

# 同じ「 $\leq$ 」が、触れる壁と触れない壁を指している

— 「等号は到達されるか」の点呼：分けているのは記号ではなく、極限化する配置がその集合の中にあるかどうかである — [論文227]

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

物理の上限を書くとき、我々は  $\leq$  と  $<$  を書き分ける。だが紙の上の記号は、壁に触れられるかを決めていない。本稿は十一の上限について、等号が到達されるかどうかを実際に測る。新しい数学定理も新しい法則も主張しない。第一に、触れない壁がある。ブッフダール限界  $8/9$  に近づけると、中心圧は  $\rho c^2$  の **166667** 倍、 $1.67 \times 10^6$  倍と発散する——壁に触れる配置は、そもそも配置ではない（第3節）。第二に、触れる壁がある。ガウス波束は  $\Delta x \Delta p = \hbar/2$  を十五桁で厳密に満たす——比は **1.0000000000000000** であった（第4節）。第三に、私の見立ては外れた。CHSH の代数的天井 **4** を禁じているのは相対論ではなかった——PR 箱は **4** にちょうど到達し、その信号伝達は測定値 **0** である（第5節）。第四に、これが本稿の芯である。 $2\sqrt{2} = 2.828427124746$  は、触れる壁でもあり、届かない壁でもあり、そもそも壁ですらない——変わったのは数ではなく、どの理論の内側に立つかである（第5節）。第五に、届かない理由は三つある。発散が要る（ブッフダール）・端点にある（ランダウアーは  $10^6$  単位でもなお **0.0005%** 上）・不等式でないものが排除する（チャンドラセカール）（第7節）。

本稿の射程 (scope note)：新しい数学定理も新しい法則も主張しない——ブッフダール限界、ツイレルソン限界、PR 箱、最小不確定性状態、ランダウアー限界、チャンドラセカール質量は、いずれも標準的である。上限を導出しない——与えられた上限について等号が到達されるかだけを測る。網羅しない——扱うのは十一の例であり、分類が完全であることは主張しない。数学の一般論を作らない——上限が最大値かどうかは解析学の標準的な区別であり、本稿はそれを物理の上限に当てて点呼するだけである。記号の使い分けを規定しない——「 $\leq$ と書くべきか  $<$ と書くべきか」は論じない。既刊との関係：論文16 は等号に六つの別根があることを示した——本稿は不等号の側であり、同じ記号が二種類の壁を指していることを示す。論文21 は「恒等式か仮説かは、どの理論の内側に立つかで決まる」と書いた——本稿の第5節はその定量版である。論文194 は等号の柵は一つしかないとし、論文160 は一つの不等式に三つの天井を数えた——本稿はその天井に触れるか触れないかで分ける。加えたのはブッフダールの中心圧を極限まで数値で追ったこと、最小不確定性を十五桁で確かめたこと、PR 箱の CHSH 値と信号伝達を実際に計算したこと、ランダウアーの超過分を  $10^6$  単位まで追ったこと、十一の上限を到達可否で表にしたことである。

## 1. 記法と位置づけ

上限  $X \leq B$  について、 $B$  を実現する配置が存在するとき「到達される」といい、 $X$  が  $B$  にいくらでも近づけるのに  $B$  そのものを取れないとき「到達されない」という。数学では上限が最大値かどうかの区別であり、標準的である。本稿はこれを物理の上限に当てて点呼する。

位置づけ：論文16 は等号に六つの別根があることを示した——本稿は不等号の側である。論文21 の「どの理論の内側に立つか」が、第5節でそのまま効く。

## 2. 記号は、壁に触れられるかを決めていない

### 観察 2.1

$\leq$  と書かれていても届かない壁があり、 $\geq$  と書かれていても厳密に触れる壁がある。記号は「越えられない」とは言っているが、「触れられる」とは言っていない。

そして、どちらであるかは記号を見ても分からない。計算しなければならない。

## 3. 触れない壁：極限化する配置に、発散が要る

検算 3.1：一様密度の内部シュヴァルツシルト解で、コンパクトネス  $u = 2GM/(Rc^2)$  に対する中心圧を測る。

| $u$       | $u \div (8/9)$ | 中心圧 $\div \rho c^2$   |
|-----------|----------------|-----------------------|
| 0.5       | 0.5625         | 0.261204              |
| 0.86      | 0.9675         | 5.10897               |
| 0.888     | 0.999          | 166.666               |
| 0.888888  | 0.999999       | 166667                |
| 0.8888888 | 0.9999999      | $1.66667 \times 10^6$ |

観察 3.2

中心圧は 8/9 で発散する。壁に触れる配置は、そもそも配置ではない——形の上では「以下」だが、物理としては「未満」である。

4. 触れる壁：等号条件を満たす状態が、実在する

検算 4.1：最小不確定性状態（ガウス波束）で  $\Delta x \Delta p$  を測る。

| 幅          | $\Delta x \Delta p$                 | $\div (\hbar/2)$   |
|------------|-------------------------------------|--------------------|
| $10^{-11}$ | $5.272859085000000 \times 10^{-35}$ | 1.0000000000000000 |
| $10^{-10}$ | $5.272859085000000 \times 10^{-35}$ | 1.0000000000000000 |
| $10^{-9}$  | $5.272859085000000 \times 10^{-35}$ | 1.0000000000000000 |

観察 4.2

十五桁で厳密に等号である。コーシー＝シュワルツの等号条件は「二つのベクトルが比例すること」であり、それを満たす状態が実在する——しかも一つではなく族として。

検算 4.3：相加平均と相乗平均の等号は、全部の数が等しいときに限る。0.5 から 4 の一様乱数で三つ組を 200000 回作ると、等号は0 回であった。 $\boldsymbol{x} = (2, 2, 2)$  では差はちょうど 0 である。

観察 4.4

到達されるが、到達する集合の確率は零である。「触れられる」と「たまたま触れる」は別のことである。

5. 芯：同じ天井が、どこに立つかで身分を変える

検算 5.1（外れた見込み）：初版で私は「CHSH の代数的天井 4 は無信号条件が禁じている」と書いた。実際に PR 箱を組んで測る。

| 測ったもの        | 値              |
|--------------|----------------|
| PR 箱の CHSH 値 | 4.000000000000 |
| その信号伝達（最大）   | 0              |

観察 5.2

見込みは外れた。PR 箱は無信号でありながら 4 にちょうど到達する——4 を禁じているのは相対論ではなく、量子力学のほうであった。

検算 5.3：三つの天井を、立つ場所ごとに点呼する。量子の最大値は実測 2.828427124746（ $2\sqrt{2} = 2.828427124746$ ）。

| どこに立つか  | 2    | $2\sqrt{2}$ | 4    |
|---------|------|-------------|------|
| 局所隠れた変数 | 到達する | 不可能         | 不可能  |
| 量子力学    | 到達する | 到達する        | 不可能  |
| 無信号理論   | 到達する | 到達する        | 到達する |

観察 5.4

$2\sqrt{2}$  は、触れる壁でもあり、届かない壁でもあり、そもそも壁ですらない。変わったのは数ではない——変わったのはどの理論の内側に立つかである。論文21 が「恒等式か仮説かは、どの理論の内側に立つかで決まる」と書いたことの、定量版である。

6. 触れない壁：端点にある

検算 6.1：300 K での消去仕事を、時間を延ばしながら測る。下限は  $k_B T \ln 2 = 2.870978885 \times 10^{-21}$  J。

| 時間（単位） | 仕事                            | 下限からの超過 |
|--------|-------------------------------|---------|
| 1      | $1.722587331 \times 10^{-20}$ | 500%    |
| 100    | $3.014527829 \times 10^{-21}$ | 5%      |
| $10^4$ | $2.872414375 \times 10^{-21}$ | 0.05%   |
| $10^6$ | $2.870993240 \times 10^{-21}$ | 0.0005% |

観察 6.2

どの有限時間でも、厳密に上である。下限はその集合の極限であって、要素ではない——「 $\geq$ 」と書かれているのに、等号は永久に起きない。

7. 点呼：十一の上限

検算 7.1：

| 上限                   | 記号     | 到達  | 理由               |
|----------------------|--------|-----|------------------|
| ハイゼンベルク $\hbar/2$    | $\geq$ | する  | 等号条件を満たす状態がある    |
| 相加相乗平均               | $\geq$ | する  | 一点のみ・確率は零        |
| ツイレルソン $2\sqrt{2}$   | $\leq$ | する  | 量子力学の内側で         |
| CHSH の 2             | $\leq$ | する  | 局所隠れた変数の内側で      |
| CHSH の 4             | $\leq$ | する  | 無信号理論の内側で (PR 箱) |
| CHSH の 4 (量子に立つ)     | $\leq$ | しない | 量子力学が禁じる         |
| シュヴァルツシルト半径          | $=$    | する  | 地平線は実在の面         |
| ブッフダール $8/9$         | $\leq$ | しない | 極限化に発散が要る        |
| ランダウアー $k_B T \ln 2$ | $\geq$ | しない | 端点 (無限時間) にある    |
| チャンドラセカール質量          | $<$    | しない | 不等式でなく安定性が排除する   |
| 光速 (質量を持つ物体)         | $<$    | しない | 無限のエネルギーが要る      |

### 観察 7.2

届かない理由は三つに分かれる。

| 理由                         | 例               |
|----------------------------|-----------------|
| (i) 極限化する配置に発散が要る          | ブッフダール・光速       |
| (ii) 極限化する配置が端点にあり、集合に属さない | ランダウアー          |
| (iii) 不等式でないものが排除する        | チャンドラセカール (安定性) |

### 観察 7.3

到達する理由は一つしかない——(iv) その不等式の等号条件を満たす配置が、許された集合の中にあること。

## 8. 分離子と柵

### 観察 8.1 (分離子)

「 $\leq$ 」を分けているのは極限化する配置が、その集合の中にあるかどうかである。記号ではない。

### 観察 8.2 (柵)

「この量には上限  $B$  がある」という言い方を囲っている柵は、どの集合の上での上限かである。柵の外では、同じ  $B$  が到達可能にも不可能にもなる——223 の「この列はランダムである」、225 の「体積は保存する」と同じ形である。

### 観察 8.3

「未満」と「以下」の区別は、記号の問題ではなく測定の問題である。等号を書くことは、答ではなく問いの立て方である——「この壁に触れられるか」と尋ねる形式が、等号なのである。

### 観察 8.4

論文16 は等号に六つの別根を数えた。本稿が数えたのは不等号の二種類である——記号の分類は、まだ終わっていない。

## 9. 点呼と結び

本稿が測ったことを並べる。

1. ブッフダールは触れない (検算3.1) : 中心圧が  $1.67 \times 10^6$  倍へ発散。
2. ハイゼンベルクは触れる (検算4.1) : 比が十五桁で 1。
3. 相加相乗も触れるが、確率は零 (検算4.3) : 200000 回で 0 回。
4. 見込みが外れた (検算5.1) : PR 箱は 4 に到達し、信号伝達は 0。
5. 同じ天井が身分を変える (検算5.3) :  $2\sqrt{2}$  は三通りの意味を持つ。
6. ランダウアーは端点 (検算6.1) :  $10^6$  単位でもなお 0.0005% 上。

7. 届かない理由は三つ（観察7.2）：発散・端点・外からの排除。

結び：我々は上限を書くとき、 $\leq$ と $<$ を書き分ける。だがその書き分けは、壁に触れられるかを教えていない。ブッフダールの  $8/9$  は「以下」と書かれていて、どんな星も触れない——触れようとする、中心の圧力が無限になる。ランダウアーの下限は「以上」と書かれていて、どんな有限時間でも触れない—— $10^6$  倍の時間をかけても、まだ  $0.0005\%$  だけ上にいる。一方でガウス波束は  $\hbar/2$  に十五桁で厳密に触れる。そして  $2\sqrt{2}$  は、立つ場所によって三つの身分を持つ——局所隠れた変数の内側では届かない壁、量子力学の内側では触れる壁、無信号理論の内側では壁ですらない。数は一度も変わっていない。だから、等号を書くことは主張ではなく問いの立て方である——「この壁に、触れますか」と尋ねる形式が、等号なのである。そして答は、記号を見ても分からない。極限化する配置を実際に作ってみて、それが許された集合の中にあるかどうかを確かめるしかない。

## 参考文献

---

1. Schwarzschild, K. (1916). Über das Gravitationsfeld einer Kugel aus inkompressibler Flüssigkeit. *Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften*, 424–434.
  2. Buchdahl, H. A. (1959). General relativistic fluid spheres. *Physical Review*, 116(4), 1027–1034.
  3. Bell, J. S. (1964). On the Einstein Podolsky Rosen paradox. *Physics Physique Fizika*, 1(3), 195–200.
  4. Clauser, J. F., Horne, M. A., Shimony, A., Holt, R. A. (1969). Proposed experiment to test local hidden-variable theories. *Physical Review Letters*, 23(15), 880–884.
  5. Cirel'son, B. S. (1980). Quantum generalizations of Bell's inequality. *Letters in Mathematical Physics*, 4(2), 93–100.
  6. Popescu, S., Rohrlich, D. (1994). Quantum nonlocality as an axiom. *Foundations of Physics*, 24(3), 379–385.
  7. Landauer, R. (1961). Irreversibility and heat generation in the computing process. *IBM Journal of Research and Development*, 5(3), 183–191.
  8. Chandrasekhar, S. (1931). The maximum mass of ideal white dwarfs. *The Astrophysical Journal*, 74, 81–82.
  9. 山岸勇輝 (2026). 等号にも別根がある [論文16]. Zenodo. 10.5281/zenodo.21600471
  10. 山岸勇輝 (2026). 恒等式にゼロテンションは効かない [論文21]. Zenodo. 10.5281/zenodo.21601143
  11. 山岸勇輝 (2026).  $\hbar$  は、不等式の数学の側には無い [論文129]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22079681
  12. 山岸勇輝 (2026).  $k_B T \ln 2$  のうち、物理は  $T$  だけである [論文131]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22080240
  13. 山岸勇輝 (2026). 圧力も引く。だから上限がある [論文145]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22082693
  14. 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
  15. 山岸勇輝 (2026). 四つの平均は一つの族であり、等号の柵は一つしかない [論文194]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22106809
-

山岸 勇輝 (Yuuki YAMAGISHI)

© 2026 Yamagishi Complexity Torus Lab, Japan · Licensed under Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)