

同じ海に三つの長さがあり、 4.39×10^4 倍ひらいている

— どれもコリオリ因子を含むのに、それ以外の要素が全部違う — 風呂の渦のロスビー数は **3232**
で、回転を見るには流速を **0.031 mm/s** 以下にせねばならない — [論文291]

山岸 勇輝 (Yuuki YAMAGISHI)

Yamagishi Complexity Torus Lab, Japan | 山岸勇輝ラボ

2026年8月

— *From thinking to syncing.* —

要旨

回転する海には、特徴的な長さが複数ある。どれも「コリオリで決まる長さ」と呼ばれる。本稿が問うのは、それらは同じものである——答は、別のものである。新しい数学定理も新しい法則も主張しない。第一に、三つの長さを並べる。緯度 45° で、エクマン層 **43.75 m**、傾圧変形半径 **48.48 km**、順圧変形半径 **1920.86 km** (第2節)。第二に、これが本稿の芯である。最小と最大は 4.3905×10^4 倍ひらいており、どれもコリオリ因子 f を含むのに、 f 以外の要素が全部違う (第2節)。第三に、傾圧と順圧を分けているのは深さではない。比は **39.6182** 倍で、決めているのは成層 N である (第3節)。第四に、回転が効くかどうかは一つの数が決める。ロスビー数 $Ro = U/(fL)$ で、メキシコ湾流 **0.0970**、台風 **0.5818** (第4節)。第五に、風呂の渦は $Ro = 3232$ である。コリオリより **3232** 倍強い力が回している (第5節)。第六に、分離子は Ro である。風呂でコリオリを見るには、流速を **0.031 mm/s** 以下にせねばならない (第5節)。

本稿の射程（scope note）：新しい数学定理も新しい法則も主張しない——エクマン層、ロスビー変形半径、ロスビー数、地衡流平衡は、いずれも標準的である。海洋力学を作らない——使うのは三つの長さの式と、一つの無次元数だけである。エクマン螺旋を導出しない——境界層方程式には立ち入らない。力の点呼をしない——遠心力、コリオリ力、圧力傾度力の分類は扱わない。本稿は長さの点呼である。代表値の精度を主張しない——渦粘性 $A_z = 0.01 \text{ m}^2/\text{s}$ 、成層 $N = 0.005 \text{ /s}$ 、深さ $H = 1000/4000 \text{ m}$ は桁を示すための代表値であり、場所と季節で一桁動く。とくに A_z は 10^{-4} から 10^{-1} まで動く。風呂の渦の値を主張しない—— $U = 0.1 \text{ m/s}$ 、 $L = 0.3 \text{ m}$ は典型的な排水渦の代表値である。 $Ro = 3232$ という値ではなく、 $Ro \gg 1$ という事実が本稿の主張である。排水渦の回転向きを説明しない——何が実際に向きを決めているか（初期の残留渦、容器の形、抜き方）は扱わない。コリオリでないことだけを示す。既刊との関係：論文256 は力学相似が厳密に成り立つ縮尺が 1 だけだと示した——本稿の Ro も縮尺を変えると保てない無次元数であり、風呂は海の模型になれない。論文117 はスケール不変性が四通りに指数を選ぶことを扱い、 Π 群がちょうど一つという条件を書いた——本稿はその条件を満たさない場合であり、三つの長さが独立に立つ。論文140 は対称性が比を決め力学が尺度を決めると分けた——本稿の三つの長さはどれも力学の側である。論文112 は「同じ韻の別根」を数えた——三つの長さは f という韻を共有し、根が違ふ。加えたのは三つの長さを一表に並べて 4.3905×10^4 倍の開きを測ったこと、傾圧と順圧の比 39.6182 を決めているのが成層だと確かめたこと、五つの現象のロスビー数を計算したこと、風呂で回転を見るのに要る流速 0.031 mm/s を出したことである。

1. 記法と、一つの因子

設定：回転する地球の上では、コリオリ因子

$$f = 2\Omega \sin \varphi$$

がどの式にも現れる（ Ω は自転角速度、 φ は緯度）。

検算 1.1：緯度 45° で。

量	値
Ω	$7.2921159 \times 10^{-5} \text{ rad/s}$
$f = 2\Omega \sin 45^\circ$	$1.0313 \times 10^{-4} \text{ /s}$
慣性周期 $2\pi/f$	16.9242 時間

問い： f が入っている長さは、みな同じものか。

2. 芯：三つの長さが 4.39×10^4 倍ひらく

検算 2.1：同じ海の、同じ緯度で三つの長さを出す。

長さ	式	値
エクマン層の深さ	$\pi\sqrt{2A_z/f}$ 、 $A_z = 0.01$	43.75 m
傾圧ロスビー変形半径	NH/f 、 $N = 0.005$ 、 $H = 1000$	48.48 km
順圧ロスビー変形半径	$\sqrt{gH}/f$ 、 $H = 4000$	1920.86 km

観察 2.2

これが本稿の芯である。最小と最大は 4.3905×10^4 倍ひらいている——44メートルから 1900 キロメートルまでが、同じ一つの海の「コリオリで決まる長さ」である。

検算 2.3： f 以外に何が入っているかを書き出す。

長さ	f 以外の要素	何の層か
エクマン深さ	渦粘性 A_z	摩擦の層
傾圧変形半径	成層 N 、深さ H	密度の層
順圧変形半径	重力 g 、深さ H	自由表面

観察 2.4

右の二列が一つも重なっていない。粘性・成層・重力はたがいに独立である——共有しているのは f だけである。

検算 2.5： f への依存の仕方も違う。

長さ	f 依存	f を 2 倍にすると
エクマン深さ	$\propto f^{-1/2}$	$\times 0.7071$
傾圧変形半径	$\propto f^{-1}$	$\times 0.5000$
順圧変形半径	$\propto f^{-1}$	$\times 0.5000$

観察 2.6

エクマン深さだけ指数が違う。緯度を変えると三つの長さの比そのものが変わる——どれか一つを測っても、他の二つは分からない。

観察 2.7

論文112 は「同じ韻を踏む六つの別根」を数えた。三つの長さは f という韻を共有し、根はまったく別である——同じ因子が入っていることは、同じ現象であることを意味しない。

3. 傾圧と順圧を分けているのは、深さではない

検算 3.1：二つの変形半径の比を取る。

量	値
順圧 / 傾圧	39.6182 倍
式では $\sqrt{gH_2}/(NH_1)$	f が約分される

観察 3.2

比の中で f が約分されて消える。したがって緯度を変えても、二つの比は変わらない——分けているのは回転ではない。

検算 3.3：成層 N を動かしてみる。

N [s]	傾圧変形半径	順圧 / 傾圧
0.005	48.48 km	39.6182 倍
0.010	96.97 km	19.8091 倍

観察 3.4

N を二倍にすると、比が半分になる。決めているのは深さではなく成層である——海が層に分かれている度合いが、この 39.6 倍を作っている。

観察 3.5

もし海が完全に混ざっていれば ($N = 0$)、傾圧変形半径は 0 になる。そのとき残るのは順圧の一つだけ——三つの長さのうち一つは、成層があるからこそ存在する。

4. 回転が効くかどうかは、一つの数が決める

設定：ロスビー数 $Ro = U/(fL)$ は、慣性力とコリオリ力の比である。 $Ro \ll 1$ なら回転が支配し、 $Ro \gg 1$ なら回転は無関係である。

検算 4.1：

現象	U [m/s]	L [m]	Ro	判定
メキシコ湾流	1.0	1.0×10^5	0.0970	回転が効く
大気の高気圧	10.0	1.0×10^6	0.0970	回転が効く
台風	30.0	5.0×10^5	0.5818	回転が効く
実験室の回転水槽	0.01	0.5	193.94	回転は無関係
風呂の渦	0.1	0.3	3232.29	回転は無関係

観察 4.2

メキシコ湾流と大気の高気圧が偶然ほぼ同じ **0.0970** である。速さが **10** 倍、大きさも **10** 倍なので、比が同じになる—— Ro は U と L の比しか見ていない。

観察 4.3

台風は **0.5818** で、**1** に近い。回転は効くが支配的ではない——だから台風の中心付近では地衡流平衡が崩れ、傾度風平衡という別の釣り合いに移る。

5. 芯の続き：風呂の渦は $Ro = 3232$ である

観察 5.1

風呂の排水渦は $Ro = 3232.29$ である。コリオリより **3232** 倍強い力が回している——初期の残留した渦、容器の形の非対称、栓を抜く動作である。

検算 5.2：では、どうすれば見えるか。 $Ro < 1$ にするには $U < fL$ である。

容器	許される流速 $U < fL$
風呂（半径 0.3 m）	0.0309 mm/s
直径 2 m の水槽	0.1031 mm/s
半径 100 m の池	10.3126 mm/s

観察 5.3

風呂でコリオリを見るには、流速を **0.031** mm/s 以下にせねばならない。実際の排水渦は約 **100** mm/s ——**3232** 倍速すぎる。

観察 5.4

3232 という同じ数が二度出るのは偶然ではない。 Ro の定義そのものだからである——だが「**3232** 倍速すぎる」と書き直すと、何が要るかが分かる。

観察 5.5

実際、この実験は成功している。直径 **1.8 m** の水槽で **18** 時間以上静置し、ごくゆっくり抜けば、コリオリの向きが出る——**18** 時間という時間が、慣性周期 **16.92** 時間とほぼ同じであることに注意する。

観察 5.6

分離子——何を動かすと、回転が効くようになるか。 U/L を f より小さくすることである。容器を大きくするか、流れを遅くするか——緯度を変えても f は高々 $\sqrt{2}$ 倍しか動かないので、そちらでは埋まらない。

観察 5.7

論文256 は力学相似が厳密に成り立つ縮尺が **1** だけだと示した。風呂と海は Ro が 3.3×10^4 倍違う——風呂は海の模型になれない。

6. 点呼と結び

1. $f = 1.0313 \times 10^{-4}$ /s (検算1.1) : 慣性周期 **16.9242** 時間。
2. エクマン層 **43.75 m** (検算2.1) : 摩擦の層。
3. 傾圧変形半径 **48.48 km** (検算2.1) : 密度の層。
4. 順圧変形半径 **1920.86 km** (検算2.1) : 自由表面。
5. 開きは 4.3905×10^4 倍 (観察2.2) : 同じ海の同じ緯度。
6. f 依存の指数が違う (検算2.5) : エクマンだけ $f^{-1/2}$ 。
7. 順圧/傾圧 = **39.6182** (検算3.1) : f が約分される。
8. N を二倍で比は半分 (検算3.3) : 決めているのは成層。
9. 風呂の渦 $Ro = 3232.29$ (検算4.1) : 回転は無関係。

10. 要る流速 **0.031 mm/s** (検算5.2) : 実際の **3232** 分の一。

結び : 同じ海の同じ緯度に、三つの「コリオリで決まる長さ」がある。エクマン層 **43.75 m**、傾圧変形半径 **48.48 km**、順圧変形半径 **1920.86 km**—— **4.3905×10^4** 倍ひらいている。どれもコリオリ因子 f を含むが、 f 以外の要素は一つも重なっていない——粘性、成層、重力である。 f への依存の指数さえ違う——エクマン深さだけが $f^{-1/2}$ で、緯度を変えると三つの比そのものが変わる。傾圧と順圧を分けているのは深さではなく成層である——比の中で f が約分され、 N を二倍にすると **39.6 倍が 19.8 倍**になる。そして回転が効くかどうかは、ロスビー数 $Ro = U/(fL)$ という一つの数が決める——メキシコ湾流 **0.0970**、台風 **0.5818**、そして風呂の渦は **3232.29**。分けるものは一つ—— U/L が f より小さいかどうか。風呂でコリオリを見るには流速を **0.031 mm/s** 以下にせねばならず、実際の排水渦はその **3232** 倍速い。緯度を変えても f は高々 $\sqrt{2}$ 倍しか動かないので、そちらでは埋まらない。

参考文献

1. Ekman, V. W. (1905). On the Influence of the Earth's Rotation on Ocean-Currents. *Arkiv for Matematik, Astronomi och Fysik*, 2(11).
 2. Rossby, C.-G. (1938). On the Mutual Adjustment of Pressure and Velocity Distributions in Certain Simple Current Systems II. *Journal of Marine Research*, 1(3).
 3. Gill, A. E. (1982). *Atmosphere-Ocean Dynamics*. New York: Academic Press.
 4. Pedlosky, J. (1987). *Geophysical Fluid Dynamics*. New York: Springer.
 5. Shapiro, A. H. (1962). Bath-Tub Vortex. *Nature*, 196(4859).
 6. Trefethen, L. M. et al. (1965). The Bath-Tub Vortex in the Southern Hemisphere. *Nature*, 207(5001).
 7. 山岸勇輝 (2026). 割り当てられた領域と、その中の自由——同じ韻を踏む六つの別根のセンス [論文112]. Zenodo. 10.5281/zenodo.21962834
 8. 山岸勇輝 (2026). スケール不変性は、四通りに指数を選ぶ [論文117]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22005515
 9. 山岸勇輝 (2026). 対称性は比を決め、力学は尺度を決める [論文140]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22081997
 10. 山岸勇輝 (2026). 力学相似が厳密に成り立つ縮尺は、**1** だけである [論文256]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22168919
-

— *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)