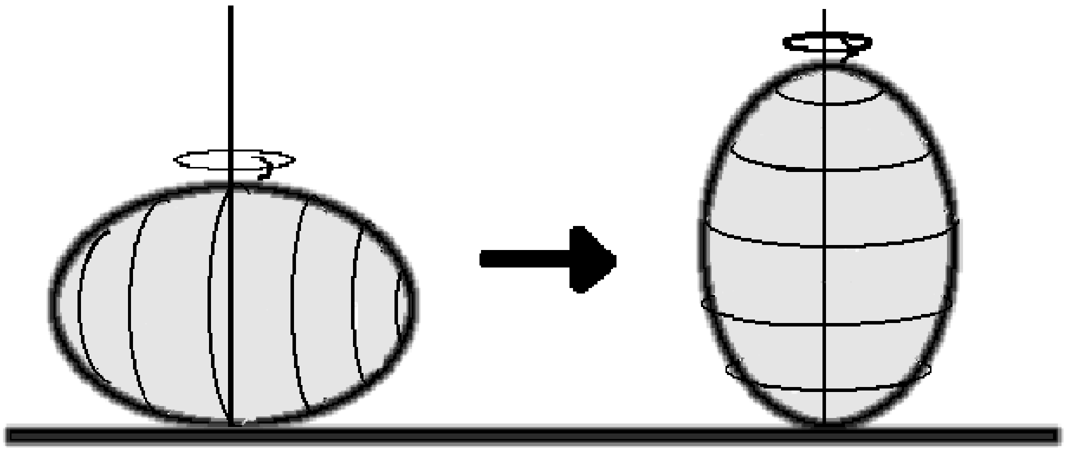
剛体の回転直立と形の関係

福井大学 工学部 物理工学科

１３年度入学 １４番 木澤隆之

●剛体の回転直立運動

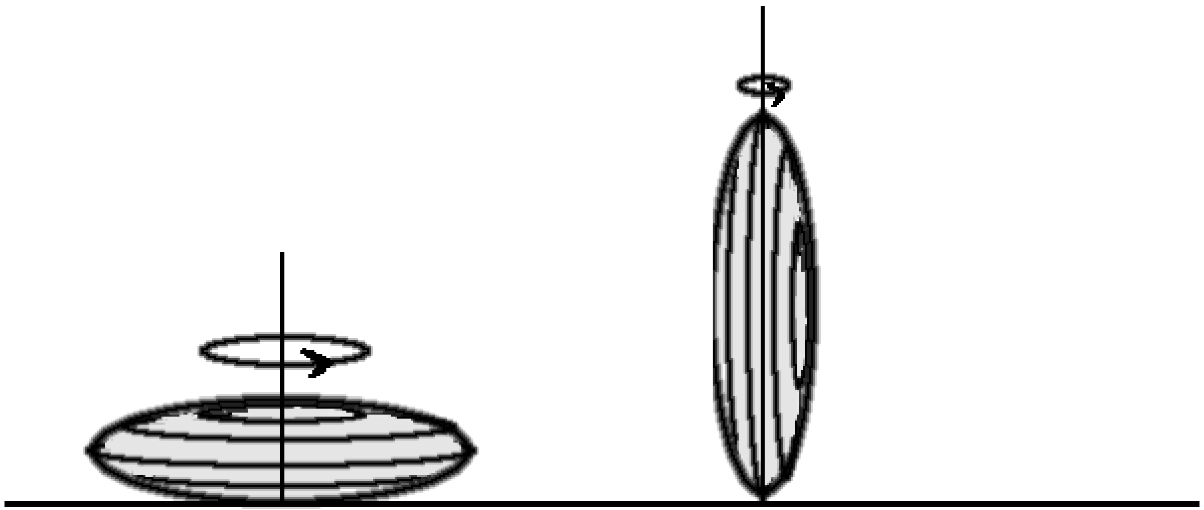
・卵など



prolate

注)「回転直立」という言葉は『科学』戸田盛和「回転する卵はなぜ直立する」(２００２)のタイトルから、我々が造語したものである。

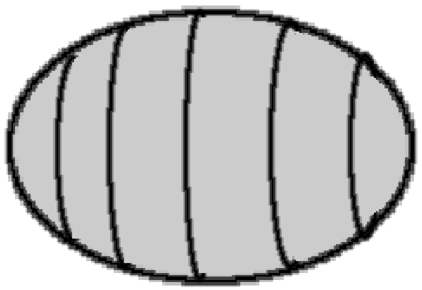
・碁石など



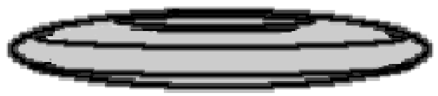
oblate

●本研究の目的

・軸比にどう依存するか？

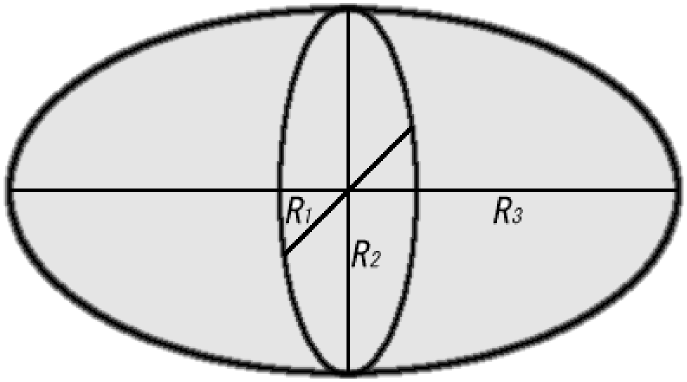


と



prolate　　　　oblate

・軸対称性を破ると何が起こるか？



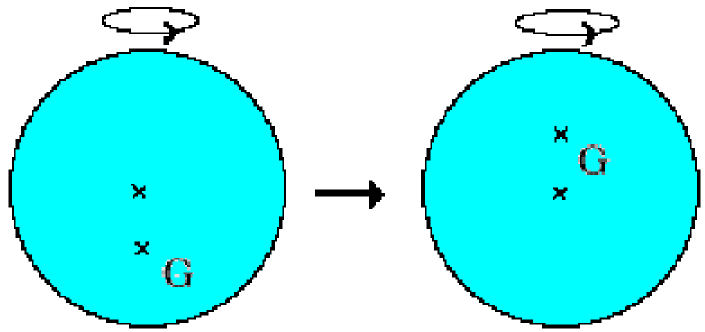
数値実験で調べる

研究の歴史

1．球形→偏芯球

・Braams
 Hugenholtz(1952)

完全な厳密解がある



2．任意の軸対称形　・下村、Moffat(2002)　近似的な保存量がある
gyroscopic近似
Jellett定数

・卒研生（村井,2004）　数値解を求めるプログラム

・卒研生（大森,2005）　プログラムの初期条件部分の完成
gyroscopic近似の妥当性の検証
→時間平均すると成立

・卒研生（加藤,2006）　摩擦力によるエネルギーの散逸の必要性

剛体の立ち上がる理論

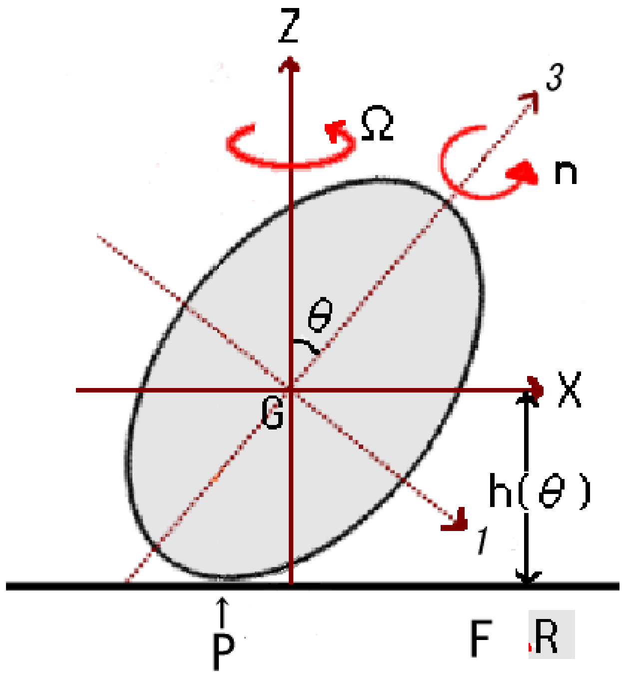
·gyroscopic　近似

$$I_3 n = I_1 \Omega \cos\theta$$

I_1:1,2軸の主慣性モーメント
I_3:3軸の主慣性モーメント

·Jellett　定数

$$I_1 \Omega h = J (= \mathrm{const})$$



Ωが減少→hが増加

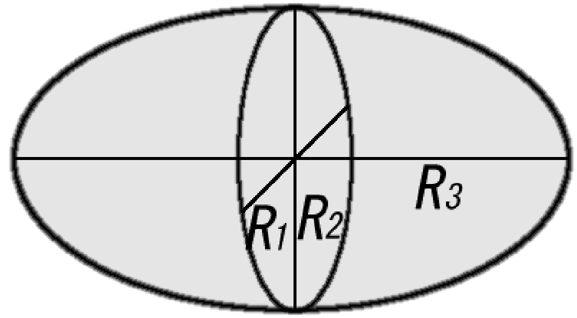
⇓

剛体が立ち上がる

剛体の形状

・楕円体の表面方程式

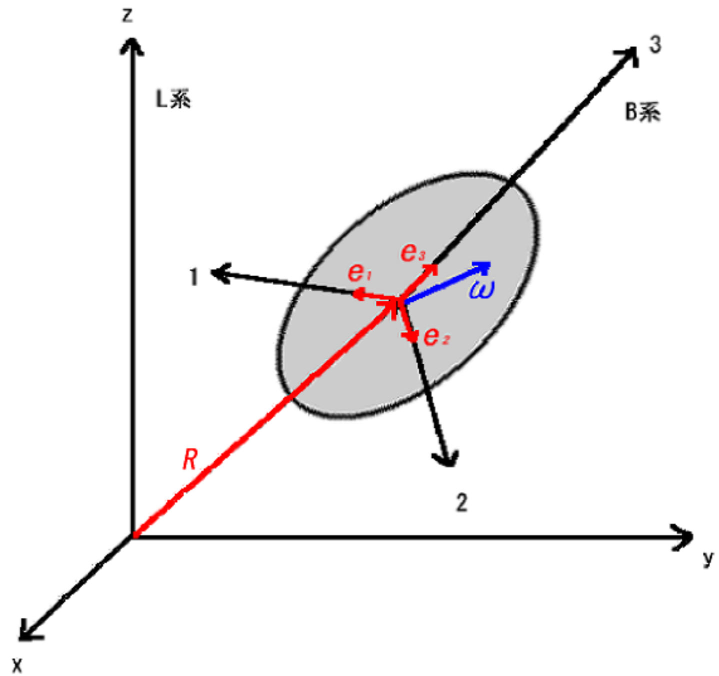
$$\left(\frac{\xi}{R_1}\right)^2+\left(\frac{\eta}{R_2}\right)^2+\left(\frac{\zeta}{R_3}\right)^2=1$$



・３軸の比(R1:R2:R3)

$$R_0=\frac{R_{00}}{(R_1'R_2'R_3')^{1/3}}$$

$$\begin{cases} R_1=R_0R_1' \\ R_2=R_0R_2' \\ R_3=R_0R_3' \end{cases}$$

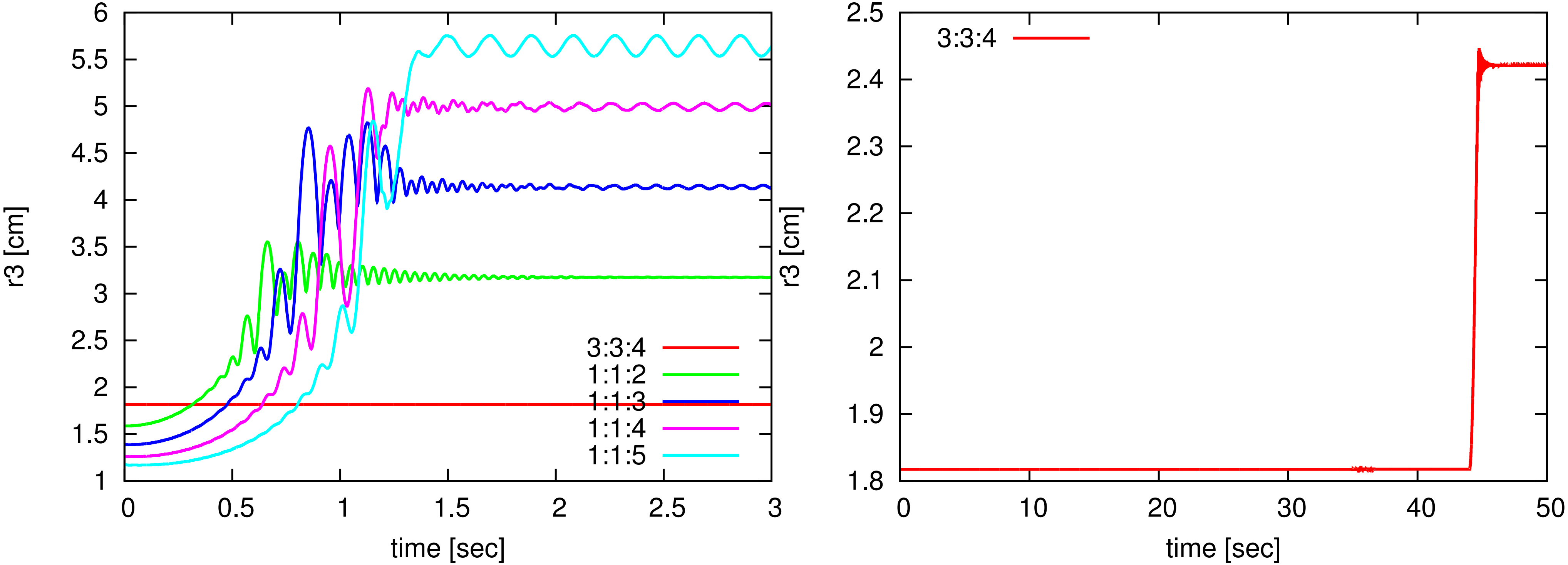


・楕円体の体積

$$V=\frac{4\pi}{3}R_1R_2R_3=\frac{4\pi}{3}R_0^3R_1'R_2'R_3'=\frac{4\pi}{3}R_{00}^3$$

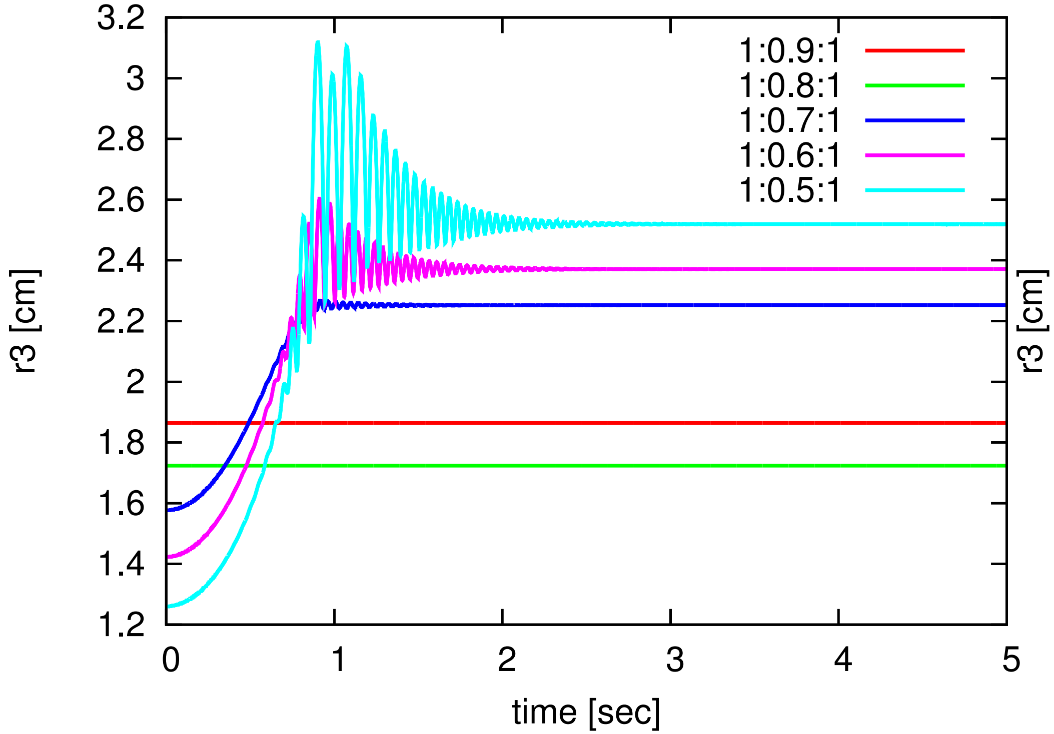
摩擦定数：0.5　回転角度：89.3度で回転させる。

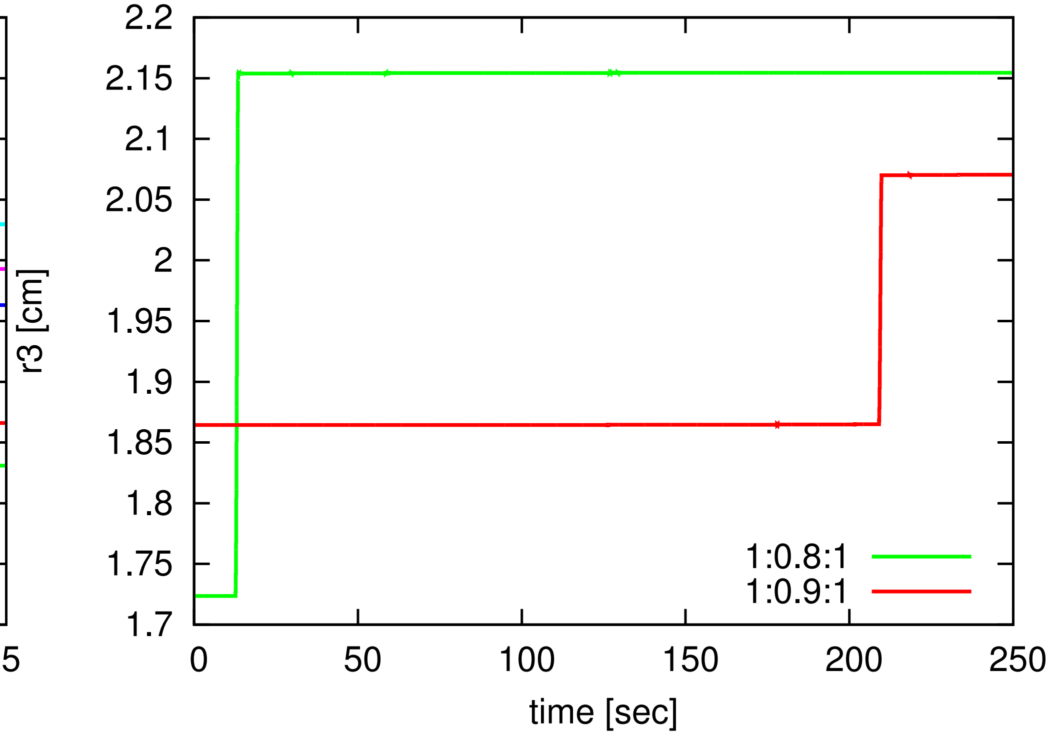
1.prolate形の回転直立



prolate

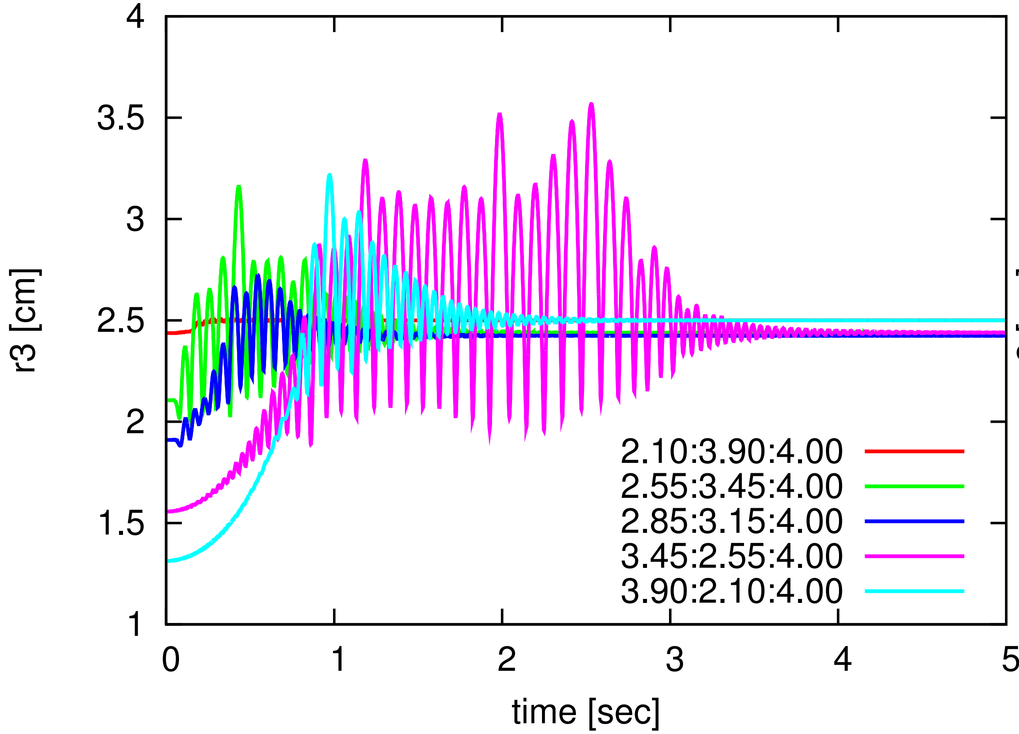
2.oblate形の回転直立

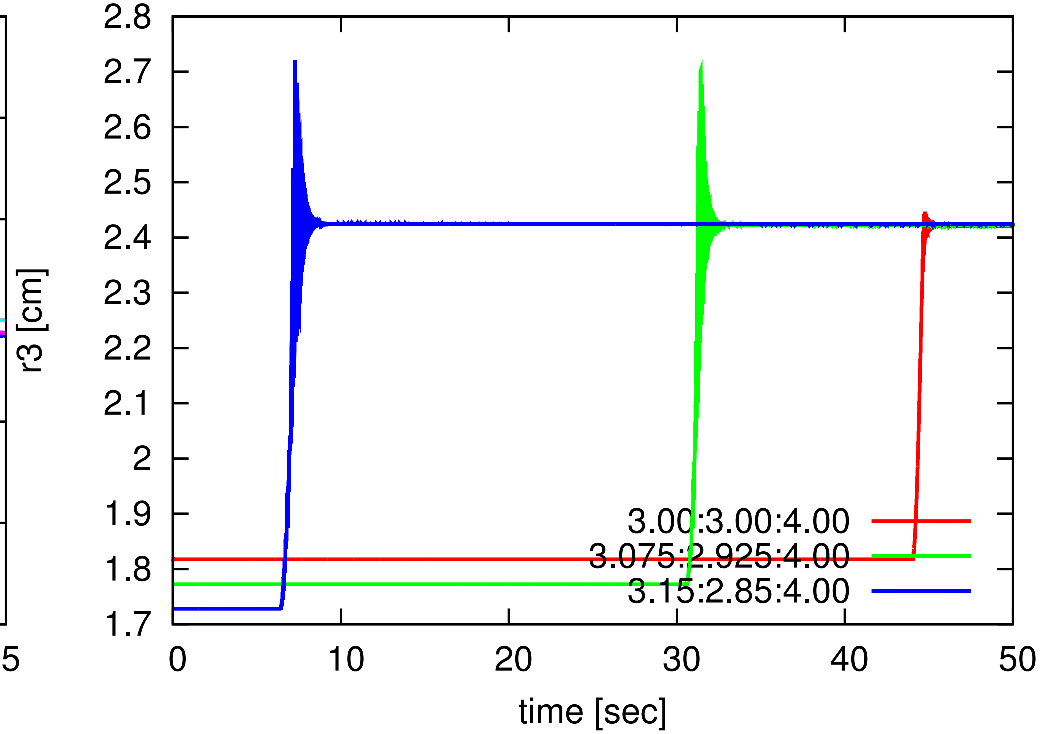




oblte

３．非軸対称形の回転直立





結論

・球に近いと立ち上がるのが遅い。

・非常に変形すると立ち上がるのが遅い。

・３軸不等でもたちあがる。

・必ず最長軸が回転軸になる。