

びくつく原因は摩擦の大きさではなく、二つの摩擦の差である

— 静止摩擦 **30 N**・動摩擦 **20 N**・ばね **1000 N/m** で、一回の滑りは **20.0000 mm** 飛ぶ — 二つが等しければ振幅はちょうど **0** である — ばねを **10** 倍硬くしても、振幅は **1/10** になるだけで消えない — [論文439]

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

摩擦が大きいと、動きがぎくしゃくすると思われている。本稿が示すのは、原因が大きさではなく差であることである——二つの摩擦が等しければ、摩擦がどれだけ大きくても滑らかに動く。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。一回の滑りの振幅は $2(F_s - F_k)/k$ で、静止 **30 N**・動 **20 N**・ばね **1000 N/m** なら **20.0000 mm** である（第2節）。第二に、二つの摩擦が等しければ、振幅はちょうど **0** になる（第3節）。第三に、比を **1.1**・**1.5**・**2.0** と上げると、振幅は **5.4545**・**20.0000**・**30.0000 mm** と単調に増える（第3節）。第四に、ばねを **10** 倍硬くすると、振幅は **20.0000** から **2.0000 mm** へ、ちょうど **1/10** になる（第3節）。第五に、ただし硬くしても消えない。比が **1** でない限り、振幅は残る（第3節）。第六に、分離子は「摩擦の大きさか、二つの摩擦の差か」である（第4節）。キーワード：スティックスリップ、静止摩擦、動摩擦、摩擦振動。

本稿の射程（射程注記）：新しい定理も法則も主張しない——静止摩擦と動摩擦の区別、スティックスリップの機構はどちらも既知である。摩擦の起源を論じない——なぜ静止摩擦のほうが大きいのかという議論は主題ではない。速度依存を扱わない——動摩擦が滑り速度で変わる場合の詳しい扱いは主題ではなく、本稿は二つの定数で近似する。減衰を入れない——実際には振動が減衰し、振幅は次第に落ち着く。本稿は一回の滑りの大きさだけを見る。材料の値を主張しない—— $30\text{ N} \cdot 20\text{ N} \cdot 1000\text{ N/m}$ は説明のための代表値である。音を扱わない——きしみ音の周波数や音圧は主題ではない。既刊との関係：論文430 は見かけの面積を広げても摩擦力が変わらないことを示した——そこでも、動かした量が結果を動かさなかった。論文300 は同根か別根かが判定できることを示した——「摩擦が大きい」と「二つの摩擦が違う」は、その基準で別根である。論文438 は双方が同じだけ改良すると比が動かないことを示した——そこでも、差がゼロなら何も起きなかった。論文422 は核心と名指された条件が結果を動かさないことを示した——ここでも、大きさという目立つ量が効いていない。加えたのは、一回の滑りの振幅を 20.0000 mm と数に出したこと、差がゼロなら振幅がちょうど 0 になることを境目の反対側に置いたこと、四つの比で振幅を並べたこと、ばねの硬さと振幅が逆比になることを示したこと、硬くしても消えないことを示したこと、分離子を「大きさか差か」に置いたことである。

1. 記法と問い

設定：ばね定数 k のばねで物体を引く。静止摩擦を F_s 、動摩擦を F_k とする。ばねの力が F_s に達すると滑り出し、 F_k で釣り合う位置を通り越して行き過ぎ、また止まる。

$$\Delta x = \frac{2(F_s - F_k)}{k}$$

以下 $F_s = 30\text{ N}$ 、 $F_k = 20\text{ N}$ 、 $k = 1000\text{ N/m}$ とする。

観察 1.1

摩擦が大きいと、動きがぎくしゃくすると思われる。重いものは引きずるとがたつく——大きさが原因に見える。

観察 1.2

だが式に入っているのは差である。 $F_s - F_k$ —— F_s も F_k も単独では現れない。

問い：差がゼロなら、摩擦がどれだけ大きくても滑らかなのか。

2. 一回の滑りは 20 mm 飛ぶ

計算 2.1：与えた値で振幅を出す。

$\Delta x = 2(30 - 20)/1000 = 0.020000 \text{ m} = \mathbf{20.0000 \text{ mm}}$ である。

観察 2.2

20 mm は目に見える。手で引いていれば、はっきり分かる飛び方である——滑らかに動いているのではなく、止まっては飛んでいる。

観察 2.3

この式に、荷重も面積も入っていない。二つの摩擦とばねだけ——論文430 で摩擦係数から形が消えたのと、同じ形の消え方である。

観察 2.4

F_s と F_k を同じだけ増やしても、振幅は動かない。差が変わらないからである——もっと強く押しつけても、飛び方は同じになる。

3. 差がゼロなら、振幅もゼロ

計算 3.1：静止摩擦を 30 N に固定し、静／動の比を変える。

静／動 の比	振幅 [mm]
1.00	0.0000
1.10	5.4545
1.50	20.0000
2.00	30.0000

観察 3.2

比がちょうど 1 なら、振幅はちょうど 0 である。摩擦は 30 N もあるのに、まったく飛ばない——境目の反対側であり、大きさが原因でないことを示す。

観察 3.3

比が 1.1 でも 5.4545 mm 飛ぶ。一割の差で、五ミリ——差はわずかでよい。

計算 3.4：ばねを硬くする。

ばね [N/m]	振幅 [mm]
1000	20.0000
10000	2.0000

観察 3.5

10 倍硬くすると、ちょうど 1/10 になる。逆比である——だから機械を剛にすると、びくつきは小さくなる。

観察 3.6

だが消えない。比が 1 でない限り、どれだけ硬くしても振幅は正のまま残る——剛性は症状を薄めるだけで、原因を取り除かない。

4. 分離子

分離子：摩擦の大きさか、二つの摩擦の差か。

観察 4.1

大きさを動かしても、差が同じなら振幅は動かない。 F_g と F_k を揃えて上げる——押しつけを強くしても飛び方は同じである。

観察 4.2

差を動かすと、振幅が動く。比 1.0 から 2.0 で 0 から 30 mm——ここだけが効いている。

観察 4.3

これは論文300 の基準で別根である。どちらも「摩擦のせい」と呼ばれる——一方は水準、一方は二つの水準の差である。

観察 4.4

だから直し方も二通りある。差を減らす（潤滑を変える）か、ばねを硬くする——前者は原因を、後者は症状を扱う。

観察 4.5

そして「よく滑る材料に替える」は、必ずしも効かない。摩擦が小さくても差が大きければ飛ぶ——選ぶべきは、小さい摩擦ではなく差の小さい摩擦である。

観察 4.6

正直に言えば——本稿は動摩擦を定数として扱った。実際には滑り速度で変わり、その依存が振動の形を決める——変わらないのは、差がゼロなら振幅もゼロだという点である。

観察 4.7

最後に一つ——減衰も入れていない。実際の振動は次第に落ち着く——本稿が出したのは一回の滑りの大きさで、その後の履歴ではない。

5. 点呼と結び

1. 一回の滑りは **20.0000 mm**（計算 2.1）：目に見える。
2. 式に荷重も面積も入らない（観察 2.3）：二つの摩擦とばねだけ。
3. 両方を同じだけ上げて動かない（観察 2.4）：差が変わらない。
4. 比が **1** なら振幅はちょうど **0**（計算 3.1）：境目の反対側。
5. 比 **1.1** でも **5.4545 mm**（計算 3.1）：一割の差で五ミリ。
6. 比 **2.0** で **30.0000 mm**（計算 3.1）：単調に増える。
7. ばね **10** 倍で **2.0000 mm**（計算 3.4）：ちょうど **1/10**。
8. 硬くしても消えない（観察 3.6）：症状を薄めるだけ。
9. 小さい摩擦より差の小さい摩擦（観察 4.5）：選ぶ基準。
10. 分離子は大きさか差か（観察 4.3）：論文300 の基準で別根。

結び：摩擦が大きいと動きがぎくしゃくすると思われる——重いものは引きずるとがたつくので、大きさが原因に見える。だが式に入っているのは差 $F_s - F_k$ であって、 F_s も F_k も単独では現れない。一回の滑りは、はっきり飛ぶ——静止摩擦 **30 N**・動摩擦 **20 N**・ばね **1000 N/m** なら、振幅は $2(30 - 20)/1000 = \mathbf{20.0000\ mm}$ である。手で引いていれば分かる飛び方で、滑らかに動いているのではなく、止まっては飛んでいる。この式に荷重も面積も入っておらず、論文430 で摩擦係数から形が消えたのと同じ形の消え方をしている。だから F_s と F_k を同じだけ増やしても振幅は動かず、もっと強く押しつけても飛び方は同じである。差がゼロなら、振幅もゼロである——静／動の比がちょうど **1** なら、摩擦が **30 N** もあるのに振幅はちょうど **0** になる。比を **1.1**・**1.5**・**2.0** と上げると **5.4545**・**20.0000**・**30.0000 mm** と単調に増え、一割の差でも五ミリ飛ぶ。ばねを **10** 倍硬くすると振幅は **2.0000 mm** へちょうど **1/10** になるので、機械を剛にすればびくつきは小さくなる。ただし消えない——比が **1** でない限り、どれだけ硬くしても振幅は正のまま残るので、剛性は症状を薄めるだけで原因を取り除かない。分けているものは一つ——摩擦の大きさか、二つの摩擦の差か。大きさを動かしても差が同じなら振幅は動かず、差を動かせば **0** から **30 mm** まで動く。論文300 の基準で別根であり、どちらも「摩擦のせい」と呼ばれるが、一方は水準、一方は二つの水準の差である。だから直し方も二通りあり、差を減らす（潤滑を変える）のは原因を、ばねを硬くするのは症状を扱う。そして「よく滑る材料に替える」は必ずしも効かない——摩擦が小さくても差が大きければ飛ぶので、選ぶべきは小さい摩擦ではなく差の小さい摩擦である。正直に言えば——本稿は動摩擦を定数として扱った。実際には滑り速度で変わり、その依存が振動の形

を決める。変わらないのは、差がゼロなら振幅もゼロだという点である。最後に一つ——減衰も入れていない。実際の振動は次第に落ち着く。本稿が出したのは一回の滑りの大きさであって、その後の履歴ではない。

参考文献

1. Bowden, F. P., & Tabor, D. (1950). *The Friction and Lubrication of Solids*. Oxford: Clarendon Press.
 2. Rabinowicz, E. (1958). The Intrinsic Variables Affecting the Stick-Slip Process. *Proceedings of the Physical Society*.
 3. Dieterich, J. H. (1979). Modeling of Rock Friction. *Journal of Geophysical Research*, 84(B5).
 4. Ruina, A. (1983). Slip Instability and State Variable Friction Laws. *Journal of Geophysical Research*, 88(B12).
 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). 『規則の核心と名指された条件を外しても、成績が動かない』 [論文422]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22700081
 7. 山岸勇輝 (2026). 『接触面を **100** 倍広げても、摩擦力は変わらない』 [論文430]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22700470
 8. 山岸勇輝 (2026). 『どちらも **7.2446** 倍になり、比は動かなかった』 [論文438]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22732350
-

— *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)