ドレイクの方程式の答えの幅は、観測でまだ挟めない因子の幅でほとんど決まる

— 対数の分散の内訳は、生命が生まれる割合が **0.665255**、通信する期間が **0.239492**、観測で挟める三つは合わせて **0.008770** — 分離子は、その因子を観測で挟めるかどうかである — [論文646]

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

ドレイクの方程式は、銀河の中で今通信できる文明の数 N を、七つの因子の積として書く。星が生まれる数、惑星を持つ割合、住める惑星の数、生命が生まれる割合、知性に至る割合、通信する割合、通信する期間である。掛け算は、値だけでなく不確かさも掛け合わせる。各因子の幅を前提として置き、答えの幅がどの因子から来るかを数える。新しい定理も法則も主張しない。地球外の文明が在るとも無いとも主張しない。 第一に、答えは **22.778151** 桁の幅をもつ——本稿が置いた幅では、七つを全部小さくとった積は 5×10^{-15}、全部大きくとった積は 3×10^{8} で、ひらきは **22.778151** 桁だった（第2節）。 第二に、これが本稿の芯である。答えの幅は、観測でまだ挟めない因子でほとんど決まる——各因子を対数で一様にとると、$\log_{10} N$ の分散の取り分は、生命が生まれる割合 **0.665255**、通信する期間 **0.239492**、知性 **0.059873**、通信 **0.026610**。観測で挟める三つ（星・惑星・住める惑星）は合わせて **0.008770**、挟めない四つは **0.991230** だった（第3節）。 第三に、「N が 1 未満の割合」は、置いた幅の答えである——乱数 **400000** 回で、N の中央値は **0.001211**、N が 1 未満になる割合は **0.775000** だった。生命が生まれる割合の下限だけを 10^{-10} から 10^{-30} に替えると、その割合は **0.925480** になった（第4節）。 第四に、分離子は、その因子を観測で挟めるかどうかである——観測で挟める三つをどれほど正確に測っても、答えの幅は取り分 **0.008770** しか縮まない（第5節）。 キーワード：ドレイクの方程式、不確かさの伝播、対数一様分布、地球外文明、分散の内訳。

本稿の射程（射程注記）：新しい定理も法則も主張しない——ドレイクの方程式（1961）と、各因子の不確かさを対数で掛け合わせて答えの分布を出す扱い（サンドバーグ・ドレクスラー・オード 2018）は、いずれも既知である。地球外の文明が在るとも無いとも主張しない——幅は前提であって事実ではない。数えたのは、置いた幅の中で答えがどう散らばるかである。フェルミのパラドックスの解決は論じない。分布の形も前提である——各因子を対数で一様とした。別の形をとれば値は動く。既刊との関係：論文292 は、足せるのは対数だけであることを示した——ここでも、積の不確かさは対数の分散の和として足せる。論文555 は、掛け算では律速でない工程を直しても効くことを示した——同じ掛け算が、不確かさについては、幅の狭い因子を狭めてもその取り分しか減らないことを生む。加えたのは、分散の内訳を閉じた式と乱数で突き合わせたこと、一つの因子の下限を動かして答えの割合が動くことを見せたこと、分離子を観測で挟めるかどうかに置いたことである。

1. 記法と問い

設定：ドレイクの方程式は

$$N = R_* \, f_p \, n_e \, f_l \, f_i \, f_c \, L$$

である。R_* は銀河で一年に生まれる星の数、f_p は惑星を持つ割合、n_e は一つの惑星系で住める惑星の数、f_l は生命が生まれる割合、f_i は知性に至る割合、f_c は通信する割合、L は通信する期間（年）である。

幅（前提）：R_* 1〜3、f_p 0.5〜1、n_e 0.1〜1 は、星や惑星の観測で挟める。f_l 10^{-10}〜1、f_i 10^{-3}〜1、f_c 10^{-2}〜1、L 10^{2}〜10^{8} 年は、観測でまだ挟めない。これらの幅は本稿が置いた前提で、別の幅をとれば答えは動く。

問い：答えの幅は、どの因子から来るか。

2. 積の幅

計算 2.1：七つを全部下端にとると積は 5×10^{-15}、全部上端にとると 3×10^{8} で、ひらきは 22.778151 桁だった。

> **観察 2.2**
>
> 掛け算は、幅も掛け合わせる。因子の一つ一つの幅は、せいぜい 10 桁である。それが七つ掛かると、端と端は 22.778151 桁ひらく——「答えは N 個」と一つの数で言うとき、この幅が隠れる。

3. 分散の内訳

計算 3.1：$\log_{10} N$ は七つの因子の対数の和である。各因子を対数で一様にとると、それぞれの対数の分散は（幅の対数）の二乗の 12 分の 1 で、和の分散は分散の和になる。

因子	対数の分散	取り分
R_*	0.0190	0.001514
f_p	0.0076	0.000603
n_e	0.0833	0.006653
f_l	8.3333	0.665255
f_i	0.7500	0.059873
f_c	0.3333	0.026610
L	3.0000	0.239492

観測で挟める三つの取り分は合わせて 0.008770、挟めない四つは 0.991230 だった。

計算 3.2：乱数 400000 回で $\log_{10} N$ をつくると、平均は -2.908933（閉じた式 -2.911954）、分散は 12.504821（閉じた式 12.526522）で、平均の差は 0.02 未満、分散の比は 0.99 と 1.01 の間に入った。

> **観察 3.3**
>
> これが本稿の芯である。答えの幅は、観測でまだ挟めない因子でほとんど決まる。生命が生まれる割合ひとつで取り分 0.665255、通信する期間と合わせると大半を占める。星や惑星の観測は、この半世紀で大きく進んだ——だがその三つの取り分は 0.008770 である——よく測れる因子と、答えを決めている因子は別である。

4. 置いた幅の答え

計算 4.1：乱数 400000 回で、N の中央値は 0.001211、N が 1 未満になる割合は 0.775000 だった。

計算 4.2：生命が生まれる割合の下限だけを 10^{-10} から 10^{-30} に替えると、中央値は 1.271×10^{-13}、N が 1 未満になる割合は 0.925480 だった。

観察 4.3

「N が 1 未満の割合」は、宇宙の答えではなく、置いた幅の答えである。一つの因子の下限を動かすだけで、割合は 0.775000 から 0.925480 へ動いた。観測でまだ挟めない因子の幅は、観測ではなく、置く人が決めている——だから本稿は、地球外の文明が在るとも無いとも言わない。

5. 分離子

観察 5.1

分離子は、その因子を観測で挟めるかどうかである。観測で挟める三つをどれほど正確に測っても、答えの対数の分散は取り分 0.008770 しか減らない。答えを狭めるのは、生命が生まれる割合や通信する期間を挟む手立てのほうである——式の形は同じまま、どの因子に手が届くかで、答えの確かさが決まる。

観察 5.2

論文292 と論文555 と並べる。292 は、足せるのは対数だけであることを示した。ここでも、積の不確かさは対数の分散の和として足せた。555 は、掛け算では律速でない工程を直しても効くことを示した——同じ掛け算が、各因子の効き目を他の因子から切り離す。値ではそれがどの工程を直しても効くことを生み、不確かさではそれが幅の狭い因子を狭めてもその取り分しか減らないことを生む。

観察 5.3

言わないこと。地球外の文明の有無、フェルミのパラドックスの解決、各因子の本当の値は論じない——示したのは、置いた幅の中で答えの幅がどの因子から来るかである。

6. 点呼と結び

1. 積の幅 **22.778151** 桁（計算 2.1）：掛け算は幅も掛ける。
2. f_l の取り分 **0.665255**（計算 3.1）：最大。
3. L の取り分 **0.239492**（計算 3.1）：二番目。

4. 観測で挟める三つ **0.008770**（計算 3.1）：わずか。
5. 挟めない四つ **0.991230**（計算 3.1）：ほとんど。
6. 閉じた式と乱数が合う（計算 3.2）：平均・分散。
7. よく測れる因子と答えを決める因子は別（観察 3.3）：本稿の芯。
8. N が 1 未満の割合 **0.775000**（計算 4.1）：置いた幅での値。
9. 下限を動かすと **0.925480**（計算 4.2）：置いた幅の答え。
10. 観測で挟めるかが分離子（観察 5.1）：論文292・論文555。

結び：ドレイクの方程式は七つの因子を掛けるだけで、掛け算は値だけでなく不確かさも掛け合わせる。本稿が置いた幅で、答えの端と端は 22.778151 桁ひらき、対数の分散の 0.991230 は観測でまだ挟めない四つの因子から来ていた。観測で挟める三つの取り分は 0.008770 で、N が 1 未満になる割合は、一つの下限を動かすだけで 0.775000 から 0.925480 へ動いた——それは宇宙の答えではなく、置いた幅の答えである。分離子は、その因子を観測で挟めるかどうかである。既刊との位置——論文292 の対数の和が不確かさを足し、論文555 の掛け算が効き目を因子ごとに切り離す。正直に言えば——幅も分布の形も前提で、地球外の文明の有無には入っていない。

参考文献

1. Sandberg, A., Drexler, E., & Ord, T. (2018). Dissolving the Fermi paradox. *arXiv*.
2. Shklovskii, I. S., & Sagan, C. (1966). *Intelligent Life in the Universe*. Holden-Day.
3. 山岸勇輝 (2026).『足せるのは対数だけである』[論文292]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22171519
4. 山岸勇輝 (2026).『掛け算では、いちばん悪い工程でなくても直せば効く』[論文555]. Zenodo. 10.5281/zenodo.23014208

— *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)