「距離＝速さ×時間」は、光が旅するあいだに空間が伸びない近さでだけ成り立つ

— 赤方偏移 0.01 では四つの距離が cz/H_0 の 0.987755〜1.007608 倍に収まり、赤方偏移 1 では 0.382303〜1.529213 倍に割れる — 分離子は、光が届くまでに宇宙がどれだけ伸びたか（赤方偏移）— [論文779]

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

遠くの天体までの距離を「光の速さ×届くまでの時間」と考えるのは自然である。けれど光が旅するあいだに、宇宙は伸びている。膨張する宇宙で、年齢と距離の関係と、一つの天体に対する「距離」がいくつに割れるかを数える。新しい定理も法則も主張しない。 第一に、年齢は $1/H_0$ に近いが、同じではない——ハッブル時間 145.07303 億年に対し、年齢は 137.90752 億年（$H_0 t_0 = 0.950608$）（第2節）。 第二に、観測できる範囲の半径は、年齢×光速の 3.345573 倍である——半径は 461.37972 億光年（第2節）。 第三に、物質だけの宇宙でも、それは 3 倍になる——$H_0 t_0 = 0.666666667$、半径／年齢×光速 $= 3.000000000$（第2節）。 第四に、これが本稿の芯である。近くでは四つの距離が一つに重なり、遠くでは割れる——赤方偏移 0.01 で cz/H_0 の 0.987755〜1.007608 倍、赤方偏移 1 で 0.382303〜1.529213 倍（第3節）。 第五に、見かけの大きさの距離には最大がある——角径距離は赤方偏移 1.587641 で最大 5.851408 十億光年になり、同じ大きさの天体はそれより遠いほど大きく見える（第3節）。 第六に、分離子は、光が届くまでに宇宙がどれだけ伸びたか（赤方偏移）である——「距離＝速さ×時間」は、どの距離かと、どれだけ伸びたかを言うまで真偽が決まらない（第4節）。 キーワード：宇宙の年齢、観測可能な宇宙、赤方偏移、共動距離、角径距離、フリードマン方程式。

本稿の射程（射程注記）：新しい定理も法則も主張しない——フリードマン方程式、平坦な宇宙の年齢と観測できる範囲の半径、光の旅の時間・共動距離・光度距離・角径距離の定義、角径距離に最大があることは、いずれも既知である（ライデン 2017、ホッグ 1999）。値は代表値である——$H_0 = 67.4$ km/s/Mpc、物質の割合 0.315、放射の割合 9.1×10^{-5} は比べるための値で、どれが正しいかは扱わない。論文297 が数えた H_0 の食い違いには入らない。宇宙論を作らない——暗黒エネルギーを定数と置いた平坦な模型だけを使う。距離の測り方を扱わない——はしごの段や標準光源の較正は、論文297 に任せる。距離の呼び方は四つに限る——ほかの呼び方（平坦な宇宙では共動距離と同じになるものなど）は扱わない。既刊との関係：論文297 は、宇宙の距離が七段のはしごで、直接測られているのは一段目だけであることを示した——その射程注記は宇宙論を作らず、使うのは一つの割り算と二乗和の平方根だけだと明記していた。そこでは同じ距離を測る方法が七段あった。ここでは膨張を積分すると、測る前に「距離」という語そのものが四つに割れることを数える。方法の数と、語の数になる。加えたのは、物質だけの宇宙の閉じた値（2/3 と 3）で積分を確かめたこと、同じ積分で年齢 137.90752 億年と半径 461.37972 億光年を出したこと、五つの赤方偏移で四つの距離を並べ、重なりと割れを数えたこと、分離子を「どれだけ伸びたか」に置いたことである。

1. 記法と問い

設定：宇宙の大きさの比を a（いまを 1）とし、膨張の速さ $H(a)$ を放射・物質・暗黒エネルギーの割合で書く。赤方偏移 z の光が出た時刻から、四つの距離が決まる。

$$H(a) = H_0 \sqrt{\Omega_r a^{-4} + \Omega_m a^{-3} + \Omega_\Lambda}, \qquad t(z) = \int_0^{1/(1+z)} \frac{da}{a\,H(a)}, \qquad D_C(z) = c \int_{1/(1+z)}^{1} \frac{da}{a^2 H(a)}$$

$$D_{\text{旅}} = c\,\big(t_0 - t(z)\big), \qquad D_L = (1+z)\,D_C, \qquad D_A = \frac{D_C}{1+z}$$

$D_{\text{旅}}$ は光の旅の時間×光速、D_C はいまの距離（共動距離）、D_L は明るさから決める光度距離、D_A は見かけの大きさから決める角径距離である。$\Omega_m = 0.315$、$\Omega_r = 9.1 \times 10^{-5}$、$\Omega_\Lambda = 0.684909$ と置く。

問い：光が届くまでの時間に光速を掛ければ、その天体までの距離になるか。

2. 年齢と、観測できる範囲

計算 2.1：年齢と、観測できる範囲の半径（$z \to \infty$ の共動距離）を積分で出した。同じ積分を物質だけの宇宙（$\Omega_m = 1$）にもかけた。

量	値
ハッブル時間 $1/H_0$	**145.07303** 億年
年齢 t_0	**137.90752** 億年
$H_0 t_0$	**0.950608**
観測できる範囲の半径	**461.37972** 億光年
半径／(ct_0)	**3.345573**
物質だけの宇宙の $H_0 t_0$	**0.666666667**
物質だけの宇宙の 半径／(ct_0)	**3.000000000**

> **観察 2.2**
>
> 年齢は $1/H_0$ に近いが、同じではない。$H_0 t_0 = 0.950608$ である——物質だけなら $2/3$ に落ちる。1 に近いのは、減速と加速の組み合わせによる。

> **観察 2.3**
>
> 観測できる範囲の半径は、年齢×光速の **3.345573** 倍である。光は **137.90752** 億年しか旅していないのに、いちばん遠い光を出した場所は、いま **461.37972** 億光年先にある。物質だけの宇宙でもこの比はちょうど **3.000000000** で、式の 3 と差 1.332×10^{-14} で一致した——光が旅するあいだに、通ってきた道のりそのものが伸びている。

3. 四つの距離

計算 3.1：五つの赤方偏移で四つの距離を出し、素朴な cz/H_0 と並べた（単位は十億光年）。

赤方偏移	光の旅×c	共動	光度	角径	cz/H_0
0.01	0.144011	0.144730	0.146177	0.143297	0.145073
0.1	1.349997	1.415867	1.557454	1.287152	1.450730
1	7.949953	11.092381	22.184762	5.546191	14.507303
3	11.652285	21.215181	84.860722	5.303795	43.521909
1100	13.790386	45.227948	49795.970982	0.041079	15958.033289

cz/H_0 に対する比	光の旅×c	共動	光度	角径
赤方偏移 0.01	0.992681	0.997632	1.007608	0.987755
赤方偏移 1	0.547997	0.764607	1.529213	0.382303

観察 3.2

これが本稿の芯である。近くでは四つの距離が一つに重なり、遠くでは割れる。赤方偏移 0.01 では四つとも cz/H_0 の 0.987755〜1.007608 倍に収まるが、赤方偏移 1 では 0.382303〜1.529213 倍に割れる——近くで「距離」が一つの語で済むのは、光が旅するあいだに宇宙がほとんど伸びないからである。

観察 3.3

光の旅×光速は、いまの距離より短くなっていく。光の旅／共動は赤方偏移 0.01 で **0.995037**、赤方偏移 1 で **0.716704** である。なお光度／角径は定義から $(1+z)^2$ に決まり（1.020100 と 4.000000）、発見ではない——割れの大きさを測るのは、定義で決まる比ではなく、光の旅と共動のずれである。

観察 3.4

見かけの大きさの距離には最大がある。角径距離は赤方偏移 1.587641 で最大 5.851408 十億光年になり、赤方偏移 3 では 5.303795、1100 では 0.041079 に戻る——同じ大きさの天体は、赤方偏移 1.587641 より遠いほど大きく見える。

> **観察 3.5**
>
> 赤方偏移 1100 の光を出した場所は、観測できる範囲の縁の近くにある。その共動距離 45.227948 十億光年は、半径の **0.980276** である。

4. 分離子

> **観察 4.1**
>
> 分離子は、光が届くまでに宇宙がどれだけ伸びたか（赤方偏移）である。ほとんど伸びていなければ四つの距離は重なって「速さ×時間」になり、伸びていれば四つに割れ、観測できる範囲の半径は年齢×光速の 3.345573 倍になる——「距離＝速さ×時間」は、どの距離かと、どれだけ伸びたかを言うまで真偽が決まらない。

> **観察 4.2**
>
> 論文297 と並べる。297 は、宇宙の距離が七段のはしごで測られ、直接測られているのは一段目だけであることを、一つの割り算と二乗和で示した——ここでは膨張を積分し、測る前に「距離」という語そのものが四つに割れることを数えた。

> **観察 4.3**
>
> 言わないこと。値は代表値で、H_0 の食い違いにも、暗黒エネルギーの正体にも、距離の測り方にも入らない——示したのは、距離の語が近くで一つ、遠くで四つになることである。

5. 点呼と結び

1. 年齢 **137.90752** 億年（計算 2.1）：$1/H_0$ に近いが同じでない。
2. $H_0 t_0 = \mathbf{0.950608}$（観察 2.2）：物質だけなら $2/3$。
3. 半径 **461.37972** 億光年（計算 2.1）：観測できる範囲。
4. 年齢×光速の **3.345573** 倍（観察 2.3）：道のりが伸びる。
5. 物質だけで **3.000000000**（観察 2.3）：積分の確かめ。

6. 赤方偏移 0.01 で **0.987755〜1.007608**（観察 3.2）：重なる。
7. 赤方偏移 1 で **0.382303〜1.529213**（観察 3.2）：本稿の芯。
8. 光の旅／共動 **0.716704**（観察 3.3）：割れの大きさ。
9. 角径距離の最大 赤方偏移 **1.587641**（観察 3.4）：遠いほど大きく見える。
10. どれだけ伸びたか（観察 4.1）：分離子・論文297。

結び：「距離＝速さ×時間」は、光が旅するあいだに空間が伸びない近さでだけ成り立つ。$H_0 = 67.4$ km/s/Mpc・物質の割合 0.315 の平坦な宇宙で、年齢は 137.90752 億年（$H_0 t_0 = 0.950608$）、観測できる範囲の半径は 461.37972 億光年で、年齢×光速の 3.345573 倍である——物質だけの宇宙でもこの比はちょうど 3 で、光が旅するあいだに道のりそのものが伸びている。光の旅の時間×光速・共動距離・光度距離・角径距離の四つは、赤方偏移 0.01 では cz/H_0 の 0.987755〜1.007608 倍に重なり、赤方偏移 1 では 0.382303〜1.529213 倍に割れる。角径距離は赤方偏移 1.587641 で最大になり、同じ大きさの天体はそれより遠いほど大きく見える——近くで距離の語が一つで済むのは、宇宙がほとんど伸びないからである。分離子は、光が届くまでに宇宙がどれだけ伸びたか（赤方偏移）である。既刊との位置——論文297 は距離を測る方法が七段あることを示した。ここは測る前に距離の語が四つに割れることを数えた。正直に言えば——値は代表値で、H_0 の食い違いにも暗黒エネルギーの正体にも入っていない。

参考文献

1. Hogg, D. W. (1999). Distance measures in cosmology. *arXiv*.
2. Ryden, B. (2017). *Introduction to Cosmology* (2nd ed.). Cambridge University Press.
3. 山岸勇輝 (2026). 『宇宙の距離は七段のはしごで、直接測られているのは一段目だけである』[論文297]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22171788

— 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)