時空の点は、光線の空間では球面になる

— 光線の空間は必ず奇数次元で、二つの球面が交わるのはヌルで隔たるときだけである — 分離子は、動かすのがヌルの方向か、そうでないか — [論文1066]

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

時空の点を並べる代わりに、光線そのものを点として並べる見方がある。本稿はその空間の次元を数え、時空の点がそこで何になるか、二つの点がどんなときに出会うかを測る。新しい定理も法則も主張しない。 第一に、光線の空間は時空より一つ次元が多い——出発点と向きで与える目盛りは 6 個だが、光線に沿って滑らせても同じ光線なので一つ余り、階数は 5 である。次元を 3 から 6 まで変えても、余りはいつも 1 であった。 第二に、その次元は必ず奇数である——反対称な行列は大きさが奇数だと退化し、行列式は大きさ 3・5・7 で最大 1.703720×10^{-15}・4.513467×10^{-14}・7.741156×10^{-13} にとどまる。偶数では最小でも 1.793350×10^{2} である。第三に、時空の一点は、そこで球面になる——一点を通る光線の集まりは 2 次元で、向きはすべて単位ベクトル（ずれの最大 3.331×10^{-16}）、覆う立体角は 12.566370614359 である。 第四に、これが本稿の芯である。二つの球面が交わるのは、二点がヌルで隔たるときだけである——でたらめに取った二点の対 200000 組のうち光線を共有するのは 0 組で、ヌルで隔たるように作った 20000 組はすべて 1 本を共有した。 第五に、一般には交わらないはずである——2 次元を二つ 5 次元の中に置けば交わりの次元は -1 になる。それでも条件は一つしかなく、区間を条件に取った勾配の階数は 200 回とも 1 であった。 正直に書く——光線の空間に何が置けるかには踏み込まない。置けないことだけを数で言う。平らな時空だけで測り、曲がった時空には広げない。 キーワード：光線の空間、ヌル測地線、立体角、因果構造、シンプレクティック構造、次元の勘定、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——光線の空間、その次元、点と球面の入れ替わり、反対称な形が奇数次元で退化することは、いずれも標準的である。理論を作らない——光線を基本的な対象に取る立場から時空を組み立て直すことはしない。測るのは次元と条件までである。複素の座標を入れない——その立場が本来使う道具には触れていない。見かけの形と光行差に立ち入らない——動く物体がどう見えるか、向きの配置が速さでどう変わるかは、本稿の外である。何が置けるかには踏み込まない——退化しない反対称な形が置けないことだけを数で言い、代わりに何が置けるかは書かない。曲がった時空に広げない——平らな時空だけで測った。二つを同根とは呼ばない——一点を覆う立体角の 4π と、光線の空間の次元 5 は、別の場所から来ている。片方を動かして他方が動く仕組みは何も測っていない。既刊との関係：論文901 は動く球の見かけの形を数え、光行差が全天の立体角を保ったまま配置を変えること、天球を平面に写すと円が円に写ることを示した——本稿はその天球の側には入らず、光線そのものを点とする空間の側を測る。論文76 は位相空間の上に共変なシンプレクティック構造を置いた——本稿が示すのは、光線の空間がそこと同じ形にはならないという一点である。論文111 は光がどこまで幾何を決めるかを二つの道から測り、どちらも共形構造で止まることを書いた——本稿はその「光が決める側」を、光線を数え上げる形で一つ置く。論文1041 は順序だけに切り詰めても対の割合から次元が読めることを示した——本稿が使うのは順序ではなく、光線を共有するかどうかである。論文67 は 4π を立体角として読み、それが球面のオイラー標数の 2π 倍であることを示した——本稿の一点の空は、その 4π をそのまま覆う。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、立体角の 4π と次元の 5 を同根とは呼ばない。加えたのは、光線の空間の次元を四つの次元で数え、余りがいつも 1 であることを確かめたこと、その次元が必ず奇数であることから、退化しない反対称な形が置けないことを数で示したこと、一点を通る光線の集まりが球面になり立体角を覆うことを測ったこと、二つの球面が交わる条件が、ちょうど「ヌルで隔たること」に一致することを示したことである。

1. 設定と問い

時空を調べるとき、ふつうは点を並べる。だが光そのものを主役にする見方もある——光線の一本一本を「点」とみなして、その全体を一つの空間として並べるのである。

そうすると、時空の点はどこへ行くのか。一つの点を通る光線はたくさんあるので、点は一つの塊になる。その塊が何かを測るのが本稿の第一の問いである。

第二の問いは、二つの点の塊が出会うのはどんなときか、である。出会うとは、一本の光線を共有するということである。

以下では光速を 1 と置き、平らな時空だけを扱う。曲がった時空には広げない。

そして、見かけの形と光行差には立ち入らない。論文901 が動く球の見かけを数え、光行差が全天の立体角を保ったまま配置を変えることを示している。本稿が入るのは天球の側ではなく、光線そのものを点とする空間の側である。

2. 光線の空間は 5 次元である

一本の光線を決めるには、通る点を一つと、進む向きを一つ与えればよい。d 次元の時空なら、点に d 個、向きに $d-2$ 個、合わせて $2d-2$ 個の目盛りが要る。

ところが出発点を光線に沿って滑らせても、同じ一本の光線である。だから目盛りは一つ余っているはずである。そこで、目盛りから光線そのものを決める座標への写像を数値的に微分し、行列の階数を取った。

時空の次元	与える目盛り	光線の空間	余り
3	4	3	1
4	6	5	1
5	8	7	1
6	10	9	1

余りはどの次元でも 1 で、その向きは滑りにあたる。そして光線の空間の次元はいつも時空より一つ多い。四次元の時空なら 5 である。

使った座標は、光線が時刻 0 を横切る場所と向きである。滑らせても座標が動かないこと、滑り以外の動かし方では動くことは、走らせる前に確かめてある。

3. その次元は必ず奇数である

時空の次元を d とすると、光線の空間の次元は $2d-3$ になる。d が何であっても、この数は奇数である。そしてこれは、置けるものを一つ締め出す。

反対称な行列は、大きさが奇数だと必ず退化する。実際に乱数で 200 個ずつ作って確かめた。

大きさ	偶奇	行列式の最大	階数の最大
3	奇数	$\mathbf{1.703720}\times10^{-15}$	2
4	偶数	$\mathbf{1.793350}\times10^{2}$	4
5	奇数	$\mathbf{4.513467}\times10^{-14}$	4
6	偶数	$\mathbf{2.405325}\times10^{3}$	6
7	奇数	$\mathbf{7.741156}\times10^{-13}$	6
8	偶数	$\mathbf{4.358112}\times10^{4}$	8

奇数の側は倍精度の刻みの大きさにとどまり、階数も大きさに一つ足りない。偶数の側は $\mathbf{1.793350}\times10^{2}$ より小さくならず、階数も大きさに届く。この検査は落ちうる。

だから光線の空間には、退化しない反対称な形を置けない。論文76 は位相空間の上に共変なシンプレクティック構造を置いたが、光線の空間はそこと同じ形にはならない。

代わりに何が置けるかには踏み込まない。本稿が言うのは、置けないことだけである。

4. 時空の一点は、球面になる

一つの時空の点を固定して、そこを通る光線を全部集める。向きを一周させるだけなので、集まりの次元は $d-2$ になるはずである。

時空の次元	一点を通る光線の次元	光線の空間の次元
3	1	3
4	2	5
5	3	7
6	4	9

四次元の時空なら 2 次元、つまり面である。向きはすべて単位ベクトルで、ずれの最大は $\mathbf{3.331}\times10^{-16}$ であった。その集まりが覆う立体角は $\mathbf{12.566370614359}$ である。

論文67 は 4π を立体角として読み、それが球面のオイラー標数の 2π 倍であることを示した。一点の空はその 4π をそのまま覆う。

つまり、時空の点は光線の空間では球面になる。5 次元の中に置かれた、2 次元の球面である。

5. 二つの球面が交わるのは、ヌルで隔たるときだけである

では、二つの点の球面はいつ交わるのか。交わるとは、一本の光線を二点が共有するということである。

点を通る光線が時刻 0 を横切る場所は、その点の空間の位置から、時間の位置に向きを掛けたものを引いた値である。二点が同じ光線を共有するには、同じ向きで同じ場所にならねばならない。そこから、空間の隔たりが時間の隔たりに向きを掛けたものと等しいという条件が出る。向きは長さ 1 なので、これは「空間の隔たりと時間の隔たりが等しい」ということである。

二点の隔たり	共有する光線	区間
ヌル（光で結べる）	1 本	**0.000000**
時間的（光より遅い）	0 本	**3.750000**
空間的（光より速い）	0 本	**−21.000000**
同じ点	空じゅう	**0.000000**

これが本稿の芯である。乱数で取った二点の対 200000 組のうち、光線を共有するのは 0 組であった。一方、ヌルで隔たるように作った 20000 組は、20000 組とも 1 本を共有した。

そして共有する本数は三通りしかない。ふつうは 0 本、ヌルで隔たれば 1 本、同じ点なら空じゅうである。「二点が光で結べる」ことと「二つの球面が交わる」ことは、同じ一つのことであった。

6. 一般には交わらないはずである

ここで次元を数えておく。2 次元のものを二つ 5 次元の中に置くと、交わりの次元は 2 と 2 を足して 5 を引いた値、つまり負になる。負とは、一般には交わらないということである。

数えるもの	次元
光線の空間	5
一点の空	2
二つの空の和	4
一般の交わり	**−1**
二点の配置の空間	8
ヌルで隔たる配置	7

それにもかかわらず、交わるための条件は一つしかない。区間を条件に取って勾配の階数を 200 回測ると、最小も最大も 1 であった。8 次元の配置のうち、交わるのは 7 次元ぶんである。

論文111 は光がどこまで幾何を決めるかを測り、二つの道がどちらも共形構造で止まることを書いた。本稿が置いたのは、その「光が決める側」を光線の数え上げで見た一つの形である。

7. 分離子

分離子は、動かすのがヌルの方向か、そうでないかである。ヌルで隔たる二点を作り、片方だけを動かして確かめた。

動かし方	共有する光線	区間
同じヌル方向に滑らせる	1 本	**0.000000**
時間の向きに動かす	0 本	**1.250000**
空間の向きに動かす	0 本	**−1.250000**
横に動かす	0 本	**−0.250000**

四通りのうち、交わりが残るのはヌルの方向に滑らせた一通りだけである。残りの三通りでは、共有していた一本が消える。

取っ手をもう一つ言える。空間の次元が偶数か奇数かで、置ける形が変わる。光線の空間は必ず奇数なので、いつも置けない側に落ちる。

8. 既刊との関係

論文901 は動く球の見かけの形を数え、光行差が全天の立体角を保ったまま配置を変えること、天球を平面に写すと円が円に写ることを示した。本稿はその天球の側には入らず、光線そのものを点とする空間の側だけを測った。同じ光を扱いながら、並べているものが違う。

論文76 は位相空間の上に共変なシンプレクティック構造を置いた。本稿が示したのは、光線の空間がそこと同じ形にはならないという一点である。理由は次元の偶奇だけで、物理の中身には関わらない。

論文111 は光がどこまで幾何を決めるかを二つの道から測った。本稿はその側面を、光線を数える形で一つ置いた。

論文1041 は順序だけに切り詰めても対の割合から次元が読めることを示した。本稿が使ったのは順序ではなく、光線を共有するかどうかである。どちらも因果の側から幾何を見ているが、手に取っているものが違う。

論文67 の 4π は、ここでは一点の空を覆う立体角として現れた。光線の空間の次元 5 とは別の場所から来ているので、論文300 の規律に従い同根とは呼ばない。

結び

結び：時空の点は、光線の空間では球面になる。光線の空間は時空より一つ次元が多い——目盛り 6 個のうち滑りで一つ余り、階数は 5 である。次元を 3 から 6 まで変えても余りはいつも 1 であった。その次元は必ず奇数である——反対称な行列の行列式は大きさ 3・5・7 で最大 1.703720×10^{-15}・4.513467×10^{-14}・7.741156×10^{-13} にとどまり、偶数では最小でも 1.793350×10^{2} である。一点は球面になる——集まりは 2 次元で、向きのずれの最大は 3.331×10^{-16}、覆う立体角は 12.566370614359 である。二つの球面が交わるのはヌルで隔たるときだけである——でたらめな 200000 組で 0 組、作った 20000 組では 20000 組とも 1 本を共有した。一般には交わらないはずである——交わりの次元は -1 になるのに、条件は一つしかなく、勾配の階数は 200 回とも 1 であった。正直に書く——光線の空間に何が置けるかには踏み込まず、置けないことだけを言う。平らな時空だけで測り、曲がった時空にも複素の座標にも広げない。分離子——動かすのがヌルの方向か、そうでないか。ヌルなら光線を共有したままで、それ以外の三通りでは共有が消える。

参考文献

1. Low, R. J. (2006). The Space of Null Geodesics (and a New Causal Boundary). In *Analytical and Numerical Approaches to Mathematical Relativity*. Springer.
2. Penrose, R. (1967). Twistor Algebra. *Journal of Mathematical Physics*.
3. Penrose, R., & Rindler, W. (1986). *Spinors and Space-Time, Volume 2*. Cambridge University Press.
4. 山岸勇輝 (2026). 4π パッチのオイラー標数的起源. [論文67]. Zenodo. 10.5281/zenodo.21642170

5. 山岸勇輝 (2026). 位相空間 T^*M における速度空間曲率と時空計量の共変的シンプレクティック構造. [論文76]. Zenodo. 10.5281/zenodo.21722145

6. 山岸勇輝 (2026). 光はどこまで幾何を決めるか. [論文111]. Zenodo. 10.5281/zenodo.21961685

7. 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

8. 山岸勇輝 (2026). 動く球は縮んで見えない——光の遅れと収縮は、積ではなく二乗和で打ち消す. [論文901]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22798673

9. 山岸勇輝 (2026). 順序だけに切り詰めても、対の割合から次元が読め、最長の鎖が固有時になる. [論文1041]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22860945

— 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)