量子の天井を決めているのは次元ではなく、測る回数である

— 設定を増やすと天井は代数の側に近づき、同時に古典からは離れなくなる — 分離子は、動かすのが空間の大きさか、測る回数か — [論文1062]

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

論文160 は一つの不等式の上に三つの天井があることを示し、**2** は組合せ論・**2√2** は幾何・**4** は算術だと分けた。そのうえで射程注記に、なぜ自然が **2√2** で止まるのかには答えない、と書いた。本稿もそこには答えない——答えるのは別の問いで、その天井を何が決めているかである。新しい定理も法則も主張しない。 第一に、空間を大きくしても天井は動かない——状態と測り方を交互に最適化して二準位から五準位まで実際に最大を探すと、四つとも **2.828427124746** に届き、四つの散らばりは **2.220×10⁻¹⁵** である。 第二に、これが本稿の芯である。測る回数を増やすと天井は動く——各者が n 通りの設定を持つ形にすると、量子の天井を代数の天井で割った値は n が **2** のとき **0.707106781187**、**200** のとき **0.999969158** になる。 第三に、そのとき二つの比は逆向きに動く——代数の天井には近づくのに、古典の天井からの離れ方は **1.414213562373** から **1.004994128** へ小さくなる。代数側が **+0.292862376**、古典側が **−0.409219434** である。 第四に、もつれの度合いでも天井は動く——もつれのない状態は **2.000000000** ちょうどで止まり、最大にもつれた状態だけが **2.828427125** に届く。 第五に、単位では動かない——向きを成分で与えて長さの単位を四通り替えても散らばりは **0.000×10⁰** で、同じ替え方で次元を持つ光速は相対 **1.000000×10⁹** 動く。 正直に書く——なぜ自然がこの天井で止まるのかには答えない。4π との関係も測って否定した——いちばん近い数でも相対差 **0.113773075** である。 キーワード：ベルの不等式、非局所相関、上限、もつれ、次元、測定の設定、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——ベルの不等式、設定を増やした巡回型の不等式、無信号条件、状態と測り方を交互に最適化する手続きは、いずれも標準的である。なぜ自然がその天井で止まるのかに答えない——それは未解決の研究課題である。本稿が書くのは、その天井が何を動かすと動き、何を動かしても動かないか、までである。原理から天井を導かない——情報の因果律や局所的な直交性といった原理から量子の天井を導こうとする研究には立ち入らない。本稿は自分で計算した数しか書かない。探索の最大を上限と呼ばない——交互の最適化は下からの評価である。言えるのは、その値に届くことと、超える配置が見つからないことまでである。**4π** と結ばない——第7節で実際に比べて、どれも近くないことを測った。周期倍化の定数と同根とは呼ばない——構造が非整数の実数を決める例が二つ在る、と書くだけである。実験を論じない——抜け穴のない実験がこの天井をどこまで確かめたかは、本稿の範囲の外である。既刊との関係：論文**160** は一つの不等式の上に三つの天井を点呼し、**2** は組合せ論・**2√2** は幾何・**4** は算術だと分け、射程注記でなぜ自然が **2√2** で止まるのかには答えないと書いた——本稿もそこには答えない。答えるのは何がその天井を決めているかで、別の問いである。論文**227** は **PR** 箱の値が **4** に届き、その信号伝達が **0** であることを測った——本稿はその代数の天井を、設定の数を増やしたときの行き先として引く。論文**11** はもつれた一対で値がちょうど **2√2** になることを計算した——本稿はそれを出発点に取り、次元と設定の数と状態の三つを動かす。論文**164** は局所的な割り当てが作る多面体と、その面までの距離を測った——本稿の古典の天井は、同じ割り当てを全数列挙して出している。論文**68** は量子ビットがホップ写像そのものであり、球の上の角が状態の角の二倍になることを示した——第6節の最適な配置が球の上で **90** 度、状態の側で **45** 度になることは、その二倍の関係の現れである。論文**1055** は、数字が単位を替えて動くかどうかで分かれることを示した——本稿の天井は動かない側であり、第7節でそれを対照つきで測った。論文**1061** は、構造が非整数の実数を産む出口が在ると書いた——本稿の天井はその二つ目の例で、しかも閉じた形で厳密に書ける。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、二つの例を同根とは呼ばない。加えたのは、同じ天井に次元・設定の数・状態の三つを当てて、動く側と動かない側を分けたこと、量子と代数の比が設定の数の余弦に一致することを全数で確かめたこと、二つの比が逆向きに動くことを数で示したこと、**4π** との関係を測って否定したことである。

1. 設定と問い

論文**160** は、一つの不等式の上に三つの天井があることを点呼した。局所的な隠れた変数なら **2**、量子論なら **2√2**、無信号だけを課すなら **4** である。そして三つを別々の出どころに帰した——**2** は組合せ論、**2√2** は幾何、**4** は算術である。

その射程注記には、こう書いてある。「なぜ自然は **2√2** で止まるのか」に答えない——それは未解決の研究課題であり、本稿が書くのは三つの天井の住所だけである。

本稿もその問いには答えない。代わりに、別の問いを立てる——その天井は、何を動かすと動くのか。住所が分かっているなら、次に測れるのは、そこが何に反応するかである。

約束をそろえておく。二者がそれぞれ二つの設定を持ち、結果はどちらも $+1$ か -1 とする。相関の平均を四つ組み合わせた量を考え、その大きさを見る。局所的な割り当ての 16 通りを全部試すと、最大は **2.000000000000** ちょうどになる。もつれた一対で角を 0 度・90 度と 45 度・-45 度に取ると **2.828427124746** になる。

符号の約束は一度で決める。同じ式で四つ目の角だけを 135 度に取り違えると、値は **0.000000000000** になって天井から **2.828427125** 離れる。この対照を最初に置くのは、以下の計算がすべてこの約束の上に載っているからである。

2. 空間を大きくする

最初に動かすのは、状態が住む空間の大きさである。二準位の対だけでなく、三準位・四準位・五準位の対でも同じ量を計る。測り方は、状態と観測量を交互に最適化する手続きで探す——観測量を固定して最も良い状態を取り、状態を固定して最も良い観測量を取る、を繰り返す。

一方の準位の数	届いた最大	天井との差
2	**2.828427124746**	**0.000**×10^{0}
3	**2.828427124746**	**2.220**×10^{-15}
4	**2.828427124746**	**8.882**×10^{-16}
5	**2.828427124746**	**1.776**×10^{-15}

四つの散らばりは **2.220**×10^{-15} である。これは倍精度の刻みの桁であって、動いたとは言えない。そして四つとも天井に届いている——大きい空間が損をするわけでもない。

ここで一つ断っておく。交互の最適化は下からの評価である。言えるのは「その値に届く」ことと「超える配置が見つからない」ことまでで、上限そのものを証明したわけではない。論文160 が無作為な探索で非超過を確かめた所を、本稿は最適化で届かせる側から見ている。

3. 測る回数を増やす

次に動かすのは、各者が持つ設定の数である。二者がそれぞれ n 通りの設定を持ち、隣り合う組み合わせを輪になるように $2n$ 項つなぐ形にする。$n = 2$ のときが前節までの形である。

三つの天井をそれぞれ出す。古典の天井は ± 1 の割り当てを全数列挙して出した——n が 8 までで、値は 2・4・6・8・10・12・14 と並び、$2n - 2$ と一致する。代数の天井は項の数そのもので $2n$ である。量子の天井は、

もつれた一対の角を等間隔に取って項を実際に足した。

設定の数	古典	量子	代数
2	**2.000000000**	**2.828427125**	**4.000000000**
3	**4.000000000**	**5.196152423**	**6.000000000**
4	**6.000000000**	**7.391036260**	**8.000000000**
6	**10.000000000**	**11.591109915**	**12.000000000**
8	**14.000000000**	**15.692564486**	**16.000000000**
12	**22.000000000**	**23.794676673**	**24.000000000**
20	**38.000000000**	**39.876693349**	**40.000000000**
50	**98.000000000**	**99.950656037**	**100.000000000**
200	**398.000000000**	**399.987663058**	**400.000000000**

三つとも n で動く。論文160 が「組合せ論・幾何・算術」と分けた三つは、どれも設定の数に反応する——違うのは動き方だけである。

量子の天井を代数の天井で割ると、設定の数の余弦にきれいに乗る。足し算で出した値と、閉じた式の値を突き合わせると、九つの n すべてで食い違いは最大 1.110×10^{-16} である。

設定の数	量子÷代数（足して出した値）	閉じた式の値
2	**0.707106781187**	**0.707106781187**
3	**0.866025403784**	**0.866025403784**
6	**0.965925826289**	**0.965925826289**
20	**0.996917333733**	**0.996917333733**
200	**0.999969157645**	**0.999969157645**

つまり $2\sqrt{2}$ は「量子論の数」ではない。それは「二者が二つずつ設定を持つときの値」である。数え方を変えれば、同じ量子論が別の天井を持つ。

4. 二つの比が逆向きに動く

同じ表を、二つの比で読み直す。一つは量子を代数で割った値、もう一つは量子を古典で割った値である。

設定の数	量子÷代数	量子÷古典
2	**0.707106781187**	**1.414213562373**
4	**0.923879532511**	**1.231839376682**
8	**0.980785280403**	**1.120897463318**
20	**0.996917333733**	**1.049386667088**
50	**0.999506560366**	**1.019904653434**
200	**0.999969157645**	**1.004994128286**

左の列は増え、右の列は減る。代数側の動きは **+0.292862376**、古典側の動きは **−0.409219434** で、符号が逆である。

距離で見ても同じことが出る。代数の天井までの隔たりは $n = 2$ で **1.171572875**、$n = 200$ で **0.012336942** になり、比は **94.964608512** である。古典の天井からの超過は $n = 2$ で **0.828427125**、$n = 200$ で **1.987663058** で、比は **2.399321556** である。

絶対の超過は増えているのに、割合で見た優位は消えていく。設定を増やすほど、量子論は無信号だけを課した世界の天井に近づき、同時に古典との差は割合として薄くなる。2√2 という値は、この二つがまだ大きく開いている一点での値である。

5. 状態を動かす

三つ目に動かすのは状態である。もつれの度合いを一つの角で表し、その角ごとに測り方を最適化する。角が **0** 度ならもつれがなく、**45** 度で最大にもつれる。

もつれの角（度）	届いた最大	天井との比	独立な式の値
0	**2.000000000**	**0.707106781**	**2.000000000**
10	**2.113743389**	**0.747321142**	**2.113743389**
20	**2.377541513**	**0.840587863**	**2.377541513**
30	**2.645751311**	**0.935414347**	**2.645751311**
45	**2.828427125**	**1.000000000**	**2.828427125**

もつれのない状態は **2.000000000** ちょうどで止まる——古典の天井と同じ所である。天井に届くのは最大にもつれた状態だけである。最適化で出した値は、別に立てた閉じた式と最大の差 **8.882×10⁻¹⁶** で一致した。これは結果であると同時に、測り方が壊れていないことの確かめでもある。

6. 角度を動かす

論文160 は、この天井の出どころを内積の幾何として数で示した。ここでは同じ場所を、別の道から独立に確かめておく。一つの角 t だけで四つの向きを決める族を作り、t を細かく刻む。

200000 点に刻むと、最大は **2.828427124746** で、そのときの角は **45.000000000** 度ちょうどである。この族の値は、三倍角を含む閉じた形と五点で食い違い **0.000×10⁰** で一致する。

そしてこのとき、一方の観測者が持つ二つの向きは、球の上で **90.000000000** 度をなす。状態の側で見れば、その半分の **45.000000000** 度である。論文68 は、量子ビットがホップ写像そのものであり、球の上の角が状態の角の二倍になることを示した——ここに出るのは、その二倍の関係である。

7. 動かしても動かないもの

最後に、動かしても動かないものを二つ挙げる。

一つは単位である。向きを成分で与え、長さの単位を四通りに替えて成分を伸縮させ、正規化した内積から角を出し直して計算する。四通りとも **2.828427124746** で、散らばりは **0.000×10⁰** である。対照として、次元を持つ光速を同じ四通りで計り直すと、相対の散らばりは **1.000000×10⁹** になる。論文1055 が立てた分離子でいえば、この天井は動かない側にある。

もう一つは **4π** である。体系の中心にある立体角の数と、この天井を実際に比べる。

比べた数	値	天井との相対差
4π	**12.566370614359**	**3.442882938**
4π を 2 の平方根で割る	**8.885765876317**	**2.141592654**
4π を天井で割る	**4.442882938158**	**0.570796327**
4π を 9 で割る	**1.396263401595**	**0.506346340**
π を 2 の平方根で割る	**2.221441469079**	**0.214601837**
2π の平方根	**2.506628274631**	**0.113773075**

いちばん近いものでも相対差 **0.113773075** である。この天井は **4π** の族ではない。体系の中心にある数だからといって、無次元の定数がそこに寄るわけではない——測って、そうでないことを確かめた。

8. 既刊との関係

論文1061 は、ある無次元の定数について四つの根を当て、そのうち二つが落ちることを示した。そして代数の根はまだ生きていると書いた——構造は非整数の実数を産む、その出口が在るからである。

本稿の天井は、その二つ目の例になっている。しかも一つ目より強い——閉じた形で厳密に書け、構造だけで決まり、しかも実験の届く所にある。

ただし論文300 の規律に従い、二つを同根とは呼ばない。共有しているのは「構造が非整数の実数を決めることがある」という一点だけで、片方を動かして他方が動く仕組みは何も測っていない。

そして本稿は、論文160 が断った問いには最後まで答えていない。なぜ自然がこの天井で止まるのかは、書けていない。書けたのは、その天井が何に反応して何に反応しないか、である。

結び

結び：量子の天井を決めているのは次元ではなく、測る回数である。空間の大きさは効かない——二準位から五準位まで四つとも **2.828427124746** に届き、散らばりは **2.220**×10⁻¹⁵ にとどまる。設定の数は効く——量子の天井を代数の天井で割った値は **0.707106781187** から **0.999969157645** まで動き、九つの設定の数すべてで閉じた式と **1.110**×10⁻¹⁶ 以内で一致する。そのとき二つの比は逆向きに動く——代数側は **+0.292862376** 増え、古典側は **−0.409219434** 減る。隔たりの比は **94.964608512**、超過の比は **2.399321556** である。状態も効く——もつれのない状態は **2.000000000** で止まり、最大にもつれた状態だけが天井に届く。単位は効かない——四通りで散らばり **0.000**×10⁰、対照の光速は **1.000000**×10⁹ 動く。正直に書く——なぜ自然がこの天井で止まるのかには答えない。**4π** とも関係がない——いちばん近い数でも相対差 **0.113773075** である。交互の最

適化は下からの評価であって、上限の証明ではない。分離子——動かすのが空間の大きさか、測る回数か。前者を動かしても天井は微動もせず、後者を動かすと天井そのものが動く。

参考文献

1. Bell, J. S. (1964). On the Einstein Podolsky Rosen Paradox. *Physics Physique Fizika*.
2. Braunstein, S. L., & Caves, C. M. (1990). Wringing Out Better Bell Inequalities. *Annals of Physics*.
3. Clauser, J. F., Horne, M. A., Shimony, A., & Holt, R. A. (1969). Proposed Experiment to Test Local Hidden-Variable Theories. *Physical Review Letters*.
4. Gisin, N. (1991). Bell's Inequality Holds for All Non-Product States. *Physics Letters A*.
5. Popescu, S., & Rohrlich, D. (1994). Quantum Nonlocality as an Axiom. *Foundations of Physics*.
6. Tsirelson, B. S. (1980). Quantum Generalizations of Bell's Inequality. *Letters in Mathematical Physics*.
7. 山岸勇輝 (2026).『正規化で消える因子と、ボルン則の指数 2』. [論文11]. Zenodo. 10.5281/zenodo.21404636
8. 山岸勇輝 (2026).『Hopf 束としての量子ビット』. [論文68]. Zenodo. 10.5281/zenodo.21642238
9. 山岸勇輝 (2026).『一つの不等式に、三つの天井がある』. [論文160]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22092434
10. 山岸勇輝 (2026).『「確率」は四つの住所を持つ』. [論文164]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22092815
11. 山岸勇輝 (2026).『同じ「以下」が、触れる壁と触れない壁を指している』. [論文227]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22123129
12. 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
13. 山岸勇輝 (2026).『光速の数字が三億に近いのは、長さが十進で時間が六十進だからである』. [論文1055]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22905177
14. 山岸勇輝 (2026).『「なぜ 137 か」への答えは、四つの根のうち二つを取れない』. [論文1061]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22921817

— *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)