

RX ファミリ

レジスタ一括退避機能の使用法

要旨

RXv3 CPU は、CPU レジスタの退避・復帰を一括して高速に行うために、一部製品を除いてレジスタ一括退避機能を有しています。本アプリケーションノートでは、レジスタ一括退避機能および割り込みハンドラでのレジスタ退避バンク使用方法について説明します。

また、本アプリケーションノートでは、特に記載のない箇所は RX72T グループについて説明します。他のマイコンの仕様につきましては、各マイコンのユーザーズマニュアル ハードウェア編を確認してください。

対象デバイス

レジスタ一括退避機能搭載 RX ファミリ

目次

1. レジスタ一括退避機能.....	2
1.1 レジスタ退避バンク	2
1.2 レジスタの退避・復帰処理	3
2. 割り込みハンドラでのレジスタ退避バンク使用方法.....	4
2.1 割り込みハンドラ.....	4
2.2 バンク番号の割り当て方法	4
2.3 レジスタ退避バンク使用時の実行サイクル数削減効果.....	5
2.3.1 退避・復帰にかかる実行サイクル数.....	5
2.3.2 実行サイクル数の比較例.....	5
2.3.3 レジスタ退避バンクの使用判断基準.....	5
2.4 多重割り込み発生時の実行サイクル数.....	6
3. C 言語（CC-RX コンパイラ）での記述方法.....	7
4. 注意事項.....	8
4.1 アセンブラオプション-bank	8
4.2 リセット後のレジスタ退避バンク	8
5. 参考ドキュメント.....	9
改訂記録.....	10

1. レジスタ一括退避機能

RXv3 CPU は、CPU レジスタの退避・復帰を一括して高速に行うために、専用のレジスタ退避バンクとそれを使用するための命令を有しています。レジスタ退避バンクを使うことで、割り込みハンドラ先頭でのレジスタ退避と、末尾でのレジスタ復帰を一括して高速に行うことが可能です。

1.1 レジスタ退避バンク

レジスタ退避バンクは SAVE 命令と RSTR 命令のみでアクセス可能な領域です。レジスタ退避バンクは複数のバンクで構成されており、1つのバンクで退避・復帰できる CPU レジスタは、R0 を除く汎用レジスタ (R1~R15) と USP、FPSW、アキュムレータ (ACC0、ACC1) です。

レジスタ退避バンクは、1つのバンクに対し1つの番号 (バンク番号) が割り当てられています。RX72T グループでは、図 1.1 に示すとおり 16 個のレジスタ退避バンクを搭載しています。

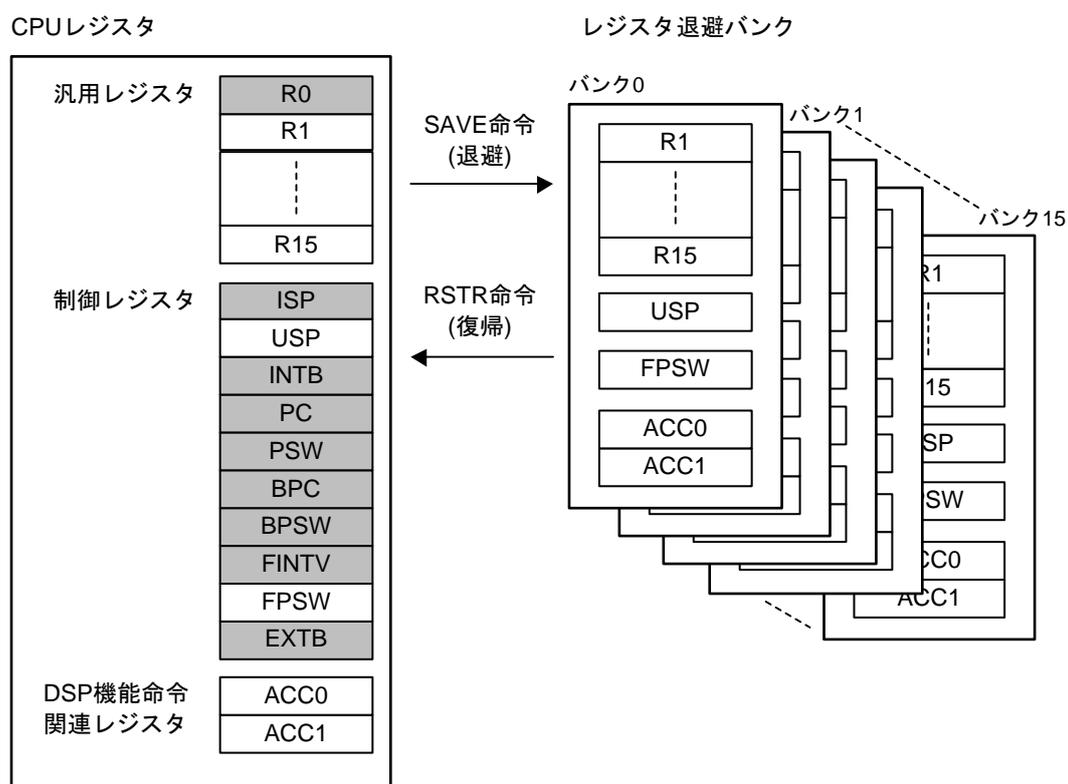


図 1.1 RX72T グループのレジスタ退避バンク

1.2 レジスタの退避・復帰処理

RXv3 CPUにはレジスタ退避用に1つのバッファが搭載されています。SAVE 命令を実行した場合、レジスタはバッファを経由して指定したレジスタ退避バンクに退避されます。図 1.2 にバッファを経由したレジスタの退避・復帰処理例を示します。最後に SAVE 命令で指定したバンク番号を RSTR 命令で指定すると、レジスタ退避バンクからではなくバッファから高速に復帰することができます。また、最後に SAVE 命令で指定したバンク番号と異なるバンク番号を RSTR 命令で指定すると、バッファではなくレジスタ退避バンクから復帰されます。

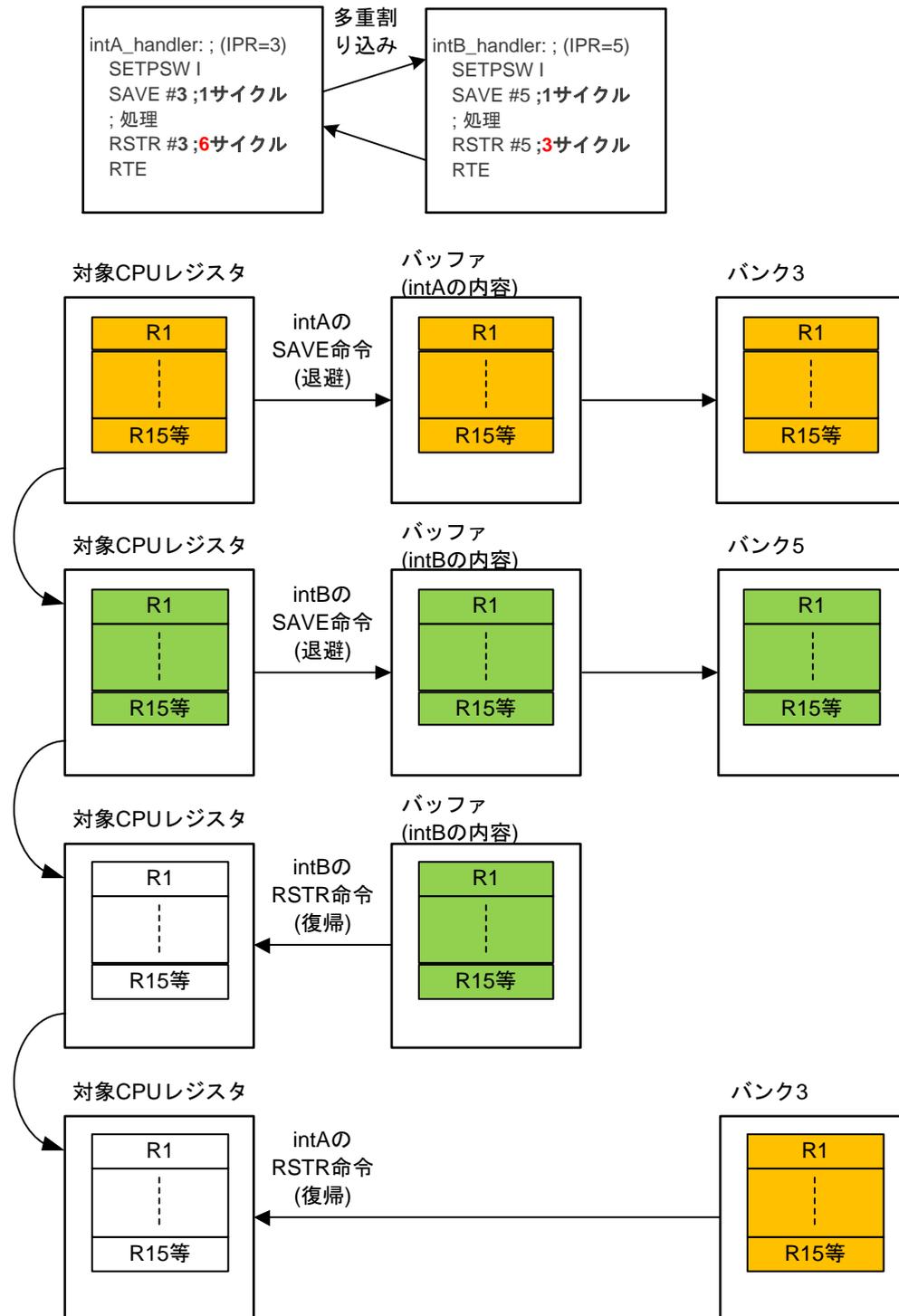


図 1.2 バッファを経由したレジスタの退避・復帰処理例

2. 割り込みハンドラでのレジスタ退避バンク使用方法

2.1 割り込みハンドラ

図 2.1 に割り込みハンドラの概要を示します。割り込みハンドラの手前・末尾で SAVE 命令・RSTR 命令を使用し、レジスタの一括退避・復帰を行います。SAVE 命令・RSTR 命令の詳細につきましては、「RX ファミリ RXv3 命令セットアーキテクチャ ユーザーズマニュアル ソフトウェア編」を参照してください。同じ割り込みハンドラ内の SAVE 命令・RSTR 命令では同じバンク番号を指定してください。



図 2.1 割り込みハンドラの概要

2.2 バンク番号の割り当て方法

割り込みハンドラでレジスタ退避バンクを使用する場合、退避したレジスタを復帰する前に、誤って多重割り込み発生時に上書きしないようにする必要があります。

表 2.1 に示すとおり、割り込みハンドラの割り込み優先レベルと、その割り込みハンドラで使用するバンク番号を一致させる割り当て方法では、すべての割り込みハンドラでレジスタ退避バンクを使用することができます。また、同じ割り込み優先レベルの割り込みでは多重割り込みが発生しないため、退避したレジスタが上書きされることはありません。

表 2.1 バンク番号の割り当て推奨例

割り込みハンドラの割り込み優先レベル	割り込みハンドラで使用するバンク番号
1	1
2	2
3	3
:	:
15	15

例えば、割り込み A（優先レベル 5）、割り込み B（優先レベル 6）、割り込み C（優先レベル 5）の 3 つの割り込みハンドラが存在する場合、割り込み A と C はバンク 5 を使用し、割り込み B はバンク 6 を使用します。

2.3 レジスタ退避バンク使用時の実行サイクル数削減効果

レジスタ退避バンクを使用しない場合の退避・復帰にかかる実行サイクル数は、退避するレジスタ数に依存して増減します。そのため、割り込みハンドラで退避する必要のあるレジスタ数が多いほど、レジスタ退避バンクを使用する効果が高くなります。

2.3.1 退避・復帰にかかる実行サイクル数

レジスタ退避バンク未使用時と使用時の退避・復帰にかかる実行サイクル数を以下に示します。

1) レジスタ退避バンク未使用時：2N+12A+4C（サイクル）

N は対象汎用レジスタ（R1～R15）の数、A は対象アキュムレータ（ACC0, ACC1）の数、C は対象とする USP・FPSW の数です。

なお、使用条件（スタックの配置アドレスなど）によってはサイクル数が増える場合があります。

2) レジスタ退避バンク使用時：4～7 サイクル

割り込みハンドラ実行中に、レジスタ退避バンクを使用する別の割り込みを受け付けなかった場合には 4 サイクル、それ以外では 7 サイクルです。

2.3.2 実行サイクル数の比較例

R1～R10 の 10 個のレジスタを退避・復帰する場合での実行サイクル数の比較を以下に示します。レジスタ退避バンクを使用すると退避・復帰が最速で 4 サイクル実行となり、この例では 16 サイクルの削減ができます。

1) レジスタ退避バンク未使用時

```
interrupt_handler:
    PUSHM    R1-R10    ; 10 サイクル
    :        ; R1～R10 を使った処理
    POPM    R1-R10    ; 10 サイクル
    RTE
```

2) レジスタ退避バンク使用時

```
interrupt_handler:
    SAVE #1    ; 1 サイクル
    :        ; R1～R10 を使った処理
    RSTR #1    ; 3～6 サイクル
    RTE
```

2.3.3 レジスタ退避バンクの使用判断基準

実行サイクル数を意識せずに C 言語（CC-RX コンパイラ）で記述する場合や、以下のいずれか 1 つの条件に該当する場合はレジスタ退避バンクを使用することを推奨します。それ以外の場合は「2.3.1 退避・復帰にかかる実行サイクル数」を参考にし、レジスタ退避バンクを使用するかどうかを決めてください。

レジスタ退避バンクを使用する別の割り込み（多重割り込み）を使用する場合：

- 退避・復帰対象の汎用レジスタが 4 つ以上ある場合
- 退避・復帰対象のアキュムレータが 1 つ以上ある場合
- 退避・復帰対象に USP と FPSW が含まれる場合

レジスタ退避バンクを使用する別の割り込み（多重割り込み）を使用しない場合：

- 退避・復帰対象の汎用レジスタが 2 つ以上ある場合
- 退避・復帰対象のアキュムレータが 1 つ以上ある場合
- 退避・復帰対象に USP または FPSW が含まれる場合

2.4 多重割り込み発生時の実行サイクル数

レジスタ退避バンクを使用する割り込みと使用しない割り込みの多重割り込みが発生した場合、SAVE 命令と RSTR 命令の実行サイクル数を図 2.2 に示します。

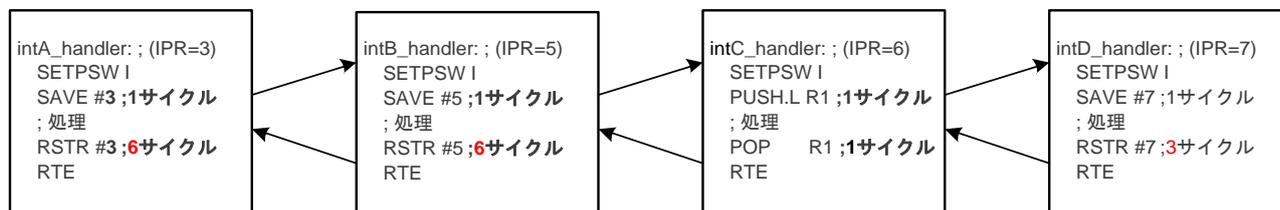


図 2.2 多重割り込み発生時の実行サイクル数

RSTR 命令で指定したバンク番号が、最後に実行された SAVE 命令で指定したバンク番号と同じ場合、RSTR 命令の実行サイクル数は 3 サイクル、バンク番号が異なる場合は 6 サイクルとなります。

3. C 言語（CC-RX コンパイラ）での記述方法

#pragma interrupt で bank = N（N = 0~15）を指定することで、割り込みハンドラでレジスタ退避バンクを使用する命令が生成されます。詳細は「CC-RX コンパイラ ユーザーズマニュアル」を参照してください。

ベクタ番号 64、バンク 3 指定の記述例

```
#pragma interrupt handler(vect=64, bank=3)
void handler(void) {
    :
}
```

コンパイル



```
_handler:
.RVECTOR 64, _handler
SAVE      #03H
:
RSTR      #03H
RTE
```

bank=N が指定された割り込みハンドラでは、退避するレジスタの使用数に関わらずレジスタ退避バンクを使用します。N には、使用するバンク番号を指定してください。また、レジスタ一括退避機能を持つマイコンでのみ bank=N を使用してください。

4. 注意事項

4.1 アセンブラオプション-bank

統合開発環境の CS+や e² studio を使用せずに、レジスタ一括退避機能を使用するコードを記述する場合、アセンブラオプション-bank を指定してください。詳細は「CC-RX コンパイラ ユーザーズマニュアル」を参照してください。

統合開発環境の CS+や e² studio を使用する場合、自動でアセンブラオプション-bank が付加されます。

4.2 リセット後のレジスタ退避バンク

リセット後、レジスタ退避バンクの値は不定です。SAVE 命令を実行せずに RSTR 命令を実行した場合、不定値が R1-R15 などのレジスタに格納されます。

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

RX72T グループ ユーザーズマニュアル ハードウェア編 (R01UH0803)

(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)

ユーザーズマニュアル: ソフトウェア

RX ファミリ RXv3 命令セットアーキテクチャ ユーザーズマニュアル ソフトウェア編 (R01US0316)

(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)

ユーザーズマニュアル: C コンパイラ

CC-RX コンパイラ ユーザーズマニュアル (R20UT3248)

(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)

改訂記録

Rev.	発行日	改訂内容	
		ページ	ポイント
1.00	Feb.28.19	—	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、 $V_{IL}(\text{Max.})$ から $V_{IH}(\text{Min.})$ 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、 $V_{IL}(\text{Max.})$ から $V_{IH}(\text{Min.})$ 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えば、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。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まれます。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、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、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。
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。
6. 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。
 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、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。
 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。
 9. 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。
 10. 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となります。
 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。
 12. 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.4.0-1 2017.11)

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。