

## Menu

### ▼ Home

自己紹介  
実績  
マラソン記録  
リンク

### ▼ Welcome to my home page (English)

Career  
Publication

### ▼ OpenSim Tutorial

#### ▶ 入門編

#### ▶ 中級編

#### ▼ 上級編

1 . Point Kinematics...  
(グメント点の軌道) 解析

▶ 2 . Pulling Out the Stops : 綱引き筋のデザイン

▼ 3 . Sky High : ジャンプ動作最適化のための筋調整

3 . 1 ジャンプ動作最適化のための筋調整

3 . 2 Question...  
ジャンプパフォーマンス

サイトマップ

[OpenSim Tutorial](#) > [上級編](#) > [3 . Sky High : ジャンプ動作最適化のための筋調整](#) >

## 3 . 1 ジャンプ動作最適化のための筋調整

このページは [Coordinating Muscles for Optimal Jump Performance](#) に対応しています。  
ジャンプパフォーマンスファイルのダウンロードは [こちら](#) から

### A: 筋興奮度を変えた時の順動力学シミュレーション解析

目的 : オープンシムGUIのExcitation エディターから一つの筋の興奮度を調整して順動力学シミュレーションを行います。

#### Excitation エディターを開き、デフォルトコントロールを読み込む

オープンシムのExcitation エディターではモデル筋の興奮度をグラフで確認し修正することができます。筋興奮パターンを変えることでジャンプパフォーマンスへの筋の関与を調べることができます。モデルのアクチュエーターは [Thelen 2003 Muscles](#) を使っています。筋はモデルファイルのForceSetグループで確認できます。筋のコントローラファイルはExcitation エディターで作成し、Forward Dynamicツールで用います。

- ダウンロードしたファイルを解凍し、OptimalJumpフォルダ内のOptimalJumpフォルダをOpenSim 3.3フォルダに移してください。
- OpenSimを立ち上げ、OptimalJumpフォルダのDynamicJumperModel.osimを開いてください。
- Editメニューから“Excitations...”を選択しExcitation エディターを開いてください。
- デフォルトコントロールを開きます。Load...からXMLファイル(OptimalJump\_DefaultControls.xml)を開いてください。
- リストから筋を選択します。ここではglut\_max1\_lを選択して、OKをクリックしてください。

#### コントローポイントの調整

各筋のコントローラにはコントロールポイント間は直線で結ばれた興奮度が入力されています。Excitationエディターでコントロールポイントを選択して値や時間を変更することができます。コントロールポイントは個別または複数のポイントを選択することができます。

- 個別のポイントを選択する場合、Ctrlキーを押しながらポイントをクリックしてください。
- 複数のポイントを選択するにはCtrlキーと左クリックを押しながらドラッグしてポイントを囲んでください。
- shiftボタンを同時に押すことでポイントを追加することができます。

1つまたは複数のポイントを選んだ後に値を変更する位置までドラッグするか、Set selected point...ボックスに数値を入れてOKをクリックしてください。

#### 興奮度をXMLファイルに保存、レイアウトを保存

デフォルトコントロールファイルを保存するには、新しいXMLファイルで保存することをお勧めします。変更後のファイルとレイアウトを保存すると、次に用いる際に便利です。

- Save Asボタンをクリックし、別の名前 (modified\_controls.xml) でコントロールファイルを保存してください。
- Save Layout..ボタンをクリックし、新しいレイアウトmodified\_layout.txtを保存してください。

詳しく知りたい方は [Developer's Guide](#) の [Excitation Editor](#) ページを参照してください。

## 変更した筋興奮度でジャンプ動作の順動力学シミュレーション実施

これで順動力学シミュレーションのジャンプ動作に変更した筋興奮度のファイルを用いる準備が整いました。開始状態のファイル (OptimalJump\_InitialStates.sto) で開始姿勢を保つことができるように設定しています。関節角度、速度、筋活動、筋長は開始状態を規定します。すべての筋で開始時の筋活動は0としています。

- ツールメニューより Forward Dynamicsを開いてください。
- Controlには修正したコントロールファイルmodified\_controls.xmlを選択してください。
- Initial StateにはOptimalJump\_InitialStates.stoを選択してください。
- Solve for equilibrium actuator statesボックスにチェックを入れてください。
- シミュレーション時間は0から1を入力してください。
- Prefixで出力ファイル名 (Jumper) を入力してください。
- DirectoryはOptimalJumpフォルダ内にmodifiedフォルダを作成して、選択してください。
- Analysesタブを開き、Add>をクリックしてForceReporter, JointReaction, BodyKinematicsの3つを選択してください。
- セットアップファイルを保存するため、Saveをクリックして modified\_forward\_tool\_setup.xmlとして保存してください。
- Runをクリックして順動力学シミュレーションの結果を表示してください。

3つの解析により複数のファイルがフォルダ内に保存されています。ここで重要なデータは以下のファイルにあります。

- ForceReporter—ファイル名 : Jumper\_ForceReporter\_forces.sto
  - Muscle Forces—各時間の筋出力が保存されています。
  - ContactForces - 各時間の関節反力が保存されています。名前は(部位)\_(onセグメント)\_(in座標系)\_(方向)で書かれています。例えば ankle\_r\_on\_talus\_r\_in\_ground\_fxの場合、右足関節の距骨に生じるx方向の力をグローバル座標で表していることを意味します。
  - BodyKinematics - 各セグメントの傾斜角度、速度、加速度が書かれています。

## B: ジャンプ動作における各筋の貢献の検討

目的 : Excitationエディターと Forward Dynamicsツールを使って各筋を活動させた時の動作変化を調べます。

操作時間短縮のため、Excitationエディターのレイアウトファイルを使います。

Excitationエディターを使って以下の筋の興奮を最大にして結果を調べ、その結果を比較します。 :

- (VAS)–中間広筋
  - 筋名：vas\_int\_l, vas\_int\_r
  - レイアウトファイル：vas\_excitation\_layout.txt
- (SOL)–ヒラメ筋
  - 筋名：soleus\_l, soleus\_r
  - レイアウトファイル:sol\_excitation\_layout.txt
- (GAS)–内側腓腹筋
  - 筋名：med\_gas\_l, med\_gas\_r
  - レイアウトファイル：gas\_excitation\_layout.txt
- (GMAXM and GMAXL)–大殿筋上部、下部線維
  - 筋名：glut\_max1\_l, glut\_max2\_l, glut\_max1\_r, glut\_max2\_r
  - レイアウトファイル：gm\_excitation\_layout.txt
- (HAMS)–大腿二頭筋短頭、長頭
  - 筋名：bifemlh\_l, bifemlh\_r, bifemsh\_l, and bifemsh\_r
  - レイアウトファイル：hams\_excitation\_layout.txt
- (ADM)–大内転筋
  - 筋名：add\_mag2\_l, add\_mag2\_r
  - レイアウトファイル：adm\_excitation\_layout.txt

各筋群に対して以下の手順を行ってください。：

- デフォルトコントロールファイル (OptimalJump\_DefaultControls.xml) をExcitationエディターで開いてください。
- 各筋群にチェックを入れてレイアウトを読み込んでください。(すでにレイアウトにある興奮度になっているので、この作業の必要性はないように思われます。)
- すべての時間で興奮度を1に変更してください。
- 新しいファイルとしてコントロールファイルを合計6つ保存してください。(VASの場合 vas\_modified\_controls.xmlで保存してください。)
- Forward Dynamicsツールで新しいコントロールファイルを選択してジャンプ動作の解析を行ってください。

## C : ジャンプsky high

目的：最も高くジャンプするための筋興奮度調整

ジャンプパフォーマンスを最大にする筋活動に挑戦します。作業時間を短縮するため筋興奮度のレイアウトをExcitationエディターで作っていくことをお勧めします。

### 最大ジャンプの検討

筋興奮度を変えていくと、高く飛ぶジャンプの興奮パターンが見つかるでしょう。今回のジャンプパフォーマンスは跳躍高と靭帯の関節運動制限(靭帯ペナルティー)を足し合わせて評価することになります。跳躍高は重心のy方向の最大位置から立位での重心の高さ0.9633mを引いた値です。モデルには腰と膝に関節運動最終域近くで靭帯が力を発揮するよう設定されています。(NavigatorのForces>Other Forcesを確認)。靭帯ペナルティーは

足が床面に接している間に生じる靭帯が発生するトルク（膝の過伸展などを防ぐためのトルク）の積分値に比例するとします（\* 腰椎伸展・膝伸展等が過剰に生じると関節に負担をかけるため、関節に負担を少なくして高く跳躍するための指標Jを求めると考えられます。）。ジャンプ中に生じる運動トルクは靭帯ペナルティーに含まないことにします。ジャンプパフォーマンスは次の式で算出します。

$$J = (y_{COM} - 0.9633) - 0.001 \left( \int_0^{t_{to}} \text{abs}(\text{LumbarExtensionLimit}) dt + \int_0^{t_{to}} \text{abs}(\text{KneeLimit}_l) dt + \int_0^{t_{to}} \text{abs}(\text{KneeLimit}_r) dt \right)$$

- $t_{to}$ はテイクオフ（足が床から離れる）時間です。（床反力が0になる瞬間）
- $y_{COM}$ は重心の最大の高さ（y方向への高さ）この値はBodyKinematics解析の出力フォルダ内にあります。Jumper\_BodyKinematics\_pos\_global.stoファイルで確認できます。
- LumbarExtensionLimit、KneeLimit\_lおよびKneeLimit\_rは靭帯によって生じるトルク値です。この値はForceReporter解析の出力フォルダ内にあるJumper\_ForceReporter\_forces.stoファイルで確認できます。

跳躍動作のコントロールファイルを保存することを忘れないでください（OptimalJump\_controls\_best.xml）。

## 別解の検討（課題2）

最も高いジャンプパフォーマンスのコントロールセットの中で特定の筋の興奮を0.02にしてください。その筋の興奮が低くても高いジャンプが可能となる興奮パターンを見つけましょう。

動作のコントロールファイルを保存することを忘れないでください（OptimalJump\_controls\_second\_best.xml）。

Next: [Questionsジャンプ動作最適化](#)

Home: [SkyHighジャンプ動作最適化のための筋調整](#)