Renesas Synergy™ プラットフォーム

# RSPI HAL モジュールガイド

R11AN0174JU0103
Rev.1.03
2019.05.21

(注１)本資料は英語版を翻訳した参考資料です。内容に相違がある場合には英語版を優先します。資料によっては英語版のバージョンが更新され、内容が変わっている場合があります。日本語版は、参考用としてご使用のうえ、最新および正式な内容については英語版のドキュメントを参照ください。

(注２)本資料の第 6 章まで（要旨除く）の日本語訳は、「Synergy™ Software Package (SSP) v1.5.0 ユーザーズマニュアル モジュール概要編（参考資料）」の第 4 章「モジュールの概要」に掲載されていますのでそちらを参照ください 。

## 要旨（Introduction）

本モジュールガイドは、ユーザがモジュールを効果的に使用してシステムが開発できるようになることを目的としています。このモジュールガイドを習得することで、開発システムへのモジュールの追加とターゲットアプリケーション向けの正確な設定（configuration）ができ、さらに付属のアプリケーションプロジェクトコードを参照して、効率的なコード記述が行えるようになります。

より詳細な API や、より高度なモジュール使用法を記述した他のアプリケーションプロジェクト例もルネサス WEB サイト（本書末尾の「参考文献」の項を参照）から入手でき、より複雑な設計に役立ちます。

SPI HAL モジュールは、SPI プロトコルを使用して通信を行うための汎用 API です。このモジュールは、Synergy マイクロコントローラハードウェアの SPI と SCI の両周辺回路（peripherals）をサポートしており、r_rspi と r_sci_spi で実装されています。このガイドは、SPI (前の名称： RSPI) とも呼ばれる r_rspi HAL モジュールを参照します。SPI HAL モジュールは、標準的な SPI マスタモード（SPI master）と SPI スレーブモード（SPI slave）の通信機能をサポートしています。転送イベント（transfer event）向けのコールバック（callback）が提供されています。

MCU のデータ転送コントローラ（Data Transfer Controller、DTC） モジュールがデータ転送をサポートし、SPI HAL モジュールを有効にしています。このモジュールは、CPU による介在なしで、DTC を使用して SPI 転送を実行します。

## 対象デバイス（Target Device）

Synergy SK-S7G2 Kit キットと S7G2 MCU グループ

## 目次

1. RSPI HAL Module Features....3
2. RSPI HAL Module APIs Overview....3
3. RSPI HAL Module Operational Overview....3
4. Including the RSPI HAL Module in an Application....3
5. Configuring the RSPI HAL Module....3
6. Using the RSPI Module in an Application....3

7. RSPI HAL モジュールのアプリケーションプロジェクト（The RSPI HAL Module Application Project） 3

8. ターゲットアプリケーションに対応する RSPI HAL モジュールのカスタマイズ（Customizing the RSPI HAL Module for a Target Application） ..... 6

9. RSPI HAL モジュールのアプリケーションプロジェクトの実行（Running the RSPI HAL Module Application Project） ..... 6

10. RSPI HAL モジュールのまとめ（RSPI HAL Module Conclusion） ..... 7

11. RSPI HAL モジュールの次の手順（RSPI HAL Module Next Steps） ..... 8

12. RSPI HAL モジュールの参考情報（RSPI HAL Module Reference Information） ..... 8

1. RSPI HAL Module Features
2. RSPI HAL Module APIs Overview
3. RSPI HAL Module Operational Overview
4. Including the RSPI HAL Module in an Application
5. Configuring the RSPI HAL Module
6. Using the RSPI Module in an Application
7. RSPI HAL モジュールのアプリケーションプロジェクト（The RSPI HAL Module Application Project）

本アプリケーションプロジェクトは、SPI API の一般的な使用法を示します。これには、Synergy S7G2 MCU (SPI マスター) と、MCU ボード上の PMOD-A インタフェースに接続した MAX31723 温度センサ (SPI スレーブ) の間の SPI 通信が含まれます。

**表 1　　このアプリケーションプロジェクトが使用するソフトウェアと MCU のリソース**

| リソース | リビジョン | 説明 |
|---|---|---|
| e² studio | 6.2.1 またはそれ以降 | 統合ソリューション開発環境 (ISDE) |
| SSP | 1.5.0 またはそれ以降 | Synergy ソフトウェアプラットフォーム |
| IAR EW for Renesas Synergy | 8.23.1 またはそれ以降 | IAR Embedded Workbench for Renesas Synergy |
| SSC | 6.2.1 またはそれ以降 | Synergy スタンドアロンコンフィグレータ |
| SK-S7G2 | v3.0 と v3.1 | スタータキット |

以下の図に、本アプリケーションプロジェクトの簡単なフローを示します。

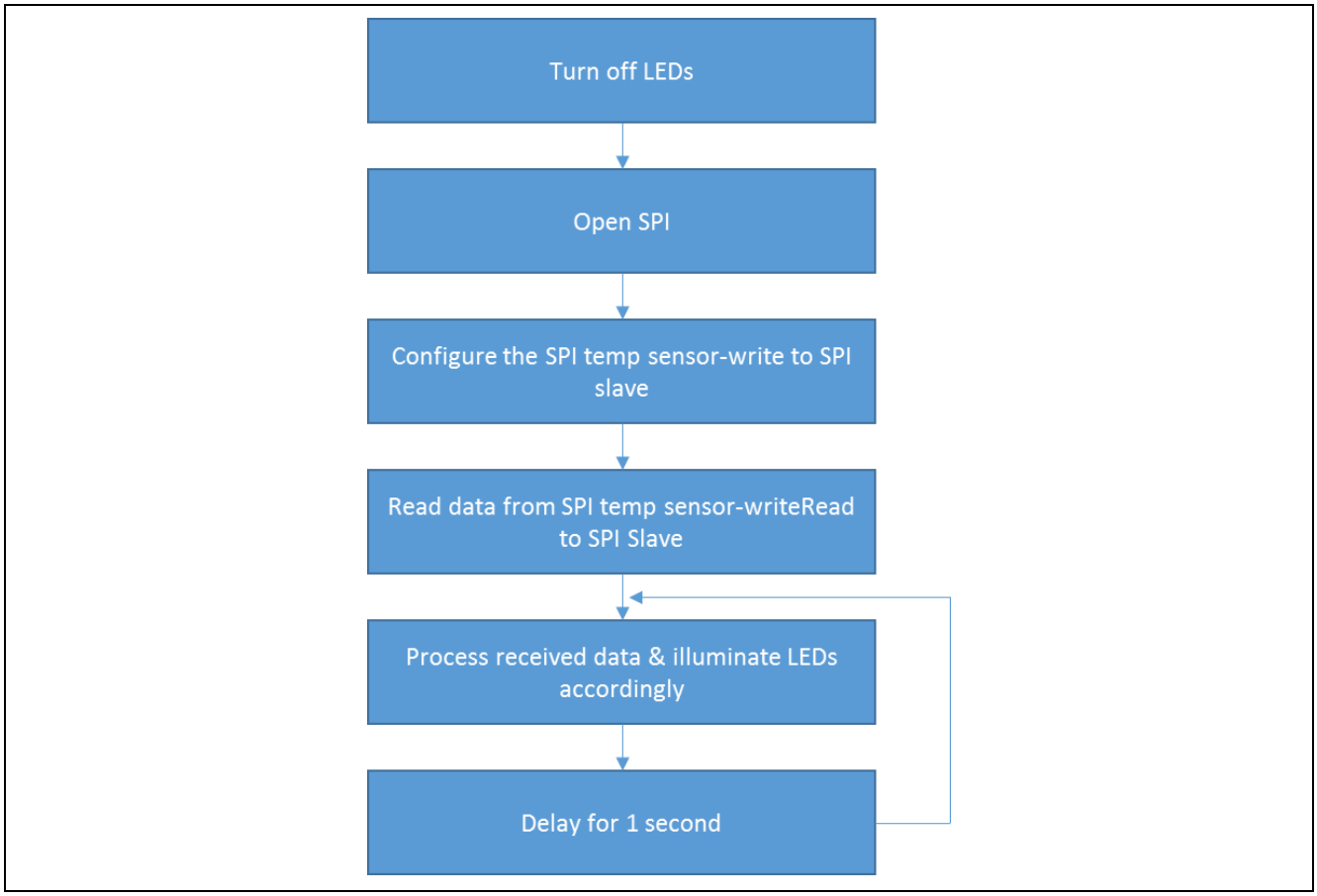


**図 1 RSPI HAL モジュールのアプリケーションプロジェクトのフロー**

プロジェクトが ISDE 内にインポートされていれば、`spi_hal.c` ファイルを、プロジェクト内で利用することができます。ISDE でこのファイルを開いて、API の主な使い方を以下の説明をご参照ください。

`spi_hal.c` の最初のセクションにヘッダファイルがあります。これらのヘッダファイルは SPI インスタンス構造体(SPI instance structure)と温度の浮動小数点計算を実行するために使用する算術関数(math functions)を参照します。含まれるコードセクションは、`spi_hal.h` ファイル内の #define を通じて有効にすると、`printf()` を使用して結果を表示するセミホスト機能を使用できます。続くセクションには、SSL ラインで使用する I/O 端子のための #define があります。I/O 端子セクションの後に、このアプリケーションで使用するグローバル変数(global variable )の定義や、関数プロトタイプ(function prototype)が続きます。

メインプログラム制御セクションに対応するエントリ関数(entry function)は、`spi_hal_module_guide_project()` です。関数内には、温度計算用のローカル変数(local variables)が定義されているほか、温度センサと受信した温度データの保存場所の設定を行う設定データを格納するデータ配列(data arrays)があります。本アプリケーションプロジェクトは、計算した温度に基づいて LED の点灯を制御します。開始時の状態では、すべての LED は OFF (消灯) です。

次のステップは、温度センサを設定することです。SSL ラインをハイに設定し、`write` API を使用して、設定データ(configuration data)を温度センサに書き込みます。このデータは、12 ビットの解像度(resolution)で温度センサを設定します。write 関数が正常に完了した後、SSL ラインをローに設定し、設定プロセスを終了します。write 関数の結果が正常に完了した場合、SPI コールバック関数(SPI callback function)を起動します。このコールバック関数は、アプリケーションが続行できることを示すソフトウェアフラグ(software flag)を設定します。

次に、このアプリケーションは `while(1)` ループに入ります。`writeRead` API を使用して温度を読み取ります。この API を呼び出す前に SSL ラインをハイに設定し、呼び出した後にローに設定します。書き込まれるデータは、温度データの読み取りに使用するアドレスです。温度データは 12 ビットのサイズです。最小 2 バイトのデータを読み取る必要があります。温度データの格納場所は、3 バイトのサイズです。書き込み中に、このアドレスはダミーデータ(dummy data)を受け取ります。

次に、受信した有効な 2 バイトを使用して、温度を計算します。

アプリケーションが計算した最初の温度は、基準温度（reference temperature）として格納されます。それ以降、1 秒ごとに温度計算を実行し、基準温度と比較します。新しい温度が基準温度と異なる場合は、それに応じて LED が点灯します。

2℃ の差　　緑の LED、
3℃ の差　　緑と橙の LED、
4℃ の差　　緑と橙と赤の LED

デバッグコンソールが有効になっている場合、測定した温度をデバッグコンソールに表示します。

注記: この章は、SSP のデバッグコンソールと `printf()` 関数の使用方法をユーザが理解していることを想定しています。関連情報が必要な場合、本ドキュメントの末尾にある「参考情報」の章に記載した、「**How do I use Printf() with the Debug Console** in the Synergy Software Package (SSP)」(Synergy ソフトウェアパッケージのデバッグコンソールで Printf() を使用する方法) を参照してください。あるいは、デバッグモードで変数ウォッチ機能を使用して結果を確認することもできます。

対象ボードや MCU の必要な動作と物理プロパティ（physical property）をサポートするために、このアプリケーションプロジェクトではいくつかの重要なプロパティを設定しています。この特定のプロジェクトで設定するプロパティを、以下の表に示します。アプリケーションプロジェクトを開き、[Properties] ウィンドウでこれらの設定を表示することもできます。

**表 2　　RSPI HAL モジュールのアプリケーションフレームワークに対応する設定項目**

| ISDE のプロパティ | 設定値 |
|---|---|
| g_spi0 SPI Driver on r_sci_spi<br>(r_sci_spi 上の g_spi0 SPI ドライバ) | |
| Name (名前) | g_spi |
| Channel (チャネル) | 0 |
| Operating Mode (動作モード) | Master (マスター) |
| Clock Phase (クロックの相) | Data sampling on even edge, data variation on odd edge (奇数エッジでデータをサンプリングし、偶数エッジでデータを検証) |
| Clock Polarity (クロックの極性) | High when idle (アイドル時はハイ) |
| Mode Fault Error (モード障害エラー) | Disable (無効) |
| Bit Order (ビット順序) | MSB First (MSB が先) |
| Bitrate (ビットレート) | 500000 |
| Callback (コールバック) | spi_callback |
| SPI Mode (SPI モード) | SPI Operation (SPI 動作) |
| SPI Communication Mode<br>(SPI 通信モード) | Full Duplex (全二重) |
| Slave Select Polarity (SSL0)<br>(スレーブ選択の極性 (SSL0)) | Active Low (アクティブロー) |
| Slave Select Polarity (SSL1)<br>(スレーブ選択の極性 (SSL1)) | Active Low (アクティブロー) |
| Slave Select Polarity (SSL2)<br>(スレーブ選択の極性 (SSL2)) | Active Low (アクティブロー) |
| Slave Select Polarity (SSL3)<br>(スレーブ選択の極性 (SSL3)) | Active Low (アクティブロー) |
| Select Loopback1 (ループバック 1 の選択) | Normal (通常) |
| Select Loopback2 (ループバック 2 の選択) | Normal (通常) |
| Enable MOSI Idle (MOSI アイドルの有効化) | Disable (無効) |
| Parity Mode (パリティモード) | Parity Odd (奇数パリティ) |

| ISDE のプロパティ | 設定値 |
|---|---|
| Select SSL (Slave Select)<br>(SSL(スレーブセレクト) の選択) | SSL0 |
| Select SSL Level After Transfer<br>(転送後の SSL レベルの選択) | SSL Level Do Not Keep (SSL レベルを維持しない) |
| Clock Delay Enable (クロック遅延有効) | Clock Delay Disable (クロック遅延無) |
| Clock Delay Count (クロック遅延カウント) | Clock Delay 1 RSPCK (クロック遅延は 1 回分の RSPCK) |
| SSL Negation Delay Enable<br>(SSL ネゲート遅延有効) | Negation Delay Disable<br>(ネゲート遅延無効) |
| Negation Delay Count (ニゲート遅延数) | Clock Delay 1 RSPCK (クロック遅延は 1 回分の RSPCK) |
| Next Access Delay Enable<br>(次のアクセス遅延有効) | Next Access Delay Disable<br>(次のアクセス遅延無効) |
| Next Access Delay Count<br>(次のアクセス遅延カウント) | Next Access Delay 1 RSPCK<br>(次のアクセス遅延は 1 回分の RSPCK) |
| Receive Interrupt Priority<br>(受信割り込みの優先順位) | Priority 8 (CM4: valid, CM0+: invalid)<br>(優先順位 8 (CM4: 有効、CM0+: 無効)) |
| Transmit Interrupt Priority<br>(転送割り込みの優先順位) | Priority 8 (CM4: valid, CM0+: invalid)<br>(優先順位 8 (CM4: 有効、CM0+: 無効)) |
| Error Interrupt Priority<br>(エラー割り込みの優先順位) | Priority 8 (CM4: valid, CM0+: invalid)<br>(優先順位 8 (CM4: 有効、CM0+: 無効)) |
| DTC Driver for Transmission<br>(転送用 DTC ドライバ) | Removed (削除済み) |
| DTC Driver for Reception<br>(受信用 DTC ドライバ) | Removed (削除済み) |
| Pin Selection (ピン選択) | |
| SPI0 MISO | P100 |
| SPI0 MOSI | P101 |
| SPI0 RSPCK | P102 |
| SSL PIN - IOPORT P103 | Output Mode (Initial Low) (出力モード (初期はロー)) |

## 8. ターゲットアプリケーションに対応する RSPI HAL モジュールのカスタマイズ（Customizing the RSPI HAL Module for a Target Application）

このアプリケーションプロジェクトで設定した値に対し、ユーザのターゲットアプリケーション内で設定を変更することもできます。たとえば、開発者は ビットレートに関する SPI チャネルの設定項目や、クロックとデータの間のフェーズ（phase）関係を簡単に変更することができます。また、ユーザは選択した SPI チャネルに合わせてポートの端子を変更することもできます。

## 9. RSPI HAL モジュールのアプリケーションプロジェクトの実行（Running the RSPI HAL Module Application Project）

ISDE にこのプロジェクトをインポートし、コンパイルしてデバッグを実行するだけで、SPI フレームワークのアプリケーションプロジェクトを実行させ、対象キットでその動作を観察するためができます。

e² studio または IAR Embedded Workbench® for Renesas Synergy™ にプロジェクトをインポートし、アプリケーションをビルドして実行する手順については、『Synergy プロジェクトインポートガイド』（下記WEB）を参照してください。

英語版：

https://www.renesas.com/jp/ja/doc/products/renesas-synergy/apn/r11an0023eu0121-synergy-ssp-import-guide.pdf

日本語版(参考資料):

https://www.renesas.com/jp/ja/doc/products/renesas-synergy/apn/r11an0023ju0121-synergy-ssp-import-guide.pdf

新しいプロジェクトで SPI アプリケーションを実施するには、以下の手順を使用してください。定義、設定、ファイルの自動生成、コードの追加、コンパイル、およびターゲットキットのデバッグを行うには、これらの手順に従います。このガイドに示す手順に従うことでSSPでの開発プロセスをより実践的に習得するのに役立ちます。

注記: Synergy 開発プロセスの基本的な流れを経験したことのあるユーザにとって、以下の手順は十分詳細なものです。これらの手順をまだ理解していない場合、『SSP ユーザーズマニュアル』の最初の数章を参照してください。

RSPI HAL モジュールのアプリケーションプロジェクトを作成し、実行するには、以下の手順に従ってください。

注記: RSPI HAL モジュールのアプリケーションフレームワークに対応する設定項目を示している表を参照してください。

1. SPI_HAL の名称で SK-S7G2 MCU (S7G2-BSP) ボード用の Renesas Synergy プロジェクトを作成します。
2. S7G2-SK MCU の場合、BSPオプションを選択します。プロジェクトを作成します。
3. 生成したプロジェクトの `Configuration.xml` を開き、**[Threads]** (スレッド) タブを選択します。
4. 使用する SPI ドライバを追加します。**[New Stack] > [Driver] > [Connectivity]** (新規スタック > ドライバ > 接続) から、SPI Driver on `r_sci_spi` (r_sci_spi 上の SPI ドライバ) を選択します。
5. **[Stack Properties]** (スタックのプロパティ) で、SPI ドライバのパラメータを設定します (設定項目の表を参照)。
6. **[Pins]** (端子) タブで、選択したチャネルに対応する SCI 周辺回路端子を有効にします (設定項目の表を参照)。
7. **[Generate Project Content]** (プロジェクトコンテンツの生成) をクリックします。
8. 付属のプロジェクトファイル `spi_hal.c` からコードを追加するか、あるいは生成された `spi_hal.c` ファイルに上書きする形でコピーします。
9. micro USB ケーブルを SK-S7G2 MCU の J19 につなぎ、ホスト PC に接続します。
10. 温度センサを PMODA に接続します。
11. アプリケーションのデバッグを開始します。
12. 温度センサに触り (温度を変化させる)、LED の点灯を確認します。

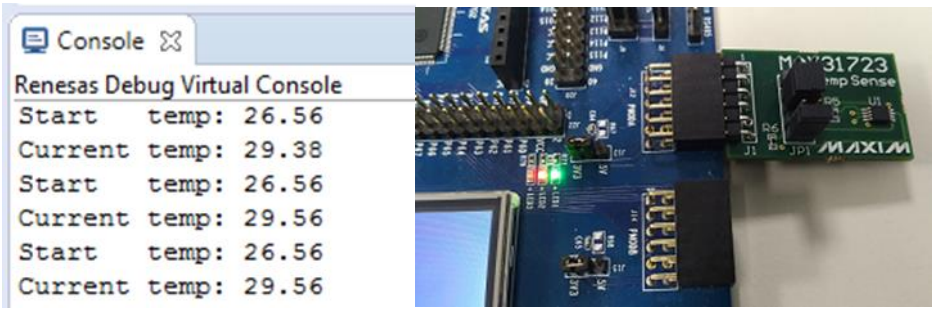


**図 2 RSPI HAL モジュールのアプリケーションプロジェクトのサンプル出力**

## 10. RSPI HAL モジュールのまとめ (RSPI HAL Module Conclusion)

このモジュールガイドでは、サンプルプロジェクトでモジュールの選択、追加、設定、使用を行うために必要な背景となる情報全般を説明しました。従来の組み込みシステムでは、これらの手順を理解することに多くに時間を必要とし、また間違いが起こりやすい操作でした。Renesas Synergy プラットフォームにより、これら手順の所要時間が短くなり、設定項目の競合や、ローレベルドライバの誤った選択など、誤りが防止できるようになりました。アプリケーションプロジェクトで示したように、ハイレベル API を使用することで高いレベルの開発からスタートし、ローレベルドライバを作成するような従来の開発環境で必要とされる時間が不要になり、開発時間を短縮できます。

## 11. RSPI HAL モジュールの次の手順（RSPI HAL Module Next Steps）

シンプルな RSPI HAL モジュールのプロジェクトをマスター習得した後は、より複雑なサンプルを確認できるようになります。RSPI HAL の使用方法を示す他のアプリケーションプロジェクトとアプリケーションノートは、「参考情報」の章に記載されています。

## 12. RSPI HAL モジュールの参考情報（RSPI HAL Module Reference Information）

『SSP ユーザーズマニュアル』: SSP ディストリビューションパッケージの一部として html 形式が入手できるほか、Synergy WEB SSP サイトから pdf を入手できます。

https://www.renesas.com/jp/ja/products/synergy/software/ssp.html

r_rspi Module Guide Resource (r_rspi モジュールのガイドリソース) 資料やリソースに関する最新版は、以下の Synergy WEB ページから入手できます。

https://www.renesas.com/jp/ja/products/synergy.html

## Web サイトおよびサポート

サポート: https://synergygallery.renesas.com/support

テクニカルサポート:

- アメリカ: https://www.renesas.com/en-us/support/contact.html
- ヨーロッパ: https://www.renesas.com/en-eu/support/contact.html
- 日本: https://www.renesas.com/ja-jp/support/contact.html

## 改訂記録

| Rev. | 発行日 | 改訂内容 | |
|---|---|---|---|
| | | ページ | ポイント |
| 1.03 | 2019.05.21 | - | ・初版<br>・英語版（R11AN0174EU0103 Rev.1.03 2019.Feb.22 発行）の巻頭と第 7 章以降を翻訳 |

# 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、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。
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いたします。
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。