Technical Note



Silicon Labs 社 BGM1xx クイックスタートガイド

2018年10月





TecStar -

Silicon Labs 社 BGM1xx

クイックスタートガイド

目次
1 はじめに
2 BGM1xx の概要
2-1 製品ラインナップ5
2-2 Bluetooth 5.0 への対応状況5
2-3 モジュールの制御方法6
3 開発環境のご紹介7
3-1 ハードウェア
3-1-1 Blue Gecko Bluetooth Smart Module Wireless Starter Kit
3-1-2 Simplicity Debug Adaptor Board (SLSDA001A)
3-2 ソフトウェア9
3-2-1 Simplicity Studio
4 各種ドキュメントの入手方法10
4-1 ドキュメントの入手方法(Simplicity Studio から)10
4-1-1 情報が表示されない場合には?12
4-1-2 欲しい情報が見つからない場合には?12
4-1-3 表示される情報を制限したい場合には?13
4-1-4 いつも使うドキュメントに素早くアクセスしたい場合には?13
4-2 ドキュメントの入手方法(Web から)14
4-3 最初に読むべきドキュメント15
4-4 API のドキュメントはどれですか?15
4-5 評価基板の回路図・レイアウト図・部品表はどこから入手できますか?
5 ソフトウェア・インストール16
5-1 Simplicity Studio/Bluetooth SDK のインストール16
5-2 インストールがうまくいかない場合21
5-2-1 シリコンラボ社アカウントの取得方法21
5-2-2 企業プロキシサーバーを介して接続している場合22
5-2-3 プロキシ設定をしてもインストールがうまくいかない場合
5・2・4 オフライン・インストーラ
5-2-5 Install Manager/Install Wizard の画面を閉じてしまいました
5-3 IAR コンパイラのインストール(オプション)26
6 ハードウェア・セットアップ
6-1 Wireless Starter Kit のセットアップ27
6-2 Wireless Starter Kit の制御ファームウェアの更新28

7 使用方法	
7-1 サンプルコードを動かしてみる前に(ブートローダーの更新)	29
7-2 サンプルコードを動かしてみる(C 言語編)	31
7-3 OTA update(over-the-air)を試してみる	
7-4 ユーザ基板のプログラミング・デバッグを行ってみる	40
7-4-1 参考資料	40
7-4-2 ハードウェア接続	
7-4-3 デバッグ対象の切り替え	43
7-5 VCOM を利用した printf デバッグ	46
7-6 BGToolを使って評価する (NCP モード)	54
7-7 RF PHY の特性を評価する	58
7-7-1 テストコマンドを使用する	
7-7-2 BGToolを使用する	60
7-8 消費電流を測定してみる (Energy Profiler)	61
8 ソフトウェア設計	64
8 ソフトウェア設計 8-1 ソースコードの追い方	64 64
8 ソフトウェア設計 8-1 ソースコードの追い方 8-2 サンプルコードにペリフェラルを実装してみる (外部割込み)	64 64 65
 8 ソフトウェア設計 8-1 ソースコードの追い方 8-2 サンプルコードにペリフェラルを実装してみる(外部割込み) 8-2-1 サンプルコードを理解する (SLSTK3401A_gpio_int_pg1b) 	
 8 ソフトウェア設計 8-1 ソースコードの追い方 8-2 サンプルコードにペリフェラルを実装してみる(外部割込み) 8-2-1 サンプルコードを理解する (SLSTK3401A_gpio_int_pg1b) 8-2-2 サンプルコードを理解する (SOC - iBeacon) 	
 8 ソフトウェア設計 8-1 ソースコードの追い方 8-2 サンプルコードにペリフェラルを実装してみる(外部割込み) 8-2-1 サンプルコードを理解する(SLSTK3401A_gpio_int_pg1b) 8-2-2 サンプルコードを理解する(SOC - iBeacon) 8-2-3 ペリフェラル設定を移植する 	
 8 ソフトウェア設計 8-1 ソースコードの追い方 8-2 サンプルコードにペリフェラルを実装してみる(外部割込み)	
 8 ソフトウェア設計 8-1 ソースコードの追い方 8-2 サンプルコードにペリフェラルを実装してみる(外部割込み) 8-2-1 サンプルコードを理解する(SLSTK3401A_gpio_int_pg1b) 8-2-2 サンプルコードを理解する(SOC - iBeacon) 8-2-3 ペリフェラル設定を移植する 8-3 こんなサンプルコードはありませんか? 8-4 新バージョン SDK への移行手順 	
 8 ソフトウェア設計 8-1 ソースコードの追い方 8-2 サンプルコードにペリフェラルを実装してみる(外部割込み) 8-2-1 サンプルコードを理解する(SLSTK3401A_gpio_int_pg1b) 8-2-2 サンプルコードを理解する(SOC - iBeacon) 8-2-3 ペリフェラル設定を移植する 8-3 こんなサンプルコードはありませんか? 8-4 新バージョン SDK への移行手順 9 トラブルシューティング 	
 8 ソフトウェア設計 8-1 ソースコードの追い方 8-2 サンプルコードにペリフェラルを実装してみる (外部割込み)	
 8 ソフトウェア設計 8-1 ソースコードの追い方 8-2 サンプルコードにペリフェラルを実装してみる(外部割込み) 8-2-1 サンプルコードを理解する(SLSTK3401A_gpio_int_pg1b) 8-2-2 サンプルコードを理解する(SOC - iBeacon) 8-2-3 ペリフェラル設定を移植する 8-3 こんなサンプルコードはありませんか? 8-4 新バージョン SDK への移行手順 9 トラブルシューティング 9-1 動作障害 9-2 ツール障害 	

1 はじめに

この資料は、Silicon Laboratories(以下、Silicon Labs)社製 Bluetooth®モジュール BGM1xx の開発環 境について簡易にまとめたものです。内容に誤りがないよう注意は払っておりますが、もし Silicon Labs 社 が提供するドキュメント等と差異がございましたら、メーカー提供のものを優先してご参照ください。

また、Silicon Labs 社の ナレッジベース(FAQ) やコミュニティフォーラム(ユーザ同士で問題解決。 Silicon Labs のエンジニアも頻繁にコメントしています)には、本資料で取り上げていない様々な情報が記載されております。

製品をご使用頂く過程で疑問や課題が生じることもあると思いますが、他のユーザが既に解決方法を 見つけている場合も多々ございます。非常に有益ですので、ぜひご活用下さい。

◆ アクセス方法

Simplicity Studio から

Getting Started	Documentation	Compatible Tools	Resources	
Technical Support	⇒ Simplicity Studio 4 - A b 1/13	etter Embedded Developer Experien	ce - from Silicon Labs	+
Presentations and Brochures		 Cimplinit 	v Studio 4	
Silicon Labs Community			y 310010 4	

Web Site から

https://www.silabs.com/community	(Silicon Labs 참	上製品全般)
https://www.silabs.com/community/w	ireless/bluetooth	(Bluetooth に特化)

◆ 使用方法



2 BGM1xxの概要

BGM1xx は、シリコンラボ社 Blue Gecko(EFR32BG)を使用した、Bluetooth Low Energy 対応の Bluetooth®モジュールです。

モジュールを使用するメリットとして、主に以下が挙げられます。

- ハードウェア設計にかける時間とコストが最小限で済み、早く市場に製品を投入できます。
- 無線性能を最大限に引き出すことができます。
- 最終製品としての認証(Bluetooth®認証/各国認証)が最小限で済み、早く市場に製品を投入できます。

シリコンラボ社の BGM1xx ファミリは、上記に加え、特に出力レベルの高さ、省スペースに特長があります。また ARM Cortex-M4F を搭載していますので、処理性能の高さも特長の1つです。

2-1 製品ラインナップ

ラインナップは以下の通りです。

	型番	出力レベル	受信感度	サイズ	無線チップ	アンテナ
	BGM111	+ 8 dBm	- 92 dBm	12.9 x 15 x 2.2 mm	EFR32BG1B232F256GM48	内蔵 or U.FL *1
	BGM113	+ 3 dBm	- 92 dBm	9.2 x 15.8 x 1.83 mm	EFR32BG1B132F256GM32	内蔵
	BGM121	+ 8 dBm	- 90 dBm	6.5 x 6.5 x 1.4 mm	EFR32BG1B232F256GM56	内蔵 or RFピン *1
	BGM123	+ 2 dBm	- 90 dBm	6.5 x 6.5 x 1.4 mm	EFR32BG1B232F256GM56	内蔵 or RFピン *1
	BGM11S12	+ 2 dBm	- 90 dBm	6.5 x 6.5 x 1.4 mm	EFR32BG1B232F256GM56	内蔵
	BGM11S22	+8 dBm	- 90 dBm	6.5 x 6.5 x 1.4 mm	EFR32BG1B232F256GM56	内蔵
	BGM13P22	+ 8 dBm	- 94.8 dBm	12.9 x 15.0 x 2.2 mm	EFR32BG13P22F512	内蔵 or U.FL *1
	BGM13P32	+19 dBm	- 94.8 dBm	12.9 x 15.0 x 2.2 mm	EFR32BG13P32F512	内蔵 or U.FL *1
NEW	BGM13S22	+ 8 dBm	-94.1 dBm	6.5 x 6.5 x 1.4 mm	EFR32BG13P22F512	内蔵 or RFピン *1
NEW	BGM13S32	+ 18 dBm	-94.1 dBm	6.5 x 6.5 x 1.4 mm	EFR32BG13P32F512	内蔵 or RFピン *1

*1: 別型番にて提供

2-2 Bluetooth 5.0 への対応状況

Bluetooth 5.0 の各オプション機能への対応状況は以下の通りです。

型番	2M PHY	LE long range	アドバタイズ拡張
BGM111	×	×	0
BGM113	×	×	0
BGM121	×	×	0
BGM123	×	×	0
BGM11Sxx	×	×	0
BGM13Pxx	0	0	0
BGM13Sxx	0	0	0

2-3 モジュールの制御方法

BGM1xx の制御方法は大きく分けて2通りあります。以前の SDK で対応していた"BGScript"は、 Bluetooth SDK 2.3.2 を最後にサポート終了しております。

なお、下図はイメージしやすいように簡略化したものです。実際には Bluetooth スタックからも EMLIB を 使用しているなど、下図とは相違があります。

◆ ネットワーク・コプロセッサ(NCP)モード 外部のホストシステム(マイコンや PC)からの制 御により動作するモードです。Silicon Labs 社のドキ ユメントでは Network Co-Processor (NCP) モードと いう名称で紹介されています。

モジュールの制御は、ホストシステムからはシリ アルポートを介して行い、API(BGAPI)が用意され ています。また、ホストシステムのソフト設計を助け るため、ライブラリ(BGLIB)が用意されています。

モジュールに搭載したマイコンでは性能不十分の 場合や、ユーザアプリをホストシステムに載せた方 がシステム設計の観点で都合が良い場合、などに ご活用頂けます。



◆ C 言語設計

モジュールを単なるハードウェアの器として扱い、ソフトウェアについて はワイヤレスマイコンとしてC言語設計する方法です。柔軟性の高さがメ リットで、ワイヤレスマイコンの持つ機能を存分に活用頂けます。

Bluetooth 制御用の API、ペリフェラルの制御用の API(EMLIB)が用 意されています。ペリフェラル制御用の API(EMLIB)は、マイコン単品 (EFM32 シリーズ)と共用 API になっています。



3 開発環境のご紹介

BGM1xx の開発環境について、ハードウェアとソフトウェアに分けてご紹介します。

3-1 ハードウェア

開発環境として、Blue Gecko Bluetooth Smart Module Wireless Starter Kit(以後、Wireless Starter Kit)を 用意しています。

3-1-1 Blue Gecko Bluetooth Smart Module Wireless Starter Kit

Wireless Starter Kit には、Wireless Starter Kit メインボード(以後、メインボード)と、Wireless Starter Kit ラジオボード(以後、ラジオボード)が含まれています。ラジオボードをメインボードのソケットに装着して 使用します。



ラジオボードのラインナップは以下の通りです。

	モジュール名	ラジオボード名	出力レベル	コメント
	BGM111	SLWRB4300A	+ 8 dBm	
	BGM113	SLWRB4301A	+ 3 dBm	
	BGM121	SLWRB4302A	+ 8 dBm	
	BGM123	N/A	+ 3 dBm	BRD4302A をご利用ください
	BGM11S12	SLWRB4303A	+ 8 dBm	
	BGM11S22	SLWRB4303A	+ 8 dBm	
	BGM13P22	SLWRB4306A	+ 8 dBm	
	BGM13P32	SLWRB4306B	+ 19 dBm	
NEW	BGM13S22	SLWRB4305C	+ 8 dBm	
NEW	BGM13S32	SLWRB4305A	+ 18 dBm	

Wireless Starter Kit に同梱されているラジオボードは以下の通りです。

			ラジォ	ナボード	
ファミリ名	メインボード	SLWRB4300A	SLWRB4301A	SLWRB4302A	
		(BGM111)	(BGM113)	(BGM121)	
SLWSTK6101B(旧品番)	0	0	0		
SLWSTK6101C	0	0		0	

3-1-2 Simplicity Debug Adaptor Board (SLSDA001A)

TecStar —

Wireless Starter Kit とユーザ基板とを接続する際に使用するコネクタです。評価基板 Thunderboard React ヘプログラミングを行う際にも使用します。





SLSDA001A

このように接続して使う

TecStar

3-2 ソフトウェア

BGM1xx の開発環境には Simplicity Studio がご使用頂けます。

3-2-1 Simplicity Studio

Simplicity Studio は、BGM1xx をターゲットとしたコンパイル・デバッグ・プログラミングを1つのプラットで提供することができるソフトウェアです。統合開発環境(IDE)を中心に、非常に便利なツール群が充実しています。同社製の32bit MCU や8bit MCUも同一プラットフォームで開発が可能です。



PC をネットワーク・コプロセッサ(NCP)モードのホストシステムに見立てた評価が行える BG Tool や、 生成したバイナリをダウンロードする際に使う Simplicity Commander や、パケットトレースできる Network Analyzer も、Simplicity Studio 上に統合されています。

4 各種ドキュメントの入手方法

BGM1xxのドキュメントの入手方法について紹介します。

4-1 ドキュメントの入手方法 (Simplicity Studio から)

BGM1xx のデータシート、リファレンス・マニュアル、エラッタ、アプリケーションノート および 評価基板 (starter kit)の回路情報などは、Simplicity Studio からご入手頂くことが可能です。

Simplicity Studioを起動し、My Products タブ ⇒ 空欄に使用する製品型番を入力 ⇒ 候補の中から 該当する型番を選択します。



製品型番を指定すると、関連するドキュメントやサンプルコードが自動でリストアップされます。情報の 種別に応じて、Getting Started、Documentation、Compatible Tools、Resources というタブに分類されてい ます。

• Getting	Started タブ				
Getting Started	Documentatio	on Compatible To	ools Resou	rces	
Demos	-+⊻≡	Software Examples	-+⊠≡	SDK Documentation	-+⊻≡
 Bluetooth SDK 2.9.0.0 Bluetooth Dynamic Multiproto 	col	 Bluetooth SDK 2.9.0.0 Bluetooth Dynamic Multiprotoc Switched Multiprotoc 	ol	 Bluetooth SDK 2.9.0.0 API References Application Notes Fundamentals 	
		 Gecko Bootloader 1.6.0 Gecko Bootloader Exa 	amples	 Knowledge Base Quick Start Guides Release Notes User's Guides 	

Demos:

評価基板上で動作するデモンストレーション用のソフトです。Build することなくモジュールに書き込んで、動作を確認することができます。

Software Example:

評価ボード上で動作するサンプルコードです。ソフトの実装方法について学んだり、機能について理解したりするのに役立ちます。Bluetooth アプリ(Bluetooth スタック+ユーザコード)と、ブートローダー単体(Gecko Bootloader)のサンプルコードが用意されています。

SDK Documentation:

Bluetooth SDK に関するドキュメントがまとめてあります。

- API References ... API の使用方法。
- Application Notes ... 特定の用例について記しています。
- Fundamentals ... Bluetooth の基礎などについてまとめています。
- Quick Start Guides ... ボードやツールの簡易取説。
- Release Notes ... SDK リリース時に追加・修正した機能や既知のバグ情報。
- User's Guide ... 各種ツールや設計手法などについて記しています。

◆ Documentation タブ

Getting Started	Documentation	Compatibl	e Tools	Resources	
My Favorite Docume	ents	=+ 🗹	All Docu	iments	-+ 🗹
No documents have been fa document here.	avorited. Click the 'Favorite' ic	on to add a	Gecko SD 2.3.0.0, K BGM121 E	K Suite v2.3.0: Blueto ernel, MCU 5.5.0.0, Mi Bluetooth Module Radio	ooth 2.9.0.0, EmberZNet 6.3.0.0, Flex icrium, OS, Thread 2.7.0.0 o Board (BRD4302A)
			API Re	ferences	
			Applic	ation Notes	
			Data S	heets	
			Errata		
			Funda	mentals	
			Knowle	edge Base	
			Quick	Start Guides	
			Refere	nce Manuals	
			Release	e Notes	
			Schem	atic and Layout Files	
			User's	Guides	

All Documents:

各種ドキュメントがまとめてあります。前出の SDK Documentations と重複するものもあります。

- API References ... API の使用方法。
- Application Notes ... 特定の用例について記しています。各ペリフェラル (ADC やシリアルインタフェ
- ースなど)の使用方法に関する情報も用意されています。
 - Data Sheets ... モジュール内で使用されている SoC(EFR32BGxx)のデータシート。
 - Errata ... モジュール内で使用されている SoC(EFR32BGxx)のバグ情報。
 - Fundamentals ... Bluetooth の基礎などについてまとめています。
 - Quick Start Guides ... ボードやツールの簡易取説。
 - Reference Manual ... BGM1xx のデータシート、モジュール内で使用されている SoC(EFR32BGxx)

の動作仕様書。

- Release Notes ... SDK リリース時に追加・修正した機能や既知のバグ情報。
- Schematic and Layout Files ... ラジオボードの回路図・部品表・レイアウト情報。
- User's Guide ... ラジオボードの取説、各種ツールや設計手法などについて記しています。

4-1-1 情報が表示されない場合には?

TecStar =

Demos, Documentation などに情報が表示されない場合には、SDK が適正に選択されていない可能 性があります。下図を参考に、Bluetooth SDK が選択されているか確認してみてください。SDK が選択さ れていない場合には、<u>here</u>から SDK を選択してください。

BGM121 Bluetooth Module Radio Board (BRD4302A)	
Preferred SDK: Gecko SDK Suite v2.3.0 Bluetooth 2.9.0.0, I mberZNet 6.3.0.0, Flex 2.3.0.0, Kernel, MCU 5.5.0.0, Micrium, OS, Thread 2.7.0. Click here to change the preferred SDK.	

また、My Products タブで何を選ぶかで、表示される情報も変わりますので、その点も確認ください。



4-1-2 欲しい情報が見つからない場合には?

All Documents の右横にある **ビ** アイコンで、表示項目の選択や、表示項目の並び替え(Move Up / Move Down)を行うことができます。

- Docume	ent Categories Dialog					-X- Kerne
All Docu	ments Preferences					
Use this	dialog to customize your documer	ntation preferences				
Check the	categories you would like to displa	ay. Use 'Move Up' and 'Move Do	wn' to reorder the categories	s.		
Include	Preferred SDK - Gecko SDK Suite	v2.3.0: Bluetooth 2.9.0.0, Embe	rZNet 6.3.0.0, Flex 2.3.0.0, k	Kernel, MCU 5.5.0.0, Micriun	n, OS, Thread	2.7.0.0
Snow	Category			Documents		Move Up
				-		
	API References			7		Move Down
	API References Application Notes			7 92		Move Down
	API References Application Notes Data Sheets			7 92 1		Move Down
	API References Application Notes Data Sheets Errata			7 92 1 1 2		Move Down
	API References Application Notes Data Sheets Errata Fundamentals			7 92 1 1 3	=	Move Down
	API References Application Notes Data Sheets Errata Fundamentals Knowledge Base			7 92 1 1 3 1	E	Move Down Select All Unselect All
	API References Application Notes Data Sheets Errata Fundamentals Knowledge Base Quick Start Guides Reference Manuals			7 92 1 3 1 4 3	≡ (Move Down Select All Unselect All
	API References Application Notes Data Sheets Errata Fundamentals Knowledge Base Quick Start Guides Reference Manuals Release Notes			7 92 1 3 1 4 3 1	E	Move Down Select All Unselect All
	API References Application Notes Data Sheets Errata Fundamentals Knowledge Base Quick Start Guides Reference Manuals Release Notes Schematic and Lavout Files			7 92 1 3 1 4 3 1 4 3 1 4	≡ (Move Down Select All Unselect All
	API References Application Notes Data Sheets Errata Fundamentals Knowledge Base Quick Start Guides Reference Manuals Reference Manuals Release Notes Schematic and Layout Files			7 92 1 3 1 4 3 1 4 3 1 4 3 7	E (Move Down Select All Unselect All

4-1-3 表示される情報を制限したい場合には?

TecStar —

Demos, Software Examples, SDK Documentation の右横に、4 つのアイコンが並んでいます。このアイコンを使うことで、表示される情報を制限することができます。



etting Started	Documentation	Compatible Tools	Resources			
mos	-+ 🗹	Software Example	es	-+⊻≡	SDK Documentation	n – I 🖸
Bluetooth 🗠 Docume	ent Preferences Dialog					
Bluetoc Documer	nt Preferences					
Dynam Use this	dialog to customize your docu	ment preferences				
	<i>,</i>					
Check the	categories you would like to d	isplay.				
Proformed	SDK: Cocko SDK Suito v2 2 0:	Riveteeth 2.0.0.0 EmberZNet (5 2 0 0 Elay 2 2 0 0 1	(ornol_MCU.5.5.0	0 Micrium OS Thread 2.7.0	0
Fieleneu	SDR. GECKO SDR Suite V2.5.0.	bidetootii 2.5.0.0, Emberzivet (5.5.0.0, TIEX 2.5.0.0, I	terner, meo 5.5.0	o, michan, oo, miead 2.7.0.	0
Category	/				Documents	Select All
	uetooth SDK 2.9.0.0					
	API References				2	Unselect All
V	Application Notes				7	
	Fundamentals				3	E
V	Knowledge Base				1	
V	Quick Start Guides				4	
	Release Notes				1	
V	User's Guides				6	-
•		III			•	
				(ок Са	ancel

4-1-4 いつも使うドキュメントに素早くアクセスしたい場合には?

各ドキュメントの右横にある☆印をクリックすると、☆の色が変わり、My Favorite Documents に追加されます。良く使うドキュメントを追加しておくと便利です。

Getting Started	Documentation	Compatible Tools	R	esources		
My Favorite Document	ts	-+	M	All Docun	nents	-+ 🗹
Reference Manuals BGM121/BGM123 Blue G Description is unavailable	iecko Bluetooth SiP Modu	ile Data Sheet 🛛 🚦 ★	ſ	Gecko SDK 5.5.0.0, Micr BGM121 Ch Reference BGM12: Descript	Suite v2.3.0: Bluetooth 2.9.0.0, J ium, OS, Thread 2.7.0.0 etooth Module Radio Board (BRE e Manuals 1/BGM123 Blue Gecko Bluetoo tion is unavailable	EmberZNet 6.3.0.0, Flex 2.3.0.0, Kernel, MCU)4302A) oth SiP Module Data Sheet

4-2 ドキュメントの入手方法 (Web から)

TecStar —

BGM1xx のデータシート、リファレンス・マニュアル、エラッタ、アプリケーションノート および 評価基 板(starter kit)の回路情報などは、Silicon Labs 社の Web Site からもご入手可能です。(リンク)

Products や Resource Type で、リストアップする対象を絞り込むこともできます。

BGM1xx ファミリは、Products -> Wireless -> Bluetooth Low Energy -> Blue Gecko Bluetooth Low Energy Modules の下に分類されています。

Silicon Labs » Support » Technical Resource Search

Technical Resource Search

Narrow by:		Apply text filter Q						
* Products: Blue Gecko Bluetooth Low Energy Modules	Title	_		Version	Perource Type			
	i i i i		Minutian Califa 0	Version				
Clear All	AN	1036: BLE113 to BGM11:	3 Migration Guide 🖬	1.1	Application Notes			
Products -	AN	1037: Apple® HomeKit (Over Bluetooth® 🔒	0.2	Application Notes			
Analog	AN	1042: Using the Silicon L	abs Bluetooth Stack in	03	Application Notes			
Audio and Radio	Net	twork Co-Processor Mod	le 🔒 🔵	0.5	Application Notes			
			0					
🗆 Voice 🗸	BGM	M111 Canada Certificatio	on 🔒		Miscellaneous			
Wireless	BGI	M111 CE and Safety Rep	orts 🔒		Miscellaneous			
Bluetooth Classic	BGN	M111 Janan Certificate a	nd Penort A		Miscellaneous			
Bluetooth Low					Miscellancous			
Energy		et 🔒	oth Smart Module Data	1.00	Data Sheets			
Bluetooth Low			bthの Module データシート					
Energy Modules	Resour	се Туре —		1.00	Data Sheets			
Blue Gecko	Applica	lication Notes	oth® Module 数据表	1.00	Data Sheets			
Bluetooth Low 👻 Energy SoCs	Data	a Sheet Addendums	and Report 🔒		Miscellaneous			
Bluegiga	Erra	ta	vrte A		Miscollanoous			
Bluetooth Low Energy	. 🔲 Exar	mple Code			Miscellaneous			
Modules	🔳 Gett	ting Started	Report 🔒		Miscellaneous			
Proprietary	🗆 Mar	nuals 👻	and Report 🔒		Miscellaneous			
🗆 Wi-Fi 🗸	• 🔲 Miso	cellaneous	: (WSTK) Radio Board Bill	400	Schematic and Layout			
ZigBee and Thread •	Proc Noti	duct Change ifications (PCN)		,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,	Files			
	🔳 Refe	erence Designs						
	🔲 Rele	ase Notes						
	Sche	ematic and Layout Files						

V

Expand All / Collapse All Showing 50 of 65 Results

Software

4-3 最初に読むべきドキュメント

QSG108「Getting Started with Silicon Labs Bluetooth® Software」(英語版, 日本語版)を最初にご覧く ださい。提供される Bluetooth SDK の構成、各種ツール、ドキュメント体系などをご紹介しています。 その上で、使用する設計手法に応じたドキュメントを読み進めて頂くのが効果的です。

4-4 API のドキュメントはどれですか?

BGM1xx のソフト設計には、2 種の API が用意されています。どちらも Getting Started タブ \Rightarrow SDK Documentation \Rightarrow API Reference もしくは Documentation タブ \Rightarrow All Documents \Rightarrow API References から入手できます。

- Bluetooth Software API Reference Manual Bluetooth スタックの制御 API です。アドバタイズ、スキャン、ボンディングなどの接続に関する制 御 API や、DFU(Device Firmware Upgrade)用の API、認証試験用のテスト API などを網羅して います。
- Gecko HAL and Driver API Reference Guide
 MCU やペリフェラル(無線部分を除く)を制御する際に使う API 群です。基本的に、EFM32 (32-bit MCU)と共用の API になっています。

Getting Started	Documentation	Compatible Tools	Resources	
My Favorite Docume	ents	-+ 🗹	All Documents -+	M
Reference Manuals BGM121/BGM123 Blu Description is unavailab	ue Gecko Bluetooth SiP Mod	ule Data Sheet 🛔	Gecko SDK Suite v2.3.0: Bluetooth 2.9.0.0, EmberZNet 6.3.0.0, Flex 2.3.0.0, Kernel, MCU 5.5.0.0, Micrium, OS, Thread 2.7.0.0 BGM121 Bluetooth Module Radio Board (BRD4302A) • API References	•
			Bluetooth Software API Reference Manual 📑 🏠 Describes commands, events, enumerations and error codes in the Bluetooth stack and SDK.	
			Gecko HAL and Driver API Reference Guide Covers CMSIS, EMLIB Peripheral Library, EnergyAware Driver library, middleware and development kit support. 	ш

4-5 評価基板の回路図・レイアウト図・部品表はどこから入手できますか?

Simplicity Studio からご入手頂けます。以下の情報を参照ください。

<マクニカオンラインサービス FAQ>

- Wireless Starter Kit のメインボードの回路・レイアウト情報はどこから入手できますか?
- <u>ラジオボード(評価ボード)の回路・レイアウト情報はどこから入手できますか?</u>

5 ソフトウェア・インストール

BGM1xx のスタックやサンプルコードは Bluetooth SDK に含まれています。その入手方法について、順を追ってご紹介します。

Bluetoothの開発・評価には、Simplicity Studio(開発環境)、Bluetooth SDK、Cコンパイラをインストール する必要あります。Bluetooth のスタックやサンプルコードは Bluetooth SDK に含まれており、Simplicity Studio の一部としてインストールされます。また、ツール類(IDE や Flash Programmer など)は Simplicity Studio に搭載されています。

ここでは、それらの入手方法について、順を追ってご紹介します。

5-1 Simplicity Studio / Bluetooth SDK のインストール

 下記 URL より、「Windows Installer」をダウンロードします。64-bit OS 用となっていますので、32-bit OS 用が必要な場合には「クリックして Windows(32-bit)…」からダウンロードしてください。 http://jp.silabs.com/products/mcu/Pages/simplicity-studio.aspx

ダウンロード時に Silicon Labs 社のアカウントが必要になります。お持ちでない場合には、本資料「5-2-1 シリコンラボ社アカウントの取得方法」を参考にご入手ください。

Simplicity Studio 4

Simplicity Studio は、Eclipse 4.5 ベースの統合開発環境(IDE)を使用して、開発者がプロジェクト完了に必要なすべてのものにワンクリックでアクセスできるように することで、IoT 開発プロセスを簡略化します。Simplicity Studio には、エネルギー・プロファイリング、構成、ワイヤレス・ネットワーク分析用のパワフルなツー ル・セットの他に、デモ、ソフトウェアの例、完全版の資料、テクニカル・サポート、コミュニティ・フォーラムが含まれています。これらの統合されたツールと機能 を組み合わせて使用することにより、すべてのスキル・レベルのIoT開発者の組み込み開発がシンプルになり、生産性が高まります。Simplicity Studio は、開発者がプロ ジェクトを数分で軌道に乗せらせるように、接続されている 8 ビットまたは 32 ビットの MCU またはワイヤレス SoC を自動的に検出し、デパイスをグラフィカルに設 定し、サポートされている設定オプションを表示するインテリジェンスを内蔵しています。



② ダウンロード完了後 "install-studio-v4_xx.exe"を起動し、インストールを開始してください。
 License Agreement → インストールフォルダの指定(Choose Destination Location) → インストール実行の手順で進んでいきます。インスールフォルダを指定する際には、全角文字(2 バイトコード)が入らない pathを指定してください。使用時にエラーが出る場合があります。

インストールが進むと、ログイン画面が表示されます。シリコンラボ社のアカウント情報(Email とパス ワード)を入力し、Log In をクリックします。

アカウントを持っていない場合には、Skip log in for now から先に進むことはできますが、Bluetooth SDK をインストールすることができません。



③ Installation Manager が起動しますので、Install by Product Group を選択します。



続いて Install Wizard が起動しますので、"Bluetooth"と"EFM32 32-bit MCU Products"にチェックを付け、Next をクリックします。

Support for Selected Products				
Select Development Options to use wit	h your products.			
Wireless & RF				
Bluetooth			ead	
7ichee		(Call Prov	orietan	
			prietal y	
Xpress Interface				
🗆 👗 8-bit Microcontrolle	ers			
Sensors				
🗹 🜏 32-bit Microcontrol	lers			
Selected Products: 50	Download Size:	1.47 GB	Required Disk Space: 2.98 C	GB

<u>なぜ EFM32 32-bit MCU Products もインストールするの?</u>

BGM1xx は Bluetooth モジュールですが、無線機能の他にも ADC などのアナログペリフェラル、I2C や SPI などのシリアルインタフェース、タイマなどの各種ペリフェラルを搭載しています。 BGM1xx の動作確認用に用意されているサンプルコードは、Bluetooth を使用したアプリケーション の実装例となっており、例えば「I2C の機能だけを確認する」といったシンプルなサンプルコードは 用意されていません。 それに対して、EFM32 32-bit MCU ファミリでは、各ペリフェラルだけにフォーカスしたサンプルコー ドも多く用意されています。BGM1xx 内部では無線マイコン EFR32BGxx ファミリが使用されており、 また EFR32BGxx ファミリは マイコン EFM32PGxx ファミリと機能互換(無線部は除く)になっていま すので、EFM32PGxx 向けのサンプルコードや情報を、BGM1xx でも活用頂けます。

④ インストール可能なコンテンツが表示されます。Bluetooth が"Access Granted"と表示されていることを確認して、Next をクリックします。

😋 Install Wizard					
Installation Support Op	tions				
Content access.					
	Your access to	content is shown b	elow. Use the links to gain acc	ess.	
	5	Sign In for So	ftware Access		
		Signed in as	@macnica.co.jp		
		Clear Cre	edentials		
	You have suc	cessfully signed in.	Access to content is listed belo	ow.	
		Available	Content		
	8051	Access Granted	32 bit MCU	Access Granted	
	Micrium OS Access: 1	<u>Register Kit</u> of 5 components	Apple Homekit	Access Granted	
	Bluetooth Mesh SDK	Access Granted	Bluetooth	Access Granted	
	EmberZNet (zigbee)	Access Granted	Flex	Access Granted	
	Thread	Access Granted			
	< Rack	N	lext >	Finish	Cancel
					Canoci

なお、ログインを行っていないと、Bluetooth のコンテンツがインストール不可となっています。

Available Content						
8051 Access Granted	32 bit MCU Access Granted					
Micrium OS Sign In	Apple Homekit Sign In					
Bluetooth Mesh SDK Sign In	Bluetooth Sign In					
EmberZNet (zigbee) Sign In	Flex Sign In					
Thread Sign In						

⑤ インストールを行うコンテンツがリストアップされます。Recommended でリストアップされているコン テンツは取捨ができますので、不要なものを外すことでインストールに必要な時間と容量を削減すること ができます。

選択が終わったら、Nextをクリックします。

TecStar —

🕶 Install Wizard	
Installation Options	
Select the options you would like to use within Simplicity Studio.	
Recommended (based on selections in previous step)	
\frown	
GNU ARM Toolchain (v7.2.2017.q4) - 7.2.2017.q4	32-bit MCU SDK - 5.5.0.0
7.2.2017.q4 version 7.2.2017.q4	Silicon Labs 32-bit MCU SDK for EFM32
	and EZR32
Micrium OS Kernel - 5.4.0	Bluetooth Mesh SDK - 1.2.0.0
Silicon Labo Micrium OC Kornel	Silian Lake Riveteeth Mach SDK
Silicon Labs Micham OS Kerner	Install Location Browse
Bluetooth SDK - 2.9.0.0	Bluetooth SDK for Apple HomeKit - 1.6.0.0
🗑 💮 Simplicity Capacitive Sense Profiler - 4.0.10	🗑 (=) SWO Terminal Tool - 4.0.2
Simplicity Capacitive Sense Profiler	Simplicity Studio SWO Terminal
IAR ARM Toolchain Integration - 4.0.13	🕼 (M) Simplicity Energy Profiler for Exx32 - 4.0.11
This package allows you to use the IAR ARM toolchain	Simplicity Studio Energy Profiler for Exx32
Check for Updates < Back	Next > Finish Cancel

⑥ Review License でライセンス内容を確認し、Accept にチェックを付け、Finish をクリックします。



コンテンツのインストールが始まります。インストール後に再起動したら、セットアップは完了です。



TecStar

5-2 インストールがうまくいかない場合

5-2-1 シリコンラボ社アカウントの取得方法

Bluetooth SDK の入手には、シリコンラボ社 WEB サイトのアカウントが必要になります。お持ちでない 場合には、下記の手順でご入手ください。アカウントの作成は無料です。

① 下記 URL にアクセスし、右上の Register からアカウント作成に進んでください。 https://www.silabs.com/



② 必要事項を入力し、Create an Account でアカウントを作成してください。

All fields required	
First Name	
Taro	名前
Last Name/Family Name	
Yamada	苗字
Company Name	
Macnica	会社名
Email	
xxxxxx@xxxxx.co.jp	メールアドレス
Password	
•••••	パスワード
Confirm Password	
••••••	パスワード(再入力)
Country	
Japan 👻 🚽	国名
State	
Kanagawa 👻 🗕	県名
Zip Code	
2228561	郵便番号
✓ I would like to receive email communications	_
from Silicon Labs	
Create an Account	

③ アカウントが生成できたら、念のため発行されたアカウントでログインできることを確認してください。 下記 URL にアクセスし、右上の Log In からログインを行ってください。

https://www.silabs.com/

TecStar =

6	Y			简体中文 繁體中文 日本語	Log In Register
SILICON	LABS			Parametric Search Cr	oss-Reference Search
About 🔻	Products 🔻	Solutions 🔻	Community & Support 👻	Search silabs.com	GO

④ ログインに成功すると、画面右上に「Welcome,名前」が表示されます。

65	Y			简体中文	繁體中文 日本語	Welcome, 🗾 🔻
SILICON I	ABS				Parametric Search	Cross-Reference Search
About 🔻	Products 🔻	Solutions 🔻	Community & Support 🔻		Search silabs.com	GO

5-2-2 企業プロキシサーバーを介して接続している場合

インストールにはインターネット接続が必要になりますが、プロキシサーバーを導入している企業ユー ザ様の場合にはプロキシ設定が必要になる場合があります。設定内容については、自社のネットワーク 管理者にご相談下さい。プロキシを介さずにインターネット回線に接続できる環境が構築できる場合に は、そちらをご利用頂くのが簡単です。(WiFi ルータや自宅など)

Simplicity Studio がアクセスする先については、シリコンラボ社のコミュニティフォーラムに関連情報があります。(リンク) 企業プロキシサーバーのセキュリティオプション(ホワイトリスト)で回避するような場合にご利用ください。



プロキシサーバーの設定は、以下の手順で行います。

Simplicity Studioの Settings アイコンを選択し、Network Connectionsを選択します。プロキシ設定の画面が表示されますので、Active ProviderをManualに設定変更し、Proxy entriesに必要な設定を入力してください。

File Help				
Sign In 🕞 🔅 🛃 🥕		Search		
<table-of-contents> 🗞 😂 😵 🕼</table-of-contents>	🖉 🗙 💥 🌣 🗖 📑			_
🛃 Preferences		•		
type filter text	Network Connections			⇔ • ⇔ • •
Capabilities Help	Active Provider Manu	al 🗸		
Network Connections	Proxy entries			
Security	Sch Host	ort Prov Auth	User Password	Edit
Simplicity Studio	✓ HTTP	Man No		Clear
	V HT	Man No		
	V SO	Man No		
	Pr 設定項目	・ 設定内容は、 各1	企業様によって異な	なります
	Host	Provider		Add Host
	127.0.0.1	Manual		Edit
d	127.0.0.1	Manuar		Remove
		Restor	e Defaults	Apply
		ок	Ca	ncel

設定が終わったらログイン(Sign In)を行います。画面左上の Sign In をクリックし、シリコンラボ社 WEB サイトのアカウントを入力します。ログインに成功すると、画面左上にメールアドレスが表示されま す。

✓ Simplicity Studio ™	Simplicity Studio ™		
File Help	File Help		
Sign In 👻 🕂 🥕 🔶 🔶	@macnica.co.jp 👻 😓 🥕		
📑 Debug Adapters 🛛 🗞 🎽 🛃 💥 💥	🕼 Debug Adapters 🛛 🗞 🎦 🔀 💥		

ログインに成功したら、Update Software アイコンをクリックし、Install Manager からインストールが 継続できます。

🚰 Simplicity Studio 🏴	
File Help	
@macnica.co.	ip 👻 🛃 🖍
Ebug Adapters	Image: Software

設定例: PC とプロキシサーバー間の通信に HTTP のみを使用している場合

Activ	ve Provider	: Manual 👻							
Prox	y entries								
	Schema	Host	Port	Provider	Auth	User	Password		Edit
	HTTP			Manual	No				Clear
	HTTPS			Manual	No				Ciedi
1	SOCKS			Manual	No				
	HTTP	Dynamic	Dynamic	Native	No				
Prox	y bypass								
	Host		Provider					A	dd Host
	localhost		Manual						Edit
	127.0.0.1		Manual						Euit
								F	Remove

5-2-3 プロキシ設定をしてもインストールがうまくいかない場合

強固なセキュリティを施している企業様の場合には、適当なプロキシ設定を行ったとしても、サインインやインストールが阻害される場合があります。(WEB ではサインインできるが、Simplicity Studio ではサインインできない、などの症状が出ます)

その場合には、Simplicity Studio がアクセスする下記アドレスを、プロキシサーバーのホワイトリストに追加して頂くことで、サインインやインストールが可能になると思われます。

- https://developer.silabs.com
- https://devtools.silabs.com
- https://siliconlabs.force.com
- https://gecko-resources.silabs.com

もし、ポートを指定してのホワイトリスト追加を行う場合には、以下の接続先・ポートをご使用ください。

- https://developer.silabs.com (port 443)
- https://siliconlabs.force.com (port 443)

Silicon Labs 社の WEB サイトでも情報公開されております。(リンク)

5-2-4 オフライン・インストーラ

オンラインでインストールすることが望ましいですが、どうしてもプロキシの設定がうまくいかない場合には、オフライン・インストーラも活用頂けます。

<マクニカオンラインサービス FAQ>

● <u>Simplicity Studio のオフライン・インストーラはありますか?</u>

5-2-5 Install Manager/Install Wizard の画面を閉じてしまいました

画面左上の Update Software アイコンをクリックすると、Install Manager を起動することができます。

🚰 Simplicity Studio ™	
File Help	
@macnica.co.jp 👻 🛃	e.
📲 Debug Adapters 🗞 😭 🗾	Update Software

5-3 IAR コンパイラのインストール(オプション)

BGM1xx を C 言語設計する場合には、C コンパイラが必要になります。Bluetooth SDK 2.4.0 以降の SDK では、Simplicity Studio に標準インストールされる GCC(無償コンパイラ)をご使用頂くことができま す。有償になりますが、GCC に比べてコード効率の良い 3rd party 製コンパイラ(IAR システムズ社)もご 使用になれます。

IAR コンパイラのインストールが完了すると、Simplicity Studio は Toolchain として自動認識します。 念のため、 歯車アイコン (Preference) → Simplicity Studio → Toolchains で IAR コンパイラが認識されている ことを確認してください。 もし自動認識されていないようであれば、 Add ボタンから追加登録を行うことが できます。

☆ <u>●</u> チ		Search		
Peferences				
ype filter text	Toolchains			
⊳ General ⊳ G/C++	Manage the toolchains ava	ilable for MCU project bu	uild configurations.	
> Help > Install/Update	Each checked entry in this in MCU projects.	list will be a candidate fo	or automatically gen	erating the build configurations
> Network Analyzer	Name	Location	Version	Select All
Network Applications	GNU ARM v4.9.3	C:¥SiliconLabs¥Sim	4.9.3.20150529	
Run/Debug	IAR ARM	C:¥Program Files¥I	7.80.2.11947	Select None
Simplicity Studio	🔽 Keil 8051 ynull	C:¥SiliconLabs¥Sim		N
Adapter Packs				
Previce Manager				Add
Launcher				Remove
Cifline Content				
Preferred IDE	Description:			More details
SUKs				
Talgets	Select an entry to see a desc	cription		
Toolchains				
User Experience				
Team				
?			ОК	Cancel
0				

Bluetooth SDK では、ご使用頂ける IAR バージョンを指定させて頂いております。

- SDK 2.0~2.8.2 \rightarrow IAR v.7.80.2
- SDK 2.9.0~2.9.2 \rightarrow IAR v.7.80.4
- SDK 2.10.0~ \rightarrow IAR v.8.30.1

<マクニカオンラインサービス FAQ>

- BGM1xx の C 言語設計で IAR コンパイラを使用しますが、バージョンの指定はありますか?
- IAR EWARM v.7.80.2 の入手先を教えてください

6 ハードウェア・セットアップ

BGM1xxの評価に必要なハードウェアの設定を行います。

6-1 Wireless Starter Kit のセットアップ

以下の手順で設定していきます。

- 1. メインボードにラジオボードを装着します。ラジオボードの向きは下図を参照ください。
- 2. BAT, USB, AEM の中から、基板に給電する方法を選びます。スイッチを AEM に切り替えます。
- 3. 基板左の USB コネクタと PC を USB ケーブルで接続します



BAT / USB / AEM

なお、給電スイッチは、

- BAT: 電池からの給電 (電池では供給電流が足りず、動作しない場合が多々あります)
- USB: 未使用
- AEM: PC から USB 経由での給電

となっています。

6-2 Wireless Starter Kit の制御ファームウェアの更新

Simplicity Studio を起動し、Wireless Starter Kit を接続します。

画面左上の Debug Adapters ウィンドウに J-Link が表示されますので、それをクリックすると、Debug Mode(7-4-3 で紹介)および Adapter Firmware version が表示されます。

Adapter Firmware version の横に、Install という表示があった場合は、Wireless Starter Kit 上の制御ファ ームウェアが最新状態ではありません。Install をクリックして最新状態にしてください。

Debug Adapters Constraints Debug Adapters Constraints Debug Adapters Constraints Debug Adapters Solution Debug Adapters De	J-Link Silicon Labs (440070481) Preferred SDK: Gecko SDK Suite v2.3.1: Bluetooth 2.9.2.0, EmberZNet 6.3.1.0, Flex 2.3.1.0 to change the preferred SDK.
	Debug Mode: MCU Change Adapter Firmware Version: 0v14p4b502 Updated adapter firmware available. Install New Project Recent Projects

更新が完了すると、表示が Change に変わります。これが最新状態です。



7 使用方法

サンプルコードを評価キットと Simplicity Studio を使用した評価手順をご紹介します。ここでは BGM121 を使用しておりますが、他のモジュールでも手順は同じです。なお、各ツールから Simplicity Studio のトッ プ画面に戻るには、画面右上の Launcher アイコンを使用します。



7-1 サンプルコードを動かしてみる前に(ブートローダーの更新)

Bluetooth SDK 2.7.0 以降のサンプルコードは、Gecko Bootloader(新しいブートローダー)上での動作を 前提としています。しかし、購入したてのラジオボードや、Bluetooth SDK 2.6.2 以前の SDK で使用していた ラジオボードには Legacy Bootloader(古いブートローダー)が書き込まれています。そのため、初めて Bluetooth SDK 2.7.0 以降のサンプルコードを使用する場合には、ブートローダーの更新を行う必要があり ます。詳しくは下記を参照ください。

<マクニカオンラインサービス FAQ>

Bluetooth Smart SDK 2.7.x のサンプルコードをダウンロードしましたが正常動作しません。対処方法を教えてください

更新手順は以下の通りです。

Wireless Starter Kit を PC に接続すると、Simplicity Studio が Wireless Starter Kit とラジオボードを自動 認識します。Device タブに表示されたラジオボードを選択してください。うまく認識してくれない場合には、 Refresh アイコンを押してみてください。



次に、Demosの"SOC -Smart Phone App" (SOC -xxx であればどれでも良いです)の右横の () を クリックします。

Getting Started	Documentation
Demos	-+⊠≡
 Bluetooth SDK 2.9.0.0 Bluetooth 	
NCP target - Empt	у 🕞
Bluetooth: NCP (Ne target application w	twork co-processor) /ith no GATT services
SOC - Empty	\odot
Bluetooth: A minim used as a starting p	al project structure, wint for custom
SOC - Smart Phon	e App
Bluetooth: For use Smart Phone App. I	with the Silicon Labs Demonstrates the

Demos というウィンドウが開きますので、そのまま Start ボタンをクリックすると、ラジオボードへダウンロードされます。

🕶 Demos	
Select Demo	
Select a demo and the mode with	which to run it.
Name	Description
NCP target - Empty	Bluetooth: NCP (Network co-processor) target application with no GATT services included.
SOC - Empty	Bluetooth: A minimal project structure, used as a starting point for custom applications. The project has the basic functionality enabling periph
SOC - Empty - RAIL - DMP	Bluetooth: A minimal project structure, used as a starting point for custom Dynamic-Multiprotocol applications. The project has the basic funct
SOC - Smart Phone App	Bluetooth: For use with the Silicon Labs Smart Phone App. Demonstrates the Health Thermometer Profile, Proximity Profile, and implements
Bluetooth: For use with the Silicon La advertisements in iBeacon format. Mode: Run -	abs Smart Phone App. Demonstrates the Health Thermometer Profile, Proximity Profile, and implements an iBeacon device that sends non-connectible
in the by selected product line	
(?)	Start Cancel

この作業は一度行えば良いですが、Bluetooth SDK 2.6.2 以前のコードをダウンロードすると、古いブートローダーに書き戻されてしまう場合がありますので、その際には再度ブートローダーの更新を行ってください。

注意 EFR32BG1 ベースのモジュール(BGM111, 113, 121, 123, 11S)では、Flash メモリをイレースすると ブートローダーもイレースされます。Flash メモリをイレースした場合や、Debug Unlock (Flash メモリをイレー スします)をした場合には、再度ブートローダーを書いてください。

7-2 サンプルコードを動かしてみる(C 言語編)

TecStar —

BGM1xx にサンプルコードをダウンロードして、スマホアプリと接続するところまで行ってみましょう。

PC に Wireless Starter Kit を接続し、Device タブでラジオボードを選択します。

次に、Getting Started タブ ⇒ Software Examples 横の View All Software Examples を選択します。

Getting Started	Decumo	ntation	Compatible Tools	Reso
Demos	-+⊠≡	Software Examples	-+ 🖂 🚍	SDK Documentat
 Bluetooth SDK 2.8.0.0 Bluetooth 		 Bluetooth SDK 2.8.0.0 Bluetooth 	Vie	All Software Examples Billetooth SDK 2.8 API References
NCP target - Empty Bluetooth: NCP (Network co-processor)	 Dynamic Multiprotocol Switched Multiprotocol 		 Application Not Fundamentals

Example Project で SOC – Smart Phone App を選択し、Next をクリックします。

🗠 New Silicon Labs Project	- • •
Example Project	
Select the project template to open in Simplicity IDE.	
type filter text	
A S Bluetooth	
NCP target - Empty	
SOC - DTM	=
SOC - Empty	
SOC - iBeacon	
SOC - Smart Phone App	
SOC - Thermometer	
Quantic Multiprotocol	
SUC - Empty - KAIL - DMH	-
Bluetooth: For use with the Silicon Labs Shart Phone App. Demonstrates the Health Thermometer Profile, Proximity Profile, an iBeacon device that sends non-connectifie advertisements in iBeacon format.	and implements
? < Back	ancel

プロジェクト名を入力し、作業フォルダを指定します。With project files では、サンプルコードをローカル にコピーして使うかどうかを指定します。指定が終わったら、Next をクリックします。

e New Silicon Labs Project	
Project Configuration Select the project name and location. プロジェクト名	
Project name soc-smartPhone	作業フォルダ
☑ Use default location	
Location: C:¥Users¥useus¥SimplicityStudio¥v4_workspace¥soc-smartPhone	Browse
With project files:	
Link libraries and copy sources	
? < Back Next > Finish	Cancel

使用するコンパイラを選択し、Finish をクリックします。

🕶 New Silicon Labs Project		
Build Configurations Select the initial build configurations. You can edit these later through the "Manage Configurations" or	ommand.	
Check the configurations to include in the project		
GNU ARM v4.9.3		Select All
Default		
▲ 🕼 IAR ARM (v7.80.2.11947)	5	Select None
Default (active)		Cab Ashiva
		Set Active
Manage toolchains		
Manage build targets		
Compared Reck Next > Finish		Cancel

サンプルコードの準備が整うと、Simplicity IDE が起動します。画面右に表示されているのが GATT エ ディタで、Profiles/Services/Characteristics/Descriptors を設定することができます。

Simplicity IDE - Bluetooth SDKC:¥Users	¥SimplicityStudio¥v4_workspace¥soc-smartPhone¥soc-smartPhone.isc - Sir	nplicity Studio ™	_ 0		
te Edit Navigate Search Project Kun w	nnow Hep rölvto⊝v⊖vion/≋©		te Laurcher 🙆 Simplicity		
Project Explorer 23	S V C S soc-smartPhone.isc 22				
Soc-smartPhone [GNU ARM v4.9.3 - Defaul Solution Includes	[[EFR32BG 1 Bluetooth SDK, version:2.8.0.0		Generate « Pre		
⊳ 🛃 app ⊳ 🛃 hardware	🚓 General				
b 🛃 platform	BLE GATT Configurator				
b 😅 protocol	Source filters	Custom BLE GATT			
advertisement.c	SIG Silicon Labs	Generic Access			
Advertisement.h	Desilies Considers Characteristics Description	C Device Name			
app_hw.c	Fromes Services Characteristics Descriptors	Appearance	*		
i app_hw.h	type filter text	Device Information	0 A		
B app_timer.h	Alert Notification	Alert Notification Alert Notification			
app_ul.c	Automation IO	> P Automation IO			
⊳ karapp_ui.h	Blood Pressure	> 🕑 Blood Pressure 💽 Temperature Measurement			
⊳ kalapp.c	Continuous Glucose Monitoring	C Temperature Type			
⊳ La app.h	Cycling Power	E Intermediate Temperature			
If application_properties.c	Cycling Speed and Cadence	Cycling Speed and Cadence Measurement Interval			
▷ Lo beacon.c	↓ P Environmental Sensing	Environmental Sensing Immediate Alert			
	Find Me	C Alert Level			
Device ☆ 🗜 Outline	□ □ ▷ P Glucose	Silicon Labs OTA			
	A r T T T T T T T T T T T T T T T T T T	Silicon Labs OTA Control			
1 Link Silicon Labs (440000274)	Heart Rate				
m Blue Gerko BGM121 Wireless Starter K	t (SLWSTK610)				
BIGM BGM121 Bluetooth Module Badio Bo BGM121 Bluetooth Module Badio Bo	rd (BRD4302A)	*			
EFFR32BG1B232F256GM56		 Select a GATT item to configure 			
Wireless Starter Kit Mainboard (BRD)	4001A Rev A01				
		GATT エディタ			
	💽 Problems 😫 🖋 Search 🛸 Call Hierarchy 🔄	Console	~		
	0 errors, 6 warnings, 0 others				
	Description	Resource Path	Location T		
	Warnings (6 items)				
	()				

GATT の設定をソースコードに反映するために、Generate をクリックします。



ファイルの上書きが生じる場合には確認が行われます。上書きしたくないものがあればチェックを外してください。ここではそのまま OK をクリックします。

Overwrite?	File				
V	C:¥Users				
Croato ha	k filos for all th	a files that got even written			

ファイルが生成されます。

TecStar —

Files backed up	N	
efr32.ewp ba	cked up to efr32.ewp.bak	
Files generated	8	
C:¥Users¥	<pre>#SimplicityStudio¥v4_workspace¥soc-smartPhone¥.¥efr32.ewp</pre>	
Files always up	dated:	
C:¥Usersì	<pre>#SimplicityStudio¥v4_workspace¥soc-smartPhone</pre>	
Unmodified file	s:	
C:¥Users¥	*SimplicityStudio*v4_workspace*soc-smartPhone*.*gatt.xml	
C:¥Users¥	¥SimplicityStudio¥v4_workspace¥soc-smartPhone¥.¥gatt_db.c	
C:¥Users¥	¥SimplicityStudio¥v4_workspace¥soc-smartPhone¥.¥gatt_db.h	
C:#Users#	#SimplicityStudio#v4_workspace#soc-smartPhone#.#BgBuild_Log.bxt	
C:¥Users¥	#SimplicityStudio¥v4_workspace¥soc-smartPhone¥.¥mpsi-configuration.h	
C:¥Users¥	#SimplicityStudio#v4_workspace#soc-smartPhone#.#efr32bg1b232f256gm48.hwconf	ŧ.
C:¥Users¥	#SimplicityStudio¥v4_workspace¥soc-smartPhone¥.¥ble-callbacks.h	
C:#Users#	#SimplicityStudio#v4_workspace#soc-smartPhone#.#ble-callback-stubs.c	
C:¥Users¥	#SimplicityStudio¥v4_workspace¥soc-smartPhone¥.¥ble-callbacks.c	
C-Willsonski	#SimplicityStudio#v4_workspace#soc-smartPhone#.#ble-configuration.h	

生成されたプロジェクトツリーは以下のようになっています。main.c がプログラム本体です。また、isc ファイルは GATT エディタのプロジェクトファイルです。なお、Bluetooth SDK 2.6.2 以前で生成されていた Hardware Configurator 用のプロジェクトファイルは生成されなくなっています。

各ファイルの役割などについては、「UG136: Silicon Labs Bluetooth C Application Developer's Guide」 (英語版, 日本語版)に記載がありますのでご参照ください。日本語版は英語版と比べてバージョンが 古い場合もありますので、その際には英語版の記述を優先してください。

ြို့ Project Explorer 🛛 📄 😫 🔻 🗖 င်	▷ 📑 application_properties.c	▶ 🛃 init_app.c
Soc-smartPhone [GNU ARM v4.9.3 - Defat	beacon.c	= ▷ <u>IA</u> INIT_app.n
⊳ 🔊 Includes	⊳ 🔏 beacon.h	init_board.c
	b If ble-configuration.h	▷ 🔏 init_board.h
Arr	▷ in board_features.h	▷ di init_mcu.c
platform	b isplayconfigapp.h	▶ 🚮 init_mcu.h
⊳ 🚔 protocol	▷ 🚮 dmadrv_config.h	⊳ 📝 main.c
▷ dvertisement.c	⊳ 🛃 gatt_db.c	⊳ 🛃 pti.c
▷ 📓 advertisement.h	⊳ 🚮 gatt_db.h	⊳ 🚮 pti.h
⊳ 🖻 app_hw.c	▷ d graphics.c	▷ 🚮 tempdrv_config.h
⊳ 📓 app_hw.h	If graphics.h	▷ M uartdrv_config.h
▷ 🚮 app_timer.h	⊳ 🚮 hal-config.h	BgBuild_Log.txt
⊳ 📓 app_ui.c	⊳ 🛃 htm.c	Create_bl_files.bat
⊳ 📓 app_ui.h	⊳ 🖪 htm.h	efr32bg1b232f256gm56.ld
⊳ 🛃 app.c	⊳ 🛃 ia.c	gatt.xml
⊳ 🖻 app.h	⊳ 🖪 ia.h	🚓 soc-smartPhone.isc

サンプルコードをビルドし、Starter Kit にダウンロードします。まずはトンカチのアイコン(Build)をクリックします。コンパイラが走り、サンプルコードがビルドされます。



ビルドが完了したら、次に虫のアイコン(Debug)をクリックし、Starter Kit にダウンロードします。

File	Edit	Source	Refactor	Navigate	Search
脊	9 =	- 1 📬 -		🛞 - 🔨	-



ダウンロードが完了すると、デバッグ用の画面に切り替わります。

b Debug 🛛 🕹 🔹 🚈 👘 👘	Variables 11 %	Breakpoints	112 Registers	& Expressions	
B Silcon Labs ARM MCU: EFM32GG990F1024				8 et 12 10	T et et
A 🔐 STK3700_blink.axf	Name	Type		Value	Lo
main() at blink.ct54 0x138:					
	•				
blink.c 🛛			📴 😢 Outlin	ie st	
<pre>//***********************************</pre>			* 11 st st 11 st st 11 er 12 er 12 er 13 st 15 bi 14 or 14 Di 15 bi 15 bi 16 or 14 Di 16 or 16 or 17 Di 16 Or 17 Di 17 D	C I'E N N ferc.h fboolh n_device.h n_drip.h n_emu.h p_thosh p_thosh p_thosh strick : voide unt32_t : void strick : void = strick : hendier(void) : void strick(-tendier(void) : void strick(-tendier(void) : void	(• #)
Console 🛙 🔄 Tasks 🔋 Memory 😰 Problems 🕥 Executables			×	🔍 🚮 🕪 🛃 🖼 🕶	d • °
.ogram Output Console					
					,

なお、ビルド用の画面と、デバッグ用の画面の切り替えは、ウィンドウ右上のアイコンで行います。



サンプルコードを実行します。下図の実行のアイコン(Resume)をクリックしてください。

File	e Edit	Source	Refactor	Navigate	Search	Project Run	Window	Help
6		N 🕹	- 2 3	.¢ i⇒ 🚳	- ☆ -	• 🤌 🖉 📩	- 8 6	🌤 🔶 ▾ 🗎 🏨



TSC-01013

Health Thermometer を選択してみると、BG Smartphone が見つかり ました。これが BGM121 です。

TecStar —



BG Smartphone を選択すると Connect します。アプリ上に温度情報が 表示されました。これは Wireless Starter Kit 上の温度情報をスマホに 送り、アプリで表示を行っています。


7-3 OTA update (over-the-air)を試してみる

サンプルコード SOC - Smart Phone App には、OTA update のサービスが実装されていますので、この機能を使ってアップデートを実践してみましょう。OTA update を使って、SOC - Smart Phone App を SOC – iBeacon に書き換える手順を紹介します。

😣 soc-smartPhone.isc 🔀	
1 Bluetooth SDK, version:2.8.0.0	
🚴 General	
BLE GATT Configurator	
Source filters	Custom BLE GATT Generic Access
Profiles Services Characteristics Descriptors	 Device Name Appearance
type filter text P P P	 S Device Information Manufacturer Name String S Health Thermometer Temperature Measurement Temperature Type Intermediate Temperature Measurement Interval S Immediate Alert Alert Level S Silicon Labs OTA

① Simplicity Studio で、SOC - iBeacon のプロジェクトを生成し、Build を実行します。手順は 7-2 を参照ください。

② ¥¥v4_workspace¥soc-ibeacon に create_bl_files.bat が生成されるので、実行して OTA 用のバイナリ を作成します。作成したバイナリ(application.gbl)は、¥¥v4_workspace¥soc-ibeacon¥output_gbl に格納されます。

③ スマートフォンからアクセスできるフォルダ (dropbox など)に、 application.gbl をコピーします。

④ スマホアプリを起動して BGM121 に接続し、右上の OTA ボタン を押します。(右図)

••••• au 奈	17:08	@ 🕈 💲 42% 💷
<	BG20085	OTA
SERVICES		
Device Informa 180A UUID	tion ~	
Health Thermon 1809 UUID	neter ∨	
Immediate Aler 1802 UUID	t ~	

TecStar —

TSC-01013

⑤ APP の CHOOSE FILE ボタンを押します。(右図)



6 dropbox から、application.gblを選択します。(下図)



TecStar —

⑦ OTA update を開始し(左下図)、完了する(右下図)。

BG20085 OTA BG20085 OTA BG20085 Packet Size 180 AA78F028-8D9E-4F6C-89D4-E306F3D8918E AP7PoApp-Inbox/application.gbl 10F 1 122,232 BYTES BG20085 Packet Size 180 AA78F028-8D9E-4F6C-89D4-E306F3D8918E W A78F028-8D9E-4F6C-89D4-E306F3D8918E W A78F028-8D9E-4F60-8D4-4F60-8D4-4F60-8D4-4F60-8D4-4F60-8D4-4F60-8D4-4F60-8D	•••• au ᅙ	17:09	🕀 🗱 41% 🔲	••••• au 🔶	17:10	🕀 💲 41% 💷
SERVICES BG20085 TA Progress Packet Size 180 Ar3F6728-8D9E-4F6C-89D4-E306F3D93918E APPoApp-Inbox/application.gbl 1 oF 1 123,232 BYTES He 180 JONE DONE BC20085 DTA Progress Packet Size 180 A73F7028-8D9E-4F6C-89D4-E306F3D9318E U BC20085 DTA Progress Packet Size 180 A73F7028-8D9E-4F6C-89D4-E306F3D9318E U W 190 DTA Progress Packet Size 180 A73F7028-8D9E-4F6C-89D4-E306F3D9318E U W 190 DTA Progress Packet Size 180 A73F7028-8D9E-4F6C-89D4-E306F3D9318E U U DTA Progress Packet Size 180 A73F7028-8D9E-4F6C-89D4-E306F3D9318E U U U DTA Progress Packet Size 180 A73F7028-8D9E-4F6C-89D4-E306F3D9318E U U DTA BY U DTA BY DTA B	<	BG20085	ΟΤΑ	<	BG20085	OTA
De DG20085 TA Progress Packat Size 180 AA78F028-809E-4F80-89D4-E306F3D8918E APP oApp-Inbox/application.gbl 1 OF 1 123.232 BYTES He 180 JO, 51 BYTES SENT 100 JO, 51 BYTES SENT 101 JO, 50 0.51 1020085 Update Update 011 DONE DONE	SERVICES			SERVICES		
APPoApp-Inbox/application.gbl 1.0F1oApp-Inbox/application.gbl 123.232 EVTES He 180 UU 180 UU BONE UU DONE He 180 UU DONE He 180 UU DONE He 180 UU DONE He 180 UU DONE He 180 UU DONE He 180 UU DONE He 180 UU DONE He 180 UU DONE He 180 UU DONE He 180 UU DONE He 180 UU DONE He 180 UU DONE He 180 UU DONE He 180 UU DONE He 180 UU DONE He 180 UU DONE He 180 UU DONE	De OTA Pro 18C AA78F028	9gress Packe -8D9E-4F6C-89D4-E306F31	et Size 180 D8918E	De BG200 OTA 180 AA78F	085 Progress 6028-8D9E-4F6C-89D4-E	Packet Size 180 306F3D8918E
Indiana and a second and a seco	APP 1 OF 1 He	oApp-Inbox/applic 123,2	ation.gbl 32 BYTES	He	SPEED TIME bps 0:51	BYTES SENT 123,232
Initiania and a second		20				
OT OT ID: 1D: UUI DONE DONE	180 UUI	50% 15.4 Kbps 0:19		180 UUI	Update Complete	
DONE	TC			OT 1D1		
		DONE			DONE	

⑧ スマホアプリで、iBeacon として動作開始していることが確認できます。(下図)



7-4 ユーザ基板のプログラミング・デバッグを行ってみる

Wireless Starter Kit を使用することで、ユーザ基板上の BGM1xx に対して、プログラミング或いはデ バッグを行うことが可能です。また、Simplicity Debug Adaptor Board (SLSDA001A)を使用すると、より 簡単にユーザ基板と接続頂けます。



Simplicity Debug Adapter Board (SLSDA001A)

7-4-1 参考資料

•AN958: Debugging and Programming Interfaces for Custom Designs

http://www.silabs.com/documents/public/application-notes/an958-mcu-stk-wstk-guide.pdf

・Wireless Starter Kit ユーザガイド

BGM111: http://www.silabs.com/documents/login/user-guides/ug122-brd4300a-user-guide.pdf

BGM113: http://www.silabs.com/documents/login/user-guides/ug187-brd4301a-user-guide.pdf

BGM12x: http://www.silabs.com/documents/login/user-guides/ug234-brd4302a-user-guide.pdf

7-4-2 ハードウェア接続

Wireless Starter Kit の右下にある In/Out Debug Header および Simplicity Connector を介して、ユーザ 基板に接続します。下図は UG122 (BGM111 ユーザガイド)からの抜粋です。



プログラミングについては、In/Out Debug Header にある SWCLK、SWDIO、RESET、VTARGET、 GND の計 5 ピンを使用します。

SWCLK	BGM1xx(ユーザ基板上)の該当ピンに接続してください。直結で結構です。
SWDIO	BGM1xx(ユーザ基板上)の該当ピンに接続してください。直結で結構です。
RESET	BGM1xx(ユーザ基板上)の該当ピンに接続してください。直結で結構です。
VTARGET	BGM1xx(ユーザ基板上)への供給電源に接続してください。Wireless Starter
	Kitとユーザ基板の信号レベルを合せるために使用します。接続し忘れると、
	Wireless Starter Kit からユーザ基板を認識できませんので、ご注意ください。
GND	Wireless Starter Kit の GND と、ユーザ基板の GND を接続してください。

BGTool 等を使って UART デバッグする際には、Simplicity Connector にある Virtual COM を BGM1xx の UART に接続します。プログラミング用とUART デバッグ用とで、使用するコネクタが2つに なりますので、その不便さを解消するために Simplicity Debug Adaptor Board (SLSDA001A)が用意され ています。

2 つのコネクタに跨るように、Simplicity Debug Adaptor Board (SLSDA001A)を挿入します。



下図は AN958 からの抜粋ですが、このように 2 つのコネクタが 10 ピンに変換されます。



7-4-3 デバッグ対象の切り替え

デバッグ対象を、Wireless Starter Kit 上の BGM1xx から、ユーザ基板上の BGM1xx に切り替えます。 Simplicity Studio の Device タブで Wireless Starter Kit を選択すると、画面右に現在の Debug Mode について表示されます。下図では MCU の設定になっています。



Adapter Configuration タブの Debug Mode で、OUT を選択します。

J-Link Silicon Labs	(440070491)	-hc (440070401)		
J-Link Configuration	on Application images	Scratchpad Packe	t Trace Adapter Configuration	Device hardware
Update Adapter				
Installation Pac	kage			
				Browse
Debug Mode:	CU 🗸			
	FF			
M	CU			
II	4			

デバッグ対象が Wireless Starter Kit 外部に切り替わると、Wireless Starter Kit 右下の DEBUG OUT という LED が点灯します。



ユーザ基板上のデバイス(モジュール)型番は自動では認識されませんので、指定する必要がありま す。Device hardware タブの Boards で BGM1xx のラジオボードを選択するか、或いは Target part で SOC 型番を選択し、OK をクリックします。BGM1xxで使用している SOC 品番については、2-1「製品ライン ナップ」にある無線チップ型番をご入力下さい。

Boards に、使用しないデバイスやモジュールが載ったボードが登録されている場合には、×をクリック して情報を消去してください。

また、Boards で BGM1xxがリストアップされない場合には、Target part を None にしてからお試しください。

下図は BGM111(で使われている EFR32BG1B232F256GM48)を追加するところです。Boards に BGM121(違うモジュール)が表示されているので、情報消去する必要があります。

J-Link Silicon Labs (440070491)
Configuration of device: 1 Link Silicon Labe (440070401)
J-Link Configuration Application images Scratchpad Packet Trace Adapter Configuration Device hardware
All detected information:
Parts:
Boards: Wireless Starter Kit Mainboard (BRD4001A Rev A01) BGM121 Bluetooth Module Radio Board (BRD4302A)
Target part:
EFR32BG1B232F256GM48
EFR32BG1B232F256GM48
Boards:
Search
Wireless Starter Kit Mainboard (BRD Wireless Starter
BGM121 Bluetooth Module Radio Boa BGM121 Bluetoŏt
☑ Only show boards compatible with target part
OK Cancel

登録が完了すると、Device タブにユーザ基板上の EFR32 が追加されます。あとは、Wireless Starter Kit 上の EFR32(BGM1xx)と同様に使用できます。

TecStar —

📑 Debug Adapters 🔗 😭 📝 🗶 💥 🕈 🗖 📑 🗖 🗖	
 J-Link Silicon Labs (440070491) Blue Gecko BGM121 Wireless Starter Kit (SLWSTK6102A) BGM121 Bluetooth Module Radio Board (BRD4302A) Wireless Starter Kit Mainboard (BRD4001A Rev A01) EFR32BG1B232F256GM48 	EFR32BG1B232F256GM48 Preferred SDK: Gecko SDK Suite v2.3.0: Bluetooth 2.9.0.0, EmberZNet 2.3.0.0, Kernel, MCU 5.5.0.0, Micrium, OS, Thread 2.7.0.0 Click here preferred SDK. Debug Mode: OUT Change
I I	Adapter Firmware Version, 1/2n2b030, Change

デバッグ対象を Wireless Starter Kit 上の BGM1xx に戻す場合には、Adapter Configuration タブの Debug Mode で、MCU を選択し、Device hardware タブの Target part で Wireless Starter Kit 上で使用し ている型番を選択してください。MCU に切り替えただけでは自動認識しませんので、ご注意ください。 なお、Debug Mode の MCU、IN、OUT の違いは以下の通りです。



7-5 VCOM を利用した printf デバッグ

Wireless Starter Kit を使用して評価を行う際に、printf デバッグが使えると何かと便利です。ここでは、 サンプルコードを例に、printf を実装する手順をご紹介します。

- プロジェクトを作成します。この後の手順では、ハードウェアに「BGM121」を、サンプルプロジェクトに「SOC Empty」を使用して説明します。
- 2. "STUDIO_SDK_LOC¥hardware¥kit¥common¥drivers" にある retargetserial.c と retargetio.c を プロジェクトにコピーします。ドラッグアンドドロップすれば良いです。



なお、STUDIO_SDK_LOC の位置は、Project Explorer でプロジェクトを選択して右クリック→ Property→Resource→Linked Resources の順で確認頂けます。

Project Explorer Compared and the second	Default] [EFR32E Soc-empty.isc Soc-	i main.c ⊠ ayevii 46.0 ti.h"	
Properties follooc-empty type filter text	Linked Resources		
P P	Path Variables Linked Resources Path variables specify locations in the The locations of linked resources m Defined path variables for resource	he file system, including other path variables with the syntax "\${VAR}". ay be specified relative to these path variables. 'soc-empty':	
C/C++ General Run/Debug Settings	Name	Value C:¥SiliconLabs¥SimplicityStudio¥v4¥ C:¥Users¥10649¥SimplicityStudio¥v4_workspace	Edit
D	BROJECT LOC	C:¥I kere¥10640¥SimplicityStudio¥v4. workspace¥soc.empty C:¥SiliconLabs¥SimplicityStudio¥v4¥developer¥sdks¥gecko_sdk_suite¥v1.1	Remove
	WORKSPACE_LOC	C:¥SiliconLabs¥SimplicityStudio¥v4¥developer¥toolchains¥gnu_arm¥4.9_2015q3 C:¥Users¥10649¥SimplicityStudio¥v4_workspace	
?		ОК	Cancel

3. main.c に、stdio.h と retargetserial.h を include します。

```
<記述>
#include "stdio.h"
#include "retargetserial.h"
              27 /* Libraries containing default Gecko configuration values */
              28 #include "em_emu.h"
              29 #include "em cmu.h"
              30 #ifdef FEATURE_BOARD_DETECTED
              31 #include "bspconfig.h"
              32 #include "pti.h"
              33 #endif
              34
              35 /* Device initialization header */
              36 #include "InitDevice.h"
              37
              38 #ifdef FEATURE_SPI_FLASH
              39 #include "em_usart.h"
              40 #include "mx25flash_spi.h"
              41 #endif /* FEATURE SPI FLASH */
                 /* For printf */
              43
              44
                 #include "stdio.h"
                 #include "retargetserial.h"
              45
```

 RETARGET_SerialInit();を追加します。初期化の関数ですので、Printf などを使用する前に実施 が必要です。ここでは enter_DefaultMode_from_RESET()の直後に入れてみます。

RETARGET_SerialInit();

```
97
 98 #endif /* FEATURE_SPI_FLASH */
 99
100
      /* Initialize peripherals */
101
      enter_DefaultMode_from_RESET();
102
103
       /* Initialize printf */
104
       RETARGET_SerialInit();
      /* Initialize stack */
106
107
      gecko_init(&config);
108
109
     while (1) {
110
       /* Event pointer for handling
        struct gecko cmd packet* evt;
111
```

Project Explorer の Include で、"STUDIO_SDK_LOC¥hardware¥kit¥ラジオボード名¥config" (評価ボード用 header ファイル)へ path が通っているか確認します。下図は BGM121 のラジオボード (BRD4302A)の場合です。SDK のバージョンやラジオボード種別によって path が通っていない場合があります。



path が通っていなかった場合には、retargetserialconfig.h と bspconfig.h をプロジェクトにコピー して使うか、或いは path を通してください。 path を通すには、Project Explorer でプロジェクトを選 択して右クリック→Property→C/C++ Build→Paths and Symbols→Includes→Add ボタン から行 ってください。



6. hal-config.h を開き、HAL_VCOM_ENABLEの値を 1 に変更します。

[h *	hal-config.h 🙁	
1 2 3 4 5 6 7	<pre>#ifndef HAL_CONFIG_H #define HAL_CONFIG_H #include "board_features.h" #include "hal-config-board.h" #include "hal-config-app-common.h"</pre>	
8 9 10 11 12 13	<pre>#define HAL_VCOM_ENABLE #define HAL_I2CSENSOR_ENABLE #define HAL_SPIDISPLAY_ENABLE #endif</pre>	(1) (0) (0)

 hal-config.h が含まれていない古い SDK の場合には、RETARGET_VCOM を define します。 RETARGET_VCOM は retargetserialconfig.h で使用しますので、retargetserialconfig.h そのもの に追記するか、或いは下記手順でプロジェクトに登録してください。

<GCC の場合>

TecStar

Project Explorer でプロジェクトを選択して右クリック→Property→C/C++ Build→Settings→GNU ARM C Compiler→Symbols→追加ボタンの順に進みます。



Enter Value ウィンドウにて、

TecStar —

RETARGET_VCOM=1

と記入し OK を押します。同じ手順を GNU ARM Assembler→Symbols でも行います。

🕶 Enter Val	ue				×
Defined	symbols (-D)				
RETARGE	T_VCOM=1				
			ОК	Cancel	

Settings			
 Memory Layout GNU ARM C Compiler Dialect Preprocessor Symbols Includes 	SILABS_AF_USE_HWCONF=1 RETARGET_VCOM=1 NO_SYSTEM_INIT=1 EFR32BG1B232F256GM56=1		

<IAR コンパイラの場合>

Project Explorer でプロジェクトを選択して右クリック→Property→C/C++ Build→Settings→IAR C/C+ Compiler for ARM→Preprocessor→Define Symbols→追加ボタンの順に進みます。



GCC と同様に、Enter Value ウィンドウにて、

RETARGET_VCOM=1

と記入し OK を押します。同じ手順を IAR Assembler for ARM → Preprocessor でも行います。

Enter Value	_		
Defined symbols (-D)			
RETARGET_VCOM=1			
		ОК	Cancel





8. printfを使った記述を行います。RETARGET_SerialInit();より後に行ってください。



- 9. プロジェクトを Build し、BGM121 にダウンロードします。
- 10. Tera Term から、シリアルポート(JLink CDC)をオープンします。

Tera Term: 新しい援	続 🗾 🗾
© TCP/IP	ホスト(T): myhost.example.com ジヒストリ(O) サービス: O Telnet の SSH SSHバージョン(V): SSH2 マ の その他 プロトコル(O): UNSPEC マ
●シリアル(E)	ポート(R): COM34: JLink CDC UART Port (CO 🔹
	OK キャンセル ヘルプ(H)

UART の設定は、デフォルト設定(ボーレート 115200, data 8bit, non parity, 1 stopbit)が使われています。

ħ) em_us	art.h 🕱					
Г	334⊖ #define USART INITASYNC DEFAULT						
	335	{		\			
	336	usartEnable,	<pre>/* Enable RX/TX when init completed. */</pre>	\			
	337	0,	/* Use current configured reference clock for configuring baudrate. *	*/ \			
	338	115200,	/* 115200 bits/s. */	\			
	339	usartOVS16,	/* 16x oversampling. */	\			
	340	usartDatabits8,	/* 8 databits. */	\			
	341	usartNoParity,	/* No parity. */	\			
	342	usartStopbits1,	/* 1 stopbit. */	\			
	343	false,	/* Do not disable majority vote. */	\			
	344	false,	/* Not USART PRS input mode. */	\			
	345	usartPrsRxCh0,	/* PRS channel 0. */	\			
	346	false,	<pre>/* Auto CS functionality enable/disable switch */</pre>	\			
	347	0,	/* Auto CS Hold cycles */	\			
	348	0	/* Auto CS Setup cycles */	\			
	349	}					

11. Wireless Starter Kit をリセットすると、文字が表示されます。



シリコンラボ社のコミュニティにも情報がございますので、こちらも参照ください。(リンク)

TecStar —

7-6 BGToolを使って評価する (NCP モード)

BGM1xx にネットワーク・コプロセッサ(NCP)モードのファームウェアを書き込むと、BGTool から制御 することができるようになります。下図は、2-3 章で紹介した NCP モードの制御図ですが、ホストシステ ムを PC が、ユーザアプリを BGTool が役割を担うことになります。Bluetooth モジュールとホストシステ ムを繋ぐシリアルポートは仮想 COM ポート(Wireless Starter Kit 上の J-LINK に CDC が実装されてい る)を使用します。



まず、BGM1xx に、NCP モードのファームウェアを書き込みます。Wireless Starter Kit を接続し、 Getting Started タブの Demos の中から、「NCP target - Empty」をダウンロードします。

 Debug Adapters Debug Adapters J-Link Silicon Labs (440070491) Blue Gecko BGM121 Wireless Starter Kit (SI WSTK6102A) BGM121 Bluetooth Module Radio Board (BRD4302A) EFR32BG1B232F256GM56 Wireless Starter Kit Mainboard (BRD4001A Rev A01) 	BGM121 Bluetoot Preferred SDK: Gecko SDK Suite v2.3.0: Bluetooth MCU 5.5.0.0, Micrium, OS, Thread 2.7.0.0 Click ht
	Debug Mode: MCU <u>Change</u> Adapter Firmware Version: 1v3p3b928 <u>Change</u> New Project Recent Projects -
	Getting Started Documentation
 My Products My Products Enter product name My Products 1 Blue Gecko BGM121 Wireless Starter Kit (SLWSTK6102A) BGM121 Bluetooth Module Radio Board (BRD4302A) ■ EFR32BG1B232F256GM56 	Bluetooth SDK 2.9.0.0 Bluetooth Bluetooth Bluetooth Bluetooth: NCP (Network co-processor) target Geck

ここでは Demos を使用しましたが、Sample Examples の中に用意された NCP target をビルドし、ダウン

ロードしても良いです。また、NCP target – Empty の詳細仕様は AN1042 をご参照ください。(リンク)

ダウンロードが完了したら、Compatible Tools タブから BG Tool を選択します。



BG Tool が起動します。Connect with で JLink CDC UART Port (仮想 COM です)を選択し、ボーレートは 115200 に設定して、Open をクリックします。

🕶 BGTool File Kit Connection V	ew Heln	
Interactive view	RF regulatory test view	_
Connection	Connect with: JLink CDC UART Port (COM6) Baud Rate: 115200	` .
		Open Cancel
Log		
BGAPI commands		Send Save Clear
Interactive view		No connection

TecStar =

TecStar —

右下の接続状態を示すメッセージが"Connected"に変わり、接続できたことが確認できます。 画面上に制御用ウィンドウがあり、アドバタイズの開始(送信)とスキャン(受信)が行えます。画面下 にはLog が表示されます。Log では、BG Tool(PC)側からのコマンドと、それに対する BGM1xx のレス ポンスが確認できます。下図の例では、BG Tool から bt_address を調べるコマンドを送り、BGM1xx が アドレス情報を返しています。

🛥 BGTool		• •
File Kit Connection View	ew Help	
SILICON LABS		
Bluetooth Smart	Security Manager Persistent storage	
Bluetooth Sma	art	
Generic Access Profile	e	
	Show: Basic settings	
Advertise (Slave)	e)	
	Discoverable mode Non-discoverable Connectable Mode Non-connectable	
	Connectable-scannable Scannable-not-connectable	
	OBroadcast User data	らのコマン
BGM1xx	マのレスポンス	
Log	Statu Statu Statu	-
11:56:05,0932	gecko_cmd_system_get_bt_address	
11:56:05,0964	gecko_rsp_system_get_bt_address address:00:0b:57:15:8b:45	-
BGAPI commands	Send Save Clear	
Interactive view	Device Details Connected (COM6)	-0-

• Advertise (Slave)

アドバタイズのモードを設定して Start ボタンをクリックすると、アドバタイズが開始されます。"Show"で "Advanced settings"を選択すると、インターバルの設定などが行えます。

Bluetooth Sma	rt	
Generic Access Profile		
	Show:	λ.
Advertise (Slave		▲
	Discoverable mode Non-discoverable Connectable Mode Non-connectable Limited discoverable Connectable-scannable General discoverable Scannable-not-connectable Broadcast Connectable-not-scannable User data	
		Start Stop

• Advertise (Master)

スキャンを実行することができます。Start ボタンをクリックするとスキャンを開始し、受信したアドレス、 RSSI(信号強度)、アドバタイズデータなどを閲覧できます。"Advanced settings"を選択すると、スキャ ン・インターバルやスキャン・ウィンドウの設定が行えます。

Discover (Mast	er)						^
	Scan Pł	AY IM PHY Coded PHY		Scan type Lir Ge Ob	nited meric servation		
	Scan Interva	al 💽	16	= 10 ms		Interval RX ON	RX ON
	Scan Windo	N 💽	16	= 10 ms		Window	
	Pł	Y 1M PHY Coded PHY 1M and Coded F 	нү	Active Scan On Off			
						Set type	Set timing
Address		(dBm) Bonding han	dle Advertising data	э	Scan Response		
						Start	Clear

● API を直接実行する

Log の下に、コマンドを直接入力できる欄も用意されています。コマンドを入力し、Send ボタンをクリックします。下図の例では、もう一度 gecko_cmd_system_get_bt_address を送っています。

Log			Settings	•
12:08:39,0976	gecko_cmd_system_get_bt_address			
12:08:39,0983	gecko_rsp_system_get_bt_address address:00:0b:57:15:8b:45			
BGAPI commands	gecko_cmd_system_get_bt_address Send	Save	Clear	
Log			Settings	-
12:08:39,0983	gecko_rsp_system_get_bt_address address:00:0b:57:15:8b:45		*	
12:09:48,0031	gecko_cmd_system_get_bt_address		• 👗 📱	
12:09:48,0041	gecko_rsp_system_get_bt_address address:00:0b:57:15:8b:45		-	
BGAPI commands	Send	Save	Clear	

● 注意点

BGToolを使って評価するには、NCPモードのファームウェアのダウンロードが必須です。 ファームウェア(例えば Smart Phone App)をダウンロードした状態では、BGM1xx に接続することがで きませんので、ご注意ください。(Connected の状態にはなりますが、そこから先の通信が行えません)

7-7 RF PHY の特性を評価する

BGM1xx を海外で使用するには、現地国の電波法を順守する必要があります。BGM1xx は、あらか じめ幾つかの国の電波法認証を取得していますが、取得していない国についてはお客様による認証 取得が必要になります。また、最終製品でなければ認証を取得できない(モジュールではフル認証は 取得できない)国もあり、やはり同様に認証取得が必要になります。

BGM1xx および Bluetooth スタックには、無線試験を想定した機能が実装されています。本章ではその手順を簡単にご紹介します。詳細は AN1046 をご参照ください。(リンク) 本章で紹介しない DTM (direct test mode)を使用した手順も紹介されています。

7-7-1 テストコマンドを使用する

Bluetooth スタックには、テスト用のコマンドが用意されています。ユーザコードからコマンド実行することで、BGM1xx に特定のテスト用動作をさせることができます。

使用できるコマンドについては、APIリファレンス・マニュアル(Bluetooth Software API Reference Manual)の 2.12 章に記載されています。



● 受信コマンド(cmd_test_dtm_rx)

使用するチャネルを指定して、受信モードに移行することができます。

Byte	Туре	Name	Description
0	0x20	hilen	Message type: Command
1	0x02	lolen	Minimum payload length
2	0x0e	class	Message class: testing commands
3	0x01	method	Message ID
4	uint8	channel	Bluetooth channel
			Range: 0-39
			Channel is (F - 2402) / 2,
			where F is frequency in MHz
5	uint8	phy	PHY to use

TecStar —

● 送信コマンド(cmd_test_dtm_tx)

使用するチャネルや PHY タイプ(1M PHY, 2M PHY など)、送信するパケットタイプ(無変調,特定デ ータパターンなど)、パケット長を指定して、送信することができます。

Byte	Туре	Name	Description
0	0x20	hilen	Message type: Command
1	0x04	lolen	Minimum payload length
2	0x0e	class	Message class: testing commands
3	0x00	method	Message ID
4	uint8	packet_type	Packet type to transmit
5	uint8	length	Packet length in bytes
			Range: 0-255
6	uint8	channel	Bluetooth channel
			Range: 0-39
			Channel is (F - 2402) / 2,
			where F is frequency in MHz
7	uint8	phy	PHY to use

packet_type:

Value	Name	Description
0	test_pkt_prbs9	PRBS9 packet payload
1	test_pkt_11110000	11110000 packet payload
2	test_pkt_10101010	10101010 packet payload
3	test_pkt_carrier_deprecated	Unmodulated carrier - deprecated
4	test_pkt_11111111	11111111 packet payload
5	test_pkt_00000000	0000000 packet payload
6	test_pkt_00001111	00001111 packet payload
7	test_pkt_01010101	01010101 packet payload
253	test_pkt_pn9	PN9 continuously modulated output
254	test_pkt_carrier	Unmodulated carrier

Phy:

Value	Name	Description
1	test_phy_1m	1M PHY
2	test_phy_2m	2M PHY
3	test_phy_125k	125k Coded PHY
4	test_phy_500k	500k Coded PHY

各コマンドに対するレスポンスや、その他コマンドについては、APIリファレンス・マニュアルをご参照く ださい。

TecStar —

7-7-2 BGTool を使用する

Bluetooth スタックに用意されたテストコマンドは、ユーザコードから実行するだけでなく、BGTool から も使用できます。

「7-6 BGTool を使って評価する (NCP モード)」を参考に、BGM1xx に NCP モードのサンプルコード をダウンロードし、それから BGTool を起動してください。次に、RF regulatory test view タブを選び、 Connect with で JLink CDC UART Port (仮想 COM です)を選択し、ボーレートは 115200 に設定して、 Open をクリックします。

🛥 BGTool			
File Kit Connection	View Help		
S			
SILICON LABS			
Interactive view	RF regulatory test view		
Connection			
	Connect with: JLink CDC UART Port (COM6)	✓ Refresh	
	Baud Rate: 115200		
		Ope	n Cancel

「7-7-1 テストコマンドを使用する」で紹介した内容が、GUI上で操作できます。必要な設定を行い、 Start test で動作開始します。

RF test mode for regulatory testing
Bluetooth Low Energy
Transmit power: 0 = 0 dBm
Note: European Union radio spectrum regulations does not allow transmit power higher than 8 dBm.
Select frequency: 0 = 2402 MHz
Select PHY: ① 1M 〇 2M 〇 125k Coded 〇 500k Coded ← PHY の選択
C DR 0100g) UNIONAL IX TAFを実施
0 11110000
0 101010
○ 11111111
00001111
O1010101
○Unmodulated carrier ← Unmodulated carrier は無変調
Packet length: 37
O Low energy receive
RX テストを実施 Stop test Start test

7-8 消費電流を測定してみる (Energy Profiler)

Wireless Starter Kit には電流センサが搭載されており、消費電流測定ツール(Energy Profiler)と組み 合わせることで電流測定が可能です。ただし、サンプリング周波数はそれほど速くありませんので、厳 密な測定にはオシロスコープが必要になります。詳しくは AN969 をご参照ください。(リンク)

ここではサンプルコードを使用して、消費電流測定ツール(Energy Profiler)を使った簡易評価の方法 をご紹介します。

BGM121には、あらかじめ、Demos「SoC – Smart Phone App」を書き込んでおきます。

次に、Compatible Toolsの中にある Energy Profiler を起動します。



Profiler ⇒ Start Energy Capture を選択します。 画面左上の Quick Access から選択しても良いです。



測定対象を聞かれますので、接続している Wireless Starter Kitを選択し、OK します。

🛹 Start Energy Profiler Captur	re	— ×
Please select one or more de	evices that supports energy profili	ng.
▲ ↓ □ Blue Gecko BGM2	440090374) : EFR32BG1B232F256 121 Wireless Starter Kit (SLWSTk	
		Select All
Remember my decision	OK Car	ncel

電流測定がスタートします。

TecStar =



スタート/ストップ(Running/Paused)の切り替え、対数/リニア表示の切り替え、X軸・Y軸の拡大 /縮小などの機能が付いていますので、操作性を体感ください。平均電流も表示されています。



波形上でクリックするとカーソルが出ます。電流のピーク間を測定すると間隔はおよそ 100ms で、その周期でアドバタイズしていることが判ります。





スマートフォンから接続すると、その挙動が電流波形からも見て取れます。

8 ソフトウェア設計

ソフトウェア設計に役立つ情報をご紹介します。

8-1 ソースコードの追い方

Simplicity IDE でソースコードを追うための方法を紹介します。

◆ 変数や関数を定義している記述を探す



*上記の説明では、EFM32向けのコードを使用しています。BGM1xxでも手順は同じです。

TecStar —

8-2 サンプルコードにペリフェラルを実装してみる (外部割込み)

BGM1xx には、Smart Phone App や iBeacon といった、Bluetooth 制御を学ぶためのサンプルコードが 用意されていますが、各ペリフェラルのサンプルコードはありません。

一方で、EFM32には非常に多くのサンプルコードが用意されています。実際のアプリケーションをイメ ージしたサンプルコードもありますが、ADC のサンプルコード、UART のサンプルコード、外部割込みの サンプルコード…といった具合に1つのペリフェラルにスポットを当てたサンプルコードも多く、ペリフェラ ルの機能・動作を学ぶのに非常に役立ちます。

実際のアプリケーション設計では、Bluetooth 機能だけでなく、他のペリフェラルも使用することがほとんどかと思いますので、BGM1xx のサンプルコードに別のペリフェラルを追加する手順を学ぶことは非常に有益です。

この章では、2つのサンプルコードをmigrationしていく手順について紹介します。

題材として、「SOC – iBeacon」と「SLSTK3401A_gpio_int_pg1b」という2つのサンプルコードを使用し ます。「SOC – iBeacon」はBGM1xx用のサンプルコードで、今回はBGM121向けに実装されたものを使 います。「SLSTK3401A_gpio_int_pg1b」はAN0012「General Purpose Input Output」に付属したサンプル コードで、EFM32PG starter kit(SLSTK3401A)向けです。

「SOC – iBeacon」は、ビーコン送信するだけのサンプルコードです。

「SLSTK3401A_gpio_int_pg1b」は、ボタンを押すと外部割込みが生じ、LED を反転(ON→OFF 或い は OFF→ON)するサンプルコードです。

大まかな流れとしては、

● サンプルコードを理解する (8-2-1、8-2-2)

● 「SLSTK3401A_gpio_int_pg1b」のペリフェラル設定を、「SOC – iBeacon」に移植する(8-2-3) です。

8-2-1 サンプルコードを理解する (SLSTK3401A_gpio_int_pg1b)

TecStar —

まずはサンプルコードをロードします。My Products タブで EFM32 Pearl とタイプし、EFM32 Pearl Gecko Starter Kit を選びます。

C My Products	C 🍄	÷	×	8	E	Ŧ	
EFM32 Pea							
⊿ Kits							
EFM32 Pearl Gecko Starter Kit (SLSTK	3401A)					
EFM32 Pearl Gecko Starter Kit board (BRD25	00A)				

次に、Documentation タブ ⇒ Application Notes ⇒ AN0012を選択します。

Getting Started	Documentation	Compatible Tools	Resources			
My Favorite Docume	ents	🗕 🕂 🗹 🛛 All Do	ocuments		-+	6
		ANC This gen	0012: General Purpo s application note desc eral-purpose input/out	se Input Output ribes usage of the EFM32 put (GPIO) subsystem. This	₿ ☆	

AN0012 が選択されていることを確認して、Import Project をクリックします。

なお、必要なペリフェラルのサンプルコードを見つけられない場合には、下図の緑枠(type filter text) の部分に、ADC や interrupt など のペリフェラル名を入力してください。候補がリストアップされます。

Simplicity		2
Application Notes		
Open an application note	ペリフェラル名や機能名を入力	
Name	(interrupt など)	
type filter text		_
AN0011: I2C Master and Slave Operation		-
AN0012: General Purpose Input Output		
AN0013: Direct Memory Access		
AN0014: EFM32 Timers		
AN0015.0: EFM32 and EZR3: Wireless MCU Seri	ies 0 Watchdog	
AN0015.1: EFM32 and EFR32 Series 1 Watchdog		
AN0016: Oscillator Design Considerations		
ANIO017-1 F 114 DT		
This application note describes usage of the EFM32 gen pin values, peripheral function routin, external interru projects that illustrate these concepts can be run on the document Source files (zip) Example C source code Mult	eral-purpose input/output (GPIO) subsystem. This document discusses configuration, read and wri pt capability, and use of GPIO pins as producers for the Peripheral Reflex System (PRS). Example e Starter Kit boards for many different EFM32 derivatives. This application note includes: This PDF tiple IDE projects	ing:
🕼 Filter by selected product line		
? Import Project	Open Folder Open Close	

AN0012 に含まれたサンプルコードがリストアップされますので、「SLSTK3401A_gpio_int_pg1b」を選択し、OK をクリックします。

	Project Selection		
	Choose a project		
	SLSTK3400A_gpio_conf.slsproj		<u> </u>
	SLSTK3400A_gpio_int.slsproj		
	SLSTK3400A_gpio_periph.slsproj		E
	SLSTK3400A_gpio_prs.slsproj		
	SLSTK3401A_gpio_conf_pg1b.slsproj		
	SLSTK3401A_gpio_int_pg1b.slsproj		
	SLSTK3401A_gpio_periph_pg1b.slsproj		
	SLSTK3401A_gpio_prs_pg1b.slsproj		
	SLSTK3401A_slew_rate_pg1b.slsproj		
	SLSTK3402A_gpio_conf_pg12b.slsproj		
1	SLSTK3402A_gpio_int_pg12b.slsproj		
	SLSTK3402A_gpio_periph_pg12b.slsproj		
	SLSTK3402A_gpio_prs_pg12b.slsproj		.
		V	
		`	
	?	ОК	Cancel

プロジェクトがロードされます。コードが1つだけあり、main_gpio_int.c がユーザコードです。 割込みハンドラ、GPIOの初期化関数、main 関数 から構成されています。



TSC-01013

GPIO の初期化関数





8-2-2 サンプルコードを理解する (SOC - iBeacon)

Device 或いは Solution タブで BGM121 Wireless Starter Kit を選択して、SOC-iBeacon のサンプルコ

ードをロードします。main.c がユーザコードです。

使用する各関数の定義と、main 関数から構成されています。

```
main.c
76 */
                                                                 各関数や変数の定義
77⊖ void bcnSetupAdvBeaconing(void)
78 {
    /* This function sets up a custom advertisement package according to iBeacon specifications.
79 -
80
      * The advertisement package is 30 bytes long. See the iBeacon specification for further details.
      */
81
82
83
     static struct {
      uint8_t flagsLen;
                            /* Length of the Flags field. */
84
                           /* Type of the Flags field. */
85
       uint8_t flagsType;
       uint8 t flags;
                            /* Flags field. */
86
                            /* Length of the Manufacturer Data field. */
87
       uint8 t mandataLen;
      uint8_t mandataType; /* Type of the Manufacturer Data field. */
88
                           /* Company ID field. */
89
      uint8_t compId[2];
       uint8_t beacType[2]; /* Beacon Type field. */
90
                                                     0
                                                     ŏ
152 /**
153
     * @brief Main function
     */
154
                                                              main 関数
155 void main(void)
156
157
       // Initialize device
      initMcu();
158
159
       // Initialize board
       initBoard();
160
161
       // Initialize application
                                                       初期化関数
162
       initApp();
163
164
       // Initialize stack
165
       gecko_init(&config);
166
167
       while (1) {
        struct gecko_cmd_packet* evt;
168
169
170
        // Check for stack event.
171
         evt = gecko_wait_event();
172
173
         // Run application and event handler.
174
         switch (BGLIB_MSG_ID(evt->header)) {
175
           // This boot event is generated when the system boots up after reset.
176
           // Do not call any stack commands before receiving the boot event.
177
           case gecko_evt_system_boot_id:
178
             // Initialize iBeacon ADV data
179
            bcnSetupAdvBeaconing();
180
            break:
181
182
           default:
183
             break;
184
         }
185
      }
186 }
187
188⊖ /** @} (end addtogroup app) */
189 /** @} (end addtogroup Application) */
190
```

初期化関数として、initMCU(); initBoard(); initApp(); gecko_init(&config); の4つが呼ばれています。 少し詳しく見ていきます。詳しくは UG136 を参照ください。

• initMCU()

initMCU() は、init_MCU.c の中で定義されています。

init_MCU.c

```
34 void initMcu(void)
35 {
36
     // Device errata
37
     CHIP_Init();
38
     // Set up DC-DC converter
39
40
     EMU_DCDCInit_TypeDef dcdcInit = BSP_DCDC_INIT;
    #if HAL_DCDC_BYPASS
41
42
     dcdcInit.dcdcMode = emuDcdcMode_Bypass;
43 #endif
44
     EMU_DCDCInit(&dcdcInit);
45
46
     // Set up clocks
47
    initMcu_clocks();
48
    RTCC_Init_TypeDef rtccInit = RTCC_INIT_DEFAULT;
49
50 rtccInit.enable
                                  = true;
   rtccInit.debugRun
51
                                   = false;
52
    rtccInit.precntWrapOnCCV0
                                  = false;
                                 = false;
53
   rtccInit.cntWrapOnCCV1
54
   rtccInit.prescMode
                                   = rtccCntTickPresc;
55
    rtccInit.presc
                                   = rtccCntPresc_1;
    rtccInit.enaOSCFailDetect
56
                                   = false;
57
    rtccInit.cntMode
                                   = rtccCntModeNormal;
58
    RTCC Init(&rtccInit);
59
60 #if defined(_EMU_CMD_EM01VSCALE0_MASK)
   // Set up EM0, EM1 energy mode configuration
61
62
    EMU_EM01Init_TypeDef em01Init = EMU_EM01INIT_DEFAULT;
   EMU EM01Init(&em01Init);
63
64 #endif // _EMU_CMD_EM01VSCALE0_MASK
65
66 #if defined(_EMU_CTRL_EM23VSCALE_MASK)
67
   // Set up EM2, EM3 energy mode configuration
    EMU_EM23Init_TypeDef em23init = EMU_EM23INIT_DEFAULT;
68
69
    em23init.vScaleEM23Voltage = emuVScaleEM23_LowPower;
   EMU_EM23Init(&em23init);
70
71 #endif //_EMU_CTRL_EM23VSCALE_MASK
72
     TEMPDRV_Init();
73
74 }
```

UG136 の中では、init_mcu.cとinit_mcu.hの役割は「These files include the device initialization function, which initializes internal settings of the MCU like clocks and power management.」と説明されています。DCDC や RTCC(リアルタイムクロック)の初期設定を行っています。

• initBoard()

initBoard() は、init_board.cの中で定義されています。

init_board.c

```
29 void initBoard(void)
30 {
31
     // Enable clock for CRYOTIMER
32
    CMU ClockEnable(cmuClock CRYOTIMER, true);
    // Enable clock for PRS
33
34
     CMU_ClockEnable(cmuClock_PRS, true);
35 #ifdef FEATURE_EXP_HEADER_USART3
     // Enable clock for USART3
36
37
    CMU_ClockEnable(cmuClock_USART3, true);
38 #else
    // Enable clock for USART0
39
40
    CMU_ClockEnable(cmuClock_USART0, true);
41 #endif
42
     // Enable GPIO clock source
43
     CMU_ClockEnable(cmuClock_GPIO, true);
44
     // Put the SPI flash into Deep Power Down mode for those radio boards where it is available
45
46
    MX25_init();
47
    MX25_DP();
     // We must disable SPI communication
48
49
     USART_Reset(MX25_USART);
50 }
```

UG136 の中では、init_board.cとinit_board.hの役割は「These files include the board initialization function, which initializes external parts on the board. For example, it enables GPIOs, and initializes external flash on the radio board.」と説明されています。Starter Kit 上に実装された SPI フラッシュメモリ などの外部部品に関する初期化などを行っています。

• initApp()

initApp() は、init_app.c の中で定義されています。

init.app.c

```
25 void initApp(void)
26 {
27
     // Enable PTI
28
     configEnablePti();
29
30 #if defined(HAL_VCOM_ENABLE)
     // Enable VCOM if requested
31
32
     GPIO_PinModeSet(BSP_VCOM_ENABLE_PORT, BSP_VCOM_ENABLE_PIN, gpioModePushPull, HAL_VCOM_ENABLE);
33 #endif // HAL VCOM ENABLE
34
35 #if (HAL_I2CSENSOR_ENABLE)
36
     // Initialize I2C peripheral
     I2CSPM_Init_TypeDef i2cInit = I2CSPM_INIT_DEFAULT;
37
38
     I2CSPM Init(&i2cInit);
39 #endif // HAL_I2CSENSOR_ENABLE
40
41 #if defined(HAL_I2CSENSOR_ENABLE)
42
     // Enable I2C sensor if requested
43
     GPIO_PinModeSet(BSP_I2CSENSOR_ENABLE_PORT, BSP_I2CSENSOR_ENABLE_PIN, gpioModePushPull, HAL_I2CSENSOR_ENABLE);
44 #endif // HAL_I2CSENSOR_ENABLE
45
46 #if defined(HAL_SPIDISPLAY_ENABLE)
47
     // Enable SPI display if requested
48
     GPIO PinModeSet(BSP SPIDISPLAY ENABLE PORT, BSP SPIDISPLAY ENABLE PIN, gpioModePushPull, HAL SPIDISPLAY ENABLE);
49
   #endif // HAL_SPIDISPLAY_ENABLE
50
   }
```

UG136 の中では、init_app.c と init_app.h の役割は「These files include the app initialization function, which initializes external parts on the WSTK according to the application. For example, it enables VCOM, sensors, and LCD display on the WSTK.」と説明されています。Starter Kit 上に実装された VCOM(仮想 COM)やセンサ、LCD ディスプレイなどの外部部品に関する初期化などを行っています。

• gecko_init(&config)

gecko_init()は、native_gecko.h の中で定義されています。native_gecko.h は、GATT エディタ(7-2 参照)が自動生成するファイルで、編集不可です。"config" は main.c の中で定義されており、最大接続数やヒープ領域のサイズなどを指定しています。

main.c

TecStar

```
51 #ifndef MAX CONNECTIONS
   #define MAX_CONNECTIONS 4
52
53
   #endif
54 uint8_t bluetooth_stack_heap[DEFAULT_BLUETOOTH_HEAP(MAX_CONNECTIONS)];
55
56
   /* Gecko configuration parameters (see gecko_configuration.h) */
57
   static const gecko_configuration_t config = {
    .config_flags = 0,
.sleep.flags = SLEEP_FLAGS_DEEP_SLEEP_ENABLE,
58
59
60
     .bluetooth.max_connections = MAX_CONNECTIONS,
61
     .bluetooth.heap = bluetooth_stack_heap,
     .bluetooth.sleep_clock_accuracy = 100, // ppm
62
63
     .bluetooth.heap_size = sizeof(bluetooth_stack_heap),
   .gattdb = &bg_gattdb_data,
#if (HAL_PA_ENABLE) && defined(FEATURE_PA_HIGH_POWER)
64
65
66
    .pa.config_enable = 1, // Enable high power
67
     .pa.input = GECKO_RADIO_PA_INPUT_VBAT, // Configure PA input to VBAT
   #endif // (HAL_PA_ENABLE) && defined(FEATURE_PA_HIGH_POWER)
68
69 };
```
8-2-3 ペリフェラル設定を移植する

「SLSTK3401A_gpio_int_pg1b」の割込みハンドラと GPIO 初期化関数を、そのまま「SOC-iBeacon」の main.c にコピーします。場所は main()の前です。

146 gecko_cmd_le_gap_set_advertise_timing(0, 160, 160, 0, 0); 147 /* Start advertising in user mode and enable connections */ 148 149 gecko cmd le gap start advertising(0, *le gap user data*, *le gap non connectable*); 150 } このあたりにコピー 151 152 /** * @brief Main function 153 * @brief GPIO Even IRQ for pushbuttons on even-numbered pins 42 */ 154 43 155 void main(void) 44 void GPIO_EVEN_IRQHandler(void) 156 { 45 { // Clear all even pin interrupt flags 157 // Initialize device 46 GPI0_IntClear(0x5555); 47 158 initMcu(); 48 // Initialize board 159 49 // Toggle LED0 initBoard(); GPI0_PinOutToggle(BSP_GPI0_LED0_PORT, BSP_GPI0_LED0_PIN); 160 50 51 } 161 // Initialize application 52 initApp(); 162 53 /** ******* 163 * @brief GPIO Odd IRQ for pushbuttons on odd-numbered pins 54 * 164 // Initialize stack 55 ***** 56 void GPIO_ODD_IRQHandler(void) 165 gecko_init(&config); 57 { 166 58 // Clear all odd pin interrupt flags while (1) J 167 59 GPI0_IntClear(0xAAAA); 60 Toggle LED01 61 GPI0_PinOutToggle(BSP_GPI0_LED0_PORT, BSP_GPI0_LED0_PIN); 62 63 } 64 66 * @brief GPIO initialization ******* 67 68 void initGPIO(void) 69 { 70 // Configure GPIO pins 71 CMU_ClockEnable(cmuClock_GPI0, true); 72 // Configure PB0 and PB1 as input with glitch filter enabled GPI0_PinModeSet(BSP_GPI0_PB0_PORT, BSP_GPI0_PB0_PIN, gpioModeInputPullFilter, 1); GPI0_PinModeSet(BSP_GPI0_PB1_PORT, BSP_GPI0_PB1_PIN, gpioModeInputPullFilter, 1); 73 74 75 76 // Configure LED0 and LED1 as output
GPI0_PinModeSet(BSP_GPI0_LED0_PORT, BSP_GPI0_LED0_PIN, gpioModePushPull, 0); 77 78 79 80 // Enable IRQ for even numbered GPIO pins 81 NVIC_EnableIRQ(GPIO_EVEN_IRQn); 82 83 // Enable IRQ for odd numbered GPIO pins 84 NVIC_EnableIRQ(GPI0_ODD_IRQn); 85 86 // Enable falling-edge interrupts for PB pins GPI0_IntConfig(BSP_GPI0_PB0_PORT, BSP_GPI0_PB0_PIN, 0, 1, true); 87 88 GPI0_IntConfig(BSP_GPI0_PB1_PORT, BSP_GPI0_PB1_PIN, 0, 1, true); } 89 90

単にコピーしただけだと、画面下の Problem ウィンドウにエラーが多数出ます。

< III				P.		
😰 Problems 🛛 🔗 Search 🛛 🍰 Call Hierarchy	📮 Console			▽ □ □		
14 errors, 0 warnings, 0 others						
Description	Resource	Path	*			
a 🔞 Errors (14 items)			=			
😼 Symbol 'BSP_GPIO_LED0_PIN' could not be	main.c	/soc-ibeacon				
😼 Symbol 'BSP_GPIO_LED0_PIN' could not be	main.c	/soc-ibeacon				
😡 Symbol 'BSP_GPIO_LED0_PIN' could not be	main.c	/soc-ibeacon	-			
•			•			

「SLSTK3401A_gpio_int_pg1b」では、ボタンや LED のピン番号を直接指定せずに、変数を定義して (BSP GPIO PB0 PORT やBSP GPIO PB0 PINなど)、間接的に指定をしています。その変数と同じ

TecStar

名称の定義が「SOC-iBeacon」にないため、エラーが出ています。 BGM121 wireless starter kit を使用しますので、wireless starter kit のボタンや LED のピン番号を代わ

りに指定します。

BGM121 wireless starter kit にも、ボタンや LED のピン番号を変数定義したファイルがありますので、 ご紹介します。hal-config-board.h というファイル内で定義されています。



次に、定義した GPIO 初期化関数を、main()の中で呼び出します。

```
209 void main(void)
210 {
211
      // Initialize device
      initMcu();
212
      // Initialize board
213
214
      initBoard();
215
      // Initialize application
216
      initApp();
217
218
      // Initialize stack
219
      gecko_init(&config);
221
       // 初期化 GPIO
                                            GPIO 初期化関数
222
      initGPIO();
224
      while (1) {
225
        struct gecko_cmd_packet* evt;
226
227
        // Check for stack event.
228
        evt = gecko_wait_event();
229
230
        // Run application and event handler.
        switch (BGLIB_MSG_ID(evt->header)) {
231
          // This boot event is generated when the system boots up after reset.
232
233
          // Do not call any stack commands before receiving the boot event.
234
          case gecko_evt_system_boot_id:
235
            // Initialize iBeacon ADV data
236
            bcnSetupAdvBeaconing();
237
            break;
238
239
          default:
240
            break;
241
        3
242
      }
243 }
```

最終的に、このようなコードになりました。

```
137
      /* Set 0 dBm Transmit Power */
138
      gecko_cmd_system_set_tx_power(0);
139
140
      /* Set custom advertising data */
141
      gecko_cmd_le_gap_bt5_set_adv_data(0, 0, len, pData);
142
143⊖
      /* Set advertising parameters. 100ms advertisement interval.
144
        <sup>e</sup> The first two parameters are minimum and maximum advertising interval,
      * both in units of (milliseconds * 1.6). */
145
146
    gecko_cmd_le_gap_set_advertise_timing(0, 160, 160, 0, 0);
147
148
      /* Start advertising in user mode and enable connections */
149
      gecko cmd le gap start advertising(0, le gap user data, le gap non connectable);
150 }
151
                                                 移植 ここから
152 // 追加(SLSTK3401A gpio int pg1b から)
153
155
     * @brief GPIO Even IRQ for pushbuttons on even-numbered pins
                                                        .
**************************/
                                 ------
156
157 void GPIO_EVEN_IRQHandler(void)
158 {
```

```
// Clear all even pin interrupt flags
159
    GPIO_IntClear(0x5555);
160
161
     // Toggle LED0
162
    GPIO PinOutToggle(BSP_LED0_PORT, BSP_LED0_PIN);
163
164 }
165
*******************//**
   * @brief GPIO Odd IRQ for pushbuttons on odd-numbered
167
                                                    pins
   *****
                                                         ************************/
168
169 void GPIO_ODD_IRQHandler(void)
170 {
     // Clear all odd pin interrupt flags
171
172
    GPIO IntClear(0xAAAA);
                                                          変数名を変更
173
174
     // Toggle LED01
   GPI0_PinOutToggle(BSP_LED1_PORT, BSP_LED1 PIN);
175
176 }
177
179 * @brief GPIO initialization
                             180
181<sup>©</sup> void initGPIO(void)
182 {
183
     // Configure GPIO pins
184
     CMU ClockEnable(cmuClock GPIO, true);
185
     // Configure PB0 and PB1 as input with glitch filter enabled
186
     GPIO_PinModeSet(BSP_BUTTON0_PORT, BSP_BUTTON0_PIN, gpioModeInputPullFilter, 1);
187
     GPIO_PinModeSet(BSP_BUTTON1_PORT, BSP_BUTTON1_PIN, gpioModeInputPullFilter, 1);
188
189
     // Configure LED0 and LED1 as output
190
     GPIO PinModeSet(BSP_LED0_PORT, BSP_LED0_PIN, gpioModePushPull, 0);
191
     GPI0_PinModeSet(BSP_LED1_PORT, BSP_LED1_PIN, gpioModePushPull, 0);
192
193
194
     // Enable IRQ for even numbered GPIO pins
195
     NVIC_EnableIRQ(GPIO_EVEN_IRQn);
196
     // Enable IRQ for odd numbered GPIO pins
197
198
     NVIC_EnableIRQ(GPIO_ODD_IRQn);
199
     // Enable falling-edge interrupts for PB pins
200
     GPIO IntConfig(BSP BUTTON0 PORT, BSP BUTTON0 PIN, 0, 1, true);
201
     GPIO_IntConfig(BSP_BUTTON1_PORT, BSP_BUTTON1_PIN, 0, 1, true);
202
203 }
204
```

```
205
206 /**
     * @brief Main function
207
208 */
209 void main(void)
210 {
      // Initialize device
211
212
    initMcu();
    // Initialize board
213
214
      initBoard();
      // Initialize application
215
216
      initApp();
217
218
      // Initialize stack
219
      gecko_init(&config);
220
      // 初期化 GPIO
221
                                   GPIO 初期化関数を実行
      initGPIO();
222
223
224
     while (1) {
225
       struct gecko_cmd_packet* evt;
226
227
       // Check for stack event.
228
        evt = gecko_wait_event();
229
       // Run application and event handler.
230
231
        switch (BGLIB_MSG_ID(evt->header)) {
232
         // This boot event is generated when the system boots up after reset.
         // Do not call any stack commands before receiving the boot event.
233
234
         case gecko evt system boot id:
            // Initialize iBeacon ADV data
235
236
           bcnSetupAdvBeaconing();
           break;
237
238
239
          default:
240
            break;
241
        }
242
      }
243 }
244
245 /** @} (end addtogroup app) */
246 /** @} (end addtogroup Application) */
```

こうして実装したコードを、ビルドして実行すると、外部割込みを実装できたことが確認できます。

今回は例として外部割込みの実装手順を紹介しましたが、UG136に割り込み実装についての注意点が書かれていますので、必ず参照ください。(リンク)

割込み処理中は、他の処理が行えなくなります。通常のアプリ設計であれば、それでも良いですが、 Bluetooth スタック動作も並行して行う必要がありますので、割り込みハンドラ内で重い処理を行うのは 好ましくありません。割り込みハンドラ内では単にフラグを立てておき、通常ループ内で処理させるとい ったコーディングが求められます。

TecStar —

8-3 こんなサンプルコードはありませんか?

- SPP 通信(SPP over BLE)
- (1) <u>https://www.silabs.com/community/wireless/bluetooth/knowledge-base.entry.html/2017/04/13/spp-over-ble_c_examp-mnoe</u>
- ホスト側のサンプルコード
- (1) SPP 通信(SPP over BLE)のサンプルコード(上記参照)に、サーバー・クライアント双方のサンプ ルコードが用意されています。
- (2) Thermometer のサンプルコードが用意されています。
 https://www.silabs.com/community/wireless/bluetooth/forum.topic.html/example_of_a_bgm121-O
 csa
- マルチマスタ/マルチスレーブ(Dual Topology)のサンプルコード
- (1) <u>https://www.silabs.com/community/wireless/bluetooth/knowledge-base.topic.10.10.html/multi-slav</u> e_multi-ma-HjAO
- BGM1xx 間通信のサンプルコード
- (1) SPP 通信(SPP over BLE)のサンプルコード(上記参照)で、BGM1xx 間通信を行っています。
- ペリフェラル (ADC, I2C, SPI など) のサンプルコード
- (1) EFM32PG 用のサンプルコードをご利用ください。手順は「8-2 サンプルコードにペリフェラルを実 装してみる」をご参照ください。

TecStar —

8-4 新バージョン SDK への移行手順

SDK 2.3~2.6を他のバージョンに移行する場合には、下記を参照ください。

<マクニカオンラインサービス FAQ>

- Bluetooth Smart SDK 2.3.x から 2.4.x へ移行する手順を教えてください
- Bluetooth Smart SDK 2.4.2 から 2.6.x へ移行する手順を教えてください
- Bluetooth Smart SDK 2.6.x から 2.7.x へ移行する手順を教えてください

SDK 2.7~2.10 については、単に使用する SDK を選び直してください。

TecStar —

9 トラブルシューティング

Macnica Online Service で紹介した FAQ の中から、特に注意頂きたい点についてご紹介します。

9-1 動作障害

- コードをダウンロードしましたが、正常動作しません (SDK 2.7 以降)
 - SDK 2.62 以前と SDK 2.7 以降とでブートローダーの仕様が異なっており、SDK 2.7 以降を 使用する場合にはブートローダーの書き換えが必要です。
 - 詳細: <u>https://service.macnica.co.jp/support/faq/126929</u>
- NCP モード時の消費電流が高い
 - NCP モード時は EM2 が無効になっています。Wakeup ピンを用意することで低消費電力化 が可能です。
 - 詳細: <u>https://service.macnica.co.jp/support/faq/128533</u>

9-2 ツール障害

- ラジオボードが認識されません (Simplicity Studio)
 - ▶ 給電スイッチが AEM になっていますか?(本資料 7-4-3 参照) デバッグ経路が OUT になっていませんか?(本資料 6-1 参照)
- デバイスにアクセスできなくなりました (Simplicity Studio)
 - デバッグ経路が遮断(Lock)されると、デバイスへのアクセスが行えなくなります。Unlock することでアクセスできるようになります。
 - 詳細: <u>https://service.macnica.co.jp/support/faq/108137</u>

TecStar =

改版履歴

Version	改定日	改定内容
1.0	2017年01月	・新規作成。マクニカオンラインで公開
1.1	2017年03月	・C 言語設計に関して追記。最新の Simplicity Studio に合
		わせて説明を一部変更
1.2	2017年05月	・ユーザ基板のプログラム・デバッグについて追記
1.3	2017年09月	・VCOM を利用した printf デバッグについて追記
1.4	2018年02月	・Bluetooth SDK 2.7.0 以降を対象に改版
1.5	2018年03月	・BGToolを使って評価する (NCP モード)について追記
1.6	2018年03月	・消費電流の測定、RF PHY の評価、ソフトウェア設計に
		ついて追記
1.7	2018年06月	・新 SDK への移行、トラブルシューティングについて追
		記。最新の Simplicity Studio に合わせて説明を一部変更
1.8	2018年08月	・WSTK 制御ファームの更新方法。プロキシ設定をしても
		インストール失敗する際の対策追加。
1.9	2018年10月	・printf デバッグの手順更新。BGM13S 追加。

参考文献

- Silicon Labs 社 各種ドキュメント
- Silicon Labs 社 ナレッジベース、コミュニティフォーラム

免責、及び、ご利用上の注意 弊社より資料を入手されましたお客様におかれましては、下記の使用上の注意を 一読いただいた上でご使用ください。

- 1. 本資料は非売品です。許可無く転売することや無断複製することを禁じます。
- 2. 本資料は予告なく変更することがあります。
- 3. 本資料の作成には万全を期していますが、万一ご不審な点や誤り、記載漏れなどお 気づきの点がありましたら、弊社までご一報いただければ幸いです。
- 4. 本資料で取り扱っている回路、技術、プログラムに関して運用した結果の影響については、責任を負いかねますのであらかじめご了承ください。
- 5. 本資料は製品を利用する際の補助的なものとしてかかれたものです。製品をご使用 になる場合は、メーカーリリースの資料もあわせてご利用ください。

本社

〒222-8561 横浜市港北区新横浜 1-6-3 TEL 045-470-9841 FAX 045-470-9844