

混ざらないものを混ぜると、境目が **1000 倍** に増える

— 1 mL の油を半径 1 mm から $1\mu\text{m}$ の粒に分けると、界面は **0.0030** から **3.0000 m²** へ増える — 界面活性剤はエネルギーを **6** 分の一にするが、ゼロにはしない — 混ざったのではなく、分かれるのが遅くなっただけである — [論文444]

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

油と水は、よく振れば混ざったように見える。本稿が示すのは、混ざったのではないことである——細かく分けるほど境目が増え、エネルギーは増える。分かれるのが遅くなっただけである。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。1 mL を半径 1 mm の粒から $1\mu\text{m}$ の粒に分けると、界面の総面積は **0.0030** から **3.0000 m²** へ、**1000 倍** になる（第2節）。第二に、面積は半径に逆比例する。 $3V/r$ という単純な式で、逆算しても一致する（第2節）。第三に、そのとき液滴の数は 2.387×10^{11} 個になる（第2節）。第四に、界面のエネルギーは **0.090000 J** で、細かくするほど増える。減るのではない（第3節）。第五に、界面活性剤はそれを **6 分の一の 0.015000 J** にするが、ゼロにはしない（第3節）。第六に、分離子は「エネルギーが下がったか、時間が延びたか」である（第4節）。キーワード：乳化、界面張力、界面活性剤、エマルション、界面積。

本稿の射程（射程注記）：新しい定理も法則も主張しない——界面張力、乳化、界面活性剤の働きはすべて既知である。熱力学を導出しない——自由エネルギーの厳密な扱いは行わず、界面の項だけを数にする。混合のエントロピーを扱わない——液滴が動くことによるエントロピーの寄与は、大きな液滴では界面の項に比べて小さいが、本稿はそれを定量していない。崩れ方を扱わない——合一、オストワルド熟成、クリーミングという別々の機構は主題ではない。界面張力の値を主張しない——**0.03 N/m** と **0.005 N/m** は代表値であり、系で動く。ミセルを論じない——界面活性剤の会合や臨界ミセル濃度は主題ではない。既刊との関係：論文**443** は温度を上げるより水を減らすほうが効くことを示した——そこでも、動かすべき軸が思い込みと違った。論文**300** は同根か別根かが判定できることを示した——「安定である」と「遅い」は、その基準で別根である。論文**430** は接触面を広げても摩擦が変わらないことを示した——そこでは面積が効かなかった。ここでは面積そのものが主役である。論文**433** は原因が消えても結果が続くことを示した——そこでも、時間の長さが「終わった」ように見せていた。加えたのは、四つの半径で界面の総面積を出したこと、面積が $3V/r$ と一致することを逆算で確かめたこと、液滴の個数を 2.387×10^{11} と出したこと、エネルギーを界面活性剤の有無で並べたこと、ゼロにならないことを示したこと、分離子を「エネルギーか時間か」に置いたことである。

1. 記法と問い

設定：体積 V の液体を、半径 r の球に等しく分けると、個数と総面積は次で決まる。

$$n = \frac{V}{\frac{4}{3}\pi r^3}, \quad A = n \cdot 4\pi r^2 = \frac{3V}{r}$$

界面のエネルギーは、界面張力 γ を用いて $E = \gamma A$ である。以下 $V = 1 \text{ mL}$ 、 $\gamma = 0.03 \text{ N/m}$ （界面活性剤なし）と 0.005 N/m （あり）とする。

観察 1.1

油と水は、よく振れば混ざったように見える。白く濁って、境目が見えなくなる——「混ざった」と言いたくなる。

観察 1.2

だが置いておくと分かれる。数分か、数日か——時間が経てば元に戻る。

問い：振ったとき、何が起きているのか。

2. 境目が 1000 倍に増える

計算 2.1：1 mL を、四つの大きさの粒に分けたときの個数と総面積を出す。

半径 [μm]	個数	総面積 [m^2]
1000	2.387×10^2	0.0030
100	2.387×10^5	0.0300
10	2.387×10^8	0.3000
1	2.387×10^{11}	3.0000

観察 2.2

半径を 1/1000 にすると、面積はちょうど 1000 倍になる。0.0030 から 3.0000 m^2 —— $A = 3V/r$ なので逆比例である。

観察 2.3

1 mL から 3 m^2 が出る。畳二枚ぶん——小さじ一杯の油の中に、それだけの境目が作られる。

観察 2.4

液滴の数は 2.387×10^{11} 個である。二千億個——個数は半径の三乗に逆比例するので、面積よりずっと速く増える。

観察 2.5

体積は変わっていない。1 mL のまま——増えたのは境目だけである。

3. エネルギーは減るのではなく、増える

計算 3.1：1 μm の液滴にしたときの界面エネルギーを、界面活性剤の有無で出す。

界面張力 [N/m]	エネルギー [J]
0.030 (なし)	0.090000
0.005 (あり)	0.015000

観察 3.2

どちらも正である。細かくするほどエネルギーが上がる——だから放っておけば、下がる方向、つまり分かれる方向へ進む。

観察 3.3

界面活性剤はエネルギーを 6 分の一にする。0.090000 から **0.015000 J** へ——界面張力の比 0.03/0.005 がそのまま出る。

観察 3.4

だがゼロにはならない。**0.015000 J**——境目がある限り、エネルギーは正である。

観察 3.5

界面張力がちょうどゼロなら、エネルギーもちょうど **0** になる。境目の反対側である——そのとき二つの液体は本当に混ざる。ただし、それは別の現象である。

観察 3.6

つまり乳化は、下り坂を緩くする操作である。坂を平らにするのでも、逆向きにするのでもない——転がる速さが遅くなるだけである。

4. 分離子

分離子：エネルギーが下がったか、時間が延びたか。

観察 4.1

本当に混ざるなら、エネルギーが下がる。塩を水に溶かすように——放っておいても分かれる。

観察 4.2

乳化ではエネルギーが上がる。振ることで仕事を加えている——加えた分は界面に蓄えられ、いつか返ってくる。

観察 4.3

これは論文300の基準で別根である。どちらも「安定している」と呼ばれる——一方は熱力学の安定、一方は速度論の安定である。

観察 4.4

そして見分ける方法は、待つことである。時間をかければ分かれる——「まだ分かれていない」は「分かれる」ではない。

観察 4.5

論文433と同じ形である。そこでは時間定数が人の時間より長いので「終わった」ように見えた——ここでは分離の時間が保存期間より長ければ、「混ざっている」ように見える。

観察 4.6

正直に言えば——本稿は界面の項だけを数にした。液滴が動くことによるエントロピーの寄与もある——大きな液滴では界面の項に比べて小さいが、本稿はそれを定量していない。

観察 4.7

最後に一つ——崩れ方も一つではない。合一、オストワルド熟成、クリーミング——本稿はどれが速いかを扱っておらず、どの経路でも下り坂であることだけを示した。

5. 点呼と結び

1. 半径 1 mm で面積 0.0030 m^2 (計算 2.1) : 出発点。
2. 半径 $1\text{ }\mu\text{m}$ で 3.0000 m^2 (計算 2.1) : 1000 倍。
3. 面積は $3V/r$ (観察 2.2) : 逆比例。
4. 液滴は 2.387×10^{11} 個 (計算 2.1) : 二千億。
5. 体積は 1 mL のまま (観察 2.5) : 増えたのは境目だけ。
6. エネルギーは 0.090000 J (計算 3.1) : 正で、増える。
7. 界面活性剤で 0.015000 J (計算 3.1) : 6 分の一。
8. それでもゼロにならない (観察 3.4) : 境目がある限り。
9. 張力ゼロなら 0 (観察 3.5) : 境目の反対側。
10. 分離子はエネルギーか時間か (観察 4.3) : 論文300 の基準で別根。

結び：油と水は、よく振れば混ざったように見える——白く濁って境目が見えなくなるので「混ざった」と言いたくなる。だが置いておくと、数分か数日で分かれる。振ったときに起きているのは、境目を増やすことである—— 1 mL を半径 1 mm の粒から $1\text{ }\mu\text{m}$ の粒に分けると、界面の総面積は 0.0030 から 3.0000 m^2 へ、ちょうど 1000 倍になる。 $A = 3V/r$ なので逆比例で、小さじ一杯の油の中に畳二枚ぶんの境目が作られる。液滴の数は 2.387×10^{11} 個、二千億である。体積は 1 mL のままで、増えたのは境目だけである。そしてエネルギーは、減るのではなく増える—— $1\text{ }\mu\text{m}$ の液滴での界面エネルギーは 0.090000 J で、細かくするほど上がる。だから放っておけば下がる方向、つまり分かれる方向へ進む。界面活性剤はそれを 6 分の一の 0.015000 J にするが、ゼロにはしない——境目がある限りエネルギーは正である。界面張力がちょうどゼロなら、エネルギーもちょうど 0 になり、そのとき二つの液体は本当に混ざる。ただしそれは別の現象である。つまり乳化は、坂を平らにするのでも逆向きにするのでもなく、下り坂を緩くする操作で、転がる速さが遅くなるだけである。分けているものは一つ——エネルギーが下がったか、時間が延びたか。本当に混ざるならエネルギーが下がり、塩が水に溶けるように、放っておいても分かれぬ。乳化ではエネルギーが上がり、振ることで加えた仕事が界面に蓄えられて、いつか返ってくる。論文300 の基準で別根であり、どちらも「安定している」と呼ばれるが、一方は熱力学の安定、一方は速度論の安定である。そして見分ける方法は待つことで、「まだ分かれていない」は「分かれぬ」ではない。論文433 と同じ形で、そこでは時間定数が人の時間より長いので「終わった」ように見えた。ここでは分離の時間が保存期間より長ければ、「混ざっている」ように見える。正直に言え

ば——本稿は界面の項だけを数にした。液滴が動くことによるエントロピーの寄与もあり、大きな液滴では界面の項に比べて小さいが、本稿はそれを定量していない。最後に一つ——崩れ方も一つではない。合一、オストワルド熟成、クリーミングがあり、本稿はどれが速いかを扱っておらず、どの経路でも下り坂であることだけを示した。

参考文献

1. Young, T. (1805). An Essay on the Cohesion of Fluids. *Philosophical Transactions of the Royal Society*.
2. Bancroft, W. D. (1913). The Theory of Emulsification. *Journal of Physical Chemistry*.
3. Israelachvili, J. N. (2011). *Intermolecular and Surface Forces* (3rd ed.). Amsterdam: Academic Press.
4. McClements, D. J. (2015). *Food Emulsions: Principles, Practices, and Techniques* (3rd ed.). Boca Raton: CRC Press.
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). 『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
7. 山岸勇輝 (2026). 『氷はもう無いのに、土地はまだ上がっている』 [論文433]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22701699
8. 山岸勇輝 (2026). 『温度を上げるより、水を減らすほうが効く』 [論文443]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22732419

— *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)