

# KHR-3HV ジャイロセンサーの搭載と設定

## ジャイロセンサーの役割

近藤科学株式会社  
2012/4/11 第3版

ジャイロセンサーは「角速度」＝「時間あたりの角度の変化量」を検出するセンサーです。

よく「加速度センサー」と混同されますが、ジャイロ(角速度)センサーは「どちらの方向にどれだけ動いたか」という動的・瞬間的な検出を、加速度センサーは「現在どれだけ傾いているか」という静的な検出が得意で、役割が異なります。

ジャイロセンサーの身近な使用例としてカメラの手ぶれ補正がありますが、KHR-3HVに搭載した場合も手振れ補正と同様に検出した変化量に応じて関節のサーボモーターがリアルタイムで動くように動作倍率を設定(ミキシング)し、直立時や歩行時の補正動作(姿勢安定)を行います。

また、モーションの種類によってはその補正動作が悪影響を及ぼすことがあるので、モーション内でジャイロのON/OFFの設定を行う場合があります。

## 用意するもの

KHR-3HV本体のほか、以下のものを用意します。



No.03003

ジャイロセンサー KRG-4(2個)

ZH接続ケーブルB 100mm(2本)

※ケーブルはKRG-4に付属しています。



2-5低頭タッピングビス(2本)

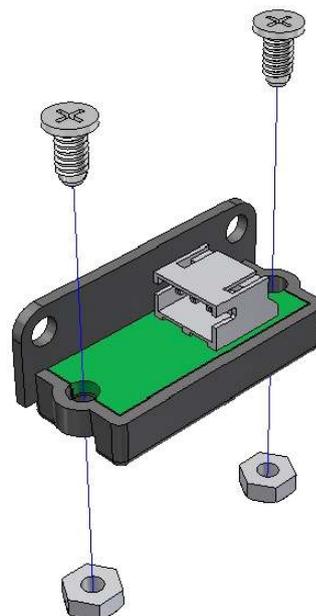
2-8低頭タッピングビス(2本)

※KHR-3HV組立時に余ったものを使用します。

## KRG-4のKHR-3HVへの搭載

### 手順1:【KRG-4のネジの取り外し】

1個のKRG-4の固定ネジとナットを取り外します。  
外したネジとナットは以降の作業では使用しません。  
※ネジを外すKRG-4は2個中1個だけです。



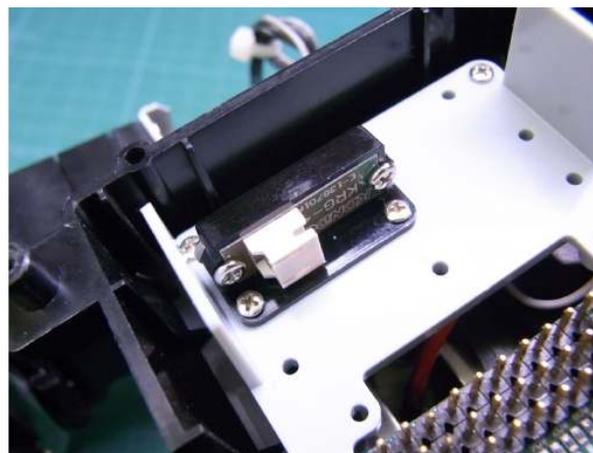
### 手順2:【バックパックへの固定】

KHR-3HVのバックパックを開けて左側のパーツマウントにKRG-4を固定します。

#### ▼ピッチ軸ジャイロの固定:

固定ネジを外していないほうのKRG-4を使用します。

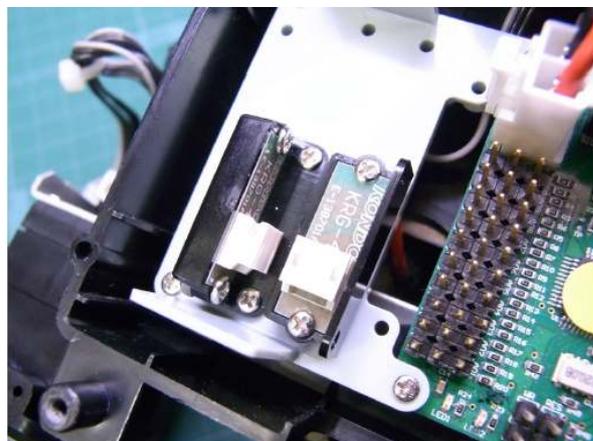
写真を参考に2-5低頭タッピングビス(2本)でパーツマウントに固定します。このジャイロは前後方向(ピッチ軸)の角速度検出に使用します。



#### ▼ロール軸ジャイロの固定:

固定ネジを外したほうのKRG-4を使用します。

写真を参考に2-8低頭タッピングビス(2本)でパーツマウントに固定します。このジャイロは左右方向(ロール軸)の角速度検出に使用します。



## KRG-4とRCB-4の接続

KRG-4は検出した値を電圧で出力する**アナログセンサー**です。

アナログセンサーをRCB-4で使用する場合、**AD(アナログ-デジタル変換)端子**に接続します。

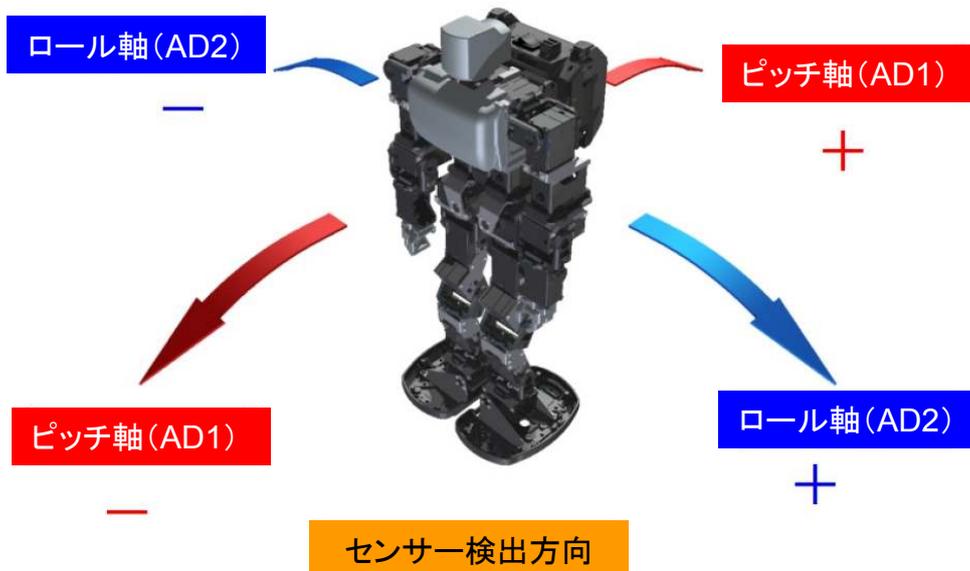
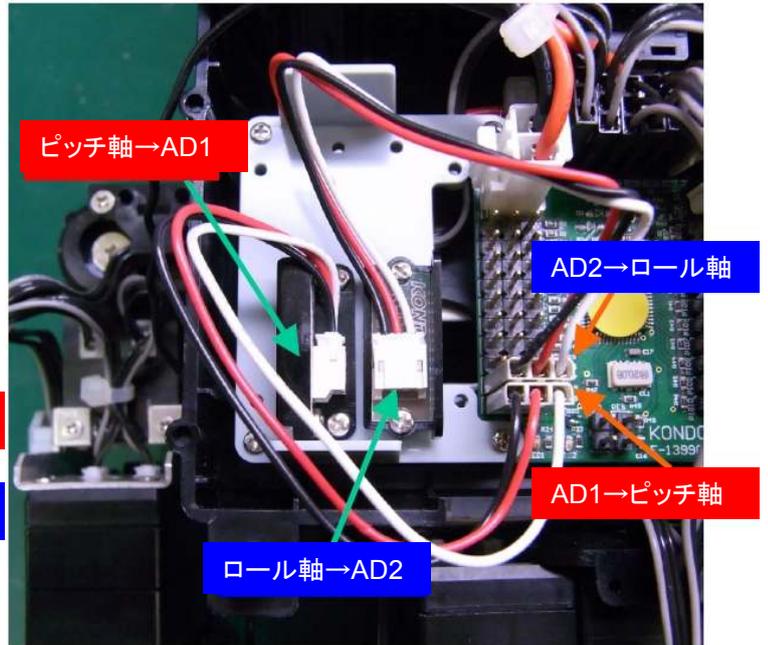
KRG-4付属のZH接続ケーブルBを使用し、KRG-4とRCB-4の接続配線を行います。RCB-4にZH接続ケーブルBのコネクターを挿す時は、必ず黒いケーブル線が基板の外側を向くようにします。

ジャイロセンサー  
KRG-4

コントロールボード  
RCB-4

ピッチ軸(左側) ↔ AD1(一番下のピン)

ロール軸(右側) ↔ AD2(下から二番目のピン)



## HTH-4での初期設定(ミキシング機能)

搭載したジャイロが使用できるように設定を行います。

### 手順1:【HTH4のバージョン確認】

本マニュアルの内容は「HeartToHeart.4 2.1.0.0」以降に準拠します。それ以前のバージョンのソフトをご使用の場合は、最新版にアップデートを行ってください。最新版のHTH4は弊社WEBページの「KHR-3サポート情報」よりダウンロードしていただけます。

KONDO-ROBOT Webページ <http://kondo-robot.com/>

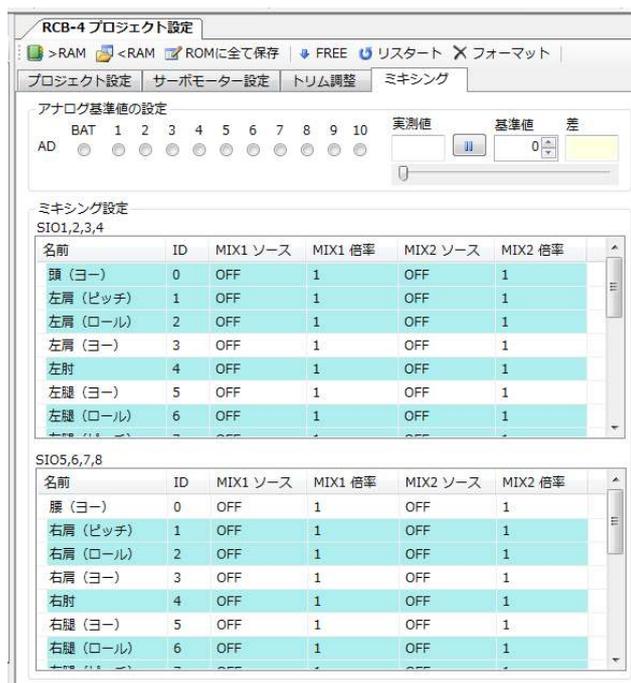
ソフトのバージョン確認は以下の手順で行えます。

- ① HTH4を起動し、画面上部のツールバーの「ヘルプ(H)」をクリックします。
- ② 表示されたメニューから「バージョン情報(V)」を選択しクリックします。
- ③ バージョン情報ウィンドが表示されます。



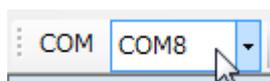
### 手順2:【ミキシングの設定方法】

RCB-4をパソコンに接続し、通信(COM)の設定とプロジェクトの読み込みを行いプロジェクト設定の準備をします。準備が出来たらプロジェクト設定画面を開きます。本マニュアルではプロジェクト「Hello\_KHR3(V2.0)」を参考に記述します。



① ロボットのCOMとDual USBアダプターHS(シリアルモード)、またはシリアルUSBアダプターHSを接続し、ロボットの電源をいれてHeartToHeart4のCOM番号を設定してください。

下画像はCOM8を選択していますが、ご使用の環境によってCOM番号は異なります。「KO\_Driver2012\_InstallManual.pdf」を参考に番号を確認してください。



② 上部のタブから「ミキシング」の画面を開きます。

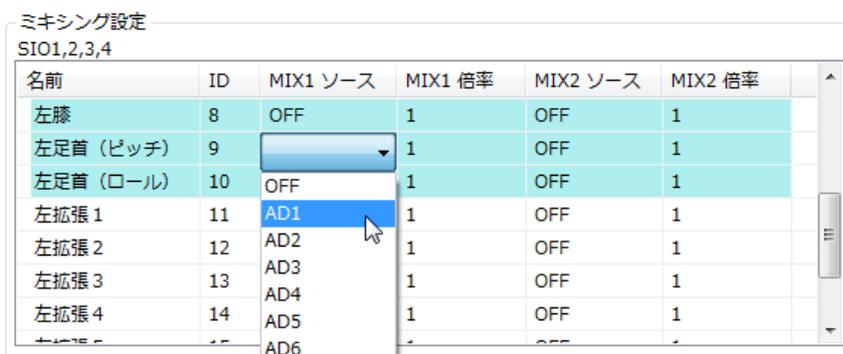
青緑の網がかかっている欄が、このプロジェクトでアクティブになっているサーボです。

今回はSIO1.2.3.4の「左足首(ピッチ)ID9」への設定を例に解説を行います。



③ ミキシング設定のMIX1で、センサーの接続されているADポートの番号を選択します。今回はAD1(ピッチ軸ジャイロ)を選択します。

RCB-4ではMIX1とMIX2を同時に設定することで、一つのサーボに対して二系統のミキシングをかけることができます。その場合、MIX1とMIX2の値は加算されます。



④ メインウインドウのsyncボタンを押してロボットとHeartToHeart4をシンクロ状態にし、「アナログ基準値の設定」のAD1をクリックして「実測値」に現在のソース(センサー)の値を表示させます。

だいたい270くらいの値が表示されるはずですが。実測値が表示されたらロボットを前後に振ってみて値が変化するか確認します。値が変化するようであればジャイロは正常に接続されています。

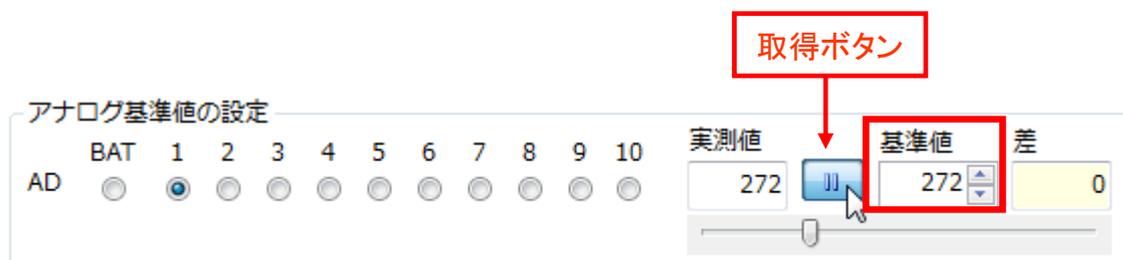
実測値は5Vの電圧を1024段階(10bit)に分解したのもので、0~1023の範囲で表示されます。センサーの現在の出力電圧を求めたい場合は次の式を使用します。

$$\text{センサーの出力電圧} = \text{センサーの値} \times 5(\text{電圧:V}) \div 1024(\text{分解能})$$



⑤ 取得ボタンをクリックし、ソースの実測値をミキシングの基準値に設定します。

基準値とは、センサーのニュートラルで、基準値からの差(変化量)を用いてミキシングを行います。



⑥ 倍率に-9を設定します。

倍率は基準値との差(センサーの変化量)に対してどれくらいの強さでミキシングをかけるかという設定です。数値が大きいほどサーボの動作量も大きくなり、+/-の符号を変更することでミキシングの方向を反転させることができます。

ミキシング設定  
SIO1,2,3,4

名前	ID	MIX1 ソース	MIX1 倍率	MIX2 ソース	MIX2 倍率
左膝	8	OFF	1	OFF	1
左足首 (ピッチ)	9	AD1	-9	OFF	1
左足首 (ロール)	10	OFF	1	OFF	1
左拡張1	11	OFF	1	OFF	1
左拡張2	12	OFF	1	OFF	1

⑦ プロジェクト設定画面から「ROMに全て保存」をクリックし、設定内容をRCB-4に保存します。



⑧ ROMへ保存が終了したら、KHR-3HVを再起動します。

正常に設定が完了していれば、ロボットを前後に振ったとき左足首のサーボが微かに動くはずです。

### 手順3:【ミキシングの推奨設定】

手順2を参考にし、その他のサーボにもミキシングを設定を行い、ROMIに保存します。

今回はプロジェクト「Hello\_KHR3」の推奨設定を記します。

	サーボモーター		ソース (センサー)		倍率
SIO1.2.3.4	左足首(ピッチ) ID9	+	AD1	+	-9
	左足首(ロール) ID10	+	AD2	+	8
SIO5.6.7.8	右足首(ピッチ) ID9	+	AD1	+	9
	右足首(ロール) ID10	+	AD2	+	8

### 手順4:【ジャイロの効果の確認】

ミキシングの設定が完了したらジャイロの効果の確認を行います。

- ①電源をONにした状態でロボットを直立させます。
- ②前後左右方向に20～30度ほど足裏が浮くように傾けて手を離します。
- ③機体がグラグラせず、ぴたっと直立状態に戻ればジャイロの補正効果が正しく働いています。

※プロジェクトで設定したミキシング(ジャイロ補正動作)はロボットに電源が投入されている状態では絶えず機能しています(リアルタイムミキシング)。ロボットの動作中にミキシングのON/OFFや、倍率の変更などをする場合は、モーション内で操作を行います。この詳細については後章にて記述します。

## 手順5:【倍率の調整、トラブルシューティング】

手順3で提示した推奨設定値はあくまで参考です。個々のロボットのくせを見ながら調整をする必要があります。さらにジャイロの設定が正しくない場合現れる症状と対処法を記します。

**CASE:「ジャイロの効きが弱いと感じたら」** → **倍率を大きくします。**

ただし、あまり値を大きくするとサーボがブルブルと発振し実用的な範囲を超えますのでご注意ください。ミキシング倍率のほかサーボの「ストレッチ」を大きくすることでも、倍率を大きくするのと似た効果が得られます。また、バッテリーの電圧が下がっているとサーボの動作全般が緩慢になるので、補正動作も強くかかってないように見える場合があります。

**CASE:「ジャイロの効きが強過ぎると感じたら」** → **場率を小さくします。**

ミキシング倍率のほか、サーボの「ストレッチ」を小さくすることでも、倍率を小さくするのと似た効果があります。また、バッテリーが充電直後で電圧が高い状態だと、補正動作が強くかかっているように見える場合があります。

**CASE:「何もしていないのにグラグラ揺れて倒れてしまう」**

→ **ジャイロの搭載方向か倍率の+/-が逆の可能性ががあります。**

まずは倍率の+/-の符号を反転させて症状が改善するか確認します。

→ **ジャイロがしっかり固定されていない可能性ががあります。**

パーツマウントにジャイロがきちんと固定されているか確認します。

→ **配線が正しくない可能性ががあります。**

コネクタが抜けていないか、線材が痛んでないかを確認します。

**CASE:「グラグラしないが歩行中などに倒れてしまう」**

→ **AD1、AD2を間違えている可能性ががあります。**

ミキシング対象のサーボの軸方向に対してジャイロの軸方向が一致していない可能性ががあります。「KHR-3HVへの搭載」と「ミキシングの推奨設定」の表を確認し、固定と設定が正しいか確認します。

**CASE:「ロボットが直立状態で前後左右のいずれかに傾いている」**

→ **基準値が正しくない可能性ががあります。**

基準値がずれていた場合、ニュートラル状態で各サーボにミキシングがかかりっぱなしになり、ロボットがいずれかの方向に傾いた状態になります。

プロジェクト設定で基準値を再取得するか、後述の「センサーの校正(キャリブレーション)」を用いてモーション内で基準値を再取得します。

## HTH-4のモーション内でのジャイロ設定

ミキシングの設定はモーション内で変更することが可能です。

モーション内で変更した内容は次の変更されるか、RCB-4の電源がOFFになるまで保持されますが、いったん電源をOFFにした後再起動した場合、再び初期設定が呼び出されます。

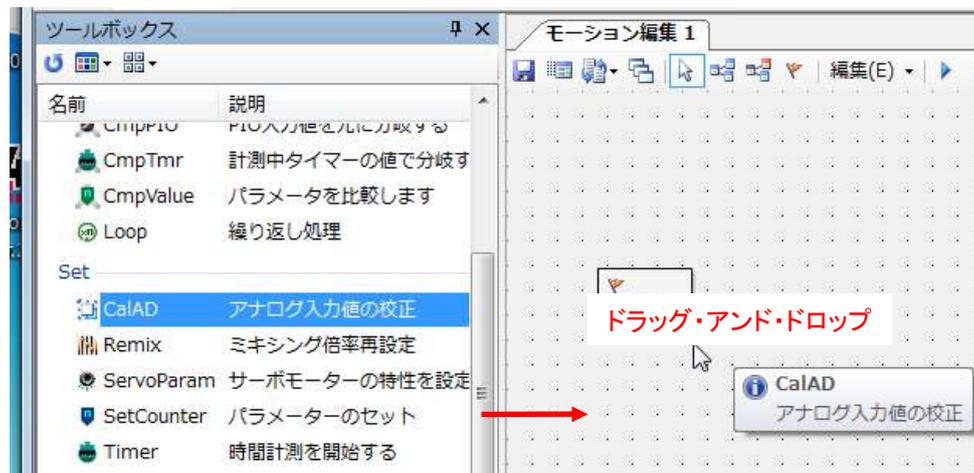
### 【センサーの校正(キャリブレーション)】 CalADコントロールの使用方法



HTH4では「CalAD」コントロールを用いてセンサーの基準値をモーション内で取得することが出来ます。これを校正(キャリブレーション)といいます。各種センサーは種類によっては、周囲の湿度や温度など環境条件により出力される値(電圧)が変化することがあります。これをドリフトといい、ドリフトした分を補正するのが校正(キャリブレーション)という作業です。ジャイロでドリフトが発生した場合、ロボットが直立状態で前後左右のいずれかに傾いた状態になり、また歩行中などに特定の転倒をしやすくなります。KRG-4は非常にドリフトしにくいジャイロ素子を使用しているため、日常の環境下で使用している限りKRG-4は校正の必要はありませんが、弊社製旧型ジャイロKRG-3(生産終了品)を使用する場合は校正が必要になる場合があります。

### 手順1:【CalADの配置】

- ①HTH4を起動しツールボックスを表示させます。
- ②モーションを新規作成します。
- ③「CalAD」をモーション編集ウインドにドラッグ・アンド・ドロップします。



## 手順2:【CalADの設定】

CalADの設定を行います。

①モーション編集ウィンドウに配置した「CalAD」をダブルクリックすると校正ダイアログ (CalibrateADDialog) が表示されます。



②校正したいセンサー番号にチェックをつけます。例ではAD1とAD2を校正します。

チェックボックスの1～10はそれぞれAD1～AD10に相当します。

BATは電源電圧の値です。



③「OK」ボタンをクリックして設定を完了します。

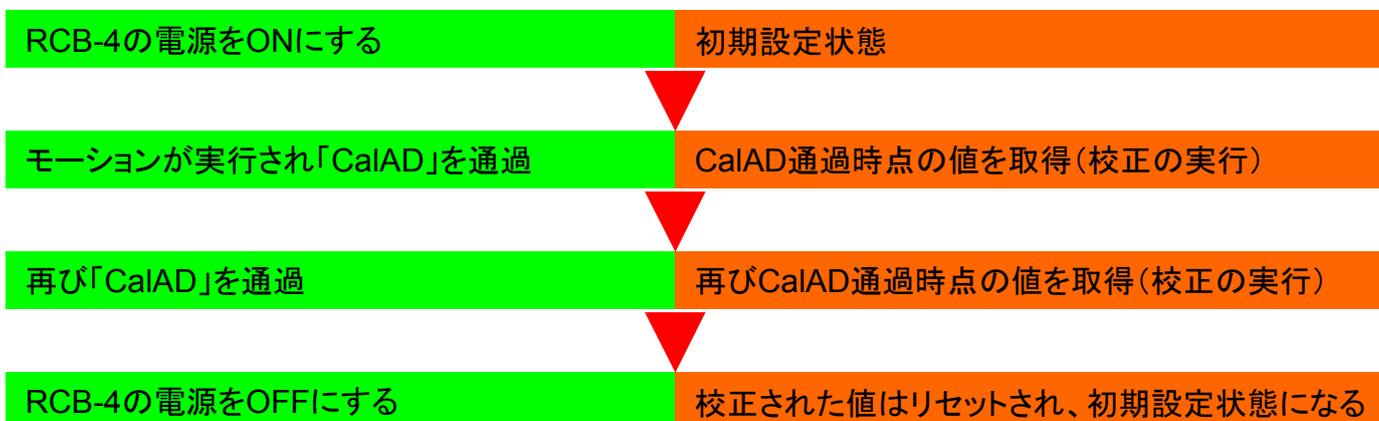
設定は「OK」をクリックした時点で反映されます。「CANCEL」をクリックした場合は設定は反映されません。

## 手順3:【動作チャート】

CalADは次のように動作します。CalADで校正した値はROMIには保存されず、RCB-4に電源が入っている間のみ使用可能です。

### 動作内容

### ミキシングの状態



## 手順4:【動作確認】

校正の動作確認を行います。

- ①作成したモーションを任意のモーション番号にビルド(書き込み)します。
- ②ロボットを前後左右に振ってセンサーの値が変化するようにします。  
(基準値以外の値になるようにします)
- ③センサーの値が変化している状態で、①でビルドしたモーションを再生します。
- ④ロボットを静止状態に戻し、足首のサーボ(ミキシング対象)がニュートラルからずれた位置で保持されていれば校正が正しく働いています。
- ⑤電源を再投入し足首のサーボが元に戻る(基準値が初期設定に戻る)ことを確認します。

## 手順5:【CalADを用いるシチュエーション】

CalADの実用例を記します。

### CASE:「ロボットの電源投入時にセンサーの校正をする」

→ スタートアップモーションに校正モーションを登録します。

センサーの種類によっては、ロボットの保管時に何らかの要因で基準値が変化している可能性があります。センサーの搭載状態のロボットを正確に動作させたい場合は、**電源を投入するたびにセンサーの校正を行うので確実**です。ただし、校正は必ず安定状態(静止状態)で行わないと正確な値が取得できず、かえってロボットの動作に支障が出る場合があるので注意が必要です。

### CASE:「ロボットの動作中にセンサーの校正をする」

→ 校正モーションを再生します。

ロボットは動作中に熱を発するので、センサーの種類によっては**動作中にドリフトを起こす**場合があります。その際、都度センサーの校正を行うことでロボットを正確に動作させることが可能です。

ただし、校正は必ず安定状態(静止状態)で行わないといけませんので、モーション内でCalADコントロールの通過を行う前にロボットをしゃがませたりして安定させておく必要があります。

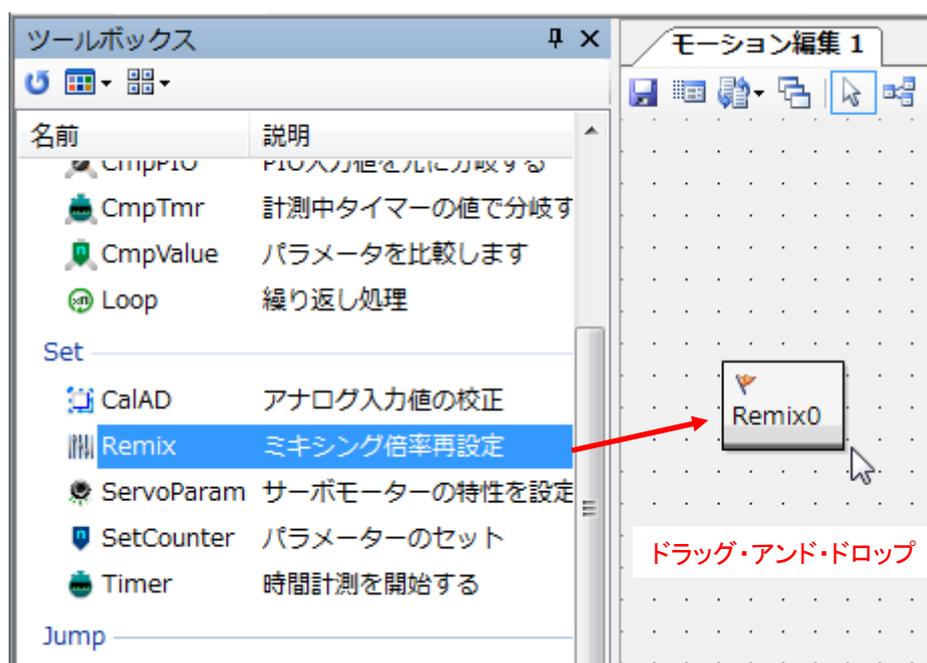
## 【ミキシング倍率の再設定】 Remixコントロールの使用方法

### Remix ミキシング倍率再設定

HTH4では「Remix」コントロールを用いてミキシング倍率の再設定が出来ます。これはジャイロの効き具合等調整のほか、ミキシングのON/OFFも可能な機能です。

#### 手順1:【Remixの配置】

- ①HTH4を起動しツールボックスを表示させます。
- ②モーションを新規作成します。
- ③「Remix」をモーション編集ウィンドにドラッグ・アンド・ドロップします。

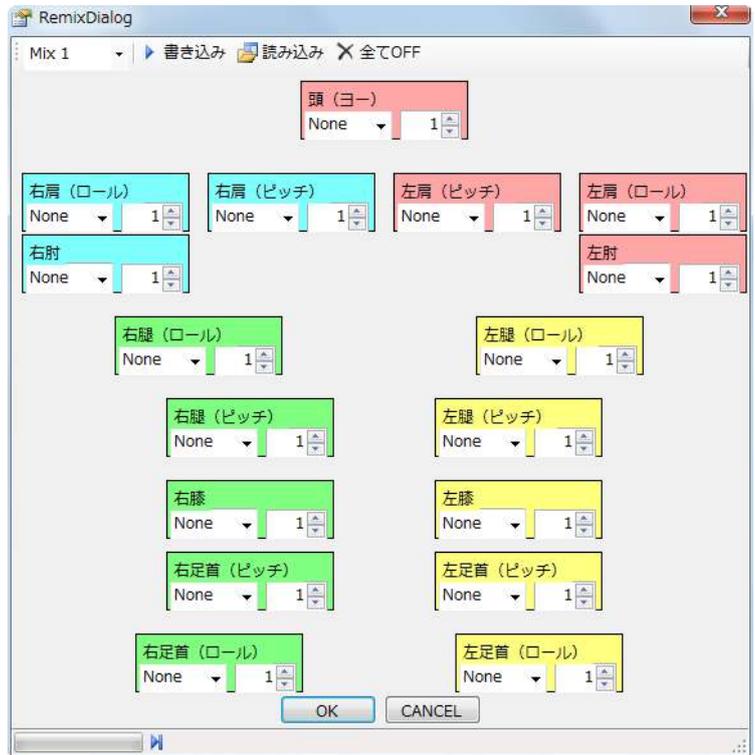


## 手順2:【Remixの設定】

Remixの設定を行います。

①モーション編集ウィンドウに配置した「Remix」をダブルクリックするとミキシング再設定ダイアログ (RemixDialog) が表示されます。

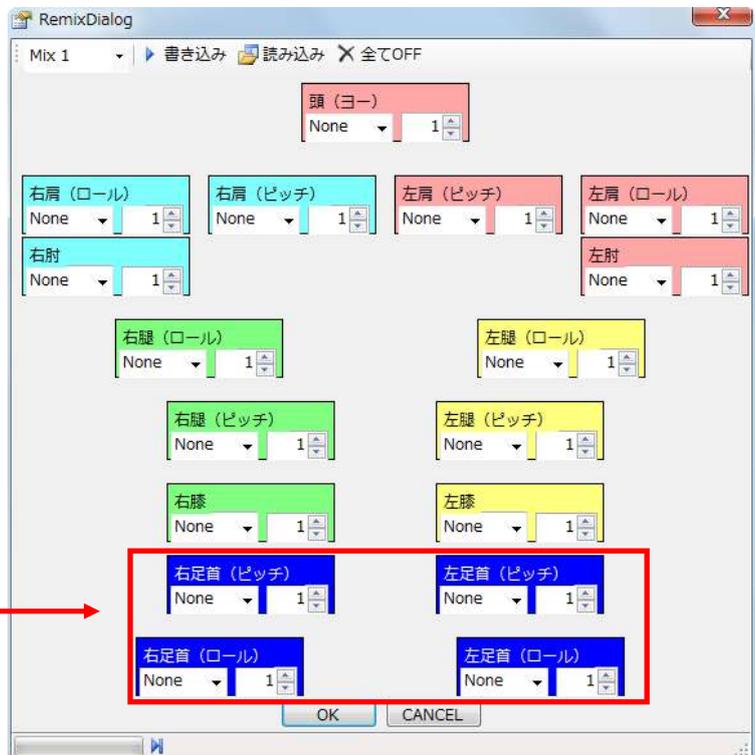
HRH4 Ver2.0よりレイアウトがPOSと同じになりました。



②データを読み込む場所を選択します。対応するサーボをクリックすると青く変化します。この状態が選択されている状態です。

今回は、右足首(ピッチ)右足首(ロール)と左足首(ピッチ)左足首(ロール)を選択します。

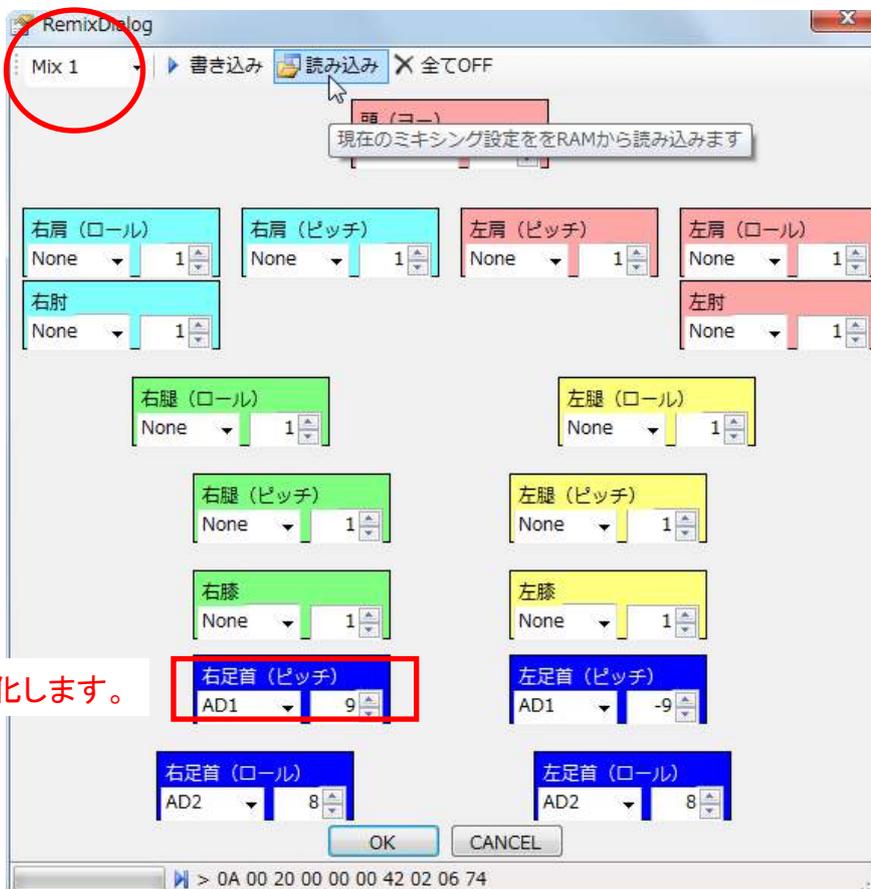
選択されているサーボ →



③「読み込み」ボタンをクリックすると、選択されたサーボのミキシングの初期設定を読み込みます。正常に読み込まれると、ソース(センサー)と倍率が各項目に表示されます。選択していないサーボのソース、倍率は変化しません。

プロジェクトの「ミキシング」にて設定されている番号を指定します。ここではミキシングの「Mix1」を選択してください。

ソースと倍率が変化します。



④初期設定を行ったときと同様にソースと倍率を設定します。

※Remixでは基準値の設定は行えません。

⑤「書き込み」ボタンを押すと選択中のサーボモーターのミキシング設定がただちにRCB-4HVへ反映されます。この場合は、RCB-4HVの電源を消すと設定が無効になりますので動作テストなどに使用してください。

⑥「OK」をクリックして設定を完了します。

設定は「OK」をクリックした時点で反映されます。「CANCEL」をクリックした場合は設定は反映されません。

### 手順3:【ミキシングのOFF】

「全てOFF」をクリックすると、選択されているサーボが全てOFFになります。



### 手順4:【動作チャート】

Remixは次のように動作します。Remixで再設定した値はROMには保存されず、RCB-4に電源が入っている間のみ使用可能です。



### 手順5:【動作確認】

ミキシングの再設定の動作確認を行います。

- ①Remixの内容を初期設定とは異なるものにします。
- ②作成したモーションを任意のモーション番号にビルド(書き込み)します。
- ③モーションを再生します。
- ④ミキシングの利き具合が変化すればミキシングの再設定が正しく働いています。

## 手順6:【Remixを用いるシチュエーション】

Remixの実用例を記します。

### CASE:「ミキシングをOFFにしたい」

→ 対象のサーボを選択した状態で「全てOFF」をクリックします。

次のようなシーンでミキシングをOFFにします。

・KHR-3HVを22軸化し腰が回転するようになったので、パンチなど上半身を回すモーションを作成した。(上半身を大きく回すとジャイロとミキシング対象のサーボの軸が不一致になるため、不安定な挙動になる場合があります)

・起き上がりや腕立て伏せなど、ミキシングの効果が必要ないモーションの実行中。

### CASE:「サーボのストレッチやスピードを変更した」

→ 倍率を変更します。

モーション内でサーボの「ストレッチ」と「スピード」のパラメーターを変更した場合、ジャイロの効き具合も変わってきます。

「ストレッチ」「スピード」と倍率を調整する際の関係は以下の通りです。

#### ストレッチ、スピード

#### ミキシングの倍率

大 ⇔ 小(ストレッチ、スピードが大きいときはジャイロの効きがよくなる)

小 ⇔ 大(ストレッチ、スピードが小さいときはジャイロの効きが悪くなる)

## ジャイロ対応サンプルモーション

近藤科学のホームページの「サポート」よりダウンロードが可能です。

KONDO-ROBOT ホームページ: <http://kondo-robot.com/>

『KHR-3HV バトルモーション(ROBO-ONE Lite 1st対応)』