

スポーツ流体に関わる MSBSベンチマーク試験へ向けて

瀬尾 和哉

山形大学



地域教育文化学部



本日の話題提供

1. スポーツ工学の目標
2. 不思議解明&競技力向上を目指した研究・開発
3. MSBSで行うべきベンチマーク試験
4. なぜMSBSか□
MSBSが良いに決まっているが、
今更ながらデータで確認。円盤とボール。
5. まとめ

スポーツ工学の目標

① 競技力向上、楽しさ向上

Output:ものづくり＋人体の運動のメカニクス
用具＆トレーニング機器＋スキル

- 五輪で勝つための動き方＆用具は、、、
- 素人でも転覆しないツーリング用カヌーは、、、
- 円盤投の助走動作では、どの筋肉を緊張させ、どの筋肉を弛緩し、、、を表示するシステム

MSBSがより必要。

実問題で、より渴望度が高い。

② 不思議の解明

- ぶれ球シュートのメカニズムは、、、

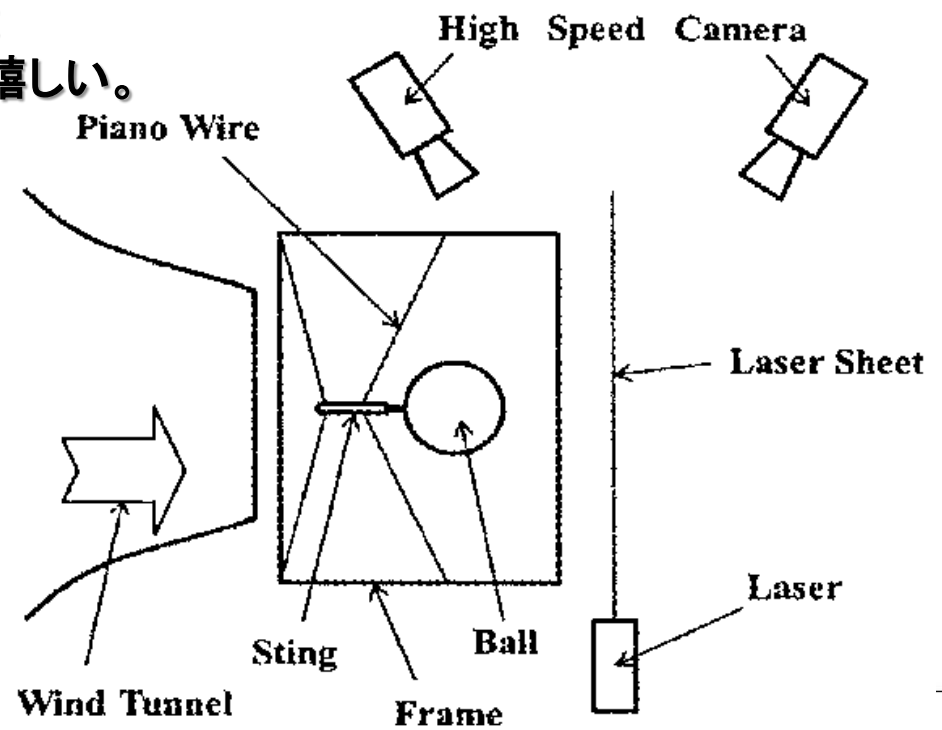
MSBSが必要。

これらの目標を達成するために、例えば、風洞試験をしましょう。

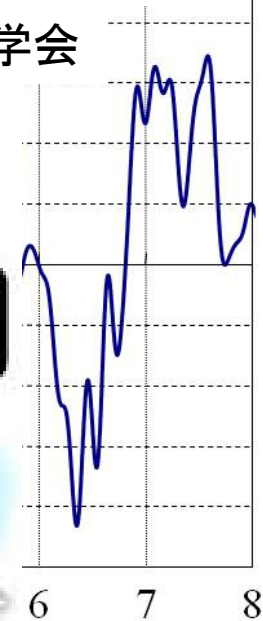
ぶれ球の不思議



MSBSは
あれば嬉しい。



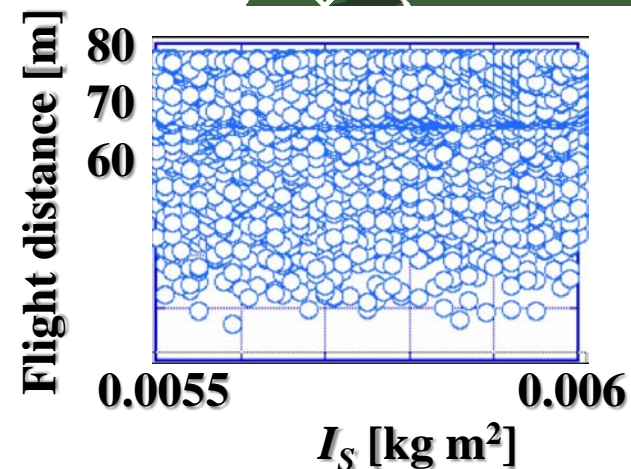
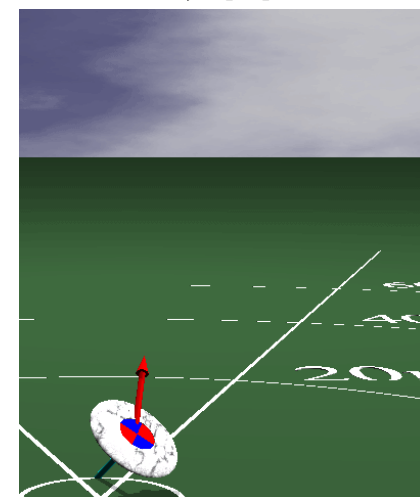
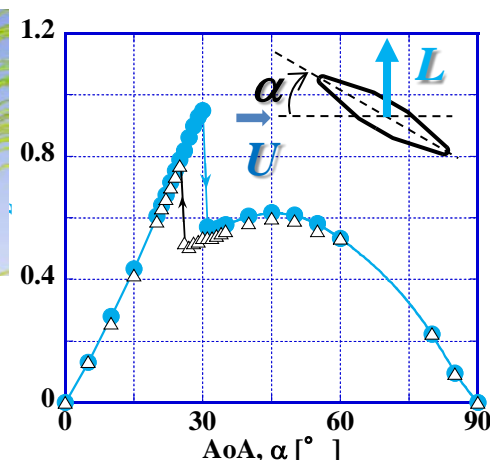
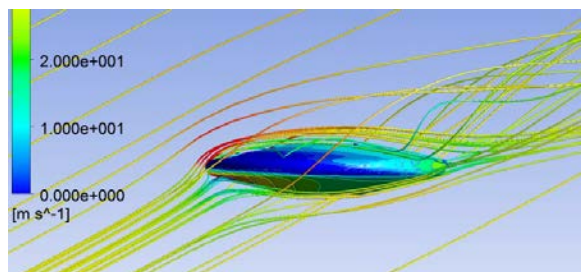
ブレ球の起こる仕組み



競技力向上

円盤の例。

- ① 空気力を知る。
風試でもCFDでもフィールドワークでも。
- ② 飛翔軌跡を知る。
運動方程式を数值的に解く。
⇒あるケースについては、飛翔の様子がわかる。
- ③ 最適化をする。
GA、勾配法、、、
目的：飛距離最長
設計変数：円盤形状、投出し条件
- ④ わかり易い結果の提示。
SOM、、、色々な技法。
物体に働く空気力が真でなければ、
②以降は砂上の楼閣。
MSBSがより必要。



今年度の目標は、 MSBSで行うべきベンチマーク実験の選定

ベンチマーク?: 測量において利用する水準点・基準点を示す語。

10年後、MSBSが普及。

誰かがMSBSを購入。まずは、計測の練習。

測定結果が妥当?

ベンチマーク試験と比較し、確認。

よって、MSBSのベンチマーク試験では、

① 過去に風試(出来ればMSBS?)が実施されていること
⇒新MSBSの結果と比較できる

② 簡単な試験(実験準備等、対象物体の工作)であること
⇒再現性、誰がやっても同じ結果

③ 対象物体が運動すること

④ 非定常であること

⑤ 普通の人喜んでくれること(知的好奇心の啓発)←スポーツ研究の楽しさ

MSBSのベンチマーク試験(②の単目的)と考えれば、角柱?

本日は、2つ話題提供

Q:なぜMSBSが必要か?

A:支柱が邪魔。流れを乱す。

円盤とボールで影響を見ましょう。

対象	①	②	③	④	⑤
円盤	△	○	○	×	×
ボール(球)	○	△	○	△	○
モノフィン	△	△	○	○	△

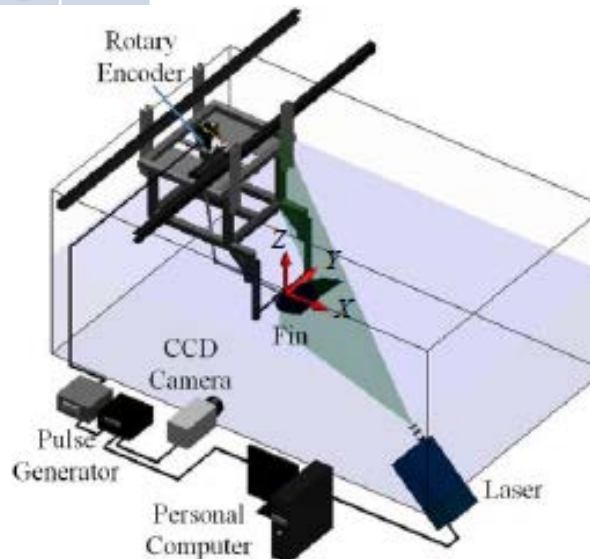
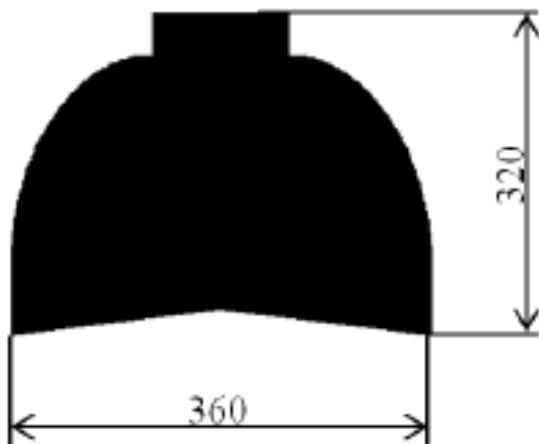
①過去に風試(出来ればMSBS?)が実施

②簡単な試験

③対象物体が運動

④非定常

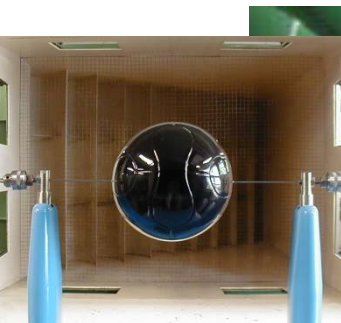
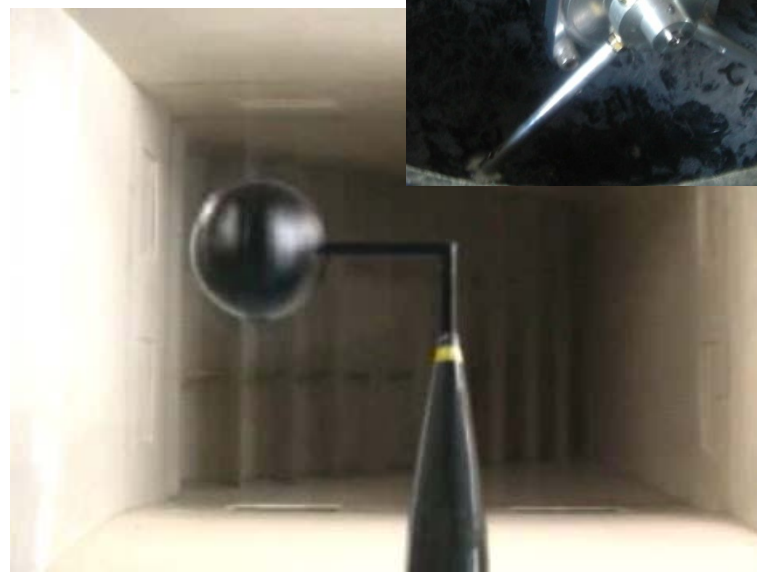
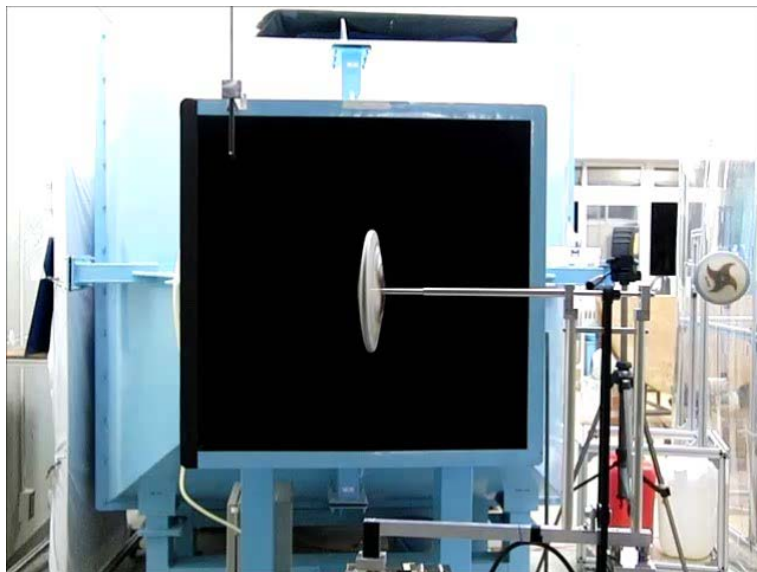
⑤普通の人が喜んでくれること



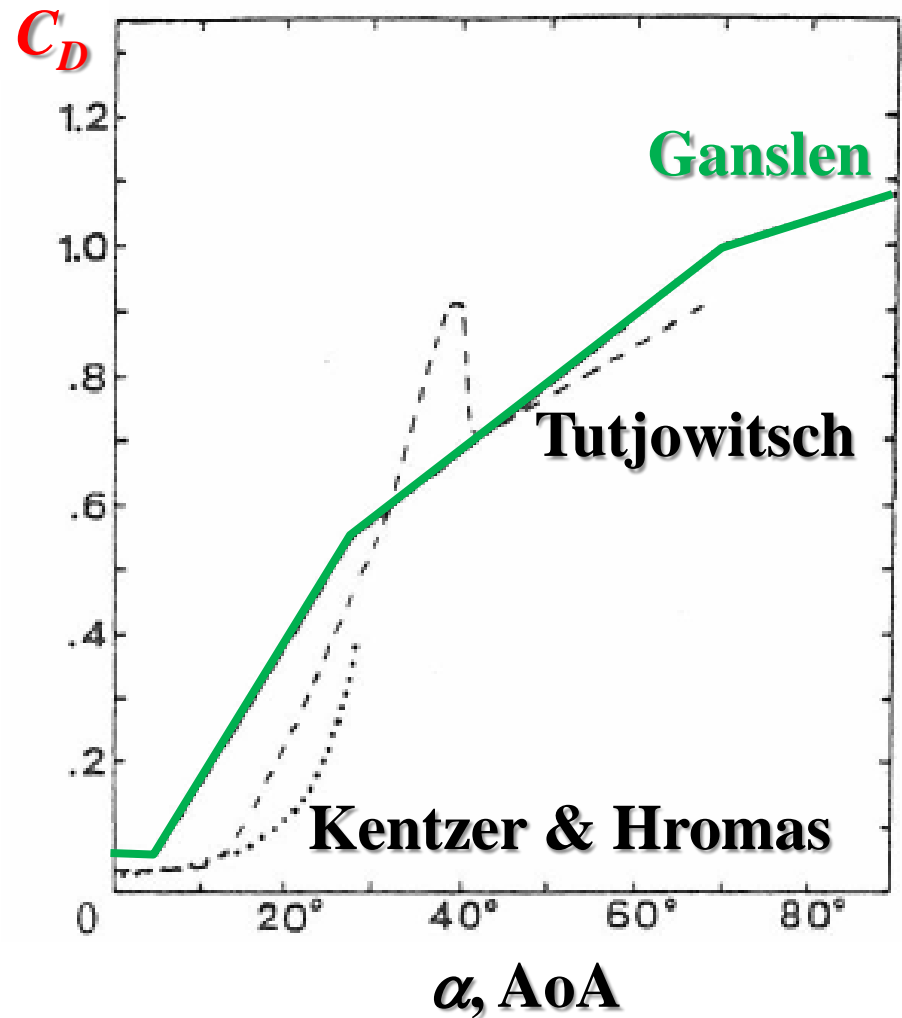
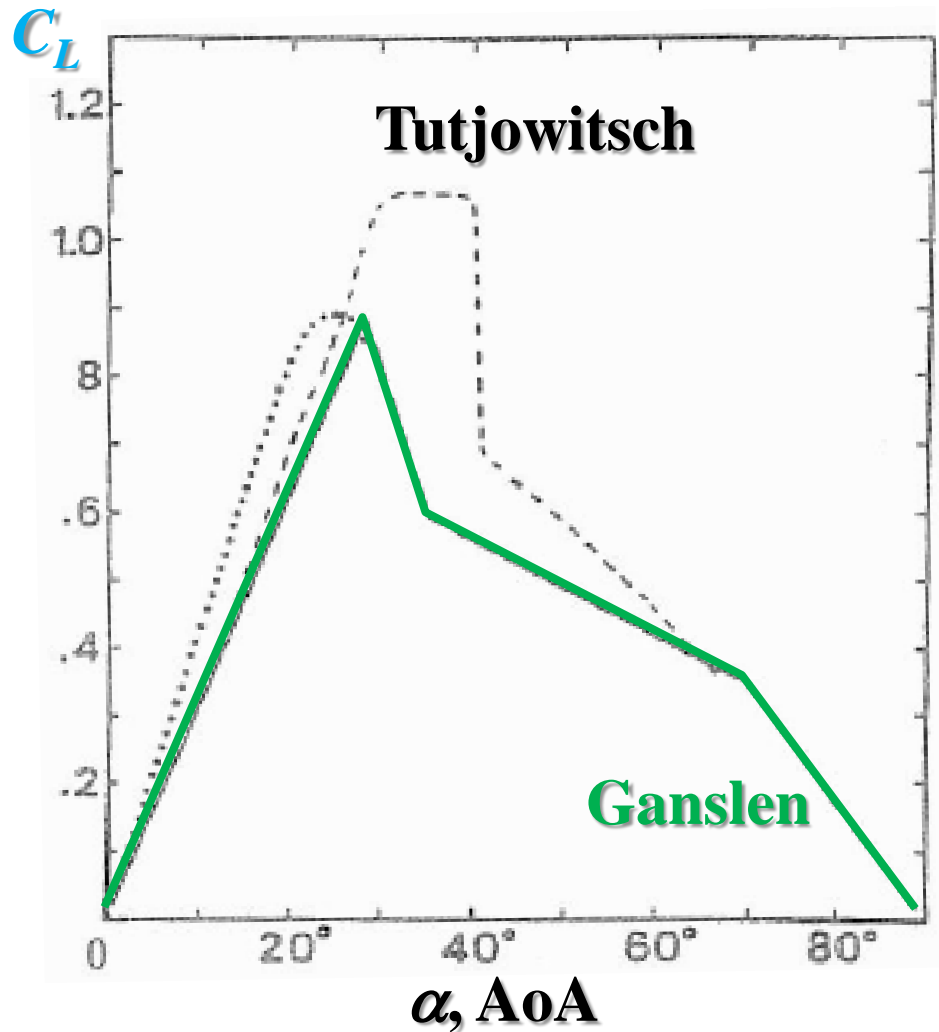
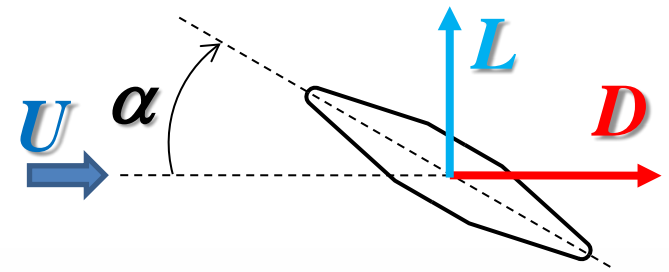
逆カルマン渦列
日本流体力学会
長谷川先生G@秋田大

ボール&円盤の実験

回転しながら飛ぶ
支柱は風に晒される

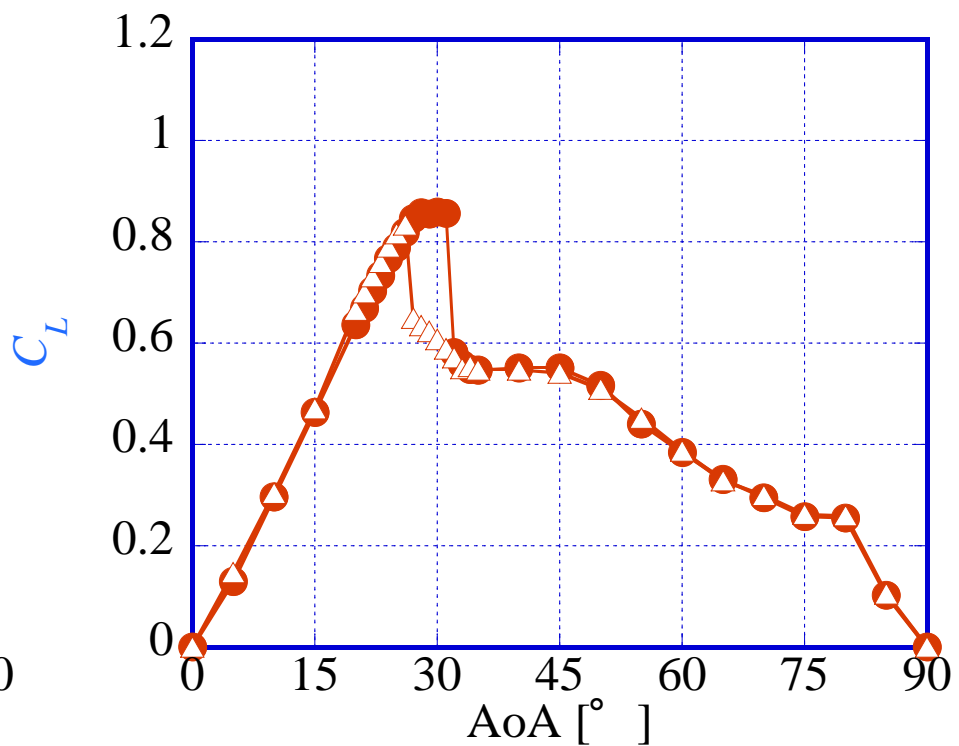
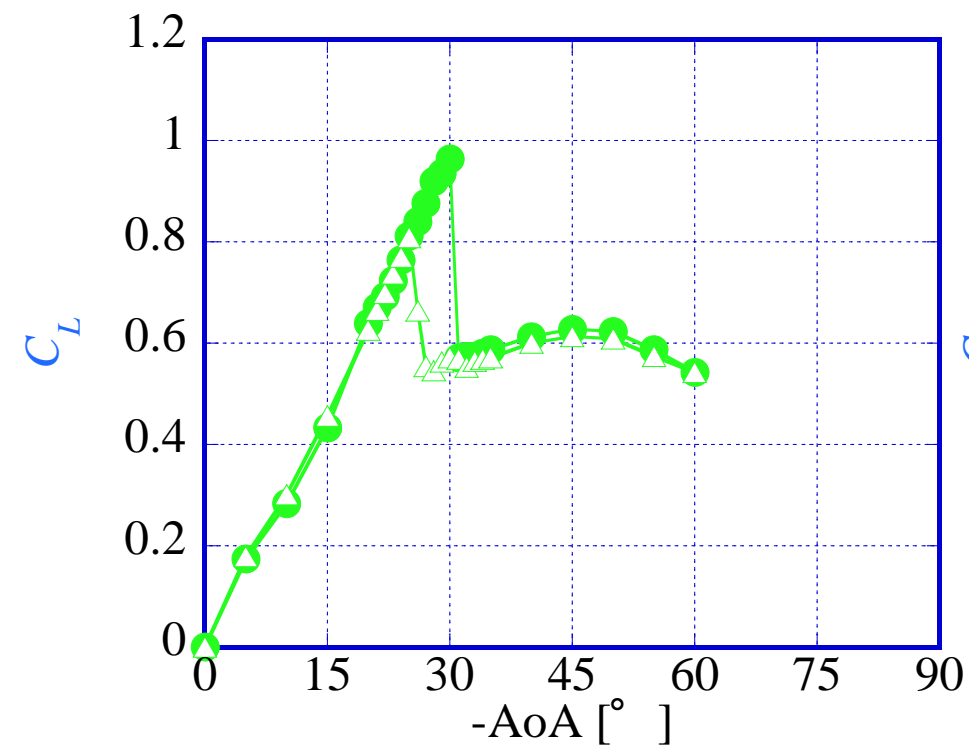
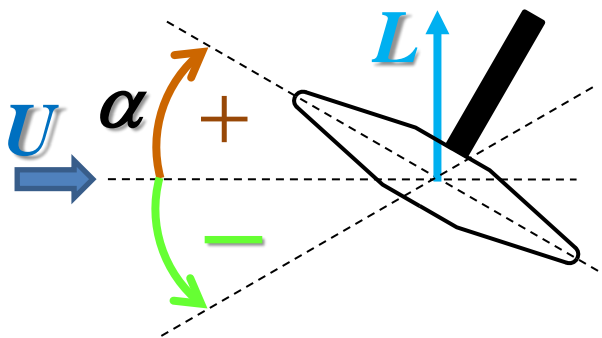


円盤の空力係数 過去の研究より

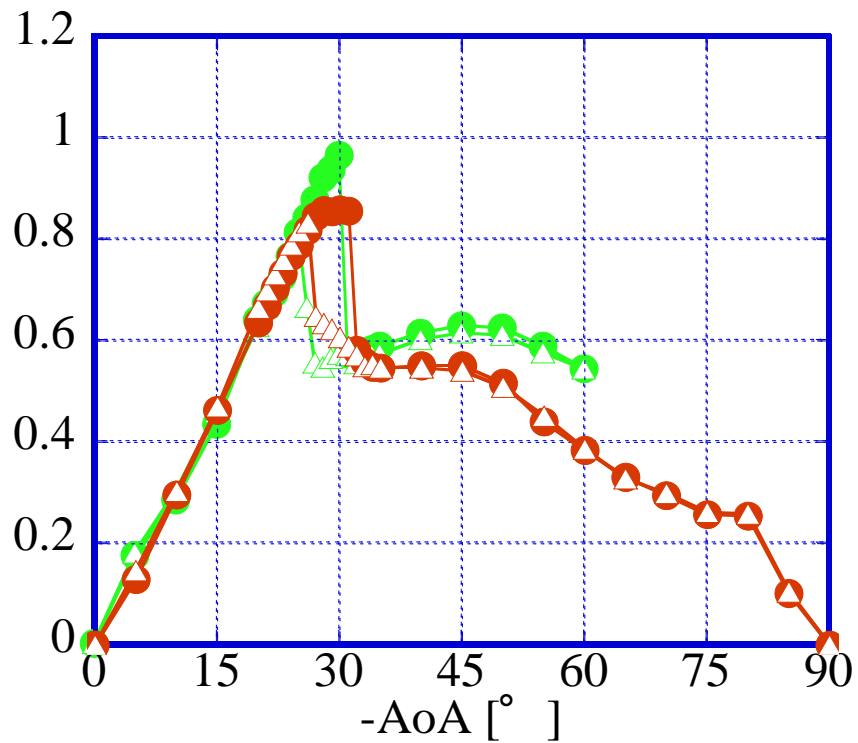
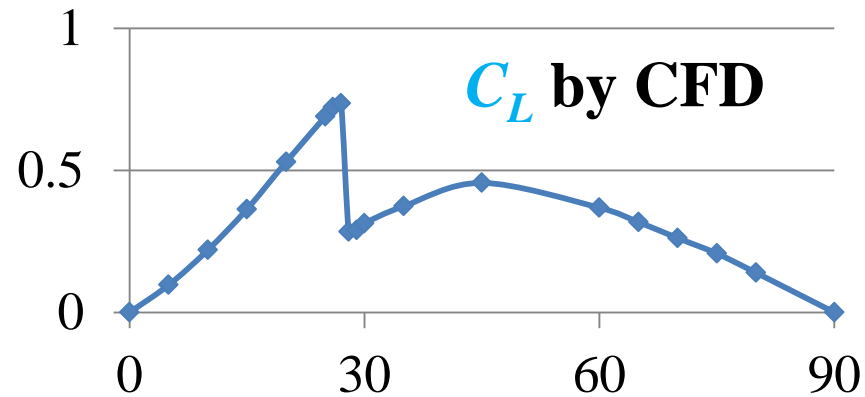
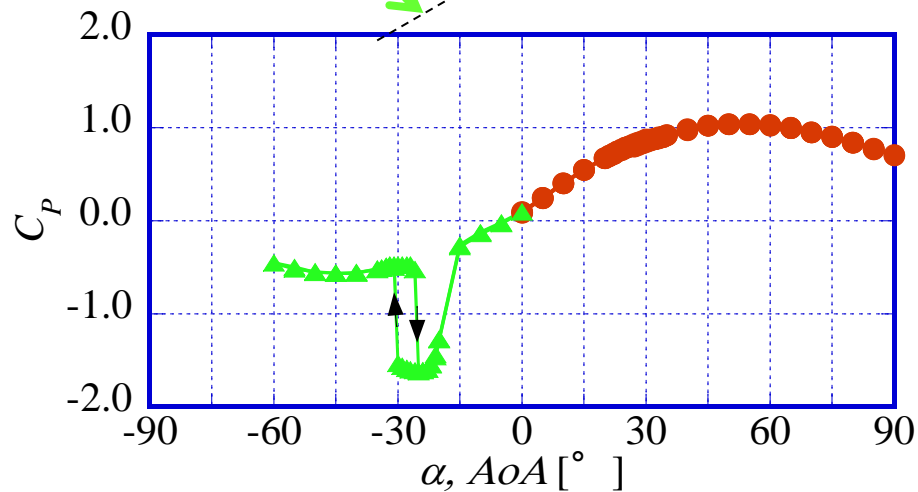
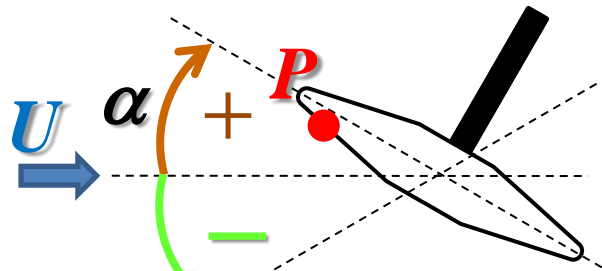


Bartlett, *J. Sports Science* (1991)

支柱の影響



支柱の影響



背面フリーのデータを採用

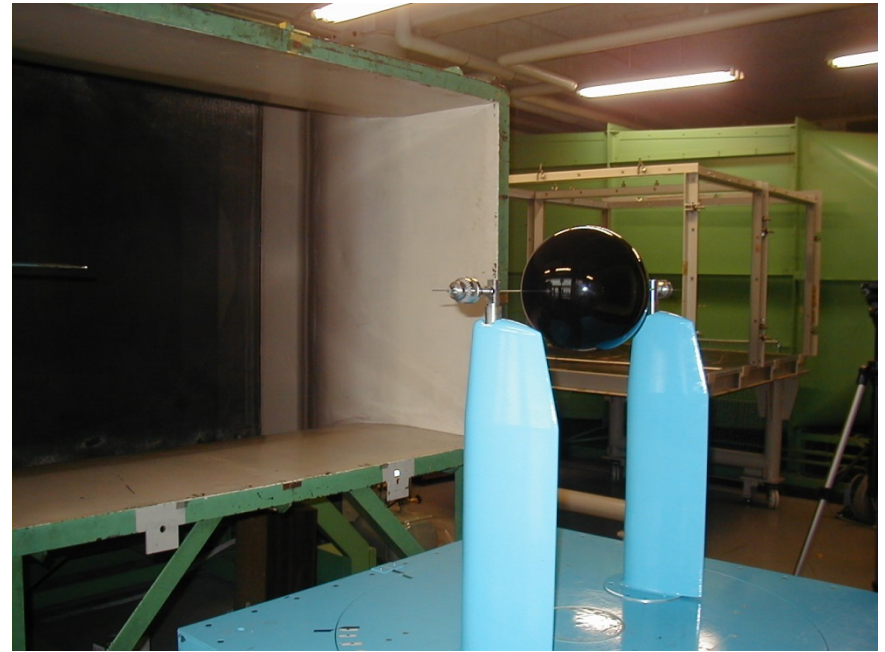
支柱があるので、支え方の検討も必要

球 —支柱の影響—

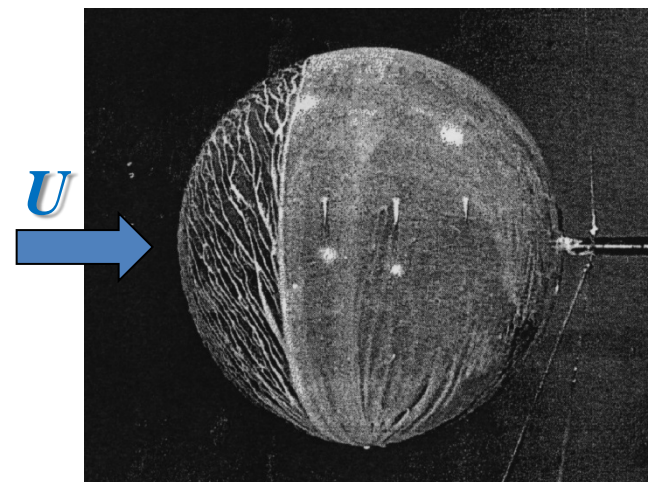
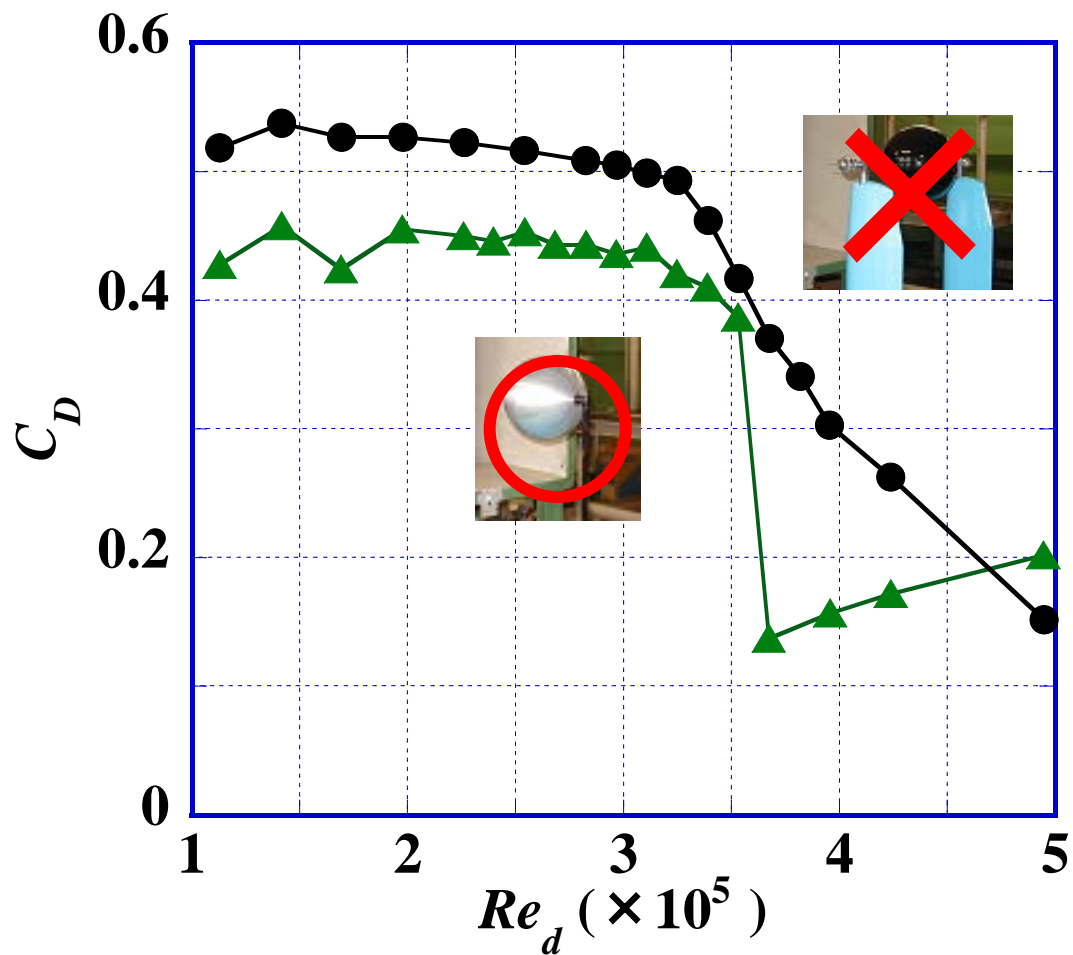
滑面球 後方支持φ17



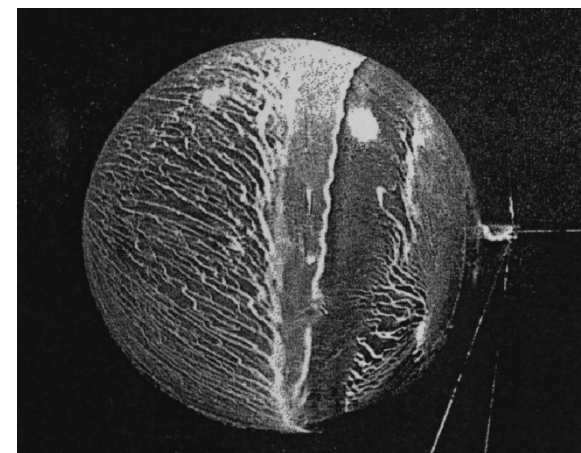
滑面球 ピアノ線支持φ2



臨界 Re

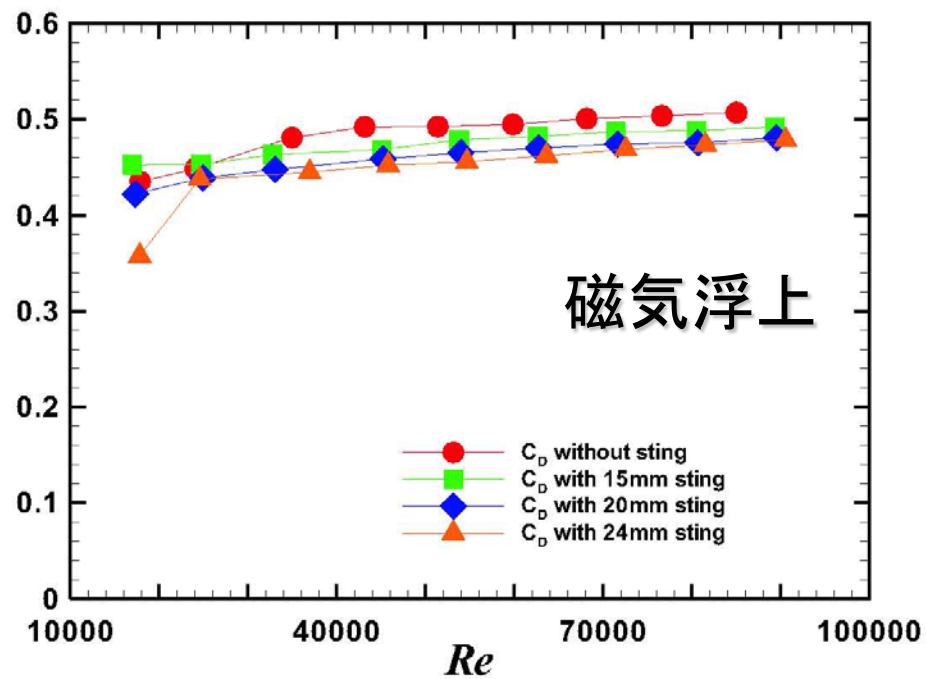
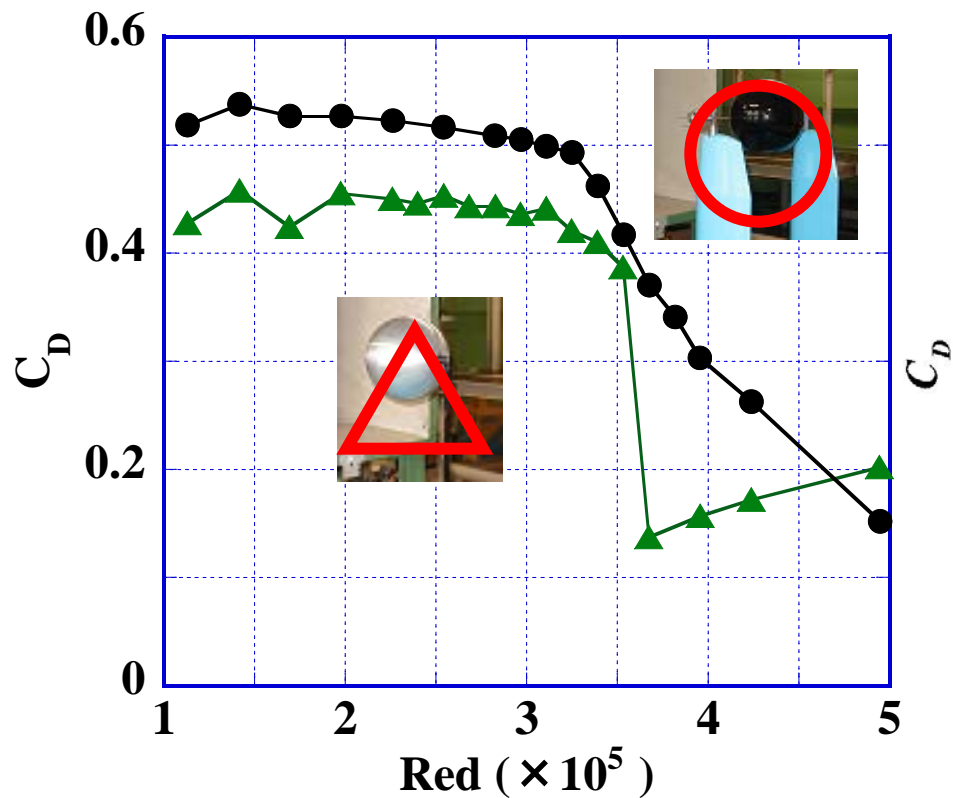


$Re_d = 2.3 \times 10^5$



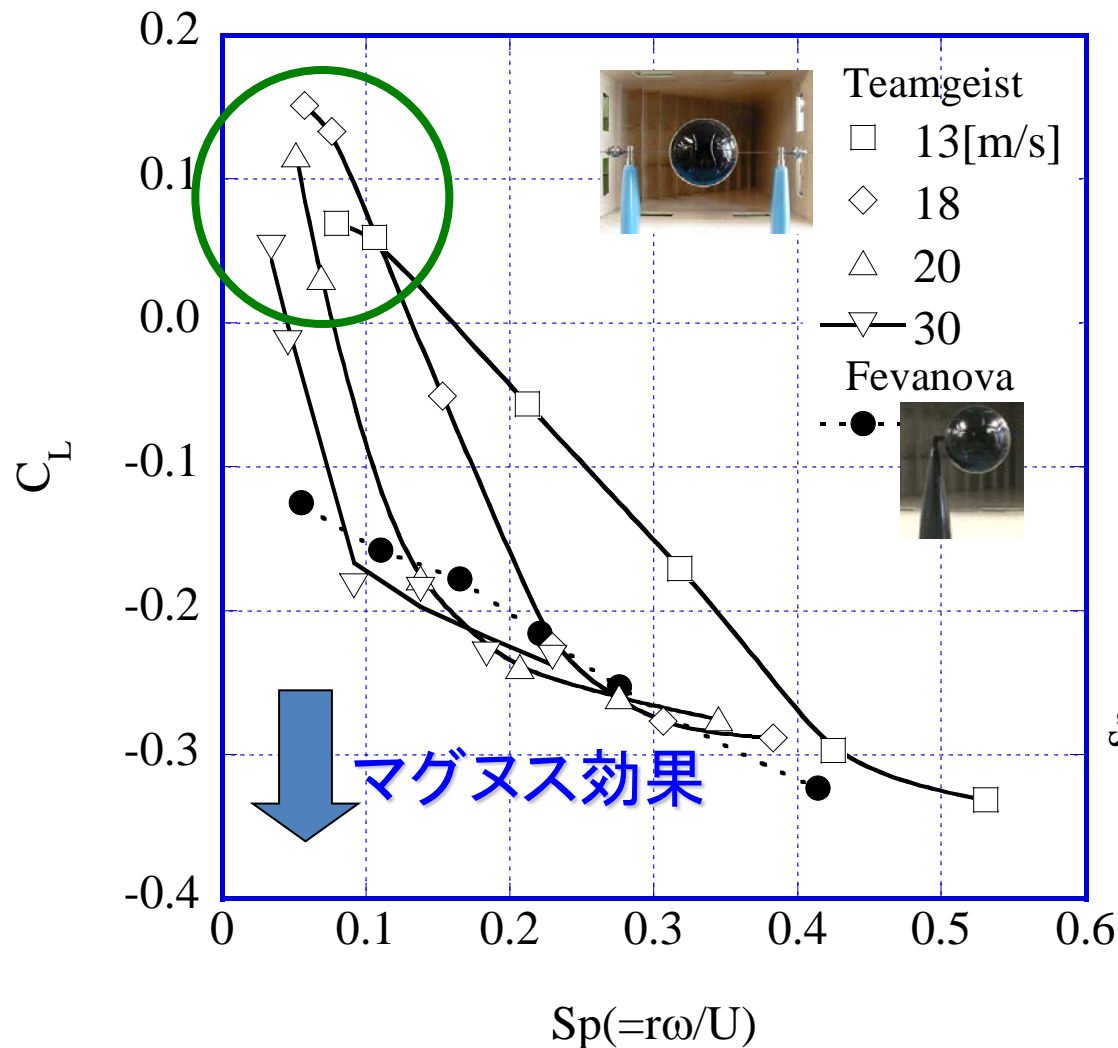
$Re_d = 4.7 \times 10^5$

亜臨界の C_D の一定度



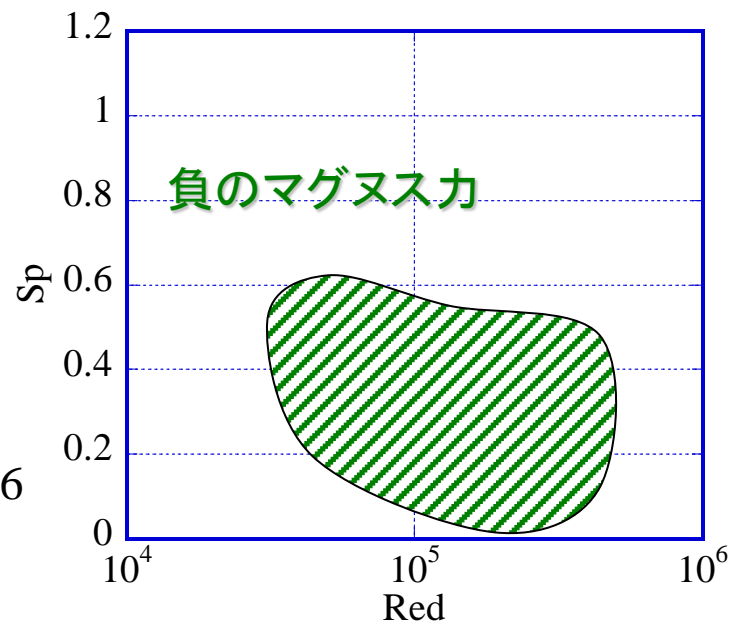
負のマグヌスカ

負のマグヌスカ？



$U > 20 \text{ m/s}$

- $Sp > 0.1$:
Uによる差: 無し
- $Sp < 0.1$:
Uによる差: 有り
 $C_L \neq 0 @ Sp = 0$



まとめ

対象	①	②	③	④	⑤
円盤	△	○	○	×	×
ボール(球)	○	△	○	△	○
モノフィン	△	△	○	○	△

①過去に風試(出来ればMSBS?)が実施

②簡単な試験

③対象物体が運動

④非定常

⑤普通の人が喜んでくれること

- 競技力向上にMSBSは必要。
- ボールや円盤は回転しながら飛ぶ。
それらの風試では、支柱が風にさらされる。必要悪。
- FRP製かたどりボールや円盤の内部にはスペースがある。磁石等の加工が可能。

円盤?、ボール(ラグビー)?

運動方程式

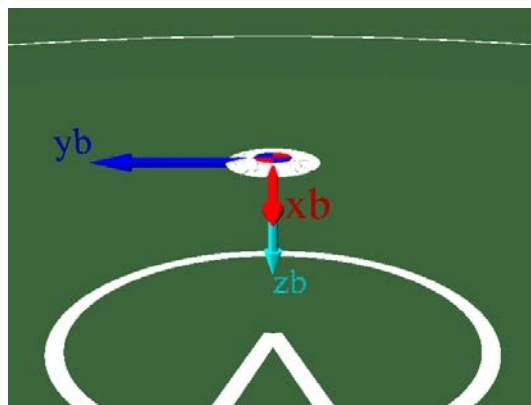
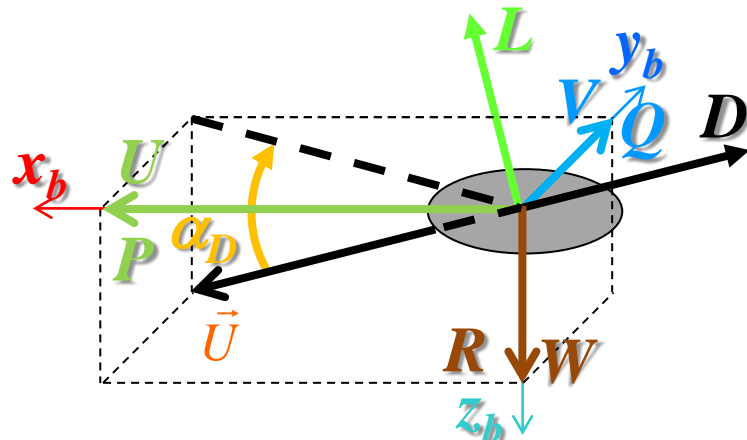
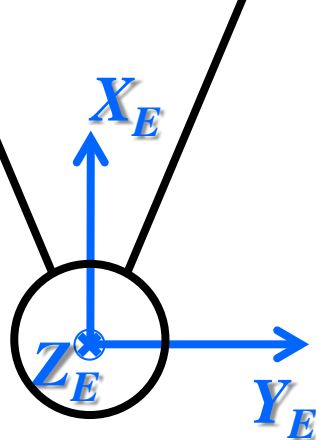
cos

sin

$$\dot{U} = \frac{1}{m_D} [X_a - m_D g s \Theta] - QW + RV$$

$$\dot{V} = \frac{1}{m_D} [Y_a + m_D g c \Theta s \Phi] - RU + PW$$

$$\dot{W} = \frac{1}{m_D} [Z_a + m_D g c \Theta c \Phi] - PV + QU$$



$$\dot{P} = \frac{L_a}{I_L} - QR \left(\frac{I_T}{I_L} - 1 \right)$$

$$\dot{Q} = \frac{M_a}{I_L} - RP \left(1 - \frac{I_T}{I_L} \right)$$

$$\dot{R} = \frac{N_a}{I_T}$$

$$\dot{X}_E = Uc \Theta c \Psi + V(s \Phi s \Theta c \Psi - c \Phi s \Psi) + W(c \Phi s \Theta c \Psi + s \Phi s \Psi)$$

$$\dot{Y}_E = Uc \Theta s \Psi + V(s \Phi s \Theta s \Psi + c \Phi s \Psi) + W(c \Phi s \Theta c \Psi - s \Phi c \Psi)$$

$$\dot{Z}_E = -Us \Theta + Vs \Phi c \Theta + Wc \Phi c \Theta$$

$$\dot{\Psi} = \frac{Qs \Phi + Rc \Phi}{c \Theta}$$

$$\dot{\Theta} = Qc \Phi - Rs \Phi$$

$$\dot{\Phi} = P + t \Theta$$

$$(Qs \Phi + Rc \Phi)$$

空気力 & モーメント ($|\vec{U}|$, α_D , R)

→ $X_E(t), Y_E(t), Z_E(t), \Psi(t), \Theta(t), \Phi(t)$ 飛翔軌跡へ