銀河の腕は星の集まりではなく、星が通り抜けていく模様である

— 回転速度 220 km/s で平坦な円盤に、25 km/s/kpc で回る模様を置くと、共回転半径は 8.800000 kpc

— 分離子は、模様が物に貼りついて回るか、物と別の速さで回るか — [論文782]

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

渦巻銀河の腕を見ると、星がその形に並んでいるように見える。けれど円盤の内側ほど速く回るので、星に貼りついた腕はすぐに巻きついてしまう。腕が星と同じ速さで回る場合と、別の速さで回る模様である場合を並べ、星が腕をどう通り抜けるかを数える。新しい定理も法則も主張しない。 第一に、模様と星が同じ速さで回る半径は、一つだけある——共回転半径 **8.800000 kpc**（第2節）。 第二に、その内側では、星が模様を追い越す——8 kpc の星は 2.500000 km/s/kpc で追い越し、腕が二本なら **1228.729944** 百万年ごとに腕を通り抜ける（第2節）。 第三に、外側では、向きが逆になる——12 kpc では **−6.666667** km/s/kpc で、模様のほうが星を追い越す（第2節）。 第四に、これが本稿の芯である。腕が星に貼りついていたら、形は残らない——100 億年で 4 kpc と 8 kpc の周回は **44.761667** 周ずれ、傾きは **0.203720** 度まで巻きつく（第3節）。 第五に、同じ型は道路にもある——密度 100 台/km で車は **33.333333** km/h、模様は **−33.333333** km/h で、車が模様を通り抜ける（第4節）。 第六に、分離子は、模様が物に貼りついて回るか、物と別の速さで回るかである——「腕に沿って星が並んでいる」は、模様がどの速さで回るかを言うまで真偽が決まらない（第5節）。 キーワード：銀河の腕、密度波、共回転半径、差動回転、巻きつきの問題、運動学的波。

本稿の射程（射程注記）：新しい定理も法則も主張しない——差動回転で物に貼りついた腕が巻きつくこと（巻きつきの問題）、腕を星と別の速さで回る密度の波とみる考え（リンとシュー）、共回転半径とリンドブラッド共鳴、道路の密度の波が車と別の速さで動くこと（ライトヒルとウィザム）は、いずれも既知である（リン＆シュー 1964、ビニー＆トレメイン 2008、ライトヒル＆ウィザム 1955）。値は代表値である——回転速度 220 km/s で平坦、模様の回転 25 km/s/kpc は比べるための値で、天の川銀河の実測値は主張しない。腕を作る仕組みに入らない——自己重力で密度の波が保たれる理論は名前を挙げるにとどめ、模様の速さは与えたものとして使う。傾きは比べるための値である——12 度は巻きつきの時間を測る目盛りで、実在の腕の傾きは主張しない。道路は同じ型の比べである——グリーンシールズの線形の関係だけを使い、渋滞の発生や衝撃波の動きには入らない。既刊との関係：論文394 は、同じ交通量が二つの別の状態で実現し、流量を測ってもどちらにいるかは分からないことを示した——その射程注記は渋滞の発生・衝撃波を扱わず、定常状態だけを見ると明記していた。そこでは流量が状態を代表しなかった。ここでは同じ関係から模様の速さを出し、模様が車を代表しない——車は模様を通り抜ける——ことを、銀河の腕と並べて数える。加えたのは、共回転の内と外で、星と模様の追い越しの向きが入れ替わることを数えたこと、腕を通り抜ける間隔 1228.729944 百万年と共鳴の半径を出し、共鳴は数値解でも確かめたこと、腕を星に貼りつけたときの巻きつきを数値微分と式の二通りで出したこと、道路の模様の速さと並べ、分離子を「模様がどの速さで回るか」に置いたことである。

1. 記法と問い

設定：回転速度が v_0 で平坦な円盤では、半径 R の星の角速度は $\Omega(R) = v_0/R$ である。腕の模様が一定の角速度 Ω_p で回るとき、次の量が決まる（m は腕の本数、κ は星の揺れの角振動数）。

$$R_{\mathrm{CR}} = \frac{v_0}{\Omega_p}, \qquad T_{\text{通過}} = \frac{2\pi}{m\,|\Omega(R) - \Omega_p|}, \qquad \kappa = \sqrt{2}\,\Omega, \qquad \Omega \mp \frac{\kappa}{2} = \Omega_p$$

もし腕が星に貼りついていたら、時間 t のあとの腕の傾き i は次のようになる。

$$\tan i = \frac{1}{R\,|\partial\phi/\partial R|} = \frac{1}{\Omega\, t}$$

問い：腕に沿って並んで見える星は、腕といっしょに回っているのか。

2. 模様を通り抜ける星

計算 2.1：$v_0 = 220$ km/s、$\Omega_p = 25$ km/s/kpc として、共回転半径、各半径での星と模様の角速度の差、腕を通り抜ける間隔、腕が二本のときのリンドブラッド共鳴の半径を出した。

半径	星の角速度 − 模様の角速度
4 kpc	**+30.000000** km/s/kpc
8 kpc	**+2.500000** km/s/kpc
8.8 kpc（共回転）	**0.000000** km/s/kpc
12 kpc	**−6.666667** km/s/kpc

量	値
共回転半径	**8.800000** kpc
8 kpc の星の一周	**223.405444** 百万年
腕を通り抜ける間隔（二本）	**1228.729944** 百万年
腕を通り抜ける間隔（四本）	**614.364972** 百万年
内側の共鳴（式・数値）	**2.577460** kpc・**2.577460** kpc
外側の共鳴（式・数値）	**15.022540** kpc・**15.022540** kpc

観察 2.2

共回転半径の内側では、星が模様を追い越す。**8 kpc** の星は **223.405444** 百万年で一周するが、模様との差は **2.500000 km/s/kpc** しかなく、腕が二本なら **1228.729944** 百万年ごとに一本の腕を通り抜ける——星は腕に入り、しばらくいて、出ていく。

観察 2.3

外側では、向きが逆になる。**12 kpc** では差が **−6.666667 km/s/kpc** で、模様のほうが星を追い越す。共鳴の半径は数値解と最大差 9.372×10^{-9} **kpc** で一致した——同じ模様を、内側の星は後ろから、外側の星は前から通り抜ける。

3. もし腕が星に貼りついていたら

計算 3.1：腕をはじめ半径方向にまっすぐ置き、星といっしょに回したときの、8 kpc での傾きを数値微分と式の二通りで出した。

経過時間	傾き（数値微分）	傾き（式）
1000 百万年	2.036355 度	2.036356 度
10000 百万年	0.203720 度	0.203720 度

> **観察 3.2**
>
> これが本稿の芯である。腕が星に貼りついていたら、形は残らない。100 億年で 4 kpc と 8 kpc の星の周回は 44.761667 周ずれ、腕の傾きは 0.203720 度まで巻きつく。傾き 12 度まで巻きつくのに 167.278208 百万年しかかからず、8 kpc の星の一周 223.405444 百万年より短い——星に貼りついた腕は、一周もしないうちに寝てしまう。

> **観察 3.3**
>
> 数値微分と式は、相対差 1.562×10^{-8} で一致した。

4. 同じ型の道路

計算 4.1：自由速度 100 km/h・詰まりの密度 150 台/km のグリーンシールズの関係で、車の速さ $v = v_f(1 - \rho/\rho_j)$ と、模様（密度の波）の速さ $c = dq/d\rho = v_f(1 - 2\rho/\rho_j)$ を出した。模様の速さは数値微分でも出した（最大差 4.244×10^{-10} km/h）。

密度	車の速さ	模様の速さ	車が模様を追い越す速さ
25 台/km	83.333333 km/h	66.666667 km/h	16.666667 km/h
75 台/km	50.000000 km/h	0.000000 km/h	50.000000 km/h
100 台/km	33.333333 km/h	−33.333333 km/h	66.666667 km/h
125 台/km	16.666667 km/h	−66.666667 km/h	83.333333 km/h

観察 4.2

同じ型は道路にもある。密度 100 台/km で車は 33.333333 km/h で前に進み、詰まりの模様は −33.333333 km/h で後ろへ動く。密度 75 台/km では模様が止まり、車だけが 50.000000 km/h で通り抜ける——渋滞の中にいる車は、入れ替わり続けている。

5. 分離子

観察 5.1

分離子は、模様が物に貼りついて回るか、物と別の速さで回るかである。貼りついていれば差動回転で巻きつき、100 億年で傾き 0.203720 度になる。別の速さで回る模様なら形は保たれ、星は 1228.729944 百万年ごとにそれを通り抜ける——「腕に沿って星が並んでいる」は、模様がどの速さで回るかを言うまで真偽が決まらない。

観察 5.2

論文394 と並べる。394 は、同じ流量が二つの状態で実現し、流量が状態を代表しないことを、定常状態だけで示した——ここでは同じ関係から模様の速さを出し、模様が車を代表しないこと、そして銀河の腕が星を代表しないことを数えた。

観察 5.3

言わないこと。値は代表値で、腕を作り保つ仕組みも、天の川銀河の実測値も、渋滞の発生も扱わない——示したのは、見えている形とそれを作る物が、別の速さで動きうることである。

6. 点呼と結び

1. 共回転半径 **8.800000 kpc**（計算 2.1）：模様と星が並ぶ半径。
2. 差 **+2.500000 km/s/kpc**（観察 2.2）：星が追い越す。
3. 通り抜けの間隔 **1228.729944** 百万年（計算 2.1）：腕に入って出る。
4. **12 kpc** で **−6.666667**（観察 2.3）：向きが逆。

5. 共鳴 **2.577460・15.022540 kpc**（計算 2.1）：数値解と一致。
6. **44.761667** 周のずれ（観察 3.2）：本稿の芯。
7. 傾き **0.203720** 度（計算 3.1）：巻きつく。
8. **12** 度まで **167.278208** 百万年（観察 3.2）：一周より短い。
9. 車 **33.333333**・模様 **−33.333333 km/h**（観察 4.2）：道路の同じ型。
10. 模様がどの速さで回るか（観察 5.1）：分離子・論文394。

結び：銀河の腕は星の集まりではなく、星が通り抜けていく模様である。回転速度 **220 km/s** で平坦な円盤に、**25 km/s/kpc** で回る模様を置くと、共回転半径は **8.800000 kpc** で、その内側の **8 kpc** の星は模様を **2.500000 km/s/kpc** で追い越し、腕が二本なら **1228.729944** 百万年ごとに腕を通り抜ける——**12 kpc** では向きが逆になり、模様のほうが星を追い越す。もし腕が星に貼りついていたら、**100** 億年で **4 kpc** と **8 kpc** の周回は **44.761667** 周ずれ、傾きは **0.203720** 度まで巻きつき、**12** 度までなら **167.278208** 百万年で一周より早く寝てしまう——形が保たれているのは、形が物と別の速さで回っているからである。道路でも、密度 **100** 台/**km** で車は **33.333333 km/h**、模様は **−33.333333 km/h** で、車が模様を通り抜ける。分離子は、模様が物に貼りついて回るか、物と別の速さで回るかである。既刊との位置——論文394 は流量が状態を代表しないことを数えた。ここは模様が物を代表しないことを数えた。正直に言えば——値は代表値で、腕を作る仕組みも天の川銀河の実測値も扱っていない。

参考文献

1. Binney, J., & Tremaine, S. (2008). *Galactic Dynamics* (2nd ed.). Princeton University Press.
2. Lighthill, M. J., & Whitham, G. B. (1955). On kinematic waves II. A theory of traffic flow on long crowded roads. *Proceedings of the Royal Society of London. Series A*.
3. Lin, C. C., & Shu, F. H. (1964). On the spiral structure of disk galaxies. *The Astrophysical Journal*.
4. 山岸勇輝 (2026).『同じ交通量が、二つの別の状態で実現する——流量を測っても、どちらにいるかは分からない』[論文394]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22699272

— *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)