

# LEGO® MINDSTORMS® **NXTway-ET**

2 輪倒立振子ライントレースロボット

## サンプルプログラム解説

ET ロボコン 2013 技術委員会



## 目次

1. はじめに.....	3
2. nxtOSEK 開発環境の構築方法 .....	3
3. サンプルプログラム .....	4
sample_c1 .....	4
sample_c2 .....	5
sample_c3 .....	6
sample_c4 .....	7
4. 補足 .....	11
C++への対応 .....	11
5. 備考 .....	12
6. 改訂履歴.....	12

## 1. はじめに

本プログラムは ET ロボコン 2012 の NXT 走行体(NXTway-ET)のサンプル C プログラムです。サンプルプログラムは nxtOSEK という LEGO MINDSTORMS NXT 用 C/C++ 開発環境の利用を前提としており、サンプルプログラムの使用には nxtOSEK 開発環境の構築が必要となります。また、開発環境の構築に際して、各種ソフトウェアをダウンロードする必要がありますので、インターネット接続環境が必要になります。あらかじめご了承ください。

## 2. nxtOSEK 開発環境の構築方法

nxtOSEK はオープンソースプロジェクトのホスティングサイトの一つである [Sourceforge.net](http://sourceforge.net) にて公開されています。

- nxtOSEK の日本語 Web サイト: <http://lejos-osek.sourceforge.net/jp/>

nxtOSEK の日本語 Web サイトを参照することで、開発環境の構築に必要なソフトウェアのダウンロード、インストール、C/C++ API リファレンスおよび NXT へのプログラムの実装方法などの詳細情報を得ることができます。

# nxtOSEK/JSP

ANSI C/C++ with OSEK/ $\mu$ ITRON RTOS for LEGO MINDSTORMS NXT

[English](#) / [Japanese](#) / [Simplified Chinese](#)

[nxtOSEKとは](#)

[ダウンロード](#)  
2010/12 nxtOSEK 2.14

[インストール](#)  
2011/01 更新

[プログラムアップロード](#)

[Eclipse CDTの適用](#)

[ECRobot C/C++ API](#)  
New! NXTカラーセンサ API  
New! HiTechnic Prototype Sensor API

[Contributions](#)

[サンプルプログラム](#)

[ユーティリティ](#)

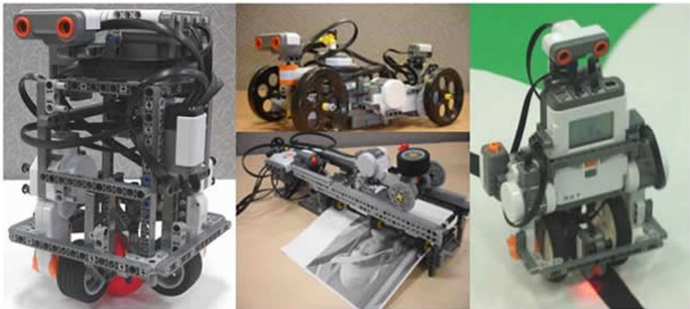
[nxtOSEK Hack](#)

[Embedded Coder Robot NXT](#)

[動画](#)

[FAQ](#)

[リンク](#)  
New! RT Candy Sorter  
New! NXT Bike-GS



ISR/Task

TOPPERS  
ATK(OSEK)/JSP

ECRobot C/C++ API

I/O driver (GPT, DIO, I2C, SPI, UART, UDP...)

Enhanced NXT firmware/NXT BIOS

ARM7

NXT Hardware

AVR

Bluecore

I2C

A/D

A/D

PWM/DIO

Bluetooth

Copyright© 2007-2010 Takashi Chikamasa (takashi AT users.sourceforge.net). All rights reserved. (Chinese site is translated by Gong Han)

Disclaimer: LEGO is a trademark of the LEGO Group of companies which do not sponsor, authorize or endorse this project. LEGO and MINDSTORMS are registered trademarks of The LEGO Group. | OSEK is a registered trademark of Siemens AG. | Copyright of the Bluetooth icon is reserved by [AKKASONE](#)

This site is generously hosted by

**SOURCEFORGE.NET**

開発環境の構築方法については、次のリンクに詳細説明が日本語で記されています。

- [拡張 NXT ファームウェア+nxtOSEK のインストール方法\(Windows XP/Vista/7\)](#)

※Windows 7 64bit 上でも動作確認済みです。

※[nxtOSEK の最新バージョン](#)は 2.15(2012/03 現在)であり、本サンプルプログラムの動作には、2.15 以降のバージョンが必須になります(2.14 ではコンパイルできません)。

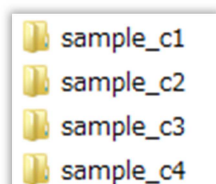
各サンプルプログラムの動作確認は、nxtOSEK の Hello World プログラムのコンパイル/ビルドおよび NXT 実機での動作確認ができた後におこなってください。

### 3. サンプルプログラム

ZIP ファイル解凍後のサンプルプログラムは、nxtOSEK と同じディレクトリ階層に配置してください。

(例、C:/cygwin/nxtOSEK ならば C:/cygwin/etrobo2011sample(nxtOSEK))

サンプルプログラムは次のフォルダから構成されています。



フォルダ名	説明
sample_c1	ライントレース走行機能のみのベースサンプルプログラム
sample_c2	sample_c1 に超音波センサによる障害物検知機能を追加したもの
sample_c3	sample_c2 に完全停止機能を追加したもの
sample_c4	sample_c3 に Bluetooth 通信によるリモートスタート機能を追加したもの

#### sample\_c1

sample\_c1 サンプルプログラムの動作確認は以下の手順でおこないます。

- ① Cygwin 上で sample\_c1 ディレクトリに移動し、

```
$ make all
```

と入力します。プログラムが正常にビルドできたことを確認後、NXTway-ET 実機へプログラムを転送してください。

- ② NXTway-ET 上でプログラムを起動します。初期画面の表示後、メイン画面が表示されます。
- ③ RUN ボタン(NXT 本体右側のオレンジ色の三角ボタン)を押します。
- ④ NXTway-ET を立たせた状態で、反時計回りに黒線内側エッジ上に配置します。この時、左右車輪は必ず地面に接地させてください。また、2012 年走行体から追加された尻尾(完全停止時に走行体を支

える部分)が地面に触れないように尻尾先端部がモータに付くようにしておいてください。

- ⑤ NXTway-ET に装着されているタッチセンサを押すことで、ライントレース走行を開始します。

sample.c ファイル中の以下のマクロは、使用する NXT 走行体および環境によって適宜変更する必要があります。特に走行体が前進方向に転倒してしまう場合は、ジャイロオフセット値を小さくする(例. 600)ことで直る場合があります。

```
/* 下記のマクロは個体/環境に合わせて変更する必要があります */
/* sample_c1マクロ */
#define GYRO_OFFSET 605 /* ジャイロセンサオフセット値(角速度0[deg/sec]時) */
#define LIGHT_WHITE 500 /* 白色の光センサ値 */
#define LIGHT_BLACK 700 /* 黒色の光センサ値 */
```

## sample\_c2

sample\_c2 サンプルプログラムの動作確認は以下の手順でおこないます。

- ① Cygwin 上で sample\_c2 ディレクトリに移動し、

```
$ make all
```

と入力します。プログラムが正常にビルドできたことを確認後、NXTway-ET 実機へプログラムを転送してください。

- ② NXTway-ET 上でプログラムを起動します。初期画面の表示後、メイン画面が表示されます。
- ③ RUN ボタン(NXT 本体右側のオレンジ色の三角ボタン)を押します。
- ④ NXTway-ET を立たせた状態で、反時計回りに黒線内側エッジ上に配置します。この時、左右車輪は必ず地面に接地させてください。また、2012 年走行体から追加された尻尾(完全停止時に走行体を支える部分)が地面に触れないように尻尾先端部がモータに付くようにしておいてください。
- ⑤ NXTway-ET に装着されているタッチセンサを押すことで、ライントレース走行を開始します。
- ⑥ 走行体前方約 30cm 以内に障害物がある場合、超音波センサ検出により、ライントレース走行を停止します。

※超音波センサの距離測定結果は、雰囲気温度や障害物の形状・材質により異なります。また、障害物が超音波センサに近接している場合(例, 5cm 以内)は、誤動作する場合があります。

sample.c ファイル中の以下のマクロは、使用する NXT 走行体および環境によって適宜変更する場合があります。

```
/* sample_c2マクロ */  
  
#define SONAR_ALERT_DISTANCE 30 /* 超音波センサによる障害物検知距離[cm] */
```

## sample\_c3

sample\_c3 サンプルプログラムの動作確認は以下の手順でおこないます。

- ① Cygwin 上で sample\_c3 ディレクトリに移動し、

```
$ make all
```

と入力します。プログラムが正常にビルドできたことを確認後、NXTway-ET 実機へプログラムを転送してください。

- ② 2012 年走行体から追加された尻尾(完全停止時に走行体を支える部分)の先端部がモータに付くようにしておいた状態で、NXTway-ET 上でプログラムを起動します。初期画面の表示後、メイン画面が表示されます。

※サンプルプログラムではプログラム起動時に、尻尾の先端部がモータに付くようにした状態で、尻尾用モータエンコーダの初期位置(角度 = 0)を設定するようになっています。



- ③ RUN ボタン(NXT 本体右側のオレンジ色の三角ボタン)を押します。完全停止用に尻尾の先端部が倒立状態で地面に触れる位置に自動的に移動します。
- ④ NXTway-ET を反時計回りに黒線内側エッジ上に配置します。尻尾の先端部で支持することで、手を離しても NXTway-ET を立たせたままにできます(=完全停止状態)。
- ⑤ NXTway-ET に装着されているタッチセンサを押すことで、バランス制御が起動すると共に、尻尾が自動的に上にあがり、ライントレース走行を開始します。
- ⑥ 走行体前方約 30cm 以内に障害物がある場合、超音波センサ検出により、ライントレース走行を停止します。

※超音波センサの距離測定結果は、雰囲気温度や障害物の形状・材質により異なります。また、障害物が超音波センサに近接している場合(例, 5cm 以内)は、誤動作する場合があります。



sample.c ファイル中の以下のマクロは、使用する NXT 走行体および環境によって適宜変更する必要がある場合があります。

```
/* sample_c3マクロ */
#define TAIL_ANGLE_STAND_UP 108 /* 完全停止時の角度[度] */
#define TAIL_ANGLE_DRIVE 3 /* バランス走行時の角度[度] */
#define P_GAIN 2.5F /* 完全停止用モータ制御比例係数 */
#define PWM_ABS_MAX 60 /* 完全停止用モータ制御 PWM 絶対最大値 */
```

## sample\_c4

sample\_c4 サンプルプログラムでは、NXTway-ET 用プログラムに加えて、Bluetooth 通信によるリモートスタート機能を実現するために、ホスト PC 側の通信プログラムが必要になります。NXT の Bluetooth 通信は SPP(Serial Port Profile)という Bluetooth プロファイルを使用しており、ホスト PC 側では仮想 COM ポートを通じて NXT と通信させることができます。サンプルプログラムではホスト PC 側の通信機能の実現のために、TeraTerm というオープンソースのターミナルソフトを使用しており、サンプルプログラムの動作確認前にインストールする必要があります。

- TeraTerm Home Page: <http://ttssh2.sourceforge.jp/>

※サンプルプログラムでは、最新の [4.68](#) というバージョンを使用して動作確認をおこなっています。

サンプルプログラムの動作に必要なインストールは、TeraTerm&Macro という最小構成のみです。

※ホスト PC 側の Bluetooth ハードウェアは、[LEGO 社が推奨している Bluetooth ドングル](#)を使用した場合のみ動作確認をおこなっています。また、LEGO 社の Web サイトに、[Bluetooth 関連サポートページ](#)がありますので参考にしてください



sample\_c4 サンプルプログラムの動作確認は以下の手順でおこないます。

- ① Cygwin 上で sample\_c4 ディレクトリに移動し、

```
$ make all
```

と入力します。プログラムが正常にビルドできたことを確認後、NXTway-ET 実機へプログラムを転送してください。

- ② 2012 年走行体から追加された尻尾(完全自立停止時に走行体を支える部分)の先端部がモータに付くようにしておいた状態で、NXTway-ET 上でプログラムを起動します。

※サンプルプログラムではプログラム起動時に、尻尾の先端部がモータに付くようにした状態で、尻尾用モータエンコーダの初期位置(角度 = 0)を設定するようになっています。



初期画面の表示後、メイン画面が表示されるとともに、Bluetooth 通信接続のための Bluetooth Device アドレス(BD\_ADDR)が表示されます。

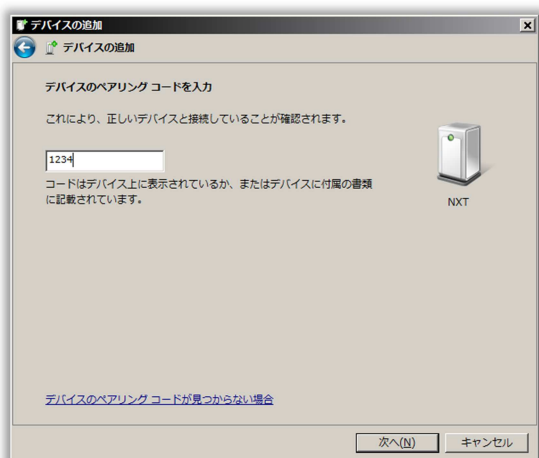
- ③ Bluetooth ドングルをホスト PC の USB ポートに装着し、Windows のタスクバー上の Bluetooth アイコンをマウスで右クリックし、メニューの **デバイスの追加** を選択します。



- ④ NXT が検出されると、デバイスの追加 ダイアログ上に、下のようなアイコンが表示されるので、これを選択します。



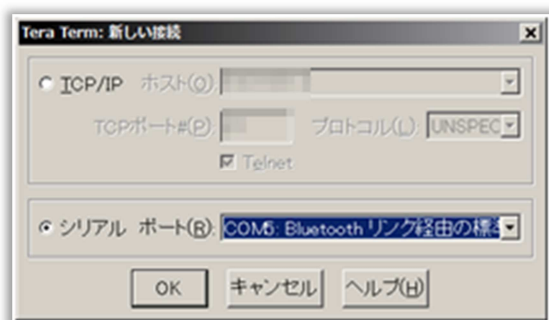
- ⑤ デバイスのペアリングコードとして、サンプルプログラムでは"1234"をあらかじめ設定しているの、それを入力し、接続が正常におこなえたことをダイアログで確認します。



- ⑥ TeraTerm を起動します。接続方法について確認されるので、シリアルポートを選択し、NXT が接続された発信 COM ポート(Windows7 環境の場合、接続された COM ポート番号の小さいほうが発信



COMポートのようです)を選択します。また、ボー・レートなどのシリアルポート設定は必要に応じて、別途、変更してください。接続が完了すると、nxtOSEK メイン画面に[BT]が表示されます。



- ⑦ RUN ボタン(NXT 本体右側のオレンジ色の三角ボタン)を押します。完全自立停止用に尻尾の先端部が倒立状態で地面に触れる位置に自動的に移動します。
- ⑧ NXTway-ET を反時計回りに黒線内側エッジ上に配置します。尻尾の先端部で支持することで、手を離しても NXTway-ET を立たせたままにできます(=完全自立停止状態)。
- ⑨ Tera Term メイン画面を最前面に表示した状態で、キーボードから 1 を入力することで、NXTway-ET がリモートスタートし、バランス制御が起動すると共に、尻尾が自動的に上にあがり、ライントレース走行を開始します。(NXTway-ET に装着されているタッチセンサを押すことでもスタートできます)  
※Tera Term メイン画面に表示されるキーボード入力結果は、NXT 走行体からエコーバックされたものです。
- ⑩ 走行体前方約 30cm 以内に障害物がある場合、超音波センサ検出により、ライントレース走行を停止します。  
※超音波センサの距離測定結果は、雰囲気温度や障害物の形状・材質により異なります。また、障害物が超音波センサに近接している場合(例, 5cm 以内)は、誤動作する場合があります。
- ⑪ NXTway-ET を再スタートさせる場合は、NXT のプログラムを一旦終了し、再起動後、手順⑥からの操作をおこなってください。(一度、ペアリングしたデバイスは、削除するまで維持されます)
- ⑫ サンプルプログラムの動作確認を終了し、Bluetooth ドングルを PC から外す場合は、事前に Windows のタスクバー上の Bluetooth アイコンをマウスで右クリックし、**Bluetooth デバイスの表示** メニューを選択後、デバイスとプリンター ダイアログ上のペアリング済み NXT デバイスを削除してください。



sample.c ファイル中の以下のマクロのうち、Bluetooth 通信用デバイス名、パスキーについては、Bluetooth 通信競技規約に則って変更する必要があります。

```
/* sample_c4マクロ */  
  
#define DEVICE_NAME      "ET0"    /* Bluetooth通信用デバイス名 */  
  
#define PASS_KEY         "1234"   /* Bluetooth通信用パスキー */  
  
#define CMD_START        '1'      /* リモートスタートコマンド(変更禁止) */
```

## 4. 補足

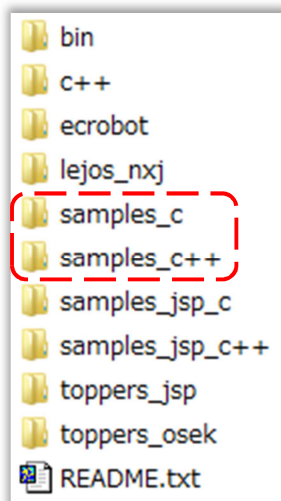
### C++への対応

nxtOSEK では C++ を使ったアプリケーション開発をおこなうこともでき、NXT 用の C++ API も用意されています。

- eecrobot C++ API リファレンス: <http://lejos-osek.sourceforge.net/html/index.html>

nxtOSEK には C/C++ のサンプルプログラムも多数同梱されていますので、参考にしてください。

特に `nxtOSEK\samples_c++\cpp\NXTway_LT` ディレクトリには、2009 年型の NXTway-ET を対象としたライトレースロボットサンプルプログラムが収められていますので、C++ を使った 2012 年型 NXTway-ET アプリケーション開発の際の参考になります。



## 5. 備考

- ET ロボコン設計・実装入門 配布プログラムの取り扱いについて  
配布プログラムは、通常の運用においては何ら問題のないことを確認しておりますが、運用の結果、いかなる損害が発生したとしても著作者ならびに ET ソフトウェアデザインロボコン技術委員会はいかなる責任も負いません。使用者の責任においてご利用ください。
- ご質問について  
配布プログラムの使い方についてのご質問はお断り申し上げます。ご了承ください。

## 6. 改訂履歴

版	日付	更新内容
<b>1.0.0</b>	2011-01-27	初版作成
<b>1.0.1</b>	2011-02-08	sample_c4 サンプルプログラムの説明を改訂
<b>1.0.2</b>	2011-03-18	<ul style="list-style-type: none"> <li>・nxtOSEK のバージョンを(Bluetooth 関連機能を改善した)2.15 に変更。</li> <li>・nxtOSEK のバージョンアップに伴い、sample_c4 サンプルプログラムを、ホスト PC 側からのリモートスタートが TeraTerm マクロ無しでおこなえるように変更</li> </ul>
<b>1.0.3</b>	2011-04-05	フォルダ構成についての説明を訂正