

入れた分子の九割が、界面には来ていない

— 臨界ミセル濃度 **0.008 mol/L** を超えると、表面張力は **0.030000 N/m** から動かない — **10** 倍入れても界面に効いているのは **0.100000000000** だけ — ところが可溶化はミセル量に比例して増え続ける。同じ「濃くする」が二つの量に別々に効く — [論文475]

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

洗剤は濃いほどよく効く、と思われている。本稿が示すのは、同じ「濃くする」が、頭打ちになる量と伸び続ける量に分かれることである——表面張力は **0.030000 N/m** で止まるが、ミセル量は線形に増える。新しい定理も法則も主張しない。第一に、臨界ミセル濃度 **0.008 mol/L** でちょうど最小値 **0.030000000000 N/m** に達する（第2節）。第二に、その **10** 倍にしても、表面張力は厳密に動かない（第2節）。第三に、これが本稿の芯である。**10** 倍入れると、界面に効いているのは **0.100000000000** だけである（第3節）。第四に、効いている割合は濃度に反比例し、積が厳密に保存される（第3節）。第五に、ところがミセル量は臨界濃度より上で線形に増え、**0.020** から **0.080** でちょうど **0.060** 増える（第3節）。第六に、分離子は「界面で働くか、内部に取り込むか」である（第4節）。キーワード：界面活性剤、臨界ミセル濃度、ミセル、表面張力、洗剤。

本稿の射程（射程注記）：新しい定理も法則も主張しない——臨界ミセル濃度、界面活性剤の表面張力低下、ミセルによる可溶化はすべて既知である。洗剤を設計しない——配合、酵素、助剤、泡立ちは主題ではない。折れ線として単純化する——臨界濃度で単量体濃度が完全に頭打ちになると置いた。実際の曲線はなめらかで、遷移は幅を持つ。洗浄の機構を論じない——ぬれ、乳化、再付着防止、機械力は主題ではない。温度と塩を扱わない——臨界濃度は温度・イオン強度で動くが、ここでは一つの値に固定する。既刊との関係：論文474は遠くの音を届かせているのが静けさではなく上空の温度であることを示した——そこでも、一つの現象に二つの説明が混ざっていた。論文300は同根か別根かが判定できることを示した——「界面活性」と「可溶化」は、その基準で別根である。論文452は持ち上げているのが表面張力の差であることを示した——そこでも、表面張力という一語が二つの役を持っていた。加えたのは、五つの濃度で単量体濃度と表面張力を出したこと、臨界濃度で最小値に厳密に達することを示したこと、効いている割合を **0.100000000000** と出したこと、積が厳密に保存されることを確かめたこと、ミセル量が線形に増えることを示したこと、分離子を「界面か内部か」に置いたことである。

1. 記法と問い

設定：界面活性剤の総濃度を c 、臨界ミセル濃度を c_{cmc} とする。単量体として溶けている濃度は

$$m(c) = \min(c, c_{\text{cmc}})$$

で頭打ちになり、超えた分はミセルになる。

$$M(c) = \max(0, c - c_{\text{cmc}})$$

表面張力は単量体濃度に比例して下がると置く。

$$\sigma(c) = \sigma_0 - (\sigma_0 - \sigma_{\text{min}}) \frac{m(c)}{c_{\text{cmc}}}$$

以下 $c_{\text{cmc}} = 0.008 \text{ mol/L}$ 、 $\sigma_0 = 0.0728$ 、 $\sigma_{\text{min}} = 0.030 \text{ N/m}$ とする。

観察 1.1

洗剤は濃いほどよく効く、と思われている。たくさん入れれば強い——量の問題として扱われる。

観察 1.2

だが界面には、限られた場所しかない。表面を覆いつくせば、それ以上は入れない——余った分子はどこへ行くのか。

問い：余った分子は、何もしていないのか。

2. 臨界濃度より上では、表面張力が厳密に動かない

計算 2.1：五つの濃度で、単量体濃度と表面張力を出す。

総濃度 [mol/L]	単量体 [mol/L]	表面張力 [N/m]
0.001	0.001000	0.067450
0.004	0.004000	0.051400
0.008	0.008000	0.030000
0.020	0.008000	0.030000
0.080	0.008000	0.030000

観察 2.2

臨界濃度でちょうど **0.030000000000** N/m に達する。置いた最小値——ここで界面が飽和する。

観察 2.3

10 倍にしても、表面張力は厳密に動かない。0.008 と 0.080 で差が **0.0000000000000000**——近似的にではなく、この模型では厳密にゼロである。

観察 2.4

臨界濃度の手前では、濃度に線形で下がる。0.002 から 0.004 への下がり、0.004 から 0.006 への下がり厳密に等しい——折れ線の左半分は直線である。

観察 2.5

だから「もっと入れる」は、臨界濃度を境に意味を失う。手前では効き、その先では効かない——境目がはっきりしている。

3. 効いているのは十分の一、だが残りも働いている

計算 3.1：入れた分子のうち、界面に効いている割合を出す。

総濃度 [mol/L]	効いている割合	ミセル [mol/L]
0.008	1.000000	0.000
0.020	0.400000	0.012
0.080	0.100000	0.072

観察 3.2

臨界濃度ちょうどでは、全部が効いている。**1.0000000000000000**——一分子も余っていない。

観察 3.3

10 倍にすると、効いているのは **0.100000000000** だけになる。9 割が界面に来ていない——表面張力を目的にするなら、無駄である。

観察 3.4

効いている割合は濃度に反比例する。割合と濃度の積が、どの濃度でも厳密に **0.008**——単量体濃度が頭打ちだからである。

観察 3.5

ところが余った分子はミセルを作っている。**0.020** で **0.012**、**0.080** で **0.072**——臨界濃度より上で、線形に増える。

観察 3.6

増分は厳密に濃度の増分と等しい。**0.080** と **0.020** の差が **0.060**、ミセル量の差も **0.060**——超えた分は、そっくりミセルになる。

観察 3.7

そしてミセルは油汚れを内部に取り込む。可溶化はミセル量に比例する——だから「濃くしても無駄」は、界面の話としては正しく、洗浄の話としては誤りである。

4. 分離子

分離子：界面で働くか、内部に取り込むか。

観察 4.1

界面で働くなら、場所が有限だから頭打ちになる。表面積が上限を決める——臨界濃度で止まる。

観察 4.2

内部に取り込むなら、容器が増えるだけ伸びる。ミセルの数が上限を決めない——線形に増え続ける。

観察 4.3

これは論文300の基準で別根である。どちらも「洗剤の効き」と呼ばれる——一方は界面の量、一方は体積の量である。

観察 4.4

論文452と同じ場所にいる。そこでは表面張力という一語が、値と値の差という二つの役を持っていた——ここでは界面活性剤という一語が、界面と内部という二つの役を持つ。

観察 4.5

論文474とも重なる。そこでは一つの夜に二つの説明が混ざっていた——ここでは一つの「濃くする」に、頭打ちの量と線形の量が混ざっている。

観察 4.6

だから「濃くしても意味がない」と言うときは、何を目的にしているかを言う。泡やぬれなら意味がなく、油の可溶化なら意味がある——同じ操作に、二つの答えがある。

観察 4.7

正直に言えば——折れ線として単純化した。実際の単量体濃度は臨界濃度の付近でなめらかに移り、遷移は幅を持つ——**0.100000000000** という厳密さは模型のものだが、頭打ちの量と線形の量が同居するという結論は、模型に依らない。

5. 点呼と結び

1. 臨界濃度で **0.030000000000** N/m (観察 2.2) : 界面が飽和する。
2. 10 倍でも厳密に動かない (観察 2.3) : 差が **0.0000000000000000**。
3. 手前では線形に下がる (観察 2.4) : 折れ線の左半分。
4. 臨界濃度で全部が効いている (観察 3.2) : **1.0000000000000000**。
5. 10 倍では **0.100000000000** (計算 3.1) : 本稿の芯。
6. 割合と濃度の積が保存 (観察 3.4) : 単量体が頭打ち。
7. ミセルは線形に増える (観察 3.5) : **0.012** と **0.072**。
8. 増分が厳密に一致 (観察 3.6) : 超えた分がそのまま。
9. 分離子は界面か内部か (観察 4.3) : 論文**300** の基準で別根。
10. 目的を言えば答えが決まる (観察 4.6) : 同じ操作に二つの答え。

結び：洗剤は濃いほどよく効く、と思われている——たくさん入れれば強い、という量の問題として扱われる。だが界面には限られた場所しかなく、表面を覆いつくせばそれ以上は入れない。余った分子はどこへ行くのか。界面の側は、はっきり頭打ちになる——臨界ミセル濃度 **0.008 mol/L** でちょうど **0.030000000000** N/m に達し、そこで界面が飽和する。10 倍の **0.080** にしても、表面張力の差は **0.0000000000000000**。近似的にではなく、この模型では厳密にゼロである。臨界濃度の手前では濃度に線形で下がり、**0.002** → **0.004** と **0.004** → **0.006** の下がりが厳密に等しい。折れ線の左半分は直線である。だから「もっと入れる」は、臨界濃度を境に意味を失う。効いているのは十分の一、だが残りも働いている——臨界濃度ちょうどでは効いている割合が **1.0000000000000000**、一分子も余っていない。10 倍にすると **0.100000000000** で、9 割が界面に来ていない。効いている割合は濃度に反比例し、割合と濃度の積はどの濃度でも厳密に **0.008** になる。単量体濃度が

頭打ちだからである。ところが余った分子はミセルを作っており、**0.020** で **0.012**、**0.080** で **0.072** と臨界濃度より上で線形に増える。増分は厳密に濃度の増分と等しく、**0.080** と **0.020** の差 **0.060** がそのままミセル量の差になる。超えた分は、そっくりミセルになる。そしてミセルは油汚れを内部に取り込み、可溶化はミセル量に比例する。だから「濃くしても無駄」は、界面の話としては正しく、洗浄の話としては誤りである。分けているものは一つ——界面で働くか、内部に取り込むか。界面で働くなら場所が有限だから頭打ちになり、表面積が上限を決めて臨界濃度で止まる。内部に取り込むなら容器が増えるだけ伸び、ミセルの数に上限がないので線形に増え続ける。論文300の基準で別根であり、一方は界面の量、一方は体積の量である。論文452と同じ場所において、そこでは表面張力という一語が値と値の差という二つの役を持っていた。ここでは界面活性剤という一語が、界面と内部という二つの役を持つ。論文474とも重なり、そこでは一つの夜に二つの説明が混ざっていた。ここでは一つの「濃くする」に、頭打ちの量と線形の量が混ざっている。だから「濃くしても意味がない」と言うときは何を目的にしているかを言う——泡やぬれなら意味がなく、油の可溶化なら意味がある。同じ操作に、二つの答えがある。正直に言えば——折れ線として単純化した。実際の単量体濃度は臨界濃度の付近でなめらかに移り、遷移は幅を持つ。**0.100000000000** という厳密さは模型のものだが、頭打ちの量と線形の量が同居するという結論は模型に依らない。

参考文献

1. McBain, J. W. (1913). Colloidal Electrolytes: Soap Solutions and Their Constitution. *Transactions of the Faraday Society*.
 2. Hartley, G. S. (1936). *Aqueous Solutions of Paraffin-Chain Salts*. Hermann.
 3. Rosen, M. J., & Kunjappu, J. T. (2012). *Surfactants and Interfacial Phenomena* (4th ed.). Wiley.
 4. 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
 5. 山岸勇輝 (2026). 『液を持ち上げているのは表面張力ではなく、表面張力の差である』 [論文452]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22732842
 6. 山岸勇輝 (2026). 『遠くの音がよく聞こえる夜は、空が暖かい』 [論文474]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22733583
-

— *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)