太陽から見た月の道はいつも凸で、凸が崩れる半径は地球と太陽の引きが釣り合う点とほぼ重なる

— 太陽・地球・月の積分で凸が崩れる月の半径は 259214.846 km、重力が等しくなる点より 434.074 km 外で、いまの月はその 1.482940 倍の距離にいる — 分離子は、月の半径が凸の境の外か、ループの半径 454.841 km と境のあいだか、その内か — [論文1010]

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

地球の周りを回る月も、太陽から見れば地球と一緒に太陽の周りを回り、その道は波を打つようにも見える。本稿は、太陽から見た月の道の曲がりの符号を、二つの円の重ね合わせと、太陽・地球・月の平面の三体の積分で数え、月の半径だけを変えて凸が崩れる半径を求める。新しい定理も法則も主張しない。 第一に、月に働く太陽の引きは、どの位置でも地球の引きの 2 倍を超える——新月で **2.209655** 倍、満月で **2.187060** 倍、平均で **2.198314** 倍だった（第2節）。 第二に、太陽から見た月の道は、いつも太陽の側へ曲がる——三体の積分で 60 日のあいだ曲がりは正のままで、曲率半径は **0.6350** au から **1.9559** au のあいだだった。二つの円の重ね合わせでも、月の向心加速度と地球の向心加速度の比は **0.459240** で、曲がりの符号は一年変わらなかった（第3節）。 第三に、これが本稿の芯である。凸が崩れる半径は、地球と太陽の引きが釣り合う点とほぼ重なる——月の半径だけを変えて二分法で求めた凸の境は **259214.846** km で、論文505 の重力が等しくなる点 **258780.772** km より 434.074 km 外、相対で **0.001677** だった。いまの月はその **1.482940** 倍の距離にいる（第4節）。 第四に、二つの円の境は、三体の境より 1636.120 km 外にある——二つの円の重ね合わせで曲がりの最小が 0 になる半径は、地球と月の質量の和と全体の質量の比の平方根を au に掛けた **260850.966** km で、数値の二分法 260850.980 km と一致した（第4節）。 第五に、月の道の形は三つある——二つの円の道で曲がりの最小の符号が変わる半径は **454.841** km と **260850.98** km の二つだった。境の外は凸、あいだは曲がりの向きが入れ替わり、454.841 km の内は月の速さが公転の速さを超えてループになり、曲がりの符号はまた一つにそろう（第5節）。 第六に、分離子は、月の半径が凸の境の外か、ループの半径と境のあいだか、その内か——いまの月は境の外にいて、ループの半径は地球の半径より内側にある（第6節）。 キーワード：月の軌道、凸、曲率、三体問題、勢力圏、ループ。

> 本稿の射程（射程注記）：新しい定理も法則も主張しない——月の道が太陽から見て凸であること、月に働く太陽の引きが地球の引きより大きいこと、二つの円の重ね合わせの曲がりの条件、勢力圏の半径は、いずれも既知である。釣り合う点の外にいるから凸だ、とは言わない——凸の境と重力が等しくなる点は 434.074 km 違い、同じものではない。言えるのは、二つが相対 0.001677 で近いことである。月の軌道を簡単にする——地球も月も円から出発させ、平面の運動だけを 60 日積分した。離心率、軌道面の傾き、潮汐による月の後退は入れない。他の衛星を扱わない——ほかの惑星の衛星の道の形は数えていない。既刊との関係：論文505 の射程注記は、ヒル半径・ラプラスの作用圏・重力が等しくなる点の三つ以外を数えず、三つで打ち止めだとは主張しないと書いた——本稿はその席に座り、四つ目の半径として月の道の凸が崩れる半径を数える（先客は論文784 で、同じ射程注記を引いてロシュ限界を数えた）。論文505 は、地球の重力が等しくなる点が 25.8781 万 km で、月はその外にいることを示した——ここでは、その点が月の道の凸が崩れる半径と 434.074 km しか違わないことを数える。論文833 は、衛星の軌道が教えるのは惑星と衛星の質量の和であることを示した——ここでは、二つの円の境の式にも地球と月の質量の和が入ることを使う。加えたのは、月に働く引きの比を三つの位置で出したこと、三体の積分で太陽から見た月の道の曲がりを数えたこと、月の半径だけを変えて凸が崩れる半径を二分法で求め、505 の点と二つの円の境と比べたこと、曲がりの符号が変わる二つの半径を数え、道の三つの形を分けたことである。

1. 記法と問い

設定：太陽・地球・月の平面の三体を、$GM_S = 1.32712440018 \times 10^{20}$、$GM_E = 3.986004418 \times 10^{14}$、$GM_M = 4.9028 \times 10^{12}$（m³/s²）、1 au $= 1.495978707 \times 10^{11}$ m、月の平均距離 3.844×10^{8} m で積分する。地球と月の重心は太陽の周りの円速度、月は新月の位置から地球の周りの円速度で出発させる。太陽から見た月の速度と加速度を v・a として、曲がりを

$$\kappa = \frac{v \times a}{|v|^3}$$

で測り、公転の向きに正とする。

問い：太陽から見た月の道は、どこかで曲がりの向きが入れ替わるか。月がどれだけ地球に近ければ入れ替わるか。

2. 月に働く引き

計算 2.1：月に働く太陽の引きと地球の引き（2.697559×10^{-3} m/s²）を三つの位置で比べた。

位置	太陽の引き（m/s²）	太陽 / 地球
新月（太陽から $a-r$）	5.960677×10^{-3}	2.209655
満月（$a+r$）	5.899725×10^{-3}	2.187060
平均（a）	5.930084×10^{-3}	2.198314

観察 2.2

月に働く太陽の引きは、どの位置でも地球の引きの 2 倍を超える。新月で **2.209655** 倍、満月で **2.187060** 倍である——月にとって、太陽の引きのほうが地球の引きより大きい。

3. 太陽から見た月の道の曲がり

計算 3.1：二つの円の重ね合わせ（地球は恒星年 365.256363 日、月は恒星月 27.321661 日）で $r\omega_M^2/(a\omega_E^2) = 0.459240$、一年の曲がり $v \times a$（m²/s³）の最小は 9.223158×10^{1}、最大は 2.665942×10^{2} で正のままだった。三体の積分でいまの半径の 60 日を見ると次のとおりだった。

量	曲がり（/m）	曲率半径（au）
最小	3.417636×10^{-12}	1.9559
最大	1.052700×10^{-11}	0.6350
最小 / 最大	0.324654	

観察 3.2

太陽から見た月の道は、いつも太陽の側へ曲がる。曲がりは 60 日のあいだ正のままで、最も緩いところでも曲率半径は **1.9559** au だった——月の道は波打って見えても、曲がりの向きは入れ替わらない。最も緩い曲がりと最もきつい曲がりの比は 0.324654 である。

4. 凸が崩れる半径

計算 4.1：月の半径だけを変え（月は地球の周りの円速度）、60 日の曲がりの最小が 0 になる半径を二分法で求めた。端の値は 230640.0 km で -1.611×10^{-12}、288300.0 km で 1.191×10^{-12} だった。

半径	値（km）
三体の積分で凸が崩れる半径	**259214.846**
論文505 の重力が等しくなる点（$q = 3.002735 \times 10^{-6}$）	**258780.772**
同じ点をこの定数の GM_E/GM_S で出した値	**258813.232**
二つの円の境 $a\sqrt{(M_E+M_M)/(M_S+M_E+M_M)}$	**260850.966**
二つの円の境の数値の二分法	**260850.980**

> **観察 4.2**
>
> これが本稿の芯である。凸が崩れる半径は、地球と太陽の引きが釣り合う点とほぼ重なる。三体の境は 505 の点より 434.074 km 外（相対 **0.001677**）、二つの円の境より 1636.120 km 内（相対 −0.006272）だった。いまの月は境の **1.482940** 倍の距離にいる——505 の点は 25.8781 万 km と小数第 4 位で丸めた値で、検算はその丸めの幅の中で再現した。一回目は許容を 0.1 km と丸めの幅より狭く置いて落ちた（差 0.228 km）。

5. 月の道の三つの形

計算 5.1：二つの円の道で、曲がりの最小の符号が変わる半径を 50 m から 40 万 km で探した。

月の半径	二つの円の曲がりの最小	月の速さ / 公転の速さ
384400.000 km（いま）	9.201×10^{1}	（月 **1.025** km/s・公転 **29.785** km/s）
129607.423 km（境の半分）	-5.069×10^{2}	
909.682 km	-4.254×10^{6}	**0.707107**
227.420 km	9.625×10^{7}	**1.414213**

> **観察 5.2**
>
> 月の道の形は三つある。符号が変わる半径は **454.841 km** と **260850.98 km** の二つで、小さいほうは月の速さが公転の速さに等しくなる半径 $a(M_E+M_M)/(M_S+M_E+M_M)$ そのものだった——境の外は凸、あいだは曲がりの向きが入れ替わる波、**454.841 km** の内は月が公転より速く回ってループを描き、曲がりの符号はまた一つにそろう。一回目はループの側で曲がりの最小が正に戻るのを見て、範囲を広げて数え直した。

6. 分離子と、言わないこと

> **観察 6.1**
>
> 分離子は、月の半径が凸の境の外か、ループの半径と境のあいだか、その内か。いまの月は凸の境の **1.482940** 倍の外にいて、ループの半径 **454.841 km** は地球の半径 **6371 km** より内側にある——地球の衛星がループを描くには、地球の中を回らなければならない。

> **観察 6.2**
>
> 言わないこと。重力が等しくなる点の外にいるから凸だ、とは言わない。二つの半径は **434.074 km** 違う——月の軌道の離心率、傾き、潮汐による後退は入れておらず、ほかの衛星も数えていない。

7. 点呼と結び

1. 太陽 / 地球の引き **2.209655**・**2.187060**・**2.198314**（計算 2.1）：どこでも **2** 倍を超える。
2. 曲率半径 **0.6350**〜**1.9559 au**、曲がりは正のまま（計算 3.1）：いつも凸。
3. 凸の境 **259214.846 km** と **505** の点 **258780.772 km**（計算 4.1）：本稿の芯。相対 **0.001677**。
4. いまの月は境の **1.482940** 倍（観察 4.2）：外にいる。
5. 二つの円の境 **260850.966 km**（計算 4.1）：三体の境より **1636.120 km** 外。
6. 符号が変わる半径 **454.841 km** と境（計算 5.1）：三つの形。
7. 境の外か、あいだか、ループか（観察 6.1）：分離子・論文**505**・**784**・**833**。

結び：太陽から見た月の道はいつも凸で、凸が崩れる半径は地球と太陽の引きが釣り合う点とほぼ重なる。月に働く太陽の引きは地球の引きの **2.187060**〜**2.209655** 倍で、太陽・地球・月の積分で月の道の曲がりは **60** 日

のあいだ正のまま、曲率半径は **0.6350〜1.9559 au** だった——月の半径だけを変えると凸は **259214.846 km** で崩れ、**505** の重力が等しくなる点より **434.074 km** 外、いまの月はその **1.482940** 倍の距離にいる。曲がりの符号が変わる半径は二つの円の道で **454.841 km** と **260850.98 km** で、道は凸・波・ループの三つの形に分かれる——ループの半径は地球の半径より内側にある。分離子は、月の半径が凸の境の外か、ループの半径と境のあいだか、その内かである。既刊との位置——論文**505** は勢力圏の三つの半径を数えて月が釣り合う点の外にいると示し、論文**784** は同じ射程注記の外でロシュ限界を数え、論文**833** は衛星が教えるのが質量の和であることを示した。ここでは、四つ目の半径として月の道の凸が崩れる半径を数え、それが釣り合う点と **0.001677** しか違わないことを示した。正直に言えば——釣り合う点の外にいるから凸だとは言っておらず、月の軌道は円・平面・**60** 日で、離心率や潮汐による後退は入れていない。

参考文献

1. Murray, C. D., & Dermott, S. F. (1999). *Solar System Dynamics*. Cambridge University Press.
2. 山岸勇輝 (2026). 『「勢力圏」は三つあり、質量比を **1000** 分の **1** にすると別々に縮む』[論文505]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22861782
3. 山岸勇輝 (2026). 『ロシュ限界は一つの距離ではなく、衛星が何で形を保つかで二倍ちがう』[論文784]. Zenodo.
4. 山岸勇輝 (2026). 『衛星が教えるのは惑星の質量ではなく、惑星と衛星の質量の和である』[論文833]. Zenodo.

— 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)