



ジャイロセンサーKRG-5の 搭載と設定

近藤科学株式会社
2022/12/7 第1版

■ ジャイロセンサーの役割

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ぶ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.03213

KRG-5 Aセット
（ZH⇔サーボコネクタ付属） 2個入り

※ケーブルはKRG-5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-5のKHR-3HVへの搭載

手順1：【KRG-5のネジの取り外し】

1個のKRG-5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-5は2個中1個だけです。

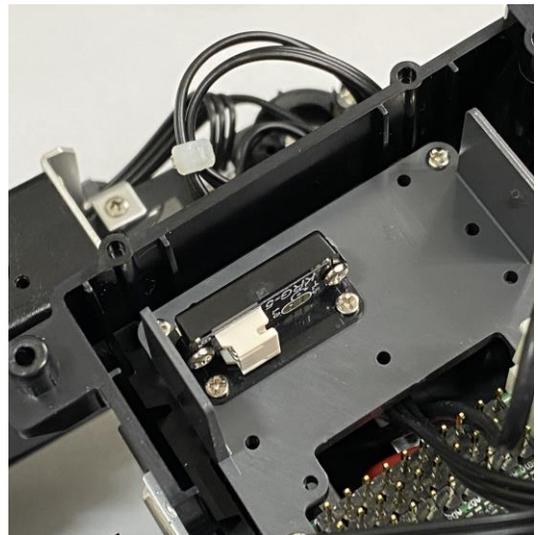


手順2：【バックパックへの固定】

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-5を固定します。

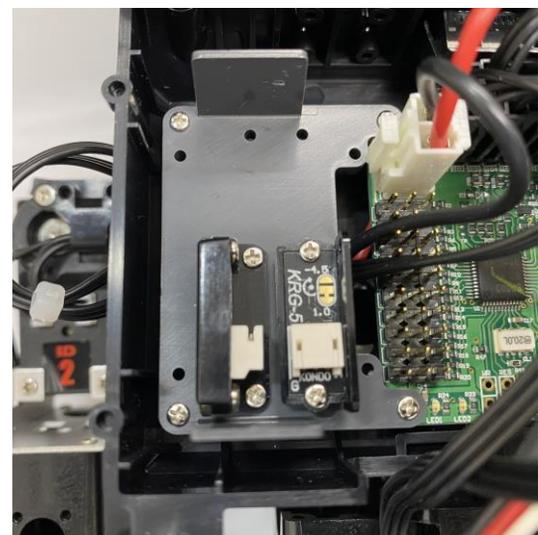
▼ピッチ軸ジャイロの固定：

固定ネジを外していないほうのKRG-5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-5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-5とRCB-4の接続

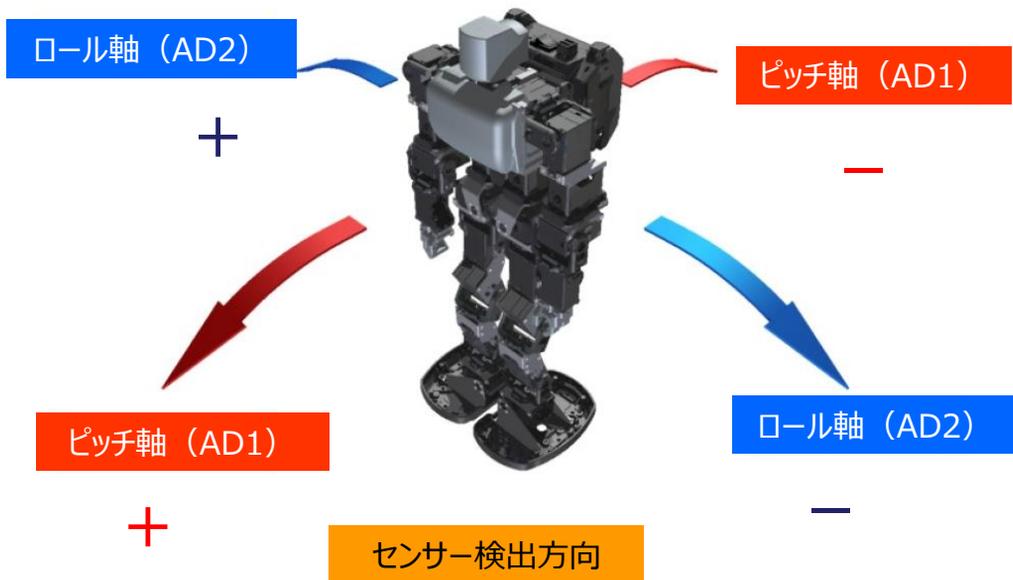
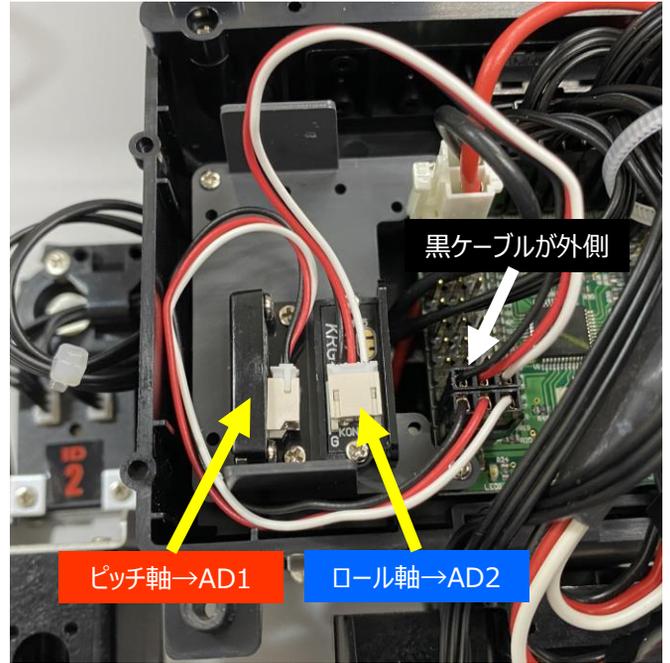
KRG-5付属のZH接続ケーブルBを使用し、KRG-5とRCB-4の接続配線を行います。RCB-4にZH接続ケーブルBのコネクターを挿す時は、必ず黒いケーブル線が基板の外側を向くようにします。

ジャイロセンサー
KRG-5

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）



【KRG-4から載せ替える場合】
KRG-5は、KRG-4とは検出方向が逆になっていますのでご注意ください。
詳しくは、P.10をご参照ください。

■ 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 2.4.0.0」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、HeartToHeart4の商品ページからダウンロードできます。

KONDO-ROBOT Webページ <https://kondo-robot.com/product/hearttoheart4>

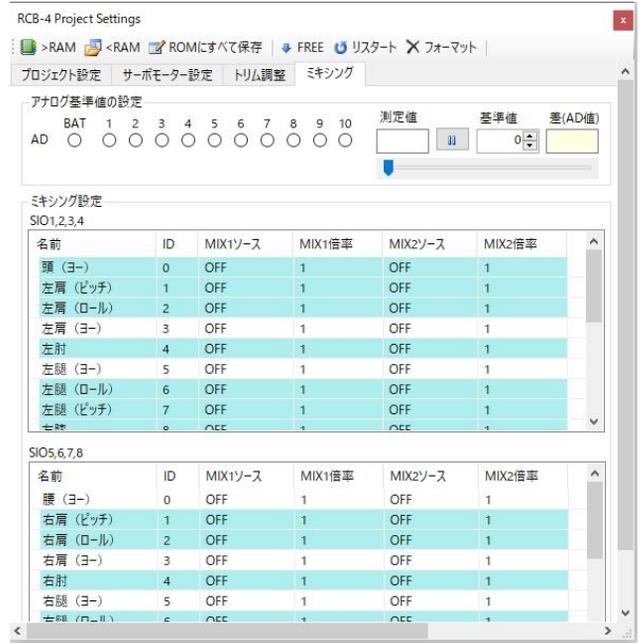
ソフトのバージョン確認は以下の手順で行えます。

- 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。



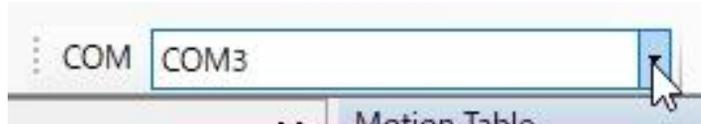
手順2：【ミキシングの設定方法】

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（V2.3）」を参考に記述します。



① ロボットのバックパックにあるCOMポートとDual USBアダプターHS（シリアルモード）をケーブルで接続し、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COM3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。COM番号がわからない場合は、KO Driverに付属するマニュアルを参考に番号を確認してください。



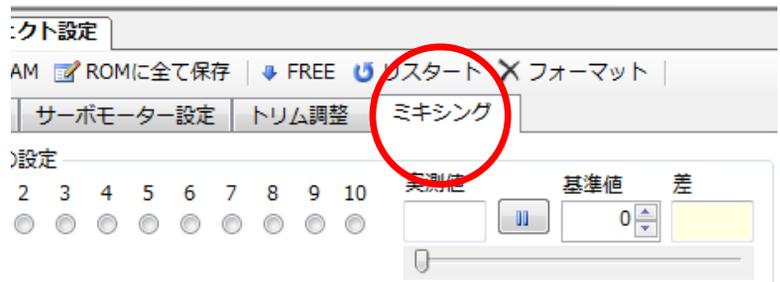
② プロジェクト設定ウィンドウを開きます。



③ 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します。



ID	MIX1 ソース	MIX1 倍率	MIX2 ソース	MIX2 倍率
5	OFF	1	OFF	1
6	OFF	1	OFF	1
7	OFF	1	OFF	1
8	OFF	1	OFF	1
9	OFF	1	OFF	1
10	OFF	1	OFF	1
11	OFF	1	OFF	1

④ 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。

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		1	OFF	1
左足首 (ロール)	10	OFF	1	OFF	1
左拡張 1	11	AD1	1	OFF	1
左拡張 2	12	AD2	1	OFF	1
左拡張 3	13	AD3	1	OFF	1
左拡張 4	14	AD4	1	OFF	1
左拡張 5	15	AD5	1	OFF	1
左拡張 6	16	AD6	1	OFF	1

⑤ メインウィンドウの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。

直立した状態で290前後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。

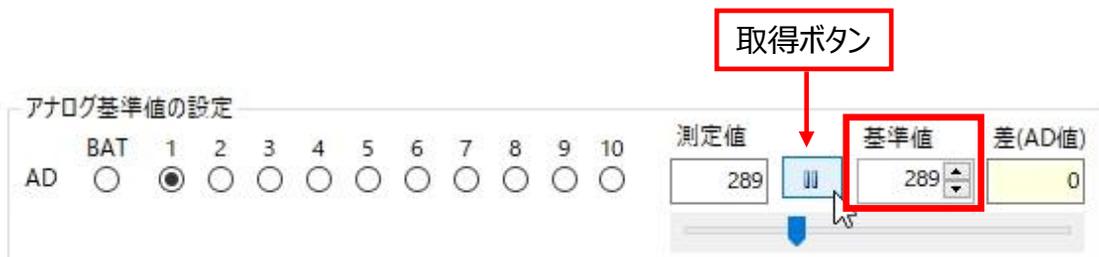
$$\text{センサーの出力電圧} = \text{センサーの値} \times 5 \text{ (電圧 : V)} \div 1024 \text{ (分解能)}$$



AD1のボタンをクリックするとリアルタイムの実測値が表示されます。

⑥ 「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。



※ AD1の設定が完了したら、AD2も同じように設定します。

⑦ 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。

左腿（ピッチ）	7	OFF	1	OFF
左膝	8	OFF	1	OFF
左足首（ピッチ）	9	AD1	9	OFF
左足首（ロール）	10	OFF	1	OFF
左拡張1	11	OFF	1	OFF

⑧ 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。



⑨ 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が。

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、ROM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が、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、補正動作が強くな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。

KRG-4から載せ替える場合の注意点

①KRG-5は、KRG-4とは検出方向が逆になります。そのため、すでにKRG-4でHeartToHeart4の「ミキシング倍率」を設定している場合は、値の±符号を逆にする必要があります。

例) KRG-4搭載時：-9 → KRG-5搭載時：9

また、モーション中に「Remix」コントロールなどを使用してミキシングを設定している場合は、こちらの値も符号を逆にしてください。

②KRG-5は、KRG-4と比べて「実測値」が高くなります。搭載後、初めて設定する場合は、ロボットを動かす前に必ず「実測値」から「基準値」を設定し直してください。

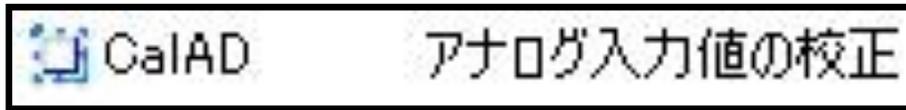
③ジャイロの検出感度についての変更はありませんが、センサ素子の個体差により誤差がある場合があります。KRG-4からKRG-5に載せ替えた場合は、全てのモーションを再生し動作に問題がないことを確認してください。

■ 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。

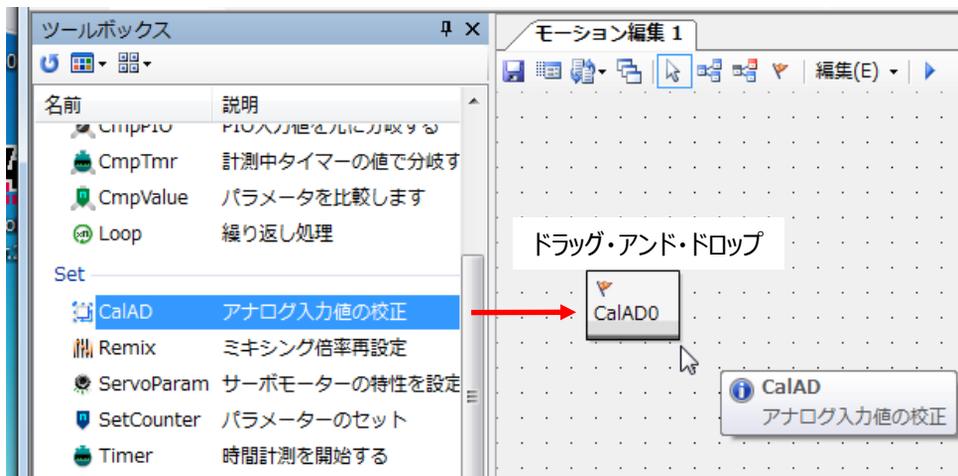
【センサーの校正（キャリブレーション）】 CalADコントロールの使用方法



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-5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-5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ィンドにドラッグ・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。

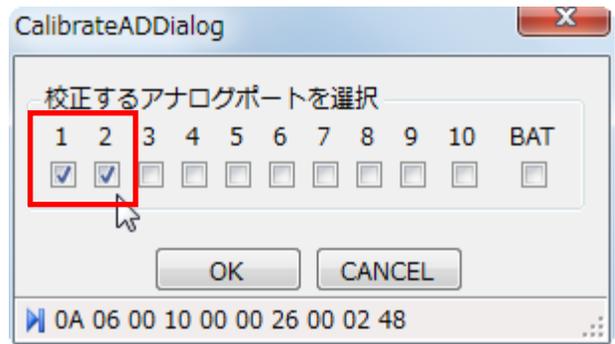
①モーション編集ウィンドウに配置した「CalAD」をダブルクリックすると校正ダイアログ（CalibrateADDialog）が表示されます。



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。

動作内容

ミキシングの状態

RCB-4の電源をONにする

初期設定状態

モーションが実行され「CalAD」を通過

CalAD通過時点の値を取得（校正の実行）

再び「CalAD」を通過

再びCalAD通過時点の値を取得（校正の実行）

RCB-4の電源をOFFにする

校正された値はリセットされ、初期設定状態になる

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。

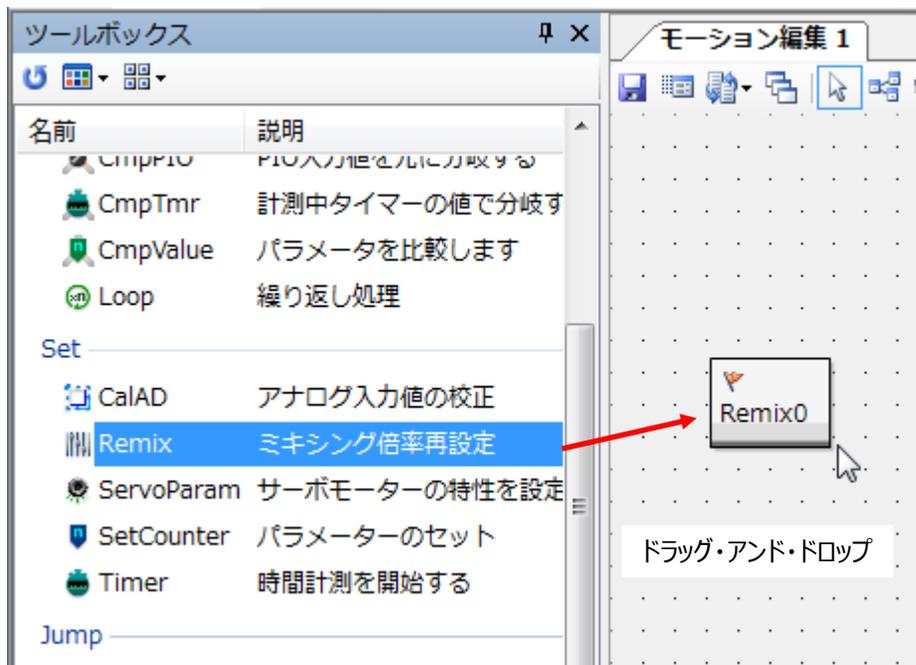
ただし、校正は必ず安定状態（静止状態）で行わないといけませんので、モーション内でCalADコントロールの通過を行う前にロボットをしゃがませたりして安定させておく必要があります。

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。

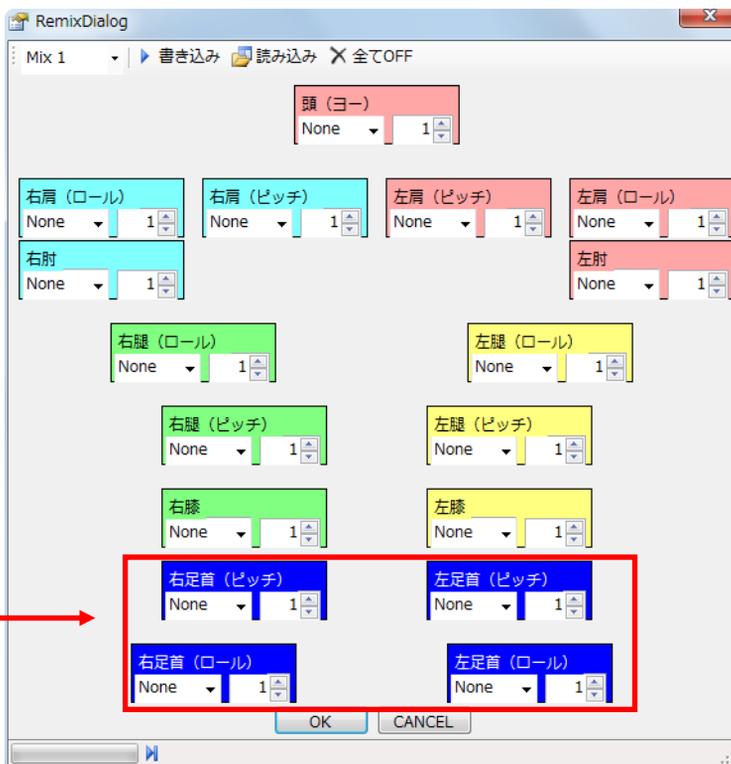
※HTH4 Ver2.0よりレイアウトがPOSと同じになりました。



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。

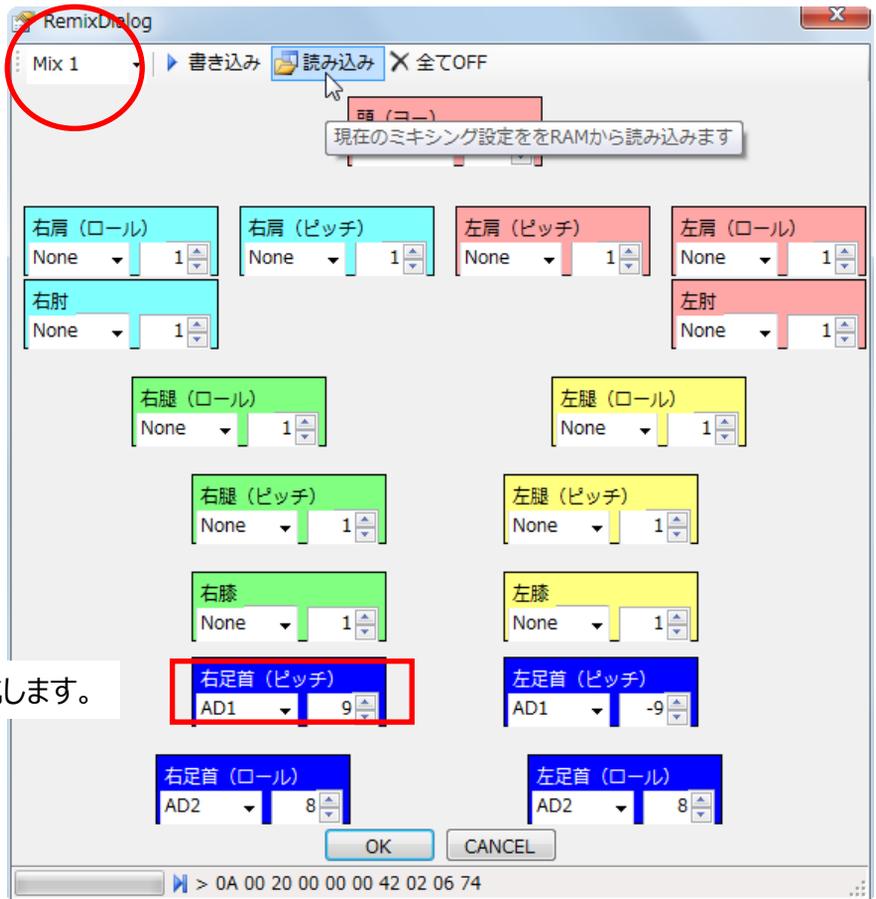
選択されているサーボ



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。

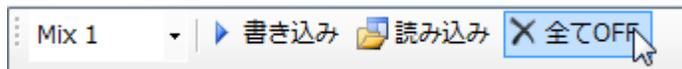
⑤「書き込み」ボタンを押すと選択中のサーボモーターのミキシング設定がただちにRCB-4へ反映されます。この場合は、RCB-4の電源を消すと設定が無効になりますので動作テストなどに使用してください。

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。

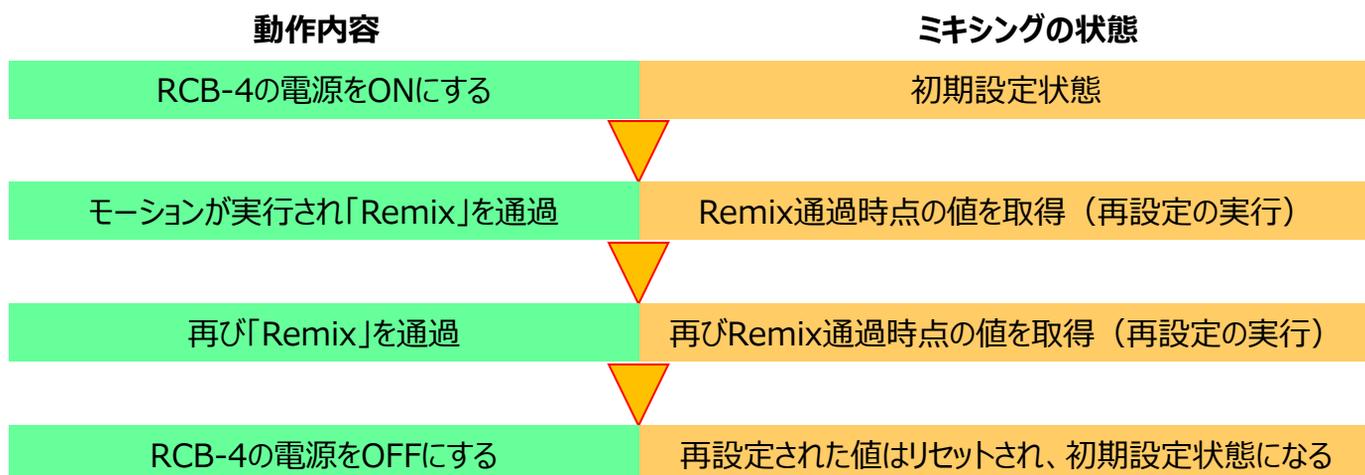
手順3：【ミキシングのOFF】

「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。

- ① Remix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 : <https://kondo-robot.com/>

[『KHR-3HV バトルモーション\(ROBO-ONE Light 16th対応\)』](#)

※必ずKRG-5対応のサンプルプロジェクトをご利用ください。