

溶解度は一つも動いていないのに、溶ける速さが 1000 倍になる

— 同じ物質・同じ 100 mg で、粒径を 1 mm から 1 μm にすると表面積が 5.0×10^{-4} から $5.0 \times 10^{-1} \text{ m}^2$ へ — 90 パーセント溶けるまでが **49.34** 時間から **2.96** 分へ — 「溶けにくい」は二つの量を指している — [論文386]

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

「この薬は溶けにくい」と言うとき、二つの別の量が同じ言葉で呼ばれている。本稿が示すのは片方を一切動かさずに、もう片方を **1000** 倍動かせることである——粉碎は溶解度を変えない。新しい定理も法則も主張しない。第一に、質量を固定したときの表面積は $A = 6m/(\rho d)$ で、粒径に反比例する（第2節）。第二に、100 mg を 1 mm から 1 μm にすると、表面積は 5.0×10^{-4} から $5.0 \times 10^{-1} \text{ m}^2$ へちょうど **1000** 倍になる（第2節）。第三に、これが本稿の芯である。90 パーセント溶けるまでの時間は **49.34** 時間から **2.96** 分になるのに、溶解度は一つも動いていない（第3節）。第四に、粒の個数は 159 個から 1.591549×10^{11} 個へ、粒径十分の一ごとに **1000** 倍になる（第2節）。第五に、速さは幾何が、溶解度は熱力学が決める。粉碎器は前者にしか触れない（第4節）。第六に、分離子は「平衡でどれだけ溶けるか、そこへ着くのにどれだけかかるか」である（第5節）。

本稿の射程（射程注記）：新しい定理も法則も主張しない——ノイエス・ホイットニー式、比表面積と粒径の関係、粉碎による溶出改善はすべて製剤学で既知である。薬を設計しない——製剤処方も投与量も与えない。一つの模型で、二つの量が独立に動くことだけを見る。生体を扱わない——吸収・分布・代謝・排泄は主題ではない。試験管の中の溶出だけを計算する。表面積を一定と置いている——溶けるにつれて粒は小さくなるが、本稿の模型はそれを無視する。時間の絶対値は近似であり、比のほうが頑健である。オストワルト・フロイントリヒ効果を扱わない——ナノ粒子では溶解度自体もわずかに上がるが、 $1\ \mu\text{m}$ ではその補正は主題ではない。結晶多形を扱わない——結晶形が変われば溶解度は動くが、本稿は同じ結晶形のまま粉碎する場合だけを見る。既刊との関係：論文369は殺菌が温度ではなく用量であることを示した——そこでも「殺菌力」が二つを指していた。論文384は自由空間損失が損失でないことを示した——ここでは「溶けにくさ」が溶解度でない。論文300は同根か別根かが判定できることを示した——溶解度と溶出速度は、その基準で別根である。論文362は石を持ち上げるのが律速でないことを示した——ここでは溶解度が律速ではない。加えたのは、四つの粒径で表面積・個数・時間を数に出したこと、表面積がちょうど1000倍になることを示したこと、90パーセント到達時間を49.34時間から2.96分まで追ったこと、粒数が十分の一ごとにちょうど1000倍になることを確かめたこと、分離子を「平衡量か到達時間か」に置いたことである。

1. 記法と問い

設定：密度 ρ の物質を質量 m だけ、直径 d の球に均等に分ける。

$$A = \frac{6m}{\rho d}, \quad N = \frac{6m}{\rho \pi d^3}$$

溶出はノイエス・ホイットニー式に従うとする。

$$\frac{dC}{dt} = \frac{DA}{hV}(C_s - C)$$

D は拡散係数、 h は境膜の厚さ、 V は媒体の体積、 C_s は溶解度である。

観察 1.1

C_s は式の中で括弧の中にしか出てこない。速さの前の係数は $DA/(hV)$ —— C_s は「どこまで行くか」を決め、「どれだけ速いか」には入らない。

観察 1.2

A は粒径で動く。質量が同じでも、細かくすれば増える—— C_s は粒径で動かない。

観察 1.3

だから二つは独立に動かせる。粉碎は A だけに触る——その独立性を数で示す。

問い：「溶けにくい」と言うとき、何が小さいのか。

2. 表面積は 1000 倍、粒数は 10^9 倍になる

計算 2.1： $\rho = 1200 \text{ kg/m}^3$ 、 $m = 100 \text{ mg}$ のときの表面積と粒数（本稿で計算）。

粒径 d	表面積 $A \text{ [m}^2\text{]}$	粒数 N
1000 μm	5.000000×10^{-4}	1.591549×10^2
100 μm	5.000000×10^{-3}	1.591549×10^5
10 μm	5.000000×10^{-2}	1.591549×10^8
1 μm	5.000000×10^{-1}	1.591549×10^{11}

観察 2.2

表面積が上から下までちょうど 1000 倍になっている。 5.0×10^{-4} から $5.0 \times 10^{-1} \text{ m}^2$ —— $A \propto 1/d$ なので、粒径が千分の一なら表面積は千倍である。

観察 2.3

粒数は十分の一ごとにちょうど 1000 倍になる。159 個から 1.59×10^{11} 個へ—— $N \propto 1/d^3$ である。

観察 2.4

100 mg の粉が 0.5 m^2 の面をもつ。A4 用紙約 8 枚分——質量は一グラムの十分の一である。

観察 2.5

どれも同じ物質で、同じ量である。化学は何も変わっていない——変わったのは分け方だけである。

3. 49.34 時間が 2.96 分になる。溶解度は動いていない

計算 3.1 : $D = 7 \times 10^{-10} \text{ m}^2/\text{s}$ 、 $h = 30 \text{ }\mu\text{m}$ 、 $V = 900 \text{ mL}$ のときの溶出（本稿で計算）。

粒径 d	時定数 τ [s]	90 % 到達	溶解度 C_s
1000 μm	77142.86	49.34 時間	不変
100 μm	7714.29	4.93 時間	不変
10 μm	771.43	29.60 分	不変
1 μm	77.14	2.96 分	不変

観察 3.2

これが本稿の芯である。右端の列が四行とも「不変」である——90 パーセント到達時間が **49.34 時間** から **2.96 分** まで **1000 倍** 動いているのに、溶解度は一つも動いていない。

観察 3.3

最終到達点も四行とも同じである。十分に待てば、どれも同じだけ溶ける——違うのは待ち時間だけである。

観察 3.4

49.34 時間は、実用上は「溶けない」である。消化管の通過時間より長い——**2.96 分**なら「すぐ溶ける」。同じ薬が、粉碎器一つで両方になる。

観察 3.5

$\ln 10 = 2.302585$ が四行に共通している。 $t_{90} = \tau \ln 10$ ——形は同じで、目盛だけが違う。

観察 3.6

論文362 と同じ形である。論文362 では石を持ち上げるのが律速ではなかった——ここでは溶解度が律速ではない。どちらも、名前のついているほうが効いていない。

4. 粉碎器は、熱力学に触れない

観察 4.1

C_s は物質と溶媒と温度で決まる。熱力学的な平衡量——粒の大きさは、その定義に入っていない。

観察 4.2

A は形で決まる。幾何量——物質が何であるかは、 $A = 6m/(\rho d)$ に密度としてしか入らない。

観察 4.3

論文300 の基準で別根である。一方は熱力学が、一方は幾何が決める——同じ「溶けにくさ」という語が、根の違う二つを指している。

観察 4.4

どちらを直すかで、道具が変わる。溶解度なら塩を作るか結晶形を変えるか可溶化剤を使う——速さなら粉碎する。診断を間違えると、効かない道具を選ぶ。

観察 4.5

ただし極限では混ざる。ナノ粒子ではオストワルト・フロイントリヒ効果で溶解度自体も上がる——1 μm では小さいが、100 nm では無視できない。分離子は、粒径を下げすぎると壊れる。

5. 分離子：平衡量か、到達時間か

観察 5.1

分離子——十分に待っても溶けないのか、待てば溶けるが間に合わないのか。

何が小さいか	決めるもの	粉碎で動くか	打つ手
溶解度 C_s	熱力学	動かない	塩・結晶形・可溶化
溶出速度	幾何 (A)	1000 倍動く	粉碎

観察 5.2

三列目が判定になる。粉碎して溶出曲線が動くかどうか——動かなければ、律速は溶解度である。

観察 5.3

これは実験できる分離子である。同じ試料を粉碎して測るだけ——結果が二つに分かれる。

観察 5.4

分離子は動かせる。媒体を増やして沈まない条件にすれば、溶解度による頭打ちが消える——そのとき残るのは速さだけになる。

観察 5.5

正直に言えば——**49.34** 時間も **2.96** 分も、表面積を一定と置いた模型の値である。実際には溶けるにつれて粒が縮み、後半は遅くなる——動かないのは、比がちょうど **1000** になることと、 C_s が四行とも同じことである。

観察 5.6

最後に一つ——「溶けにくい」は、量の話と時間の話を一つの語に畳んでいる。畳まれると、どちらの道具を取るべきかが見えなくなる——開くための問いは一つ、「十分に待ったらどうなるか」である。

6. 点呼と結び

1. $A = 6m/(\rho d)$ (第1節)：粒径に反比例。
2. 5.0×10^{-4} から $5.0 \times 10^{-1} \text{ m}^2$ (計算 2.1)：ちょうど **1000** 倍。
3. 粒数は **159** 個から 1.591549×10^{11} 個 (計算 2.1)：十分の一ごとに **1000** 倍。
4. **100 mg** が 0.5 m^2 (観察 2.4)：A4 用紙約 **8** 枚分。
5. **90 %** 到達が **49.34** 時間から **2.96** 分 (計算 3.1)：**1000** 倍。
6. 溶解度は四行とも不変 (観察 3.2)：一つも動いていない。
7. 最終到達点も同じ (観察 3.3)：違うのは待ち時間だけ。
8. $t_{90} = \tau \ln 10$ (観察 3.5)： $\ln 10 = 2.302585$ が共通。
9. 別根である (観察 4.3)：熱力学と幾何。
10. ナノ域では混ざる (観察 4.5)：分離子は下げすぎると壊れる。

結び：「この薬は溶けにくい」と言うとき、二つの別の量が同じ言葉で呼ばれている——どこまで溶けるかと、そこへ着くのにどれだけかかるかである。ノイエス・ホイットニー式では、溶解度 C_s は括弧の中にしか出てこない—— $dC/dt = DA/(hV)(C_s - C)$ で、 C_s は「どこまで行くか」を決め、「どれだけ速いか」には入らない。速さの前の係数は $DA/(hV)$ であり、粒径で動くのは A だけである。質量を固定した表面積は $A = 6m/(\rho d)$ で粒径に反比例する—— $\rho = 1200 \text{ kg/m}^3$ の物質 **100 mg** を **1 mm** から **1 μm** にすると、表面積は 5.0×10^{-4} から $5.0 \times 10^{-1} \text{ m}^2$ へちょうど **1000** 倍になり、粒数は **159** 個から 1.591549×10^{11} 個へ、十分の一ごとにちょうど **1000** 倍になる。**100 mg** の粉が A4 用紙約 **8** 枚分の面をもつ。どれも同じ物質で同じ量であり、変わったのは分け方だけである。そして **90 パーセント** 到達時間が **49.34** 時間から **2.96** 分になる——**1000** 倍である。ところが溶解度は四つの粒径すべてで一つも動いておらず、十分に待てば最終到達点も同じである。違うのは待ち時

間だけである。**49.34** 時間は消化管の通過時間より長いので実用上は「溶けない」であり、**2.96** 分なら「すぐ溶ける」——同じ薬が、粉砕器一つで両方になる。粉砕器は熱力学に触れない—— C_s は物質と溶媒と温度で決まる平衡量で、粒の大きさはその定義に入っていない。 A は幾何量で、物質が何であるかは密度としてしか入らない。論文**300** の基準で別根であり、同じ「溶けにくさ」という語が根の違う二つを指している。論文**362** で石を持ち上げるのが律速でなかったのと同じ形で、名前のついているほうが効いていない。分けているものは一つ——十分に待っても溶けないのか、待てば溶けるが間に合わないのか。判定は粉砕して溶出曲線が動くかどうかで、動かなければ律速は溶解度である。どちらを直すかで道具が変わる——溶解度なら塩を作るか結晶形を変えるか可溶化剤を使い、速さなら粉砕する。診断を間違えると、効かない道具を選ぶ。正直に言えば——**49.34** 時間も **2.96** 分も表面積を一定と置いた模型の値であり、実際には溶けるにつれて粒が縮んで後半は遅くなる。動かないのは、比がちょうど **1000** になることと、 C_s が四行とも同じことである。また分離子は粒径を下げすぎると壊れる——ナノ域ではオストワルト・フロイントリヒ効果で溶解度自体も上がる。最後に一つ——「溶けにくい」は、量の話と時間の話の一つの語に畳んでいる。畳まれると、どちらの道具を取るべきかが見えなくなる。開くための問いは一つ、「十分に待ったらどうなるか」である。

参考文献

1. Noyes, A. A., Whitney, W. R. (1897). The Rate of Solution of Solid Substances in Their Own Solutions. *Journal of the American Chemical Society*.
 2. Dokoumetzidis, A., Macheras, P. (2006). A century of dissolution research: From Noyes and Whitney to the Biopharmaceutics Classification System. *International Journal of Pharmaceutics*.
 3. Amidon, G. L., Lennernäs, H., Shah, V. P., Crison, J. R. (1995). A Theoretical Basis for a Biopharmaceutic Drug Classification. *Pharmaceutical Research*.
 4. Aulton, M. E., Taylor, K. M. G. (eds.) (2017). *Aulton's Pharmaceutics* (5th ed.). Edinburgh: Elsevier.
 5. 山岸勇輝 (2026). 『第三百回の点呼——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). 『石を持ち上げるのは、律速ではない』[論文362]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22697498
 7. 山岸勇輝 (2026). 『殺菌は温度ではなく、用量である』[論文369]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22697760
 8. 山岸勇輝 (2026). 『「自由空間損失」は損失ではない——真空は何も吸収していない』[論文384]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22699073
-

— 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)