塵の静止宇宙の半径は、揺らぎが e 倍に育つあいだに光が進む距離に等しい

— アインシュタインの静止宇宙は $\Lambda c^2 = 4\pi G\rho$ で釣り合い、揺らぎは $\sqrt{(4\pi G\rho)}$ の速さで育ち、曲率半径は $c/\sqrt{(4\pi G\rho)}$ である — 分離子は圧力で、半径と e 倍の時間の比は $\sqrt{(1+3w)}$ になる — [論文1001]

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

アインシュタインが 1917 年に置いた静止宇宙は、宇宙項 Λ で重力の引きを打ち消して止まり、エディントンが 1930 年に示したとおり、少しずれると止まっていられない。本稿は、ニュートンの殻と一般相対論の加速の式の両方で、止まる条件・ずれが育つ速さ・空間の曲率半径を数え、状態方程式 $p = w\rho c^2$ の w を動かして比べる。新しい定理も法則も主張しない。 第一に、釣り合いは $\Lambda c^2 = 4\pi G\rho(1+3w)$ で、殻はどの半径でも同時に釣り合う——塵（w＝0）では殻の式も一般相対論の式も $\Lambda c^2 = 12.566370614$（ρ＝1）を返し、半径 0.3・1・7 の殻が同じ Λ で止まる。光で満ちると Λ は塵の 2.000000 倍になる（第2節）。 第二に、広がる向きにも縮む向きにも、ずれは $\sqrt{(4\pi G\rho)}$ の速さで育つ——静止からずらして積分すると、塵の殻では広がる向きで 3.544907、縮む向きで 3.544909 で、式の 3.544908 と合う。一般の w では速さの二乗が $4\pi G\rho(1+3w)(1+w)$ になり、光は塵の 1.632993 倍速く崩れる（第3節）。 第三に、これが本稿の芯である。塵の静止宇宙の曲率半径は、ずれが e 倍に育つ時間 τ に光が進む距離 cτ に等しい——フリードマンの第一式から出る半径と τ の比は、塵で 1.000000、光で 1.414213（√2＝1.414214）、w＝0.1 で 1.140175、w＝1 で 1.999999 で、どれも $\sqrt{(1+3w)}$ に合う（第4節）。 第四に、殻のエネルギーを曲率として読んでも、同じ半径が出る——半径 1 の静止した殻の単位質量あたりのエネルギーは −6.283185（$-2\pi G\rho$）で、これを $-c^2r^2/(2R^2)$ と読むと R＝0.282095 となり、第一式の半径と一致する（第4節）。 第五に、塵では、3 次元球面の体積と密度の積 M について、$2GM/c^2$ が対蹠点までの距離に等しい——体積 $2\pi^2a^3$ に密度を掛けて M と書くと $2GM/(c^2a)$ は $\pi/(1+w)$ で、塵では 3.141593、光では 2.356194 である（第5節）。 第六に、分離子は圧力である——w は Λ に 1+3w、崩れる速さの二乗に (1+3w)(1+w)、半径の二乗の逆数に 1+w として入り、比にはそのうち $\sqrt{(1+3w)}$ だけが残る。代表値 $\rho = 1.0\times10^{-26}$ kg/m³ では、塵の τ は 10.941787 十億年、半径は 10.941787 十億光年である（第6節）。 キーワード：アインシュタインの静止宇宙、宇宙定数、フリードマン方程式、エディントンの不安定、状態方程式、3次元球面。

本稿の射程（射程注記）：新しい定理も法則も主張しない——アインシュタインの静止宇宙（1917）とその釣り合い $\Lambda = 4\pi G\rho/c^2$、エディントン（1930）が示した不安定、フリードマンの二つの式、宇宙項を殻の力 $\Lambda c^2 r/3$ として入れるニュートンの読みは、いずれも既知である。実在の宇宙を主張しない——模型は $G = c = 1$・$\rho = 1$ で数え、SI の $\rho = 1.0\times10^{-26}\ \mathrm{kg/m^3}$ は桁を見るための代表値である。観測の Λ とは比べない。一様な伸び縮みだけを見る——宇宙全体が一様に伸び縮みするずれだけを数え、場所ごとの揺らぎ（ジーンズの不安定）は扱わない。閉じた宇宙の全質量を定義しない——M は 3 次元球面の体積と密度の積として書くだけで、閉じた宇宙の質量としての意味は主張しない。w を定数に限る——w は $-1/3$ より大きい定数とし、数値は $w = 0 \cdot 0.1 \cdot 1/3 \cdot 1$ の四点で確かめた。時間で変わる w は扱わない。既刊との関係：論文907 の射程注記は、宇宙定数を扱わず、暗黒エネルギー、宇宙定数、空間の曲率の幾何は扱わないと書いた——本稿はそのうち宇宙定数の席に座る（先客なし）。論文907 は、塵の膨張の式がニュートンの殻で厳密に出て、光では減速が二倍外れることを示した——ここでは、同じ $\rho + 3p/c^2$ の項が、静止に要る Λ を $1+3w$ 倍にし、半径と崩れる時間の比を $\sqrt{1+3w}$ にすることを数える。論文72 は、Λ を真空のエネルギーではなく積分定数として読んだ——ここでは Λ の値の出どころは問わず、静止の条件が Λ と ρ の比を一つに決めることだけを使う。論文13 は、重力と電磁気の式が立体角 4π を共有することを示した——ここでは、同じ 4π が釣り合いの $\Lambda c^2 = 4\pi G\rho$ と崩れる速さ $\sqrt{4\pi G\rho}$ の両方に入ることを数える。論文08 は、3 次元球面の体積 $2\pi^2$ を 4 次元の単位パッチとして置いた——ここでは、静止宇宙の空間そのものが半径 a の 3 次元球面であり、その体積 $2\pi^2 a^3$ を数える。加えたのは、殻の式と一般相対論の式で静止の Λ を二分法で出し、四つの w で $4\pi G\rho(1+3w)$ に合わせたこと、静止からずらして積分し、崩れる速さを両向きで測ったこと、半径と e 倍の時間の比が $\sqrt{1+3w}$ で、塵ではちょうど 1 になることを示したこと、殻のエネルギーから同じ半径を読み直したこと、3 次元球面の体積から $2GM/(c^2 a) = \pi/(1+w)$ を数えたことである。

1. 記法と問い

設定：ニュートンの殻は、一様な密度 ρ の球の縁にある半径 r の殻で、内側の質量 $M = (4\pi/3)\rho r^3$ に引かれ、宇宙項の力 $\Lambda c^2 r/3$ に押される。

$$\ddot{r} = -\frac{GM}{r^2} + \frac{\Lambda c^2}{3} r.$$

一般相対論では、尺度因子 a の加速と、フリードマンの第一式（空間の曲率 k）を使う。圧力は $p = w\rho c^2$ とし、密度は $\rho \propto a^{-3(1+w)}$ で変わる。

$$\frac{\ddot{a}}{a} = -\frac{4\pi G}{3}\left(\rho + \frac{3p}{c^2}\right) + \frac{\Lambda c^2}{3}, \qquad \left(\frac{\dot{a}}{a}\right)^2 = \frac{8\pi G}{3}\rho - \frac{kc^2}{a^2} + \frac{\Lambda c^2}{3}.$$

模型は $G = c = 1$・$\rho = 1$ で数え、第6節だけ SI の代表値を使う。

問い：静止宇宙は、どの Λ で止まり、どの速さで崩れ、どの半径を持つか。そして三つのあいだにどんな関係が残るか。

2. 釣り合い

計算 2.1：加速度が 0 になる Λ を二分法で探した。

式	w	$\Lambda c^2/(4\pi G\rho)$
殻（圧力なし）	—	1.000000
一般相対論	0	1.000000
一般相対論	0.1	1.300000
一般相対論	1/3	2.000000
一般相対論	1	4.000000

塵では殻も一般相対論も $\Lambda c^2 = 12.566370614$ を返し、四つの w で $4\pi G\rho(1+3w)$ と 10^{-9} 以内で合った。

> **観察 2.2**
>
> 殻はどの半径でも同時に釣り合う。半径 0.3・1・7 の殻に $\Lambda c^2 = 4\pi G\rho$ を入れると、加速度は 2.220×10^{-16}・0・3.553×10^{-15} だった——殻の式には長さの目盛りが無く、止まる条件は密度だけで決まる。塵では、質量を固定した殻の式と、密度を a^{-3} で変えた一般相対論の式が、別々に書いた関数で同じ加速度を返した（差 0）。

> **観察 2.3**
>
> 光で満ちた宇宙を圧力の無い殻で数えると、要る Λ を半分に見積もる。殻は $\Lambda c^2 = 12.566371$、一般相対論は 25.132741 で、比は 2.000000 である——圧力の項 $3p/c^2$ が、止めるのに要る押しを増やしている。

3. 崩れる速さ

計算 3.1：静止から 10^{-8} だけずらして止めた状態から積分し、ずれが $\cosh(st)$ で育つとして速さ s を出した。塵の殻では、$t = 2$ でずれが広がる向きに 599.842 倍、縮む向きに 599.845 倍になり、s は 3.544907 と 3.544909 だった（$\sqrt{4\pi G\rho} = 3.544908$）。

w	積分の s	加速度の傾きの平方根	$\sqrt{4\pi G\rho(1+3w)(1+w)}$
0	3.544907	3.544908	3.544908
0.1	4.239092	4.239093	4.239093
1/3	5.788808	5.788810	5.788810
1	10.026506	10.026513	10.026513

> **観察 3.2**
>
> 静止宇宙は、広がる向きにも縮む向きにも崩れる。ずれの育ち方は両向きでそろい、速さの二乗は $4\pi G\rho(1+3w)(1+w)$ である——光で満ちた宇宙は塵の 1.632993 倍速く崩れる。積分の時間は、ずれが線形の範囲に収まるよう（およそ 600 倍まで）w ごとに決めた。

4. 半径と崩れる時間

計算 4.1：静止（$\dot a = 0$）で $k = +1$ とした第一式から曲率半径 a を出し、ずれが e 倍に育つ時間 $\tau = 1/s$ と比べた。

w	a	τ	$a/(c\tau)$	$\sqrt{1+3w}$	Λa^2
0	0.282095	0.282095	1.000000	1.000000	1.000000
0.1	0.268967	0.235900	1.140175	1.140175	1.181818
1/3	0.244301	0.172747	1.414213	1.414214	1.500000
1	0.199471	0.099736	1.999999	2.000000	2.000000

> **観察 4.2**
>
> これが本稿の芯である。塵の静止宇宙の半径は、ずれが e 倍に育つあいだに光が進む距離に等しい。塵では $a/(c\tau) = 1.000000$ で、$\Lambda a^2 = 1.000000$ はアインシュタインの関係 $\Lambda = 1/a^2$ そのものである——半径の二乗の逆数は $4\pi G\rho(1+w)/c^2$、崩れる速さの二乗は $4\pi G\rho(1+3w)(1+w)$ なので、比の二乗には $1+3w$ だけが残る。光では比が $\sqrt{2}$ になる。

> **観察 4.3**
>
> 殻のエネルギーを曲率として読んでも、同じ半径が出る。半径 1 の静止した殻の単位質量あたりのエネルギー $E = -GM/r - \Lambda c^2 r^2/6$ は -6.283185（$-2\pi G\rho$）で、これを $E = -c^2 r^2/(2R^2)$ と読むと $R = 0.282095$ となり、第一式の半径 0.282095 と 10^{-12} 以内で一致した——殻の式そのものは長さの目盛りを持たないが、そのエネルギーを曲率の項と読めば半径が一つに決まる。

5. 3 次元球面の体積

計算 5.1：半径 1 の 3 次元球面の体積を $\int_0^{\pi} 4\pi \sin^2\chi \, d\chi$ として 20000 刻みのシンプソン則で積分すると 19.739208802 で、$2\pi^2$ と一致した。体積 $2\pi^2 a^3$ に密度を掛けて M と書いた。

w	$2GM/(c^2 a)$	$\pi/(1+w)$	対蹠点までの距離 πa	$2GM/c^2$
0	3.141593	3.141593	0.886227	0.886227
0.1	2.855993	2.855993	0.844984	0.768167
1/3	2.356194	2.356194	0.767495	0.575621
1	1.570796	1.570796	0.626657	0.313329

> **観察 5.2**
>
> 塵では 2GM/c² が、3 次元球面の上で対蹠点までの距離 πa に等しい。塵では $2GM/c^2$ も πa も 0.886227 で、圧力が加わるとその比は $1/(1+w)$ で小さくなる——これは体積と密度の積についての等式であり、閉じた宇宙の全質量を定義したものではない。

6. 分離子と、代表値

> **観察 6.1**
>
> 分離子は圧力である。w は、静止に要る Λ に $1+3w$、崩れる速さの二乗に $(1+3w)(1+w)$、半径の二乗の逆数に $1+w$ として入る——半径と e 倍の時間の比には、そのうち $\sqrt{1+3w}$ だけが残る。塵では圧力の項が消え、比はちょうど 1 になる。

計算 6.2：SI で $G = 6.67430 \times 10^{-11}$、$c = 299792458$ m/s、$\rho = 1.0 \times 10^{-26}$ kg/m^3、一年を 365.25 日とした。

量	塵	光（同じ ρ）
Λ（m^{-2}）	9.331988×10^{-53}	1.866398×10^{-52}
τ（十億年）	10.941787	6.700448
a（十億光年）	10.941787	9.475865

塵では $\tau = 3.452965 \times 10^{17}$ s、$a = 1.035173 \times 10^{26}$ m で、半径を光年で、崩れる時間を年で数えると同じ数になる。

> **観察 6.3**
>
> 言わないこと。実在の宇宙の密度や観測の Λ とは比べていない。場所ごとの揺らぎ（ジーンズの不安定）と、時間で変わる w は扱っていない——M は体積と密度の積として書いただけで、閉じた宇宙に全質量を与える主張はしない。

7. 点呼と結び

1. $\Lambda c^2 = 4\pi G\rho(1+3w)$（塵で 12.566370614）（計算 2.1）：殻は半径によらず釣り合う。
2. 光を圧力なしで数えると Λ を半分に見積もる（比 2.000000）（観察 2.3）：圧力の項が押しを増やす。
3. 崩れる速さ **3.544907**・**3.544909**（式 **3.544908**）（計算 3.1）：広がる向きにも縮む向きにも。
4. 光は塵の **1.632993** 倍速く崩れる（観察 3.2）：速さの二乗は $4\pi G\rho(1+3w)(1+w)$。
5. $a/(c\tau) = 1.000000$（塵）（観察 4.2）：本稿の芯。
6. 光で **1.414213**、$w = 1$ で **1.999999**（計算 4.1）：比は $\sqrt{1+3w}$。
7. 殻のエネルギー -6.283185 から $R = 0.282095$（観察 4.3）：論文907 の読みでも同じ半径。
8. $2GM/(c^2 a) = 3.141593$（塵）（観察 5.2）：$2GM/c^2$ が対蹠点までの距離。
9. $\tau = 10.941787$ 十億年、$a = 10.941787$ 十億光年（計算 6.2）：代表値の桁。
10. 圧力が比に $\sqrt{1+3w}$ だけを残す（観察 6.1）：分離子・論文907・72・13・08。

結び：塵の静止宇宙の半径は、揺らぎが e 倍に育つあいだに光が進む距離に等しい。アインシュタインの静止宇宙は、殻の式でも一般相対論の式でも Λc²＝4πGρ(1+3w) で釣り合い、ずれは広がる向きにも縮む向きにも √(4πGρ(1+3w)(1+w)) の速さで育つ——塵の殻では積分で 3.544907 と 3.544909 を測り、式の 3.544908 と合っ

た。フリードマンの第一式の半径とずれが e 倍に育つ時間の比は、塵で 1.000000、光で 1.414213 で、どれも √(1+3w) に合う——殻のエネルギー −2πGρr² を曲率として読んでも同じ半径 0.282095 が出る。分離子は圧力である——w は釣り合い・崩れる速さ・半径の三つに別々の形で入り、比には √(1+3w) だけが残る。既刊との位置——論文907 は塵の膨張が殻で厳密に出ることを、論文72 は Λ を積分定数として読むことを、論文13 は 4π の共有を、論文08 は 3 次元球面の体積 2π² を示した。ここでは、止まった宇宙で釣り合いと崩れる速さと半径が同じ 4πGρ から出て、塵では半径が崩れる時間の光の道のりになることを数えた。正直に言えば——模型は一様な伸び縮みだけで、実在の宇宙とも観測の Λ とも比べていない。2GM/c² が対蹠点までの距離に等しいことは体積と密度の積についての等式で、閉じた宇宙の質量を定義したものではない。

参考文献

1. Eddington, A. S. (1930). On the instability of Einstein’s spherical world. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*.
2. Einstein, A. (1917). Kosmologische Betrachtungen zur allgemeinen Relativitätstheorie. *Sitzungsberichte der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften*.
3. Friedmann, A. (1922). Über die Krümmung des Raumes. *Zeitschrift für Physik*.
4. Ryden, B. (2017). *Introduction to Cosmology* (2nd ed.). Cambridge University Press.
5. 山岸勇輝 (2026). 『n=3唯一性定理とホップファイブレーションに基づく 4次元ポアンカレ予想とエキゾチック構造の構造的解釈』[論文08]. Zenodo. 10.5281/zenodo.21404419
6. 山岸勇輝 (2026). 『宇宙OS記述言語としての物理法則』[論文13]. Zenodo. 10.5281/zenodo.21404917
7. 山岸勇輝 (2026). 『宇宙定数の再枠づけ』[論文72]. Zenodo. 10.5281/zenodo.21650934
8. 山岸勇輝 (2026). 『宇宙の膨張の式は塵ならニュートンの殻で厳密に出て、光なら減速が二倍外れる』[論文907]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22804787

— *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)