RL78/G24

フレキシブル・アプリケーション・アクセラレータ(FAA)ツールガイド CS＋編

要旨

本ガイドでは、RL78/G24 に搭載のフレキシブル・アプリケーション・アクセラレータ（FAA）のプログラムのビルドおよびデバッガ操作について説明します。

対象デバイス

RL78/G24

RL78/G24 Fast Prototyping Board

構成

1 章：フレキシブル・アプリケーション・アクセラレータ（FAA）の概要

FAA および、FAA のプログラム作成の概要について説明しています。

2 章：FAA プログラムのビルド、デバッグの概要

新規プロジェクト作成手順、FAA のプログラムのビルドおよびデバッグ時に設定が必要なツールオプションについて説明しています。また、デバッガの基本操作について説明しています。

3 章：サンプルプロジェクトによるデバッガ操作

サンプルコードおよびサンプルスクリプトを使用して、FAA プログラムのデバッグ操作について説明しています。

関連ドキュメント

- RL78/G24 ユーザーズマニュアル　ハードウェア編（R01UH0961）
- RL78/G24 Fast Prototyping Board ユーザーズマニュアル（R20UT5091）

目次

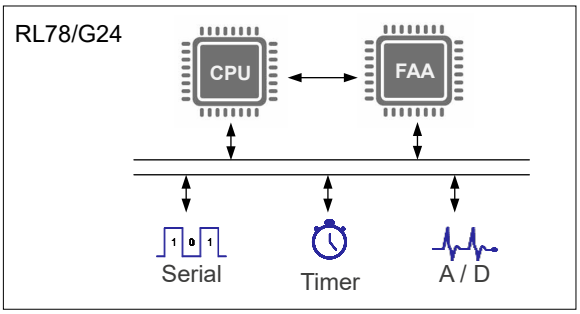
1.　概要

1.1　フレキシブル・アプリケーション・アクセラレータ（FAA）

RL78/G24 に搭載されるフレキシブル・アプリケーション・アクセラレータ（FAA）は、ハーバード・アーキテクチャを採用したルネサス エレクトロニクス株式会社のオリジナルのアプリケーションアクセラレータです。32 ビット乗算、加算、減算を 1 サイクルで実行します。

また、FAA から一部の周辺機能を直接アクセスできます。CPU と FAA を組み合わせて動作させることができ、システムの特性を向上させることができます。

図 1-1　RL78/G24　FAA のイメージ



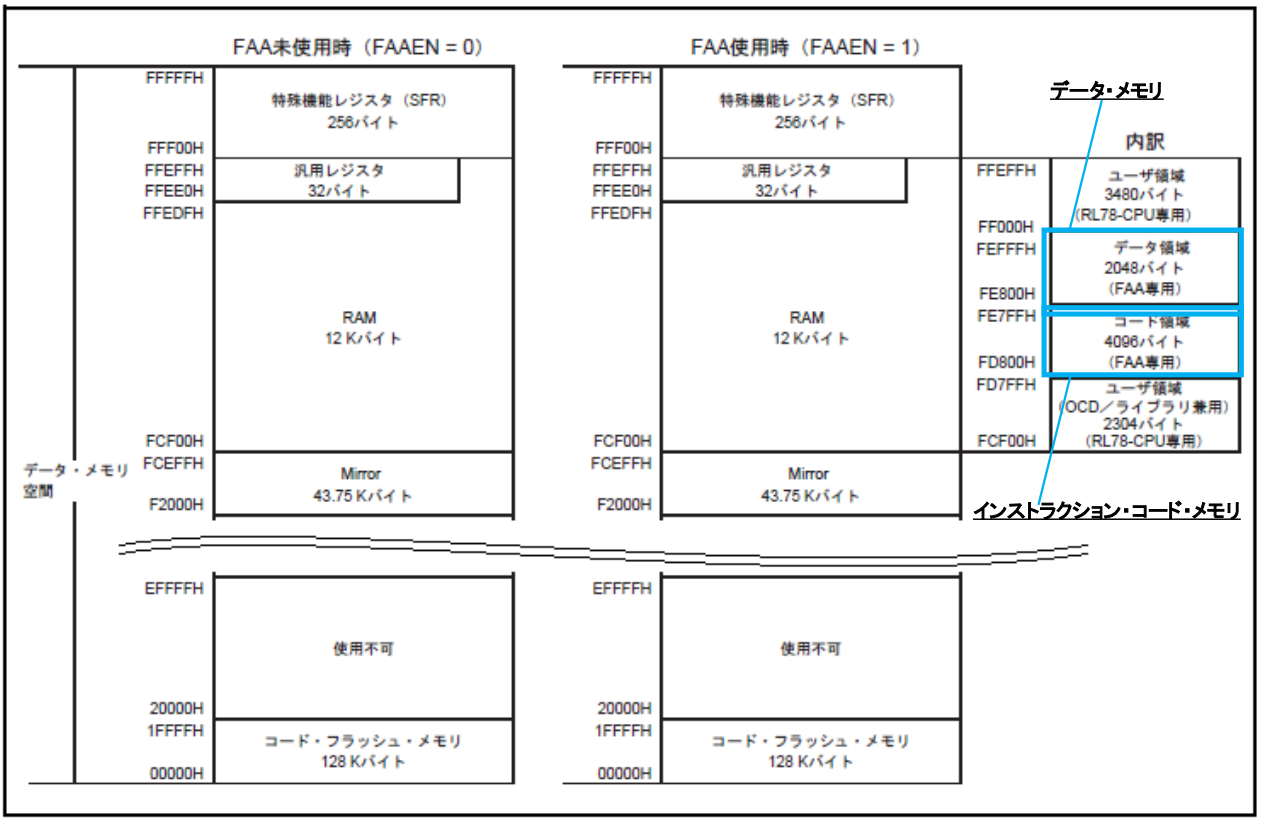
1.2　FAA のメモリ領域

FAA を使用時、RL78/G24 の内部 RAM の一部が FAA 専用のメモリとなります。

インストラクション・コード・メモリ：　FAA が実行するプログラムを格納します。

データ・メモリ：　FAA のプログラムで使用する変数・データを格納します。

図 1-2　インストラクション・コード・メモリ、データ・メモリのメモリマップ

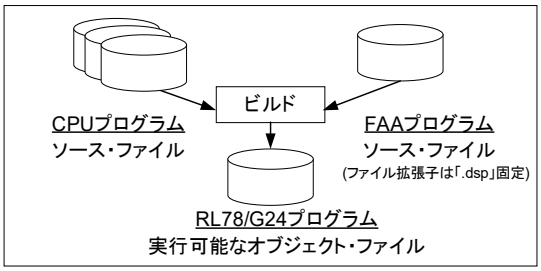


1.3　RL78/G24 のプログラム

1.3.1　プログラム構成

CPU のプログラムと FAA のプログラムは別ファイルに記述します。また、FAA のプログラムは、FAA 専用の命令セットを使用します。CPU プログラムと FAA プログラムを一緒にビルドし、RL78/G24 で実行可能なオブジェクト・ファイル（ロード・モジュール・ファイル）にします。

図 1-3　RL78/G24　FAA 使用時のプログラム構成のイメージ

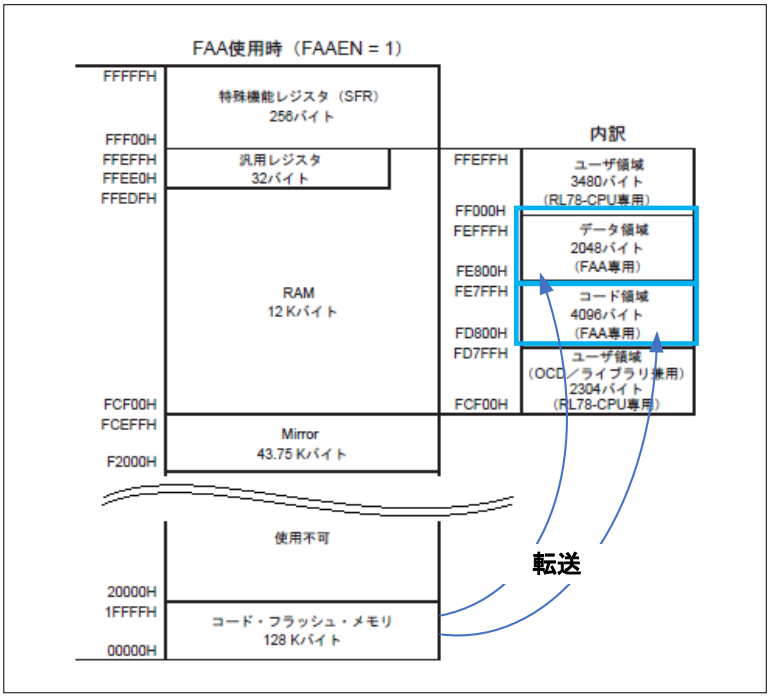


備考．FAA の命令セットは、RL78/G24 ユーザーズマニュアル　ハードウェア編（R01UH0961）のフレキシブル・アプリケーション・アクセラレータ（FAA）の章を参照してください。

1.3.2　FAA のプログラムとデータの転送

実行可能なオブジェクト・ファイルは、RL78/G24 のコード・フラッシュ・メモリに書き込みます。しかし、FAA のプログラムはインストラクション・コード・メモリに、データはデータ・メモリに配置する必要があります。そのため、FAA のプログラムを実行する前に、コード・フラッシュ・メモリに格納されている FAA のプログラムとデータを、インストラクション・コード・メモリ、データ・メモリへ転送する必要があります。

図 1-4　FAA のプログラムとデータの転送



備考．RL78 スマート・コンフィグレータの FAA コンポーネントで、転送処理の関数を提供しています。

1.3.3　FAA プログラム

FAA プログラムは、次のいずれかの方法で作成します。

- ✓　用途に応じて用意された FAA ライブラリを使用する。ライブラリはソースファイルで提供されますがソース変更は不可です。（各種機能の FAA ライブラリ）
- ✓　テンプレートファイルを使用して、ユーザ自身でコーディングする。（テンプレート（Custom FAA ライブラリ））

どちらの方法も、スマート・コンフィグレータ（SC）でプログラムのプロジェクトに追加します。

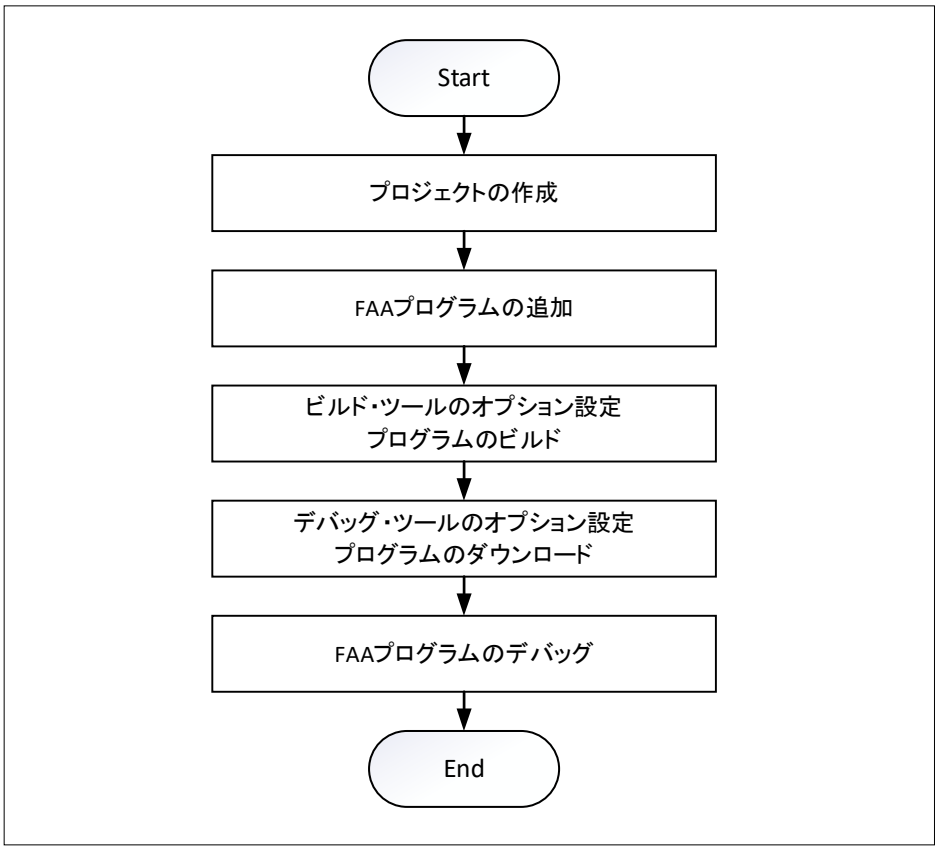
スマート・コンフィグレータ（SC）で、FAA プログラムのファイル（ライブラリまたはテンプレート）を出力する手順については、2.3 FAA プログラムの追加 を参照してください。

1.3.4　FAA プログラムのビルドとデバッグ

FAA のプログラムのビルドおよびデバッグには、いくつかのオプションを設定する必要があります。本ガイドでは、図 1-5 に示す各処理において、設定が必要なオプションについて説明します。また、FAA プログラムをデバッグする際のデバッガ操作方法について説明します。

なお、本ガイドでは、スマート・コンフィグレータ（SC）が生成する FAA プログラム（ライブラリまたはテンプレート）を使用することを前提としています。

図 1-5　本ガイド 2 章での操作説明



2.　オプション設定と操作

CS+ for CC 環境で、FAA プログラムのビルドおよびデバッグに必要なオプション設定とデバッガ操作について説明します。

本ガイドで説明のないオプションについては、必要に応じて適宜設定してください。また、オプション、操作の詳細、および制限事項については、CS+ for CC のヘルプまたはドキュメントを参照してください。

2.1　動作環境

本ガイドでは、次のツールで説明をします。

表 2-1　ソフトウェア・ツール

統合開発環境	項目	バージョン
CS+	ルネサス エレクトロニクス製　CS+ for CC	V8.10.00
	ルネサス エレクトロニクス製 RL78 ファミリ用 C コンパイラ CC-RL	V1.12.01
	ルネサス エレクトロニクス製 構造化アセンブラ　DSPASM	V1.04.02
	ルネサス エレクトロニクス製 RL78 スマート・コンフィグレータ	V1.08.00

表 2-2　ハードウェア・ツール

ボード/ エミュレータ	項目
ボード	ルネサス エレクトロニクス製　RL78/G24　Fast Prototyping Board
エミュレータ注 1	ルネサス エレクトロニクス製　E2 エミュレータ Lite
	ルネサス エレクトロニクス製　E2 エミュレータ

注 1. デバッガと RL78/G24 Fast Prototyping Board を COM Port 接続する場合、エミュレータは必要ありません。

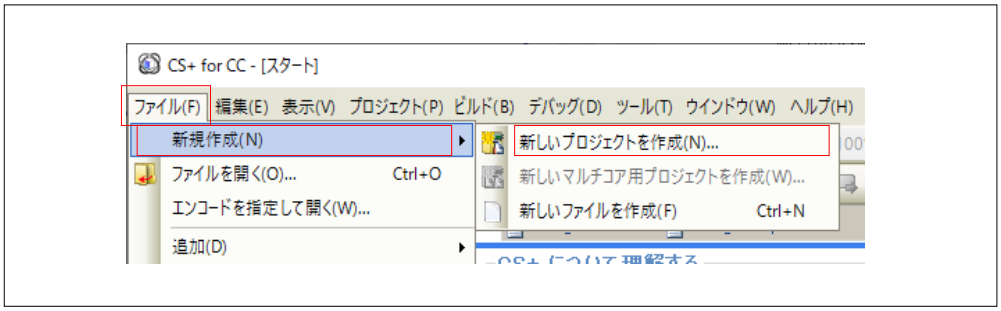
2.2　プロジェクトの作成

使用するマイクロコントローラに RL78/G24 製品を選択し、プログラムのプロジェクトを作成します。

手順

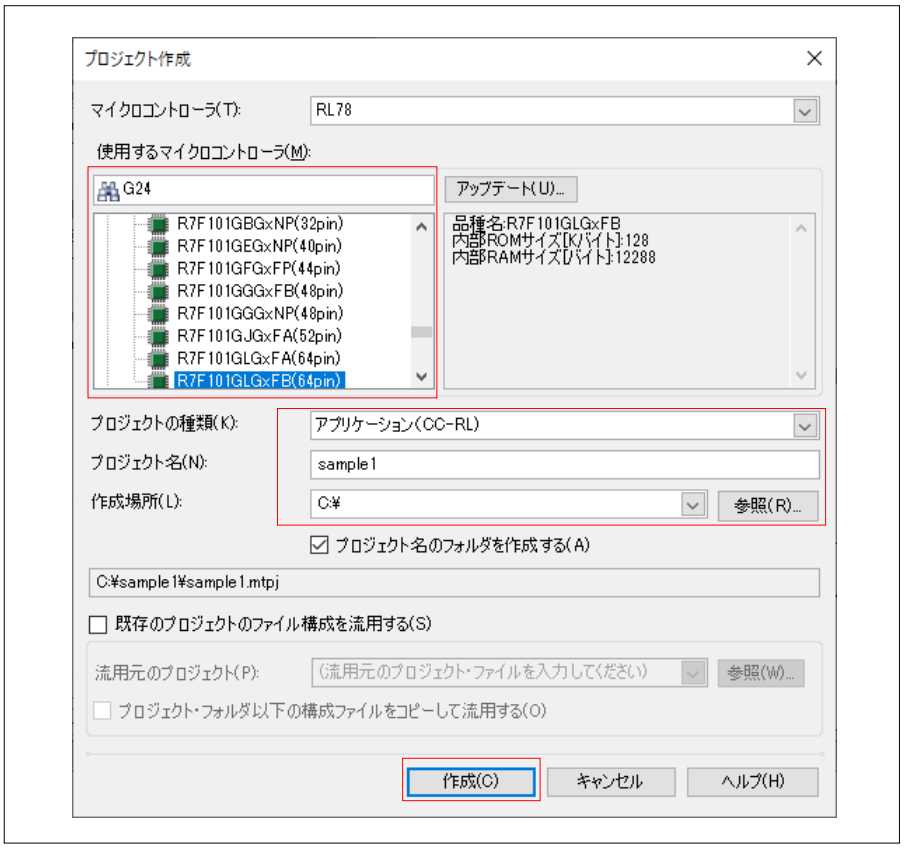
1. CS+を起動します。
2. CS＋の「ファイル」メニュー→「新規作成」→「新しいプロジェクトを作成」を選択します。

図 2-1　「ファイル」メニュー→「新規作成」→「新しいプロジェクトを作成」



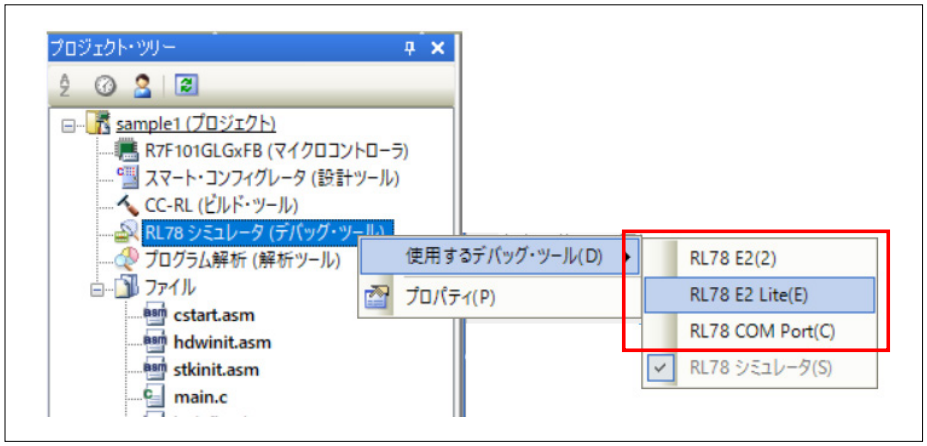
3. 「プロジェクト作成」ダイアログで、使用する RL78/G24 のデバイスの選択とプロジェクト名を指定し、「作成」をクリックします。

図 2-2　プロジェクト作成ダイアログ



プロジェクト作成後、使用するデバッグ・ツールを変更してください。2.3 FAA プログラムの追加 で、スマート・コンフィグレータ（SC）がデバッグ・ツールの一部のオプションを設定するため、あらかじめ使用するデバッグ・ツールを選択しておきます。

図 2-3　デバッグ・ツールの選択



2.3　FAA プログラムの追加

スマート・コンフィグレータ（SC）から FAA のプログラム（ライブラリまたはテンプレート）をプロジェクトへ追加します。

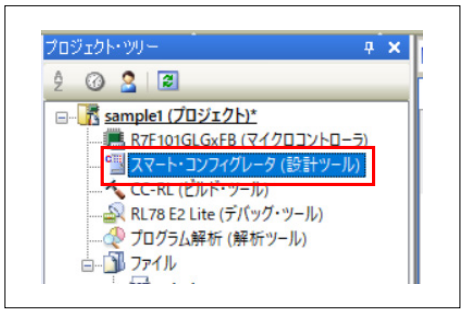
本ガイドでは、SC の FAA コンポーネントの追加と、CPU のプログラムで最低限設定が必要な「クロック」、「システム」、「電源検出回路」の設定のみを説明します。その他の周辺機能はシステムに合わせて適宜設定してください。

2.3.1　FAA コンポーネントの追加

手順

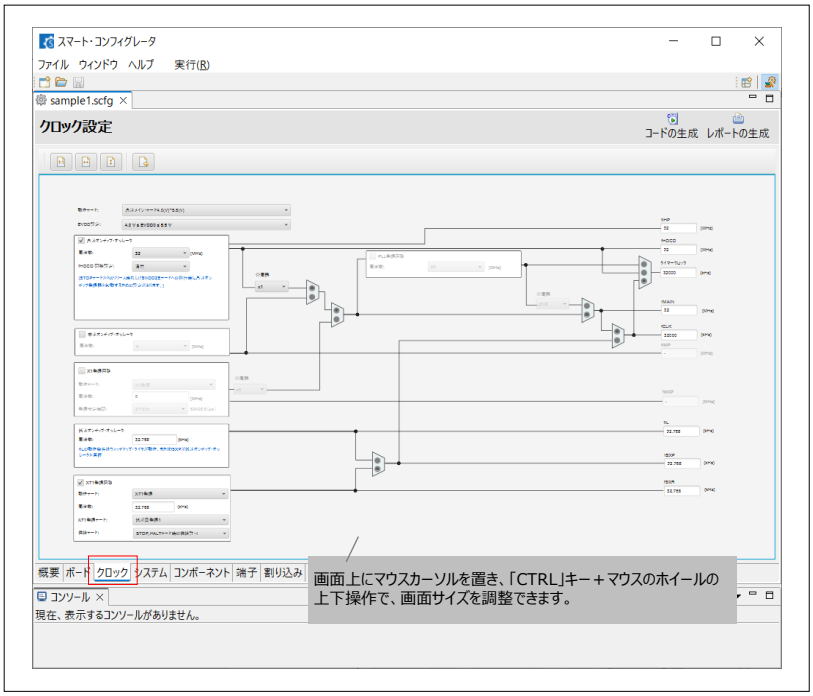
1. CS+のプロジェクト・ツリーで、「スマート・コンフィグレータ(設計ツール)」をダブルクリックします。スマート・コンフィグレータが起動します。

図 2-4　スマート・コンフィグレータの起動



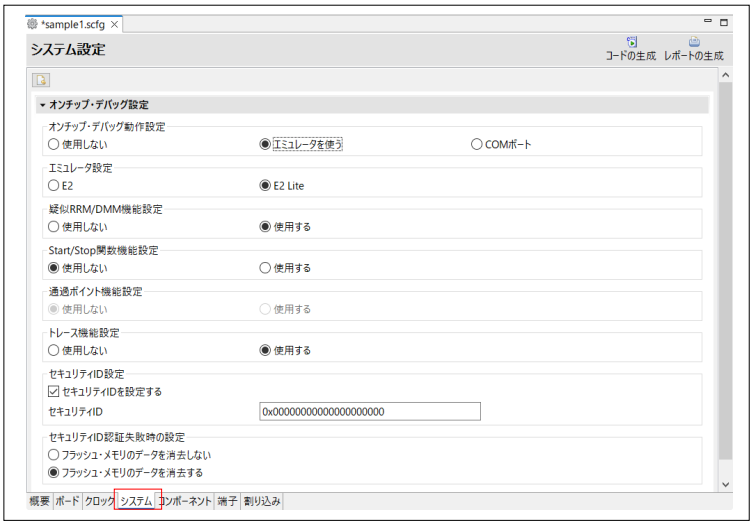
2. スマート・コンフィグレータ(SC)で、「クロック」をクリックします。システムに合わせて各種クロック、動作モードを設定します。

図 2-5　スマート・コンフィグレータ　「クロック」タブ



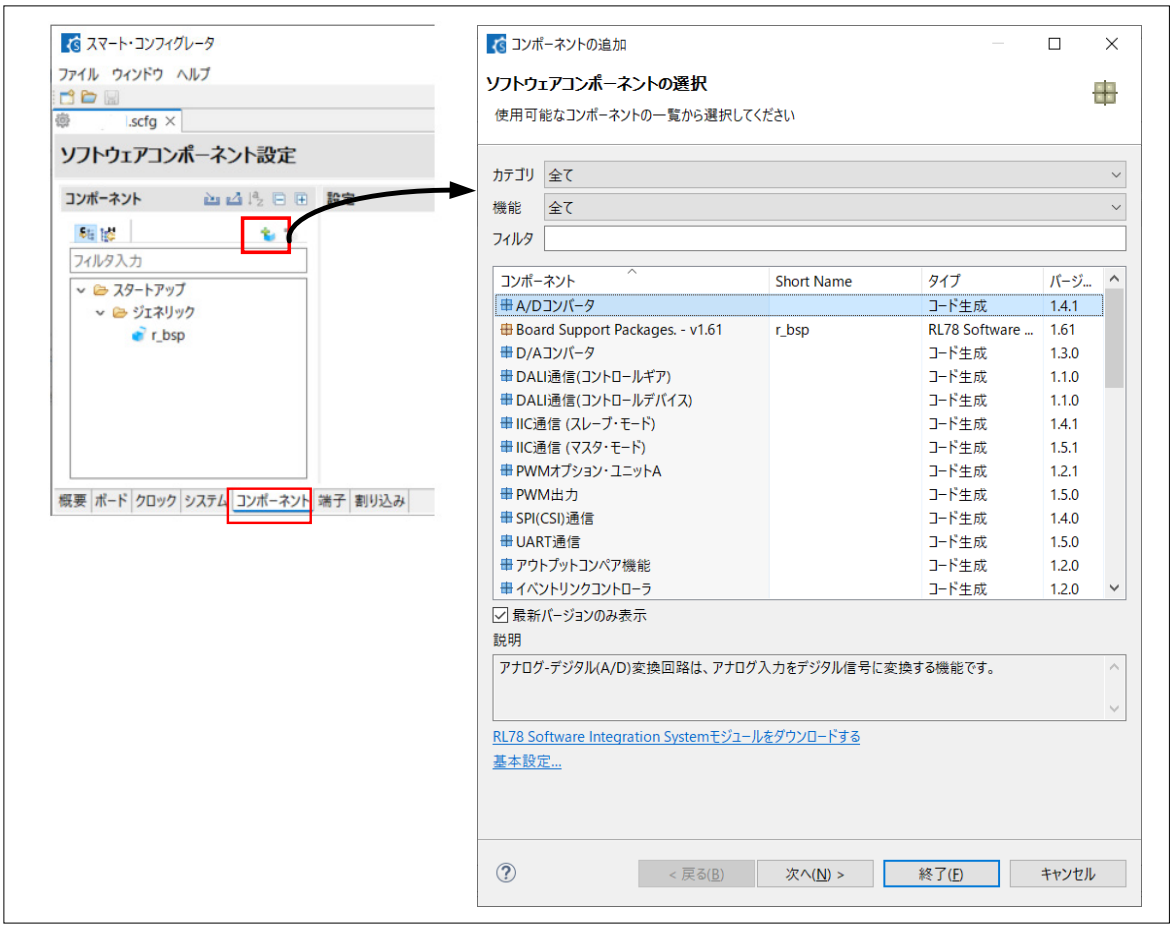
3. 「システム」をクリックします。「システム」タブで、使用するデバッグ・ツール、機能、セキュリティ ID を設定します。

図 2-6　スマート・コンフィグレータ「システム」タブ



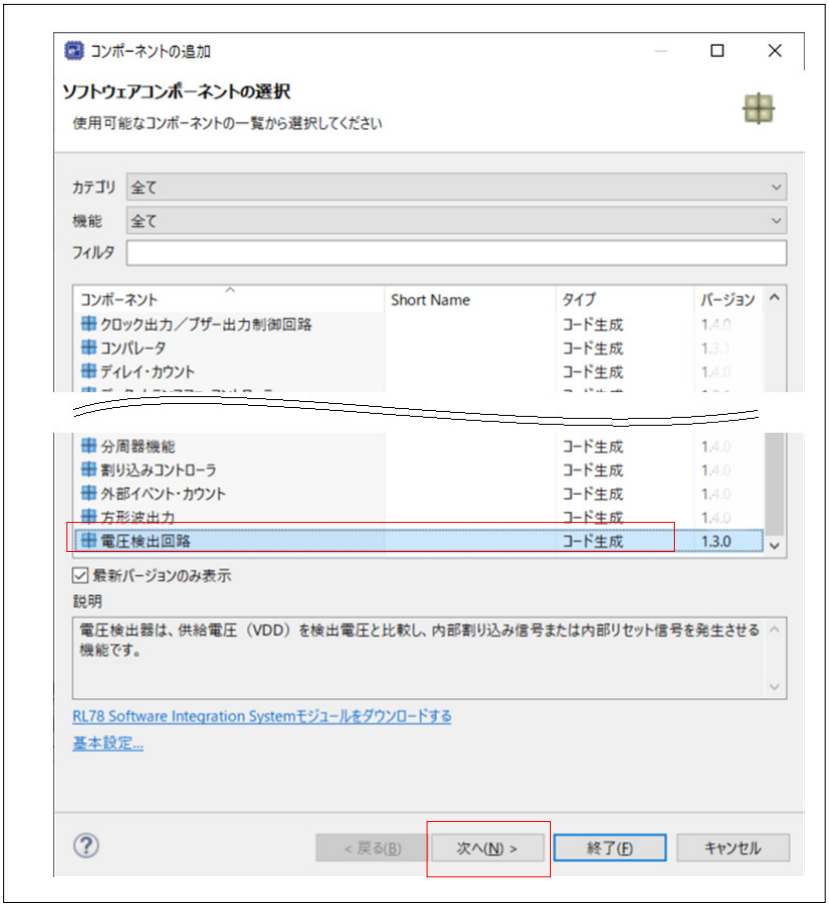
4. 「コンポーネント」をクリックします。次に「コンポーネントの追加」をクリックします。「コンポーネントの追加」ダイアログが表示されます。

図 2-7　スマート・コンフィグレータ「コンポーネント」タブ



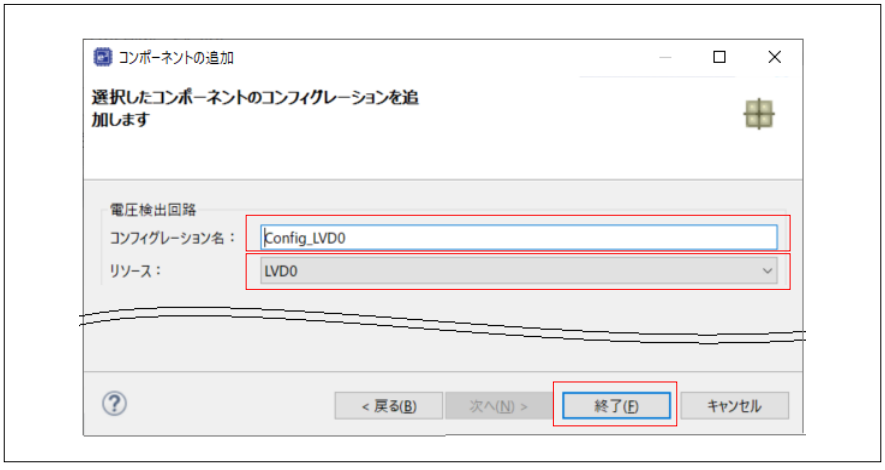
5. 「コンポーネントの追加」ダイアログで、「電圧検出回路」を選択し、「次へ」をクリックします。

図 2-8　「電圧検出回路」の選択



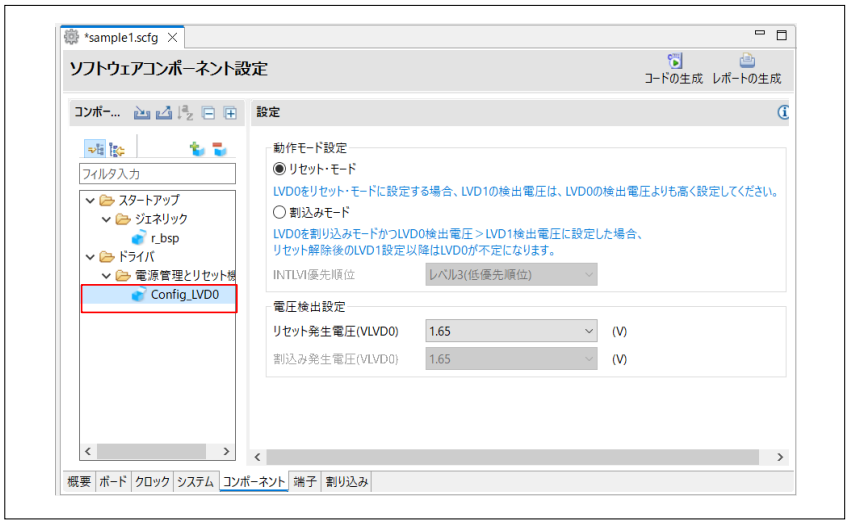
6. 「リソース」で、「LVD0」を選択します。また、コンフィグレーション名を確認し、「終了」をクリックします。（コンフィグレーション名は任意の名前に変更できます。）

図 2-9　リソース選択とコンフィグレーション名の確認（電圧検出回路）



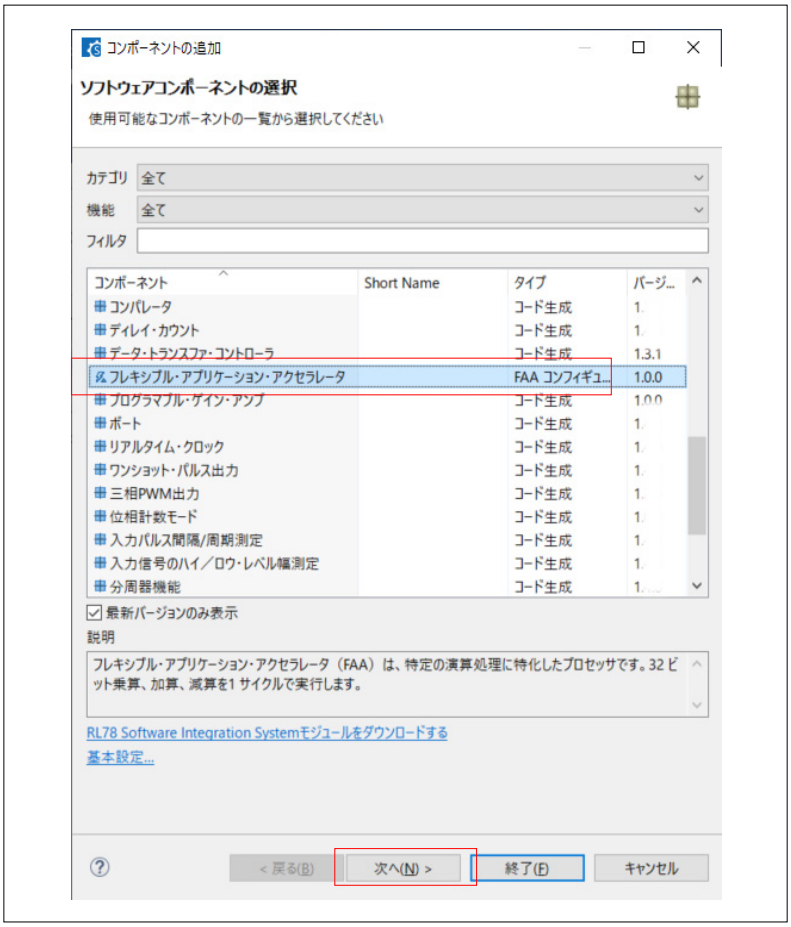
7. 使用するコンポーネントのツリーに電圧検出回路が追加されます。設定画面で、システムに合わせて電圧検出回路を設定します。

図 2-10　スマート・コンフィグレータ　「電圧検出回路」設定画面



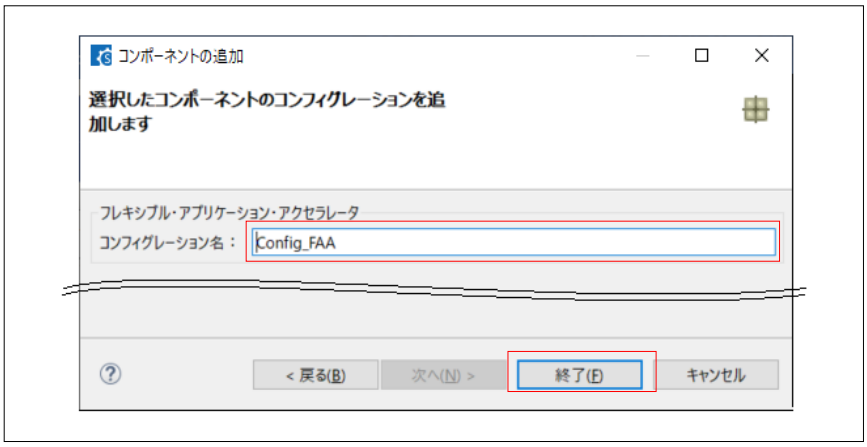
8. 再度「コンポーネントの追加」ダイアログを開き、「フレキシブル・アプリケーション・アクセラレータ」を選択し、「次へ」をクリックします。

図 2-11　「フレキシブル・アプリケーション・アクセラレータ」の選択



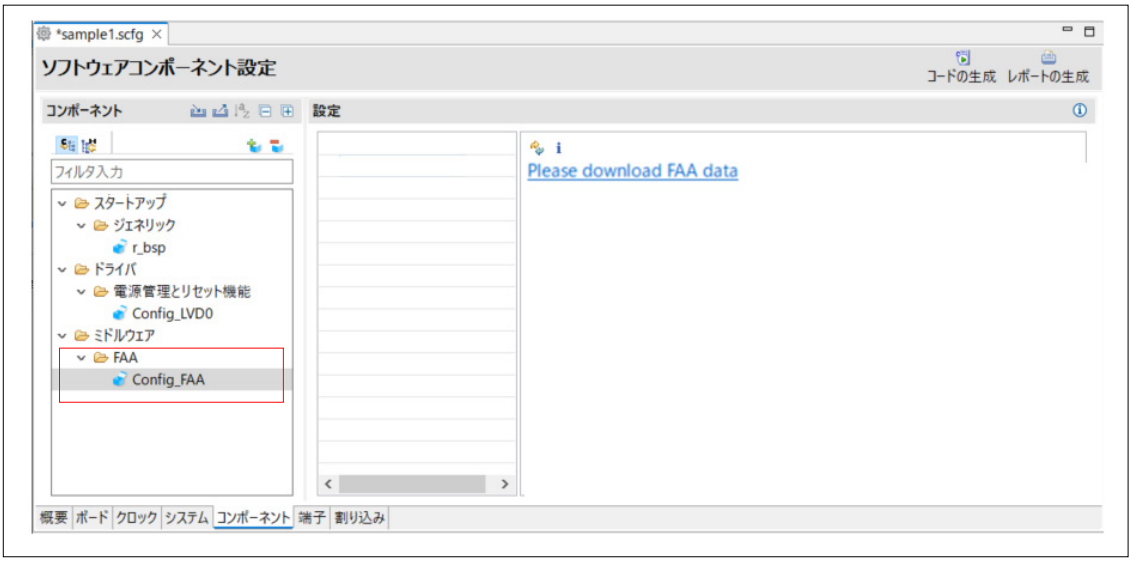
9. コンフィグレーション名を確認し、「終了」をクリックします。（コンフィグレーション名は任意の名前に変更できます。）

図 2-12　コンフィグレーション名の確認（フレキシブル・アプリケーション・アクセラレータ）



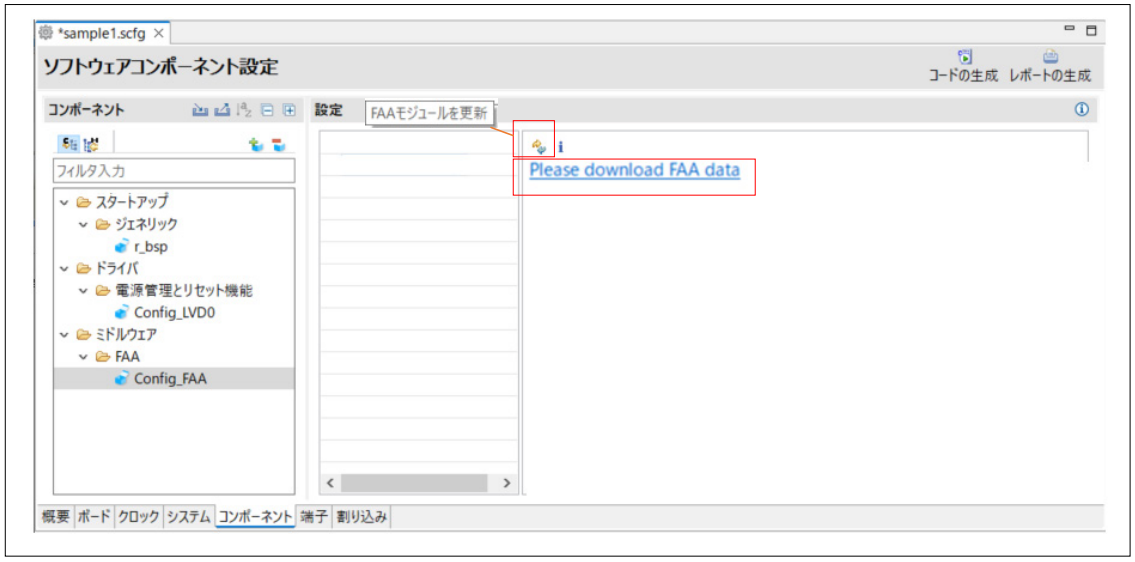
10. 使用するコンポーネントのツリーに FAA が追加されます。

図 2-13　FAA（フレキシブル・アプリケーション・アクセラレータ）コンポーネントの追加



11. FAA コンポーネントを初めて使用する場合、FAA ライブラリまたはテンプレートをスマート・コンフィグレータ専用のサーバからダウンロードする必要があります。ダウンロードするために「FAA モジュールを更新」または「Please download FAA data」をクリックします。（「FAA モジュールを更新」は、新規 FAA ライブラリや最新バージョンの確認・取得時にも利用してください。）

図 2-14　FAA モジュール（ライブラリ）を更新／ダウンロード



12. ダウンロードするライブラリを選択し、「ダウンロード」をクリックします。続いて表示される「免責事項」ダイアログで、「Accept」をクリックします。

図 2-15　FAA モジュール（ライブラリ）のダウンロード

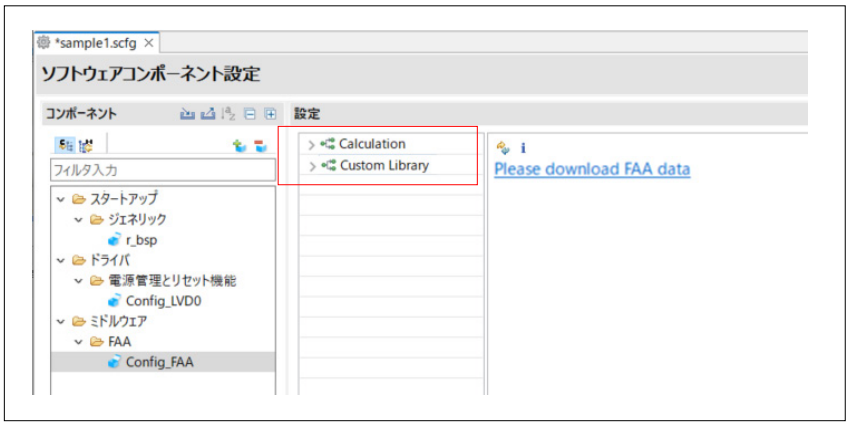
備考：実際のダウンロード画面で表示される内容と異なります。

表 2-3　FAA ライブラリ

タイトル	概要
RL78/G24 Common FAA Module	1.3.2 FAA のプログラムとデータの転送 に記載の FAA のプログラムとデータの転送ルーチンです。 FAA ライブラリ／テンプレートを使用する場合、必ずダウンロードします。
Custom FAA Library	FAA プログラムを記載するテンプレートです。
その他	各種機能の FAA ライブラリです。

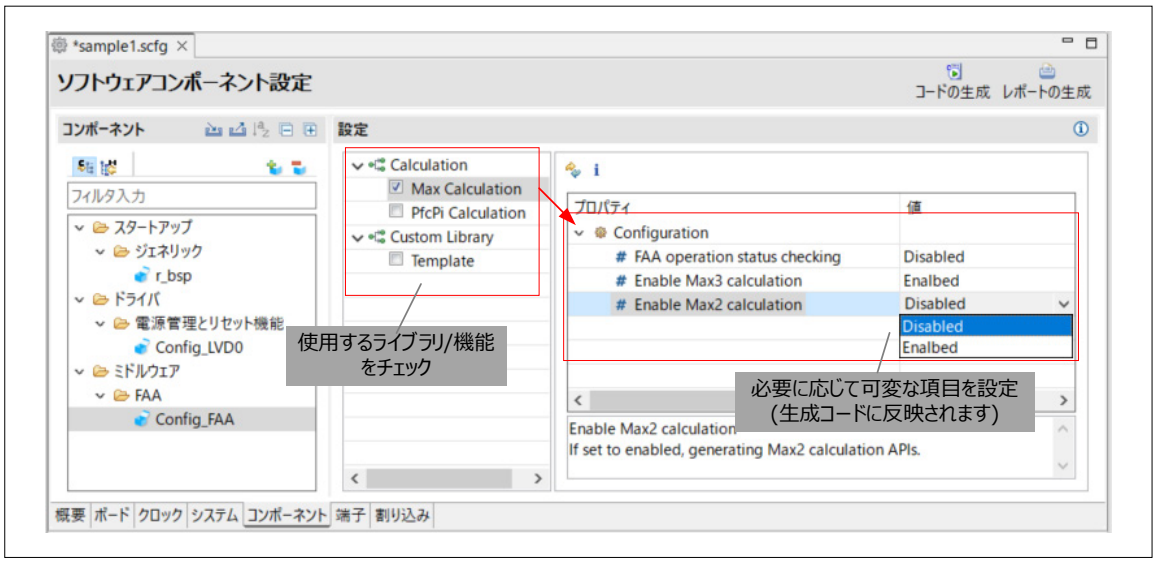
13. ダウンロードしたライブラリが追加されます。（RL78/G24 Common FAA Module は表示されません。）

図 2-16　FAA ライブラリの追加



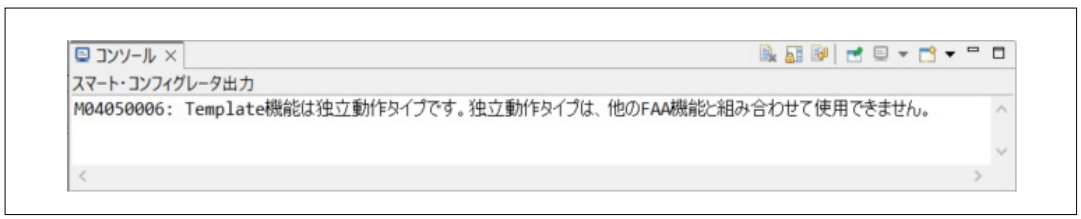
14. ダウンロードしたライブラリのうち、実際に使用するライブラリ／機能をチェックします。チェックした機能のプロパティで、設定項目がある場合は適宜設定します。

図 2-17　FAA ライブラリの選択・設定



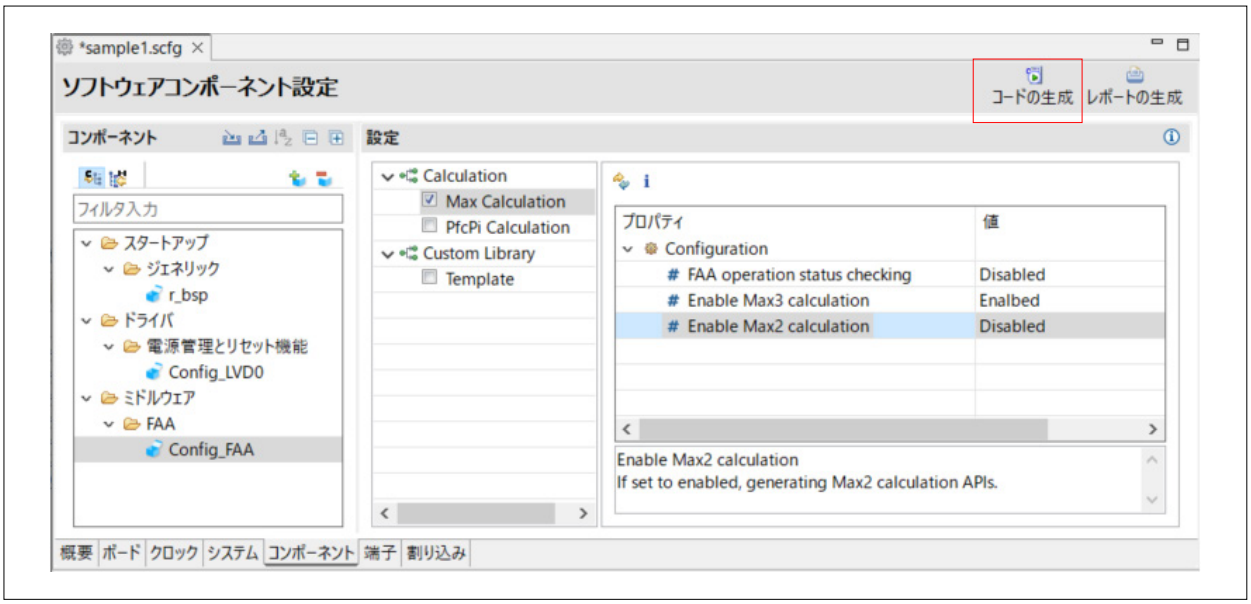
備考：ライブラリ／機能は、他と組み合わせて使用可能なタイプ（サブプロセッサ型）と組み合わせ使用不可のタイプ（独立型）があります。独立型と他のライブラリ／機能を同時に使用しないでください。独立型を選択後に他のライブラリ／機能を選択すると、「コンソール」タブに下記のようなメッセージが表示されます。

図 2-18　ワーニング



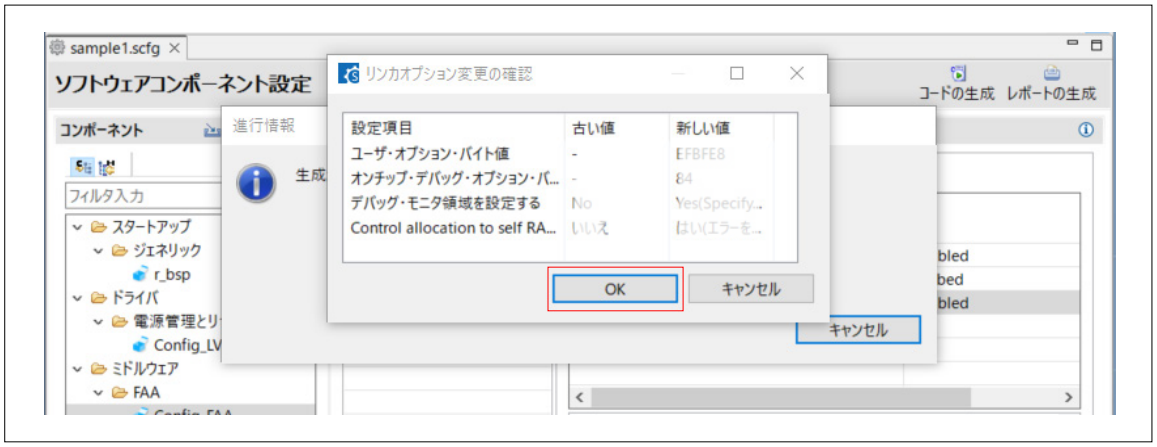
15. 「コードの生成」をクリックし、FAA ライブラリおよび追加した周辺機能のソースファイルを生成します。

図 2-19　コード生成



16. 「リンカオプション変更の確認」ダイアログが表示された場合、「OK」をクリックします。

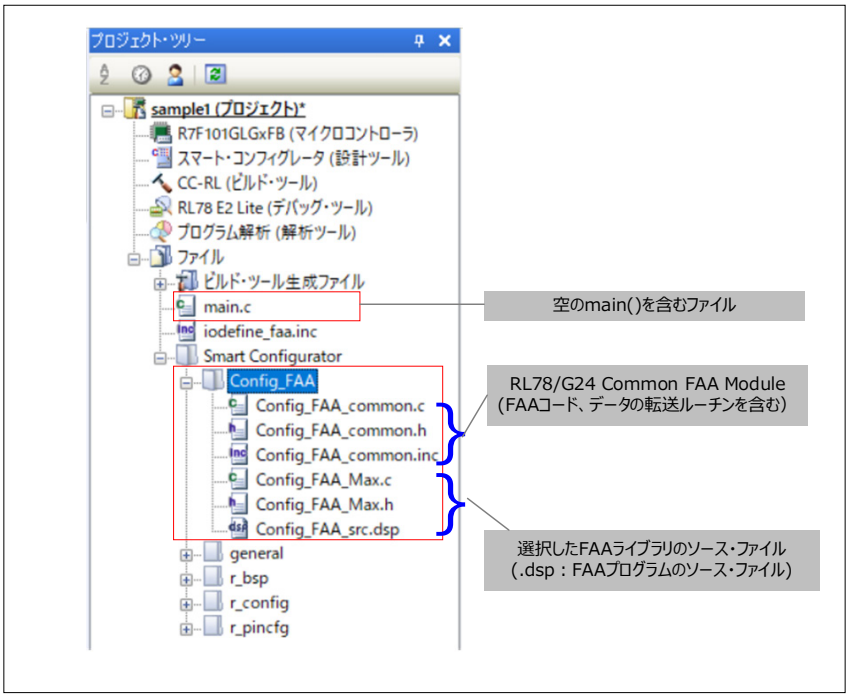
図 2-20　「リンカオプション変更の確認」ダイアログ



備考. スマート・コンフィグレータ（SC）の「クロック」、「システム」、「電圧検出回路」（LVD0）で設定した一部項目の内容は、ビルド・ツール（CC-RL）のリンカオプションの設定に反映されます。

17. FAA ライブラリおよび追加した周辺機能のソースファイルが生成されプロジェクトに登録されます。FAA ライブラリのソースファイルについて以下に示します。

図 2-21　FAA ライブラリのソースファイル



備考. 上記赤枠以外のファイルについては、RL78 スマート・コンフィグレータ ユーザーガイド: CS+編（R20AN0580）を参照してください。

18. FAA を制御する関数が FAA ライブラリのソースファイル内に定義されています。CPU プログラムでこれらの関数をコールし FAA を動作させます。システムに合わせて CPU プログラムを作成してください。

2.3.2　FAA ライブラリの構成概要

FAA ライブラリのファイル構成の概要について以下に示します。

表 2-4　FAA ライブラリ構成概要

ライブラリ名	構成ファイル	説明
RL78/G24 Common FAA Module	<Config_FAA>_common.c <Config_FAA>_common.h	転送処理、FAA 制御用共通関数を定義。転送処理は、SC が生成する周辺機能の初期化関数（R_Systeminit）内で実行されるため、ユーザプログラムでコールする必要はありません。
	<Config_FAA>_common.inc	FAA 用の SFR を定義
Custom FAA Library	<Config_FAA>_src.dsp	FAA ソースファイルのテンプレート
その他	<Config_FAA>_XXX.c / asm / s <Config_FAA>_XXX.h /inc <Config_FAA>_src.dsp	各種機能の FAA ライブラリ 各ライブラリのドキュメントを参照してください。

- <Config_FAA>は、手順 9 で設定したコンフィグレーション名です。
- XXX は、各ライブラリにより異なります。
- 各種機能の FAA ライブラリおよびテンプレート（Custom FAA ライブラリ）で提供する FAA ソースファイル（.dsp）では、コードセクション名を FAACODE,データセクション名を FAADATA で定義しています。

・ Custom FAA Library を使用時、テンプレートにユーザコードおよびデータを追記してください。テンプレートのままでビルドをするとエラーとなります。

2.4 ビルド・ツールのオプション設定

ビルドの前に、FAA プログラムのビルドに必要なビルド・ツールのオプションの設定をします。一部のオプションは、2.3.1 FAA コンポーネントの追加 で、スマート・コンフィグレータ（SC）が設定します。表 2-5 の「SC による設定」で「設定しない」と記載されているオプションを手動で設定してください。また、本章で説明のないビルド・ツールのオプションについては、必要に応じて適宜設定してください。

ビルド・ツールのプロパティ表示方法：
プロジェクト・ツリー パネルにおいてビルド・ツール・ノードを選択したのち、「表示」メニュー→「プロパティ」を選択、またはコンテキスト・メニュー→［プロパティ］を選択

表 2-5 に FAA プログラムのビルドに必要なビルド・ツールのオプションを示します。

表 2-5　ビルド・ツールの設定オプション

タブ	大項目	小項目	設定内容	SC による設定
FAA アセンブル･オプション	プリプロセス	テキスト･マクロの識別方法	Exact(-macro_identify exact)	設定する
リンク・オプション	セクション	セクションを自動的に配置する	はい(-AUTO_SECTION_LAYOUT) または、 いいえ	設定しない
		セクションの開始アドレス	FAACODE,FAADATA/XXXX XXXX（0x なしの 16 進数）はコード・フラッシュ・メモリの D8H 番地以降の偶数番地を指定	設定しない
		ROM から RAM へマップするセクション	FAACODE=FAACODER FAADATA=FAADATAR	設定する
		FAA メモリ領域を自動的に割り当てる	はい または、 はい（FAA メモリ領域をまたいでセクションを自動配置する）注 2	設定する 注 1

注 1. SC は「はい」を設定します。

注 2. ユーザプログラム（CPU のプログラム）で使用する RAM サイズが 2304 バイト（RAM 上の FAA コード領域より前のユーザ RAM 領域）より大きい場合は、手動で「はい（FAA メモリ領域をまたいでセクションを自動配置する）」に設定してください。
また、「はい（FAA メモリ領域をまたいでセクションを自動配置する）」を指定した場合、「セクションを自動的に配置する」で「いいえ」を設定しても無視されます。

2.4.1　FAA アセンブル・オプション

図 2-22　FAA アセンブル・オプション

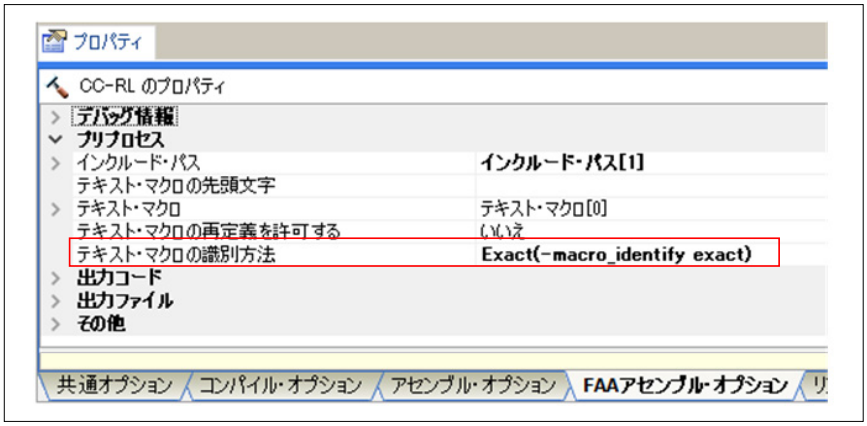


表 2-6　FAA アセンブル・オプション　設定内容の概要

大項目	小項目	概要
プリプロセス	テキスト・マクロの制御方法	「Exact(-macro_identify exact)」を設定します。 FAA ソースファイル内のテキスト・マクロを置換時に、トークン単位で行います。Exact を指定しないと、置き換え対象となる識別子が、他の識別子の一部に含まれている場合でも置き換えが行われます。

2.4.2　リンク・オプション

図 2-23　リンク・オプション

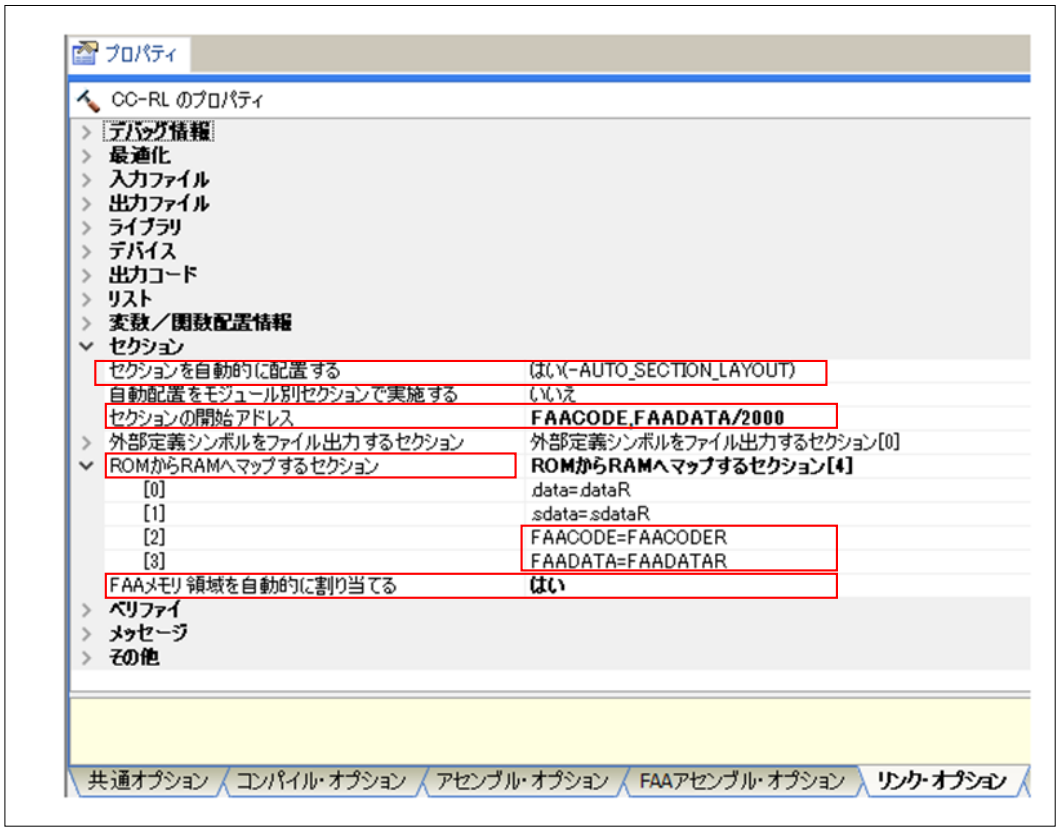


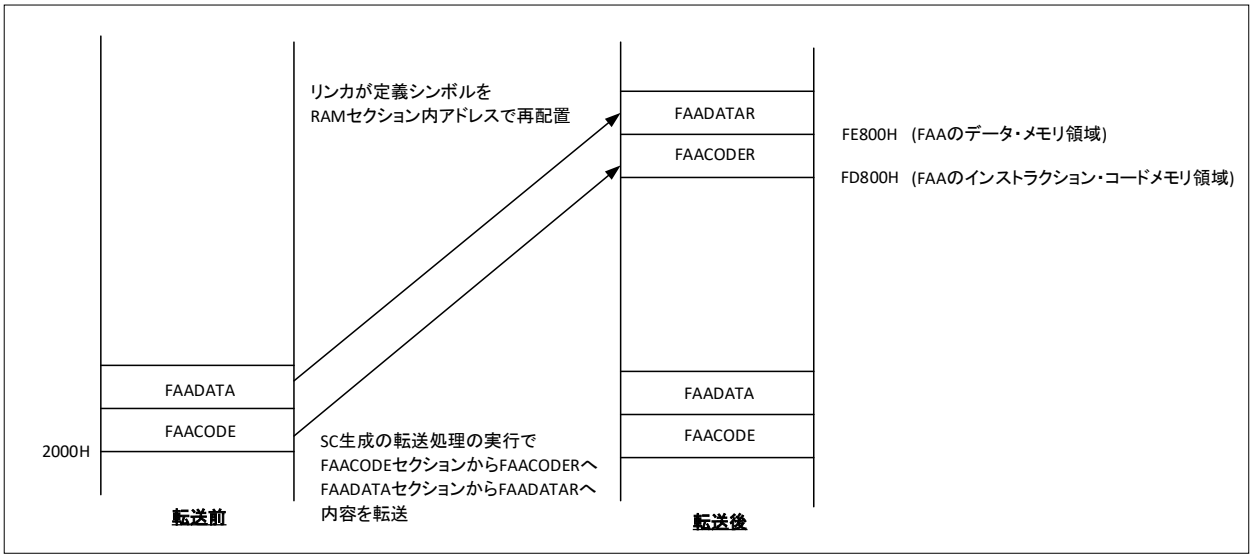
表 2-7　リンク・オプション　設定内容の概要（1/2）

大項目	小項目	概要
セクション	セクションを自動的に配置する	「はい(-AUTO_SECTION_LAYOUT)」に設定します。 デバイス・ファイルの情報からセクションが自動的に配置されます。 「いいえ」を選択時は、「セクションの開始アドレス」でプログラムで使用する各セクションのアドレスを指定する必要があります。
	セクションの開始アドレス	FAACODE,FAADATA/アドレス を設定します。 FAA のプログラムとデータを格納するコード・フラッシュ・メモリのアドレスを指定します。スマート・コンフィグレータ（SC）が生成する FAA プログラムのファイル（ライブラリ／テンプレート）では、FAA のプログラムのセクション名は FAACODE、データのセクション名は FAADATA で定義されているため、FAACODE、FAADATA を指定します。 また、FAA のプログラムとデータをインストラクション・コード・メモリおよびデータ・メモリへ転送する処理（SC 生成の Config_FAA_Common_c 内）は、2 バイト単位で転送を行っています。そのため FAACODE と FAADATA は、2 バイト境界にアラインする必要があります。D8H 以降の偶数番地を指定します。（例では 2000H 番地以降に配置）

表 2-8　リンク・オプション　設定内容の概要（2/2）

大項目	小項目	概要
セクション	ROM から RAM へマッピングするセクション	FAACODE＝FAACODER、FAADATA=FAADATAR を設定します。 コード・フラッシュ・メモリに配置されている FAA プログラムとデータの定義シンボルを、内蔵 RAM（インストラクション・コード・メモリ、データ・メモリ）に再配置します。再配置をしないと、FAA のプログラムとデータのシンボルのアドレスがコード・フラッシュ・メモリ領域のままとなり、デバッグ時にシンボル情報を正しく扱えません。 左辺は、コード・フラッシュ・メモリに配置された FAA のプログラムとデータのセクションを指定します。右辺は転送先の RAM のセクションを指定します。 FAA のプログラムとデータをインストラクション・コード・メモリおよびデータ・メモリへ転送する処理（SC 生成の Config_FAA_Common_c 内）では、転送先の RAM セクションを FAACODER,FAADATAR としたコードとなっているため、右辺は FAACODER、FAADATAR を指定します。
	FAA メモリ領域を自動的に割り当てる	「はい」を設定します。 内蔵 RAM の FAA 専用領域を確保します。FAA インストラクション・コード・メモリ領域（FD800H-FE7FFH）およびデータ・メモリ領域（FE800H-FEFFFH）に、CPU プログラムの変数を配置しないようにします。

図 2-24　転送処理前後の配置イメージ例



2.4.3　プログラムのビルド

FAA プログラムのビルドに必要なビルド・ツールのオプションを設定後、ビルドを行います。ビルドの実行にはいくつかの方法があります。ここでは 2 つの方法を示します。

- ✓　CS+の「ビルド」メニュー→「ビルド・プロジェクト」を選択する。（図 2-25）
- ✓　CS+のビルド・ツールバー上のビルドボタンをクリックする。（図 2-26）

図 2-25　「ビルド」メニュー

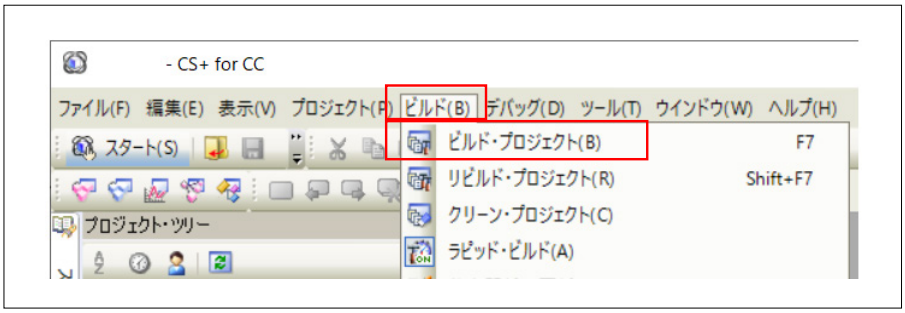
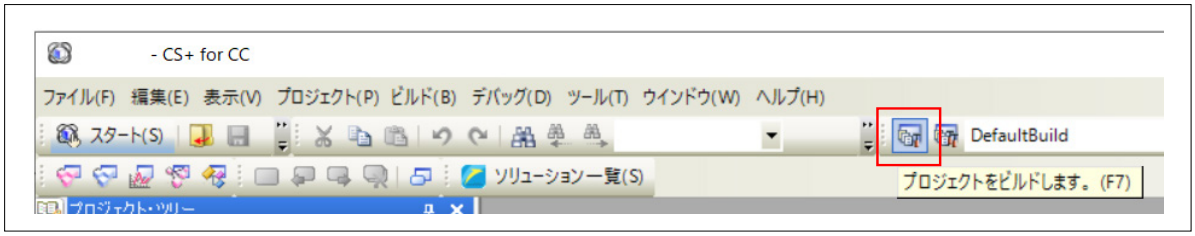


図 2-26　ビルド・ツールバー



2.5　デバッグ・ツールのオプション設定

実行可能なオブジェクトを RL78/G24 Fast Prototyping Board へダウンロードする前に、FAA プログラムのデバッグに必要なデバッグ・ツールのオプションの設定をします。一部のオプションは、2.3.1 FAA コンポーネントの追加 で、スマート・コンフィグレータ（SC）が設定します。表 2-9 の「SC による設定」で「設定しない」と記載されているオプションを手動で設定してください。また、本章で説明のないデバッグ・ツールのオプションについては、必要に応じて適宜設定してください。

必要なオプションを設定後、オブジェクトのダウンロードを行います。

デバッグ・ツールのプロパティ表示方法：

プロジェクト・ツリー パネルにおいてデバッグ・ツール・ノードを選択したのち、「表示」メニュー→「プロパティ」を選択、またはコンテキスト・メニュー→［プロパティ］を選択

表 2-9 に FAA プログラムのデバッグに必要なデバッグ・ツールのオプションを示します。

表 2-9　デバッグ・ツールの設定オプション

タブ	大項目	小項目	設定内容	SC による設定
接続用設定	FAA	FAA をデバッグする	はい	設定する
デバッグ・ツール設定	メモリ	FAA メモリ空間（n） （n= 1~4）	インストラクション･コード空間 またはデータ空間	設定しない
	ブレーク	停止時に FAA を停止する	いいえ または はい	設定しない
ダウンロード・ファイル設定	ダウンロード	FAA ソース内で定義したコード・セクション名	FAACODER	設定する
		FAA ソース内で定義したデータ・セクション名	FAADATAR	設定する

2.5.1　接続用設定

図 2-27　接続用設定

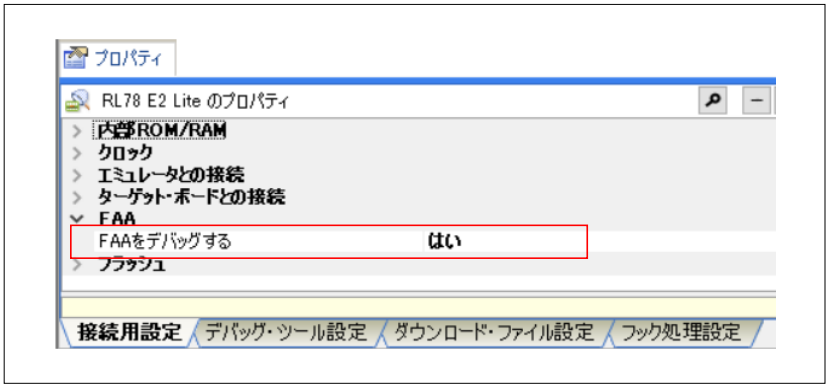


表 2-10　接続用設定　設定内容の概要

大項目	小項目	概要
FAA	FAA をデバッグする	「はい」を設定します。 デバッガで FAA プログラムのソースデバッグを可能にします。

2.5.2　デバッグ・ツール設定

図 2-28　デバッグ・ツール設定

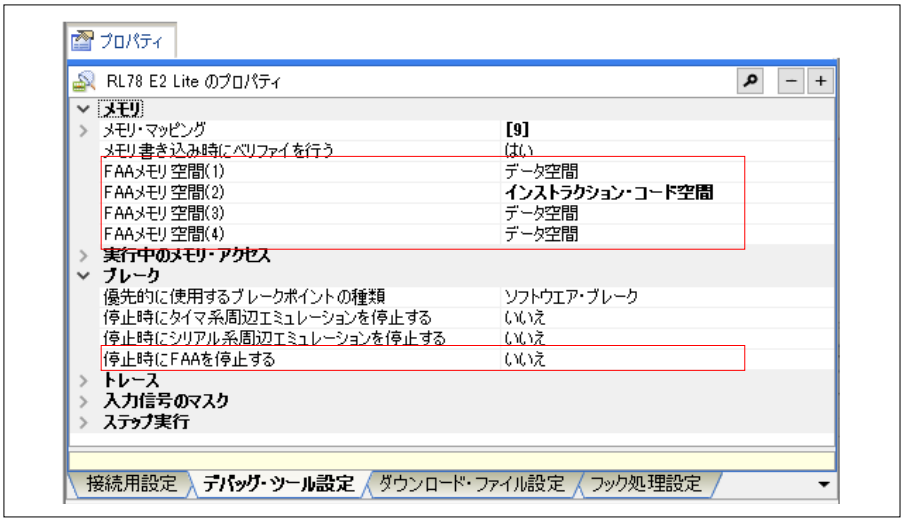


表 2-11　デバッグ・ツール設定　設定内容の概要

大項目	小項目	概要
メモリ	FAA メモリ空間(n) （n=1~4）	FAA メモリ空間(n)に対応させる FAA の空間を設定します。 デバッガでは、ウォッチパネルとメモリパネルをそれぞれ最大４個まで表示できます。 FAA プログラムがデバッグ対象時に、ここで設定した空間が各パネルで表示されます。
ブレーク	停止時に FAA を停止する	「はい」または「いいえ」を設定します。 デバッグ対象が CPU のとき、CPU のプログラムを停止ボタンで停止した際、FAA のプログラムも停止するかどうか選択します。

2.5.3　ダウンロード・ファイル設定

図 2-29　ダウンロード・ファイル設定

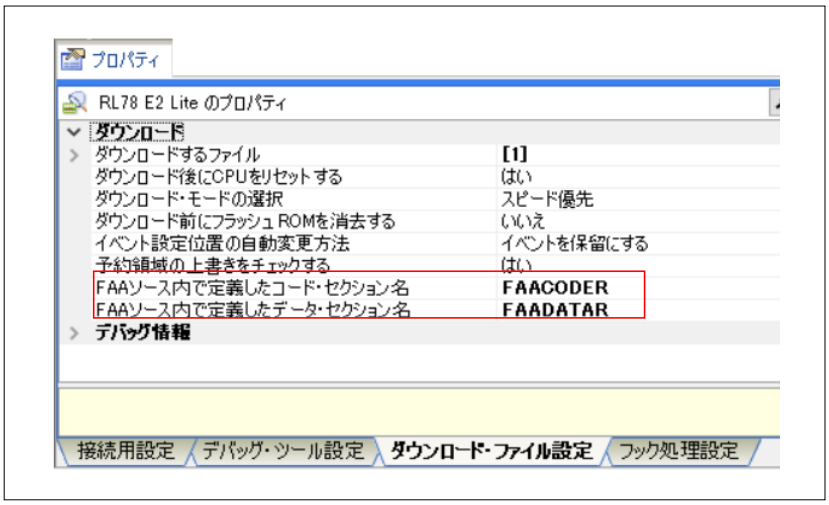


表 2-12　ダウンロード・ファイル設定　設定内容の概要

大項目	小項目	概要
ダウンロード	FAA ソース内で定義したコード・セクション名	FAACODER を設定します。 スマート・コンフィグレータ（SC）で生成する FAA プログラムのファイル（ライブラリ／テンプレート）では、コードセクション名は FAACODE で定義していますが、RAM 領域に再配置するセクション名 FAACODER を指定します。 参考：リンク・オプションの「ROM から RAM へマップするセクション」
	FAA ソース内で定義したデータ・セクション名	FAADATAR を設定します。 スマート・コンフィグレータ（SC）で生成する FAA プログラムのファイル（ライブラリ／テンプレート）では、データセクション名は FAADATA で定義していますが､RAM 領域に再配置するセクション名 FAADATAR を指定します。 参考：リンク・オプションの「ROM から RAM へマップするセクション」

2.5.4　プログラムのダウンロード

FAA プログラムのデバッグに必要なデバッグ・ツールのオプションを設定後、PC と RL78/G24 Fast Prototyping Board を接続し、オブジェクトをダウンロードします。ダウンロードにはいくつかの方法があります。ここでは 2 つの方法を示します。

- ✓　CS+の「デバッグ」メニュー→「デバッグ・ツールへダウンロード」を選択する。（図 2-30）
- ✓　CS+のデバッグ・ツールバー上のダウンロードボタンをクリックする。（図 2-31）

注意 1.　デバッグ・ツールにエミュレータを使用する場合、ダウンロード前にデバッグ・ツールの「接続用設定」タブの「ターゲット・ボードとの接続」で、ボードへの電源供給を確認してください。

注意 2.　オブジェクトをダウンロードしただけでは、FAA プログラムはインストラクション・コード・メモリに配置されません。CPU プログラムで、FAA のプログラムとデータをコード・フラッシュ・メモリからインストラクション・コード・メモリ、データ・メモリへ転送する必要があります。スマート・コンフィグレータ（SC）の FAA コンポーネントを使用することで、転送処理の関数が生成され main 関数実行前の初期化ルーチンで転送が行われます。

図 2-30　「デバッグ」メニュー

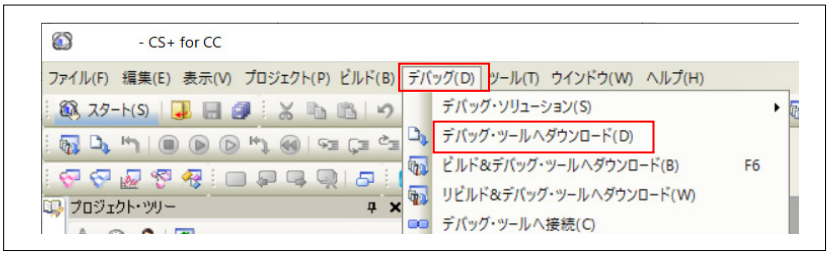
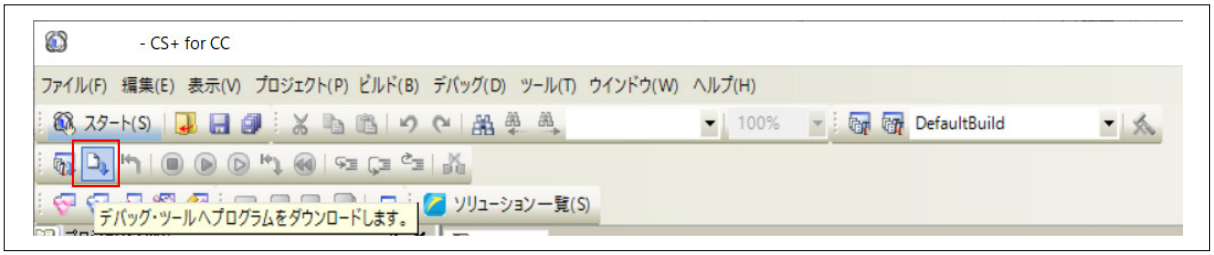


図 2-31　デバッグ・ツールバー



2.6　FAA プログラムのデバッグ

2.6.1　デバッグ対象

RL78/G24 のプログラムをデバッグする場合、デバッグ対象を CPU とするか、FAA とするか選択します。選択は、以下のいずれかの方法で選択します。

- ✓　CS+の「表示」メニュー→「デバッグ・マネージャ」を選択し、デバッグ・マネージャをオープンします。デバッグ・マネージャ上でデバッグ対象を選択する。（図 2-32）
- ✓　CS+のステータス・バー上でデバッグ対象を選択する。（図 2-33）

図 2-32　デバッグ・マネージャの表示

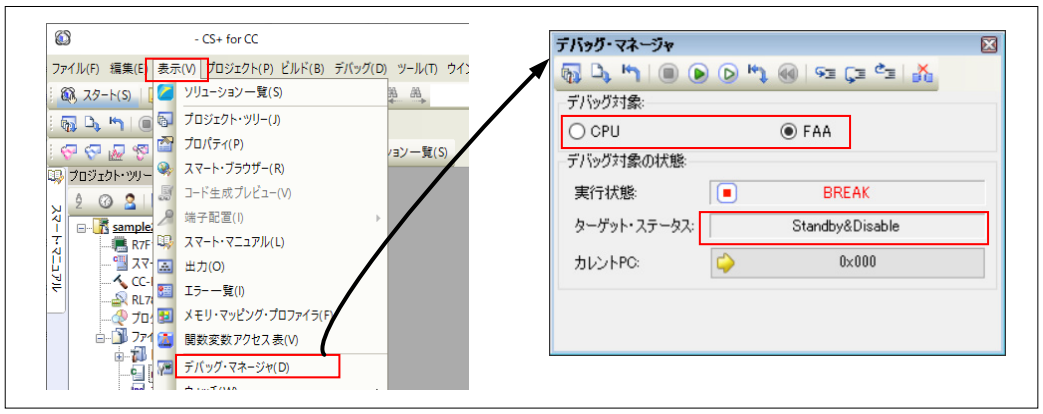


図 2-33　ステータス・バー

デバッグ対象のソースファイルのみにアドレス・エリアにアドレス情報が表示され、ソースレベルでステップ実行等のデバッグ操作を行うことができます。

デバッグ対象の変更は、以下の状態で可能です。

表 2-13　デバッグ対象の変更

現在の デバッグ対象	状態	CPU から FAA へ 変更	FAA から CPU へ 変更
CPU	CPU プログラム停止中	可	―
CPU	CPU プログラム実行中	不可	―
FAA	FAA プログラム停止中	―	可
FAA	FAA プログラム実行中	―	可

また、デバッグ・マネージャ／ステータス・バー上には、デバッグ対象の CPU／FAA の状態が表示されます。FAA がデバッグ対象時、FAA の状態として以下があります。同時に複数の状態になっている場合は“&”で区切ってステータスが表示されます。

表 2-14　FAA のステータス

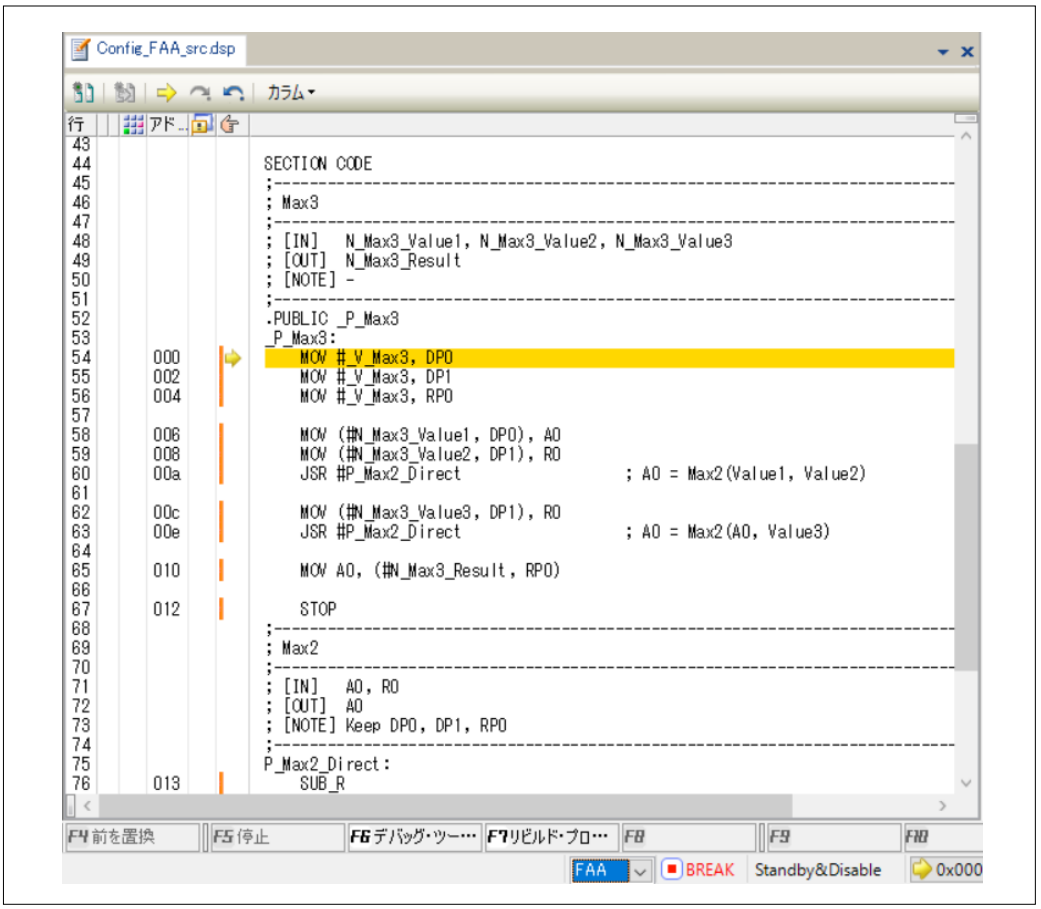
ステータス表示	FAA の状態
Standby	FAA にクロックが供給されていない（FAAEN ビット= 0）
Disable	FAA 動作禁止（ENB ビット= 0）
Sleep	FAA が低消費電力モード (SLP ビット= 1 かつ EXE ビット= 0)

2.6.2　ソース表示

デバッグ対象に FAA を選択後、FAA プログラムを記述したソースファイル（.dsp）をエディタパネルで表示すると、アドレス・エリアにアドレス情報が表示され、FAA ソースレベルでステップ実行等のデバッグ操作を行うことができます。

アドレス・エリアに表示されるアドレスは、FAA のインストラクション・コード・メモリ空間のアドレスです。デバッグ対象が CPU の場合、FAA ソースア・ファイルのアドレス・エリアにアドレスは表示されません。

図 2-34　FAA ソースファイル表示



2.6.3　実行／停止

デバッグ対象に FAA を選択時、FAA ソースデバッグが可能となります。FAA プログラムの実行／停止にはいくつかの方法があります。ここでは 3 つの方法を示します。

- ✓ CS+の「デバッグ」メニュー→「実行」／「停止」を選択する。（図 2-35）
- ✓ CS+のデバッグ・ツールバー上の実行／停止ボタンをクリックする。（図 2-36）
- ✓ デバッグ・マネージャ パネルのデバッグ・ツールバー上の実行／停止ボタンをクリックする。（図 2-37）

図 2-35　「デバッグ」メニュー

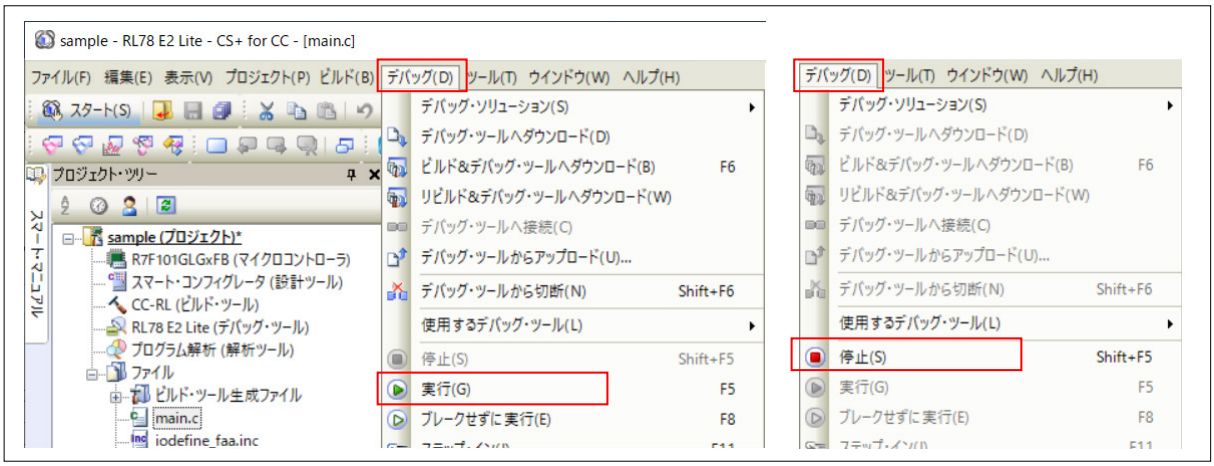


図 2-36　デバッグ・ツールバー

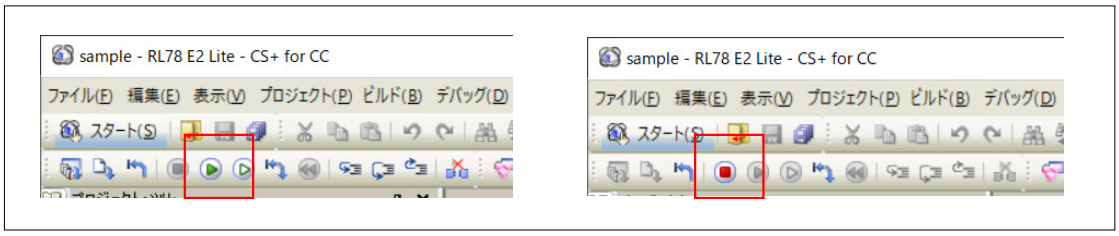
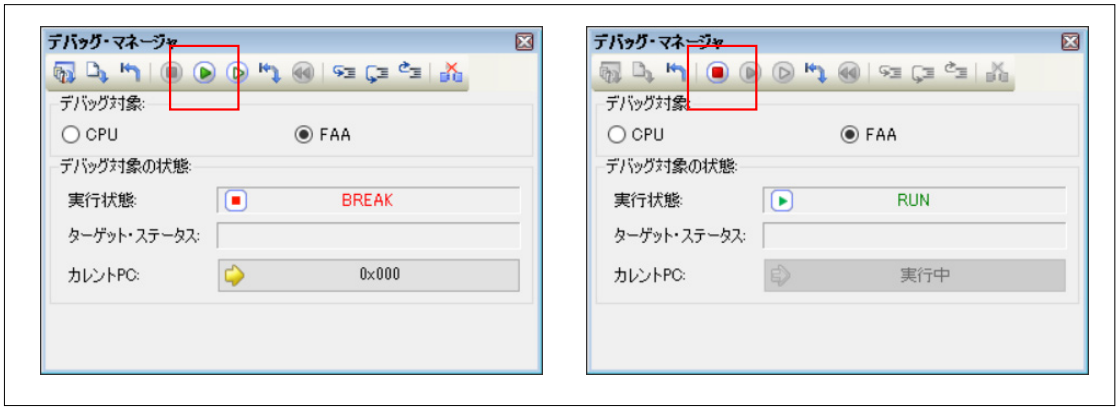


図 2-37　デバッグ・マネージャ



FAA プログラムの制御は次のとおりです。

- ✓ FAA のステータスが Standby、または Disable の場合はプログラム実行を開始できません。また、ステップ実行等、他のデバッグ操作もできません。FAA ライブラリを使用時は、各 FAA ライブラリで提供される Start 関数（FAAEN＝1、ENB＝ 1 を実行）をコールすることで、FAA プログラムを実行できます。
- ✓ FAA がデバッグ対象時にプログラムの実行／停止操作を行った場合、FAA プログラムのみを実行／停止します。CPU プログラムは同期して実行／停止しません。ただし、デバッグ・ツールオプションの「デバッグ・ツール設定」タブ→「ブレーク」カテゴリ→「停止時に FAA を停止する」で「はい」を設定した場合、CPU がデバッグ対象時に CPU プログラムを停止する操作を行うと FAA プログラムも停止します。
- ✓ ステップ実行では、FAA のみステップ実行を行います。
- ✓ リセット操作では、FAA に対してソフトウェア・リセットを行います。MCU（CPU＋周辺機能）はリセットされません。デバッグ対象が CPU 時にリセット操作を行うと、MCU および FAA をリセットします。
- ✓ CPU が WIND レジスタを操作するプログラムを実行中は、FAA に対してデバッグ操作を行わないでください。FAA のデバッグ操作によりデバッガが一時的に WIND レジスタを書き換えるため、CPU で実行中のプログラムの動作が不正となる場合があります。

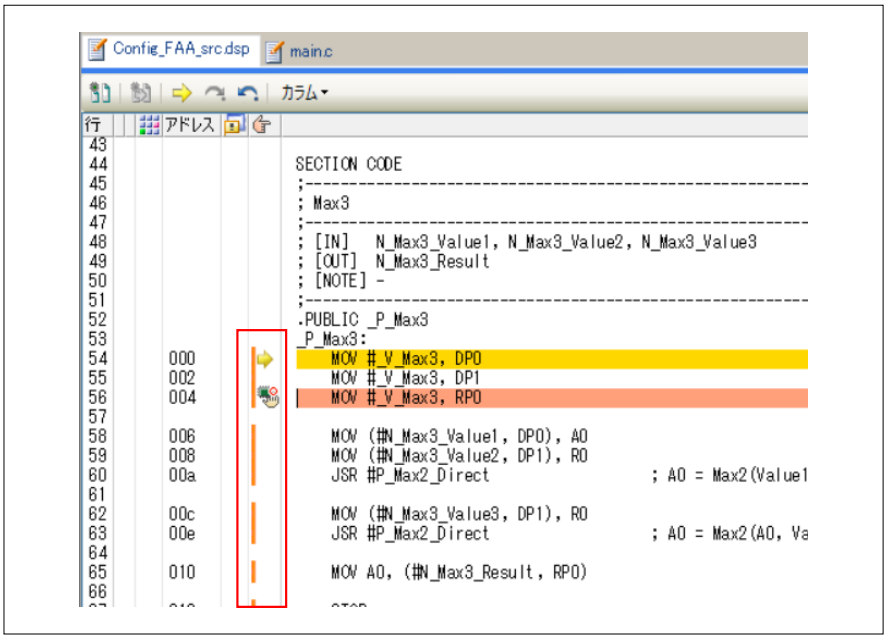
2.6.4　ブレークポイント

デバッグ対象に FAA を選択後、エディタパネルに FAA ソースを表示し、ブレークポイントを設定したい行のメイン・エリア上をクリックすることでブレークポイントを設定します。設定済みのアイコンをクリックするとブレークポイントが解除されます。

FAA プログラムのブレークポイントの制御は次のとおりです。

- ✓ ハードウエア・ブレーク　最大 4 点設定可能です。（実行後ブレーク）
- ✓ FAA がハードウエア・ブレークを検出して停止した場合、CPU は同期して停止しません。

図 2-38　FAA プログラム　ブレークポイントの設定



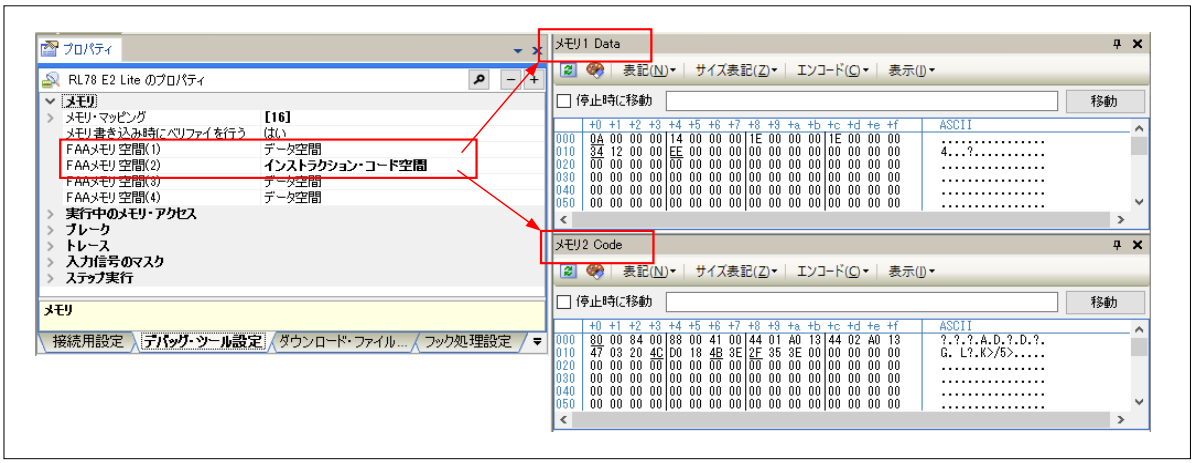
2.6.5　メモリの表示

FAA がデバッグ対象時、メモリパネルに FAA のインストラクション・コード・メモリとデータ・メモリを表示します。

FAA のメモリ表示の制御は次のとおりです。

- ✓ 2.5.2 デバッグ・ツール設定 で指定したメモリパネルに FAA のインストラクション・コード・メモリとデータ・メモリが表示されます。（図 2-39）
- ✓ アドレスは、FAA 空間のアドレスです。
- ✓ デバッグ対象が CPU の場合、2.5.2 デバッグ・ツール設定 での設定によらず、CPU のメモリが表示されます。
- ✓ FAA プログラム実行中の表示更新はできません。
- ✓ FAA のステータスが Disable または Standby の場合、表示内容は不定となります。

図 2-39　メモリパネル



2.6.6　シンボル（ラベル）の表示

FAA がデバッグ対象時、FAA プログラム内で定義したシンボル（ラベル）をウォッチパネルに表示できます。

FAA のウォッチ表示の制御は次のとおりです。

- ✓ FAA のデータは 32 ビット幅ですが、ウォッチパネルにシンボルを登録時、8 ビット幅で表示されます。そのため、サイズ表記を 4 バイトに変更してください。（図 2-40）
- ✓ アドレスは、FAA 空間のアドレスです。
- ✓ ウォッチ式に［即値アドレス］を指定した場合、3.5.2 デバッグ・ツール設定 で指定した空間のアドレスに対応する値を表示します。（図 2-41）
- ✓ デバッグ対象が CPU の時、値の欄は「？」表示となります。
- ✓ FAA のステータスが Standby または Disable の場合、表示内容は不定となります。

備考：シンボルを CPU プログラムから参照可能にするには、FAA プログラム内で"_"で始まる名前で定義し、かつ public 宣言をする必要があります。

図 2-40　ウォッチパネル（シンボルのサイズ変更）

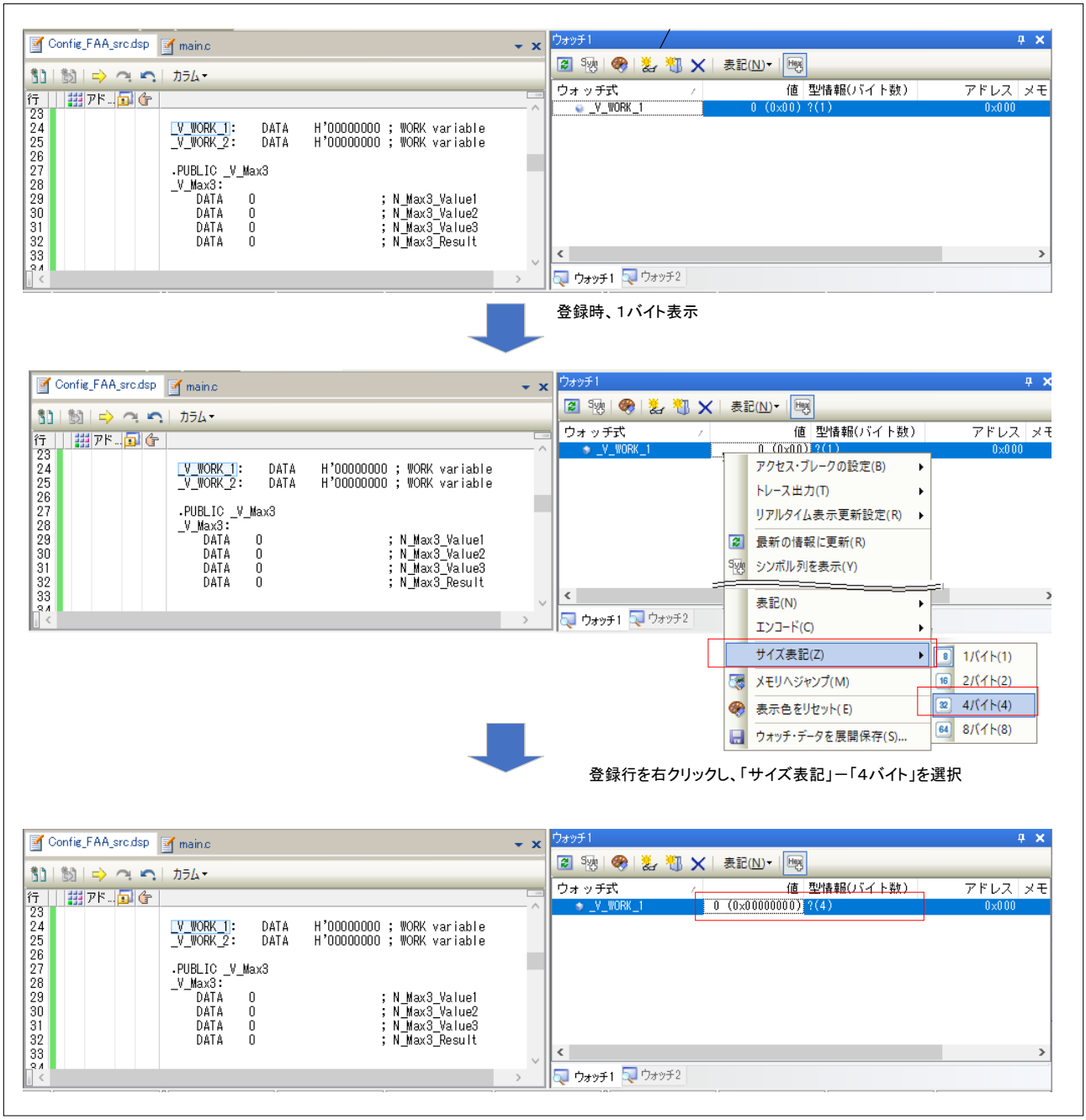
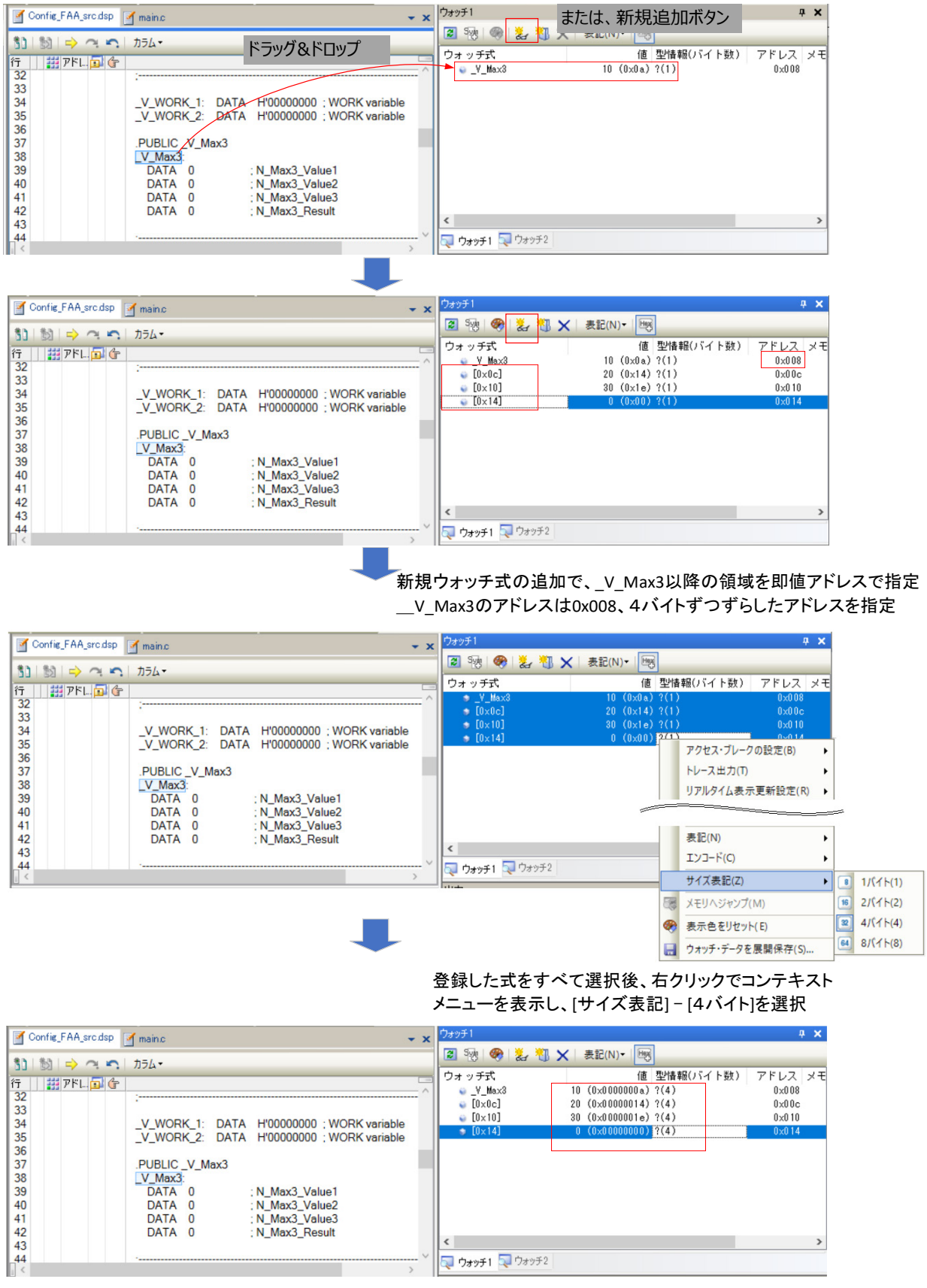


図 2-41　ウォッチパネル（［即値アドレス］指定）

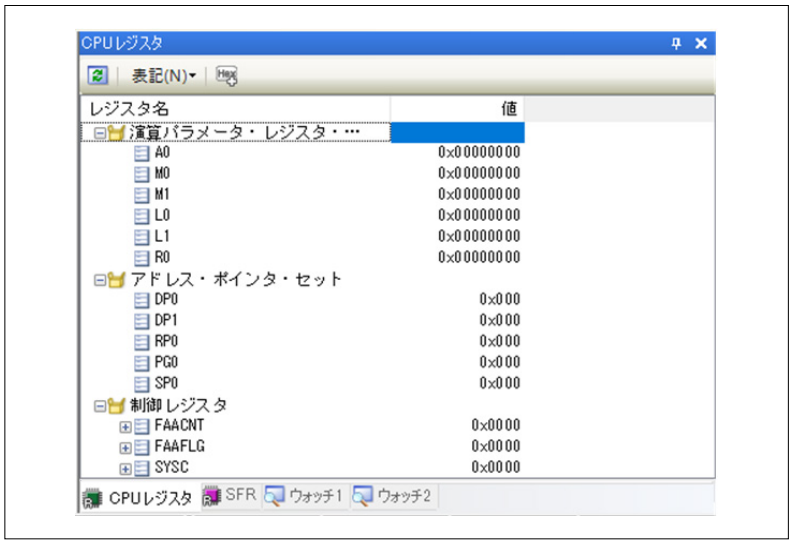


上記の例は、2.5.2 デバッグ・ツール設定 で「FAA メモリ空間(1)」を「データ空間」に指定し、即値アドレスをウォッチパネルに登録した例です。

2.6.7　レジスタ表示

FAA がデバッグ対象時、CPU レジスタパネルに演算パラメータ・レジスタ・セット、アドレス・ポインタ・セット、制御レジスタなどを表示します。

図 2-42　CPU レジスタパネル



2.6.8　SFR 表示

FAA がデバッグ対象時、SFR パネルには FAA がアクセス可能な SFR（Special Function Register）のみを表示します。FAA がアクセス可能な SFR は、2 種類あります。

- ✓ FAA の SFR
  アドレス・バス選択レジスタ（ADBSEL）の設定に影響を受けず、FAA バスを介してアクセス可能なレジスタ
- ✓ 周辺機能の SFR
  アドレス・バス選択レジスタ（ADBSEL）で FAA からのアクセスを選択時、FAA バスを介してアクセス可能なレジスタ

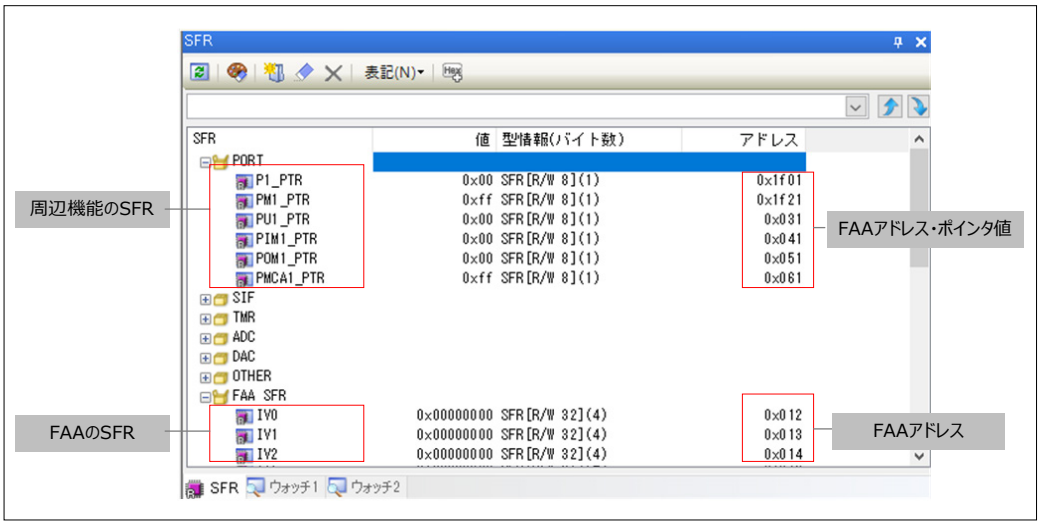
  アクセス方法は 2 通りあります。
  · FAA アドレスによるアクセス
  · FAA・アドレス・ポインタ（FAAAP）を用いたアクセス

  アドレス・バス選択レジスタ（ADBSEL）およびアクセスについては、RL78/G24 ユーザーズマニュアル ハードウェア編（R01UH0961）を参照してください。

FAA の SFR 表示の制御は次のとおりです。

- ✓ FAA の SFR のアドレス欄に表示されるアドレスは FAA アドレスとなります。
- ✓ アドレス・バス選択機能で FAA からのバスアクセス許可をすることでアクセス可能になる周辺機能の SFR は、レジスタ名の末尾に「_PTR」を追加した名前で表示します。
  アドレス欄に表示されるアドレスは、FAA・アドレス・ポインタ（FAAAP レジスタ）でアクセス時に FAAAP レジスタに設定する値です。
- ✓ デバッガは CPU からのバスアクセスで周辺機能の SFR の値を R/W します。そのため、アドレス・バス選択機能で FAA からのバスアクセスに設定されている周辺機能の SFR にはアクセスできないため表示値は不定となります。FAA からのバスアクセスに設定されている周辺機能の SFR の値を表示するには、3.5 サンプルスクリプト仕様 を参照してください。

図 2-43　SFR パネル


SFR
表記(N)
SFR
値 型情報(バイト数)
アドレス
PORT
P1_PTR 0x00 SFR[R/W 8](1) 0x1f01
PM1_PTR 0xff SFR[R/W 8](1) 0x1f21
PU1_PTR 0x00 SFR[R/W 8](1) 0x031
PIM1_PTR 0x00 SFR[R/W 8](1) 0x041
POM1_PTR 0x00 SFR[R/W 8](1) 0x051
PMCA1_PTR 0xff SFR[R/W 8](1) 0x061
SIF
TMR
ADC
DAC
OTHER
FAA SFR
IV0 0x00000000 SFR[R/W 32](4) 0x012
IV1 0x00000000 SFR[R/W 32](4) 0x013
IV2 0x00000000 SFR[R/W 32](4) 0x014
SFR
ウォッチ1
ウォッチ2
周辺機能のSFR
FAAのSFR
FAAアドレス・ポインタ値
FAAアドレス

3.　サンプルプロジェクト

サンプルコードおよびサンプルスクリプトを使用し、FAA プログラムのデバッグ時に CS＋の SFR パネルで周辺機能の SFR の値を表示する方法について説明します。

3.1　サンプルコード仕様

3.1.1　仕様概要

本サンプルコードでは、16 ビット・タイマ KB30（TKB30）を使用し、2 つの PWM 出力を行います。PWM 出力は LED1 と LED2 に接続します。

CPU プログラムで TKB30 の初期設定を行い、TKB30 のタイマ割り込み（INTTKB00）の発生回数をカウントして一定周期（500ms）のタイミングを作り、一定周期で FAA の動作を開始します。

FAA プログラムでは、PWM 出力のデューティ比を変更し LED の輝度を制御します。デューティ比を変更後、動作を停止します。

表 3-1　使用する周辺機能と用途

周辺機能	用途
16 ビット・タイマ KB30（TKB30）	TKBO00 端子と TKBO01 端子から PWM 出力する
フレキシブル・アプリケーション・アクセラレータ（FAA）	TKBO00 端子と TKBO01 端子から出力する PWM 出力のデューティ比を変更する

図 3-1　PWM 出力の動作概要

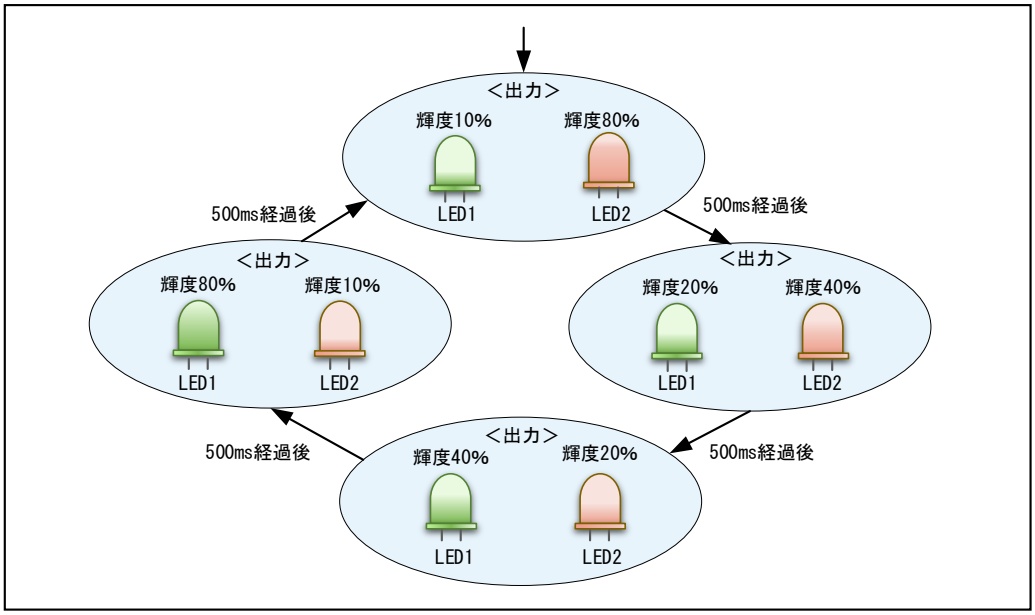


表 3-2　PWM 出力のデューティ比と LED 輝度の関係

デューティ比	輝度
10%	10%
20%	20%
40%	40%
80%	80%

3.1.2　動作概要

本サンプルコードでは、16 ビット・タイマ KB30（TKB30）を単体動作モード（TKBCR00 レジスタによる周期制御）で使用し、P12/TKBO00 と P13/TKBO01 から PWM 出力を行います。

TKB30 の PWM パルス周期を 2ms とし、周期ごとに発生する割り込み（INTTMKB30）を 250 回カウントします。500ms ごとに CPU から FAA を起動し、FAA で PWM 出力のデューティ比を変更します。

1. ［CPU プログラム］デューティ値確認用の変数に、TKBCR01 レジスタ、TKBCR03 レジスタの初期値を格納します。
2. ［CPU プログラム］TKB30 の動作を許可します。
3. ［CPU プログラム］TKB30 の SFR アクセスを FAA バスに設定します。
4. ［CPU プログラム］TKB30 の割り込み（INTTMKB30）が 250 回発生（500ms 経過）するのを待ちます。
5. ［CPU プログラム］タイマ動作開始後、2ms ごとに TKB30 のタイマ割り込み（INTTKB30）が発生します。
6. ［CPU プログラム］TKB30 の割り込み（INTTMKB30）では、割り込みの発生回数をカウントします。
7. ［CPU プログラム］TKB30 の割り込み（INTTMKB30）が 250 回発生（500ms 経過）すると、FAA へクロック供給を許可し、FAA の動作を許可します。
8. ［CPU プログラム］FAA のスタックポインタ、FAA プログラムの開始アドレスを設定し、FAA の動作を開始させます。その後、FAA のプログラム完了を待ちます。
9. ［FAA プログラム］コンペア・レジスタ（TKBCR01）を更新して TKBO00 出力のデューティ比を更新します。また、コンペア・レジスタ（TKBCR03）を更新して TKBO01 出力のデューティ比を更新します。500ms 経過 するごとに、TKBO00 出力のデューティ比は 10%→20%→40%→80%の順に 2 倍ずつ更新され、デューティ比が 80%の後は再び 10%に設定されます。TKBO01 出力のデューティ比は 80%→40%→20%→10%の順に 1/2 倍ずつ更新され、デューティ比が 10%の後は再び 80%に設定されます。
10. ［FAA プログラム］更新したデューティ比（TKBCR01 レジスタ値、TKBCR03 レジスタ値）をグローバル変数に格納し、FAA は動作を停止します。
11. ［CPU プログラム］FAA のプログラム実行が完了すると、FAA へクロック供給を停止し、FAA の動作を禁止します。
12. ［CPU プログラム］デューティ値確認用変数に、更新されたデューティ比（TKBCR01 レジスタ値、TKBCR03 レジスタ値）を格納します。
13. ［CPU プログラム］4 へ戻り、再び TKB30 の割り込み（INTTMKB30）が 250 回発生（500ms 経過）を待ちます。

3.2　動作確認条件

表 3-3　動作確認条件

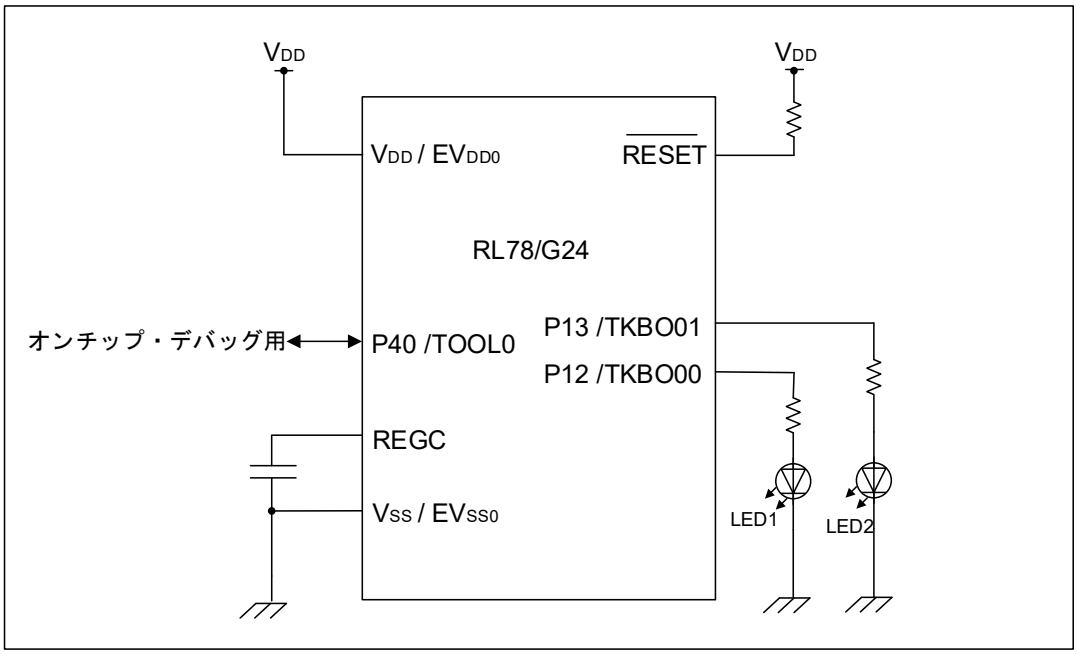
項目	内容
使用マイコン	RL78/G24（R7F101GLG）
動作周波数	・ 高速オンチップ・オシレータ・クロック: 32MHz ・ CPU／周辺ハードウエア・クロック: 32MHz
動作電圧	・ 3.3V（2.7V～5.5V で動作可能） ・ LVD0 動作（VLVD0）：リセット・モード 立ち上がり時 TYP. 2.97V 立ち下がり時 TYP. 2.91V
統合開発環境 (CS+)	ルネサス エレクトロニクス製 CS+ V8.10.00
C コンパイラ (CS+)	ルネサス エレクトロニクス製 CC-RL V1.12.01
スマート・コンフィグレータ (SC)	ルネサス エレクトロニクス製 V1.8.0
ボードサポートパッケージ (BSP)	ルネサス エレクトロニクス製 V1.61
エミュレータ	E2 エミュレータ Lite
使用ボード	RL78/G24 Fast Prototyping Board (RTK7RLG240C00000BJ)

3.3　ハードウェア説明

3.3.1　ハードウェア構成例

本サンプルコードで使用するハードウェア構成例を示します。

図 3-2　ハードウェア構成例



注意 1. この回路イメージは接続の概要を示す為に簡略化しています。実際に回路を作成される場合は、端子処理などを適切に行い、電気的特性を満たすように設計してください（入力専用ポートは個別に抵抗を介して VDD 又は VSS に接続してください）。

注意 2. EVSS で始まる名前の端子がある場合には VSS に、EVDD で始まる名前の端子がある場合には VDD にそれぞれ接続してください。

注意 3. VDD は LVD0 にて設定したリセット解除電圧（VLVD0）以上にしてください。

3.3.2　使用端子

表 3-4 に使用端子と機能を示します。

表 3-4　使用端子と機能

端子名	入出力	内容
P12 / TKBO00	出力	PWM 出力 (LED1 の点灯制御)
P13 / TKBO01	出力	PWM 出力 (LED2 の点灯制御)

注意　本アプリケーションノートは、使用端子のみを端子処理しています。実際に回路を作成される場合は、端子処理などを適切に行い、電気的特性を満たすように設計してください。

3.4　ソフトウェア説明

3.4.1　スマート・コンフィグレータの設定

本サンプルコードにおけるスマート・コンフィグレータ（SC）の設定を示します。スマート・コンフィグレータの設定における各表の項目、設定内容は設定画面の表記で記載しています。

3.4.1.1　クロック設定

本サンプルコードで使用しているクロック設定を以下に示します。

動作モード：高速メイン・モード 2.7(V)~5.5(V)

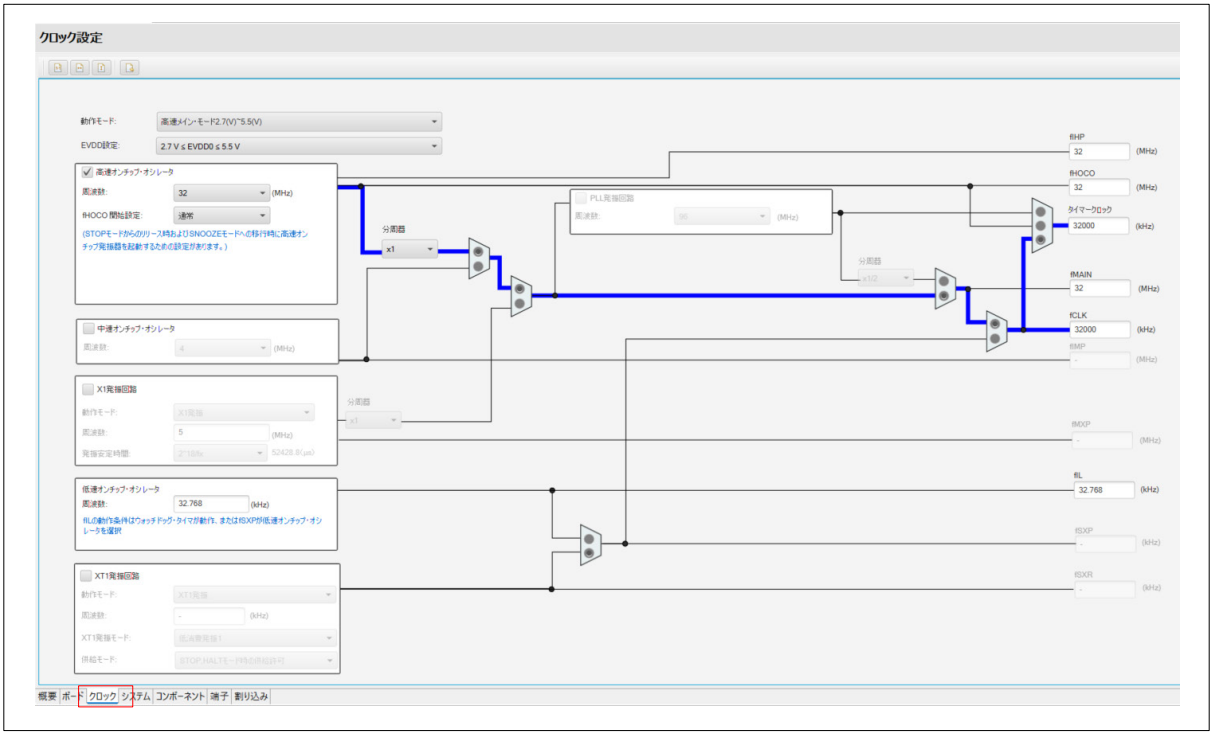
EVDD 設定：2.7 V ≤ EVDD0 ≤ 5.5V

高速オンチップ・オシレータ：32MHz

fCLK：32000kHz

タイマークロック：32000kHz

図 3-3　クロック設定



3.4.1.2　システム設定

本サンプルコードで使用しているシステム設定を以下に示します。

図 3-4　システム設定

3.4.1.3　コンポーネントの設定

本サンプルコードで使用しているコンポーネントの設定を以下に示します。

表 3-5　コンポーネントの設定（LVD0）

項目	内容
コンポーネント	電圧検出回路
コンフィグレーション名	Config_LVD0
リソース	LVD0

図 3-5　LVD0 の設定

表 3-6　コンポーネントの設定（TKB30）

項目	内容
コンポーネント	PWM 出力
動作	単体動作モード（TKBCRn0 レジスタによる周期制御）
コンフィグレーション名	Config_TKB0
リソース	TKB0

図 3-6　TKB30 の設定

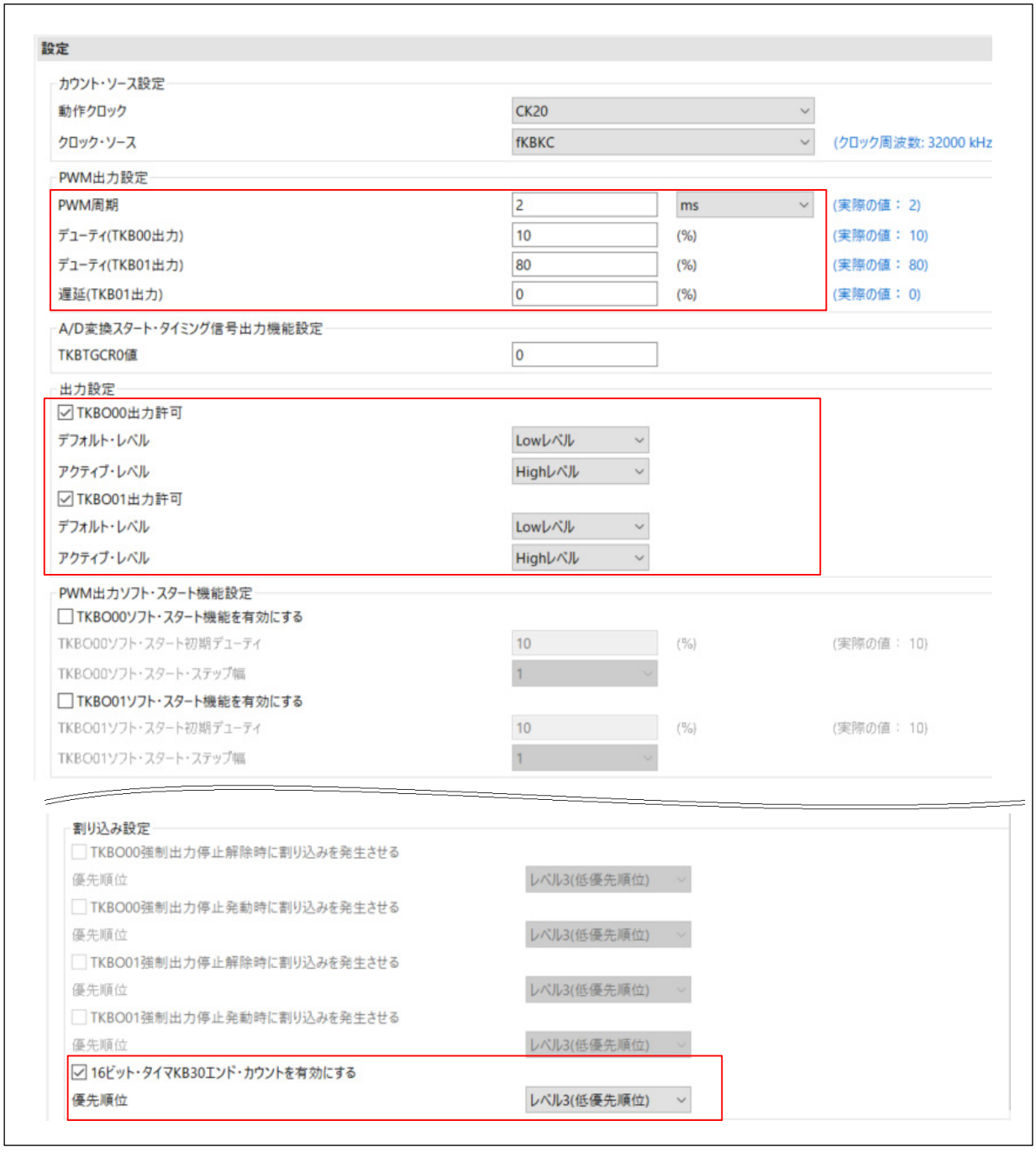
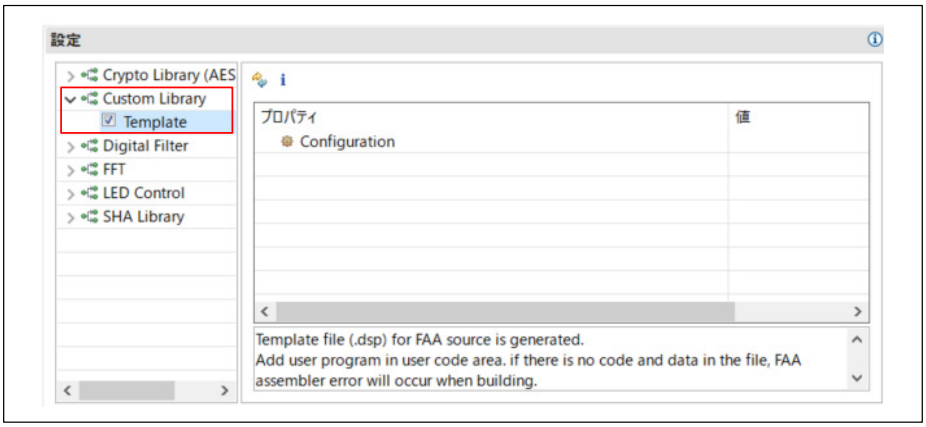


表 3-7　コンポーネントの設定（FAA）

項目	内容
コンポーネント	フレキシブル・アプリケーション・アクセラレータ
コンフィグレーション名	Config_FAA

図 3-7　FAA の設定



備考：サンプルプロジェクトを読み込み後に FAA ライブラリが表示されない場合、2.3.1 FAA コンポーネントの追加 の No.11 を参照して FAA ライブラリをダウンロードしてください。

3.4.2　フォルダ構成

表 3-8 にサンプルプロジェクトで使用しているソースファイル／ヘッダファイルの構成を示します。

表 3-8 フォルダ構成

フォルダ、ファイル名	説明	SC が生成
¥sample_project<DIR>	サンプルプロジェクトのフォルダ	
main.c	サンプル・ソースファイル	
sample_project.py	(サンプルスクリプトの読み込み用)	
sample_script.py	(サンプルスクリプト)	
¥src<DIR>	プログラム格納用フォルダ	√
¥smc_gen<DIR>	スマート・コンフィグレータ生成フォルダ	√
¥Config_FAA<DIR>	FAA 用プログラム格納フォルダ	√
Config_FAA_common.c	Common FAA module のソースファイル	√
Config_FAA_common.h	Common FAA module のヘッダファイル	√
Config_FAA_common.inc	FAA 用インクルードファイル	√
Config_FAA_src.dsp	FAA 用アセンブラ・ソースファイル	√注 1
¥Config_TKB0<DIR>	TKB30 用プログラム格納フォルダ	√
Config_TKB0.c	TKB30 用ソースファイル	√
Config_TKB0.h	TKB30 用ヘッダファイル	√
Config_TKB0_user.c	TKB30 用割り込みソースファイル	√注 2
¥general<DIR>	初期化、共通プログラム格納フォルダ	√
¥r_bsp<DIR>	BSP 用プログラム格納フォルダ	√
¥r_config<DIR>	コンフィグレーションヘッダ格納フォルダ	√

注　”<DIR>”は、ディレクトリを意味します。

注1.　本サンプルプロジェクトでは、FAA ライブラリの Custom Library を選択しているため、ファイル生成直後はテンプレートのみでコードは記載されていません。サンプルプロジェクト用にコードを追加しています。

注2.　SC のユーザコードエリアに、サンプルプロジェクト用にコードを追加しています。

3.4.3　オプション・バイトの設定

表 3-9 にオプション・バイト設定を示します。

表 3-9 オプション・バイト設定

アドレス	設定値	内容
000C0H/040C0H	1110 1111B (EFH)	ウォッチドッグ・タイマ動作停止 （リセット解除後、カウント停止）
000C1H/040C1H	1111 1011B (FBH)	LVD0 リセット・モード 検出電圧：立ち上がり 2.97V／立下り 2.91V
000C2H/040C2H	1110 1000B (E8H)	フラッシュ動作モード：高速メインモード 高速オンチップ・オシレータの周波数：32MHz
000C3H/040C3H	1000 0100B (84H)	オンチップ・デバッグ動作許可

3.4.4　定数一覧

表 3-10、表 3-11 に本サンプルコードで使用する定数を示します。

表 3-10 定数一覧（CPU プログラム）

定数名	設定値	内容	使用関数
FAA_BUS_ACCESS	0200H	FAA から TKB30 のレジスタへのアクセス許可（ADBSEL 設定値）	main

表 3-11 定数一覧（FAA プログラム）

定数名	設定値	内容
_C_TKBO00_DUTY_INIT	1900H	TKBO00 出力の初期デューティ比（TKBCR01 設定値）
_C_TKBO01_DUTY_INIT	C800H	TKBO01 出力の初期デューティ比（TKBCR03 設定値）
_C_TKBTRG_TKBRDT_REQ	1H	TKB30 コンペアレジスター斉書き換え要求（TKBRDT0 設定値）

3.4.5　変数一覧

表 3-12、表 3-13 に本サンプルコードで使用する変数を示します。

表 3-12 変数一覧（CPU プログラム）

型	変数名	内容	使用関数
uint32_t	g_work_tkbo00	現在の TKBO00 出力のデューティ比（TKBCR01 設定値）確認用変数	main
uint32_t	g_work_tkbo01	現在の TKBO01 出力のデューティ比（TKBCR03 設定値）確認用変数	main
uint8_t	g_tkb_interrupt_flag	500ms 経過フラグ	r_Config_TKB0_end_count_interrupt

表 3-13 変数一覧（FAA プログラム）

サイズ	変数名	内容
4 バイト	_V_TKBO00_DUTY	変更後の TKBO00 出力のデューティ比（TKBCR01 設定値）格納変数
4 バイト	_V_TKBO01_DUTY	変更後の TKBO01 出力のデューティ比（TKBCR03 設定値）格納変数

3.4.6　関数一覧

表 3-14、表 3-15 に本サンプルコードで使用する関数、処理を示します。ただし、スマート・コンフィグレータで生成された関数のうち、コード追加を行っていないものは記載しません。

表 3-14 関数一覧（CPU プログラム）

関数名	概要	ソースファイル
main	メイン処理	main.c
r_Config_TKB0_end_count_interrupt	TKB30 のタイマ割り込み（INTTKB00）の発生回数のカウント	Config_TKB0_user.c

表 3-15 処理一覧（FAA プログラム）

ラベル名	概要	ソースファイル
_P_TKB_PWM	TKBO00,TKBO01 出力のデューティ比の更新	Config_FAA_src.dsp

3.4.7　関数仕様

サンプルコードの関数仕様を示します。

CPU プログラム

[関数名]　main()	
概　要	メイン処理
ヘッダ	r_smc_entry.h、Config_TKB0.h
宣　言	void main(void)
説　明	タイマ TKB30 の動作を開始し、500ms 経過するごとに FAA を動作させます。
引　数	なし
リターン値	なし

CPU プログラム

[関数名]　r_Config_TKB0_end_count_interrupt()	
概　要	TKB30のタイマ割り込み処理
ヘッダ	r_cg_macrodriver.h、r_cg_userdefine.h、Config_TKB0.h
宣　言	static void __near r_Config_TKB0_end_count_interrupt(void)
説　明	INTTMKB0 割り込み発生回数をカウントし、割り込みが 250 回発生（500ms 経過）するごとに 500ms 経過フラグをセットします。
引　数	なし
リターン値	なし

FAA プログラム

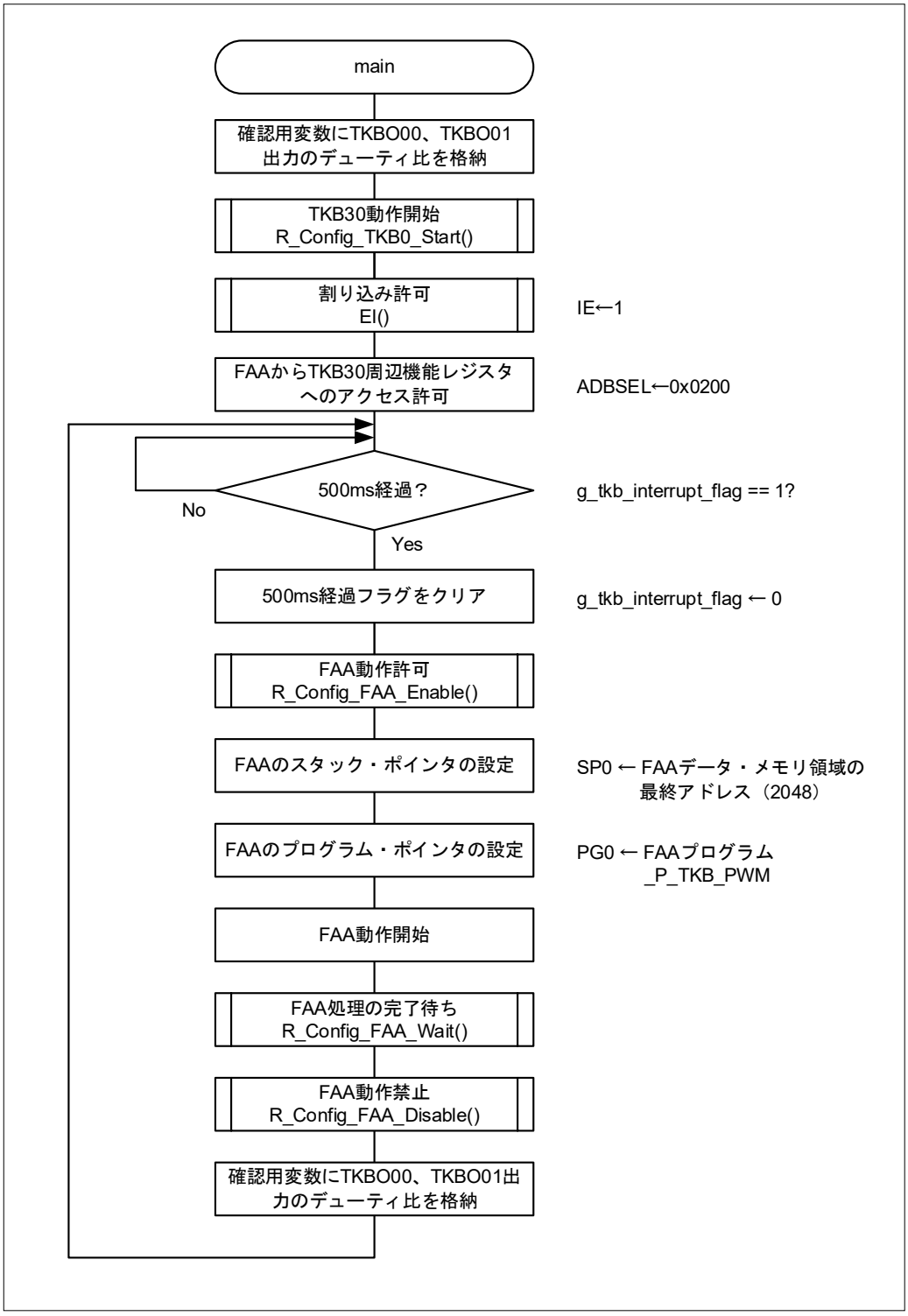
[ラベル名]　_P_TKB_PWM	
概　要	TKBO00、TKBO01出力のデューティ比更新処理
ヘッダ	Config_FAA_common.inc
宣　言	ー
説　明	TKBO00,TKBO01 の PWM 出力のデューティ比を更新します。
引　数	なし
リターン値	なし

3.4.8　フローチャート

3.4.8.1　メイン処理

図 3-8 にメイン処理のフローチャートを示します。

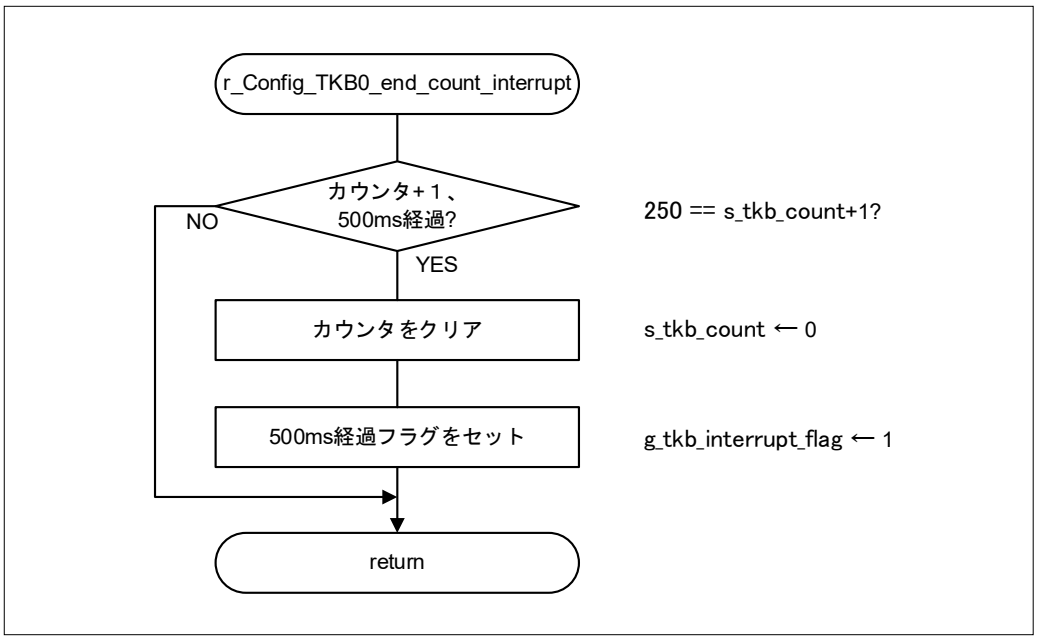
図 3-8 メイン処理



3.4.8.2　r_Config_TKB0_end_count_interrupt 関数

図 3-9 に r_Config_TKB0_end_count_interrupt 関数のフローチャートを示します。

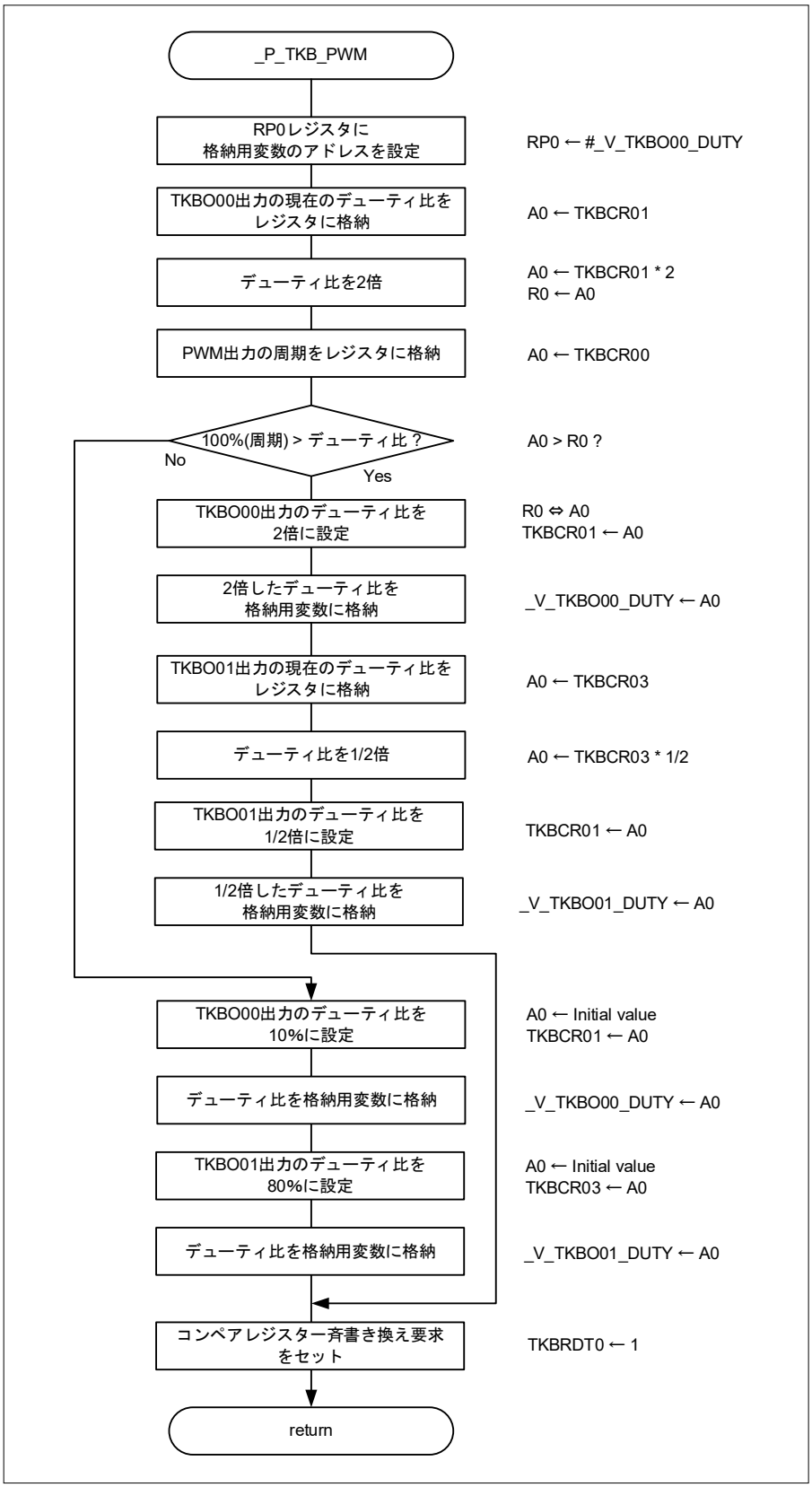
図 3-9 r_Config_TKB0_end_count_interrupt 関数



3.4.8.3　FAA 処理

図 3-10 に FAA 処理のフローチャートを示します。

図 3-10 FAA 処理



3.5　サンプルスクリプト仕様

本サンプルプロジェクトでは、FAA プログラムのデバッグ時に CS＋の SFR パネルで周辺機能の SFR を表示するため、アドレス・バス選択レジスタ（ADBSEL）の値を操作するサンプルスクリプトを添付しています。（サンプルプロジェクト内の sample_script.py）

CS+では、スクリプト言語である IronPython（.NET Framework 上で動作する Python）と CS+ Python 関数を使用して CS+を制御することができます。機能の詳細は、CS+ for CC のヘルプまたはドキュメントを参照してください。

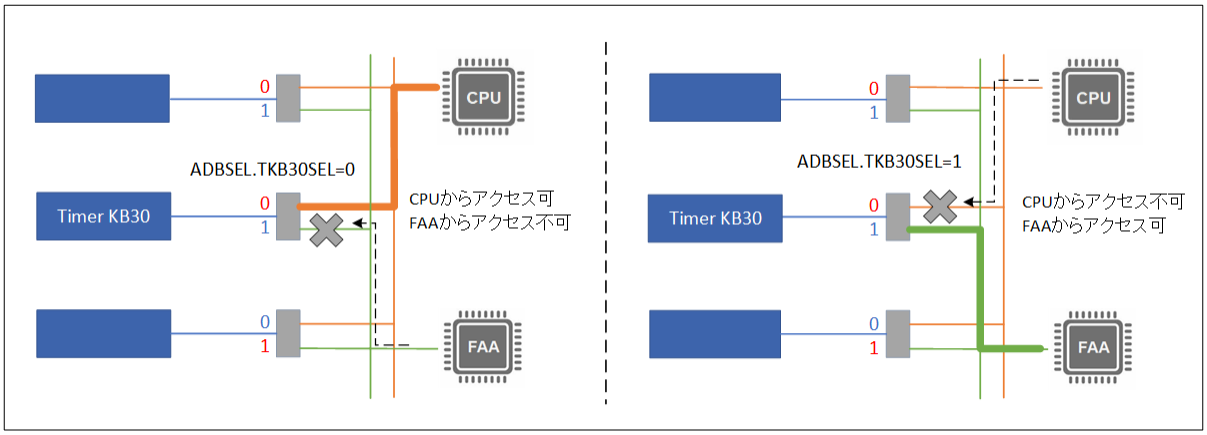
3.5.1　SFR 表示の概要

RL78/G24 の一部の周辺機能は、アドレス・バス選択レジスタ（ADBSEL）で、CPU からのアクセスか FAA からのアクセスかを選択できます。アドレス・バス選択レジスタ（ADBSEL）については、RL78/G24 ユーザーズマニュアル　ハードウェア編（R01UH0961）を参照してください。

デバッガは CPU からのバスアクセスで周辺機能の SFR の値を R/W します。アドレス・バス選択レジスタ（ADBSEL）で FAA からのバスアクセスに設定されている周辺機能の SFR にはアクセスできません。そのため、FAA からのバスアクセスに設定されている周辺機能の SFR に対して、デバッガの SFR パネルで R/W ができません。

FAA がデバッグ対象時、FAA からのバスアクセスに設定されている周辺機能の SFR に対して、デバッガの SFR パネルで R/W を可能にするため、スクリプトによって ADBSEL レジスタの値を操作します。

図 3-11　アドレス・バス選択機能のイメージ



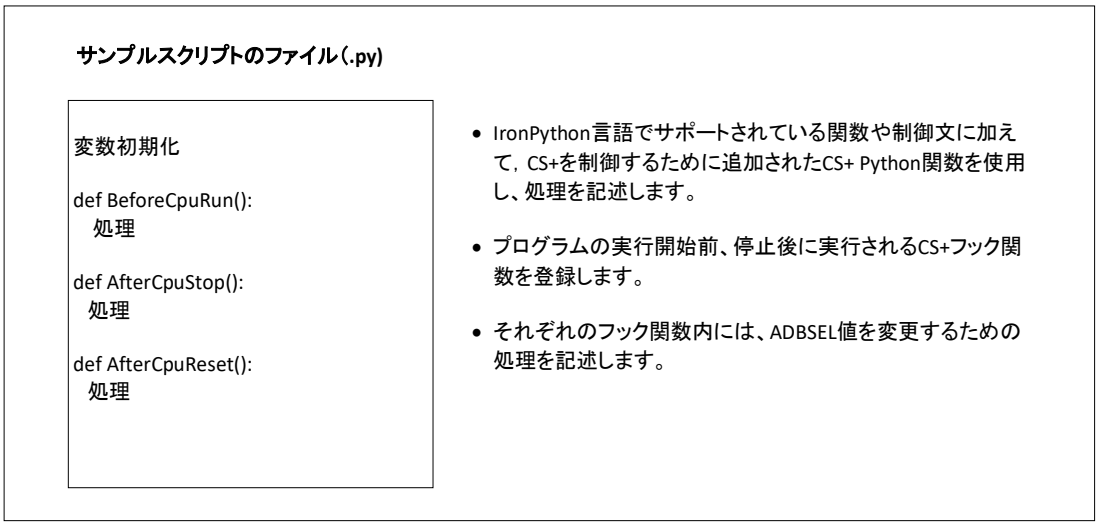
3.5.2　動作概要

FAA がデバッグ対象時、停止ボタン／ステップ実行後／ブレークポイントにより FAA プログラムが停止後に、スクリプトで ADBSEL レジスタの現在の設定値に XOR した値を代入し、FAA からのアクセスに設定されている周辺機能の SFR について、一時的に CPU（デバッガ）からのアクセスを許可します。また、実行ボタンまたはステップ実行で FAA プログラムを実行前に、スクリプトで ADBSEL レジスタに元の設定値を代入し、FAA からのアクセスに戻します。

これにより、FAA プログラム実行中は FAA から該当 SFR にアクセスが可能となり、FAA プログラム停止時はデバッガから該当 SFR にアクセスが可能となり SFR パネルで値の R/W ができます。

図 3-12 にサンプルスクリプトのイメージを示します。図 3-13 にデバッグ時のスクリプトによる ADBSEL レジスタ値の変更イメージを示します。

図 3-12　サンプルスクリプトのイメージ

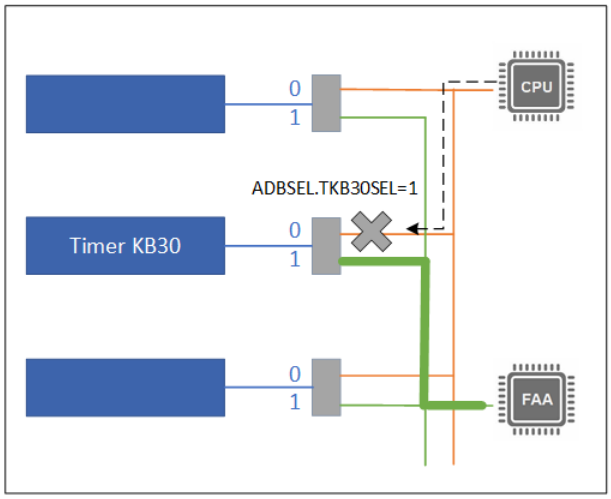


本サンプルプロジェクトのスクリプト・ファイルは、sample_script.py です。

図 3-13　スクリプトによる ADBSEL レジスタ値変更のイメージ

ADBSELレジスタ設定：　Timer KB30はFAAからのバスアクセスに設定

スクリプトを使用しない場合

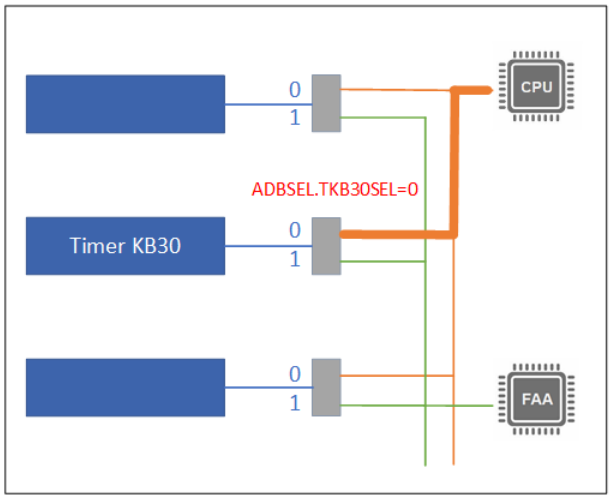


FAAプログラム停止中:
デバッガからTimer KB30のSFRにアクセス不可
（デバッガはCPUからのアクセス）

FAAプログラム実行中:
FAAプログラムからTimer KB30のSFRにアクセス可能

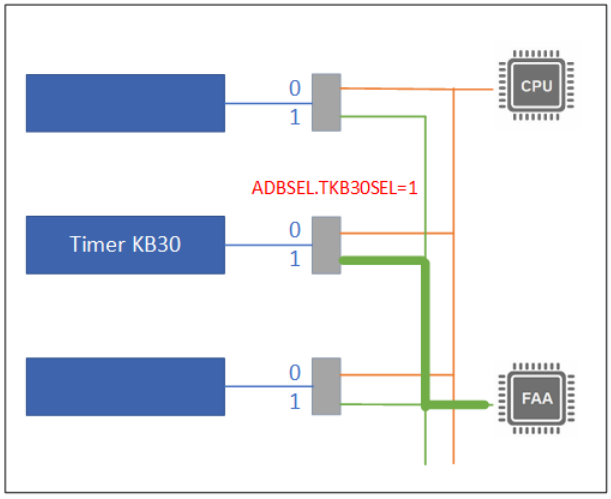
スクリプトで、FAAプログラム停止時/開始時にADBSELの値を操作する場合

FAAプログラム停止時



FAAプログラム停止後:
スクリプトでADBSELの設定値のXOR値を代入し、CPUからのアクセスに変更する。
デバッガからTimer TKB30のSFRにアクセスが可能となる。
（SFRパネルで、Timer KB30のSFRへR/Wが可能となる。）

FAAプログラム開始時



FAAプログラム開始前:
スクリプトでADBSELに元の設定値を代入し、FAAからのアクセスに戻す。
FAAプログラムからTimer KB30のSFRにアクセスが可能となる。

3.5.3　関数一覧

(1)　フック関数

サンプルスクリプトでは、CS+のフック関数を使用し、イベント発生時に呼び出されるフック関数内でADBSEL レジスタの値を変更しています。サンプルスクリプトで使用するフック関数と処理概要を表 3-16に示します。

表 3-16　サンプルスクリプトで使用する CS+のフック関数と処理概要

フック関数名	イベント	処理概要
AfterCpuReset	CPU リセット後	スクリプト内で使用する変数の初期化を行う。
BeforeCpuRun	実行開始前	プログラムで設定している ADBSEL レジスタ値を ADBSEL レジスタに書き込み。
AfterCpuStop	ブレーク後	プログラムで設定している ADBSEL レジスタ値の XOR 値を ADBSEL レジスタへ書き込む。

(2)　CS＋ Python 関数

サンプルスクリプトで使用する CS+ Python 関数と処理概要を表 3-17 に示します。

表 3-17　サンプルスクリプトで使用する CS+ Python 関数と機能概要

関数名	機能概要
debugger.DebugTool.GetType	デバッグ・ツールの情報を表示します。
debugger.Watch.SetValue	変数値（SFR 値）を設定します。
debugger.Watch.GetValue	変数値（SFR 値）を参照します。

3.5.4　変数一覧

(1)　CS＋ Python プロパティ

サンプルスクリプトで使用する CS+ Python プロパティと機能概要を表 3-18 に示します。

表 3-18　サンプルスクリプトで使用する CS+ Python プロパティと機能概要

プロパティ名	機能概要
debugger.ProcessorElement	デバッグ対象とするコア（PE）を設定／参照します。 ［値］1：CPU　　2：FAA

(2)　その他

サンプルスクリプトで使用するその他の変数（CS+ Python プロパティ以外）と機能概要を表 3-19 に示します。

表 3-19　サンプルスクリプトで使用する変数と機能概要

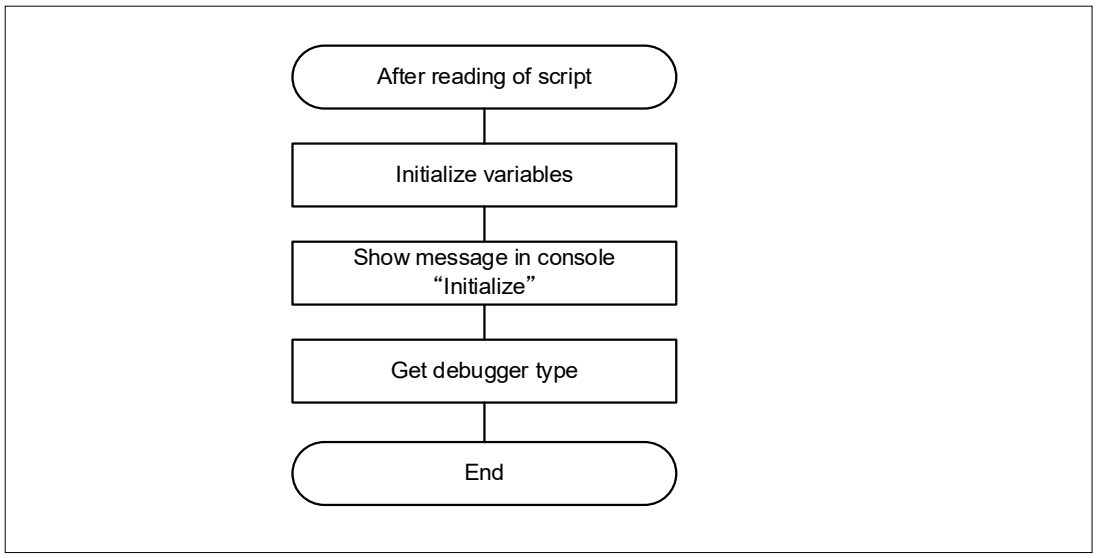
変数名	機能概要
FaaStatus	FAA プログラムの動作状態（実行・停止ボタン押下時に設定） ［値］RUNNING：実行中　　STOPPING：停止中
previousPe	実行・停止ボタンを操作時、直前のデバッグ対象 ［値］1：CPU　　2：FAA
adbsel_value_cpu	CPU プログラムで設定した ADBSEL レジスタ値
number_of_command	フック関数を実行した回数

3.5.5　フローチャート

(1)　初期化処理

図 3-14 にサンプルスクリプト（.py）を読み込み後に実行する初期化処理のフローチャートを示します。

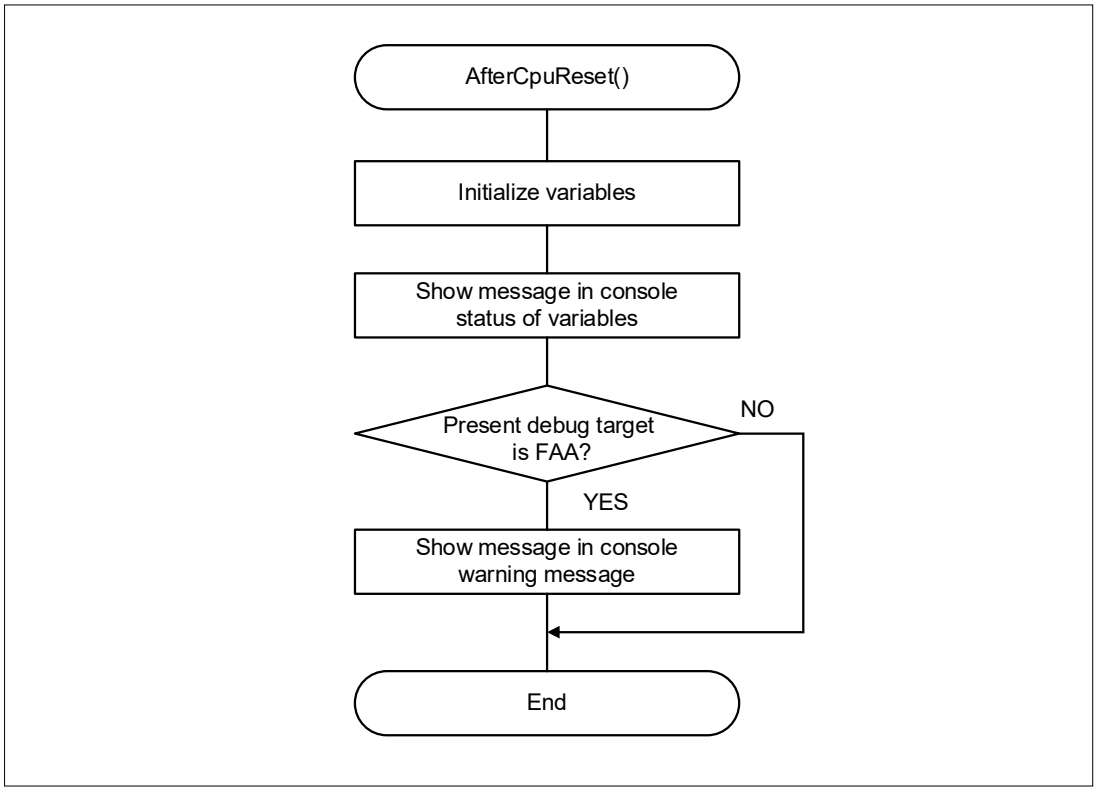
図 3-14　初期化処理



(2)　AfterCpuReset 処理

図 3-15 に AfterCpuReset 処理のフローチャートを示します。

図 3-15　AfterCpuReset 処理



(3)　BeforeCpuRun 処理

図 3-16、図 3-17 に BeforeCpuRun 処理のフローチャートを示します。

図 3-16　BeforeCpuRun 処理（1/2）

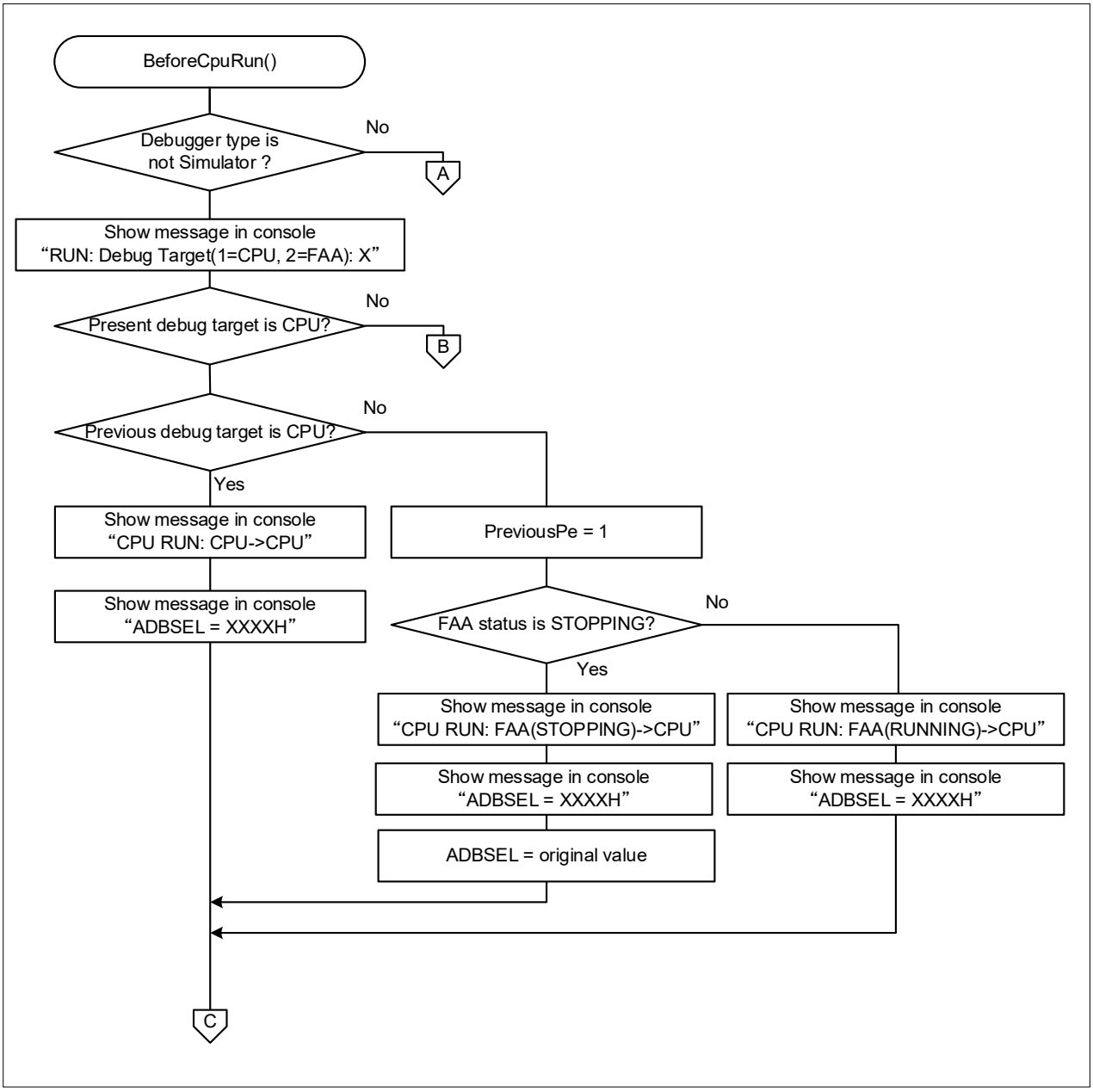
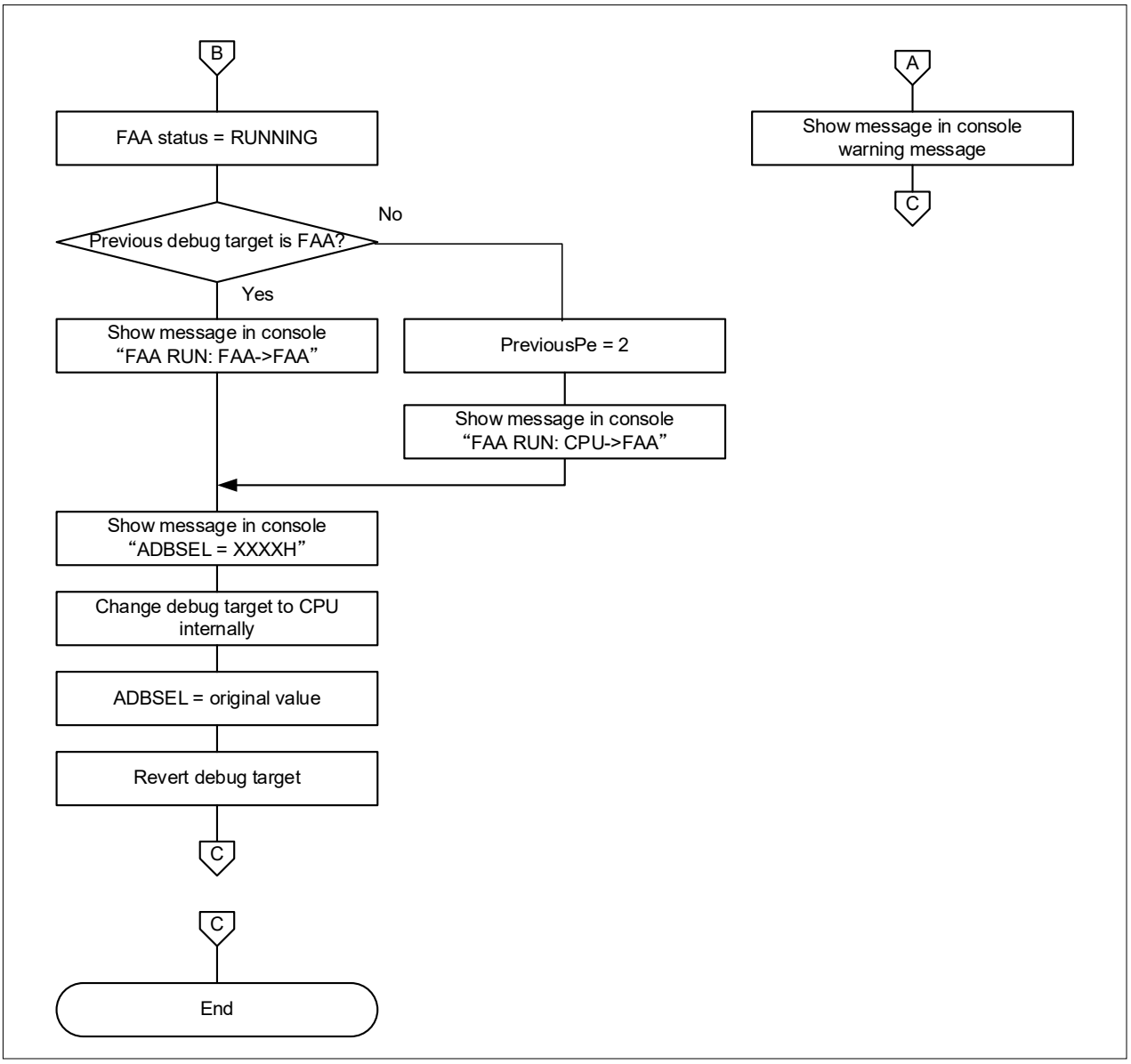


図 3-17　BeforeCpuRun 処理（2/2）



(4)　AfterCpuStop 処理

図 3-18、図 3-19 に AfterCpuStop 処理のフローチャートを示します。

図 3-18　AfterCpuStop 処理（1/2）

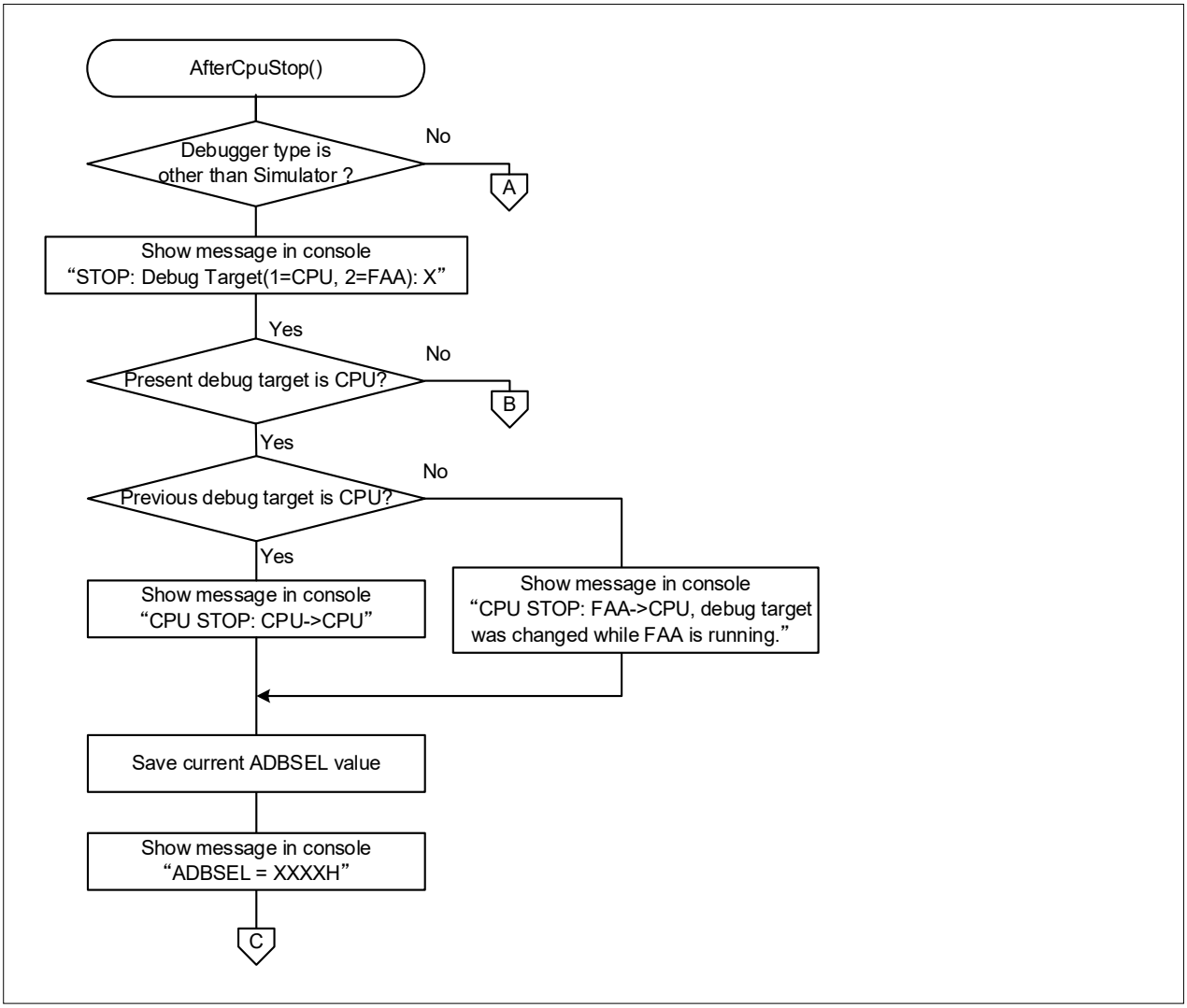
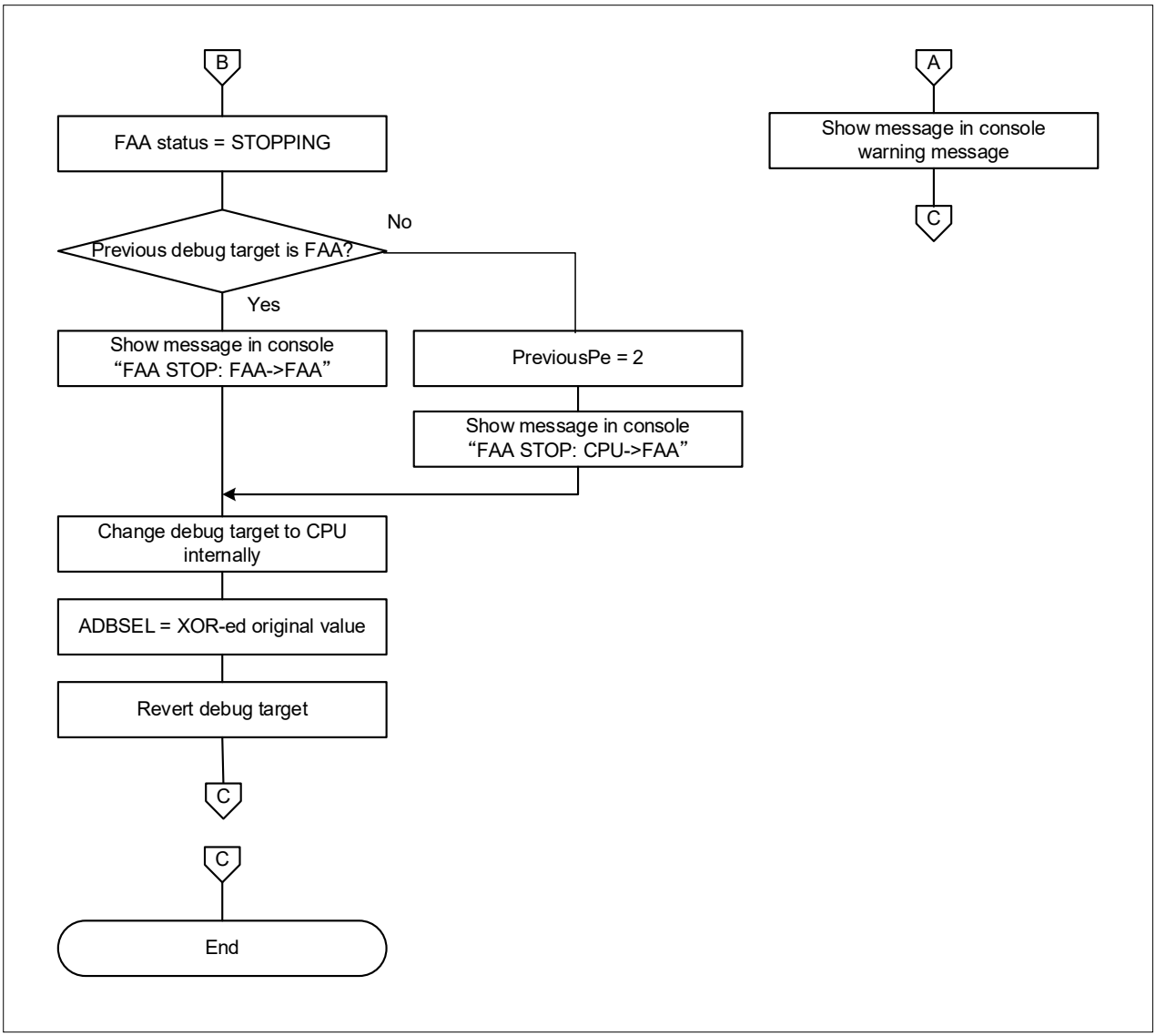


図 3-19　AfterCpuStop 処理（2/2）



3.5.6　スクリプト実行

スクリプトの実行およびフック関数の登録には、いくつかの方法があります。

- ✓ プロジェクト・ファイルの読み込み時

  プロジェクト・ファイルと同じフォルダにプロジェクト・ファイルと同じ名前で拡張子が“py”のファイルが存在する場合、プロジェクト・ファイルの読み込み時に自動的に読み込んで実行します。

- ✓ ダウンロード・ファイルをダウンロード時

  ダウンロード・ファイルと同じフォルダにダウンロード・ファイルと同じ名前で拡張子が“py”のファイルが存在する場合、ダウンロードした後に自動的に読み込んで実行します。

- ✓ CS＋の Python コンソールパネルで実行

  CS+ Python 関数”Source”で.py を実行します。

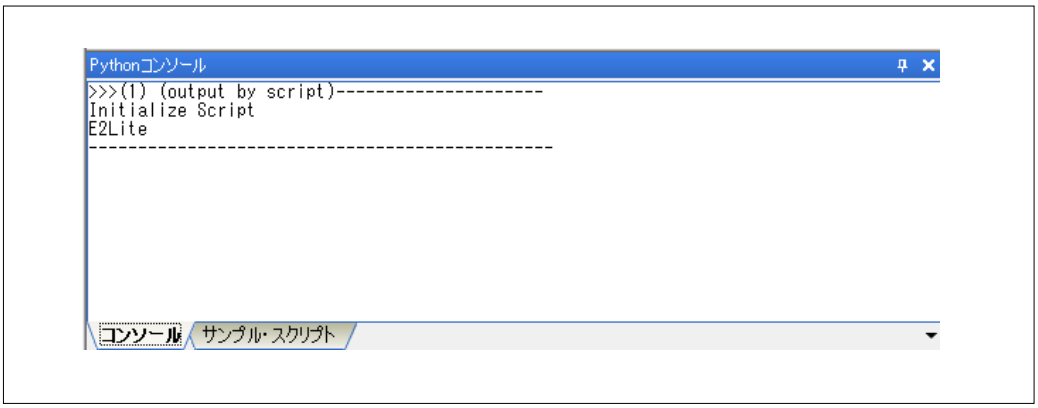
本サンプルプロジェクトでは、プロジェクト・ファイルの読み込み時に実行します。

sample_script.py 内でフック関数を宣言しています。また、サンプルプロジェクト sample_project.mtpj と同じ名前の sample_project.py があり、sample_project.py 内で sample_script.py を Hook し、sample_script.py 内で宣言されたフック関数を登録しています。プロジェクト・ファイルの読み込み時に sample_project.py を自動的に読み込んで実行します。

手順

1. CS＋でサンプルプロジェクト sample_project.mtpj を読み込みます。
2. CS＋の「表示」メニュー→「Python コンソール」を選択します。
3. Python コンソールで、スクリプトが実行されていることを確認します。

図 3-20　Python コンソール



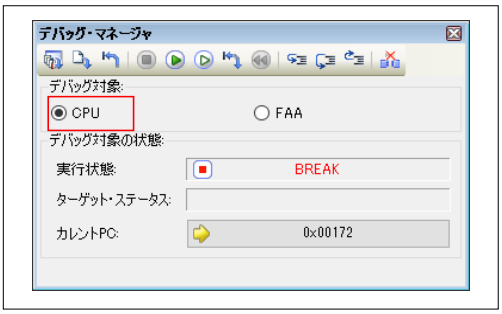
3.5.7　デバッグ基本操作

サンプルコードおよびサンプルスクリプトを使用し、FAA プログラムのデバッグの基本操作について説明します。

手順

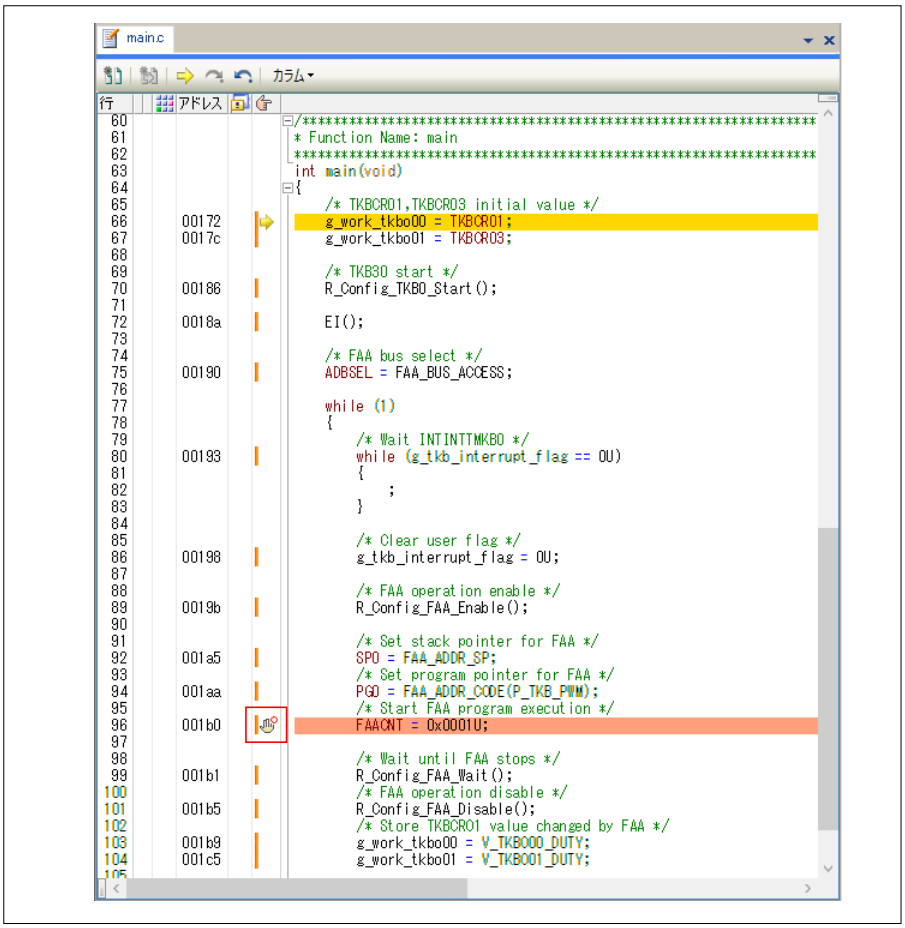
1. RL78/G24 Fast Prototyping Board（エミュレータまたは COM port 接続）を PC に接続します。
2. 「デバッグ」メニュー→「リビルド＆デバッグ・ツールへダウンロード」を選択します。
3. 「表示」メニュー→「デバッグ・マネージャ」を選択し、デバッグ対象を CPU に選択します。

図 3-21　デバッグ・マネージャ



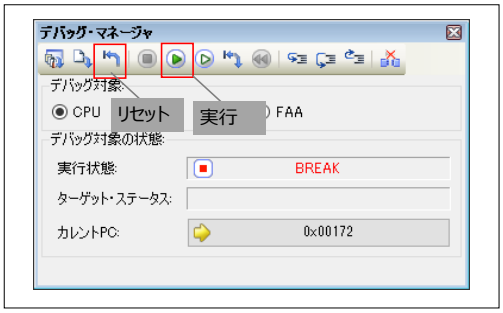
4. main.c を開き、「FAACNT = 0x0001U;」のメイン・エリアをクリックし、ブレークポイント（ソフトウェアブレーク）を設定します。

図 3-22　main.c（デバッグ対象：CPU）



5. デバッグ・マネージャで、リセット、実行開始のボタンをクリックします。

図 3-23　デバッグ・マネージャ



6. ブレークポイントで停止後、デバッグ・マネージャでデバッグ対象を FAA へ変更します。FAA プログラムをデバッグするには、FAA が動作許可状態（FAAEN=1、ENB=1）になっている必要があります。サンプルコードでは、R_Config_FAA_Enable()で FAA を動作許可状態にしているため、ブレークした した時点で FAA 動作許可状態になっています。

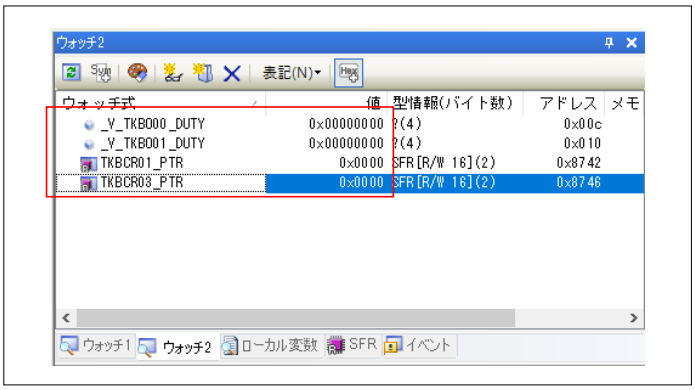
7. FAA プログラムで値を変更する変数（_V_TKBO00_DUTY、_V_TKBO01_DUTY）、SFR レジスタ（TKBCR01_PTR、TKBCR03_PTR）をウォッチパネルに登録します。

・変数は登録後に 4 バイト表記に変更してください。（2.6.6 シンボル（ラベル）の表示 参照）

・SFR レジスタは、SFR パネルでも参照できます。

・登録するウォッチパネルは、FAA のデータ空間に設定する必要があります。（2.5.2 デバッグ・ツール設定 参照）

図 3-24　ウォッチパネル

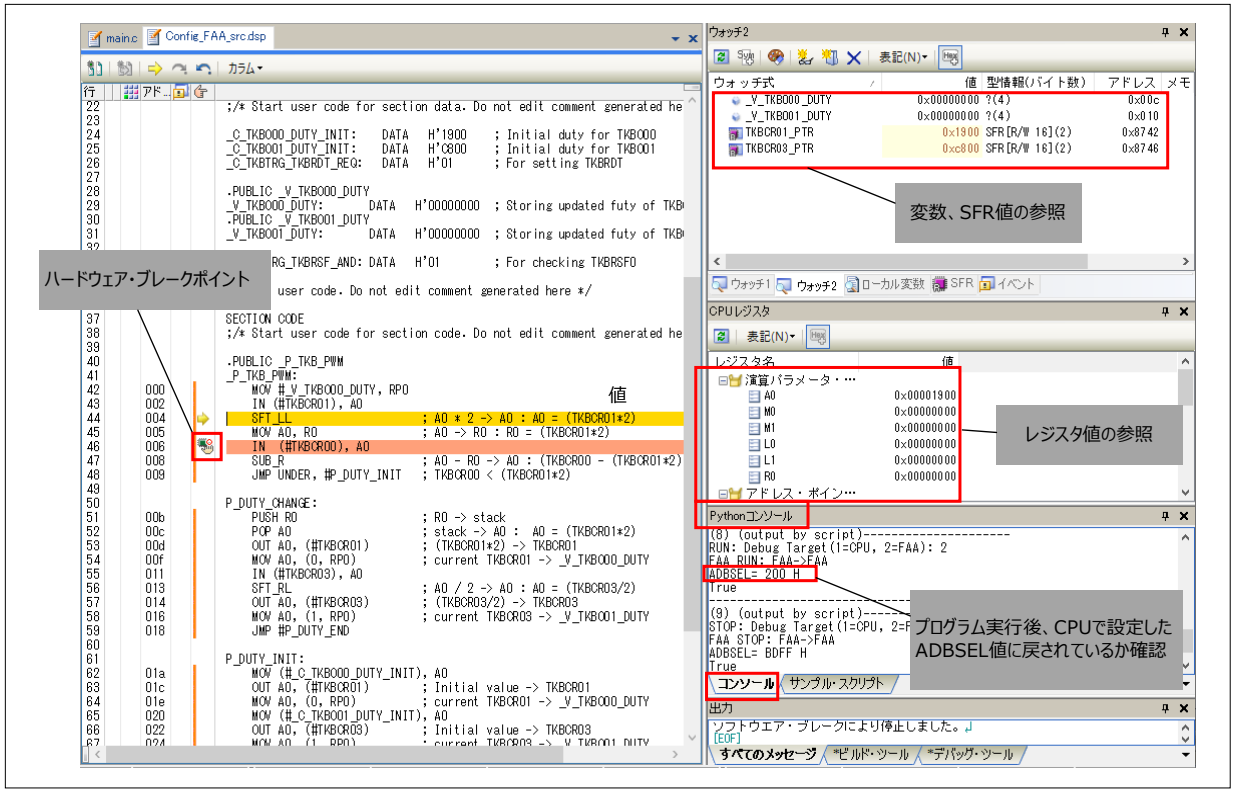


8. FAA プログラムをステップ実行／実行し、変数、SFR、レジスタの値を確認しながらデバッグを行います。

・ FAA プログラムのソースのメイン・エリアをクリックし、ブレークポイントを設定できます。（2.6.4 ブレークポイント参照）

・ プログラムを実行後、ADBSEL の値が CPU プログラムで設定した値になっているか、Python コンソールで確認してください。
（備考：ADBSEL レジスタは CPU からのみアクセス可能なレジスタのため、FAA がデバッグ対象時には SFR パネルで値を確認できません。）

図 3-25　FAA プログラムのデバッガ画面例



3.5.8　使用時の注意事項

✓ 本スクリプトを無効化（Python の初期化）するには、Python コンソールの「コンソール」タブで下記を入力してください。

```
common.PythonInitialize()
```

また、サンプルプロジェクトを再読み込みせずに、サンプルスクリプトを再度有効にしたい場合は、Python コンソールの「コンソール」タブで下記を入力してください。

```
import os
Source (os.path.join(os.path.dirname(project.Path), 'sample_script.py'))
```

備考：os.path.join(os.path.dirname(project.Path)は、ファイルのフルパスを取得するための記述

✓ 本サンプルコードは動作を保証するものではありません。また、本サンプルスクリプトは、すべてのアプリケーション・プログラムおよびデバッグ操作で動作を保証するものではありません。

✓ 本サンプルスクリプトは FAA プログラムのデバッグ時に SFR 表示を補助するものです。デバッグ完了後、サンプルスクリプトを使用しない状態で、システムで十分評価してください。

4. サンプルコード

サンプルコードは、ルネサス エレクトロニクスホームページから入手してください。

5. 参考ドキュメント

RL78/G24 ユーザーズマニュアル　ハードウェア編（R01UH0961）

RL78 ファミリ　ユーザーズマニュアル　ソフトウェア編（R01US0015）

DSPASM　FAA/GREEN_DSP 構造化アセンブラ　ユーザーズマニュアル（R20UT3911）

RL78/G24 Fast Prototyping Board ユーザーズマニュアル（R20UT5091）

RL78 スマート・コンフィグレータ　ユーザーガイド：CS+編（R20AN0580）

CS+ V8.10.00 統合開発環境 ユーザーズマニュアル RL78 デバッグ・ツール編（R20UT5301）

（最新版をルネサス エレクトロニクスホームページから入手してください。）

テクニカルアップデート／テクニカルニュース

（最新版の情報をルネサス エレクトロニクスホームページから入手してください。）

改訂記録

Rev.	発行日	改訂内容	
		ページ	ポイント
1.00	Nov.14.23	-	初版

製品ご使用上の注意事項

ここでは、マイコン製品全体に適用する「使用上の注意事項」について説明します。個別の使用上の注意事項については、本ドキュメントおよびテクニカルアップデートを参照してください。

1. 静電気対策
   CMOS 製品の取り扱いの際は静電気防止を心がけてください。CMOS 製品は強い静電気によってゲート絶縁破壊を生じることがあります。運搬や保存の際には、当社が出荷梱包に使用している導電性のトレーやマガジンケース、導電性の緩衝材、金属ケースなどを利用し、組み立て工程にはアースを施してください。プラスチック板上に放置したり、端子を触ったりしないでください。また、CMOS 製品を実装したボードについても同様の扱いをしてください。
2. 電源投入時の処置
   電源投入時は、製品の状態は不定です。電源投入時には、LSI の内部回路の状態は不確定であり、レジスタの設定や各端子の状態は不定です。外部リセット端子でリセットする製品の場合、電源投入からリセットが有効になるまでの期間、端子の状態は保証できません。同様に、内蔵パワーオンリセット機能を使用してリセットする製品の場合、電源投入からリセットのかかる一定電圧に達するまでの期間、端子の状態は保証できません。
3. 電源オフ時における入力信号
   当該製品の電源がオフ状態のときに、入力信号や入出力プルアップ電源を入れないでください。入力信号や入出力プルアップ電源からの電流注入により、誤動作を引き起こしたり、異常電流が流れ内部素子を劣化させたりする場合があります。資料中に「電源オフ時における入力信号」についての記載のある製品は、その内容を守ってください。
4. 未使用端子の処理
   未使用端子は、「未使用端子の処理」に従って処理してください。CMOS 製品の入力端子のインピーダンスは、一般に、ハイインピーダンスとなっています。未使用端子を開放状態で動作させると、誘導現象により、LSI 周辺のノイズが印加され、LSI 内部で貫通電流が流れたり、入力信号と認識されて誤動作を起こす恐れがあります。
5. クロックについて
   リセット時は、クロックが安定した後、リセットを解除してください。プログラム実行中のクロック切り替え時は、切り替え先クロックが安定した後に切り替えてください。リセット時、外部発振子（または外部発振回路）を用いたクロックで動作を開始するシステムでは、クロックが十分安定した後、リセットを解除してください。また、プログラムの途中で外部発振子（または外部発振回路）を用いたクロックに切り替える場合は、切り替え先のクロックが十分安定してから切り替えてください。
6. 入力端子の印加波形
   入力ノイズや反射波による波形歪みは誤動作の原因になりますので注意してください。CMOS 製品の入力がノイズなどに起因して、V_{IL}（Max.）から V_{IH}（Min.）までの領域にとどまるような場合は、誤動作を引き起こす恐れがあります。入力レベルが固定の場合はもちろん、V_{IL}（Max.）から V_{IH}（Min.）までの領域を通過する遷移期間中にチャタリングノイズなどが入らないように使用してください。
7. リザーブアドレス（予約領域）のアクセス禁止
   リザーブアドレス（予約領域）のアクセスを禁止します。アドレス領域には、将来の拡張機能用に割り付けられている リザーブアドレス（予約領域）があります。これらのアドレスをアクセスしたときの動作については、保証できませんので、アクセスしないようにしてください。
8. 製品間の相違について
   型名の異なる製品に変更する場合は、製品型名ごとにシステム評価試験を実施してください。同じグループのマイコンでも型名が違うと、フラッシュメモリ、レイアウトパターンの相違などにより、電気的特性の範囲で、特性値、動作マージン、ノイズ耐量、ノイズ幅射量などが異なる場合があります。型名が違う製品に変更する場合は、個々の製品ごとにシステム評価試験を実施してください。

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。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、お客様の責任において、お客様の機器・システムを設計ください。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. 当社製品または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. 当社製品を組み込んだ製品の輸出入、製造、販売、利用、配布その他の行為を行うにあたり、第三者保有の技術の利用に関するライセンスが必要となる場合、当該ライセンス取得の判断および取得はお客様の責任において行ってください。
5. 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。
6. 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。
7. あらゆる半導体製品は、外部攻撃からの安全性を 100%保証されているわけではありません。当社ハードウェア／ソフトウェア製品にはセキュリティ対策が組み込まれているものもありますが、これによって、当社は、セキュリティ脆弱性または侵害（当社製品または当社製品が使用されているシステムに対する不正アクセス・不正使用を含みますが、これに限りません。）から生じる責任を負うものではありません。当社は、当社製品または当社製品が使用されたあらゆるシステムが、不正な改変、攻撃、ウイルス、干渉、ハッキング、データの破壊または窃盗その他の不正な侵入行為（「脆弱性問題」といいます。）によって影響を受けないことを保証しません。当社は、脆弱性問題に起因しまたはこれに関連して生じた損害について、一切責任を負いません。また、法令において認められる限りにおいて、本資料および当社ハードウェア／ソフトウェア製品について、商品性および特定目的との合致に関する保証ならびに第三者の権利を侵害しないことの保証を含め、明示または黙示のいかなる保証も行いません。
8. 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。
9. 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。
10. 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。
11. 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。
12. 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。
13. 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。
14. 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.5.0-1　2020.10)

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。