

被写界深度の「深さ」は、測定値ではなく約束である

— 同じ 50 mm レンズ・同じ F2.8 で、過焦点距離は **29.8119 m** にも **207.6912 m** にもなる — 変えたのは機材ではなく、許容錯乱円という約束だけ — 一つの機材が四通りの答をもつ — [論文358]

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

被写界深度は表に載っており、レンズの性質のように見える。本稿が問うのはその数がどこから来るかである——答えは機材からではなく、「これ以上ほけたら分かる」という約束から来る。新しい定理も法則も主張しない。第一に、被写界深度の式には許容錯乱円 c が入っており、 c は測定値ではない（第2節）。第二に、これが本稿の芯である。同じ 50 mm・F2.8 で、 c を 0.0300 から 0.0043 mm に変えると過焦点距離は 29.8119 m から **207.6912 m** へ、**6.9667** 倍になる（第3節）。第三に、機材は一つも変わっていない（第3節）。第四に、絞りを F8 にしても四通りの答は消えず、**10.4667** から **72.7244 m** に並ぶ（第3節）。第五に、伝統的な $c = 0.030$ mm・F8 の答 **10.4667 m** は、通説の「10 m 前後」と合う（第4節）。第六に、分離子は c であって、レンズでも絞りでもない（第5節）。

本稿の射程（射程注記）：新しい定理も法則も主張しない——許容錯乱円・過焦点距離・被写界深度の公式はすべて既知である。光学を作らない——回折限界・収差・点像分布関数の理論には立ち入らない。名前を挙げるにとどめる。視覚を扱わない——人間の視力の限界や観察距離の心理物理には立ち入らない。 c の由来を四通り並べるだけである。機材を評価しない——特定のレンズやカメラの性能は主題ではない。撮影法を論じない——どの c を選ぶべきかという実務上の助言はしない。回折を含めない——絞りを絞ったときの回折ぼけは数値に入っていない。幾何光学の近似の上での計算である。既刊との関係：論文352 は転移温度が測定の時間尺度で動くことを示した——そこでは動かすのが観測時間だった。ここでは「見分けられる限界」という約束である。論文355 は反発係数が材料の定数でないことを示した——そこでは条件が衝突速度だった。論文354 は長さが曲線を測る量でなくなることを示した——そこでも物差しの取り方が答を決めた。論文300 は同根か別根かが判定できることを示した——焦点距離と許容錯乱円は、その基準で別根である。前者は測れるが、後者は決めるものである。加えたのは、 c の由来を四通り並べて過焦点距離を数に出したこと、同じ機材で答が **6.9667** 倍に開くことを示したこと、絞りを変えても四通りが消えないことを示したこと、伝統的な値が通説と合うことで式が正しいことを確かめたこと、分離子を c に置いたことである。

1. 記法と問い

設定：焦点距離 f 、絞り値 N 、許容錯乱円 c に対して、過焦点距離 H を次の式で計算する。

$$H = \frac{f^2}{Nc} + f$$

$f = 50 \text{ mm}$ とする。 H に合焦させると、 $H/2$ から無限遠までが被写界深度に入る。

観察 1.1

f と N は機材が決める。レンズに刻印されている——測ることができ、誰が測っても同じ値になる。

観察 1.2

c はそうではない。「これ以上ぼけたら、ぼけていると分かる」という限界の値である——どこで分かるかは、見る大きさ・見る距離・見る人によって変わる。

観察 1.3

つまり c は約束である。機材の性質ではなく、鑑賞の条件についての取り決めである——それが式の分母に入っている。

問い：被写界深度の数は、機材の性質か。

2. c の由来は一つではない

観察 2.1

$c = 0.030 \text{ mm}$ は 35 mm 判の伝統的な値である。対角線 43.2666 mm を 1442 で割った値に相当する——印画紙に伸ばして手に持って見る、という条件から来ている。

観察 2.2

$c = 0.020 \text{ mm}$ は厳しめの基準である。より大きく伸ばす場合に使う——同じ機材でも、鑑賞条件が変われば約束を変える。

観察 2.3

$c = 0.015 \text{ mm}$ は高画素機で使われる。画面上で拡大して見ることを想定している——「等倍で見る」という習慣が、約束を変えた例である。

観察 2.4

$c = 0.0043 \text{ mm}$ は画素ピッチである。35 mm 判で約 4700 万画素（実測 46.7 百万画素）のときの一画素の大きさに相当する——これは機材由来だが、「一画素より小さいぼけは無意味」という判断が入っている。

観察 2.5

四つとも根拠がある。どれかが誤りというわけではない——だから「正しい c 」を決める外部の基準は無い。

3. 同じ機材で、四通りの答

計算 3.1： c に対する過焦点距離（本稿で計算・ $f = 50 \text{ mm}$ ）。

$c \text{ [mm]}$	由来	F2.8 での $H \text{ [m]}$	F8 での $H \text{ [m]}$
0.0300	35 mm 判の伝統的な値	29.8119	10.4667
0.0200	厳しめの基準	44.6929	15.6750
0.0150	高画素機で使う値	59.5738	20.8833
0.0043	画素ピッチ（約 4700 万画素）	207.6912	72.7244

観察 3.2

これが本稿の芯である。同じレンズ・同じ絞りで、答が **29.8119 m** から **207.6912 m** まで開く——**6.9667** 倍である。機材は一つも変わっていない。

観察 3.3

比は c の比にほぼ等しい。 c の比は $0.0300/0.0043 = 6.9767$ 、 H の比は **6.9667**—— H が $1/c$ にほぼ比例するからである。差は $+f$ の項から出ている。

観察 3.4

絞っても四通りは消えない。F8 にすると **10.4667** から **72.7244 m** になる——全部が短くなるだけで、開きの比は変わらない。絞りは約束の代わりにならない。

観察 3.5

実用上の帰結は大きい。風景写真で「どこにピントを置くか」の答が **29.8 m** と **207.7 m** では別の撮り方になる——同じ機材の同じ設定に対して、二つの正しい答がある。

4. 式そのものは正しい

観察 4.1

伝統的な値で通説と合う。 $c = 0.030 \text{ mm} \cdot 50 \text{ mm} \cdot \text{F8}$ で $H = 10.4667 \text{ m}$ ——通説の「**10 m 前後**」と一致する。式も計算も正しい。

観察 4.2

向きも正しい。 c を小さくすれば H は伸びる——厳しい基準ほど深度は浅くなる、という直観に合う。

観察 4.3

絞りの効き方も正しい。F2.8 から F8 にすると H は 29.8119 から 10.4667 m へ——比は 2.8483 で、絞り値の比 $8/2.8 = 2.8571$ にわずかに足りない ($+f$ の項のためである)。

観察 4.4

だから問題は式ではない。式は与えられた c に対して正しく答える——問題は、 c が式の外から来ることである。

観察 4.5

正直に言えば——本稿は「被写界深度は無意味だ」とは言っていない。 c を明記すれば、数は完全に確定する——言っているのは、 c を書かずに深度の数だけを報告してはいけない、ということである。

5. 分離子： c

観察 5.1

分離子——許容錯乱円であって、レンズでも絞りでもない。

量	出所	測れるか	動かすと H は
焦点距離 f	レンズ	測れる	二乗で効く
絞り値 N	レンズ	測れる	反比例
許容錯乱円 c	約束	測れない	反比例

観察 5.2

三行目だけが性格が違う。 H への効き方は N と同じ反比例だが、出所が違う——式の中では同格に見えて、外では同格ではない。

観察 5.3

論文300の基準で別根である。同じ形で式に入るとは、同じ種類の量であることを意味しない——片方は測定量、他方は規約である。

観察 5.4

分離子は動かせる。 c を鑑賞条件から計算する規則（画面の対角線・観察距離・視力）を固定すれば、 c は測定量に近づく——ただし「視力をいくつにするか」という約束は残る。約束は場所を変えるだけで消えない。

観察 5.5

正直に言えば——207.6912 m も 6.9667 倍も、四つの c を明示して選んだ上での値である。別の四つを選べば別の数が出る——動かないのは、 H が c に反比例することと、 c が式の外から来ることだけである。

観察 5.6

最後に一つ——式の中に一つでも約束が入っていれば、出てくる数は約束の関数である。被写界深度は f と N で決まるように見えて、実は c で決まっている——どの量が測定でどの量が規約かを分けておかないと、規約を測定と取り違える。

6. 点呼と結び

1. $H = f^2/(Nc) + f$ （第1節）： c が分母にいる。
2. f と N は測れる（観察 1.1）：レンズに刻印されている。
3. c は測れない（観察 1.2）：見る条件についての約束。
4. F2.8 で 29.8119 m から 207.6912 m（計算 3.1）：同じ機材で四通り。
5. 開きは 6.9667 倍（観察 3.2）： c の比 6.9767 にほぼ等しい。
6. F8 でも 10.4667 から 72.7244 m（計算 3.1）：絞っても消えない。
7. $c = 0.030 \cdot F8$ で 10.4667 m（観察 4.1）：通説と一致する。

8. 絞りの比 **2.8483** (観察 4.3) : $8/2.8 = 2.8571$ にわずかに足りない。

9. 式は正しい (観察 4.4) : 問題は c が外から来ること。

10. 約束は場所を変えるだけ (観察 5.4) : 視力の規約が残る。

結び : 被写界深度は表に載っており、レンズの性質のように見える——だがその数は、機材からだけでは決まらない。式 $H = f^2/(Nc) + f$ の分母には許容錯乱円 c が入っている—— f と N はレンズに刻印されていて誰が測っても同じ値になるが、 c は「これ以上ぼけたら、ぼけていると分かる」という限界であり、どこで分かるかは見る大きさ・見る距離・見る人によって変わる。つまり c は機材の性質ではなく、鑑賞の条件についての約束である。そして約束は一つではない——35 mm 判の伝統的な 0.030 mm、厳しめの 0.020 mm、高画素機の 0.015 mm、画素ピッチの 0.0043 mm。四つとも根拠があり、どれかが誤りというわけではない。だから同じ機材が四通りの答をもつ—— $f = 50 \text{ mm} \cdot \text{F2.8}$ で、過焦点距離は **29.8119 m**・**44.6929 m**・**59.5738 m**・**207.6912 m**。開きは **6.9667** 倍で、機材は一つも変わっていない。絞って F8 にしても **10.4667** から **72.7244 m** へ全部が短くなるだけで、開きの比は変わらない。絞りは約束の代わりにならない。風景写真でどこにピントを置くかの答が **29.8 m** と **207.7 m** では、別の撮り方になる。式そのものは正しい——伝統的な $c = 0.030 \text{ mm} \cdot \text{F8}$ で $H = 10.4667 \text{ m}$ となり、通説の「10 m 前後」と一致する。 c を小さくすれば H は伸び、F2.8 から F8 への比 **2.8483** は絞り値の比 $8/2.8 = 2.8571$ にわずかに足りない。問題は式ではなく、 c が式の外から来ることである。分けているものは一つ——許容錯乱円であって、レンズでも絞りでもない。 c は H に対して N と同じ反比例で効くので式の中では同格に見えるが、片方は測定量で他方は規約である。鑑賞条件から c を計算する規則を固定すれば測定量に近づくが、「視力をいくつにするか」という約束は残る。約束は場所を変えるだけで消えない。正直に言えば——本稿は「被写界深度は無意味だ」とは言っていない。 c を明記すれば数は完全に確定する。言っているのは、 c を書かずに深度の数だけを報告してはいけない、ということである。最後に一つ——式の中に一つでも約束が入っていれば、出てくる数は約束の関数である。被写界深度は f と N で決まるように見えて、実は c で決まっている。どの量が測定でどの量が規約かを分けておかないと、規約を測定と取り違える。

参考文献

1. Ray, S. F. (2002). *Applied Photographic Optics* (3rd ed.). Oxford: Focal Press.
2. Kingslake, R. (1992). *Optics in Photography*. Bellingham: SPIE Press.
3. Smith, W. J. (2007). *Modern Optical Engineering* (4th ed.). New York: McGraw-Hill.
4. Merklinger, H. M. (1992). *The INs and OUTs of FOCUS*. Bedford: Seaboard Printing.
5. Hecht, E. (2016). *Optics* (5th ed.). Boston: Pearson.
6. 山岸勇輝 (2026). 『第三百回の点呼——同根か別根かは判定できる』[論文300]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22171914
7. 山岸勇輝 (2026). 『ガラス転移温度は、測る速さで動く』[論文352]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22695723
8. 山岸勇輝 (2026). 『長さは、曲線を測る量ではなくなることがある』[論文354]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22696977

9. 山岸勇輝 (2026). 『反発係数は材料の定数ではない——そして経験則は、自分が破れる速度を自分で指す』 [論文355].
Zenodo. 10.5281/zenodo.22697011

— *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)