

# Choreonoid スタートアップガイド

## 目次

はじめに .....	4
このドキュメントの目的 .....	4
このドキュメントの適用範囲 .....	4
このドキュメントの位置づけ .....	4
制限事項 .....	4
用語定義 .....	5
変更履歴 .....	5
<b>Choreonoid の概要 .....</b>	<b>6</b>
Choreonoid とは .....	6
Choreonoid フレームワーク .....	6
Choreonoid のライセンスと動作環境 .....	8
<b>Choreonoid のインストール .....</b>	<b>9</b>
<b>Choreonoid のインストール (Windows 編) .....</b>	<b>9</b>
インストーラを使ったインストール .....	9
ソースコードからビルドしてインストール .....	13
<b>Choreonoid のインストール(Linux 編).....</b>	<b>21</b>
Ubuntu Linux へソースコードからインストール.....	21
<b>G-ROBOTS GR-001 のサンプルプロジェクトを用いた操作 .....</b>	<b>23</b>
<b>Choreonoid の起動と基本的な操作 .....</b>	<b>23</b>
起動.....	23
基本的な操作 .....	24
サンプルプロジェクトを開く .....	25
Choreonoid 内で GR-001 のサンプル動作を動かしてみる .....	28
GR-001 を PC に接続し、Choreonoid との接続を確認する .....	29
GR-001 でサンプル動作を実行させる .....	33
サンプル動作の一部を編集する .....	34

Choreonoid の各ビュー、ツールバーの基本的な機能と操作.....	34
サンプル動作の一部のキーポーズを変更する.....	42
サンプル動作に新たなキーポーズを追加する.....	43
GR-001 で動作を確認する.....	45
作成した動作を別名で保存する.....	45
プロジェクトの保存と終了.....	46
<b>参考資料</b> .....	<b>47</b>
<b>特記事項</b> .....	<b>47</b>

# **はじめに**

## **このドキュメントの目的**

このドキュメントは、独立行政法人 産業技術総合研究所 中岡慎一郎研究員により開発されたロボットの動作生成ツール Choreonoid の利用方法を、ロボット研究、開発者に示すことを目的としています。

このドキュメントは、NEDO 次世代ロボット知能化技術開発プロジェクト 「ロボット知能ソフトウェアプラットフォームの研究開発」の支援を得て、産業技術総合研究所によって作成されました。

## **このドキュメントの適用範囲**

このドキュメントは、ロボット動作作成ツール Choreonoid の導入と基本的な使い方を習得することに主眼をおいています。Choreonoid で用いるロボットモデルの作成、一般的なロボットへの応用開発に関しては範囲に含まれていません。

また、Choreonoid は、プラグインを追加することで様々な拡張機能を追加できるばかりでなく、各々の機能がライブラリ化されており、ロボットシステム開発ツールとして再利用可能ですが、このドキュメントでは、それらのことは解説いたしません。

## **このドキュメントの位置づけ**

このドキュメントは、一般公開前の 2010 年 10 月 4 日時点の Choreonoid-1.0RC に基づいて記載されています。Choreonoid は、現在、動作の安定化に向けて修正を実施しており、ドキュメントの内容が変更される可能性があります。

また、機能向上のためのプラグインの追加に伴い、今後更にドキュメントが改変される可能性があります。

## **制限事項**

このドキュメントの著作権は、独立行政法人 産業技術総合研究所に帰属します。このドキュメントの再利用、改変等に関しては、担当者へお問い合わせください。

## 用語定義

- キーポーズ

Choreonoid におけるキーポーズとは、ロボットの動作パターンの中で主となる変化が定義できる姿勢をことです。CG やアニメーションにおけるキーフレームとほぼ同等の意味をもち、ロボットの動作を、キーポーズ間をなめらかに補完することで、全体の動作を定義しています。

- 順運動学

多関節構造を持つロボットでは、各関節の角度を決めると全体の姿勢を一意に決定することができます。順運動学とは、ある関節を起点(root)と定義して、各関節の角度から平行移動、回転移動を組み合わせることでロボット全体の姿勢を決めていく方法です。Choreonoid でロボットの姿勢を決める場合に、各関節の角度を直接的に操作する方法のことをさします。

- 逆運動学

順運動学とは逆に、ある関節の位置と姿勢を決定し、それを満足するように各関節の角度を決める方法です。Choreonoid では、例えば、ロボットの足先を決めるときに 3 次元座標系での位置と姿勢を決めながらロボットのキーポーズを決定していくときに使われています。

## 変更履歴

改版	改版日	改版内容	備考
0.1	2011/10/04	新規作成	なし
	2011/10/07	サンプル動作の編集に関する記述を追加	
	2011/10/11	用語の説明を追加	

# Choreonoid の概要

## Choreonoid とは

Choreonoid は、ロボットの多様な動作を直接作成、編集可能にすることを目標としたソフトウェアです。このソフトウェアには、次のような特徴があります。

- **プログラミングや実演スキルを必要としない**

これまでの人間型ロボットの動作を教示する場合には、動作プログラムを作成したり、教示動作を人間が実演し、それをモーションキャプチャ装置等でデータ化することで教示したりしていました。このような方法では、高いプログラミングスキルや実演スキル、大掛かりな装置等が必要でした。しかし、このソフトウェアを使うことで、CG のロボットの動作を生成するように PC のみで簡単にロボットの動作生成を行うことができます。

- **キーフレームベースの姿勢設定と動作補完機能**

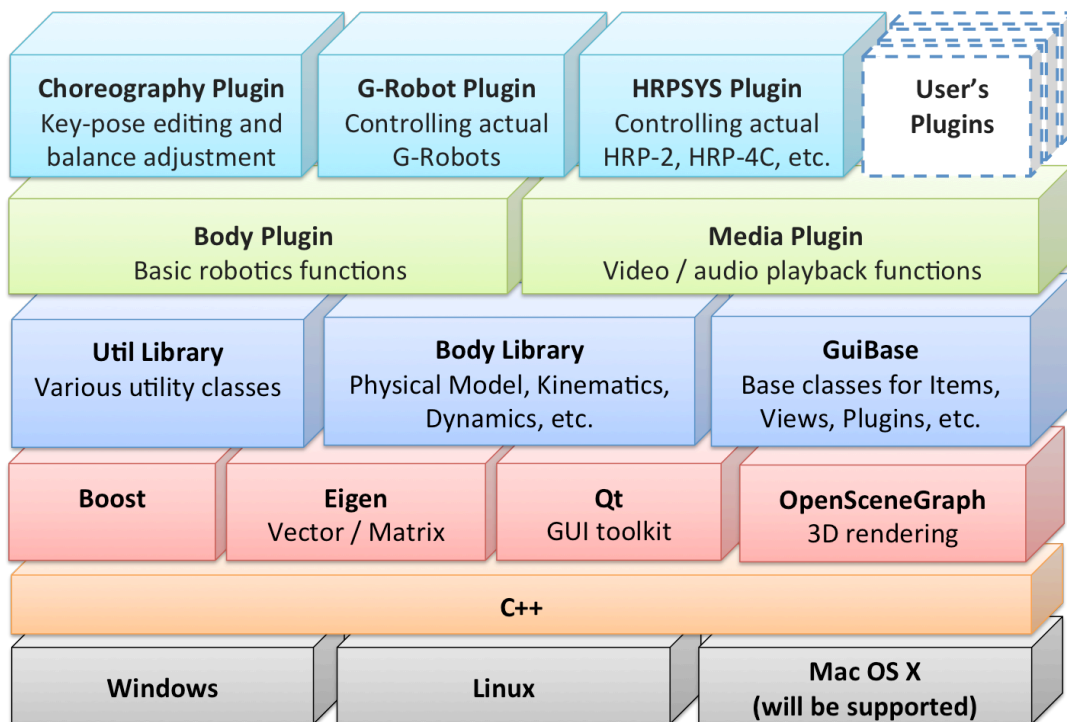
このソフトウェアにおけるロボットの動作生成は、3次元ビュー上に表示されたロボットをマウスで直接動かすことで姿勢を設定し、その姿勢をキーフレームとし時間軸上に連続的に配置することで実現されています。このとき、キーフレーム間の姿勢の補完には動力的な特性を考慮して行われ、必要があればキーフレームの姿勢を修正することで実行中に倒れないような動作を生成することが可能になっています。以下、このキーフレームの時のロボットの姿勢をキーポーズと呼ぶことにします。

- **C++による高速動作と様々なプラグインによる機能拡張**

Choreonoid は、全て C++言語により記述されています。そのおかげで比較的高速に3次元に関する処理を行うことが可能になっています。更に、プラグインシステムが導入されており、独自の編集対象データ形式や GUI を自由に追加し、既存のオブジェクトと連携させることが可能になっています。

## Choreonoid フレームワーク

Choreonoid は、下図のようなソフトウェア構成になっています。Choreonoid では、ChoreonoidCore をベースとしたフレームワークを実現しており、ユーザーのロボットアプリケーションに対する様々な拡張機能をプラグインとして開発することができます。



また、プラグインからは、Choreonoid フレームワークで提供する機能はもちろん、他のプラグインの機能を利用することができるため、グラフィカルなロボットアプリケーションを効率的に開発することができます。現在、Choreonoid で提供しているプラグインとして下記のようなものがあります。

- **BodyPlugin**  
ロボットモデル、運動学、動力学等に関する基本機能
- **ChoreoGraphyPlugin**  
バランス補正付き振り付け機能
- **MediaPlugin**  
作成した動作と同期してビデオや音楽を再生する機能
- **HrpSysPlugin**  
HRP-2 や HRP-4C の実機を Choreonoid から操作する機能
- **GRobotPlugin**  
フタバ社製サーボモータおよびコントロールユニットを使用したロボットを Choreonoid から操作する機能

## **Chreonoid のライセンスと動作環境**

Chreonoid は、Windows XP SP2 以上の OS または、Linux 等の UNIX 系 OS で利用可能です。現在、動作の確認がとれている OS は、Windows XP SP2, Windows 7, Ubuntu Linux 10.04, 11.04 です。

また、Chreonoid は、オープンソースライセンスの 1 つである GNU Lesser General Public License ver2.1 (LGPL ver2.1) で配布されています。



## Choreonoid のインストール

Choreonoid をインストールする方法としては、バイナリパッケージまたはインストーラによってインストールするか、ソースコードから自分でビルドしインストールするという 2通りの方法があります。

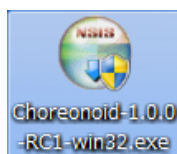
バイナリパッケージまたはインストーラを使う場合には、Windows XP SP2 以降のみをサポートしていますのでそれ以外の OS にインストールする場合には、ソースコードをダウンロードしビルドする必要があります。

### Choreonoid のインストール（Windows 編）

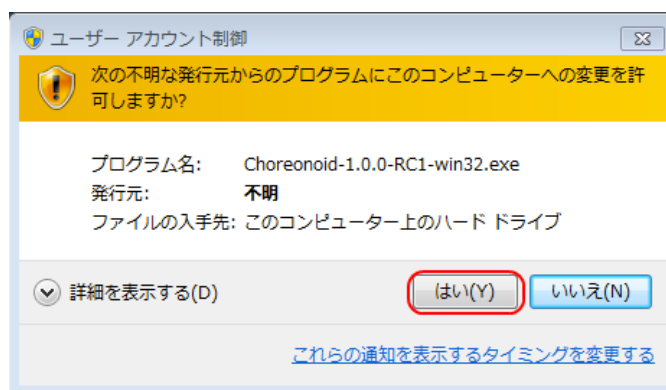
ここでは、Choreonoid を Windows へインストールする方法を解説致します。Windows へのインストールには、インストーラを用意していますので、そちらをお使い頂ければ簡単に利用開始することができます。

#### インストーラを使ったインストール

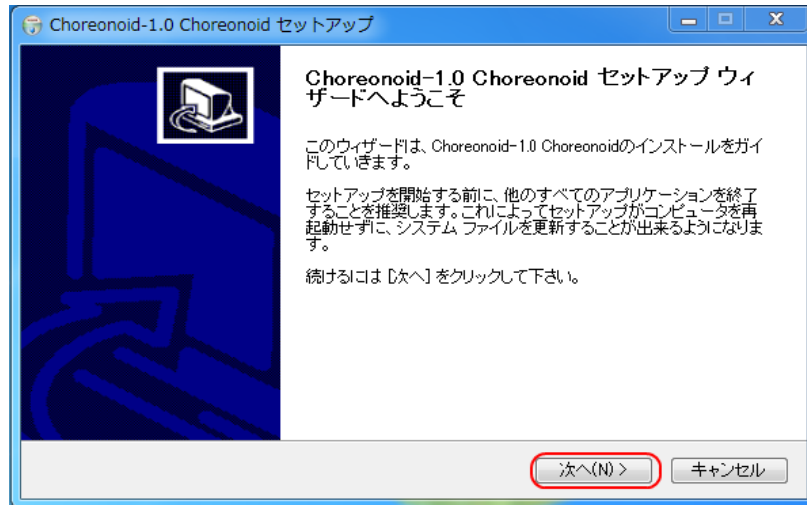
最初に公式サイトからインストーラをダウンロードして下さい。



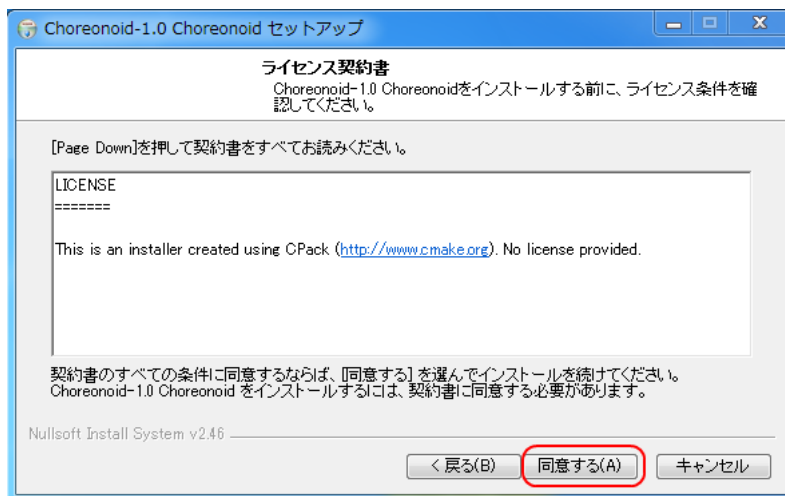
このインストーラのアイコンをダブルクリックすると、下図のように Windows 7 では、ユーザアカウント制御のアラートが現れますので、**[はい(Y)]ボタン**をクリックして下さい。



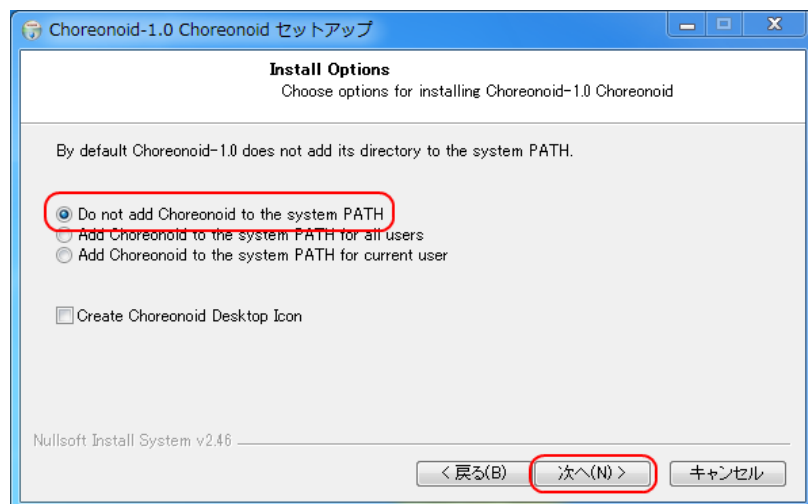
次に、Choreonoid のセットアップウィザードが起動しますので、**[次へ(N)]ボタン**をクリックします。



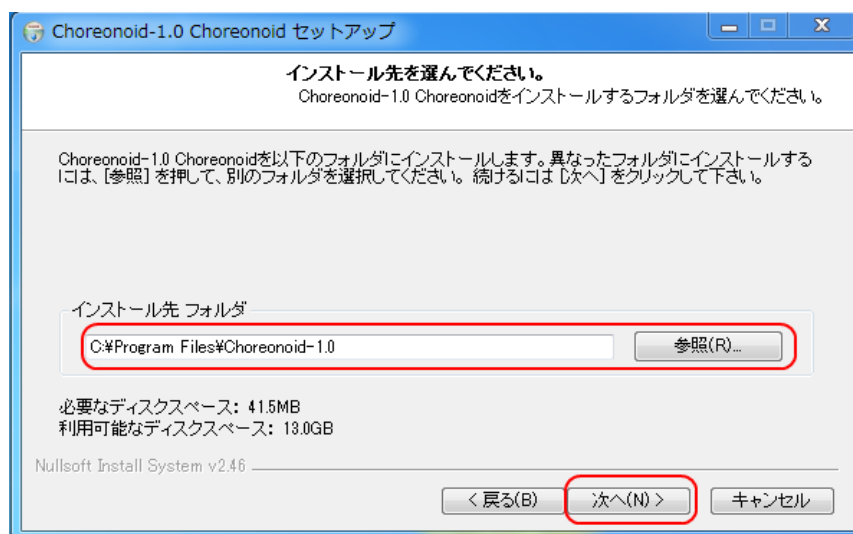
すると、下図のように Choreonoid と Choreonoid で使用しているライブラリのライセンス条件が表示されます。同意いただける場合には、**【同意する(A)】**ボタンをクリックして下さい。それ以外であればインストーラは終了し、Choreonoid はインストールされません。



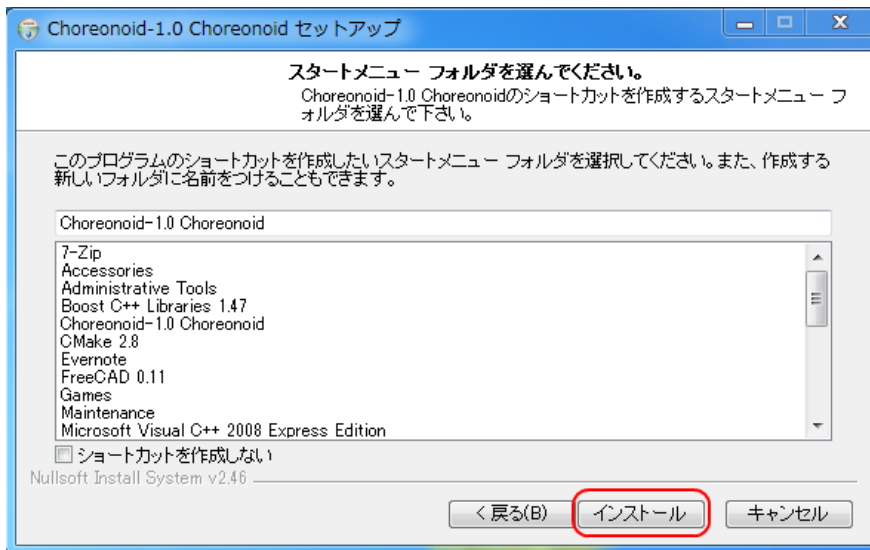
すべてのライセンスに同意して頂いた場合には、次のようにインストールオプションの選択画面になります。通常はそのまま**【次へ(N)】**ボタンを押下するだけでよいと思います。



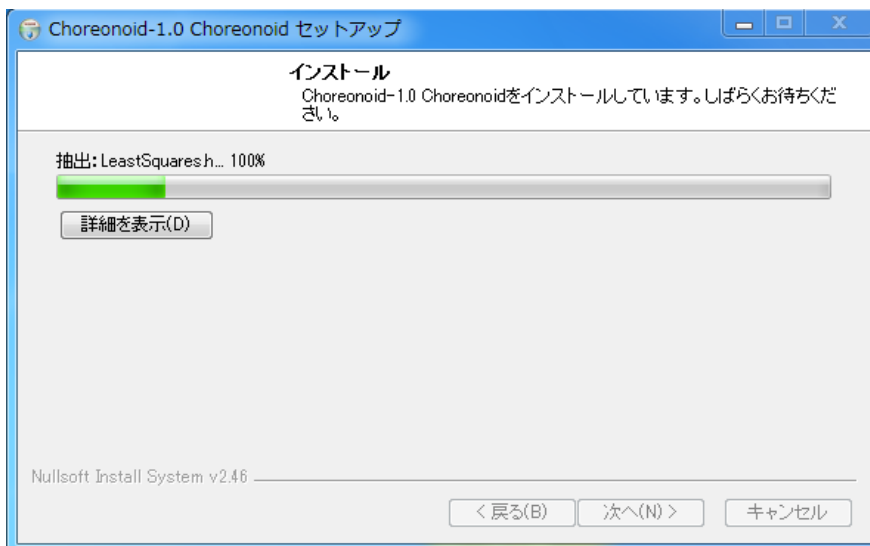
次に、Choreonoid をインストールするフォルダ指定の画面に移ります。通常、デフォルトのままでも問題ないと思いますが、別のフォルダにインストールしたい場合にはここで指定して下さい。インストール先のフォルダの選択が終了したら、[次へ(N)]ボタンをクリックします。



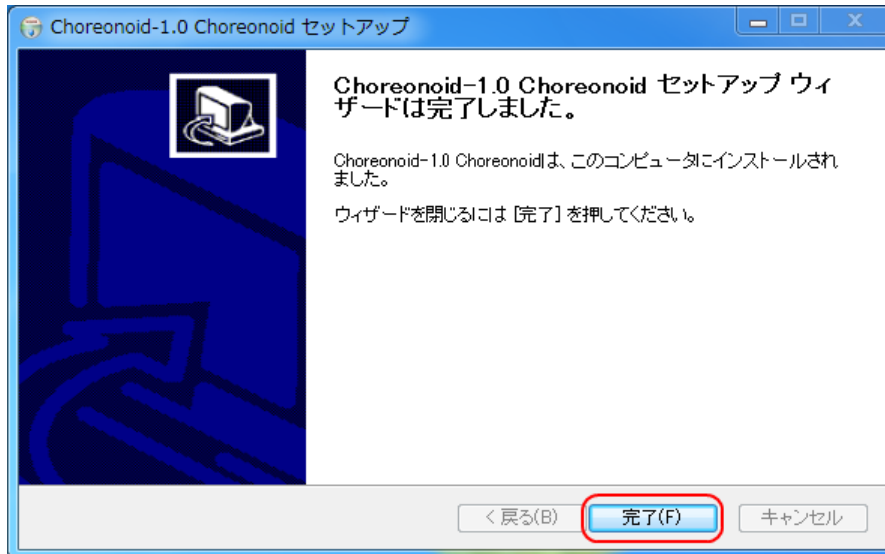
次に、スタートメニューのフォルダ指定の画面に移ります。ここでは、特に変更しなくても大丈夫だと思いますが、お好みにあわせてスタートメニューのフォルダ等を指定します。ここまでの作業が終われば [インストール]ボタンをクリックすればインストールが開始されます。



インストール中は、下記の画面が出ていますので、しばらくお待ちください。



すべてインストールが終了すると下記の画面が表示されますので、[完了(N)]ボタンをクリックし Choreonoid のインストールはすべて終了です。



Choreonoid を起動する場合には、スタートメニューから選択することができます。

以上で、Choreonoid の Windows7 へのインストールは終了です。

## ソースコードからビルドしてインストール

### 準備

Choreonoid をソースコードからインストールするには、ビルドに必要なツールとライブラリを予め準備する必要があります。

- 必要なツール
  - CMake v2.8.5
  - Visual Studio 2008 (Express Edition でも可)
  - Python 2.7.2

- 必要なライブラリ
  - Qt 4.7.3
  - OpenSceneGraph 3.0.0
  - BoostPro 1.47.0

Boost に関しては、ヘッダーのみではなく、system、filesystem、program\_options、regex、signals、thread、iostreams、python の各ライブラリが必要になります。

上記のツールとライブラリを各サイトからダウンロードしてインストールをして下さい。

次に、Choreonoid のソースコードをオフィシャルサイトからダウンロードして適当なフォルダに展開して下

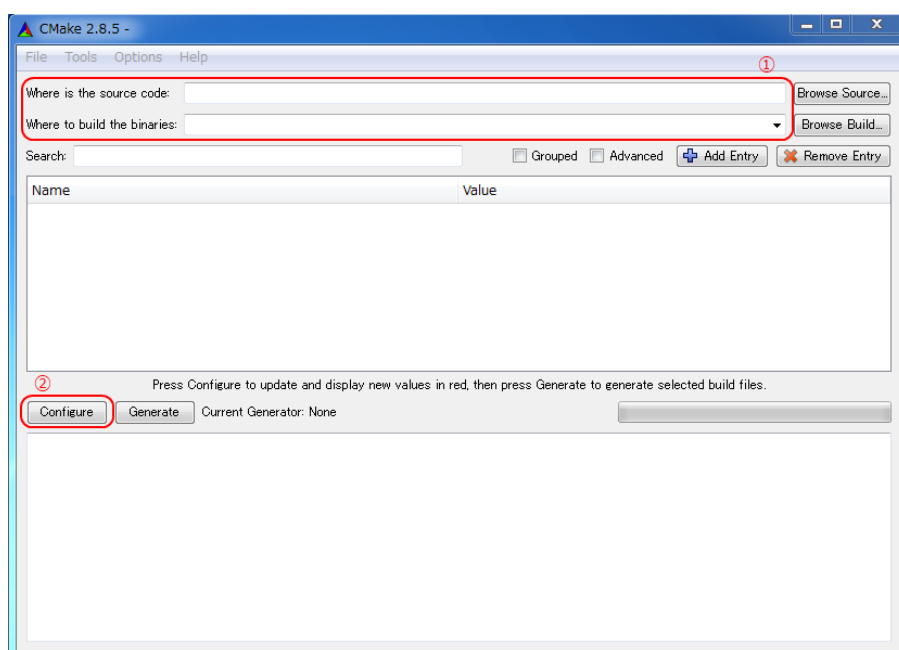
さい。このときパスに日本語が含まれていますとエラーが出る可能性がありますので注意して下さい。

以下では、Choreonoid のソースコードは、**C:¥src¥choreonoid** の下に展開していると仮定して説明を進めていきます。

以上で準備完了です。

## CMake を実行

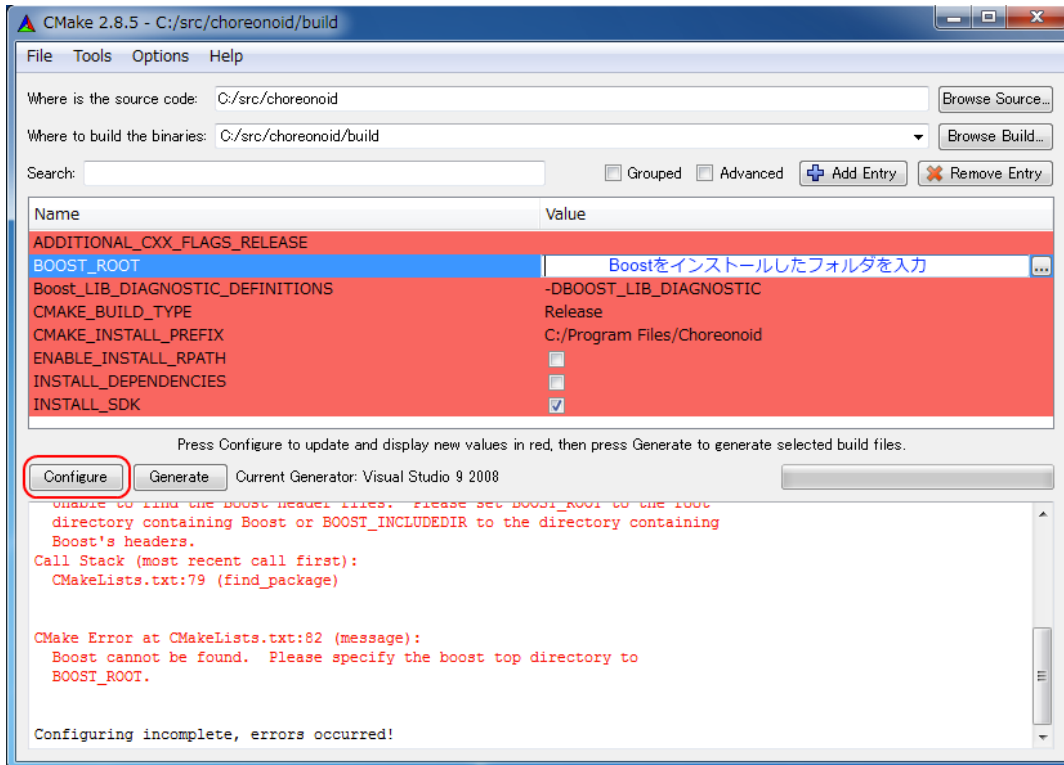
まず、スタートメニューから CMake(cmake-gui)を起動します。すると下記のようなダイアログが表示されます。



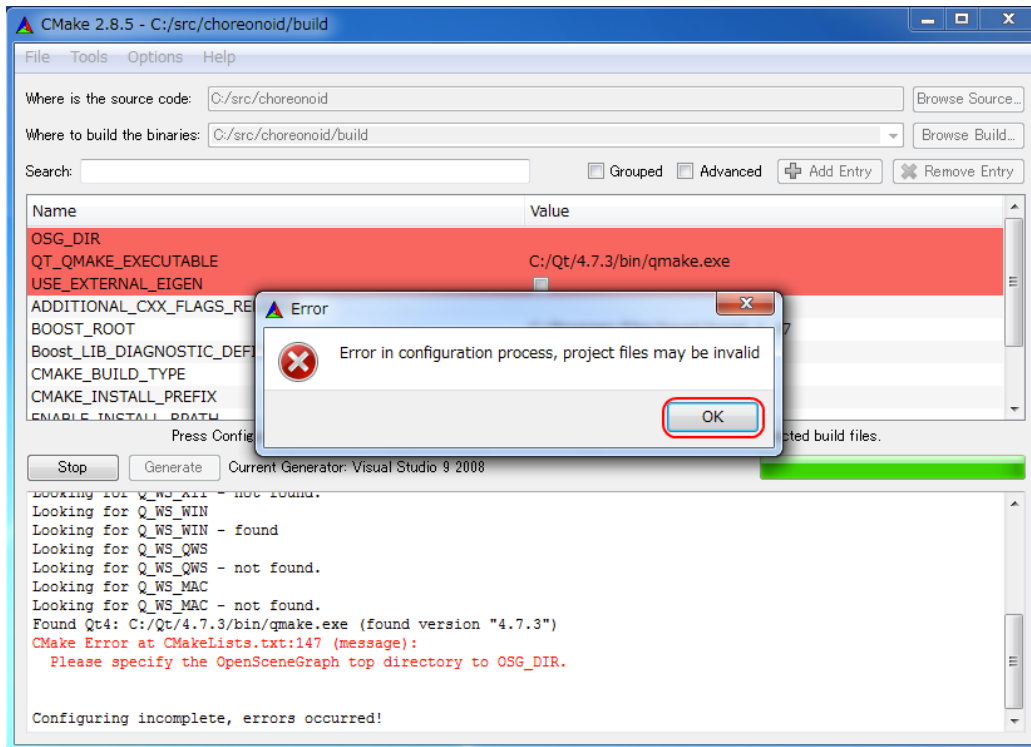
次に、上図の赤枠①で示された“**where is the source code**”の右側の入力ボックスに choreonoid のソースコードのトップフォルダ (**C:¥src¥choreonoid**) を入力し、“**where is build the binaries**”の右側の入力ボックスに **choreonoid** をビルドするフォルダを入力します。

ビルドするフォルダはソースコードのトップと同じでも構いませんが、わかりにくくなるかもしれませんので、ソースコードのトップフォルダの下に **build** というフォルダを作成して、そこ (**C:¥src¥choreonoid¥build**) を入力することにします。

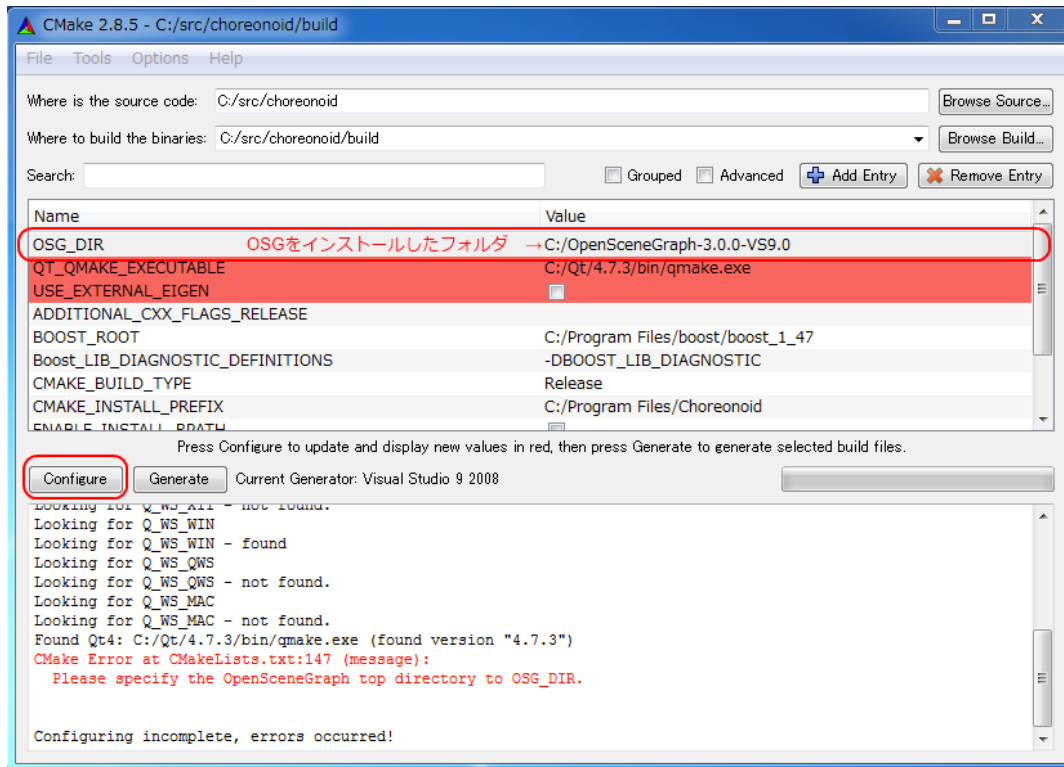
フォルダの入力が終われば、赤枠②の [Configure] ボタンを押下します。すると下図のようなダイアログが開きますので、コンパイラを選びます。ここでは、Visual Studio 2008 を用いますので、“**Visual Studio 9 2008**” のままでよいので [Finish] ボタンを押下します。



すると、CMake の Configure が進行し、再度、下図のようなエラーダイアログで停止します。これは、OpenSceneGraph に関する設定が見つからなかったためです。[OK] ボタンを押下して下さい。

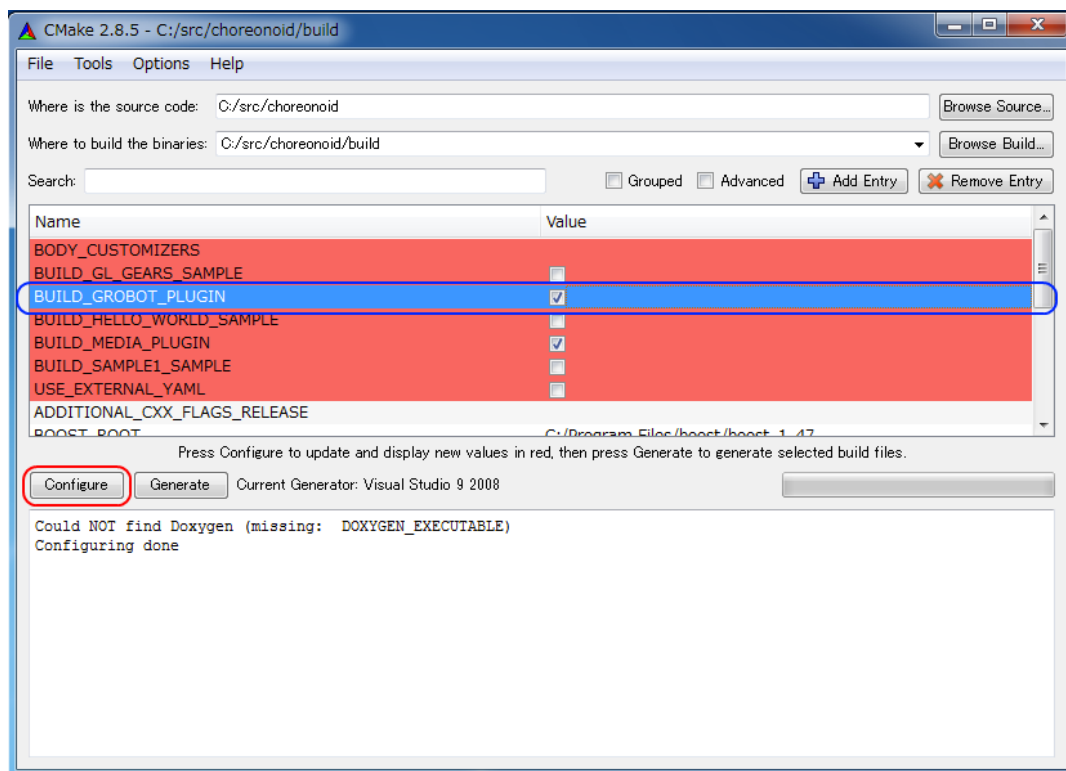


次に、上部の Entry 入力部の OSG\_DIR の右の入力ボックスに OpenSceneGraph をインストールしたフォルダを入力します。OpenSceneGraph をデフォルトでインストールした場合は、“C:\OpenSceneGraph-3.0.0-VS9.0” になっていると思います。OSG\_DIR の設定が終わったら、再度、[Configure] ボタンを押下して下さい。



すると、Configure が進行し、下図のような画面でストップします。これはエラーではありませんが、インストールするプラグンを選択する画面です。チュートリアルでは、G-ROBOTS GR-001 を使いますので、BUILD\_GROBOT\_PLUGIN のチェックボックスを選択状態にして [Configure] ボタンを押下して下さい。

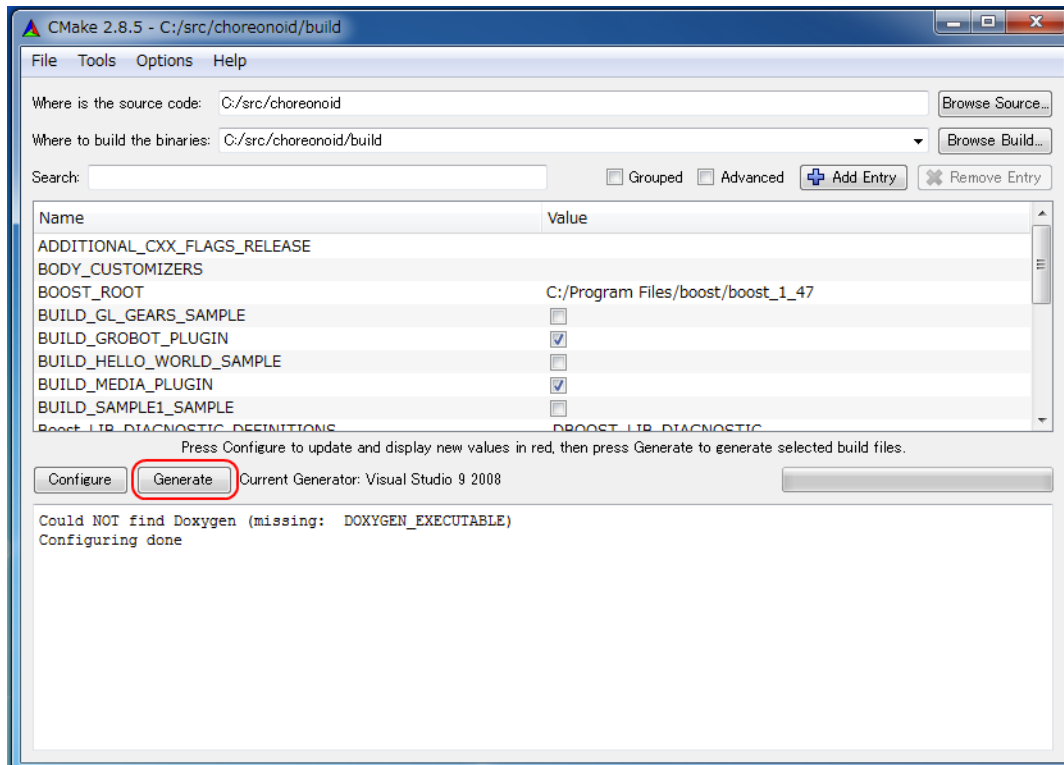




Configure が進行し、下図のように下部のメッセージ出力部に、“**Configuring done**”と表示されたら設定完了です。

**注意**：上記の設定を行うと、`CMAKE_INSTALL_PREFIX` が **C:\Program Files\Choreonoid** になっています。Windows7 では、**C:\Program Files** には、管理者以外はアクセス不可になっているようですので、インストール時に失敗する可能性があります。ソースコードからビルドされる場合には、この値を **C:\User** などの書き込み可能なフォルダを指定しておく方がよいと思います。また、デフォルトではインストールにコピーされるのは、Choreonoid のソースから作成したライブラリとコマンドのみであり、Boost や OpenSceneGraph 等のライブラリはコピーされません。もし Choreonoid の起動時に必要なファイルをすべてインストールさせたい場合には、`INSTALL_DEPENDENCIES` の項目にチェックを入れておいて下さい。

最後に Visual Studio 2008 のプロジェクトファイルを生成するために、[Generate] ボタンを押下して下さい。



ソリューションファイルの生成が終了すれば、メッセージ出力部に “**Generating done**” と表示されて完了です。エクスプローラ等で、choreonoid をビルドするフォルダに Visual Studio 2008 のソリューションファイル(Choreonoid.sln)が生成されていることを確認して下さい。

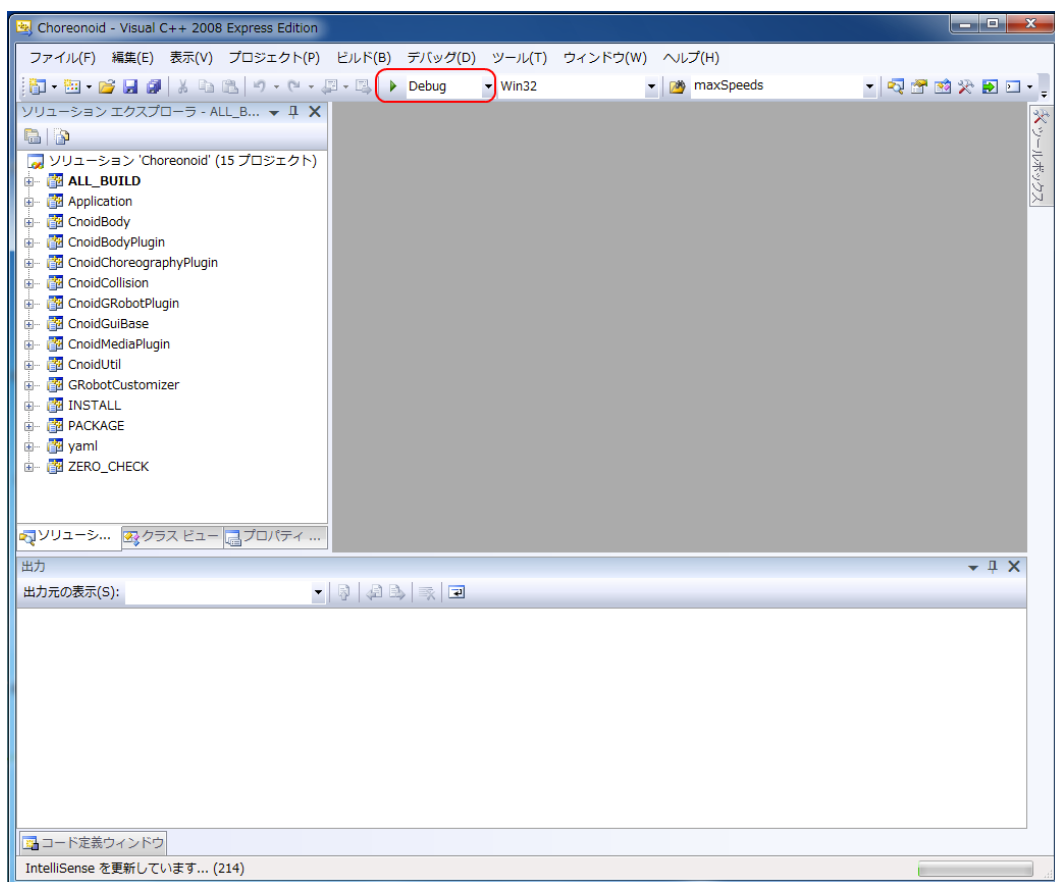
#### Visual Studio 2008 を起動しソリューションを読み込む

CMake で Visual Studio 2008 のソリューションファイルが生成されていることが確認できれば、次は Choreonoid のビルドを行いますので、Choreonoid.sln をダブルクリックして下さい。Visual Studio 2008 が起動し、ソリューションファイル(Choreonoid.sln)がオープンされていると思います。

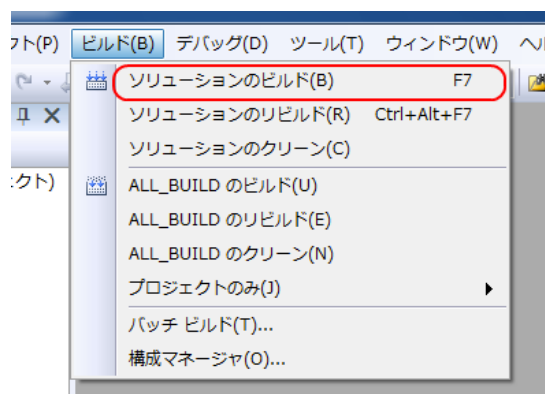
もし、Visual Studio 2008 が起動しない場合には、インストール時に何かあったかもしれませんので、Visual Studio 2008 を再インストールするか、関連付けを修正してみてください。

#### Choreonoid をコンパイル

ソリューションの読み込みが終われば、下図のような画面になります。ここで、赤枠の部分を “**Release**” に変更して下さい。



次に、Choreonoid のビルドを実行します。メニューのプロジェクトをクリックすると下図のようなプルダウンメニューが出てきますので、赤枠にあるように“ソリューションのビルド(B)”を選択して下さい。すると、Choreonoid のビルドが開始されます。下部のメッセージウィンドウで最後に、“0 失敗”と出てくればコンパイルは終了です。

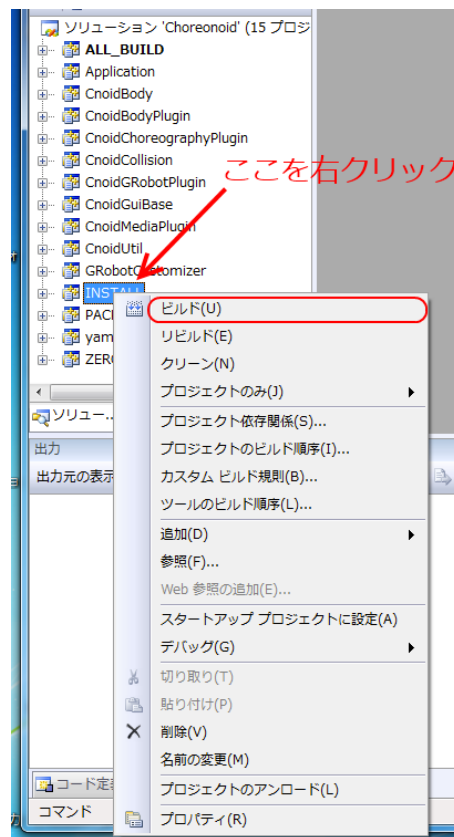


## Choreonoid をインストール

Choreonoid のビルドが終了したら、最後にインストールを実行します。インストールは、下図にあるように、

上段左の「ソリューションエクスプローラ」で **INSTALL** のプロジェクトの部分を右クリックするとメニューが表示されます。このメニューの最上部に “**ビルド(U)**” がありますので(下図の赤枠部分です)、それを選択して下さい。

正常に終了すれば、CMake の時の **CMAKE\_INSTALL\_PREFIX** で指定されたフォルダの下に、Choreonoid のバイナリがコピーされます。ただし、ここでコピーされるのは、Choreonoid のソースから作成したライブラリ、コマンドのみであり **Boost** や **OpenSceneGraph** 等のライブラリはコピーされません。もし Choreonoid の起動時に必要なファイルをすべてインストールさせたい場合には、CMake のソリューションを生成する前に **INSTALL\_DEPENDENCIES** の項目にチェックを入れておいて下さい。



以上で Choreonoid のインストールは終了です。

## Choreonoid のインストール (Linux 編)

Linux には、様々なディストリビューションがありますが、Choreonoid ではオフィシャルサポートは Ubuntu10.04 以降としています。しかしながら、最近の Linux ディストリビューションでは様々なライブラリがサポートされており、ソースコードからビルドしてもそんなに難しくはありません。

ここでは、Ubuntu へのインストールについて解説しますが、他のディストリビューションでも比較的容易にインストールすることができると思います。

### Ubuntu Linux へソースコードからインストール

#### 準備

Choreonoid をソースコードをオフィシャルサイトからダウンロードし、適当なディレクトリに展開して下さい。

ここでは展開するディレクトリを `~/src/choreonoid` としておきます。

Choreonoid をビルドするには、下記のツール、ライブラリが必要です。

- g++コンパイラ
- cmake
- doxygen
- graphviz
- python2.6
- libuuid
- liblapack
- libboost (filesystem, program-options, regex, signals, thread, iostreams, python)
- zlib1g
- libjpeg62
- libpng12
- libopenscenegraph
- libsimage20
- libsndfile1
- libyaml
- libgstreamer
- libqt4
- libqt-opengl

- libqt-phonon

Ubuntu でビルドする場合には、misc/pkglist の下に、install-requisities-ubuntu-11.04.sh のようにバージョンに応じたインストールスクリプトを用意しておりますので、これを実行して下さい。

## Cmake による Configure

まず、cmake コマンドを使って Choreonoid をビルドするために必要な Makefile を作成します。

```
$ cd ~/src/choreonoid
```

を実行し、ソースコードを展開したディレクトリに移動して下さい。次に、

```
$ cmake .
```

を実行すると、必要なライブラリをチェックし Makefile を生成します。

## Choreonoid のビルド

Cmake により Makefile の生成が成功すれば、make コマンドで Choreonoid をビルドします。

/src/choreonoid のディレクトリで

```
$ make
```

を実行します。

Choreonoid のビルドに成功すれば、bin というディレクトリの下に choreonoid という実行ファイルが生成されます。

```
$ cd bin
```

```
$ ./choreonoid
```

を実行して、正常に Choreonoid が起動することを確認して下さい。

以上で Choreonoid の生成は終了です。

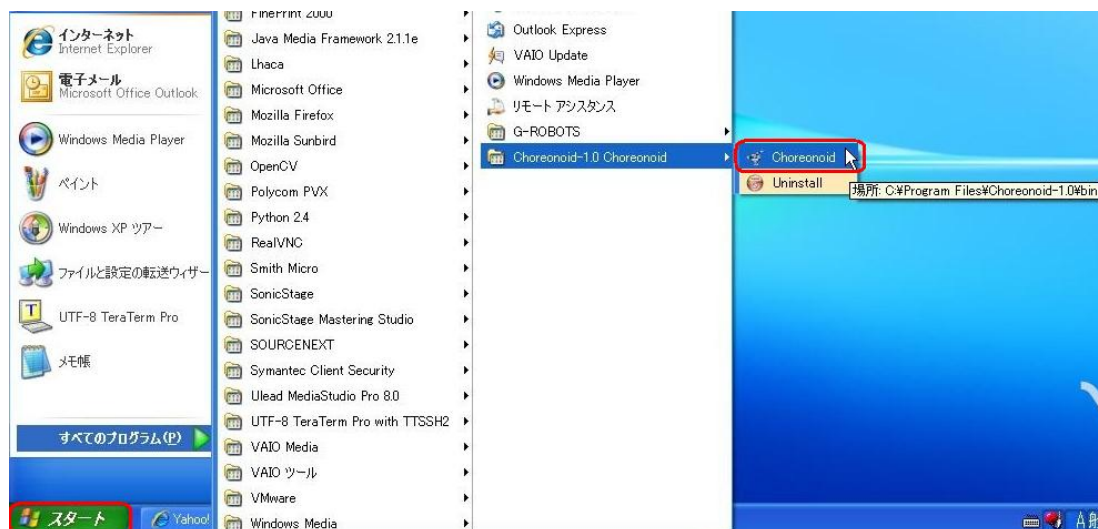
# G-ROBOTS GR-001 のサンプルプロジェクトを用いた操作

このチュートリアルでは、Windows にインストールされた Choreonoid とリリースパッケージに含まれている GRobotPlugin を用いて株式会社エイチ・ピー・アイ・ジャパンから販売されている GROBOTS GR-001 を操作します。Linux で実行される場合にも、起動プロセス以外は同じ操作で行うことができますので、読みかえて下さい。

## Choreonoid の起動と基本的な操作

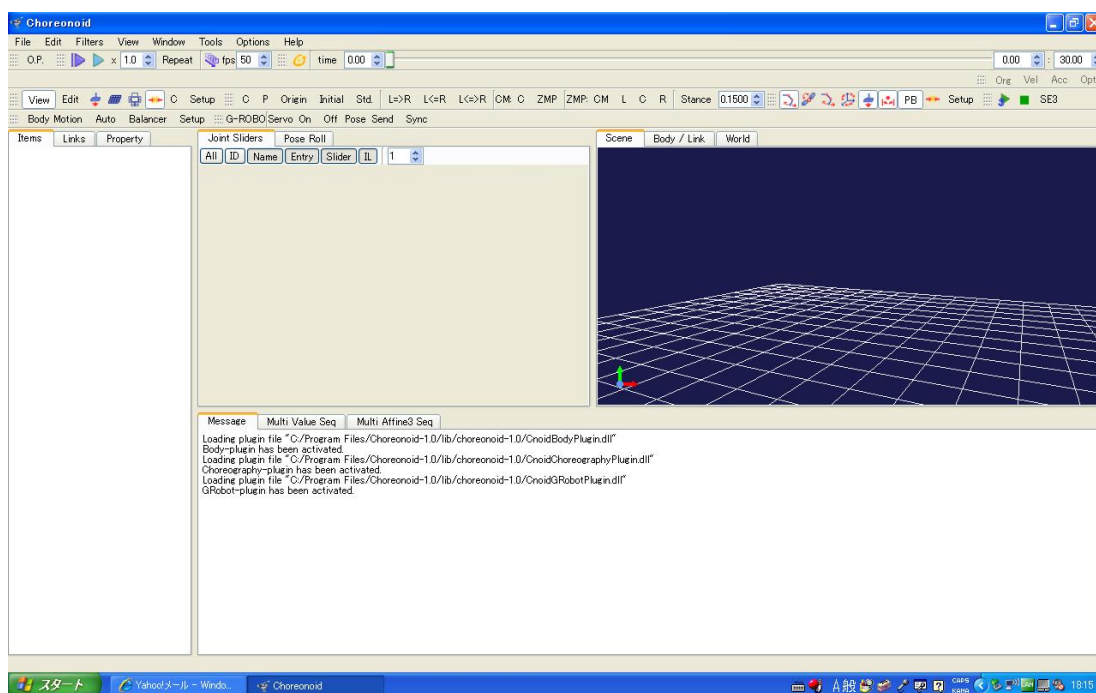
### 起動

インストールが完了すると、スタートメニューに[Choreonoid-1.0 choreonoid]が加わります。[Choreonoid-1.0 choreonoid]にマウスポインタを合わせると[Choreonoid]と表示されるのでクリックで起動します。(下図を参照)



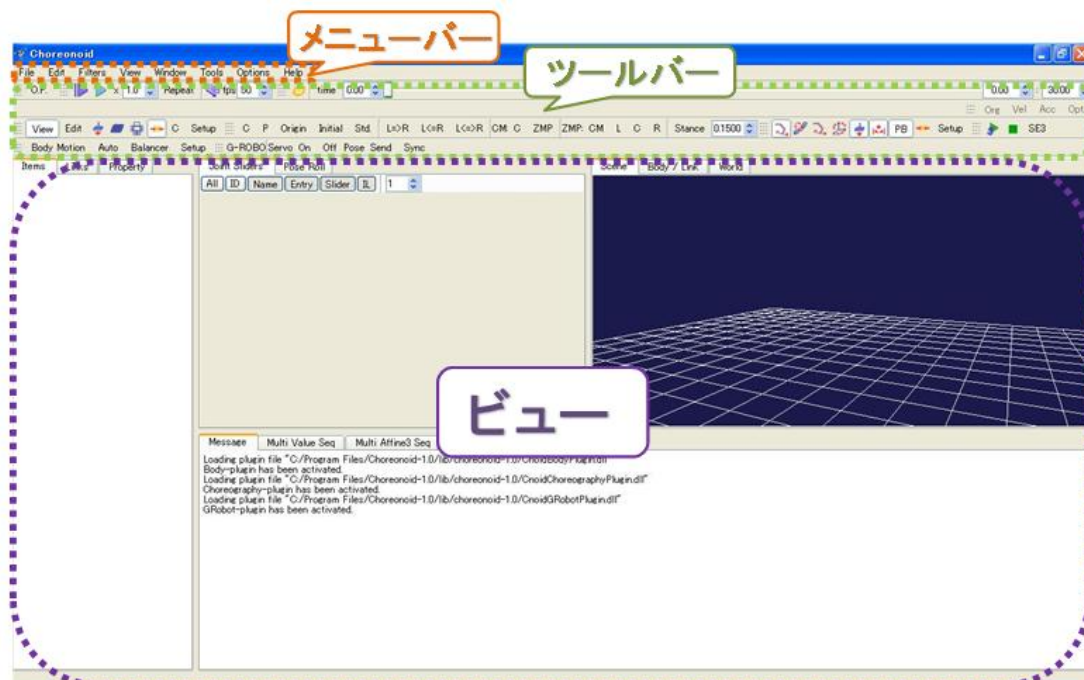
Choreonoid を初めて起動する場合、下図のように表示されます。

※Choreonoid のウィンドウが小さいときは、キーボードの[F11]キーを押して画面を大きく表示してください。大きいウィンドウのときに[F11]キーを押すとウィンドウは小さくなります。もう一度[F11]キーを押して大きくしてください。



## 基本的な操作

Choreonoid は、下図のように基本的に 3 つの要素から構成されています。



- **メニューバー:**

このメニューバーは、Choreonoid の操作に必要なプルダウンメニューを提供するユーザインターフェ



ースです。デフォルトでは、**File, Edit, Filters, View, Window, Options, Help** の7つのメニューアイテムが表示されています。このメニューアイテムを右クリックすれば、それぞれの機能の応じたプルダウンメニューが表示されますので、必要な機能を選択し、実行させることができます。

初期導入時には、**Edit, Filters, View** にはプルダウンメニューが表示されません。これは、これらのメニューアイテムに対応したプラグインがないためであり、エラーではありません。プルダウンメニューの項目の追加等は、プラグインによって変更することができます。

- **ツールバー:**

ツールバーは、アイコンまたは文字列によるボタンで構成されています。このボタンをクリックすることで対応する機能呼び出し、実行させることができます。また、ツールバーは機能ごとにグループ化されており、左端をマウスでドラッグすることで簡単に好みの場所に移動させることができます。また、ツールバーのボタンは、メニューなどと同様にプラグインによって増やしたりできるようになっています。

- **ビュー:**

ビューは、Choreonoid のロボットモデルや動作生成、表示を行うためのものです。ビューには左上部にタブがついており、そのタブをクリックすることで全面に表示させることができます。メインで使うビューは、**Items ビュー, Property ビュー, Joint Sliders ビュー, Pose Roll ビュー, Scene ビュー** などです。

また、**Message ビュー** には、各機能を実行時に出力されるメッセージを表示することができます。

また、ロボットの 3D モデルの表示に関する操作するには、そのビュー内で左ボタンをドラッグして視点角度移動、中ボタンをドラッグして視点並行移動、中ボタンをスクロールで拡大縮小、右ボタンでサブメニュー表示などの機能があらかじめ割り当てられています。

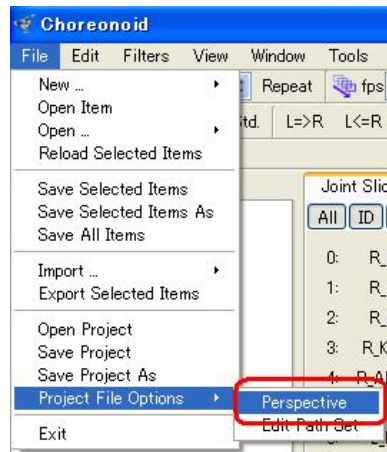
## サンプルプロジェクトを開く

Choreonoid-1.0 には、ロボットの動作パターンを設計をすぐに体験できるように、GR-001 の 3D モデル、環境データ、サンプルモーションが付属しています。また、これらのデータ呼び出し、操作画面のレイアウトも変更できるようなサンプルプロジェクト GR001Sample.coid も付属しています。このドキュメントでは、このサンプルプロジェクト GR001Sample.coid を使って、Choreonoid によるロボットの動作パターンの作成方法について解説していきます。

まず、Choreonoid でサンプルプロジェクト GR001Sample.coid を開きます。

このとき、画面のレイアウトも同時に変更できるように、オプションの確認を行なってください。このオプションは、メニューバーの [File] をクリックして表示されるプルダウンメニューから [Project File Options] を選択します。すると右にサブメニューが表示されますので、[Perspective] の左側にチェックマークがある

ことを確認して下さい。もし、チェックマークがない場合には、この[Perspective]をクリックすれば、チェックされます。（下図を参照して下さい）



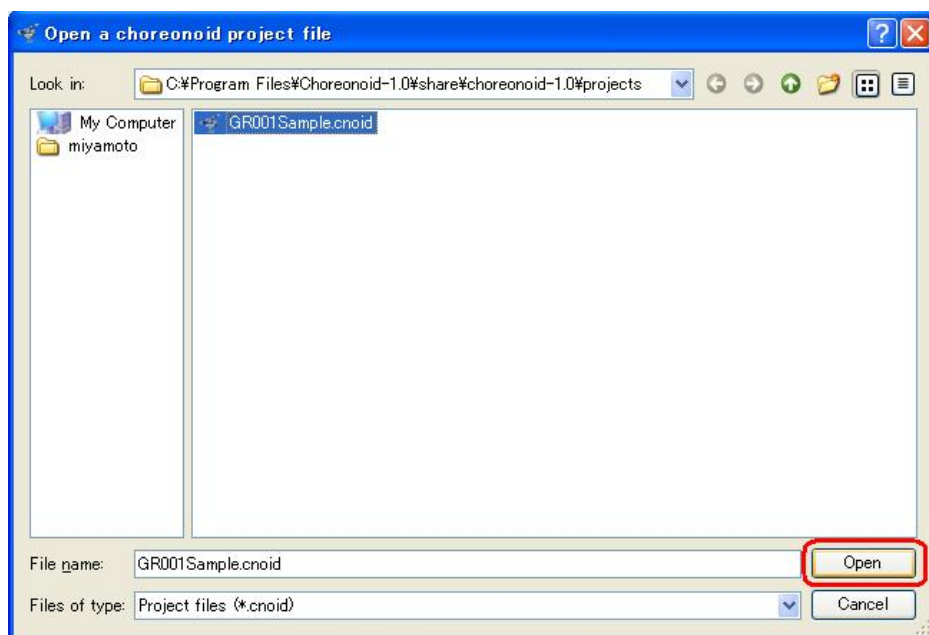
これで「プロジェクトファイルのレイアウト設定を読み込む」オプションが有効になります。

それでは、サンプルプロジェクト GR001Sample.coid を開きましょう。

再度、メニューバーの[File]をクリックしプルダウンメニューを表示させて下さい。

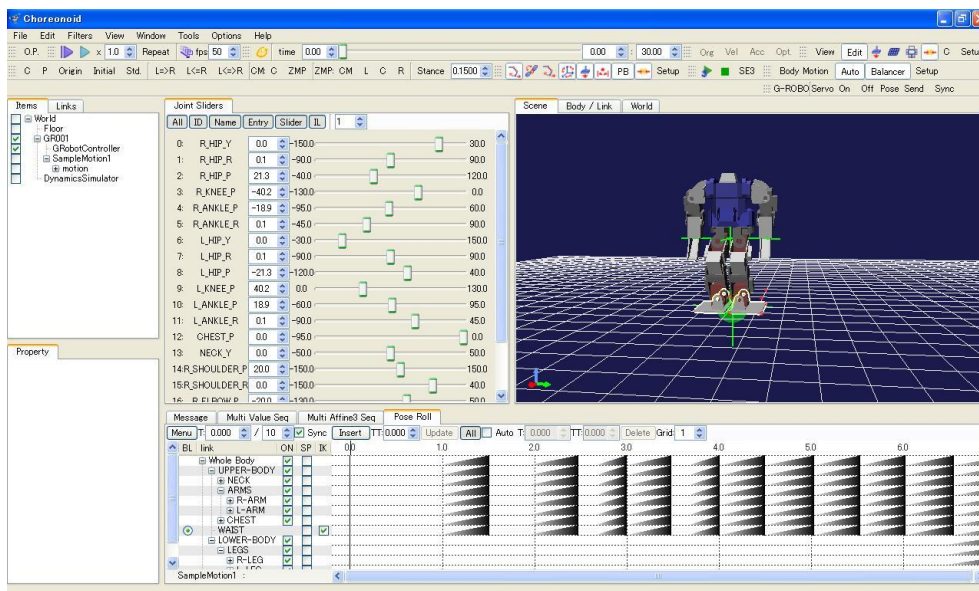


そのプルダウンメニューの中から[Open Project]をクリックすると[Open a Choreonoid Project file] (プロジェクトを開く)ダイアログが表示されます。



GR001Sample.cnoid は、Choreonoid のインストール先のフォルダの下の “share\choreonoid-1.0\project” にあります。(デフォルトでインストールした場合、“C:\Program Files\Choreonoid-1.0\share\choreonoid-1.0\project” にありますのでエクスプローラ等で確認してみてください。)

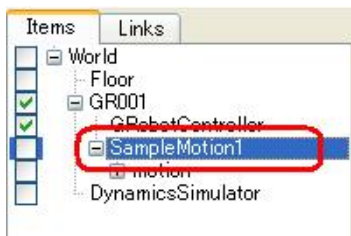
では、GR001Sample.cnoid を選択し、[Open] ボタンをクリックします。すると、下図のように表示されるはず



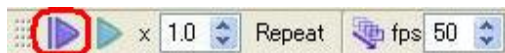
このように表示されなかった場合には、もう一度最初から行ってみてください。

## Choreonid 内で GR-001 のサンプル動作を動かしてみる

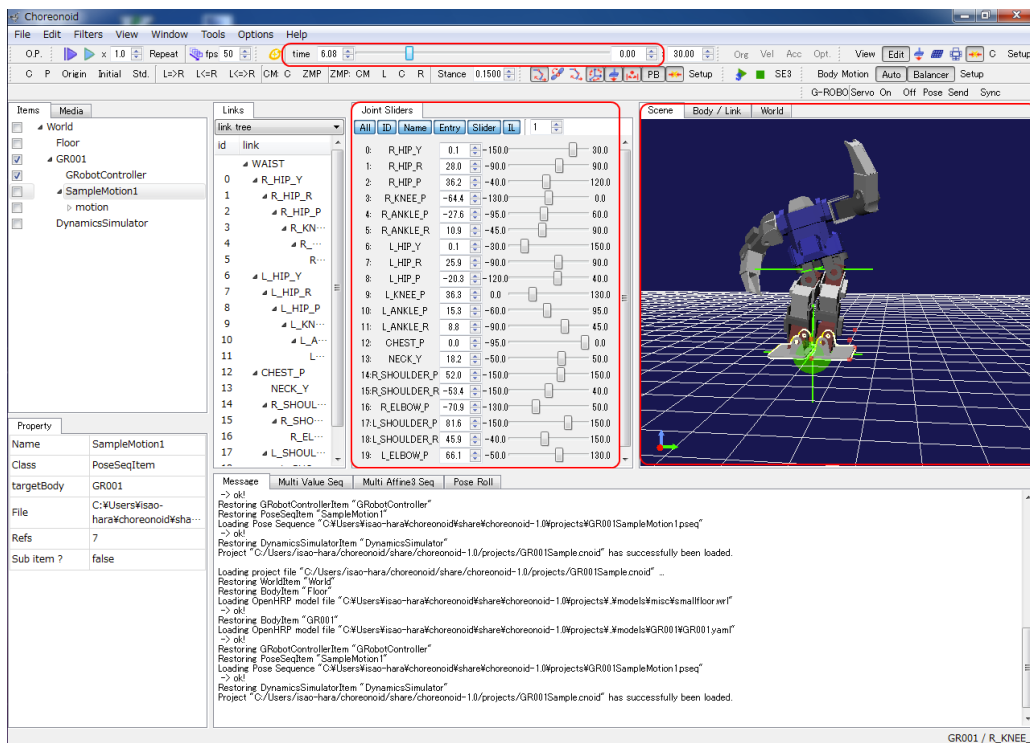
プロジェクトファイルが正常に読み込まれた場合、Items ビューには、下図のようなツリー上のアイテムが表示されていますので、その中で[SampleMotion1] アイテムをクリックし選択状態にします。



次に、アニメーションツールバーの左端にあるボタンを押下して下さい。（下図の赤枠のボタン）このボタンは指定された動作パターンを最初から再生するという機能です。



すると、下図の Scene ビュー内のロボット、タイムバー、ジョイントスライダー(赤枠部分)が同期して動作するはずですので、確認して下さい。もし、ロボットが動作しない場合には、Items ビューの[SampleMotion1] アイテムの選択状態になっていない場合があります。クリックし直して、もう一度再生ボタンを押下して下さい。

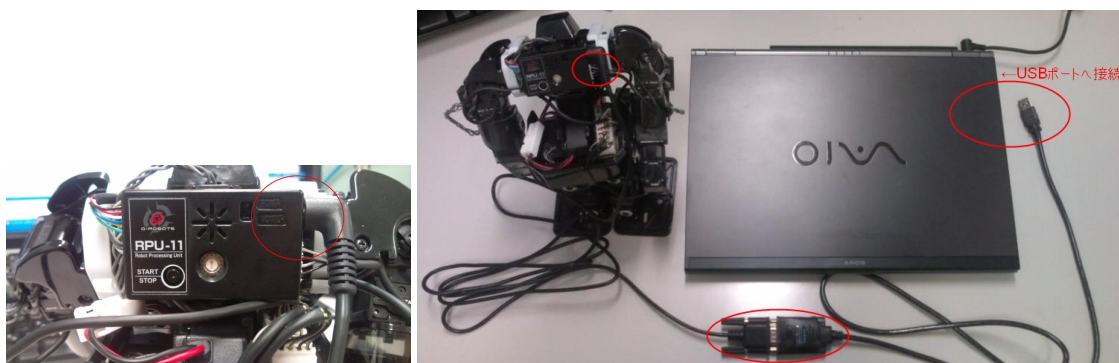


## GR-001 を PC に接続し、Choreonoid との接続を確認する

先程動作確認した SimpleMotion1 の動作パターンを実機 GR-001 で動作させるための準備をします。まず、GR-001 と PC を GR-001 に付属の RS232C ケーブルで接続します。PC にシリアルポートがない場合には、市販の USB シリアルケーブル等を使用して下さい。下の写真では、上が GR-001 に付属の RS232C ケーブル、下が USB シリアルケーブルです。



それでは、GR-001 と RS-232C ケーブルを接続します。ケーブルの止め具を外して伸ばしておき、GR-001 の後ろに搭載されている RPU-11 と RS-232C ケーブルのピンを接続します。ピンが見えなくなるまで差し込んでください。そして、RS-232C ケーブルと USB シリアルケーブル下の写真のように接続します。

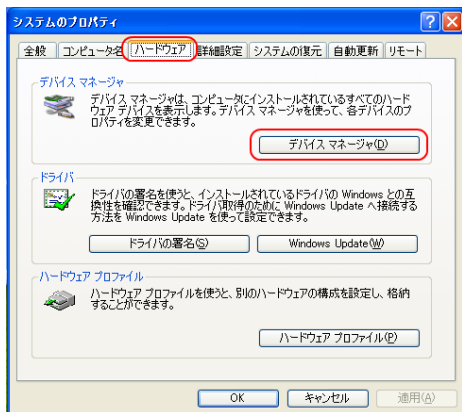


次に USB シリアルケーブルを PC に接続し、PC 上で接続状態の確認作業をします。USB シリアルケーブルを初めて接続したときには、ドライバのインストールをしなければいけない場合があります。その時には、インストーラの指示に従ってドライバのインストールを OS の指示に従って完了して下さい。

ドライバのインストールが完了すれば、次に、接続したシリアルポート名の確認をします。接続されたシリアルポート名は、デバイスマネージャーで確認することができます。

デバイスマネージャーを表示するには、スタートメニュー、又はデスクトップ上にある[マイコンピュータ]を右クリックし[プロパティ]を選択し、[システムのプロパティ]を表示します。

Windows XP では、下図の[ハードウェア]タブをクリックで表示し、[デバイスマネージャー]ボタンをクリックします。Windows 7 では、[システムのプロパティ]の左側に[デバイスマネージャー]の項目がありますので、それをクリックします。



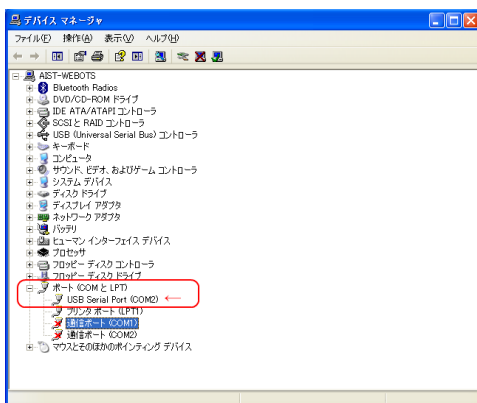
Window XP



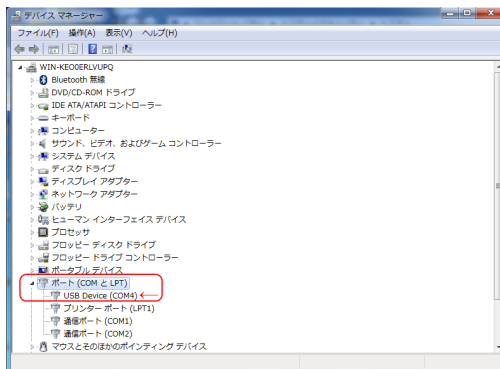
Windows 7

デバイスマネージャーは、PC に接続された機器が種類別にツリー上に表示されています。先程接続したシリアルポートは、[ポート (COM と LPT)]項目を展開すると、下図赤枠部分のように USB Serial Port (COMXX) または USB Device (COMXX) のように表示されています。この場合には、USB シリアルポート名は、**COMXX** となります。

なお、USB シリアルケーブルを別の USB ポートに接続変更すると、USB シリアルポート名も変更される場合がありますので、再度上記の手順で確認する必要がありますので注意してください。



Windows XP



Windows 7

では、Choreonoid 上で GR-001 の接続状態を確認しましょう。

まず、Choreonoid の左側に配置されている [Items] ビューの中で [GRobotController] アイテムをクリックで選択して下さい。この時、[GRobotController] アイテムの左側のチェックボックスにチェックマークが付いていることも確認して下さい。すると、[Property] ビューに [GRobotController] アイテムに関する設定が表示されますので、その中の [Port] という項目が、先程確認した COMXX になっているか確認して下さい。



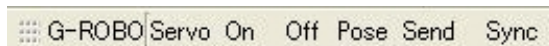
この [Port] という項目が接続したシリアルポート名と異なっている場合には、その項目をダブルクリックすると青に反転し修正することができますようになりますので、先程確認した GR-001 のシリアルポート名を入力します。ENTER キーを押下するか、欄外をクリックするとその入力が入力が確定します。下図の例では、COM4 に修正しています。

Property	
Name	GRobotController
Class	GRobotControllerItem
Port	COM4
Refs	4
Sub item ?	false

以上で[GRobotController]アイテムの設定は完了です。

次に GR-001 を起動します。GR-001 の上半身を倒し胴体部にある電源をオンにします。起動音のあとゆっくりと直立した姿勢になりますので、指を挟まないよう注意してください。直立した姿勢になりピツという音がしたら平らな場所に立たせ、GR-001 の腕や脚に本体の余ったケーブルに引っかかっていることを確認してください。

次に Choreonoid と GR-001 の通信状態の確認をします。この確認には、下図に示した Choreonoid のプラグイン G-ROBO ツールバーを使います。



G-ROBO ツールバーは GR-001 のサーボモータのトルクを ON/OFF の制御をしたり、Choreonoid で作成した姿勢情報を送信しそれと同じ姿勢に変更したり、Scene ビューの動きと同期してロボットを動かすための設定をしたりすることができます。

起動直後の GR-001 のサーボモータはトルクがかかっている状態であり、そのままでは手動で関節を動かしポーズを変えることができなくなっています。

G-ROBO ツールバーにある [Off] ボタンは GR-001 のすべてのサーボモータのトルクを解除し脱力状態にし、[ON] ボタンで再度トルクがかかった状態にしますので、この機能を使って Choreonoid を GR-001 が正常に通信できているかどうかを確認します。

では、G-ROBO ツールバーにある [Off] ボタンを押してみてください。すると、GR-001 の各モータから聞こえるサーボ音が消え、脱力状態になると思います。この際、GR-001 が転倒する場合がありますので気を付けてください。この時、手で関節を動かしても動かないのであれば通信がうまくいっていない可能性がありますので、数回 [Off] ボタンを押下してみてください。

それでも、GR-001 が脱力状態にならない場合には、[GRobotController]アイテムの設定確認から再度やり直して下さい。



GR-001 が脱力状態になり、Choreonoid と GR-001 の通信状態が確認できましたら、ロボットの動作実行のため G-ROBO ツールバーにある [On] ボタンを押下し、起動直後と同じサーボモータのトルクがかかっている状態に変更し、手動で関節が動かないことを確認して下さい。

以上で、Choreonoid と GR-001 の接続を確認は終了です。

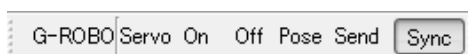
## GR-001 でサンプル動作を実行させる

それでは、GR-001 に前に実行したサンプル動作 SampleMotion1 を実行させてみましょう。

まず、G-ROBO ツールバーにある [Send] ボタンを押下してみてください。すると、GR-001 の姿勢が Choreonoid の Scene ビュー上のロボットの姿勢と同じ状態になると思います。

この [Send] ボタンには、Choreonoid の Scene ビュー上のロボットと同じ姿勢になるコマンドを GR-001 に送信する機能があります。

次に、同期モードへ移行します。ここで言う同期モードとは、Choreonoid の Scene ビュー上のロボットの姿勢と GR-001 の姿勢を常に同じにする状態のことです。これによって、Choreonoid の Scene ビューでロボットの姿勢を変更すると即座に GR-001 の姿勢も変更されることとなります。同期モードへの移行には、[Sync] ボタンを使います。では [Sync] ボタンを押下し、下図のような状態にして下さい。ちなみに、この [Sync] ボタンをもう一度押下することで、同期モードを解除することができます。



ここまで設定できれば、次は、「Choreonoid 内で GR-001 のサンプル動作を動かしてみる」の章で実行したように、SampleMotion1 を実行してみましょう。すると Scene ビューのロボットと同期して、GR-001 が動作すると思います。GR-001 が動かない場合には、接続状態に問題がある可能性がありますので、「GR-001 を PC に接続し、Choreonoid との接続を確認する」を参考にしてケーブル等の接続状態を再度チェックしてみてください。

## サンプル動作の一部を編集する

最後に、このサンプルを編集してオリジナルの動作を作成していきます。

オリジナルの動作を作成する前に、動作の編集を行うために必要となる各ビューとツールバーについて基本的な機能とその操作方法について説明します。そして、サンプル動作 `SampleMotion1` の一部のキーポーズを変更や新しいキーポーズを追加などの編集を行います。最後に、`GR-001` で修正した動作パターンの動作の確認し、新しい動作パターンとプロジェクトの保存をして終了です。

## Choreonoid の各ビュー、ツールバーの基本的な機能と操作

Choreonoid には、プラグインを追加していくことで様々な機能追加を行うことができます。もちろん、ビューやツールバー、メニューなどもインストールされたプラグインによって変化していきます。ここでは、サンプル動作の編集に関係している主なビューとツールバーについて説明していきます。

### Items ビュー

Items ビューは、Choreonoid で使うアイテムの管理を行うために使います。Choreonoid には、デフォルトで下のアイテムがインストールされています。

- **World アイテム**

これは、Choreonoid のロボット、環境情報のすべてを管理するアイテムです。子アイテムの **Body アイテム** 同士の衝突判定をするかどうかを管理しています。通常は、このアイテムの下に、ロボット、環境、シミュレーションの設定などのアイテムを配置します。

- **Body アイテム**

これは、Choreonoid で使用するロボットや環境の 3D モデルを管理するアイテムです。左側のチェックで **Scene ビュー** での表示のオン/オフを切り替えることができます。

- **PoseSeq アイテム**

これは、Choreonoid におけるロボットの動作パターンの最も上位となるアイテムです。ロボットの動作をキーポーズ列のデータとして管理しています。子アイテムとして **BodyMotion アイテム** を持ちます。

- **BodyMotion アイテム**

このアイテムは、キーポーズ列から生成された運動力学的に安定した一定時間間隔の動作データを表します。通常は **PoseSeq アイテム** から自動生成され、デフォルトでは `motion` と表記されています。このアイテムは、子アイテムとして **MultiValueSeq アイテム**、**MultiAffine3Seq アイテム**、**Vector3Seq アイテム** を持ちます。

- MultiValueSeq アイテム

このアイテムは、BodyMotion アイテムの子アイテムとして生成され、ロボットの関節角を表すために使用されており、BodyMotion アイテムから自動生成されます。デフォルトでは **q** と表示されています。

- MultiAffine3Seq アイテム

このアイテムは、BodyMotion アイテムの子アイテムとして生成され、ロボットのベースの位置と姿勢を表すために使用されており、BodyMotion アイテムから自動生成されます。デフォルトでは **p,R** と表示されています。

- Vector3Seq アイテム

このアイテムは、BodyMotion アイテムの子アイテムとして生成され、動作パターンの ZMP の位置を表現するために使われており、BodyMotion アイテムから自動生成されます。デフォルトでは **ZMP** と表示されています。

- KinematicsSimulator アイテム

これは、運動学シミュレーションを設定、管理するアイテムです。現在はまだ未完成です。

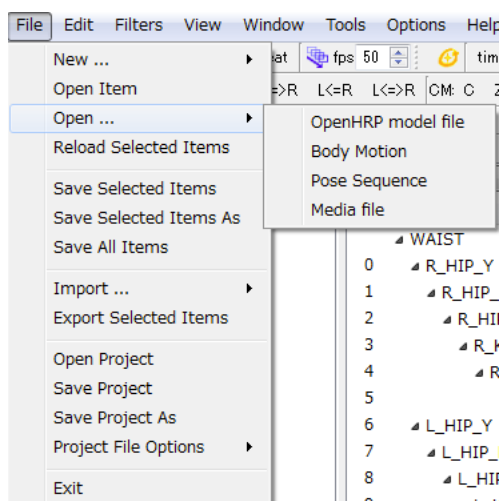
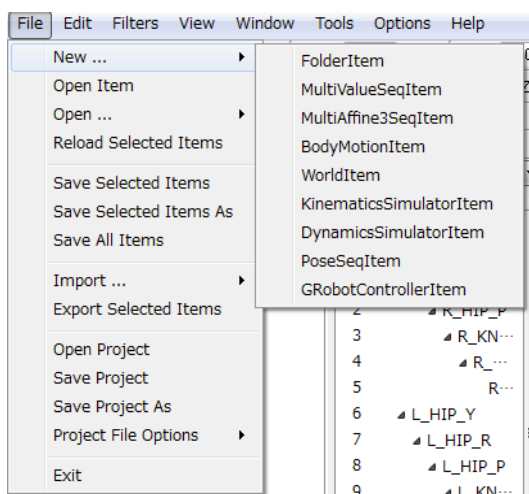
- DynamicsSimulator アイテム

これは、力学シミュレーションを設定、管理するアイテムです。現在はまだ未完成です。

- GRobotController アイテム

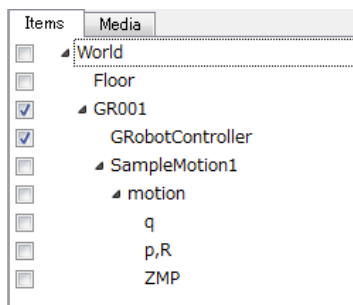
これは、G-ROBOT の動作制御を行うためのアイテムです。Choreonoid の動作に同期させて G-ROBOTS を動かしたり、サーボモータのトルク状態を変更したりできます。

Choreonoid でのアイテムは、基本的に [File] メニューの “New…” のサブメニュー、または “Open…” (下図を参照) で生成するか、他のアイテムにより自動生成されます。



また各アイテムは、Items ビュー内の各アイテムを右クリックするとサブメニューが表示されますので、そのメニューを使ってアイテムの削除や複製等を実行することができます。

Choreonoid では、アイテムは階層的に管理されています。前述のサンプル動作の例では下図のように出力されており、World の下に 3D モデルである Floor と GR001 があり、ロボットのコントローラと動作パターンが GR001 に帰属していることがわかります。これらの階層関係は、マウスでドラッグすることで自由に変更することも出来ます。



## Property ビュー

この Property ビューでは、Items ビューで選択したアイテムの基本設定を表示したり、編集したりすることができます。

選択したアイテムの設定変更を行う場合には、該当箇所をクリックすれば選択・編集状態になります。編集後、ENTER キーを押下するか、このビュー以外の別の場所をクリックすれば確定します。

下図は、ここで使用している GR001 のモデルのプロパティを示しています。

Property	
Name	GR001
Class	BodyItem
Model name	GR001
Num links	21
Num joints	20
Root link	WAIST
Base link	L_ANKLE_R
Mass	0.88475
Static model ?	false
Model file	GR001.yaml
Self-collision	true
File	C:\Users\isao-hara\choreonoid\sha...
Refs	20
Sub item ?	false

## Scene ビュー

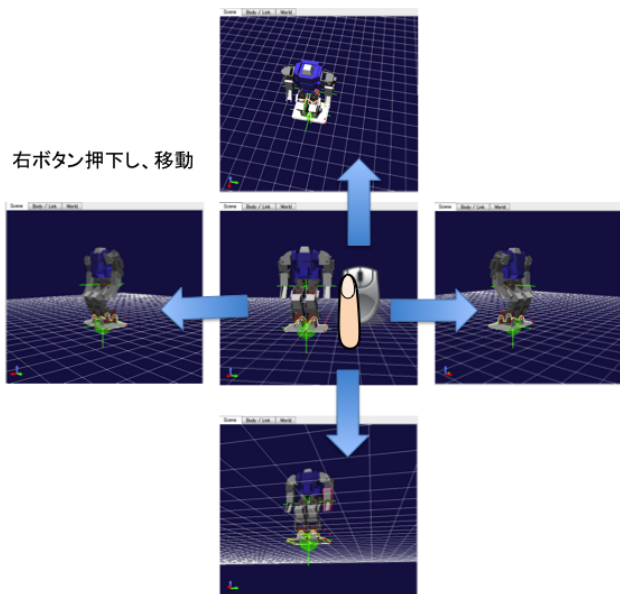
これは、Choreonoid でロボットの動作パターンを作成したり、編集したり、動作を確認したりするためのメ

インとなるビューです。Chorenoid に読み込んだ 3D モデルが表示されます。この Scene ビューには、Edit モードと View モードがあり、Scene ビューツールバーまたは、右クリックで表示されるポップアップメニューでモードを切り替えることができます。

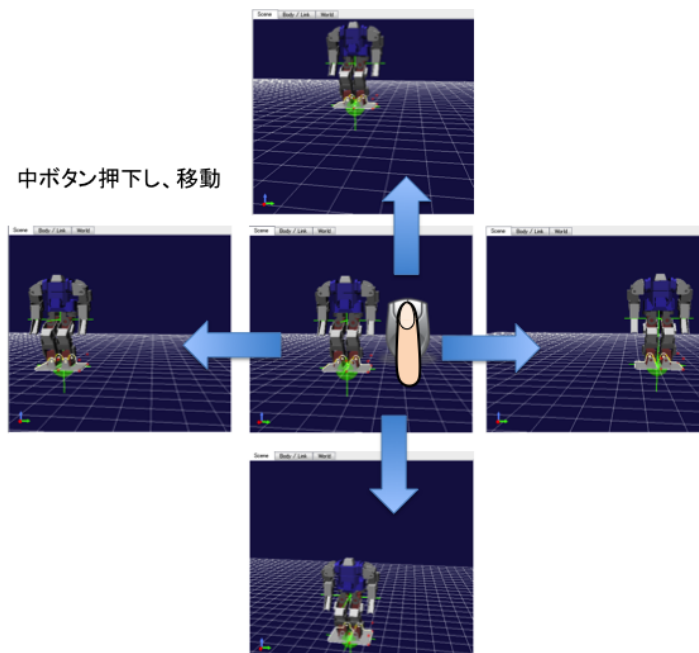
Scene ビューの基本的な機能として、視点の変更とロボットのキーポーズの編集があります。

視点の変更は、マウスの左ボタンと中ボタン、中スクロールを使います。

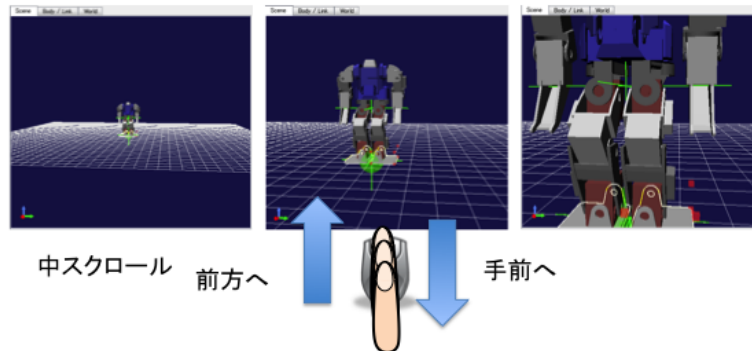
まず、Scene ビューの真ん中あたりで左ボタンを押下して、そのまま上下左右に移動させてください。そして下図のように、押下した点を中心に視点が回転移動することを確認して下さい。



次に中ボタンを押下し、上記と同じように行くと、下図のように視点が平行移動することを確認して下さい。



また、この中ボタンを前後にスクロールして下さい。すると、**Sceneビュー**がズームイン／アウトしますので、確認して下さい。



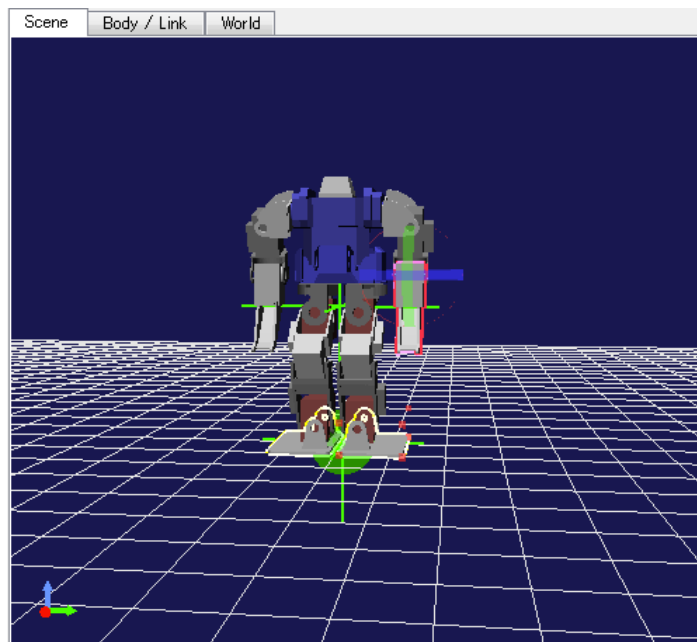
次に、ロボットのキーポーズ編集の基本的な操作について説明します。視点を下図のように初期状態に近い状態に戻して、**Edit** モードにしてください。

そして、マウスで **Sceneビュー**内のロボットの関節上に置くとその関節の周囲が薄いピンク色で強調表示されます。その関節をクリックすると操作対象として選択され、下図のように関節の中心の周りに操作ガイドが表示されます。（下図では、左腕先が操作対象として選択されています）

この操作ガイドまたは関節上で左ボタンを押下したままマウスを移動させると関節が移動させることができます。関節の移動には、順運動学モードと逆運動学モードの2つがあり、どちらを利用するかは

**KinematicsOperation ツールバー**で変更することができます。デフォルトではオートモードに設定されており、どちらのモードを使うかは関節ごとにモデルファイルで定義されています。関節角の移動は、ベースとなる関節（以下、ベース関節と呼ぶ）を設定し、そのベース関節を固定していることを前提として全体の姿勢を順運動学または逆運動学を用いて再計算しています。ベース関節となる関節は、**Sceneビュー**では赤いマークが表示されます。下図の例では左足先がベース関節です。

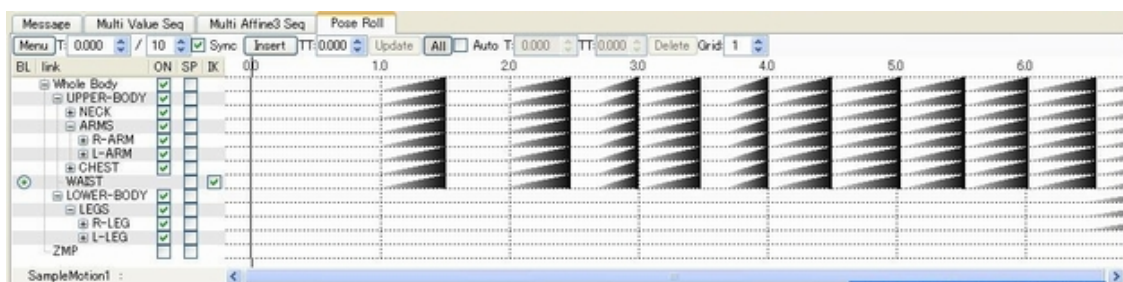
**Edit** モードであってもロボット以外を押下しながらマウスを移動させると視点移動をすることができますので、適当な視点に移動させながらロボットのキーポーズを編集していきます。



### PoseRoll ビュー

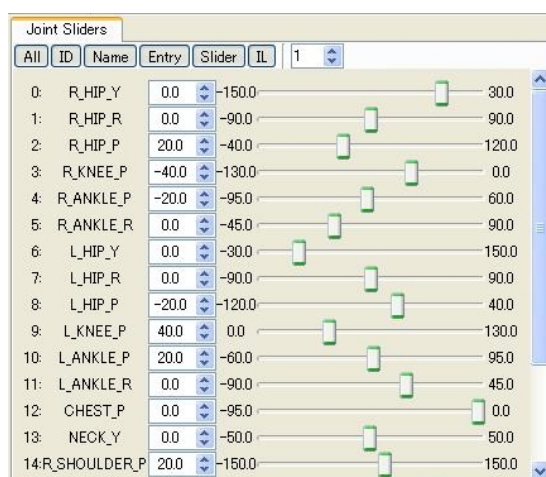
PoseRoll ビューは、Chorenoid で動作パターンの基本となっているロボットのキーポーズの時系列を確認、編集等を行うためのビューです。このビュー上で次のキーポーズへ移動のタイミングを細かく編集することができます。PoseRoll ビューに表示された黒い三角形はロボットの動きを表しており、頂点部分が動作の開始点であり、底辺部分はキーポーズを表しています。この三角形は、マウスでクリックし選択状態になると薄いピンク色になり、自由に移動、修正することができます。また、PoseRoll ビューの全体の時間間隔も中ボタンを押しながら左右に動かすことで変更することができます。

各三角形をクリックすると Scene ビューのロボットの姿勢もキーポーズに変更されますので、どのようなキーポーズであるかも簡単に確認することができます。



### JointSliders ビュー

Chorenoid では、Scene ビュー上でロボットの姿勢を直接編集できますが、それとは別に選択した関節ごとにスライダーや数値を直接入力してキーポーズを変更することができます。JointSlider ビューは、このスライダー型式のインターフェースを提供しています。



また、このビューの上部にある各ボタンは、クリックするごとに選択状態のオン／オフを切り替えることができ、下記ボタンは下記のような機能を持っています。

- **[ALL] ボタン**

ロボットのすべての関節に対応したスライダーの表示を制御します。

- **[ID] ボタン**

関節の ID の表示を制御します。関節の ID は、Choreonoid のモデルファイルで設定されている ID でありモータ ID とは異なる場合があります。

- **[Name] ボタン**

関節の名称の表示を制御します。関節の名称も Choreonoid のモデルファイルで設定されているものです。

- **[Entry] ボタン**

関節角を数値入力できるようなインターフェースの表示を制御します。

- **[Slider] ボタン**

関節角をスライダーで入力できるようなインターフェースの表示を制御します。

- **[IL] ボタン**

項目の表示をインライン表示に変更します。

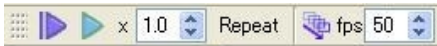
- **数値入力ボックス**

スライダーの表示カラム数をしていします。例えば “2” の場合には、2 列表示になります。

## Animation ツールバー

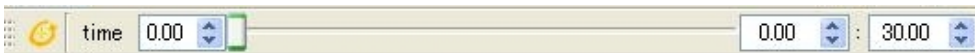
このツールバーは、Choreonoid の動作パターンの再生を制御します。下図の **Animation ツールバー** で左から再生ボタン 1、再生ボタン 2、倍速設定入力ボックス、繰り返し設定ボタン、フルフレーム表示ボタン、フレーム数入力ボックスです。再生ボタン 1 は、時間 0 から再生になり、再生ボタン 2 は現在の時刻から再生になります。フレーム数入力ボックスは、再生時のビデオフレームレートを設定することができます。





### TimeManager ツールバー

このツールバーは、下図のようにボタンと入力ボックス、タイムズライダーに構成されており Choreonoid 内の時間経過を表示・設定します。このツールバーで左からリフレッシュボタン、タイムセットアップボタン、時間入力ボックス、タイムスライダー、アニメーション開始時間入力ボックス、アニメーション終了時間入力ボックスです。タイムズライダーは、マウスでドラッグし、左右に移動させることで、動作パターンの時刻を変更することができます。



### KinematicsOperation ツールバー

このツールバーは、Scene ビューの表示設定と、キーポーズ編集時のモード変更を行うことができます。

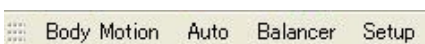
このツールバーは下記のように表示になっており、左からオート運動学モードボタン、順運動学モードボタン、逆運動学モードボタン、姿勢変更モードボタン、接触状態表示ボタン、関節角移動制限ボタン、浸透防止ボタン、衝突部分のハイライト表示ボタン、設定ボタンです。

キーポーズを編集する場合には、通常、オート運動学モードボタンと姿勢変更モードボタンをオンの状態で行うと便利です。



### BodyMotionGeneration ツールバー

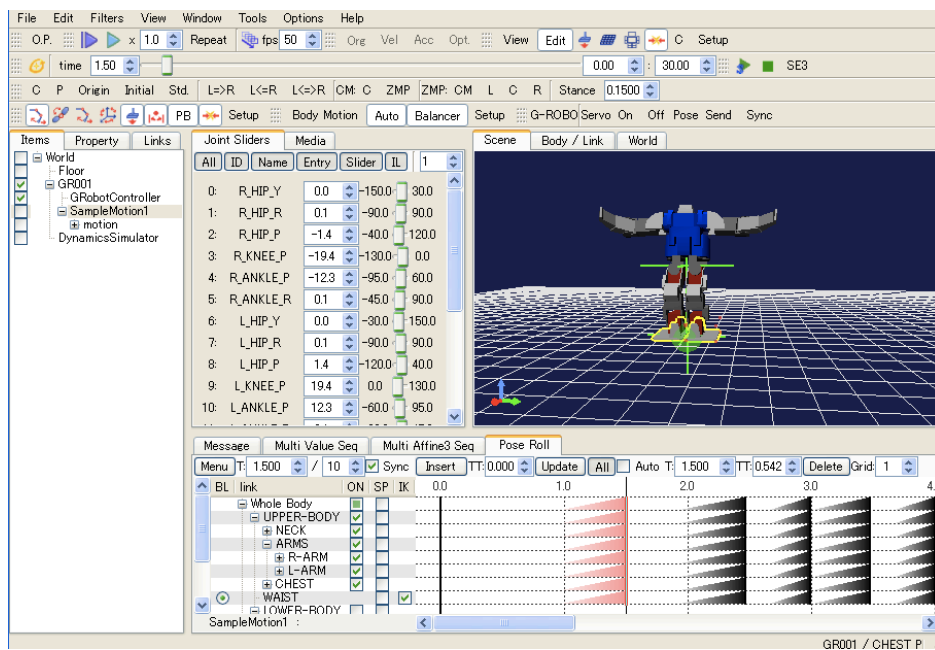
このツールバーは、動作パターン生成に関する機能を制御します。このツールバーは、下記のような表示になっており BodyMotion 生成ボタン、オートモードボタン、バランス補正ボタン、設定ボタンになっています。Body Motion ボタンは、SeqMotion アイテムから力学的に安定した時系列動作データを計算し BodyMotion アイテムを生成します。



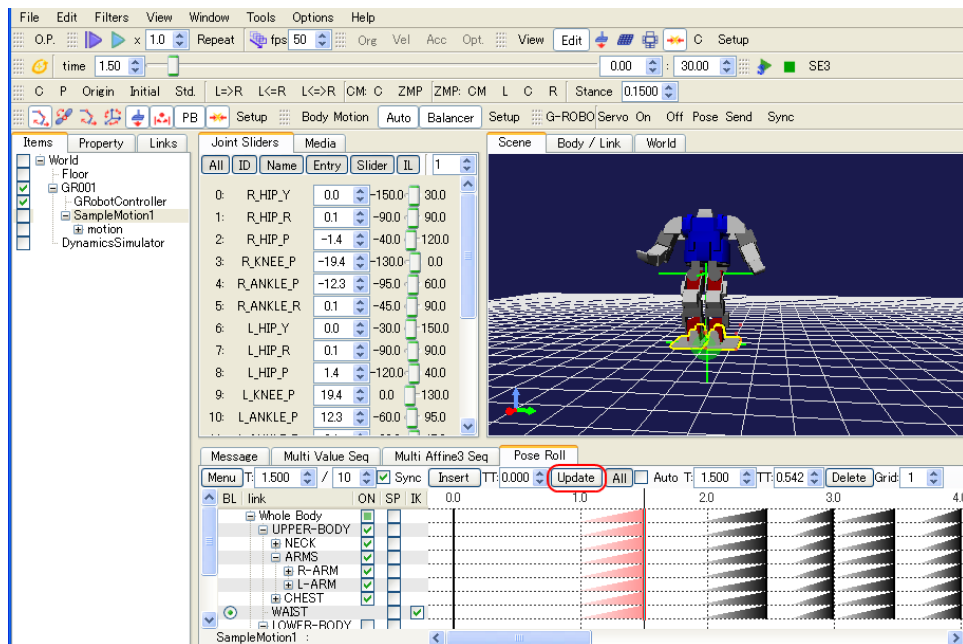
## サンプル動作の一部のキーポーズを変更する

それでは、サンプル動作 SampleMotion1 のキーポーズの一部を変更しましょう。G-ROBOT ツールバーで同期モードがオフになっていることを確認してください。また、PoseRoll ビューがビューの下段にない場合には、移動させてください。

次に、Items ビューで SampleMotion1 アイテムをクリックし選択状態にします。そして下図のように 1.5 秒のキーポーズ（両腕を左右に開いている姿勢）を選択して下さい。



このキーポーズを両腕が下に下げている姿勢に変更します。マウスで、両方の腕を移動させて下図のように変更しましょう。変更が終了したら、PoseRoll ビューの上部中央にある Update ボタンを押下してください。これで、新しい姿勢が SampleMotion1 に反映されました。

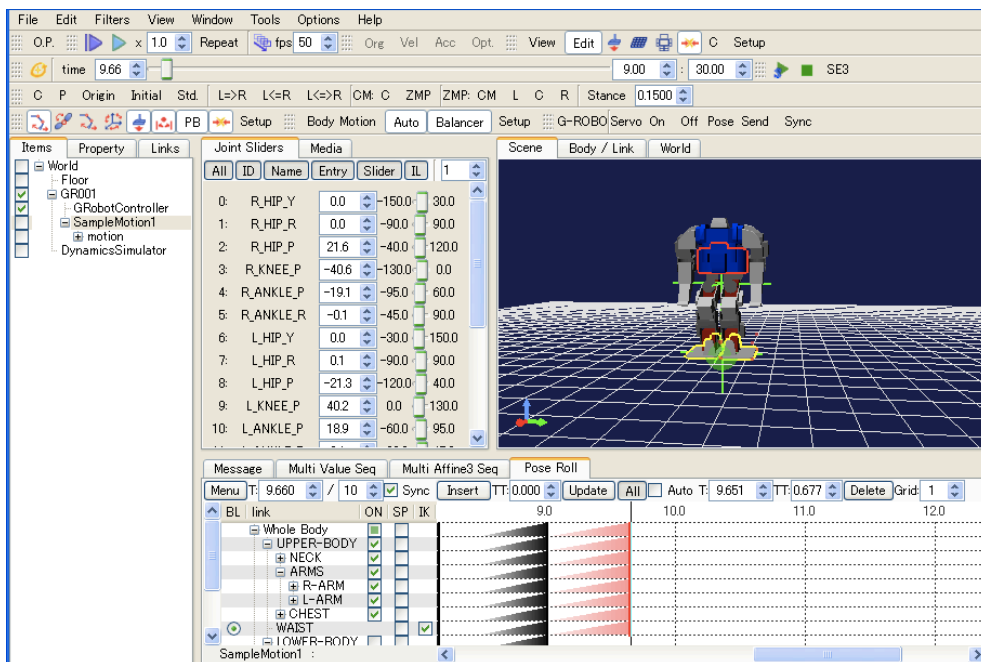


キーポーズの変更が終了したら、動作を確認しますので、Animation ツールバーの再生ボタン 1 を押下しロボットの動作を確認してください。

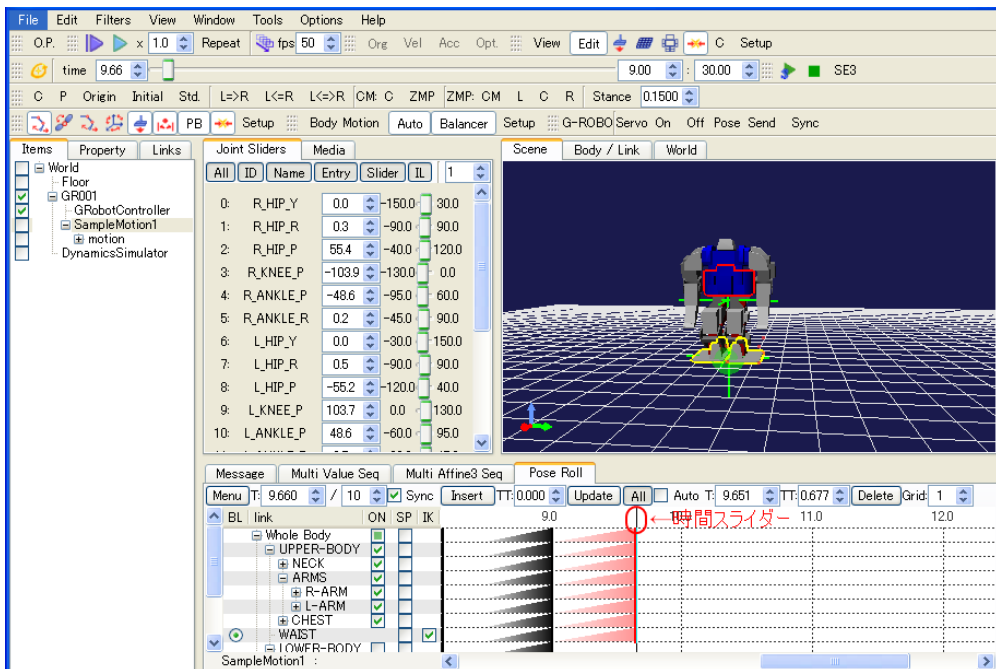
## サンプル動作に新たなキーポーズを追加する

次に、サンプル動作 SampleMotion1 の末尾に新たなキーポーズを追加します。

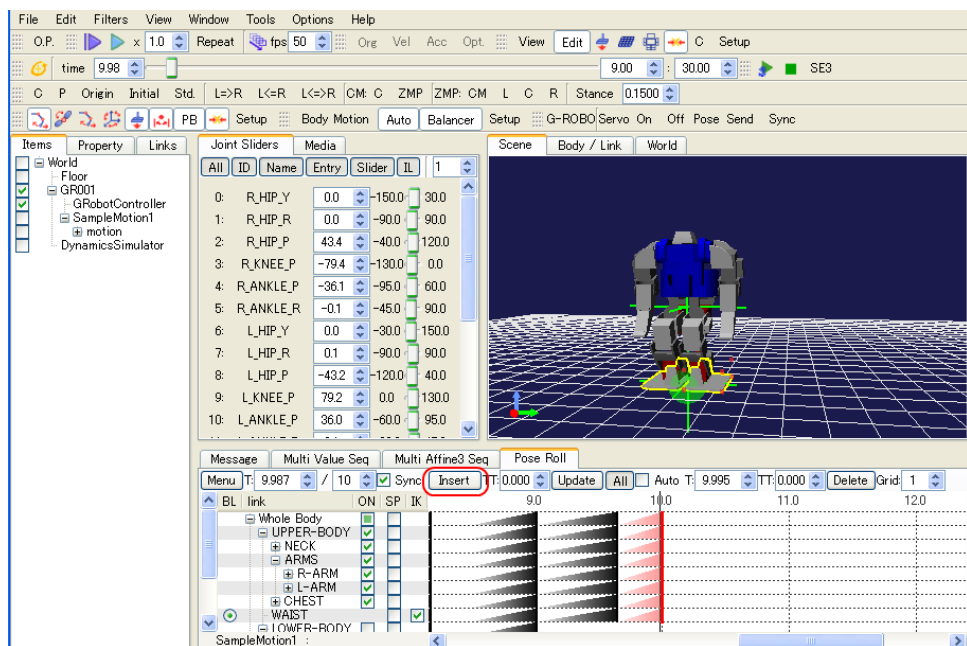
では、SampleMotion1 アイテムが選択されていることを確認して、PoseRoll ビューの時刻を下図のように末尾に移動させ、最後のキーポーズを選択して下さい。



そして、ロボットの腰部をマウスで選択し、下に移動させしゃがんだ姿勢を作ります。すると下図のようになります。この姿勢を SampleMotion1 の末尾に付け加えるために、下図の赤枠で示した時間スライダーをマウスで 10 秒に位置に移動させてください。



そして、PoseRollビューの上部にある Insert ボタンを押下し、キーポーズを追加し下図のように新しいキーポーズが追加されたことを確認してください。



キーポーズの追加が終了したら、動作を確認しますので、Animation ツールバーの再生ボタン 1 を押下しロボットの動作を確認してください。

この他に PoseRoll ビューでは、すでに作成したキーポーズをコピーしたり、複製を追加したり、キーポーズに移動するまでの時間等を容易に変更することができますので、いろいろ試してみてください。

## GR-001 で動作を確認する

次に、編集したサンプル動作 SampleMotion1 を実機で動作させてみます。GR-001 が接続されていることを確認し、Sync ボタンを押下し同期モードに変更してください。

GR-001 が PC と接続されていることを確認し、Items ビューの SampleMotion1 アイテムを選択して下さい。

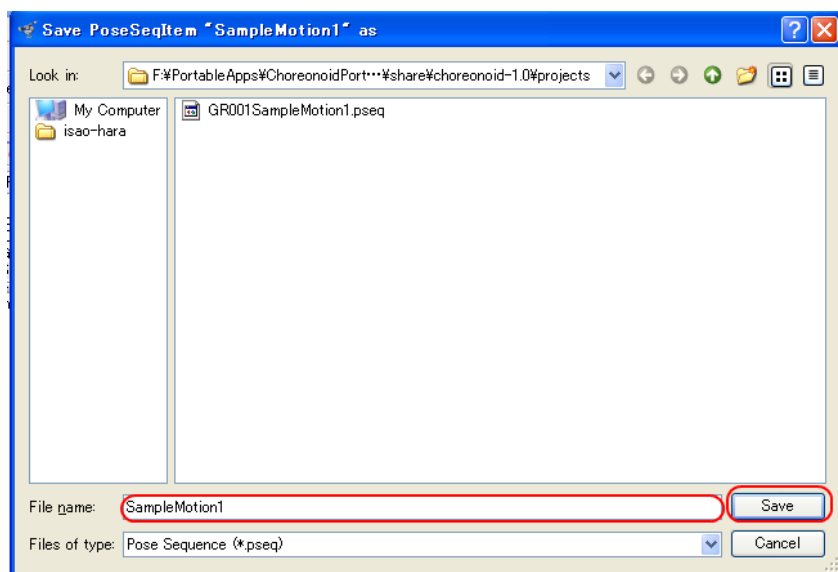
次に、Animation ツールバーの再生ボタン 1 を押下しロボットの動作が、先程修正した動作パターンと同じ動作をすることを確認してください。

## 作成した動作を別名で保存する

正常に動作していることが確認できたら、修正したサンプル動作を別名で保存します。

Items ビューの SampleMotion1 アイテムをクリックして選択状態にしてください。次に、[File]メニューを表示させ“Save Selected Items As”を選択して下さい。すると、下記のようにファイルダイアログが表示されますので、ファイル名入力ボックスに“SampleMotion2”と入力して、[Save] ボタンを押下してください。ファイルの拡張子は、自動的に付加されます。

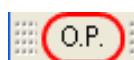




最後に、エクスプローラー等で **SampleMotion2.pseq** というファイルが生成されていることを確認してください。

## プロジェクトの保存と終了

最後に、現在の編集状態を保存するために、プロジェクトの保存を行います。プロジェクトの上書き保存は、下図に示した **File ツールバー** の上書きボタン（赤枠部）を押下するか、または **[File]メニュー** の “**Save Project**” で行うことができます。別名で保存したい場合には、**[File]メニュー** の “**Save Project As**” を実行してください。すると前節の別名で動作パターンを保存した時と同様にファイル選択ダイアログが表示され、任意の場所にプロジェクトファイルを保存することができます。



プロジェクトの保存が完了すれば、Choreonoid を終了しますので、[File]メニューの最下部にある “Exit” を選択して下さい。



以上で、Choreonoid の基本的な操作に関する説明は終了です。

この他の機能に関しては、オフィシャルサイトを参照してください。

## 参考資料

1. Choreonoid オフィシャルサイト : <http://choreonoid.org/>
2. ロボットソフトウェアプラットフォーム オフィシャルサイト : <http://openrtp.jp/>
3. OpenRTM-aist オフィシャルサイト : <http://openrtm.org/>

## 特記事項

本書をご利用される場合には、以下の記載事項・条件にご同意いただいたものとします。

- 本書に情報を掲載する際には万全を期していますが、それらの情報の正確性または利用者にとっての有用性等については一切保証いたしません。
- 利用者が本書を利用することにより生じたいかなる損害についても一切責任を負いません。
- 本書の変更、削除等は、原則として利用者への予告なしに行います。また、止むを得ない事由により公開を中断あるいは中止させていただくことがあります。
- 本書の情報の変更、削除、公開の中断、中止により、利用者へ生じたいかなる損害についても

一切責任を負いません。

**【連絡先】**

(独) 産業技術総合研究所 知能システム研究部門 ソフトウェアプラットフォーム研究班  
〒305-8568 茨城県つくば市梅園 1-1-1 つくば中央2  
Tel/Fax : 029-862-6630 E-Mail : [openrtp@m.aist.go.jp](mailto:openrtp@m.aist.go.jp)