



# アホウドリの間欠セーリング

---

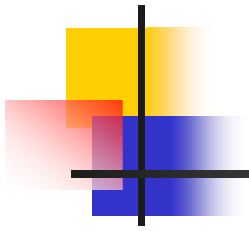
2008/11/08

(有) QPS研究所

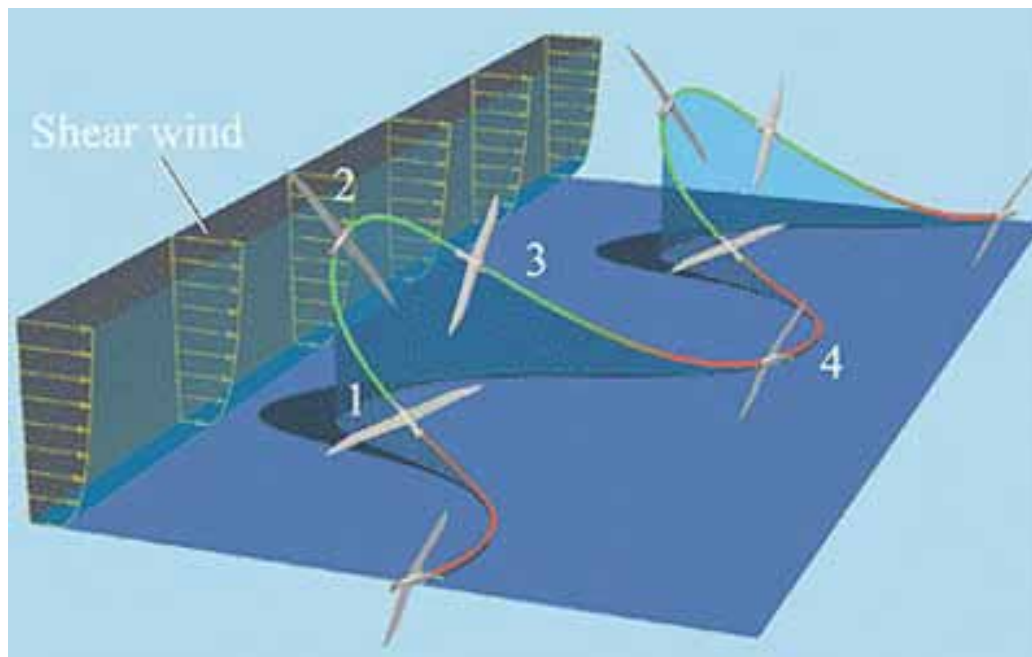
桜井 晃

アホウドリは貿易風の中、羽ばたくことなく滑翔（ソアリング）を続けることができるといわれている



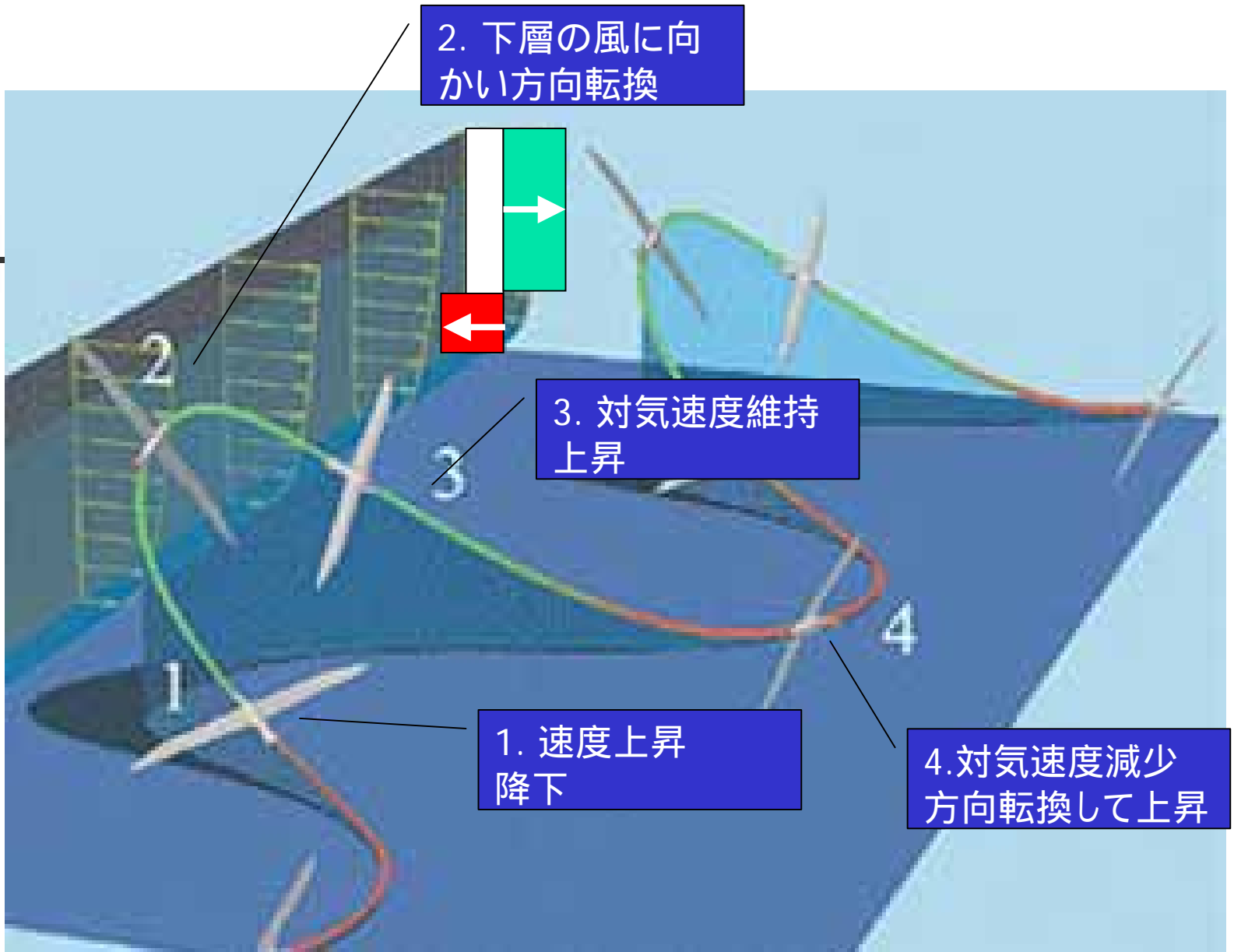
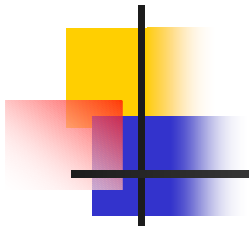


# ダイナミックソアリング



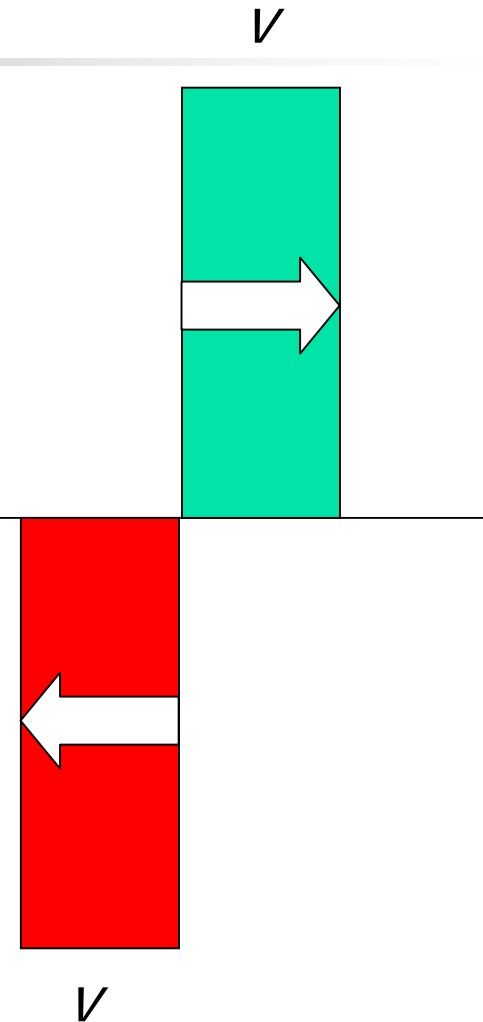
[http://ysfc.weblogs.jp/chronofile/2006/01/dynamic\\_soaring.html](http://ysfc.weblogs.jp/chronofile/2006/01/dynamic_soaring.html)

せん断流のなかで、運動エネルギーと位置エネルギーを連続的に交換しながら、飛翔を続ける。



# 基本原理は何か

- 高度変化なしで、流れから飛行エネルギーを取り出せるかどうか考えよう
- 純粋なせん断流（距離ゼロで流速変化が起きる）を考えよう。



理想的なせん断流



## 飛行機の最低速度 (失速速度)

---

$$L = W = C_L \frac{1}{2} \rho V^2 S$$

$$V_S = \sqrt{\frac{2W}{C_{L_{\max}} \rho S}}$$

$C_L$  揚力係数

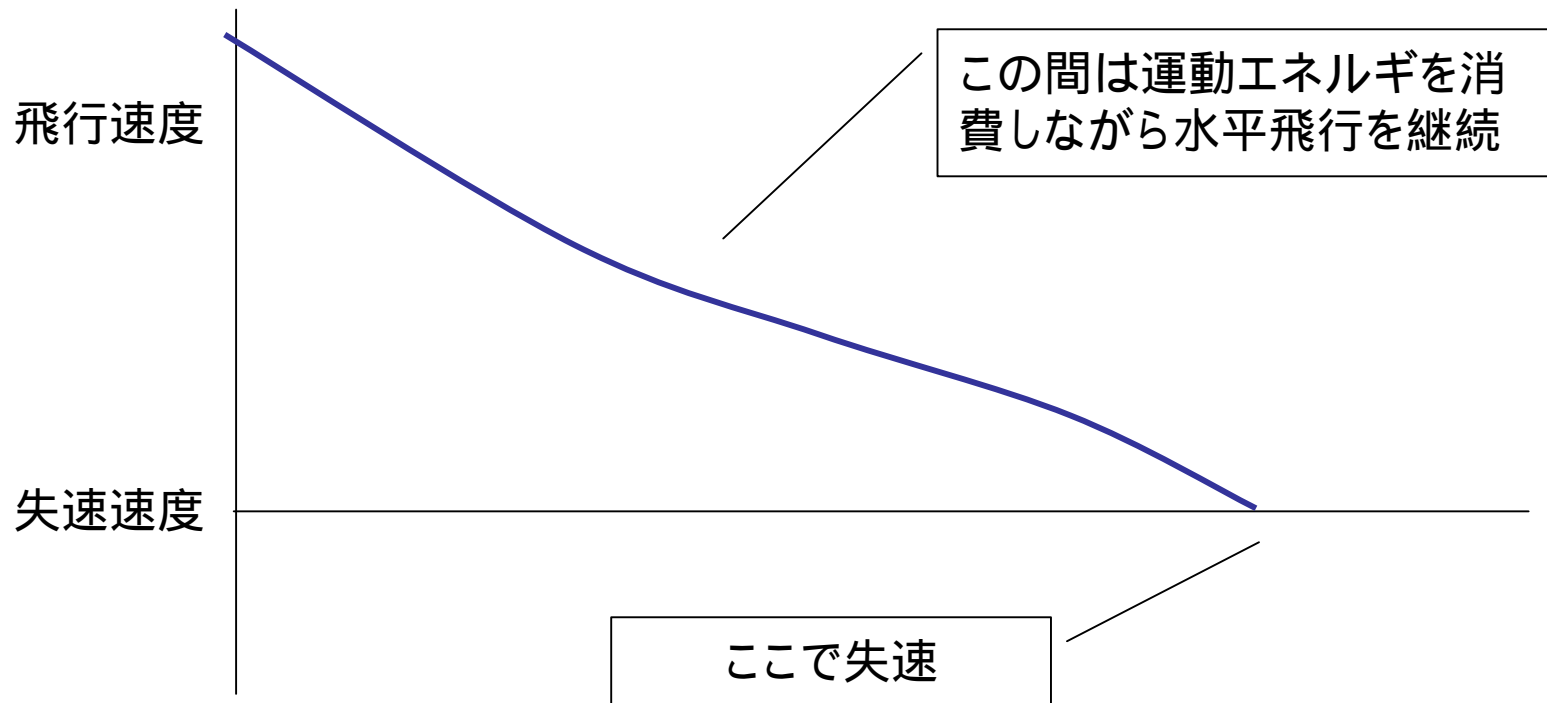
$\rho$  流体の密度

$V$  飛行速度

$S$  翼面積

## グライダーの水平飛行

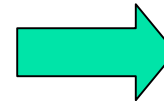
グライダーや紙飛行機は定常的には降下飛行しかできないが、最初に速度余裕があり、適切に操縦されれば、失速速度に達するまでは水平飛行が可能



# せん断層を横切ること、運動エネルギーを獲得する

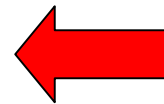
2. 上層に移ると、対気速度が $2v$ 増す。

$v$



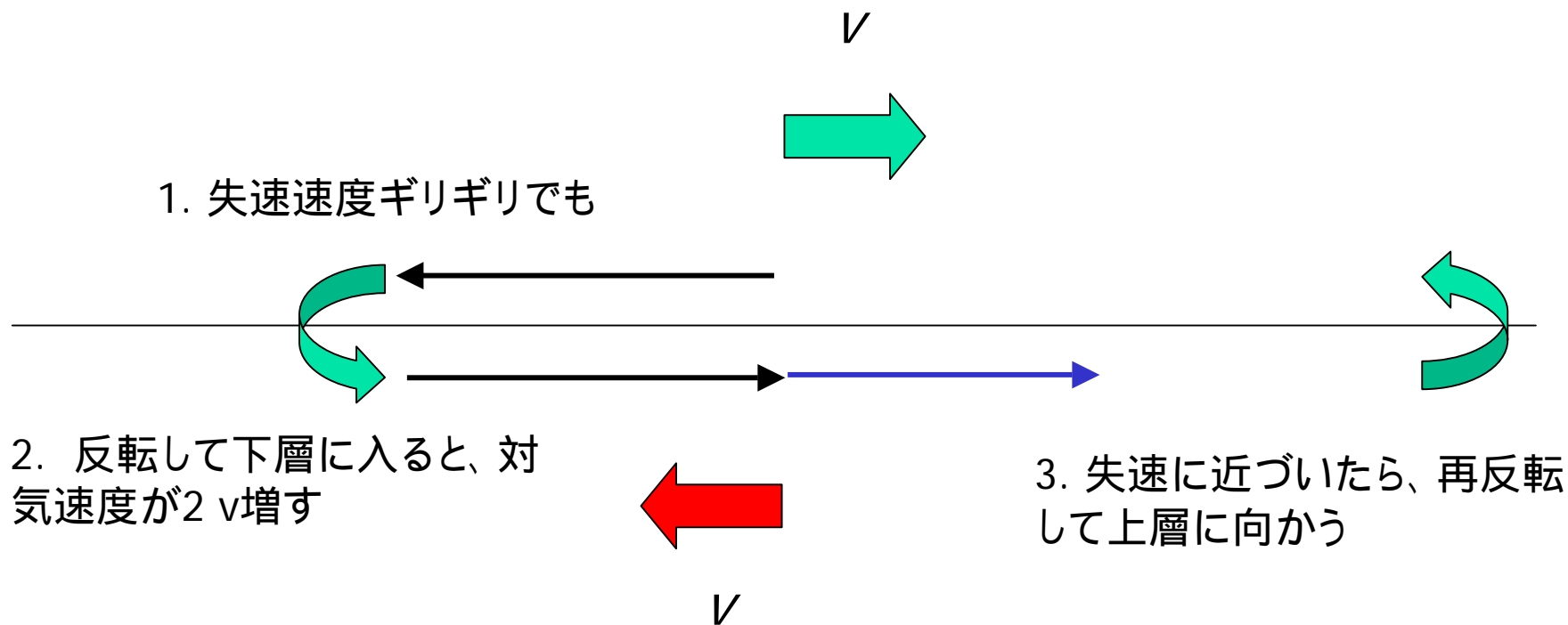
3. この運動エネルギー増分を使いながらさらに飛行を継続できる。

1. 失速速度ギリギリでも最後に残った運動エネルギーを使って



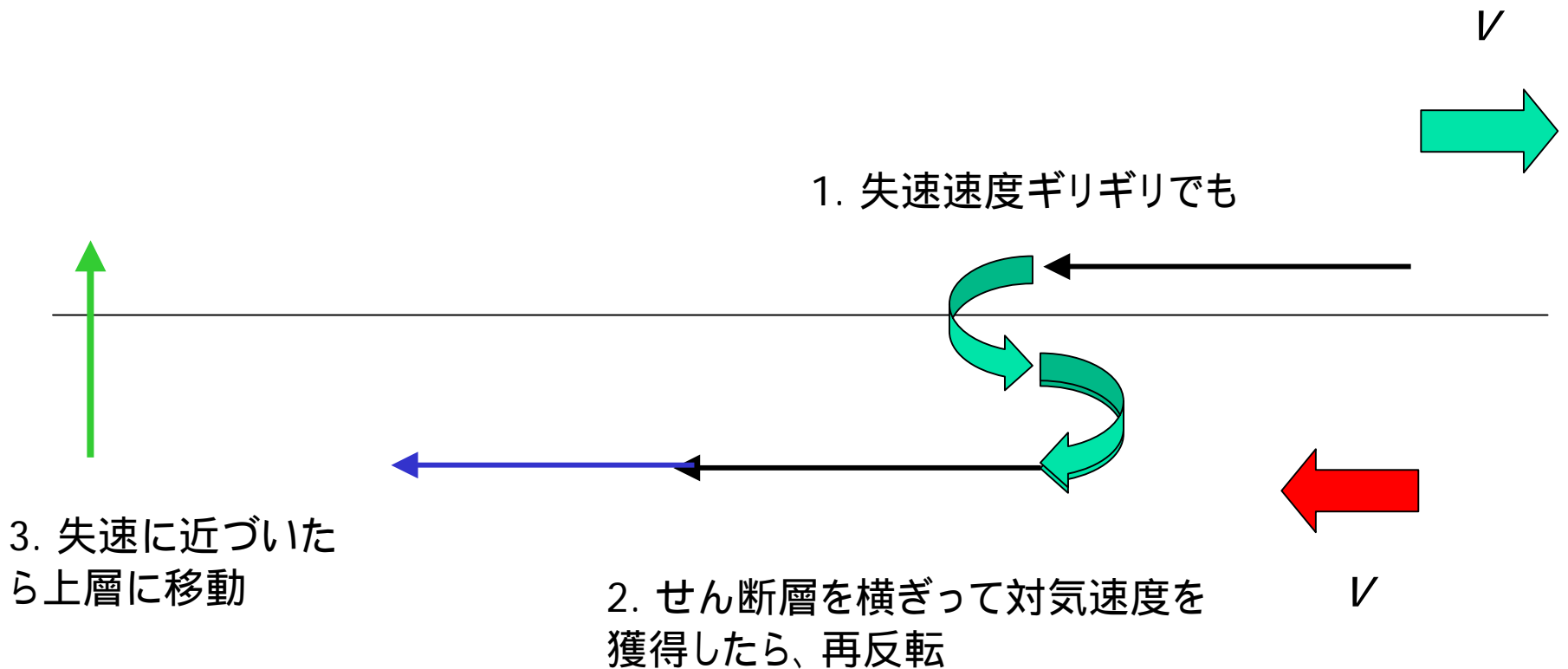
$v$

# これを続けるには

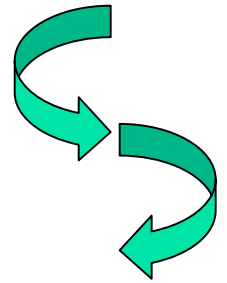


反転してはせん断層を横切ることにより、いつまででも飛行できる。

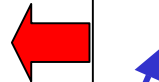
# バリエーション --- 1. 一つの方に飛ぶ



## バリエーション --- 2. アビームに飛ぶ



下層



上層



下層



向かい風方向の対気速度がゼロになったら下層に乗り換え

向かい風方向の対気速度増



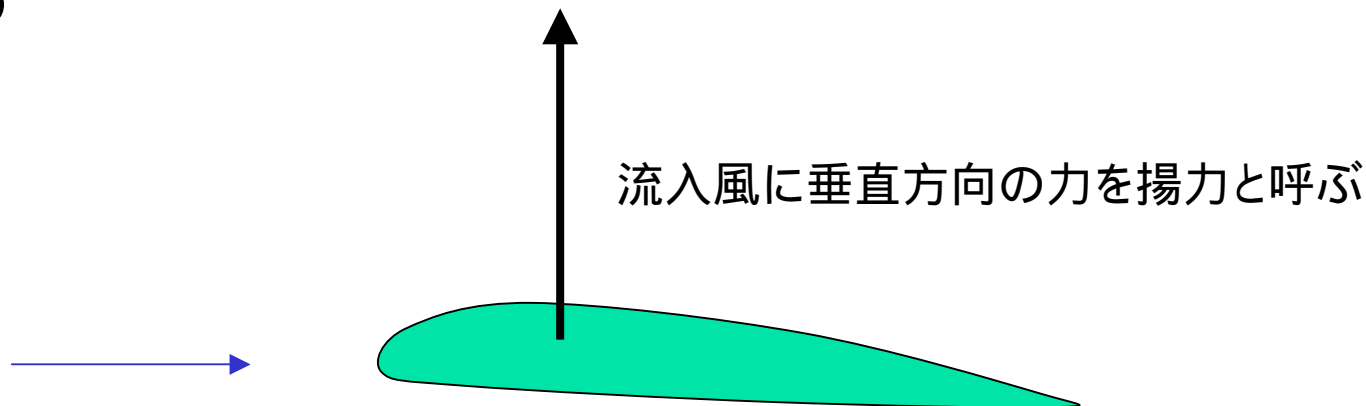
# これが可能であるためには

---

- 運動エネルギーを消費しながら長く飛べること (= 抵抗が小さいこと)
- 運動エネルギーを浪費せずに旋回できること

# 旋回ということ

- 進行方向と垂直な力（求心力）を発生する必要がある
- そのためには翼で揚力を発生する必要がある





## 翼を用いるものの抵抗

$$C_{D_0} + \frac{C_L^2}{\pi e A}$$

$C_{D_0}$  有害抵抗係数  
(翼面積基準)

$e$  飛行機効率  
(約1の定数)

$A$  縦横比  
(翼の縦横の比)

縦横比が大きな翼が望ましい

飛行機効率は楕円翼 (翼弦長分布が楕円形) が最大



- 縦横比は8程度
- 平面形が楕円に近い



# せん断層エネルギーの利用

---

## ■ 定常利用

- ・ セーリングヨット
- ・ 風車、たこ、その他の風力利用

## ■ 間欠利用

- ・ 地面境界層でのダイナミックソアリング
- ・ 寒冷前線ソアリング？
- ・ ジェット気流ソアリング？



# ヨットの間欠セーリングは可能か

---

- ヨットの重量は浮力で支えられているので、キール面積基準の有害抵抗係数は非常に大きい。
- 縦横比の大きな水中翼で艇重量を支えるヨットならば可能かもしれない。
- 利益は何もなさそう。