

不変量が住む幾何 — ミンコフスキーの時空と、「相対論の幾何」たちを混同しないために — [論文108]

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

第二章（王道ノードへの新規接続・論文101～108）の締め、幾何学的本流の源流の一人、ヘルマン・ミンコフスキーを置く。1908年、彼はアインシュタインの特殊相対論を「時空の幾何」へ翻訳した——「空間だけ、時間だけは、単なる影に退き、両者の合一だけが独立の実在を保つ」。その核心は不変間隔 $ds^2 = c^2 dt^2 - dx^2 - dy^2 - dz^2$ だ。観測者が変われば時間も長さも変わるが、この間隔だけは全員に共通（不変）。ローレンツ変換は、この間隔を保つ時空の（双曲的な）回転であり、 $ds^2 = 0$ が光円錐＝因果構造を刻む。本稿の芯は別根の峻別（論文58）：体系には「相対論の幾何」が複数あり、混同されやすい。(a) ミンコフスキーの平坦時空 ds^2 （本稿・不変間隔の幾何・平坦・ローレンツ符号）／(b) 速度空間の双曲幾何 $K = -1/c^2$ （論文60・"速度"の空間・負曲率）／(c) 固有時 $\tau = \int ds/c$ （論文82・世界線に沿う不変量）——これらは「不変・相対論」を共有するだけの別の根だ。ミンコフスキーは間隔そのものの幾何（平坦極限）にあたる。さらに、イグナトフスキー（論文83）が「なぜローレンツ群か」を群論で答えたのに対し、ミンコフスキーはその群が保つ幾何（不変量）を与える——83（群の根）と108（幾何の根）は相補だが別根。そしてミンコフスキーの平坦時空は、リーマンの内曲率（論文91）を曲率ゼロにした特別な場合＝一般相対論の平坦極限であり、その代数はクリフォードの時空代数（論文104）である。射程：確立された相対論の構造的解釈（第2層）で、新しい数学も予言も生まない（SRは書き換えない）。宇宙OSは第3層・非科学のレンズ。

本稿の位置づけ（規律）：本稿は確立された特殊相対論（ミンコフスキー時空、不変間隔、ローレンツ変換＝双曲回転、光円錐）の構造的解釈である。新しい数学も新しい予言も含まず、SRを書き換えも再導出もしない。要点は、体系の「相対論の幾何」——ミンコフスキーの平坦間隔／速度空間の双曲幾何（60）／固有時（82）——を別根として峻別し、イグナトフスキー（83・群の根）とミンコフスキー（108・幾何の根）を相補な別根として置くことである。※本稿は論文82/83/60と主題が一部重なる（＝第二章の締めとして、それらの"不変量の幾何的な芯"を明示する位置づけ）。「宇宙OS」は第3層の非科学レンズであり、機構の主張ではない。

1. 序：相対論を「幾何」にした人（第二章の締め）

第二章（論文101～108）は、系譜マップの王道ノードに、体系のジグを当てて新しい道を通してきた——エディントン、コンヌ＝カッツ、ベレルマン、クリフォード、ドナルドソン、ウィーナー、ネーター。その締めに、幾何学的本流の源流の一人、ヘルマン・ミンコフスキー（1864-1909）を置く。彼はアインシュタインのかつての師であり、1908年の講演「空間と時間」で、特殊相対論を時空という一つの幾何に翻訳した。

体系は「不変量」「相対論」に何度も触れてきた——速度空間の曲率（60）、練行足＝固有時（82）、なぜ最高速度があるか（83）。だが、それらの幾何的な芯＝不変間隔を正面から置いたことはなかった。本稿はそれを置き、同時に「相対論の幾何」たちを別根として仕分ける。新しい定理は作らない。

2. ミンコフスキーの時空：不変間隔・双曲回転・光円錐

標準的事実（ミンコフスキー時空, 1908）

ミンコフスキーは、時間と空間を一つの4次元時空に統合し、その上に不変間隔を置いた：

$$ds^2 = c^2 dt^2 - dx^2 - dy^2 - dz^2.$$

観測者（慣性系）が変われば dt も dx も変わるが、 ds^2 はすべての慣性系で同じ値をとる（不変）。慣性系間のローレンツ変換は、この ds^2 を保つ変換＝時空の $(t, \mathbf{x})$ 面での双曲的な回転（速さ v はラピディティ φ 、 $\tanh \varphi = v/c$ に対応）である。 $ds^2 = 0$ の面が光円錐で、時間的（ $ds^2 > 0$ ）・空間的（ $ds^2 < 0$ ）・光的（ $= 0$ ）の区別が、因果の構造そのものを与える。

これは、相対論の見方を一変させた。アインシュタインが「時間の遅れ・長さの収縮」を現象として示したのに対し、ミンコフスキーは「それらは、一つの不変な時空幾何を、観測者ごとに違う角度から見た影にすぎない」と示した。時間も長さも観測者で変わる——だが間隔 ds^2 は全員に共通。相対的なものの底に、絶対的な幾何がある。

3. 何が絶対か：空間でも時間でもなく「間隔」

ミンコフスキーの有名な宣言——「空間だけ、時間だけは、単なる影に退き、両者の一種の合一だけが独立の実在を保つだろう」——の意味は、ここにある。絶対なのは、空間でも時間でもなく、時空の間隔 ds^2 だ。ニュートンは絶対空間・絶対時間を別々に置いたが（論文97のライプニッツ＝クラーク論争を参照）、相対論ではその二つは観測者ごとに割り振りが変わる"影"になり、両者を編んだ間隔だけが不変として残る。

これは、体系の「不変量」の幾何的な芯である。体系はしばしば「何が不変か・何が規約か」を問うてきた（論文95： c の数値は規約、 c の有限性は事実）。ミンコフスキーは、その"事実の側"に間隔という具体的な不変量を与える。相対論とは「すべてが相対的」なのではなく、「間隔が絶対で、その影として時間・空間が相対的」なのだ。

4. 別根：相対論の三つの幾何と、群との相補

観察 4.1（「相対論の幾何」は一つではない）

体系には「相対論の幾何」が複数あり、語（相対論・不変・曲率）を共有するが別の根だ。

(a) ミンコフスキーの平坦時空（本稿）：舞台は時空 (t, x, y, z) 、幾何は平坦でローレンツ符号、主役は不変間隔 ds^2 。

(b) 速度空間の双曲幾何（論文60）：舞台は速度の空間、幾何は負曲率 $K = -1/c^2$ （双曲的）、主役は速度の合成・曲率から読む E 。

(c) 固有時（論文82）：主役は世界線に沿って積む不変量 $\tau = \int ds/c$ （出来事ベースの時間の芯）。

三つは「不変・相対論」を共有するだけの別根だ——舞台（時空／速度空間）も、曲率（平坦／負曲率）も、量（間隔／合成／固有時）も違う。ミンコフスキーは間隔そのものの幾何（平坦極限）である。

観察 4.2（群の根 83 と、幾何の根 108 は相補）

論文83（イグナトフスキー）は「なぜローレンツ群か」を群論で答えた——相対性原理＋一様等方＋群構造から、変換はガリレイ型かローレンツ型の二つに限られる。ミンコフスキーは、そのローレンツ群が保つ幾何（不変間隔）を与える。83＝群の根（何が変換群か）と108＝幾何の根（その群が保つ不変量は何か）は、相補だが別の根だ。群が先か幾何が先かではなく、同じ相対論の二つの顔（変換の側と不変量の側）である。

この峻別が、第二章の締めめにふさわしい。「相対論」という一語の下に、平坦時空の間隔（108）、速度空間の双曲幾何（60）、固有時（82）、ローレンツ群（83）という複数の別根が並ぶ。どれも同じ相対論の別の顔で、混ぜてはならない——体系の「一語・複数の別根」（論文100）の、相対論版である。

5. 体系への接続

ミンコフスキーは、体系のいくつもの糸を締める。(a) リーマン（論文91）＝平坦極限：ミンコフスキーの平坦時空は、リーマンの内在曲率を曲率ゼロにした特別な場合。一般相対論（曲がった時空）の各点の接空間（局所的な平坦極限）がミンコフスキー時空であり、91（内在曲率）と108（平坦間隔）は「曲率あり／なし」で結

ばれる別インスタンス。(b) クリフォード (論文104) = 時空の代数: ミンコフスキー空間のクリフォード代数 (時空代数 $Cl(1, 3)$ ・ガンマ行列) が、その幾何の代数的な骨組みを与える (104のアルファベット上に108の幾何が乗る)。(c) イグナトフスキー (論文83): 群の根 (83) と幾何の根 (108) は相補な別根。(d) 速度空間・固有時 (論文60/82): 相対論の三つの幾何の別根。(e) 規約と事実 (論文95): c の有限性という"事実"に、間隔という具体的な不変量を与える。(f) カルタン (論文92): ds^2 は計量 (対称テンソル) で、外積代数 (92・計量なし) とは別の層——計量を宿すクリフォード (104) の側に属する (92と104の別根の実例)。

■ 著者の私感 (第3層・非科学の札つき／機構の主張ではない)

体系のレンズ (比喻) では、宇宙OSにとって「本当のデータ」は時間でも空間でもなく、時空の間隔 ds^2 という一つの不変量で、観測者ごとの時間・長さは、その不変量を各自の画面へ射影したレンダリング結果 (影) のように感じられる。ミンコフスキーの「空間と時間は影に退く」は、まるでOSの内部表現 (不変量) と表示 (各観測者の座標) を分ける設計思想のこだまのようだ。だがこれは非科学の札つきだ。ここで確かなのは、相対論の絶対量は空間でも時間でもなく間隔 ds^2 だ、という物理の一点だけ。そして体系の規律——「相対論の幾何」は一つではなく、間隔 (108)・速度空間 (60)・固有時 (82)・群 (83) という別根が並ぶ。相対的なものの底に絶対的な不変量を見出す、その姿勢こそ——「何が規約で、何が事実か」(95) を分ける体系の芯と、同じ血が流れている。相対論を幾何にした源流の巨匠に、静かな敬意を記す。

6. 射程 (何を示し、何を示さないか)

示すこと (記述的・構造的):

- ・ ミンコフスキーの時空・不変間隔 ds^2 ・ローレンツ変換=双曲回転・光円錐 (2節) / 絶対なのは空間でも時間でもなく間隔 (3節)。
- ・ 相対論の三つの幾何の別根 (ミンコフスキー平坦間隔/速度空間の双曲幾何60/固有時82) (4節)。
- ・ 群の根 (イグナトフスキー83) と幾何の根 (108) は相補だが別根 (4節) / リーマン91の平坦極限・クリフォード104の時空代数への接続 (5節)。

示さないこと (禁欲):

- ・ SRを書き換え・再導出しない。本稿はミンコフスキーの標準的な幾何的定式化の構造的解釈である。
- ・ 相対論の幾何たちを混同しない。間隔 (108)・速度空間 (60)・固有時 (82)・群 (83) は別根。
- ・ 新しい数学・予言ではない。ミンコフスキー時空は標準。ゆえに第2層 (構造的解釈)。OSは第3層・非科学。

7. 結論（第二章の締め）

ミンコフスキーは、相対論を「時空の幾何」にした。絶対なのは空間でも時間でもなく、両者を編んだ不変間隔 ds^2 ——時間の遅れも長さの収縮も、この一つの不変量の"影"だ。ローレンツ変換は間隔を保つ双曲回転、光円錐は因果の骨格。これが、体系が何度も触れた「不変量」の幾何的な芯である。

そして「相対論の幾何」は一つではない——ミンコフスキーの平坦間隔（108）、速度空間の双曲幾何（60）、固有時（82）、ローレンツ群（83）は、語を共有する別根だ。本稿がしたのは、新しい主張ではなく、不変量の幾何的な芯を置き、相対論の複数の幾何を別根として正しく仕分けたことである。これで第二章（王道ノードへの新規接続・101～108）の8本が揃った——エディントンの戒めから、コンヌ=カッツの橋、ペレルマンの動的唯一性、クリフォードの代数、ドナルドソンの4次元、ウィーナーの信号、ネーターの二定理、そしてミンコフスキーの間隔まで。どれも王道のノードに、体系のジグを当て、別根の規律で接いだ道である。相対論を幾何にした源流の巨匠に、第二章の締めとして、108番目の番地を返す。

参考文献

1. Minkowski, H. (1909). *Raum und Zeit*. Physikalische Zeitschrift 10, 104. (「空間と時間」1908年講演)
2. Einstein, A. (1905). *Zur Elektrodynamik bewegter Körper*. Ann. Phys. 17, 891.
3. Naber, G. L. (1992). *The Geometry of Minkowski Spacetime*. Springer.
4. Yamagishi, Y. (2026). *c as the Radius of Velocity Space (Hyperbolic Geometry)* [論文60]. Zenodo. 10.5281/zenodo.21598012
5. Yamagishi, Y. (2026). *Time as a Renko Chart / Proper Time* [論文82]. Zenodo: 10.5281/zenodo.21735260.
6. Yamagishi, Y. (2026). *Why a Maximum Speed Exists (Ignatowski)* [論文83]. Zenodo: 10.5281/zenodo.21741190.
7. Yamagishi, Y. (2026). *Intrinsic Curvature (Riemann)* [論文91]. Zenodo. 10.5281/zenodo.21758406
8. Yamagishi, Y. (2026). *Clifford Algebra* [論文104]. Zenodo. 10.5281/zenodo.21836876
9. Yamagishi, Y. (2026). *Convention and Fact (Poincaré)* [論文95]. Zenodo. 10.5281/zenodo.21758621

— 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)