

Technical Note

TecStar

Silicon Labs 社 Bluetooth Xpress クイックスタートガイド(初級編)

2018 年 12 月

株式会社 **マクニカ**
テクスター カンパニー

目次

1 はじめに	4
2 Bluetooth Xpress の概要.....	5
2-1 製品ラインナップ	5
2-2 Bluetooth Xpress の動作モード.....	6
3 開発環境のご紹介	7
3-1 ハードウェア	7
3-1-1 Wireless Xpress BGX13P Starter Kit (SLEXP8027A)	7
3-2 ソフトウェア	8
3-2-1 Xpress Configurator	8
3-2-2 BGX Commander.....	9
3-2-3 VCP driver.....	9
3-2-4 ターミナルソフト	9
4 各種ドキュメントの入手方法.....	10
4-1 使用方法に関する情報.....	10
4-2 ドキュメントの入手方法.....	10
5 使用方法	11
5-1 基本動作を確認する (BGX 単体).....	11
5-1-1 セットアップ (BGX)	11
5-1-2 UART を使ってコマンド制御する (local COMMAND モード)	14
5-1-3 設定値を取得する (get コマンド)	17
5-1-4 設定値を変更する (set コマンド)	20
5-1-5 設定値の変更を ROM に書き込む (save コマンド)	22
5-1-6 BGX をリスタートする (reboot コマンド)	24
5-1-7 設定値を初期状態に戻す (fac コマンド).....	25
5-2 基本動作を確認する (BGX ⇄ スマートフォン).....	27
5-2-1 セットアップ (スマートフォン)	27
5-2-2 接続する	29
5-2-3 データを送受する (STREAM モード)	30
5-2-4 スマートフォンからリモート制御する (remote COMMAND モード)	34
5-2-5 接続情報を消す (clrb).....	37
5-3 基本動作を確認する (BGX ⇄ BGX)	40
5-3-1 セットアップ.....	40
5-3-2 接続対象を検出する (scan コマンド)	41

5-3-3 接続する (con コマンド)	43
5-4 モード遷移を制御する (BGX 単体)	46
5-4-1 str_select ピンの実装 (local COMMAND モード ⇔ STREAM モード)	47
5-4-2 str コマンド (local COMMAND モード ⇒ STREAM モード)	50
5-4-3 ブレークアウト・シーケンス (STREAM モード ⇒ local COMMAND モード)	51
5-5 モード遷移を制御する (BGX ⇔ BGX)	52
5-5-1 セットアップ	52
5-5-2 モード遷移を行う	53
5-5-3 切断する (dct コマンド)	55
6 FAQ	56
6-1 仕様・提供サービス	56
6-2 認証	58
参考文献	59

1 はじめに

この資料は、Silicon Laboratories(以下、Silicon Labs)社製 Bluetooth®モジュール Bluetooth Xpress(以下、BGX)の使用方法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。

本資料は、初めて BGX をご使用になる方を対象とした**クイックスタートガイド(初級編)**です。クイックスタートガイドの内容を理解した上で、更に詳しく知りたい方は、**アドバンスガイド(上級編)**をご参照ください。

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りますが、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

<https://www.silabs.com/community> (Silicon Labs 社製品全般)

<https://www.silabs.com/community/wireless/bluetooth> (Bluetooth に特化)

◆ 使用方法

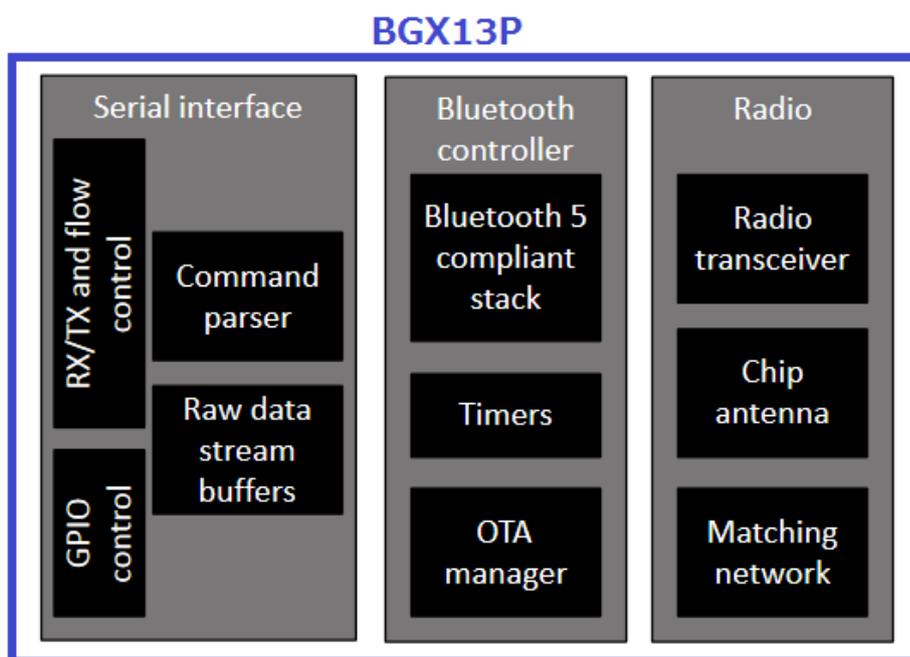


2 Bluetooth Xpress の概要

Bluetooth Xpress(BGX)は、Silicon Labs 社 Wireless Xpress ファミリの 1 つで、Bluetooth 5 に対応した Bluetooth モジュールです。

Bluetooth Xpress には制御ソフトウェアがあらかじめ実装されており、手軽に Bluetooth を使用したい用途に最適です。外部からコマンドを送ることで動作を制御することができ、コマンドは UART もしくは Bluetooth 経由で送ることができます。

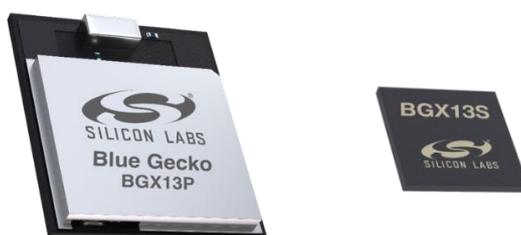
また、Bluetooth に関する幾つかのパラメータや GPIO の設定は変更可能になっています。コマンドで設定変更することもできますし、変更をアシストする GUI(Simplicity Studio)も用意しています。



2-1 製品ラインナップ

ラインナップは以下の通りです。無線テストが必要な国(中国など)での使用をご検討の場合には、BGX13S をご選択ください。無線信号をモジュール外に取り出せるようになっており、conducted でのテストが可能です。

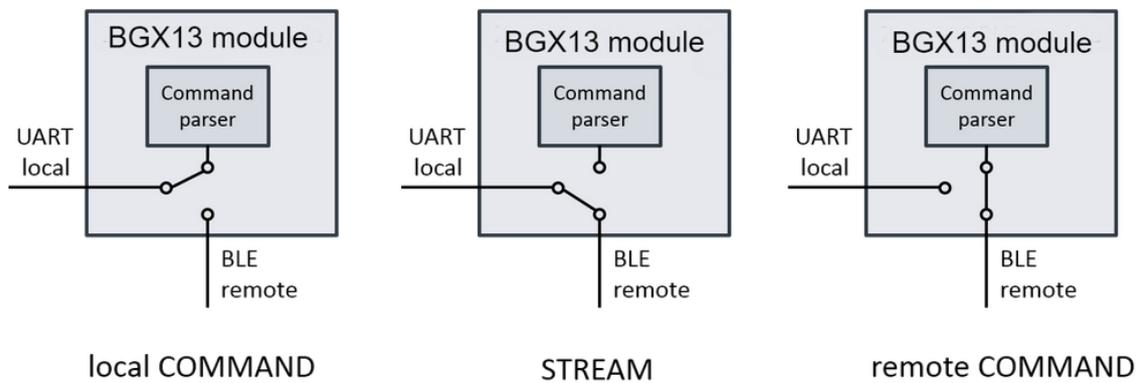
型番	形状	サイズ	出力レベル	Bluetooth 5	アンテナ
BGX13P	PCB モジュール	12.9 x 15.0 x 2.2 mm	+ 8 dBm	1M, 2M PHY	内蔵
BGX13S	SIP モジュール	6.5 x 6.5 x 1.4 mm	+ 8 dBm	1M, 2M PHY	内蔵



2-2 Bluetooth Xpress の動作モード

Bluetooth Xpress モジュールは、以下の 3 つの動作モードを持っています。

モード	概要
local COMMAND モード	Bluetooth Xpress コマンドを使い、UART 経由で制御します。 remote COMMAND インタフェースとは排他になっています。
STREAM モード	UART と BLE インタフェースとを直接繋ぎ、データ転送を行います。
remote COMMAND モード	Bluetooth Xpress コマンドを使い、BLE 経由で制御します。 local COMMAND インタフェースとは排他になっています。



local COMMAND モードについては本資料 5-1-2 章で、STREAM モードについては本資料 5-2-3 章で、remote COMMAND モードについては本資料 5-2-4 章で紹介していますので、詳しくはそちらをご覧ください。

3 開発環境のご紹介

Bluetooth Xpress 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。

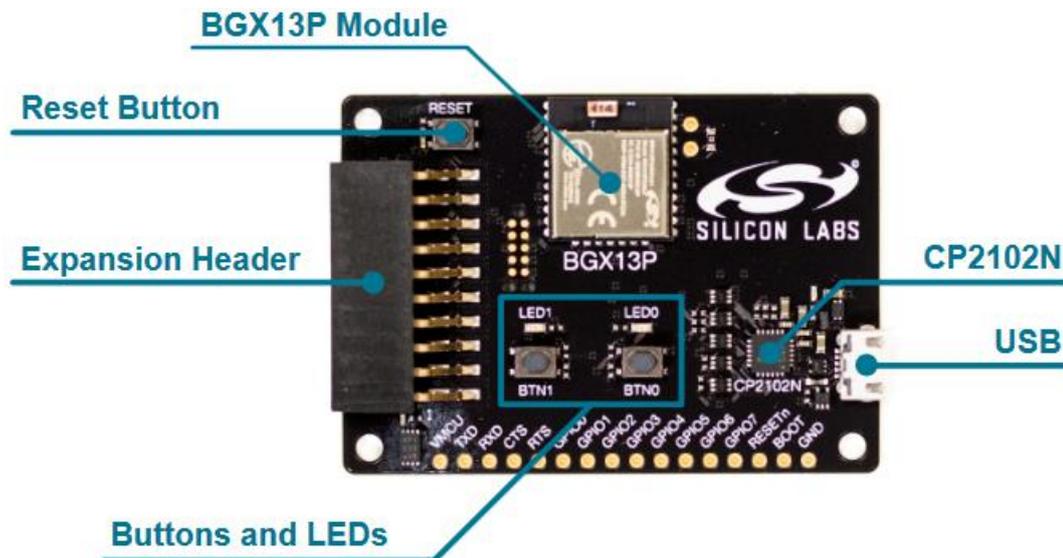
3-1 ハードウェア

評価環境として、Wireless Xpress Starter Kit を用意しています。

3-1-1 Wireless Xpress BGX13P Starter Kit (SLEXP8027A)

この Wireless Starter Kit には、BGX13P モジュール と CP2102N(USB-UART 変換)が搭載されています。

BGX13P の制御インターフェースは UART で、Expansion Header および USB(CP2102N 経由)を介して外部デバイスに接続することができます。PC と USB で接続し、PC 上のターミナルソフトで操作するのが最も簡易な評価方法です。



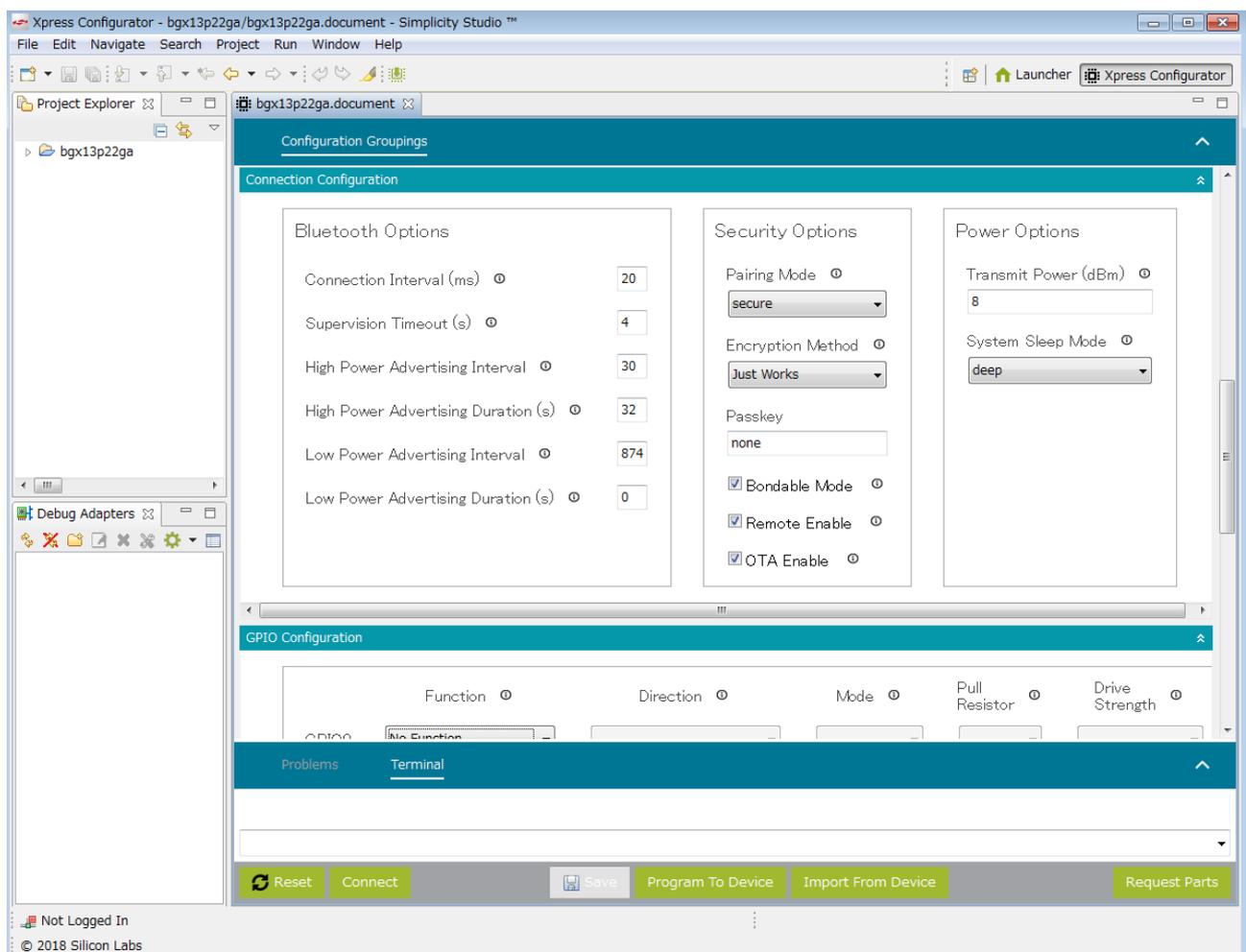
3-2 ソフトウェア

Bluetooth Xpress のコンフィグレーションには、Simplicity Studio の Xpress Configurator が使用できます。評価用のスマホアプリ (BGX Commander) も提供しております。

3-2-1 Xpress Configurator

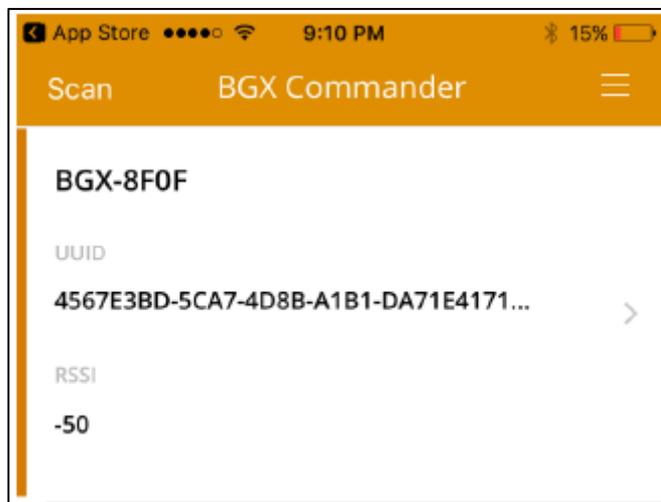
Xpress Configurator は、Bluetooth Xpress の設定変更を直感的に行うことができるソフトウェアです。制御インターフェースである UART の設定、Bluetooth の通信インターバルなどの設定、GPIO の設定などを行い、モジュールに書き込むことができます。

Bluetooth Xpress の設定項目には、(a) Xpress Configurator でも UART/Bluetooth コマンドでも変更できるもの、(b) Xpress Configurator でしか変更できないもの、がありますので、変更したい項目によっては Xpress Configurator を使用せずに済む場合もあります。



3-2-2 BGX Commander

BGX Commander は、Bluetooth Xpress 評価用のスマホアプリです。iOS 用は App Store から、Android 用は Google Play からダウンロード頂けます。



3-2-3 VCP driver

BGX Starter Kit には CP2102N (USB-UART 変換) が搭載されており、PC に専用ドライバのインストールが必要になります。

最新ドライバは、Silicon Labs 社の Web Site からご入手ください。

<https://www.silabs.com/products/mcu/Pages/USBtoUARTBridgeVCPDrivers.aspx>

3-2-4 ターミナルソフト

UART を使ったデータ送受を行うことができるソフトウェアです。WEB 上に、フリーソフトウェア/シェアウェアが多数ありますので、そういったものを活用頂くのが手軽です。

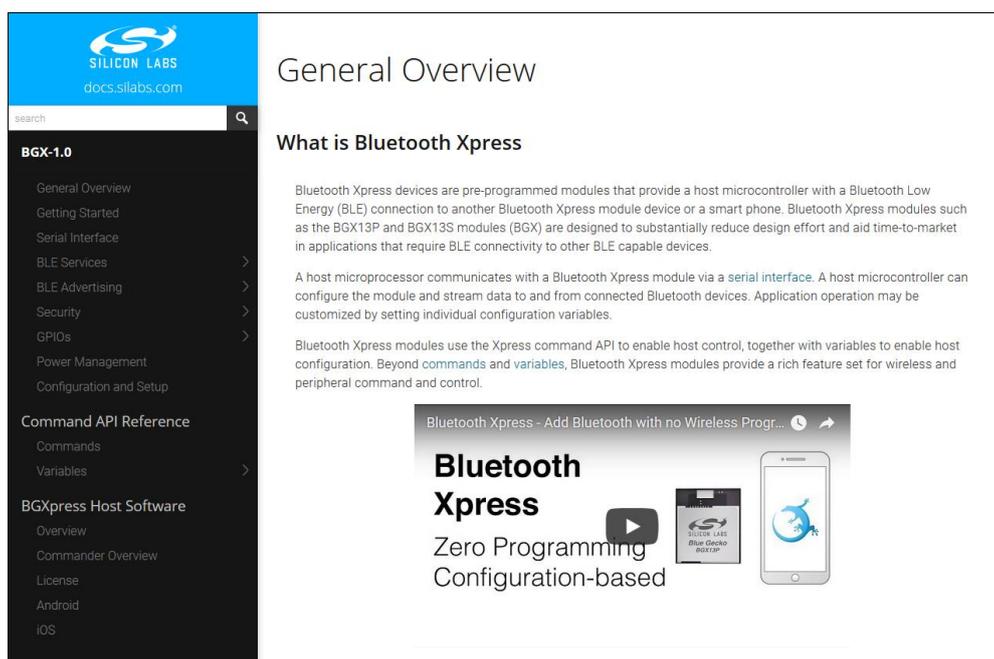
4 各種ドキュメントの入手方法

Bluetooth Xpress の使用方法に関する情報や、ドキュメントの入手方法について紹介します。

4-1 使用方法に関する情報

Bluetooth Xpress の使用方法や、制御に使うコマンド(API)については、専用 WEB サイトに集約されています。

<https://docs.silabs.com/bgx/>



4-2 ドキュメントの入手方法

Bluetooth Xpress のデータシートや Starter Kit のユーザガイドなどは、Silicon Labs 社 WEB からご入手頂けます。

<https://www.silabs.com/support/resources>

<データシート>

- BGX13P Blue Gecko Bluetooth® Module Data Sheet ([リンク](#))
- BGX13S Blue Gecko Xpress Bluetooth® SiP Module Data Sheet ([リンク](#))

<キットの使い方に関するドキュメント>

- QSG161: Wireless Xpress BGX13P22GA Expansion Kit Quick-Start Guide ([リンク](#))
- UG369: Wireless Xpress BGX13P SLEXP8027A Kit User's Guide ([リンク](#))

<設計方法に関するドキュメント>

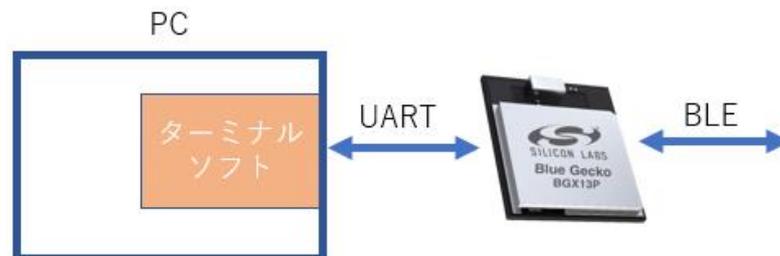
- AN1157: Developing Products Using Bluetooth® Xpress ([リンク](#))

5 使用方法

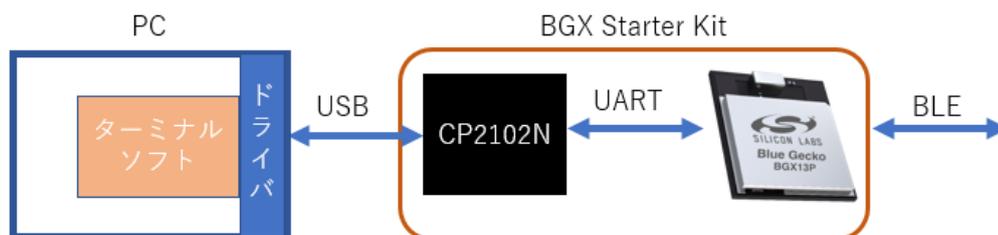
5-1 から 5-5 の手順に従って作業することで、BGX の基本的な使い方を理解できるようになっています。
BGX を初めてご使用になる方は、まずは順番に一通りお試しください。

5-1 基本動作を確認する (BGX 単体)

BGX を UART 経由で PC に接続し、UART 経由でターミナルソフトから制御してみます。

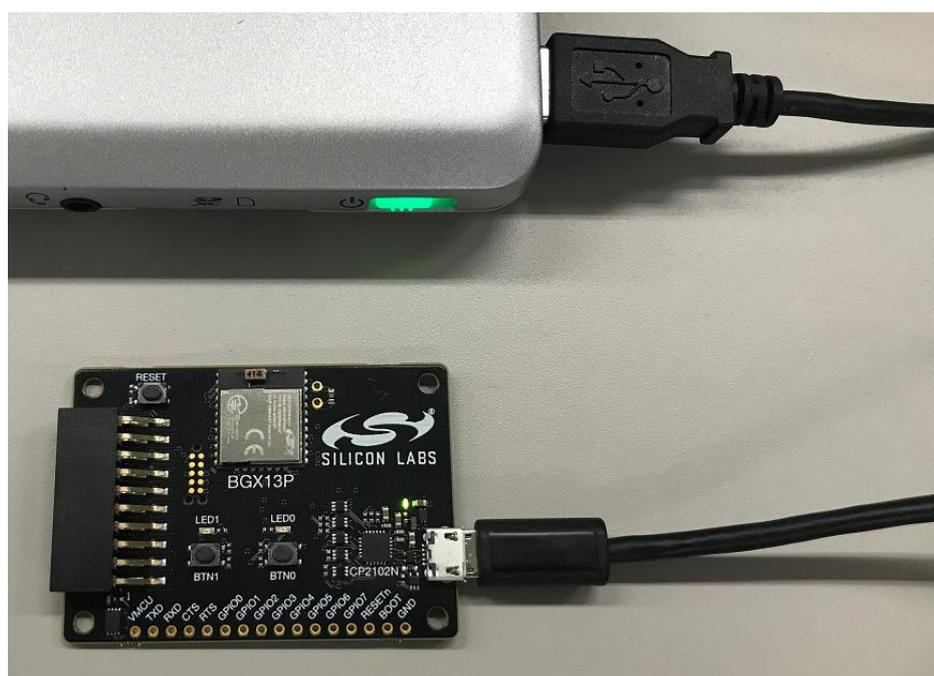


最近の PC は UART インタフェースを搭載していませんので、USB-UART 変換 IC を利用して USB 接続します。BGX Starter Kit には USB-UART 変換 IC (CP2102N) が搭載されています。CP2102N を使用するには仮想 COM ドライバ (VCP driver) のインストールが必要です。

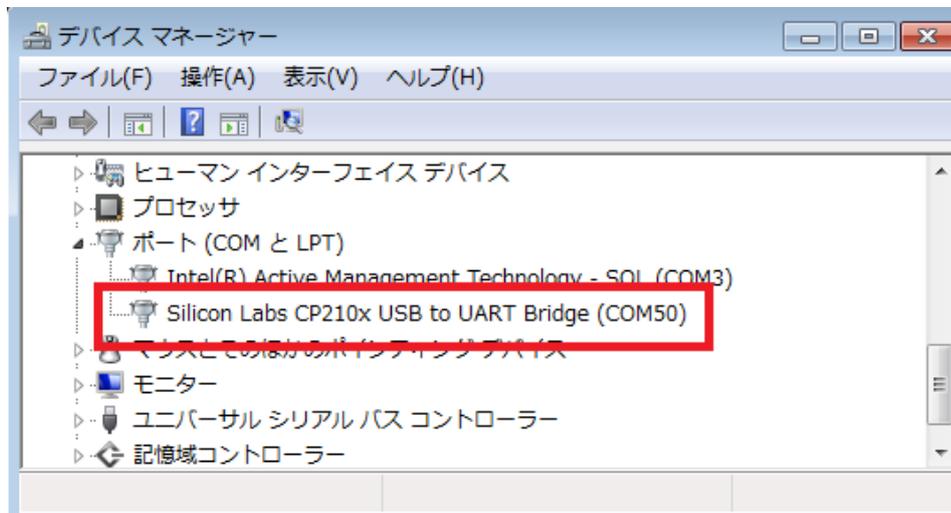


5-1-1 セットアップ (BGX)

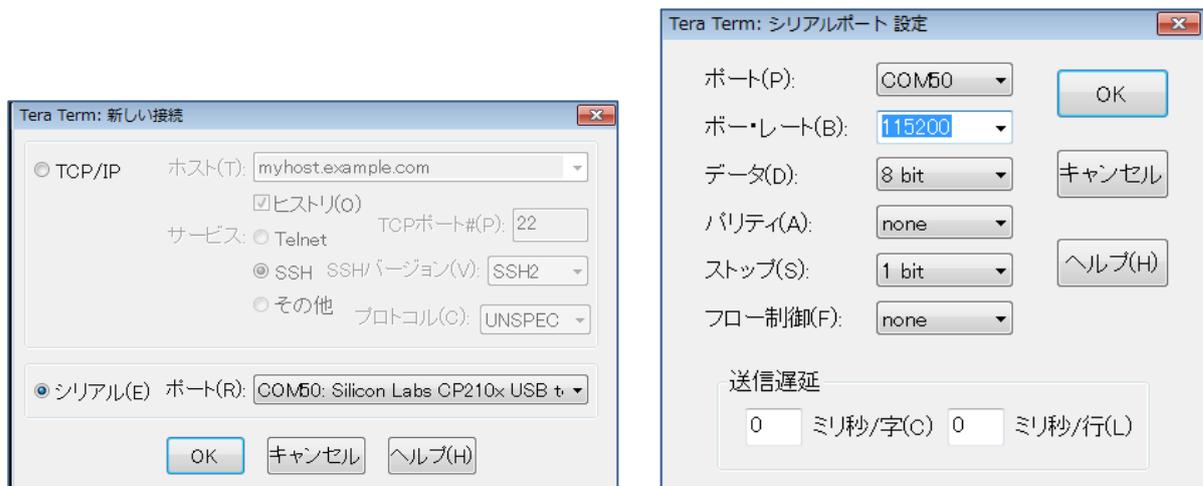
- ① BGX Starter Kit を USB 経由で PC に接続します。



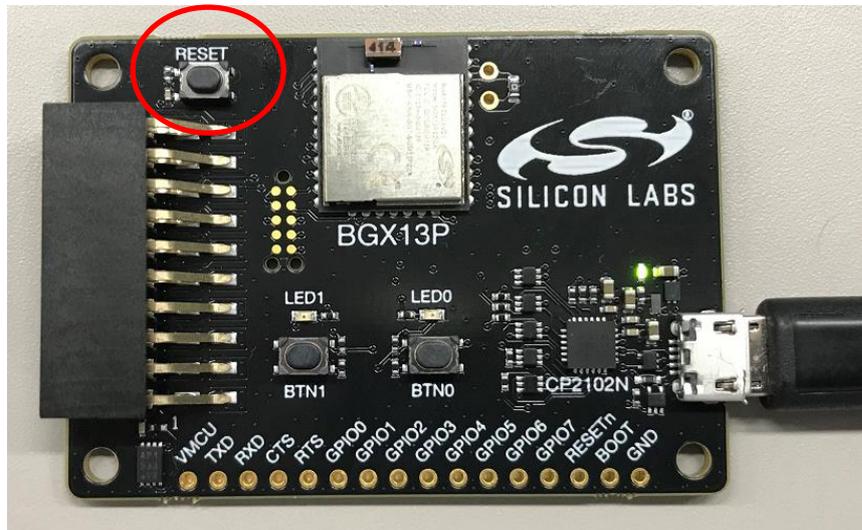
- ② デバイスマネージャを使い、BGX Starter Kit に割り振られた COM ポート番号を確認します。COM として認識されていない場合には、VCP ドライバのインストールを行ってください。



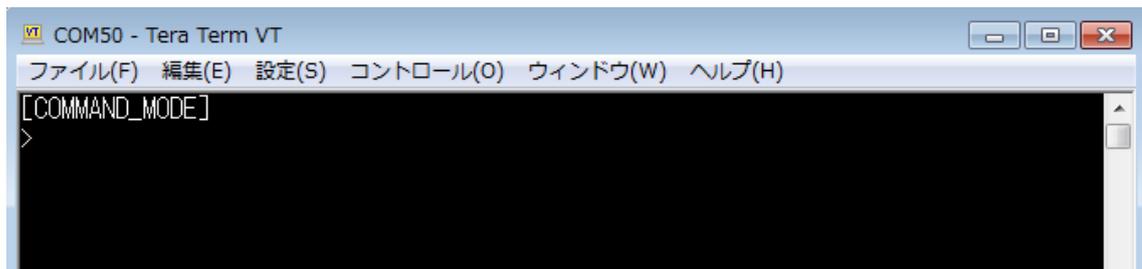
- ③ ターミナルソフトを起動し、BGX Starter Kit に割り当てられた COM ポートをオープンします。ボーレートは 115200 に設定します。下図は Tera Term を使用した場合の設定例です。



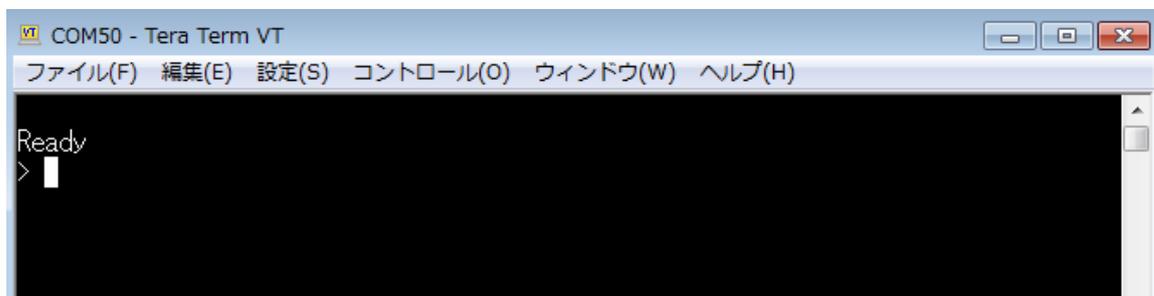
- ④ BGX Starter Kit の左上にあるリセットボタン(RESET と印字)を押します。



- ⑤ ターミナルソフト上に[COMMAND_MODE]の文字が表示され、コマンド待ちの状態になります。文字が壊れている場合には、おそらくボーレートが適当に設定されていません。

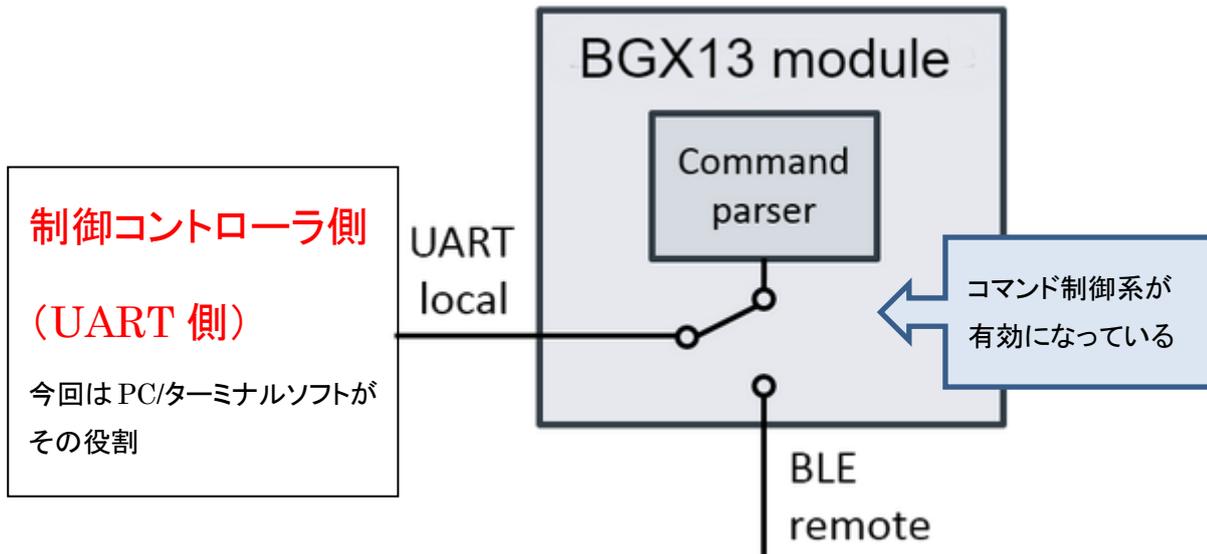


なお、手順④で RESET ボタンを押しましたが、ターミナルソフト上でリターンキーを押すことでも代用できます。その場合には、Ready と表示されます。COMMAND モードでコマンド待ちの状態です。



5-1-2 UART を使ってコマンド制御する (local COMMAND モード)

local COMMAND モードは、UART 経由でコマンドを送り、BGX を制御するモードです。



用意されているコマンドの一覧は、[WEBドキュメント](#)にて参照できます。

制御コマンドは色々用意されていますが、まずは BLE アドバタイズ信号の送信停止・送信開始を制御する **adv** コマンドを使用してみましょう。書式は、

adv 設定

半角スペース

です。adv と設定の間に半角スペースが入ります。設定は、**high, low, off** の 3 種が用意されています。

設定	説明
high	アドバタイズ信号を高頻度 (high duty) で送信する。周期や期間は変更可変。 デフォルト設定: 20ms 周期 (設定値 32), 期間は 30 秒
low	アドバタイズ信号を低頻度 (low duty) で送信する。周期や期間は変更可変。 デフォルト設定: 546.25ms 周期 (設定値 874), 期間は無制限
off	アドバタイズ信号の送信を停止する

adv

Advertise as a peripheral

Description

Turn on advertising as a peripheral at the specified rate. The command `adv off` turns advertising off. If no argument is supplied, the default is `adv high`.

On reset, advertising defaults to high for a duration specified by `bl v h d` (default: 30 seconds), then switches to low for a duration specified by `bl v l d` (default: always on), then turns off.

The advertising settings correspond to the following advertising modes.

- `high` - High Duty Cycle Undirected Advertising
- `low` - Low Duty Cycle Undirected Advertising
- `off` - No Advertising

For more information, see the variables used to control advertising:

- `bl v h d` - advertising high mode duration
- `bl v h i` - advertising high mode interval
- `bl v l d` - advertising low mode duration
- `bl v l i` - advertising low mode interval

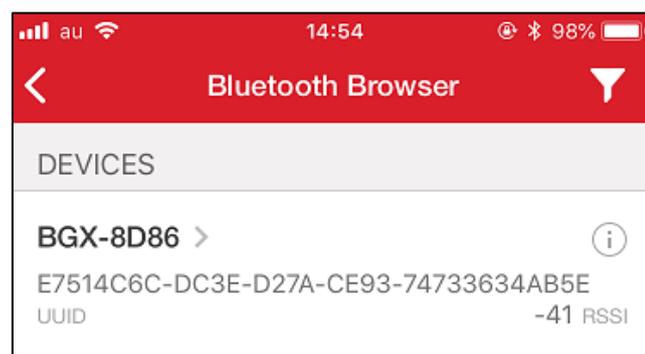
Syntax

```
> adv [low | high | off]
```

Example

```
> adv high
Success
```

BGXは、起動すると自動でアドバタイズ送信を開始するように設定されています。Bluetooth検出ができるスマホアプリを使うと、BGXが検出できます。下図はシリコンラボ社のWireless Geckoアプリを使用した場合ですが、本資料5-2で紹介するスマホアプリを使用しても同様のことが行えます。



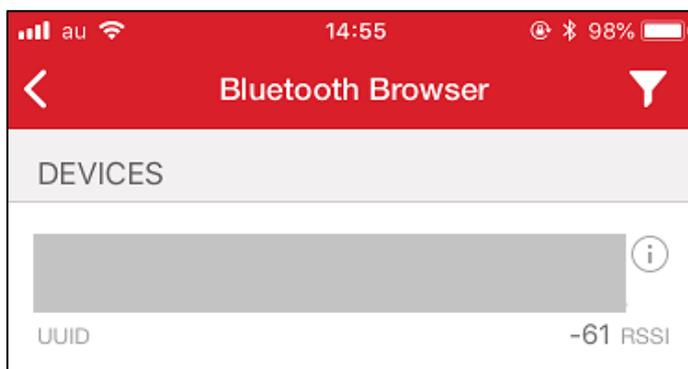
アドバタイズ信号の送信を停止してみましょう。ターミナルソフトで、

adv off

とタイプして、リターンキーを押します。これでアドバタイズ信号の送信が停止します。

```
Ready
> adv off
Success
>
```

スマホアプリで情報更新すると、BGX が見えなくなったことが確認できます。



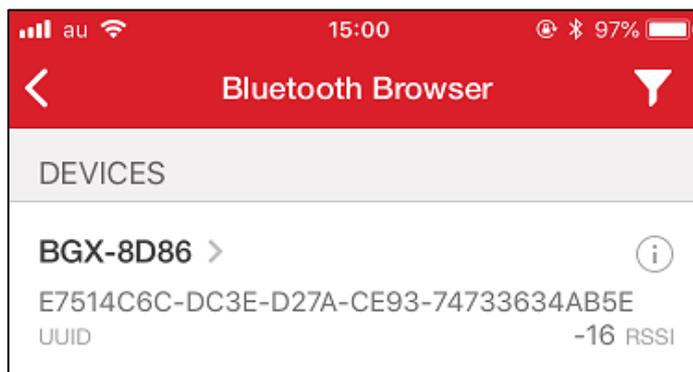
次に、アドバタイズ信号の送信を行ってみましょう。ターミナルソフトで、

adv high

とタイプして、リターンキーを押します。これでアドバタイズ信号の送信を再開します。

```
Ready
> adv high
Success
>
```

スマホアプリで情報更新すると、BGX が再度見えるようになったことが確認できます。



5-1-3 設定値を取得する (get コマンド)

BGX には、動作に関する設定値が書き込まれています。

設定値を読み出すことで現状の動作設定を把握したり、設定値を変更したりことで動作を変えることができます。用意されている設定には、Bluetooth 通信に関するもの、GPIO 制御に関するもの、UART 通信に関するもの、などがあります。

用意されている設定項目 (variable) の一覧は、[WEB ドキュメント](#)にて参照できます。

設定項目 (variable) を取得するには、get コマンドを使用します。書式は、

get 設定項目

半角スペース

です。get と設定項目 (variable) の間に半角スペースが入ります。

```
get

Get the value of a variable

Description

Get the value of the specified variable.

Syntax

> get <variable>

Example

> get ua b
115200
```

では、get コマンドを使用して、設定項目 (variable) を取得してみましょう。variable に al という全設定値を読み出すためのものが用意されていますので、これを使用してみます。

List of Variables

- All Variables
 - al --- all variables
- BLE Peripheral
 - bl a --- BLE address
 - hl c c --- connection count

ターミナルソフトで、

get al

とタイプして、リターンキーを押します。

```
Ready
> get al
```

全ての設定が読み出されます。

```
bl a      : D0CF5E828D86
bl c c    : 0
bl c i    : 12
bl c t    : 400
bl d a    : 512
bl e b    : 1
bl e k    : none
bl e p    : secure
bl p p    : 1m
bl t c    : 8
bl v h d  : 30
bl v h i  : 32
bl v l d  : 0
bl v l i  : 874
bl v m    : low
bu i      : command
bu s c    : level
bu s s    : 242424
ce c c    : 0
ce s h d  : 30
ce s h i  : 96
ce s l d  : 300
ce s l i  : 2048
ce s m    : off
```

上図の先頭にある **bl a** はBLEアドレスで、資料作成時に使用したBGXのBLEアドレスはD0CF5...
であることが判ります。

- **All Variables**
 - al -- all variables
- **BLE Peripheral**
 - **bl a -- BLE address**
 - bl c c -- connection count
 - bl c i -- BLE connection interval

では、同様にデバイス名 (Device Name)を読み出してみます。デバイス名には、**sy d n** という variable が用意されています。

- **System**
 - **sy c e** --- command echo
 - **sy c h** --- command header
 - **sy c m** --- command mode
 - **sv c p** --- command prompt enabled
 - **sy d n** --- device name
 - **sy i m** --- info string manufacturer
 - **sy i p** --- info string product
 - **sy i s** --- system indicator status LED blink behavior
 - **sv o e** --- OTA enabled

ターミナルソフトで、

get sy d n

とタイプして、リターンキーを押します。

```
Ready
> get sy d n
```

BGX-8D86 という値が返ってきました。資料作成時に使用した BGX の Device Name は BGX-8D86 に設定されていることが判ります。

```
Ready
> get sy d n
BGX-8D86
> █
```

5-1-4 設定値を変更する (set コマンド)

設定項目 (variable) を変更するには、set コマンドを使用します。書式は、

set 設定項目 新設定値

半角スペース 半角スペース

です。set と設定項目 (variable) の間、および設定項目と新設定値の間に半角スペースが入ります。

set

Set the value of a variable

Description

Sets the value of the specified variable. See the [variable](#) documentation for details of valid arguments.

Syntax

```
> set <variable> <args>
```

Example

```
> set sy c e 0
Success
```

では、set コマンドを使用して、設定項目 (variable) を変更してみましょう。BLE の connection interval (通信周期) には、**bl c i** という variable が用意されています。

- **All Variables**
 - al -- all variables
- **BLE Peripheral**
 - bl a -- BLE address
 - bl c c -- connection count
 - bl c i -- BLE connection interval
 - bl c t -- BLE connection supervision timeout
 - bl d a -- BLE device appearance

`bl c i` のデフォルト値は 12 (15ms 相当) です。get コマンドで念のため確認します。

```
Ready
> get bl c i
12
>
```

set コマンドで設定値を 12 から 24 に変更してみましょう。

ターミナルソフトで、

```
set bl c i 24
```

とタイプして、リターンキーを押します。

```
Ready
> set bl c i 24
```

Success という値が返ってきました。これで設定変更は成功です。

```
Ready
> set bl c i 24
Success
>
```

念のため、get コマンドで設定値を取得してみます。正しく変更できていることが確認できます。

```
get bl c i
24
>
```

5-1-5 設定値の変更を ROM に書き込む (save コマンド)

set コマンドで設定値を変更しても、内部 RAM の値が変更されているだけで、実は ROM の設定情報は変更されていません。ですからリセットしたり、電源を OFF/ON したりすると、変更前の値に戻ってしまいます。

5-1-4 で `bl c i` を 24 に変更しましたが、BGX Starter Kit のリセットボタンを押してみましょう。get コマンドで、`bl c i` がデフォルトの 12 に戻ってしまったことが確認できます。

```
> [COMMAND_MODE]
> get bl c i
12
>
```

変更を恒久的なものにするためには、save コマンドを使用して、変更内容を ROM に書き込む必要があります。書式は、

`save`

です。

save

Save variables

Description

Save the current user configuration value of all variables to non-volatile flash memory. After save completes, user configuration variable settings are automatically loaded on reboot.

Syntax

```
> save
```

Example

Save user configuration.

```
> save
Success
```

前準備として、set コマンドを使用して、**bl c i** を 24 に変更します。念のため、get コマンドで変更されていること確認しておきます。

```
Ready
> set bl c i 24
Success
> get bl c i
24
>
```

ターミナルソフトで、

save

とタイプして、リターンキーを押します。

```
Ready
> save
```

Success という値が返ってきました。これで ROM への書き込みは成功です。

```
Ready
> save
Success
>
```

BGX Starter Kit のリセットボタンを押し、get コマンド **bl c i** の設定値を確認しましょう。デフォルトの 12 に戻らず、新設定値 24 が保持されていることが確認できます。

```
[COMMAND_MODE]
> get bl c i
24
>
```

5-1-6 BGX をリスタートする (reboot コマンド)

BGX Starter Kit のリセットボタンを押せば、BGX をリスタートすることができますが、reboot コマンドを使用しても同様のことが実現できます。書式は、

reboot

です。

reboot

Restart the device

Description

Reboot the application. After reboot, the bus serial mode is displayed between square brackets.

Syntax

```
> reboot
```

Example

```
> reboot
[COMMAND_MODE]
> set bu i stream
Success
> save
Success
> reboot
[STREAM_MODE]
```

ターミナルソフトで、

reboot

とタイプして、リターンキーを押します。改行が入っていないので画面表示が崩れていますが、リスタートには成功しています。

```
[COMMAND_MODE]
> reboot;[COMMAND_MODE]
>
Ready
> |
```

5-1-7 設定値を初期状態に戻す (fac コマンド)

5-1-5 では、BGX の ROM に書かれた初期設定は、save コマンドを使用することで変更することが可能であることを紹介しました。変更した設定を初期状態に戻すためのコマンドも用意されています。

書式は、

fac BLE アドレス
半角スペース

です。fac と BLE アドレスの間に半角スペースが入ります。

fac

Restore factory settings

Description

Performs a factory reset. Return variables to factory default settings by deleting user configuration (if present). See [save](#).

To avoid accidental factory reset, the BD address of the module must be provided as an argument. Obtain the BD address with the [get bl a](#) command.

Note 1: The default bus mode may change after a factory reset. If you are unable to communicate with the module with serial commands, it may be necessary to toggle from `STREAM` mode to `COMMAND` mode.

Note 2: Using this command will also cause the BGX to clear its internal bonding table. This means the BGX will forget all devices to which it previously connected. If the other device does not also clear its bonding information, this can cause a connection problem. See the section about [solving connection problems](#) for more information.

Factory reset deletes the entire user dynamic area, including user saved configurations.

Syntax

```
> fac <BD_ADDRESS>
```

Example

```
> get bl a
4C55CC129A42
> fac 4C55CC129A42
[COMMAND_MODE]
```

意図せず初期設定に戻してしまわないために、BLE アドレスを指定してコマンド実行するようになっています。

5-1-3 で少し触れましたが、BLE アドレスの取得は `get bl a` で行います。資料作成時に使用した BGX の BLE アドレスは D0CF5E828D86 であることが判ります。

```
Ready
> get bl a
D0CF5E828D86
>
```

ターミナルソフトで、

```
fac D0CF5E828D86
```

とタイプして、リターンキーを押します。

```
Ready
> fac D0CF5E828D86
```

ファクトリーリセットが行われ、COMMAND_MODE に移行しました。

```
Ready
> fac D0CF5E828D86
[COMMAND_MODE]
> █
```

BGX Starter Kit のリセットボタンを押し、get コマンド `bl c i` の設定値を確認してみましょう。新設定値 24 が書き込まれていましたが、デフォルトの 12 に戻っていることが確認できます。

```
Ready
> get bl c i
12
>
```

5-2 基本動作を確認する (BGX ⇄ スマートフォン)

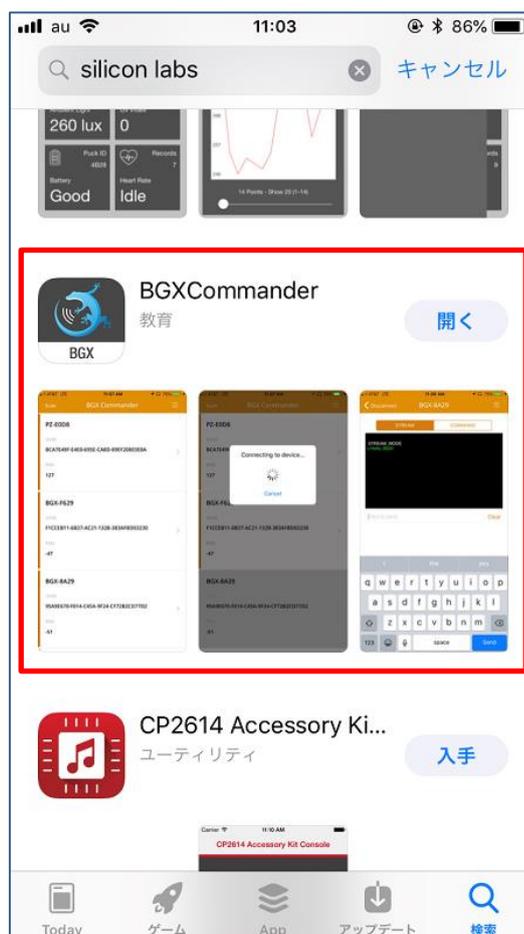
次は、スマートフォンとBLE 接続を試みます。



なお、本章では、BGX がデフォルトの状態であることを前提に解説していきます。**本資料 5-1-7 の手順に従い、BGX をファクトリーリセットしてください。**

5-2-1 セットアップ (スマートフォン)

① BGX Commander というスマホアプリをインストールします。iOS の場合は Apple App Store から、Android OS の場合には Google Play から入手できます。



② BGX Commander を起動すると、検出した BGX がリストアップされます。下図は 2 台の BGX を検出した場合です。1 台の BGX Starter Kit を使用して評価を行う場合には、1 台だけがリストアップされます。リストアップされない場合には、画面左上の Scan をタップしてください。また、BGX Starter Kit のリセットボタンを押してみてください。

The screenshot shows the BGX Commander app interface. At the top, there is a 'Scan' button and the app title 'BGX Commander'. Below this, a list of detected BGX devices is shown. Each device entry includes the device name, its UUID, and its RSSI value. Two callout boxes provide detailed information about these fields: 'デバイス名' (Device Name) and 'UUID'. A third callout box explains 'RSSI (信号強度)' (RSSI (Signal Strength)).

Device Name	UUID	RSSI
BGX-8CB4	4A2119DD-C6D8-86BC-5BD7-F50460B40...	-42
BGX-8D86	E7514C6C-DC3E-D27A-CE...	-50

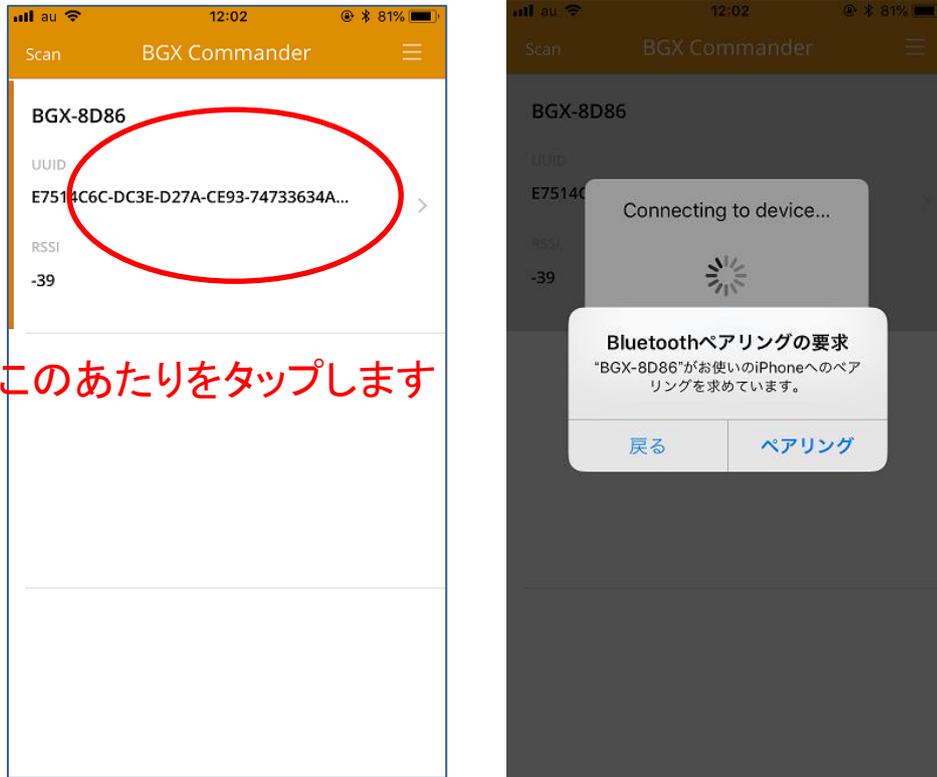
デバイス名
 デフォルトでは、BGX-####(####は BT アドレスの下 4 桁)となっています。変更可能。

UUID
 Bluetooth のサービスやキャラクターリスティックを識別するためのユニーク ID。変更不可。

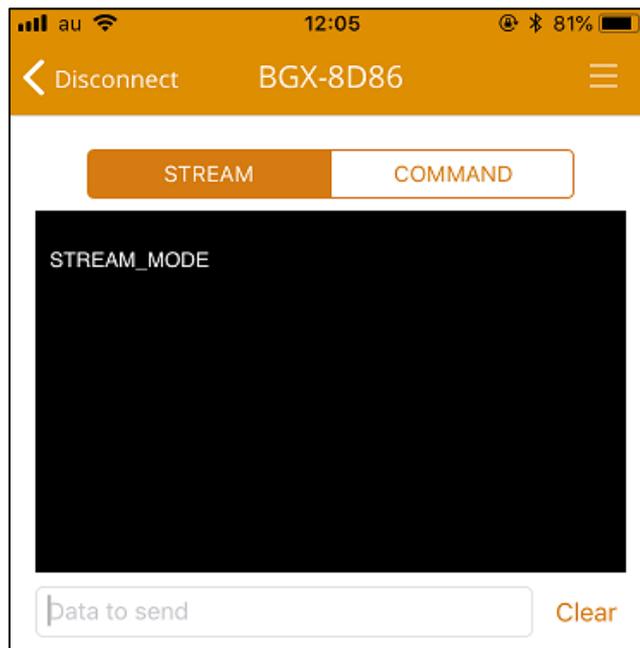
RSSI (信号強度)
 受信した信号の強さを示すパラメータ。単位は dBm。値が大きいほど信号が強い。一般的に、距離が離れていると値が小さくなり、距離が近いと値が大きくなる。
 上図の場合、上段の BGX の RSSI は -42dBm、下段の BGX の RSSI は -50dBm で、上段の BGX からの信号の方が強く、通信条件が良いと言える。

5-2-2 接続する

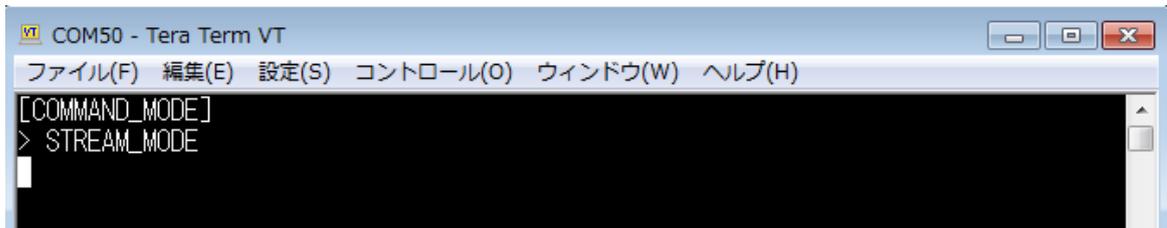
- ① BGX Commander から BGX Starter Kit に接続します。接続したい BGX をタップします。(下図左)
- ② Bluetooth のペアリングを要求されますので、ペアリングを行います。(下図右)



- ③ 接続すると、自動的に STREAM モードに移行します。BGX Commander のコンソールに、STREAM_MODE と表示が出ます。

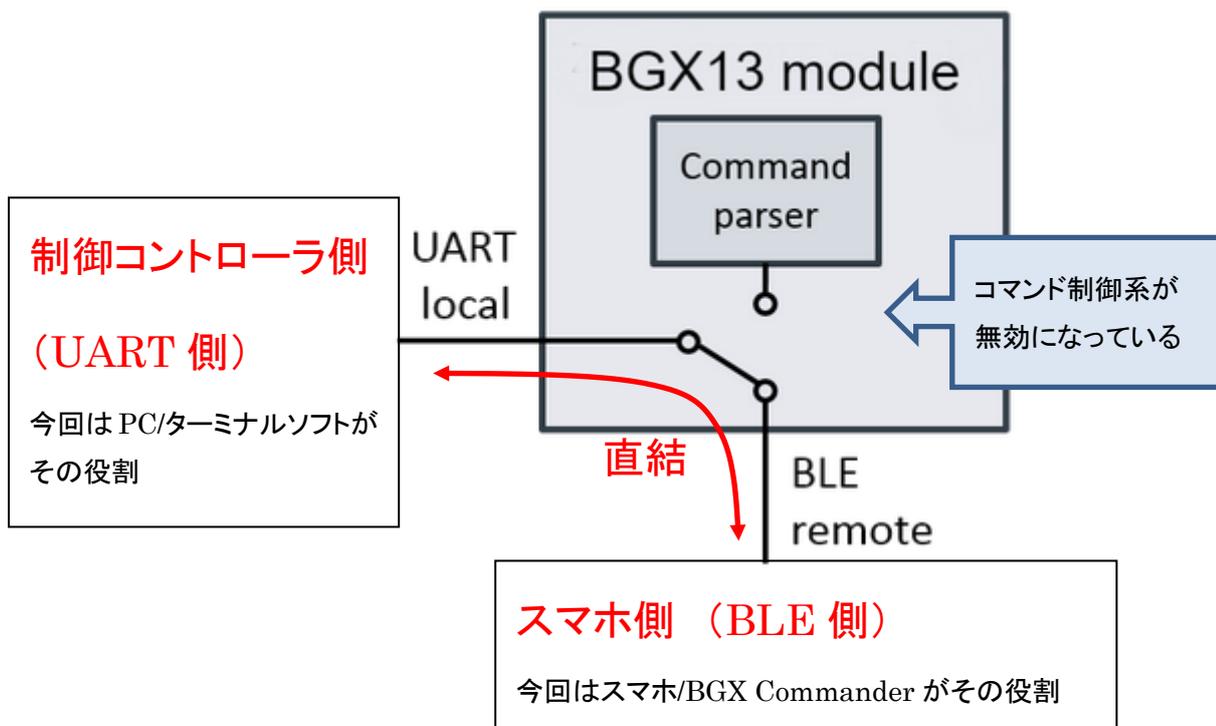


また、ターミナルソフトにも、STREAM_MODE という表示が出ます。

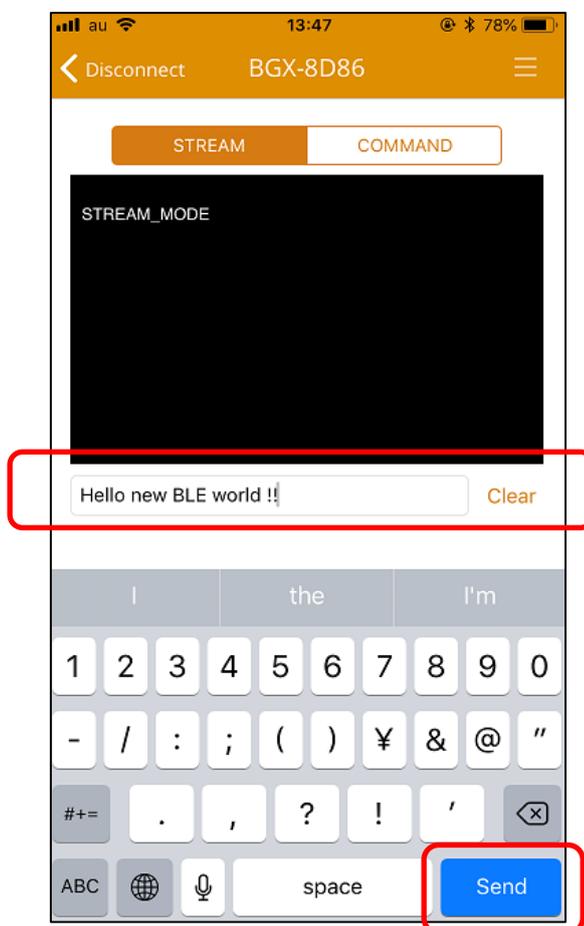


5-2-3 データを送受する (STREAM モード)

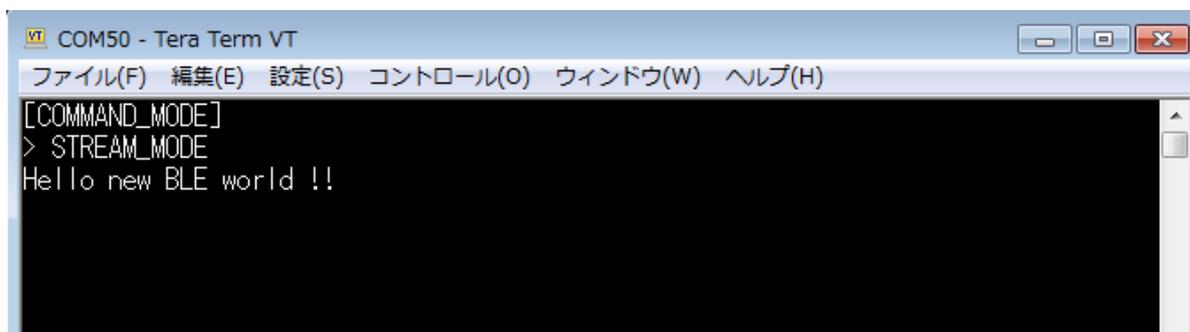
STREAM モードは、データの土管のような動作をします。UART から受け取ったデータをそのまま BLE で飛ばす、或いは BLE で受け取ったデータをそのまま UART から出力します。コマンドによる制御は行えません。



① まずは、スマホ側からターミナルソフト側へデータを送ってみます。BGX Commander の入力欄に文字列をタイプし、Send ボタンをタップします。下図では「Hello new BLE world !!」という文字列を送っています。

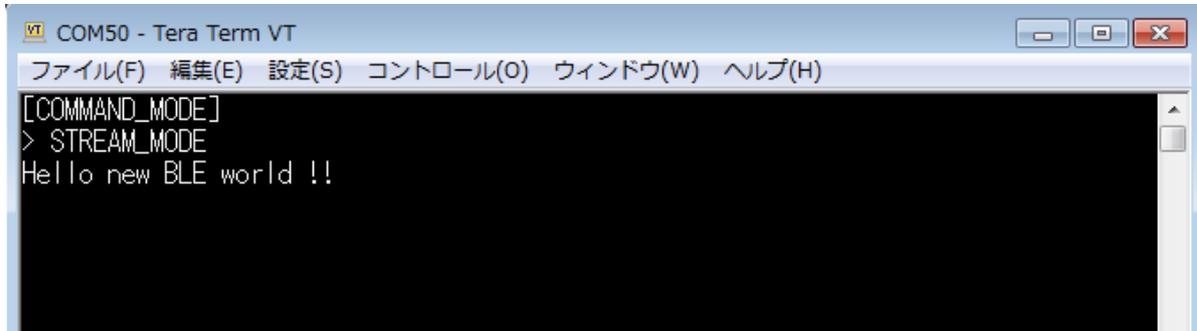


ターミナルソフト側にデータが届いていることを確認します。

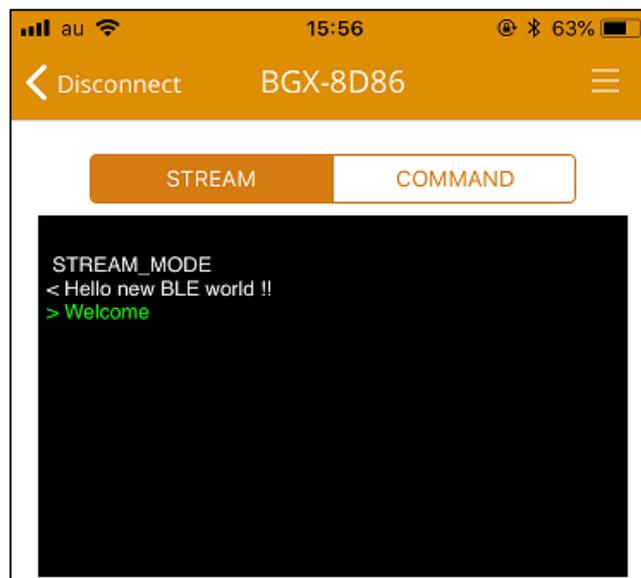


② 次は、ターミナルソフト側からスマホ側へデータを送ってみます。ターミナルソフト上で、「Welcome <リターン>」とタイプしてみましょう。

ターミナルソフト上では入力した文字は表示されていませんが(ターミナルソフトの設定の問題)、



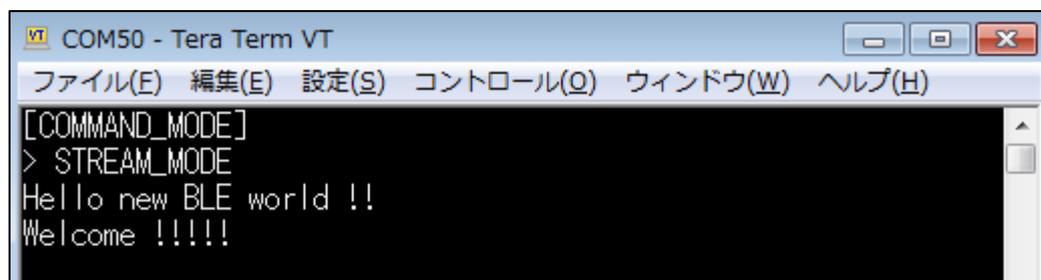
BGX Commander 上では「Welcome」という文字列を受信できています。



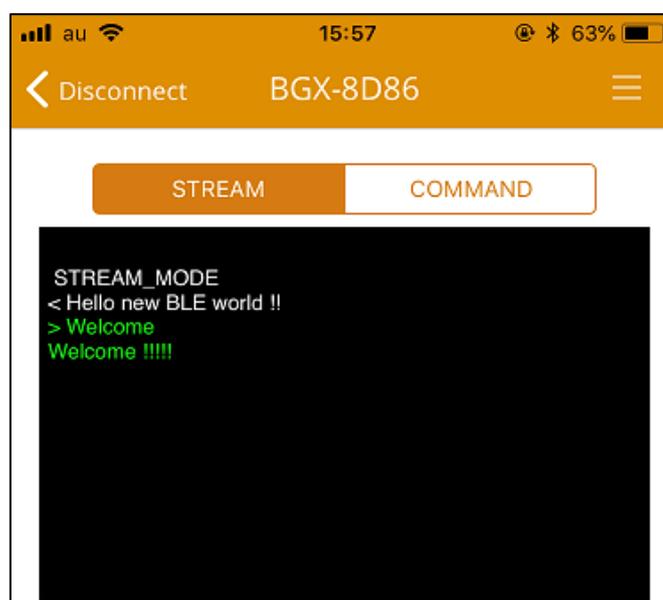
③ ターミナルソフト上でタイプした文字を見えるようにするには、ローカルエコーを有効にしてください。



④ もう一度、今度は「Welcome !!!!! <リターン>」と入力してみます。ターミナルソフト上でもタイプした文字が見えるようになりました。

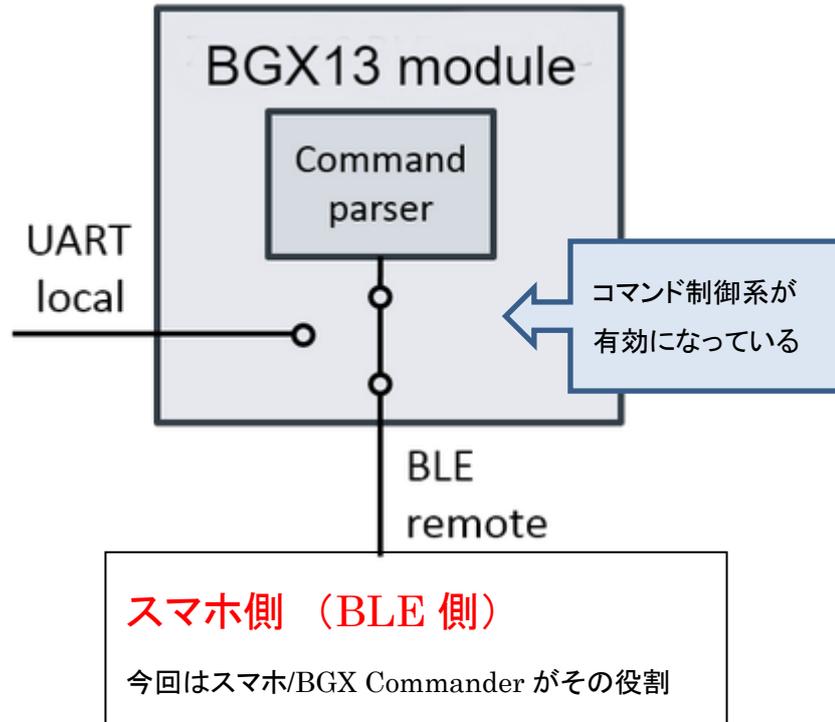


BGX Commander 上でも、「Welcome !!!!!」という文字列を受信できていることが確認できます。

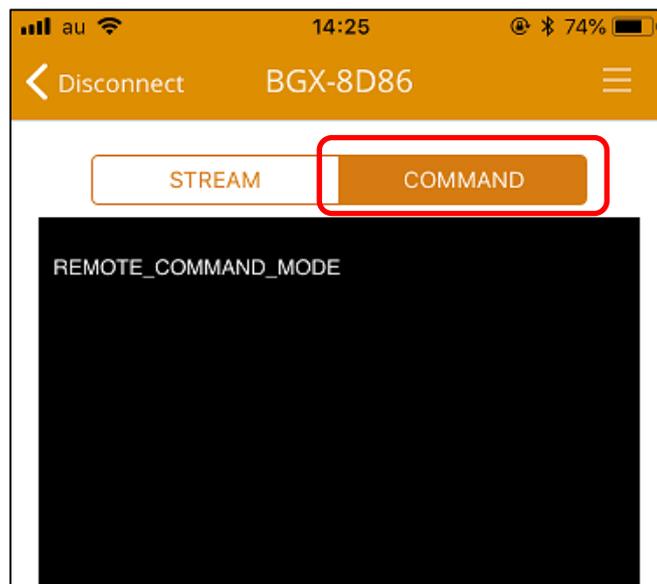


5-2-4 スマートフォンからリモート制御する (remote COMMAND モード)

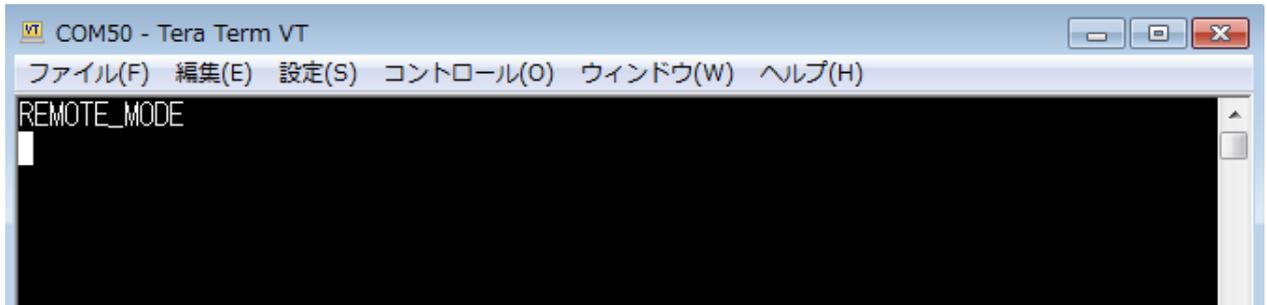
remote COMMAND モードは、スマホ側からBLE 通信でコマンドを送り、BGXを制御するモードです。



- ① BGX Commander で、STREAM モードから remote COMMAND モードに切り替えます。COMMAND ボタンをタップすると、コンソールに REMOTE_COMMAND_MODE と表示が出ます。



ターミナルソフト上にも REMOTE_MODE と表示が出ます。



② スマホ側から、BGX へコマンドを送ってみます。コマンドは色々用意されていますので、ここでは 1 例をご紹介します。

BGX Starter Kit にはボタンが実装されていますが、ボタン 0 (BTN0) は BGX の GPIO2 と繋がっています。remote COMMAND を使って BGX の GPIO2 を入力ピンに設定し、ボタン 0 を押した(押していない)状態の値を読み取ってみたいと思います。

まずピンの初期設定を行います。BGX Commander で、

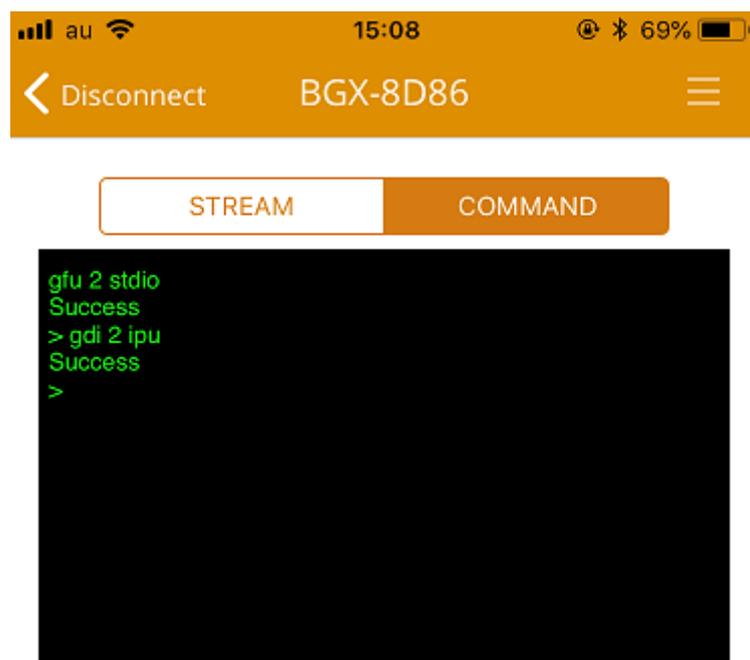
gfu 2 stdio

とタイプして Send します。これは GPIO2 をユーザ制御ピンとして設定するためのコマンドです。

次に、

gdi 2 ipu

とタイプして Send します。これは GPIO2 を pullup 付き入力ピンとして設定するためのコマンドです。



これで設定は終わりました。まずは、ボタンを押していない状態で値を読みます。GPIO2 の値を読み取るためのコマンドは、

gge 2

です。レスポンスが '1' ですので、GPIO2 には High が入力されていることが判ります。

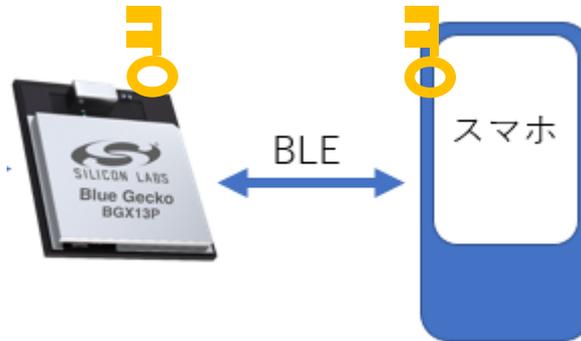


次に、ボタン 0 を押してみます。この状態で再度 gge 2 を実行すると、レスポンスが '0' となり、GPIO2 に Low が入力されていることが判ります。



5-2-5 接続情報を消す (clrb)

いったんスマホとBGXをペアリングすると、ボンディング情報(鍵情報)がそれぞれに保持されます。このボンディング情報は **clrb** コマンドを使用することで消去することができます。



書式は、

clrb

です。

clrb
<p>Description</p> <p>Deletes all bonding information from previously paired devices. All devices will need to complete a pairing procedure on their next connection. See Security.</p> <p>Note: The bonding information must also be cleared on the previously paired devices. If this is not done, then pairing will fail on the next connection attempt! See Solving Connection Problems for more information.</p> <p>Syntax</p> <pre>clrb</pre> <p>Example</p> <pre>clrb Success</pre>

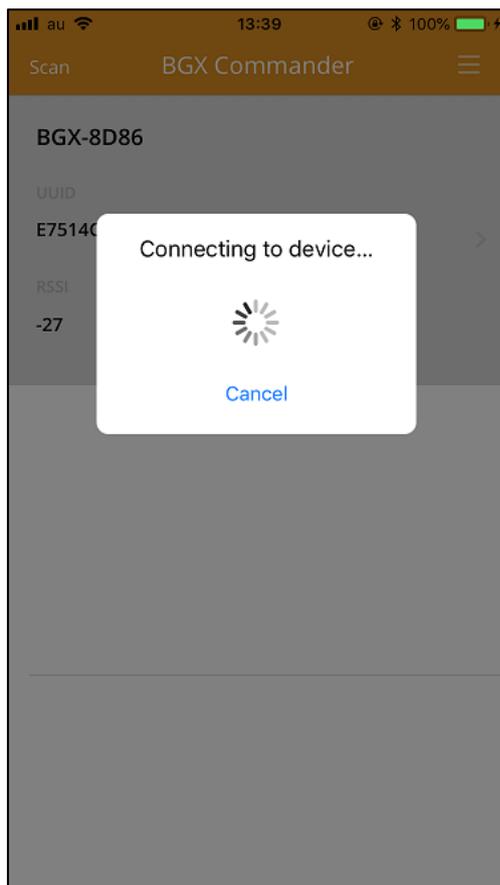
スマホとBGXの接続を終了し、local COMMANDモードに移行しましょう。スマホアプリを終了するか、リセットボタンを押してください。ターミナルソフトで、

clrb

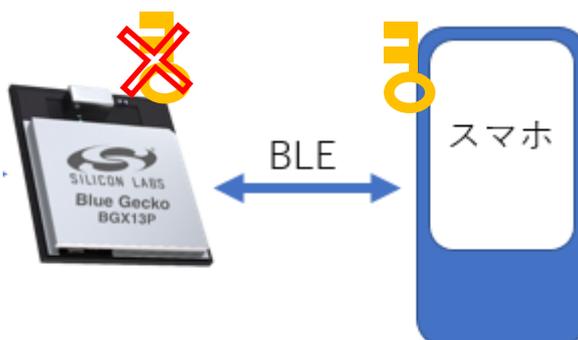
とタイプして、リターンキーを押します。

```
[COMMAND_MODE]
> clr
Success
> |
```

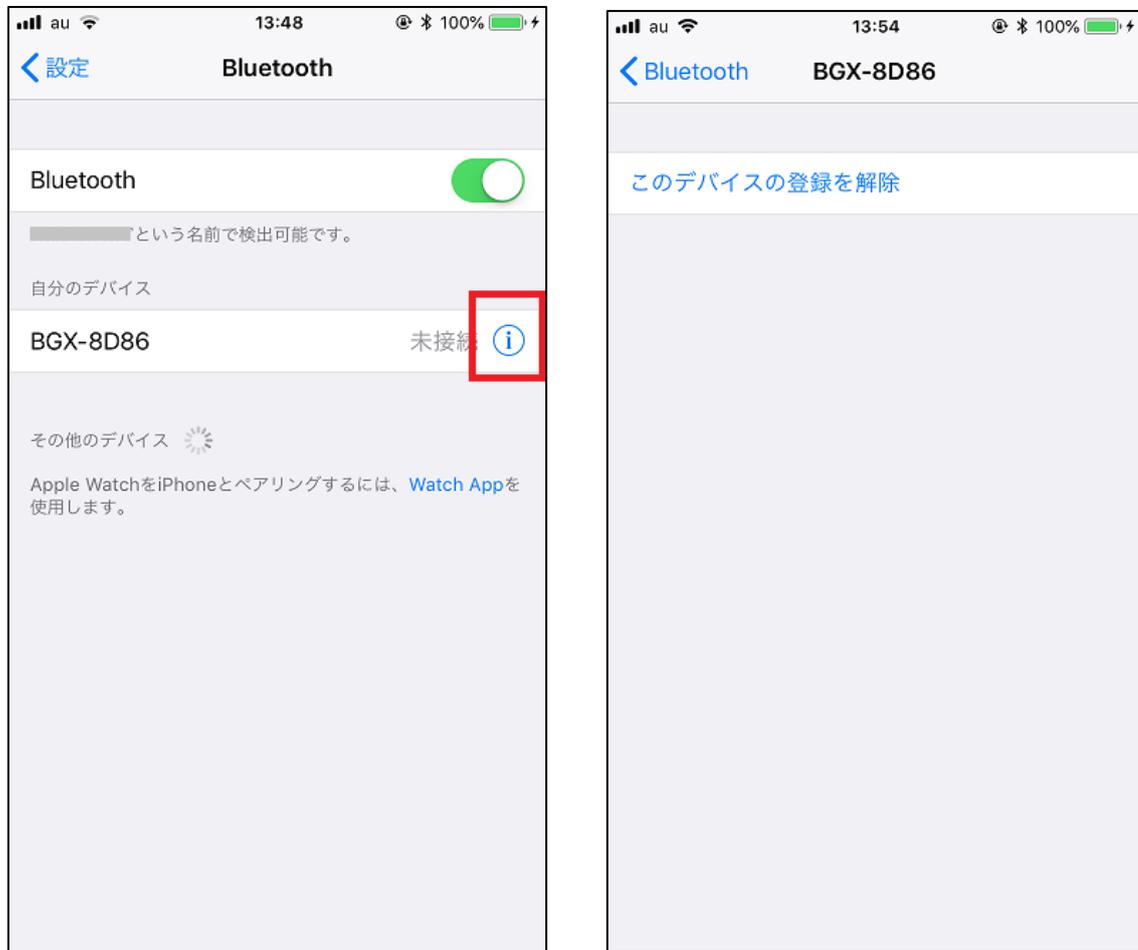
これで、BGX 内のボンディング情報が消去されました。では、もう一度、スマホアプリから BGX に接続してみましょう。接続に成功しないのではないかと思います。



これは、BGX のボンディング情報が消失したため、スマホと BGX のボンディング情報が一致しなくなったためです。



このような場合には、スマホ側のボンディング情報も消去する必要があります。iPhone の場合には下図の手順で登録を解除できます。



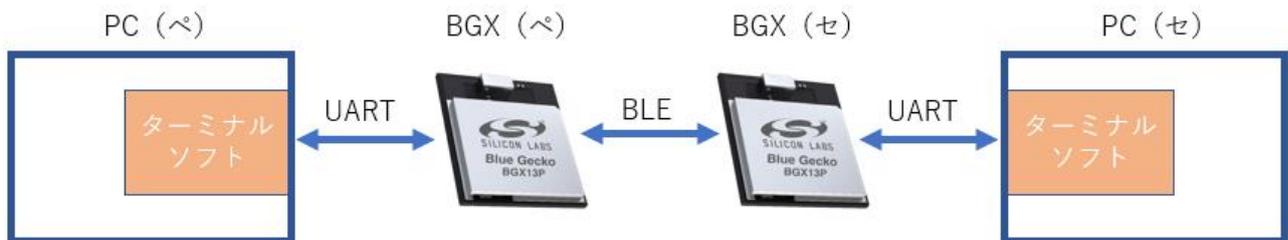
双方のボンディング情報を消去すれば、5-2-2 の手順で再度ペアリングを行うことができます。
 本資料 5-1-7 で紹介した fac コマンドを使用してもボンディング情報は消失しますので、繋がらないなと思ったら、ボンディング情報の削除を行ってみましょう。

5-3 基本動作を確認する (BGX ⇄ BGX)

2つのBGXを使用して通信を行ってみます。

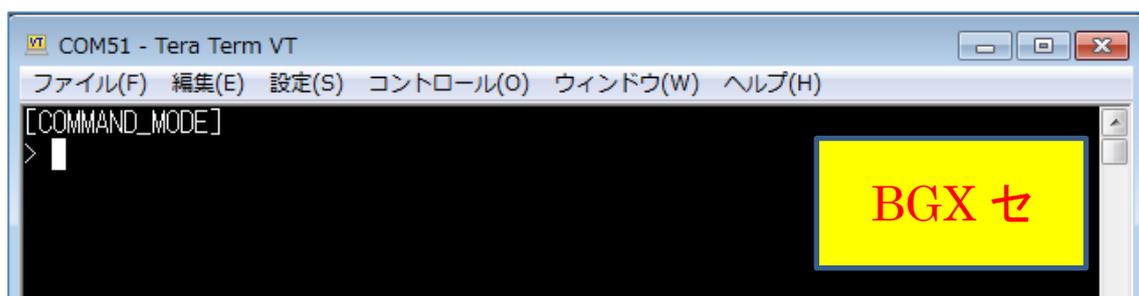
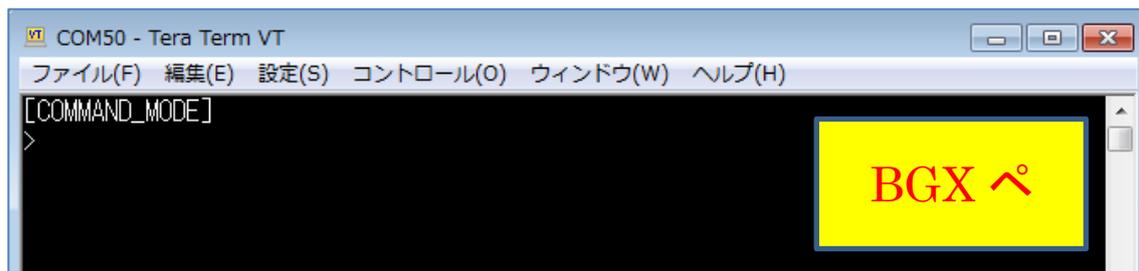
5-1章でBGXをPCから制御しましたが、同じものを2セット用意します。2つのBGXのうち、一方がセントラルに、他方がペリフェラルになります。説明の都合上、ペリフェラル側をBGX(ペ)、セントラル側をBGX(セ)として説明します。

(弊社での評価は、1台のPCに2つのBGXを接続して行っています。)



5-3-1 セットアップ

- ① 本資料 5-1-1 の手順に従い、BGX Starter Kit(ペ)をUSB経由でPCに接続し、ターミナルソフトからCOMポートを開きます。
- ② 本章では、BGXがデフォルトの状態であることを前提に解説していきます。**本資料 5-1-7 の手順に従い、BGXをファクトリーリセットしてください。**
- ③ BGX(セ)に対しても、同様の作業を行ってください。



5-3-2 接続対象を検出する (scan コマンド)

2つのBGXを接続するには、セントラル側(BGX セ)からペリフェラル側(BGX ペ)を探し、接続を試みることになります。接続可能なBGXデバイスを探すには scan コマンドを使用します。書式は、

scan 設定

 半角スペース

です。scan と設定の間に半角スペースが入ります。設定は、**high, low, off, result** の4種が用意されています。

設定	説明
low	スキャンを低頻度 (low duty) で実施する。周期や期間は変更可変。 デフォルト設定: 1280ms 周期 (設定値 2048), 期間は 300 秒
high	スキャンを高頻度 (high duty) で実施する。周期や期間は変更可変。 デフォルト設定: 60ms 周期 (設定値 96), 期間は 30 秒
off	スキャンを停止する
result	スキャン結果を意図したタイミングで出力したい場合に使用します

scan

Scan for nearby peripherals

Description

Scan for nearby BLE peripherals. Scan mode may be `low` or `high`, which determines the scan rate. If no scan mode argument is supplied, the default is `high`. Scan intervals and configuration are defined by `ce s h d`, `ce s h i`, `ce s l d`, and `ce s l i`.

For peripherals in range, the scan details are listed with an index number and an address. The index number is used with the `con` command to connect to the peripheral.

Scanning only detects peripherals that are advertising the Bluetooth Xpress Streaming Service UUID. Each device detected during scanning is listed only once in the scan results.

Issue `scan off` to turn off scanning immediately.

The scan command asynchronously sends scan results to the serial interface. If the system print level `sy p` ≥ 3 , asynchronous messages are shown and responses indicating a device is detected may be interleaved with subsequent commands and responses.

To prevent asynchronous scan results appearing, set `sy p` < 3 and issue `scan results` to view results.

Syntax

```
> scan [low | high | off | results]
```

```

Examples:

scan
scan low
scan high
scan off
scan results

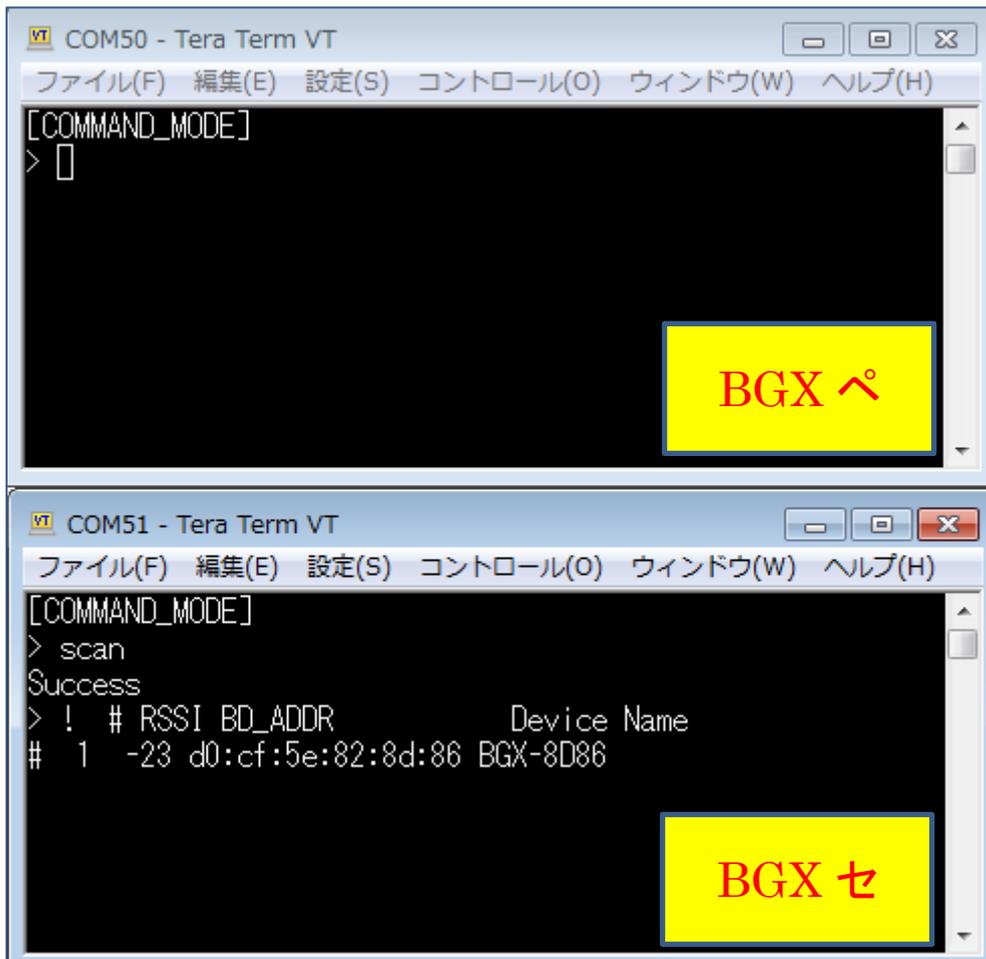
Example

scan high
! # RSSI BD_ADDR          Device Name
# 1 -46 4C:55:CC:1a:3d:df Device1
# 2 -46 4C:55:CC:1a:30:1f Device2
    
```

では、セントラル側 (BGX セ) でスキャンしてみましょう。ターミナルソフトで、

scan high

とタイプして、リターンキーを押します。1 台の BGX が見つかりました。周囲に Bluetooth デバイスが多数ある環境であっても、BGX のみがリストアップされます。



5-3-3 接続する (con コマンド)

ペリフェラル側 (BGX ペ) を見つけることに成功しましたので、次に接続を試みます。接続には con コマンドを使用します。書式は、

con インデックス

 半角スペース

です。con とインデックスの間に半角スペースが入ります。ここでいうインデックスとは、scan コマンドで見つけたデバイスの番号です。下図の場合では **1** です。



con

Connect to a peripheral

Description

Connect to a Bluetooth Xpress peripheral with the specified index number or BD address. The index number is obtained from the output of the `scan` command.

This command blocks until either a successful connection is made or the command times out. It then returns a status indicating success or failure.

The central can connect to only one peripheral at a time.

Syntax

```
> con <index>|<BD_ADDRESS> [<timeout>]
```

where:

- `<index>` - the index obtained from the `scan` command output
- `<BD_ADDRESS>` - the BLE device address of the Bluetooth Xpress peripheral
- `<timeout>` optional - timeout in seconds before `con` command fails and returns error code "Timeout"
`<timeout>` range is 1 second to 1000 second. **Default:** 10 seconds

Return status is as follows:

Status	Description
Invalid argument	An argument is incorrect
Command failed	The device already has a connection to a peripheral
Timeout	Connection establishment timed out
Security mismatch	Failure to start encryption due to bonding/pairing error

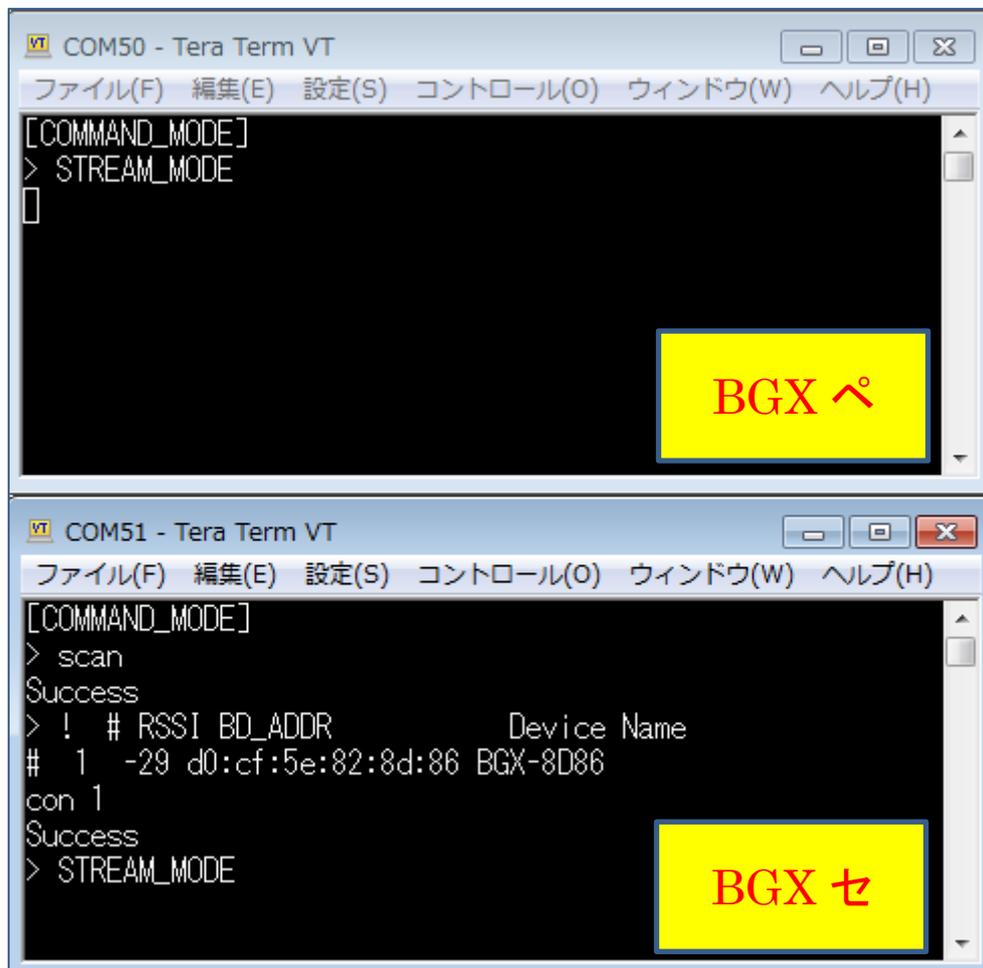
Example

```
> con 1
Success
```

ターミナルソフトで、

con 1

とタイプして、リターンキーを押します。



Success と表示が出て接続に成功し、セントラル側／ペリフェラル側の双方が自動的に STREAM モードに移行したことが判ります。

<注意>

もし timeout で接続に失敗する場合には、おそらくペリフェラル側 (BGX ペ) のアドバタイズ送信が終了しています。アドバタイズを送信する期間は、デフォルトで 30 秒です。BGX (ペ) をリセットするか、或いは本資料 5-1-2 を参考にアドバタイズ送信を再開してください。

接続には、インデックスではなく BLE アドレス (BD アドレス) を使用することもできます。書式は、

con BLE アドレス



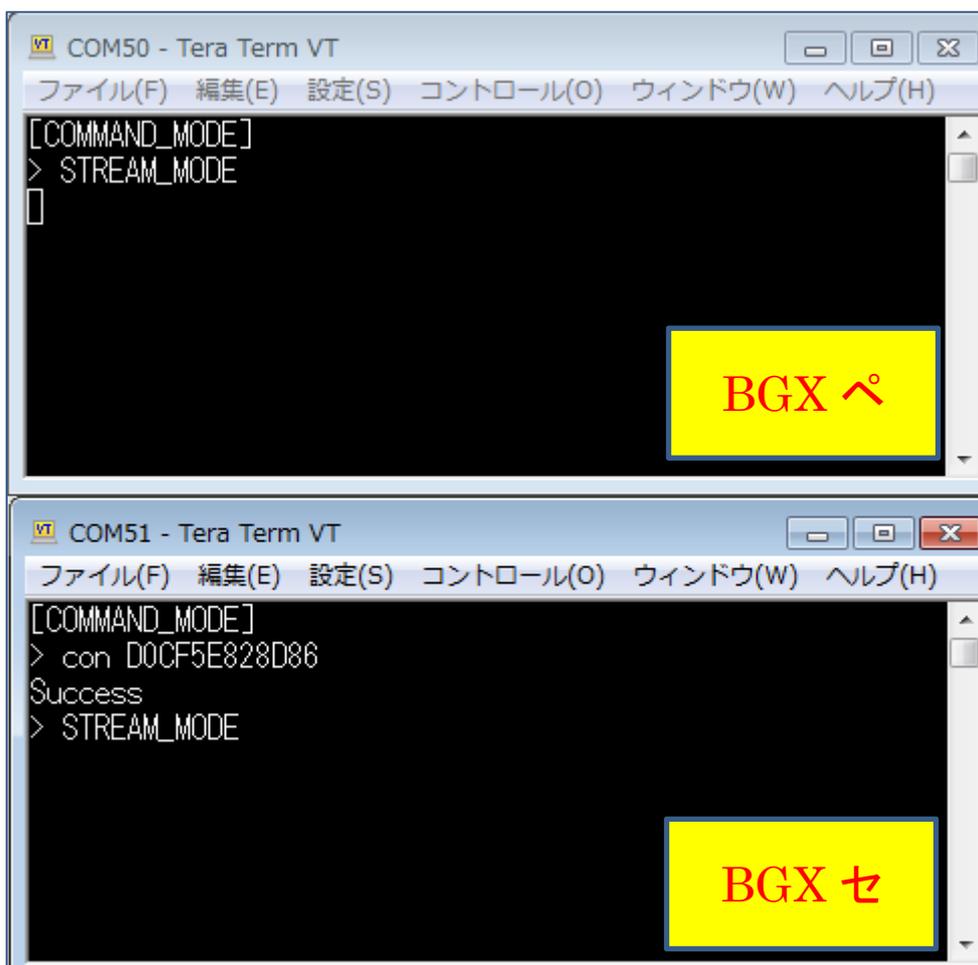
半角スペース

です。一度、BGX(ペ)とBGX(セ)のリセットボタンを押して、接続を解除しましょう。

それから、ターミナルソフトで、

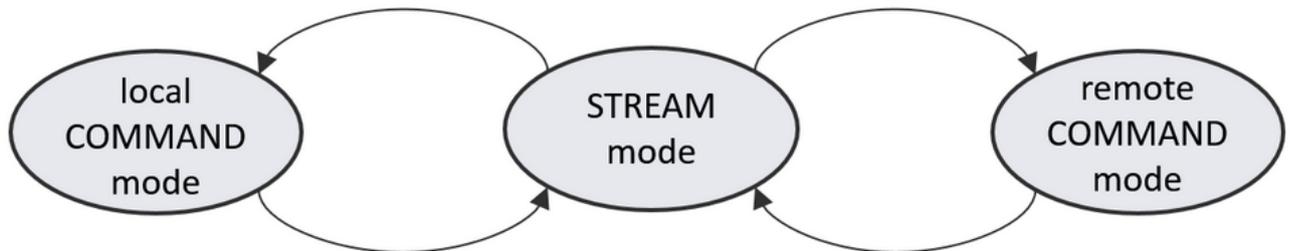
con D0CF5E828D86

とタイプし、リターンキーを押します。インデックスを使用した場合と同様に接続が成功 (Success) し、STREAM モードに移行したことが確認できます。



5-4 モード遷移を制御する (BGX 単体)

5-1 章で local COMMAND モードを、5-2 章で STREAM モードと remote COMMAND モードを紹介しましたが、モード遷移の方法について見ていきましょう。3 つのモードは下図のような関係にあります。



モード遷移の手段としては、str_selectピンを使用して制御する方法と、コマンドで制御する方法とが用意されています。

本章では、BGX がデフォルトの状態であることを前提に解説していきます。**本資料 5-1-7 の手順に従い、BGX をファクトリーリセットしてください。**

ターミナルソフトで、

```
fac D0CF5E828D86
```

とタイプして、リターンキーを押します。D0CF5...の部分は、ご使用になっている BGX Starter Kit の BLE アドレスをご使用ください。

5-4-1 str_select ピンの実装 (local COMMAND モード ⇔ STREAM モード)

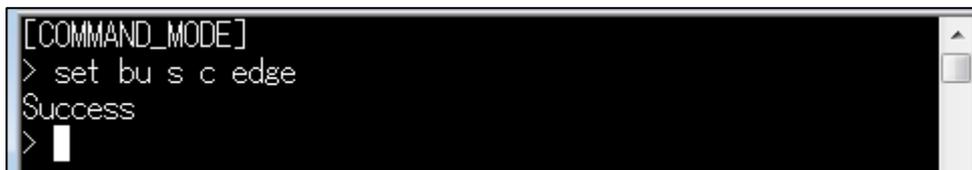
GPIO に str_select 機能を割り当てることで、local COMMAND モード/STREAM モード間の遷移を GPIO 制御することができます。

BGX Starter Kit にはボタンが実装されていますが、ボタン 0 (BTN0) は BGX の GPIO2 と繋がっています。このボタン 0 に str_select 機能を割り当ててみたいと思います。

まず str_select ピンのトリガ条件を設定します。セントラル側をリセットして local COMMAND モードに戻り、ターミナルソフトで

set bu s c edge

とタイプして、リターンキーを押します。これでエッジトリガに設定されます。



bu s c

Bus Serial Control

Description

The serial bus control variable determines how the serial bus is switched between STREAM mode and COMMAND mode. If **bu s c** is set to **edge**, a rising edge on the **str_select** pin toggles modes. If however **bu s c** is set to **level**, the serial bus mode is selected by driving a constant high or low logic level onto the **str_select** pin. The **str_select** pin is configured with the **GPIO function** command.

Attribute	Description
format	string enumeration
units	'edge'=rising edge toggle on str_select 'level'=mode selected by logic level
default	'level'
access	get/set
save	yes

次に、

gfu 2 none

とタイプして、リターンキーを押します。続いて、

gfu 2 str_select

とタイプして、リターンキーを押します。

これは、GPIO2 への割り当てを全て解除し、それから GPIO2 へ `str_select` を割り当てる、というコマンドです。GPIO への機能割り当ては上書きできないため、このような処理になります。

```
> gfu 2 none
Success
> gfu 2 str_select
Success
>
```

gfu

Select GPIO function

Description

Configure a GPIO with the specified function. A function may only be assigned to a pin that has a function set to `none` i.e. the pin is not already assigned.

A list of available functions is shown in the following table.

I/O	Function	Description
0	<code>con_active</code>	Asserts when BLE is connected and encrypted. (active high)
0	<code>con_active_n</code>	Asserts when BLE is connected and encrypted. (active low)
0	<code>con_status_led</code>	Blinks when BLE is connected and encrypted. The blink pattern is controlled with the <code>sys</code> variable.
0	<code>str_active</code>	Asserts when BLE is connected, encrypted, and stream mode is active. (active high)
0	<code>str_active_n</code>	Asserts when BLE is connected, encrypted, and stream mode is active. (active low)
0	<code>str_activity_led</code>	Asserts when BLE is connected, encrypted, and stream mode data is being transmitted or received.
I	<code>str_select</code>	Input selects bus serial mode. If <code>str_select</code> is configured, bus mode selection is manual . If <code>str_select</code> not configured, bus mode selection is automatic . See Serial Interface . Depending on setting of variable: <code>busc</code> (bus serial control) as edge or level, <code>str_select</code> works as follows: edge: --- mode toggles on rising edge level: --- low level - COMMAND_MODE --- high level - STREAM_MODE
I	<code>sleep_select</code>	Active low input that forces the module into sleep mode when asserted and wakes the module from sleep when de-asserted.
I/O	<code>stdio</code>	User controlled GPIO.

Note: Each function except for `stdio` may be assigned to only one pin at any time.

See also: `gdi`, `gge`, `gse`, `busc`, `gpu`, GPIOs

Syntax

```
> gfu <GPIO#> <function>
```

これで、ボタン 0 に str_select が割り当てられました。このままでは、リセットすると設定が消えてしまいますので、設定した情報を保存します。ターミナルソフトで

save

とタイプして、リターンキーを押します。

```
> save
Success
> |
```

では、str_select を使うことでモード遷移できるか、実際に見てみましょう。BGX Starter Kit のリセットボタンを押してください。local COMMAND モードで起動します。

```
[COMMAND_MODE]
> |
```

次に、ボタン 0 を押してみましょう。STREAM モードに遷移したことが確認できます。

```
[COMMAND_MODE]
> STREAM_MODE
|
```

では再度、ボタン 0 を押してみましょう。local COMMAND モードに遷移したことが確認できます。

```
[COMMAND_MODE]
> STREAM_MODE
COMMAND_MODE
|
```

このように、str_select ピンを使用すると、GPIO 制御によりモード遷移をコントロールすることができます。

5-4-2 str コマンド (local COMMAND モード ⇒ STREAM モード)

str コマンドを使用することで、local COMMAND モードから、STREAM モードへ、遷移することができます。書式は、

str

です。

str

Stream mode

Description

Switch to serial bus STREAM mode.

For information on bus modes, see [Serial Bus Modes](#), [Serial Interface](#).

For a description of the Xpress Streaming Service, see [BLE Services](#), [Xpress Streaming Service](#). For information about using a mobile app to control and monitor a Bluetooth Xpress module, see the [BGXpress Mobile Framework](#).

Syntax

```
> str
```

Example

```
> str
STREAM_MODE
```

BGX Starter Kit のリセットボタンを押してください。local COMMAND モードで起動します。

```
[COMMAND_MODE]
>
```

次に、

str

とタイプして、リターンキーを押します。STREAM モードに遷移したことが確認できます。

```
[COMMAND_MODE]
> str
STREAM_MODE
```

5-4-3 ブレークアウト・シーケンス (STREAM モード ⇒ local COMMAND モード)

いったん STREAM モードに移行してしまうと、コマンドもデータとして取り扱われてしまい、BGX をコマンド制御できなくなってしまいます。例えば、BGX 側で `get bl a` (BLE アドレス取得コマンド) とタイプすれば、通信相手に `get bl a` という文字列がそのまま送信されます。

STREAM モードから local COMMAND モードへ移行させる手段が 2 つ用意されています。1 つは 5-4-1 章で紹介した `str_select` ピンの活用ですが、もう 1 つはブレークアウト・シーケンスを使用する方法です。特定の文字列を特定のタイミングで送信することで、BGX はそれを“文字列”ではなく“STREAM コマンドからの離脱コマンド”だと判断します。デフォルトでは `$$$` がブレークアウト・シーケンスに設定されています。`bu s s` を設定変更することで、ブレークアウト・シーケンスは変更することができます。このブレークアウト・シーケンスを、500 ms 以上のアイドルの後、数 ms 以内に送る必要があります。

なお、時間制約が厳しいため、ターミナルソフト上で手入力する方法ではブレークアウト・シーケンスの評価は難しいかもしれません。

bu s s

Bus Stream (breakout) Sequence

Description

Set a new bus stream breakout sequence. Sending the breakout sequence when in STREAM mode places the device in local COMMAND mode. To disable the breakout sequence, set to `none`. See [Serial Bus Modes](#).

In order to be seen as a breakout condition, the breakout sequence must be preceded and followed by idle periods of at least 500 milliseconds on the BGX UART's rx line. The amount of time between each character in the breakout sequence must be less than milliseconds.

Due to these timing constraints, it is generally not possible to send the breakout sequence by manually typing it into a terminal. Instead, a terminal program with the capability to send macros should be used.

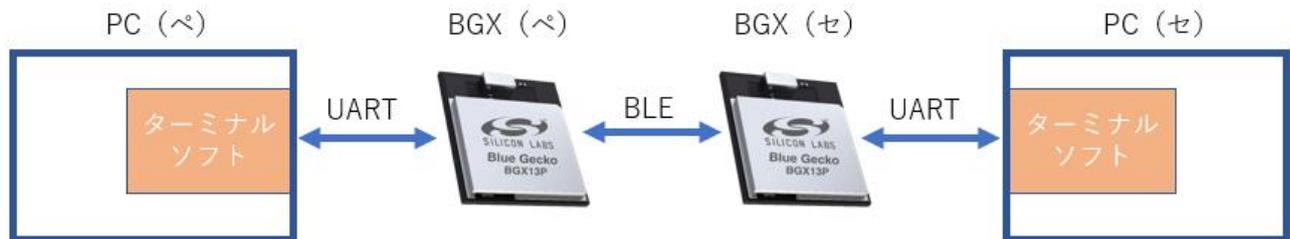
Note: Setting to `00` sets the breakout sequence to the hexadecimal `0x00`, corresponding to the ASCII NULL character.

Note: The breakout sequence does not work reliably for serial data rates less than 5000 bits per second.

Attribute	Description
format	up to 4-byte hex string
default	242424 ('\$\$\$')
access	get/set
save	yes

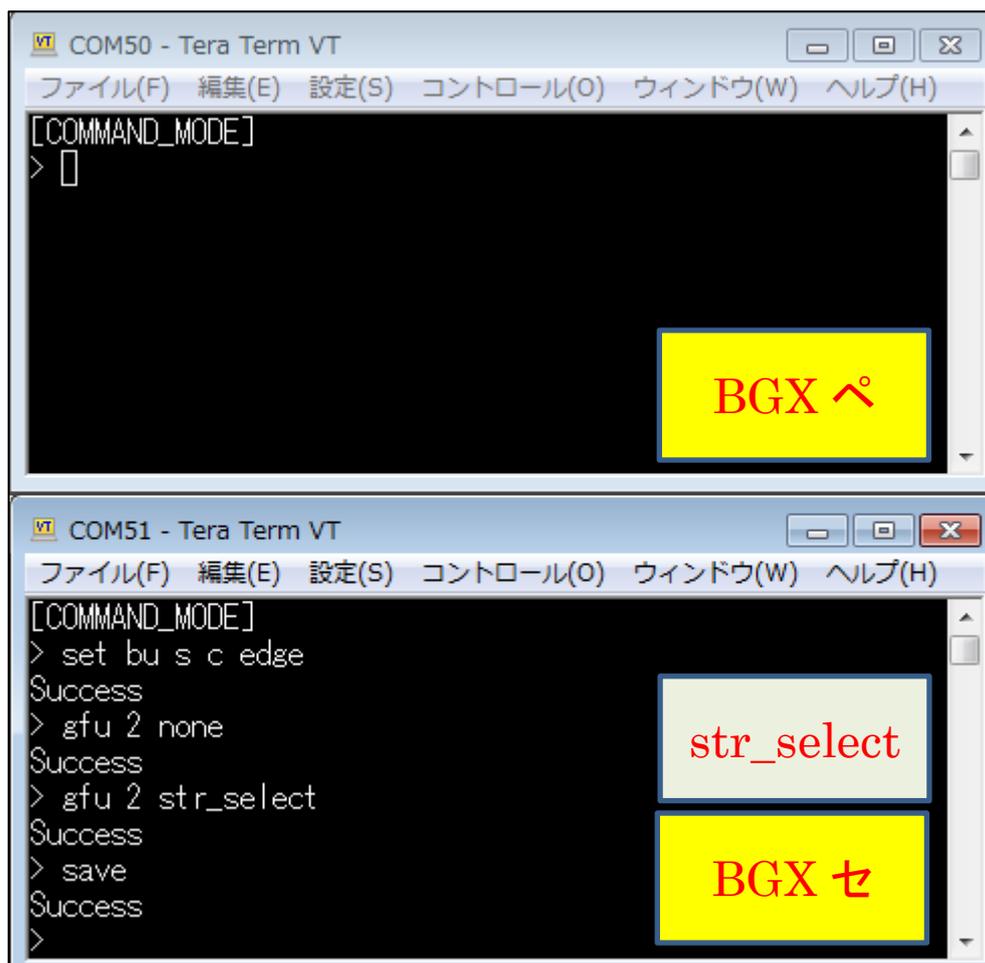
5-5 モード遷移を制御する (BGX ⇄ BGX)

2つのBGXを使用して、str_selectピン使用時のモード遷移の方法について見ていきましょう。



5-5-1 セットアップ

- ① 本資料 5-1-1 の手順に従い、BGX Starter Kit(ペ)を USB 経由で PC に接続し、ターミナルソフトから COM ポートを開きます。
- ② 本章では、BGX がデフォルトの状態であることを前提に解説していきます。**本資料 5-1-7 の手順に従い、BGX をファクトリーリセットしてください。**
- ④ BGX(セ)に対しても、同様の作業を行ってください。
- ③ 本資料 5-4-1 の手順に従い、BGX(セ)のボタン 0 に str_selectピンを実装してください。



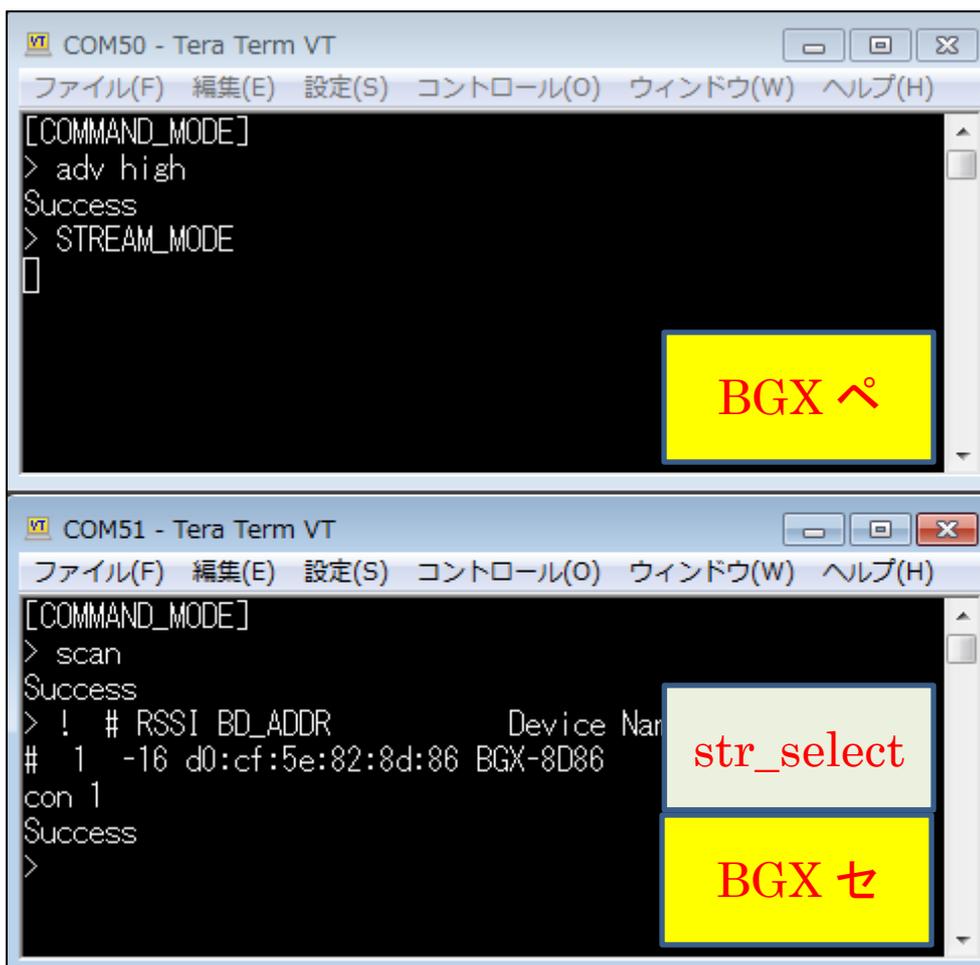
5-5-2 モード遷移を行う

str_select を実装していない BGX 同士の接続については、本資料 5-3 で確認したとおり、接続後どちらも STREAM モードに移行します。ここでは、str_select ピン使用した際の挙動を見てみましょう。

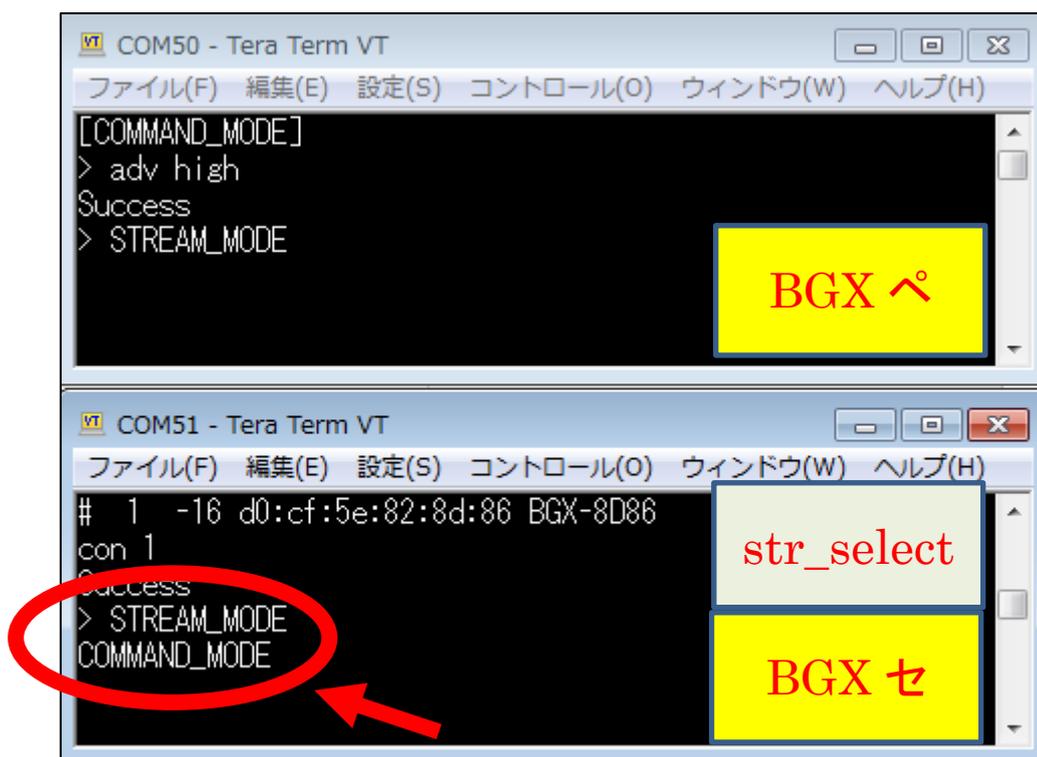
まずは、以下の手順で 2 つの BGX を接続します。

- ① BGX(ペ)で、アダバタイズ送信を開始する (adv high)
- ② BGX(セ)で、スキャンを開始する (scan)
- ③ BGX(セ)で、index 1 と接続する (con 1)

接続すると、str_select を実装していない BGX(ペ)は自動的に STREAM モードに移行します。



BGX(セ)のボタン 0 を押して STREAM モードに移行し、もう一度ボタン 0 を押して local COMMAND モードに戻ります。その間、BGX(ペ)は STREAM モードに留まったままです。str_select ピンは、自分のモードを変更することができますが、通信相手のモードは変更しません。



なお、BGX(ペ)およびBGX(セ)の両方に str_select ピンを実装した場合には、接続後に STREAM モードに移行せず、どちらも local COMMAND モードに留まります。

5-5-3 切断する (dct コマンド)

BLE 接続を終了するには dct コマンドを使用します。書式は、

dct

です。セントラル/ペリフェラルのどちらからでも切断することができます。

dct

Disconnect from peripheral or central

Description

Closes any ongoing BLE connection.

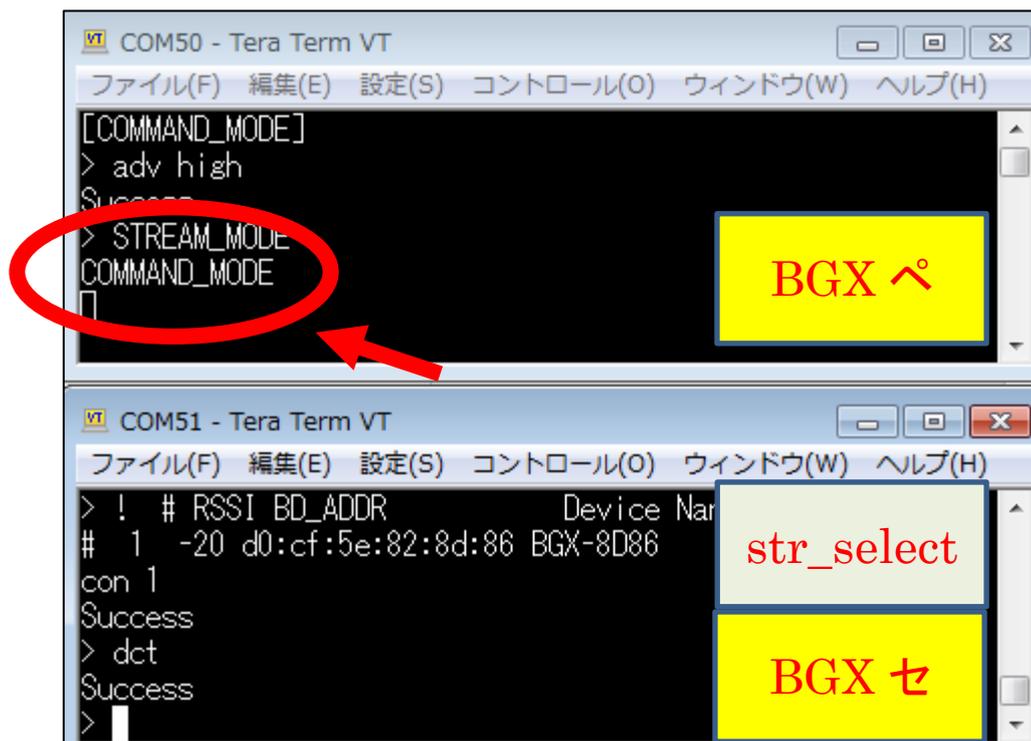
Syntax

> dct

Example

```
> dct
Success
```

本資料 5-5-2(ペリフェラル=STREAM)の状態、セントラル側で dct コマンドを実効すると、ペリフェラル側は切断後に自動的に local COMMAND モードに移行します。



6 FAQ

Bluetooth Xpress について、よく頂く質問をまとめました。

なお、**BGX の使用方法に関する FAQ は、アドバンスガイドをご参照ください。**

6-1 仕様・提供サービス

- 対応する Bluetooth のバージョンは何ですか？
 - Bluetooth 5.0 です。
- Bluetooth 5.0 の新機能 2M PHY に対応していますか？
 - 対応しています。なお、2M PHY は Bluetooth 5.0 の必須機能ではなくオプション機能です。
- Bluetooth 5.0 の新機能 LE Long Range (Coded PHY)に対応していますか？
 - 対応していません。なお、LE Long Range は Bluetooth 5.0 の必須機能ではなくオプション機能です。対応が必要な場合には、BLE モジュール BGM1xx ファミリをご使用ください。
- プロファイルやサービスをカスタマイズできますか？
 - プロファイルやサービスの変更は行えません。対応が必要な場合には、BLE モジュール BGM1xx ファミリをご使用ください。
- コマンドは追加できますか？
 - コマンドの追加は行えません。また追加依頼も承っておりません。
- BGX 内の制御プログラムのソースコードを提供してください
 - 提供しておりません。
- コマンドや Variable についての情報はどこで入手できますか？
 - WEB ドキュメントで情報を提供しております。
Command: <https://docs.silabs.com/bgx/latest/commands>
Variable: <https://docs.silabs.com/bgx/latest/variables>
- スマホアプリの開発について情報提供してくれますか？
 - WEB ドキュメントで情報を提供しております。
<https://docs.silabs.com/bgx/latest/bgx-mobile-library-intro>
- BGX Commander のソースコードはどこから入手できますか？
 - GitHub で BGX Commander のプロジェクトを提供しております。
<https://github.com/SiliconLabs/wireless-xpress>

- BGX はセントラルとして使用できますか？
 - 想定するユースケースは、
 - スマホ／タブレットなど(セントラル) ⇔ BGX(ペリフェラル)
 - BGX(セントラル) ⇔ BGX(ペリフェラル)

になります。BGX 同士で接続する場合を除き、BGX はペリフェラルとしてご使用頂けます。

- BGX13P Starter Kit の回路／レイアウト図は提供していますか？
 - Simplicity Studio をインストールの上、ドキュメント機能からご入手ください。

6-2 認証

- 電波法認証は取得していますか？
 - BGX13 は、日本、米国(FCC)、カナダ(ISED)、欧州(CE)などの電波法認証を取得済み、或いは取得予定です。最新状況はデータシートおよびテストレポートをご参照ください。

- テストレポートはどこから入手できますか？
 - WEB からダウンロード頂けます。(リンク)

- Bluetooth 認証は取得していますか？
 - Bluetooth 認証を取得していますので、ユーザ側でのテストは不要です。ただし、Bluetooth は最終製品(End Product)での登録が必要な規格ですので、ユーザ側でも Bluetooth のリスティング登録が必要になります。

- QDID を教えてください
 - BGX の QDID は以下リンクからご確認頂けます。QDID は Bluetooth のリスティング登録の際に必要な情報です。(AN1157 から抜粋)
Link Layer: <https://launchstudio.bluetooth.com/ListingDetails/11850>
Host Layer: <https://launchstudio.bluetooth.com/ListingDetails/11849>
RF-PHY(BGX13P): <https://launchstudio.bluetooth.com/ListingDetails/25012>
RF-PHY(BGX13S): <https://launchstudio.bluetooth.com/ListingDetails/70538>

改版履歴

Version	改定日	改定内容
1.0	2018年12月	・新規作成。マクニカオンラインで公開
1.1	2018年12月	・FAQ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