Renesas Synergy™プラットフォーム
フラッシュ HAL モジュールガイド

R11AN0087JU0120
Rev.1.20
2019.09.12

（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、ユーザがフラッシュ 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「参考情報」の章を参照）から入手でき、より複雑な設計に役立ちます。

2 種類のフラッシュモジュール（r_flash_lp と r_flash_hp）が準備されています。高性能フラッシュ（High-Performance Flash）モジュール（Flash_HP）は、S7 と S5 の MCU シリーズのプログラミング（書き込み）に使用します。低消費電力フラッシュ（Low-Power Flash）モジュール（Flash_LP）は、S3 と S1 の MCU シリーズのプログラミングに使用します。これら 2 種類のフラッシュモジュールの API や他の機能は類似していますが、交換可能ではありません。このガイドでは、双方の HAL モジュールの動作について説明します。

目次

1. Flash HAL Module Features 3

2. Flash HAL Module APIs Overview 3

3. Flash HAL Module Operational Overview 3

4. Including the Flash HAL Module in an Application 3

5. Configuring the Flash HAL Module 3

6. Using the Flash HAL Module in an Application 3

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

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

9. フラッシュ 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 Flash HAL Module Application Project） 8

10. フラッシュ HAL モジュールのまとめ（Flash HAL Module Conclusion） 10

11. フラッシュ HAL モジュールの次の手順（Flash HAL Module Next Steps） 10

12. フラッシュ HAL モジュールの参考情報（Flash HAL Module Reference Information） 10

1. Flash HAL Module Features
2. Flash HAL Module APIs Overview
3. Flash HAL Module Operational Overview
4. Including the Flash HAL Module in an Application
5. Configuring the Flash HAL Module
6. Using the Flash HAL Module in an Application
7. フラッシュ HAL モジュールのアプリケーションプロジェクト（The Flash 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から入手することが可能です。ISDE でアプリケーションプロジェクトをインポート（import）して開き、フラッシュ 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、システムにおけるフラッシュ HAL モジュール API を理解するために、コード `flash_hp_hal_mg.c/.h` と `flash_hp_hal_api_mg.h` 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、フラッシュ HAL モジュール API の標準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の HAL エントリ（entry）は、フラッシュ HP HAL モジュールの初期化（initialize）を行います。また、フラッシュ HP アプリケーションエントリ関数（Flash HP application-entry function）を呼び出し、フラッシュ操作を実行した後に、このアプリケーションプロジェクトは LED を周期的にトグル（点灯と消灯を切り替え）します。

フラッシュ操作を行うエントリ関数（entry function）は、`flash_hp_hal_mg.c` 内で定義されています。ヘッダファイルでセミホスト機能（semi-hosting）を有効にした場合、この関数はセミホスト機能を初期化します。open 関数を呼び出してフラッシュ HAL モジュールを初期化し、コードフラッシュ／データフラッシュ（code/data-flash）操作を呼び出します。フラッシュ操作を実行後、このプログラムは `hal_entry.c` に制御を返し、LED トグルを実行します。

コードフラッシュ関数ブロック（code-flash function block）は、コードフラッシュ向けの以下の機能を実行する複数の API を含んでいます。

- コードフラッシュの特定セクタのブランクチェック
- セクタの消去
- データの読み取り
- データの書き込み
- アクセスウィンドウの設定
- アクセスウィンドウのクリア

これらの API を使用して、各操作に関するデモの実行とその結果の表示を行います。また、セミホスト機能を有効にして、各操作の結果とそれに対応するエラーコードを**[Console]**（コンソール）ウィンドウに表示することができます。

データフラッシュ関数ブロック（data-flash function block）は、データフラッシュ向けの以下の機能を実行する複数の API の使用方法を含んでいます。

- データフラッシュで特定セクタのブランクチェック
- セクタの消去
- データの書き込み
- データの読み取り

各操作とその結果を示すデモを実行するには、これらの API を特定の順序で使用します。セミホスト機能を有効にし、各結果とそれに対応するエラーコードをコンソールに表示することができます。また、この関数ブロックは、データフラッシュに対する BGO（background operations：バックグラウンド操作）とコールバック関数の使用法のデモも実行します。

フラッシュ HP HAL API は `flash_hp_hal_api_mg.h` 内で記述されています。`flash_hp_hal_mg.h` はフラッシュ Flash HP HAL アプリケーションプロジェクトに対応するマクロ（macros）を含んでいます。

表 7　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

リソース	リビジョン	説明
e² studio	v7.3.0 またはそれ以降	統合ソリューション開発環境（ISDE）
SSP	v1.6.0 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	v8.23.3 またはそれ以降	IAR Embedded Workbench® for Renesas Synergy™
SSC	v7.3.0 またはそれ以降	Synergy Standalone Configurator
SK-S7G2	v3.0, v3.3 またはそれ以降	スタータキット

以下の図に、アプリケーションプロジェクトのシンプルなフローを示します。

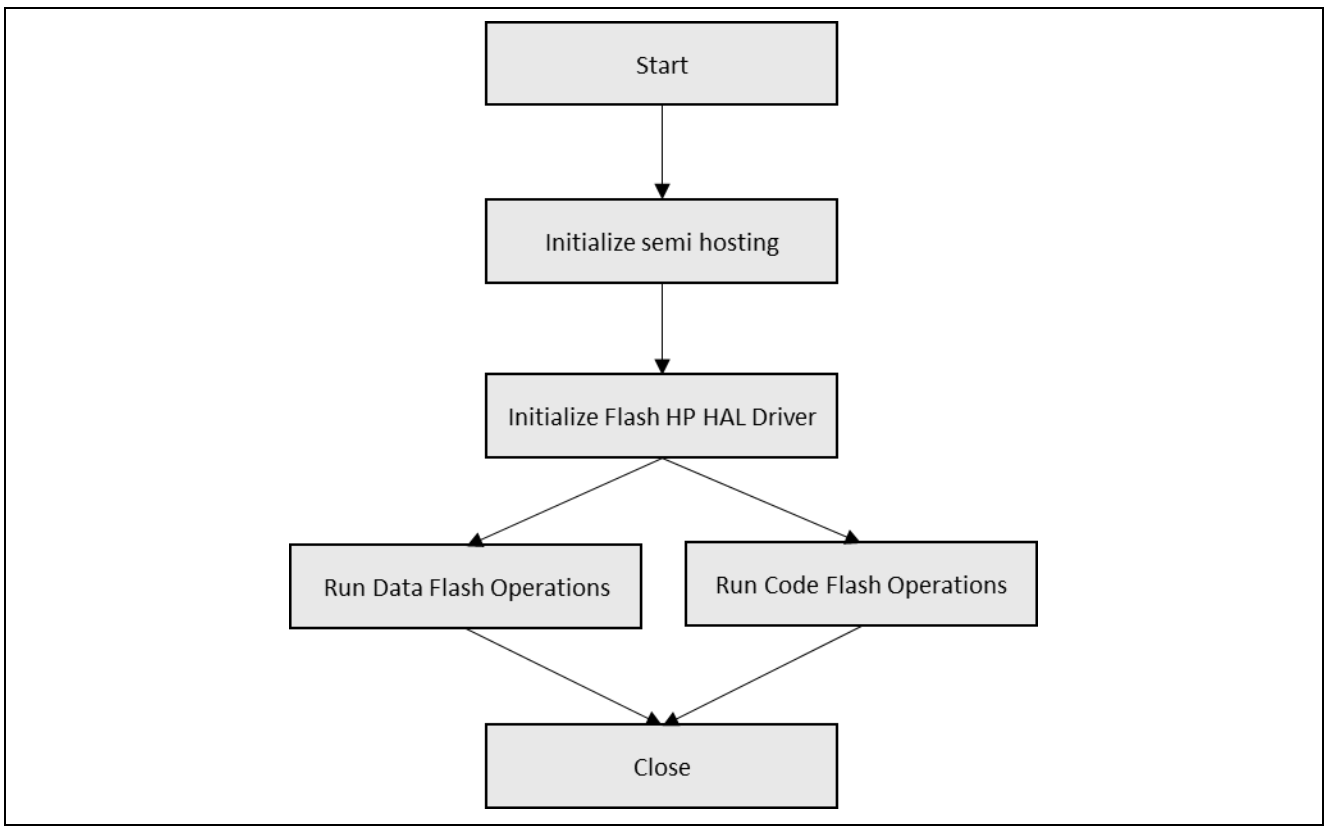

図 4　フラッシュ HAL モジュールのアプリケーションプロジェクトのフロー

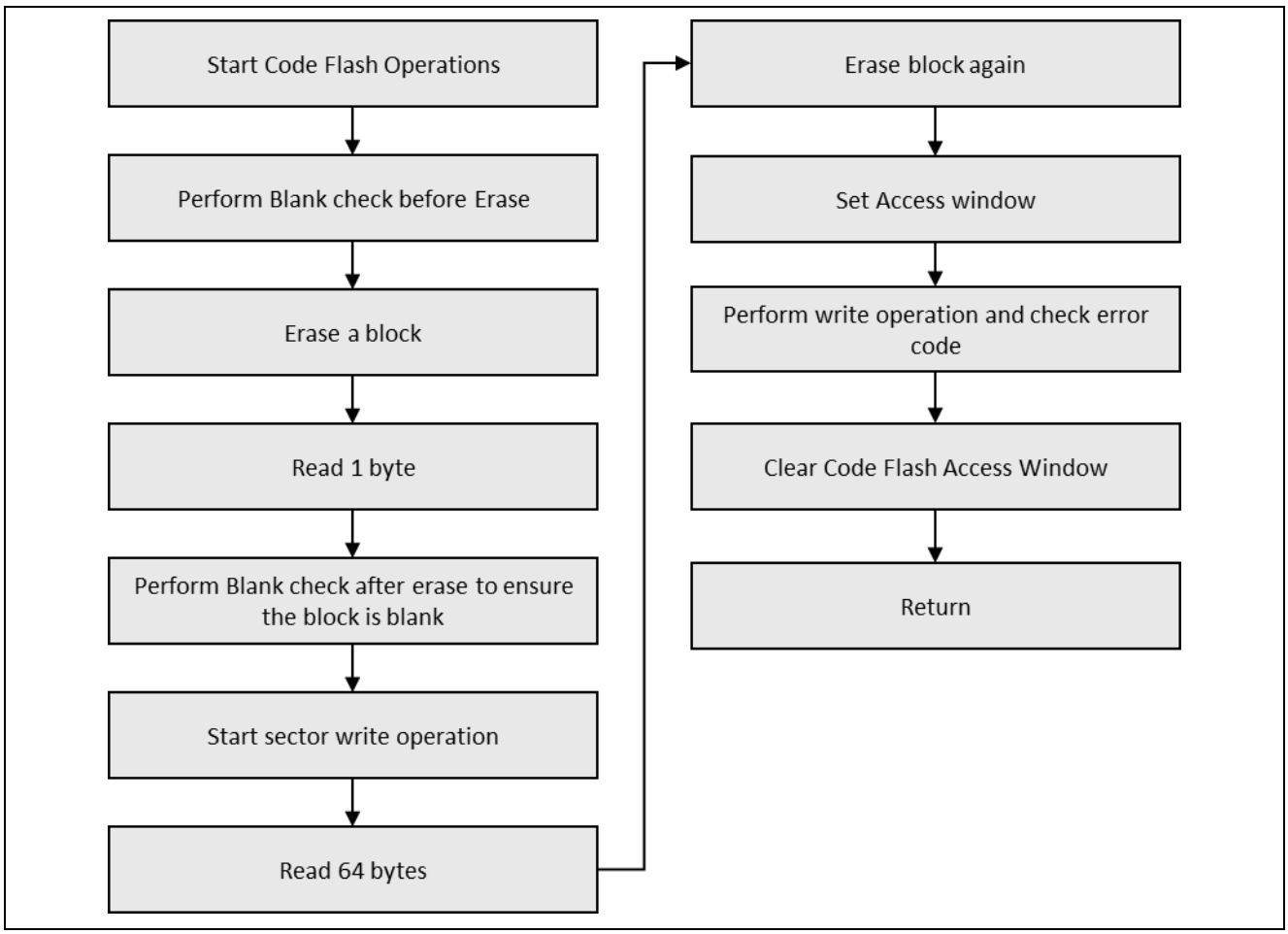

図 5　フラッシュ HAL モジュールのアプリケーションプロジェクト：コードフラッシュの操作フロー

アプリケーションプロジェクト全体は、このドキュメントの「参考情報」の章に掲載されているリンクから入手することができます。`flash_hp_hal_mg.c/.h` と `flash_hp_hal_api_mg.h` の各ファイルは、このプロジェクトを ISDE にインポートすると、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受けることができます。

既に説明したように、`flash_hp_hal_mg.c` はフラッシュ HP HAL を初期化する複数の API と、データフラッシュとコードフラッシュの操作を実行する複数の関数を含んでいます。コードフラッシュ関数ブロックは、コードフラッシュのさまざまな操作のデモを実行します。コードフラッシュ操作関数ブロックは、「読み取り」、「書き込み」、「消去」、「ブランクチェック」、「フラッシュアクセスウィンドウの設定」や「クリア」の各操作に使用します。フラッシュ HP の操作に関する特定のフローは存在しません。アプリケーションに要求に応じて、これら API をスタンドアロン（単独）で使用することができます。

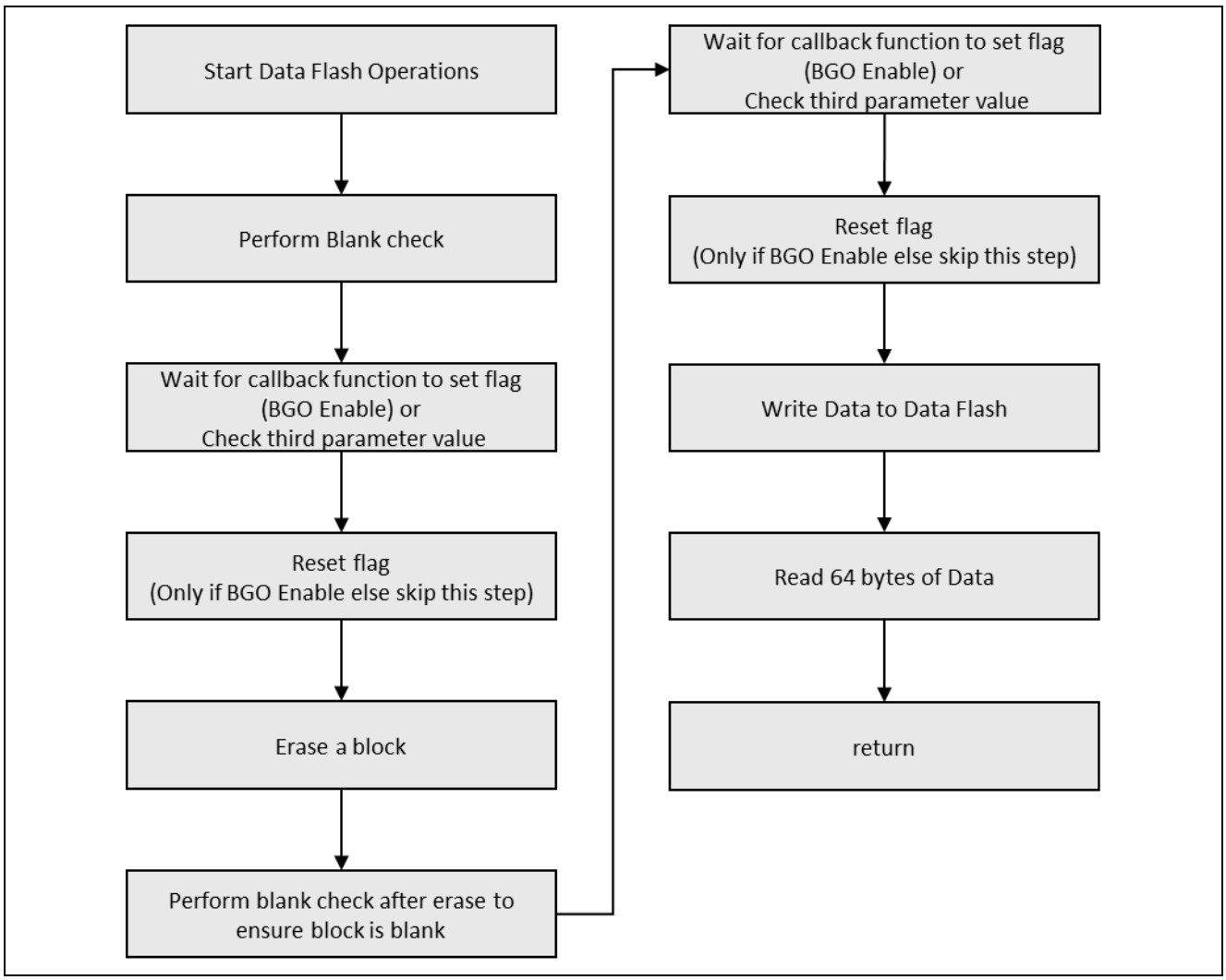

図 6　フラッシュ HAL モジュールのアプリケーションプロジェクト：データフラッシュの操作フロー

データフラッシュ関数ブロックは、データフラッシュのさまざまな操作のデモを実行します。データフラッシュ操作関数ブロックは、「読み取り」、「書き込み」、「消去」、「ブランクチェック」の、データフラッシュの各操作を行います。データフラッシュに対するフラッシュ HP の操作に関する特定のフローはありません。アプリケーションに要求に応じて、これらの API をスタンドアロン（単独）で使用することができます。データフラッシュとコードフラッシュに関する操作は双方とも同じ API を使用し、パラメータとして該当のフラッシュアドレスを受け取ります。

最後のセクションは、ユーザコールバック関数（user-callback function）です。データフラッシュのバックグラウンド操作（BGO）はノンブロッキング（non-blocking）にすることもできます。つまり、関数呼び出し（function call）を行った直後にその関数から直ちに制御が返され、操作が完了した時点で割り込みを生成することができます（呼び出しの非同期処理）。コールバック関数はフラッシュ HP への割り込みを処理し、フラッシュ操作で使用するフラグをセット（1 に設定）します。

`flash_hp_hal_mg.h` ファイルは、フラッシュ API で使用するメモリアドレスに対応するマクロ（macro）、書き込むバイト数、セミホスト機能の有効化と無効化、関数プロトタイプを記述しています。

【注意】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()` を使用する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

このアプリケーションプロジェクトでは、ターゲットボードや MCU の物理プロパティ（physical property）に加えいくつかの重要なプロパティに対し、必要な操作をサポートするために設定しています。以下の表に、このプロジェクトで設定したそれらのプロパティの値を示します。実践的な演習として、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。

表 8　アプリケーションプロジェクトに対応するフラッシュ HAL モジュールの設定項目

Resource（リソース）	ISDE のプロパティ	Setting（設定）
g_flash0 Flash Driver on r_flash_hp（r_flash_hp 上の g_flash0 フラッシュドライバ）	Parameter Checking（パラメータチェック）	Disabled（無効）
	Code-flash Programming Enable（コードフラッシュへの書き込み有効化）	Enable（有効）
	FCU FRDYI	Priority3（優先順位 3）
	FCU FIFERR	Priority3（優先順位 3）
	Name（名前）	g_flash0
	Data-flash Background Operation（データフラッシュのバックグラウンド操作）	Enabled（有効）
	Callback（コールバック）	BGO_Callback

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

いくつかのユーザ設定項目は通常、アプリケーションプロジェクトの値に対してユーザが変更を加えます。たとえば、ユーザはコードフラッシュへのプログラミングや、データフラッシュのバックグラウンド操作（BGO）に関する設定項目を容易に変更することができます。ユーザアプリケーションでコードフラシュへのプログラミングが必要でない場合は、ユーザはコードフラシュへのプログラミングを無効にすることができます。またこの方法は、コードサイズの削減にも役立ちます。ユーザはデータフラッシュの操作に関する設定プロパティ（configuration property）から BGO と割り込みの設定を変更し、ブロッキング操作（非 BGO）またはノンブロッキング操作（BGO）のどちらかを選択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、コードフラッシュまたはデータフラッシュの特定メモリセクタへの書き込みを行います。ユーザは API のパラメータを操作して、特定セクタのメモリアドレスに変更することができます。

9. フラッシュ 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 Flash HAL Module Application Project）

フラッシュ 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確認するために、本プロジェクトの ISDE へのインポート、コンパイル（compile）、およびデバッグ（debug）を容易に実行することができます。e² studio 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、『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フラッシュ HAL モジュールアプリケーションを実装する場合、ターゲットキット上で行う定義、設定、ファイルの自動生成、コードの追加、コンパイル、デバッグは、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。

【注意】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『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。

フラッシュ 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。

1. e² studio または IAR EW for Synergy に、付属のサンプルプロジェクトをインポートします。サンプルプロジェクトをインポートする手順については、上述のサイトのインポートのアプリケーションノートを参照してください。
2. アプリケーションをコンパイルします（「エラーや警告無し」が必要）。
3. micro USB ケーブルを SK-S7G2 キットの J19 につなぎ、ホスト PC に接続します。
4. アプリケーションのデバッグを開始します。
5. `flash_hp_hal_mg.h` ファイルで、セミホスト機能が有効になっている場合、出力を確認できます（図を参照）。

【注意】フラッシュ操作を実行した後、LED1～3 がトグルします。デフォルトで、このアプリケーションプロジェクトはデータフラッシュの操作を実行します。コードフラッシュの操作を実行するには、`flash_hp_hal_mg.c` ファイルの 533 行目で、1 を 0 に変更します。

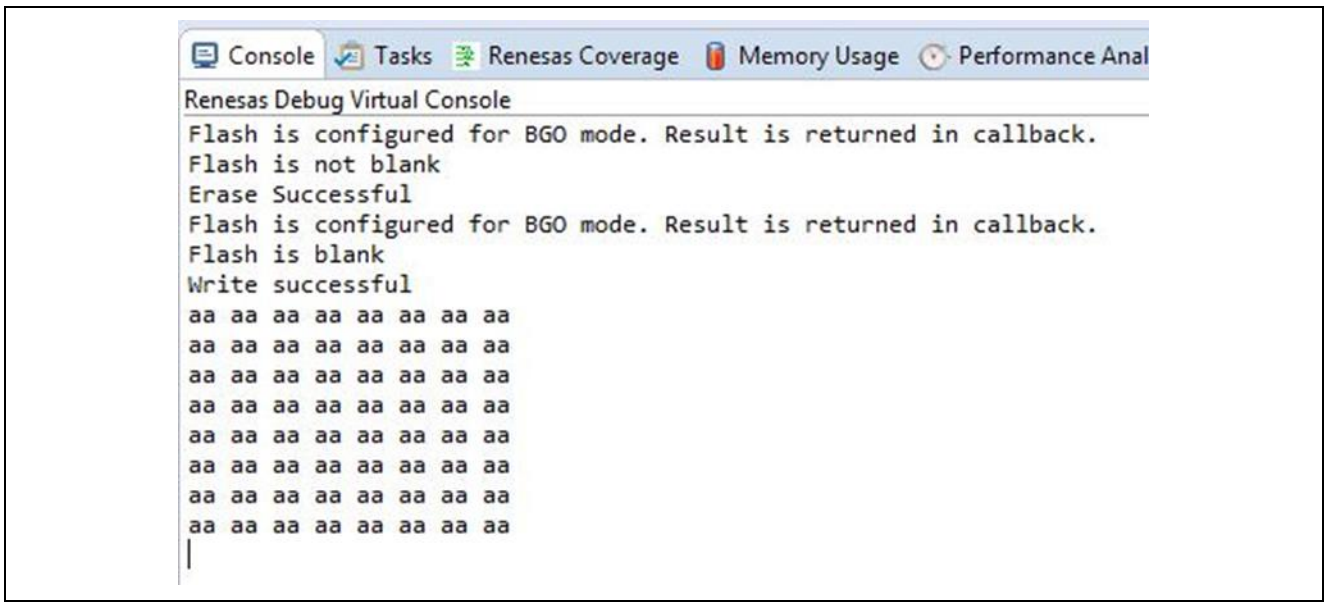

図 7　フラッシュ HAL モジュールのアプリケーションプロジェクトからのサンプル出力：
データフラッシュの操作、BGO（ノンブロッキング）、デフォルトの操作

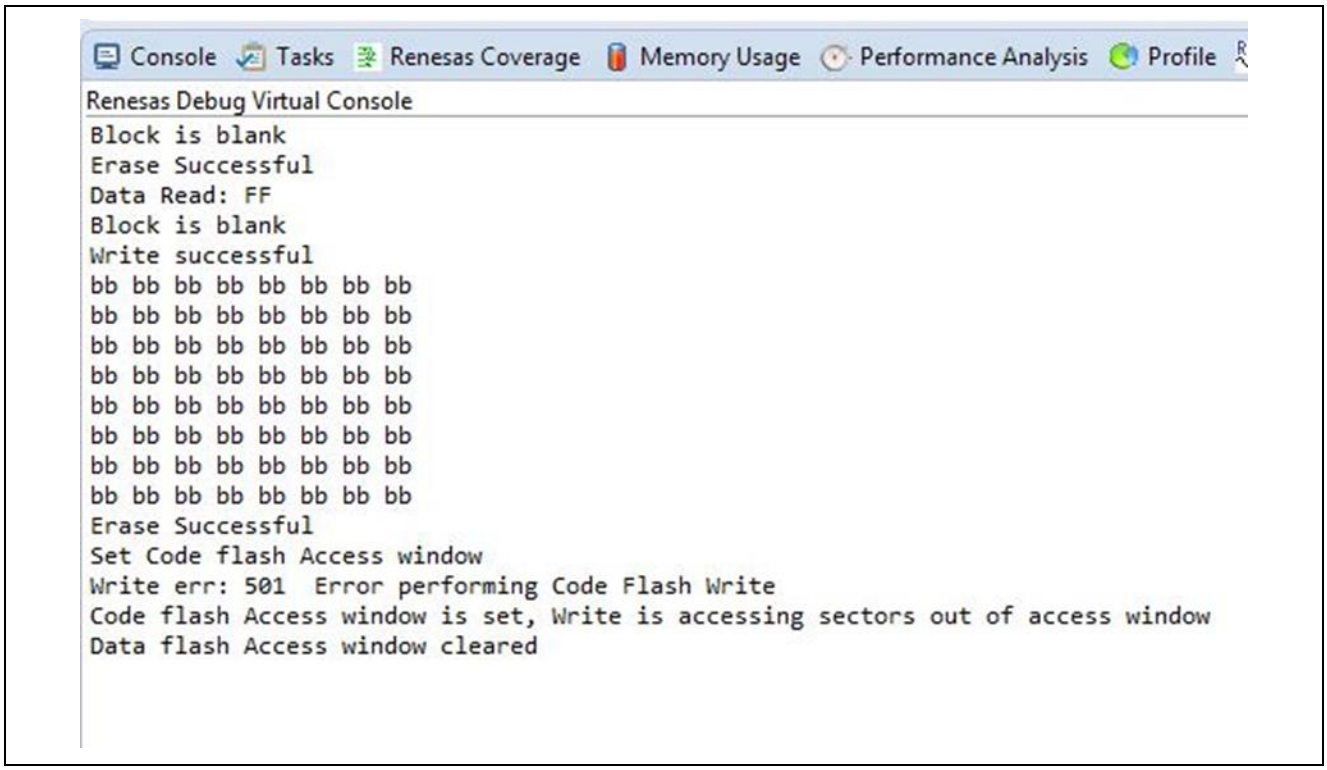

図 8　フラッシュ HAL モジュールのアプリケーションプロジェクトからのサンプル出力：
コードフラッシュの操作

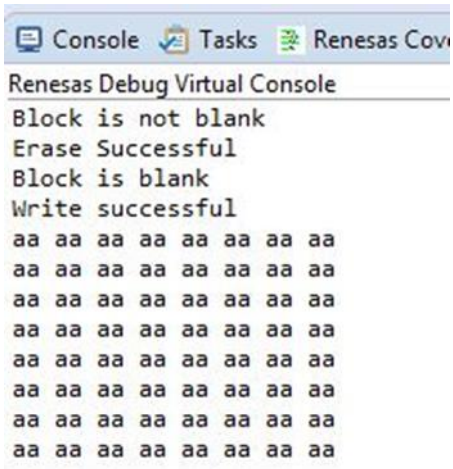

図 9　フラッシュ HAL モジュールのアプリケーションプロジェクトからのサンプル出力：
データフラッシュの操作、非 BGO（ブロッキング）

10. フラッシュ HAL モジュールのまとめ（Flash 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の時間を必要とし、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. フラッシュ HAL モジュールの次の手順（Flash HAL Module Next Steps）

シンプルなフラッシュ HAL モジュールのアプリケーションプロジェクトをマスターすることで、実行時にアプリケーションからフラッシュを操作する API を使用できるようになります。（例：セカンダリブートローダ（secondary bootloader））また、これらの API を使用して、実行時（run time）にフラッシュメモリに対してプログラムステータス（program status）の書き込み、または読み取りを実行することもできます。

12. フラッシュ HAL モジュールの参考情報（Flash 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_flash`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

Web サイトおよびサポート

以下のさまざまな URL にアクセスすると、Synergy プラットフォームの主な要素に関する詳細を確認し、それらに関連するドキュメントをダウンロードし、サポートを活用することができます。

Synergy ソフトウェア	www.renesas.com/synergy/software
Synergy ソフトウェアパッケージ	www.renesas.com/synergy/ssp
ソフトウェアアドオン	www.renesas.com/synergy/addons
ソフトウェア用語集	www.renesas.com/synergy/softwareglossary
開発ツール	www.renesas.com/synergy/tools
Synergy ハードウェア	www.renesas.com/synergy/hardware
マイクロコントローラ	www.renesas.com/synergy/mcus
MCU 用語集	www.renesas.com/synergy/mcuglossary
パラメトリック検索	www.renesas.com/synergy/parametric
キット	www.renesas.com/synergy/kits
Synergy ソリューション Gallery	www.renesas.com/synergy/solutionsgallery
パートナープロジェクト	www.renesas.com/synergy/partnerprojects
アプリケーションプロジェクト	www.renesas.com/synergy/applicationprojects
セルフサービスサポートリソース：	
ドキュメント	www.renesas.com/synergy/docs
ナレッジベース	www.renesas.com/synergy/knowledgebase
フォーラム	www.renesas.com/synergy/forum
トレーニング	www.renesas.com/synergy/training
ビデオ	www.renesas.com/synergy/videos
Web チケット	www.renesas.com/synergy/resourcelibrary

改訂記録

Rev.	発行日	改訂内容	
		ページ	ポイント
1.20	2019.09.12	—	• 初版 • 英語版（R11AN0087EU0120, Rev.1.20, 2019.04.29）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。

© 2019 Renesas Electronics Corporation. All rights reserved.