

16 軸ヒューマノイドロボット

# **FREEDOM jr.III スタートガイド**

**RX-28 Edition**

※初めにお読み下さい

# 1. はじめに

本製品をお使いいただく前に本書を熟読し、基本的な操作手順を予めご理解いただいた上で実機での操作を行って下さい。

## ■ 安全にお使いいただくために

本マニュアルでは、製品を安全に正しくお使いいただき、使用者や第三者への危害や財産への損害を未然に防ぐために以下の表記をしています。



**警告**

この表示を無視して誤った取扱いをすると、人が死亡又は重症を迫る可能性が想定されます。



**注意**

この表示を無視して誤った取扱いをすると、人が傷害を迫る可能性、及び物的損害のみの発生が想定されます。

## ■ 注意事項

FREEDOM jr.III を取り扱うに当たり、以下の点に注意して下さい。



**注意**

- 専用 AC アダプタ、専用バッテリーおよび専用充電器以外は使用しないで下さい。
- 動作中の関節に不用意に手などを近付けないで下さい。挟まれることがあります。
- 周囲に小さいお子様がいないことを確認してから使用して下さい。
- 動作前にバッテリー電圧・ネジの緩み・床面の状況などを確認、修正して下さい。
- アクチュエータが動作中には無理に力を加えないで下さい。ギアや内臓ドライバの故障の原因となります。
- 動作環境などにより初期姿勢の調整が必要な場合があります。その場合は後述する調整手順に従って調節して下さい。
- 本製品を落としたり、転倒させるなど強い衝撃を加えないようにして下さい。部品が破損することがあります。安定動作するまで吊り下げて歩行させたり、ロープ等で引き上げながら補助して下さい。
- フレーム、ケーブルの取り付け及び取り外しは、必ず電源を切った状態で行って下さい。
- 長時間高温・多湿が維持される場所では使用しないで下さい。動作不良又は性能劣化をまねきます。
- 腐食性ガス・潮風のある場所では使用しないで下さい。動作不良又は性能劣化をまねきます。
- 動作中に部品が異常に発熱したり、異音を発した場合はすぐに動作を中止して下さい。
- 分解・改造しないで下さい。本製品と「Bioid」シリーズとは、アクチュエータと一部フレームが共通である以外の互換性はございませんので、バッテリー等の流用はできません。
- 従来のバージョンの FREEDOM jr.III との混用はできません。



**警告**

- 結露等により濡れたら、電源供給を断ち、十分乾燥させてから使用して下さい。濡れたまま使用すると感電の恐れがあります。
- バッテリーを使用する場合は、必ず「FREEDOM jr.III 専用バッテリー」の章をよく読み、十分理解した上でご使用下さい。
- 電源にかかる端子、ケーブルの導線、コントロールボードが導電性のものに触れてショートすると回路が破壊され、火災の原因となります。必ず絶縁された状態を保って下さい。

## ■ 保証期間

- ご購入から 90 日間。

## ■ 保証範囲

次のような場合は保障の責務を負いかねます。予めご了承下さい。

- バッテリーの劣化、破損。
- 本製品の使用によるデータの消滅や破損。
- 本製品の使用によるその他のいかなる損失、障害、異常、事故。
- 改造などによる故障。
- 経時変化等による挙動の変化。
- 初期不良に起因するものを除く使用パーツの破損。
- 内蔵 CPU や microSD カードなどのフラッシュメモリの書き換え回数に伴う消去不良。

## 2. パーツ一覧

### ■ FREEDOM jr.III (ヒューマノイド型ロボット)

	品名	数量
FREEDOM jr.III (アセンブリ済)	BTE083 FDIII-HC	1 個
	BTX030 Dynamixel RX-28	16 個
	BTX040 Dynamixel AX-S1	1 個
	Dynamixel ケーブル	17 本(内 3 線 1 本)
	アルミフレーム、プラスチックフレーム	1 式
	ボルト・ナット類	1 式
	アルミシャーシ、アルミカバー、カバー用ビス	1 式
	BTH073 FREEDOM III RX-28 Edition 用バッテリー	1 個
	microSD カード	1 枚
外部電源用延長ケーブル	1 本	
AC アダプタ (12V 5A) ※	1 個	
BTH052 RC-100B	1 個	
BTH054 FREEDOM jr.III 充電器	1 個	

名称に BT?xxx とあるパーツはベストテクノロジー社の標準品を使用しています  
※2011 年 1 月以前の製品に付属している AC アダプタは、FDIII-HC と充電器兼用です。

### ■ ツール及びソフトウェアの動作環境

Windows2000・Windows XP・Windows Vista・Windows 7(一部デバイスドライバを除く x64)の管理権限でのインストール及び動作をサポートします。アクティブディレクトリ等のネットワーク環境及びリモートターミナル、サーバ、Windows95・98・Me は推奨しません。

### 3. 概要

FREEDOM jr.III RX-28version は、16 軸ヒューマノイドです。アクチュエータに Dynamixel RX-28、センサに Dynamixel AX-S1 を用い、制御用マイコンには ATMEL 社製 AT91SAM7S512(ARM7TDI コア)を使用しています。USB での有線通信、Bluetooth での無線通信(オプション)に対応できます。

本マイコン用の開発ツールとして簡易的な統合環境である GCC Developer Lite を採用し、C 言語によるプログラミングからコンパイル、マイコンボードのフラッシュ ROM への転送やターミナルソフトによる FREEDOM jr.III との通信や printf デバッグといった一連の作業を一貫して行うことができます。

#### ■ 用意するもの

FREEDOM jr.III の開発に必要な主な機材は以下の通りです。代表的なものをご紹介しますので、ご使用の環境や状況に合わせて別途ご用意下さい。

##### ◆ 必要なもの

PC(USB ポート装備)

ブラスドライバ(小/大):M2/M3 ネジ締結用

コンセント(家庭用 AC100~240V)

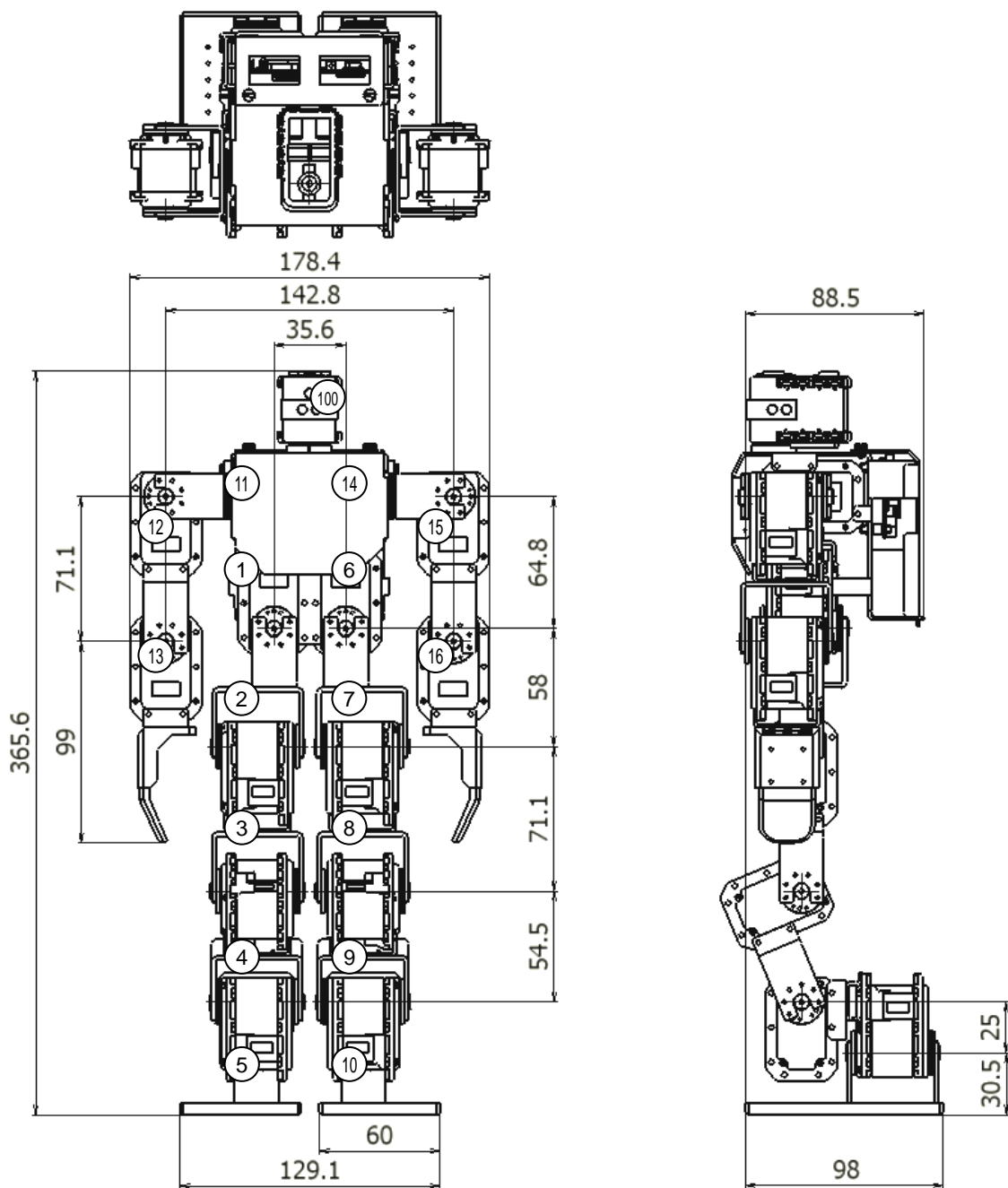
##### ◆ あると便利なもの

ロボットを吊るしておく台

#### ■ 主な仕様

FREEDOM jr.III RX-28 Edition	
ホストコントローラ	FDIII-HC
自由度	腕 6(3×2)、脚 10(5×2) 合計 16 軸
電源	AC アダプタ 12V 5Ah、LiPo 11.1V 800mAh
サイズ・重量	高さ 365.6×幅 178.4×奥行 98[mm] 2.03kg
センサ	・Dynamixel AX-S1 赤外線反射センサ、反射率及び周囲輝度検出(3 方向) 音センサ、音圧及びクラップ音検出 IrDA(赤外線シリアル通信用) ・FDIII-HC 加速度センサ
I/F	USB、ZEAL モジュール(Bluetooth)、プザー、microSD
開発ツール	GCC Developer Lite(専用ライブラリ付き)
付属サンプル	・サンプルモーションとターミナル経由操作 ・ポジション取り込みによるモーション作成 ・リモートコントローラによる操縦

■ FREEDOM jr.III 外観図



正面図・側面図・上面図(○内は Dynamixel の ID 番号)

## ■ 基本用語の説明

以下に、本書で使われる基本的な用語について説明します。文中で分からない単語が出てきた場合は、まずこちらをご覧くださいと良いでしょう。

### ◆ アクチュエータ

各関節を動かすための装置で、FREEDOM jr.III ではすべて Dynamixel シリーズの RX-28 を使用しています。ラジコン用サーボモータとは異なる I/F(インターフェース)を装備しており、専用プロトコルによるシリアル通信のみをサポートします。厳密には頭部の AX-S1 もアクチュエータですが、本書ではセンサと呼びます。

### ◆ コントローラ

FREEDOM jr.III の胴体に取り付けられている基板を指します。FREEDOM jr.III の頭脳となります。

### ◆ リモートコントローラ

人が FREEDOM jr.III を無線操縦するためのコントローラです。FREEDOM jr.III に取り付けられているコントローラ(マイコンがアクチュエータをコントロールする)と混同しないよう注意して下さい。

### ◆ フレーム

アクチュエータ同士を連結したり、マイコンボードを固定しているプラスチックやアルミ製の部品です。

### ◆ ZEAL モジュール

PCとFREEDOM jr.III、リモートコントローラとFREEDOM jr.III 間の無線通信を行うための Bluetooth 機器です。

### ◆ GCC Developer Lite

種々の組み込み向けマイコンボードの開発ツールの総称です。C 言語によるプログラム編集、gccによるコンパイル、マイコンボードに内蔵されたフラッシュ ROM への書き込み、シリアル通信によるコミュニケーションといったツールが含まれます。

### ◆ ブートローダ

煩雑になるマイコンボードへのプログラム書き込み操作を簡便に行うためのプログラムであり、マイコンボードに予め書き込まれています。

---

## 4. 推奨する導入手順

FREEDOM jr.III の仕組みを理解し、プログラム開発を行うに当たり、以下の流れで作業することをお勧めします。また、正常に動くかどうか確認する場合もこの導入手順を参考にして下さい。

### 前提条件: 購入直後

#### ① 開発ツール(GCC Developer Lite)の導入

GCC Developer Lite をインストールします。同時にターミナルソフト「SIMPLE TERM」もインストールされます。

#### ② バッテリー残量の確認

バッテリーはある程度充電された状態で出荷されますが、念のため事前にバッテリーの残量を確認し、満充電状態から使用して下さい。バッテリーは使用回数に限りがあるため、テスト動作の際は AC アダプタで電源を供給することをお勧めします。

#### ③ 各種ケーブルの接続

PC と FREEDOM jr.III のコントローラを USB ケーブルで接続し、FREEDOM jr.III に AC アダプタ又はバッテリーを接続します。

#### ④ サンプルプログラムのコンパイルと SIMPLE TERM でのプログラム転送

GCC Developer Lite で一通りの機能を網羅したサンプルプログラムをコンパイルし、SIMPLE TERM でプログラムをコントローラに転送します。

#### ⑤ FREEDOM jr.III の起動と SIMPLE TERM の表示の確認

サンプルプログラムを実行すると SIMPLE TERM のターミナルウィンドウに文字が表示され、FREEDOM jr.III が直立姿勢になることを確認します。

#### ⑥ SIMPLE TERM からのコマンド送信と動作確認

SIMPLE TERM から入力したキーコードでサンプルプログラムの動作が分岐することを確認します。

#### ⑦ リモートコントローラでの動作確認

リモートコントローラのボタンを押して、歩行やモーションを再生することを確認します。

#### ⑧ 個別サンプルの理解

各機能だけを抜き出したサンプルプログラムの動作を確認し、一部を変更してみるなどして内容を理解します。

#### ⑨ 専用ライブラリを使用した自作ソフトの開発

FREEDOM ライブラリを使って独自のプログラムを作成します。



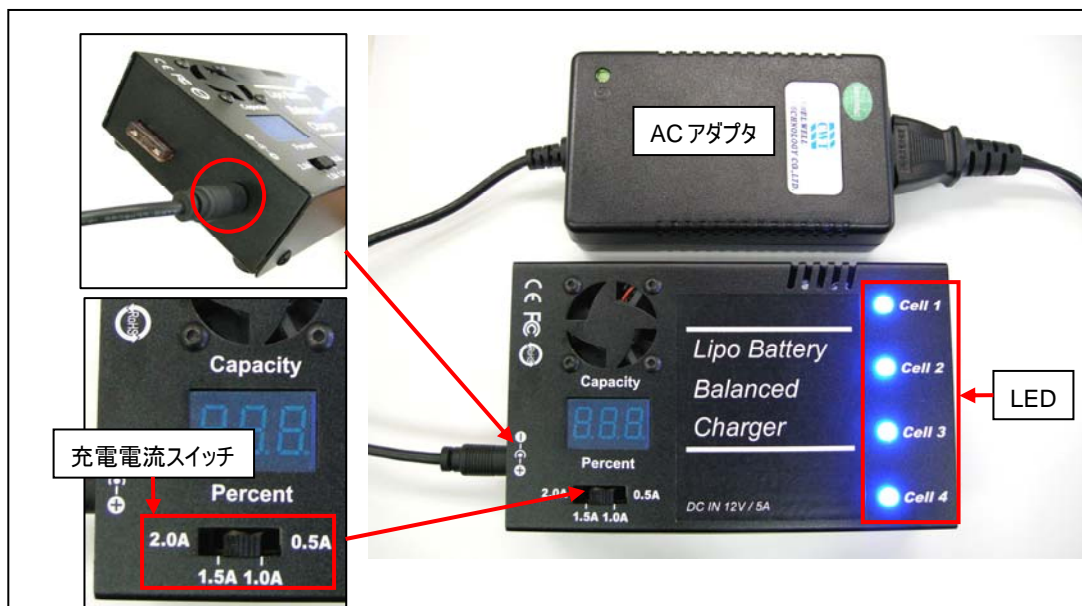
## 5. FREEDOM jr.III 専用バッテリー

FREEDOM jr.III は、リチウムポリマバッテリーを使用しています。誤った取り扱いをすると、バッテリーの劣化や破損、火災の原因となりますので、必ず本章をお読みになり十分ご理解いただいた上でご使用下さい。

### 警告

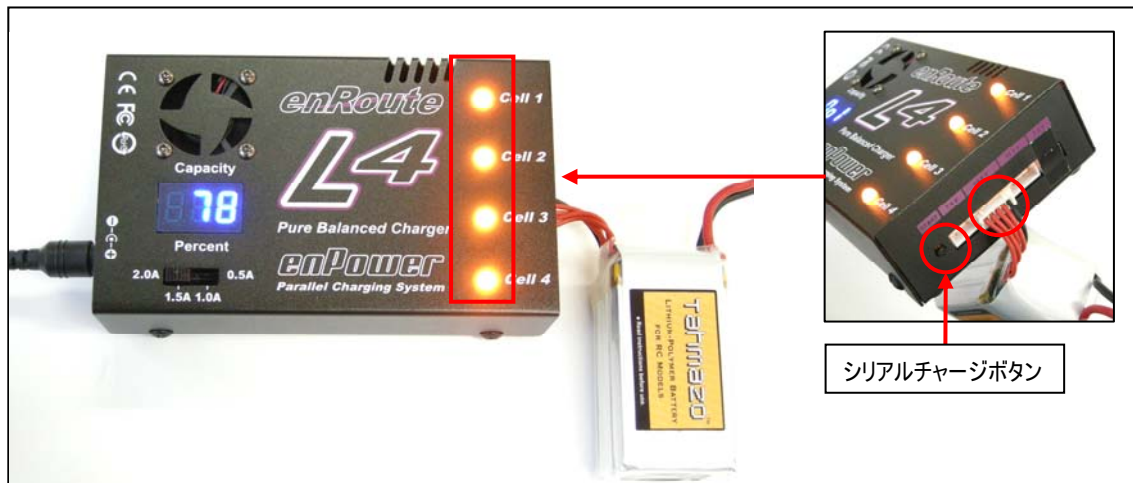
- FREEDOM jr.III 以外では使用しないで下さい。
- バッテリー付近は通気性の良い状態で使用して下さい。暫く使用しバッテリーの温度が上がった場合は、使用を止め放置して冷まして下さい。
- FREEDOM jr.III を使用しない場合は、必ずバッテリーを FREEDOM jr.III から取り外して保管して下さい。
- バッテリーに強い衝撃を与えたり、鋭利なもので傷つけたりしないで下さい。バッテリーがショートし、火災の原因となる場合があります。
- バッテリーのコネクタの出力端子を短絡しないよう十分注意して下さい。
- バッテリーに発熱や膨張などの異常が発生した場合は、すぐに使用を中止して下さい。
- 過放電状態(バッテリーの電力を消費し、バッテリー電圧が低下した状態)にならないよう注意して下さい。バッテリーを使用する前や、暫く使用した際には必ずバッテリーの残量を確認して下さい。FREEDOM ライブラリでは、バッテリー電圧が指定電圧よりも下るとアラームが鳴ります。但しアラームはあくまで目安ですので、定期的にバッテリーの充電容量を確認して下さい。アクチュエータに過大な負荷がかかっていない状態にも関わらずアラームが鳴りやまない時は、バッテリーを取り外し充電して下さい。
- バッテリーの保管は、FREEDOM jr.III から取り外し、摂氏 5°C～40°Cの範囲で、直射日光の当たらない場所に不燃性のケースに入れて保存して下さい。長期保存の際は、充電容量が 30～80%残っている状態で保存して下さい。また数カ月に一度は充電容量を確認し、残量が 30%を下回っている場合は充電を行って下さい。
- バッテリーの充電には、必ず付属の専用充電器と充電器専用 AC アダプタを使用して下さい。
- 充電時は必ずバッテリーを FREEDOM jr.III から取り外して行って下さい。
- 充電は引火の可能性のある物の近くでは行わないで下さい。
- バッテリーの温度が摂氏 35°Cを超えた状態で充電を行うとバッテリーが痛みます。FREEDOM jr.III を動作させた直後はバッテリーが冷めるのを待ってから充電を開始して下さい。
- 充電中はバッテリーから目を離さないで下さい。バッテリーが膨れたり発熱した場合はすぐに充電を中止して下さい。
- 充電が完了しているバッテリーを再び充電しないで下さい。バッテリーの劣化、破損の原因となります。ある程度使用してから充電して下さい。
- バッテリーの破棄の際は各自自治体の指示に従い、適切な処理を行って下さい。

## ■ バッテリ充電方法



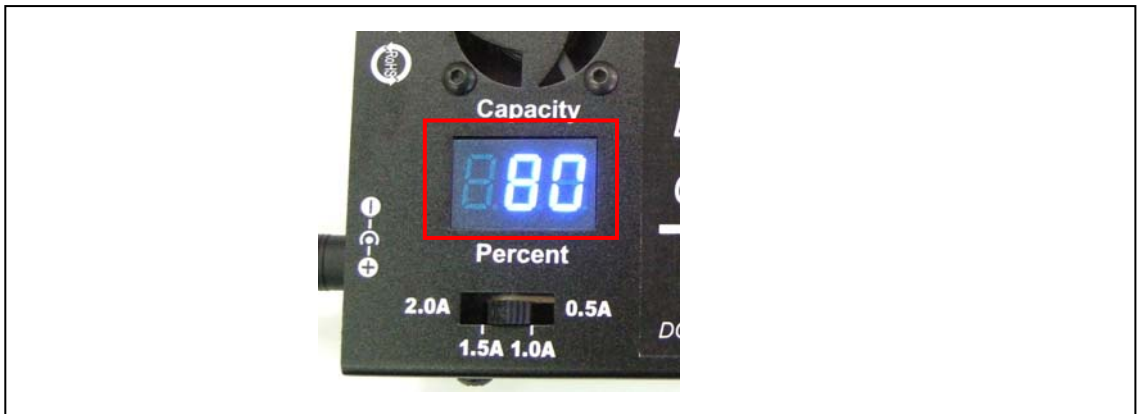
充電器に付属の充電器専用 AC アダプタを接続し、AC アダプタを家庭用電源(コンセント)に接続します。4 つの LED が青色に点灯することを確認します。

充電電流スイッチを 1.0A(右から 2 番目)に設定します。



バッテリーを充電器に接続すると充電が始まります。充電器に接続するバッテリーのコネクタは、FREEDOM jr.III 本体に接続するコネクタとは別のコネクタ(ケーブルが 4 本で横長のコネクタ)です。充電器にはコネクタの差し込み口が 4 つありますが、FREEDOM jr.III RX-28 Edition 専用バッテリーは右から 3 番目の 14.8V と書かれている差し込み口に接続します。バッテリーを接続すると Cell1~4 の LED がオレンジ色に点灯します。

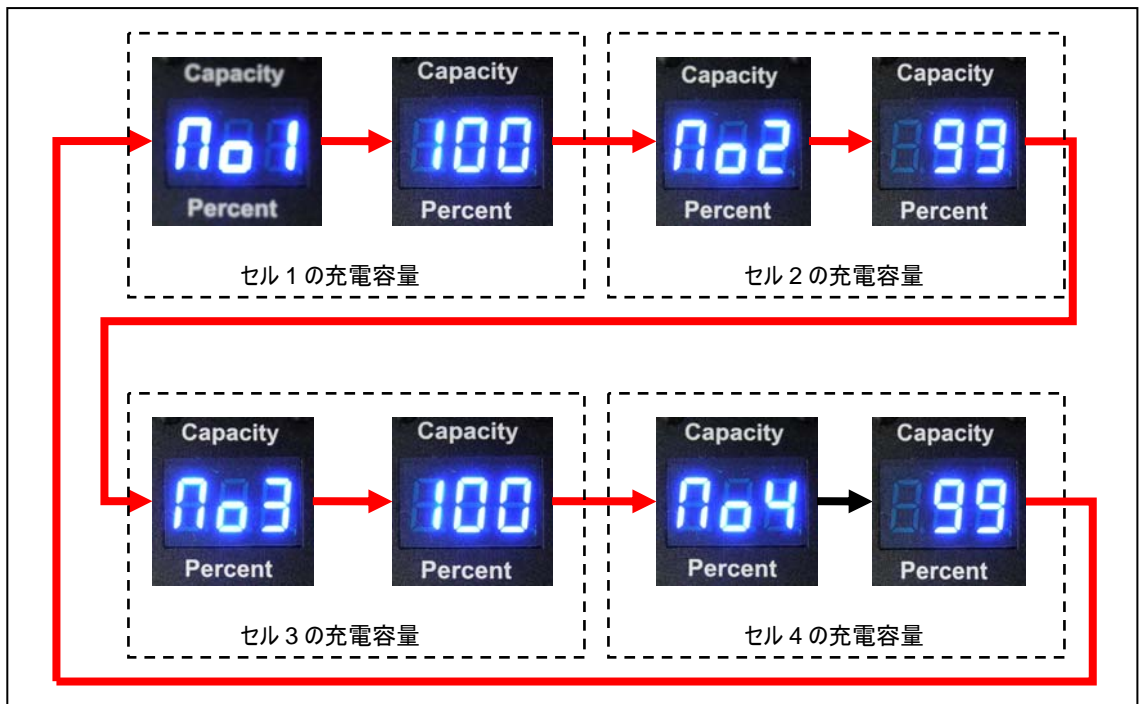
バッテリーを接続しても Cell1~4 の LED がオレンジ色に変わらない場合はバッテリーの異常です。バッテリー差し込み口の左にあるシリアルチャージボタンを一度押して、それでも LED がオレンジ色に変わらない場合は充電を中止し、バッテリーの使用を止めて下さい。



各セルのバッテリーの充電状況がパーセントで表示されます。数値には誤差がありますのであくまで目安として下さい。



充電が完了するとLEDが青色に変わります(充電状況が100%になっても充電完了ではありません)。セル毎のバラつきによってLEDが青色に変わるタイミングは異なります。すべてのLEDが青色に変わったらバッテリーを外して下さい。LEDが青色に変わった後もLEDがオレンジ色と青色で交互に切り替わることがありますが充電は完了しています。充電を長時間続けるとバッテリーの劣化、破損に繋がりますのでバッテリーを外して下さい。バッテリーが空の場合、充電完了までに約2時間かかります。2時間以上経過しても充電が完了しない場合は充電を中止して下さい。その場合でもバッテリーに異常がなければ使用できます。

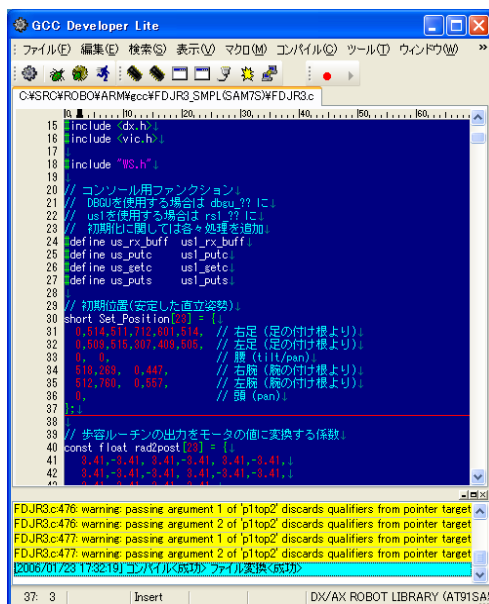


充電器に AC アダプタを接続しないでバッテリーのみを接続するとバッテリーの各セルの充電容量がパーセントで表示されます。充電時期の目安にして下さい。上図の順に各セルの充電容量を表示します。

10%	ほとんど空の状態です。 過放電でバッテリーの劣化、破損の危険があります。この状態になる前に充電を行って下さい。
30～80%	必要に応じて充電を行って下さい。保存する際はこの程度の容量が良いでしょう。
90～100%	ほぼ充電が完了しています。充電はしないで下さい。

## 6. ソフトウェアの紹介とインストール

### ■ GCC Developer Lite(簡易統合環境)



```
15 #include <dx.h>
16 #include <vic.h>
17
18 #include "RS.h"
19
20 // コンソール用ファンクション
21 // DB9を使用する場合は db9u_?? に
22 // us1を使用する場合は rs1_?? に
23 // 初期化に関しては各々処理を追加
24 #define us_rx_buff us1_rx_buff
25 #define us_putc us1_putc
26 #define us_getc us1_getc
27 #define us_puts us1_puts
28
29 // 初期位置(安定した直立姿勢)
30 short Set_Position[20] = {
31     0, 514, 511, 712, 601, 514, // 右足 (足の付け根より)
32     0, 509, 515, 207, 409, 505, // 左足 (足の付け根より)
33     0, 0, // 腰 (111/pan)
34     518, 253, 0, 447, // 右腕 (腕の付け根より)
35     512, 780, 0, 857, // 左腕 (腕の付け根より)
36     0, // 頭 (pan)
37     0
38 };
39
40 // 半容リーチンの出力をモータの値に変換する係数
41 const float rad2post[20] = {
42     3.41, 3.41, 3.41, 3.41, 3.41, 3.41,
43     3.41, 3.41, 3.41, 3.41, 3.41, 3.41
44 };
```

GCC Developer Lite はシングルソースを前提としたプログラムの編集及び gcc によるコンパイル機能を持ったエディタです。現在は一緒に同梱されるその他のツール(各種 gcc・各種ターゲットファイル・SIMPLE TERM・FLASH WRITER)をまとめた総称として GCC Developer Lite と呼んでいます。

Windows 上で動作する gcc であれば基本的に全てに対応するため、自ずと多種のマイコンにも対応する特質を持ったツールです。デフォルトで用意された環境を使用する事で必要最低限の操作で対象となるターゲットのプログラミングが出来ます。

### ■ インストール

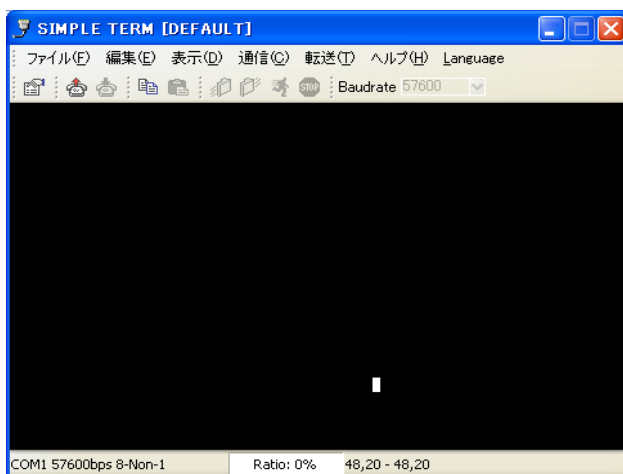
以下よりインストールパッケージをダウンロードし、GCC Developer Lite をインストールします。

<http://www.besttechnology.co.jp/modules/knowledge/?GCC%20Developer%20Lite#DOWNLOAD>

インストールの途中で使用言語の選択がありますので Japanese(日本語)を選択して下さい。コンポーネントの選択では「FREEDOM III (SAM7S)でのみ使用」を選択して下さい。その他の設定は全てデフォルトのままインストールを進めて下さい。

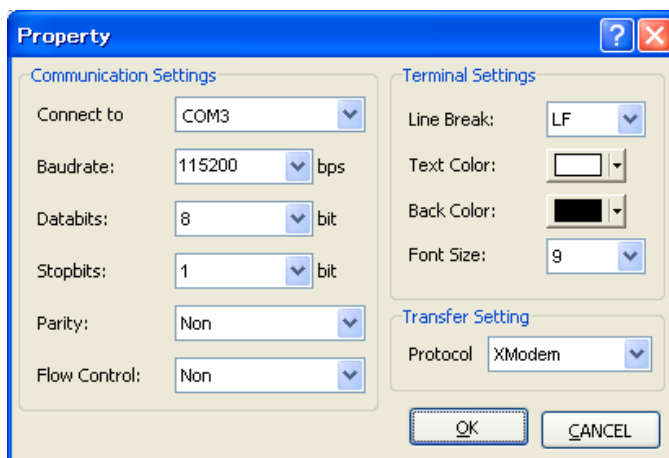
インストールが完了するとデスクトップに GCC Developer Lite のショートカットが作られますので、ダブルクリックして実行して下さい。

## ■ SIMPLE TERM (GCC Developer Lite に含まれるターミナルソフト)

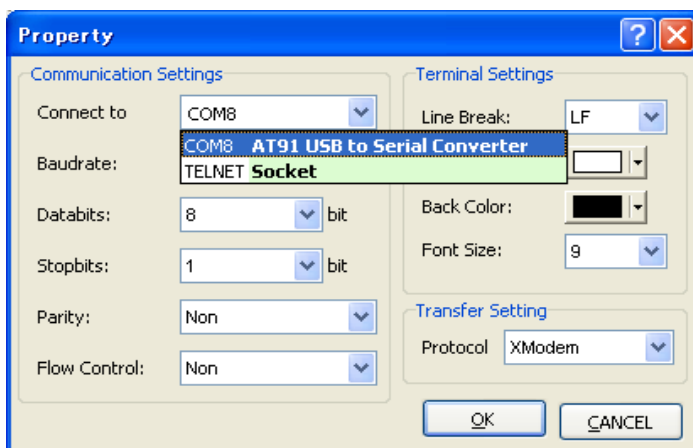


簡易的なシリアルターミナルソフトで、GCC Developer Liteと一緒にインストールされます。PCに備わったもしくは増設したCOMポートを使用して、ターゲットと文字によるコミュニケーションを行います。また一般的なダウンロードプロトコルによるファイルの転送といった機能も備えています。

使用するCOMポートの詳細設定は、「ファイル(F)」メニュー→「プロパティ(P)...」をクリックすると表示されるダイアログボックスにて行います。現在の設定が表示されますので、「Connect to」のプルダウンメニューからコントローラとの通信に使うCOMポートを指定します。



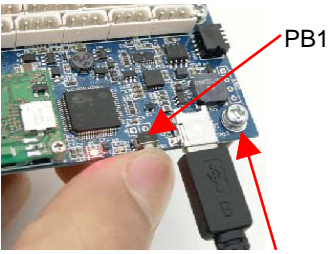
FREEDOM jr.III においては、PCとコントローラを USB ケーブルで接続すると「AT91 USB to Serial Converter」という仮想の COM ポートが追加されますので、以後はこのポートを常用します。



初めて USB ケーブルで PC とコントローラを接続すると Windows によりデバイスドライバのインストールを促されますが、GCC Developer Lite をインストールした PC であれば専用デバイスドライバも一緒に Windows のシステムフォルダへインストールされていますので、Windows によって検索させる事で自動的にインストールが行われます。

**⚠ 注意**

- 既にユーザープログラムが書き込まれている FDIII-HC を、デバイスドライバがインストールされていない PC の USB ポートに接続しても COM ポートが活性化しない事があります。ブートロダを確実にコマンドモードにさせ COM ポートとして認識させるには、SW1 を OFF にした状態で PB1 を押しながら USB ケーブルを接続します。



- PC には複数の USB コネクタが備わっていますが、通常接続口を変更すると再度デバイスドライバのインストールを促され、異なった COM ポートの番号が追加されてしまいます。使用する USB コネクタは同じ場所を使用するようにして下さい。

コントローラと PC を USB ケーブル及び ZEAL モジュールを使用して接続する際は以下の値を前提としていますので、予め SIMPLE TERM の設定を変更して下さい。コントローラと PC を USB ケーブルで接続する場合のボーレートはその限りではありません。

Baudrate	何でも構わない
Databits	8[bit]
Stopbits	1[bit]
Parity	Non
Flow Control	Non
Protocol	Xmodem

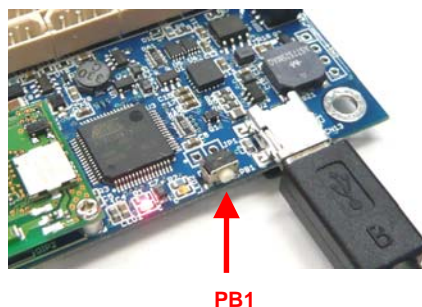
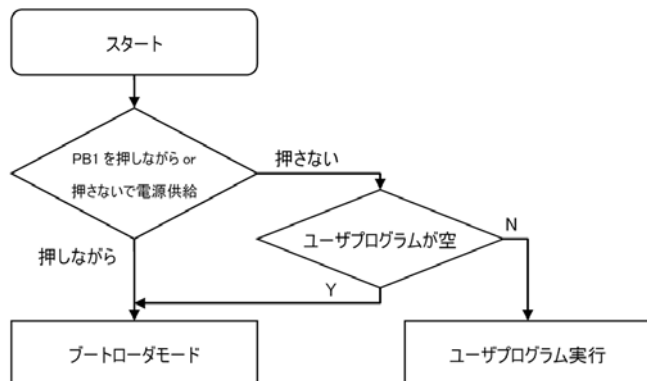
SIMPLE TERM の設定が完了したら、「通信(C)」メニューから「ポートオープン(O)」を、COM ポートを閉じるには「ポートクローズ(D)」をクリックします。

以後 PC からコントローラを操作するには SIMPLE TERM のみを使用します。

## ■ AT91SAM7S マイコンボード専用ブートローダ

コントローラのマイコンボードには予めブートローダというプログラムが書き込まれており、USB によるシリアル通信やユーザプログラムのダウンロード及び実行といった操作を受け持ちます。

以下にブートローダとユーザプログラムの遷移フローを記載します。



PC と FREEDOM jr.III を USB ケーブルで接続するとマイコンボードへの電源は PC から供給されます。よって PB1 を押しながら USB ケーブルを接続するとブートローダのコマンドモードになります。勿論 PB1 を押しながら外部電源を供給しても同様です。

PB1 を押さずに USB を接続又は外部電源を供給すると、ユーザプログラムが実行されます。但しユーザプログラムが空の場合はブートローダモードのコマンドモードになります。

ブートローダのユーザによる操作は FREEDOM jr.III においては限定的です。代表的なコマンドだけ紹介します。

コマンド	機能
w	XMODEM プロトコルにてユーザプログラムを受信
g	フラッシュ ROM にユーザプログラムが転送済みであればユーザプログラムに実行を遷移
e	フラッシュ ROM のユーザプログラムを消去
b	Bluetooth の設定モードに入る
c	接続可能な Bluetooth を検索し、ユーザがリストから接続する Bluetooth を選択する
w	Bluetooth を自動待ち受けモードに設定
i	Bluetooth の設定状況を見る
ESC	Bluetooth 設定モードを抜ける

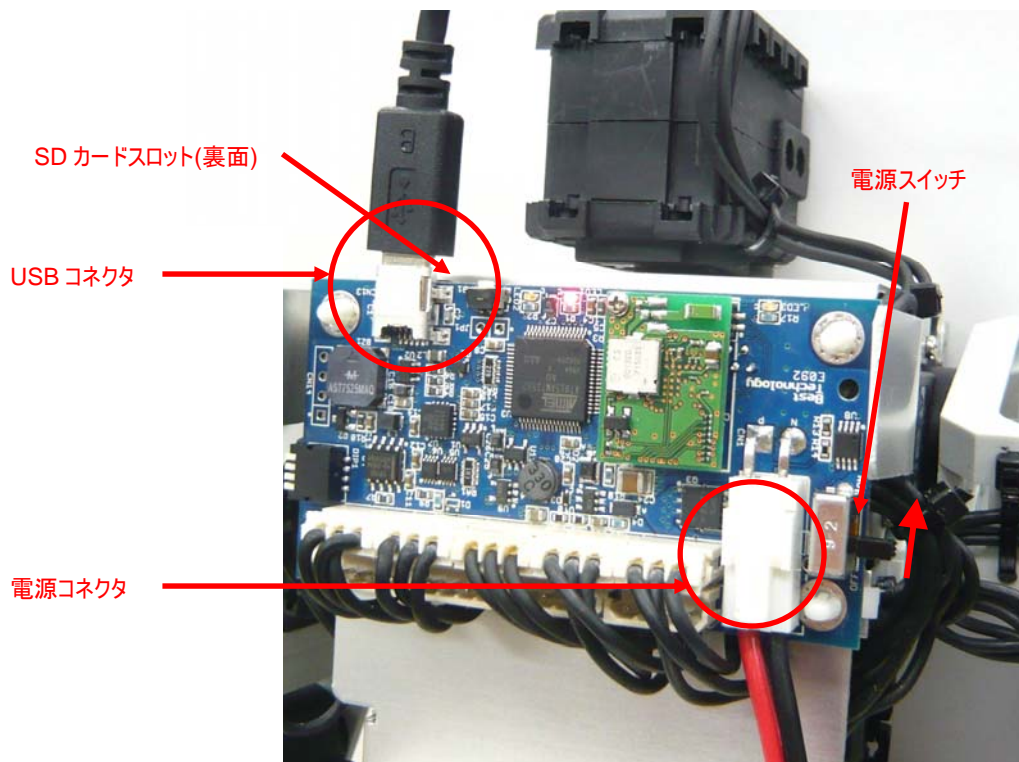


## 7. FREEDOM jr.III と PC の準備

### ■ バッテリ電圧と関節の緩み、ケーブルの破損チェック

バッテリー電圧が低かったり、関節・フレームのビスが緩んでいたり、ケーブルが断線していると正常に動作しませんので、動作前に異常がないことを必ず確認して下さい。また、バッテリーを使用する際は「FREEDOM jr.III 専用バッテリー」の章を良く読み、十分理解した上で使用して下さい。

### ■ AC アダプタ or バッテリの接続と FREEDOM jr.III - PC 間の接続



コントローラの電源スイッチは OFF の状態で AC アダプタまたはバッテリーのコネクタをコントローラに接続します。まずはブートルードモードへ入るために PB1 を押しながら USB ケーブルで PC とコントローラを接続します。USB のバスパワーでコントローラに電源が供給され赤い LED が点灯します。最後に FREEDOM jr.III の電源スイッチを ON にすると、全てのアクチュエータの LED が 1 度点滅します。

※写真は説明のためアルミカバーを外していますが、実際にはアルミカバーをした状態で運用して下さい。

## 8. サンプルプログラムのコンパイル、転送、実行

ここでは、サンプルプログラムを使用してコンパイルから転送、実行までの一連の流れを確認します。

### ■ サンプルプログラムの用意

以下よりサンプルプログラムをダウンロードして下さい。

<http://www.besttechnology.co.jp/modules/knowledge/?FREEDOM%20jr.III%20Sample%20Code>

ダウンロードしたファイルを解凍して下さい。プログラムを保存しているフォルダのアドレスやファイル名に日本語が入っているとコンパイル操作に失敗することがありますのでご注意ください。

サンプルプログラムの構成

MakeSDDData.c	microSD カード上にモーション管理データを作成	
SMPL1(PlayMotion).c	モーションの再生	
SMPL2(RC-100).c <sup>※1</sup>	リモートコントローラでの操作	
SMPL3(ControlRangeLimit).c	アクチュエータの動作角度の設定	
SMPL4(EditMotion).c	モーションの編集	
SMPL5(MotionStoreFlash).c	ホームポジション及びモーションの内蔵フラッシュへの保存	
SMPL6(MotionStoreSDCard).c <sup>※2</sup>	ホームポジション及びモーションの microSD カードへの保存	
SMPL7(Walk).c	歩行	
SMPL8(All).c	総合	
share	Humanoid16Axis.h	モーションデータの構造定義
	HumanoidSampleFlashData.c	サンプルのモーション管理テーブル
	HumanoidSampleFlashDataBlank.c	空のモーション管理テーブル
	HumanoidServoParam.c	アクチュエータ割り当て定義
	HumanoidWalk.c	歩行ルーチン

※1) リモートコントローラ(Basic Kit はオプション)が必要です。

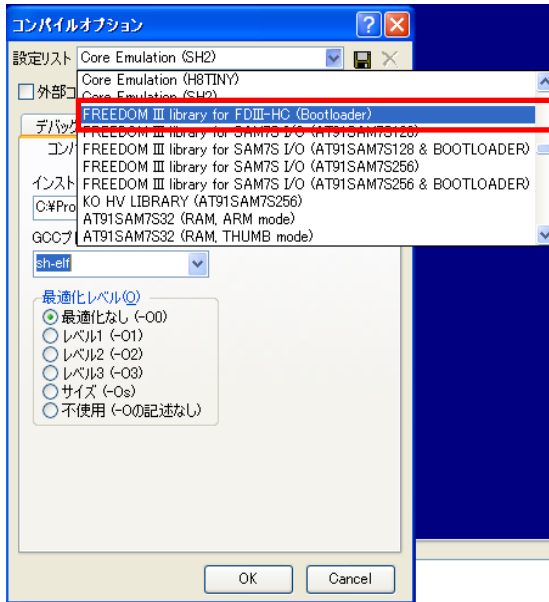
### ■ GCC Developer Lite でサンプルプログラムを開く

GCC Developer Lite を起動し、サンプルプログラムのいずれかのファイルを開きます。もしコンパイルを一度でも行っていた場合は次のダイアログボックスが表示されますので、その際は「OK」を押しコンパイルオプションの設定を再度行う必要はありません。



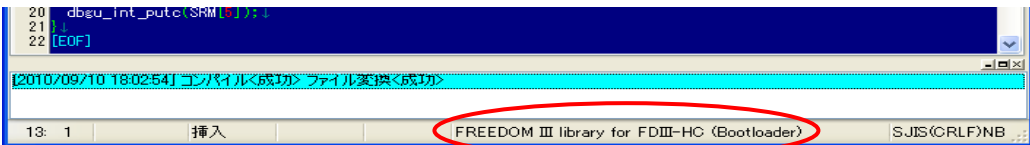
## ■ コンパイルオプションの設定とコンパイル

コンパイルするための情報を設定します。「ツール(T)」メニュー→「コンパイルオプション(O)...」をクリックすると次のダイアログボックスが表示されます。

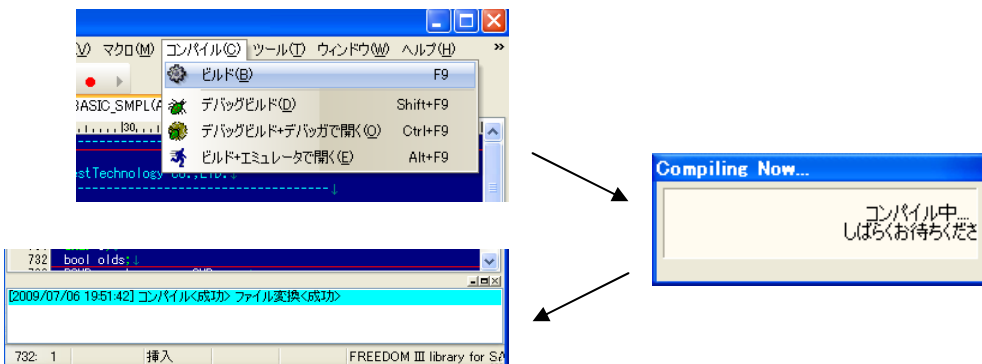


ダイアログの最上段にある設定リストから「FREEDOM III library for FDIII-HC (Bootloader)」を選択します。選択後に表示されるダイアログボックスには「OK」で応えます。

最後にコンパイルオプションダイアログボックスの下段にある「OK」を押して設定を反映させます。「Cancel」を押すと設定リストは反映されません。なお、現在読み込まれている設定リストは GCC Developer Lite のステータスバーに表示されます。

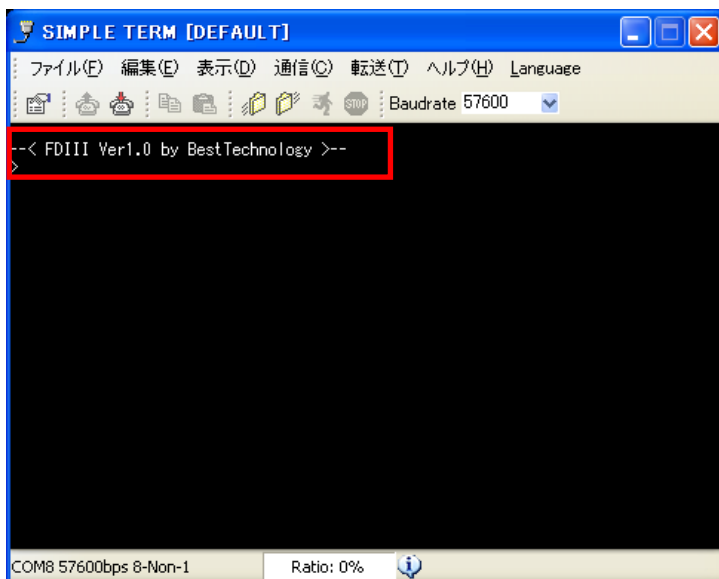


これでコンパイルする準備が整いましたのでコンパイルを実行します。「コンパイル(C)」メニュー→「ビルド(B)」をクリックするか[F9]キーを押して下さい。コンパイル中を示す表示が消えた後、ウィンドウ下段のコンパイラ動作ログに「成功」のメッセージが表示されたらコンパイル成功です。コンパイルに成功すると SIMPLE TERM が起動します。既に SIMPLE TERM が起動している場合、新たに SIMPLE TERM は起動されません。





## ■ SIMPLE TERM を使ってプログラム転送

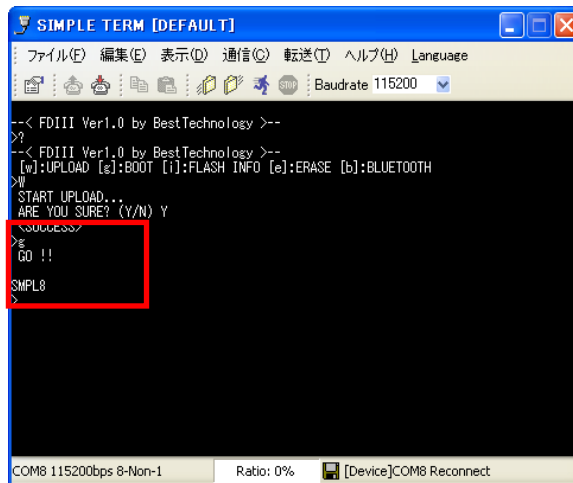
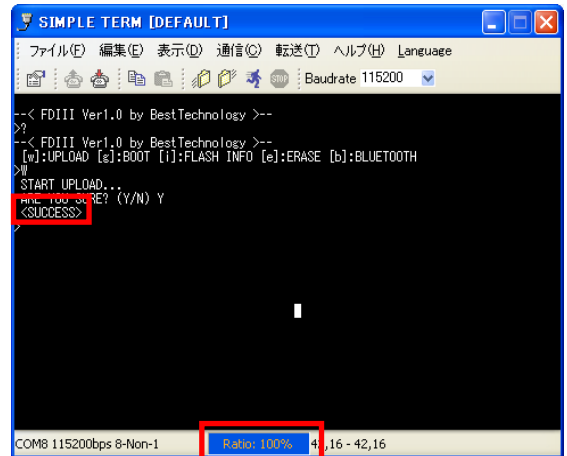
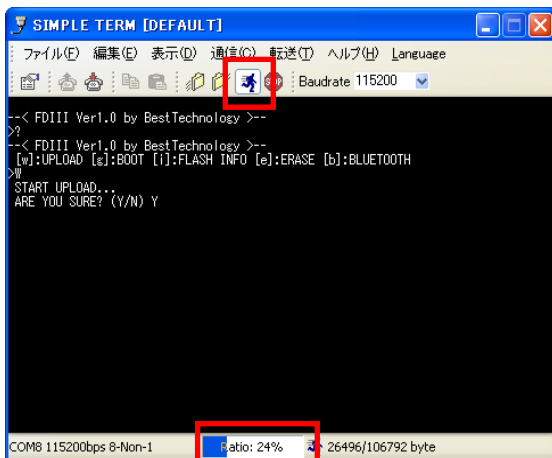
SIMPLE TERM の通信設定を行い、COM ポートを開きます。



正しく接続されていれば、SIMPLE TERM に上のようなメッセージが表示されます。この状態がブートローダのコマンドモードで、マイコンボードのフラッシュ ROM へのプログラムの転送や、フラッシュ ROM に保存されたプログラムの実行が行えます。

この時ツールボタン上の  アイコンが使用可能でなくてはなりません。もしクリックできない場合は COM ポートを開くか、再度コンパイル後のメッセージで OK を押して SIMPLE TERM を起動し直して下さい。

ツールボタン上の  アイコン又は「転送(T)」メニュー→「スクリプト実行(S)」をクリックすると、先ほどコンパイルしたプログラムの転送が開始されます。下の青いバーが 100% になり<SUCCESS>と表示されたら転送成功です。



キーボードで「g」を入力するとフラッシュ ROM に転送したプログラムが実行されます。

なお、SIMPLE TERM は「g」が入力された直後に一旦開いている COM ポートを自動的に閉じ、再度自動的に開きます。これはブートローダが管理する USB 仮想シリアルポートがダウンロードしたアプリケーションに実行を遷移する直前に一旦動作終了した後、ダウンロードしたアプリケーションに USB 仮想シリアルポートの管理を譲るためです。

通常であればポートを開かない閉じる操作を行わずとも SIMPLE TERM が自ら判断して開閉を行います。万が一自動的にポートを開閉しない場合は、USB ケーブルを一度抜いてから再び接続し、COM ポートを設定し直して下さい。

以後 SIMPLE TERM はダウンロードしたアプリケーションのコンソールとして機能します。

ユーザプログラムからブートローダモードに移行するには、電源スイッチを OFF にして USB ケーブルを抜いてから、再び PB1 を押しながら USB ケーブルを接続します。あるいは FREEDOM jr.III API にユーザプログラムからブートローダモードに移行する関数がありますので、プログラムが終了するかキー入力等によってブートローダモードに移行するようなプログラムを書くようにすると便利です。

## 9. サンプルプログラムのフロー及び操作

ほとんどのサンプルプログラムは SIMPLE TERM から入力したキーに応じて動作を分岐します。そのサンプルで使用できるコマンドのリストは SIMPLE TERM 上で Enter キーを入力すると表示されます。

ここではいくつかの動作を確認するだけに留めていますので、詳細についてはサンプルプログラムのソース内に記述されたコメント及び FREEDOM III API のドキュメントを参照して下さい。

### ■ ホームポジション

ホームポジションは全ての個体において異なる値を持ち、モーションデータや歩行の演算の出力結果に対するオフセットとして用いられる全ての位置や角度に関する基準となる重要なデータです。

サンプルプログラムでも定義されていますが、あくまでサンプル値となりますので、お持ちの FREEDOM jr.III でホームポジションを再取得した上でプログラムに反映して使用する事が必要となります。ここでは「概要」の章の「FREEDOM jr.III 外観図」にある姿勢をホームポジションと想定しています。

ホームポジションを正しく設定することで、部品を交換した時や、異なる FREEDOM jr.III における機構的なズレを気にすることなくモーションデータを共有することができます。

出荷時には、調整されたホームポジションが SD カードに保存されています。

### ■ モーション再生

挨拶や起き上がりといった数点のモーションを用意しており、任意のキーでそれらのモーションを呼び出して実行できます。データの管理方法は 2 種類あり、自分自身のプログラム中に定義した初期値付きモーションデータ構造体を直接実行するか、管理テーブルで管理されたモーション(microSD カードもしくはマイコン内蔵フラッシュメモリの後半に保存される)を検索・実行する方法があります。

### ■ 歩行

ZMP を考慮に入れた保容生成ルーチンに任意のパラメータを与える事で歩行のスピードを変えたり、重心の移動量を変更するといった事ができます。なお歩行ルーチンの改修にはかなりのスキルが必要ですので、現状ではコードを変更しないで下さい。

### ■ モーション作成

数値だけで構成されるモーションデータを簡便に作るためのサンプルがあります。サンプルによっては作成して実行するだけのものと、作成したモーションを管理テーブル上に保存したり読み出したりできるものがあります。

モーションを作成する際は、

1. 全身の関節から力を抜き(トルク OFF) ロボットの関節を手で自由に動かせる状態にする
2. 好きな形に成形し再び関節に力を入れ(トルク ON)その状態を保持させる
3. 現在のポジションを取得しモーションの 1 つのポーズを記憶させる。
4. 1~3 を何回か繰り返し、一連のポーズを記憶する。

最終的にこれらのポーズとポーズの間を自動的にスムーズに補間して実行させる事がモーションとなります。

### ■ 独自のプログラムの作成

別紙 FREEDOM III API マニュアルを参考にプログラムします。

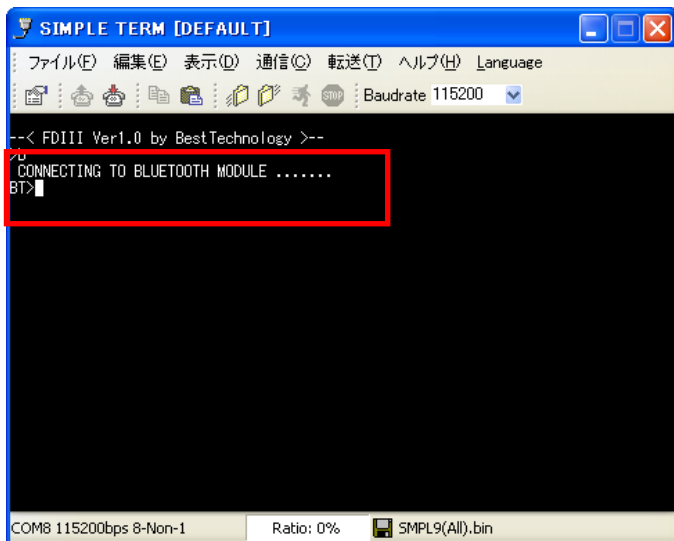
# 10. 無線通信

## ■ リモートコントローラとの通信

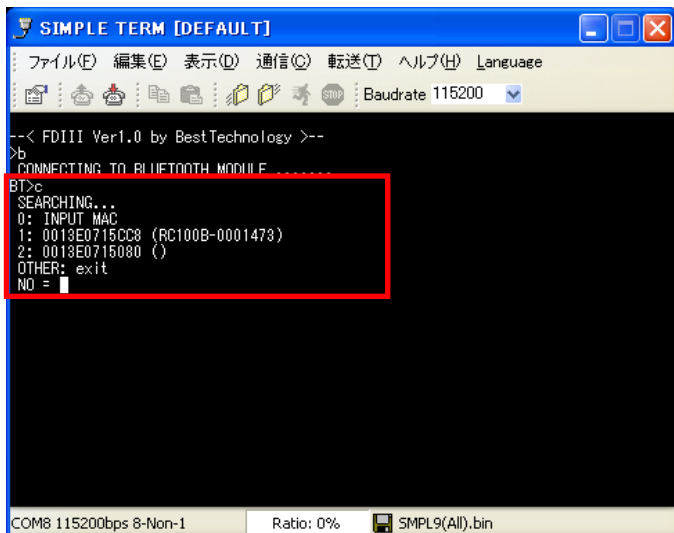
リモートコントローラに搭載されている ZEAL モジュールは自動待ち受けに設定されています。よって FREEDOM jr.III 側からリモートコントローラへの接続を行います。コントローラにおけるブートローダのコマンドモードで接続先 Bluetooth 機器の設定が可能です。

外部電源を絶った状態で PB1 を押しながら USB ケーブルを接続しブートローダのコマンドモードへ入ります。

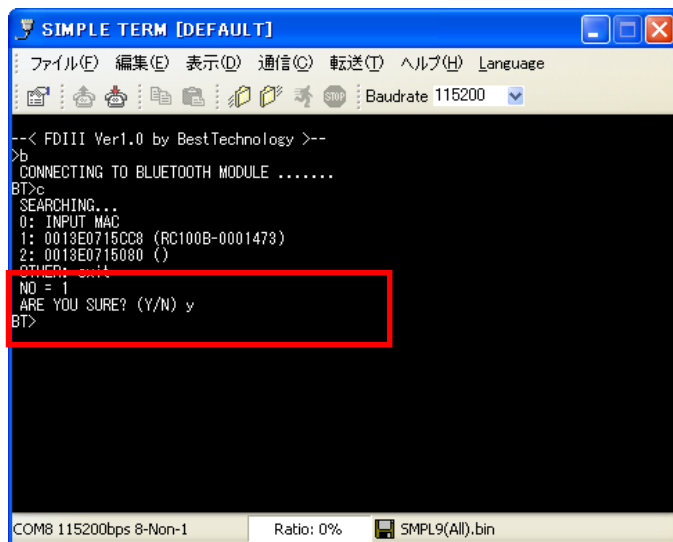
SIMPLE TERM の COM ポートを開き、ブートローダのコマンドモードに入ったらキーボードで「b」を入力して Bluetooth 設定モードへ入ります。



キーボードで「c」を入力すると接続可能な Bluetooth 機器が列挙されます。このときリモートコントローラの電源を入れておく必要があります。リモートコントローラは電源スイッチを長押しすることで電源が入ります。もう一度電源スイッチを長押しすると電源が切れます。



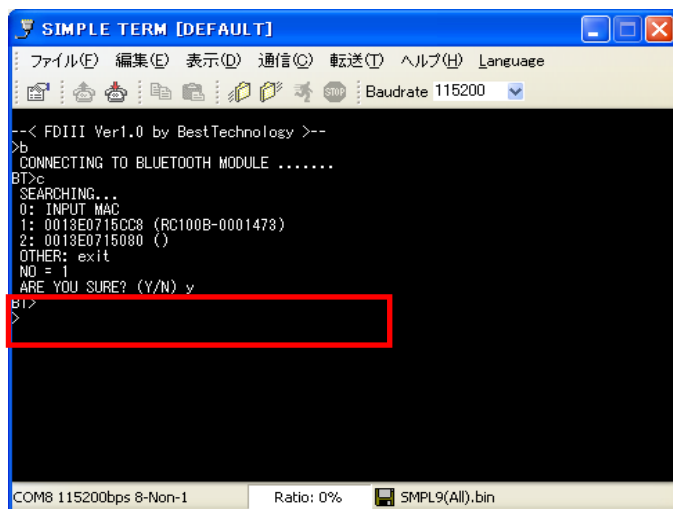
検索結果は「リスト番号:MAC アドレス(機器名称)」の形式で表示されます。リスト番号 0 は自分で MAC アドレスを入力する際に指定します。リストの中から MAC アドレス(12 桁の 16 進数)、又は機器名称(RC100B-xxxxxxx)がリモートコントローラと同じもののリスト番号をキーボードで入力し、「ARE YOU SURE? (Y/N)」と表示されたら「y」を入力します。



```
SIMPLE TERM [DEFAULT]
ファイル(F) 編集(E) 表示(D) 通信(C) 転送(T) ヘルプ(H) Language
Baudrate 115200

--< FDIII Ver1.0 by BestTechnology >--
>b
CONNECTING TO BLUETOOTH MODULE .....
BT>c
SEARCHING...
0: INPUT MAC
1: 0013E0715CC8 (RC100B-0001473)
2: 0013E0715080 ( )
OTHER: exit
NO = 1
ARE YOU SURE? (Y/N) y
BT>
```

キーボードの ESC キーを押して Bluetooth 設定モードから抜けます。直後にリモートコントローラと FREEDOM jr.III の Bluetooth 通信が確立しコントローラの緑の LED が点灯します。



```
SIMPLE TERM [DEFAULT]
ファイル(F) 編集(E) 表示(D) 通信(C) 転送(T) ヘルプ(H) Language
Baudrate 115200

--< FDIII Ver1.0 by BestTechnology >--
>b
CONNECTING TO BLUETOOTH MODULE .....
BT>c
SEARCHING...
0: INPUT MAC
1: 0013E0715CC8 (RC100B-0001473)
2: 0013E0715080 ( )
OTHER: exit
NO = 1
ARE YOU SURE? (Y/N) y
BT>
```

設定を変えない限り、以後はリモートコントローラと FREEDOM jr.III の電源を入れるだけで自動的に Bluetooth の接続が確立します。



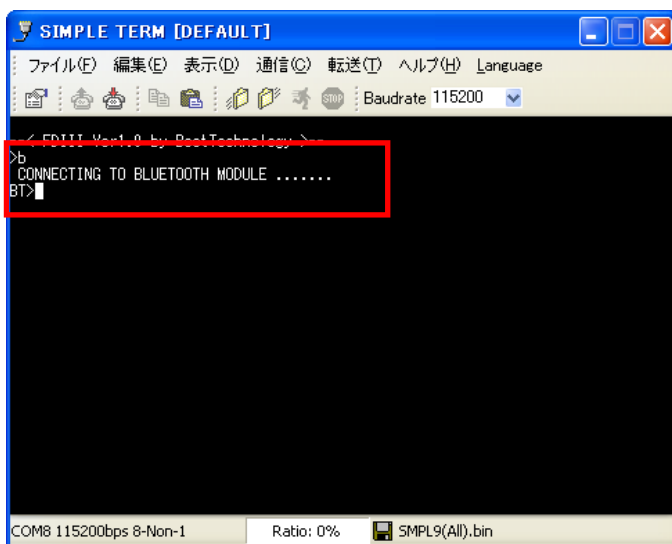
## ■ PC との通信

FREEDOM jr.III に搭載された ZEAL モジュールと Bluetooth を搭載した PC 間での無線通信が可能です。USB ケーブルの代わりとして利用できます。

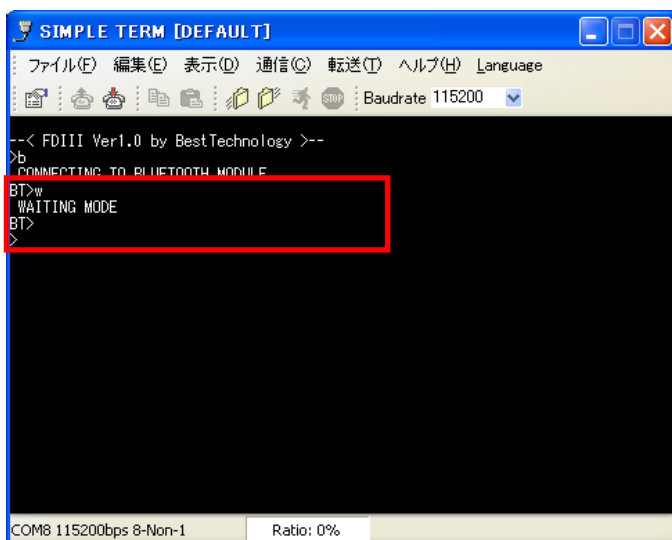
PC 側の Bluetooth 機器の操作については、お使いの PC 又は Bluetooth 機器の取扱説明書をご覧ください。

### ① コントローラの ZEAL モジュールを自動待ち受けに設定する

SIMPLE TERM の COM ポートを開き、ブートローダのコマンドモードに入ったらキーボードで「b」を入力して Bluetooth 設定モードへ入ります。



キーボードで「w」を入力すると自動待ち受けに設定されます。キーボードの ESC キーを押して Bluetooth 設定モードを抜けます。ブートローダがバージョン 1.8 以降の場合「WAITING MODE」ではなく「MASTER MODE」と表示されます。



## ② PC の Bluetooth デバイス設定

Bluetooth を搭載した PC から FREEDOM jr.III に搭載されている ZEAL モジュールを検索します。ここからはお使いの PC 又は Bluetooth 機器によって操作方法が異なります。ここでは Windows XP における一般的な方法を紹介し  
ます。

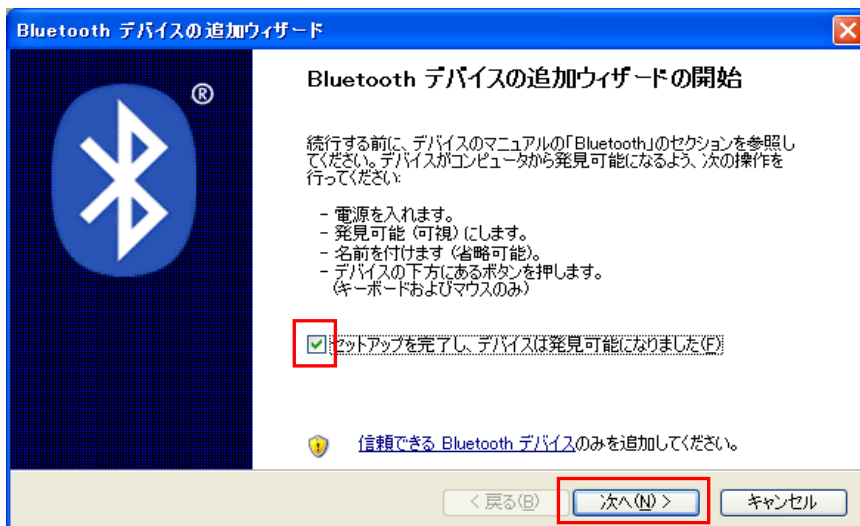
Windows の「スタート」→「コントロールパネル」内の「Bluetooth デバイス」をダブルクリックします。



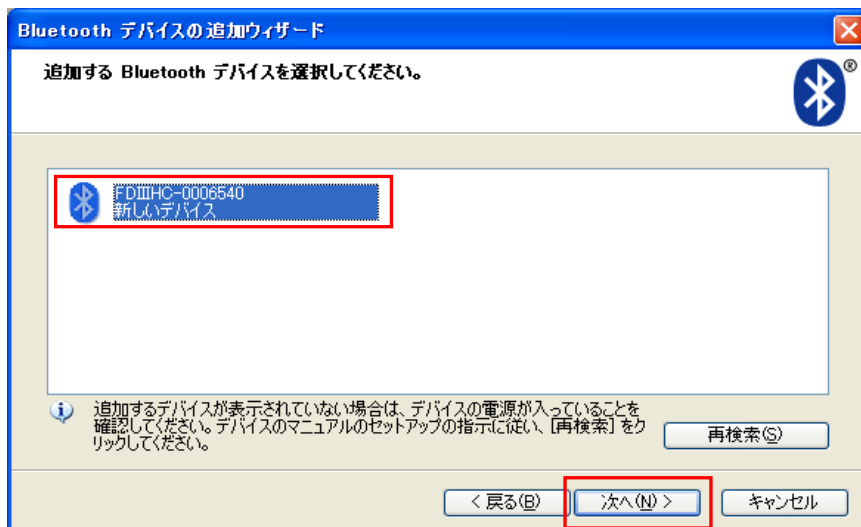
「Bluetooth デバイス」ウィンドウの「追加」をクリックし、Bluetooth デバイスの追加ウィザードを表示させます。



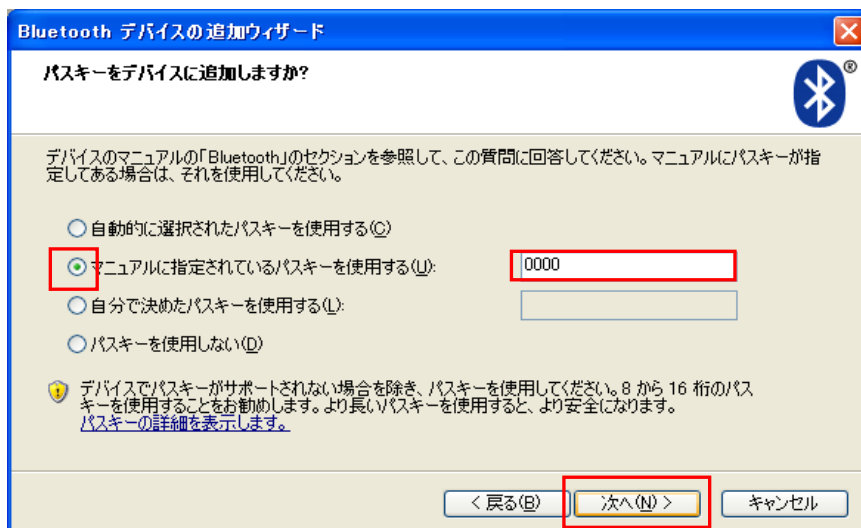
「セットアップを完了し、デバイスは発見可能になりました」にチェックを入れ「次へ」をクリックします。



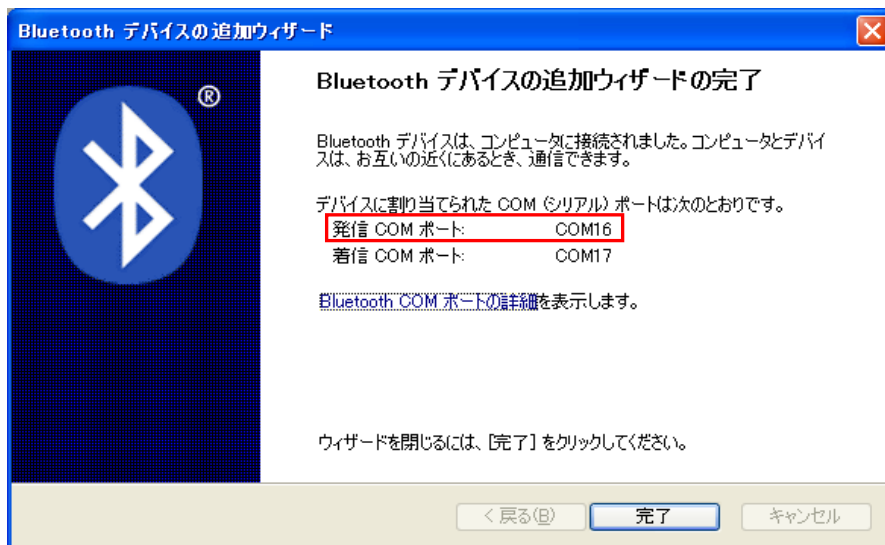
Bluetooth の検索が始まりますので暫く待ちます。検索が終わり「FDIIIHC-XXXXXXX」(XX はシリアルナンバー)が表示されたら選択し「次へ」をクリックします。検索に失敗したらコントローラの電源が入っていること、ブートローダの Bluetooth 設定モードから抜けていることを確認して「再検索」をクリックして下さい。



「マニュアルに指定されているパスキーを使用する」にチェックを入れ「0000」と入力し「次へ」をクリックします。もしパスキー(PIN コード)を変更している場合はその値を入力します。



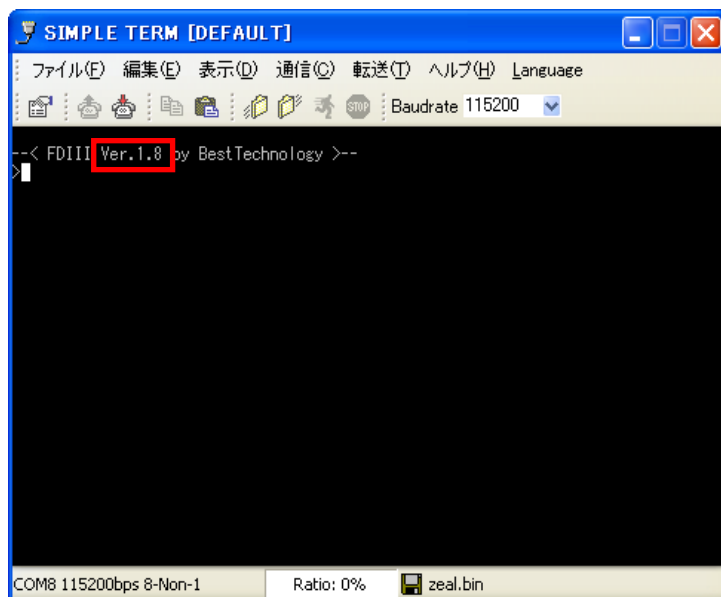
「発信 COM ポート」の番号(以下の例では COM16)をメモします。SIMPLE TERM 等でこの COM ポートを使って Bluetooth 通信を行ってください。「完了」をクリックして終了します。



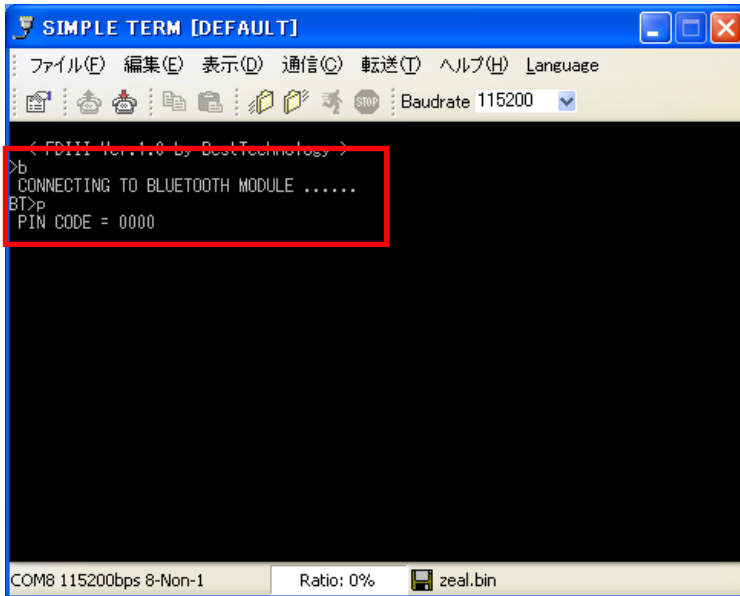
## ■ PIN コードの設定

PIN コードとは、前項のように Bluetooth の設定を行う際に使用するパスワードのようなものです。予め PIN コードを変更しておくことで、不特定多数からの接続を防ぐことができます。

PIN コードの設定を行うには、FDIII-HC のブートローダがバージョン 1.8 以降である必要があります。バージョン 1.7 以下の場合には、セキュリティ向上のためブートローダをアップグレードすることをお勧めします。ブートローダのバージョンはコマンドモードに入った直後に表示されます。

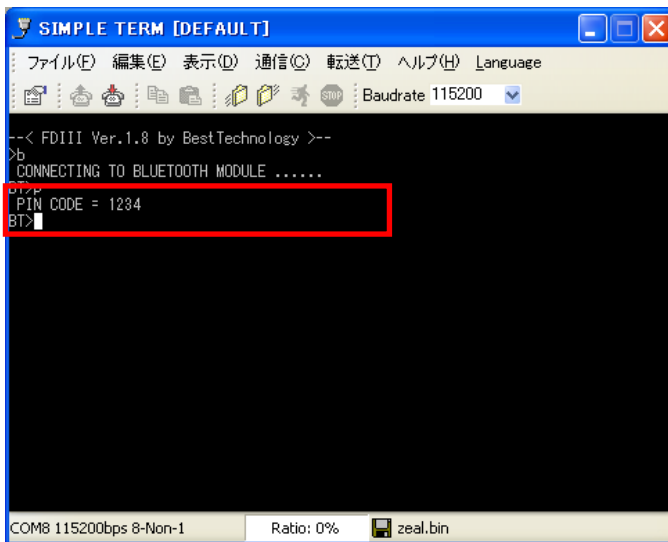


SIMPLE TERM の COM ポートを開き、ブートローダのコマンドモードに入ったらキーボードで「b」を入力して Bluetooth 設定モードへ入ります。この時通信は USB ケーブルで行って下さい。キーボードで「p」を入力すると現在の PIN コードが表示されます。



The screenshot shows the SIMPLE TERM application window. The title bar reads "SIMPLE TERM [DEFAULT]". The menu bar includes "ファイル(F)", "編集(E)", "表示(D)", "通信(C)", "転送(T)", "ヘルプ(H)", and "Language". The toolbar contains icons for file operations and a "STOP" button, with "Baudrate 115200" selected. The main terminal area displays the following text: "< FDIII Ver.1.8 by BestTechnology >", ">b", "CONNECTING TO BLUETOOTH MODULE .....", "BT>p", and "PIN CODE = 0000". A red box highlights the last three lines. The status bar at the bottom shows "COM8 115200bps 8-Non-1", "Ratio: 0%", and a file named "zeal.bin".

PIN コードを変更する場合は、Backspace キーで数字を削除後、任意の数字を入力し Enter キーを押します。



The screenshot shows the SIMPLE TERM application window. The title bar reads "SIMPLE TERM [DEFAULT]". The menu bar includes "ファイル(F)", "編集(E)", "表示(D)", "通信(C)", "転送(T)", "ヘルプ(H)", and "Language". The toolbar contains icons for file operations and a "STOP" button, with "Baudrate 115200" selected. The main terminal area displays the following text: "--< FDIII Ver.1.8 by BestTechnology >--", ">b", "CONNECTING TO BLUETOOTH MODULE .....", "BT>p", "PIN CODE = 1234", and "BT>". A red box highlights the last three lines. The status bar at the bottom shows "COM8 115200bps 8-Non-1", "Ratio: 0%", and a file named "zeal.bin".

以後 PC 等で Bluetooth デバイスの設定を行う場合、パスキー(PIN コード)にここで設定した数字を入力して下さい。

---

# 11. 保守点検

## ■ 日常点検

- **ネジの締めなおし**

FREEDOM jr.III を動作させていると、ネジが緩むことがありますので、定期的にネジの締め直しを行って下さい。

箇所によってはある程度分解しないと閉め直せないネジがあります。RX-28 のホーンからフレームを取り外す前と後で取り付け角度が違くと、ホームポジションが変わってしまいますので、目印を付けてホーンからフレームを取り外す前と後で同じ角度になるようにするか、再度ホームポジションを設定し直して下さい。

- **ケーブルの点検**

電源を供給する前に、Dynamixel ケーブルに断線や被服の剥がれがないかチェックして下さい。ケーブルが断線しショートすると破損します。

---

## 12. トラブルシューティング

### ■ 特定のアクチュエータだけが動作しない。

FREEDOM jr.III の電源を投入した時にアクチュエータの LED が 1 回点滅していますか？

点滅しない場合は、電源が供給されていない可能性があります。アクチュエータケーブルが外れていないか、断線していないかをご確認下さい。

LED が点灯した場合、アクチュエータケーブルが断線していないかをご確認下さい。プログラム上の問題の可能性もありますので、未修正のサンプルプログラムを書き込んで動作するかどうかを確認して下さい。

アクチュエータのパラメータが書き換えられている可能性があります。アクチュエータからステータスパケットにエラーが返信されていることがありますので、エラーがないか確認して下さい。Status Return Level が 0 か 1 に設定されているとステータスパケットが返信されません。Status Return Level を 2 に設定して下さい。

以上で解決しない場合はアクチュエータが故障している可能性があります。弊社サポートに修理を依頼して下さい。

### ■ うまく歩行できない。

ネジが緩んでいる箇所はありませんか？「日常点検」の章を参照して締めなおして下さい。

正しいホームポジションが設定されていますか？正しいホームポジションを設定して下さい。

プログラム上の問題の可能性もありますので、未修正のサンプルプログラムを書き込んでうまく動作するかどうかを確認して下さい。

アクチュエータは正常に動作していますか？動作していないアクチュエータがある場合は、「特定のアクチュエータだけが動作しない」を参照して下さい。

### ■ 電源スイッチをオンにしても電源が入らない

電源を入れたときにコントローラの赤色 LED が点灯しますか？点灯した場合、コントローラには電源が供給されています。またアクチュエータの LED は点灯しますか？点灯した場合、アクチュエータにも電源が供給されています。コントローラに電源が供給されている場合は、別の項をご覧ください。

AC アダプタを接続した場合、電源が入りますか？入る場合、バッテリーの問題が考えられます。「FREEDOM jr.III 専用バッテリー」の章を熟読し、適切な処理を行って下さい。

AC アダプタでも電源が入らない場合（コントローラの LED が点灯しない）、バッテリー及び AC アダプタ共に問題がある、又はコントローラに問題があります。「FREEDOM jr.III 専用バッテリー」の章を熟読し、適切な処理を行って下さい。また AC アダプタに断線がないか確認して下さい。コントローラに問題がある場合は、弊社サポートに修理を依頼して下さい。

### ■ バッテリーの充電ができない

「FREEDOM jr.III 専用バッテリー」の章を熟読し、適切な処理を行って下さい。

### ■ SMPLE TERM で通信ができない

通信ポートや通信速度などが正しいか確認して下さい。また、プログラムの初期化関数の通信速度と一致しているか確認して下さい。

---

●編修  
株式会社ベストテクノロジー

FREEDOM jr.III RX-28 Edition スタートガイド

---

2010年3月24日 第一版  
2010年9月16日 第二版  
2011年2月22日 第三版

●著作者 株式会社ベストテクノロジー  
●発行者 株式会社ベストテクノロジー

---

●発行所 株式会社ベストテクノロジー 〒212-0015  
神奈川県川崎市幸区柳町1伸幸ビル3F  
TEL 044-542-5358

---

Document No. 00300909R1

---