

水泳推進における ダイナミックリフトの活用

秋田大学大学院
工学資源学研究科 機械工学専攻
長谷川 裕晃

Photo by Fumio Kato



A Revolution in Swimming Training

Lift or Drag?

“Let’s Get Skeptical About
Freestyle Propulsion”

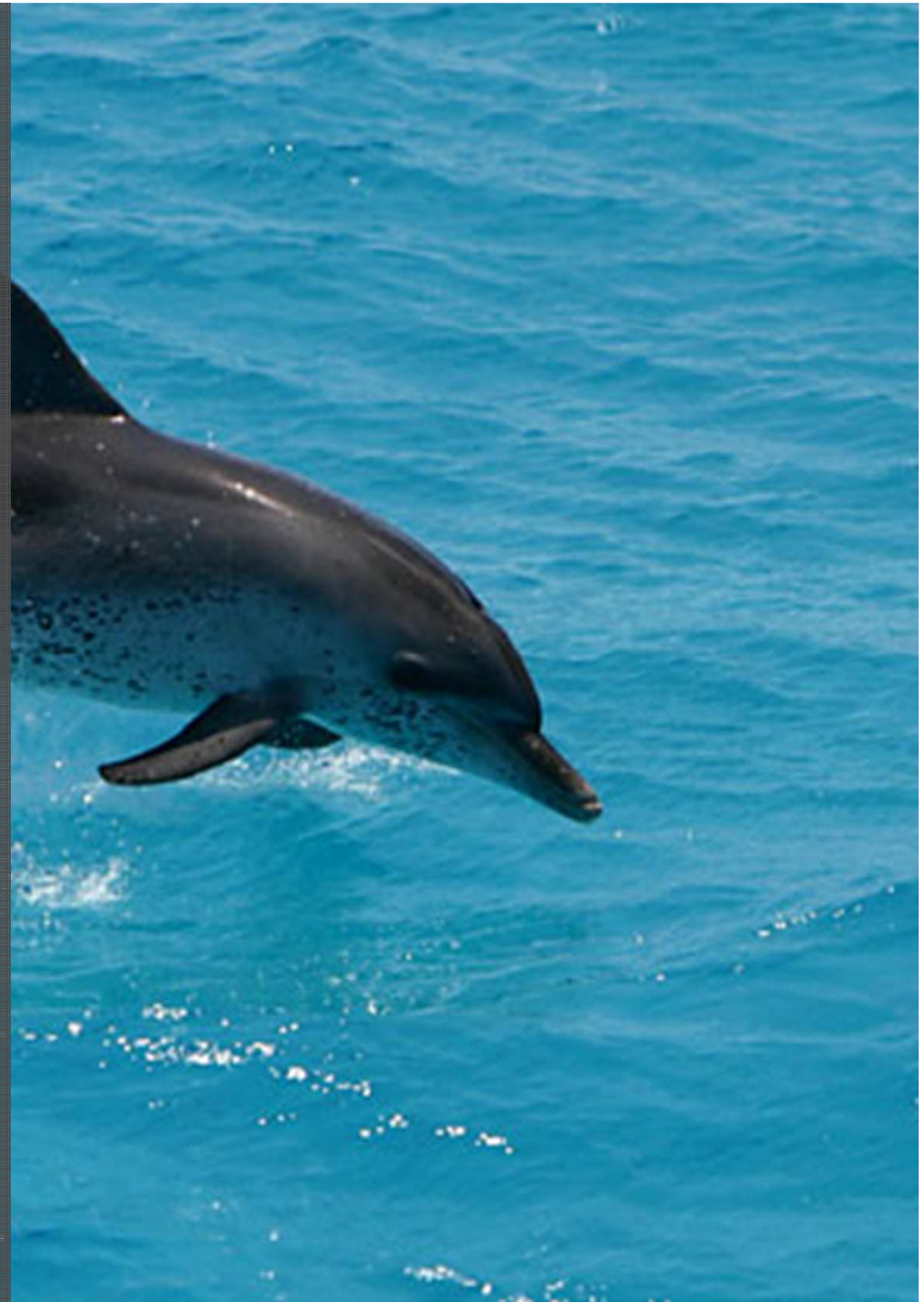


Photo by Annie Kato

Background

1970年代、水泳推進力に揚力の役割の重要性が指摘



しかし、現実・・・

実際の泳者まわりの流れ場不明！
⇒ 揚力それとも抗力どちらが重要？

泳者の手の動きは明らかに非定常でこの非定常性を考慮しない限り推進のメカニズムが明らかにならない



Photo by Fumio Kato

粒子画像流速測定法
(PIV: Particle Image
Velocimetry)

PIVのおかげで近年になり流れ場の非定常計測が比較的容易に可能



実際の泳者まわりの
流れ場測定



Hasegawa Lab.
Department of Mechanical Engineering,
Akita University

Dynamic Lift

鳥や昆虫の羽ばたき、魚のヒレのあおぎ運動の時に発生する流体力

固定翼の航空機が飛行するメカニズムとは異なる

例えば“マルハナバチ”の揚力⇒準定常解析を用いて計算⇒“マルハナバチ”は自分の体重すら支えられず飛翔は不可能！



しかし、現実には飛翔しているという事実がある

羽ばたき運動は明らかに**非定常**でこの影響を考慮するしかない



非定常揚力は定常時の約2倍以上



Motivation

体幹を移動 → 手を進行方向と逆に相対運動

理想的には手を水に対して静止させることによって体幹を前進させる

手の軌跡は3次元的で手の横方向の移動が本質的で
流れに垂直な方向の力で推進



渦の生成が推進に本質的な役割を演じている

力の発生メカニズムに踏み込むには渦の運動を伴う
非定常な流れ場定量的に評価することが不可欠



緒言

鳥や昆虫，水棲生物は翼やヒレを振動させることで渦を放出している。
この渦が非定常流体力に影響を及ぼし，これを効果的に利用して飛翔，
推進を行っている。

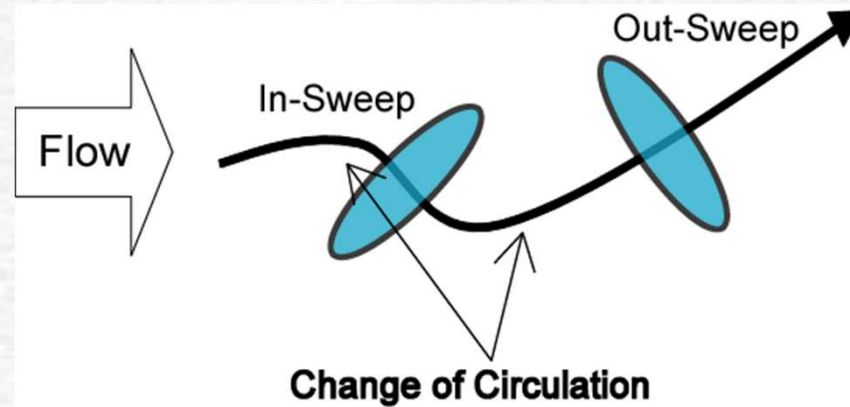
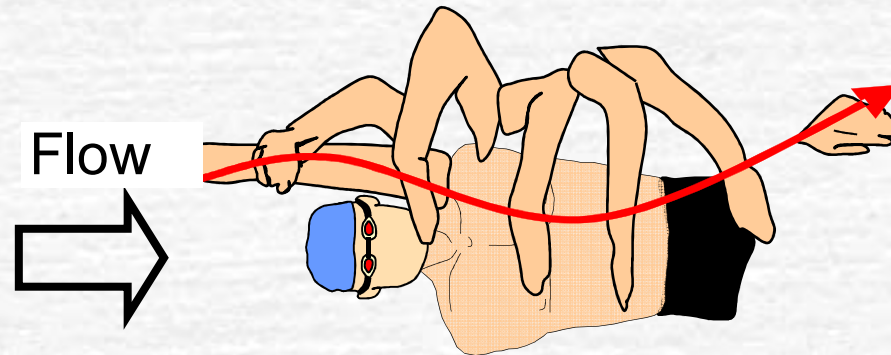


非定常の流れ場では，放出された渦が運動量を生成し，
その変化が流体力になる。

Wind tunnel test



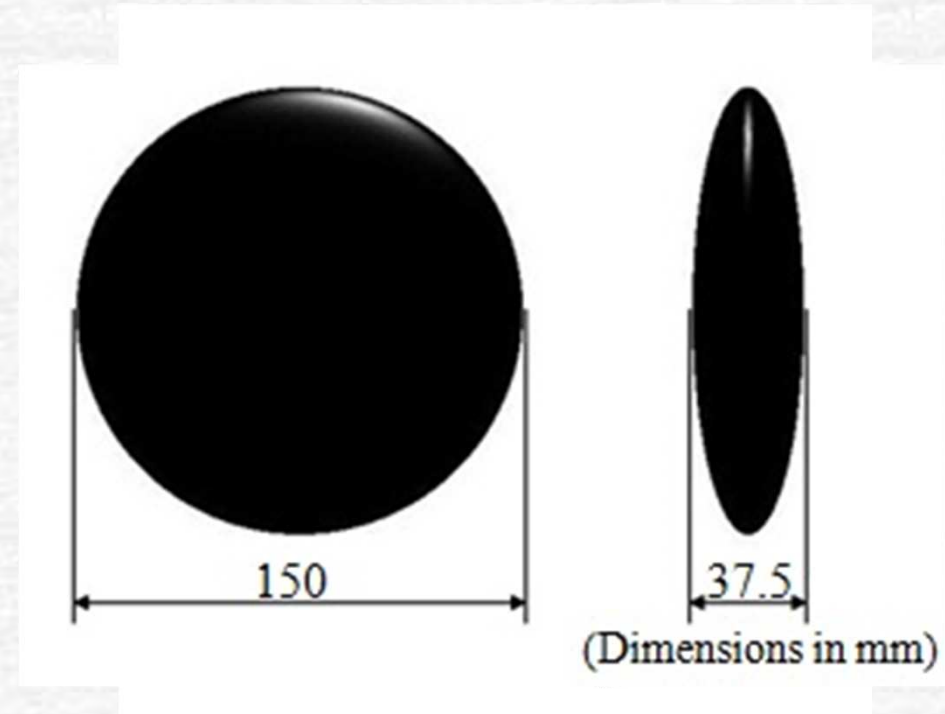
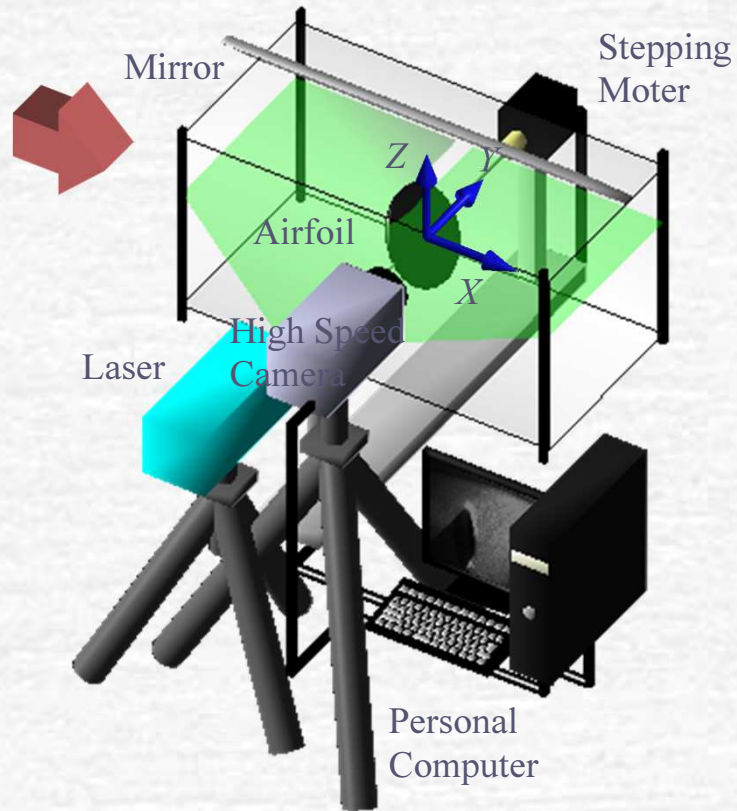
Hasegawa Lab.
Department of Mechanical Engineering,
Akita University



Experimental method(2CPIV)



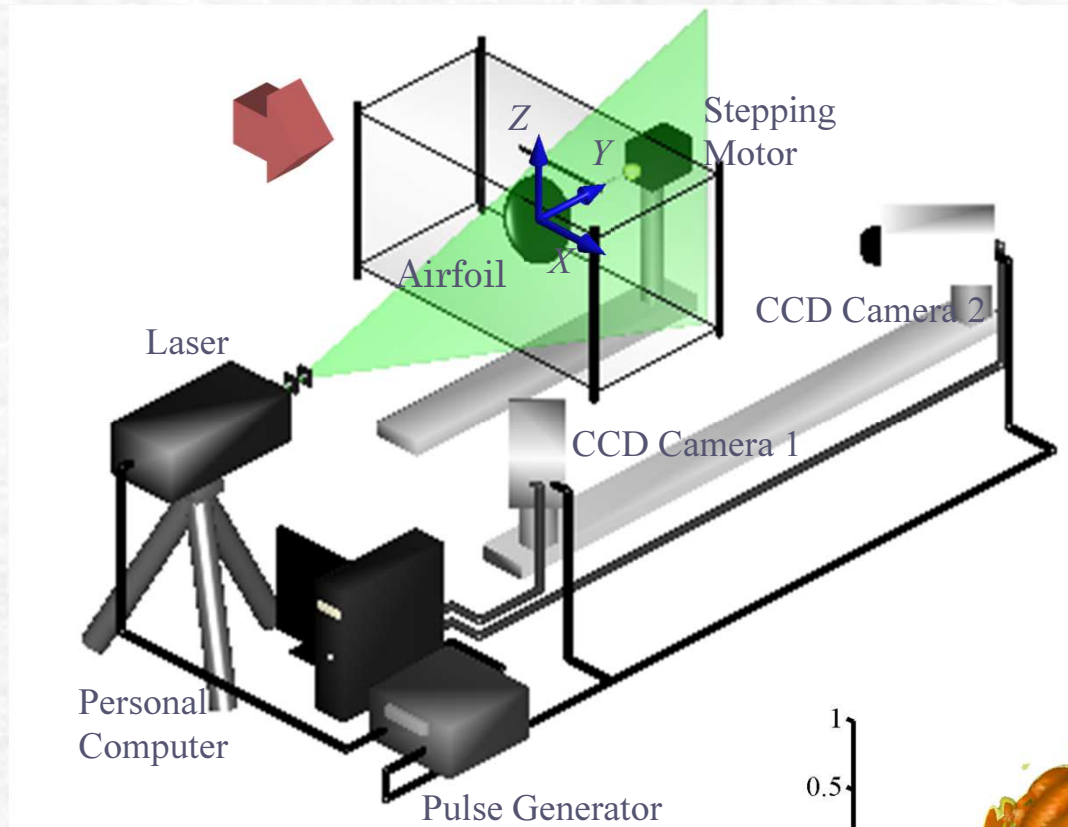
Hasegawa Lab.
Department of Mechanical Engineering,
Akita University



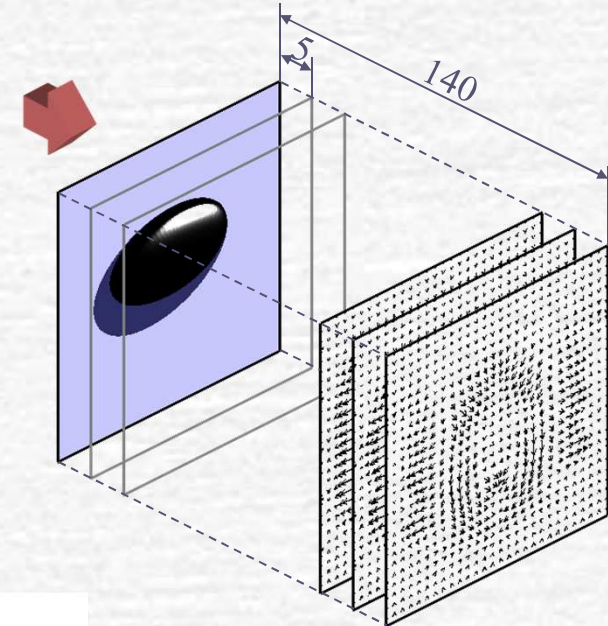
Experimental method(3CPIV)



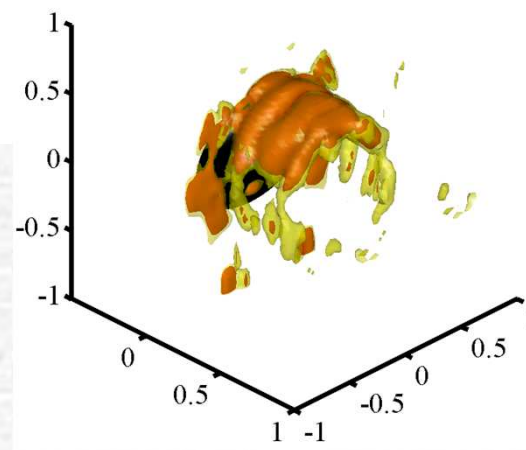
Hasegawa Lab.
Department of Mechanical Engineering,
Akita University



Stereo PIV Y-Z plane

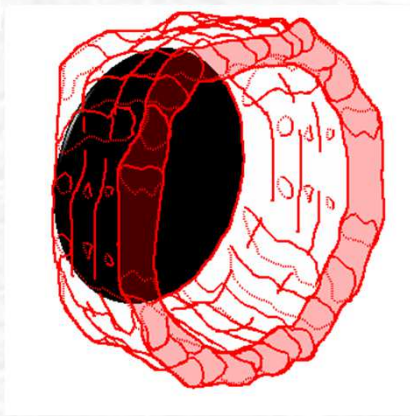


(Dimensions in mm)

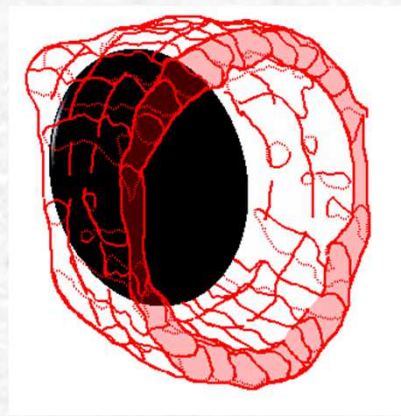




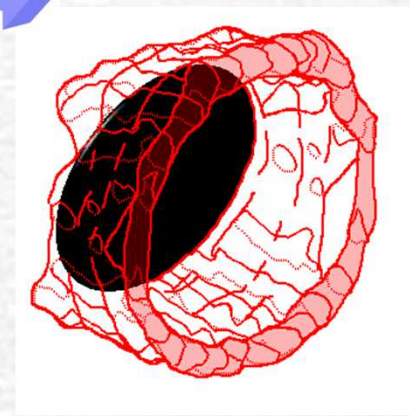
Vortex structure under stationary conditions



(a)
 $\alpha_a = 90^\circ$



(b)
 $\alpha_a = 69.84^\circ$

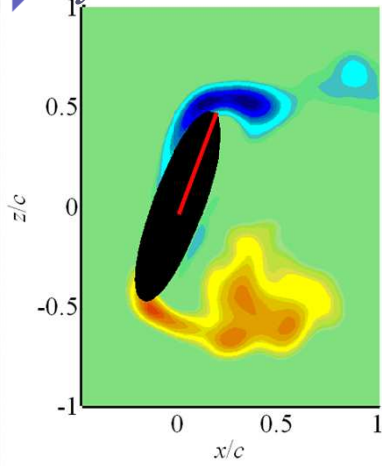


(c)
 $\alpha_a = 110.16^\circ$

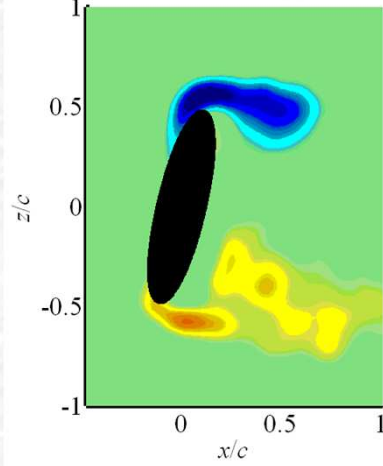
Vortex structure(2CPIV)



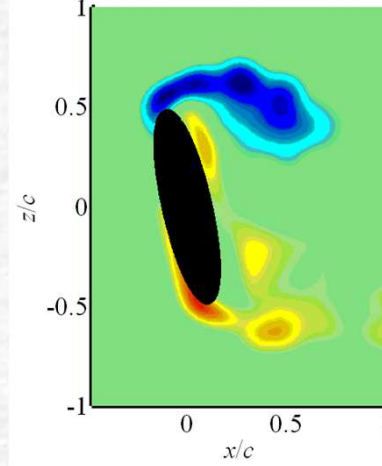
$y/c=0.0$



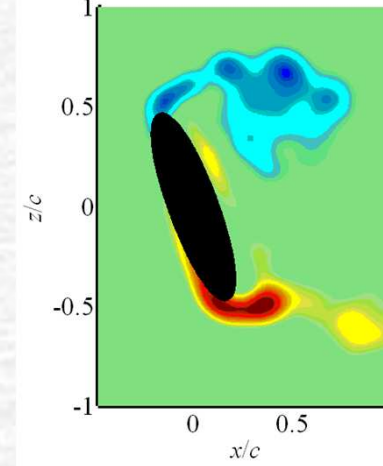
(a) $t' = 0$



(b) $t' = 0.17$

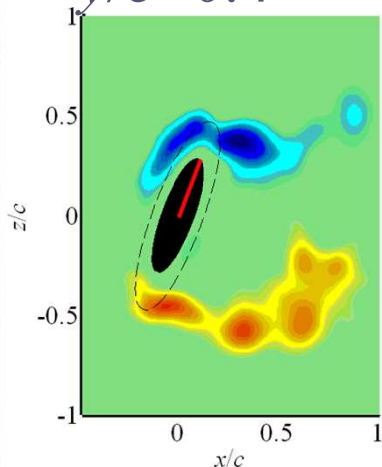


(c) $t' = 0.33$

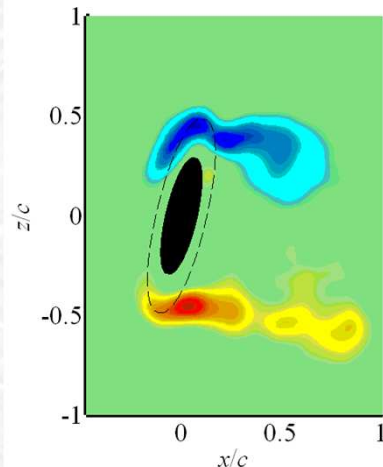


(d) $t' = 0.5$

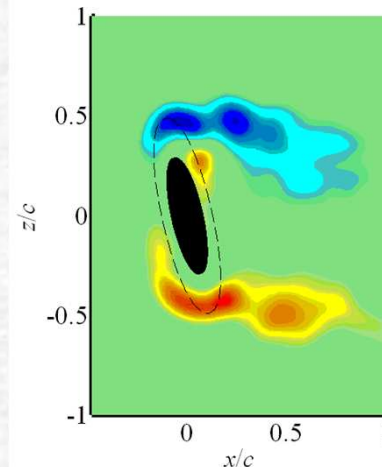
$y/c=0.4$



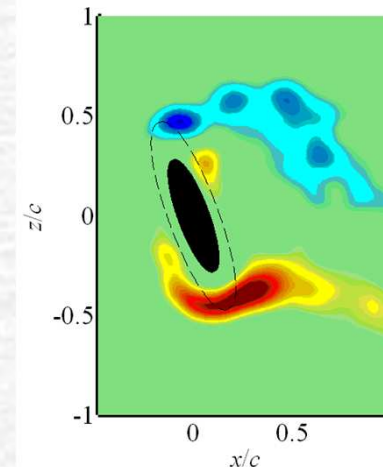
(a) $t' = 0$



(b) $t' = 0.17$



(c) $t' = 0.33$



(d) $t' = 0.5$

Vortex structure (3CPIV)

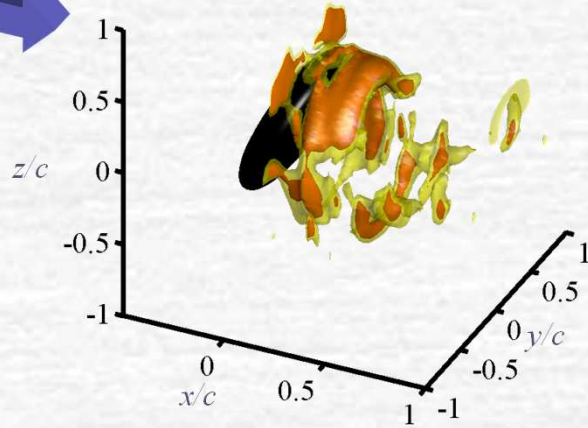


Hasegawa Lab.
Department of Mechanical Engineering,
Akita University

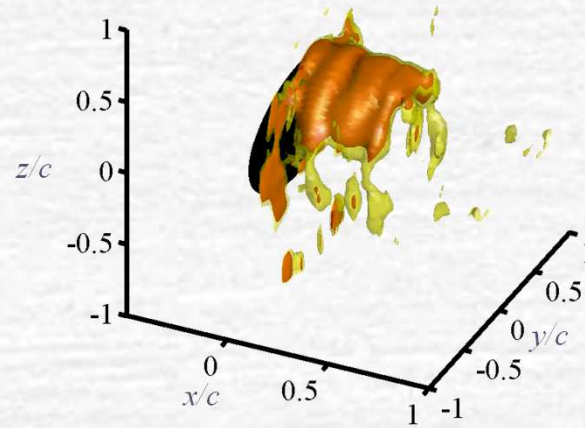
Yellow $|\omega|c/U_0=4.5$

Red $|\omega|c/U_0=6$

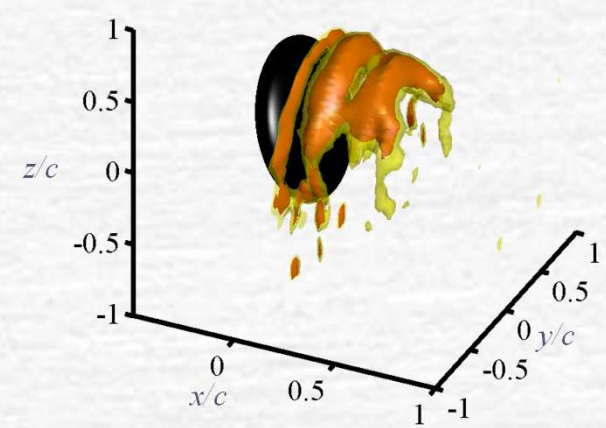
$$|\omega| = \sqrt{\omega_x^2 + \omega_y^2 + \omega_z^2}$$



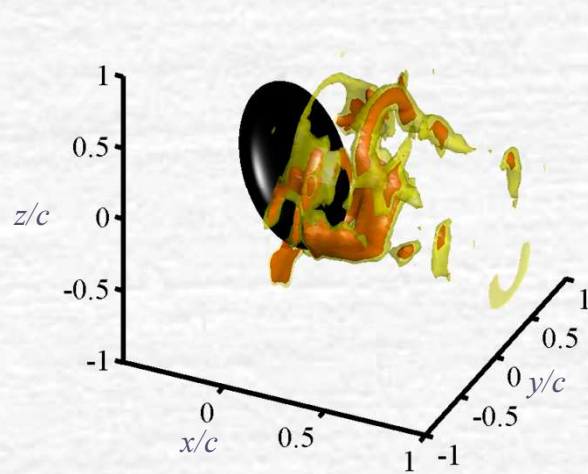
(a) $t' = 0$



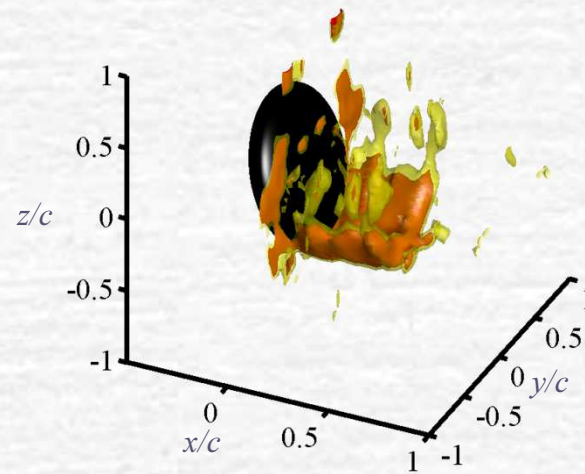
(b) $t' = 0.17$



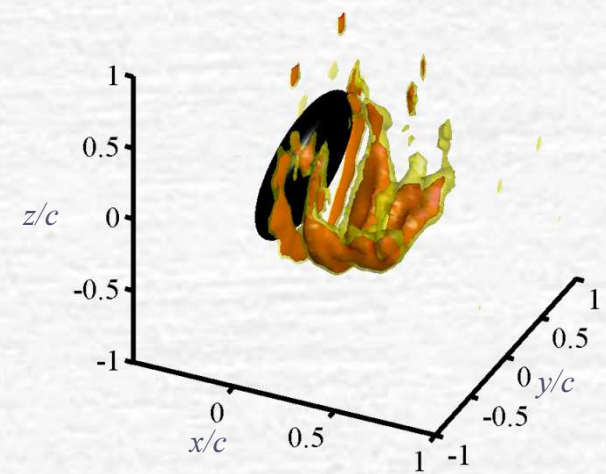
(c) $t' = 0.33$



(d) $t' = 0.5$



(e) $t' = 0.67$

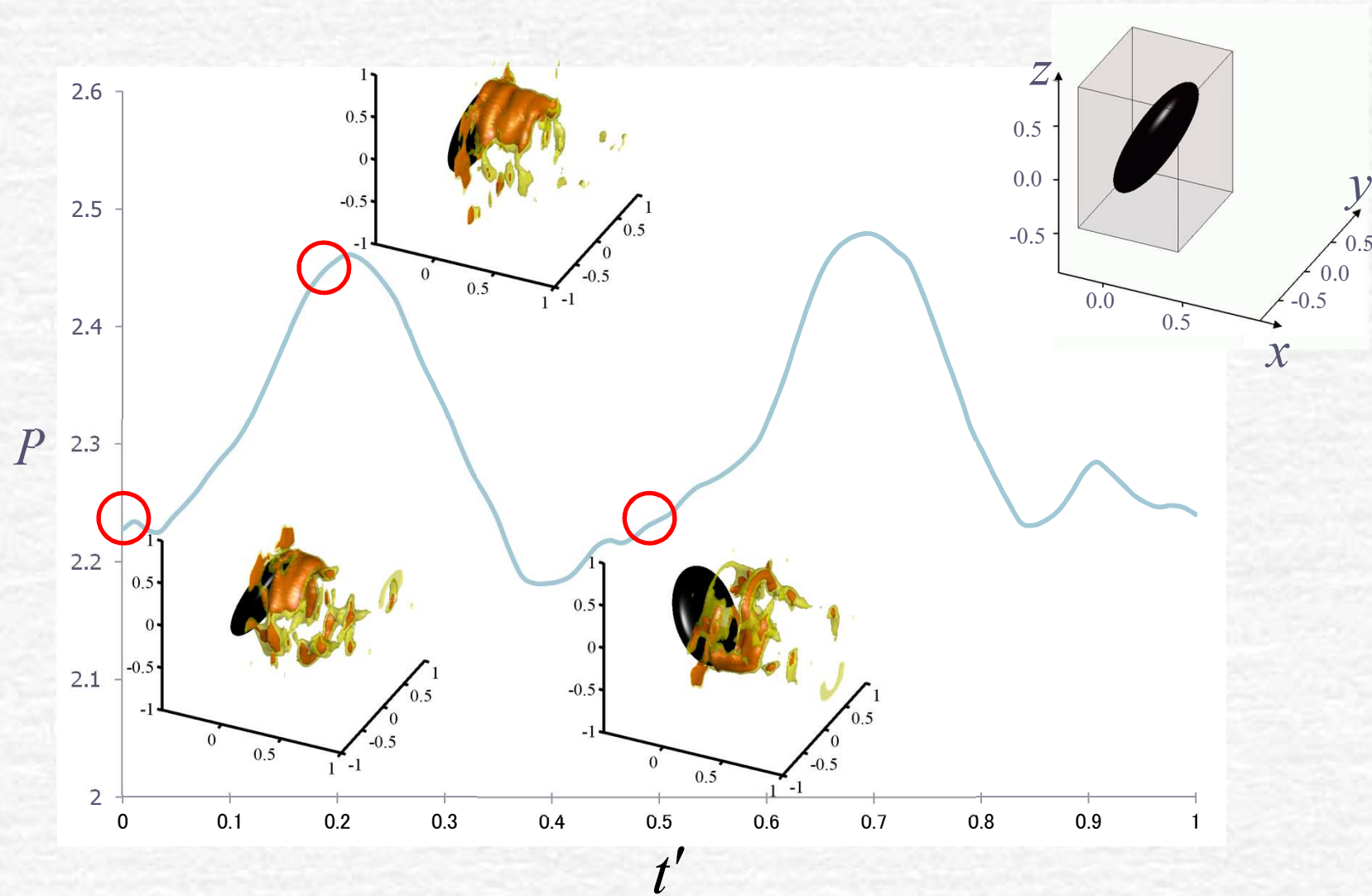


(f) $t' = 0.83$

Unsteady fluid force



Hasegawa Lab.
Department of Mechanical Engineering,
Akita University





END