

(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 スレーブ HAL モジュール (I²C Slave 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。

RIIC スレーブ HAL モジュールの I²C スレーブは、I²C スレーブアプリケーション (I²C slave application) 向けのハイレベル API で、`r_riic_slave` 内に実装されています。RIIC スレーブモジュールの I²C スレーブは、Synergy MCU 上にある RIIC 周辺回路 (peripheral) を使用します。送信完了 (transmit complete) と受信完了 (receive complete) の通知を行う目的で、コールバック (callback) が提供されています。

目次

1. I ² C スレーブ HAL モジュールの機能 (I ² C Slave HAL Module Features)	3
2. I ² C スレーブ HAL モジュールの API の概要 (I ² C Slave HAL Module APIs Overview)	3
3. I ² C スレーブ HAL モジュールの動作の概要 (I ² C Slave HAL Module Operational Overview)	3
4. アプリケーションへの I ² C スレーブ HAL モジュールの組み込み (Including the I ² C Slave HAL Module in an Application)	3
5. I ² C スレーブ HAL モジュールの構成 (Configuring the I ² C Slave HAL Module)	3
6. アプリケーションでの I ² C スレーブ HAL モジュールの使用 (Using the I ² C Slave HAL Module in an Application)	3
7. I ² C スレーブ HAL モジュールのアプリケーションプロジェクト (The I ² C Slave HAL Module Application Project)	3
8. ターゲットアプリケーションに対応する I ² C スレーブ HAL モジュールのカスタマイズ (Customizing the I ² C Slave HAL Module for a Target Application)	8
9. I ² C スレーブ 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 I ² C Slave HAL Module Application Project)	8
10. I ² C スレーブ HAL モジュールのまとめ (I ² C Slave HAL Module Conclusion)	9

11. I ² C スレーブ HAL モジュールの次の手順 (I ² C Slave HAL Module Next Steps)	9
12. I ² C スレーブ HAL モジュールの参考情報 (I ² C Slave HAL Module Reference Information)	9

1. I²C スレーブ HAL モジュールの機能 (I²C Slave HAL Module Features)
2. I²C スレーブ HAL モジュールの API の概要 (I²C Slave HAL Module APIs Overview)
3. I²C スレーブ HAL モジュールの動作の概要 (I²C Slave HAL Module Operational Overview)
4. アプリケーションへの I²C スレーブ HAL モジュールの組み込み (Including the I²C Slave HAL Module in an Application)
5. I²C スレーブ HAL モジュールの構成 (Configuring the I²C Slave HAL Module)
6. アプリケーションでの I²C スレーブ HAL モジュールの使用 (Using the I²C Slave HAL Module in an Application)
7. I²C スレーブ HAL モジュールのアプリケーションプロジェクト (The I²C Slave HAL Module Application Project)

このアプリケーションプロジェクトは、I²C RIIC スレーブ 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は r_riic_slave モジュールとチャンネル 0 を使用して I²C 通信を実行します。I²C スレーブの端子設定 (pin setting) は、P400 が SCL、P401 が SDA に対応しています。データ転送 (data transfer) を開始するにはマスターの存在が必要なため、このアプリケーションプロジェクトも、チャンネル 2 を使用する r_riic マスターモジュール (master module) を使用しています。I²C マスターの端子設定は、P512 が SCL に、P511 が SDA に対応しています。

I²C バスのクロックライン (clock line) とデータライン (data line) にはプルアップ抵抗 (pull-up resistor) が必要です。プルアップ抵抗を実装していない場合、I²C バス動作は不定 (undetermined) になります。P512 と P511 の各端子には必須のプルアップが実装済みなので、I²C バスの正常動作が確保されています。付属のアプリケーションプロジェクトを実行する前に、対応するクロックラインとデータラインを接続するために、P400 を P512 に、また P401 を P511 に接続してください。

表 1 SK-S7G2ボードのセットアップ

I ² C スレーブ	I ² C マスター	説明
SCL P400 (J21)	SCL P512 (J22)	I ² C クロック
SCL P401 (J21)	SCL P511 (J22)	I ² C データ

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) タブでこれらの設定項目を参照することができます。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 MCU ボードの回路図でこれらの信号を確認することもできます。

表 8 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	7.3.0 またはそれ以降	統合ソリューション開発環境 (ISDE)
SSP	1.6.0 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	8.23.3 またはそれ以降	IAR Embedded Workbench® for Renesas Synergy™
SSC	7.3.0 またはそれ以降	Synergy Standalone Configurator
SK-S7G2	v3.0 と v3.1	スタータキット

以下の図で、このアプリケーションプロジェクトのフローを示します。

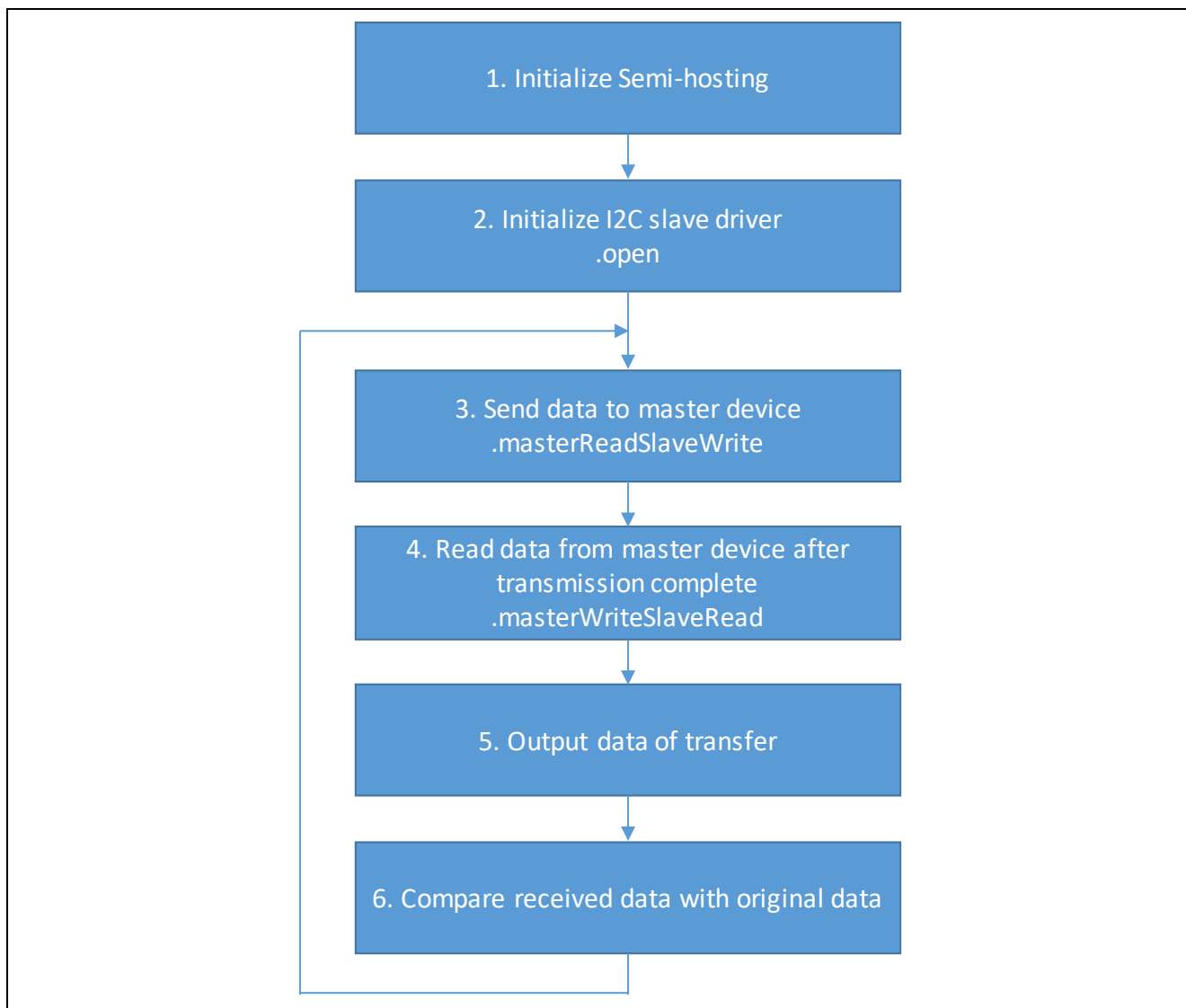


図 1 I²C スレーブ HAL モジュールアプリケーションプロジェクトのフロー

このアプリケーションプロジェクトは最初に `hal_entry()` を呼び出し、次に `i2c_riic_slave_hal_mg.c` ファイル内の `i2c_riic_slave_hal_mg()` を呼び出します。`i2c_riic_slave_hal_mg.c` の最初のセクションは、`printf()` 関数を使用して結果を表示するセミホスト機能 (semi hosting) の定義 (definition) を記述しています。このアプリケーションプロジェクトは、すべての LED を消灯 (turn off) し、マスターとスレーブの各 I²C SSP インスタンスを開きます。次に、マスター受信 (master receive)、スレーブ受信 (slave receive)、スレーブ送信 (slave transmit) の各バッファ (buffer) を初期化 (initialize) します。セミホスト機能が有効になっている場合、バッファの内容が出力 (printed out) されます。このプロジェクトはチャンネル 0 のスレーブデバイスに対して `masterReadSlaveWrite` API を使用し、マスターデバイスへの書き込みを行います。データ転送を完了させるために、このプロジェクトはチャンネル 2 のマスターデバイスに対しても `read()` API を使用します。

スレーブは `masterWriteSlaveRead` API を使用して、送信されたばかりのデータを読み取ります。マスターは `write()` API を使用して、データ転送を再度開始し、スレーブから読み取ったデータを送信します。セミホスト機能が有効になっている場合、データ転送の後、このプロジェクトはバッファの内容を出力します。次に、このプロジェクトは、スレーブが送信したデータと受信したデータを比較します。SK-S7G2 ボード上にある複数の LED が点滅 (blink) し、エラーが発生していないこと、またプロジェクトが継続的にマスターへの書き込みを行い、再度そのデータを読み取っていることを示します。SSP API エラーが発生した場合や、送信したデータと受信したデータの不一致 (mismatch) が発生している場合、赤の LED が点灯 (turn on) し、このプロジェクトは `while(1)` ループに移行します。

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。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。

表 9 アプリケーションプロジェクトに対応する I²C RIIC スレーブ HAL モジュールの設定項目

ISDE のプロパティ	設定値
Name (名前)	g_i2c_slave
Channel (チャンネル)	0
Rate (レート)	Standard
Slave Address (スレーブアドレス)	0x01
Address Mode (アドレスモード)	7-bit
Callback (コールバック)	i2c0_slave_callback
Receive Interrupt Priority (受信割り込みの優先順位)	Priority 2
Transmit Interrupt Priority (送信割り込みの優先順位)	Priority 2
Error Interrupt Priority (エラー割り込みの優先順位)	Priority 2

チャンネルまたは端子にアクセスするには、I²C 端子を ISDE の [Pins] (端子) タブで設定する必要があります。

以下の表は、[SSP configuration] (SSP 端子) ウィンドウ内での端子の選択方法と、I²C 端子の選択例を示しています。

表 10 I²C RIIC スレーブ HAL モジュールの端子選択シーケンス

リソース	ISDE タブ	端子選択シーケンス
I ² C	Pins	Select Peripherals > Connectivity:IIC > IIC0

表 11 r_riic_slave の I²C RIIC スレーブ HAL モジュールに対応する端子の設定項目

端子設定のプロパティ	値
Pin Group Selection (端子グループの選択)	_A only
Operation Mode (動作モード)	Enabled
SDA	P401
SCL	P400

注記：設定例は、Synergy S7G2 MCU グループおよび SK-S7G2 キットを使用するプロジェクトに対するものです。他の Synergy MCU とキットでは、使用可能な端子設定項目が異なることがあります。また、P401 は CAN0_CTS of Connectivity: CAN->CAN0 にデフォルトで設定されており、P400 は GPIO に設定されています。CAN0 の動作モードと P400 GPIO モードを無効にした後、これらの端子を I²C として再割り当てしてください。以下の図に、これらの端子の設定方法を示します。

マスター側の設定は以下に続く表の通りです。

表 12 アプリケーションプロジェクトに対応する I²C RIIC マスター HAL モジュールの設定項目

ISDE のプロパティ	設定値
Name (名前)	g_i2c_slave
Channel (チャネル)	2
Rate (レート)	Standard
Slave Address (スレーブアドレス)	0x01
Address Mode (アドレスモード)	7-bit
Timeout Mode (タイムアウトモード)	Short Mode
Callback (コールバック)	i2c0_master_callback
Receive Interrupt Priority (受信割り込みの優先順位)	Priority 2
Transmit Interrupt Priority (送信割り込みの優先順位)	Priority 2
Transmit End Interrupt Priority (送信終了割り込みの優先順位)	Priority 2
Error Interrupt Priority (エラー割り込みの優先順位)	Priority 2

表 13 I²C RIIC マスター HAL モジュールの端子選択シーケンス

リソース	ISDE タブ	端子選択シーケンス
I ² C	Pins	Select Peripherals > Connectivity: IIC > IIC2

表 14 r_riic_slave の I²C RIIC マスター HAL モジュールに対応する端子の設定項目

端子設定のプロパティ	値
Pin Group Selection (端子グループの選択)	_A only
Operation Mode (動作モード)	Enabled
SDA	P511
SCL	P512

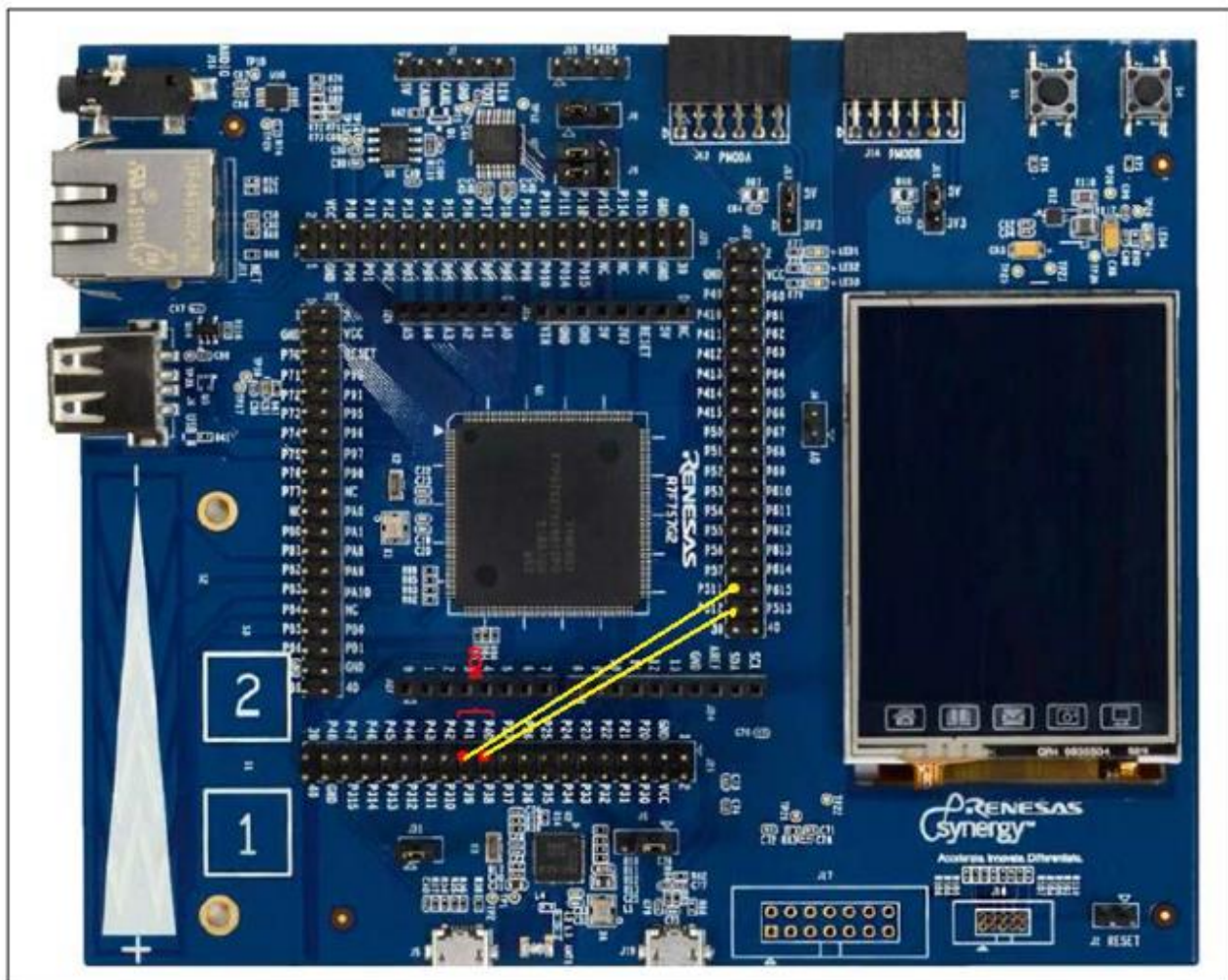


図 2 ハードウェア接続の画像

8. ターゲットアプリケーションに対応する I²C スレーブ HAL モジュールのカスタマイズ (Customizing the I²C Slave 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。ユーザは **[Clock]** (クロック) タブで **[PCLKB]** を更新する方法により、I²C クロック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、ユーザは希望のポートを選択するために、IIC ポートの端子を変更することもできます。これらの変更を行うには、コンフィギュレータの **[Pins]** (端子) タブを使用します。I²C RIIC スレーブのアプリケーションプロジェクトはチャンネル 0 を使用します。このチャンネルを外部補助マスターデバイスに接続し、I²C 通信を確立することができます。

9. I²C スレーブ 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 Slave HAL Module Application Project)

I²C スレーブ 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。e² studio の ISDE または IAR EW for 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、『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>

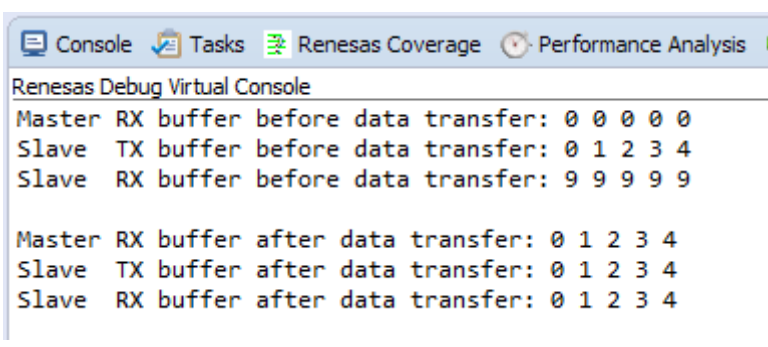
新しいプロジェクト内で I²C スレーブ HAL モジュールアプリケーションを実装するには、ターゲットキットで定義、設定、ファイルの自動生成、コードの追加、コンパイル、デバッグを行う手順に従います。

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』を参照してください。

I²C スレーブ 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、実行するために、以下の手順に従ってください。

1. **I²C_RIIC_SLAVE_HAL_MG_AP** という名称で S7G2-SK Synergy MCU グループに対応する新しい Renesas Synergy プロジェクトを作成します。
2. プロジェクトを作成するときに、[Project Template Selection] (プロジェクトテンプレート選択) ページで [BSP] を選択した後、新しいプロジェクトのセットアップを完了させます。
3. **[Threads]** (スレッド) タブ -> **[HAL/Common]** を選択します。
4. I²C スレーブドライバを HAL/Common スタックに追加します。
5. パラメータを設定します。
6. **[Generate Project Content]** (プロジェクトコンテンツの生成) ボタンをクリックします。
7. 付属のプロジェクトファイル `i2c_riic_slave_hal_mg.c`、`i2c_riic_slave_hal_mg.h`、`hal_entry.c` からコードを追加するか、生成された同名のファイルに上書きする形でこれらの付属ファイルをコピーします。
8. プロジェクトをコンパイルします。
9. USB ケーブルで、J19 DEBUG_USB コネクタとホスト PC を接続します
10. アプリケーションのデバッグを開始します。

11. 出力は、Renesas Debug Virtual Console (Renesas デバッグ仮想コンソール) に表示されます。



```
Console Tasks Renesas Coverage Performance Analysis
Renesas Debug Virtual Console
Master RX buffer before data transfer: 0 0 0 0 0
Slave TX buffer before data transfer: 0 1 2 3 4
Slave RX buffer before data transfer: 9 9 9 9 9

Master RX buffer after data transfer: 0 1 2 3 4
Slave TX buffer after data transfer: 0 1 2 3 4
Slave RX buffer after data transfer: 0 1 2 3 4
```

図 3 I²C スレーブ 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 スレーブ HAL モジュールのまとめ (I²C Slave 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 スレーブ HAL モジュールの次の手順 (I²C Slave HAL Module Next Steps)

シンプルな I²C RIIC スレーブモジュールのプロジェクトをマスターした後、より複雑なサンプルを確認することができます。『I²C SCI HAL モジュールガイド』という別のモジュールガイドも公開されており、r_sci_i2c でマスターデバイスを使用して I²C 機能を実現することができます。SCI と IIC の各周辺装置をサポートする I²C フレームワークを検討することもできます。このフレームワークは、sf_i2c という形で実装されています。

12. I²C スレーブ HAL モジュールの参考情報 (I²C Slave 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_slave 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せん。

<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
1.04	2019.05.24		<ul style="list-style-type: none">・初版・英文版(R11AN0219EU0104、Rev.1.04、2019.Apr.29)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づ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。