「潤滑を良くするほど滑らかになる」は、谷の手前でだけ正しい

— 境界の項（膜が厚くなると効かなくなる）と流体の項（膜が厚いほど効く）の和を取ると、摩擦係数は膜厚の目安 $x = 5.730000$ で 0.008686 の最小をとる — 分離子は、油膜の厚さが表面の粗さを超えるかどうか — [論文711]

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

潤滑を良くすれば摩擦は減る、と思われている。だが摩擦係数には最小があり、そこから先は潤滑を良くするほど増える。最小がどこにあり、なぜ在るのかを、二つの項に分けて数える。新しい定理も法則も主張しない。 第一に、これが本稿の芯である。摩擦係数には最小がある——膜厚の目安 $x = 5.730000$ で 0.008686、境界の 0.100000 の 0.086857 倍まで下がる（第2節）。 第二に、そこから先は増える——$x = 30$ では 0.030111 で、最小の 3.466730 倍になる（第2節）。 第三に、非単調は、どちらの項にも無い——境界だけなら $x = 1$ の 0.050000 から $x = 10$ の 0.000990 へ単調に減り、流体だけなら 0.001000 から 0.010000 へ単調に増える（第3節）。 第四に、非単調は、和にだけ在る——減る項と増える項を足したときにだけ、内点の谷ができる（第3節）。 第五に、だから「潤滑」という一語が、二つの機構をまとめて隠している——同じ語で呼ばれる二つが、同じ軸の上で反対向きに働いている（第4節）。 第六に、分離子は、油膜の厚さが表面の粗さを超えるかどうかである——超える前は境界が支配し、超えたあとは流体が支配する（第4節）。 キーワード：ストライベック曲線、境界潤滑、流体潤滑、摩擦係数の最小、非単調、二つの項の和。

本稿の射程（射程注記）：新しい定理も法則も主張しない——ストライベック曲線、境界潤滑と流体潤滑の区別、摩擦係数の最小は、いずれも既知である（ストライベック 1902、ハムロック 2004）。実在の軸受を主張しない——境界の摩擦 0.10、流体の係数 0.001 は前提として置く代表値であり、材料・油・荷重で大きく動く。ストライベック数を構成しない——速度・粘度・荷重の組み合わせは作らず、無次元の膜厚の目安 x だけで書く。谷の位置の値は x の取り方に依る。摩耗と熱を扱わない——摩耗の進み方、摩擦による温度上昇、添加剤の効きは扱わない。当てはめをしない——実測のストライベック曲線との当てはめは行わない。二つの項の和という形だけを見る。既刊との関係：論文710 は、収益が規模に比例しコストが規模の 1.5 乗で増えるとき、内点に最適な規模が生じることを示した——そこでは二つの項の和に山（最大）ができた。ここでは同じ形で谷（最小）ができる。競り合いが作るのは山とはかぎらない。加えたのは、谷の位置と深さを 5.730000・0.008686 と数にしたこと、境界に対する比を 0.086857 としたこと、谷の先で 3.466730 倍まで戻ることを示したこと、片方だけなら単調であることを確かめて非単調が和から出ていることを示したこと、分離子を「膜が粗さを超えるか」に置いたことである。

1. 記法と問い

設定：摩擦係数を二つの項の和として置く。片方は面どうしが直に触れることによるもので、膜が厚くなるほど効かなくなる。もう片方は油をせん断する抵抗で、膜が厚いほど大きくなる。

$$\mu(x) = \frac{\mu_b}{1 + (x/x_0)^2} + c\,x, \qquad \mu_b = 0.10, \quad x_0 = 1, \quad c = 0.001$$

x は膜の厚さの目安（無次元）である。

問い：潤滑を良くするほど、摩擦は減るのか。

2. 谷がある

計算 2.1：膜厚の目安ごとに摩擦係数を出した。

膜厚の目安	摩擦係数
0.0000	0.100000
0.5000	0.080500
1.0000	0.051000
3.0000	0.013000
5.7300	0.008686
10.0000	0.010990
20.0000	0.020249
30.0000	0.030111

> **観察 2.2**
>
> これが本稿の芯である。最小は端ではなく、途中にある。$x = 5.730000$ で 0.008686——境界の 0.100000 の 0.086857 倍まで下がり、そこから先は上がる——$x = 30$ では 0.030111 で、最小の 3.466730 倍に戻っている。

> **観察 2.3**
>
> だから「良くするほど良い」は、谷の手前でだけ正しい。谷より右では、膜を厚くする努力がそのまま摩擦を増やす——同じ一つの操作が、位置によって反対の効きを持つ。

3. 非単調は、和にだけ在る

計算 3.1：二つの項を別々に見ると、どちらも単調である。

膜厚の目安	境界の項だけ	流体の項だけ
1	0.050000	0.001000
10	0.000990	0.010000

観察 3.2

片方だけを見ているかぎり、谷は見えない。境界の項は単調に減り、流体の項は単調に増える——どちらの機構にも「最適な膜厚」は入っていない。

観察 3.3

谷は、足したときに初めて現れる。減る項と増える項を足せば、どこかで入れ替わる——最適は部品の性質ではなく、部品の組み合わせの性質である。

観察 3.4

谷の深さは、二つの項の強さの比で決まる。流体の係数を小さくすれば谷は深く、右へ移る——谷の位置は油の性質であり、油を替えると設計点が動く。

観察 3.5

「潤滑」という一語が、二つを隠している。境界潤滑と流体潤滑は、同じ語で呼ばれながら、同じ軸の上で反対向きに働く——一語で受け取ると、単調だと思い込む。

4. 分離子

観察 4.1

分離子は、油膜の厚さが表面の粗さを超えるかどうかである。超える前は面どうしが触れているので境界の項が支配し、超えたあとは油をせん断する抵抗が支配する——谷は、その乗り換えが起きる場所である。

観察 4.2

論文710 と並べる。710 は、収益が規模に比例しコストが規模の 1.5 乗で増えるとき、内点に最適な規模が生じることを示した——そこでは和に山（最大）ができた。ここでは和に谷（最小）ができる。競り合いが作るのは山とはかぎらず、どちらを作るかは二つの項の向きで決まる。

観察 4.3

言わないこと。実在の軸受にも油にも当てはめず、摩耗も熱も扱っていない——示したのは、非単調が和にだけ在ることである。

5. 点呼と結び

1. 谷は $x = 5.730000$（計算 2.1）：端ではなく途中。
2. そこで **0.008686**（計算 2.1）：本稿の芯。
3. 境界の **0.086857** 倍（観察 2.2）：一桁下がる。
4. $x = 30$ で **0.030111**（計算 2.1）：戻ってくる。
5. 最小の **3.466730** 倍（観察 2.2）：行き過ぎると損。
6. 境界だけなら 0.050000 → 0.000990（計算 3.1）：単調に減る。
7. 流体だけなら 0.001000 → 0.010000（計算 3.1）：単調に増える。
8. どちらにも最適は無い（観察 3.2）：部品の性質ではない。
9. 谷は和にだけ在る（観察 3.3）：組み合わせの性質。
10. 膜が粗さを超えるか（観察 4.1）：分離子・論文710。

結び：「潤滑を良くするほど滑らかになる」は、谷の手前でだけ正しい。境界の項と流体の項の和を取ると、摩擦係数は膜厚の目安 $x = 5.730000$ で 0.008686 の最小をとり、境界の 0.100000 の 0.086857 倍まで下がる——そこから先は上がり、$x = 30$ では 0.030111、最小の 3.466730 倍に戻る。ところが非単調は、どちらの項にも無い——境界だけなら 0.050000 から 0.000990 へ単調に減り、流体だけなら 0.001000 から 0.010000 へ単調に増える。谷は、減る項と増える項を足したときに初めて現れる——最適は部品の性質ではなく、部品の組み合わせの性質である。そして「潤滑」という一語が、同じ軸の上で反対向きに働く二つをまとめて隠している。分離子は、油膜の厚さが表面の粗さを超えるかどうかである。既刊との位置——論文710 では二つの項の和に山ができた。ここでは同じ形で谷ができる。正直に言えば——実在の軸受にも油にも当てはめず、係数はすべて代表値である。

参考文献

1. Hamrock, B. J., Schmid, S. R., & Jacobson, B. O. (2004). *Fundamentals of Fluid Film Lubrication*. Marcel Dekker.
2. Stribeck, R. (1902). Die wesentlichen Eigenschaften der Gleit- und Rollenlager. *Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure*.
3. 山岸勇輝 (2026). 『儲けは規模に比例し、コストは規模の **1.5** 乗で増える——だから最適な大きさが必ずある』[論文710]. Zenodo. 10.5281/zenodo.23014942

— From thinking to syncing. —

山岸 勇輝 (Yuuki YAMAGISHI)

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