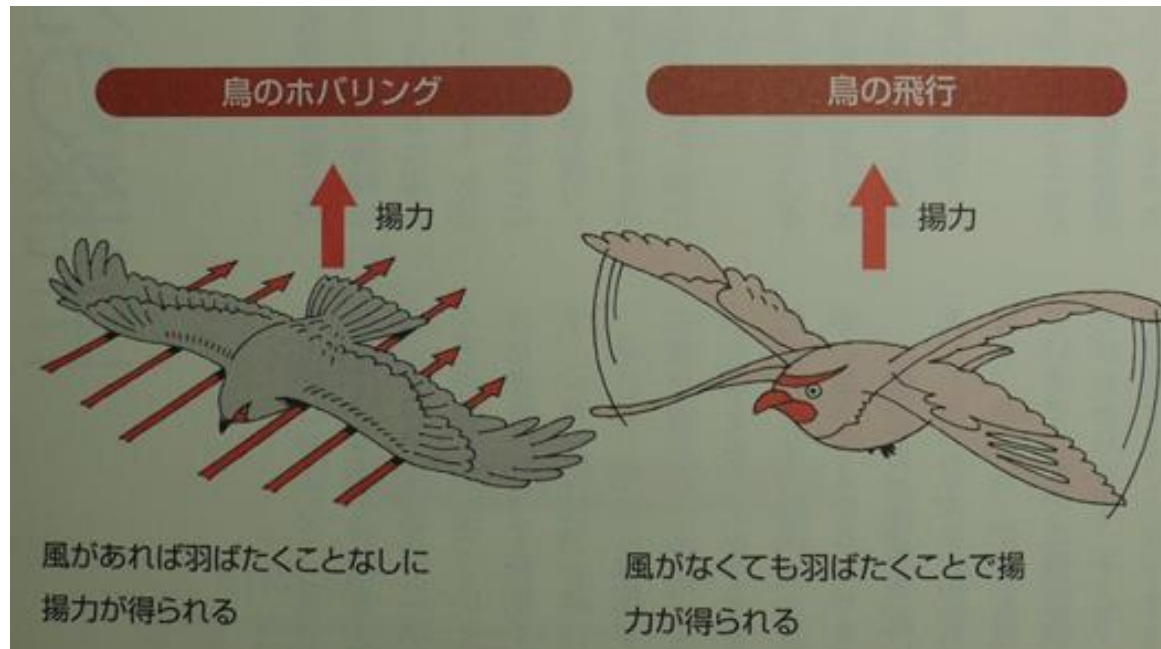


浮力と揚力

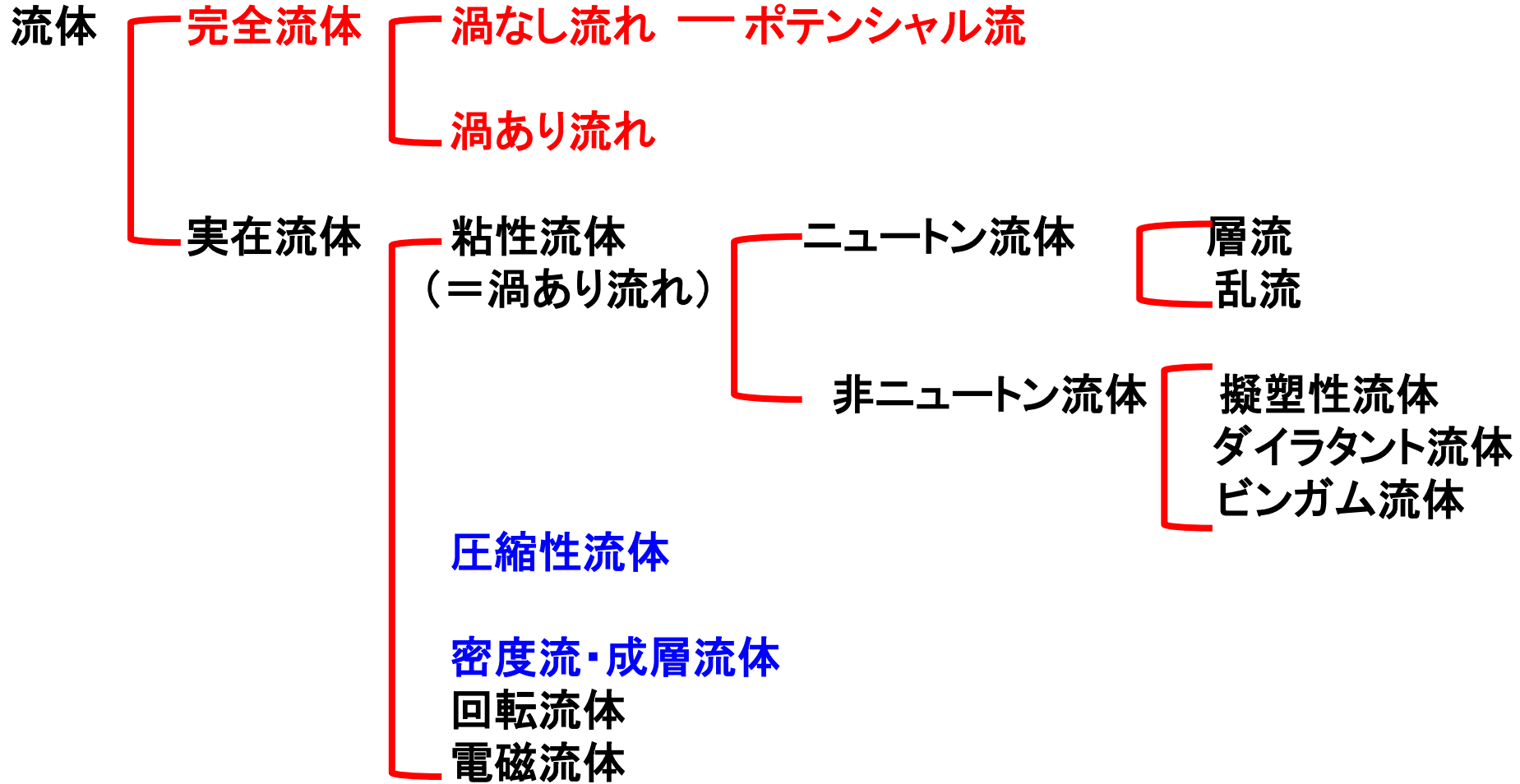
浮くと揚がるは大違い

- ・浮力： 重力がある中で、まわりの流体より軽いことから、得られる上向き之力（アルキメデスの原理）
- ・揚力： 流体の流れで得られる力（上下の気圧差）

なぜ流れがあると揚力が発生するのか、長い間ミステリー



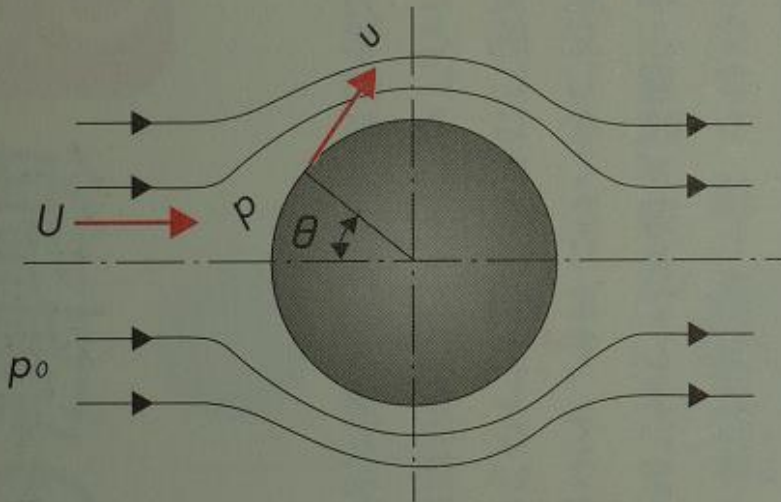
●さまざまな流体



ベルヌーイの定理から、鳥の羽の上側の流速が早く、
下側の流速が遅いと、圧力差が発生して上向きの力となって
揚力が発生する

● 粘性のない理想流体の流れ

抵抗の発生しない円柱まわりの流れ (ダランベールの背理)



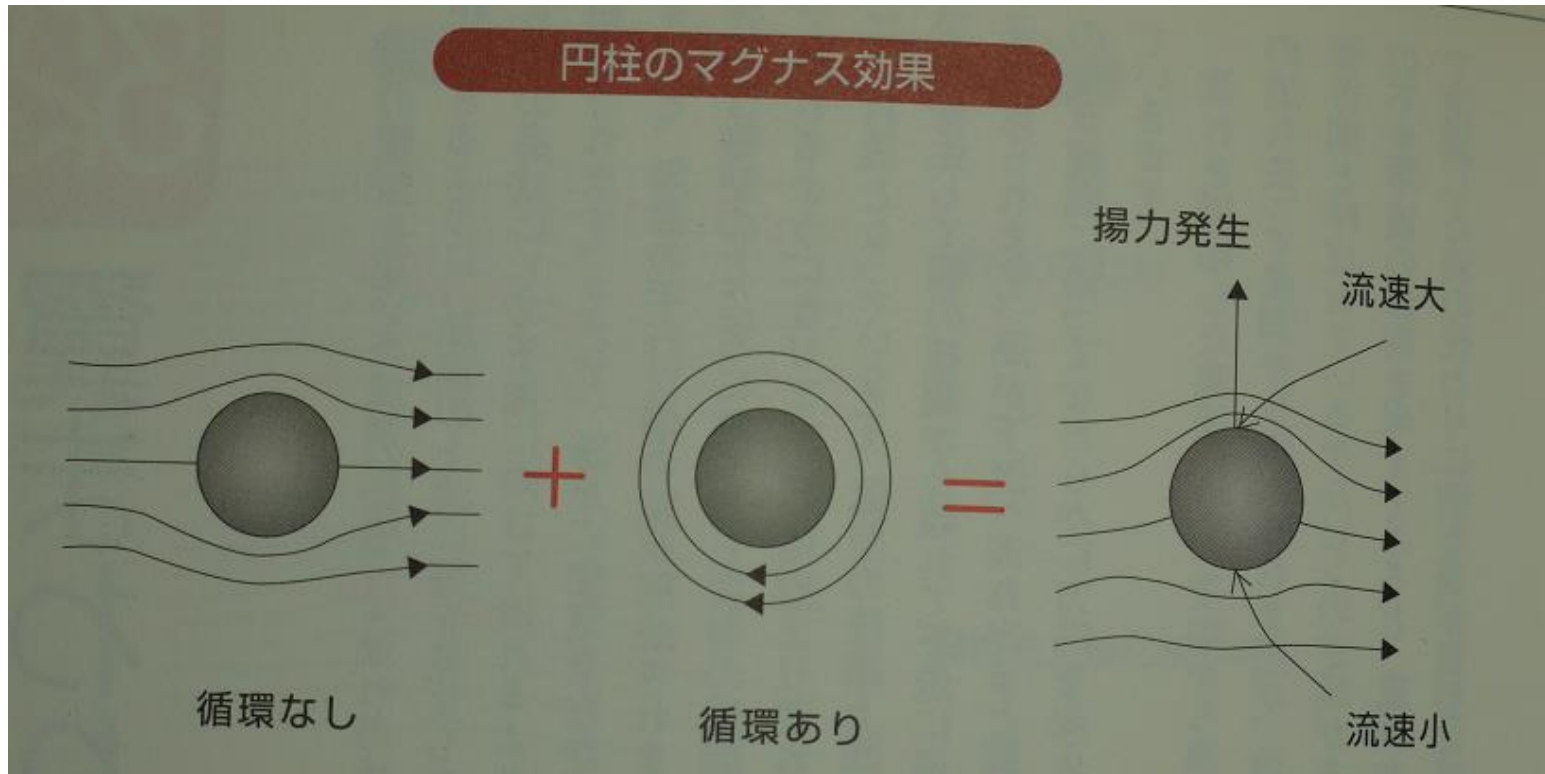
理想流体の円柱まわりの流れ

$$C_p = \frac{\text{上流との圧力差}}{\text{上流の動圧}} = \frac{p - p_0}{\frac{1}{2} \rho U^2}$$

ところが、理想流体では、円柱周辺の流れが対称となり、
揚力も抵抗も発生しない ... ダランベールの背理

● 循環の概念

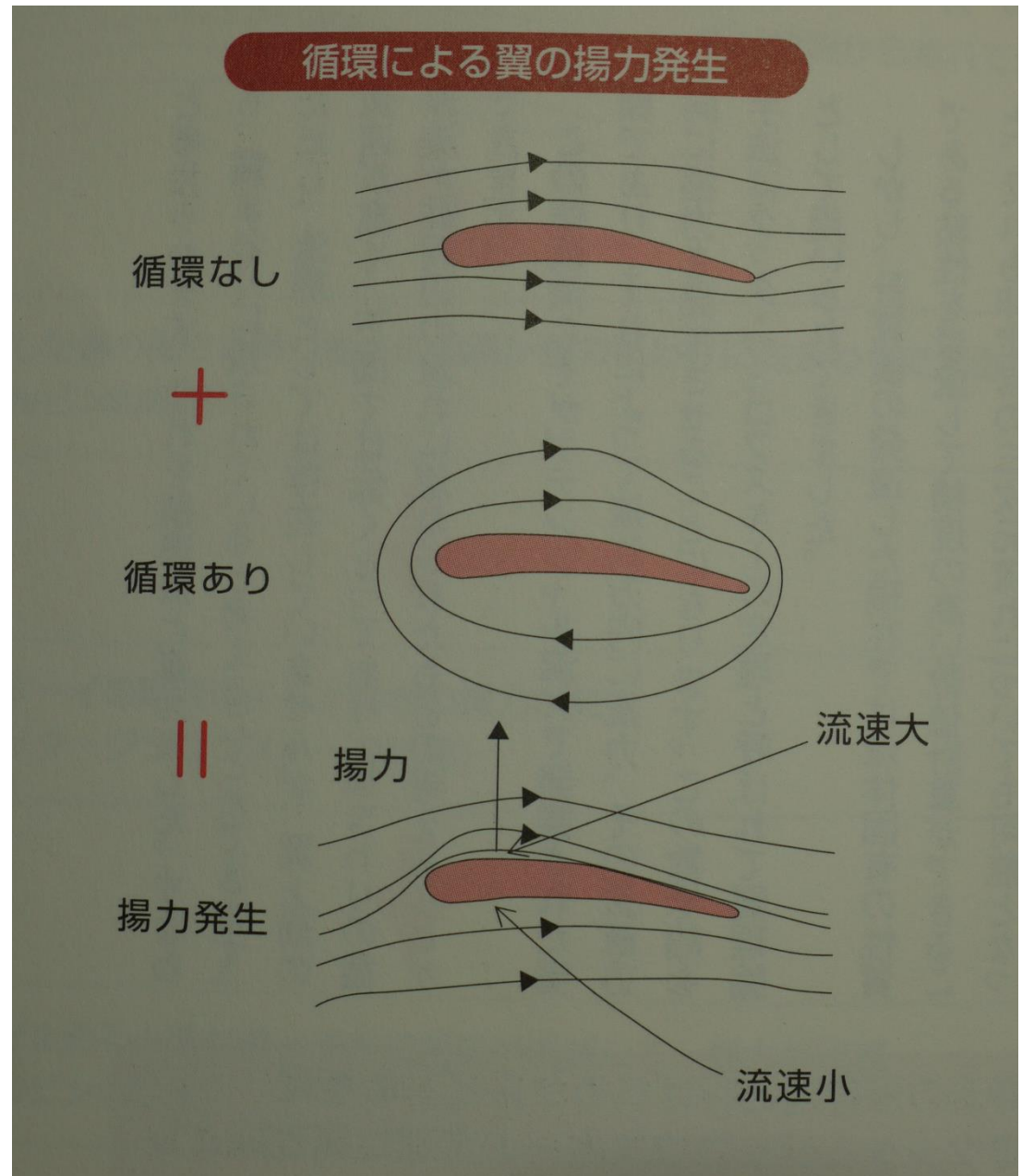
理想流体の流れに循環を重ねることにより、上下の流れの強さが変わる。これにより、上下に圧力差が生じ、揚力が発生する



回転を加えたボールがカーブするのは循環の概念で説明できる
(マグナス効果)

飛行機の翼の周りの流れ:

飛行機が揚力を得る理由



ベルヌーイの定理の例

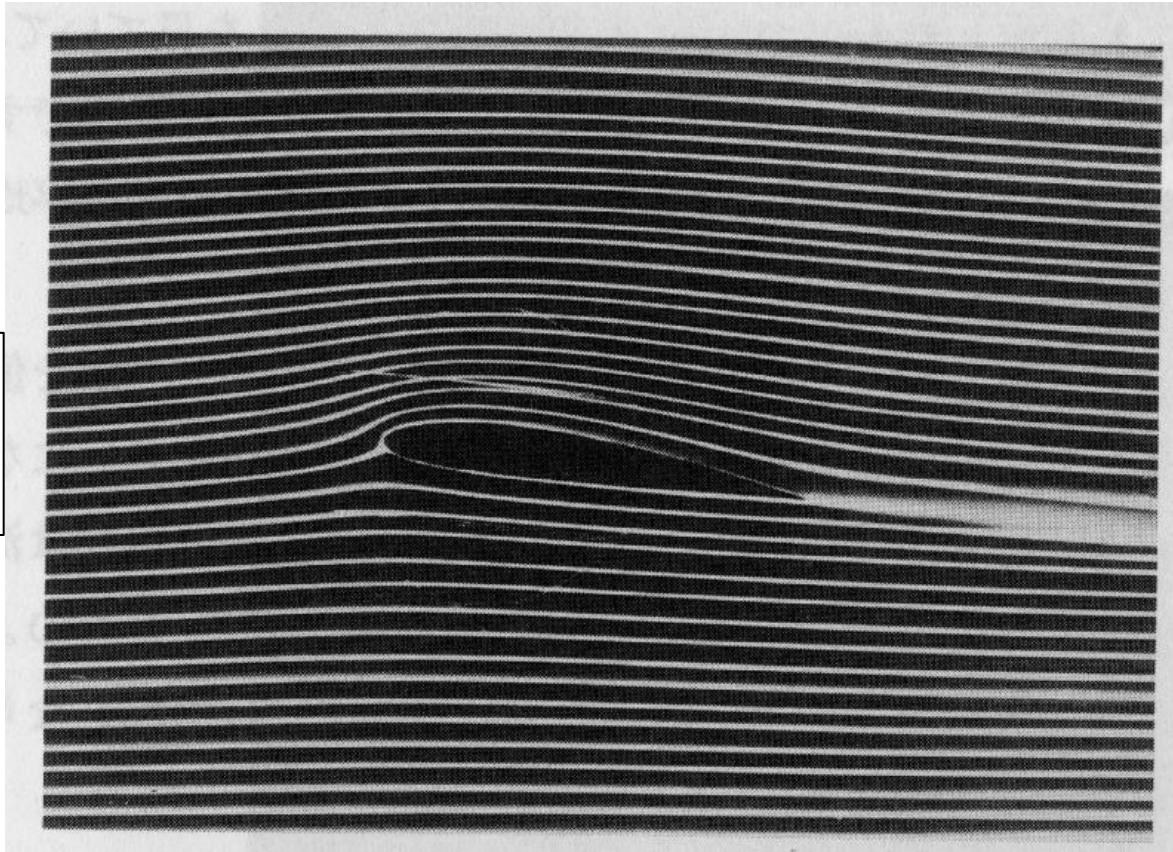


図5
翼まわりの
流れ⁽²⁾

流れの物理学 関真佐子 より

physics.gep.kansai-u.ac.jp/~physics/jugyo/seki/bunkei02.htm

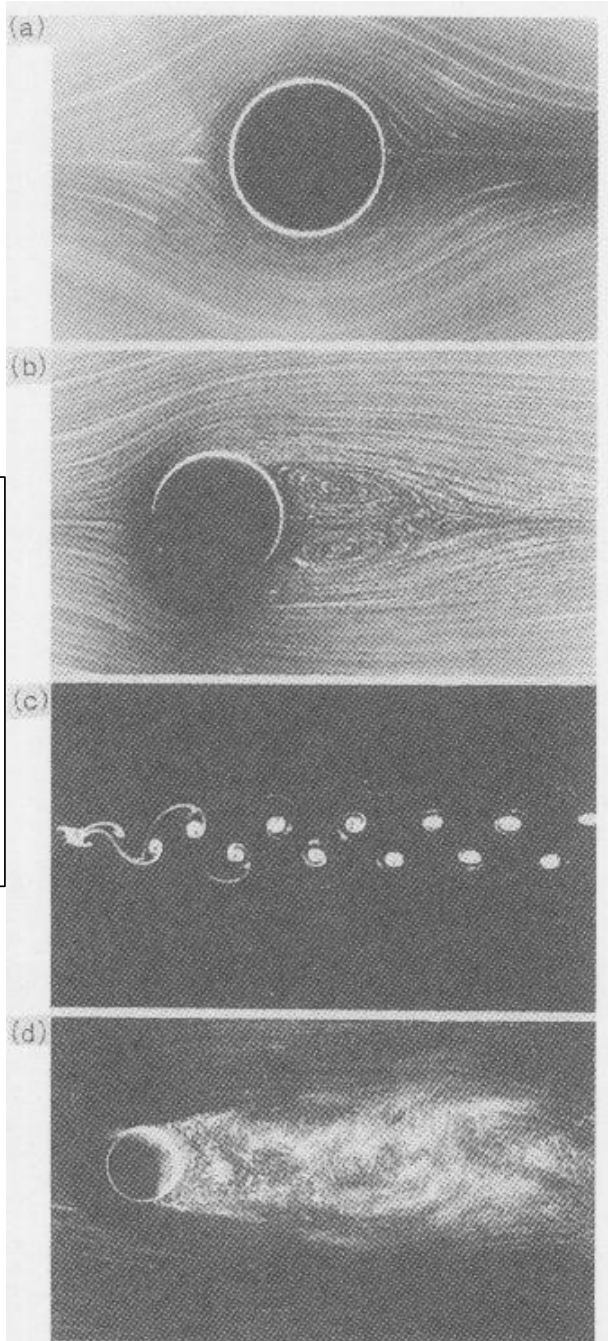


図10
円柱に左から流れがあたるときの流れ模様の変化⁽³⁾。
(a) $Re=0.038$
(b) $Re=26$
(c) $Re=105$
(d) $Re=1400$

層流 乱流

実際には
粘性の効果がある

無次元数**レイノルズ数**の導入

$$Re = \rho U / \nu$$

ρ : 流体の密度

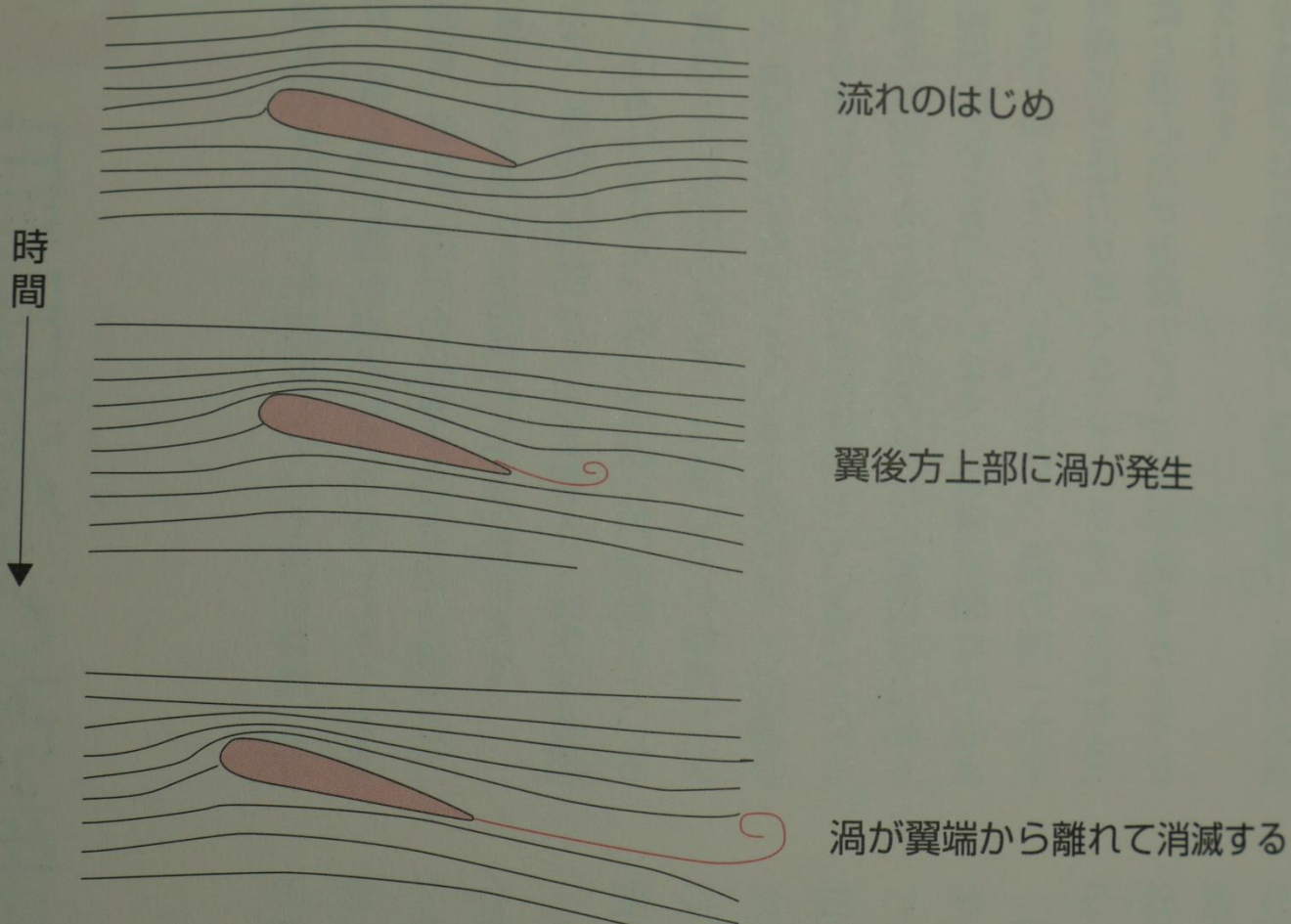
U : 流体の代表的な流れ

ν : 流体の粘性係数

乱流境界層は抗力を減少
乱流が圧力抵抗を減らす

境界層では**剥離**が起こり、そこでは流れが0からマイナスの流れを生じる。剥離があると流れの方向に大きな圧力差が生じて、大きな抵抗となる。

翼まわりの流れと渦の発生・消滅

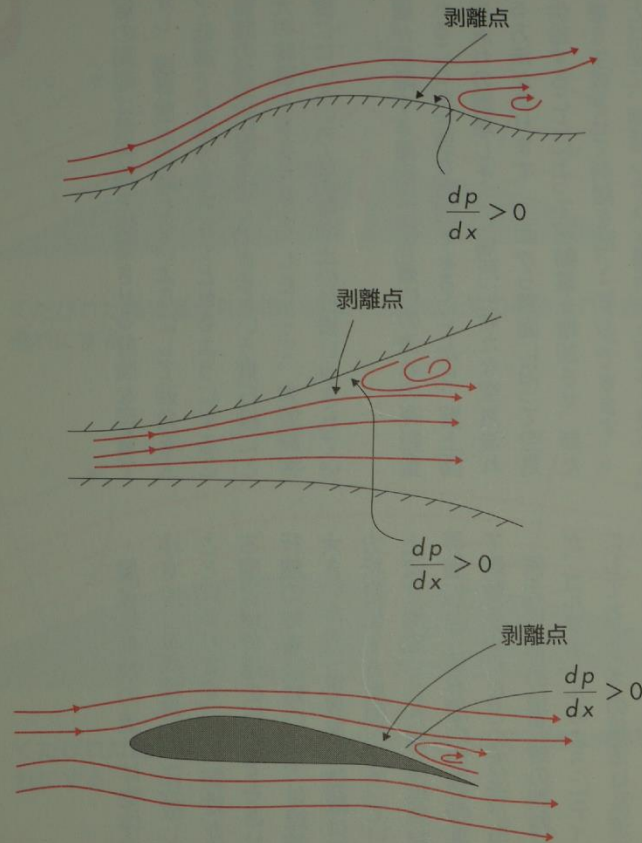


時間発展で
渦度形成を
眺める

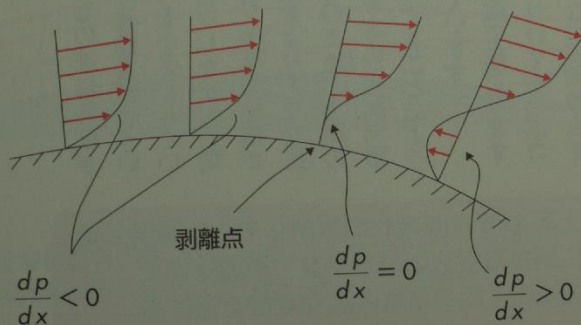
境界層で
渦が発生

それが後ろ
に流れる

境界層の剥離



境界層の速度分布と剥離



● 粘性流体

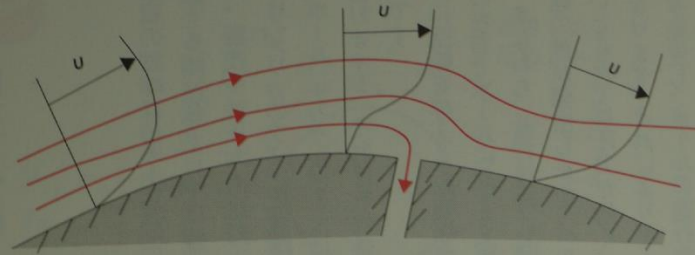
粘性流体を考えることにより、ダランベールの背理はクリアできた。

飛行機のためには、

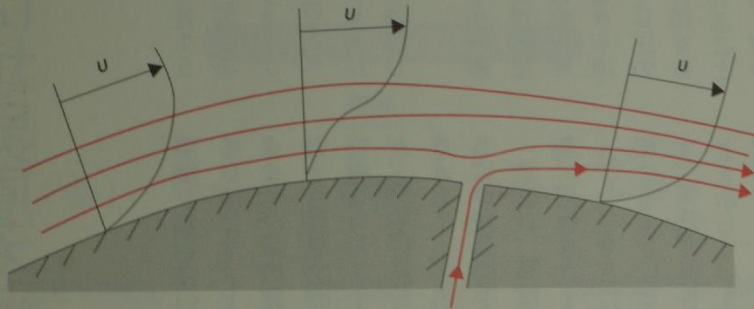
- ・揚力は大きい
- ・抵抗は小さい

ほど良い。

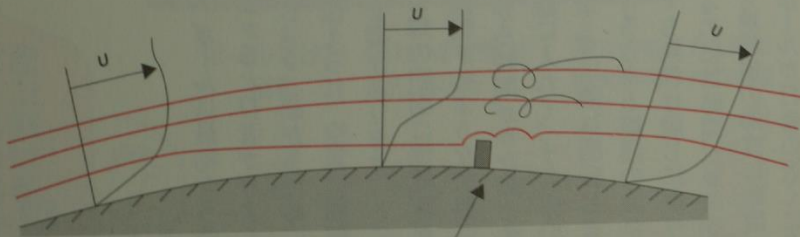
そのためには境界層の剥離をなくす努力が必要



くたびれた境界層流れを吸い込んで上層の元気のある流れを表面流れにする



くたびれた境界層流れに新たな流れを吸き込んで元気な境界層流れにする



小さな突起物を置いて境界層に乱れを与え、乱流境界層にして上層の元気のある流れと混ざるようにして元気をもらう

● 境界層の剥離を防ぐ

翼上面の境界層流れの剥離しそうな場所に新たに空気の流れを与える方法

ないしは

剥離しそうな場所から流れを吸い込んで境界層の厚さを薄くして、新たな境界層を生成する方法

ゴルフバールのディンプル
後流は乱流境界層となって剥離点がボールの後面まで遅らす



分かりやすくするために空気に色をつけている。翼端渦がいかに大きいか分かる。現在は危険防止のために、前の飛行機の大きさ 後を飛ぶ飛行機の大きさによって細かく決められている

- ・大型機のを大型機が飛ぶ場合 4マイル:7.4キロ
- ・大型機のを中型機が飛ぶ場合 5マイル

恐るべし 空気のカ