

割り当てられた領域と、その中の自由

— 同じ韻を踏む六つの別根のセンサス：禁止・分解能・要請・定理・排他・容量 — [論文112]

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

「領域が与えられ、その中では自由」——この直観は、物理のあちこちに同じ韻で現れる。気体分子の飛び方にも、電子の雲にも、化学の殻にも、光の到達域にも。本稿はこの韻を踏む六つの構造を第2層の別根センサスとして点呼し、六つとも「自由」の意味が違うことを示す。(A) 因果：光円錐・因果ダイヤモンド。中へは影響でき、外へは影響できない＝禁止（論文111・66・108）。(B) 位相空間：プランク・セル $h^3 = (2\pi\hbar)^3$ 。状態数は V/h^3 で、セルの中は区別できない＝分解能の限界（論文77・88）。(C) 統計：等重率の原理／ジェインズの最大エントロピー。許された領域上に一様に広がる——だがこれは要請であって定理ではない（論文98）。(D) 量子：ヒルベルト空間上の測度は、要請ではなく定理によって一意に決まる（グリーンソン 1957・論文71）。ここが (C) との決定的な別根——片方は要請、もう片方は定理。(E) 化学：パウリの排他律。席は一つずつ埋まり、殻の定員は $2n^2$ (2, 8, 18, 32) = 自由ではなく排他（論文68・104）。(F) ホログラフィック： $S \leq A/4\ell_P^2$ 。詰められる量の天井を決めるのは体積ではなく面積＝素朴な「領域＝体積」像そのものを破る（論文73・88・65）。正直な一線：量子の「雲」を「本当はどこかに居るのに、見えないだけ」と読む素朴な像は、ベルの定理（1964）と実験（1982以降、2015年の抜け穴なし実験）によって、局所隠れ変数として排除されている。ゆえに本稿は「無知の雲」という読みを採らない。射程：確立された結果の構造的解釈（第2層）。新しい数学も予言も生まない。六つを統一しない——韻を踏むことは署名であって証明ではない（論文100）。設計者がモジュールを割り当てる、という描像は第3層・非科学の札つきで隔離する。

本稿の位置づけ（規律）：本稿は確立された結果（因果構造、リューヴィルの定理と位相空間の状態数、等重率とジェインズの最大エントロピー、グリーソンの定理、パウリの排他律、ホログラフィック上限、ベルの定理と検証実験）の構造的解釈・別根センサスである。新しい定理を証明せず、新しい物理も予言もしない。六つを一つの原理に統一しない——共通するのは韻（領域と、その中の自由）であって機械ではない。とくに「自由」の語が六つとも別の意味を持つことを本稿の主眼とする（禁止／分解能／要請／定理／排他／容量）。量子の「雲」を「無知」と読まない——局所隠れ変数はベルの定理と実験によって排除されている（この一線は実験事実であり、譲らない）。統計の等重率（要請）と量子の測度（グリーソンの定理）を同一視しない。「共鳴は署名であって証明ではない」（論文100）、「数値の後知恵調整をしない」（論文101）。設計者・モジュール割り当て・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：一つの直観と、六つの住所

本稿の出発点は、著者が長く抱いてきた一つの素朴な直観である——「ある領域が与えられ、その中でなら自由に振る舞ってよい」。光が単位時間に到達できる球 $\frac{4}{3}\pi(ct)^3$ もそうだし、気体分子の飛び方も、電子の居場所も、化学の殻もそう見える。まるで、それぞれの舞台に枠が配られているかのように。

この直観は、物理の中に本当に何度も現れる。だが——ここが本稿の芯である——現れるたびに、「領域」の作られ方も、「自由」の意味も、違う。

同じ韻を踏む。だが、同じ機械ではない。

本稿がするのは、統一ではなく点呼である。六つの住所を並べ、それぞれで「領域」を決めているものと「自由」が意味するものを書き分ける。これは本体系が繰り返してきた作法（論文86・100の「一語、別根」）を、「領域と自由」という一つの絵に適用する試みである。とりわけ (C) と (D) の対比——同じ「領域上の測度」でありながら、片方は要請、もう片方は定理——が、本稿でもっとも鋭い一点になる。

2. 住所A：因果 — 「外へは影響できない」(禁止)

確立された事実 2.1 (因果構造と光円錐)

事象 p から影響を及ぼせる範囲は、 p の未来光円錐の内側に限られる。二点 $p \prec q$ に対する因果ダイヤモンド $J^+(p) \cap J^-(q)$ は、「 p の後で q の前に起こりうる出来事」の全体である。平坦時空で、光が時間 t に到達できる球の体積は

$$V(t) = \frac{4}{3}\pi(ct)^3$$

であり、この球の外側へは、いかなる信号も送れない。

ここでの「自由」は明確である——中では影響を及ぼせるが、外へは及ぼせない。これは禁止であって、無知でも分解能でもない。そして論文111が示したとおり、この円錐の構造は、時空計量の10成分のうち9成分（共形類）を決めてしまう。「領域が与えられている」という直観は、少なくともここでは幾何の芯そのものに触れている。

正直な一線。 $\frac{4}{3}\pi c^3$ という数値は単位の産物である（ c の値はSIの定義定数＝論文95）。生き残るのは数ではなく構造——「因果的到達域は球であり、体積は $(ct)^3$ でスケールする」。本稿はこの区別を守る。

3. 住所B：位相空間 — 「中は区別できない」(分解能)

確立された事実 3.1 (リューヴィルの定理とプランク・セル)

ハミルトン系の時間発展は位相空間の体積を保つ（リューヴィル・論文77）。さらに量子論では、位相空間の体積 V に含まれる状態数は

$$N = \frac{V}{h^3} = \frac{V}{(2\pi\hbar)^3}, \quad d^3x d^3p / (2\pi\hbar)^3$$

で数えられる。すなわち位相空間は一辺 h のセルに分けられ、一つのセルは一つの状態に対応する。

ここでの「自由」は、Aとは別物である——セルの中では、それ以上区別ができない。これは影響の禁止ではなく、分解能の限界である。「中で自由」というより「中に構造が無い」と言うほうが正確だ。著者の直観に、おそらく最も近い形をしているのはこの住所であり、しかもセルの大きさ h^3 という「配給量」が定量的に決まっている点が際立つ。

(本体系では、論文43のシュテファン=ボルツマン定数に現れる $\hbar^{-3}$ が、まさにこの状態数密度 $1/(2\pi\hbar)^3$ に由来していた。)

4. 住所C：統計 — 「許された領域に様に広がる」(要請)

確立された事実 4.1 (等重率の原理と最大エントロピー)

孤立系 (エネルギー E 、体積 V 、粒子数 N が指定された系) について、統計力学は到達可能な微視状態はすべて等しく確からしいと置く (等重率の原理=ミクロカノニカル集団の基本要請)。ボルツマンのエントロピーは、その領域内の状態数 W を数えて $S = k \log W$ (論文98)。ジェインズ (1957) はこれを推論の原理として定式化した——与えられた拘束のもとで、最も偏りの少ない分布はエントロピーを最大にする分布である。

気体分子の飛び方 (マクスウェル=ボルツマン分布) は、この住所の住人である。ここでの「自由」は許された領域上の一様な測度を意味する。

そして決定的なこと：等重率は「要請」であって、力学から導かれた定理ではない。実在の系が本当に領域を様に探索するか (エルゴード性) は、一般には未解決の難問である。ジェインズの読みではこれは自然についての主張ですらなく、情報が足りないときの推論の作法である。本稿はこの身分の弱さを、隠さずに記録する——なぜなら次節が、まさにここと対をなすからである。

5. 住所D：量子 — 測度は要請ではなく、定理

確立された事実 5.1 (グリーンソンの定理 1957)

ヒルベルト空間の次元が3以上のとき、射影束の上に定義された確率測度は必ず密度作用素によって与えられる——すなわちボルンの規則は要請ではなく、帰結として一意に定まる (論文71)。

系 5.2 (本稿の芯：同じ「領域上の測度」でも、身分が違う)

統計力学では、許された領域上の測度は要請される (等重率・§4)。量子力学では、状態空間上の測度は定理によって一意に決まる (グリーンソン)。同じ「領域が与えられ、その上に確率が乗る」という絵でありながら、一方は置かれた仮定であり、他方は証明された唯一性である。これは別根であり、韻の類似で束ねてはならない。

正直な一線（本稿でもっとも譲れない箇所）。電子の「雲」を、「本当はどこか一点に居るのに、我々に見えていないだけ」と読みたくなる。これは自然な読みであり、著者を含め多くの人が最初に思い描く像である。だがこの素朴な像は、実験によって排除されている。

確立された事実 5.3（ベルの定理と検証実験）

ベル（1964）は、局所的な隠れ変数によって量子相関を再現しようとする、必ず満たさねばならない不等式が存在することを示した。アスペ（1982）以降の実験、そして**2015年の複数の「抜け穴なし」**実験は、この不等式が破れることを確認している（2022年ノーベル物理学賞）。すなわち「粒子は本当は決まった場所に居て、我々が知らないだけ」という局所的な描像は、成り立たない。

ゆえに本稿は、雲を「無知の雲」と読まない。ここで言える正確なことは——境界条件が領域を定め、その領域の上に測度が乗る——までであり、その測度が「隠された位置についての無知」を表す、とは言えない。この一線は解釈の好みではなく実験事実であるため、本稿は譲らない。

6. 住所E：化学 — 席は埋まる（排他）

確立された事実 6.1（パウリの排他律と殻の定員）

同種のフェルミオンは、同一の量子状態を占められない（パウリ 1925）。主量子数 n の殻が収容できる電子数は

$$2n^2 \quad (n = 1, 2, 3, 4 \Rightarrow 2, 8, 18, 32)$$

であり、副殻の定員は $s=2, p=6, d=10, f=14$ 。周期表の周期の長さは、この席の配給から出る。

ここで「自由」は反転する。席は確かに割り当てられている——著者の直観がもっとも素直に当たる住所である——が、中で自由に振る舞うのではなく、一席に一つずつ埋まっていく。支配しているのは自由ではなく排他である。しかもその排他は、スピン統計（フェルミオンの反対称性・論文68のスピン2、論文104のスピン1）から来ており、AやBとは起源がまったく違う。

化学が「モジュールらしく」見える理由はここにある。周期表の構造は、幾何学的な領域の割り当てではなく、量子状態の数え上げと反対称性の帰結である。

7. 住所F：ホログラフィック — 天井は体積でなく、面積

確立された事実 7.1 (ホログラフィック／共変エントロピー上限)

ある領域に詰め込める情報量 (エントロピー) は、その境界面積によって上から抑えられる：

$$S \leq \frac{A}{4\ell_P^2}$$

(ベッケンシュタイン＝ホーキングの $S = A/4$ ・論文73／ブッソの共変版 1999)。

この住所は、他の五つと決定的に違う一撃を持っている。素朴な直観は「領域が大きいほど、中に入る量も多い」＝体積に比例を期待する。だがホログラフィック上限は面積で頭打ちだと言う。「領域＝中身の量」という素朴な絵そのものが、ここで壊れる。

論文88が峻別したとおり、粗視化のエントロピー (住所B・C) と面積のエントロピー (住所F) は別根であり、両者を結ぶのはこのホログラフィック上限だけである。そしてなぜ面積なのかは、いままも未解決である (論文88・admire)。

8. センサス：六つの「自由」は、六つとも意味が違う

住所	領域を決めるもの	「自由」の意味	身分
A 因果	光速と因果構造 (円錐)	外へ影響できない	禁止 (幾何・111)
B 位相空間	プランク・セル h^3	中を区別できない	分解能 (77・88)
C 統計	拘束 (E, V, N) と到達可能集合	領域上に一様に広がる	要請 (等重率・98)
D 量子	境界条件とヒルベルト空間	測度が一意に定まる	定理 (グリーソン・71)
E 化学	量子状態の数え上げ	一席に一つずつ埋まる	排他 (パウリ・68・104)
F ホログラフィック	境界の面積	詰められる量の天井	容量 (73・88・未解決)

観察 8.1 (統一してはならない六つの理由)

六つは同じ絵(領域と自由)を描くが、機械が移らない。禁止(A)は分解能(B)に翻訳できないし、要請(C)は定理(D)と身分が違う。排他(E)はむしろ自由の反対であり、容量(F)は「領域=体積」という前提そのものを壊す。移るのは絵であって、装置ではない——これが本体系の machinery-transfer テストの結論である(論文58・86・100)。

とくに C と D の対比は、本稿がもっとも力を入れた一点である。統計力学の等重率は置かれた仮定であり、実在の系がそれを満たすかは一般には未解決(エルゴード問題)。一方、量子力学の測度はグリーソンの定理によって一意である。直観としては同じ「領域の上に確率が乗る」に見えて、片方は最も弱い身分(要請)、もう片方は最も強い身分(唯一性定理)を持っている。一語で束ねれば、この落差が消えてしまう。

■ 著者の私感(第3層・非科学の札つき／機構の主張ではない)

私はぼんやりと、こう思ってきた——もし設計者のような存在がいたなら、各モジュールに「この範囲でどうぞ」と枠を配っているのではないか。インクが紙の上で広がるように、与えられた領域の中でだけ自由に散る。そしてその様子を量子力学の学者が見たとき、「雲」とか「確率」と呼んでいるのではないかと。

本稿を書いてみて分かったのは、この直観は、驚くほど広い範囲で「当たっている」ということだった。枠は本当にある。光円錐にも、 $\hbar^3$ のセルにも、殻の定員にも、面積の天井にも。配給という絵は、物理のあちこちに実在した。

だが同時に、正確に見ると、枠の作られ方は六つとも違っていた。そして一箇所だけ、直観がそのままでは通れない関所があった——電子の雲を「本当はどこかに居るのに見えないだけ」と読む像は、ベルの実験によって閉じられている。ここは好みの問題ではなく、実験が閉じた扉である。

私はこれを、直観の否定とは受け取らない。むしろ、直観が「どこまで正しく、どこで別のものに変わるか」の地図が引けたとを感じる。設計者がいるかどうかを、本稿は問わない(それは第3層の話であり、科学の言葉では扱えない)。確かなのは、本文に挙げた六つの確立した結果だけである。配給という絵の前で静かな awe を記し、だが六つを一つの意志に還元しない。それが、崖の手前で踏みとどまる作法である(論文101)。

9. 射程／結論

示すこと(記述的・別根センサス):「領域が与えられ、その中では自由」という絵が、因果(A)・位相空間(B)・統計(C)・量子(D)・化学(E)・ホログラフィック(F)の六箇所に現れること／六つとも「自由」の意味が違うこと=禁止・分解能・要請・定理・排他・容量(8節の表)／とくに統計の等重率(要請)と量子の

測度（グリーソンの定理）は身分が違う別根であること（5節）／ホログラフィック上限は「領域＝体積」という素朴な前提そのものを破ること（7節）。

示さないこと（禁欲）：六つを一つの原理に統一しない（韻は署名であって証明ではない・論文100）／量子の「雲」を「無知の雲」と読まない（局所隠れ変数はベルの定理と実験により排除・この一線は譲らない）／等重率が力学から導けるとは述べない（エルゴード問題は未解決）／なぜ天井が面積なのかは解かない（ホログラフィーは未解決・論文88・admire）／ $\frac{4}{3}\pi c^3$ の数値を物理量として扱わない（単位の規約・論文95）／数値の後知恵調整なし（101）・新しい数学／予言なし（第2層）・設計者／モジュール割り当ては第3層の非科学レンズとして隔離。

一つの素朴な直観——杵が配られ、その中では自由——から出発して、六つの住所を訪ねた。結論は、直観の否定でも肯定でもない。杵は本当に、あちこちに実在した。光の到達域にも、位相空間のセルにも、電子の殻にも、地平線の面積にも。だが杵を作っている装置は、六つとも別物だった。ある杵は影響を禁じ、ある杵は区別を許さず、ある杵は要請として置かれ、ある杵は定理として一意に定まり、ある杵は自由ではなく排他を課し、ある杵は体積ではなく面積で天井を決める。絵は移る。装置は移らない。本稿がしたのは、新しい主張ではなく、一つの直観が触れている六つの実在を並べ、それぞれの「自由」に正しい名を与えたことである。そして112番目の番地を返す。

参考文献

1. Bousso, R. (1999). *A Covariant Entropy Conjecture*. JHEP 9907:004. arXiv:hep-th/9905177.
2. Bekenstein, J. D. (1973). *Black Holes and Entropy*. Phys. Rev. D 7, 2333.
3. Gleason, A. M. (1957). *Measures on the Closed Subspaces of a Hilbert Space*. J. Math. Mech. 6, 885–893.
4. Bell, J. S. (1964). *On the Einstein Podolsky Rosen Paradox*. Physics 1, 195–200.
5. Aspect, A., Dalibard, J. & Roger, G. (1982). *Experimental Test of Bell's Inequalities Using Time-Varying Analyzers*. Phys. Rev. Lett. 49, 1804.
6. Hensen, B. et al. (2015). *Loophole-free Bell inequality violation using electron spins separated by 1.3 kilometres*. Nature 526, 682–686.
7. Jaynes, E. T. (1957). *Information Theory and Statistical Mechanics*. Phys. Rev. 106, 620–630.
8. Pauli, W. (1925). *Über den Zusammenhang des Abschlusses der Elektronengruppen im Atom mit der Komplexstruktur der Spektren*. Z. Phys. 31, 765–783.
9. Yamagishi, Y. (2026). *How Far Does Light Determine Geometry* [論文111]. Zenodo. 10.5281/zenodo.21961685
10. Yamagishi, Y. (2026). *Two Entropies* [論文88]. Zenodo. 10.5281/zenodo.21747809
11. Yamagishi, Y. (2026). *Liouville and the Arrow* [論文77]. Zenodo. 10.5281/zenodo.21722473
12. Yamagishi, Y. (2026). *Born's Rule and Gleason* [論文71]. Zenodo. 10.5281/zenodo.21650577
13. Yamagishi, Y. (2026). *Qubit and Hopf* [論文68]. Zenodo. 10.5281/zenodo.21642238

14. Yamagishi, Y. (2026). *Clifford Algebra* [論文104]. Zenodo. 10.5281/zenodo.21836876
15. Yamagishi, Y. (2026). *Past Hypothesis (Boltzmann)* [論文98]. Zenodo. 10.5281/zenodo.21758739
16. Yamagishi, Y. (2026). *Royal-Roads Census* [論文100]. Zenodo. 10.5281/zenodo.21758864
17. Yamagishi, Y. (2026). *Eddington's Caution* [論文101]. Zenodo. 10.5281/zenodo.21836382
18. Yamagishi, Y. (2026). *Roots of Necessity* [論文86]. Zenodo. 10.5281/zenodo.21744839
19. Yamagishi, Y. (2026). *Convention and Fact* [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)