分裂の回数の限界は、体を作る側ではなく、作り替えを支える側で効く

— 体の細胞 3.7×10^{13} 個を一個から作るのに要る分裂は 45.072591 回で、50 回の限界の内側にある

— 分離子は、木として数えるか、流れとして数えるか — [論文820]

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

分裂の回数には限界がある（ヘイフリック限界・約 50 回）。本稿は、その限界が体を作る側と作り替えを支える側のどちらで効くのかを、同じ総数を二通りに数えて比べる。新しい定理も法則も主張しない。 第一に、体を作るには足りる——細胞 3.7×10^{13} 個を一個から作るのに要る分裂は **45.072591** 回で、50 回の内側にある（第2節）。 第二に、木として数えると、作り替えもぎりぎり近い——80 年ぶんの 8.766000×10^{15} 個は **52.960840** 回で、限界を **2.960840** 回（**7.785772** 倍）しか超えない（第3節）。 第三に、これが本稿の芯である。流れとして数えると、桁が変わる——供給する側の細胞 2×10^{4} 個で増幅 20 段を見込んでも、一個あたり 4.179955×10^{5} 回＝限界の 8.359909×10^{3} 倍要る（第3節）。 第四に、増幅を厚くしても、桁は残る——23 段まで見込んでも 5.224943×10^{4} 回＝限界の 1.044989×10^{3} 倍である（第3節）。 第五に、だから限界が効くのは、増幅する側ではなく供給する側である——増幅する細胞は使い捨てでよいが、供給する細胞は同じ役目を何万回も続けなければならない（第4節）。 第六に、分離子は、木として数えるか、流れとして数えるかである——同じ総数が、数え方で 10^{3} 倍以上違う回数を要求する（第4節）。 キーワード：ヘイフリック限界、細胞分裂、組織の作り替え、増幅、数え方、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——分裂の回数に限界があること（ヘイフリック）、幹細胞がテロメラーゼで限界を超えること、組織の作り替えが続くことは、いずれも既知である。値はすべて代表値である——体の細胞 3.7×10^{13} 個、作り替え 3×10^{11} 個/日、供給する側の細胞 2×10^{4} 個、増幅の段数 20 から 23 段は、桁を見るための値である。生物の機構を主張しない——テロメアの長さ、テロメラーゼの働き、幹細胞の分化の道筋は名前を挙げるにとどめる。老化を論じない——限界が老化の原因かどうかは扱わない。がんに入らない——限界を外れた細胞の話は主題ではない。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「50 回」という数の意味は、どの数え方の上で言うかで変わる。論文300 は同根か別根かが判定できることを示した——木として数えた回数と流れとして数えた回数は別根であり、同じ「分裂の回数」という語の下に置かない。加えたのは、体を作る側の回数を 45.072591 回と数えたこと、木として数えた作り替えが限界を 2.960840 回しか超えないことを測ったこと、流れとして数え直すと限界の 10^{3} 倍以上になることを示したこと、分離子を「木か、流れか」に置いたことである。

1. 記法と問い

設定：一個の細胞が n 回分裂すると 2^{n} 個になる。ヘイフリック限界を 50 回とし、$2^{50} = 1.125900 \times 10^{15}$ 個である。

体の細胞を 3.7×10^{13} 個、作り替えを血球 2×10^{11} 個/日と腸の上皮 1×10^{11} 個/日、期間を 80 年とする。

問い：限界 50 回は、どちらの側で効くのか。

2. 体を作る側

計算 2.1：一個から 3.7×10^{13} 個を作るのに要る分裂は $\log_2(3.7 \times 10^{13}) = 45.072591$ 回である。

> **観察 2.2**
>
> 体を作るには足りる。45.072591 回は 50 回の内側にある——一個の受精卵から体を組み上げるだけなら、限界に触れない。

3. 作り替えを支える側

計算 3.1：80 年ぶんの作り替えは 8.766000×10^{15} 個である。これを一個から木のように作るなら 52.960840 回で、限界を 2.960840 回（倍率で 7.785772 倍）超える。

> **観察 3.2**
>
> 木として数えると、超え方は小さい。0.891302 桁しか足りない——この数え方だけを見ると、限界はほとんど足りているように見える。

計算 3.3：ところが作り替えは、一個から木を広げるのではなく、供給する側の細胞が何度も分けて出す流れである。供給する側を 2×10^4 個、1 回の供給が増幅で 2^k 個になるとして、一個あたりの分裂回数を出した。

増幅の段数 k	一個あたりの分裂（回）	1 日あたり（回）	限界の何倍か
0	4.383000×10^{11}	1.500000×10^{7}	8.766000×10^{9}
10	4.280273×10^{8}	1.464844×10^{4}	8.560547×10^{6}
20	4.179955×10^{5}	14.305115	8.359909×10^{3}
23	5.224943×10^{4}	1.788139	1.044989×10^{3}

> **観察 3.4**
>
> これが本稿の芯である。流れとして数えると、桁が変わる。増幅を 20 段見込んでも限界の 8.359909×10^3 倍、23 段でも 1.044989×10^3 倍である——増幅する細胞は使い捨てでよいが、供給する細胞は同じ役目を何万回も続けなければならない。

4. 分離子

> **観察 4.1**
>
> 分離子は、木として数えるか、流れとして数えるかである。同じ 8.766000×10^{15} 個という総数が、木なら 52.960840 回、流れなら 4.179955×10^5 回を要求する——総数が同じでも、誰が何回分けるかで要る回数が 10^3 倍以上変わる。

観察 4.2

だから限界は、供給する側でだけ問題になる。増幅する側は 20 段そこそこで役目を終えるので 50 回の内側に収まる——限界を超える必要があるのは、続ける側だけである。

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「50 回」の意味は、どの数え方の上で言うかで変わる。300 は同根か別根かが判定できることを示した——木の回数と流れの回数は別根である。

観察 4.4

言わないこと。テロメアの機構、老化の原因、がん、幹細胞の分化の道筋は扱わない——示したのは、数え方で要る回数が桁で変わるということである。

5. 点呼と結び

1. 体を作るのに **45.072591** 回（計算 2.1）：限界の内側。
2. $2^{50} = 1.125900 \times 10^{15}$ 個（第2節）：限界で作れる数。
3. 作り替えは 8.766000×10^{15} 個（計算 3.1）：80 年ぶん。
4. 木なら **52.960840** 回（計算 3.1）：**2.960840** 回だけ超える。
5. 倍率 **7.785772**（観察 3.2）：0.891302 桁。
6. 流れなら $k = 20$ で 4.179955×10^{5} 回（計算 3.3）：本稿の芯。
7. 限界の 8.359909×10^{3} 倍（観察 3.4）：桁が変わる。
8. $k = 23$ でも 1.044989×10^{3} 倍（計算 3.3）：厚くしても残る。
9. 1 日 14.305115 回（計算 3.3）：供給する側の負担。
10. 木か、流れか（観察 4.1）：分離子・論文326・300。

結び：分裂の回数の限界は、体を作る側ではなく、作り替えを支える側で効く。体の細胞 3.7×10^{13} 個を一個から作るのに要る分裂は 45.072591 回で限界の内側にあり、80 年ぶんの作り替え 8.766000×10^{15} 個も、木のように数えれば 52.960840 回で、超え方は 2.960840 回（7.785772 倍）にすぎない——この数え方では、限界はほとんど足りているように見える。ところが作り替えは流れなので、供給する側の細胞 2×10^{4} 個で増幅 20 段を

見込んでも一個あたり 4.179955×10^5 回＝限界の 8.359909×10^3 倍、23 段でも 1.044989×10^3 倍要る——増幅する細胞は使い捨てでよいが、供給する細胞は続けなければならないからである。分離子は、木として数えるか、流れとして数えるかである。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 の規律で二つの数え方を別根として扱った。正直に言えば——値はすべて代表値で、テロメアの機構も老化の原因も扱っていない。

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)