

## お客様でのアプリケーション開発の流れ

ここでは、お客様でのアプリケーション開発の流れについて説明します。

Nordic 社から提供される SDK には様々なサンプル・ソフトウェアが含まれています。これをベースにして、お客様独自の仕様・機能を追加・修正することで容易にお客様のアプリケーション開発が行えます。また、ラピスセミコンダクタも独自のサンプル・ソフトウェアを提供していますので、こちらもご参照下さい。

### STEP.1

#### ベースとするサンプル・ソフトウェアの選定

サンプル・ソフトウェアをご紹介します。

お客様のアプリケーションにより近いサンプル・ソフトウェアを選定することで効率的にソフトウェア開発を行うことができます。

[Go >>](#)

### STEP.2

#### ソフトウェア開発環境の構築

コンパイラやデバッガといった、ソフトウェア開発環境を整えましょう。

[Go >>](#)

### STEP.3

#### お客様でのアプリケーション開発

ソフトウェア開発環境が整ったら、いよいよ、実際のソフトウェア開発です。開発用ツールの使用方法を紹介します。

[Go >>](#)

## Step.1 ベースとするサンプル・ソフトウェアの選定

### Step.1-1 サンプル・ソフトウェアの選定

ラピスセミコンダクタでは、以下のサンプル・ソフトウェアをご用意しています(一部開発中)。

お客様にて無償で、ご自由に改変してお使い頂くことができます。

表. ラピスセミコンダクタ提供サンプル・ソフトウェア

サンプル・ソフトウェア名	用途・アプリケーション	ダウンロード先
シリアル通信用ソフトウェア	<ul style="list-style-type: none"> <li>簡易的な AT コマンドを使って、簡単に Bluetooth low energy 無線通信が実現できます。</li> <li>これまで UART 経由で制御してきた機器を無線化する際には、本サンプル・ソフトウェアを使うことで簡単に無線化できます。</li> </ul>	<p>ラピスセミコンダクタ無線サポートサイトを参照して下さい。</p> <p><a href="https://www.lapis-semi.com/cgi-bin/MyLAPIS/regi/login_J.cgi">https://www.lapis-semi.com/cgi-bin/MyLAPIS/regi/login_J.cgi</a></p>

リモコン用ソフトウェア	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bluetooth low energy 無線リモコンにお使い頂けます。</li> </ul>	2020年8月公開予定です。
センシング用ソフトウェア	<ul style="list-style-type: none"> <li>各種センサ・デバイスをセンシングして、データ収集するアプリケーションにお使い頂けます。</li> </ul>	2020年10月公開予定です。

Nordic 社からも様々なサンプル・ソフトウェアが提供されています。ここではその一部をご紹介します。以下の表は、nRF5 SDK v16.0.0 でアプリケーション適用例として提供されているサンプル・ソフトウェアです。これら以外にも、評価用アプリケーションとして、スループット測定アプリケーション、消費電流測定用アプリケーション、マルチ・プロトコル・アプリケーション等も用意されています。

**【ご注意】**SoftDevice(Nordic 社が提供する Bluetooth low energy のプロトコル・スタック・ライブラリ)の種類によって、SoftDevice が使用するメモリ量が異なります。このため、MK71511 で動作しないサンプル・ソフトウェアと SoftDevice の組み合わせがあります。

表. Nordic 社提供サンプル・ソフトウェア (アプリケーション適用別)

アプリケーション 適用例	サンプル・ソフトウェア概要	GAPロール		対応SoftDevice		
		セントラル	ペリフェラル	S112	S132	S140
LED照明	LED点灯・消灯アプリケーションのボタン側。	●			●	●
	LED点灯・消灯アプリケーションのLED側。		●	●	●	●
ビーコン	iBeacon対応ビーコン・アプリケーション。		●	●	●	●
	Eddystone対応ビーコン・アプリケーション。		●	●	●	
	Bluetooth標準ビーコン。ボタン押下により、System-Off状態から復帰してアドバタイズ・パケット送信(3分間)を開始する。		●	●	●	●
落とし物トラッカー	Tile対応ノード用アプリケーション。Tile用OTA機能もあり。		●	●	●	●
シリアル通信	シリアル通信アプリケーション。自動的にアドバタイズ開始し、スマホと接続後は、UART経由でデータ送受信できる。		●		●	●
マルチ接続 (1対N)	1台のボタンが複数台のLEDと同時接続するアプリケーションのボタン側。	●			●	●
	LED点灯・消灯アプリケーションのLED側。		●	●	●	●
マルチ接続 (N対1)	LED点灯・消灯アプリケーションのボタン側。	●			●	●
	1台のLEDが複数台のボタンと同時接続するアプリケーションのLED側。		●	●	●	●
UARTコマンドIF版 マルチ接続	UARTコマンド・インタフェースを有するマルチ・コネクション・アプリケーション。"Advertise"、"connect"、"disconnect"などの独自コマンドで制御する。	●	●		●	●
データ中継	心拍計センサ、ランニング・スピード&ケイデンス(RSC)センサからのデータを、コレクタ(セントラル)として受信して、センサ(ペリフェラル)に機能スイッチしてスマホへ中継するアプリケーション。	●	●		●	●
	RSCプロファイルのセンサ側。		●		●	●
	心拍計プロファイルのセンサ側。		●		●	●
NFCペアリング	NFCを使ったペアリング。セントラル側。	●			●	
	NFCを使ったペアリング。ボタン押下でレガシー・ペアリング(JW)、レガシー・ペアリング(OOB)、セキュア・コネクション(OOB)から選択できる。		●		●	
	NFC機能付きスマホも対向機として使用可。					

以下の表は、nRF5 SDK v16.0.0 で Bluetooth 標準プロファイル適用例として提供されているサンプル・ソフト

ウェアです。

表. Nordic 社提供サンプル・ソフトウェア (プロファイル適用別)

Bluetooth GATT ベース・プロファイル 適用例	サンプル・ソフトウェア概要	GAPロール		対応SoftDevice		
		セントラル	ペリフェラル	S112	S132	S140
心拍計プロファイル	心拍計プロファイルのデータ収集側。心拍データを受信してUARTへ表示する。	●			●	●
	心拍計プロファイルのセンサ側。		●		●	●
心拍計プロファイル (+NFCペアリング)	心拍計プロファイルのデータ収集側。心拍データを受信してUARTへ表示する。NFCペアリング版。	●			●	
	心拍計プロファイルのセンサ側。NFCペアリング版。		●	●	●	●
	心拍計プロファイルのセンサ側。FreeRTOS使用版。		●		●	
血圧計プロファイル	血圧計プロファイルのセンサ側。ボタン押下で血圧シミュレーション値を送信。		●	●	●	●
血糖値計プロファイル	血糖値計プロファイルのセンサ側。ボタン押下する度に血糖値データを生成。		●	●	●	●
温度計プロファイル	温度計プロファイルのセンサ側。ボタン押下で温度シミュレーション値を送信。		●	●	●	●
連続血糖値モニタ・プロファイル	Continuous Glucose Monitoringプロファイルのセンサ側。		●	●	●	●
ランニング・スピード& ケイデンス・プロファイル	RSCPのデータ収集側。データを受信してUARTへ表示する。	●			●	●
	RSCPのセンサ側。RSCSデータとBASのシミュレーション値を定期的送信する。		●		●	●
サイクリング・スピード& ケイデンス・プロファイル	CSCPのセンサ側。CSCSデータとBAS値はシミュレーション値を送信。		●		●	●
近接プロファイル	Proximityプロファイル(LLS, IAS, TPS)のリポータ側とFind Meプロファイルのロケータ側。		●	●	●	●
イミディエート・アラート・サービス	Immediate Alert通知の受信側。IASを有するペリフェラル・デバイスとJWでペアリング実施して最大数になるまでデバイスと同時接続を試みる。Immediate Alert通知を受信するとLED3を表示する。	●			●	●
	Immediate Alertの通知を発行する側。ボタン押下の度にAlertレベルが0→1→2→0とトグルする。		●	●	●	●
リンクロス・サービス	Link Lossサービスのレポータ側。		●	●	●	●
アラート通知プロファイル	Alert Notification Profileのレポータ側。ボタン押下でAlertをスマホへ通知すると共に、UARTにステータス表示する。		●	●	●	●
現在時刻サービス	Current Timeサービスのクライアント側。ボタン押下で時刻データを受信してUARTに表示する。		●	●	●	●
屋内位置測位プロファイル	屋内位置測位プロファイルのイニシエータ側。	●			●	
	屋内位置測位プロファイルのアクセプタ側。		●		●	
ロケーション&ナビゲーション・プロファイル	Location and Navigation Profileのサーバ側。クライアント側からの制御がUARTに出力される。		●		●	●
ヒューマン・インタフェース・デバイス・プロファイル	HID over GATTプロファイルのキーボード・アプリケーション。ボタン押下で"hello"文字列を送信。		●	●	●	●
	HID over GATTプロファイルのマウス・アプリケーション。ボタン押下マウスポインタを上下左右に移動。Swiftペア(簡単ペアリング)機能にも対応。		●	●	●	●
オブジェクト・トランスファ・サービス	Object Transferサービス(OTS)のクライアント側。	●			●	●
	Object Transferサービス(OTS)のサーバ側。		●		●	●
ボンド・マネージメント・サービス	Bond Management Serviceのサーバ側。		●	●	●	●
	Nordic UART Service (NUS)のクライアント側。NUSを有するペリフェラル・デバイスと自動接続。	●			●	●
	Nordic UART Service (NUS)をコンソールからPythonスクリプトで制御するアプリケーション。		●		●	●
Apple Notification Centerサービス	Apple社ANCSのクライアント側。ボタン操作&ステータスをUARTに表示する。		●	●	●	●

### Step.1-2 Nordic 社 nRF5 SDK のダウンロード&インストール

Nordic 社から提供されるサンプル・ソフトウェアは、同じく Nordic 社が提供する nRF5 SDK に同梱されています。nRF5 SDK は、下記リンクより無償で入手することができます。

A blue rectangular button with the text "ダウンロード" (Download) in white.

ダウンロードした ZIP ファイルを任意のフォルダへ解凍して下さい。

**【ご注意】**解凍するフォルダには、階層の深いパスおよび全角文字を使用しないで下さい。

### Step.1-3 ラピスセミコンダクタ製サンプル・ソフトウェアのインストール

Step.1-1 で、ラピスセミコンダクタが提供するサンプル・ソフトウェアを選択されたお客様は、ラピスセミコンダクタ無線サポートサイトよりダウンロードしたソフトウェアを、nRF5 SDK を解凍したフォルダにコピーして下さい。解凍先フォルダについては、サンプル・ソフトウェアの取り扱い説明書等を参照して下さい。

Nordic 社が提供するサンプル・ソフトウェアを選択されたお客様は、Step.2 に進んで下さい。

## Step.2 ソフトウェア開発環境の構築

### Step.2-1 ソフトウェア開発環境の選定

ソフトウェアのビルド環境として、下記の開発ツールが使用できます。

Nordic チップ向けのソフトウェア開発では、無償で使える SEGGER Embedded Studio が推奨です。

この先は、SEGGER Embedded Studio を例に取って、環境構築の説明を行います。

- SEGGER Embedded Studio
- Arm<sup>®</sup> Keil<sup>®</sup> MDK
- IAR Embedded Workbench (EWARM)
- gcc

### Step.2-2 SEGGER Embedded Studio のインストール

SEGGER 社の IDE(統合開発環境)「Embedded Studio for ARM」を、下記リンクよりダウンロードして下さい。このアプリケーションは、お客様で作成したソフトウェアのビルド、デバッグするためのツールです。ビルド済みの HEX ファイルを書き込む場合は、Step.2-4 に進んで下さい。

A blue rectangular button with the text "ダウンロード" (Download) in white.

ダウンロードしたインストール・ファイルを実行して下さい。インストーラの指示に従ってインストール操作を進めると、Embedded Studio と J-Link Device Driver がインストールされます。

### Step.2-3 SEGGER Embedded Studio のアクティベーション

SEGGER Embedded Studio をお使いになるには、最初にアクティベーション(ライセンス認証)操作が必要になります。SEGGER Embedded Studio を最初に起動すると、下図のように、ライセンス認証されていない旨の表

画面が現れます。この画面から、アクティベーション操作が行えます。

MK715x1 は Nordic チップを搭載していますので、無償ライセンスとなります。「Activate Your Free License」をクリックして下さい。アクティベーション画面が表示されます。

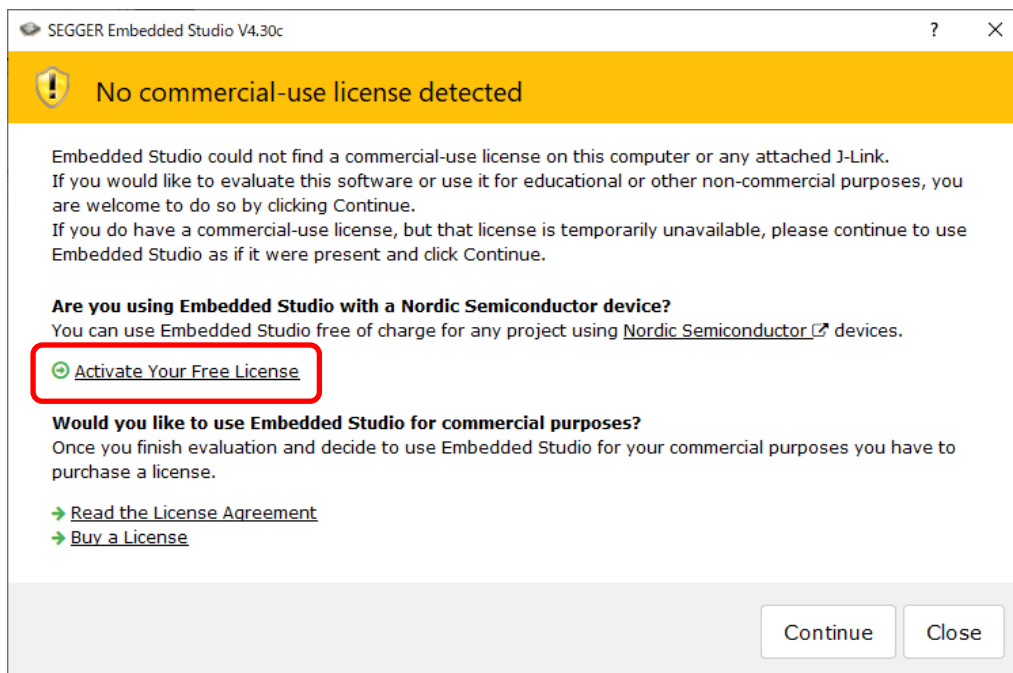


図. アクティベーションを促す初期画面

インターネット接続環境のない PC をお使いの方は、「Activate Your Free License」を右クリックして「Copy Link」を選択すると、アクティベーションのための URL アドレスをコピーすることが出来ます。別のインターネット接続環境 PC からアクティベーションをオフラインで実行することも可能です。

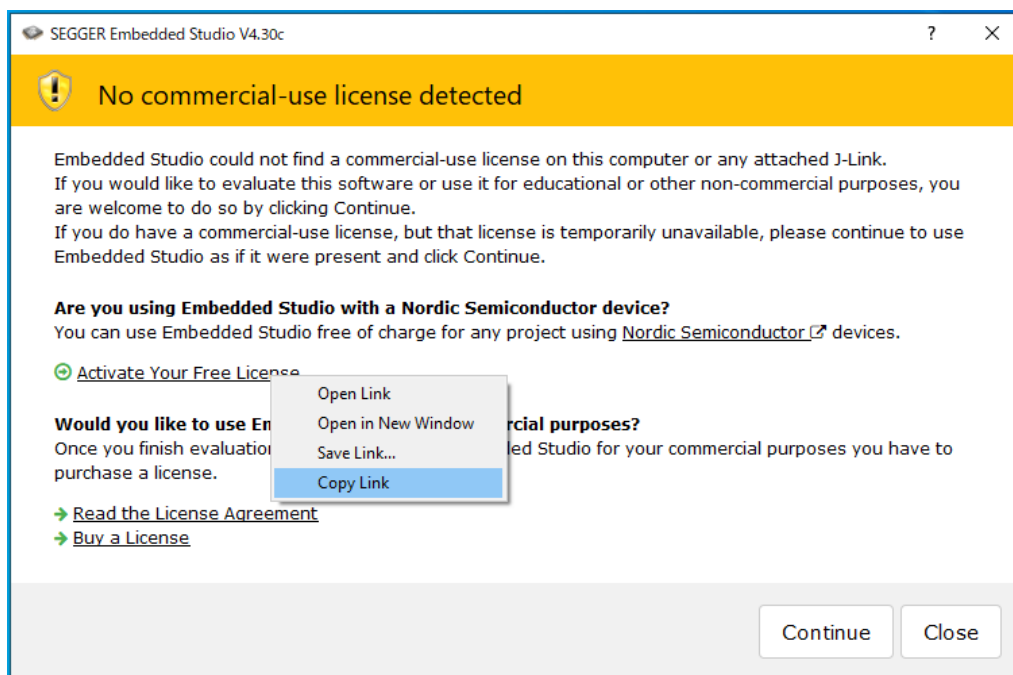


図. アクティベーションを促す初期画面

以下のアクティベーション画面に必要な事項を入力すると「Request License」ボタンが有効になりますので、このボタンを押下して下さい。指定したメール・アドレスに、アクティベーション・キーが送信されます。

**【ご注意】** Company に“Co., Ltd.”を付けるとエラーとなる場合があります。

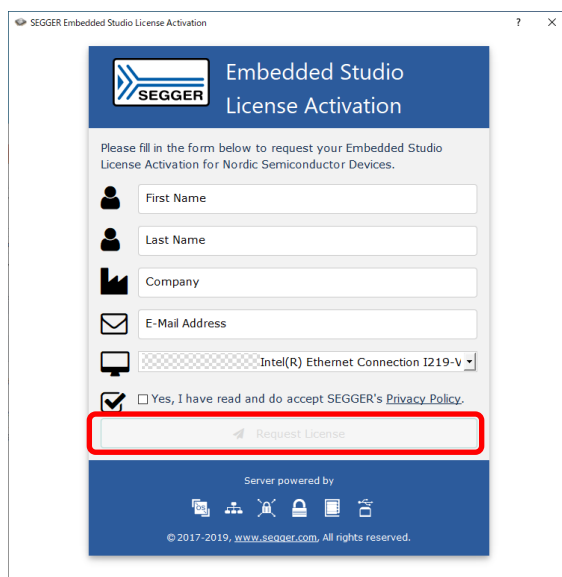


図. アクティベーション画面

オンラインでアクティベーションを行う場合は、MAC アドレスを、プルダウン・メニューから選択できますが、オフラインでアクティベーションを行う場合は、お使いの PC の MAC アドレスを確認の上、入力する必要があります。

SEGGER Embedded Studio のメニューから「Tools」→「License Manager...」を選択し、License Manager 画面から「Diagnose Problems」を選択すると、お使いの PC の MAC アドレス情報を確認することができます。

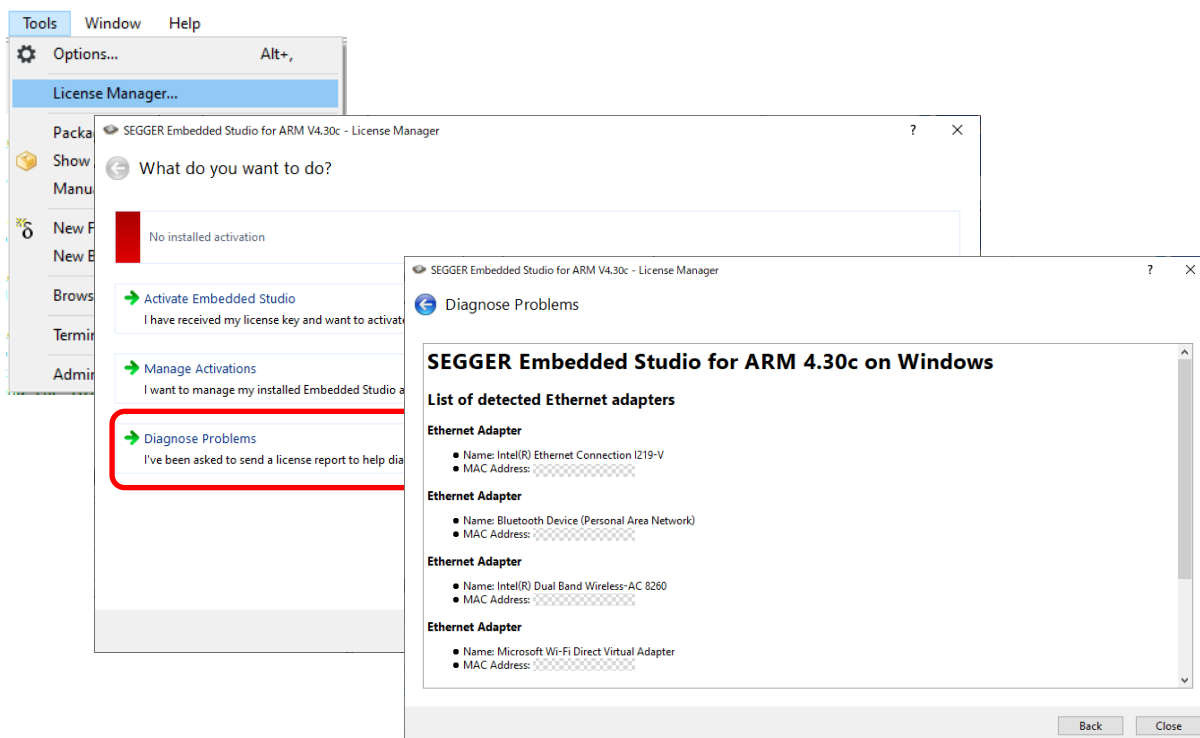


図. MAC アドレス確認画面

SEGGER 社より送られたメールに記載されたアクティベーション・キーを Ctrl+C でコピーして下さい。SEGGER Embedded Studio のメニューから「Tools」→「License Manager...」を選択し、License Manager 画面から「Activate Embedded Studio」を選択すると、下図のように、アクティベーション・キーが入力された状態で License Manager ウィンドウが表示されます。左下の「Install License」ボタンを押下して下さい。

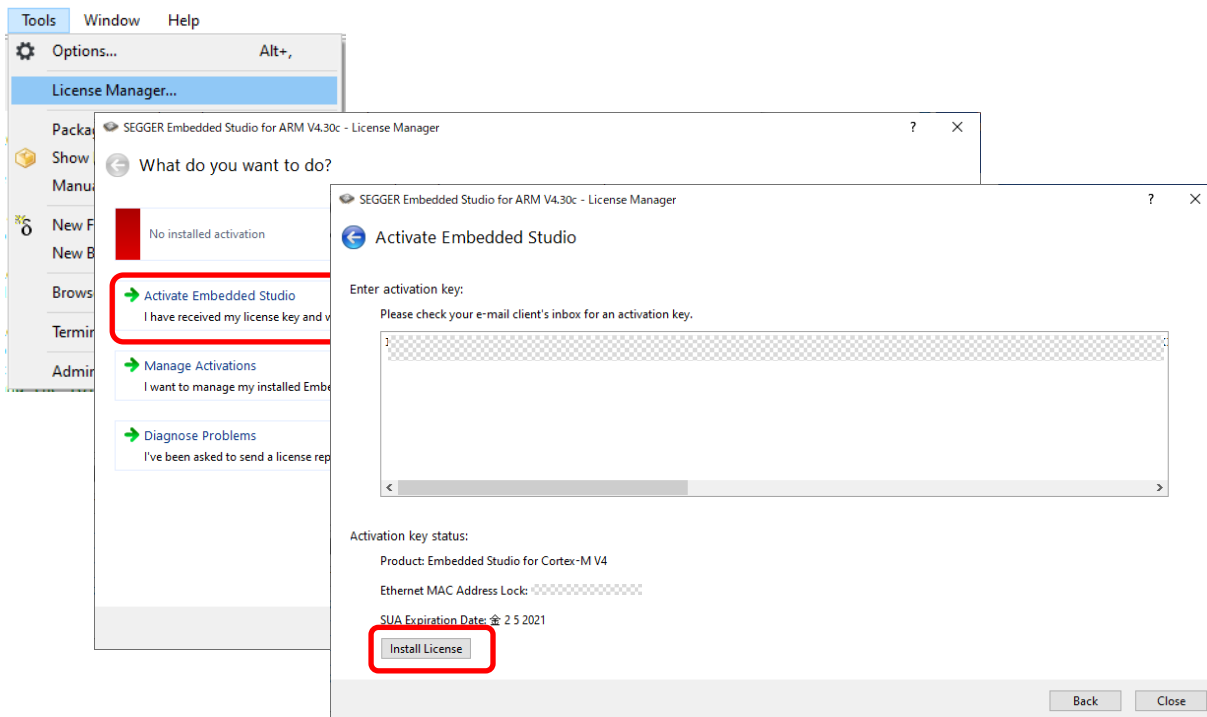


図. ライセンス・キー入力画面

ライセンスのインストールが成功すると以下の画面に変わります。

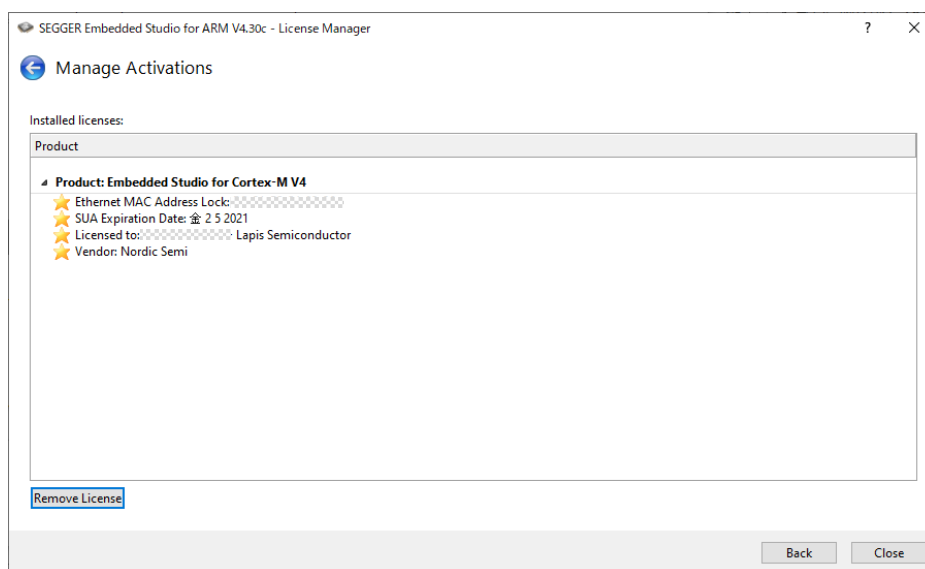


図. ライセンス・キー入力後の画面

また、SEGGER Embedded Studio の上部の表示も下図のように、ライセンスされたことが表示されます。

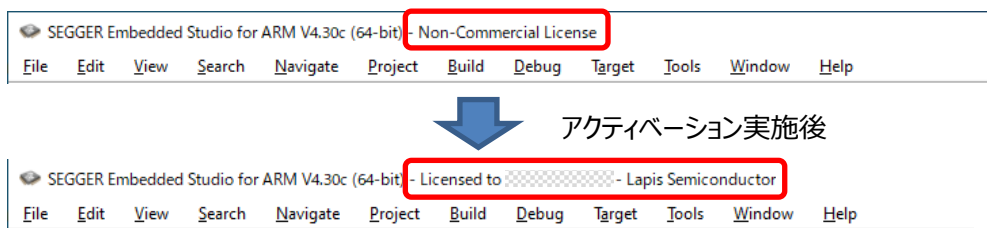


図. アクティベーション実施前後の表示例

**【ご注意】**アクティベーション実施後も上記のように、SEGGER Embedded Studio の上部の表示が“Non-Commercial License”のまま変わらない場合があります。この場合、一度、Step.1-2 でインストールした nRF5 SDK に同梱されている、例えば以下のサンプル・ソフトウェアのプロジェクトを開くことでライセンス認証が反映されます。プロジェクト・ファイルの開き方については、Step.3-1 を参照して下さい。“<nRF5 SDK>”は、nRF5 SDK をインストールしたフォルダ・パスです。

【例】

```
<nRF5 SDK>%examples%ble_central%ble_app_blinky_c%pca10040%s132%ses%ble_app_blinky_c_pca10040_s132.emProject
```

#### Step.2-4 nRF Connect for Desktop のインストール

Nordic 社の開発用アプリケーション「nRF Connect for Desktop」を、下記リンクよりダウンロードして下さい。「nRF Connect for Desktop」に含まれる「Programmer」は、アプリケーションや SoftDevice を、MK715x1 内蔵 Flash ROM へ書き込み、消去、ベリファイするためのツールです。

ダウンロード

ダウンロードしたインストール・ファイルを実行して下さい。「nRF Connect for Desktop」がインストールされて、自動的に起動されます。次に、「nRF Connect for Desktop」の「Programmer」の「Install」ボタンにより、「Programmer」のインストールを実行して下さい。



## Step.3 お客様でのアプリケーション開発

### Step.3-1 アプリケーション・プログラムのコーディング

Step.2-2 でインストールした SEGGER Embedded Studio を使って、お客様アプリケーションのコーディングを行って下さい。サンプル・ソフトウェアをそのまま使ってみたい、というお客様は、Step.3-4 に進んで下さい。

SEGGER Embedded Studio を起動後、メニューより「File」→「Open Solution...」を選択すると、プロジェクト・ファイル選択ウィンドウが開きますので、所望のプロジェクト・ファイル(\*.emProject)を選択後、「開く」ボタンを押下して下さい。プロジェクトがオープンされるので、GUI 左ウィンドウからソース・コードを選択してコード適宜修正を行って下さい。

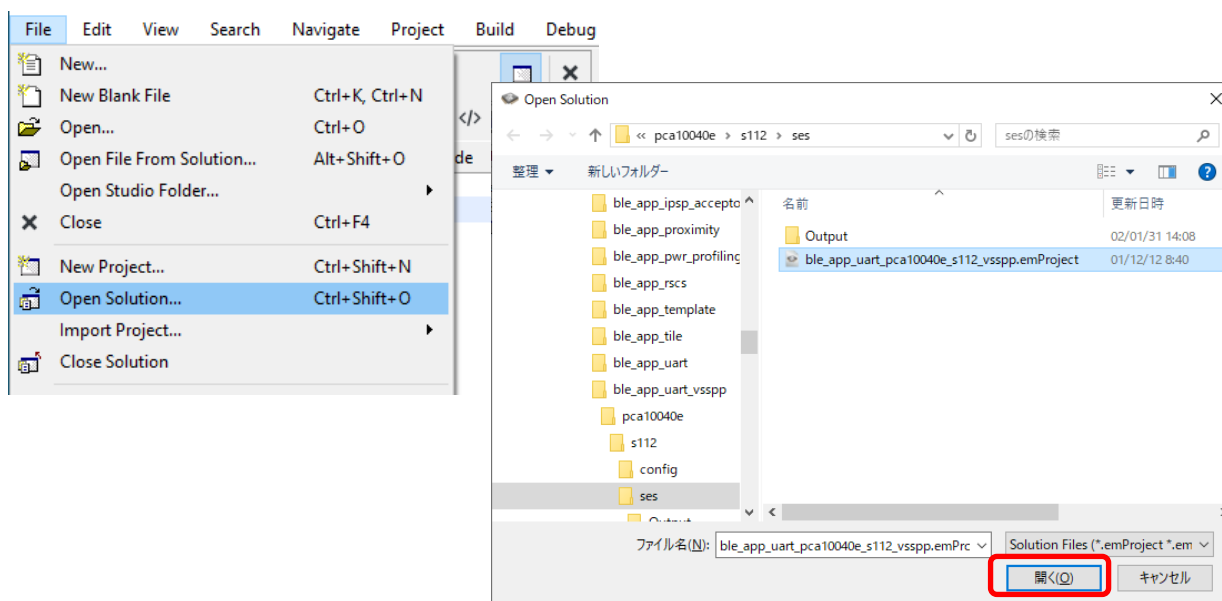


図. プロジェクト・ファイルのオープン

Nordic 社 nRF5 SDK 内のサンプル・ソフトウェアは、以下のフォルダに格納されています。“<nRF5 SDK>”は、nRF5 SDK をインストールしたフォルダ・パスです。

表. nRF5 SDK のサンプル・ソフトウェアの格納フォルダ

格納フォルダ	サンプル・ソフトウェア種別
<nRF5 SDK>\examples\ble_peripheral	ペリフェラル・デバイス用
<nRF5 SDK>\examples\ble_central	セントラル・デバイス用
<nRF5 SDK>\examples\ble_central_and_peripheral	ペリフェラル&セントラル共用

上記フォルダ以下に、様々なサンプル・ソフトウェアの格納フォルダが存在します。

### Step.3-2 アプリケーション・プログラムのビルド

お客様アプリケーションのコーディングが完了したら、ビルドを実施して下さい。

Embedded Studio のメニューより、「Build」→「Build <プロジェクト名>」を選択するとビルドが開始されます。

正常にビルドが完了すると、GUI 下ウィンドウに「Build complete」と表示されます。

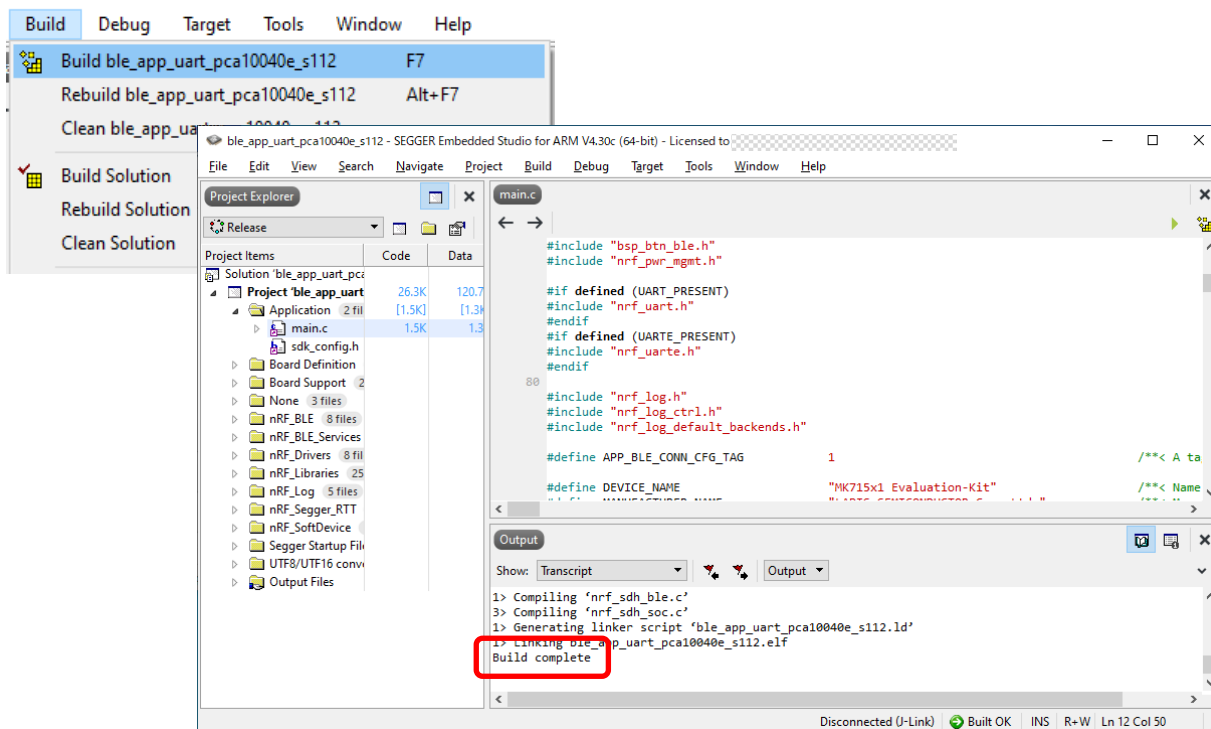


図. プロジェクトのビルド

### Step.3-3 アプリケーション・プログラムの書き込み

お客様アプリケーションのビルドが完了したら、評価・開発ボードへの書き込みを実施して下さい。

評価ボードと J-Link を接続して、それぞれを PC に USB 接続して下さい。下図は、MK71521EK1 と J-Link LITE を使用した場合の接続外観です。J-Link LITE 付属ケーブルの赤線を、それぞれのボードの 1pin に合わせるように接続して下さい。

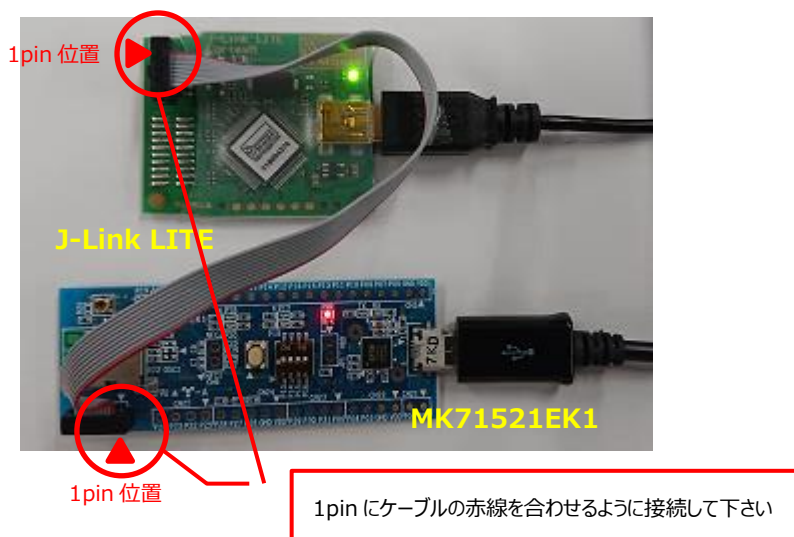


図. MK71521 評価キットと J-Link LITE の接続

SEGGER Embedded Studio のメニューより、「Target」→「Connect J-Link」を選択して下さい。GUI ウィンドウ下部の表示が「Disconnected (J-Link)」から下図のような表示に変わります。

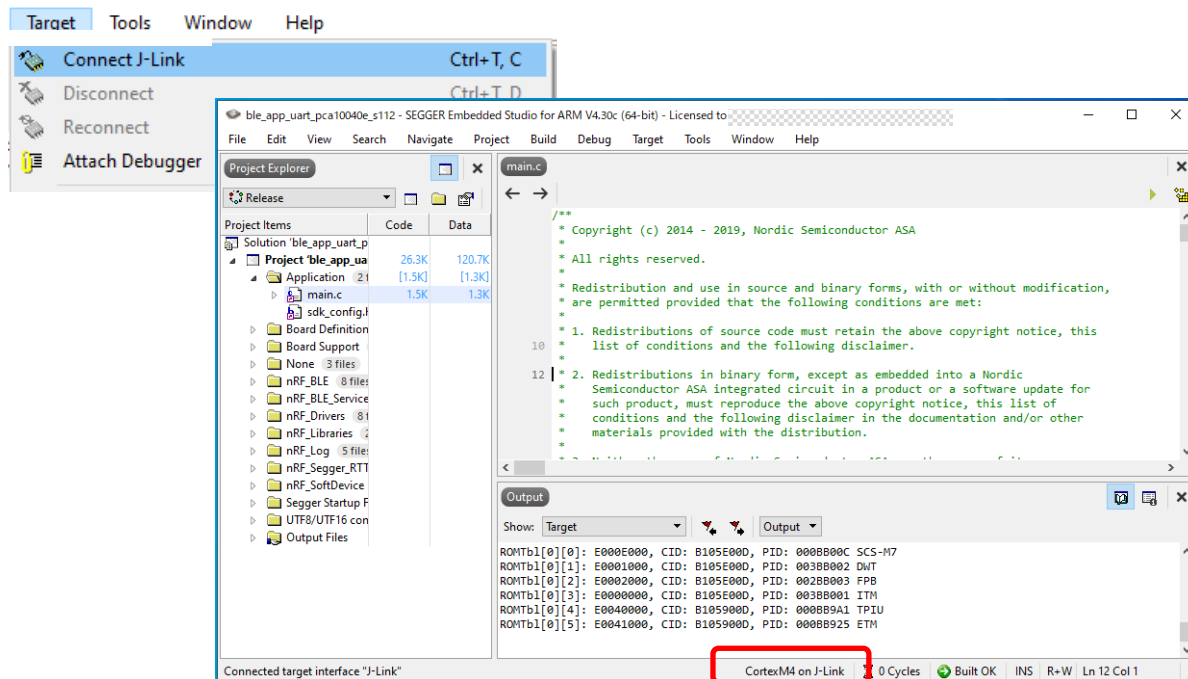


図. J-Link とターゲット・ボードとの接続

SEGGER Embedded Studio のメニューより、「Target」→「Erase All」を選択して Flash ROM を消去して下さい。GUI 下ウィンドウに以下のメッセージが表示されます。

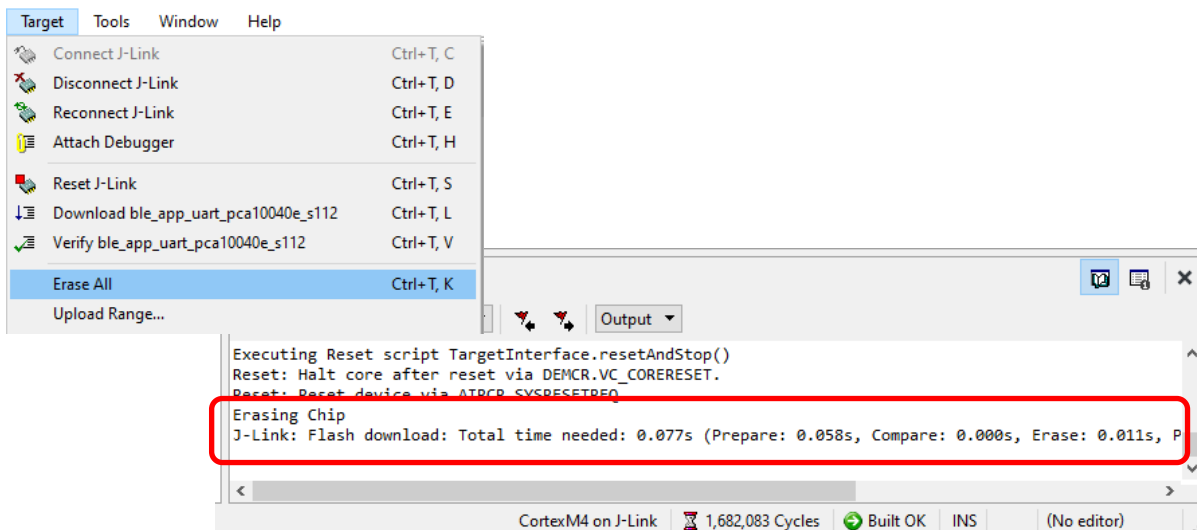


図. Flash ROM の消去

SEGGER Embedded Studio のメニューより、「Target」→「Download <プロジェクト名>」を選択して Flash ROM への書き込みを実施して下さい。アプリケーション・プログラムと、SoftDevice が書き込まれます。書き込みが完了すると、GUI 下ウィンドウに「Download successful」と表示され、書き込まれたアプリケーション・プログラムは自動的に実行を開始します。

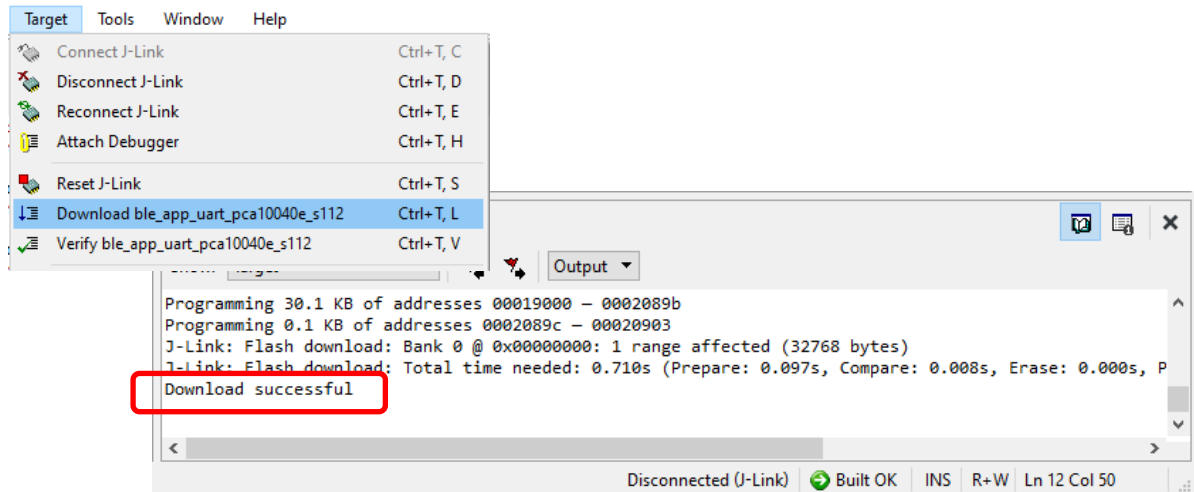


図. SEGGER Embedded Studio でのプログラム書き込み

### Step.3-4 ビルド済みプログラムの書き込み

ビルド済みのアプリケーション・プログラムおよび、SoftDevice を書き込むためには、Step.2-4 でインストールした nRF Connect for Desktop の Programmer を使用します。評価ボードと J-Link LITE の接続は、Step.3-3 と同様です。

まず、nRF Connect for Desktop から Programmer を起動して、GUI 左上「Select device」により、Programmer と J-Link LITE を接続して下さい。

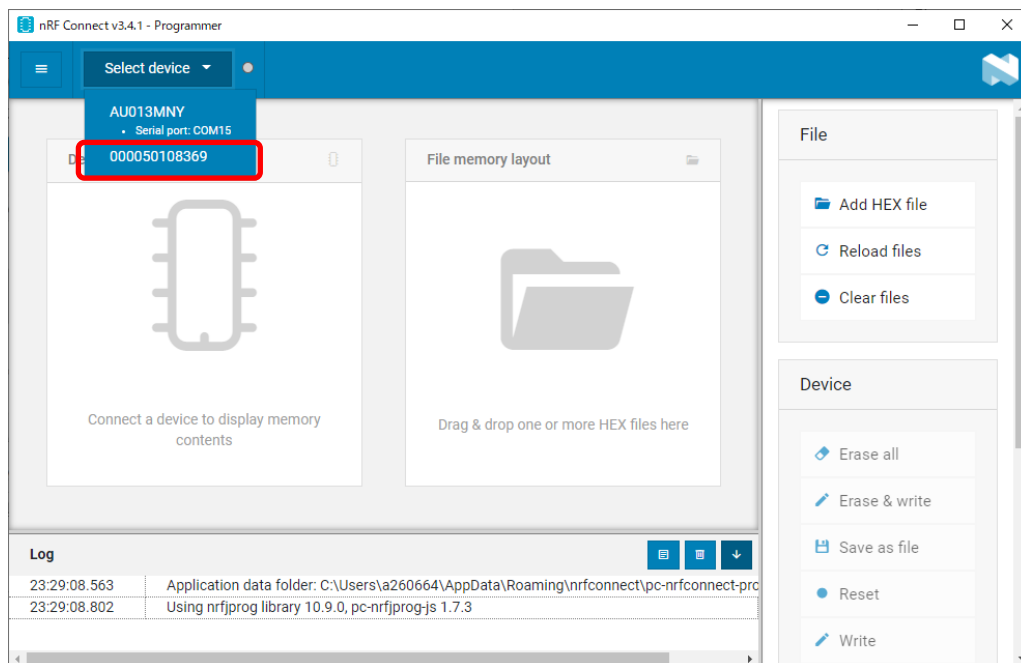


図. Programmer と J-Link LITE の接続

次に、Programmer へ アプリケーション・プログラムと SoftDevice の読み込みを行います。ウィンドウ内の「Add HEX file」ボタンを押下して、アプリケーション・プログラムおよび、SoftDevice の HEX ファイルを選択して下さい。HEX ファイルの読み込みに成功すると、HEX ファイルのメモリ・レイアウトが「File memory layout」領域に表示されます。

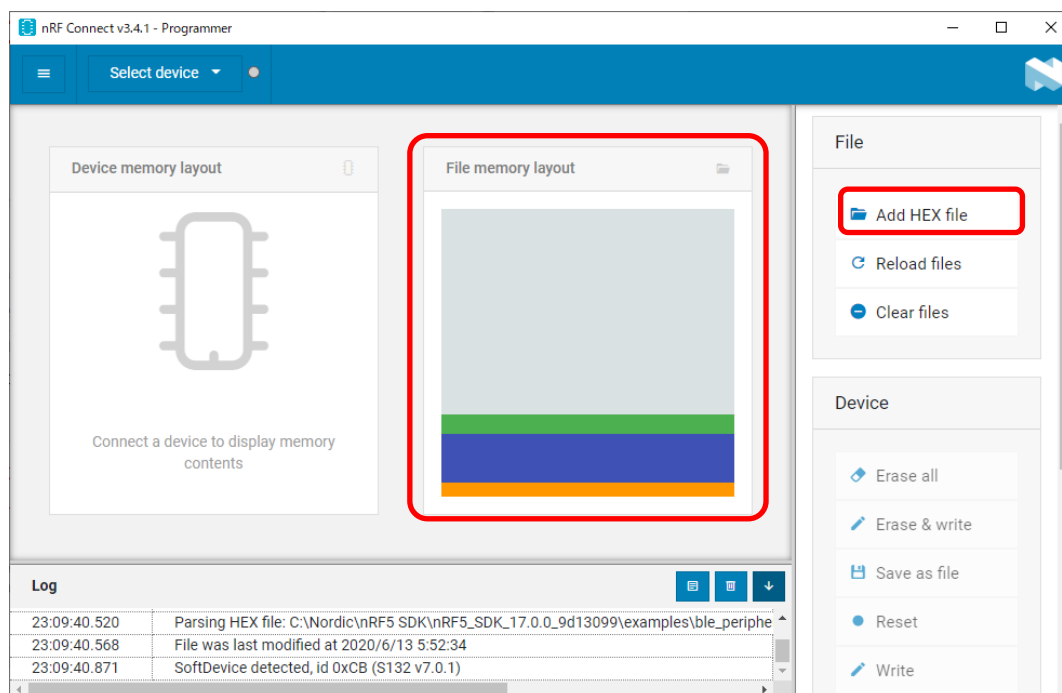


図. Programmer へ アプリケーション・プログラム/ SoftDevice の読み込み

Nordic 社 nRF5 SDK 内のサンプル・ソフトウェアは、以下のフォルダに格納されています。

表. nRF5 SDK のサンプル・ソフトウェアの格納フォルダ

格納フォルダ	サンプル・ソフトウェア種別
<nRF5 SDK>%examples%ble_peripheral	ペリフェラル・デバイス用
<nRF5 SDK>%examples%ble_central	セントラル・デバイス用
<nRF5 SDK>%examples%ble_central_and_peripheral	ペリフェラル&セントラル共用

"<nRF5 SDK>"は、nRF5 SDK をインストールしたフォルダ・パスです。

上記フォルダの 2 階層下の「hex」フォルダに、アプリケーション・プログラムの HEX ファイルが用意されています。

【例】<nRF5 SDK>%examples%ble\_peripheral% ble\_app\_alert\_notification%hex

ラピセミコンダクタから提供しているサンプル・ソフトウェアの HEX ファイルが格納されているフォルダは、それぞれのサンプル・ソフトウェアに付属されているマニュアルを参照して下さい。

Nordic 社が提供するサンプル・ソフトウェアは、アプリケーション・プログラムと SoftDevice が一体となった HEX ファイルがリリースされているため、Programmer への読み込み操作は 1 度だけになりますが、Step.3-2 のビルド手順により生成された HEX ファイルには SoftDevice が含まれておりませんので、SoftDevice の HEX ファイルを個別に Programmer へ追加する必要があります。

SoftDevice の HEX ファイルは、下記のフォルダに格納されております。アプリケーション・プログラムに適用されている SoftDevice の識別番号とバージョンを確認して、必要な SoftDevice を選択して下さい。

SoftDevice 格納フォルダ: `<nRF5 SDK>\components\softdevice\sXXX\hex`

SoftDevice HEX ファイル: `sXXX_nrf52_Y.Y.Y_softdevice.hex`

“`<nRF5 SDK>`”は nRF5 SDK をインストールしたフォルダ・パスで、“`XXX`”と“`Y.Y.Y`”は SoftDevice の識別番号とバージョンです。

次に、Programmer から アプリケーション・プログラムと SoftDevice の書き込みを行います。「Erase & write」ボタンを押下して書き込みを実施して下さい。数秒経過後に書き込みが完了して、書き込まれたプログラムのメモリ・レイアウトが「Device memory layout」領域に表示されます。

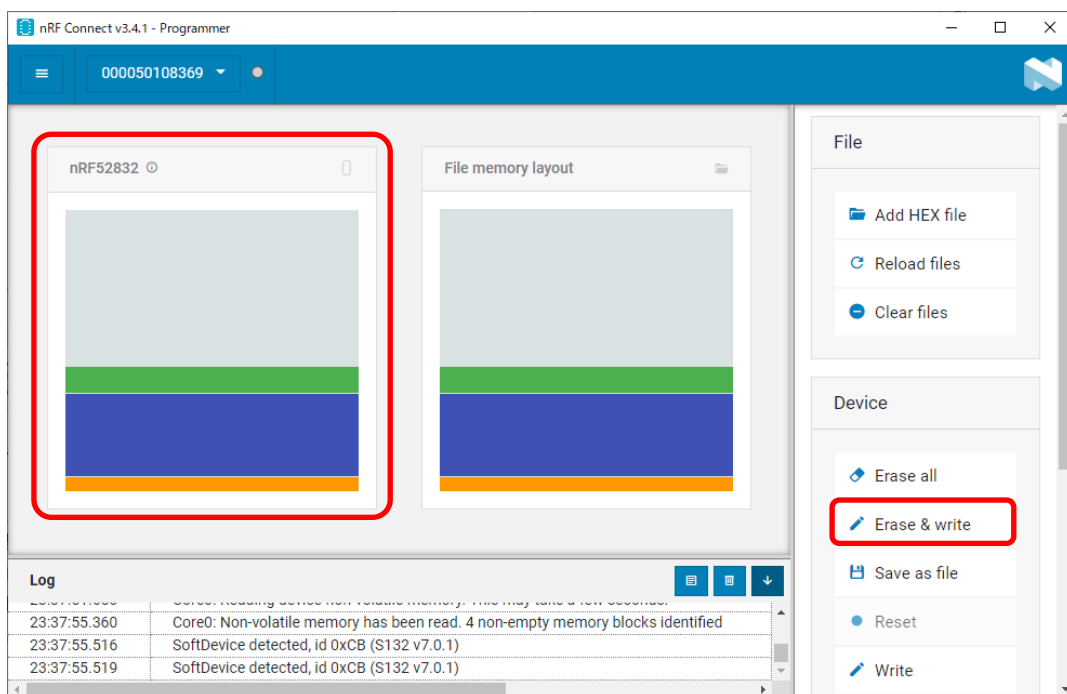


図. Programmer から アプリケーション・プログラム/SoftDevice の書き込み

最後に、Programmer の GUI 左上「Close device」により、Programmer と J-Link LITE を切断します。

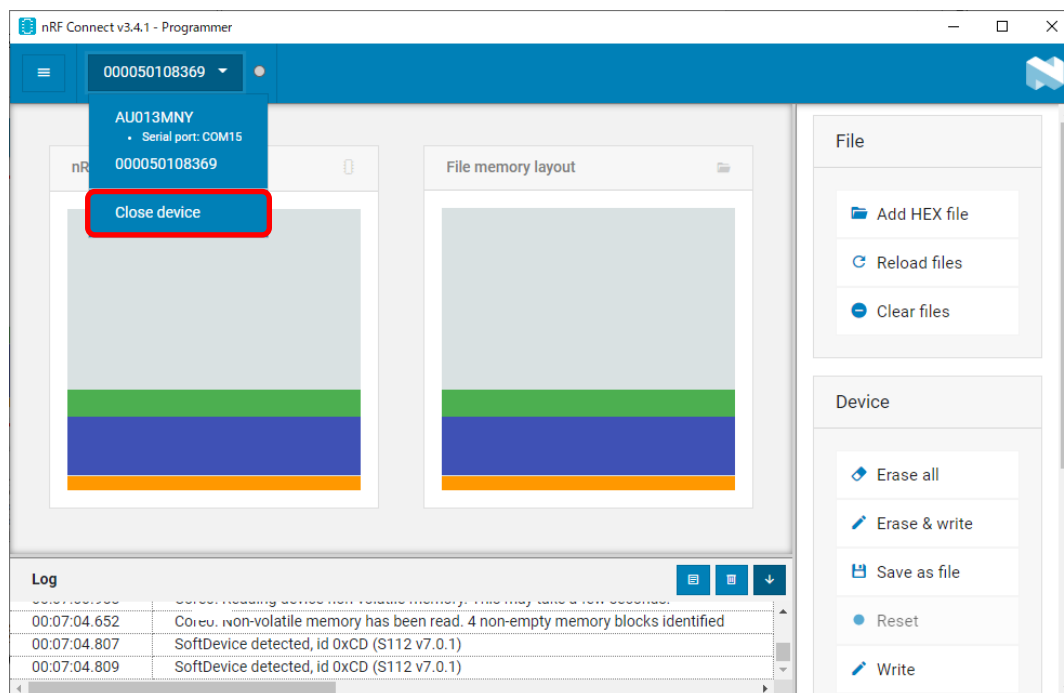


図. Programmer と J-Link LITE の切断

### Step.3-5 アプリケーション・プログラムの動作確認

お客様アプリケーション・プログラムの動作確認を行って下さい。ラピスセミコンダクタのシリアル通信サンプル・ソフトウェアをお使いの場合は、スマートフォン/タブレット端末用アプリケーション「BLE Tool」をご用意していますので、必要に応じて下記リンク先を参照の上、スマートフォン/タブレット端末へダウンロードしてお使い下さい。

ダウンロード

Nordic 社製スマートフォン/タブレット端末用アプリケーション「nRF Connect for Mobile」は、下記リンク先を参照して下さい。

ダウンロード

## 最後に

これまでに説明してきたソフトウェア開発環境の全体像を以下にまとめました。図中ではスマートフォンを対向機としていますが、もちろん、お客様のボード対向のシステムも可能です。

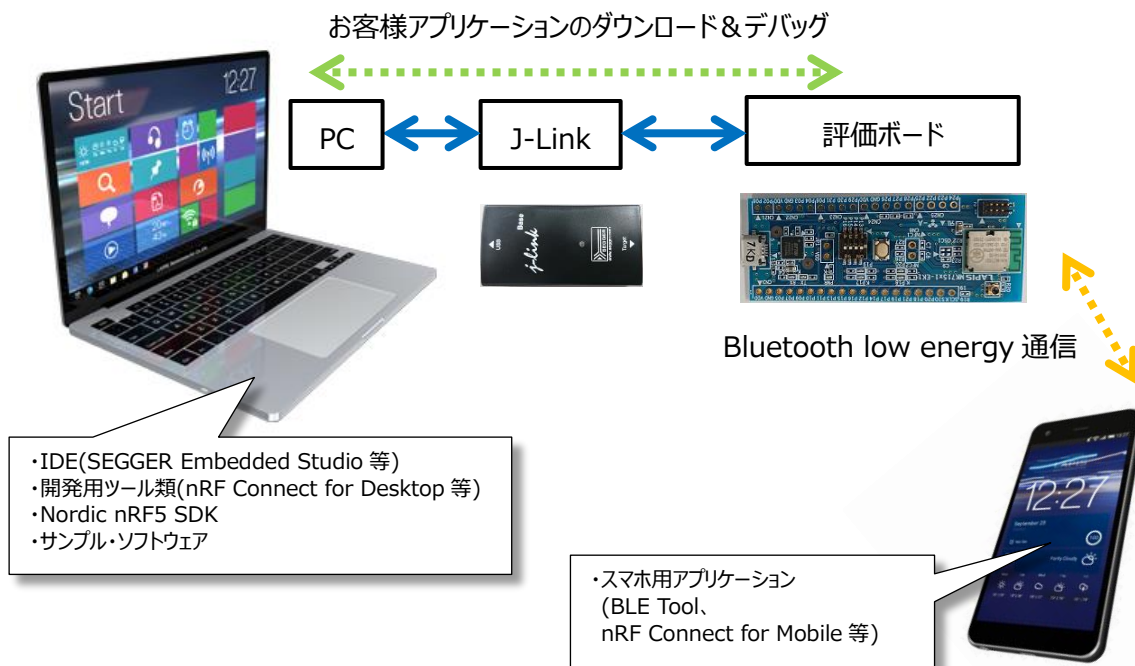


図. ソフトウェア開発環境