

接地点を切り替えながら転がる円板の蛇行運動のシミュレーション

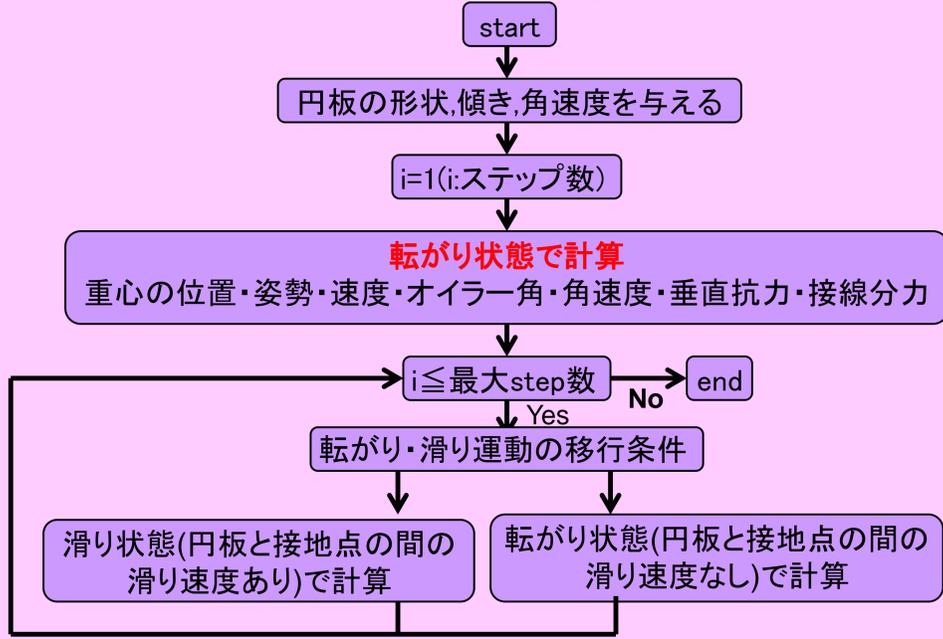
鳥取大学大学院 工学部研究科 機械宇宙工学専攻 応用数理工学コース 生体システム解析学研究室

接地点を切り替えながら転がる円板の蛇行運動について

接地点が切り替わる際に重心の速度などが不連続に変化する
また、接地点が切り替わる際に円板がめり込む問題が生じる

数値計算の流れ

運動方程式の積分方法 → 4次のRunge-Kutta法を用いて数値積分



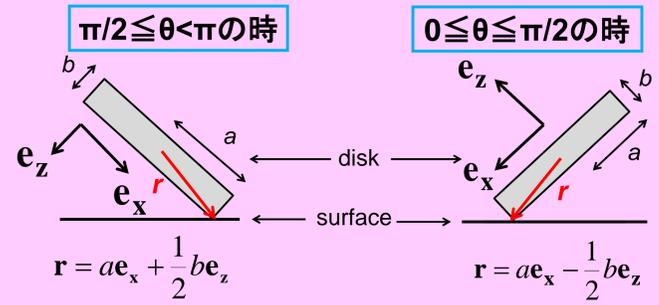
研究目的

不連続に変化する部分や問題が生じてしまう部分
↓
数値計算の時間の刻み幅を細かくすることで
計算精度を上げる

↓
接地点を切り替えながら転がる円板の蛇行
運動についてシミュレーションを行う

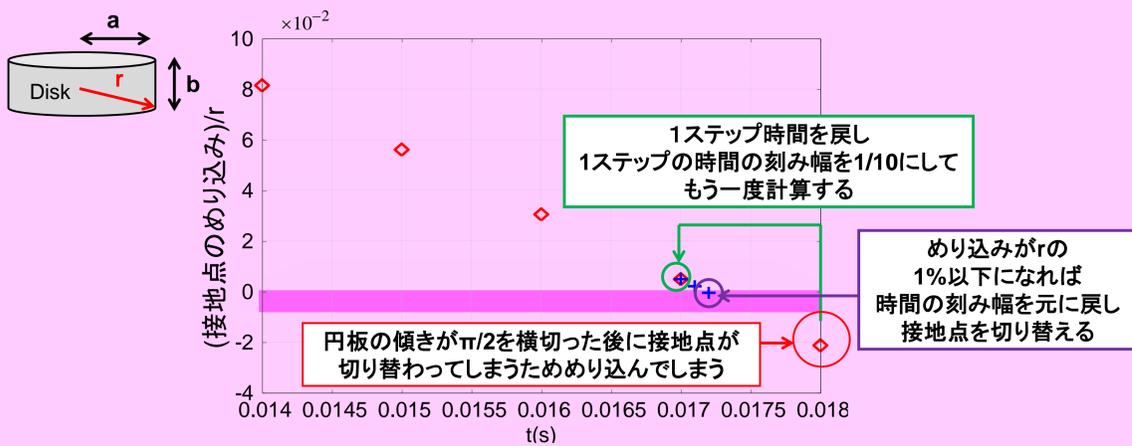
運動方程式を解く時の条件

位置ベクトルrについて



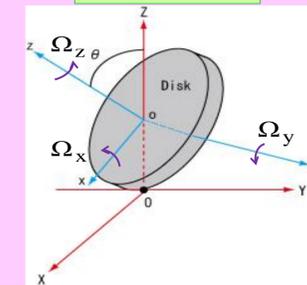
θによって位置ベクトルを使い分けた

接地点が切り替わる前後の可変時間刻みの適用について



円板の運動方程式では、
接地点が平面上に拘束された条件下で求めている
接地点が切り替わった → **転がり(rolling)**であると
仮定する

座標系



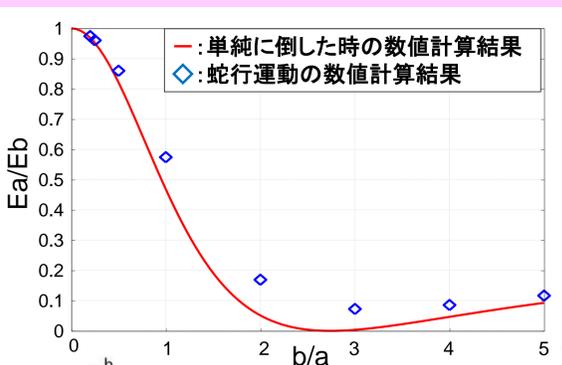
初期条件

解析に用いた剛体円板は
木材を想定

密度: 8.7×10^2 (kg/m³)
静摩擦係数: 0.6
動摩擦係数: 0.345

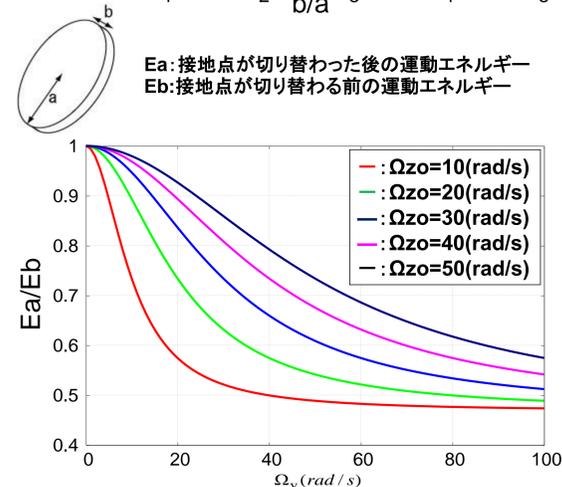
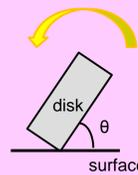
解析結果

接地点が切り替わる前後の運動エネルギーの割合



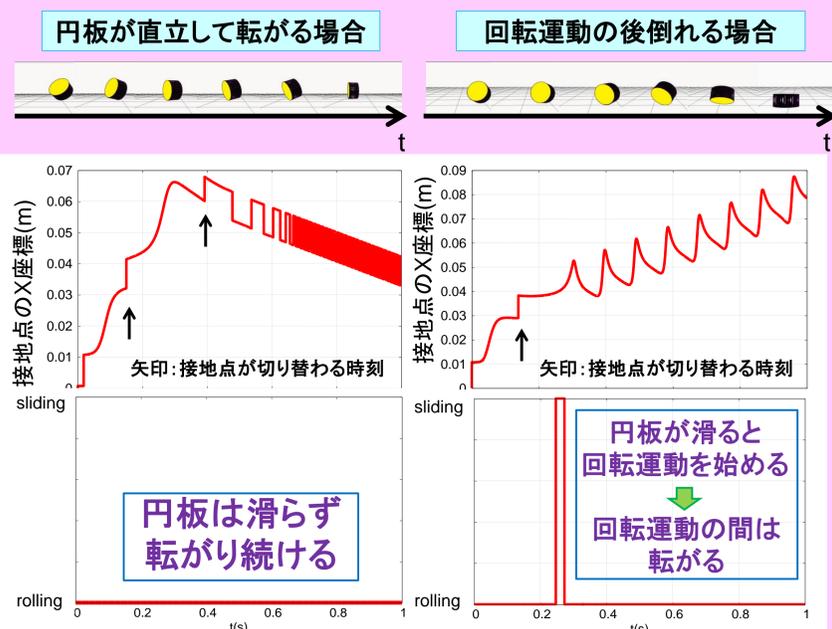
円板を単純に倒した時の 運動エネルギーの減衰割合

$$\frac{E_a}{E_b} = \frac{15 - 2\left(\frac{b}{a}\right)^2}{15 + 4\left(\frac{b}{a}\right)^2}$$



- ◆単純に倒した場合の方が
運動エネルギーは減衰しやすい
- ◆運動エネルギーの減衰割合は
円板の半径と厚みの比による
- ◆単純に倒した場合の運動エネルギーの
減衰割合は円板の形状で決まる
- ◆Ω_yを大きくすると、運動エネルギーは
減衰しやすく、Ω_zを大きくすると、
運動エネルギーは減衰しにくくなる

円板の蛇行運動と転がり・滑りの関係



結言

円板が直立して転がる場合、円板は滑らず転がり続け、円板が滑ると回転運動を始め、回転運動の間は転がり続ける
運動エネルギーの減衰割合は円板の半径と厚みの比による
単純に倒した場合の方が蛇行運動よりも運動エネルギーは減衰しやすく、運動エネルギーの減衰割合は円板の形状で決まる