



# ETロボコン2010 走行体/開発環境

---

2010/02/05 ETロボコン2010本部技術委員会

# ETロボコン2009 NXT走行体



- 2輪倒立振り子ライトレースロボット

LEGO® MINDSTORMS® NXTを使用

倒立振り子制御により2輪でバランスしながら走行

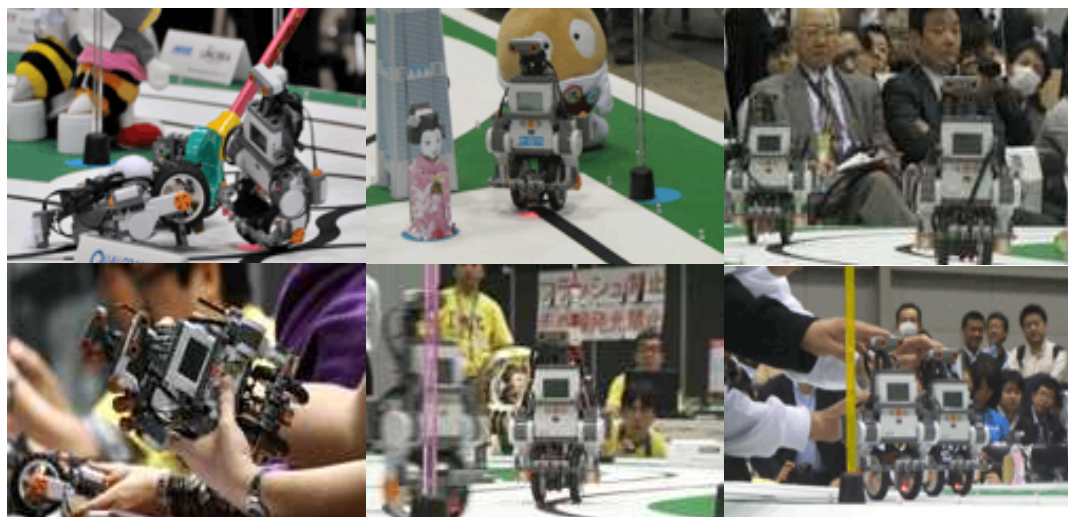
ジャイロセンサ、光センサ、タッチセンサ、超音波センサを搭載

エンコーダ内蔵DCモータによる左右輪独立制御

Bluetooth, USB通信対応

倒立振り子制御機能はC APIとして提供

チャンピオンシップ大会の様子は[こちら](#)



(c)ETロボコン実行委員会



例年ならここでゲキを飛ばすところが、  
今年も記録にも記憶にも残るレース  
が多数あった。来年はこのコースで  
はダメだ。エンコーダを狂わせる!!

about 3months前 from チャンピオンシップ大会



ETロボコン2010実行委員長

Mick Hoshi

# 2010年版走行体(仮)



2009年版NXT走行体

(c)ETロボコン実行委員会



2010年版NXT走行体(仮)

# 2010年版走行体(仮)の特徴

- **ワイドトレッド化による悪路走破性能の大幅な向上**

ワイドトレッド化による走行体横方向の安定性の大幅な改善

悪路走破性能の大幅な向上

- 傾斜角最大15度程度の坂道を走行可能
- 1cm程度の段差を昇降したり、3cm程度の段差を下ることが可能

[ETロボコン2009キットNXT-A](#)のみで構成

- 組み立て方法は2009年版より簡素化

- **2009年版のライン認識性能は維持**

2009年版の光センサ地上高は維持しつつ、取り付け位置を走行体中心へ近づけることで、段差/坂道への光センサ接触の可能性を大幅に低減

- **超音波センサの使用解禁**

具体的な競技ルールは未定

走行体の組立て方は  
PDF資料で配布する

- 技術委員会からは、開発環境サンプルとして、  
nxtOSEK  
を提供します。
- 技術委員会では、特定の開発環境のみを公認するのではなく、  
競技ルールに沿って申請された開発環境であれば、参加者は  
使用することができます
- 現時点(2010/01末)で、技術委員会が動作確認をおこなっている  
開発環境は次の通りです：
  - nxtOSEK
  - TOPPERS/JSP for LEGO MINDSTORMS NXT  
(参加者が使用できるように、公認する方向でTOPPERSプロジェクトと調整中)

# nxtOSEK (C/C++)



- NXT用C/C++開発環境(<http://lejos-osek.sourceforge.net/>)
  - TOPPERS ATK1(OSEK)をベースとした国産オープンソースプロジェクト
  - OSEK仕様RTOS
  - クロス環境: GCC 4.0.2(GNUARM)
  - NXT用C/C++ APIを提供
  - モデルベース開発にも対応
  - 倒立振子制御C APIを提供
  - 対象OS: Windows XP/Vista

**nxtOSEK/JSP**  
ANSI C/C++ with OSEK/ $\mu$ ITRON RTOS for LEGO® MINDSTORMS® NXT

[English](#) / [Japanese\(日本語\)](#) / [Simplified Chinese\(简体中文\)](#)

- [nxtOSEKとは](#)
- [ダウンロード](#)  
2016-01-01 nxtOSEK 2.11
- [インストール](#)  
New Linuxへのインストール
- [プログラムアップロード](#)
- [Eclipse CDTの適用](#)
- [ERobot C/C++ API](#)
- [Contributions](#)
- [サンプルプログラム](#)
- [ユーティリティ](#)
- [nxtOSEK Hack](#)
- [Embedded Color Robot NXT](#)
- [動画](#)
- [FAQ](#)
- [リンク](#)



Copyright© 2007-2010 Takashi Chikama (takashi AT users.sourceforge.net). All rights reserved. (Chinese site is translated by Gong Han)  
Disclaimer: LEJOS is a trademark of the LEGO Group of companies which do not sponsor, authorize or endorse this project. LEJOS and MINDSTORMS are registered trademarks of The LEGO Group. OSEK is a registered trademark of Siemens AG. Copyright of the Bluetooth logo is reserved by [SIG/EROSYS](#)

This site is generously hosted by



# nxtOSEK 開発環境構築



- 対象OS: Windows XP SP2/Windows Vista SP1
- 開発環境構築に(最低限)必要なもの
  - Cygwin (+ make 3.8.1)
  - GNUARM 4.0.2
  - LEGO MINDSTORMS NXT Driver
  - NeXTTool(プログラムアップロード用)
  - 拡張NXTファームウェア
  - nxtOSEK

上記ソフトウェアは全て無償入手可能  
nxtOSEK Webサイトに詳細情報

The screenshot shows the website for **nxtOSEK/JSP**, which is described as "ANSI C/C++ with OSEK/μITRON RTOS for LEGO® MINDSTORMS® NXT". The website has a navigation menu with links for English, Japanese (日本語), and Simplified Chinese (简体中文). A sidebar menu includes links for "ダウンロード" (Download), "インストール" (Installation), "プログラムアップロード" (Program Upload), "Eclipse CDTの適用" (Eclipse CDT Application), "ERobot C/C++ API", "Contributions", "サンプルプログラム" (Sample Programs), "ユーティリティ" (Utilities), "nxtOSEK Hack", "Embedded Color Robot NXT", "動画" (Videos), "FAQ", and "リンク" (Links). The main content area features a hardware architecture diagram with the following layers from top to bottom: "ISR/Task" and "ERobot C/C++ API" (highlighted in orange); "TOPPERS ATK(OSEK)/JSP" and "I/O driver (GPT, DIQ, I2C, SPI, UART, UDP...)"; "Enhanced NXT firmware/NXT BIOS"; "ARM7"; "NXT Hardware" (containing "AVR" and "Bluecore"); and various peripheral components at the bottom connected via "I2C", "A/D", "PWM/DIO", and "Bluetooth".

Copyright© 2007-2009 Takashi Chikama (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 logo is reserved by [SIG/Bluetooth](#).

This site is generously hosted by



# nxtOSEK アーキテクチャ



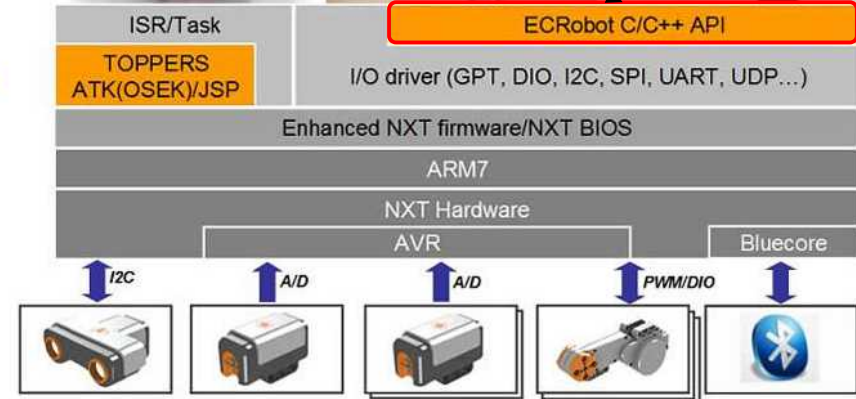
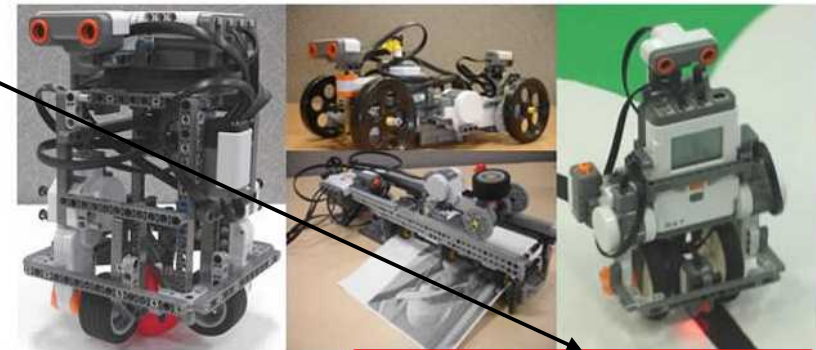
## nxtOSEK/JSP

ANSI C/C++ with OSEK/μITRON RTOS for LEGO® MINDSTORMS® NXT

### リアルタイム制御用C/C++ API

Japanese(日本語) / [Simplified Chinese\(简体中文\)](#)

- [nxtOSEKとは](#)
- [ダウンロード](#)  
2017/04 nxtOSEK 2.11
- [インストール](#)  
New Linuxへのインストール
- [プログラムアップロード](#)
- [Eclipse/DTの適用](#)
- [ECRobot C/C++ API](#)
- [Contributions](#)
- [サンプルプログラム](#)
- [ユーティリティ](#)
- [nxtOSEK Hack](#)



機能	LEGO MINDSTORMS NXT 仕様
CPU	ARM7(32bit, 48MHz)
メモリサイズ (バイト)	・ ROM+RAM:64K (拡張NXTファームウェア) ・ ROM:224K / RAM:50K (NXT BIOS)
デバイスI/O	センサ × 4ch (A/D, I2C) モータ × 3ch (分解能1degのエンコーダ内蔵) LEGO社はHW回路図/SWを公開
表示	100 × 64ピクセル液晶
サウンド	8bit PCM (トーン/WAV)
通信	Bluetoothマスタ/スレーブ (NXT/PCと通信可能) USBスレーブ (PCと通信可能)

©2009 Takashi Chikamasa (takashic AT users.sourceforge.net). All rights reserved. (Chinese site is translated by Gong Han)  
 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



# nxtOSEK ECROBOT C API



- ECROBOT C API
  - 各種センサ, モータ
  - NXT(液晶, 電圧...)
  - Bluetooth/USB通信
  - リアルタイム制御

```

if (distance <= 30) /* 障害物が30cm以内にあったらライトレース中止 */ {
    forward = turn = 0;
}
else /* ライトレース走行 */ {
    forward = 50; /* 前進命令 */
    if (ecrobot_get_light_sensor(NXT_PORT_S3) <= (WHITE + BLACK)/2) {
        turn = 50; /* 右旋回命令 */
    }
    else {
        turn = -50; /* 左旋回命令 */
    }
}

/* 倒立振り制御(forward = 0, turn = 0で静止バランス) */
balance_control(
    (float)forward, /* 前後進命令(+:前進, -:後進) */
    (float)turn, /* 旋回命令(+:右旋回, -:左旋回) */
    (float)ecrobot_get_gyro_sensor(NXT_PORT_S4), /* ジャイロセンサ値 */
    (float)GYRO_OFFSET, /* ジャイロセンサオフセット値 */
    (float)nxt_motor_get_count(NXT_PORT_C), /* 左モータ回転角度[deg] */
    (float)nxt_motor_get_count(NXT_PORT_B), /* 右モータ回転角度[deg] */
    (float)ecrobot_get_battery_voltage(), /* バッテリー電圧[mV] */
    &pwm_L, /* 左モータPWM出力値 */
    &pwm_R); /* 右モータPWM出力値 */
nxt_motor_set_speed(NXT_PORT_C, pwm_L, 1); /* 左モータPWM出力セット(-100) */
nxt_motor_set_speed(NXT_PORT_B, pwm_R, 1); /* 右モータPWM出力セット(-100) */

systick_wait_ms(4); /* 4msecウェイト */
}
    
```

## ECRobot C APIリファレンス

[LEGO MINDSTORMS NXTシステムアーキテクチャ](#)

[TOPPERS ATK API](#)

[ECRobot C API](#)

[サーボモータ API](#)

[光センサ API](#)

[タッチセンサ API](#)

[サウンドセンサ API](#)

[超音波センサ API](#)

[I2C通信 API](#)

[Bluetooth通信 API \(2009/05更新\)](#)

[USB通信 API \(2009/01更新\)](#)

[液晶表示 API](#)

[サウンド出力 API](#)

[NXT内部関連 API](#)

[HiTechnic 加速度センサ API \(2009/03更新\)](#)

[HiTechnic ジャイロセンサ API](#)

[HiTechnic 赤外線検出センサ API \(2009/03追加\)](#)

[HiTechnic コンパスセンサ API \(2009/03追加\)](#)

[HiTechnic カラーセンサ API \(2009/03追加\)](#)

[RCXセンサ API](#)

[nxtOSEK フック関数](#)



サーボモータAPIのうち、モータ回転角度の設定・取得はARMマイコンのバルスキャプチャ機能を通じておこなわれています。一方、モータ回転速度の制御は周辺制御マイコンを介しておこなわれています。

サーボモータAPI	機能
int nxt_motor_get_count(U32 n)	サーボモータ回転角度(度)の取得 引数: n: NXT_PORT_A, NXT_PORT_B, NXT_PORT_C 戻り値: サーボモータ回転角度
void nxt_motor_set_count(U32 n, int count)	サーボモータ回転角度(度)の設定 引数: n: NXT_PORT_A, NXT_PORT_B, NXT_PORT_C count: サーボモータ回転角度設定値 戻り値: 無し
void nxt_motor_set_speed(U32 n, int speed_percent, int brake)	サーボモータ回転速度(PWM値)およびモータ停止モード(ブレーキフロート)の設定 パラメータ: n: NXT_PORT_A, NXT_PORT_B, NXT_PORT_C speed_percent: -100-100 brake: 0(フロートモード), 1(ブレーキモード) 戻り値: 無し

# nxtOSEK ECROBOT C++ API



- ECROBOT C++ API

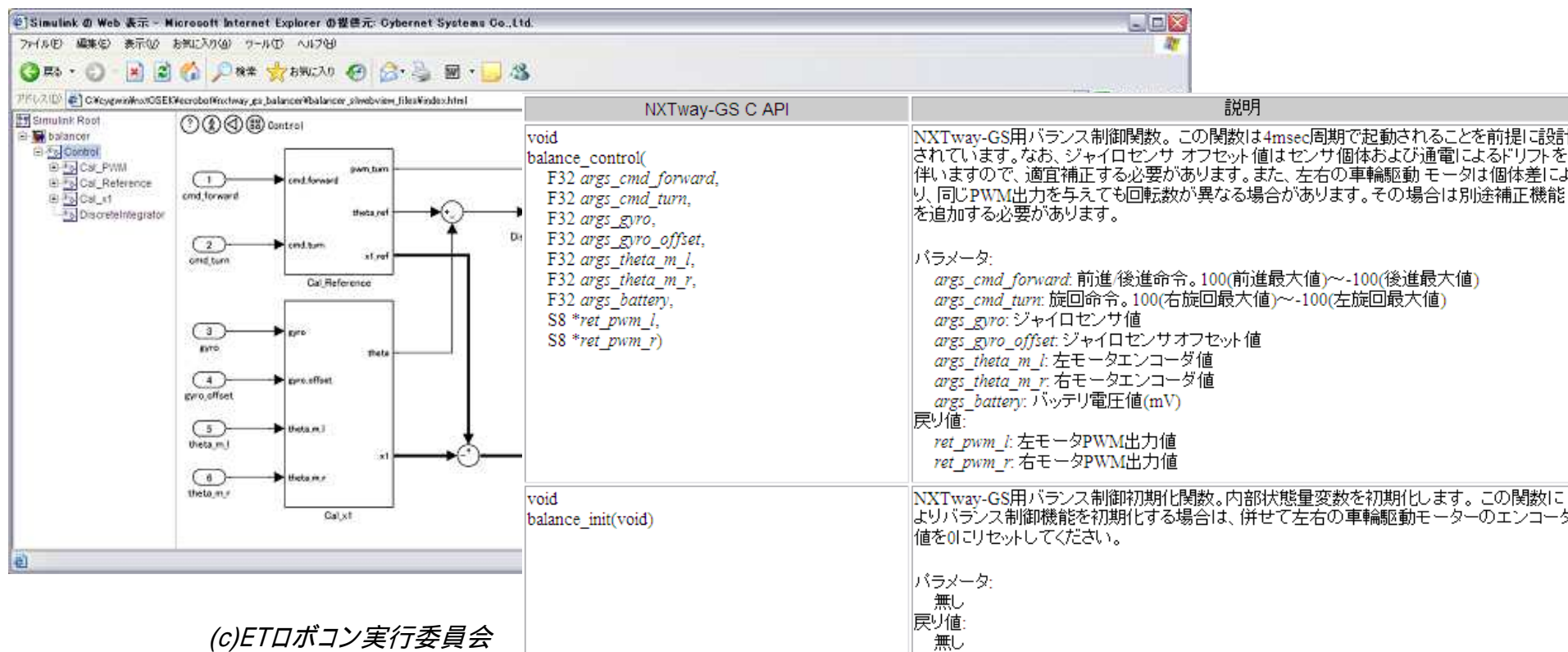
- 各種センサ, モータ
- Bluetooth/USB通信
- NXT(液晶, 電圧...)
- オブジェクト指向

```
NXTway_GS robot(nxt, gyro, motorL, motorR); // 走行体オブジェクトの作成

while(1)
{
    (void)drivers.update(); // ドライバ状態の更新
    switch(drivers.getRequest())
    {
        case Driver::STOP:
            robot.stop(); // ロボットの停止
            break;
        case Driver::START:
            CancelAlarm(Alarm4msec); // 4msec周期起動アラームタイマーのキャンセル
            robot.reset(robot.calGyroOffset()); // ロボットのリセット(初期化)
            speaker.playTone(440U, 500U, 30U); // ブザーを鳴らして、ロボットを起動
            SetRelAlarm(Alarm4msec, 1, 4); // 4msec周期起動アラームタイマーの設定
            break;
        case Driver::DRIVE:
            robot.drive(drivers.getCommand()); // ロボットの運転
            break;
        default:
            break; // Do nothing
    }
    WaitEvent(EventDrive); // 4msec周期起動アラームタイマーから発行されるドライブイベント待ち
    ClearEvent(EventDrive); // ドライブイベントのクリア
}
}
```

# 倒立振り子制御 C API

- nxtOSEK Cライブラリとして提供  
 ([http://lejos-osek.sourceforge.net/jp/nxtway\\_gs.htm](http://lejos-osek.sourceforge.net/jp/nxtway_gs.htm))
  - Simulinkモデルからの自動生成Cコードを採用
  - モデルをHTMLファイルとして配布(要SVG対応Webブラウザ)
  - 現代制御(状態フィードバック + サーボ制御)
  - 制御パラメータは適合可能

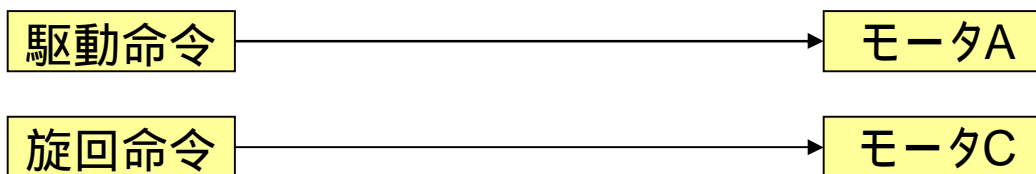


NXTway-GS C API	説明
<pre>void balance_control(     F32 args_cmd_forward,     F32 args_cmd_turn,     F32 args_gyro,     F32 args_gyro_offset,     F32 args_theta_m_l,     F32 args_theta_m_r,     F32 args_battery,     S8 *ret_pwm_l,     S8 *ret_pwm_r) </pre>	<p>NXTway-GS用バランス制御関数。この関数は4msec周期で起動されることを前提に設計されています。なお、ジャイロセンサ オフセット値はセンサ個体および通電によるドリフトを伴いますので、適宜補正する必要があります。また、左右の車輪駆動 モータは個体差により、同じPWM出力を与えても回転数が異なる場合があります。その場合は別途補正機能を追加する必要があります。</p> <p>パラメータ:  <i>args_cmd_forward</i>: 前進 後進命令。100(前進最大値)~-100(後進最大値)  <i>args_cmd_turn</i>: 旋回命令。100(右旋回最大値)~-100(左旋回最大値)  <i>args_gyro</i>: ジャイロセンサ値  <i>args_gyro_offset</i>: ジャイロセンサオフセット値  <i>args_theta_m_l</i>: 左モータエンコーダ値  <i>args_theta_m_r</i>: 右モータエンコーダ値  <i>args_battery</i>: バッテリ電圧値(mV)</p> <p>戻り値:  <i>ret_pwm_l</i>: 左モータPWM出力値  <i>ret_pwm_r</i>: 右モータPWM出力値</p>
<pre>void balance_init(void) </pre>	<p>NXTway-GS用バランス制御初期化関数。内部状態量変数を初期化します。この関数によりバランス制御機能を初期化する場合、併せて左右の車輪駆動モータのエンコーダ値を0にリセットしてください。</p> <p>パラメータ:      無し</p> <p>戻り値:      無し</p>

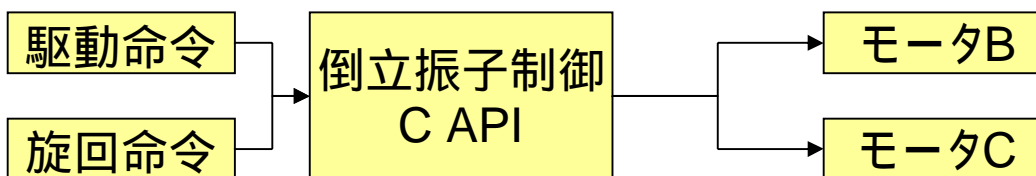
# 倒立振り子制御 C API

- 車両制御命令はRCX走行体と同様(駆動命令と旋回命令)
- ユーザー独自の旋回制御も可能(例、PID制御)

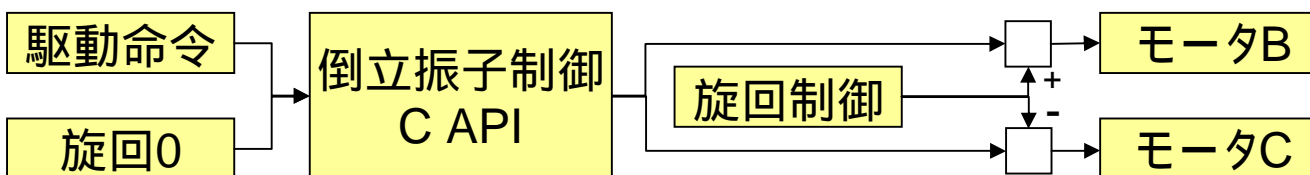
[RCX車両制御サンプル]



[NXT車両制御サンプル]



[NXT車両制御拡張例]



# nxtOSEK 2009年からの変更点



- 最新バージョンは[v2.11](#)
  - C APIは変更無し。C++ APIは一部拡張(既存C++ APIの互換性は維持)
  - その他の内部動作に関しては変更無し
  - JSP版はTOPPERS for LEGO MINDSTORMS NXTに移行予定
- 倒立振子制御ライブラリは2009年版から変更無し
- 2010年版走行体向けC/C++サンプルプログラム
  - balancer\_param.cファイルのK\_PHIDOTパラメータを2009年版の2.5倍に設定

```
//float K_PHIDOT = 25.0F; /* 車体目標旋回角速度係数 */  
float K_PHIDOT = 25.0F*2.5F; /* 車体目標旋回角速度係数 */
```

- 2009年版サンプルをベースに超音波センサ距離測定機能を追加

# 【参考】2010年版走行体(仮)組み立て方法



(C)ETIロボコン実行委員会