

三原色の「三」は、光の性質ではない

— 301 次元の入力が 3 次元で報告され、298 次元が見えないまま残る — 画面はその見えない次元の上に立っている — [論文323]

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

色を再現する装置は、どれも原色を三つ使う。本稿が問うのは、その「三」はどこから来たのかである——答は、光からではなく、受容器の個数からである。新しい数学定理も新しい法則も主張しない。第一に、入力次元は選べる。1 nm 刻みなら 301、0.1 nm 刻みなら 3001 (第2節)。第二に、出力の 3 は選べない。錐体が三種だからである (第2節)。第三に、これが本稿の芯である。298 次元が核に落ちる——見えない光の集合が 298 次元ある (第3節)。第四に、画面はその核を使っている。どの分光分布も再現していない (第4節)。第五に、 L と M の頂点は 30.0 nm しか離れていない (第4節)。第六に、分離子は「軌跡が曲がっているか」であり、それは線型性の外にある (第5節)。

本稿の射程 (射程注記) : 新しい数学定理も新しい法則も主張しない——三色説、メタメリズム、CIE 表色系、色域が三角形になることはいずれも標準的である。視覚科学を作らない——使うのは一つの線型写像と、その核の次元だけである。知覚を扱わない——色の見えの現象 (対比・恒常性・順応) には立ち入らない。本稿は受容の段だけを見る。感度曲線に精度を主張しない——420 / 534 / 564 nm は文献の代表値であり、定義の異なる値も使われている。色覚異常を分類しない——二色型・異常三色型の細目には立ち入らない。機器の性能を評価しない——色域の面積は規格の原色から計算した幾何量であって、画質ではない。既刊との関係 : 論文316 は同じ整数が三つの数え方から返ると示した——本稿の 3 は数え方ではなく写像の階数であり、返ってくる先が一つしかない。論文315 はどの次元が特別かは問い方で変わると示した——本稿の 3 は問い方で変わらないという、反対側の例である。論文306 は基本単位の個数が約束だと示した——原色の個数は約束ではない。ここが本稿と 306 を分ける。論文276 はデシベルが比であって量ではないと示した——色度も比であり、明るさを割った後に残るものである。論文321 は一つの長さが二つの問いに答えると示した——本稿は一つの階数が、見える範囲と作れる範囲の両方を決めるという同じ型である。加えたのは入力と出力の次元を数で並べたこと、核の次元を 298 と明示したこと、 L と M の間隔を 30.0 nm と示したこと、色域が三角形にとどまる理由を凸性に置いたことである。

1. 記法と問い

設定：目に入る光は、波長ごとの強さ $S(\lambda)$ という関数である。目が出すのは三つの数である。

$$(L, M, S) = \left(\int S(\lambda) \bar{l}(\lambda) d\lambda, \int S(\lambda) \bar{m}(\lambda) d\lambda, \int S(\lambda) \bar{s}(\lambda) d\lambda \right)$$

観察 1.1

これは線型写像である。関数の空間から $\mathbf{R}^3$ への写像であり、三本の内積しか取っていない——残りは全部捨てられる。

問い：三原色の「三」は、どこから来たのか。

2. 入力次元は選べ、出力の 3 は選べない

検算 2.1：可視域 400–700 nm を刻んで数える。

刻み	入力次元	出力	比
1 nm	301	3	100.3
0.1 nm	3001	3	1000.3
0.01 nm	30001	3	10000.3

観察 2.2

左の列は測り方であり、右の列は身体である。刻みを細かくすれば入力次元はいくらでも増える——それでも出てくる数は三つのままである。

観察 2.3

本当の入力は無限次元である。301 という数は我々が刻んだから出た数であって、光の性質ではない——数えられる側と数えられない側が、この表の左右にある。

検算 2.4：受容器の種類と、要る原色の個数。

種類の数	例	要る原色
1	桿体だけ（夜の見え）	1
2	イヌ・ネコ・多くの哺乳類	2
3	ヒト・旧世界ザル	3
4	多くの鳥・一部の魚	4
12	シャコ	12

観察 2.5

どの行でも、二つの数が一致している。原色の個数は選ばれたのではなく、受容器の個数に等しい——鳥のテレビは四原色でなければならない。

観察 2.6

ここが論文306 と分かれる場所である。306 は「基本単位の個数は約束である」と書いた——原色の個数は約束ではない。測り方を変えても 3 のままである。

3. 芯：298 次元が核に落ちる

設定： $\mathbf{R}^{301} \rightarrow \mathbf{R}^3$ の線型写像を考える。

検算 3.1：階数・退化次数の定理から

$$\dim(\text{核}) = 301 - 3 = 298$$

観察 3.2

これが本稿の芯である。核の中の零でないベクトルは、すべて「目に見えない光の差」である——足しても引いても色が一切変わらない分光分布の差が、298 次元ぶんある。

観察 3.3

ある色と同じに見える光の集合は、点ではなく **298 次元**の平面である。これがメタメリズムである——「同じ色」は「同じ光」ではまったくない。

観察 3.4

刻みを細かくすると、核はもっと大きくなる。**0.1 nm** 刻みなら **2998 次元**——見える次元は増えず、見えない次元だけが増える。

観察 3.5

これは欠陥ではなく、資源である。次節でそれを使う。

4. 画面は、その核の上に立っている

設定：**RGB** の画面は、狭い帯を三本出しているだけである。

観察 4.1

画面は、どの分光分布も再現していない。木の葉の分光分布と、その写真の分光分布は **$\mathbf{R}^{301}$** の中でまったく違う—— **$\mathbf{R}^3$** の中で同じ点に落ちているだけである。

観察 4.2

核が無ければ、画面は存在できない。もし写像が単射なら、同じに見せるには同じ光を作るしかない——**298 次元**の逃げ場があるから、三本の帯で足りる。

検算 4.3：錐体感度の頂点（文献の代表値、単位 **nm**）。

種類	頂点	隣との差
S	420.0	—
M	534.0	114.0
L	564.0	30.0

観察 4.4

L と *M* は **30.0 nm** しか離れていない。564 nm の5.3191%であり、*S* と *M* の間隔の 1/3.8 しかない——三つは等間隔ではまったくない。

観察 4.5

赤と緑を分ける仕事を、**30 nm** しか離れていない二つがやっている。差が小さいほど差分は雑音に弱い——赤緑の色覚異常が最も多いのは、ここに由来する。

観察 4.6

3 は「便利な設計」ではない。もし設計なら等間隔に置くはずである——**114** と **30** という不揃いが、そうでないことを示している。

5. 分離子：軌跡が曲がっているか

設定：原色を三つ選ぶと、作れる色は色度図の中の三角形になる。

検算 5.1：規格の原色から三角形の面積を計算する（CIE 1931 *xy* 上、本稿で計算）。

規格	三角形の面積
sRGB	0.112050
Rec.2020	0.211867
比	1.8908 倍

観察 5.2

規格を良くしても、三角形のままである。**1.8908** 倍に広がっても辺は三本のまま——増えるのは面積であって、頂点の数ではない。

観察 5.3

分離子——単色光の軌跡が曲がっているかどうか。

軌跡が	凸包は	三原色で
直線	三角形になりうる	全部作れる
曲線（実際）	三角形にならない	作れない色が残る

観察 5.4

これは技術の話ではなく、形の話である。軌跡上の三点が張る三角形は必ず凸包の内側にある——どんな実在の原色を三つ選んでも、全部は覆えない。

観察 5.5

核は線型性から来て、色域の限界は凸性から来る。同じ写像の、違う性質である——論文**300** の基準に当てると別根であり、片方から他方は出ない。

観察 5.6

正直に書くべき点——本稿は受容の段しか見ていない。実際の色の見えは周囲・順応・記憶に強く依存する——**R³** に落ちた後に、まだ長い処理がある。

観察 5.7

最後に一つ——我々は光の **3/301** しか見ていない、のではない。**298** 次元ぶん見ていない、というほうが正しい——そして見ていないおかげで、画面が成り立っている。捨てているものが多いことが、再現を可能にしている。

6. 点呼と結び

1. **1 nm** 刻みで **301** 次元（検算2.1）：出力は **3**。
2. 入力次元は測り方（観察2.3）：光の性質ではない。
3. 原色の個数＝受容器の個数（検算2.4）：鳥は四原色。
4. **306** と分かれる（観察2.6）：原色は約束ではない。
5. 核は **298** 次元（検算3.1）：見えない差の集合。
6. 刻むほど核が増える（観察3.4）：見える次元は増えない。
7. 画面は何も再現していない（観察4.1）：同じ点に落ちるだけ。
8. L と M は **30.0 nm**（検算4.3）： $S-M$ の $1/3.8$ 。
9. sRGB の面積 **0.112050**（検算5.1）：Rec.2020 で **1.8908** 倍。
10. 曲がっているから覆えない（観察5.4）：技術ではなく形。

結び：色を再現する装置はどれも原色を三つ使う。その「三」は光の性質ではない——目に入るのは波長ごとの強さという関数で、**1 nm** 刻みなら **301** 次元、**0.1 nm** 刻みなら **3001** 次元になるが、出てくる数はどこまでも三つのままである。入力次元は測り方であり、出力の **3** は身体である——受容器が一種なら原色は一つ、二種なら二つ、鳥は四種だから四原色でなければならない。原色の個数は選ばれたのではなく、受容器の個数に等しい。階数・退化次数の定理から核は **298** 次元——足しても引いても色が変わらない分光分布の差が **298** 次元ぶんあり、ある色と同じに見える光の集合は点ではなく **298** 次元の平面である。刻みを細かくすると、見える次元は増えず、見えない次元だけが增える。そして画面は、その核の上に立っている——木の葉と写真は $\mathbf{R}^{301}$ の中でまったく違い、 $\mathbf{R}^3$ の中で同じ点に落ちているだけである。写像が単射なら、同じに見せるには同じ光を作るしかなかった。錐体の頂点は **420.0 / 534.0 / 564.0 nm** で、 L と M は **30.0 nm** しか離れていない—— $S-M$ の間隔の $1/3.8$ であり、赤と緑を分ける仕事をこの **30 nm** がやっている。**3** が設計なら等間隔に置いたはずで、**114** と **30** の不揃いがそうでないことを示している。そして三原色では全部は作れない——sRGB の三角形は **0.112050**、Rec.2020 で **1.8908** 倍になるが辺は三本のままである。分けるものは一つ——単色光の軌跡が曲がっているかどうか。軌跡上の三点が張る三角形は必ず凸包の内側にあり、これは技術の話ではなく形の話である。核は線型性から来て、色域の限界は凸性から来る——同じ写像の違う性質であり、片方から他方は出

ない。最後に一つ——我々は **298** 次元ぶん見ていない。そして見ていないおかげで画面が成り立っている。捨てているものが多いことが、再現を可能にしている。

参考文献

1. Stockman, A. and Sharpe, L. T. (2000). The Spectral Sensitivities of the Middle- and Long-Wavelength-Sensitive Cones. *Vision Research*, 40(13).
 2. Wyszecki, G. and Stiles, W. S. (1982). *Color Science: Concepts and Methods, Quantitative Data and Formulae*, 2nd edition. New York: Wiley.
 3. Maxwell, J. C. (1860). On the Theory of Compound Colours. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 150.
 4. ITU-R Recommendation BT.2020 (2015). *Parameter Values for Ultra-High Definition Television Systems*.
 5. Cronin, T. W. and Marshall, N. J. (1989). A Retina with at Least Ten Spectral Types of Photoreceptors in a Mantis Shrimp. *Nature*, 339(6220).
 6. 山岸勇輝 (2026). デシベルは比であって、量ではない [論文276]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22170073
 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). 「基本」単位の個数は、約束である [論文306]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22172149
 9. 山岸勇輝 (2026). どの次元が特別かは、問い方で変わる [論文315]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22208139
 10. 山岸勇輝 (2026). 同じ整数を、三つの別の数え方が返す [論文316]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22208229
 11. 山岸勇輝 (2026). 大気の厚さを決める長さが、大気が残るかどうかも決めている [論文321]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22209154
-

— *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)