離陸の決心速度は選んだ値ではなく二つの距離の交点で、その交点が最短を与える

— 止まる距離は速さとともに増え、続ける距離は減るので、交点は一つだけ在り、$V_1 = 74.551289$ m/s・**2315.789474** m になる — 分離子は、二つの距離が速さに対して同じ向きに動くか、逆向きに動くか — [論文725]

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

離陸中に発動機が一つ止まったとき、止めるか続けるかを分ける速さがある。それは誰かが選んだ値ではなく、二本の曲線が交わる点である。交点が一つだけであることと、そこが最短であることを数で示す。新しい定理も法則も主張しない。 第一に、止まる距離は速さとともに増える——40 m/s で **666.666667** m、70 m/s で **2041.666667** m である（第2節）。 第二に、続ける距離は速さとともに減る——同じ二点で **3800.000000** m と **2562.500000** m になる（第2節）。 第三に、だから交点は一つだけ在る——差が単調で、両端の符号が逆（1 m/s で負、80 m/s で正）だからである（第2節）。 第四に、その交点は $V_1 = 74.551289$ m/s で、距離は **2315.789474** m である——二分法で出し、交点での二つの距離の差は 10^{-6} m 未満である（第3節）。 第五に、これが本稿の芯である。交点が最短を与える——必要な長さは二つの大きいほうで決まるので、V_1 を 10 m/s 下げれば **2837.424143** m、上げれば **2978.716885** m と、どちらへ動かしても伸びる（第3節）。 第六に、分離子は、二つの距離が速さに対して同じ向きに動くか、逆向きに動くかである——同じ向きなら交点は無く、決心速度という考えが成り立たない（第4節）。 キーワード：加速停止距離、離陸継続距離、決心速度、交点の一意性、最小を与える点、二つの距離の向き。

本稿の射程（射程注記）：新しい定理も法則も主張しない——加速停止距離、離陸継続距離、両者が等しくなる滑走路長という考えは、いずれも標準的である（アンダーソン 1999、トーレンビーク 1982）。実在の V_1 を主張しない——加速度、浮揚速度、空中距離はすべて前提として置いた代表値であり、規程上の定義（V_1 に速度の幅があること、認定の手順）は扱わない。滑走路の状態を扱わない——濡れ、勾配、風は扱わない。遅れを入れない——気づいてから操作するまでの時間は入れない。入れれば止まる側の距離だけが伸びる。空中距離を導かない——浮揚後の 400.0 m は前提であり、障害物の高さから導いていない。加速度を一定とする——速さによる推力と抗力の変化は扱わない。既刊との関係：論文723 は、運ぶ相手が燃料そのものなので同じ飛行の中で区間ごとの値段が違うことを示した——そこでは距離が燃料の対数で決まり、増やせば伸びる一方向の交換だった。ここでは距離が二つの逆向きの要求の大きいほうで決まるので、どちらへ動かしても伸びる。一方向の交換と、両側から挟まれた最小になる。加えたのは、二つの距離が逆向きに動くことを数で示したこと、交点の一意性を両端の符号で裏づけたこと、交点を 74.551289 m/s と出したこと、そこが最短であることを両側で確かめたこと、分離子を「二つの距離の向き」に置いたことである。

1. 記法と問い

設定：速さ v で発動機が一つ止まったとする。止める場合は v まで加速した距離に制動距離を足し、続ける場合は残りの加速を片発で背負って浮揚し、空中距離を足す。

$$d_{\text{止}}(v) = \frac{v^2}{2a} + \frac{v^2}{2a_b}, \qquad d_{\text{続}}(v) = \frac{v^2}{2a} + \frac{V_{lo}^2 - v^2}{2a_1} + d_{\text{空}}$$

a は全発動機、a_1 は片発の加速度、a_b は制動の減速度である。$a = 2.0$、$a_1 = 0.8$、$a_b = 3.0$ m/s²、$V_{lo} = 80.0$ m/s、$d_{\text{空}} = 400.0$ m を置く。

問い：止めるか続けるかを分ける速さは、どこから来るのか。

2. 二つの距離は逆向きに動く

計算 2.1：速さごとに二つの距離を出した。

速さ	止まる距離	続ける距離	差
40 m/s	**666.666667** m	**3800.000000** m	**−3133.333333** m
50 m/s	**1041.666667** m	**3462.500000** m	**−2420.833333** m
60 m/s	**1500.000000** m	**3050.000000** m	**−1550.000000** m
70 m/s	**2041.666667** m	**2562.500000** m	**−520.833333** m
80 m/s	**2666.666667** m	**2000.000000** m	**+666.666667** m

> **観察 2.2**
>
> 向きが逆である。止まる距離は速さの二乗で増え、続ける距離は減る——速く走ってから止めるほど長く要り、逆に速くなってから止まったほうが、残りの加速を片発で背負う区間が短くなる。

> **観察 2.3**
>
> だから交点は一つだけ在る。差は単調で、**1 m/s** では負、**80 m/s** では正である——符号が一度だけ変わるので、交わる点が一つに決まる。

> **観察 2.4**
>
> 交点の存在は、片発の加速度が全発動機より小さいことに拠っている。片発の加速度が同じなら、続ける距離は速さに依らなくなる——決心速度という考えは、発動機を失うと加速が落ちるという一事から出ている。

3. 交点が最短を与える

計算 3.1：二分法で交点を求め、V_1 をずらしたときに必要な長さを出した。

V_1	要る長さ（二つの大きいほう）
64.551289 m/s	**2837.424143** m
69.551289 m/s	**2585.981809** m
74.551289 m/s	**2315.789474** m
79.551289 m/s	**2636.836512** m
84.551289 m/s	**2978.716885** m

観察 3.2

これが本稿の芯である。交点が最短を与える。$V_1 = 74.551289$ m/s で **2315.789474 m**、そこから 10 m/s 下げれば **2837.424143 m**、上げれば **2978.716885 m** になる——必要な長さは二つの大きいほうで決まるので、交点から離れると必ず伸びる。

観察 3.3

交点では二つの距離が一致する。二分法の結果で、差は 10^{-6} m 未満である——どちらを選んでも同じ長さで済む唯一の速さである。

観察 3.4

だから V_1 は安全の余裕ではなく、最小化の解である。余裕を取って V_1 を下げると、続ける側が伸びて必要な滑走路長が増える——片側だけを見て「早めに決めたほうが安全」と言うと、もう片側が伸びる。

観察 3.5

ずらし方は左右で同じではない。10 m/s 下げると **521.634670 m** 伸び、上げると **662.927411 m** 伸びる——二本の傾きが違うので、最小の周りは対称でない。

4. 分離子

> **観察 4.1**
>
> 分離子は、二つの距離が速さに対して同じ向きに動くか、逆向きに動くかである。同じ向きなら交点は無く、決心速度という考えが成り立たない——交点が在るのは、発動機を失うと加速が落ちるからである。

> **観察 4.2**
>
> 論文723 と並べる。723 は、運ぶ相手が燃料そのものなので同じ飛行の中で区間ごとの値段が違うことを示した——そこでは距離が一方向の交換だった。ここでは二つの逆向きの要求に挟まれた最小である。一方向の交換と、両側から挟まれた最小。

> **観察 4.3**
>
> 言わないこと。実在の V_1 も規程も、滑走路の状態も、操作の遅れも扱わず、空中距離は前提として置いた——示したのは、V_1 が交点であり、その交点が最短であることである。

5. 点呼と結び

1. **40 m/s** で止まる **666.666667 m**（計算 2.1）：速さとともに増える。
2. **70 m/s** で **2041.666667 m**（計算 2.1）：二乗で伸びる。
3. **40 m/s** で続ける **3800.000000 m**（計算 2.1）：逆向きに動く。
4. **70 m/s** で **2562.500000 m**（計算 2.1）：減っている。
5. 両端の符号が逆（観察 2.3）：交点は一つだけ。
6. $V_1 =$ **74.551289 m/s**（計算 3.1）：二分法で出した。
7. そのとき **2315.789474 m**（計算 3.1）：本稿の芯。
8. **10 m/s** 下げると **2837.424143 m**（計算 3.1）：伸びる。
9. 上げると **2978.716885 m**（計算 3.1）：こちらも伸びる。
10. 二つの距離の向き（観察 4.1）：分離子・論文723。

結び：離陸の決心速度は誰かが選んだ値ではなく、二つの距離が交わる点である。しかもその交点が最短を与える。止まる距離は速さとともに増え（40 m/s で 666.666667 m、70 m/s で 2041.666667 m）、続ける距離は速さとともに減る（同じ二点で 3800.000000 m と 2562.500000 m）——速く走ってから止めるほど長く要り、逆に速くなってから止まったほうが、残りの加速を片発で背負う区間が短くなる。差は単調で、1 m/s では負、80 m/s では正なので、交点は一つだけ在る。二分法で $V_1 = 74.551289$ m/s、そのときの距離は 2315.789474 m になり、交点での二つの距離の差は 10^{-6} m 未満である——必要な長さは二つの大きいほうで決まるので、10 m/s 下げれば 2837.424143 m、上げれば 2978.716885 m と、どちらへ動かしても伸びる。だから V_1 は安全の余裕ではなく最小化の解であり、余裕を取って下げると続ける側が伸びて必要な滑走路長が増える——しかも二本の傾きが違うので、下げると 521.634670 m、上げると 662.927411 m 伸びて、最小の周りは対称でない。交点が在るのは、発動機を失うと加速が落ちるからである——片発の加速度が全発動機と同じなら、続ける距離は速さに依らなくなり、決心速度という考えが成り立たない。分離子は、二つの距離が速さに対して同じ向きに動くか、逆向きに動くかである。既刊との位置——論文723 は一方向の交換を扱った。ここは両側から挟まれた最小である。正直に言えば——実在の V_1 も規程も操作の遅れも扱わず、空中距離は前提として置いた。

参考文献

1. Anderson, J. D. (1999). *Aircraft Performance and Design*. McGraw-Hill.
2. Torenbeek, E. (1982). *Synthesis of Subsonic Airplane Design*. Delft University Press.
3. 山岸勇輝 (2026). 『運ぶ相手が燃料そのものなので、同じ一つの飛行の中で最初の一区間と最後の一区間の値段が違う』[論文723]. Zenodo. 10.5281/zenodo.23015015

山岸 勇輝 (Yuuki YAMAGISHI)

© 2026 Yamagishi Complexity Torus Lab, Japan · Licensed under Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)