「共鳴」という一語が、天体を追い出す場所と、天体を守る場所の両方を指している

— 木星との **3:1・5:2・7:3・2:1** の位置はどれも小惑星が居ない空隙だが、同じ木星との **3:2** にはヒルダ群が、**1:1** にはトロヤ群が居る — 分離子は、保護の機構が働くかどうか — [論文687]

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

「共鳴があるから空隙ができる」と説明される。同じ説明が「共鳴があるから天体が守られる」とも言われる。同じ整数比が正反対の帰結を持つことを、位置の数で並べる。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。同じ「共鳴」が、空ける場所と留める場所の両方を指す——木星との 3:1（2.501245 AU）は空隙で、3:2（3.970480 AU）にはヒルダ群が居る（第2節）。 第二に、空隙は一つではなく、四つが並んでいる——3:1 が 2.501245、5:2 が 2.824514、7:3 が 2.957463、2:1 が 3.277559 AU である（第2節）。 第三に、留める側も一つではない——3:2 にヒルダ群、1:1（5.202800 AU）にトロヤ群が居る。空隙の四つはすべて 3:2 より内側にある（第2節）。 第四に、守る側の実例は、外側にもある——海王星との 3:2 は 39.402847 AU で、冥王星の長半径 39.48 AU との差は 0.077153 AU にすぎない（第3節）。 第五に、位置は、周期の比から一行で出る——写像は 2/3 乗で、周期 2 倍は長半径 1.587401 倍、3 倍は 2.080084 倍である（第3節）。 第六に、分離子は、保護の機構が働くかどうかである——整数比そのものは向きを持たない。空けるか守るかを決めるのは、比ではなく、その比の下で接近が避けられるかどうかである（第4節）。 キーワード：軌道共鳴、カークウッドの空隙、ヒルダ群、トロヤ群、ケプラーの第三法則、一語が隠す二つの帰結。

> 本稿の射程（射程注記）：新しい定理も法則も主張しない——カークウッドの空隙、ヒルダ群とトロヤ群、海王星と冥王星の 3:2 共鳴は、いずれも既知である（マレー＆ダーモット 1999、モルビデリ 2002）。力学を導出しない——平均運動共鳴の摂動計算、リャプノフ時間、共鳴の幅は扱わない。位置を与える 2/3 乗の関係だけを使う。保護の機構を示さない——3:2 で接近が避けられ、3:1 で離心率が育つという区別は既知として置き、自前では導かない。個々の天体を扱わない——小惑星の同定や族の分類はしない。長半径を主張しない——木星 5.2028 AU、海王星 30.07 AU は代表値であり、離心率と摂動で動く。既刊との関係：論文337 は、太陽系の「果て」が五つあり、最小と最大が 5106 倍ひらくことを示した——そこでは一語が指す場所が複数あった。ここでは一語が指す帰結が正反対になる。数が違うのではなく、符号が違う。加えたのは、空隙と居住地の位置を同じ表に並べたこと、空隙の四つがすべて 3:2 より内側にあることを示したこと、海王星との 3:2 が冥王星と 0.077153 AU で一致することを示したこと、周期の比から位置の比への写像を 2/3 乗として数にしたこと、分離子を「保護の機構が働くか」に置いたことである。

1. 記法と問い

設定：惑星の長半径を a_p とする。その惑星と周期比 $p{:}q$ にある軌道の長半径は、ケプラーの第三法則から一行で出る。

$$\frac{T}{T_p} = \frac{q}{p}, \qquad a = a_p\left(\frac{q}{p}\right)^{2/3}, \qquad \frac{a}{a_p} = \left(\frac{T}{T_p}\right)^{2/3}$$

木星は $a_p = 5.2028\ \mathrm{AU}$、海王星は $a_p = 30.07\ \mathrm{AU}$ を置く。

問い：同じ整数比が、なぜ空隙にも居住地にもなるのか。

2. 空隙と居住地が、交互に並んでいる

計算 2.1：木星との整数比ごとに位置を出し、そこに天体が居るかどうかを並べた。

比	長半径	そこに在るもの
3:1	**2.501245** AU	カークウッドの空隙
5:2	**2.824514** AU	カークウッドの空隙
7:3	**2.957463** AU	カークウッドの空隙
2:1	**3.277559** AU	カークウッドの空隙
3:2	**3.970480** AU	ヒルダ群（天体が居る）
1:1	**5.202800** AU	トロヤ群（天体が居る）

> **観察 2.2**
>
> これが本稿の芯である。表の上半分と下半分で、同じ言葉が逆の意味を持つ。どちらも「木星と整数比で回っている」であり、上では天体が居らず、下では天体が集まっている——比の大小でも、比の単純さでもない。**3:1** も **3:2** も同じくらい単純である。

> **観察 2.3**
>
> 並び方には順序がある。空隙の四つはすべて **3:2** より内側にあり、外側の二つの比に天体が居る——内側では追い出され、外側では留まる、という向きが見えるが、それを機構として示すことは本稿の範囲ではない。

3. 守る側の実例と、位置の写像

計算 **3.1**：海王星との **3:2** は **39.402847 AU** にあたる。冥王星の長半径 **39.48 AU** との差は **0.077153 AU**、比にして **0.998046** である。

> **観察 3.2**
>
> 同じ **3:2** が、木星でも海王星でも「守る側」に立っている。ヒルダ群と冥王星は、別の惑星の別の場所にありながら、同じ比を持つ——比が帰結を決めているように見えるが、それなら **3:1** も守らねばならない。決めているのは比ではない。

計算 3.3：周期の比から長半径の比への写像は 2/3 乗である。周期 2 倍で長半径 1.587401 倍、3 倍で 2.080084 倍、5 倍で 2.924018 倍になる。

> **観察 3.4**
>
> 位置の側は、何も難しくない。どの整数比がどこに当たるかは、ケプラーの第三法則の一行で決まる——難しいのは位置ではなく、そこで何が起きるかのほうである。

4. 分離子

> **観察 4.1**
>
> 分離子は、保護の機構が働くかどうかである。整数比そのものは向きを持たない。同じ比の下で、接近が避けられるように位相が固定されれば守られ、そうでなければ離心率が育って追い出される——「共鳴」という一語は、この符号の違いを隠している。

> **観察 4.2**
>
> 論文337 と並べる。337 は、太陽系の「果て」が五つあり、最小と最大が 5106 倍ひらくことを示した——そこでは一語が指す場所の数が問題だった。ここでは数ではなく符号が問題である。一語が複数を隠すとき、隠れているのは量とはかぎらない。

> **観察 4.3**
>
> 言わないこと。摂動計算も共鳴幅も扱わず、保護の機構は既知として置いた——示したのは、同じ比が正反対の帰結を持つという一点である。

5. 点呼と結び

1. **3:1** は **2.501245** AU（計算 2.1）：空隙。本稿の芯。
2. **5:2** は **2.824514** AU（計算 2.1）：空隙。
3. **7:3** は **2.957463** AU（計算 2.1）：空隙。
4. **2:1** は **3.277559** AU（計算 2.1）：空隙。

5. **3:2** は **3.970480 AU**（計算 2.1）：ヒルダ群が居る。
6. **1:1** は **5.202800 AU**（計算 2.1）：トロヤ群が居る。
7. 空隙は全部 **3:2** より内側（観察 2.3）：順序がある。
8. 海王星との **3:2** は **39.402847 AU**（計算 3.1）：守る側。
9. 冥王星との差 **0.077153 AU**（計算 3.1）：一致する。
10. 保護が働くか（観察 4.1）：分離子・論文337。

結び：「共鳴」という一語が、天体を追い出す場所と、天体を守る場所の両方を指している。木星との **3:1**（**2.501245 AU**）・**5:2**（**2.824514 AU**）・**7:3**（**2.957463 AU**）・**2:1**（**3.277559 AU**）はいずれも空隙で、同じ木星との **3:2**（**3.970480 AU**）にはヒルダ群が、**1:1** にはトロヤ群が居る。海王星との **3:2** は **39.402847 AU** で、冥王星の長半径との差は **0.077153 AU** しかない——同じ比が、二つの惑星で守る側に立っている。位置そのものはケプラーの第三法則の一行で決まり、周期 **2** 倍は長半径 **1.587401** 倍である——難しいのは位置ではなく、そこで何が起きるかである。分離子は、保護の機構が働くかどうかである。既刊との位置——論文337 では一語が五つの場所を指した。ここでは一語が正反対の二つの符号を指す。正直に言えば——摂動計算も共鳴幅も扱わず、保護の機構は既知として置いた。

参考文献

1. Morbidelli, A. (2002). *Modern Celestial Mechanics: Aspects of Solar System Dynamics*. Taylor & Francis.
2. Murray, C. D., & Dermott, S. F. (1999). *Solar System Dynamics*. Cambridge University Press.
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

— 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)