

ルネサス RA ファミリ

Keil® MDK 向け QE for BLE の使用方法

要旨

本アプリケーションノートでは、e² studio 上で Bluetooth® low energy 対応開発支援ツール（QE for BLE）を用いて、BLE カスタムプロファイルで生成したルネサス RA マイクロコントローラを使用するためのコードを Keil® MDK にコピーする方法を説明します。

動作確認評価キット

RA4W1 グループ搭載評価キット（EK-RA4W1）

動作環境

統合開発環境（IDE）	Keil® Microcontroller Development Kit バージョン 5.36 以降 e ² studio バージョン 2021-10 : BLE カスタムプロファイルの作成 およびコード生成用
コンフィグレーション ツール	スマート・コンフィグレータ（RA SC）v2021-10 および FSP v3.5.0
ツールチェーン	GNU Arm Embedded Toolchain : 10.3-2021.10 (GNU ARM Embedded 10.3.1.20210824)
QE	Renesas QE for BLE[RA,RE,RX] V1.4.0

【注】 あらかじめ、以下の URL からツールをダウンロードしてインストールしてください。

- ルネサス QE のダウンロードサイト :
<https://www.renesas.com/software-tool/qe-tools-particular-applications>
- プラットフォームインストーラ（FSP with e² studio installer）のダウンロードサイト :
<https://github.com/renesas/fsp/releases>
- Keil® MDK Getting Started のダウンロードサイト :
<https://www2.keil.com/mdk5/install>

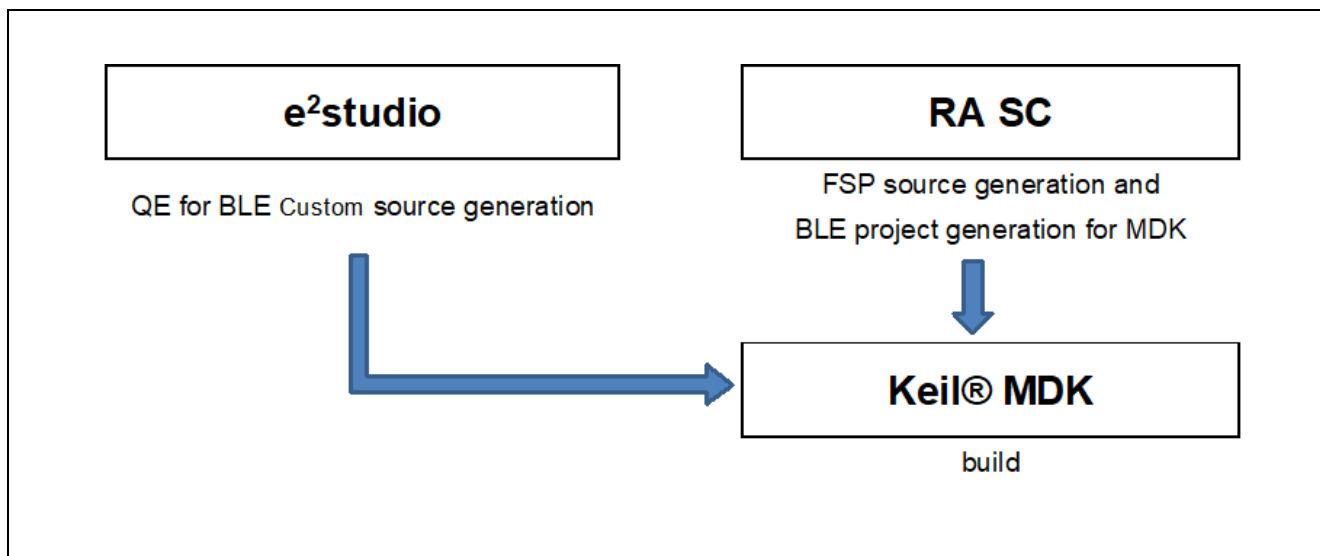


図 1 Keil® MDK で QE for BLE[RA,RE,RX] を使用する場合の構成

目次

1. e ² studio でのプロジェクト作成	3
2. e ² studio での BLE カスタムプロファイルの作成	6
3. Keil® MDK での新規プロジェクト作成	9
4. Keil® MDK への BLE ドライバの追加	14
5. Keil® MDK への QE ファイルのコピー	18
改訂記録	22

1. e² studio でのプロジェクト作成

e² studio にはプロジェクト作成用に簡単なウィザードが用意されています。プロジェクト名、対応するデバイスとボード、プロジェクトタイプ、出力オブジェクトタイプ、プロジェクトテンプレートを指定して、新規 RA プロジェクトを作成できます。

e² studio を起動し、ワークスペースでワークスペースフォルダを選択します。以下の手順で新規 RA プロジェクトを作成してください。

- (1) [ファイル] → [新規] → [C/C++ Project] の順に選択します。
- (2) "Renesas RA: Renesas RA C/C++ Project" テンプレートを選擇してください。[次へ] をクリックして次に進みます。

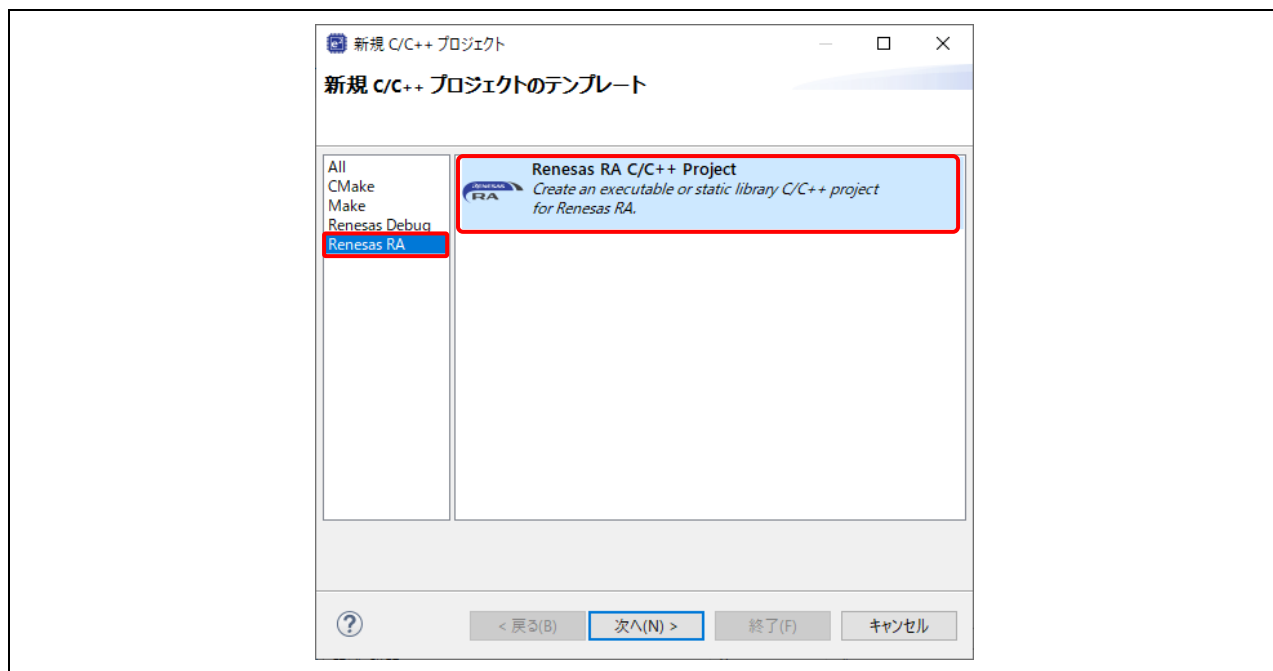


図 2 テンプレートの選択

- (3) 表示されたダイアログボックスでプロジェクト名を入力し、[次へ] をクリックします。

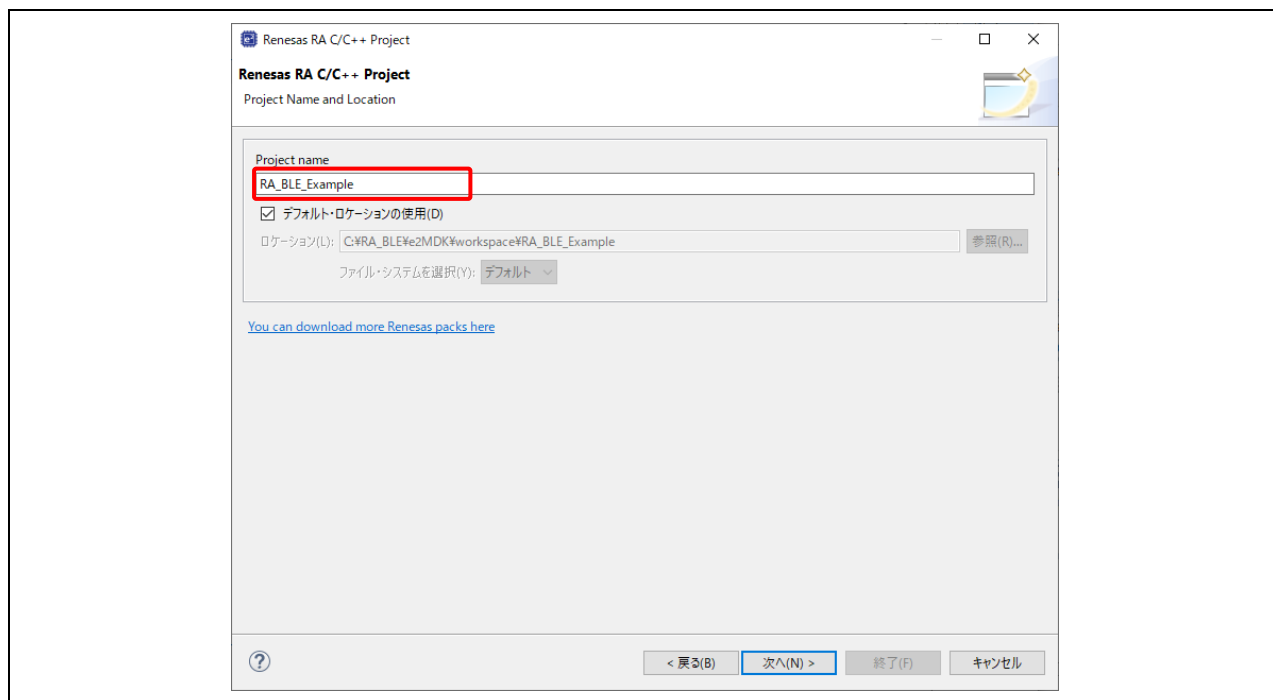


図 3 プロジェクト名と作成場所

(4) デバイス選択の画面で、デバイスとツールの情報を入力します。

- FSP version : 3.5.0
 - Board : EK-RA4W1
 - Device : 自動的に選択されます。
 - Language : C
 - Toolchains : ルネサス RA ファミリ用に認定された最新の GNU Arm Embedded Toolchain を選択します (例 : GCC ARM Embedded 10.3.1.20210824) 。
 - Debugger : J-Link ARM
- [次へ] をクリックして次に進みます。

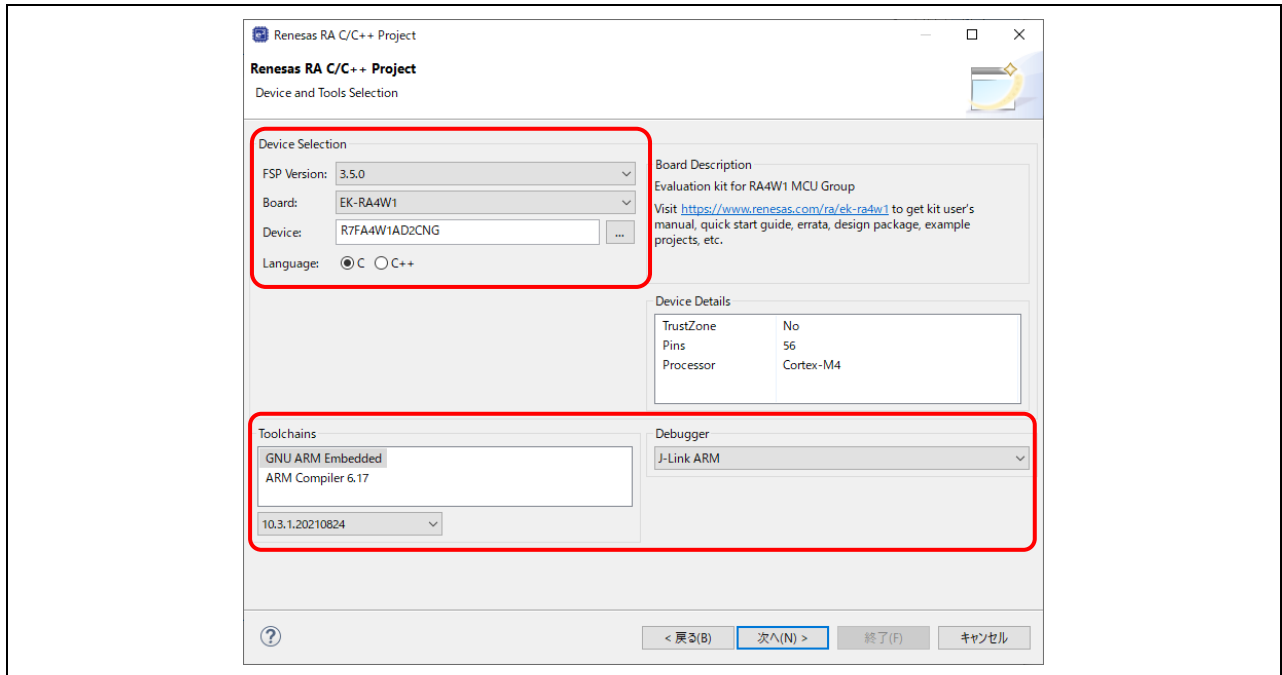


図 4 EK-RA4W1 向け新規プロジェクトの作成

(5) Build Artifact Selection : Executable を選択します。

RTOS Selection : No RTOS を選択し、[次へ]をクリックします。

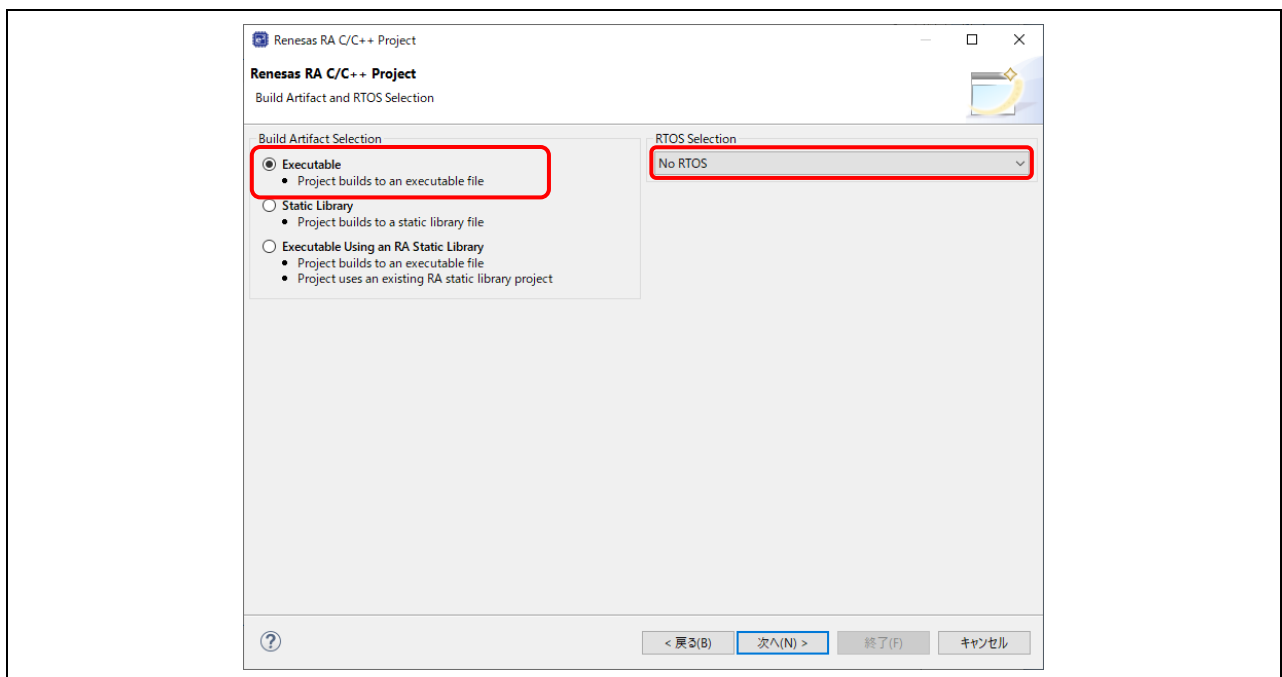


図 5 Build Artifact と RTOS の選択

- (6) プロジェクトテンプレート選択の画面で、Bare Metal - Minimal のテンプレートを選択し、[終了] をクリックします。

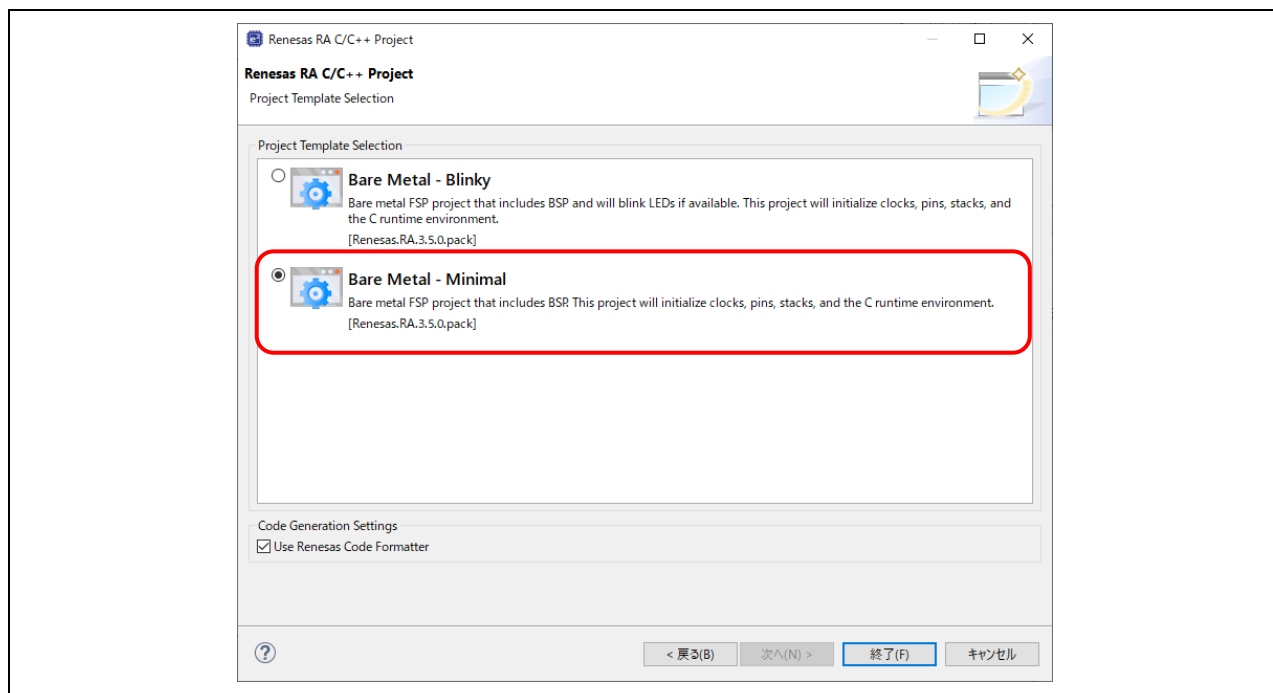


図 6 プロジェクトテンプレートの選択

- (7) ここまでの手順が完了すると、e² studio はプロジェクトを作成して [FSP Configuration] パースペクティブを開きます。プロジェクトの構成が設定できるようになります。

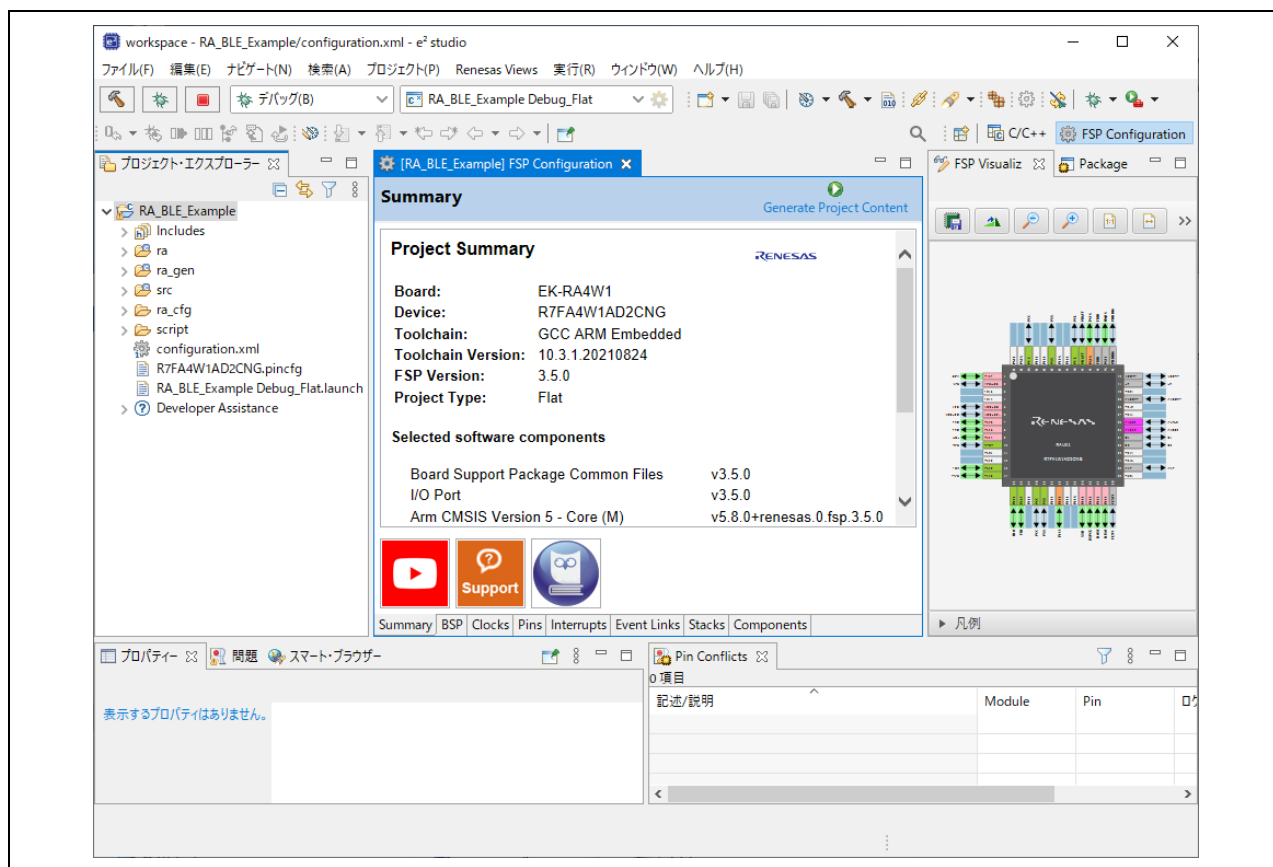


図 7 新規プロジェクトの [FSP Configuration] パースペクティブ

2. e² studio での BLE カスタムプロファイルの作成

- (1) QE for BLE[RA,RE,RX] をインストールしていない場合は、e² studio のメニューから [Renesas Views] → [Renesas Software Installer] の順に選択してインストールします。
- (2) [Renesas Software Installer] ダイアログボックスで [Renesas QE] を選択し、[次へ] をクリックします。
- (3) "QE for BLE[RA,RE,RX] (v1.4.0)" を選択し、[終了] をクリックしてインストールします。

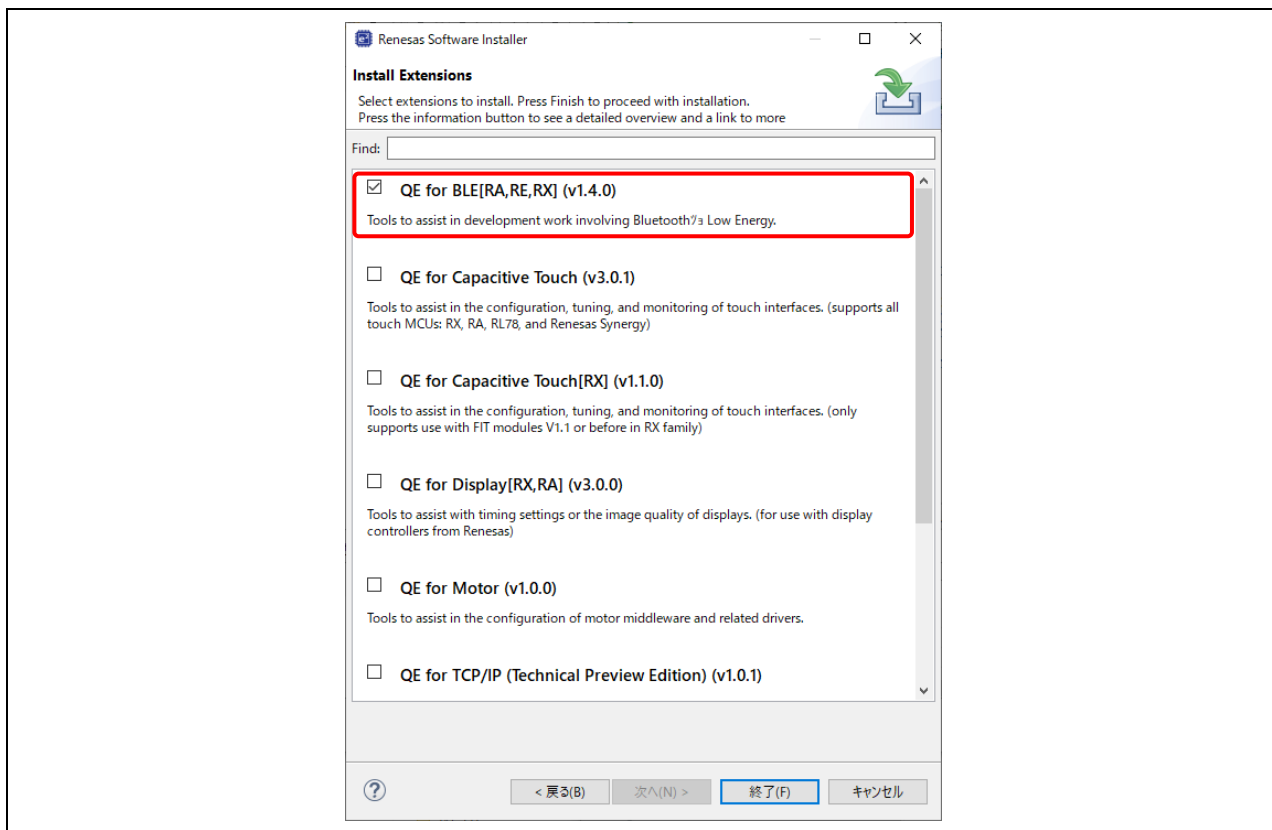


図 8 QE for BLE[RA,RE,RX] のインストール

- (4) e² studio のメニューから、[Renesas Views] → [Renesas QE] → [R_BLE カスタムプロファイル RA,RE,RX (QE)] の順に選択してメインパースペクティブを開き、プロジェクトで BLE カスタムプロファイルを構成します。

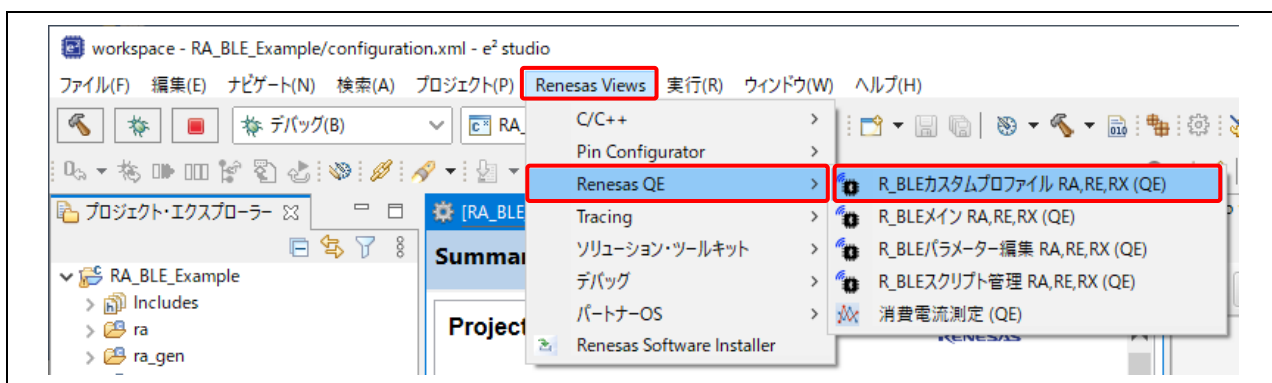


図 9 [R_BLE カスタムプロファイル RA,RE,RX (QE)] を開く

- (5) 下図に示すように、[R_BLEカスタムプロファイル RA,RE,RX (QE)] ビューで、BLE カスタムプロファイルを構成するプロジェクト (RA_BLE_Example) をプルダウンリストから選択します。

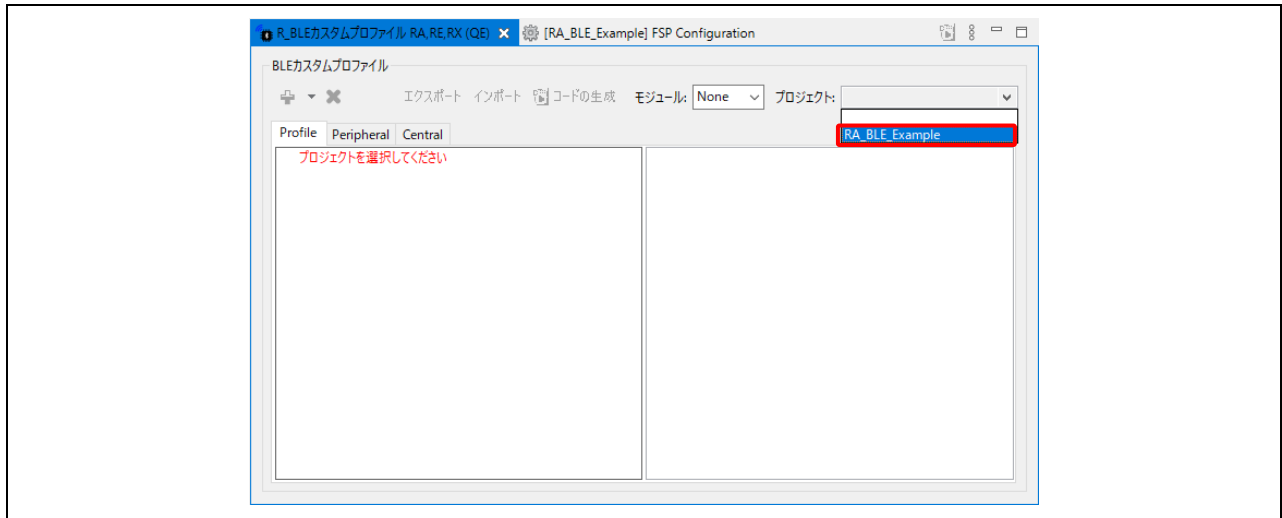


図 10 プロジェクトの選択

- (6) [Profile] を選択し、**+** ボタンから [サービスを追加] を選択して BLE サービスを追加します。

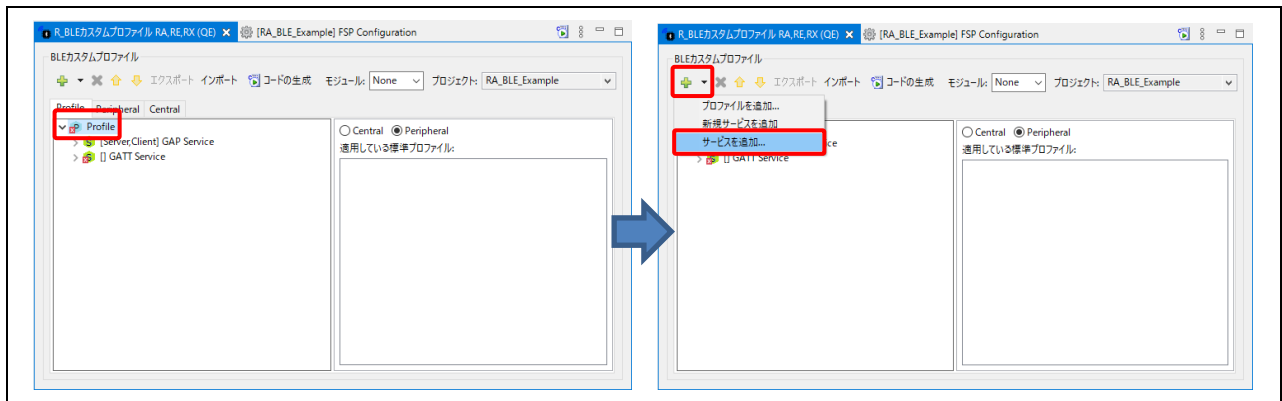


図 11 サービスの追加

- (7) サービスの追加で[フィルター] ボックスに“LED”と入力します。“LED Switch Service”を選択し、[OK] をクリックします。

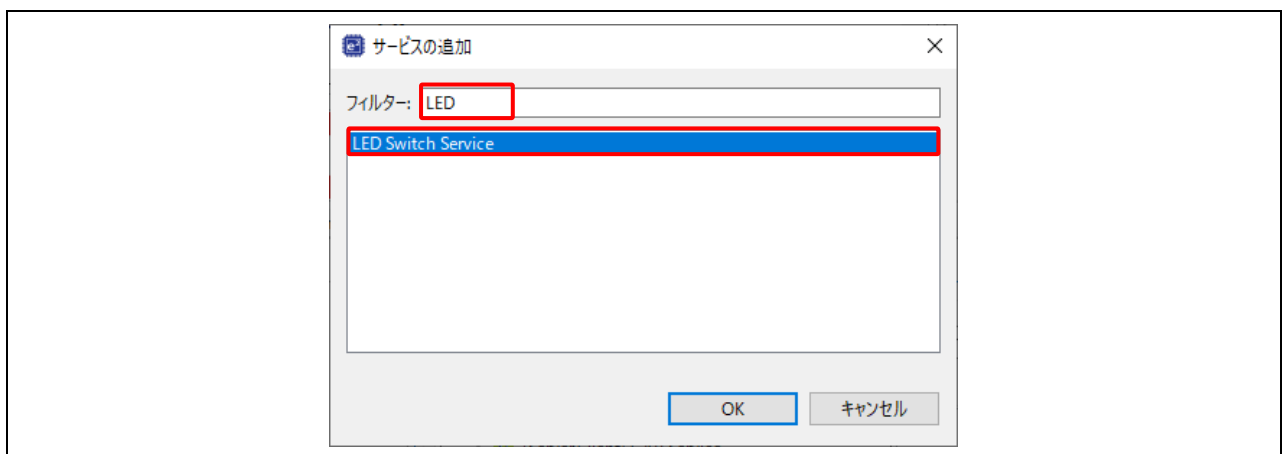


図 12 LED スイッチサービスの追加

(8) [コードの生成] ボタンでコードを生成します。

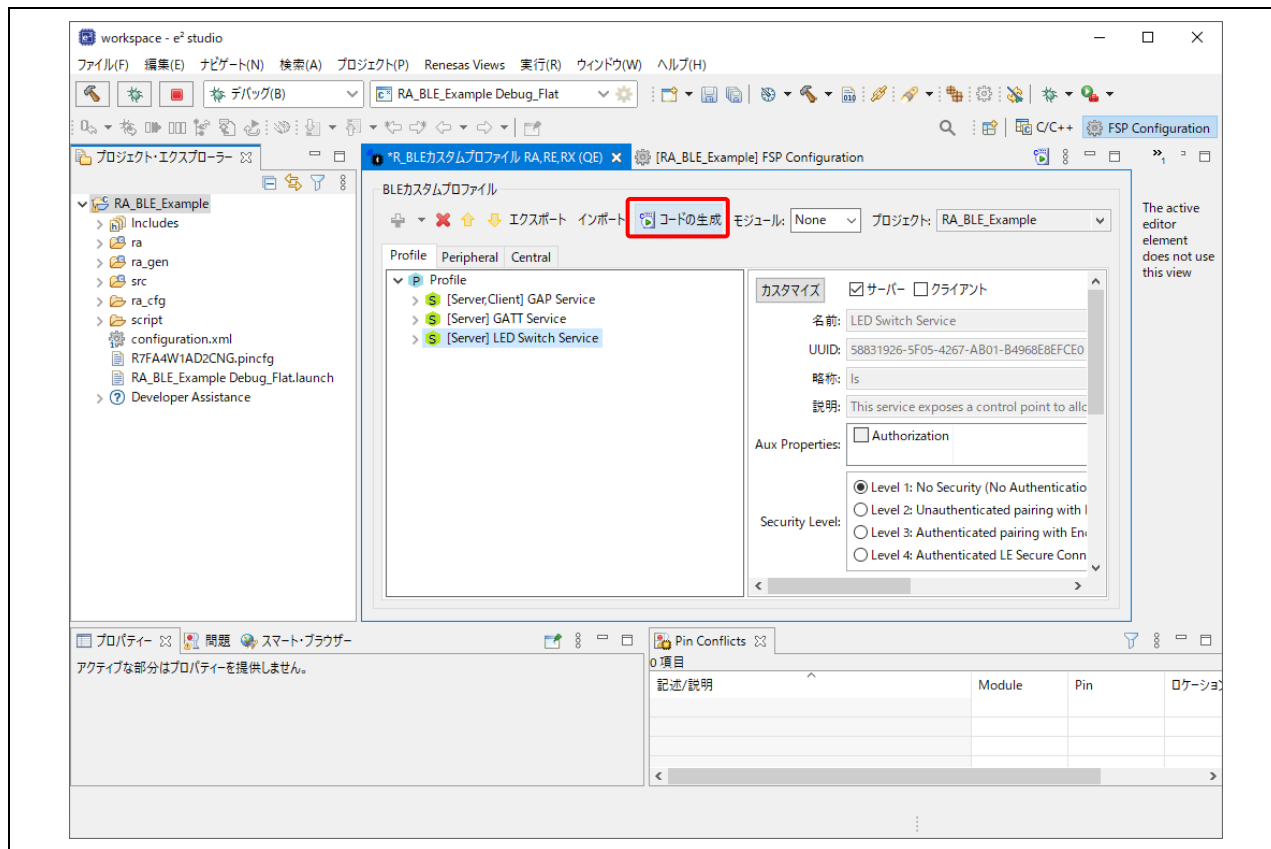


図 13 コードの生成

(9) [プロジェクトエクスプローラー] ビューにフォルダが追加されています。これらのファイルには、FSP のドライバを用いて BLE を使用するために必要な情報が含まれています。

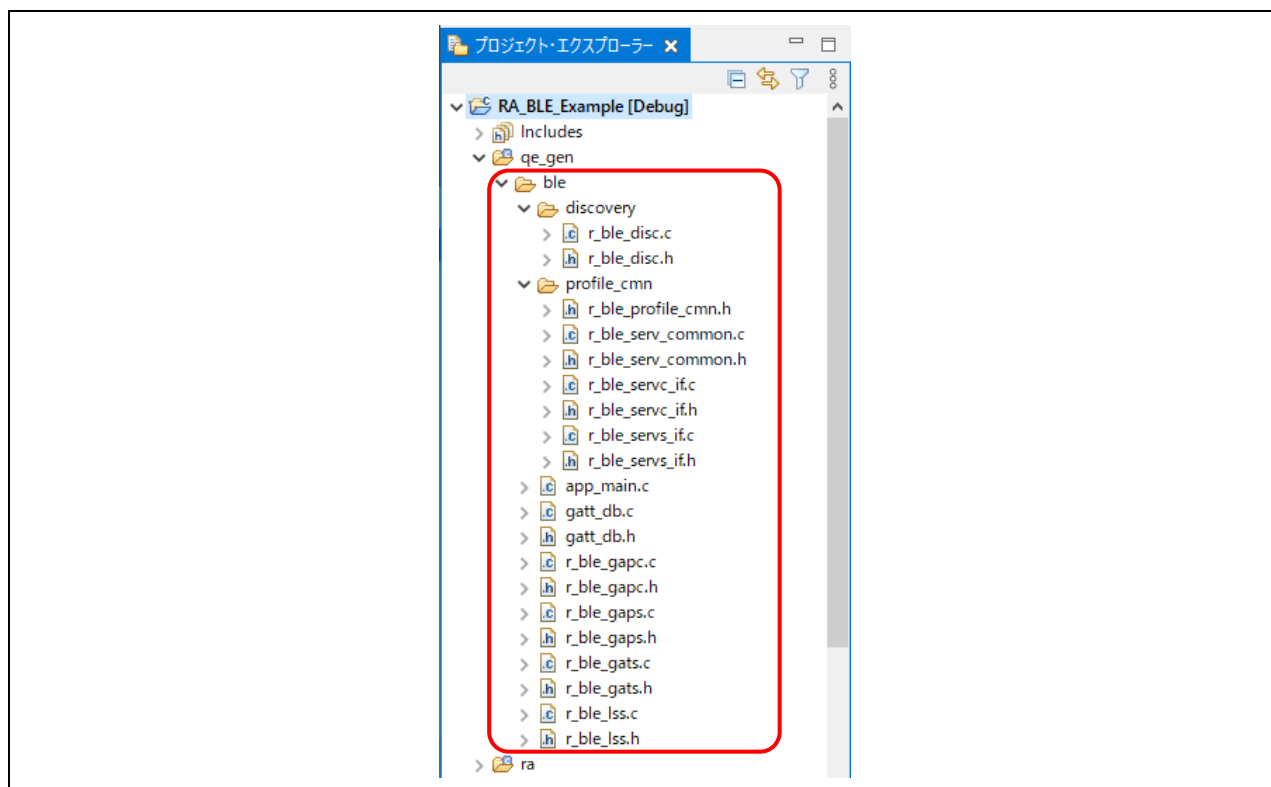


図 14 QE for BLE のソースファイル

3. Keil® MDK での新規プロジェクト作成

- (1) 以下の URL から Keil® Microcontroller Development Kit バージョン 5.36 以降（RA デバイスをサポート）をインストールします。

<https://www2.keil.com/mdk5/install>

- (2) 以下の URL からスマート・コンフィグレータ（RA SC）をインストールします。

<https://www.renesas.com/smart-configurator>

注：スマート・コンフィグレータのインストーラのバージョンを確認してください。FSP が v3.5.0 ではない場合は、以下の URL から最新バージョンをダウンロードしてインストールしてください。

<https://github.com/renesas/fsp/releases>

- (3) RA デバイスパックをインポートします。詳細については、Renesas Flexible Software Package (FSP) User's Manual の「2.6.2 Using RA Smart Configurator with Keil MDK」を参照してください。

<https://www.renesas.com/jp/ja/software-tool/flexible-software-package-fsp?#document>

- (4) スマート・コンフィグレータでサードパーティ製 IDE のプロジェクトを作成するには、“rasc.exe” アプリケーションを実行します。[New Renesas RA FSP Project] ウィザードで、プロジェクト名と作成場所を入力してください。

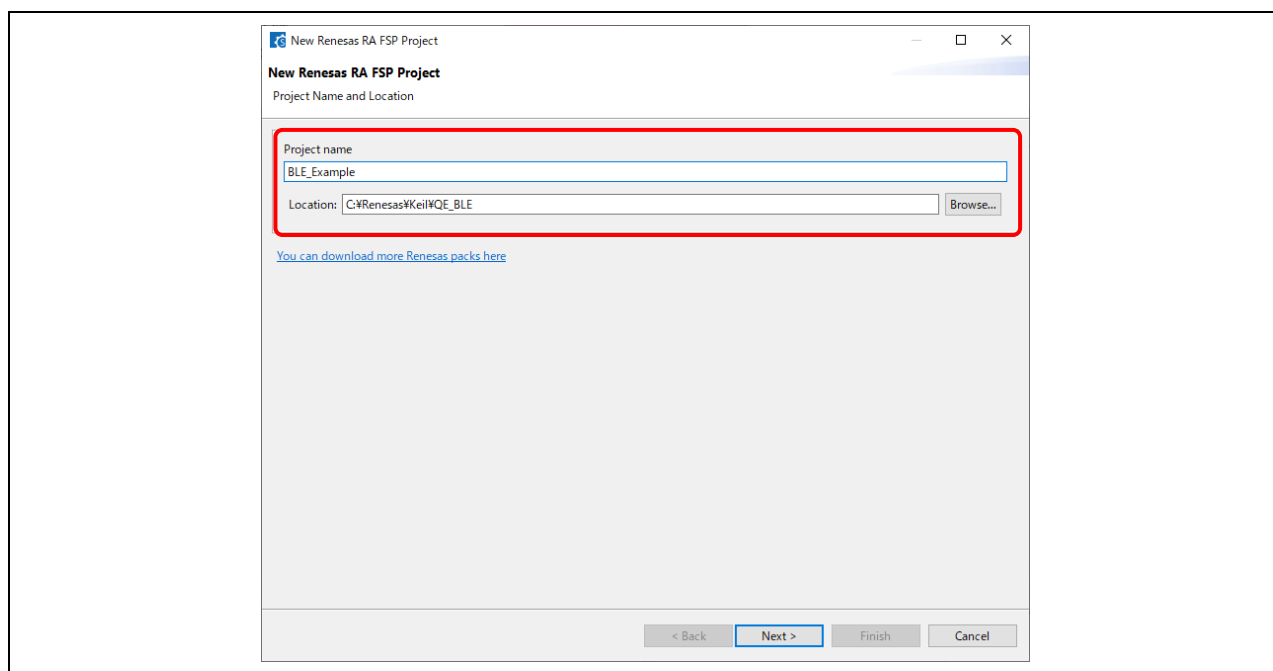


図 15 プロジェクト名と作成場所

(5) デバイス選択の画面で、デバイスとツールの情報を選択します。

- Board: **EK-RA4W1**
- Device: 自動的に選択されます。
- Language: **C**
- IDE Project Type: **Keil MDK Version 5**
- Toolchains: **ARM Compiler 6**

[Next]をクリックして次に進みます。

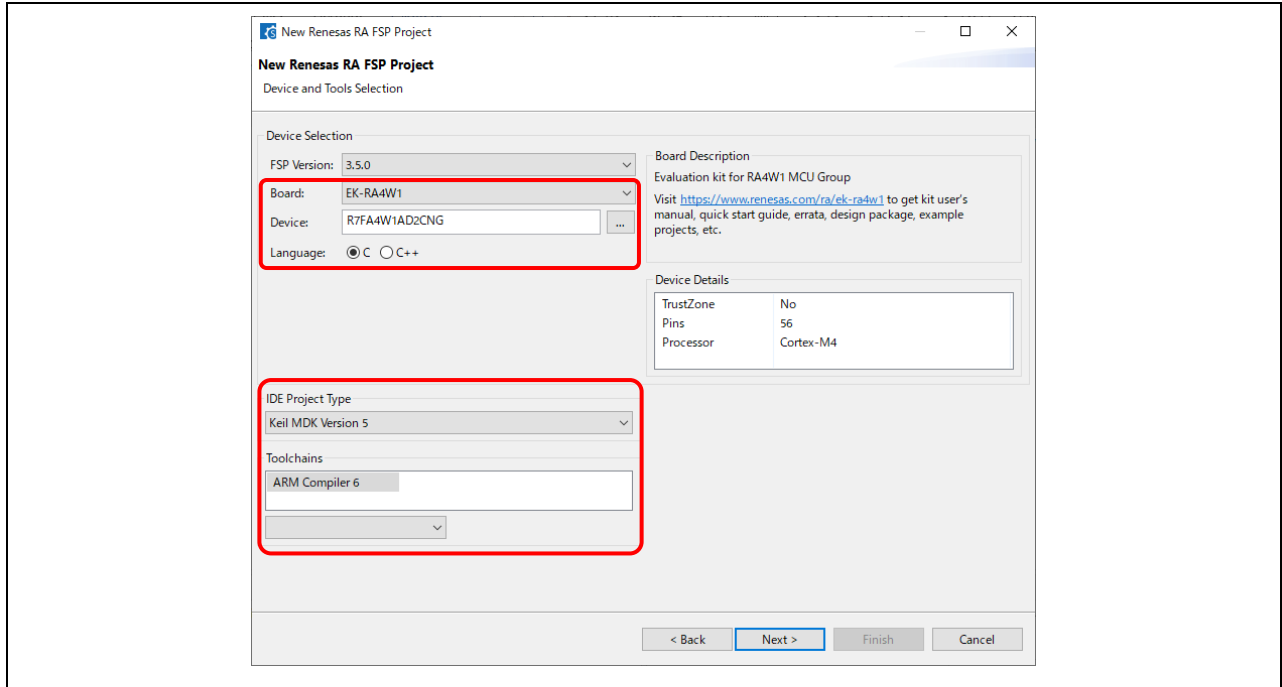


図 16 EK-RA4W1 ボードの選択

(6) RTOS Selection : No RTOS を選択します。

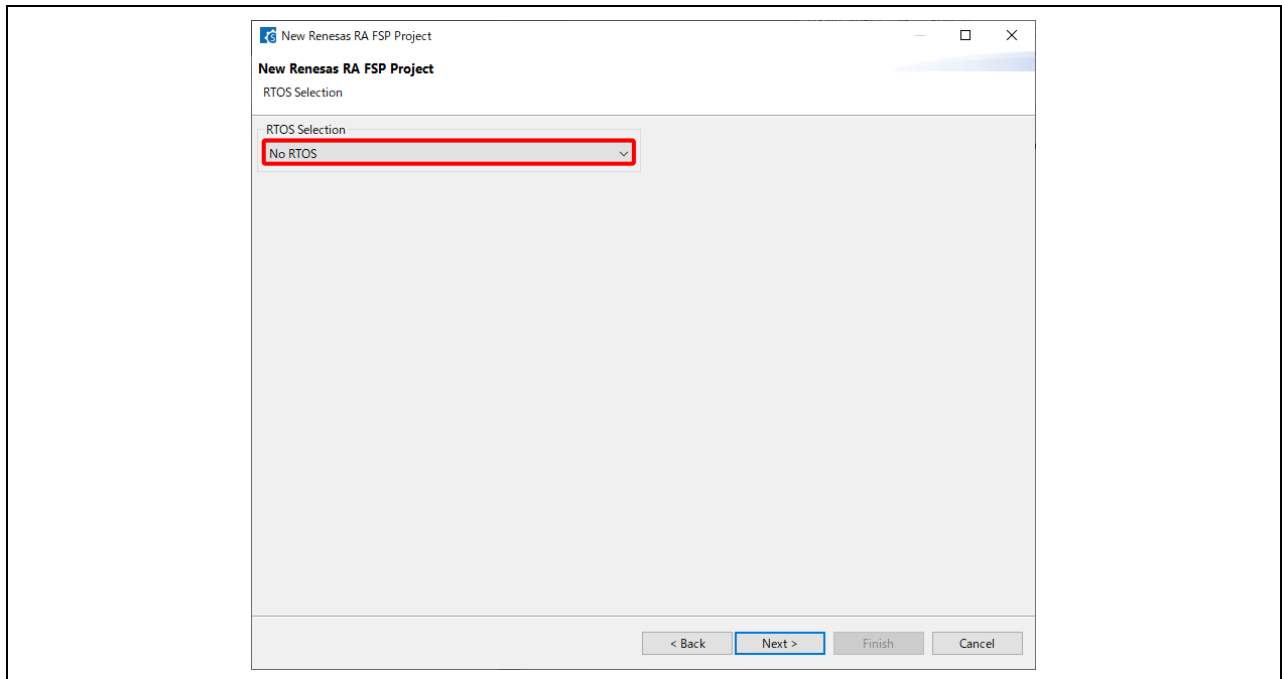


図 17 RTOS の選択

- (7) Project Template Selection : Bare Metal – Minimal を選択します。
[Finish] をクリックしてプロジェクトを作成します。

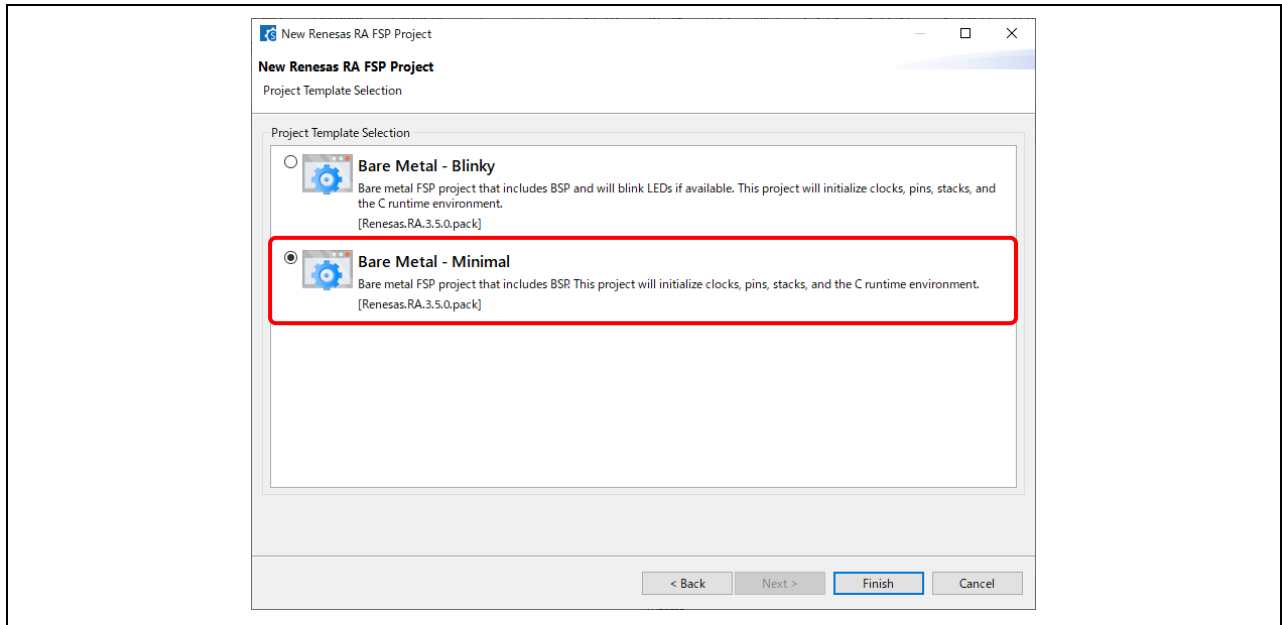


図 18 テンプレートの選択

- (8) プロジェクトが作成されると、スマート・コンフィグレータのウィンドウが開きます。

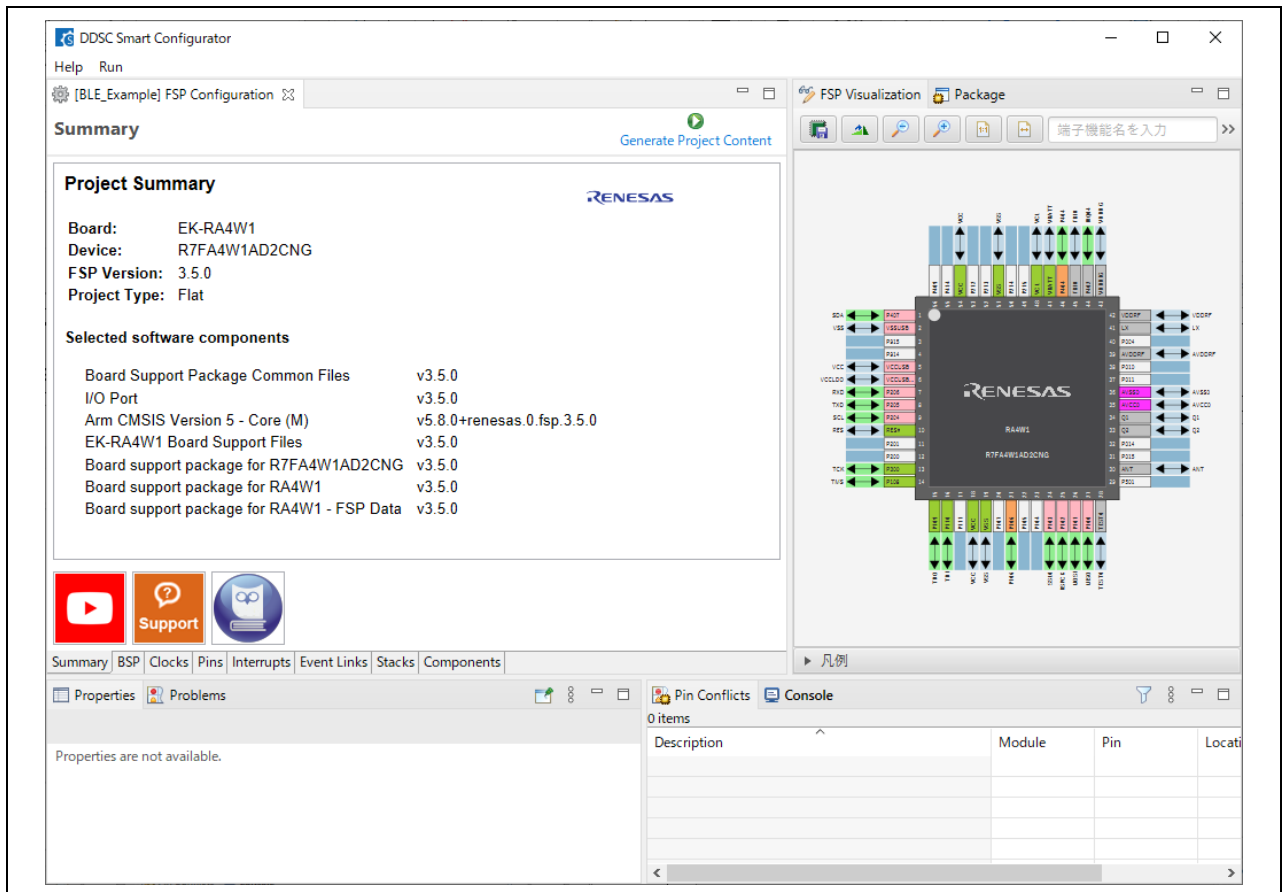


図 19 スマート・コンフィグレータのウィンドウ

- (9) Windows エクスプローラで、(4)のプロジェクトの作成場所を入力したフォルダを開き、メインワークスペース (Keil® MDK の *.uvprojx ファイル) が作成されていることを確認します。次にスマート・コンフィギュレータのウィンドウ右上にある×をクリックして終了してから、作成されたメインワークスペースをダブルクリックして、プロジェクトを開きます。

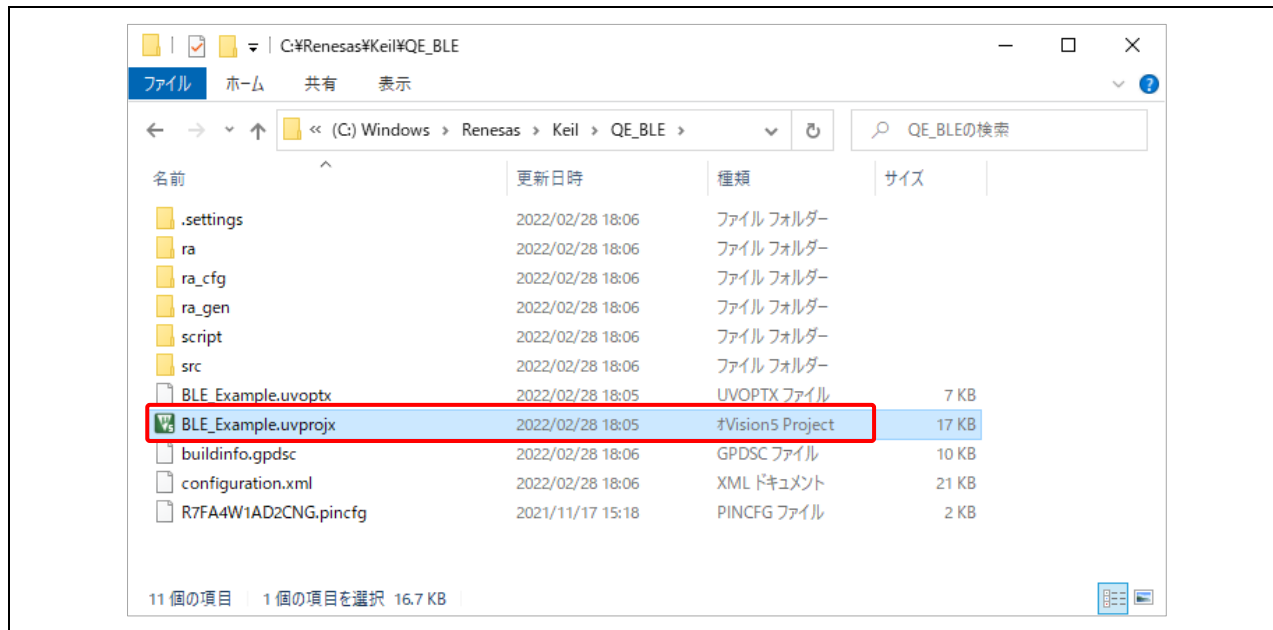


図 20 Keil® MDK の新規プロジェクト

- (10) Keil® MDK でプロジェクトが開きます。プロジェクトを右クリックし、[Rebuild all target files] を選択します。ビルド終了後、エラーがないことを確認してください。

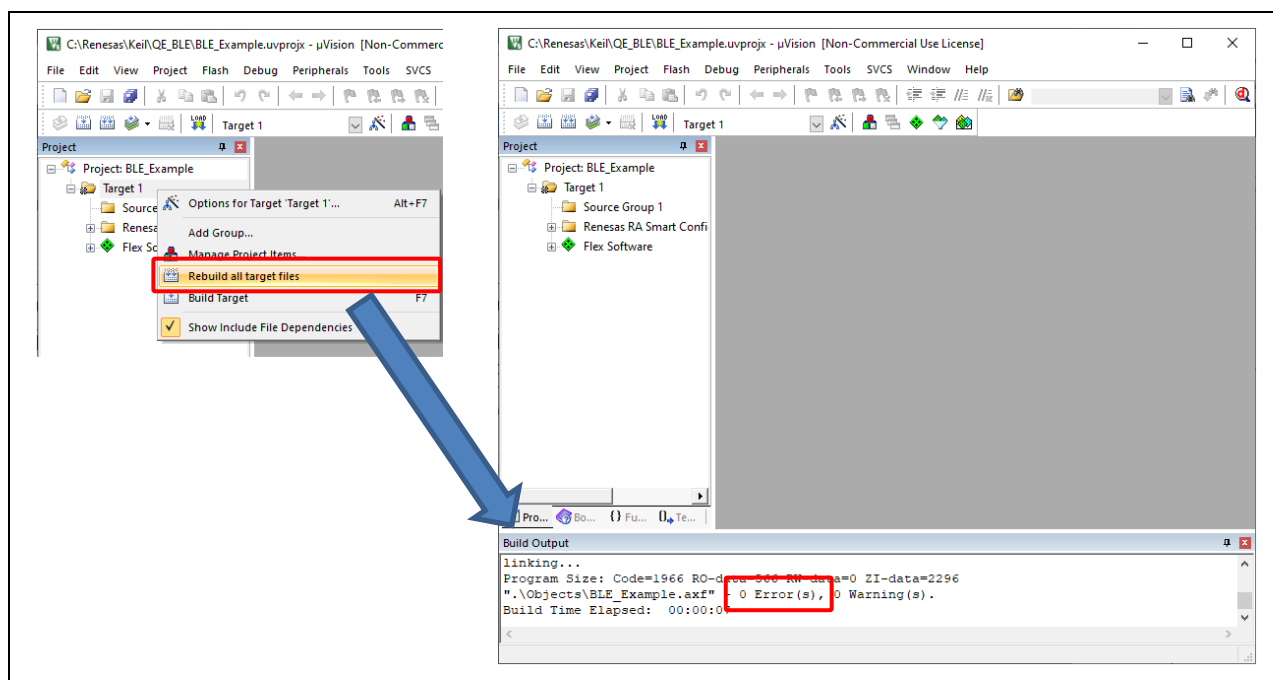


図 21 プロジェクトのビルド成功

(11) スマート・コンフィグレータで作成したプロジェクトを Keil® MDK で開いた後、IDE からスマート・コンフィグレータを再起動して FSP 構成を変更できます。(12)、(13)の手順に従ってスマート・コンフィグレータを開いてください。

(12) Keil® MDK のメニューから [Tools] → [Customize Tools Menu...] の順に選択します。[New] を選択して、各フィールドに次のように設定します。

Menu Text : RA Smart Configurator

Command : [...] をクリックして“rasc.exe”を選択します。

Initial Folder : [...] をクリックして“workspace”を選択します。

Argument : --device \$D --compiler ARMv6 configuration.xml

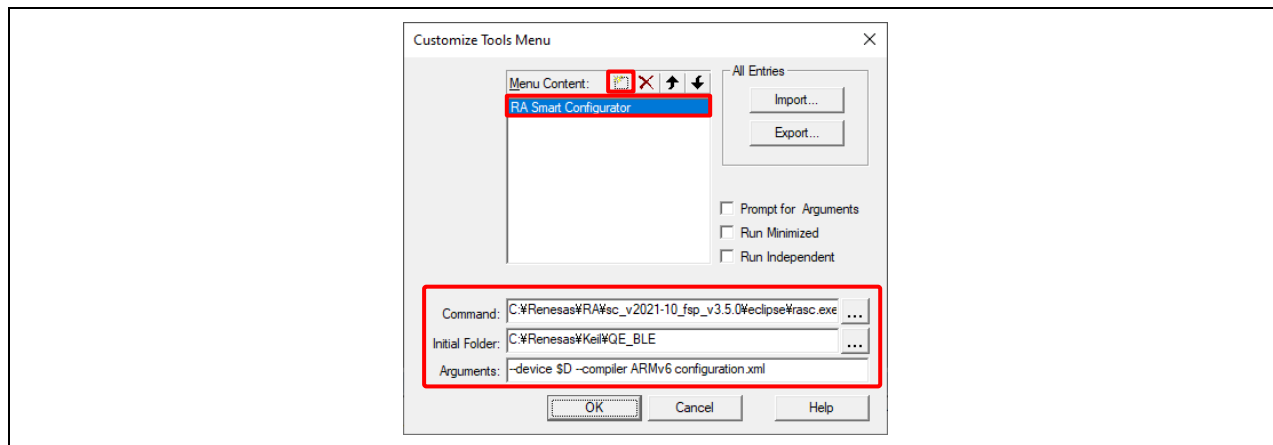


図 22 Keil® MDK でスマート・コンフィグレータを使用する設定

(13) Keil® MDK の [Tools] メニューから [RA Smart Configurator] を選択することで、作成済みプロジェクトの FSP 構成を再度開くことができるようになりました。

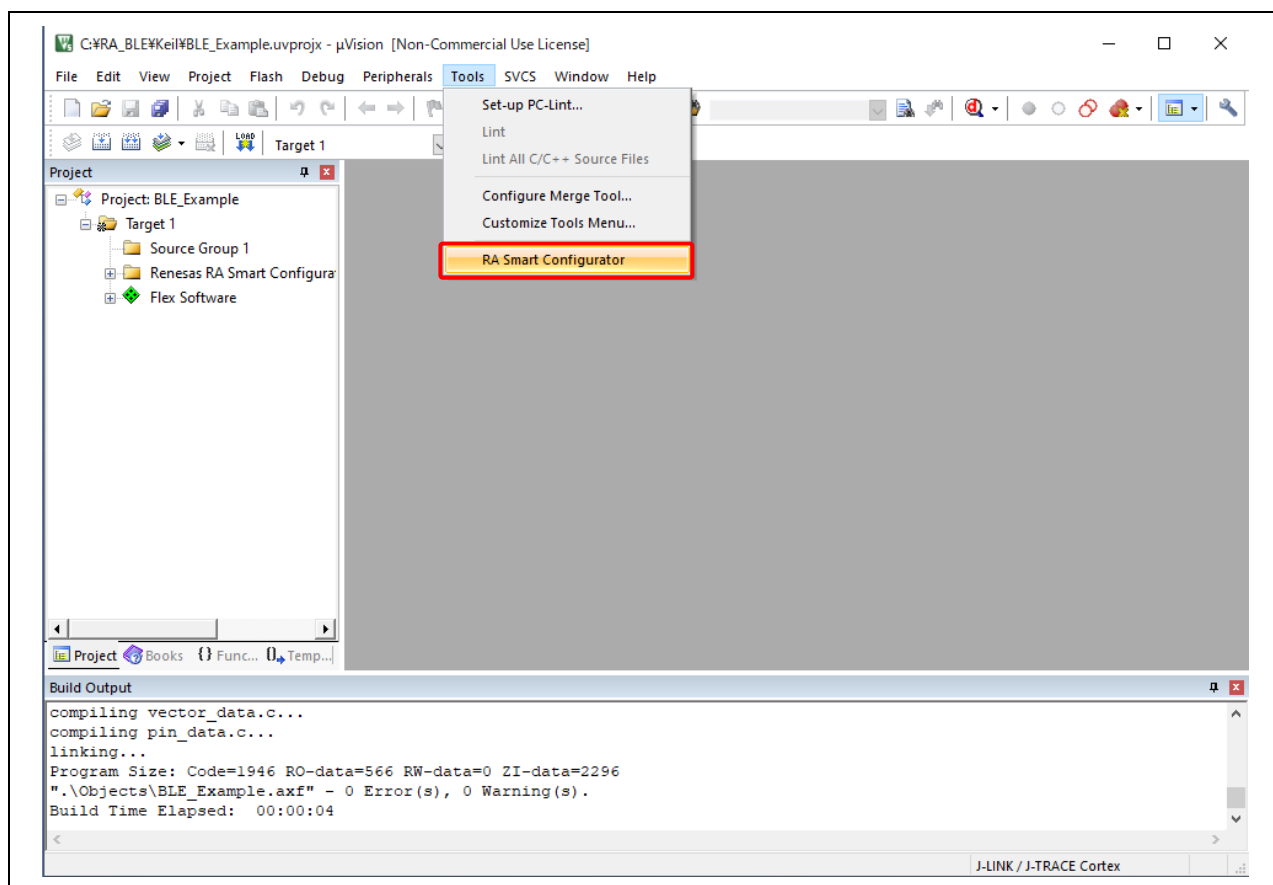


図 23 RA スマート・コンフィグレータ追加後の画面

4. Keil® MDK への BLE ドライバの追加

- (1) スマート・コンフィグレータを開き、[Stacks] タブを選択します。[New Stack] → [Networking] → [BLE Abstraction (rm_ble_abs)] の順に選択します。

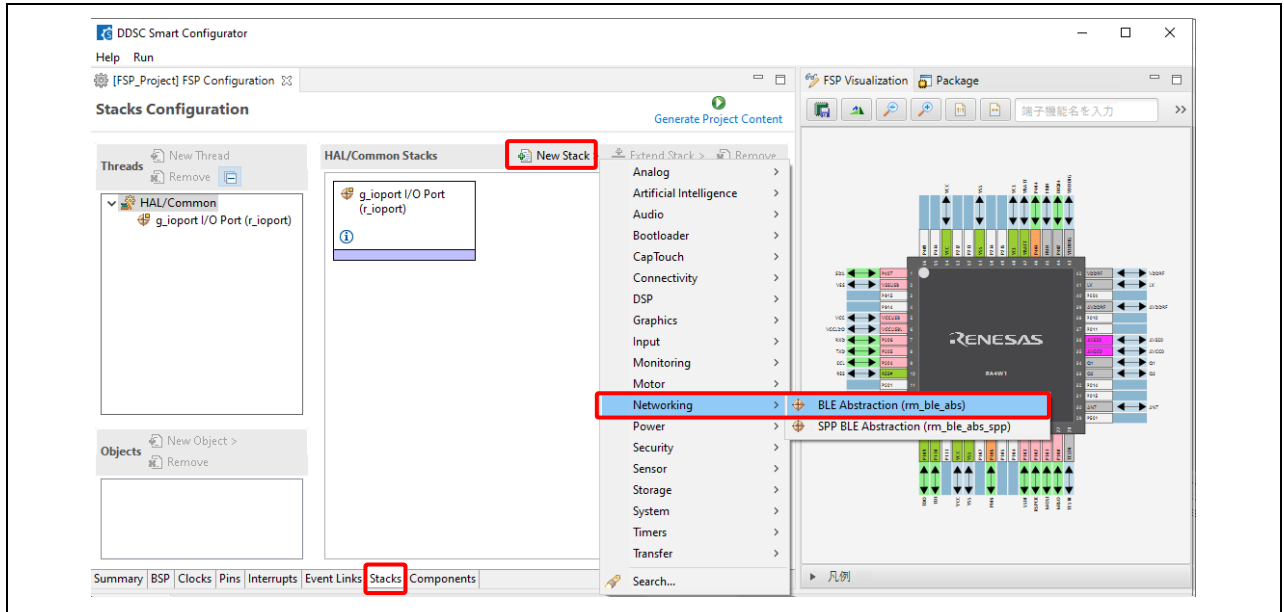


図 24 BLE Abstraction Driver の追加

- (2) [Add BLE Library for Network] をクリックし、[New] → [BLE Driver (r_ble_extended)] の順に選択します。

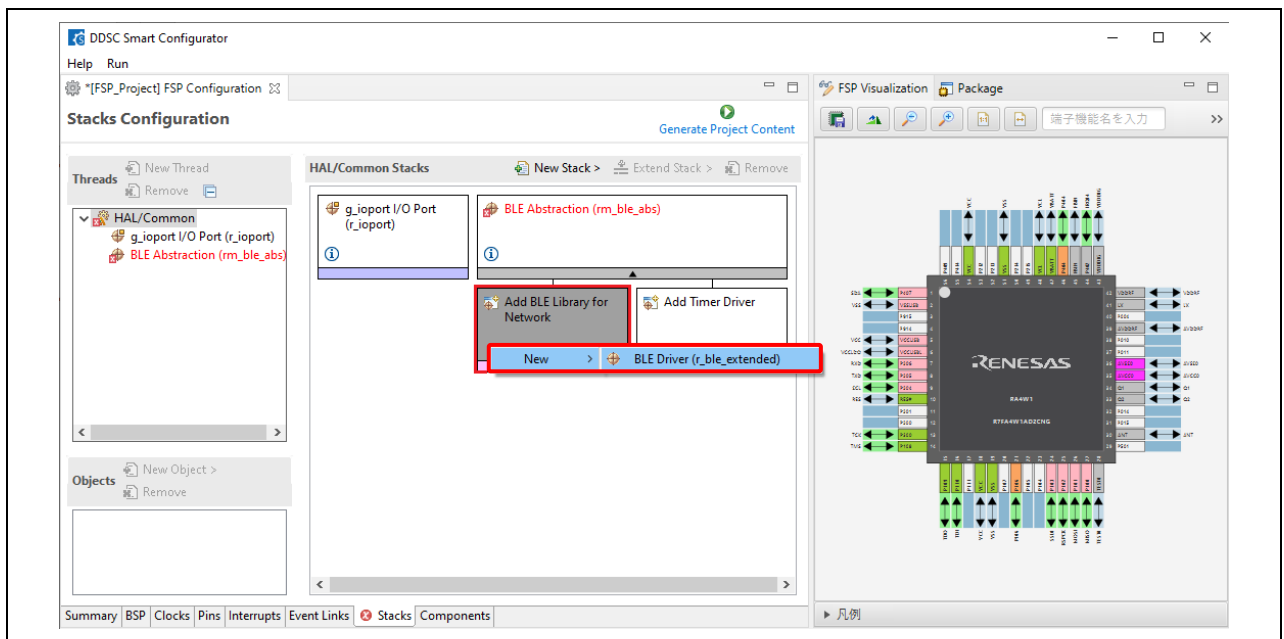


図 25 ネットワークドライバの追加

(3) [Add Timer Driver] をクリックし、[New] → [Timer, Low-Power (r_agt)] の順に選択します。

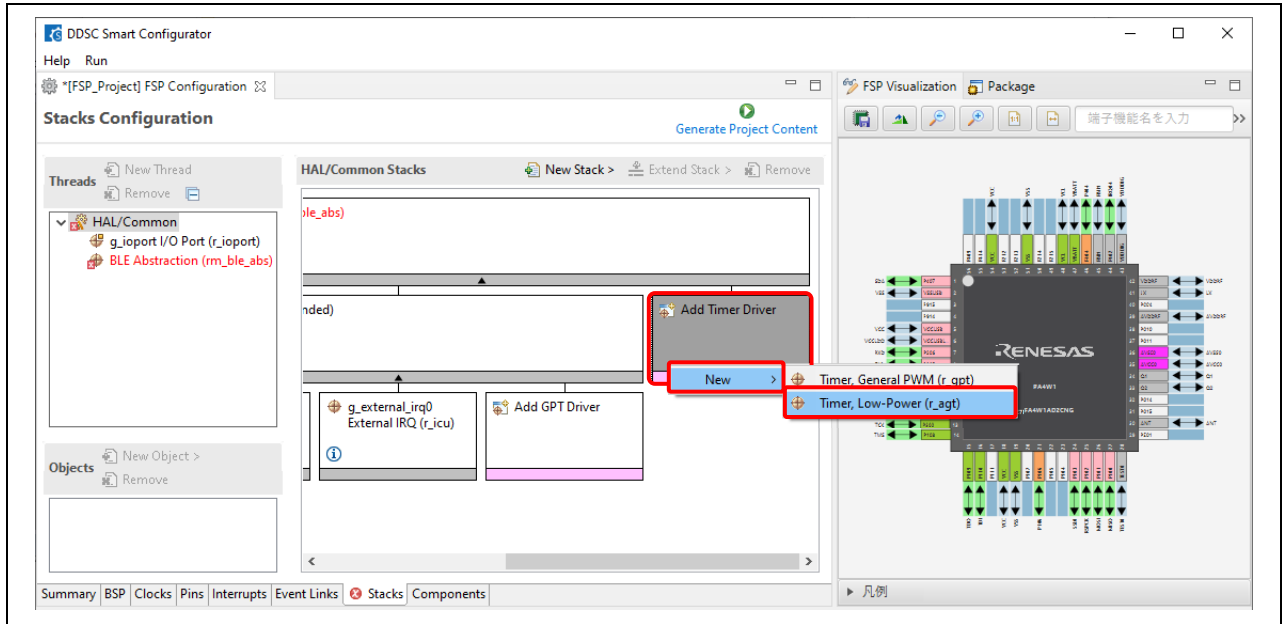


図 26 タイマドライバの追加

(4) r_agt ドライバを選択し、[Properties] ビューで"Underflow Interrupt Priority"を"Priority 4"に変更して割り込みを有効にします。

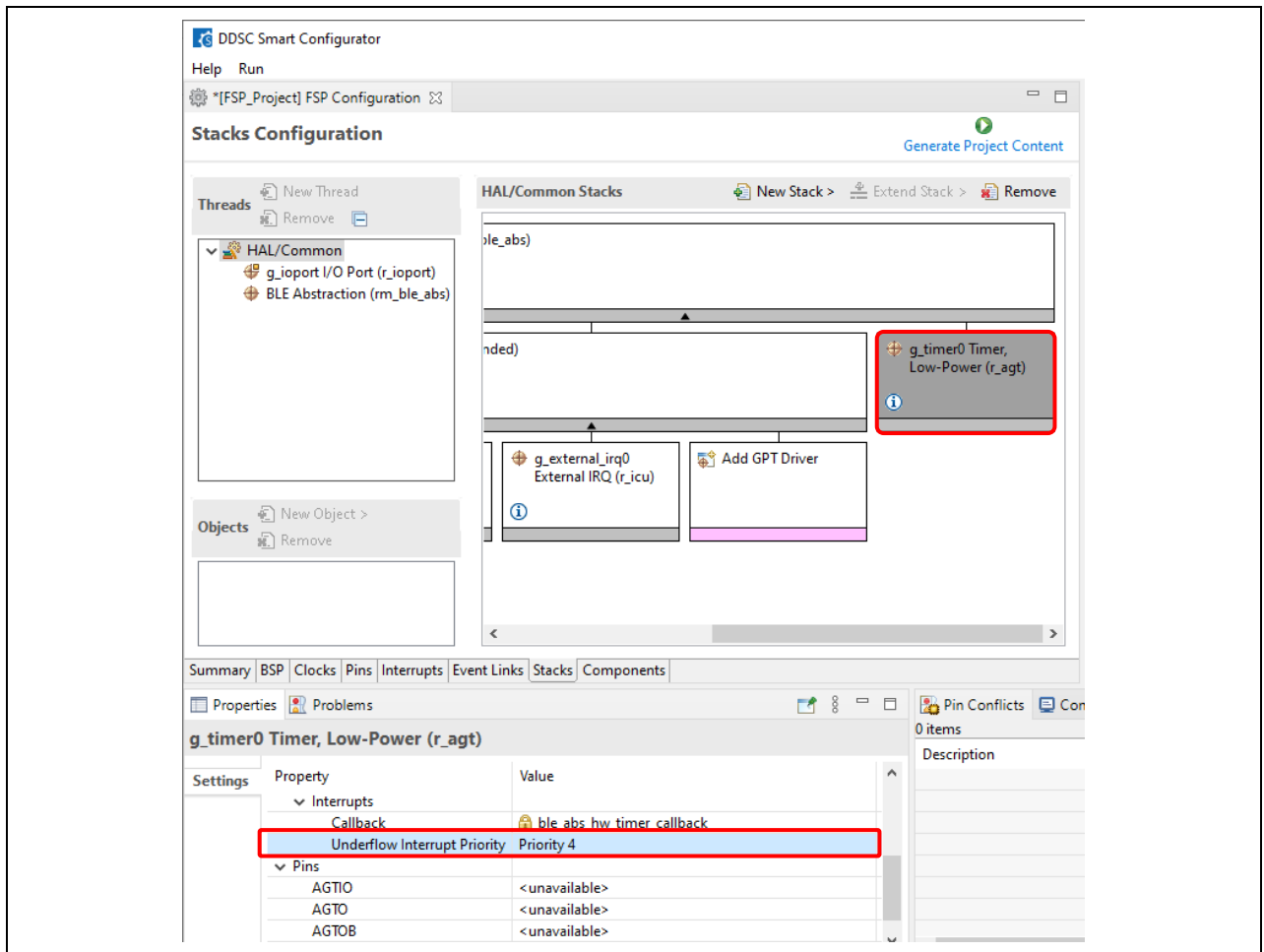


図 27 AGT 割り込みの有効化

(5) [Add GPT Driver] をクリックし、[New] → [Timer, General PWM (r_gpt)] の順に選択します。

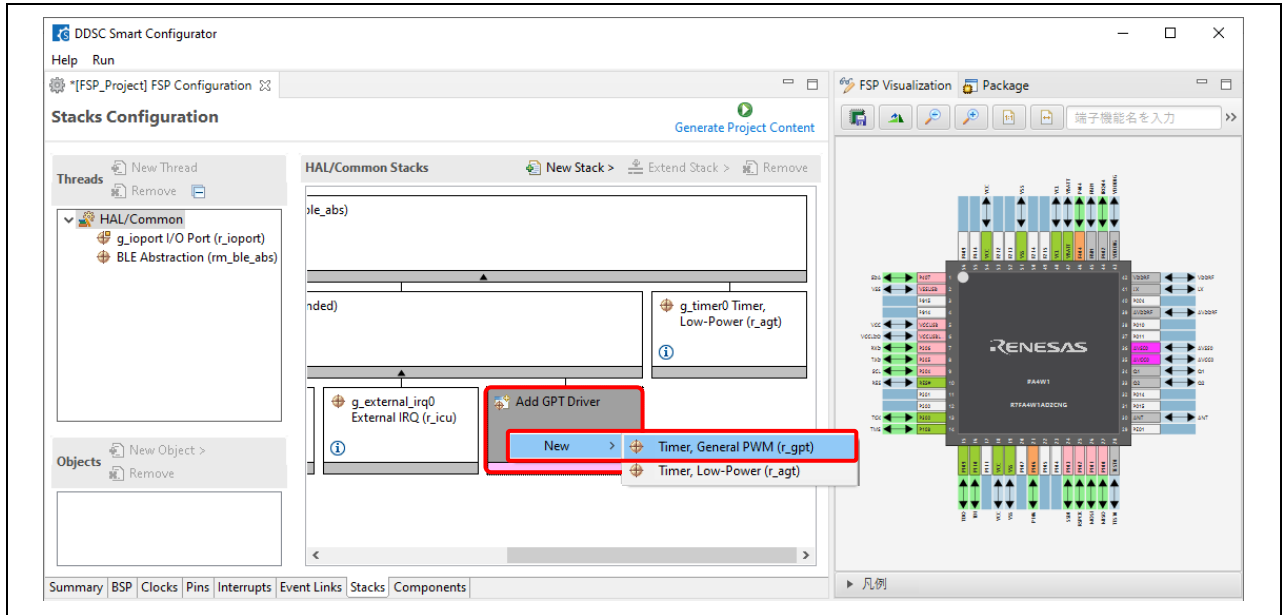


図 28 GPT ドライバの追加

(6) r_gpt ドライバを選択し、[Properties] ビューで"Overflow/Crest Interrupt Priority"を"Priority 2"に変更して割り込みを有効にします。

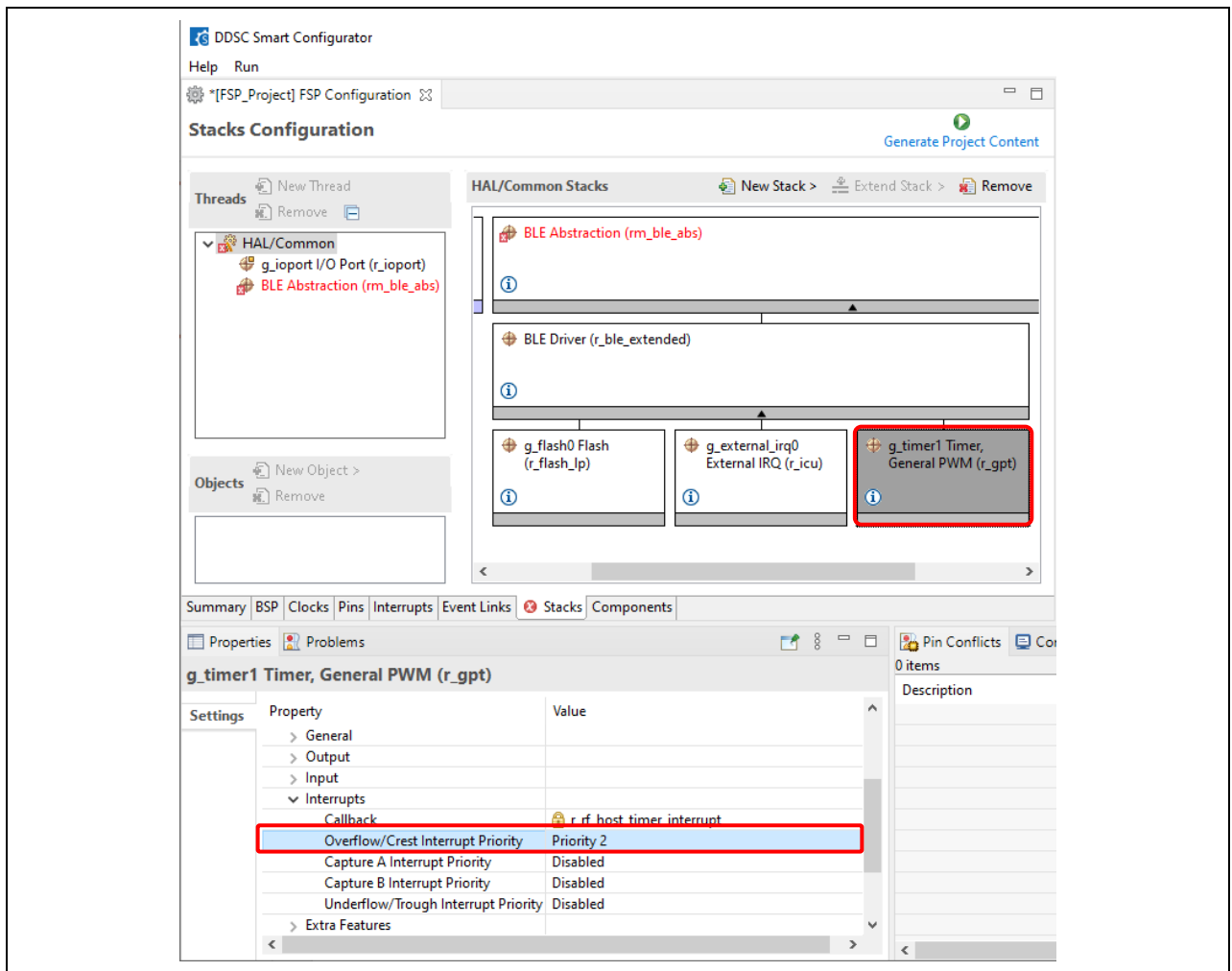


図 29 GPT 割り込みの有効化

(7) [BSP] タブを選択し、[Properties] ビューで"Heap size"を"0x2000"に変更します。

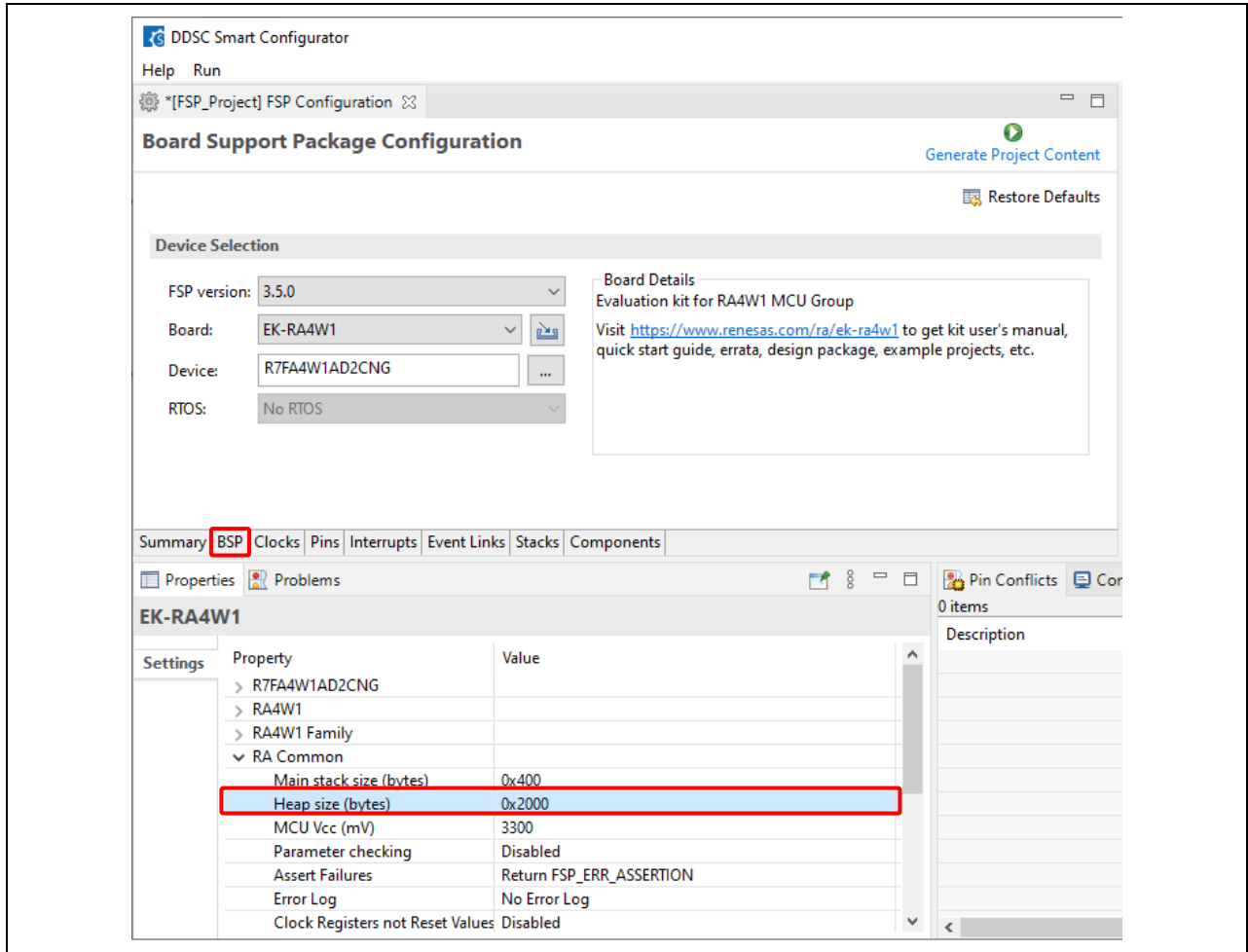



図 30 ヒープサイズの変更

(8)  Generate Project Content ボタンをクリックしてソースファイルを生成します。

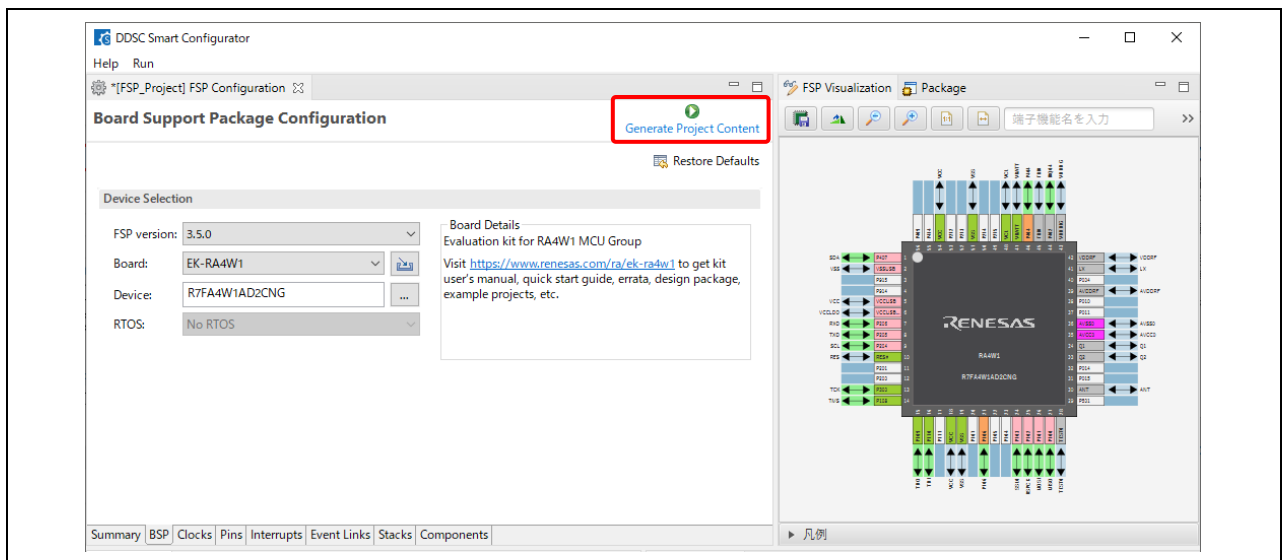


図 31 ソースファイルの生成

5. Keil® MDK への QE ファイルのコピー

- (1) e² studio で ble フォルダをを右クリックし、[コピー]を選択して、Keil® MDK のプロジェクトがあるフォルダにペーストします。

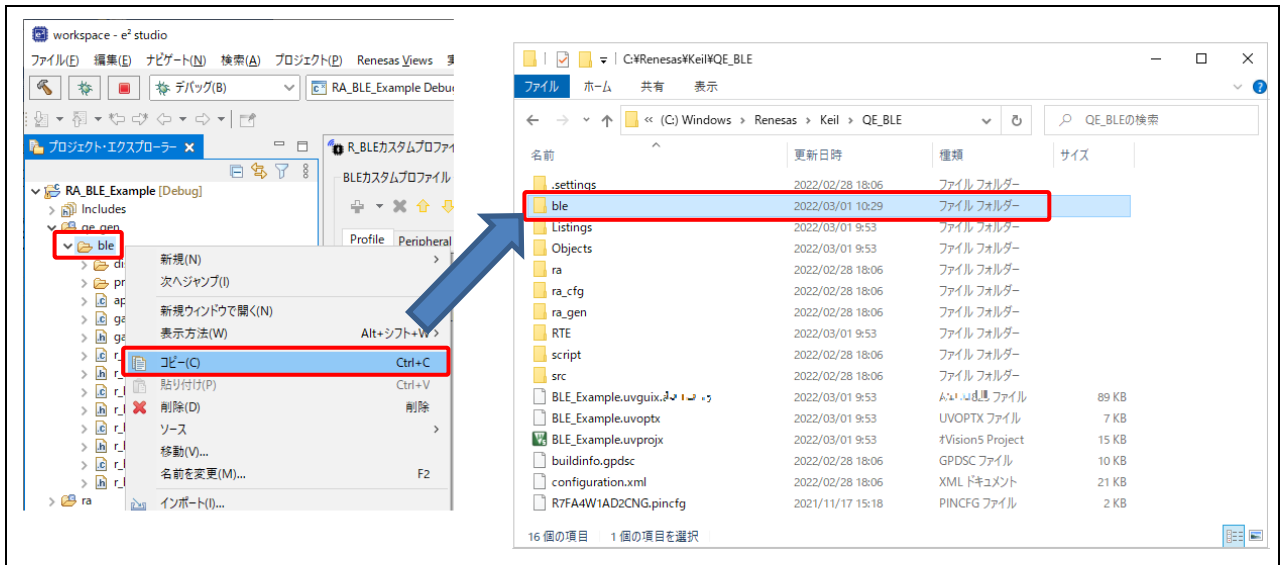


図 32 ble フォルダを Keil® MDK にコピー

- (2) Keil® MDK でグループ名を ble に変更します。

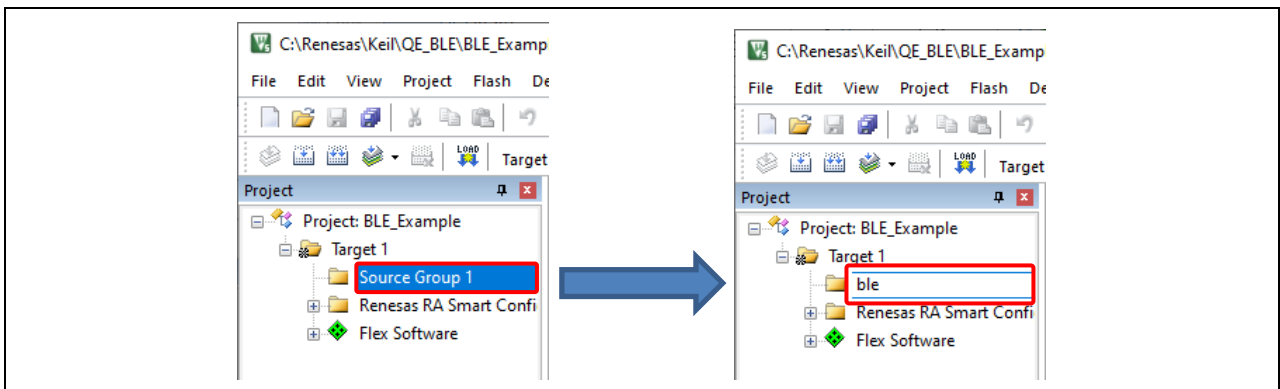


図 33 新規グループの作成

- (3) ble グループを右クリックして、[Add Existing file to Group “ble” ...] を選択します。ble フォルダ、ble/discovery フォルダ、ble/profile_cmn フォルダ内にあるすべての C ソースファイルを選択し、[Add] をクリックしてプロジェクトにファイルを追加します。

注：プロジェクトにファイルを追加することにより、以降の操作中に“Import Changes?” と確認するダイアログボックスが表示されますので、“はい”を選択してください。

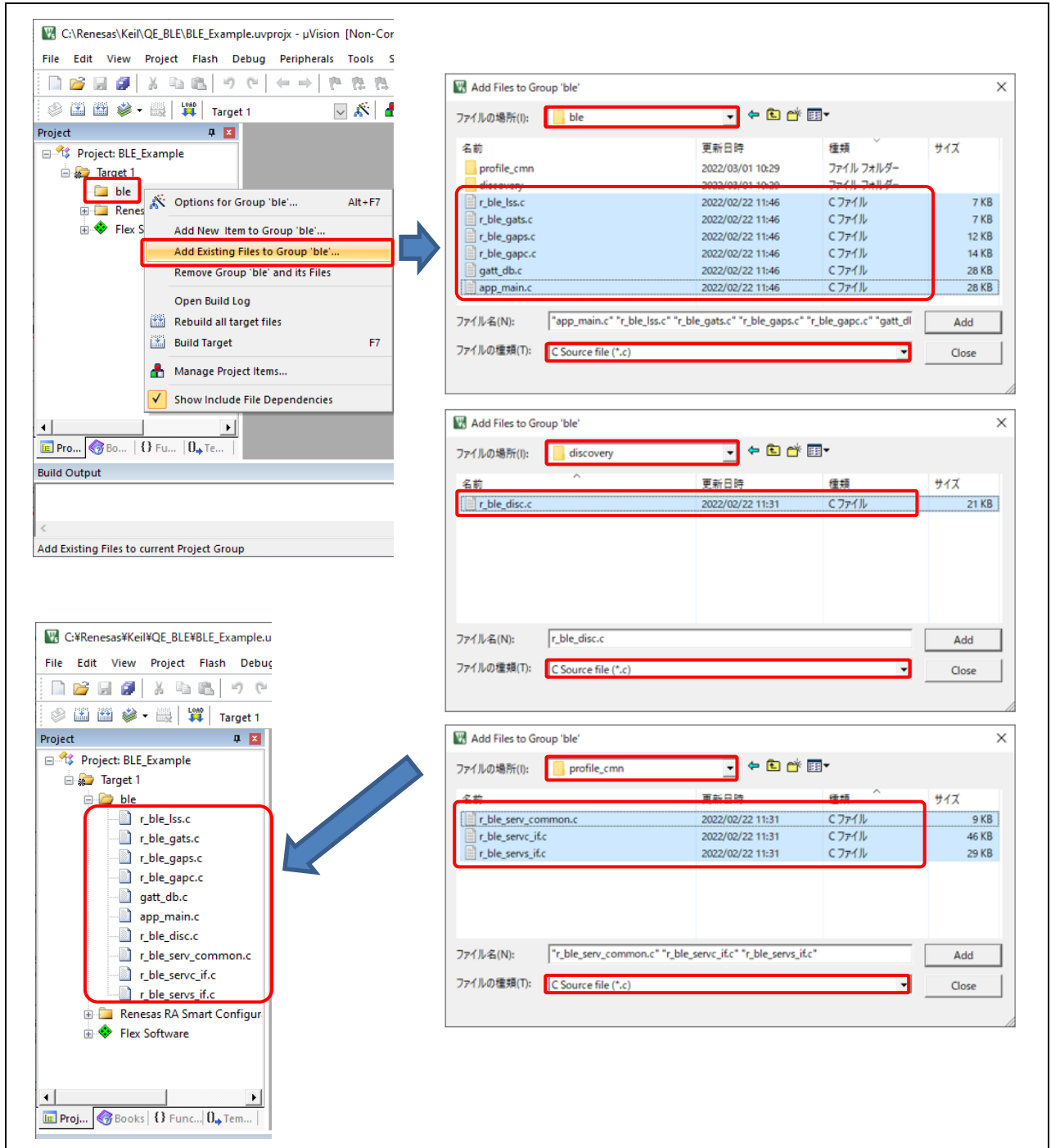


図 34 ソースファイルを ble グループに追加

- (4) "Target1"を右クリックし、[Options for Target 'Target 1'...] を選択します。[Options] ダイアログボックスで[C/C++ (AC6)] を選択し、次のように設定します。
- Preprocessor Symbols Define: `_RENESAS_RA_`
 - Include Paths: [...] をクリックしてインクルードディレクトリ `ble` を追加します。

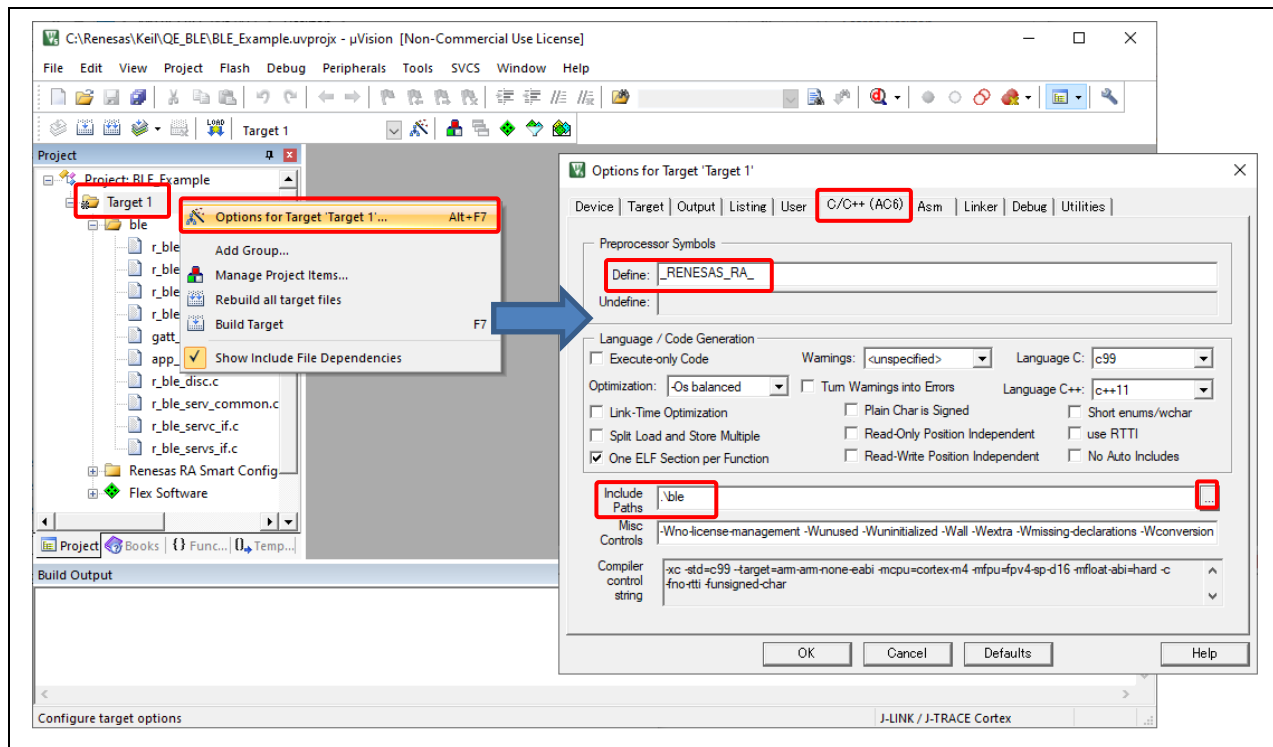


図 35 プロジェクトオプションの画面

- (5) "Target1"を右クリックし、[Rebuild all target files] を選択します。ビルド終了後、エラーがないことを確認してください。

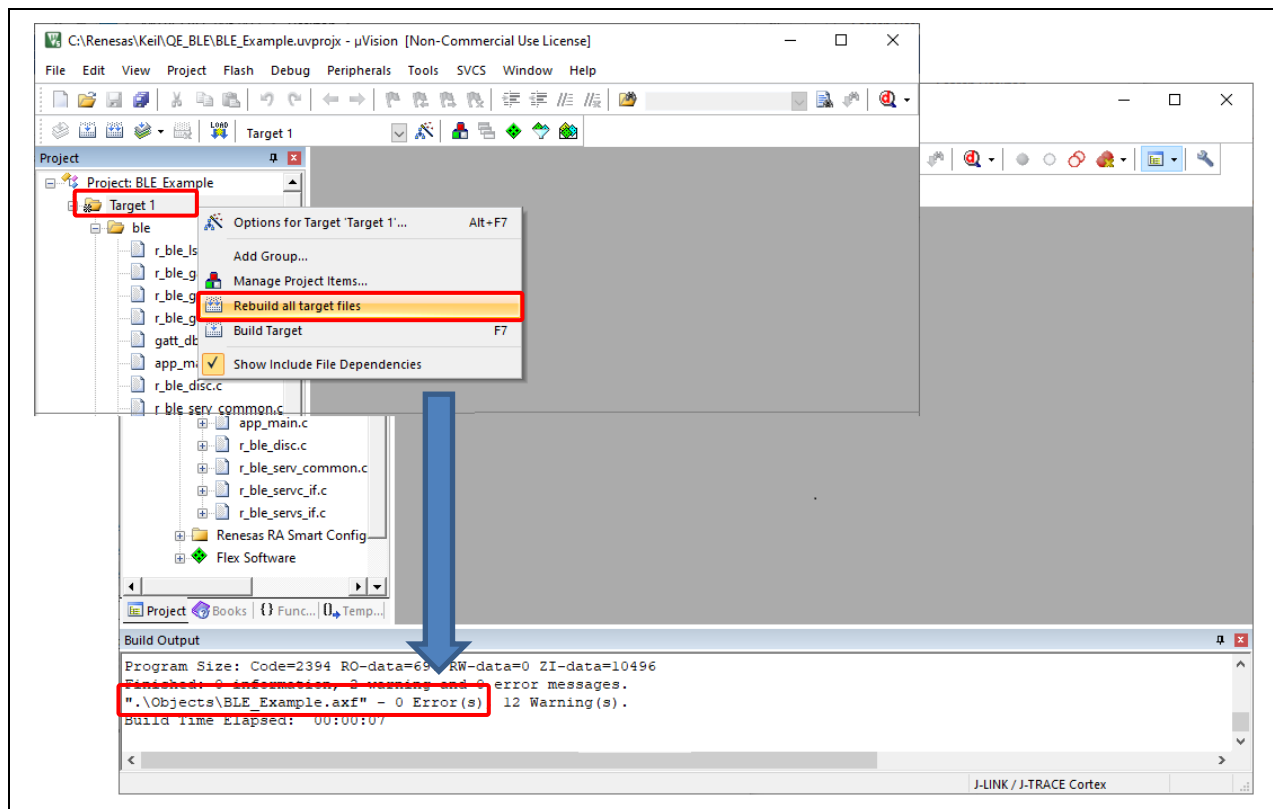


図 36 ビルド成功

ホームページとサポート窓口

RA ファミリの主な機能、ダウンロードコンポーネント、関連ドキュメント、サポートについては、下記のサイトにアクセスしてください。

RA ファミリ製品情報

www.renesas.com/ra

RA ファミリのサポートフォーラム

www.renesas.com/ra/forum

RA ファミリ Flexible Software Package

www.renesas.com/FSP

ルネサスサポートサイト

www.renesas.com/support

改訂記録

Rev.	発行日	改訂内容	
		ページ	ポイント
1.10	2022.03.02	—	初版発行

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しないでください。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えば、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、ノイズ輻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、変更、複製、リパ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、改造、複製、リパ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、不正な変更、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た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なります。
 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（豊洲フォレストシア）

www.renesas.com

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。

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/