羽ばたきの速さを決めているのは神経ではなく、ばねと質量である

— 神経のインパルスが 20 Hz でも羽ばたきは 200 Hz（10.000000 倍）で、羽ばたき一回は 5.000000 ms、神経の間隔は 50.000000 ms — 分離子は、指令が一回ごとに動きを作るか、指令が振動を保つだけか — [論文831]

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

昆虫の羽ばたきには、神経のインパルスより速いものがある。本稿は、その速さを決めているのが指令の側ではなく、ばねと質量の共振であることを数える。新しい定理も法則も主張しない。 第一に、羽ばたきは指令より速い——神経が 20 Hz、羽ばたきが 200 Hz で 10.000000 倍、時間で見れば 5.000000 ms と 50.000000 ms である（第2節）。 第二に、これが本稿の芯である。その速さは共振で書ける——実効質量 1.0×10^{-6} kg で 200 Hz を作るばね定数は 1.579137 N/m である（第3節）。 第三に、質量を動かすと、平方根の逆で動く——4 倍にすると 100.000000 Hz、0.25 倍にすると 400.000000 Hz である（第3節）。 第四に、ばねを動かしても同じだけ動く——ばね定数 1.0 N/m なら 159.154943 Hz、2.5 N/m なら 251.646061 Hz である（第3節）。 第五に、だから上限を上げる手が変わる——指令が速さを決めるなら頻度を上げるしかないが、共振が決めるなら羽を軽くするか胸を硬くすればよい（第4節）。 第六に、分離子は、指令が一回ごとに動きを作るか、指令が振動を保つだけかである——同じ「筋が動かしている」という言い方が、二つの別の仕組みを指している（第4節）。
キーワード：非同期筋、共振、ばね定数、実効質量、羽ばたき、代表値。

> 本稿の射程（射程注記）：新しい定理も法則も主張しない——非同期の飛翔筋が神経のインパルスより高い頻度で振動すること、伸張によって活性化されること、胸が共振系として働くことは、いずれも既知である。値はすべて代表値である——神経 **20 Hz**、羽ばたき **200 Hz**、実効質量 1.0×10^{-6} **kg** は、桁を見るために置いた値である。実在の昆虫を論じない——種ごとの周波数、筋の微細構造、温度の効きは扱わない。空気力学に入らない——揚力の作り方、渦、羽の形は主題ではない。機構を主張しない——伸張による活性化の分子の仕組みは名前を挙げるにとどめる。既刊との関係：論文**326** は、二乗三乗の「法則」が法則ではなく恒等式であることを示した——本稿はその隣に置く。ここでも周波数は測るべき性能ではなく、ばね定数と質量の割り算の平方根である。論文**300** は同根か別根かが判定できることを示した——「指令が速い」と「共振が速い」は別根であり、上限を動かす手が違う。加えたのは、指令と羽ばたきの比を **10.000000** 倍と数えたこと、**200 Hz** を作るばね定数を **1.579137 N/m** と出したこと、質量とばねを動かしたときの共振の動きを平方根の逆として並べたこと、分離子を「一回ごとの指令か、振動を保つ指令か」に置いたことである。

1. 記法と問い

設定：ばね定数 k と実効質量 m の系は、次の周波数で共振する。

$$f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$$

神経のインパルスの頻度を **20 Hz**、羽ばたきを **200 Hz**、実効質量を 1.0×10^{-6} **kg** と置く。

問い：羽ばたきの速さを決めているのは、指令の頻度か、共振か。

2. 指令より速い

計算 **2.1**：時間で比べた。

測ったもの	頻度	一回あたりの時間
神経のインパルス	**20** Hz	**50.000000** ms
羽ばたき	**200** Hz	**5.000000** ms
比	**10.000000**	**10.000000**

> **観察 2.2**
>
> 一回の指令が一回の動きを作るのでは、この速さにならない。指令の間隔 50.000000 ms のあいだに、羽は 10 回動く——指令は動きを一つずつ作っているのではなく、振動を保っているだけである。

3. 共振で書く

計算 3.1：ばね定数を変えて共振を出した。

ばね定数（N/m）	共振（Hz）
1.0	159.154943
1.58	200.054661
2.5	251.646061

ちょうど 200 Hz にするばね定数は 1.579137 N/m である。

計算 3.2：ばね定数を 1.579137 N/m に固定して、実効質量を変えた。

実効質量	共振（Hz）	平方根の逆なら
0.25 倍	400.000000	2.000000 倍
1 倍	200.000000	1.000000 倍
4 倍	100.000000	0.500000 倍

> **観察 3.3**
>
> これが本稿の芯である。速さは質量とばねで書ける。200 Hz を作るのに要るばね定数は 1.579137 N/m で、質量を 4 倍にすれば 100.000000 Hz に落ちる——どちらも指令の頻度とは関係がない。

4. 分離子

> **観察 4.1**
>
> 分離子は、指令が一回ごとに動きを作るか、指令が振動を保つだけかである。前者なら速さの上限は神経の頻度で決まり、後者ならばねと質量で決まる——同じ「筋が動かしている」という言い方が、二つの別の仕組みを指している。

> **観察 4.2**
>
> だから上限を上げる手が変わる。指令の側なら頻度を上げるしかないが、共振の側なら羽を軽くするか胸を硬くすればよい——質量を 0.25 倍にすれば 400.000000 Hz になる。

> **観察 4.3**
>
> 論文326・300 と並べる。326 は二乗三乗の「法則」が恒等式であることを示した——ここでも周波数は性能ではなく、ばね定数と質量の割り算の平方根である。300 は同根か別根かが判定できることを示した——「指令が速い」と「共振が速い」は別根である。

> **観察 4.4**
>
> 言わないこと。実在の昆虫、筋の分子の仕組み、空気力学、温度の効きは扱わない——示したのは、上限を決める側が変わると手も変わるということである。

5. 点呼と結び

1. 神経 20 Hz・羽ばたき 200 Hz（計算 2.1）：比 **10.000000**。
2. 5.000000 ms と 50.000000 ms（計算 2.1）：時間で見ても同じ比。
3. 指令の間に 10 回動く（観察 2.2）：一対一ではない。
4. ばね定数 **1.579137** N/m（計算 3.1）：本稿の芯・200 Hz を作る。
5. 1.0 N/m なら **159.154943** Hz（計算 3.1）：柔らかいと遅い。
6. 2.5 N/m なら **251.646061** Hz（計算 3.1）：硬いと速い。

7. 質量 **4** 倍で **100.000000 Hz**（計算 3.2）：平方根の逆。
8. **0.25** 倍で **400.000000 Hz**（計算 3.2）：軽いと速い。
9. 上限を上げる手が変わる（観察 4.2）：頻度か、質量とばねか。
10. 一回ごとか、保つだけか（観察 4.1）：分離子・論文**326**・**300**。

結び：羽ばたきの速さを決めているのは神経ではなく、ばねと質量である。神経が **20 Hz**、羽ばたきが **200 Hz** で **10.000000** 倍、時間では **50.000000 ms** の指令の間に羽が **10** 回動く——一回の指令が一回の動きを作るのでは、この速さにならないからである。実効質量 1.0×10^{-6} **kg** で **200 Hz** を作るばね定数は **1.579137 N/m** で、質量を **4** 倍にすれば **100.000000 Hz**、**0.25** 倍にすれば **400.000000 Hz** になり、ばね定数を **1.0 N/m** にすれば **159.154943 Hz**、**2.5 N/m** にすれば **251.646061 Hz** になる——どれも指令の頻度とは関係がない。分離子は、指令が一回ごとに動きを作るか、指令が振動を保つだけかで、上限を上げる手もそれで変わる。既刊との位置——論文**326** の「法則ではなく恒等式」の隣に置き、論文**300** の規律で「指令が速い」と「共振が速い」を別根として扱った。正直に言えば——値はすべて代表値で、実在の昆虫も空気力学も扱っていない。

参考文献

1. 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
2. 山岸勇輝 (2026). 『二乗三乗の「法則」は、法則ではなく恒等式である』[論文326]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22209992

— *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)