

## RL78/G14, H8/36109 グループ

### H8 から RL78 への移行ガイド: A/D 変換器

---

#### 要旨

本アプリケーションノートでは, H8/36109 の A/D 変換器から RL78/G14 (100 ピン製品) の A/D コンバータへの移行について説明します。

#### 対象デバイス

RL78/G14, H8/36109

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。

## 目次

|  |   |
|--|---|
| 1. H8/36109 の A/D 変換器と RL78/G14 の A/D コンバータの機能 ..... | 3 |
| 2. A/D 変換器の相違点 .....                                 | 5 |
| 3. レジスタの対比 .....                                     | 6 |
| 4. A/D コンバータのサンプルコード .....                           | 7 |
| 5. 参考ドキュメント .....                                    | 7 |
| 改訂記録 .....   | 8 |

1. H8/36109 の A/D 変換器と RL78/G14 の A/D コンバータの機能

表 1.1 に H8/36109 の A/D 変換器の機能を示し、表 1.2 に RL78/G14 の A/D コンバータの機能を示します。

表 1.1 H8/36109 の A/D 変換器の機能

| 機能     | 説明  |
|--------|---|
| A/D 変換 | <p>逐次比較方式の 10 ビットの A/D 変換器で、最大 16 チャンネルのアナログ入力を変換することができます。動作モードには単一モードとスキャンモードがあります。</p> <p>A/D 変換結果を格納するための 16 ビットのリード専用レジスタが 4 本あります。</p> <p>10 ビットの変換データは A/D データレジスタのビット 15 からビット 6 に格納されます。</p> |

表 1.2 RL78/G14 の A/D コンバータの機能

| 機能     | 説明   |
|--------|--|
| A/D 変換 | <p>アナログ入力をデジタル値に変換するコンバータで、最大 20 チャンネルのアナログ入力 (ANI0-ANI14, ANI16-ANI20) を制御できます。</p> <p>アナログ入力を 1 チャンネル選択して A/D 変換するセレクト・モードに加え、ANI0-ANI14 のうち連続した 4 チャンネルのアナログ入力を順番に A/D 変換するスキャン・モードがあります。A/D 変換を 1 回終了するたびに、割り込み要求 (INTAD) を発生します。</p> <p>また、ハードウェア・トリガに対応し、連続変換モードに加え、ワンショット変換モードがあります。</p> <p>A/D 変換結果が上位 10 ビットに保持される 10 ビット A/D 変換結果レジスタ (ADCR) に加え、A/D 変換結果の上位 8 ビットが格納される 8 ビット A/D 変換結果レジスタ (ADCRH) があります。また、10 ビット分解能、8 ビット分解能を選択できます。</p> <p>STOP モード中のハードウェア・トリガ信号で、STOP モードを解除し、CPU を動作させることなく A/D 変換を行うことができます。(SNOOZE モード)</p> |

H8/36109 に搭載されている A/D 変換器は、アナログマルチプレクサ、サンプル&ホールド回路、コンパレータ、逐次比較レジスタ、A/D データレジスタを搭載しています。

図 1.1 に H8/36109 の A/D 変換器のブロック図を示します。

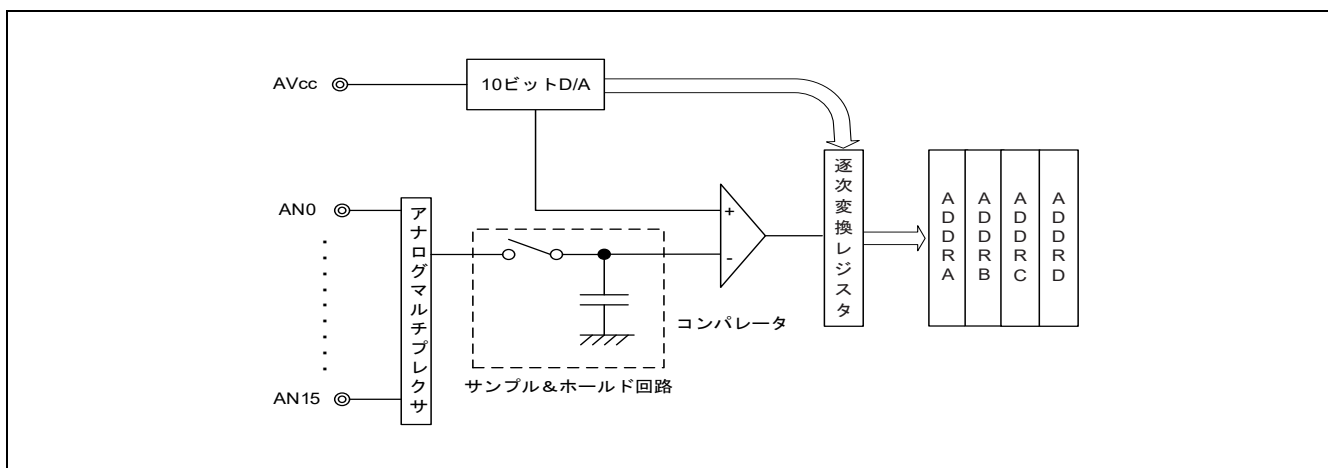


図 1.1 H8/36109 の A/D 変換器のブロック図

RL78/G14 に搭載している A/D コンバータは、サンプル&ホールド回路、A/D 電圧コンパレータ、比較電圧生成回路、逐次変換レジスタ、A/D 変換結果レジスタを搭載しています。比較電圧生成回路は、VDD と VSS または AVREFP 端子と AVREFM 端子を選択することができます。

図 1.2 に RL78/G14 の A/D コンバータのブロック図を示します。

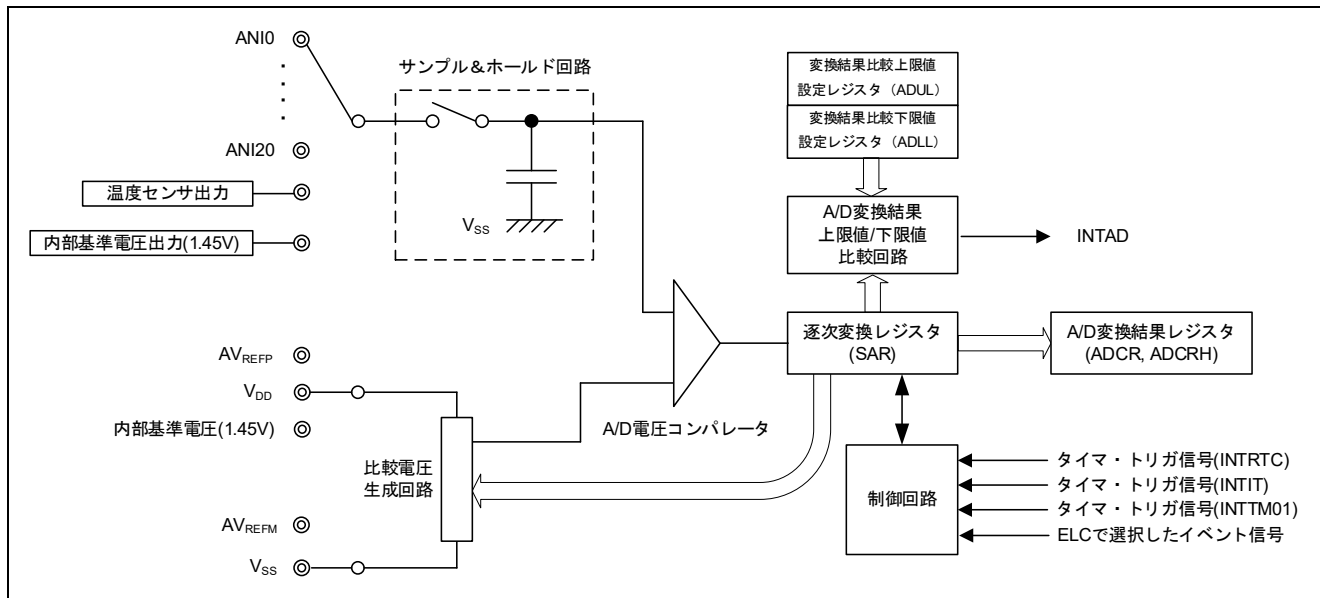


図 1.2 RL78/G14 の A/D コンバータのブロック図

表 1.3 に H8/36109 の A/D 変換器と RL78/G14 の A/D コンバータの機能対応表を示します。

表 1.3 機能対応表

| H8/36109<br>A/D 変換器 | RL78/G14<br>A/D コンバータ |
|---------------------|-----------------------|
| 単一モード               | セレクト・モード              |
| スキャンモード             | スキャン・モード              |

H8/36109 の A/D 変換器の単一モードに対応している機能は、RL78/G14 の A/D コンバータのセレクト・モードです。

H8/36109 の A/D 変換器のスキャンモードに対応している機能は、RL78/G14 の A/D コンバータのスキャン・モードです。

## 2. A/D 変換器の相違点

表 2.1 に H8/36109 の A/D 変換器と RL78/G14 の A/D コンバータについて機能概要の相違点を示します。

表 2.1 機能概要の相違点

| 項目                    | H8/36109<br>A/D 変換器                                | RL78/G14 (100 ピン製品)<br>A/D コンバータ   |
|-----------------------|--|--|
| A/D 変換器への<br>クロック供給許可 | MSTCR4 レジスタの MSTAD ビットに<br>"0" (初期値) を設定する。        | PER0 レジスタの ADCEN ビットを"1"に設<br>定する。   |
| 分解能                   | 10 ビット   | 10 ビット, 8 ビット  |
| 絶対精度                  | ±4.0 LSB (注1)                                      | ±3.5 LSB (注2)  |
| 入力チャンネル               | 16 チャンネル   | 20 チャンネル   |
| 変換時間 (min.)           | 3.5µs (注3)   | 2.125µs (注4)   |
| 逐次変換レジスタ数             | 1 本  | 1 本  |
| データレジスタ               | 4 本  | 1 本  |
| 動作モード                 | - 単一モード<br>- スキャンモード                               | - セレクト・モード<br>- スキャン・モード   |
| 変換開始方法                | - ソフトウェア<br>(ADST ビットへ"1"を書き込む)<br>- 外部トリガ信号       | - ソフトウェア・トリガ<br>- ハードウェア・トリガ   |
| 変換停止方法                | - 自動停止 (単一モード)<br>- ADST ビットへ 0 を書き込む<br>(スキャンモード) | - ADCS ビットへ 0 を書き込む<br>- A/D 変換が終了後, ADCS ビットは<br>自動的に 0 にクリアされ, A/D 変換待機状<br>態となります。                                  |
| サンプル&ホールド機能           | あり   | あり   |
| 入力サンプリング時間            | CKS=0 の場合<br>31 ステート<br>CKS=1 の場合<br>15 ステート       | 標準 1 / 低電圧 1 モード<br>サンプリング・クロック数 : $7 \times f_{AD}$ (注5)<br>標準 2 / 低電圧 2 モード<br>サンプリング・クロック数 : $5 \times f_{AD}$ (注5) |
| SNOOZE 機能             | なし   | あり   |
| アナログ基準電圧              | AVcc   | AV <sub>REFP</sub> , V <sub>DD</sub> , 内部基準電圧 (1.45V)  |
| アナログ電源端子              | AVcc   | AV <sub>REFP</sub>   |
| アナロググランド端子            | AVss   | AV <sub>REFM</sub>   |

注 1. H8/36109 の場合,  $V_{cc}=3.0\sim 5.5V$ ,  $V_{ss}=0.0V$ ,  $AV_{cc}=4.0\sim 5.5V$ , 適応端子: AN0~AN7

注 2. RL78/G14 の場合,  $1.8V \leq AV_{REFP} \leq 5.5V$ , 基準電圧 (+) = AV<sub>REFP</sub>, 基準電圧 (-) = AV<sub>REFM</sub> = 0 V,  
10 ビット分解能, 変換対象: ANI2-ANI14, 量子化誤差(±1/2 LSB)を含みません。

注 3. 20MHz 動作時

注 4. RL78/G14 の場合,  $1.8V \leq AV_{REFP} \leq 5.5V$ , 基準電圧 (+) = AV<sub>REFP</sub>, 基準電圧 (-) = AV<sub>REFM</sub> = 0 V,  
 $3.6V \leq V_{DD} \leq 5.5V$ , 10 ビット分解能, 変換対象: ANI2-ANI14

注 5.  $f_{AD}$ : A/D コンバータの変換クロック

## 3. レジスタの対比

表 3.1 に H8/36109 の A/D 変換器と RL78/G14 の A/D コンバータのレジスタの対比表を示します。

表 3.1 レジスタの対比

| 項目                        | H8/36109<br>A/D 変換器                                 | RL78/G14<br>A/D コンバータ   |
|---------------------------|---|---|
| A/D 変換器への<br>クロック供給許可     | MSTCR4 レジスタ<br>MSTAD ビット                            | PER0 レジスタ<br>ADCEN ビット  |
| A/D データレジスタ               | ADDRA レジスタ- ADDRD レジスタ                              | ADCR レジスタ   |
| A/D コントロール/<br>ステータスレジスタ  | ADCSR レジスタ  | なし  |
| A/D エンドフラグ                | ADCSR レジスタ<br>ADF ビット                               | なし  |
| A/D インタラプトイネーブル           | ADCSR レジスタ<br>ADIE ビット                              | なし  |
| A/D スタート                  | ADCSR レジスタ<br>ADST ビット                              | ADM0 レジスタ<br>ADCS ビット   |
| スキャンモード                   | ADCSR レジスタ<br>SCAN ビット                              | ADM0 レジスタ<br>ADMD ビット   |
| クロックセレクト                  | ADCSR レジスタ<br>CKS ビット                               | ADM0 レジスタ<br>FR2 - FR0 ビット,<br>LV1 ビット, LV0 ビット               |
| チャンネルセレクト                 | ADCSR レジスタ<br>CH2 - CH0 ビット<br>ADCR レジスタ<br>CH3 ビット | ADS レジスタ<br>ADISS ビット, ADS4 - ADS0 ビット                        |
| A/D コントロールレジスタ            | ADCR レジスタ   | なし  |
| トリガイネーブル                  | ADCR レジスタ<br>TRGE ビット                               | ADM1 レジスタ<br>ADTMD1 ビット, ADTMD0 ビット<br>ADTRS1 ビット, ADTRS0 ビット |
| A/D 電圧コンパレータの<br>動作制御     | なし  | ADM0 レジスタ<br>ADCE ビット   |
| A/D 変換動作モードの設定            | なし  | ADM1 レジスタ<br>ADSCM ビット  |
| A/D コンバータの+側の<br>基準電圧源の選択 | なし  | ADM2 レジスタ<br>ADREFP1 ビット, ADREFP0 ビット                         |
| A/D コンバータの-側の<br>基準電圧の選択  | なし  | ADM2 レジスタ<br>ADREFM ビット                                       |
| 変換結果上限/下限値<br>チェック        | なし  | ADM2 レジスタ<br>ADRCK ビット  |
| SNOOZE モードの設定             | なし  | ADM2 レジスタ<br>AWC ビット  |
| A/D 変換分解能の選択              | なし  | ADM2 レジスタ<br>ADTYP ビット  |
| 変換結果比較上限値設定<br>レジスタ       | なし  | ADUL レジスタ   |
| 変換結果比較下限値設定<br>レジスタ       | なし  | ADLL レジスタ   |
| A/D テスト・レジスタ              | なし  | ADTES レジスタ  |

#### 4. A/D コンバータのサンプルコード

A/D コンバータのサンプルコードを説明したアプリケーションノートを示します。

- RL78/G14 A/D コンバータ (ソフトウェア・トリガ、連続変換モード) CC-RL (R01AN3817)
- RL78/G14 タイマ RJ を起動要因とした A/D コンバータ (SNOOZE モード) CC-RL (R01AN2857)
- RL78/G14 システムの低消費電力化を実現する DTC を使用した A/D 変換 CC-RL (R01AN2863)

#### 5. 参考ドキュメント

ユーザーズマニュアル

- RL78/G14 ユーザーズマニュアル ハードウェア編 (R01UH0186)
- H8/36109 グループ ユーザーズマニュアル ハードウェア編 (R01UH0294)  
(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

(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。)

学習ガイド

- コード生成プラグイン学習ガイド (R20UT3230)
- RL78/G13 コード生成の活用例 (サンプルプログラム) (R20AN0399)

## 改訂記録

| Rev. | 発行日        | 改訂内容 |      |
|------|------------|------|------|
|      |            | ページ  | ポイント |
| 1.00 | 2020.06.08 | -    | 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、リセットを解除してください。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、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、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/)