

(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。

CGC HAL モジュールは、クロック制御アプリケーション (clock-control applications) 向けのハイレベル API (high-level API) であり、r_cgc 内で実装されています。CGC HAL モジュールは、クロック制御周辺回路 (peripheral) を使用して、Synergy MCU のクロック制御機能の設定と制御を行います。あらゆるプロジェクトはクロック機能を必要とするので、CGC HAL モジュールはデフォルトでプロジェクトに追加されます。(このモジュールは、ISDE 内で設定します。) メイン発振器 (main oscillator) が停止したときに通知が行われるように、ユーザ定義コールバックを作成できます。

目次

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

Application Project)	8
10. CGC HAL モジュールのまとめ (CGC HAL Module Conclusion)	9
11. CGC HAL モジュールの次の手順 (CGC HAL Module Next Steps)	9
12. CGC HAL モジュールの参考情報 (CGC HAL Module Reference Information)	9

1. CGC HAL モジュールの特徴 (CGC HAL Module Features)
2. CGC HAL モジュールの API の概要 (CGC HAL Module APIs Overview)
3. CGC HAL モジュールの動作の概要 (CGC HAL Module Operational Overview)
4. アプリケーションへの CGC HAL モジュールの組み込み (Including the CGC HAL Module in an Application)
5. CGC HAL モジュールの構成 (Configuring the CGC HAL Module)
6. アプリケーションでの CGC モジュールの使用 (Using the CGC Module in an Application)
7. CGC HAL モジュールのアプリケーションプロジェクト (The CGC 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、設計全体の手順を説明しています。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、CGC 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、完成した設計の中から、CGC HAL モジュール API を実現するために使用している `cgc_hal.c` 内のコードを確認することもできます。

このアプリケーションプロジェクトは、CGC API の一般的な使用方法を示しています。このアプリケーションプロジェクトは汎用タイマ (General Purpose Timer, GPT) を初期化して割り込みを生成します。タイマの周波数は、SSP コンフィギュレータ (configurator) 内のデフォルト設定が初期値になっています。割り込みコールバック (interrupt callback) は、選択されたクロックモードに基づいて、3 個の LED のうち 1 個をトグル (点灯と消灯を切り替え) します。このアプリケーションはクロック生成回路のパラメータ (clock generation circuit parameters) を変更することで、システムのクロック周波数を変化させます。LED の点滅周波数 (頻度) (blinking frequency) の変化により、クロック周波数の変化がわかります。また、このアプリケーションプロジェクトは、発振器停止の検出機能 (oscillator stop detect) と、2 個の IRQ 割り込みを初期化します。IRQ10 と IRQ11 です。発振器停止の検出 ISR は `while(1)` ループを実行し、LED の点灯と消灯パターンを交互に繰り返すトグルを実施します。この動作により、アプリケーションによる発振器停止の状態検出をユーザが知ることができます。ユーザがボタン S5 または S4 を押すと、それぞれ IRQ10 または IRQ11 の ISR が生成されます。これらの IRQ は、Clock Out 端子からのシステムクロックの出力を有効または無効にします。

表 1 アプリケーションプロジェクトで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 Renesas Synergy	7.71.2 またはそれ以降	IAR Embedded Workbench for Renesas Synergy (IAR EW for Synergy)
SSC	5.3.1 またはそれ以降	Synergy Standalone Configurator
SK-S7G2	v3.0, v3.1 またはそれ以降	スタータキット

以下の図は、この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。

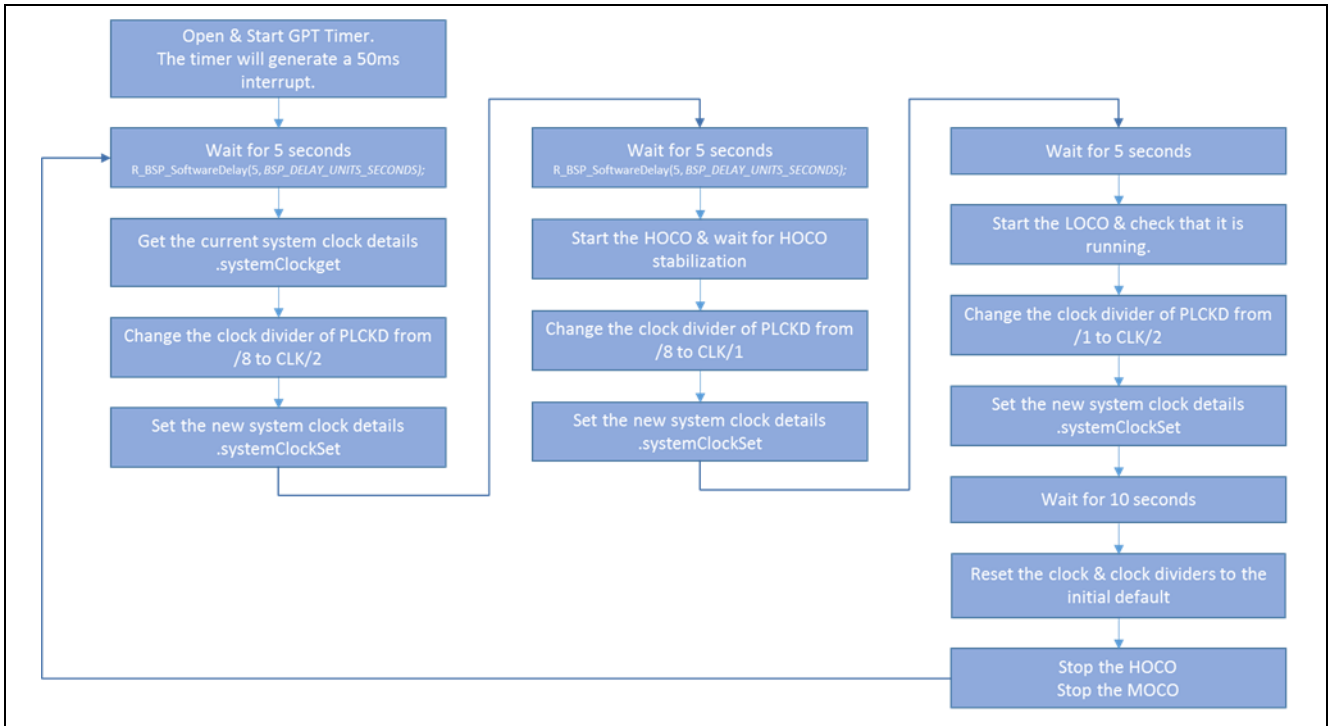


図 1 CGC HAL モジュールのアプリケーションプロジェクトのフロー

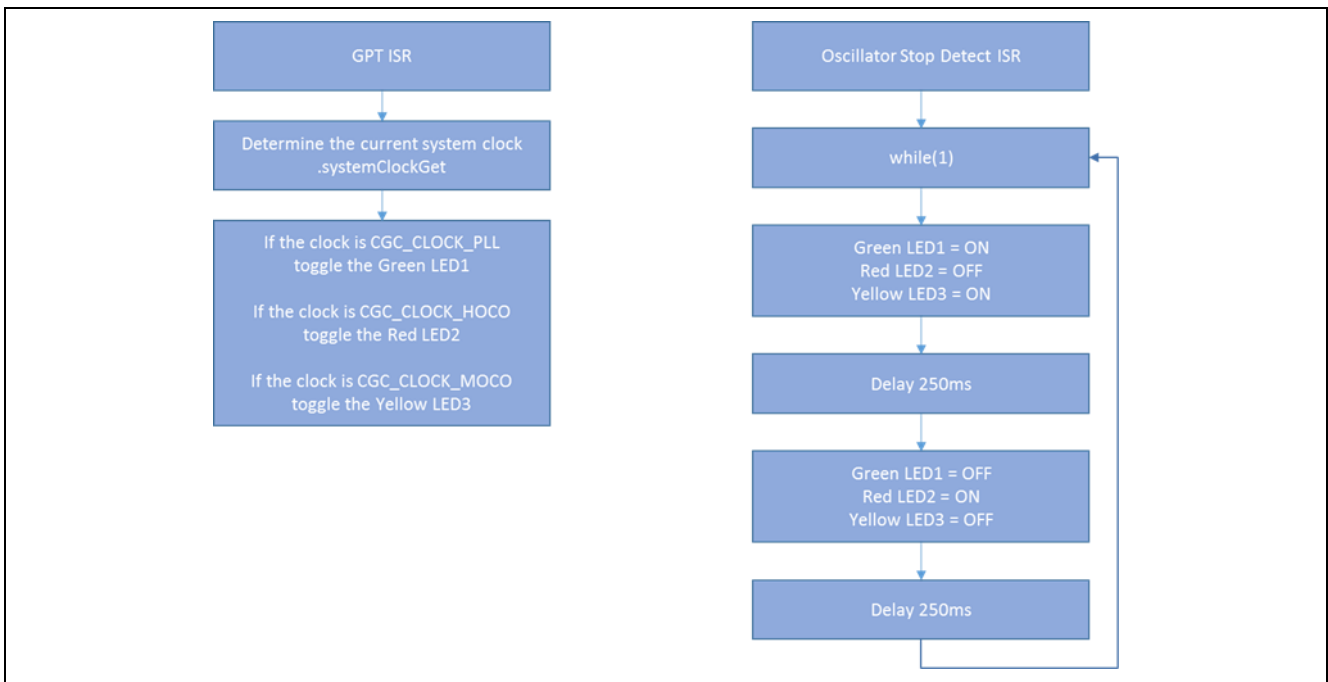


図 2 CGC アプリケーションプロジェクトの GPT と発振器停止の検出 ISR

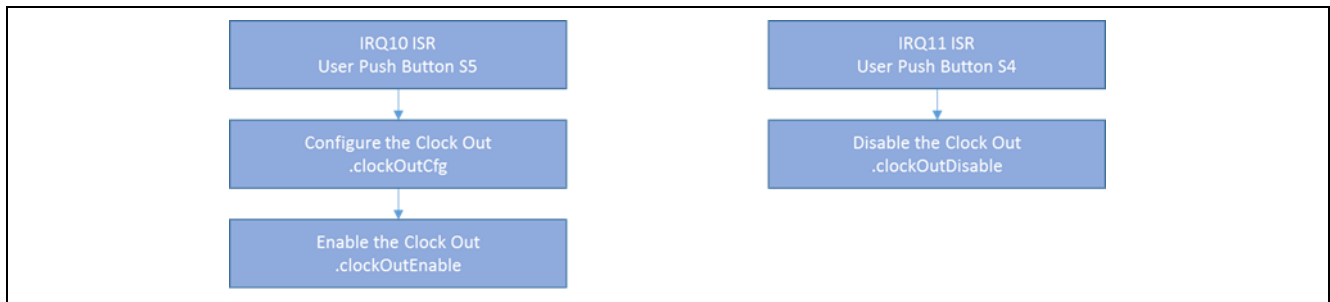


図 3 CGC アプリケーションプロジェクトのユーザプッシュボタン ISR

cgc_hal.c ファイルは、このプロジェクトを ISDE にインポートした後、プロジェクト内に置かれます。ISDE でこのファイルを開き、説明に従って操作することで API の主な使い方を確認することができます。

このアプリケーションプロジェクトは、SSP のクロック設定項目で設定した初期のシステムクロックパラメータ (initial system clock parameters) を使用して実行を開始します。クロックソースは、240 MHz の CPU 周波数を供給する PLL であり、PLL 1/2 = 120 MHz が PCLKD (Peripheral Clock D、周辺回路クロック D) の周波数になります。GPT タイマ周辺回路は、PCLKD からクロックを供給されます。

PCLKA のデフォルト設定は 1/2 ですが、このサンプルプロジェクトでは 1/4 に設定されています。これは、この例では PCLKD が 1/4 に設定されており、この MCU では PCLKA 分周比 (divisor) が PCLKD 分周比を下回ってはいけません。

最初の動作は、いずれかの GPT タイマを開き、起動することです。GPT は、50 ms の割り込みを生成するように設定します。割り込みコールバック関数は LED をトグル (点灯と消灯の繰り返し) します。

アプリケーションは 5 秒待機し、その間に、緑の LED は 10 Hz の周波数で点滅します。その後、システムのクロック設定パラメータの変化を読み取り、PCLKD 分周比を 1/2 から 1/4 に変更されます。この新しい値を CGC に設定されます。次に、アプリケーションは 5 秒待機し、その間に、緑の LED は 2.5 Hz の周波数で点滅します。

次に、クロックソースを水晶発振器とし PLL の組み合わせから、20 MHz で動作するよう HOCO を変更します。同時に、PCLKD の分周比を 1/4 から 1/1 に変更し、その結果、PCLKD 周波数が変化します。次に、アプリケーションは 5 秒待機し、その間に、赤緑の LED は 1.66 Hz の周波数で点滅します。

クロックソースを、HOCO から、8 MHz で動作する MOCO に変更します。同時に、PCLKD の分周比を 1/1 から 1/2 に変更します。その結果、PCLKD 周波数が変化します。その後、アプリケーションは 10 秒待機し、その間に、黄色の LED は 0.333 Hz の周波数で点滅します。

最後に、クロックソースを起動時のデフォルトに戻し、HOCO と LOCO を停止します。ここまでのプロセスが繰り返されます。

外部クロック発振器が停止した場合、発振器停止の検出 ISR を生成し、アプリケーションは while(1) ループを実行します。LED のトグルを行い、パターンは LED1 = ON、LED2 = OFF、LED3 = ON であり、次に 250 ms 待機し、LED1 = OFF、LED2 = ON、LED3 = OFF とし、250 ms 待機します。

ユーザプッシュボタン S4 を押した場合、Clock Out が有効になります。この時点でアプリケーションが PLL からのクロック供給で動作していた (緑の LED1 がトグルで点灯) 場合、出力は 24 MHz の MAIN CLOCK になっています。Clock Out 端子から PLL クロックを出力することはできません。この時点でアプリケーションが HOCO からのクロック供給で動作していた (赤の LED2 がトグルで点灯) 場合、出力は 20 MHz の MAIN CLOCK になっています。この時点でアプリケーションが MOCO からのクロック供給で動作していた (黄色の LED3 がトグルで点灯) 場合、出力は 8 MHz の MAIN CLOCK になっています。ユーザプッシュボタン S5 を押した場合、Clock Out が無効になります。

注: ポート端子 P205 のクロック出力を確認するために、オシロスコープなどで観測する場合、コンデンサ C63 を取り外す必要があります。この作業を行わないと、クロック出力信号が異なるレベルの電圧として観測されます。詳細については、「CGC 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 CGC HAL Module Application Project)」を参照してください。

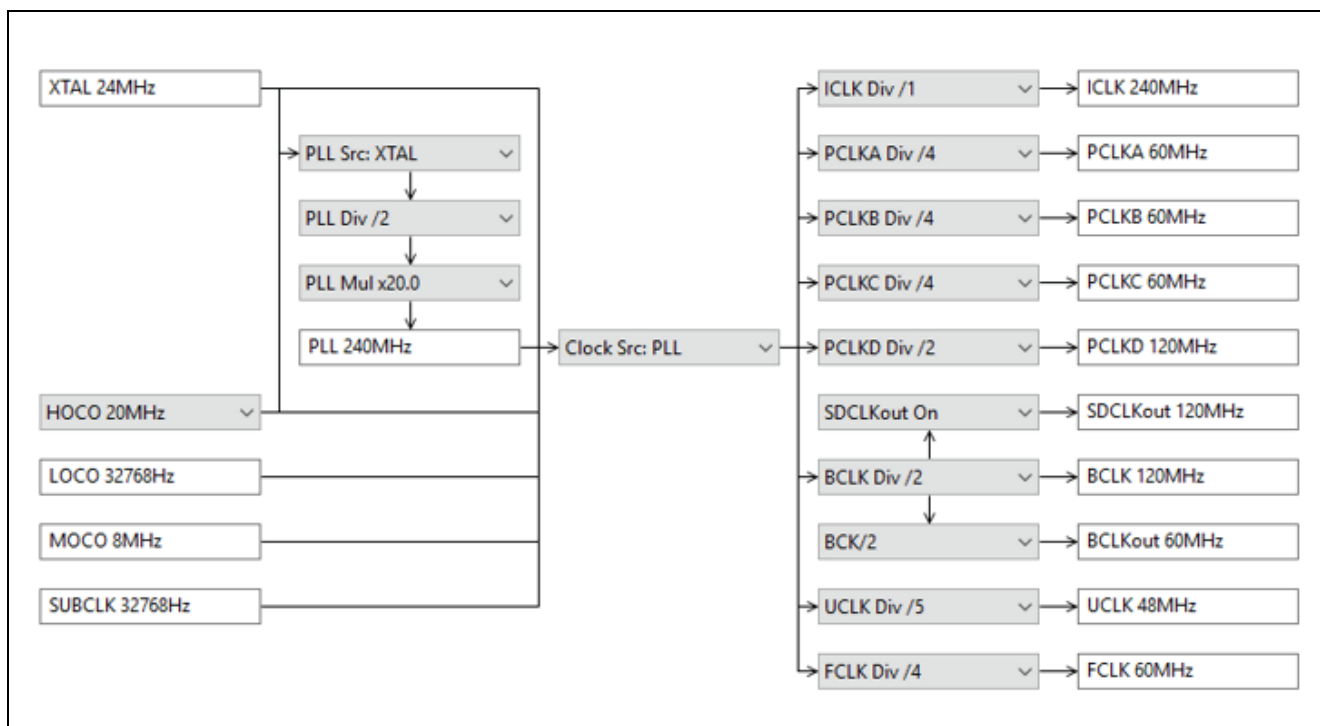


図 4 アプリケーションプロジェクトに対応する デフォルト CGC 設定

CGC HAL モジュールは、デフォルトで HAL/Common Thread スタックに含まれており、通常はこの設定を変更する必要はありません。このアプリケーションプロジェクトの場合、いくつか CGC プロパティを設定し、追加のモジュールを設定する必要があります。次の表に、プロパティとこのプロジェクトにおける設定値を示します。アプリケーションプロジェクトを開き、[Properties] ウィンドウからこれらの設定を表示することもできます。

表 2 アプリケーションプロジェクトに対応する GPT タイマ HAL モジュールの設定項目

ISDE のプロパティ	設定値
Name	g_timer
Channel	0
Mode	Periodic
Period Value	50
Period Unit	Milliseconds
Duty Cycle Value	50
Duty Cycle Unit	Unit Percent
Auto Start	True
GTIOCA Output Enabled	False
GTIOCA Stop Level	Pin Level Low
GTIOCB Output Enabled	False
GTIOCB Stop Level	Pin Level Low
Callback	g_timer_callback
Interrupt Priority	Priority 8(CM4: valid, CM0+: invalid)

表 3 アプリケーションプロジェクトに対応する外部 IRQ HAL モジュール (IRQ10) の設定項目

ISDE のプロパティ	設定値
Name	g_external_irq10
Channel	10
Trigger	Falling
Digital Filtering	Disabled
Interrupt enabled after initialization	True
Callback	cb_irq10
Interrupt Priority	Priority 8(CM4: valid, CM0+: invalid)

表 4 アプリケーションプロジェクトに対応する外部 IRQ HAL モジュール (IRQ11) の設定項目

ISDE のプロパティ	設定値
Name	g_external_irq11
Channel	11
Trigger	Falling
Digital Filtering	Disabled
Interrupt enabled after initialization	True
Callback	cb_irq11
Interrupt Priority	Priority 8(CM4: valid, CM0+: invalid)

表 5 端子設定

Pin Selection Sequence	設定
Ports > P6 > P600	Mode: Output mode (Initial Low)
Ports > P6 > P601	Mode: Output mode (Initial Low)
Ports > P6 > P602	Mode: Output mode (Initial Low)
Peripherals > Input:IRQ > IRQ10	P005
Peripherals > Input:IRQ > IRQ11	P006
Peripheral > System:CGC > CLCKOUT	P205 (S7-S7G2 ボードでは、端子 P205 を CTSU 端子としても使用します。したがって、CTSU を無効 (Disabled) にしてください。次のエントリを参照してください)
Peripheral > Input:CTSU	Disabled

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

CGC では、デフォルト以外の設定が必要なく、開発者は独自の要求に合わせた CGC の設定を行うことができます。たとえば、必要に応じて、システムのクロックソースとしてのさまざまなオプション (外部水晶発振器、HOCO、LOCO、MOCO、または SUBCLK)、PLL パラメータ (除数、乗数)、またはクロック分周器を選択して、クロック周波数を調整することができます。

9. CGC 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 CGC HAL Module Application Project)

CGC HAL モジュールのアプリケーションプロジェクトをターゲットキットでその動作を確認するために、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行います。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内で CGC 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、デバッグを行うための手順に従います。このガイドに示す手順により、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: 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、これらの手順を実行する説明について、『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。

CGC 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. CGC_HAL_MG_AP という名称で S7G2-SK に対応する新規の Renesas Synergy プロジェクトを作成します。
2. micro USB ケーブルで、J19 DEBUG_USB コネクタとホスト PC を接続します。
3. アプリケーションのデバッグを開始します。
4. 出力は、緑、赤、黄色の各 LED で表示されます。
5. ポート端子 P205 でクロック出力を見ることがもできます。SK-S7G2 の場合、P205 は CTSU 周辺回路で使用しているほか、0.1μF のコンデンサ 1 個 (C63) を経由してグラウンドに接続されています。クロック出力を観測するために、たとえばオシロスコープを使用する場合、C63 を取り外す必要があります。この作業をしないと、クロック出力信号は、出カクロックによってレベルの異なる電圧として観測されることとなります。

Clock Out (クロック出力)	P205 での観測電圧
Main Clock (24MHz)	1.64V
HOCO (20MHz)	1.50V
MOCO (8MHz)	1.48V

クロック出力の診断結果はデバッグコンソールで観測できます。正常動作時の出力は以下のテキストのようになります。

```
cgc_hal_module_guide_project

Press button S4 to enable Clock Out and S5 to disable Clock Out

Start the SUBCLOCK
5 second delay...
Setting PCLKD divisor to 4
5 second delay...
Changing input from PLL to HOCO
Waiting for HOCO to be stable...
HOCO is stable
Setting PCLKD divisor to 1
5 second delay...
Changing input from HOCO to MOCO
Waiting for MOCO to be stable...
MOCO is stable
Setting PCLKD divisor to 2
5 second delay...
Resetting clock settings to their original values
```

10. CGC HAL モジュールのまとめ (CGC 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. CGC HAL モジュールの次の手順 (CGC HAL Module Next Steps)

シンプルな CGC HAL 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。特に、Synergy プラットフォームで利用可能な各種省電力オプション (power saving options) はクロック制御機能に関係している場合が多いので、検討の価値はあります。クロック制御に関連する他の例については、電力プロファイル (Power Profiles) および低消費電力モード (Low Power Mode) 関連モジュールのガイドを参照してください。

12. CGC HAL モジュールの参考情報 (CGC 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_cgc 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>

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。

改訂記録

Rev.	発行日	改訂内容	
		ページ	ポイント
1.02	2019.06.17		<ul style="list-style-type: none">・初版・英文版(R11AN0105EU0102、Rev.1.02、2019.Jan.7)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、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)



ルネサスエレクトロニクス株式会社

■営業お問合せ窓口

<http://www.renesas.com>

※営業お問合せ窓口の住所は変更になることがあります。最新情報につきましては、弊社ホームページをご覧ください。

ルネサス エレクトロニクス株式会社 〒135-0061 東京都江東区豊洲3-2-24（豊洲フォレシア）

■技術的なお問合せおよび資料のご請求は下記へどうぞ。
総合お問合せ窓口：<https://www.renesas.com/contact/>