

(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、ユーザがキーマトリクス HAL 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。

キーマトリクス (Key Matrix) HAL モジュールは、キーマトリクス HAL アプリケーション向けのハイレベル HAL (high-level API) で、r_kint 内で実装されています。キーマトリクス HAL モジュールは、Synergy MCU 上にあるキー割り込み機能周辺回路 (key-interrupt function peripheral) を使用します。キー押下イベント (key press event) が発生したときに CPU への通知が行われるように、ユーザ定義コールバック (user-defined callback) を作成することもできます。

目次

1. Key Matrix HAL Module Features	3
2. Key Matrix HAL Module APIs Overview	3
3. HAL Module Operational Overview	3
4. Including the Key Matrix HAL Module in an Application	3
5. Configuring the Key Matrix HAL Module	3
6. Using the Key Matrix HAL Module in an Application	3
7. キーマトリクス HAL モジュールのアプリケーションプロジェクト (The Key Matrix HAL Module Application Project)	3
8. ターゲットアプリケーションに対応するキーマトリクス HAL モジュールのカスタマイズ (Customizing the Key Matrix HAL Module for a Target Application)	7
9. キーマトリクス 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 Key Matrix HAL Module Application Project)	8
10. キーマトリクス HAL モジュールのまとめ (Key Matrix HAL Module Conclusion)	8
11. キーマトリクス HAL モジュールの次の手順 (Key Matrix HAL Module Next Steps)	8

12. キーマトリクス HAL モジュールの参考情報 (Key Matrix HAL Module Reference Information)8

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

このモジュールガイドで説明するアプリケーションプロジェクトを実際に使うことで、設計全体の手順を体験することができます。このプロジェクトは、このドキュメントの末尾にある「参考情報」章に掲載されているリンクにあります。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、キーマトリクス 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。また、完成した設計で、キーマトリクス HAL モジュール API を示すために使用している `kint_hal.c` 内のコードを確認することもできます。

本アプリケーションプロジェクトは、キーマトリクス HAL モジュール API の標準的な使用法であるキーマトリクスキーパッド (key matrix keypad) とのインタフェースを説明します。ここで使用するキーマトリクスキーパッドは、3 x 4 構成であり、3 列のラインをユーザアプリケーションからアクティブに制御し、4 行のラインに対して KINT 周辺回路からのインタフェースを確立します。

このアプリケーションプロジェクトはキーマトリクス HAL モジュールを初期化し、キー割り込みを使用可能にするほか、付加モジュールも初期化します。

3 列の制御ラインに対する制御を、100 ms ごとに実行します。AGT (Asynchronous General Purpose Timer、非同期汎用タイマ) の一つはこの目的に使用され、100 ms ごとに周期的な割り込みを生成します。キー押下 (key press) を検出した時点で KINT 割り込み (KINT interrupt) を生成し、キーマトリクスのどの行が押下されたかを識別するパラメータを指定して KINT コールバック (KINT callback) を呼び出します。その後の制御で、KINT コールバック関数の実行を通じて、キーマトリクスのどの列が押下されたかを判定します。

このアプリケーションプロジェクトは割り込み主体 (interrupt driven) の動作なので、キーマトリクス HAL モジュールと AGT タイマがアクティブになった時点で、アプリケーションは空の `while (1)` ループに入ります。

このアプリケーションプロジェクトを実行する場合、3x4 のキーパッドを推奨します。以下の図に、3 x 4 キーパッドを SK-S7G2 ボードに接続する方法を示します。

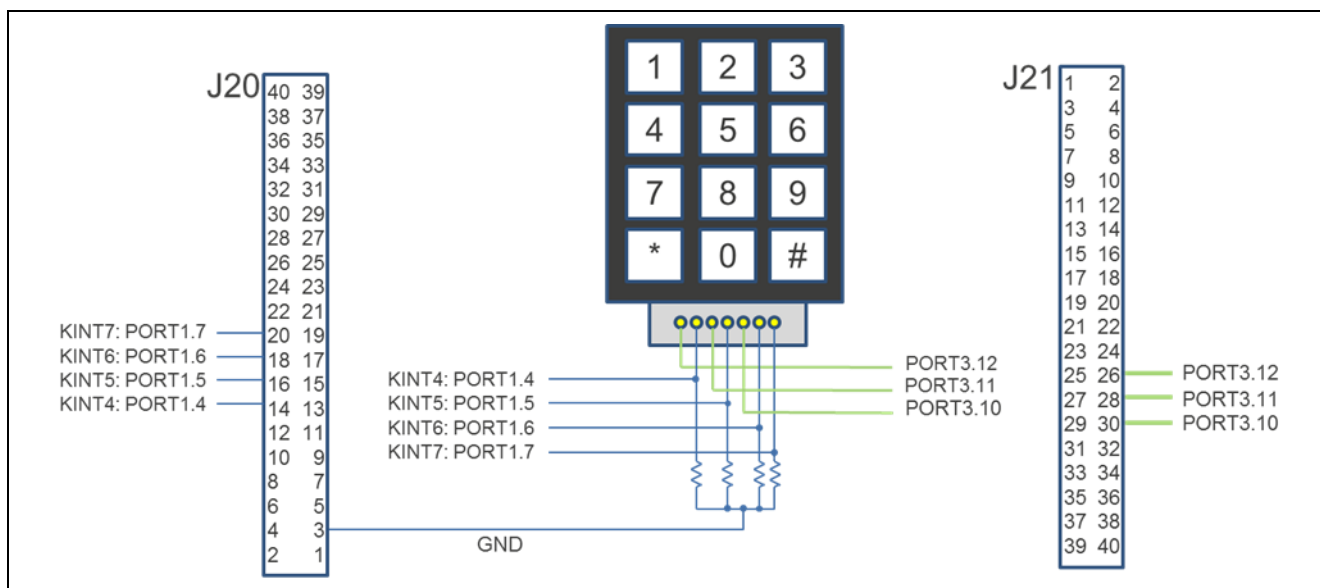


図 1 キーパッドを SK-S7G2 ボードに接続

キーパッドが無い場合、ユーザはジャンパ線を使用して行と列それぞれのラインを短絡する方法で、このアプリケーションの動作を検証することができます。以下の表に、各キーが行と列の間でどのようにインタフェースをとっているか示します。

表 1:キーマトリクス

	列 1 [P3:12]	列 2 [P3:11]	列 3 [P3:10]
行 1 P[1.7]	5	4	6
行 2 P[1.6]	8	7	9
行 3 P[1.5]	0	*	#
行 4 P[1.4]	2	1	3

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
キーパッド	NA	標準的な 3x4 キーパッド

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。

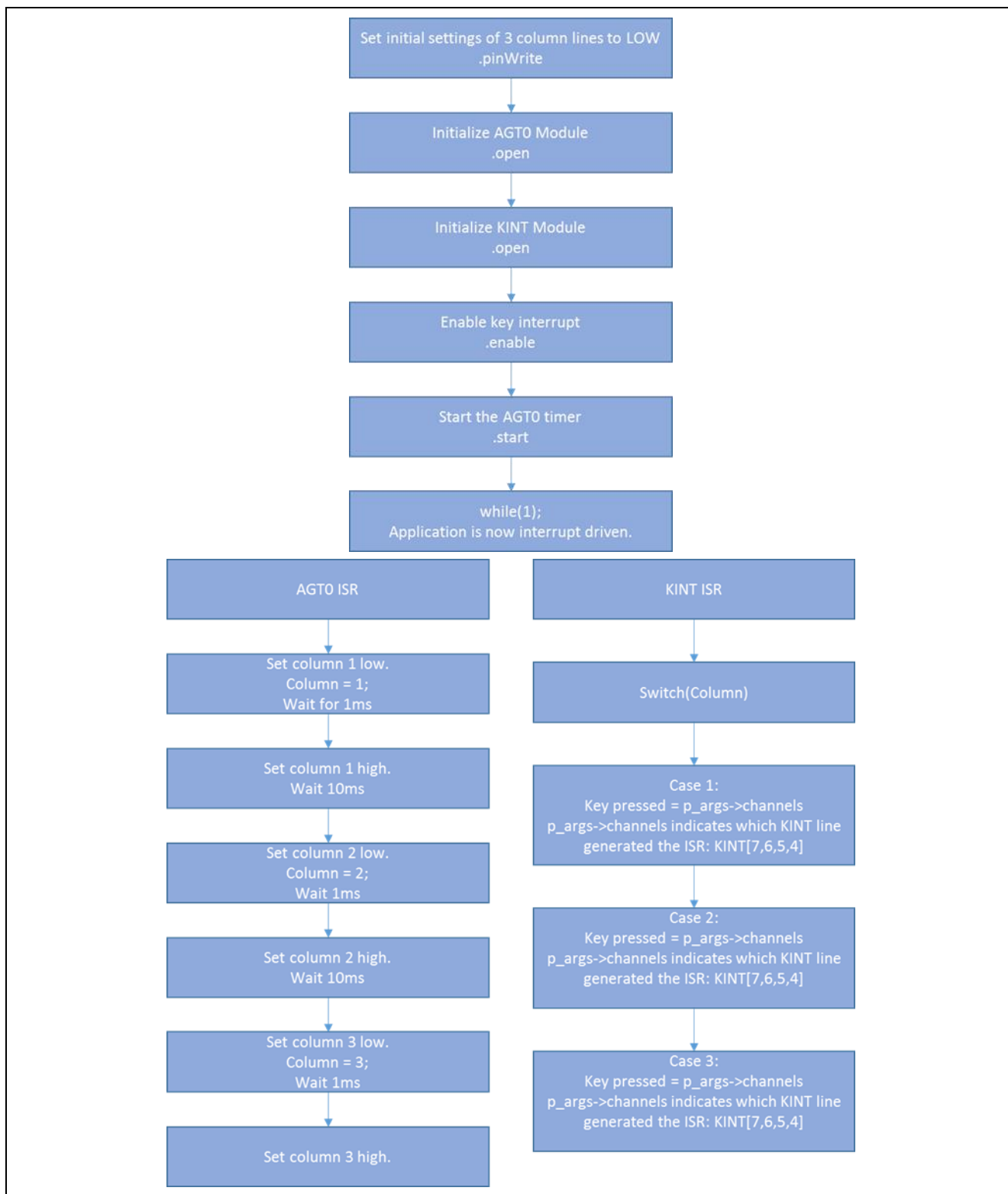


図2 キーマトリクス HAL モジュールのアプリケーションプロジェクトのフロー

kint_hal.c ファイルは、このプロジェクトを ISDE にインポートすることにより、プロジェクト内に配置されます。ISDE でこのファイルを開き、API の使い方のガイドを見ることができます。

kint_hal.c の最初のセクションで定義するのは、キーマトリクス上にある複数のキー、ミリ秒単位の遅延時間、出力列の番号を表す列挙型変数 (enumerate valuable) です。また、このセクションは、ファイル関連の複数の関数をプロトタイプ宣言するほか、特定のキー (specific key) が押下されたかどうかを示す 1 つの配列 (array) を定義します。

キーマトリクス(key matrix)の列のラインは、3本の出力端子(output pins)を通じて制御します。初期出力状態(initial output state)は、Synergy ピンコンフィギュレータ内で定義しており、またボードサポートパッケージ(BSP)の一部として設定されていますが、このアプリケーションは、IOPORT pinWrite APIを使用してこれら端子の状態を設定します。

続くセクションで、AGTとKINTの各モジュールを開きます。AGTは100msごとに割り込みを生成する目的で使用し、その割り込みを無効にした状態でKINTを開きます。AGTモジュールを開いた時点でAGT(タイマ)が開始され、KINT割り込み(KINT interrupt)が有効になります。この割り込みを有効にする目的は、AGTモジュールを開いてタイマを自動的に開始し、KINTモジュールを開いて割り込みを有効にすることです。互いに関連する複数のモジュールに属するAPI呼び出しをより多く示す目的で、個別ステップで形成したこのメソッドを選択しました。

このアプリケーションプロジェクトは割り込み主体(interrupt driven)の動作なので、アプリケーションはこの時点で空のwhile(1)ループを実行します。

続くセクションで、AGT割り込みのコールバック関数(AGT interrupt callback function)を呼び出します。このコールバックはユーザ定義関数change_pin()を呼び出す方法で、遷移と次の遷移の間でユーザ定義の遅延(user-defined delay)を使用し、ロー、ハイ、ローの順に変化したそれぞれの列のラインを取得します。

最後のセクションは、KINT割り込みのコールバック関数(KINT interrupt callback function)です。この関数は、どのキーが押下されたかを判定します。このコールバック関数は、キーマトリクスのどの行が押下されたかを識別するパラメータを使用します。KINTのISRが生成された時点でどの列のラインがハイなのか、またどのKINTラインが割り込みを発生させたのかを把握して、どのキーが押下されたかを判定するプロセスになります。キー配列変数(key array variable)の特定の要素(element)をtrueに設定します。この要素は、押下されたキーを表します。

対象ボードやMCUの必要な動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 3 アプリケーションプロジェクトに対応するキーマトリクス 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_kint
Keymatrix Channel Mask (キーマトリクスのチャンネルマスク)	Select Channels Below (以下のチャンネルを選択)
Channel 0 (チャンネル 0)	Unused (不使用)
Channel 1 (チャンネル 1)	Unused (不使用)
Channel 2 (チャンネル 2)	Unused (不使用)
Channel 3 (チャンネル 3)	Unused (不使用)
Channel 4 (チャンネル 4)	Used (使用する)
Channel 5 (チャンネル 5)	Used (使用する)
Channel 6 (チャンネル 6)	Used (使用する)
Channel 7 (チャンネル 7)	Used (使用する)
Trigger type (トリガの種類)	Rising edge (立ち上がりエッジ)
Interrupt enabled after initialization (初期化の後に割り込みを有効にする)	False
Callback (コールバック)	g_kint_callback
Interrupt Priority (割り込みの優先順位)	Priority 4 (CM4: valid, CM0+: invalid) (優先順位 4 (CM4: 有効、CM0+: 無効))

表 4 アプリケーションプロジェクトに対応する AGT 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_agt0
Channel (チャンネル)	0
Mode (モード)	Periodic (周期的)
Period Value (期間の値)	100
Period Unit (期間の単位)	Milliseconds (ミリ秒)
Auto Start (オートスタート)	False
Count Source (カウント用クロックのソース)	LOCO
AGT0 Output Enable (AGT0 出力の有効化)	False
AGTIO Output Enable (AGTIO 出力の有効化)	False
Output Inverted (出力の反転)	False
Callback (コールバック)	g_agt0_callback
Interrupt Priority (割り込みの優先順位)	Priority 8 (CM4: valid, CM0+: invalid) (優先順位 8 (CM4: 有効、CM0+: 無効))

さらに、このアプリケーションプロジェクトは、以下の表に示す端子構成を必要とします。

表 5 [Pin Configuration] (端子構成)

Pin Selection Sequence (端子選択シーケンス)	Pin Configuration Property (端子構成のプロパティ)	Setting (設定)
Ports > P3 > P312 (ポート > P3 > P312)	Mode (モード)	[Mode] (モード): Output mode (Initial Low) (出力モード (初期はロー))
Ports > P3 > P311 (ポート > P3 > P311)	Mode (モード)	[Mode] (モード): Output mode (Initial Low) (出力モード (初期はロー))
Ports > P3 > P310 (ポート > P3 > P310)	Mode (モード)	[Mode] (モード): Output mode (Initial Low) (出力モード (初期はロー))
Peripherals > Input:KINT > KRM4 (周辺装置 > 入力:KINT > KRM4)	KRM4	P104
Peripherals > Input:KINT > KRM5 (周辺装置 > 入力:KINT > KRM5)	KRM5	P105
Peripherals > Input:KINT > KRM6 (周辺装置 > 入力:KINT > KRM6)	KRM6	P106
Peripherals > Input:KINT > KRM7 (周辺装置 > 入力:KINT > KRM7)	KRM7	P107

8. ターゲットアプリケーションに対応するキーマトリクス HAL モジュールのカスタマイズ (Customizing the Key Matrix 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。たとえば、ユーザは入力に使用するチャンネルと、出力に使用する端子を簡単に変更することができます。独自ハードウェアの要件を満たすために、チャンネルや出力の数を変更することもできます。

9. キーマトリクス 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 Key Matrix HAL Module Application Project)

キーマトリクス 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. **KINT_HAL_MG_AP** という名称で SK-S7G2 キット用 Renesas Synergy プロジェクトを作成します。
2. **[Threads]** (スレッド) タブを選択します。
3. **[Key Matrix HAL]** (キーマトリクス HAL) モジュールを **[HAL/Common]** に追加し、そのパラメータを設定します。
4. **[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。
5. 付属のプロジェクトファイル `kint_hal.c`、および `kint_hal.h` からコードを追加します。
6. プロジェクトをビルドします。
7. **DEBUG_USB (J19)** ソケットを使用して USB ケーブルをホスト PC に接続します。
8. アプリケーションのデバッグを開始します。
9. セミホスト機能が有効になっている場合、**図 3** に示すように、Renesas Debug Virtual Console (Renesas デバッグ仮想コンソール) で出力を確認できます。

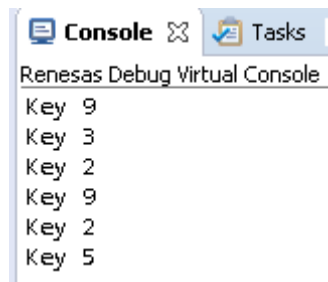


図 3 キーマトリクス HAL モジュールのアプリケーションプロジェクトのサンプル出力

10. キーマトリクス HAL モジュールのまとめ (Key Matrix 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. キーマトリクス HAL モジュールの次の手順 (Key Matrix HAL Module Next Steps)

シンプルなキーマトリクス HAL モジュールのプロジェクトをマスターすれば、より複雑なサンプルをレビューできるようになります。開発するアプリケーションによっては、個別のスレッド内でキーマトリクス関数を実行する方が適している場合もあります。ThreadX® RTOS を実行し、マルチスレッドの設計をすることも可能です。

12. キーマトリクス HAL モジュールの参考情報 (Key Matrix 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>

最新版の `r_kint` 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 ページで利用できます。

<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
1.02	2019.05.15	-	<ul style="list-style-type: none">・初版・英語版(R11AN0123EU0102, Rev.1.02, 2019.Feb.27)をの巻頭と第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。

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（豊洲フォレストシア）

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。