

お客様各位

カタログ等資料中の旧社名の扱いについて

2010年4月1日を以ってNECエレクトロニクス株式会社及び株式会社ルネサステクノロジが合併し、両社の全ての事業が当社に承継されております。従いまして、本資料中には旧社名での表記が残っておりますが、当社の資料として有効ですので、ご理解の程宜しくお願い申し上げます。

ルネサスエレクトロニクス ホームページ (<http://www.renesas.com>)

2010年4月1日

ルネサスエレクトロニクス株式会社

【発行】ルネサスエレクトロニクス株式会社 (<http://www.renesas.com>)

【問い合わせ先】 <http://japan.renesas.com/inquiry>

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、誤りが無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、海底中継機器、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。

32192/32196 グループ

A/D コンバータの応用例（単一 A/D 変換モード）

1. 要約

この資料は 32192/32196 グループの A/D コンバータを使用して単一モードで A/D 変換を行う参考プログラム例を掲載しています。

この資料では単一モードで A/D 変換を行うことを単一 A/D 変換モードと呼びます。

2. はじめに

この資料で説明する応用例は次のマイコン、条件での利用に適用されます。

- ・マイコン : 32192 グループ (M32192F8VFP、M32192F8UFP、M32192F8TFP)
32196 グループ (M32196F8VFP、M32196F8UFP、M32196F8TFP)
- ・動作周波数 : 128~160MHz (参考プログラムは 160MHz を想定して作成しています)
- ・動作ボード : 32192 グループ用スタータキット

3. 応用技術の説明

3.1 A/D コンバータ概要

32192/32196 は、10 ビット分解能を持つ逐次近似比較方式の A/D コンバータを内蔵しています。アナログ入力端子（チャンネル）は、AD0IN0～AD0IN15 の 16 チャンネルあり、各チャンネルの単独変換のほかに、N（N=1～16）チャンネルを 1 つのグループとした連続的な A/D 変換が可能です。

また、A/D 変換値は 10 ビットまたは 8 ビットで読み出すことができます。

A/D 変換には、以下に示す変換モードと動作モードがあります。

(1) 変換モード

- ・ A/D 変換モード : 通常のアナログ入力電圧を A/D 変換するモード
- ・ コンパレータモード : 設定した比較電圧とアナログ入力電圧を比較して、その大小のみを得るモード(単一モードのみ)
(注 1)

(2) 動作モード

- ・ 単一モード : 1 チャンネルのアナログ入力電圧を 1 回 A/D 変換、またはコンパレート (注 1) するモード
- ・ スキャンモード : 選択された複数チャンネル (N チャンネル単位、N=1～16) のアナログ入力電圧を順次 A/D 変換するモード
 スキャンワンショットモード : スキャン動作を 1 周期行うモード
 スキャン連続モード : スキャン動作を停止するまで繰り返し行うモード

(3) 特殊動作モード

- ・ スキャンモード動作中の単一モード強制実行 : スキャン動作中に強制的に単一モード (コンパレータモード) 変換を実行するモード
- ・ 単一モード実行後スキャンモード開始 : 単一モードからスキャン動作を連続して起動するモード
- ・ 変換再スタート : 単一モードまたはスキャンモードで、動作中の A/D 変換動作を再スタートするモード

注 1. 逐次近似比較方式である A/D コンバータ内部の比較動作と、A/D コンバータをコンパレータとして使用するコンパレータモードでの動作を区別するために、本書ではコンパレータモードでの比較動作のことを「コンパレート」と呼びます。

A/D コンバータの詳細は、32192/32196 グループのハードウェアマニュアルを参照してください。

4. 単一 A/D 変換モードの参考プログラム

単一モードは、選択した 1 チャンネルのアナログ入力電圧を 1 回 A/D 変換するモードです。変換終了で割り込み要求、または DMA 転送要求を発生することができます。

本参考プログラムでは、チャンネル番号を引数で指定して起動し、A/D 変換を行います。

4.1 参考プログラムの概要

トグルスイッチ（ポート 13）から読み込んだ値を A/D 変換するアナログ入力のチャンネル番号とし、A/D 変換した 10 ビットの変換結果を 8 ビットに変換して LED（ポート 11）に出力する処理を繰り返します。変換終了割り込み、DMA 転送は使用しません。

A/D 変換動作は低速モード、倍速、サンプル&ホールド有効、高速サンプル&ホールド、トリガはソフトウェアトリガで起動します。その他、断線検出アシスト機能を有効にし、断線検出アシスト方式は変換前プリチャージを選択しています。

4.2 処理手順

ここでは、A/D コンバータを使用する時の基本処理フローを図 4.2.1 に示します。

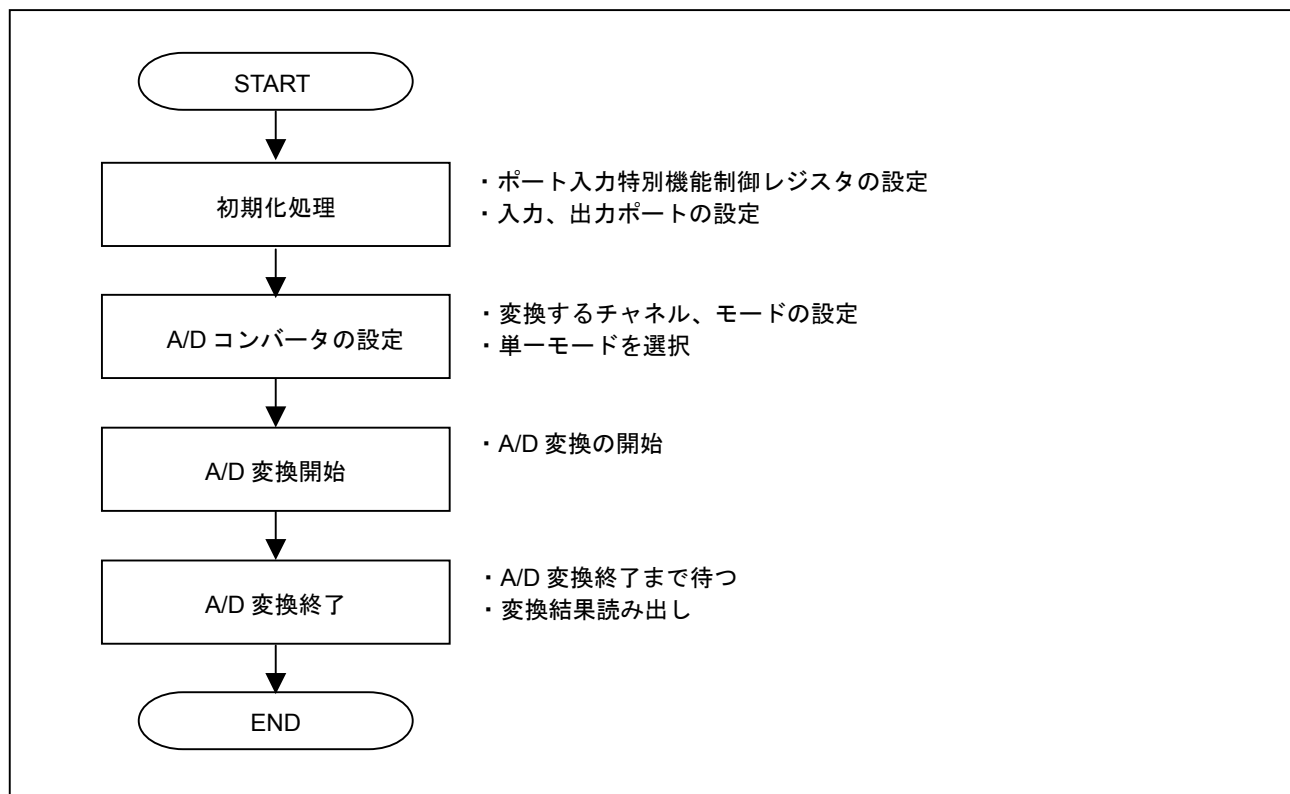


図 4.2.1 A/D コンバータ基本処理フロー

4.3 参考プログラムの解説

注. 使用しているレジスタを（レジスタ名：ビット名）と表記しています。

4.3.1 各種初期化関数（init_func()）

- (1) ポート初期化関数の呼び出し

4.3.2 ポート初期化関数（port_init()）

- (1) 出力ポートの設定
 - ・ポート入力特別機能制御レジスタのポート入力許可ビットを入力許可に設定（PICNT：PIEN0）
 - ・P11 データレジスタの初期化（P11DATA）
 - ・P11 方向レジスタを出力モードに設定（P11DIR）
 - ・P11 動作モードレジスタを汎用ポートに設定（P11MOD）
- (2) 入力ポートの設定
 - ・P13 方向レジスタを入力モードに設定（P13DIR）
 - ・P13 動作モードレジスタを汎用ポートに設定（P13MOD）

注. ・データレジスタの設定を行う前に、方向レジスタを出力に設定すると、データレジスタへ書き込みが行われるまでの間、不定値が出力されます。

4.3.3 メイン関数（main()）

- (1) 各種初期化関数の呼び出し
- (2) P13 データレジスタを読み出し
 - ・A/D 変換するアナログ入力チャネルとして使用する
- (3) A/D 変換実行関数の呼び出し
 - ・A/D 変換するアナログ入力チャネルの番号を渡す
- (4) A/D 変換結果を 10bit から 8bit に変換して P11 データレジスタに出力

4.3.4 A/D0 変換の実行関数（AD0exe()）

- (1) A/D コンバータの設定
 - ・A/D アナログ入力端子のチャネルのうち使用する下位 4bit のみ有効にする
 - ・A/D 断線検出アシスト機能を有効にする（AD0DDACR：ADDDAEN）
 - ・A/D 断線検出アシスト方式選択レジスタを設定する（AD0DDASEL）
 - ・A/D0 単一モードレジスタ 2 を A/D 同時サンプリング無効に設定（AD0SIM2：ADSH2）
 - ・A/D0 単一モードレジスタ 1 の設定（AD0SIM1：ADSMSL、ADSSPD、ADSSHSL、ADSSHSPD、ANSEL）
 - A/D0 変換モード、変換速度ノーマル、サンプル&ホールド有効、高速サンプル&ホールド、アナログ入力端子選択
- (2) A/D 変換開始
 - ・A/D0 単一モードレジスタ 0 の設定（AD0SIM0：ADSSEL、ADSREQ）
 - 変換開始トリガをソフトウェアトリガ、DMA 転送要求は使用しないに設定
 - ・A/D 変換の開始（AD0SIM0：ADSSTT）
- (3) A/D 変換終了
 - ・A/D 変換終了まで待つ（AD0SIM0：ADSCMP）
 - ・変換結果読み出し（AD0DTn）

4.4 参考プログラム例

下記に単一 A/D 変換モードの参考プログラムを示します。

尚、下記の参考プログラム例では、SFR 定義ファイルが必要です。最新の SFR 定義ファイルはホームページよりダウンロードできます。SFR 定義ファイル使用時は、お客様の環境に合わせてパスの設定をおこなってください。

4.4.1 ad_main.c

```

1  /*"FILE COMMENT"*****
2  *      M32R C Programming          Rev. 1.00
3  *      < Sample Program for 32192 >
4  *      < AD converter (main routine) >
5  *
6  *      Copyright (c) 2005 Renesas Technology Corporation
7  *      All Rights Reserved
8  *      *****/
9
10 /*****
11 /*      Include file                */
12 /*****
13
14 #include          "..\inc\sfr32192_pragma.h"
15
16 /*****
17 /*      Function prototype declaration */
18 /*****
19
20         void          main(void);                /* Main function */
21         void          init_func(void);           /* Initial setup function */
22         void          port_init(void);          /* Initialize port */
23
24 /*****
25 /*      Definition of external reference */
26 /*****
27
28 extern USHORT  AD0exe( UCHAR);                /* Execute AD conversion */
29
30 /*"FUNC COMMENT"*****
31 * Function name: init_func()
32 *-----
33 * Description   : Call various initialization functions
34 *-----
35 * Argument     : -
36 *-----
37 * Returns      : -
38 *-----
39 * Notes       :
40 *"FUNC COMMENT END"*****
41 void init_func(void)
42 {
43     port_init();                /* Initialize port */
44 }
45
46 /*"FUNC COMMENT"*****
47 * Function name: port_init()
48 *-----
49 * Description   : Initialize port
50 *-----
51 * Argument     : -
52 *-----
53 * Returns      : -
54 *-----
55 * Notes       :
56 *"FUNC COMMENT END"*****
57 void port_init(void)
58 {
59     PICNT = PIEN0;                /* Enable port input */
60
61     /*** LED output port ***/
62
63     P11DATA = 0x00;                /* Output data (must be set prior to mode) */
    
```

```

64     P11DIR = 0xff;                               /* P110-P117 : Output mode */
65     P11MOD = 0x00;                               /* P110-P117 : Input/output port */
66
67 /** Switch input port ***/
68
69     P13DIR = 0x00;                               /* P130-P137 : Input mode */
70     P13MOD = 0x00;                               /* P130-P137 : Input/output port */
71 }
72
73 /*"FUNC COMMENT"*****
74 * Function name: main()
75 *-----
76 * Description  : A-D converts signals read in from PORT13 on AD0 channel
77 *               : and outputs conversion result (8 bits) to LED (PORT11)
78 *-----
79 * Argument    : -
80 *-----
81 * Returns     : -
82 *-----
83 * Notes      : -
84 *"FUNC COMMENT END"*****/
85 void main(void)
86 {
87     USHORT  ad_result;                            /* AD conversion result */
88     UCHAR   channel;                             /* Selected AD conversion channel */
89
90     init_func();                                 /* Initialize microcomputer */
91
92     while(1) {
93         channel = P13DATA;                        /* Read specified conversion channel */
94         ad_result = AD0exe( channel);            /* Execute AD conversion */
95
96         P11DATA = (ad_result >> 2u);           /* Output conversion result */
97     }
98 }

```


4.4.2 adc

```

1  /*"FILE COMMENT"*****
2  *      M32R C Programming          Rev. 1.00
3  *      < Sample Program for 32192 >
4  *      < AD converter >
5  *
6  *      Copyright (c) 2005 Renesas Technology Corporation
7  *      All Rights Reserved
8  *      *****/
9
10 /******
11 /*      Include file                */
12 /******
13
14 #include          "..\inc\sfr32192_pragma.h"
15
16 /******
17 /*      Function prototype declaration      */
18 /******
19
20     USHORT      AD0exe(  UCHAR AD0ch );          /* Execute AD conversion */
21
22 /******
23 /*      Define macro                  */
24 /******
25
26                                     /* 0123 4567 */
27 #define ADSIM0_ini          0x01          /* 0000 0001B */
28                                     /* |||| ||+---- AD conversion start      */
29                                     /* |||| ||+---- No operation              */
30                                     /* |||| |+----- don't care              */
31                                     /* |||| +----- No DMA transfer request  */
32                                     /* ||+----- Software trigger           */
33                                     /* ||+----- No operation              */
34                                     /* |+----- don't care                  */
35                                     /* +----- No operation                 */
36
37                                     /* 0123 4567 */
38 #define ADSIM1_ini          0x40          /* 0100 0000B */
39                                     /* |||| ++++---- AD0 selected              */
40                                     /* ||+----- don't care                  */
41                                     /* ||+----- don't care                  */
42                                     /* |+----- Double speed                 */
43                                     /* +----- AD conversion mode           */
44
45                                     /* 0123 4567 */
46 #define ADSIM2_ini          0x00          /* 0000 0000B */
47                                     /* |||| ++++---- don't care              */
48                                     /* ||+----- don't care                  */
49                                     /* ||+----- don't care                  */
50                                     /* |+----- don't care                  */
51                                     /* +----- Simultaneous sampling invalid */
52
53 #define ADDASEL_ini          0xffu          /* Precharge before conversion      */
54
55 /*"FUNC COMMENT"*****
56 * Function name: AD0exe()
57 *-----
58 * Description : AD conversion using AD0
59 *              : - Executes AD conversion on the channel specified with
60 *              :   the argument and returns the conversion result
61 *-----
62 * Argument    : unsigned char AD0ch      AD0 converter channel number on which to convert
63 *-----
64 * Returns     : 10-bit AD conversion result
65 *-----
66 * Notes      : - Only the 4 low-order bits of the channel number are used
67 *              : - More than 1 cycle of wait time (dummy wait cycles) is
68 *              :   required when starting AD conversion and reading out
69 *              :   the AD conversion-finished bit
70 *              : - Wait until AD conversion finishes
71 *-----
72 /*"FUNC COMMENT END"*****
73 USHORT      AD0exe(  UCHAR AD0ch)
74 {
75     ULONG      j;
76     USHORT     *AdDtPtr;

```

```

76
77     AD0ch &= 0x0fu;                               /* Use only the 4 low-order bits of channel */
78
79     AdDtPtr = (USHORT *)&AD0DT0;                 /* Start address of AD0 conversion result register */
80
81     AD0DDACR |= ADDDAEN;                          /* Enable A-D disconnection detection assist function
*/
82     AD0DDASEL = ADDASEL_ini;                      /* Precharge before conversion */
83
84     AD0SIM2 = ADSIM2_ini;                          /* simultaneous sampling not used */
85
86     AD0SIM1 = ADSIM1_ini;
87     AD0SIM1 |= AD0ch;
88
89     AD0SIM0 = ADSIM0_ini;                          /* Start AD conversion */
90
91     for( j = 0ul; j < 1ul; j++){                  /* Dummy wait cycle until reading out the AD
conversion-finished bit */
92         ;
93     }
94     while( ADSCMP != ( AD0SIM0 & ADSCMP)){ /* Wait until AD conversion finishes */
95         ;
96     }
97
98     return( AdDtPtr[AD0ch]);                       /* Read out conversion result */
99 }
    
```

5. 参考ドキュメント

- 32192 グループ データシート Rev.1.01
- 32196 グループ データシート Rev.1.00
- 32192/32196 グループ ハードウェアマニュアル Rev.1.00
- M3T-CC32R V.4.30 ユーザーズマニュアル (C コンパイラ編)
- M3T-AS32R V.4.30 ユーザーズマニュアル (アセンブラ編)
- M32R-FPU ソフトウェアマニュアル Rev.1.01
(最新版をルネサス テクノロジホームページから入手してください。)

6. ホームページとサポート窓口

ルネサス テクノロジホームページ
<http://www.renesas.com/>

ルネサス製品全般に関するお問合せと M32R ファミリに関する技術的なお問合せ先
カスタマサポートセンタ : csc@renesas.com

改訂記録	32192/32196 グループ A/D コンバータの応用例（単一 A/D 変換モード） アプリケーションノート
------	--

Rev.	発行日	改訂内容	
		ページ	ポイント
1.00	2005.06.15	-	初版発行

安全設計に関するお願い

1. 弊社は品質、信頼性の向上に努めておりますが、半導体製品は故障が発生したり、誤動作する場合があります。弊社の半導体製品の故障又は誤動作によって結果として、人身事故、火災事故、社会的損害などを生じさせないような安全性を考慮した冗長設計、延焼対策設計、誤動作防止設計などの安全設計に十分ご留意ください。

本資料ご利用に際しての留意事項

1. 本資料は、お客様が用途に応じた適切なルネサス テクノロジ製品をご購入いただくための参考資料であり、本資料中に記載の技術情報についてルネサス テクノロジが所有する知的財産権その他の権利の実施、使用を許諾するものではありません。
2. 本資料に記載の製品データ、図、表、プログラム、アルゴリズムその他応用回路例の使用に起因する損害、第三者所有の権利に対する侵害に関し、ルネサス テクノロジは責任を負いません。
3. 本資料に記載の製品データ、図、表、プログラム、アルゴリズムその他全ての情報は本資料発行時点のものであり、ルネサス テクノロジは、予告なしに、本資料に記載した製品または仕様を変更することがあります。ルネサス テクノロジ半導体製品のご購入に当たりましては、事前にルネサス テクノロジ、ルネサス販売または特約店へ最新の情報をご確認頂きますとともに、ルネサス テクノロジホームページ(<http://www.renesas.com>)などを通じて公開される情報に常にご注意ください。
4. 本資料に記載した情報は、正確を期すため、慎重に制作したものです。万一本資料の記述誤りに起因する損害がお客様に生じた場合には、ルネサス テクノロジはその責任を負いません。
5. 本資料に記載の製品データ、図、表に示す技術的な内容、プログラム及びアルゴリズムを流用する場合は、技術内容、プログラム、アルゴリズム単位で評価するだけでなく、システム全体で十分に評価し、お客様の責任において適用可否を判断してください。ルネサス テクノロジは、適用可否に対する責任を負いません。
6. 本資料に記載された製品は、人命にかかわるような状況の下で使用される機器あるいはシステムに用いられることを目的として設計、製造されたものではありません。本資料に記載の製品を運輸、移動体用、医療用、航空宇宙用、原子力制御用、海底中継用機器あるいはシステムなど、特殊用途へのご利用をご検討の際には、ルネサス テクノロジ、ルネサス販売または特約店へご照会ください。
7. 本資料の転載、複製については、文書によるルネサス テクノロジの事前の承諾が必要です。
8. 本資料に関し詳細についてのお問い合わせ、その他お気付きの点がございましたらルネサス テクノロジ、ルネサス販売または特約店までご照会ください。