

積が同じでも、結果が同じにならない

— 照度を 100 分の一にして時間を 100 倍にすると、積 It は 1.00 のままなのに実効露光は **0.524807** 倍に落ちる — 掛け算が成り立つのは、成り立つと仮定した範囲の中だけである — [論文416]

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

露光は「照度 × 時間」で決まると教わる。本稿が示すのは、その掛け算が破れることである——積を一定に保ったまま、結果が **0.524807** 倍から **1.905461** 倍まで動く。新しい定理も法則も主張しない。第一に、どの組でも積 It はちょうど 1.00 で一定である（第2節）。第二に、これが本稿の芯である。それでも実効露光は動く。照度 $1/100$ ・時間 100 倍で **0.524807** 倍になる（第2節）。第三に、これは写真の段でいえば **0.9301** 段の損失にあたる（第2節）。第四に、逆に短時間・高照度へ振ると **1.905461** 倍に増える。境目の両側で符号が変わる（第3節）。第五に、指数を $p = 1$ に置けば実効露光は積と完全に一致する。破れは指数のずれだけから来る（第3節）。第六に、分離子は「積で書けるか、指数を持つか」である。 It という書き方そのものが仮説である（第4節）。

本稿の射程（射程注記）：新しい定理も法則も主張しない——相反則、シュワルツシルトの指数、相反則不軌の存在はすべて既知である（1899 年以来）。機構を説明しない——潜像核の形成と再結合という機構は主題ではなく、指数 p を与えられた値として使う。 p の値を決めない—— $p = 0.86$ は説明のための代表値であり、乳剤ごとに違う。本稿は特定の材料を主張しない。デジタル撮像素子を扱わない——半導体センサでの相反則の成否は主題ではない。天体写真の実務を扱わない——長時間露光の補正表は主題ではない。高照度側の不軌を分けない——短時間側と長時間側で機構が違うことは知られているが、本稿は一つの指数で通している。既刊との関係：論文415 は同じガラスが 5000 倍透明になったことを示した——そこでは名前が値を決めなかった。ここでは式が値を決めない。論文300 は同根か別根かが判定できることを示した——「積で決まる」と「指数で決まる」は、その基準で別根である。論文414 は同じ一刻が季節で 1.5 倍変わることを示した——そこでも、同じ名前が同じ量を指していなかった。論文413 は柱を一本足すと閉じた式が消えることを示した——ここでは指数が 1 からずれた瞬間に、積という閉じた形が使えなくなる。加えたのは、六つの組で積が一定であることを示したこと、同じ組で実効露光が動くことを数に出したこと、損失を写真の段に換算したこと、短時間側で符号が反転することを示したこと、 $p = 1$ の対照を置いたこと、分離子を「積か指数か」に置いたことである。

1. 記法と問い

設定：相反則は、照度 I と時間 t の積が同じなら結果も同じ、と言う。

$$H = It$$

相反則が破れる場合、実効的な露光は次の形で書かれる（シュワルツシルト）。

$$H_{\text{eff}} = It^p, \quad p < 1$$

以下 $p = 0.86$ を代表値として使う。

観察 1.1

$H = It$ は、掛け算の形をしている。だから「絞りを一段絞ったら時間を倍にすればよい」が成り立つ——写真の基本はこの上に立っている。

観察 1.2

だがこれは法則の名前がついた仮説である。「相反則」と呼ばれる——名前がつくと、成り立つことが前提に見えてくる。

問い：積を一定に保ったまま、 I と t をどこまでも振ったらどうなるのか。

2. 積は一定で、結果は動く

計算 2.1：積 $It = 1$ を保ったまま、 I と t を六通りに振る。

照度 I	時間 t	積 It	実効露光 It^p
1.000	1.0	1.00	1.000000
0.100	10.0	1.00	0.724436
0.010	100.0	1.00	0.524807
0.001	1000.0	1.00	0.380189
10.000	0.1	1.00	1.380384
100.000	0.01	1.00	1.905461

観察 2.2

積の列はちょうど **1.00** で動かない。相反則が言っているのはこの列である——そしてこの列だけを見ている限り、六つの組は区別できない。

観察 2.3

右端の列は動く。**0.380189** から **1.905461** まで、**5.01** 倍の幅がある——同じ「露光量」で、五倍違う。

計算 2.4：照度 $1/100$ ・時間 100 倍の場合を写真の段（**2** の冪）に換算する。

0.524807 倍は **0.9301** 段の損失にあたる。ほぼ一段である——絞りを一段開けるか、時間を倍にするかで埋める量である。

観察 2.5

時間を 1000 倍にすれば **1.3952** 段になる。損失は時間の対数に比例する—— $\log_2$ をとれば $(1 - p) \log_2 t$ だからである。

3. 境目の反対側と、対照

観察 3.1

短時間・高照度へ振ると、実効露光は増える。照度 100 倍・時間 $1/100$ で **1.905461** 倍——損失ではなく利得になる。

観察 3.2

つまり $t = 1$ が境目である。 $t > 1$ なら $t^p < t$ で損し、 $t < 1$ なら $t^p > t$ で得する——境目の両側で符号が変わる。

計算 3.3：対照として $p = 1$ に置く。

六つの組すべてで実効露光が積と一致し、ちょうど **1.000000** になる。

観察 3.4

この対照が効いている。破れの原因が $p \neq 1$ だけであることを示す——他の要素が混じっていれば、 $p = 1$ でも一致しない。

観察 3.5

そして p は 1 に近い。**0.86** である——1 からのずれは 14 パーセントしかないのに、時間を 1000 倍振ると 1.4 段になる。指数のずれは冪で効く。

4. 分離子

分離子：積で書けるか、指数を持つか。

観察 4.1

It という書き方は、 I と t が対等だと言っている。どちらを二倍にしても同じ——これは主張であって、定義ではない。

観察 4.2

It^p は、対等でないと言っている。時間のほうが効きが弱い——同じ量を I で稼ぐか t で稼ぐかが、結果を変える。

観察 4.3

これは論文300の基準で別根である。「積で決まる」は二つの量が交換可能だという主張——「指数で決まる」は交換に費用がかかるという主張である。

観察 4.4

そして名前が誤解を助けている。「相反則」という名前は、それが法則だと言っている——論文326で二乗三乗の「法則」が恒等式だったのと逆で、ここでは法則の名前がついたものが経験則である。

観察 4.5

破れは実務で先に見つかった。天体写真では長時間露光が理論どおりに効かない——式が先にあって現象が後から来たのではなく、逆である。

観察 4.6

正直に言えば—— $p = 0.86$ は説明のための代表値であり、乳剤ごとに違う。本稿は特定の材料の値を主張していない——動かないのは、 p が1でない限り積では書けない、という点である。

観察 4.7

最後に一つ—— It が破れることと、 It が役に立たないことは別である。通常の撮影では t の幅が狭いので、積で足りる——破れが見えるのは、 t を三桁振ったときである。

5. 点呼と結び

1. 積 It は六組ともちょうど **1.00** (計算 2.1) : 相反則が言うこと。
2. 実効露光は **0.380189~1.905461** (計算 2.1) : **5.01** 倍の幅。
3. 照度 $1/100$ で **0.524807** 倍 (計算 2.1) : 積は同じなのに。
4. それは **0.9301** 段の損失 (計算 2.4) : ほぼ一段。
5. 時間 **1000** 倍で **1.3952** 段 (観察 2.5) : 対数に比例。
6. 短時間側では **1.905461** 倍 (観察 3.1) : 符号が反転。
7. 境目は $t = 1$ (観察 3.2) : 両側で向きが変わる。
8. $p = 1$ なら六組とも **1.000000** (計算 3.3) : 対照が効いている。
9. $p = 0.86$ はずれ **14 %** (観察 3.5) : 冪で効くので大きく出る。
10. 分離子は積か指数か (観察 4.3) : 交換可能かどうか。

結び：露光は「照度 × 時間」で決まると教わり、だから「一段絞ったら時間を倍に」が成り立つ——だが積 $It = 1$ を保ったまま I と t を六通りに振ると、積の列はちょうど **1.00** で動かないのに、実効露光は **0.380189** から **1.905461** まで **5.01** 倍の幅で動く。照度を $1/100$ にして時間を **100** 倍にすれば **0.524807** 倍、写真の段でいえば **0.9301** 段の損失で、ほぼ一段ぶん足りない。時間を **1000** 倍にすれば **1.3952** 段になり、損失は時間の対数に比例する。そして境目の反対側では符号が変わる——照度 **100** 倍・時間 $1/100$ に振れば実効露光は **1.905461** 倍に増え、損失ではなく利得になる。境目は $t = 1$ で、 $t > 1$ なら $t^p < t$ 、 $t < 1$ なら $t^p > t$ である。原因が指数のずれだけであることは、 $p = 1$ に置くと六組すべてがちょうど **1.000000** に戻ることが示す——他の要素が混じっていれば、この対照は一致しない。 p は **1** に近い——**0.86** で、**1** からのずれは **14** パーセントしかない。それでも時間を三桁振れば **1.4** 段になる。指数のずれは冪で効くからである。分けているものは一つ——積で書けるか、指数を持つか。 It という書き方は I と t が対等だと言っており、これは定義ではなく主張である。 It^p は対等でないと言っており、同じ量を照度で稼ぐか時間で稼ぐかが結果を変える。論文300の基準で別根であり、一方は交換可能だという主張、一方は交換に費用がかかるという主張である。そして「相反則」という名前がそれを法則に見せている——論文326で二乗三乗の「法則」が恒等式だったのとちょうど逆で、ここでは法則の名前がついたものが経験則である。正直に言えば—— $p = 0.86$ は説明のための代表値で、乳剤ごとに違い、本稿は特定の材料の値を主張していない。動かないのは、 p が **1** でない限り積では書けないとい

う点である。最後に一つ—— It が破れることと It が役に立たないことは別である。通常の撮影では t の幅が狭いので積で足りる。破れが見えるのは、 t を三桁振ったときである。

参考文献

1. Schwarzschild, K. (1900). On the Deviations from the Law of Reciprocity for Bromide of Silver Gelatine. *Astrophysical Journal*.
 2. Bunsen, R., & Roscoe, H. E. (1862). Photochemische Untersuchungen. *Annalen der Physik*.
 3. Mees, C. E. K., & James, T. H. (1966). *The Theory of the Photographic Process* (3rd ed.). New York: Macmillan.
 4. Hamilton, J. F. (1988). The Silver Halide Photographic Process. *Advances in Physics*.
 5. 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
 6. 山岸勇輝 (2026). 『二乗三乗の「法則」は、法則ではなく恒等式である』 [論文326]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22209992
 7. 山岸勇輝 (2026). 『柱を一本足すと、閉じた式が消える』 [論文413]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22699750
 8. 山岸勇輝 (2026). 『同じ「一刻」が、季節で **1.5** 倍変わる』 [論文414]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22699766
 9. 山岸勇輝 (2026). 『同じガラスが、**5000** 倍透明になった』 [論文415]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22699790
-

— *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)