

# 揚力係数を六割上げて、失速速度は二割しか下がらない

— 最大揚力係数を **1.5** から **2.5** へ **1.6667** 倍にしても、失速速度は **99.3694** から **76.9712** km/h へ **0.7746** 倍にしかない — 平方根で効くからである — 迎角 **25** 度の揚力係数 **0.4518** は、**10** 度の **1.2990** より悪い — [論文458]

山岸 勇輝 (Yuuki YAMAGISHI)

Yamagishi Complexity Torus Lab, Japan | 山岸勇輝ラボ

2026年9月

— *From thinking to syncing.* —

## 要旨

高揚力装置をつければ、その分だけ遅く飛べるとされている。本稿が示すのは、揚力係数は平方根でしか失速速度に効かないことである——**1.6667** 倍にして、下がるのは **22.5** パーセントである。新しい定理も法則も主張しない。第一に、薄翼理論の揚力傾斜は **1** 度あたり **0.109662** で、既知の値と一致する（第2節）。第二に、迎角 **15** 度での理論値 **1.6449** は、実際の最大 **1.5** を超えている（第2節）。第三に、これが本稿の芯である。最大揚力係数を **1.6667** 倍にしても、失速速度は **0.7746** 倍にしかない（第3節）。第四に、迎角 **25** 度の **0.4518** は **10** 度の **1.2990** より悪い（第2節）。第五に、計算した失速速度 **99.3694** km/h は、セスナ **172** の公表値 **94.4520** と **5.21** パーセント差で一致する（第3節）。第六に、分離子は「一次で効くか、平方根で効くか」である（第4節）。キーワード：揚力係数、失速速度、翼、薄翼理論。

本稿の射程（射程注記）：新しい定理も法則も主張しない——薄翼理論、失速、最大揚力係数、失速速度の式はすべて既知である。翼を設計しない——翼型、平面形、高揚力装置の方式は主題ではない。操縦を論じない——飛行の手順や判断を述べるものではない。失速後の挙動を扱わない——錐揉み、翼端失速、回復操作は主題ではない。揚力係数が下がるまでを見る。失速後の曲線は模型である——15度までは正弦、それ以降は指数減衰と置いた。実測ではなく、頂点があることを見るための形である。圧縮性と雷諾数を含めない——高速や小型模型では最大揚力係数が変わるが、ここでは扱わない。既刊との関係：論文457は二つの温度係数が違うときだけ低温が勝つことを示した——そこでも、指数の大小が答えを決めた。論文300は同根か別根かが判定できることを示した——「揚力係数の改善」と「失速速度の改善」は、その基準で別根である。論文454は荷重が3乗で増えても必要幅が1乗で済むことを示した——そこでも、指数の違いが直観を裏切った。論文390は帆走艇が風より速く走れることを示し、射程注記で失速に立ち入らないと明記していた——本稿はその予約席を埋める。加えたのは、薄翼理論の傾斜を0.109662と出して既知と照合したこと、五つの迎角で揚力係数を出して頂点を示したこと、失速速度を99.3694 km/hと出してセスナ172の公表値と照合したこと、高揚力装置の効きを0.7746倍と出したこと、分離子を「一次か平方根か」に置いたことである。

## 1. 記法と問い

設定：薄翼理論では、迎角  $\alpha$ （ラジアン）に対して揚力係数は

$$C_L = 2\pi\alpha$$

で線形に増える。実際の翼は失速角  $\alpha_s$  の手前で頭打ちになり、最大値  $C_{L,\max}$  を取ってから下がる。翼面荷重  $W/S$  の機体が水平飛行を保てる最小速度、すなわち失速速度は

$$v_s = \sqrt{\frac{2(W/S)}{\rho C_{L,\max}}}$$

である。以下  $\alpha_s = 15$  度、 $C_{L,\max} = 1.5$ 、 $W/S = 700 \text{ N/m}^2$ 、 $\rho = 1.225 \text{ kg/m}^3$  とする。

### 観察 1.1

高揚力装置をつければ、その分だけ遅く飛べると思われている。揚力係数が上がれば、同じ揚力を低い速度で出せる——向きとしては正しい。

### 観察 1.2

だが揚力は速度の2乗に比例する。だから係数の効き方は平方根になる——比例ではない。

問い：係数をどれだけ上げると、速度はどれだけ下がるのか。

2. 最大揚力係数は迎角の最大にない

計算 2.1：薄翼理論の揚力傾斜を出す。

1 度あたり **0.109662** である。

観察 2.2

既知の「1 度あたり約 0.11」と一致する。独立な確認である—— $2\pi$  ラジアン<sup>-1</sup> を度に直しただけだが、教科書の値と合う。

観察 2.3

ところが 15 度での理論値 1.6449 は、実際の最大 1.5 を超えている。線形の外挿が破れている——ここで薄翼理論の外に出る。

計算 2.4：五つの迎角で、実際の揚力係数を出す。

| 迎角 [度] | 揚力係数          |
|--------|---------------|
| 5      | 0.7500        |
| 10     | 1.2990        |
| 15     | <b>1.5000</b> |
| 20     | 0.8232        |
| 25     | <b>0.4518</b> |

観察 2.5

頂点は失速角ちょうどにある。15 度で **1.5000**——そこから先は下がる。

### 観察 2.6

25 度の 0.4518 は、10 度の 1.2990 より悪い。迎角を 2.5 倍にして、揚力係数が 3 分の 1 になる——「引けば上がる」が裏返っている。

## 3. 1.6667 倍にして、速度は 0.7746 倍

計算 3.1：二つの最大揚力係数で、失速速度を出す。

| $C_{L,max}$  | 失速速度 [m/s] | [km/h]  |
|--------------|------------|---------|
| 1.5 (フラップ上げ) | 27.6026    | 99.3694 |
| 2.5 (フラップ下げ) | 21.3809    | 76.9712 |

### 観察 3.2

99.3694 km/h は、セスナ 172 の公表値 94.4520 と 5.21 パーセント差で一致する。独立な既知値との照合である——ここは私が最初「100 から 140 km/h」と置いて外した。実測は 99.3694 で、区間の外だった。

### 観察 3.3

係数を 1.6667 倍にして、速度は 0.7746 倍にしかない。22.5 パーセントの低下——66.7 パーセントの改善が、22.5 パーセントにしかない。

### 観察 3.4

比が  $\sqrt{2.5/1.5} = 1.290994449$  と一致する。相対差  $10^{-9}$  未満——平方根で効いていることが、数で確かめられる。

### 観察 3.5

翼面荷重を 2 倍にすると、失速速度は  $\sqrt{2}$  倍になる。こちらも平方根——重くしても速度は 1.41 倍にしかないが、逆に軽くしても 0.71 倍にしかない。

### 観察 3.6

だから失速速度を半分にするには、係数を 4 倍にしなければならない。1.5 から 6.0 へ——通常の高揚力装置では届かない。

## 4. 分離子

分離子：一次で効くか、平方根で効くか。

### 観察 4.1

一次で効くなら、努力がそのまま返る。1.67 倍にすれば 1.67 倍——見積もりが立てやすい。

### 観察 4.2

平方根で効くなら、努力の半分しか返らない。対数で見れば係数が  $\frac{1}{2}$  になっている——大きな改善が、小さな効果にしかない。

### 観察 4.3

これは論文300の基準で別根である。どちらも「性能の改善」と呼ばれる——一方は係数の量、一方は係数の平方根の量である。

### 観察 4.4

論文454と同じ場所にいる。そこでは荷重が 3 乗で増えても必要幅が 1 乗で済んだ——ここでは係数が 1.67 倍でも速度が 0.77 倍にしかない。どちらも、指数が直観を裏切る。

#### 観察 4.5

論文457とも重なる。そこでは二つの温度係数の大小が答えを決めた——ここでは一つの指数の大きさが効きを決める。どちらも、指数を見ないと量を見誤る。

#### 観察 4.6

論文390の予約席を埋めている。そこでは帆走艇が風より速く走れることを示し、射程注記で「失速には立ち入らない」と明記していた——本稿がその席に入る。

#### 観察 4.7

正直に言えば——失速後の曲線は模型である。15度までは正弦、それ以降は指数減衰と置いた——0.4518という値は模型に依るが、頂点が存在してその先で下がるという結論は依らない。

## 5. 点呼と結び

1. 揚力傾斜は1度あたり **0.109662** (計算 2.1) : 既知と一致。
2. 15度の理論値 **1.6449** (観察 2.3) : 実際の **1.5** を超える。
3. 頂点は15度で **1.5000** (計算 2.4) : 失速角ちょうど。
4. 25度は **0.4518** (計算 2.4) : 10度より悪い。
5. 失速速度は **99.3694 km/h** (計算 3.1) : セスナ 172 と **5.21 %** 差。
6. フラップで **76.9712 km/h** (計算 3.1) : 本稿の芯。
7. **1.6667** 倍で **0.7746** 倍 (観察 3.3) : **22.5 %** の低下。
8.  $\sqrt{2.5/1.5}$  と一致 (観察 3.4) : 平方根で効く。
9. 半分にするには **4** 倍が要る (観察 3.6) : 通常は届かない。
10. 分離子は一次か平方根か (観察 4.3) : 論文300の基準で別根。

結び：高揚力装置をつければ、その分だけ遅く飛べると思われている——揚力係数が上がれば同じ揚力を低い速度で出せるので、向きとしては正しい。だが揚力は速度の2乗に比例するから、係数の効き方は平方根になる。比例ではない。まず、最大揚力係数そのものが迎角の最大にはない——薄翼理論の揚力傾斜は1度あたり **0.109662** で、既知の約 **0.11** と一致する。ところが15度での理論値 **1.6449** は実際の最大 **1.5** を超えており、線形の外挿がここで破れる。実際の揚力係数は5度で **0.7500**、10度で **1.2990**、15度で **1.5000** と上がったあ

と、20度で**0.8232**、25度で**0.4518**と下がる。25度の**0.4518**は10度の**1.2990**より悪く、迎角を2.5倍にして揚力係数が3分の1になる——「引けば上がる」が裏返っている。そして係数を上げて、速度は平方根でしか下がらない—— $C_{L,max} = 1.5$ で失速速度は**99.3694** km/h、2.5で**76.9712** km/hである。**99.3694**はセスナ172の公表値**94.4520**と**5.21**パーセント差で一致する。ここは私が最初「100から140 km/h」と置いて外し、実測は区間の外だった。係数を**1.6667**倍にして、速度は**0.7746**倍にしかない——**66.7**パーセントの改善が、**22.5**パーセントの低下にしかない。比は $\sqrt{2.5/1.5} = 1.290994449$ と相対差 $10^{-9}$ 未満で一致し、平方根で効いていることが数で確かめられる。翼面荷重を2倍にすると失速速度は $\sqrt{2}$ 倍になり、こちらも平方根である。だから失速速度を半分にするには係数を4倍、1.5から6.0へ上げなければならず、通常の高揚力装置では届かない。分けているものは一つ——一次で効くか、平方根で効くか。一次で効くなら努力がそのまま返り、1.67倍にすれば1.67倍で、見積もりが立てやすい。平方根で効くなら努力の半分しか返らず、対数で見れば係数が $\frac{1}{2}$ になっていて、大きな改善が小さな効果にしかない。論文300の基準で別根であり、一方は係数の量、一方は係数の平方根の量である。論文454と同じ場所にて、そこでは荷重が3乗で増えても必要幅が1乗で済んだ。どちらも、指数が直観を裏切る。論文457とも重なり、そこでは二つの温度係数の大小が答えを決めた。どちらも、指数を見ないと量を見誤る。そして論文390の予約席を埋めている——そこでは帆走艇が風より速く走れることを示し、射程注記で「失速には立ち入らない」と明記していた。正直に言えば——失速後の曲線は模型で、15度までは正弦、それ以降は指数減衰と置いた。**0.4518**という値は模型に依るが、頂点が存在してその先で下がるという結論は依らない。

## 参考文献

1. Prandtl, L. (1918). *Tragflügeltheorie I. Nachrichten von der Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen*.
2. Abbott, I. H., & von Doenhoff, A. E. (1959). *Theory of Wing Sections*. Dover.
3. Anderson, J. D. (2016). *Fundamentals of Aerodynamics* (6th ed.). McGraw-Hill.
4. McCormick, B. W. (1995). *Aerodynamics, Aeronautics, and Flight Mechanics* (2nd ed.). Wiley.
5. 山岸勇輝 (2026). 『三百本目の点呼 — 同根か別根かは、判定できる』 [論文300]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22171914
6. 山岸勇輝 (2026). 『速くなるほど風が強くなる——だから帆走艇は風より速く走れる』 [論文390]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22699203
7. 山岸勇輝 (2026). 『水圧は二乗で増えるのに、堤体の幅は比例でよい』 [論文454]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22732989
8. 山岸勇輝 (2026). 『速さを買うと風味を売るのは、二つの温度係数が違うときだけである』 [論文457]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22733066

— From thinking to syncing. —

山岸 勇輝 (Yuuki YAMAGISHI)