Cobotta Simulation using Mujoco on Genesis

Aug. 19, 2026

物理エンジンに興味を持った人は，PC 上で Cobotta に自分で設計したハンドを持たせて動かしてみよう．

Genesis：物理エンジンのひとつ．流体，弾性体，剛体，様々な力学現象をシミュレートできる．
https://genesis-world.readthedocs.io/en/latest/

MuJoCo（Multi-Joint dynamics with Contact）：多関節の剛体力学が得意な物理エンジン（or ライブラリ）．ここでは Genesis から呼び出されている．
https://rikei-tawamure.com/entry/2025/05/24/211341

1. インストール
以下に，ubuntu 上にインストールする方法を示す．
まず，apt を update して python3 他をインストールする．

> sudo apt update
> sudo apt install python3
> sudo apt install python3.12-venv
> sudo apt-get install python3-tk

適当なディレクトリ（ここでは genesis/）を作成してそこに Genesis 用の仮想環境(genesis ディレクトリ)を構築する．

> python3 -m venv genesis

その後，genesis をアクティベイトする．

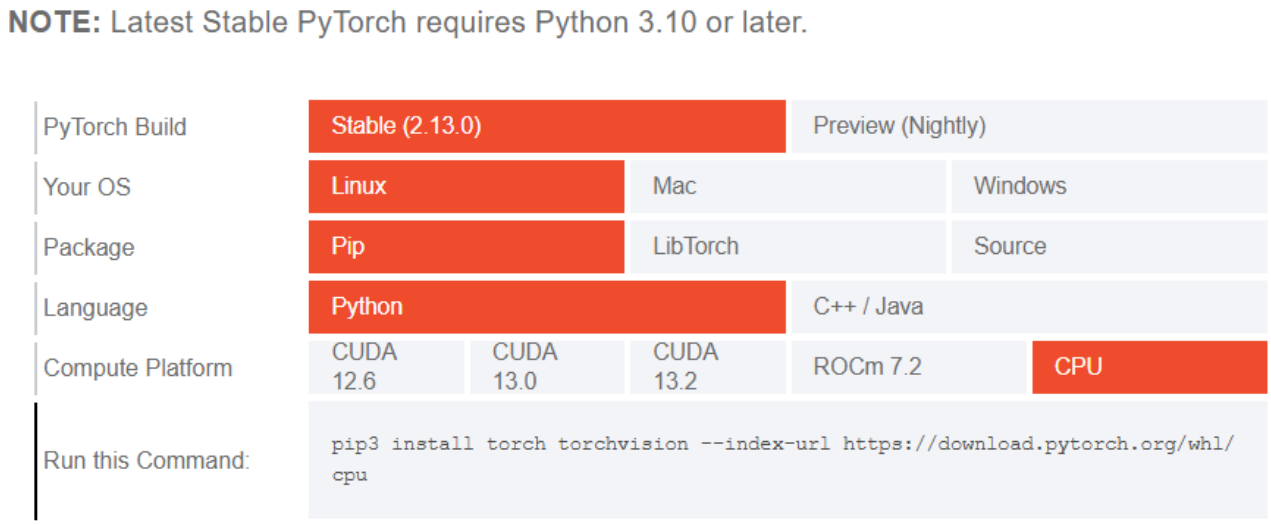
> source genesis/bin/activate

まず，pip を upgrade する．

> pip install --upgrade pip

PyTorch（https://pytorch.org/get-started/locally/）をインストールする（ディープラーニング（深層学

習）や機械学習 の研究・開発で使われる オープンソースの Python ライブラリ）．以下を選択して”Run this command”をコピペして実行する．



> pip3 install torch torchvision --index-url https://download.pytorch.org/whl/cpu

次に，genesis 本体をインストールする．19 Aug. 2026 現在の version は 1.3.3

> pip install genesis-world

MuJoCo をインストールする．

> pip install mujoco-py genesis

動画用ライブラリをインストールする．

> pip install imageio imageio-ffmpeg

> pip install opencv-python

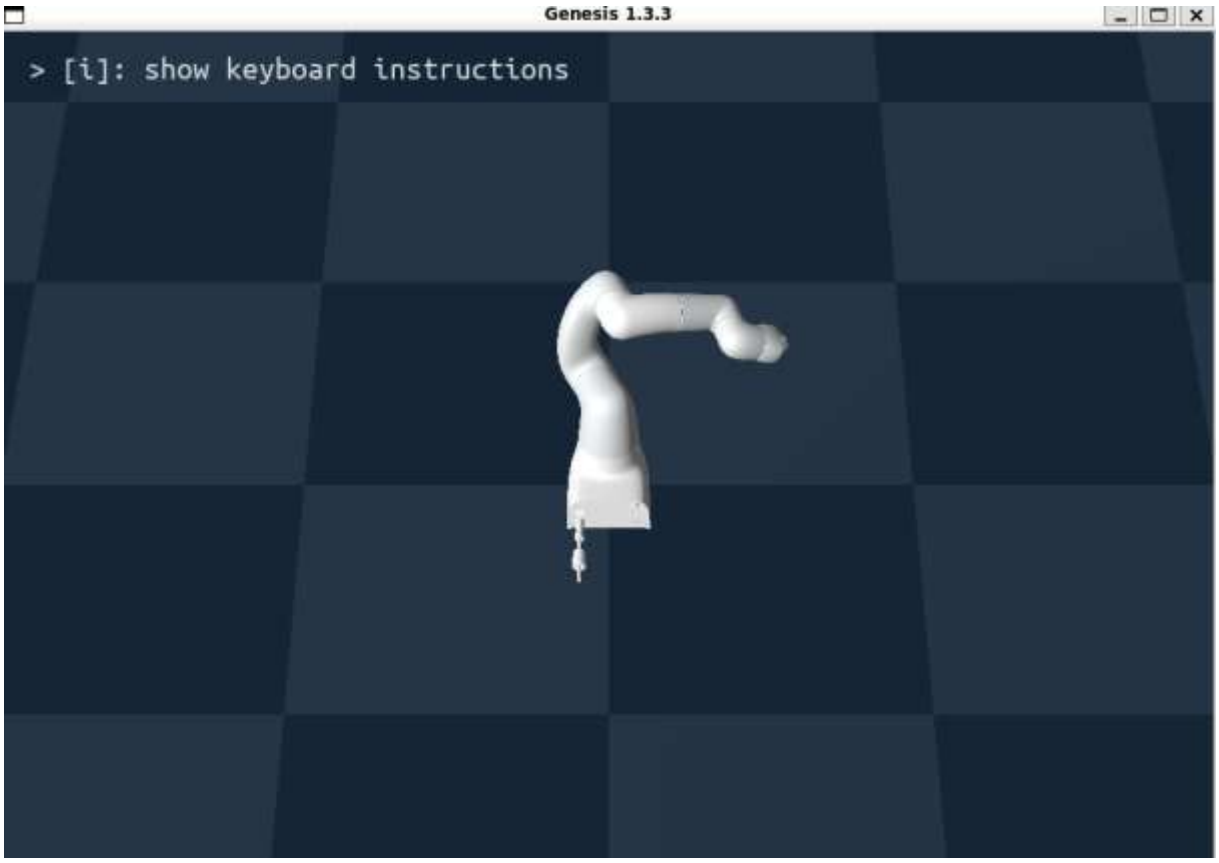
2. 実行

以下が存在するディレクトリに移動して実行する．

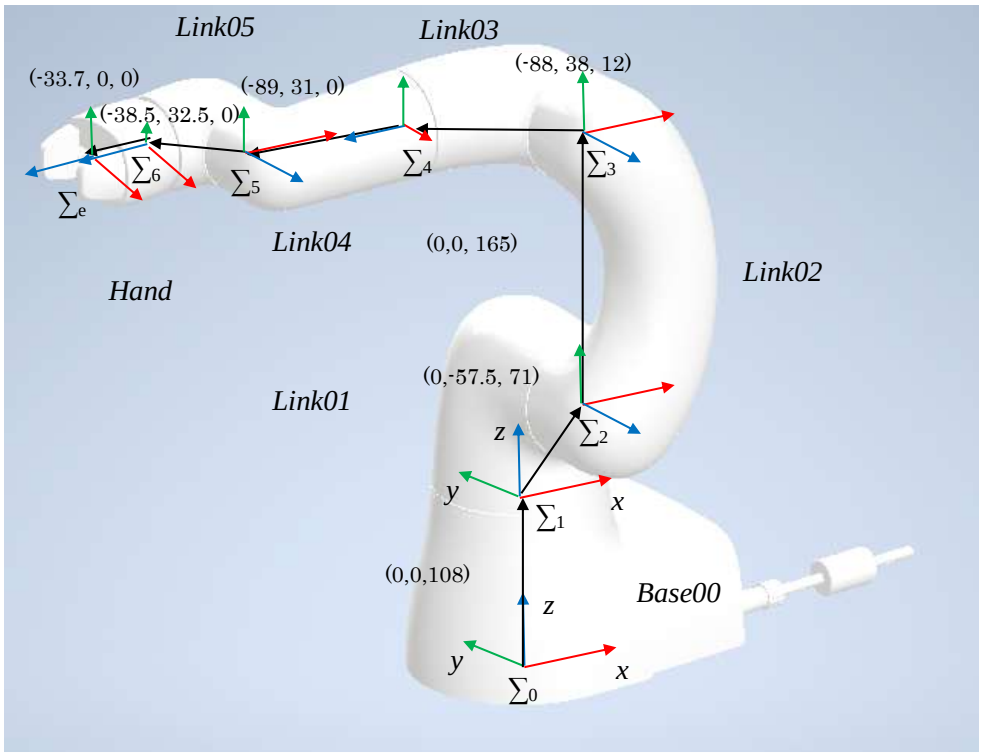
CAD/***.obj
　　/***.stl
cobotta.py
cobotta.xml

> python3 cobotta.py

以下のように表示される．

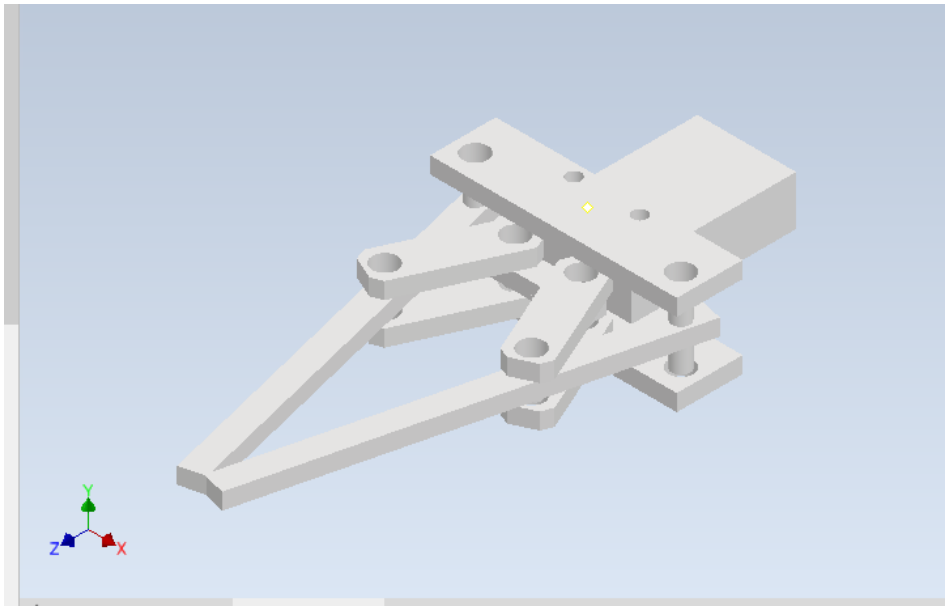


3. Cobotta の座標系，および関節の定義



4. Cobotta に自分のハンドを持たせてみる．

オリジナルハンドのアセンブリファイルの原点と座標系を確認し，obj ファイルと stl ファイルを保存する．重心位置，慣性テンソルは iProperty で確認できる．

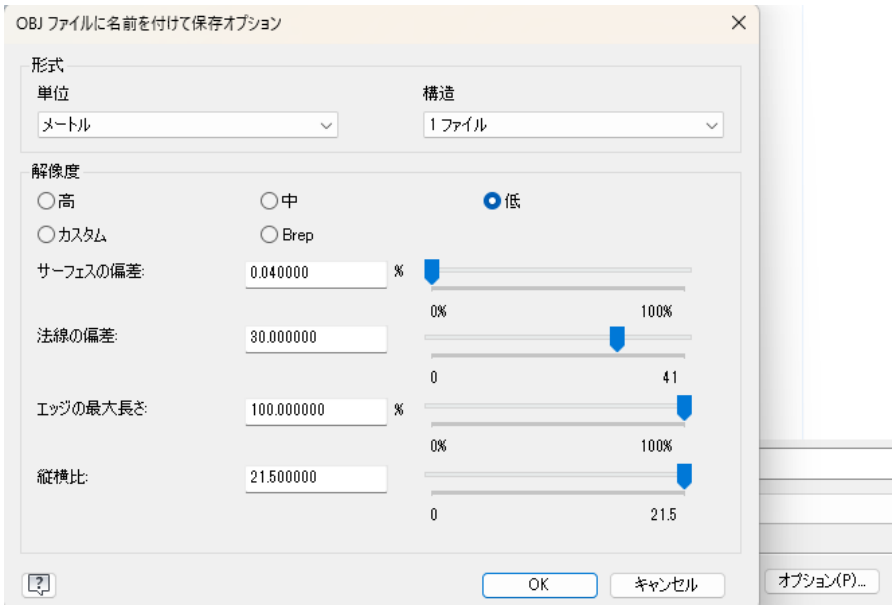


obj ファイルは，

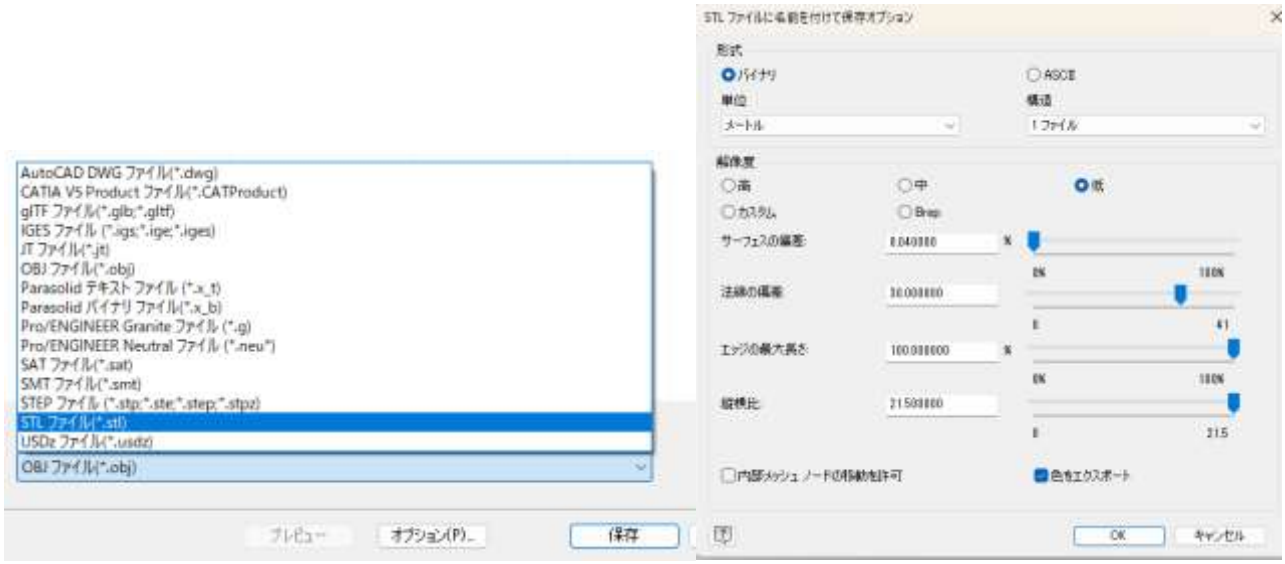
ファイル→エクスポート→CAD 形式→OBJ ファイル（*.obj）

から保存できる．

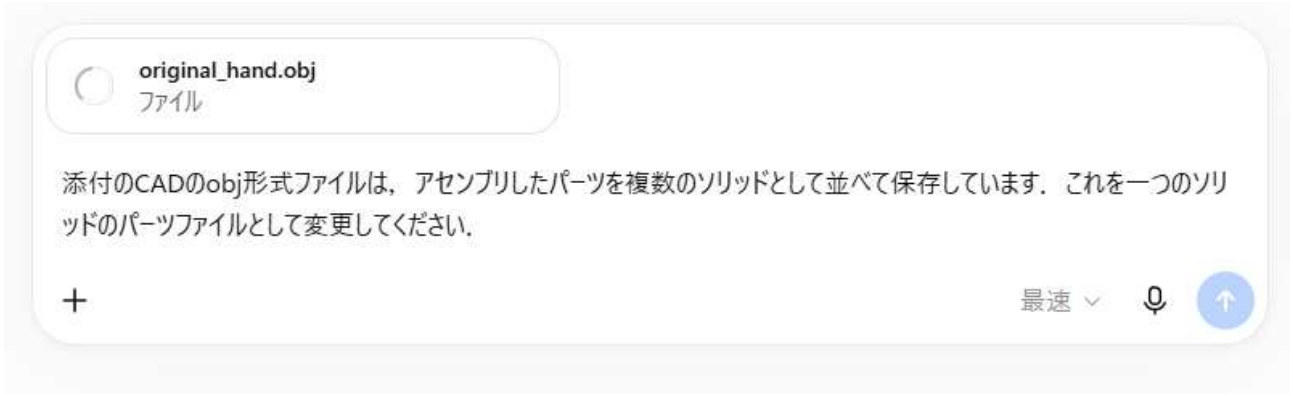
オプションで単位はメートルにしておく．ファイル名は何でもよいが，ここでは，”original_hand.obj”にしておく．

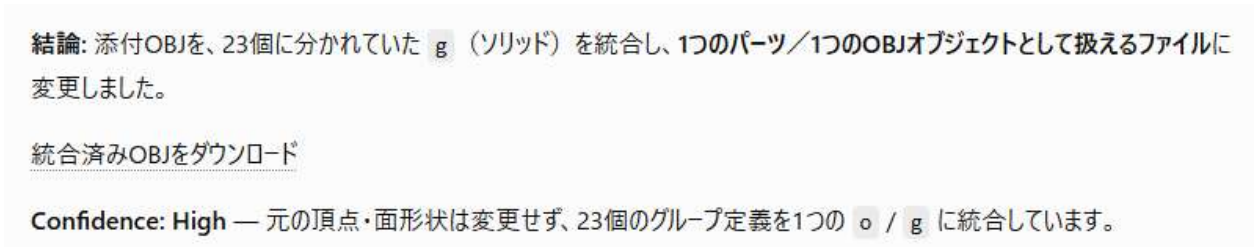


同様に stl ファイルも”original_hand.stl”として保存する．こちらもオプションで，「メートル」を選択しておく．形式は「バイナリ」にする（どちらでも読み込める）．



なお，Inventor はアセンブリファイルの場合，obj ファイルは各パーツをソリッドとして別々に保存する．これを一つのソリッドの obj ファイルに変更する．例えば，chatGPT に以下のようにして返還してもらうことができる．





“hand_single_part.obj”として保存されたので，これを”original_hand.obj”として再保存しておく．

二つのファイルを CAD のディレクトリにコピーしておく．
CAD/original_hand.obj
　　/original_hand.stl

．cobotta.xml にこれらを剛体として登録する．関節自由度を持たせることもできる．

以下，朱書の部分を追加する．

```
  <asset>
    <material class="cobotta" name="white" rgba="1 1 1 1"/>
    <material class="cobotta" name="off_white" rgba="0.901961 0.921569 0.929412 1"/>
    <material class="cobotta" name="black" rgba="0.25 0.25 0.25 1"/>

    <!-- Collision meshes -->
    <mesh name="base00_c" file="CAD/base00.stl"/>
    <mesh name="link01_c" file="CAD/link01.stl"/>
    <mesh name="link02_c" file="CAD/link02.stl"/>
    <mesh name="link03_c" file="CAD/link03.stl"/>
    <mesh name="link04_c" file="CAD/link04.stl"/>
    <mesh name="link05_c" file="CAD/link05.stl"/>
    <mesh name="hand_c" file="CAD/hand06.stl"/>
    <mesh name="finger00_c" file="CAD/finger00.stl"/>
    <mesh name="finger01_c" file="CAD/finger01.stl"/>
    <mesh name="original_hand_c" file="CAD/original_hand.stl"/>

    <!-- Visual meshes -->
    <mesh file="CAD/base00.obj"/>
    <mesh file="CAD/link01.obj"/>
    <mesh file="CAD/link02.obj"/>
    <mesh file="CAD/link03.obj"/>
    <mesh file="CAD/link04.obj"/>
    <mesh file="CAD/link05.obj"/>
    <mesh file="CAD/hand06.obj"/>
    <mesh file="CAD/finger00_nogroup.obj"/>
    <mesh file="CAD/finger01_nogroup.obj"/>
    <mesh file="CAD/original_hand.obj"/>
  </asset>


                    <body name="hand06" pos="-0.0385 0 -0.0325" euler="0.0 -1.570796 0">
                        <inertial mass="0.05" pos="-0.016 0.0 0" fullinertia="0.000025 0.000038
0.000029 0.0 0.0 0.0"/>
                        <joint name="joint5" type="hinge" pos="0 0 0" axis="0 0 1" limited="true"/>
                        <geom mesh="hand06" material="off_white" class="visual"/>
                        <geom mesh="hand_c" class="collision"/>
                        <site name="Sig6" pos="0 0 0"/>

                        <body name="finger00" pos="-0.016 0 0.0337"> # ハンドの開き具合を調整
                            <inertial mass="0.05" pos="-0.002 0 0.0089" fullinertia="0.000001 0.000001
0.000001 0.0 0.0 0.0"/>
                            <joint name="joint6" type="slide" pos="0 0 0" axis="1 0 0" limited="true"/>
                            <geom mesh="finger00_nogroup" material="off_white" class="visual"/>
                            <geom mesh="finger00_c" class="collision"/>
                        </body>
                        <body name="finger01" pos="0.016 0 0.0337">
                            <inertial mass="0.05" pos="0.002 0 -0.0089" fullinertia="0.000001 0.000001
0.000001 0.0 0.0 0.0"/>
                            <joint name="joint7" type="slide" pos="0 0 0" axis="-1 0 0" limited="true"/>
                            <geom mesh="finger01_nogroup" material="off_white" class="visual"/>
                            <geom mesh="finger01_c" class="collision"/>
                        </body>

                        <body name="original_hand" pos="0.0 0 0.06"> # 設置位置
                            <inertial mass="0.0276" pos="0.0 -0.012 0.0032" fullinertia="0.0000217.
0.00002542 0.000005638 0.0 0.0 0.0"/>       # 質量，重心，慣性テンソル（Ixx, Iyy, Izz, Ixy, Ixz, Iyz）
                            <geom mesh="original_hand" material="off_white" class="visual"/>
```

```
                <geom mesh="original_hand_c" class="collision"/>
            </body>

            <site name="ee" pos="0 0 0.0337"/>
        </body>
```

. cobotta.py の位置制御を書き換え，指先を停止させる．

```
for i in range(Iteration):
    t = i*DT
    cobotta.set_dofs_position(np.array([180/180*np.pi*np.sin(2*np.pi*Freq*0.5*t),
                                        45/180*np.pi*np.sin(2*np.pi*Freq*t),
                                        30/180*np.pi*np.sin(2*np.pi*Freq*t),
                                        30/180*np.pi*np.sin(2*np.pi*Freq*t),
                                        30/180*np.pi*np.sin(2*np.pi*Freq*t),
                                        30/180*np.pi*np.sin(2*np.pi*Freq*t),
                                        0.0, # 0.01*np.sin(2*np.pi*Freq*2.0*t),
                                        0.0, # 0.01*np.sin(2*np.pi*Freq*2.0*t),      #
1/180*np.pi*i
                                       ]), dofs_idx)
    scene.step()
    if (i%EveryDraw)==0:
        cam.render()  # 録画モードで内部的にフレーム保存

        # フレームを取得して動画に書き込み
        rgb_frame, _, _, _ = cam.render(depth=False, segmentation=False, normal=False)
        frame_bgr = cv2.cvtColor(rgb_frame, cv2.COLOR_RGB2BGR)
        video.write(frame_bgr)
```

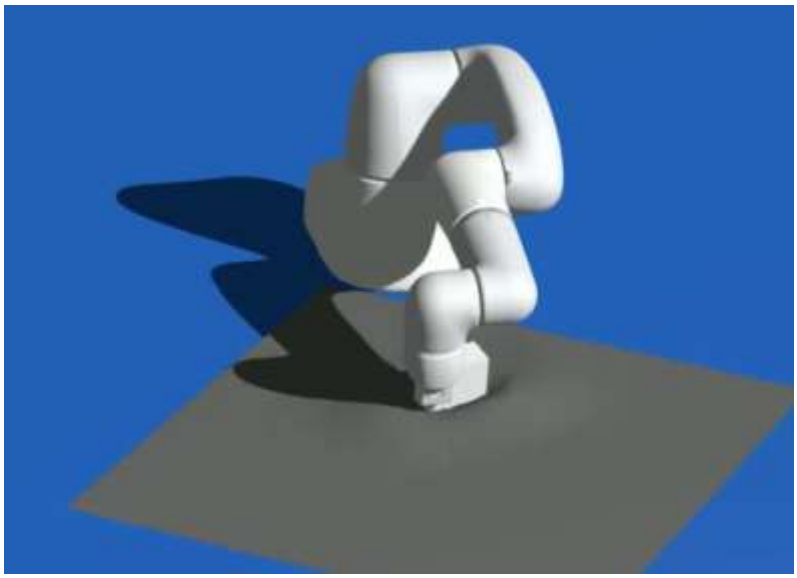
実行すると，以下のようになる．

```
> python3 coibotta.py
```

ハンドの動きを制御するには，さらに関節の定義が必要になる．
指とハンドの衝突判定はここでは無視している．力制御なども可能である．

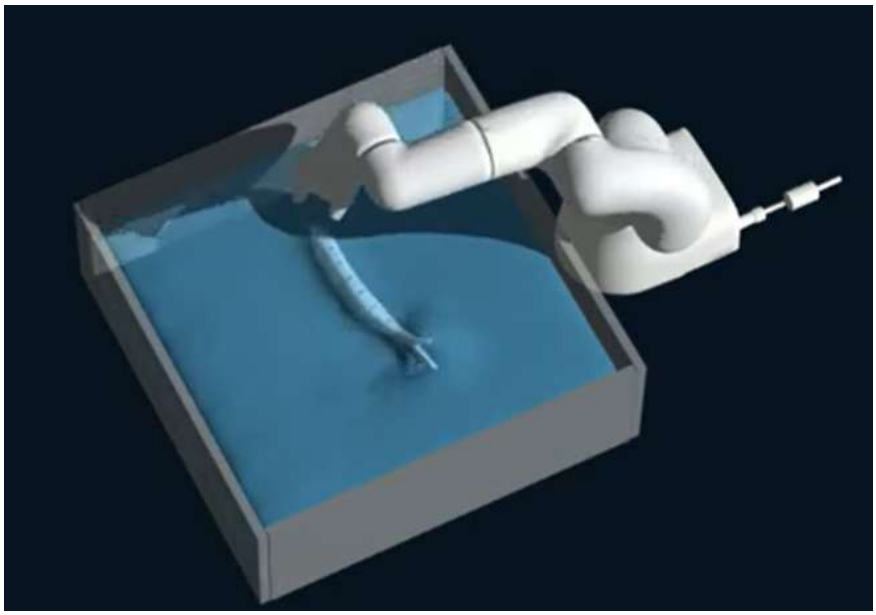

弾性体を切断したり，流体計算をしたりもできる．

布をひねる.



https://youtu.be/0S1r6HorA84

水槽の魚をつかむ.



https://youtu.be/K0ve7XcrHGI

切る

https://youtu.be/j1n0QVG8WWI