見たことのない倉庫の形が決まったのは、中身ではなく、届いたものの向きからである

— 倉庫が球殻なら軌道傾斜の余弦は一様で、逆行の割合はちょうど **0.500000** になり、彗星 **200** 本で円盤と **22.0454** 標準誤差ひらく — 分離子は、形を見るか、届いたものの向きの分布から読むか — [論文689]

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

オールトの雲は直接観測されていない。それでも「球殻である」と言えるのは、届いた彗星の向きが調べられたからである。向きの分布がどれだけ形を決めるのかを、標本数の側から数える。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。球殻と円盤は、向きの分布でまったく違う——球殻なら逆行が 0.500000、傾斜 30 度未満が 0.066987 にすぎないが、円盤ならほとんどが 30 度未満に入る（第2節）。 第二に、球殻の分布には、覚えやすい数がいくつも立つ——傾斜 60 度未満がちょうど 0.250000、傾斜の平均も中央値も 90 度で、余弦の分散は 1/3 である（第2節）。 第三に、だから少ない本数で決まる——余弦の標準偏差は 0.577350 で、200 本なら平均の標準誤差は 0.040825、円盤とは 22.0454 標準誤差ひらく（第3節）。 第四に、必要な本数は、驚くほど少ない——3 標準誤差で分けるだけなら 3.703704 本、すなわち 4 本で足りる（第3節）。 第五に、それでも、これは形を見たことにはならない——向きの分布は「供給源が等方である」と言うだけで、距離も厚みも質量も言わない（第4節）。 第六に、分離子は、形を見るか、届いたものの向きから読むかである——見ていないものの形が決まる場合、決めているのは中身ではなく、届いたものが持ってきた向きである（第4節）。 キーワード：オールトの雲、軌道傾斜の分布、等方性、標準誤差、見えない構造の推定、長周期彗星。

本稿の射程（射程注記）：新しい定理も法則も主張しない——長周期彗星の軌道傾斜が等方に近いこと、そこから球殻状の供給源が推定されたことは、いずれも既知である（オールト 1950、ダンカンほか 1987）。カタログを使わない——実際の彗星の一覧に当てはめることはしない。等方と円盤という二つの理想化を比べるだけである。起源を扱わない——惑星の散乱や銀河潮汐によって雲がどう作られたかは扱わない。量を見積もらない——雲の質量、個数、距離の分布は主題ではない。選択効果を入れない——明るい彗星ほど見つかりやすいといった偏りは入れていない。入れれば必要な本数は増える。既刊との関係：論文337 は、太陽系の「果て」が五つあることを示し、そのうちオールトの雲については「直接観測されていない。数は通説の見積もりである」と射程注記に明記して止めた——ここではその止めた場所に入り、直接観測されていない構造の形が、何によって支えられているのかを数にする。加えたのは、球殻の向きの分布を閉じた式で並べたこと、余弦の標準偏差 **0.577350** から標本数ごとの標準誤差を出したこと、円盤との隔たりを **22.0454** 標準誤差と数にしたこと、**3** 標準誤差に要る本数を **3.703704** 本と示したこと、分離子を「形を見るか、向きから読むか」に置いたことである。

1. 記法と問い

設定：供給源が球殻なら、そこから来る軌道の傾斜 i は、余弦 $\cos i$ が $[-1,1]$ で一様になる。円盤なら傾斜は小さい側に固まる。

$$\Pr(i<\theta)=\frac{1-\cos\theta}{2},\qquad \mathbb{E}[\cos i]=0,\qquad \mathrm{Var}[\cos i]=\frac{1}{3},\qquad \mathrm{SE}=\frac{1}{\sqrt{3N}}$$

乱数 400000 本でも、余弦の分散は **0.333679** で $1/3$ と一致した。

問い：見ていないものの形は、何本の標本で決まるのか。

2. 球殻と円盤は、向きで分かれる

計算 2.1：球殻（等方）のときの向きの分布を出した。

量	球殻のときの値
逆行（傾斜 90 度超）の割合	**0.500000**
傾斜 30 度未満の割合	**0.066987**
傾斜 60 度未満の割合	**0.250000**
傾斜の中央値	**90** 度
傾斜の平均	**90** 度

乱数 400000 本では、逆行 0.499835、30 度未満 0.066757 で、閉じた式と一致した。

> **観察 2.2**
>
> これが本稿の芯である。二つの形は、同じ量について正反対の値を予言する。球殻なら逆行がちょうど半分、円盤なら逆行はほとんど無い——距離も質量も測らずに、向きだけで二つが分かれる。

> **観察 2.3**
>
> 分布には、覚えやすい印がいくつも立っている。60 度未満がちょうど四分の一、平均も中央値も 90 度——どれか一つでも大きく外れれば、等方という仮定はその場で落ちる。

3. 何本あれば足りるのか

計算 3.1：余弦の標準偏差は 0.577350 である。標本数ごとに、平均の標準誤差と、円盤（余弦の平均が 0.9 付近）との隔たりを出した。

標本数	平均の標準誤差	円盤との隔たり
10	0.182574	4.9295 標準誤差
50	0.081650	11.0227 標準誤差
200	0.040825	22.0454 標準誤差
1000	0.018257	49.2950 標準誤差

計算 3.2：3 標準誤差で分けるのに要る本数は 3.703704 本、すなわち 4 本である。

> **観察 3.3**
>
> 必要なのは大きな標本ではなく、二つの予言が離れていることである。隔たりが 0.9 で標準偏差が 0.577350 なら、比はもともと 1.5 を超えている——一本ごとの情報量が大きいので、十本あれば 4.9295 標準誤差に達する。

観察 3.4

だから「見ていないのに分かる」は、奇跡ではない。見ていないのは倉庫のほうで、届いた彗星は一本ずつ実際に測られている——測っていないものの性質が、測ったものの分布から出る。それだけのことが起きている。

4. 分離子

観察 4.1

分離子は、形を見るか、届いたものの向きから読むかである。向きの分布が言えるのは「供給源が等方である」ことだけで、距離も厚みも質量も言わない——同じ「球殻」という言葉でも、向きから出た球殻と、写真に写った球殻は、支えている証拠が違う。

観察 4.2

論文337 と並べる。337 は太陽系の「果て」を五つ並べ、そのうちオールトの雲だけは直接観測されていないと射程注記に明記して止めた——ここではその止めた場所に入り、証拠が弱いのではなく、証拠の種類が違うことを示した。射程注記の「扱わない」は、次の編の在庫である。

観察 4.3

言わないこと。カタログも起源も質量も扱わず、選択効果も入れていない——選択効果を入れれば必要な本数は増えるが、二つの予言が正反対であることは変わらない。

5. 点呼と結び

1. 逆行は **0.500000**（計算 2.1）：球殻なら半分。
2. **30** 度未満は **0.066987**（計算 2.1）：本稿の芯。円盤とは逆。
3. **60** 度未満は **0.250000**（計算 2.1）：ちょうど四分の一。
4. 平均も中央値も **90** 度（計算 2.1）：覚えやすい印。
5. 乱数でも **0.499835**・**0.066757**（計算 2.1）：閉じた式と一致。

6. 余弦の標準偏差 **0.577350**（計算 3.1）：分散 **1/3** から。
7. **200** 本で標準誤差 **0.040825**（計算 3.1）：一本ずつ効く。
8. 隔たりは **22.0454** 標準誤差（計算 3.1）：決定的。
9. **3** 標準誤差に **3.703704** 本（計算 3.2）：四本で足りる。
10. 見るか、向きから読むか（観察 4.1）：分離子・論文337。

結び：見たことのない倉庫の形が決まったのは、中身ではなく、届いたものの向きからである。供給源が球殻なら逆行の割合はちょうど 0.500000、傾斜 30 度未満は 0.066987 にすぎず、円盤ならほとんどが 30 度未満に入る——距離も質量も測らずに、向きだけで二つが分かれる。余弦の標準偏差は 0.577350 なので、200 本なら平均の標準誤差は 0.040825、円盤とは 22.0454 標準誤差ひらく。3 標準誤差で分けるだけなら 3.703704 本、すなわち 4 本で足りる——必要なのは大きな標本ではなく、二つの予言が離れていることである。それでもこれは形を見たことにはならない——向きの分布が言うのは「供給源が等方である」ことだけで、距離も厚みも質量も言わない。分離子は、形を見るか、届いたものの向きから読むかである。既刊との位置——論文337 はオールトの雲を「直接観測されていない」と明記して止めた。ここではその止めた場所に入り、証拠の種類が違うことを示した。正直に言えば——カタログも起源も扱わず、選択効果も入れていない。

参考文献

1. Duncan, M., Quinn, T., & Tremaine, S. (1987). The formation and extent of the solar system comet cloud. *The Astronomical Journal*.
2. Oort, J. H. (1950). The structure of the cloud of comets surrounding the Solar System, and a hypothesis concerning its origin. *Bulletin of the Astronomical Institutes of the Netherlands*.
3. 山岸勇輝 (2026).『太陽系の「果て」は五つあり、最小と最大は 5106 倍ひらく』[論文337]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22681940

山岸 勇輝 (Yuuki YAMAGISHI)

© 2026 Yamagishi Complexity Torus Lab, Japan · Licensed under Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)