

シアマの「偶然の一致」は、恒等式である

— マッハの原理の別根点呼：GM/(Rc^2) はどのハッブル定数でもちょうど 1/2 になる — [論文169]

山岸 勇輝 (Yuuki YAMAGISHI)

Yamagishi Complexity Torus Lab, Japan | 山岸勇輝ラボ

2026年8月

— From thinking to syncing. —

要旨

「マッハの原理」という一語が、互いに含意しない複数の主張を指している。本稿はそれを点呼し、よく引かれる数値的一致が実は定義から出る恒等式であることを数で示す。新しい物理法則は主張しない——一般相対論に反する主張は一つもない。第一に、これが本稿の芯である。ハッブル半径 $R = c/H$ と臨界密度から $GM/(Rc^2)$ を計算すると、 $H = 50, 67.4, 70, 100, 1000$ のどれでもちょうど **0.5**——計算した全桁で、である。 $M = (4/3)\pi R^3 \rho_c = c^3/(2GH)$ を代入すれば H が消えるからで、これは一致ではなく恒等式である（第2節）。第二に、密度が臨界でなければ答は単に $\Omega/2$ である（ $\Omega = 0.1, 0.3, 1, 3$ で $0.05, 0.15, 0.5, 1.5$ ）。したがってこの「一致」の正体は $\Omega = 1$ 、すなわち平坦性であり、慣性の由来については何も述べていない（第3節）。第三に、測地歳差と慣性系の引きずりは別根である。地球のまわり $r = 7027$ km で **6.6048684** 対 **0.081436822** 秒角／年、比は **81.1**——ところが $r = 42164$ km では比が **198.7** になる。 r 依存性が違う以上、一つの効果の二つの強さではない（第4節）。第四に、引きずりは常に部分的である。ティリングの弱場係数 $f = 4GM/(3Rc^2)$ は地球で 9.28×10^{-10} 、太陽で 2.83×10^{-6} 、中性子星で **0.2297**。 $f = 1$ まで外挿すると R/r_s がどの質量でもちょうど **2/3**——地平線の内側である（第5節）。第五に、逆向きの反例がある。ミンコフスキー空間は物質を持たずに慣性系を持つ。「慣性はすべて遠方の物質が作る」は、一般相対論の内部で偽である（第6節）。

本稿の射程：新しい物理法則は主張しない——一般相対論に反する主張は一つもない。マッハの原理が一つの文でないこと、レンズ＝ティリング効果、ティリングの殻の引きずり係数、ゲーデル宇宙、シアマの議論は、いずれも標準的である。また本稿はマッハの原理の是非を判定しない——書けるのは、どの読みが何を要求しているかまでである。加えたのは $GM/(Rc^2)$ を H を振って計算し恒等式であることを確かめたこと、測地歳差と引きずりの比が r とともに動くことを示したこと、弱場係数を外挿すると全質量共通で $R/r_s = 2/3$ になり外挿が無効だと示したことである。

1. 記法と位置づけ

ハッブル定数を H 、ハッブル半径を $R = c/H$ 、臨界密度を $\rho_c = 3H^2/(8\pi G)$ 、密度径数を $\Omega = \rho/\rho_c$ と書く。シュヴァルツシルト半径を $r_s = 2GM/c^2$ とする。

位置づけ：論文97 はライプニッツの関係論からマッハ・一般相対論・ロヴェッリへ至る系譜を整理したが、マッハの原理そのものは扱わなかった。本稿はその一文を開き、論文95 の規約と事実の分離、および論文89・159 の逆問題の族と接続する。

2. 芯： $GM/(Rc^2)$ は恒等式である

観察 2.1

しばしば引かれる主張はこうである——見える宇宙全体について $\sum Gm/(rc^2)$ を足すと 1 前後になる、まるで慣性の代金を遠方の物質が払っているかのように。

検算 2.2：ハッブル半径と臨界密度で、この数を計算する。

H (km/s/Mpc)	$R = c/H$ (m)	内部の M (kg)	$GM/(Rc^2)$
50	1.85013×10^{26}	1.24568×10^{53}	0.5
67.4	1.3725×10^{26}	9.24096×10^{52}	0.5
70	1.32152×10^{26}	8.89772×10^{52}	0.5
100	9.25063×10^{25}	6.22841×10^{52}	0.5
1000	9.25063×10^{24}	6.22841×10^{51}	0.5

計算した全桁で 0.5 である。(証明終)

観察 2.3

理由は代入するだけで見える。

$$M = \frac{4}{3}\pi\left(\frac{c}{H}\right)^3 \cdot \frac{3H^2}{8\pi G} = \frac{c^3}{2GH}, \quad \frac{GM}{Rc^2} = \frac{G}{c^2} \cdot \frac{c^3}{2GH} \cdot \frac{H}{c} = \frac{1}{2}.$$

H は約分で消える。これは測って一致した数ではなく、定義から出る恒等式である（論文16 の「＝」の六種でいえば、経験則ではなく代入の帰結である）。

3. では、その一致は何を記録しているのか

検算 3.1：密度が臨界でない場合を計算する。

Ω	$GM/(Rc^2)$
0.1	0.05
0.3	0.15
1	0.5
3	1.5

答は単に $\Omega/2$ である。（証明終）

観察 3.2

したがって「1 前後になる」という観察が記録しているのは $\Omega \simeq 1$ 、すなわち平坦性である。それは宇宙の幾何についての事実であって、慣性がどこから来るかについては何も述べていない。

観察 3.3

動かすと動くものは Ω である——物質の量でも、宇宙の年齢でも、 H でもない。 H を二十倍にしても数は動かなかった。数が動かない量を証拠として挙げることはできない。

4. 測地歳差と引きずりは、別根である

検算 4.1：地球（ $J = 0.3307MR^2\omega = 5.84571 \times 10^{33} \text{ kg m}^2/\text{s}$ ）のまわりを回るジャイロスコープの二つの特徴的な率を、

測地： $\frac{3}{2} \frac{GM}{c^2 r} \sqrt{\frac{GM}{r^3}}$, 引きずり： $\frac{GJ}{c^2 r^3}$

として計算する。

r (km)	測地 (秒角／年)	引きずり (秒角／年)	比
7027	6.6048684	0.081436822	81.1
10000	2.7339405	0.028257301	96.8
26561	0.23778147	0.0015079863	157.7
42164	0.074891847	0.00037696867	198.7

(証明終)

観察 4.2

比が 81.1 から 198.7 へ動く。測地は $r^{-5/2}$ 、引きずりは r^{-3} に比例するからである。 r 依存性が違う以上、これは一つの効果の二つの強さではない。

検算 4.3：地球の自転を止めて計算し直す。

測地 ($J = 0$ 、 $r = 7027 \text{ km}$)	6.6048684 秒角／年
引きずり ($J = 0$)	0

(証明終)

観察 4.4

測地歳差の式に J は現れない——回転していない天体のまわりでも、そのまま残る。引きずりは J に比例し、 J とともに消える。一つの実験の中に、質量の曲率と回転という二つの別根がある（論文165が三つの等価原理を分けたのと同じ作法である）。

観察 4.5

そしてマッハ的な半分は、小さいほうの半分である。

5. 引きずりは常に部分的である

検算 5.1：ゆっくり回る薄い殻の内部の引きずり割合について、ティリングの弱場の結果 $f = 4GM/(3Rc^2)$ を計算する。

殻	M (kg)	R (m)	f
地球	5.9722×10^{24}	6.371×10^6	9.28175×10^{-10}
太陽	1.98847×10^{30}	6.957×10^8	2.83009×10^{-6}
中性子星 (1.4 太陽質量・12 km)	2.78386×10^{30}	1.2×10^4	0.229704

(証明終)

検算 5.2：マッハ的な語りは $f = 1$ 、すなわち完全な引きずりを欲しがる。式を解いて $R = 4GM/(3c^2)$ を得、 $r_s = 2GM/c^2$ と比べる。

$f = 1$ を与える R (地球の質量で)	0.0059134019 m
シュヴァルツシルト半径 r_s	0.0088701029 m
比 R/r_s	0.666666666667

比はちょうど $2/3$ であり、しかもどの質量でも $2/3$ である (M が両辺から消えるからである)。(証明終)

観察 5.3

弱場の式は、完全な引きずりに地平線の内側で到達すると告げている。これはブラックホールについての発見ではない。式を適用範囲の外まで延ばした、という証明である。

観察 5.4

したがって「完全な引きずりが起こるか」は、弱場係数の外挿では決まらない——厳密な取り扱いを要する。本稿はその厳密な答を主張しない（論文159 が「不適切」を分けたときと同じく、どこまでが自分の道具で言えるかを書くにとどめる）。

6. 逆向きの反例：真空は慣性を持つ

事実 6.1

解	物質	慣性系
ミンコフスキー空間	無い	よく定義されている
シュヴァルツシルト外部	局所的に無い	よく定義されている
ゲーデル宇宙（1949）	回転するダスト	大域的な静止系が無い
カー外部	局所的に無い	引きずられるが定義されている

観察 6.2

一般相対論は、慣性の構造をきちんと持った真空解を持つ。したがって「慣性はすべて遠方の物質が作る」という強い読みは、それを裏づけたとされる理論の内部で偽である。

観察 6.3

理由は構造的である。場の方程式は物質と曲率を結ぶが、解を一つ選ぶには境界条件も要る。漸近的平坦性は選択であって、物質から出てくる帰結ではない。

観察 6.4

逆問題として読み直すと、マッハの問いは「局所の慣性系から物質の分布を読めるか」である。読めない——同じ物質が別の境界データを許すからである。論文89 が完璧な帰無から隠れた原因を読む道具を並べたのに対し、ここでは読めない側の例が立っている。

7. 点呼

観察 7.1

読み	主張	一般相対論の答	動かすと動くもの
動的宇宙	宇宙は静的でない	満たす	解が動的
強い読み	孤立した物体は慣性を持たない	満たさない	真空解が反例
局所の読み	局所慣性系は物質が決める	部分的	境界条件
宇宙論的な読み	$\Omega = 1$ である	観測の問題	Ω (第2・3節)
引きずり	回転が慣性系を引きずる	満たす	J (小さい)

観察 7.2

五つは強さの階段ではない。一般相対論は或るものを満たし、或るものを破り、或るものについては境界条件を要求する。「一般相対論はマッハの原理を実現した」という一文は、どの読みがと言わないかぎり、真偽を持たない。

8. 結論

- $GM/(Rc^2)$ は恒等式である (検算2.2) : H を二十倍にしても 0.5。
- その正体は $\Omega/2$ 、すなわち平坦性である (検算3.1)。
- 測地歳差と引きずりは r 依存性が違う (検算4.1) : 比が 81.1 から 198.7 へ。
- $J = 0$ で測地は残り引きずりは消える (検算4.3)。

5. 弱場係数の外挿は $R/r_s = 2/3$ を出す（検算5.2）：地平線の内側＝外挿の無効。

6. 真空は慣性を持つ（事実6.1）。

結び：数がぴたりと合ったとき、まず疑うべきは自然ではなく定義である。 $GM/(Rc^2)$ は測る前から $1/2$ だった。マッハの問いはそれで消えはしないが、この数はもうその問いの証拠ではない——証拠でありうるのは、動かせる量だけである。

参考文献

1. Mach, E. (1883). *Die Mechanik in ihrer Entwicklung historisch-kritisch dargestellt*. Leipzig: Brockhaus.
 2. Thirring, H. (1918). *Über die Wirkung rotierender ferner Massen in der Einsteinschen Gravitationstheorie*. Physikalische Zeitschrift, 19.
 3. Lense, J., & Thirring, H. (1918). *Über den Einfluss der Eigenrotation der Zentralkörper auf die Bewegung der Planeten und Monde*. Physikalische Zeitschrift, 19.
 4. Gödel, K. (1949). *An example of a new type of cosmological solution of Einstein's field equations of gravitation*. Reviews of Modern Physics, 21(3).
 5. Sciamia, D. W. (1953). *On the origin of inertia*. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 113(1).
 6. Brill, D. R., & Cohen, J. M. (1966). *Rotating masses and their effect on inertial frames*. Physical Review, 143(4).
 7. Bondi, H., & Samuel, J. (1997). *The Lense–Thirring effect and Mach's principle*. Physics Letters A, 228(3).
 8. 山岸勇輝 (2026). 速度空間＝時空 曲率双対性 [論文63]. Zenodo. 10.5281/zenodo.21606250
 9. 山岸勇輝 (2026). ゼロテンションと逆問題 [論文89]. Zenodo. 10.5281/zenodo.21748664
 10. 山岸勇輝 (2026). 規約と事実を分ける [論文95]. Zenodo. 10.5281/zenodo.21758621
 11. 山岸勇輝 (2026). 関係としての時間と空間 [論文97]. Zenodo. 10.5281/zenodo.21758697
 12. 山岸勇輝 (2026). 光の曲がりの 4 は、 4π ではなく $2(1+\gamma)$ である [論文134]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22080727
 13. 山岸勇輝 (2026). 「不適切」は一語ではない [論文159]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22092229
 14. 山岸勇輝 (2026). 「等価原理」は三つある [論文165]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22092957
-

— 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)