

I2C マスタ HAL モジュールガイド

(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 I2C マスタ HAL モジュール(I2C Master HAL Module)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。

RIIC HAL モジュールの I2C マスタは、I2C マスタアプリケーション(I2C Master application)向けのハイレベル HAL (high-level API) で、r_riic 内に実装されています。I2C マスタ RIIC モジュールは、MCU Synergy Group 上にある IIC 周辺回路(peripheral)を使用します。送信完了(transmit complete)と受信完了(receive complete)のイベント通知を行う目的で、コールバック(callback)が提供されています。

本書の対象とする読者は、I2C マスタ HAL モジュール(I2C Master HAL module)を使用して、MCU Synergy Group 上にある IIC 周辺回路間で迅速かつ容易なデータ転送を実現するアプリケーションの開発に従事するユーザです。アプリケーションの開発に従事するユーザです。

目次

1. I2C マスタ HAL モジュールの機能(I2C Master HAL Module Features)	2
2. I2C マスタ HAL モジュールの API の概要(I2C Master HAL Module APIs Overview)	2
3. I2C マスタ HAL モジュールの動作の概要(I2C Master HAL Module Operational Overview) ..	2
4. アプリケーションへの I2C マスタ HAL モジュールの組み込み(Including the I2C Master HAL Module in an Application)	2
5. I2C マスタ HAL モジュールの構成(Configuring the I2C Master HAL Module)	2
6. アプリケーションでの I2C マスタ HAL モジュールの使用(Using the I2C Master HAL Module in an Application)	2
7. I2C マスタ HAL モジュールのアプリケーションプロジェクト(The I2C Master HAL Module Application Project)	3
8. ターゲットアプリケーションに対応する I2C マスタ HAL モジュールのカスタマイズ(Customizing the I2C Master HAL Module for a Target Application)	5

9. I2C マスタ 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 I2C Master HAL Module Application Project)	5
10. I2C マスタ HAL モジュールのまとめ(I2C Master HAL Module Conclusion)	6
11. I2C マスタ HAL モジュールの次の手順(I2C Master HAL Module Next Steps)	6
12. I2C マスタ HAL モジュールの参考情報(I2C Master HAL Module Reference Information)	7

1. I2C マスタ HAL モジュールの機能(I2C Master HAL Module Features)
2. I2C マスタ HAL モジュールの API の概要(I2C Master HAL Module APIs Overview)
3. I2C マスタ HAL モジュールの動作の概要(I2C Master HAL Module Operational Overview)
4. アプリケーションへの I2C マスタ HAL モジュールの組み込み(Including the I2C Master HAL Module in an Application)
5. I2C マスタ HAL モジュールの構成(Configuring the I2C Master HAL Module)
6. アプリケーションでの I2C マスタ HAL モジュールの使用(Using the I2C Master HAL Module in an Application)

7. I2C マスタ HAL モジュールのアプリケーションプロジェクト(The I2C Master HAL Module Application Project)

このモジュールガイドに関連するアプリケーションプロジェクトは、サンプルアプリケーションに関する手順を示します。ISDE でアプリケーションプロジェクトをインポートして開き、I2C HAL モジュールに対応する設定項目を表示することができます。

表 1. アプリケーションプロジェクトの設定項目 (デフォルトから変更済み)

リソース	ISDE のプロパティ	プロパティ / 設定
g_i2c I2C Master Driver on r_riic_i2c (r_riic_i2c の g_i2c I2C マスタドライバ)	Name (名前)	g_i2c
	Slave Address (スレーブアドレス)	0x48
	Channel (チャネル)	2
	Receive Interrupt Priority (受信割り込みの優先順位)	Priority 3
	Transmit Interrupt Priority (送信割り込みの優先順位)	Priority 3
	Transmit End Interrupt Priority (送信終了割り込みの優先順位)	Priority 3
	Error Interrupt Priority (エラー割り込みの優先順位)	Priority 3
Pins tab > Pin Selection > Peripherals > Connectivity: IIC > IIC2 ([端子] タブ > [端子の選択] > [周辺装置] > [接続]: [IIC] > [IIC2])	Pin Group Selection (端子グループの選択)	A only
	Operation Mode (動作モード)	Enable
	SDA	P511
	SCL	P512
Pins tab > Pin Selection > Ports > P4 > P511 & Pins tab > Pin Selection > Ports > P4 > P512 ([端子] タブ > [端子の選択] > [ポート] > [P4] > [P511]) & ([端子] タブ > [端子の選択] > [ポート] > [P4] > [P512])	Mode (モード)	Peripheral Mode
	Pull up (プルアップ)	None
	IRQ	None
	Drive Capacity (ドライブ能力)	Low
	Output Type (出力の種類)	n-ch open drain
Pins tab > Pin Selection > Ports > P6 > P609 ([端子] タブ > [端子の選択] > [ポート] > [P6] > [P609])	Mode (モード)	Output Mode (Initial High)
	Pull up (プルアップ)	None
	Drive Capacity (ドライブ能力)	Low
	Output Type (出力の種類)	CMOS

このアプリケーションプロジェクトは、I2C HAL モジュール API の一般的な使用方法を示します。このアプリケーションプロジェクト内の設定項目は、ターゲットキットと MCU の仕様に合わせてカスタマイズする必要があります。このアプリケーションプロジェクトは r_riic モジュールを使用するほか、チャネル 2 を使用して I2C 通信を実行します。タッチコントローラからの信号接続に合わせて、I2C 通信用の出力端子を選択してあります (SCL に対応する P512 と、SDA に対応する P511)。これらの設定項目は、ISDE 内でアプリケーションプロジェクトを開き、[PIN configuration] (端子設定) タブで参照する方法で確認できます。選択した端子が I2C 信号として適切であるか確認するために、SK-S7G2 の回路図でこれらの信号を確認することもできます。外部スレーブリセット信号 (external slave reset signal) は GPIO 端子 P609 に接続されており、適切に動作するように有効化 (enabled) と設定 (configured) を実施する必要があります。これらのアプリケーションプロジェクトのすべての固有の設定は、前述の設定の表で示したとおりです。

表 2. 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ハードウェアのリソース

リソース	リビジョン	説明
e ² studio	5.3.1 またはそれ以降	統合ソリューション開発環境 (ISDE)
SSP	1.2.0 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 Synergy	7.71.2 またはそれ以降	IAR Embedded Workbench® for Renesas Synergy™
SSC	5.3.1 またはそれ以降	Synergy Standalone Configurator
SK-S7G2	v3.0 と v3.1	スタータキット

I2C HAL モジュールアプリケーションプロジェクトが正常に追加、設定されると、アプリケーションプログラムからこのプロジェクトを使用できるようになります。一般的な状況に対応するステップの実装方法を前に示しました。I2C アプリケーションプロジェクトも、同様な方法で実装を行います。主な違いは、読み取りと書き込みの関数に、I2C スレーブデバイス(slave device)の初期化、設定、データの読み取りを行う目的で、特定のプログラム関数を実装することです。プログラムの全体フローを以下の図に示します。

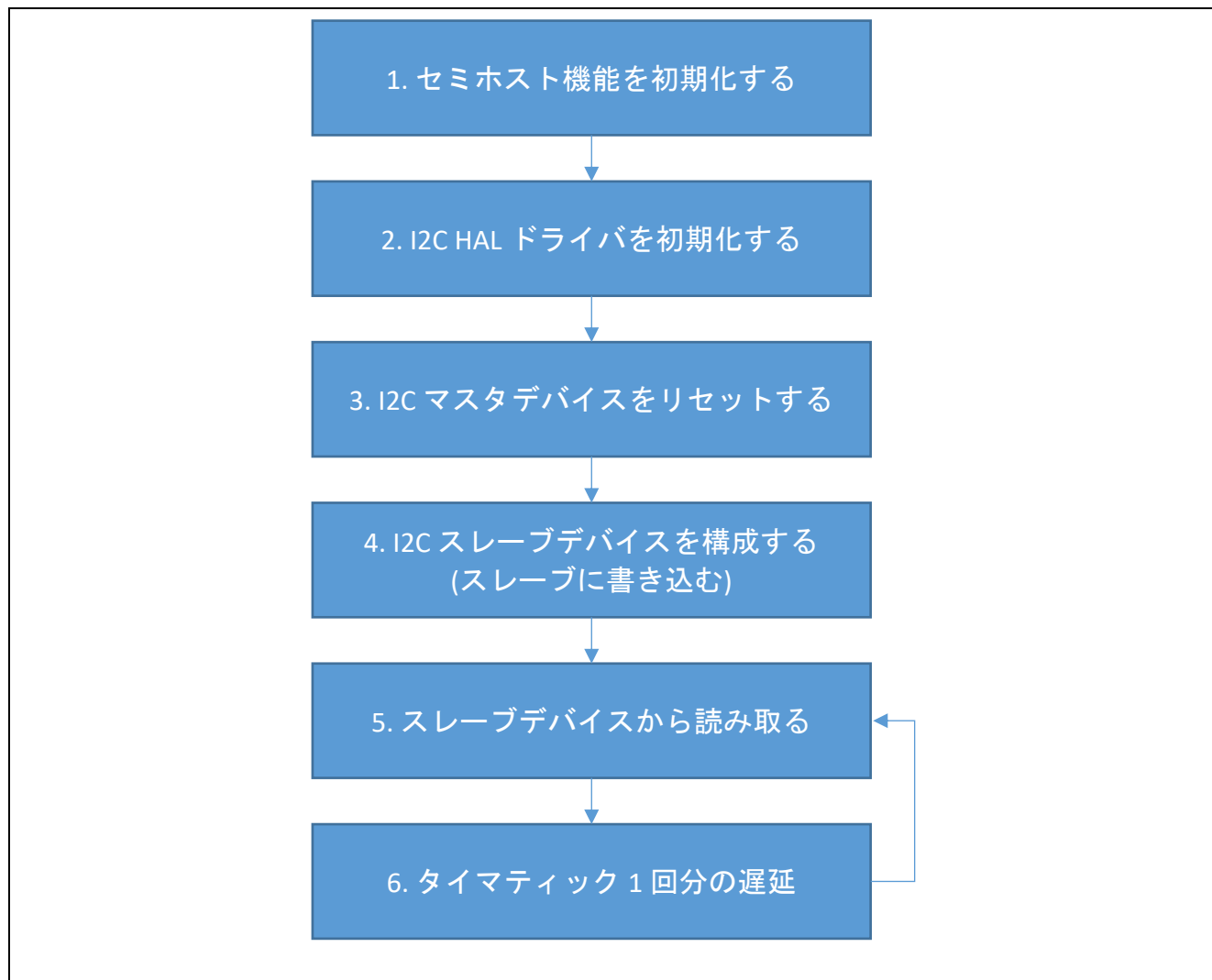


図 1. I2C マスタ HAL モジュールのアプリケーションプロジェクトの詳細フロー

ISDE にこのアプリケーションプロジェクトをインポートした後は、i2c_hal.c 内のコードが読めるようになり、上の図で示したフローに従うことができます。i2c_hal.c の最初のセクションはヘッダファイルであり、生成した I2C インスタンス構造体(instance structure)を参照します。

次のセクションは、マクロ定義 (macro definition) と、printf() 関数に対するセミホスト機能 (semi hosting) のサポートを記述しています。次に、このプロジェクトは I2C インタフェースを開き、I2C スレーブデバイスのリセットと設定 (configure) を行います。メインループ (main loop) 内で読み取り操作を繰り返し呼び出して、I2C スレーブデバイスからステータスレジスタ (status register) を読み取ります。LCD パネルにタッチすると、Renesas デバッグコンソールで、読み取った値の変化を確認できます。SSP API 呼び出しで何かエラーが発生した場合、赤の LED が点灯し、プロジェクトは while(1) 無限ループ (infinite loop) に入ります。

セミホスト機能は、printf() を使用して結果を表示するための一般的な手法です。i2c_hal.c ファイル内でセミホストのマクロがコメントアウトを解除 (uncomment) されている場合、このアプリケーションプロジェクトはセミホスト機能をサポートします。

注記: この説明は、Synergy ソフトウェアパッケージ内のデバッグコンソールで printf() を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。このような経験がない場合は、下記 WEB サイトの FAQ 2000008 「Synergy ソフトウェアパッケージのデバッグコンソールで Printf_使用方法」という記事を参照してください。デバッグモードで変数ウォッチ機能を使用して結果を表示することもできます。

<https://ja-support.renesas.com/knowledgeBase/17792531>

ターゲットボードや MCU の必須の操作と物理プロパティ (physical properties) 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。実際の演習 (hands-on exercise) として、このアプリケーションプロジェクトを開き、[Properties] (プロパティ) ウィンドウでこれらの設定を表示することもできます。

8. ターゲットアプリケーションに対応する I2C マスタ HAL モジュールのカスタマイズ (Customizing the I2C Master HAL Module for a Target Application)

いくつかの設定項目は通常、アプリケーションプロジェクトで示している値に対し、ユーザが変更を加えます。その場合場合ユーザは、I2C レート (rate) に関する設定項目を簡単に変更することができます。また、I2C バスに他のスレーブを追加し、I2C HAL ドライバの別のインスタンスを使用して、スレーブアドレス (slave address) とインスタンス名 (instance name) を変更するだけでそのスレーブをアドレス指定することもできます。さらに、実行時 (at the run time) に複数の API を使用して、同じバス構成 (bus configuration) と制御データ構造体 (control data structure) を使用したまま、スレーブアドレスを変更することもできます。I2C HAL 設定は、7 ビットまたは 10 ビットのアドレッシングモード (addressing mode) に柔軟に対応しており、またユーザ定義の割り込み処理 (user-defined interrupt handling) を行うためのコールバック関数 (callback function) も提供します。

9. I2C マスタ 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 I2C Master HAL Module Application Project)

I2C HAL モジュールのアプリケーションプロジェクトを実行し、ターゲットキットでその動作を観察するには、ISDE にこのプロジェクトをインポートし、コンパイル (compile) してデバッグ (debug) を実行してください。プロジェクトを e² studio または IAR Embedded Workbench にインポートし、アプリケーションをビルド/実行する手順については、『SSP Import Guide』(SSP インポートガイド) (下記 WEB サイトから入手可能) 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):

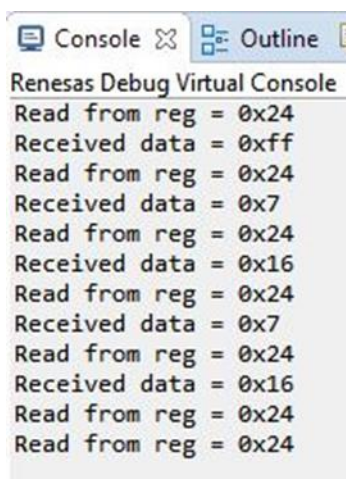
<https://www.renesas.com/jp/ja/doc/products/renesas-synergy/apn/r11an0023ju0121-synergy-ssp-import-guide.pdf>

新しいプロジェクト内で I2C HAL モジュールアプリケーションを実装するには、ターゲットキットで定義、設定、ファイルの自動生成、コードの追加、コンパイル、デバッグを行う、以下の手順に従います。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』の最初にあるいくつかの章を参照してください。

I2C RIIC HAL アプリケーションプロジェクトを作成し、実行するために、以下の手順に従ってください。

1. 付属の **I2C_HAL** アプリケーションプロジェクトを e2 studio または IAR Embedded Workbench にインポートします。
2. アプリケーションをコンパイルし、エラーや警告が出ないことを確認します。
3. micro USB ケーブルで、SK-S7G2 ボードの J19 コネクタとホスト PC を接続します。
4. アプリケーションのデバッグを開始します。
5. 通信が継続している間は、LED1-3 が点滅します。また、i2c_hal.c 内でセミホストマクロ (semi-hosting macro) のコメントアウトを解除 (uncomment) されている場合、以下の図で示すように、Renesas デバッグコンソールで出力を見することもできます。タッチスクリーンにタッチすると、コンソール内で受信済みデータの値が変化します。



The screenshot shows the 'Renesas Debug Virtual Console' window with the following log entries:

```
Read from reg = 0x24
Received data = 0xff
Read from reg = 0x24
Received data = 0x7
Read from reg = 0x24
Received data = 0x16
Read from reg = 0x24
Received data = 0x7
Read from reg = 0x24
Received data = 0x16
Read from reg = 0x24
Read from reg = 0x24
```

図 2. I2C マスタ 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. I2C マスタ HAL モジュールのまとめ (I2C Master HAL Module Conclusion)

このモジュールガイドは、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. I2C マスタ HAL モジュールの次の手順 (I2C Master HAL Module Next Steps)

シンプルな I2C HAL ドライバのプロジェクトをマスタした後は、より複雑なサンプルを確認することができます。I2C フレームワークは、一連の ThreadX® 対応フレームワーク API で構成されています。I2C フレームワークは、I2C バス上で複数の I2C 周辺装置の統合と同期を処理します。I2C フレームワークを使用すると、1 つまたは複数の I2C バスを作成し、複数の I2C 周辺装置を各 I2C バスに接続することができます。I2C フレームワークは単一のインタフェースを使用して、SCI I2C と RIIC 両方のドライバにアクセスすることができます。このドキュメントの末尾にある「参考情報」の章に掲載されている、関連するモジュールガイドを参照して、I2C フレームワークの詳細を確認することもできます。

12. I2C マスタ HAL モジュールの参考情報(I2C Master 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、Renesas Synergy™ WEBサイトのSSPページ

<https://www.renesas.com/jp/ja/products/synergy/software/ssp.html>から pdf を入手することもできます。

最新版のr_riic_master モジュールの参考資料やリソースへのリンクは、以下の Synergy WEBサイトから入手できます。<https://www.renesas.com/jp/ja/products/synergy.html>

ホームページとサポート窓口

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
1.02	2019.05.24		・初版 ・英文版 (R11AN0148EU0102、Rev.1.02、2018.Dec.28) 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、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。