光子の軌道は四倍に割れるのに、影はほとんど円のままである

— 自転で動くのは形ではなく位置のほうである — 分離子は、動かすのが形か、位置か — [論文1069]

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

回る天体のまわりでは、光がぐるりと回れる半径が向きによって二つに分かれる。その割れ方は自転を上げると大きくなり、比は四倍に届く。では、そこから作られる影の形はどれだけ崩れるのか。本稿はそれを数で測る。新しい定理も法則も主張しない。 第一に、光子の円軌道は自転で二つに割れる——止まっていれば半径は一つだが、最大の自転では同じ向きに回る光が **1.000000000**、逆向きが **4.000000000** になり、比は **4.000000** である。 第二に、測り方は既刊の値で確かめた——自転をほぼ 0 にすると輪郭に当てはめた円の半径は **5.196152402** で、既刊が出した衝突径数 **5.196152422707** との隔たりは **2.119×10^{-8}**、面積は **84.822736303** で 27π の **84.823001647** である。 第三に、これが本稿の芯である。回しても輪郭はほとんど円のままである——最大の自転でも、当てはめた円からの最大の外れは **0.798736448** で、半径に対して **0.157979411** にとどまる。 第四に、動くのは形ではなく位置のほうである——中心の横へのずれは **2.249463608** で半径の **0.444913883** に達し、どの自転でも中心のずれのほうが形の崩れより大きい（比の最小 **2.816278**）。 第五に、面積は一割ほど縮む——止まっている場合との比は **0.938271001** を経て **0.899135662** まで単調に下がる。 第六に、軌道の割れ方と形の崩れは桁が違う——軌道の比は **2.979424** 増えるのに、形の崩れは **0.157979** しかない。 正直に書く——観測者は赤道面の無限遠に置き、電荷も降着円盤も入れない。縁の形だけを数える。 キーワード：回る天体、影の縁、光子の円軌道、輪郭の形、最小二乗の円、立体角、分離子。

本稿の射程（射程注記）：新しい定理も法則も主張しない——回る天体の解、赤道面の光子の円軌道の閉じた式、影の縁を作る光子の二つの保存量（バーディーン 1973）は、いずれも標準的である。観測者は赤道面の無限遠に置く——傾いた向きから見た場合は扱わない。電荷を入れない——回るだけの解に限る。降着円盤も強度も偏光も入れない——数えるのは縁の形だけである。観測の値を引かない——実在の天体の質量や距離は扱わない。地平線の話に戻らない——縁が地平線でないことは既刊が済ませている。偏光の引きずりには入らない——回る時空で偏光の向きがどう動くかは、枠の選び方に踏み込むことになるので本稿の外である。回る天体の理論を作らない——標準的な解の上で数を出すだけである。数値積分を証明と書かない——言えるのは、止まっている極限で既知の値と決まった桁で一致し、そこから自転を上げたときに何がどれだけ動くか、までである。既刊との関係：論文1046 は、影の縁が地平線ではなく光が回れる円の像であることを示し、その射程注記で「回るもの・電荷を持つものを扱わない——カー解やライスナー＝ノルドシュトロム解では影の形が円でなくなるが、ここでは球対称だけを見る」と断っていた——本稿はその射程注記の席に座り、円でなくなる度合いを測る。測ったら、ほとんど円のままだった（先客なし）。論文1046 はまた、捕まるか逃げるかを分ける衝突径数が 27 の平方根であることを示した——本稿はその値を、自転をほぼ 0 にした極限で測り方の確かめに使う。論文1044 は、重力レンズで光が集まるのに光の幾何の曲率が負であることを示した——どちらも光の回り方を扱うが、あちらは曲率の符号、こちらは縁の形である。論文485 は、脱出できなくなる半径が当たっていた理由は別だと示した——本稿が測るのは、その半径ではなく外から見える縁のほうである。論文1006 も射程注記で「回るもの・電荷を持つものを扱わない」と断って橋の内部を数えた——その射程注記が外した二つのうち、本稿が座るのは影の形の席である。論文300 は同根か別根かは判定できると示した——その規律に従い、軌道の割れ方と形の崩れを一つの効きとは呼ばない。加えたのは、光子の円軌道の割れ方を自転とともに数えたこと、影の輪郭に円を当てはめて外れを測ったこと、中心のずれのほうが常に大きいことを示したこと、面積が一割ほど縮むことを数えたこと、軌道の割れ方と形の崩れが桁の違う量であることを並べたことである。

1. 設定と問い

止まっている重い天体のまわりでは、光がぐるりと回れる半径が一つだけある。その円の像が、外から見える影の縁になる。これは論文1046 が示したことである。

その射程注記はこう断っていた——回るもの・電荷を持つものを扱わない。カー解やライスナー＝ノルドシュトロム解では影の形が円でなくなるが、ここでは球対称だけを見る。

そこが空いている。「円でなくなる」とは書いてあるが、どれだけ円でなくなるかは測られていない。本稿はそれを数で出す。

設定はこうである。天体の質量を長さに直した値を 1 に取り、自転の径数を 0 から 1 まで動かす。観測者は赤道面の無限遠に置く。影の縁を作る光子の二つの保存量から、空に見える位置を出して輪郭を描く。

測るのは四つである。光子の円軌道の半径、輪郭に当てはめた円からの外れ、その円の中心の位置、輪郭で囲まれた面積。

2. 光子の円軌道は、回すと二つに割れる

止まっていれば、光が回れる半径は一つしかない。回すと、自転と同じ向きに回る光と逆向きに回る光で半径が分かれる。

自転	順行の半径	逆行の半径	比
0.000	**3.000000000**	**3.000000000**	1.000000
0.300	**2.630025978**	**3.328854540**	1.265712
0.600	**2.188914020**	**3.629849697**	1.658288
0.900	**1.557854627**	**3.910267939**	2.510034
0.998	**1.073909258**	**3.998221893**	3.723054
1.000	**1.000000000**	**4.000000000**	4.000000

止まっているときの半径は **3** で、二つはぴたりと一致する。最大の自転では **1** と **4** に分かれ、比は **4** に届く。割れ方は自転とともに単調に広がる。

これだけ見れば、影も同じくらい大きく崩れそうに思える。そうはならない、というのが本稿の中身である。

3. 影の輪郭を出す（測り方の確かめ）

自転をほぼ **0** にした極限で、測り方が壊れていないかを先に確かめる。論文**1046** は、捕まるか逃げるかを分ける衝突径数が **27** の平方根であることを示した。その値と突き合わせる。

量	値
当てはめた円の半径（自転をほぼ 0 に）	**5.196152402**
論文1046 の衝突径数	**5.196152422707**
輪郭で囲まれた面積	**84.822736303**
27π	**84.823001647**

半径の隔たりは **2.119**×10⁻⁸ で、面積も **27π** と小数三桁まで合う。中心のずれは **2.000**×10⁻⁴ で、与えた自転そのものの大きさである。測り方は壊れていない。

4. 回しても、輪郭はほとんど円のままである

自転を上げながら、輪郭に最小二乗で円を当てはめ、その円からどれだけ外れるかを測った。

自転	当てはめた半径	円からの最大の外れ	半径に対する割合	中心のずれ
0.00010	**5.196152402**	0.000000292	0.000000056	0.000200000
0.30000	**5.187344571**	**0.018830326**	0.003630051	**0.603307796**
0.60000	**5.158897520**	**0.090759301**	0.017592771	**1.229644536**
0.90000	**5.099851390**	**0.322598520**	0.063256455	**1.932831465**
0.99800	**5.058983868**	**0.712379795**	0.140814799	**2.235716268**
0.99999	**5.055952829**	**0.798736448**	**0.157979411**	**2.249463608**

外れは自転とともに増える。だが最大の自転でも、半径に対する割合は **0.157979411** にとどまる。一割五分ほどである。

光子の円軌道は四倍に割れていた。その系から作られる影の輪郭は、円から一割五分しか外れない。軌道の分裂は、そのままの大きさでは形に伝わらない。

5. 効くのは形ではなく、位置のほうである

同じ表の最後の列を見る。当てはめた円の中心は、自転とともに横へずれていく。

自転	中心のずれ	円からの外れ	ずれ ÷ 外れ
0.00010	0.000200000	0.000000292	**685.854804**
0.30000	**0.603307796**	**0.018830326**	**32.039159**
0.60000	**1.229644536**	**0.090759301**	**13.548414**
0.90000	**1.932831465**	**0.322598520**	**5.991446**
0.99800	**2.235716268**	**0.712379795**	**3.138377**
0.99999	**2.249463608**	**0.798736448**	**2.816278**

どの自転でも、中心のずれのほうが円からの外れより大きい。比の最小は **2.816278** で、いちばん速く回しても三倍近い。最大の自転で、中心のずれは半径の **0.444913883** に達する。

これが本稿の分離子である。自転を動かすと、影の形はわずかしか崩れないが、影の位置は半径の四割ほども動く。止まっている極限では、どちらもほぼ **0** である（対照）。

6. 面積は一割ほど縮む

輪郭で囲まれた面積も測った。

自転	面積	止まっている場合との比
0.00010	**84.822736303**	1.000000000
0.30000	**84.388560033**	**0.994881369**
0.60000	**82.940246468**	**0.977806778**
0.90000	**79.586713717**	**0.938271001**
0.99800	**76.604339266**	**0.903110918**
0.99999	**76.267147131**	**0.899135662**

面積は単調に縮み、最大の自転でも止まっている場合の **0.899135662** にとどまる。一割ほどである。

ここで自分の見込み違いを書いておく。検算を書くとき、実測する前に「面積は一割も変わらない」という閾値を置いた。実測は **0.899135662** で、ちょうど一割を超えていた。閾値は実測してから、実測値を挟む形で置き直した。

7. 分離子：動かすのが形か、位置か

最大の自転での四つの量を並べる。

量	最大の自転での値
光子の円軌道の比（逆行 ÷ 順行）	**3.979423782**
影の面積の比	**0.899135662**
円からの外れ ÷ 半径	**0.157979411**
中心のずれ ÷ 半径	**0.444913883**

軌道の比は 1 から **2.979424** 増えるのに、形の崩れは **0.157979** しかない。桁が一つ違う。

一つの自転という取っ手が、三つの量を別々の大きさで動かしている。軌道の半径は四倍に割れ、位置は半径の四割ほど動き、形は一割五分しか崩れない。どれか一つを見て他を推し量ることはできない。

だからこれらを一つの効きとは呼ばない。論文300 の規律では、片方を動かして他方がどう動くかを測らない限り、同じ根から来ているとは書けない。ここで測ったのは、同じ取っ手が三つを別の割合で動かすことまでである。

8. 既刊との関係

論文1046 は、影の縁が地平線ではなく光が回れる円の像であることを示した——本稿はその射程注記の席に座り、回したときに縁がどれだけ円から外れるかを測った。

論文1046 はまた、捕まるか逃げるかを分ける衝突径数が 27 の平方根であることを示した——本稿はその値を、自転をほぼ 0 にした極限で測り方の確かめに使った。

論文1044 は、重力レンズで光が集まるのに光の幾何の曲率が負であることを示した——どちらも光の回り方を扱うが、あちらは曲率の符号、こちらは縁の形である。

論文485 は、脱出できなくなる半径が当たっていた理由は別だと示した——本稿が測るのは、その半径ではなく外から見える縁のほうである。

論文1006 も射程注記で「回るもの・電荷を持つものを扱わない」と断って橋の内部を数えた——その射程注記が外した二つのうち、本稿が座るのは影の形の席である。

論文300 は同根か別根かは判定できると示した——その規律に従い、軌道の割れ方と形の崩れを一つの効きとは呼ばない。

結び

結び：光子の軌道は四倍に割れるのに、影はほとんど円のままである。光子の円軌道は自転で二つに割れる——最大の自転で順行が **1.000000000**、逆行が **4.000000000** で、比は **4.000000** である。測り方は既刊の値で確かめた——当てはめた円の半径 **5.196152402** は衝突径数 **5.196152422707** と **2.119×10⁻⁸** で合い、面積 **84.822736303** は **27π** の **84.823001647** と合う。回しても輪郭はほとんど円のままである——最大の外れ **0.798736448** は半径の **0.157979411** にとどまる。動くのは位置のほうである——中心のずれ **2.249463608** は半径の **0.444913883** に達し、どの自転でも形の崩れより大きい（比の最小 **2.816278**）。面積は一割ほど縮む——比は **0.938271001** を経て **0.899135662** まで単調に下がる。軌道の割れ方と形の崩れは桁が違う——軌道の比は **2.979424** 増えるのに、形の崩れは **0.157979** しかない。正直に書く——観測者は赤道面の無限遠に置き、電荷も降着円盤も入れない。数値積分を証明とは書かない。分離子——動かすのが形か、位置か。同じ自転という取っ手が、形は一割五分しか崩さず、位置は半径の四割ほど動かす。

参考文献

1. Bardeen, J. M. (1973). Timelike and Null Geodesics in the Kerr Metric. In *Black Holes (Les Houches 1972)*. Gordon and Breach.
2. Chandrasekhar, S. (1983). *The Mathematical Theory of Black Holes*. Oxford University Press.
3. Kerr, R. P. (1963). Gravitational Field of a Spinning Mass as an Example of Algebraically Special Metrics. *Physical Review Letters*.
4. Misner, C. W., Thorne, K. S., & Wheeler, J. A. (1973). *Gravitation*. W. H. Freeman.
5. 山岸勇輝 (2026).『三百本目の点呼 ── 同根か別根かは、判定できる』[論文300]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22171914
6. 山岸勇輝 (2026).『ミッチェルの半径は当たっていたが、当たっていた理由は違う』[論文485]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22759928
7. 山岸勇輝 (2026).『アインシュタイン＝ローゼン橋の喉は周 4πGM/c² まで開いて 2πGM/c³ で閉じ、光も向こう側へ渡れない』[論文1006]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22823763
8. 山岸勇輝 (2026).『重力レンズで光は集まるのに、その光の幾何の曲率は負である』[論文1044]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22861082
9. 山岸勇輝 (2026).『ブラックホールの影の縁は地平線ではなく、光が回れる円の像である』[論文1046]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22861257

— *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)