

1. 緒言

現在、ヒューマノイドロボットを用いて、二足走行を試みる研究が盛んに行われている。しかしながら、現状のヒューマノイドロボットの走行現象は両足が宙に浮いている時間が短く、その間の移動距離も非常に短い。ヒューマノイドロボットにより躍動的な走行を行わせるためには、地面を蹴り出す脚に、胴体ともう片方の脚を支えるだけでなく、それらを素早く前方へ加速・跳躍させるだけの性能が必要である。しかし、多数のモータを搭載している現行のヒューマノイドロボットでは重量が大きく、ヒトに近い跳躍動作を行うには適していないと考えられる。

本研究はヒトに似せた二脚の走行ロボットの研究開発の前段階として胴体及び股関節を有する一脚ロボットを設計、モデル化し、マルチボディダイナミクスを用いてその跳躍現象を数値解析した。

2. 数値解析及びモデル化

シミュレーションには MSC.visualNastan4D と MATLAB の Simulink を使用した。シミュレーションに用いた一脚ロボットのモデルはヒトの胴体及び脚部の寸法比を考慮して設定し、その概略を図1に示す。機構モデルは胴、上腿、下腿、足、足指の5つから構成され、それぞれ股関節、膝関節、足首関節、足指関節の回転関節を持つ。また、4つの関節の内、股・膝・足首はモータとし、足指は寸法の関係上モータの搭載は困難であると考えられるため、回転ばねとした。各モータの出力可能な最大トルクはモータと減速機の重量を考慮した上で比較的入手が容易なものを想定して4[Nm]とし、足指関節の回転ばねは試行錯誤によりバネ定数0.001[Nm/deg]、減衰定数0.0001[Nm sec/deg]とした。検討するモデルは前後方向の動作に寄与するY軸周りの回転関節しかないので、シミュレーション結果はX-Z平面の二次元上の動作のみを検討する。そのためモデルには予め事前の運動定義としてY軸方向への速度を0[m/sec]に固定して解析を行った。

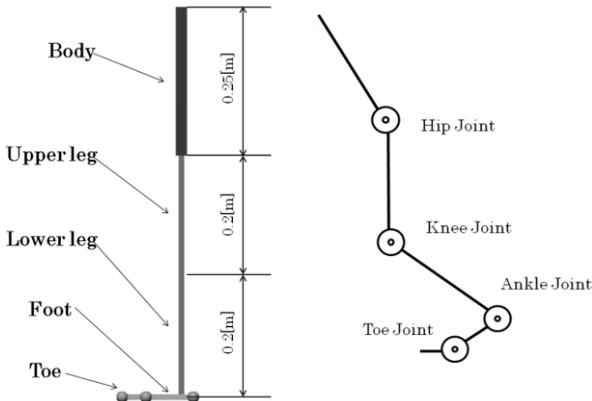


図1 モデル

3. 解析結果・考察

シミュレーションは直立状態から開始し、ロボットの重心が爪先より前に移動し、足関節(Ankle Joint)が地面に対し30[deg]付近に傾いた段階で膝関節を伸ばし、足首関節と膝関節に最大トルクである4[Nm]のトルクを加えて跳躍を行った際の胴体の重心移動の結果が図2及び図3である。図2では跳躍は0.43[sec]から0.75[sec]付近で発生し、その間の水平方向の移動は線形になっており等速になっていることが確認できた。水平方向の跳躍距離は約0.020[m]で、垂直方向の跳躍高度は図3より0.010[m]程度という結果が得られた。本研究では着地後の制御は行っていないため1[sec]後には立て直すことができないほどロボットが前傾してしまったが、着地後に、再度膝関節と足関節にトルクを加えることで連続跳躍が可能であると考えられる。

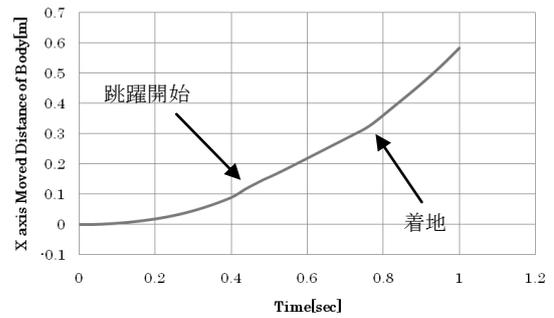


図2 Bodyの水平移動距離[m]

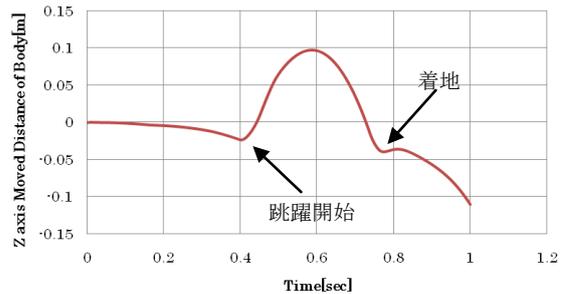


図3 Bodyの垂直移動距離[m]

4. 結言

今回の研究では比較的入手が簡単な部品を用いて実機を製作することを考慮し、トルクに制限を加えた状態で跳躍できるかを検討し、十分に跳躍が可能であることが確認できた。

また、比較的重量の大きな胴体を有することで、跳躍開始までの姿勢制御が難しくなったが、跳躍中の姿勢制御では逆に胴体に働く慣性力を使ってある程度脚部を制御できるという結果も得られた。しかしながら跳躍が可能かどうかを示したに過ぎないので、今後は2関節筋や反射などのヒトの跳躍メカニズムを取り入れたシミュレーションを行いたいと考えている。