写真の学校 ／ TEXTBOOK

写真を「わかって」撮るための教科書

撮影の基本と、その意味。
そして実用的カラーマネージメントまで。

第 1 章

ピンホールからレンズへ

―― なぜ、レンズが必要なのか

制作　マツバラミチヒサ

写真の学校 教科書プロジェクト ／ 2026

CHAPTER 01

ピンホールから
レンズへ

写真を撮るという行為は、光を集めることだと思われています。しかし正確には違います。写真とは、**届いてくる無数の光のうち、ほとんどを捨てる**ことによって成り立つ技術です。捨てなければ像は生まれない。この一見あべこべな事実から、カメラの構造はすべて導かれます。

この章では、レンズがまだ存在しなかった時代の最小の装置――針の穴ひとつ――から出発します。そこには写真の原理のすべてが、削ぎ落とされた形で入っています。そしてその装置が抱えた解けない矛盾こそが、レンズという発明を必然にしました。

レンズが何を解決し、その代わりに何を背負い込んだのか。それを理解しておくと、次章以降のピント・絞り・画角の話が、単なる操作の暗記ではなく**一本の筋**として見えてきます。

この章で身につくこと

- ☐ 「像が成立する条件」を一対一対応という言葉で説明できる
- ☐ ピンホールでなぜ像ができ、なぜ倒立するのかを説明できる
- ☐ ピンホール径のジレンマ（幾何ボケと回折）を説明できる
- ☐ レンズが解決したことと、引き換えに生じた制約を区別できる
- ☐ 結像公式・F値・画角の意味を、暗記ではなく理屈で言える
- ☐ 絞りという操作が「ピンホールへの回帰」であると理解できる

1-1　像が成立する条件 —— 「一対一対応」

まず、カメラのない状態を考えてみましょう。真っ暗な部屋の壁に、感光する紙を貼ります。部屋の一方の壁を取り払い、外の景色が見えるようにする。紙には何が写るでしょうか。

答えは、**何も写りません**。紙は一様に感光して、真っ白になるだけです。光は届いている。情報は届いている。それなのに像にならない。

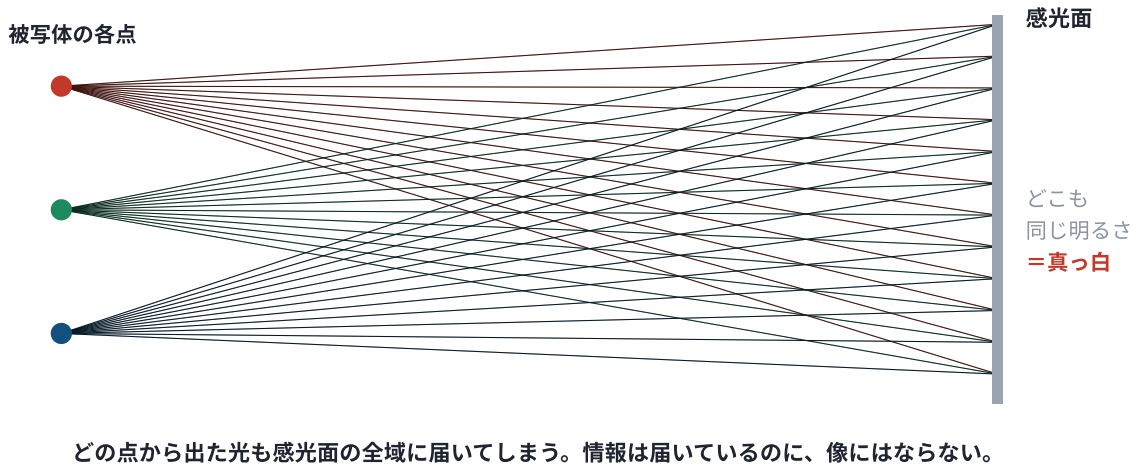


図 1-1｜遮るものがなければ像はできない。被写体上の一点から出た光は、あらゆる方向へ広がって感光面の全域に届く。別の点から出た光も同じように全域に届く。結果、すべての情報が重なり合って打ち消され、面は一様に露光される。

理由は図のとおりです。被写体の一点から出た光は、四方八方に散っていきます。散った光は感光面の**全域**に届く。隣の点から出た光も全域に届く。さらに隣も。結果として、感光面のどの一点を取っても、そこには**被写体のあらゆる点からの光が混ざり合って**到達している。これでは、どこの光がどこから来たのかを区別できません。

> **像が成立する唯一の条件**
>
> **被写体上の一点と、像面上の一点が、一対一に対応していること。**
>
> この条件が満たされたときにだけ、光の分布は「像」になります。逆に言えば、カメラという装置がしていることは、突き詰めればこの一対一対応を作り出すこと、ただそれだけです。レンズも、絞りも、シャッターも、すべてこの一点に奉仕しています。

1-2　ピンホール ―― 最小にして最古の解答

では、どうすれば一対一対応を作れるか。もっとも単純な答えは、**ほとんどの光を遮ってしまうこと**です。感光面の前に壁を立て、そこに針の穴をひとつだけ開ける。

すると、被写体の一点から放射状に出た無数の光線のうち、**その穴を通る方向へ進んだ一本だけ**が感光面に到達します。他の光線はすべて壁に遮られて捨てられる。一つの点からは一本だけ。だから像面の一点には、被写体の一点からの光しか届かない。一対一対応が成立します。

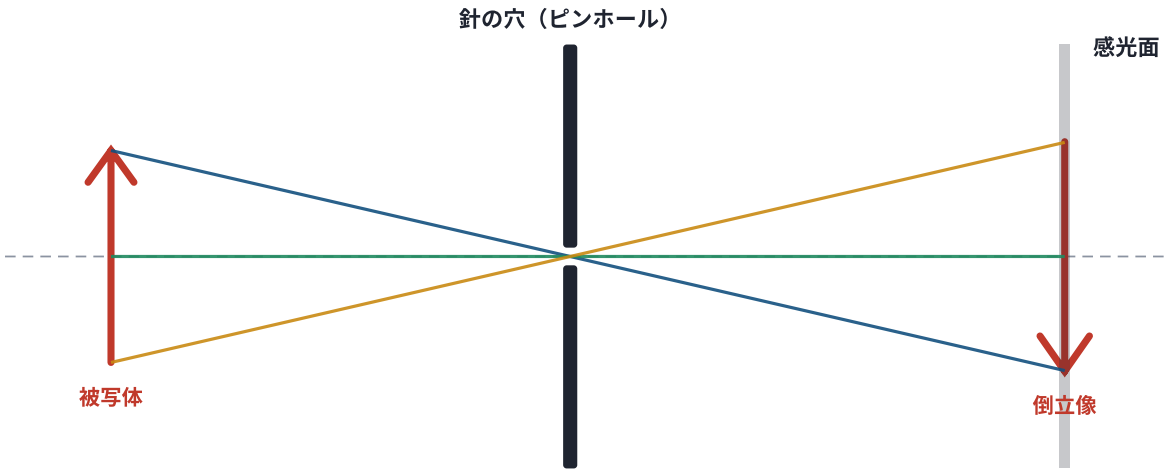


図 1-2｜ピンホールが作る一対一対応。穴を通れる光線は各点につき一本だけ。光が直進するため、上から来た光は下へ、下から来た光は上へ抜ける。像が上下左右とも反転するのはこのためであり、レンズを使っても同じことが起きる。

ここで、像が**倒立する**ことに注目してください。被写体の上端から出た光は、穴を通って感光面の下端へ向かいます。下端から出た光は上端へ。左右も同様です。これは光が直進することの直接の帰結であり、**レンズを使っても変わりません**。デジタルカメラのセンサー上にも、いまこの瞬間、上下逆さまの像が結ばれています。私たちがそれを正立で見られるのは、ファインダーのペンタプリズムや、画像処理が反転を戻しているからにすぎません。

［発展］カメラ・オブスクラ ―― 千年の前史

暗い部屋の小さな穴が外の景色を壁に映すという現象は、古代から知られていました。中国の『墨子』（紀元前4世紀ごろ）にはすでに、穴を通った像が倒立するという記述があります。

これを体系的な実験として記録したのが、11世紀の学者**イブン・アル＝ハイサム（アルハゼン）**です。1012〜1021年ごろにカイロで著した『光学の書』のなかで、彼は「暗い部屋」を用い、日食のときに小さな円い穴を通った太陽の像が**三日月形**になることを観察しました。穴が円いのに像が三日月なら、その形は穴ではなく光源に由来する ―― つまり**光は直進し、穴は像を作る装置である**と実験的に示したわけです。

その後この装置は「カメラ・オブスクラ（暗い部屋）」と呼ばれ、ルネサンス期には画家の遠近法の道具になりました。16世紀にはレンズと絞りが組み込まれて明るく鮮明になり、19世紀にニエプスとダゲールが「その像を定着させる」化学を手に入れたとき、写真が誕生します。

ここで確認しておきたいのは順序です。**像を作る技術は写真より千年古い**。写真が新しかったのは、像を作ったことではなく、像を**留めた**ことでした。

1-3　ピンホールのジレンマ ―― 明るさと鮮鋭さは両立しない

ピンホールは美しい原理ですが、実用にすると、すぐに壁にぶつかります。**穴の大きさをどうするか**という問題です。

穴を大きくすると

光量は増えます。しかし穴が大きいということは、被写体の一点から出た光が**一本ではなく細い束として**通ってしまうということです。その束は感光面に、穴とほぼ同じ大きさの円を作る。つまり**穴の形がそのまま像のにじみになる**。直径 1 mm の穴なら、像点は 1 mm ににじみます。一対一対応は崩れ、像はぼやけます。

穴を小さくすると

にじみは小さくなります――ある点までは。しかし穴を小さくしていくと、今度は**回折**が現れます。光は波でもあるため、狭い開口を通ると縁で回り込んで広がる。この広がりは開口が小さいほど大きい。だからある径を下回ると、像はふたたび崩れはじめます。しかも光量は面積に比例して減るので、極端に暗くなります。

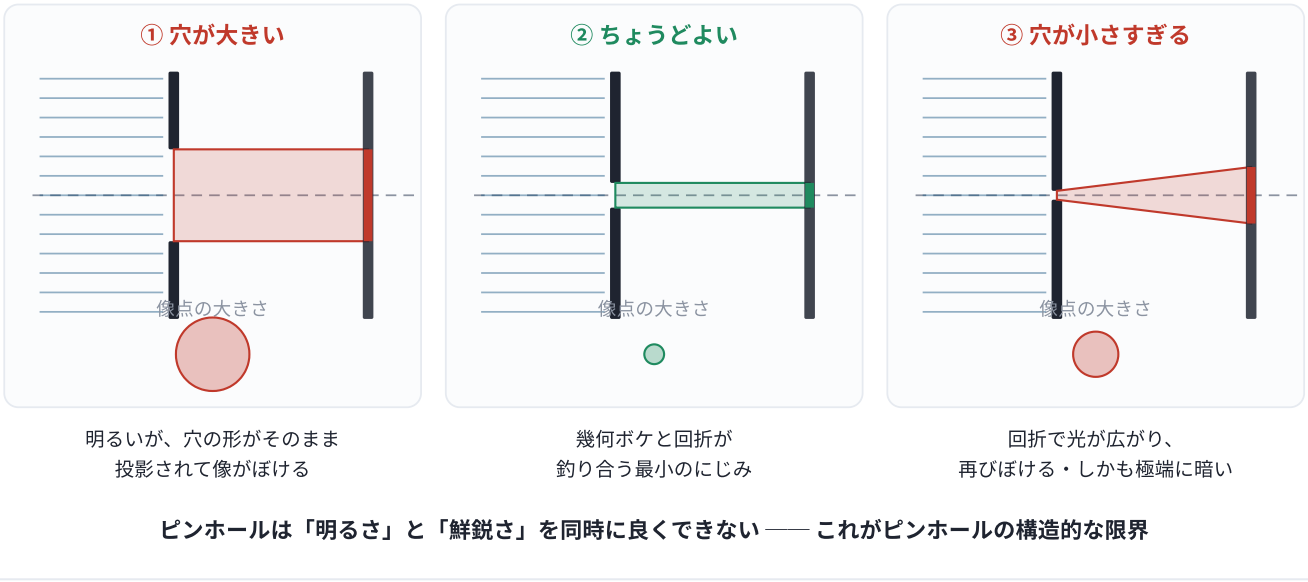


図 1-3｜穴の大きさのジレンマ。大きい穴では穴の形そのものがにじみになり、小さすぎる穴では回折が支配する。ピンホールにおいて「明るさ」と「鮮鋭さ」は、原理的に同時には良くできない。

この二つの効果は逆向きに働くので、どこかに最良の径が存在します。幾何学的なにじみは穴の直径 d にほぼ等しく、回折によるにじみは 2.44λ f / d（λ は波長、f は穴から感光面までの距離）。両者が釣り合う点が最適です。

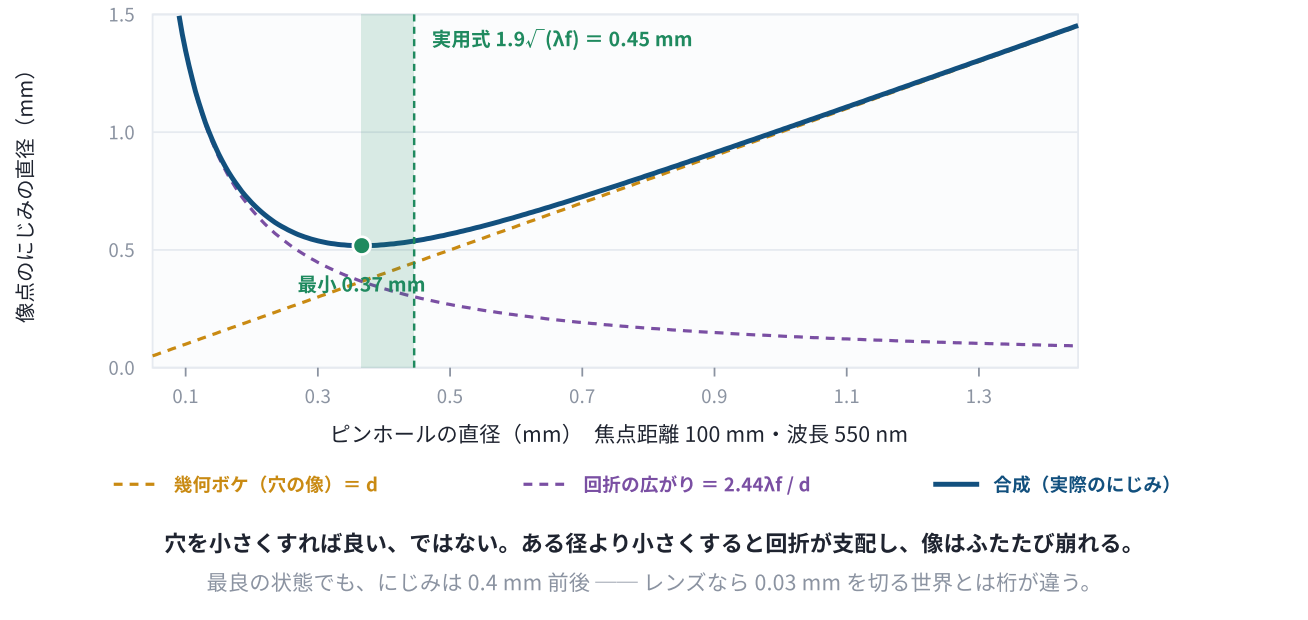


図 1-4｜最適なピンホール径。幾何ボケ（穴の像）は径に比例して増え、回折は径に反比例して増える。合成したにじみには最小値があり、そこが最適径になる。焦点距離 100 mm・波長 550 nm の場合、およそ 0.37〜0.45 mm。

最適なピンホール直径 d ≒ 1.9 × √(波長 λ × 焦点距離 f)

レイリーの実用式。単位は mm で揃える（可視光中央 λ = 0.00055 mm）。理論的な導き方によって係数は 1.5〜2.0 程度の幅がある

焦点距離	最適な穴の直径	相当する F 値	F2 のレンズとの光量比	晴天屋外での露光時間（ISO 100）
25 mm	0.22 mm	F112	約 1/3,100	約 1/2 秒
50 mm	**0.32 mm**	**F159**	**約 1/6,300**	**約 1 秒**
100 mm	0.45 mm	F224	約 1/12,600	約 2 秒
200 mm	0.63 mm	F317	約 1/25,000	約 4 秒

数字を見ると事情が一目でわかります。50 mm のピンホールカメラは **F159 相当**。晴れた屋外という最良の条件でも、シャッター速度は約 1 秒です。手持ち撮影は不可能で、動く被写体はすべて流れます。そして、それだけの代償を払ってなお、像点のにじみは **0.3 mm 以上**。第 2 章で見た許容錯乱円 0.03 mm の、およそ 10 倍です。

> **ピンホールの限界は「精度」ではなく「原理」にある**
>
> もっと精密に穴を開ければ良くなるのでは、と思われるかもしれません。しかしこの限界は工作精度の問題ではありません。**光を捨てることで像を作る**という方法そのものに内在する矛盾です。捨てる量を減らせば（穴を大きくすれば）像が崩れ、像を良くしようと捨てる量を増やせば（穴を小さくすれば）回折と暗さに負ける。この矛盾は、同じ方式のままではけっして解けません。

1-4　レンズという解答 —— 捨てるのではなく、曲げる

矛盾の出どころは明快です。ピンホールは「**一点から出た光を一本しか使えない**」と決めつけていました。だから明るくしようとすると像が崩れた。

ではもし、一点から出た光を**広い口径いっぱいに受け止めて、それを全部もう一度一点に戻せる**としたら。捨てずに済むうえ、一対一対応は保たれます。明るさと鮮鋭さが同時に手に入る。

それを実現するのが**屈折**です。ガラスは光の進む速さを変え、境界面で光を曲げます。面を適切な曲率で作れば、レンズの中心を通る光はほぼまっすぐ、周辺を通る光ほど大きく曲げられ、結果としてすべての光線が**ふたたび一点で交差する**。これが第 2 章の冒頭で見た結像です。

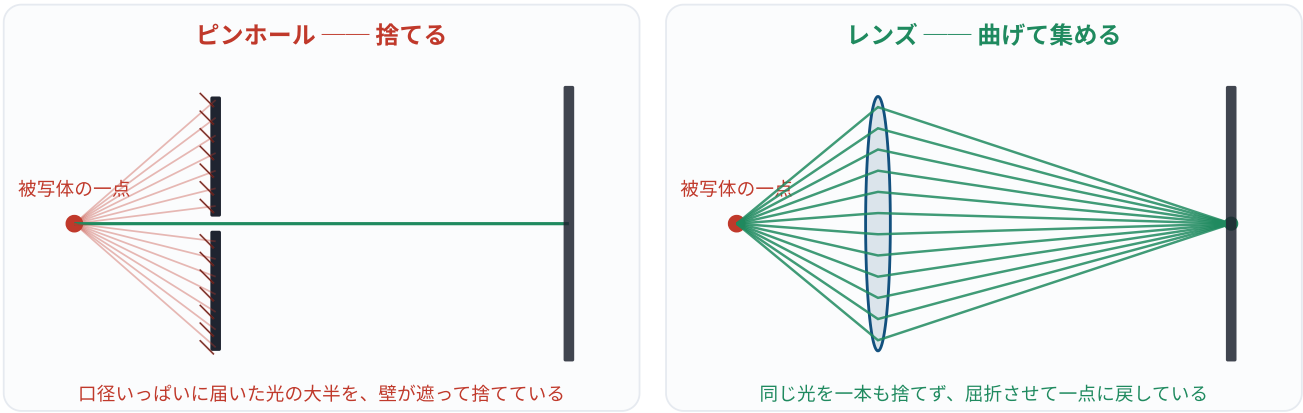


図 1-5｜ピンホールとレンズの違い。ピンホールは口径いっぱいに届いた光の大半を壁で遮って捨てている。レンズは同じ光を一本も捨てず、屈折によって一点に集め直す。レンズが発明したのは「像を作る方法」ではなく、**明るさと鮮鋭さを両立させる方法**である。

効果は劇的です。50 mm・F2 のレンズの有効口径は 25 mm。同じ焦点距離のピンホール（0.32 mm）と比べると、面積比で **約 6,300 倍**の光を集めています。1 秒かかっていた露光が 1/6000 秒で済む。写真がスナップや報道の道具になれたのは、この一点にかかっています。

F 値 —— 「明るさ」を表す共通の物差し

レンズが集められる光の量は、有効口径の面積、つまり**口径の 2 乗**に比例します。一方、その光が広げられる像の面積は、焦点距離の 2 乗に比例して大きくなる。したがって**像面の単位面積あたりの明るさは、（口径 ÷ 焦点距離）の 2 乗に比例**します。この比の逆数が F 値です。

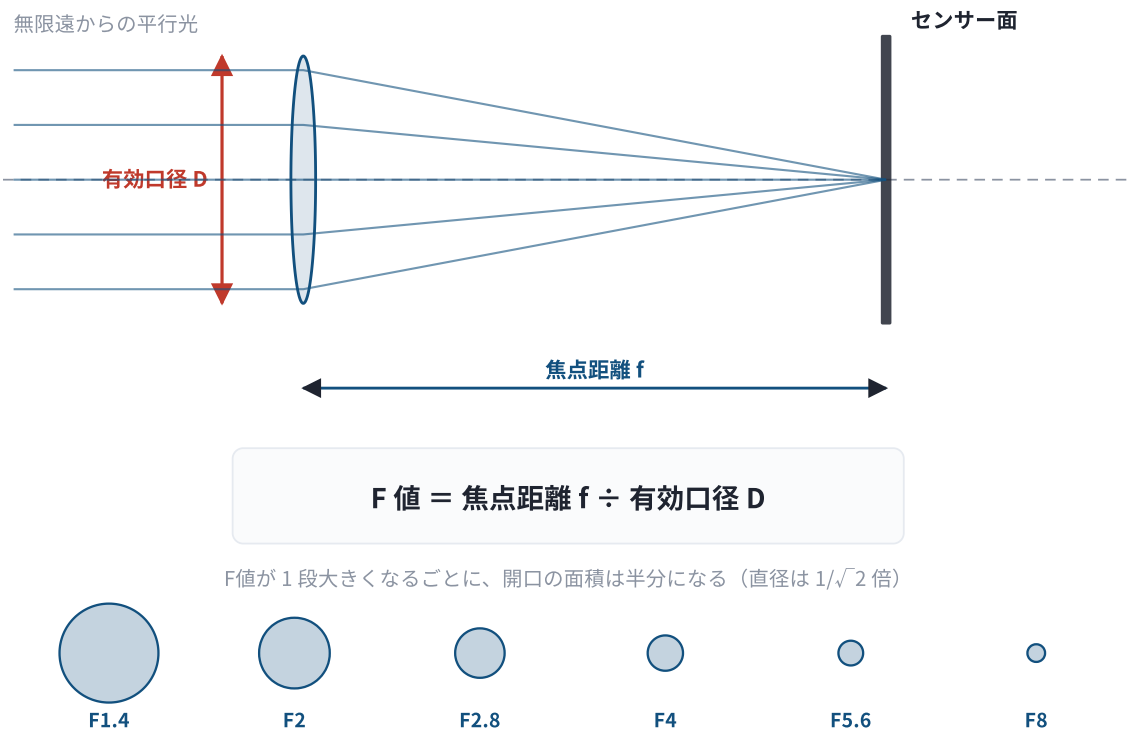


図 1-6｜F 値の定義。F 値は焦点距離を有効口径で割った比の値であって、レンズの大きさそのものではない。だから **F 値が同じなら、焦点距離やセンサーが違っても像面の明るさは等しい**。1 段絞るごとに開口面積は半分になる。

> **［発展］なぜ F 値は 1.4 倍ずつ並ぶのか**
>
> F1.4 → F2 → F2.8 → F4 → F5.6 → F8 → F11 → F16 …。この数列は $\sqrt{2} \fallingdotseq 1.414$ 倍ずつの等比数列です。光量は口径の **2 乗**に比例するので、光量をちょうど半分にするには直径を $1/\sqrt{2}$ にすればよい。だから 1 段＝$\sqrt{2}$ 倍という不思議な刻みになります。
>
> 数字が飛び飛びに見えるのは、F 値が「面積の平方根」を表す量だからです。**F 値は大きさではなく比であり、しかも平方根の世界の数である** —— これを押さえておくと、露出計算でつまずかなくなります。

1-5　レンズが背負い込んだ二つの代償

レンズは万能ではありません。ピンホールが持っていた性質のうち、二つを失っています。

代償①　ピントの合う面が一枚しか存在しない

ピンホールには、じつは**ピント合わせという概念がありません**。どの距離の点も等しく穴の大きさににじむので、近くも遠くも同じ描写になる。原理的なパンフォーカスです。

ところがレンズは、光を「ある一つの距離から来た光」として一点に集めます。裏を返せば、**それ以外の距離から来た光は一点に集まらない**。ピント面という概念が生まれ、それを選ぶ責任が撮影者に発生します。第 2

章まるごとを費やして扱ったのは、この代償の話でした。

> **第 2 章との接続**
>
> ピンホール ＝ すべての距離が「等しく、そこそこにじむ」
> レンズ　　＝ 一つの距離だけが「完全に合い」、他は距離に応じてにじむ
>
> レンズは鮮鋭さを手に入れた代わりに、**選択を強いられる装置**になりました。「どこにピントを置くか」という問いは、レンズという発明が生んだ問いです。

代償②　収差 —— 理想どおりには曲がってくれない

「すべての光線が一点で交差する」というのは、あくまで理想です。実際のガラスの球面は、そこまで都合よく光を曲げてくれません。理想からのずれを**収差**と呼びます。

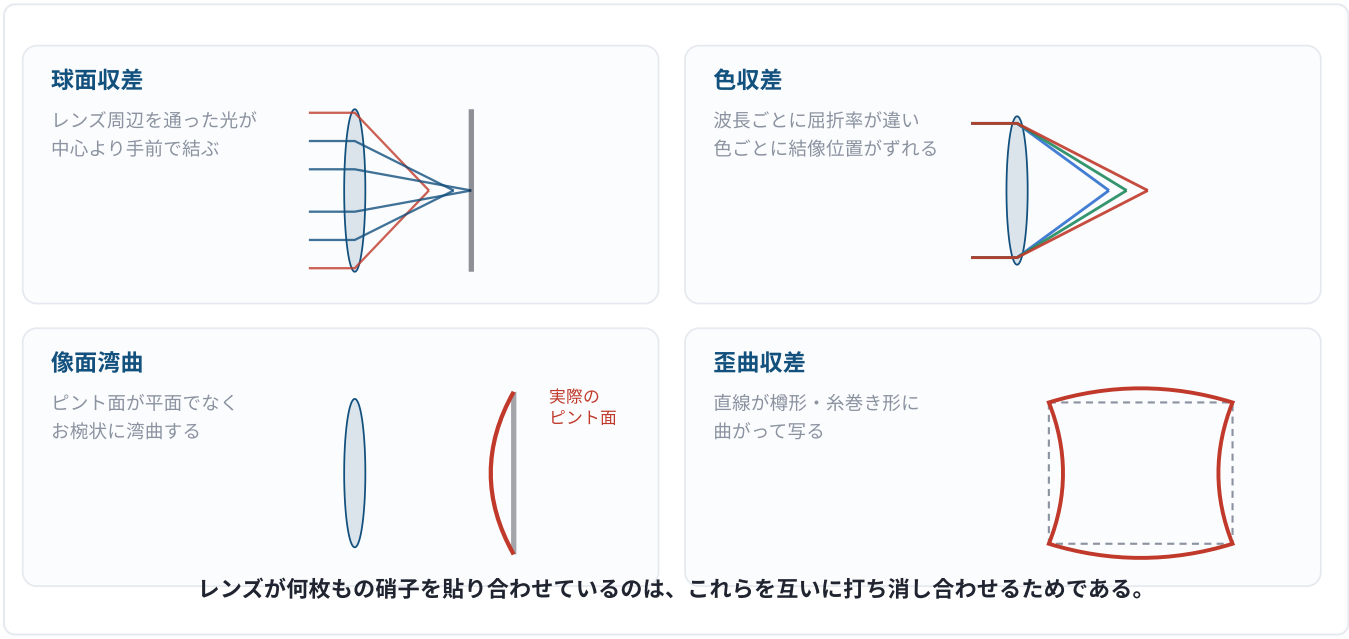


図 1-7｜主な収差。球面収差・色収差・像面湾曲・歪曲収差。いずれも「一点から出た光が一点に戻らない」あるいは「像の形が相似にならない」という形で現れる。

- **球面収差**：レンズ周辺を通った光が中心を通った光より手前で結ぶ。開放で像が眠くなる主因。第 2 章 2-12 で触れた**フォーカスシフト**は、この残存分が絞りによって重心を動かすことで起きます。
- **色収差**：ガラスの屈折率は波長で異なるため、赤・緑・青で結像位置や倍率がずれる。輪郭に紫や緑の縁取りが出るのはこれです。
- **像面湾曲**：ピント面が平面にならず、お椀状に湾曲する。中央でピントを合わせると周辺が甘くなる（2-12 で扱った現象）。
- **歪曲収差**：直線が樽形・糸巻き形に曲がる。像の鮮鋭さは落ちないが、形が正しくない。

- ほかに**コマ収差**（点光源が彗星のように尾を引く）、**非点収差**（縦線と横線でピント位置が違う）などがあります。

レンズが何枚もの硝子を貼り合わせた複雑な構造になっているのは、性能を「足す」ためではありません。**ある硝子が生む収差を、別の硝子の逆向きの収差で打ち消し合わせる**ためです。50 mm F1.2 のような大口径レンズが大きく重く高価なのは、口径を広げるほど周辺を通る光が増え、打ち消さねばならない収差が急激に増えるからです。

> **［発展］「良いレンズ」とは何か**
>
> 収差はゼロにはできません。設計とは、どの収差をどこまで許し、何と引き換えにするかという**配分の技術**です。歪曲を残して解像を稼ぐ設計、周辺光量を捨てて中心の切れを取る設計、あえて球面収差を残して柔らかい描写を狙う設計 —— どれも間違いではありません。
>
> だから「良いレンズ」に唯一の正解はなく、**撮る対象に対して配分が合っているか**だけが問題になります。建築なら歪曲が小さいこと、ポートレートなら口径と後ボケの素直さ、複写なら像面が平坦であること。カタログの解像力チャートは、その配分表の一部を切り取ったものにすぎません。

1-6　結像の公式 —— レンズを一枚の数式にまとめる

厚みや枚数を無視して、レンズを「一枚の薄い理想レンズ」と見なすと、その振る舞いはたった一つの式で書けます。

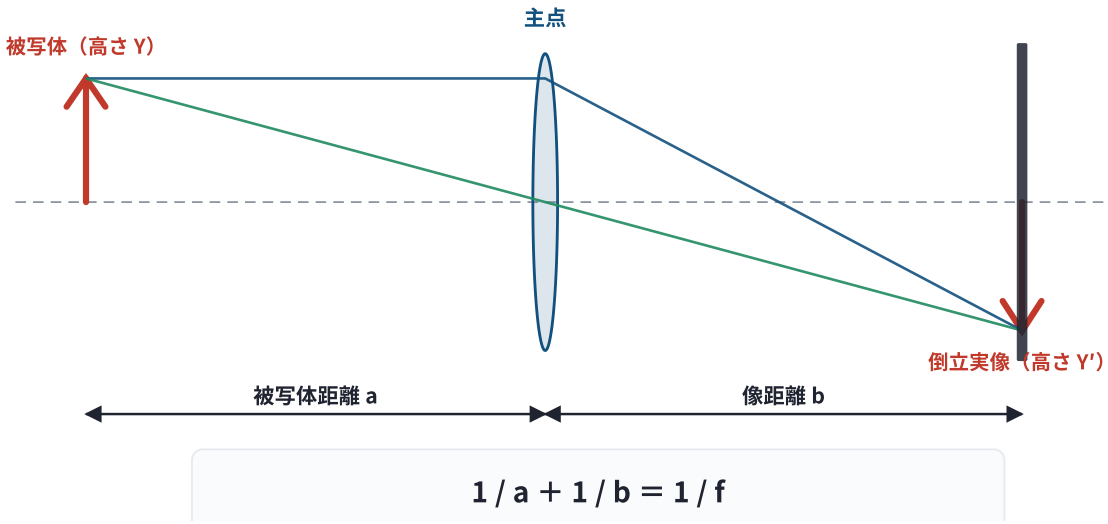


図 1-8｜結像公式と主要な量。被写体距離 a、像距離 b、焦点距離 f。光軸に平行に入った光は焦点を通り、主点を通る光は直進する。この二本の交点が像点になる。

$$1/a + 1/b = 1/f$$

a：被写体距離　b：像距離　f：焦点距離（いずれも主点からの距離）

この式から、覚えるべきことがすべて出てきます。

焦点距離とは何か。 a を無限大にすると 1/a → 0 になり、b = f。つまり**無限遠にピントを合わせたときの、主点からセンサーまでの距離**が焦点距離です。「50 mm レンズ」とは、そういう意味の 50 mm であって、レンズの全長でも前玉の直径でもありません。

近づくとレンズが伸びる理由。 a が小さくなると b は大きくなります。ピントリングを回したときにレンズが繰り出すのは、像距離を伸ばしているからです。50 mm レンズで 10 m 先なら繰り出しは 0.25 mm ですが、0.5 m では 5.6 mm、等倍撮影（0.1 m）では **50 mm も繰り出す**ことになります。

撮影倍率。 像の高さと被写体の高さの比は、そのまま b / a に等しくなります。等倍（1 : 1）とは a = b = 2f の状態のことです。

被写体距離 a	像距離 b	繰り出し量	撮影倍率	実効 F 値 （開放 F2.8 のとき）
∞	50.00 mm	0 mm	0	F2.8
2 m	51.28 mm	1.28 mm	0.026 倍	F2.9
1 m	52.63 mm	2.63 mm	0.053 倍	F2.9
0.5 m	55.56 mm	5.56 mm	0.11 倍	F3.1
0.3 m	60.00 mm	10.0 mm	0.20 倍	F3.4
0.1 m	**100.0 mm**	**50.0 mm**	**1.0 倍（等倍）**	**F5.6**

※ 焦点距離 50 mm の理想薄レンズとして計算。

［発展］マクロ撮影が暗くなる理由 —— 実効 F 値

F 値の定義は「焦点距離 ÷ 有効口径」でした。しかし近接撮影では像距離 b が f より長くなっているので、実際に効いている比は b / D です。これを**実効 F 値**と呼び、次の関係が成り立ちます。

$$\text{実効 F 値} = \text{F 値} \times (1 + \text{撮影倍率 m})$$

等倍（m = 1）なら実効 F 値は 2 倍、つまり**露出は 2 段暗くなります。**マクロレンズで「絞りは F2.8 のはずなのに露出計が暗いと言う」のはこのためで、故障ではありません。同時に、第 2 章の被写界深度の式に入る F 値もこの実効 F 値なので、**近接では見かけより深度がわずかに深くなる**という効果もあります（それでも絶対値は極端に浅いのですが）。

1-7　画角 —— 焦点距離が決めているのは「大きさ」ではない

「望遠レンズは遠くのものを大きく写す」。この説明は結果としては正しいのですが、原因の説明としては不正確です。レンズが直接決めているのは**画角**、つまり**どれだけの範囲を切り取るか**です。

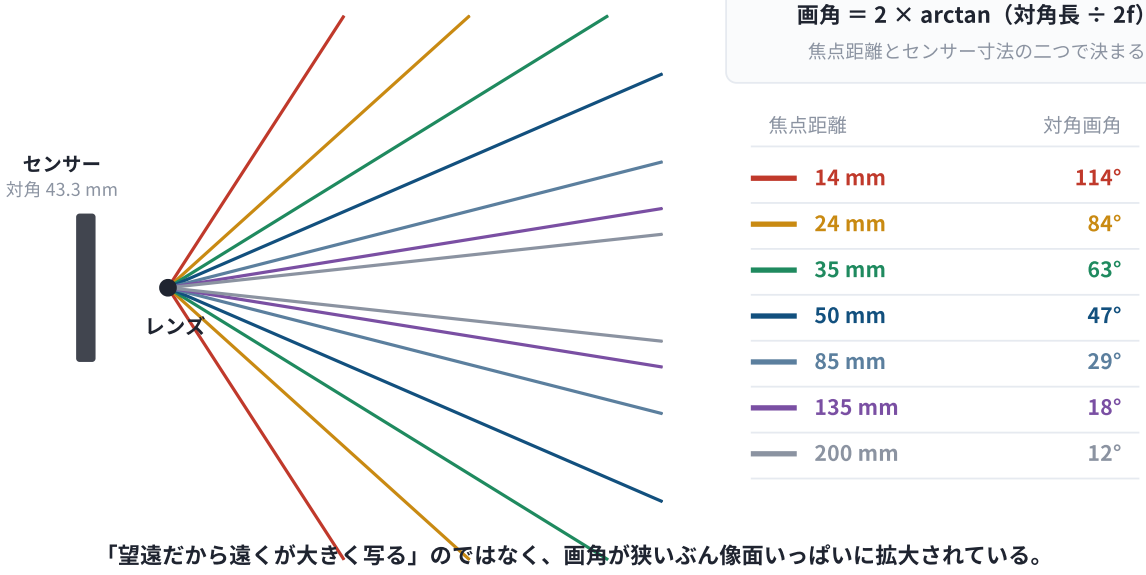


図 1-9｜画角は焦点距離とセンサー寸法で決まる。焦点距離が長いほど、同じセンサーに収まる角度は狭くなる。狭い範囲を同じ面積に引き伸ばすので、結果として被写体が大きく写る。

画角 ＝ 2 × arctan（ センサーの寸法 ÷ 2f ）

対角寸法を使えば対角画角、長辺を使えば水平画角。フルサイズの対角は 43.3 mm

焦点距離	14 mm	24 mm	35 mm	50 mm	85 mm	135 mm	200 mm	400 mm
対角画角	114°	84°	63°	47°	29°	18°	12°	6°
水平画角	104°	74°	54°	40°	24°	15°	10°	5°

※ フルサイズ（36 × 24 mm）の場合。

式に**センサーの寸法**が入っていることに注目してください。画角は焦点距離だけでは決まりません。同じ 50 mm でも、フルサイズなら 47°、APS-C なら 31°、マイクロフォーサーズなら 24° になります。第 2 章 2-7 で扱った換算係数は、この式から出てきたものです。

よくある誤解 ―― 「望遠は圧縮効果がある」

望遠レンズで撮ると背景が迫って見える、いわゆる圧縮効果。これは**レンズの性質ではありません**。遠近感（手前と奥の見かけの大きさの比）を決めているのは、**被写体との距離だけ**です。

同じ位置から 24 mm と 200 mm で撮り、24 mm のほうを 200 mm と同じ画角にトリミングすると、遠近感は完全に一致します。望遠で圧縮して見えるのは、同じ大きさに写すために**撮影者が遠くまで下がっている**からです。この点は第 4 章で詳しく扱います。

1-8　絞り ―― いまも残るピンホールの思想

最後に、ピンホールとレンズを一本の線でつなぎます。

レンズの中には絞りが入っています。絞りを絞るとは、**レンズが使える口径を狭めること**、すなわち**光を捨てて口径を小さくすること**です。これはまさに、ピンホールがやっていたことにほかなりません。



絞るという行為は、レンズをピンホールへ少しずつ戻していく操作にほかならない。

第 2 章の被写界深度は、この連続の上で理解すると腑に落ちる。

図 1-10｜絞りはピンホールへの回帰。開放から絞り込んでいく操作は、レンズをピンホールへ少しずつ戻していく操作である。深度は深くなり、暗くなり、やがて回折が支配しはじめる ―― ピンホールが抱えていた性質が、そのまま順に戻ってくる。

絞り込むと何が起きたかを思い出してください。**深度は深くなり**（ピンホールはパンフォーカスでした）、**暗くなり**（ピンホールは F160 でした）、**やがて回折で解像が落ちる**（ピンホールの限界そのものです）。第 2 章で個別に扱ったこれらの現象は、じつは**すべて「ピンホールに近づいている」という一つの事実の別の顔**でした。

この章のまとめ

① 像が成立する条件は、**被写体の一点と像面の一点の一対一対応**である。
② ピンホールは、光の大半を**捨てる**ことでこの対応を作る。像が倒立するのは光が直進するからである。
③ ピンホールでは、穴を大きくすると幾何ボケが、小さくすると回折が像を崩す。**明るさと鮮鋭さは両立しない**。
④ レンズは光を捨てず**曲げて**集め直すことで、この矛盾を解いた。50 mm・F2 はピンホールの約 6,300 倍明るい。
⑤ F 値 ＝ 焦点距離 ÷ 有効口径。大きさではなく**比**であり、1 段＝ √2 倍の刻みになる。
⑥ 代わりにレンズは、**ピント面が一枚しかない**ことと**収差**を背負い込んだ。
⑦ 1/a ＋ 1/b ＝ 1/f。焦点距離とは**無限遠にピントを合わせたときの像距離**である。
⑧ 画角は**焦点距離とセンサー寸法**で決まる。焦点距離が決めているのは大きさではなく範囲である。
⑨ 絞るという操作は、**レンズをピンホールへ戻していく操作**にほかならない。

演習問題

問 1　真っ暗な部屋の壁に小さな穴を開けたところ、向かいの壁に外の景色がぼんやり映りました。像をもっとはっきりさせるには、穴をどうすればよいでしょうか。またそれには限界があります。その限界の理由を二つ挙げてください。

解答例｜穴を**小さく**すれば、一点から通る光束が細くなり、像点のにじみ（＝穴の像）が小さくなって鮮鋭さが増します。ただし限界が二つあります。①光量が開口面積に比例して減るため、極端に暗くなる。②ある径を下回ると**回折**による広がりが幾何ボケを上回り、像はふたたび崩れる。両者が釣り合う最適径は $d \fallingdotseq 1.9\sqrt{(\lambda f)}$ で、部屋の奥行きが 3 m なら約 2.4 mm になります。

問 2　レンズの発明が写真にもたらした本質的な貢献は何でしょうか。「像を作れるようになったこと」という答えは正しくありません。理由とともに説明してください。

解答例｜像はピンホールでも作れます（しかも千年前から知られていました）。レンズが解決したのは、ピンホールでは原理的に両立しなかった**「明るさ」と「鮮鋭さ」を同時に成立させること**です。ピンホールが捨てていた口径いっぱいの光を、屈折によって一点に集め直すことで、一対一対応を保ったまま光量を数千倍にできました。写真がスナップや報道の道具になれたのは、この一点によります。

問 3　焦点距離 50 mm のレンズで、被写体距離 0.3 m にピントを合わせました。像距離、繰り出し量、撮影倍率、そして開放 F2.8 のときの実効 F 値を求めてください。

解答例｜1/300 + 1/b = 1/50 より b = 60 mm。繰り出しは 60 − 50 ＝ **10 mm**。倍率 m = b/a = 60/300 = **0.2 倍**。実効 F 値は 2.8 ×(1 + 0.2) ＝ **F3.36**（約 1/2 段暗くなる）。ここで露出計が F2.8 より暗い値を示しても故障ではありません。

問 4　フルサイズ機で 50 mm を使ったときと同じ画角を、マイクロフォーサーズ機で得るには何 mm のレンズが必要でしょうか。画角の式から説明してください。またそのとき、被写界深度はどうなりますか。

解答例｜画角 ＝ 2·arctan(対角 ÷ 2f)。画角を等しくするには「対角 ÷ f」を等しく保てばよい。m4/3 の対角は 21.6 mm でフルサイズ 43.3 mm のほぼ半分なので、f も半分の **25 mm** でよいことになります。被写界深度は第 2 章 2-7 のとおり、焦点距離が短いぶん**深く**なり（同じ距離・同じ F5.6 なら約 2.3 倍）、同じ深度にしたければ F 値も半分（等価 F 値）にする必要があります。

問 5　「絞ると被写界深度が深くなり、絞りすぎると解像が落ちる」。この二つの現象を、ピンホールという言葉を使って一つの説明にまとめてください。

解答例｜絞るという操作は、レンズが使う口径を狭めていく操作、すなわち**レンズをピンホールに近づけていく操作**です。ピンホールは口径が極小なので、どの距離の点も同じようににじむ＝深度が非常に深い。だから絞るほど深度は深くなります。一方でピンホールは回折に支配されており、開口が小さいほど点像が広がる。だから絞りすぎると解像が落ちます。**この二つは別々の現象ではなく、「ピンホールに近づく」という一つの過程の二つの側面です。**

問 6　次章（第 2 章）への橋渡しとして考えてみてください。ピンホールカメラには「ピントを合わせる」という操作が存在しません。なぜでしょうか。そしてレンズを使うと、なぜその操作が必要になるのでしょうか。

解答例｜ピンホールは、どの距離から来た光もほぼ同じ大きさ（＝穴の直径）ににじませます。距離によって描写が変わらないので、合わせるべき「面」が存在しません。対してレンズは、**ある一つの距離から来た光だけ**を一点に集めるように光を曲げています。したがって必然的に「その一つの距離をどこに置くか」を決める操作が生じます。**ピント合わせとは、レンズという発明が生んだ責任です** —— 第 2 章はまるごとこの責任の話になります。

次章予告 —— 第 2 章「ピントの原理と、ピントの本質」

レンズは一枚の面にしかピントを合わせられない。ではその「面」の前後はどうなっているのか。そこには **幅を持った空間** があり、その厚みは絞り・焦点距離・距離・そして人間が決めた許容範囲によって伸び縮みします。この章で見た「絞る＝ピンホールに近づく」という感覚を持ったまま読むと、被写界深度という概念がずっと立体的に見えてくるはずです。

奥付

写真を「わかって」撮るための教科書
第 1 章　ピンホールからレンズへ —— なぜ、レンズが必要なのか

制作　マツバラミチヒサ
写真の学校 教科書プロジェクト
2026 年 8 月　初版

最適ピンホール径・画角・結像公式・実効F値の数値は、光学の基本式にもとづき算出しています。カメラ・オブスクラの史実はイブン・アル＝ハイサム『光学の書』（1012〜1021年ごろ）ほかの記述にもとづきます。図版はすべて本書のために作図したものです。

写真の学校 ／ TEXTBOOK

写真を「わかって」撮るための教科書

撮影の基本と、その意味。
そして実用的カラーマネージメントまで。

第 2 章

ピントの原理と、ピントの本質

―― ピントは「点」ではなく「幅を持った空間」である

制作　マツバラミチヒサ

写真の学校 教科書プロジェクト ／ 2026

この教科書について

写真の技術書はたくさんあります。しかしその多くは「こう設定すればこう写る」という**操作の手引き**で終わっています。この教科書が目指すのはその一つ手前、**なぜそう写るのか**という原理と、**だからどう判断すべきか**という意味づけです。

原理がわかると、設定は暗記するものではなくなります。目の前の被写体を見て、光を見て、「今この状況では絞りをこう置くべきだ」と自分で導き出せるようになる。それがこの教科書のゴールです。

> **この教科書の二層構造**
>
> 本文は、カメラを買ったばかりの方でも読み通せるように書いています。数式や実測値を使った踏み込んだ話は ［**発展**］ と記した囲みにまとめました。最初は本文だけを追い、二周目に発展を読む――という使い方を想定しています。ただし、発展を飛ばしても理解が欠けないように本文を組んでありますので、急がずに進んでください。

全体の構成

第 I 部	**光が像になるまで**
1 章	ピンホールからレンズへ —— なぜレンズが必要なのか
2 章	**ピントの原理と、ピントの本質　★ 本冊で扱う章**
3 章	露出の三角形 —— 絞り・シャッター速度・ISO感度
4 章	焦点距離・画角・遠近感 —— 「圧縮効果」の正体
第 II 部	**露出とトーンを設計する**
5 章	測光の仕組みと露出の決め方
6 章	ヒストグラムとダイナミックレンジ
7 章	露出は「明るさ」ではなく「情報量」の設計である
第 III 部	**色を扱う —— 実用的カラーマネージメント**
8 章	色とは何か —— 分光・視覚・色順応
9 章	色温度とホワイトバランス
10 章	色空間 —— sRGB / AdobeRGB / Display P3 / ProPhoto
11 章	モニタキャリブレーションとICCプロファイル
12 章	出力まで色を保つ —— プリント・Web・印刷入稿
第 IV 部	**何を、なぜ撮るのか**
13 章	構図・光・時間 —— 見る人の視線を設計する
14 章	写真の意味 —— 記録と表現のあいだ

なぜ第 2 章から作るのか

ピントは、写真の全要素のなかで**もっとも誤解されたまま放置されている**基礎です。「ピントは合っているか、いないか」だと思い込んだまま何年も撮り続けている人は少なくありません。しかし実際のピントは、**連続的に変化する“にじみ”のグラデーション**であり、どこまでを「合っている」と呼ぶかは人間側が決めた約束事にすぎません。ここを理解すると、絞りの意味も、レンズ選びも、AFの使い方も、すべての判断が変わります。だからこの章を最初に完成させます。

CHAPTER 02

ピントの原理と、ピントの本質

「ピントを合わせる」という言葉は、あたかも一点に狙いを定める行為のように聞こえます。しかし光学的には、ピントは**点**ではありません。厚みのある**空間**であり、しかもその厚みは、絞り・焦点距離・撮影距離・そして「どこまでを許すか」という人間側の基準によって伸び縮みします。

この章では、まず「ピントが合う」とは物理的に何が起きているのかを見ます。次に、なぜそれが幅を持つのかを錯乱円という概念で説明します。そして最後に、幅を持った空間であるからこそ生じる実践的な問い ——**その空間を、どこに置くべきか**—— に答えます。

この章で身につくこと

- ☐ 「ピントが合う」の物理的な定義を説明できる
- ☐ 錯乱円と許容錯乱円の違いを説明できる
- ☐ 絞りが深度を変える理由を、光の円錐の形で説明できる
- ☐ センサーサイズが深度に効く仕組みを、二つの経路に分けて説明できる
- ☐ 被写界深度が前後で非対称になる理由と、その比率が状況で変わることを説明できる
- ☐ 被写体を前にして「どこにピントを置くか」を根拠を持って決められる

2-1 「ピントが合う」とは、点が点に戻ることである

目の前の被写体の表面には、無数の点があります。その一つひとつの点から、光はあらゆる方向へ散っていきます。カメラのレンズがしていることは、たった一つです。**散っていった光を、もう一度一点に集め直す**。それだけです。

被写体上のある一点から出た光は、レンズの口径いっぱいに広がりながら入っていきます。レンズはその光を屈折させ、後方のある一点で交差させる。この交差する点を**結像点**と呼びます。そしてこの結像点にちょうどセンサー面が置かれていたとき、被写体の一点はセンサー上でも一点として記録される。これが「ピントが合っている」状態です。

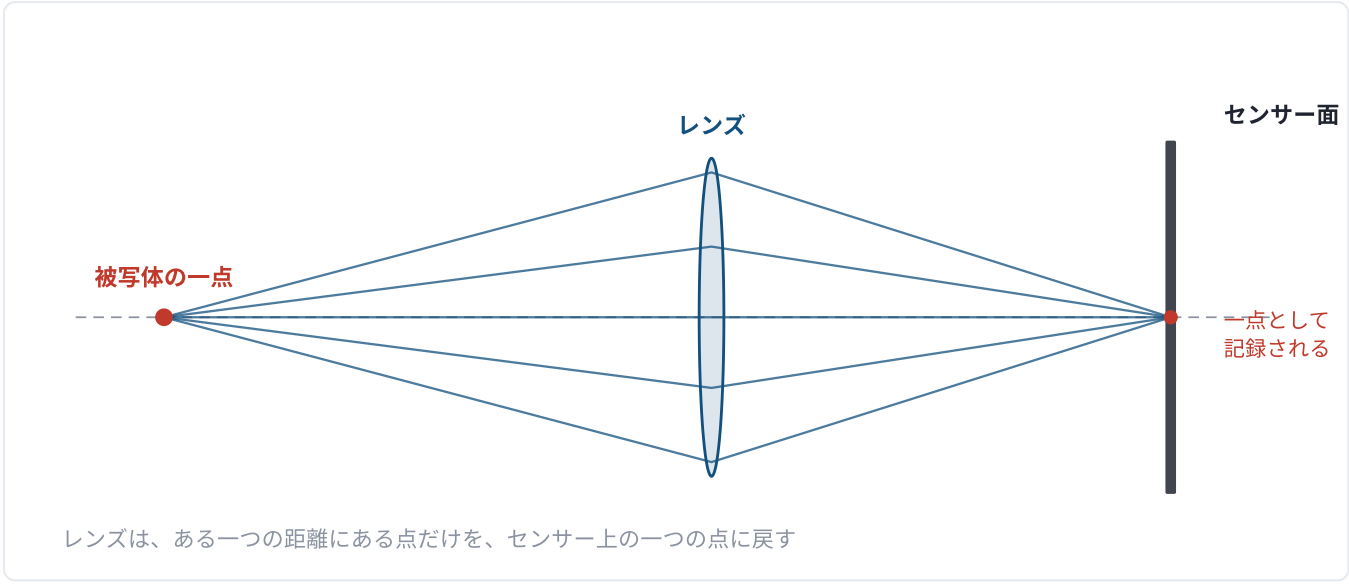


図 2-1｜結像の基本。被写体の一点から放射状に広がった光が、レンズを通って再び一点に集まる。この一点が結像点であり、そこにセンサー面が一致していれば「合焦」となる。

ここで重要なのは、レンズが一点に集められるのは**ある一つの距離にある点だけ**だということです。レンズには一枚の「ピントの合う面」しか存在しません。この面を**ピント面（合焦面）**と呼びます。ピント面は数学的な面であり、**厚みはゼロ**です。

ということは、厳密に言えば——写真のなかで完璧にピントが合っている場所は、**光軸に垂直な、たった一枚の薄い面の上だけ**ということになります。それ以外のすべては、程度の差こそあれボケています。人物の顔でいえば、右目にピントを合わせた瞬間、左目も、鼻先も、耳も、厳密には全部ボケているのです。

> **よくある誤解**
>
> 「ピントが合っている範囲」という言い方をすると、あたかもその範囲内は**すべて同じ鮮鋭度**であるかのように聞こえます。しかしそうではありません。ピント面から離れるほど、にじみは**連続的に**大きくなり続けます。「範囲」とは、**にじみが小さすぎて見分けがつかない区間**のことであって、鮮鋭度が一定の区間ではありません。

2-2　錯乱円 —— ボケの正体は「円」である

では、ピント面から外れた点はどう写るのでしょうか。

ピント面より**手前**にある点は、レンズから見て近い分だけ、結像点が**センサーより後ろ**にできます。光はまだ収束しきる前にセンサーにぶつかるので、断面は円になります。逆にピント面より**奥**にある点は、結像点が**センサーより手前**にできる。光はいったん一点に集まったあと、再び広がりながらセンサーに達するので、やはり断面は円になります。

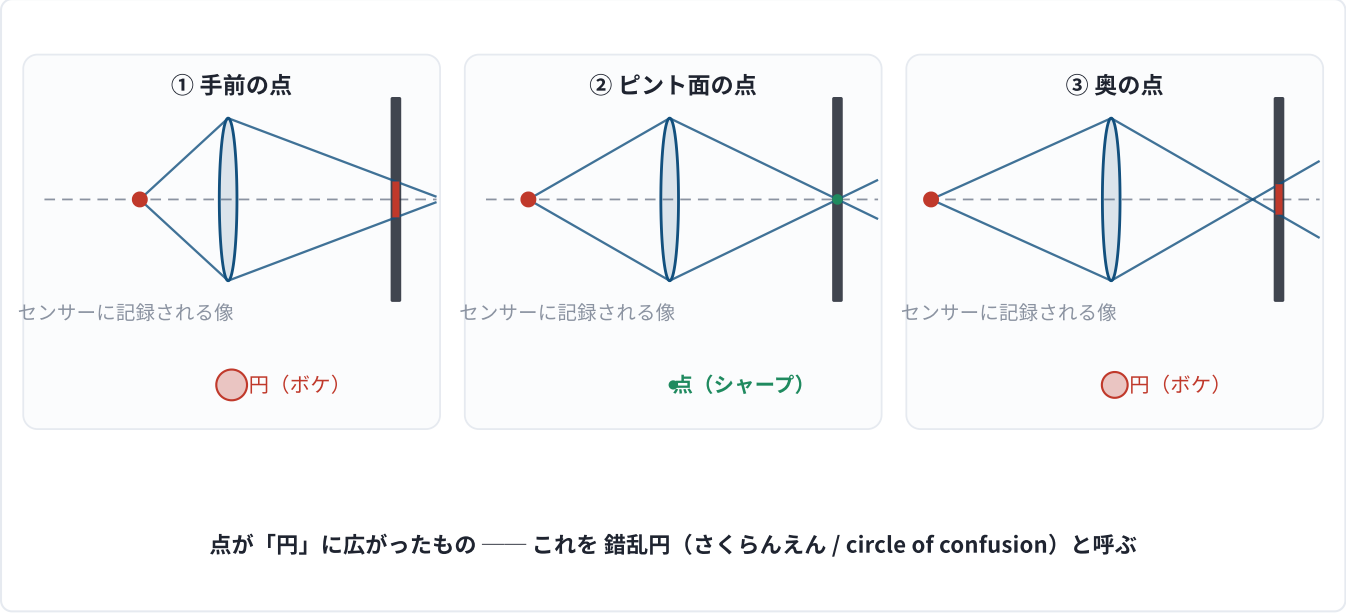


図 2-2｜3つの距離の点が、センサー上でどう記録されるか。ピント面の点だけが点として記録され、手前の点も奥の点も、収束の前後でセンサーを横切るため円として記録される。前ボケと後ボケで見え方の質が違うのは、この「収束前」「収束後」の違いに由来する。

この円を**錯乱円（さくらんえん / circle of confusion）**と呼びます。ボケとは、突き詰めれば**点が円に置き換わった状態**のことです。夜景で背景の点光源が丸く写る、いわゆる「玉ボケ」は、この錯乱円がそのまま目に見える形で現れたものにほかなりません。玉ボケの形が絞り羽根の形になるのは、錯乱円の輪郭が絞り開口の形そのものだからです。

そして錯乱円の直径は、ピント面からのズレ量に応じて**連続的に**大きくなります。ズレがゼロなら直径ゼロ、少しずれれば少し太い円、大きくずれれば大きな円。**「合っている」と「ボケている」の間に、境界線は物理的には存在しません**。

2-3　許容錯乱円 —— 境界線は、人間が引いた

物理には境界線がない。しかし写真の実務では、どうしても「ここまではピントが合っていることにする」という線が必要です。そこで導入されたのが**許容錯乱円**という考え方です。

基準は、光学ではなく**人間の目の分解能**に置かれています。ある大きさにプリントされた写真を、ある距離から、ある視力の人が見たとき、**直径がこれ以下の円は点と区別がつかない**——その限界の直径を許容錯乱円と定めます。

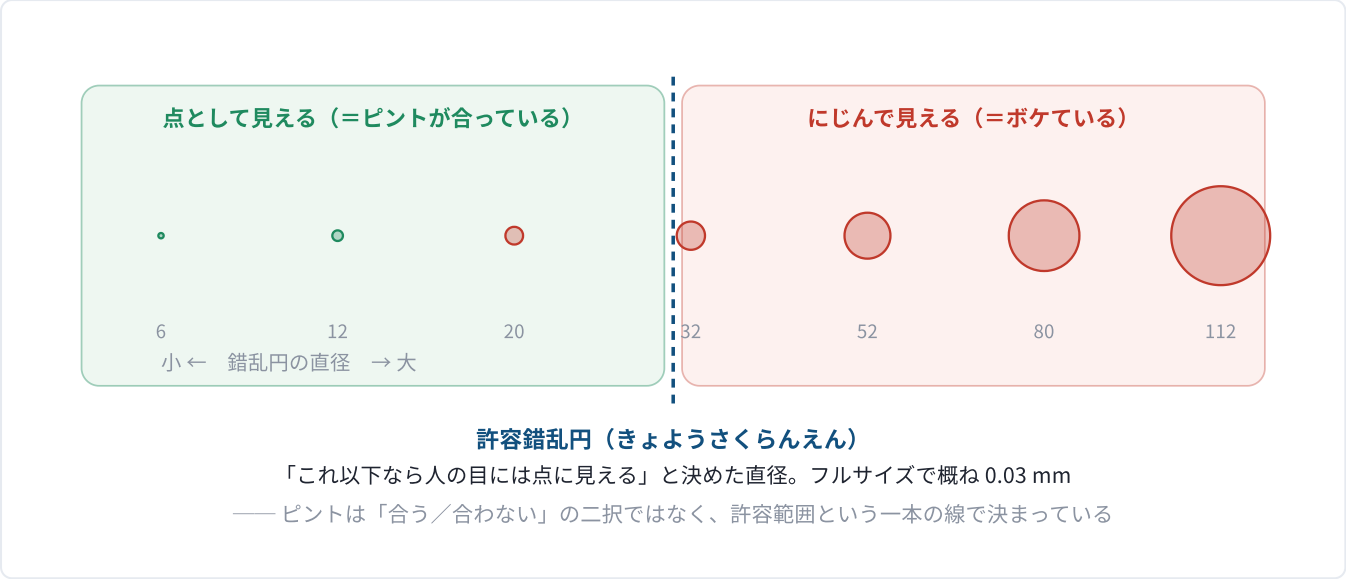


図 2-3｜許容錯乱円は「人間側が引いた線」。錯乱円の直径は連続的に変化する。ある直径を境に「点に見える／にじんで見える」と便宜的に線を引いたものが許容錯乱円であり、これが被写界深度という概念の出発点になる。

35mm フルサイズでは、慣例的に **0.03 mm（30 µm）** 前後が使われます。これは概ね「センサー対角線長の 1/1300〜1/1700」に相当する値で、A4 サイズのプリントを 30cm ほど離れて見たときに視力1.0の人がぎりぎり点と判別できる、という前提から来ています。

［発展］許容錯乱円は「機材の性能」ではなく「鑑賞条件」で決まる

ここは非常に誤解の多いところです。許容錯乱円 0.03 mm はレンズやカメラが持つ物理定数ではなく、**プリントサイズ・鑑賞距離・観察者の視力**という三つの条件から逆算された値にすぎません。つまり――

- 大きく引き伸ばす → 許容錯乱円は**小さく**すべき → 被写界深度は**浅くなる**
- モニタで等倍（100%）表示する → さらに厳しい基準が必要になる
- SNS の小さなサムネイル → 基準はぐっと緩くなる

「昔のフィルム時代はもっとピントが甘くても許された」という感覚は、精神論ではなく、**当時の鑑賞条件が緩かった**という物理的な事実です。同じネガでも、L判で見るのと A2 に伸ばすのとでは、被写界深度は文字どおり変わります。

センサーサイズ別の慣用値は概ね次のとおりです。中判 44×33 mm：0.04 mm ／ フルサイズ：0.030 mm ／ APS-C：0.020 mm ／ マイクロフォーサーズ：0.015 mm。小さいセンサーほど同じプリントを得るのに拡大率が大きくなるため、許容錯乱円も小さく設定されます。

2-4　ピントは、幅を持った空間である

ここまでの二つを組み合わせると、この章の中心となる結論が出ます。

この章の中心的な結論

ピント面（完全に合う面）は厚みゼロの一枚の面である。しかし、**その面の前後には「錯乱円が許容錯乱円以下に収まる領域」が広がっている**。この領域の厚みを **被写界深度（Depth of Field）** と呼ぶ。

つまり写真において「ピントが合っている」とは、**一点ではなく、カメラから見て奥行き方向に厚みを持った“空間”**のことである。

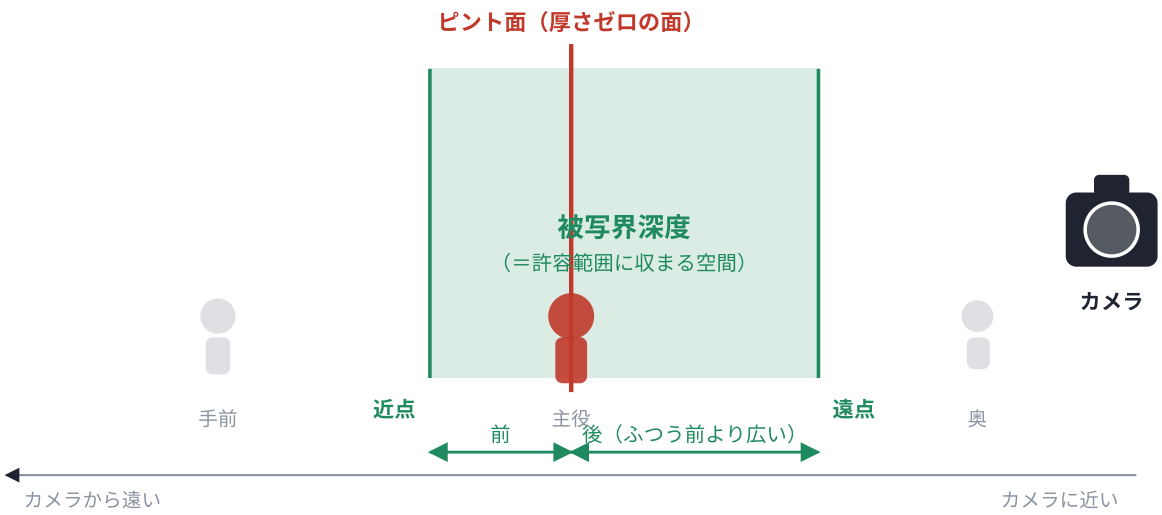


図 2-4｜被写界深度は空間である。ピント面（赤）は厚みゼロだが、その前後に許容範囲内の空間（緑）が広がる。ここに入っている被写体は「ピントが合っている」と見なされる。手前側より奥側のほうが広いことに注目（理由は 2-8 で扱う）。

この転換は、実は写真の撮り方そのものを変えます。「ピントを合わせる」を**点を狙う行為**だと思っているうちは、AF フレームをどこに置くかという話にしかなりません。しかし「ピントを合わせる」を**厚みを持った透明な板を、被写体のどこに差し込むか**という行為だと捉え直すと、問いはこう変わります。

- いま自分が持っている板は、**どれくらいの厚み**があるのか？
- その板を、被写体の**どこに差し込む**のがもっとも損をしないか？
- 板からはみ出すものは何か。**それははみ出してよいものか**？

この三つの問いが、以降の節のテーマです。

［発展］センサー側にも幅がある —— 焦点深度

被写界深度が被写体側の許容幅であるのに対し、**センサー側**にも同じ理屈で許容幅が存在します。これを **焦点深度（Depth of Focus）** と呼び、次の非常に簡潔な式で表せます。

$$\text{焦点深度} = 2 \times \delta \times \text{F値} \qquad (\delta = \text{許容錯乱円})$$

フルサイズ・F2.8 なら 2 × 0.03 × 2.8 = **0.168 mm**。センサーの取り付け精度やマウントのガタが数十μm単位で問題になるのは、この幅がそれほど狭いからです。F1.2 なら 0.072 mm しかありません。大口径レンズで AF が外れやすいのは、腕の問題ではなく、**許される幅が物理的に狭い**のです。

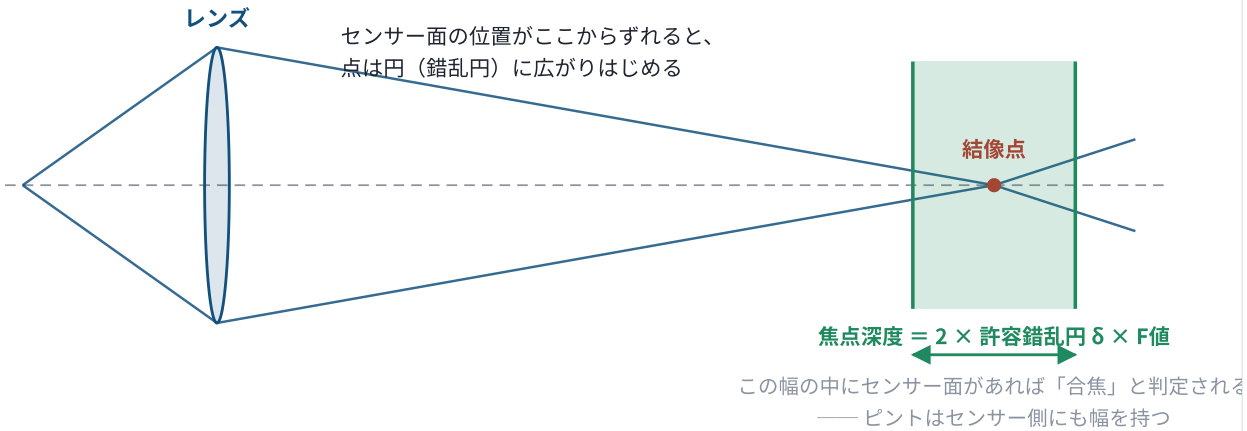


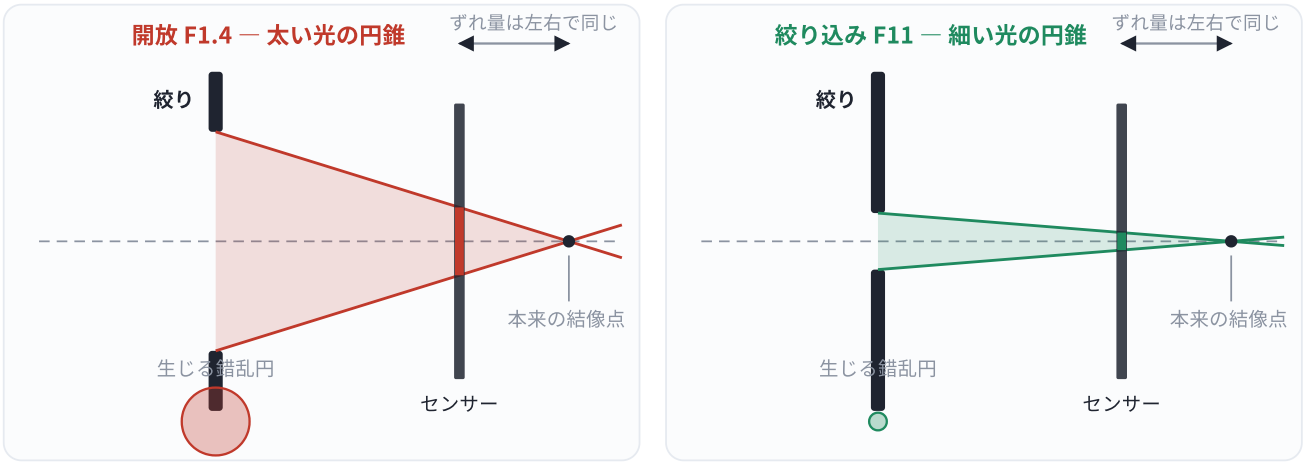
図 2-5｜焦点深度。ピントは被写体側だけでなく、センサー側にも幅を持つ。F値が小さいほどこの幅は狭くなり、機械精度への要求が厳しくなる。

2-5　絞りと深度の関係 —— 光の円錐の「角度」で考える

「絞ると被写界深度が深くなる」。これは誰もが最初に習う経験則ですが、**なぜ**そうなるのかを図で説明できる人は多くありません。答えは驚くほど単純です。

2-1 で見たように、被写体の一点から出た光はレンズを通り、円錐形に収束して結像点に至ります。**絞りとは、この円錐の太さを決める装置**です。開放では口径いっぱいの太い円錐、絞り込めば細い円錐になります。

ここで、ピント面から同じだけずれた点を考えます。センサー面は本来の結像点から同じ距離だけ外れている。このとき、円錐が**太ければ**その断面（＝錯乱円）は大きくなり、円錐が**細ければ**断面は小さくなります。



同じ「ピントのずれ量」でも、光の円錐が細ければ錯乱円は小さい。

絞りは深度を「増やしている」のではなく、ボケの直径を細らせているだけ。

図 2-6｜絞りが深度を変える本当の理由。ピントのずれ量（センサーと結像点の距離）は左右で同じ。それでも生じる錯乱円の直径がまったく違うのは、光の円錐の**頂角**が違うからである。絞りは「深度を増やす」のではなく、**ボケの直径を細らせている**。

言い換えると

絞りを絞っても、**ボケていること自体は変わらない**。ボケの直径が許容錯乱円を下回るところまで小さくなるので、「合っているように見える」範囲が広がるだけである。深度が深い写真とは、ボケがないのではなく、**ボケが見えないほど小さい**写真である。

この理解には実用的な副産物があります。絞りを 1 段絞れば錯乱円の直径はおよそ 1/1.41 になり、被写界深度は**ほぼ F 値に比例して**広がる。つまり F2.8 → F5.6 で深度は約 2 倍、F2.8 → F11 で約 4.5 倍。この「絞り値と深度はほぼ比例」という感覚は、現場での見積もりに非常に役立ちます。

［発展］被写界深度の式

前側被写界深度 D_N（近点までの距離）と後側被写界深度 D_F（遠点までの距離）は、レンズの主点からの被写体距離を s、焦点距離を f、F 値を N、許容錯乱円を δ として次のように書けます。

$$\text{近点} = s\,(H - f) \,/\, (H + s - 2f)$$

$$\text{遠点} = s\,(H - f) \,/\, (H - s)$$

$$\text{ただし}\quad H = f^2 \,/\, (N \cdot \delta) + f \quad (=\text{過焦点距離})$$

式の形を眺めると、**f が 2 乗で効いている**ことがわかります。焦点距離を 2 倍にすると深度は概ね 1/4。一方 N と δ は 1 乗でしか効きません。「望遠は深度が浅い」が絞りより強く体感されるのは、この 2 乗のためです。同様に、s（撮影距離）もほぼ 2 乗で効きます。

2-6　深度を決める四つの要素

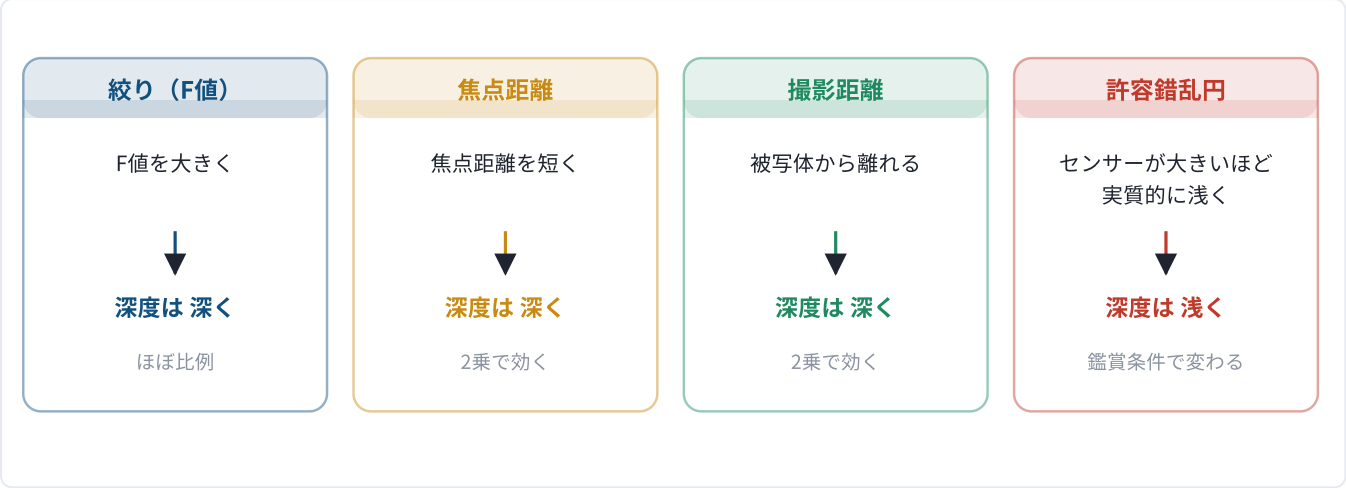


図 2-7｜被写界深度を支配する四つの変数。絞りと許容錯乱円は 1 乗、焦点距離と撮影距離は概ね 2 乗で効く。現場で深度が足りないと感じたとき、絞り以外に三つの手が残っていることを覚えておきたい。

数字で確かめてみましょう。以下はすべてフルサイズ（$\delta = 0.03$ mm）・被写体距離 3 m での実測計算値です。

絞りを変えたとき（50 mm・3 m）

絞り	近点	遠点	全深度	手前側	奥側	前：後
F1.4	2.86 m	3.16 m	0.30 m	0.14 m	0.16 m	1 : 1.1
F2.8	2.73 m	3.33 m	0.60 m	0.27 m	0.33 m	1 : 1.2
F5.6	**2.50 m**	**3.74 m**	**1.24 m**	**0.50 m**	**0.74 m**	**1 : 1.5**
F11	2.16 m	4.91 m	2.75 m	0.84 m	1.91 m	1 : 2.3
F22	1.69 m	13.56 m	11.88 m	1.31 m	10.56 m	1 : 8.0

焦点距離を変えたとき（F5.6・3 m）

焦点距離	24 mm	35 mm	50 mm	85 mm	135 mm	200 mm
全深度	21.1 m	2.92 m	1.24 m	0.41 m	0.16 m	0.07 m

24 mm と 200 mm で、深度はおよそ 300 倍違います。**絞りをどう操作しても、この差は埋まりません**。深度の設計は絞りだけの問題ではなく、まずレンズを選んだ時点で、そして立ち位置を決めた時点で、ほぼ勝負がついている——これが四つの要素を並べて眺めたときに見えてくる事実です。

ここで一つ、気づいた方がいるかもしれません。四つの要素のなかに**「センサーサイズ」がない**のです。しかし現場の実感では、フルサイズは背景がよくボケ、スマートフォンはどこまでもピントが合っている。この食い違いを次の節で整理します。

2-7　センサーサイズと被写界深度 —— 効いているのは「寸法」ではない

「フルサイズは背景がボケる」「マイクロフォーサーズは深度が深い」「スマホはパンフォーカス」。これらはすべて**経験的には正しい**のに、被写界深度の式のどこを探しても、センサーの寸法という項は出てきません。まずこの矛盾を解きます。

センサーは「像を受け取る側」であって、像を作る側ではない

フルサイズ機に 50 mm・F2.8 のレンズを付けて 3 m 先を撮る。同じレンズを APS-C 機に付けて、同じ位置から同じ設定で撮る。このとき**レンズが空中に作っている像は、まったく同一**です。錯乱円の直径も、ピント面の位置も、1 ミクロンも違いません。APS-C 機がしているのは、その像の中央部だけを切り取ること——ただそれだけです。

> **「クロップしただけ」では深度は深くならない**
>
> フルサイズで撮った写真を、あとから APS-C と同じ範囲にトリミングしても、深度は深くなりません。むしろ**浅くなります**。切り取った小さな範囲を同じ大きさにプリントするには拡大率が上がり、2-3 で見たとおり許容錯乱円を小さく取り直す必要があるからです。**センサーが小さいこと自体は、深度を浅くする方向にしか働きません**。

実際に効いている二つの経路

では、なぜ実感としては逆になるのか。答えは、私たちが機材を比べるとき、無意識に**「同じ画角で撮る」という条件を揃えている**からです。この条件を入れた瞬間、センサーサイズは二つの経路で深度に影響しはじめます。

センサーサイズが深度に効く二つの経路

経路① 必要な焦点距離が変わる（深くする方向・2 乗で効く・強い）
同じ画角を得るには、小さいセンサーほど短い焦点距離が要る。フルサイズ 50 mm と同じ画角は、APS-C なら 33 mm、m4/3 なら 25 mm。焦点距離は 2 乗で効くので、これは非常に強く働く。

経路② 許容錯乱円が変わる（浅くする方向・1 乗で効く・弱い）
小さいセンサーほど同じプリントを得るのに拡大率が大きい。だから許容錯乱円は小さく設定される（フルサイズ 0.030 mm に対し m4/3 は 0.015 mm）。これは深度を浅くする方向。

①が②を上回る。だから小さいセンサーほど深度は深くなる。正確に言えば「センサーが小さいから深い」のではなく、「**同じ画角を短い焦点距離で得ているから深い**」のです。

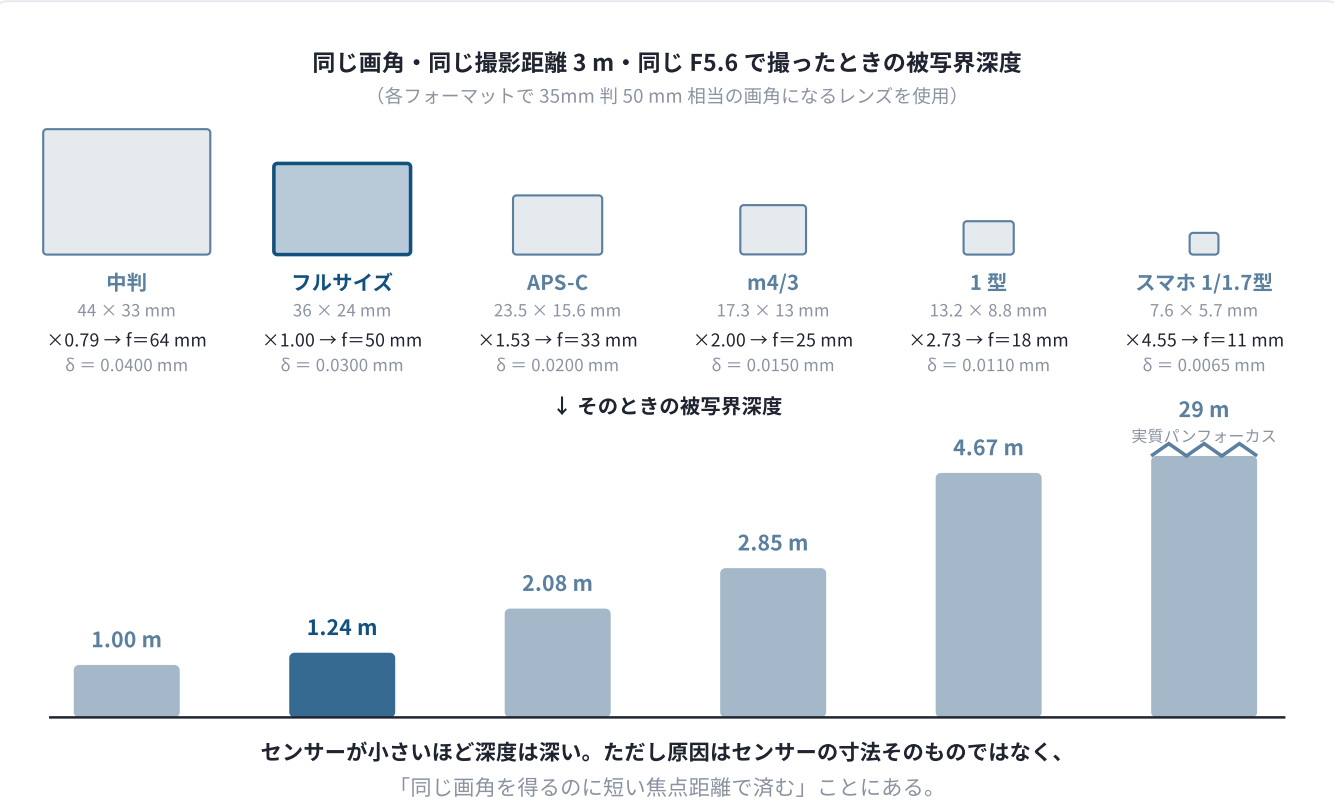


図 2-8｜センサーサイズと被写界深度。上段はセンサーの実寸比、下段は同じ画角・同じ距離 3 m・同じ F5.6 で撮ったときの被写界深度。中判からスマートフォンまで、深度は 30 倍近く違う。ただしその原因は寸法そのものではなく、必要な焦点距離の違いにある。

数字で確かめる

フォーマット	実寸(mm)	換算係数	50 mm相当の実焦点距離	許容錯乱円	深度 @1 m・F5.6	深度 @3 m・F5.6
中判	44 × 33	×0.79	64 mm	0.040 mm	10.4 cm	1.00 m
フルサイズ	**36 × 24**	**×1.00**	**50 mm**	**0.030 mm**	**12.8 cm**	**1.24 m**
APS-C	23.5 × 15.6	×1.53	33 mm	0.020 mm	20.6 cm	2.08 m
マイクロフォーサーズ	17.3 × 13	×2.00	25 mm	0.015 mm	26.6 cm	2.85 m
1 型	13.2 × 8.8	×2.73	18 mm	0.011 mm	37.2 cm	4.67 m
スマホ（1/1.7型）	7.6 × 5.7	×4.55	11 mm	0.0065 mm	65.6 cm	29.3 m

※ すべて 35 mm 判 50 mm 相当の画角・同じ撮影距離・同じ F5.6。深度は厳密式による計算値。

中判とスマートフォンで、3 m での深度は **1.00 m 対 29.3 m**。実に 30 倍近い開きがあります。スマートフォンの深度は 1 m 先の被写体でも 66 cm もあり、事実上**ピント合わせという行為が存在しない**領域に入っています。

換算の法則 —— 「等価 F 値」

この表を眺めていると、規則性に気づきます。焦点距離を換算係数で割ったのと同じように、**F 値も換算係数で割ると、深度が一致する**のです。

等価 F 値 ＝ 実際の F 値 ÷ 換算係数

同じ画角・同じ距離なら、等価 F 値が等しいフォーマット同士は被写界深度もボケ量もほぼ一致する

被写界深度が等しくなる組み合わせ（フルサイズ 50 mm・F5.6 と同等）					
中判	フルサイズ	APS-C	m4/3	1 型	スマホ
64 mm F7.1	**50 mm F5.6**	**33 mm F3.7**	**25 mm F2.8**	**18 mm F2.1**	**11 mm F1.2**

「マイクロフォーサーズの F2.8 は、フルサイズの F5.6 相当」という言い方は、この意味です。**ただし換算されるのは深度とボケ量だけで、露出は換算されません**。m4/3 の F2.8 は、露出としてはあくまで F2.8 の明るさです。つまり m4/3 は、**フルサイズ F5.6 と同じ深度を、2 段分速いシャッター速度で得られる**ことになります。

［発展］なぜ「等価 F 値」で画質まで揃うのか

等価 F 値が等しいとき、揃うのは深度だけではありません。**センサーが受け取る光子の総数**も揃います。F2.8 の m4/3 は単位面積あたりの光量こそ F2.8 相当ですが、受光面積が 1/4 なので、集める光の総量はフルサイズ F5.6 と同程度になる。ノイズは光子数の統計的ゆらぎ（ショットノイズ）が支配するので、結果として**同じ深度・同じ画角で撮り比べれば、ノイズ量もおおむね同等**になります。

「大きいセンサーは高感度に強い」という言い方は、正確には「同じ画角・同じ F 値で撮れば、大きいセンサーのほうが多くの光を集めるので強い」であって、**同じ深度で撮り比べたときの優位はほとんどありません**。大きいセンサーの本当の優位は、**浅い深度という選択肢を持てること**にあります。

実務でどう使うか

背景を大きくボカしたいとき。効くのは順に、①被写体に近づく ②長い焦点距離を使う ③絞りを開ける ④大きいセンサーを使う。センサーサイズは最後です。m4/3 でも被写体に寄って 45 mm F1.8 を使えば、フルサイズ 90 mm F3.5 相当の浅い深度が得られます。**「ボケないのは機材のせい」と結論する前に、①〜③を使い切ったかを確認してください。**

奥まで写したいとき。ここは小さいセンサーが明確に有利です。料理の俯瞰、建築、商品撮影、集合写真——深度が欲しい仕事では、m4/3 の F5.6 がフルサイズの F11 相当の深度を、2 段明るいまま与えてくれる。しかも 2-11 で扱う回折の影響も、F11 より F5.6 のほうが小さい。**「深度が欲しい撮影では、小さいセンサーのほうが上位機材である」**という理解は持っておく価値があります。

中判を使うとき。中判の描写が「立体的」と言われるのは、階調だけでなく深度の浅さも効いています。同じ画角に長い焦点距離が必要なぶん、深度はフルサイズより約 2 割浅い。**ピント精度への要求はフルサイズより厳しく**、三脚とライブビュー拡大が事実上必須になります。

スマートフォンのポートレートモード。上の表のとおり、スマートフォンのレンズは物理的にほぼ全域にピントが合ってしまいます。あの背景ボケは光学的な錯乱円ではなく、**深度マップを推定して計算で作った疑似的なボケ**です。だから髪の毛の隙間、メガネのフレーム、透明なグラス、手前に伸ばした指などで輪郭が破綻する。これは「性能が低い」のではなく、**物理的に存在しないものを推定で描いている**ことの必然的な限界です。

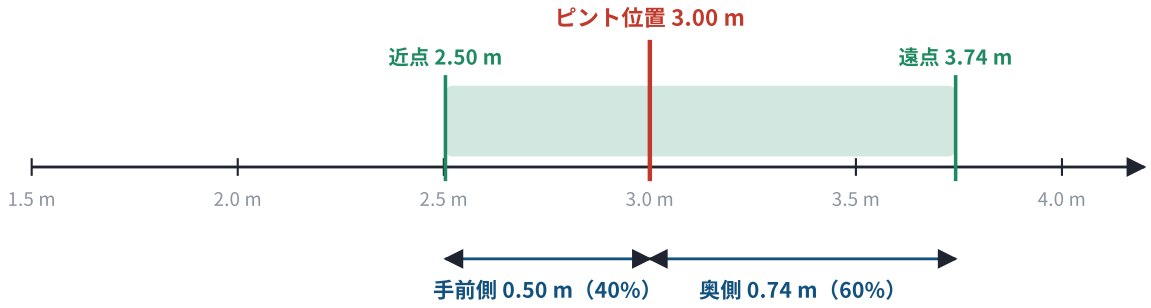
「フルサイズ＝高画質」ではない

センサーサイズが直接決めているのは、突き詰めれば二つだけです。
① **受光面積**（同じ画角・同じ深度で集められる光の総量）
② **同じプリントに対する拡大率**（＝許容錯乱円をどれだけ厳しく取るか）

ピントの話に限れば、大きいセンサーとは「**深度が浅い機材**」＝「**ピント精度への要求が厳しい機材**」です。それは表現の選択肢が広いということであると同時に、失敗しやすいということでもあります。撮るものが決まっているなら、**フォーマットは目的から逆算して選ぶもの**であって、大きいほど良いというものではありません。

2-8　深度は前後で非対称である ―― そして「前1／後2」は多くの場合まちがい

被写界深度はピント面を中心に対称には広がりません。**ほとんどの場合、奥側のほうが手前側より広くなります。**



フルサイズ・50 mm・F5.6・被写体距離 3 m のときの実測値（許容錯乱円 0.03 mm）

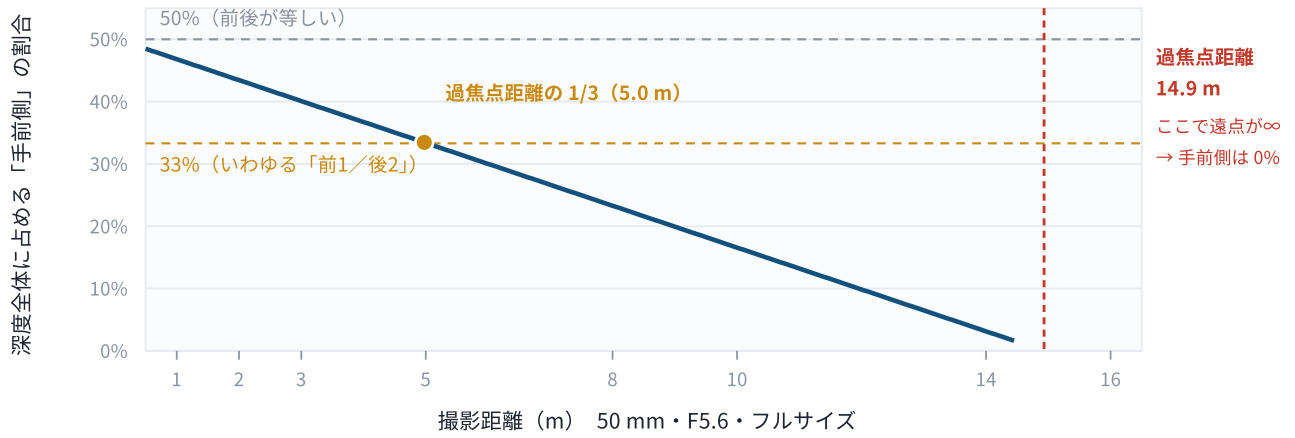
図 2-9｜前後の非対称。50 mm・F5.6・3 m の実例。手前側 0.50 m に対し奥側 0.74 m。ピント面は深度の中央にはない。

理由は、レンズの結像式が距離の逆数で効くためです。手前へ 1 m 近づいたときの結像位置の変化に比べて、奥へ 1 m 遠ざかったときの変化はずっと小さい。だから同じ「結像位置のずれ量」を許すなら、**奥のほうがより広い距離をカバーできる**のです。

ここまではよく知られています。問題はその先です。写真の教則本には「被写界深度は手前 1／奥 2 の割合で広がる」と書かれていることが非常に多い。しかし――

「前1／後2」が成り立つのは、たった一点だけ

前後比がちょうど 1 : 2 になるのは、**過焦点距離のちょうど 1/3 の距離**にピントを置いたときだけです。それより近ければ比率は 1 : 1 に近づき、それより遠ければ奥側は急速に伸びて、やがて無限大になります。「前1／後2」を万能の法則として覚えると、近接撮影で手前を切りすぎ、遠景で無駄に絞ることになります。



「前1／後2」が正しいのは、ちょうど過焦点距離の1/3にピントを置いたときだけ。

近接では前後ほぼ半々、遠景では後ろが無限に伸びる。

図 2-10｜前後比は撮影距離で連続的に変わる。手前側が深度全体に占める割合。近接では 50% 近く（＝前後ほぼ均等）、過焦点距離に近づくとほぼ 0%（＝奥は無限遠まで）。「1/3」を通過するのは一瞬にすぎない。

撮影距離	近点	遠点	手前側	奥側	手前側の割合
0.5 m	0.49 m	0.52 m	0.015 m	0.016 m	48.5 %
1 m	0.94 m	1.07 m	0.06 m	0.07 m	46.8 %
3 m	**2.50 m**	**3.74 m**	**0.50 m**	**0.74 m**	**40.1 %**
5 m（≒H/3）	3.75 m	7.49 m	1.25 m	2.49 m	33.4 %
10 m	5.99 m	30.2 m	4.01 m	20.2 m	16.6 %
14.9 m（＝H）	7.45 m	∞	7.45 m	∞	0 %

※ 50 mm・F5.6・フルサイズ。過焦点距離 H ≒ 14.9 m。

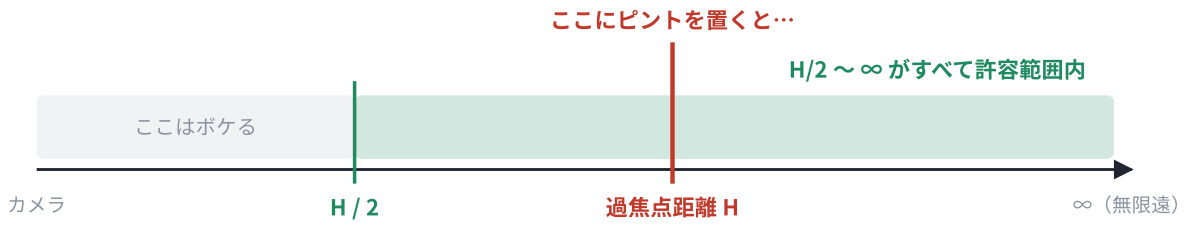
実務上の結論はこうです。近距離（マクロ、テーブルフォト、バストアップのポートレート）では前後は**ほぼ均等**だと考えてよい。中距離では**やや奥寄り**。そして遠景では**奥は事実上無限**で、気にすべきは手前側だけになる。距離帯ごとに、頭のなかの前提を切り替えてください。

2-9　過焦点距離 —— 深度を最大限に使い切る一点

いま見たとおり、ある距離までピント位置を後ろへ送っていくと、遠点がついに無限遠に届きます。**ちょうど遠点が無限遠になる、そのときのピント距離**を**過焦点距離（hyperfocal distance）**と呼びます。

過焦点距離 H ＝ 焦点距離² ÷（F値 × 許容錯乱円）＋ 焦点距離

単位はすべて mm で揃える。実務では末尾の「＋焦点距離」は無視して差し支えない。



H ＝ 焦点距離² ÷（F値 × 許容錯乱円）　例：50 mm・F11・フルサイズ → H ≒ 7.6 m

風景で「奥までシャープに」を最短の絞りで達成するための道具。無限遠に合わせるより深度が広い。

図 2-11｜過焦点距離。H にピントを置くと、H/2 から無限遠までが許容範囲に入る。無限遠にピントを置いた場合（このとき近点は H）より、手前側に 2 倍の深度が得られる。

過焦点距離の何が優れているかというと、**同じ絞りで得られる深度が最大になる**点です。風景で「奥までシャープに写したい」と思ったとき、多くの人は無限遠（あるいは山）にピントを合わせます。しかしそれをすると、近点は H の位置になります。過焦点距離に合わせれば、近点は H/2 まで来る。**絞りを 1 段も変えずに、手前側の深度が 2 倍になる**のです。

焦点距離＼絞り	F4	F8	F11	F16
24 mm	4.8 m (2.4 m～∞)	2.4 m (1.2 m～∞)	1.8 m (0.9 m～∞)	1.2 m (0.6 m～∞)
35 mm	10.2 m (5.1 m～∞)	5.1 m (2.6 m～∞)	3.8 m (1.9 m～∞)	2.6 m (1.3 m～∞)
50 mm	20.9 m (10.4 m～∞)	10.5 m (5.2 m～∞)	7.6 m (3.8 m～∞)	5.3 m (2.6 m～∞)
85 mm	60.3 m (30.1 m～∞)	30.2 m (15.1 m～∞)	22.0 m (11.0 m～∞)	15.1 m (7.6 m～∞)

※ フルサイズ・δ = 0.03 mm。上段が過焦点距離 H、括弧内がそのときの被写界深度。

過焦点距離は「万能」ではない

過焦点距離は、**無限遠がぎりぎり許容錯乱円に収まる**という設定です。つまり遠景は「合格ぎりぎり」であって、キレのある描写ではありません。大きく引き伸ばす作品や、遠くの山の稜線をシャープに見せたい写真では、あえて H の 2 倍程度の距離にピントを置き、遠景に余裕を持たせる（近点は犠牲にする）という判断もあります。**過焦点距離は「手前を最大限に稼ぐ設定」であって、「全部がシャープになる魔法」ではありません。**

2-10　では、どこにピントを合わせるべきか

ここまでの理解を、いよいよ実践に接続します。ピントが幅を持った空間である以上、撮影者の仕事は「一点を狙う」ことではなく、**限られた厚みの板を、被写体のどこに差し込むか**を決めることです。判断の手順は次の三段階になります。

手順①　いま自分の板は何センチ厚か、を見積もる

絞り・焦点距離・距離から、おおよその深度を頭に入れます。厳密な計算は不要で、**数センチか、数十センチか、数メートルか**という桁が分かれば十分です。桁の感覚は表を眺めて身体に入れてください。

手順②　被写体の奥行きを測る

被写体は必ず奥行きを持っています。人物の顔なら、目から鼻先まで約 3〜5 cm、目から耳まで約 8〜10 cm。二人が前後に並べば 30〜50 cm。テーブルの料理を斜めから撮れば、手前の皿の縁から奥の縁まで 15 cm。**この「被写体の厚み」と「板の厚み」を比べることが、すべての出発点です。**

手順③　板が足りないなら、「何を捨てるか」を決める

板が被写体の厚みより厚ければ、どこに置いてもよい。しかし多くの場合、板のほうが薄い。そのとき初めて「どこに置くか」が意味を持ちます。原則は一つです。

ピント位置決定の原則

見る人の視線が最初に落ちる場所、そして最後まで戻ってくる場所に置く。
その場所がボケていると、他がどれだけシャープでも写真全体が「ピンボケ」と判定される。逆にそこさえ合っていれば、周囲は驚くほどボケていても許容される。**ピントは物理の問題であると同時に、視線設計の問題である。**

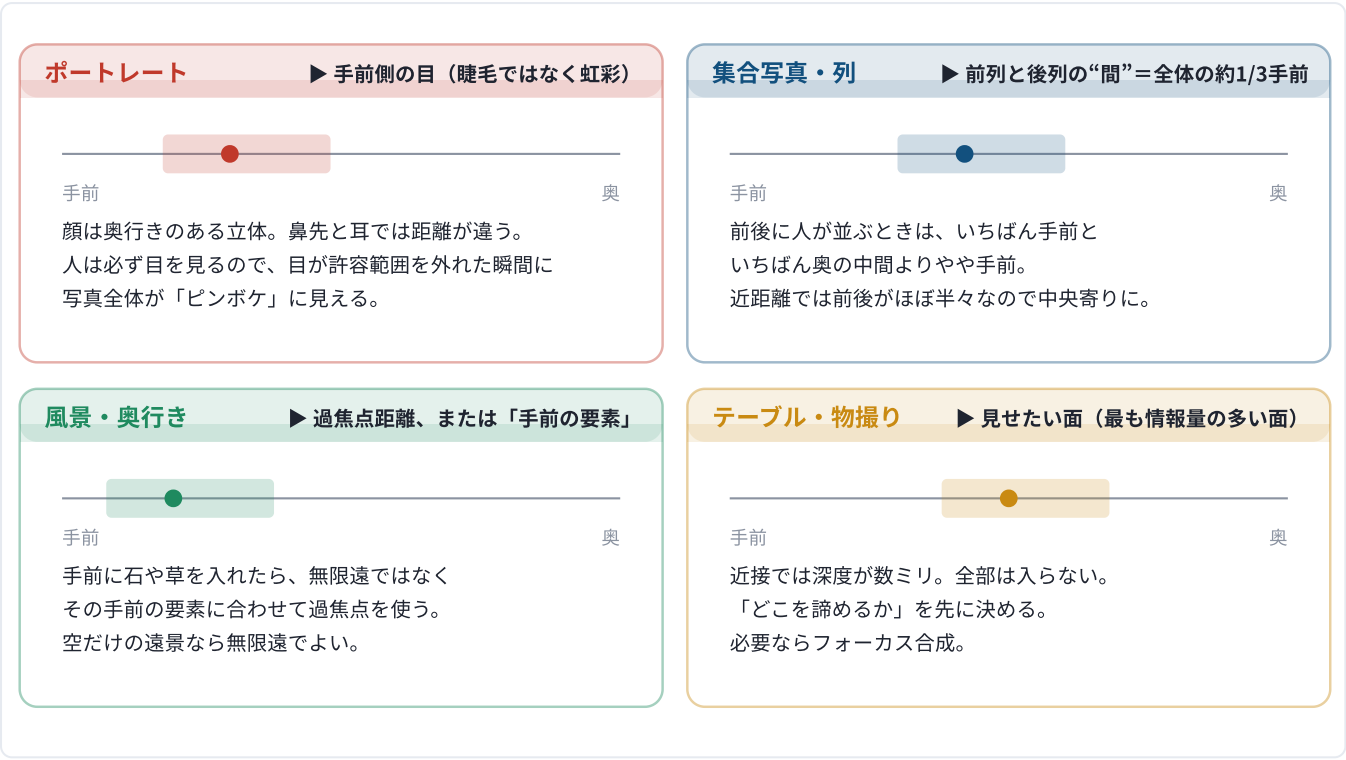


図 2-12｜シーン別・ピント位置の定石。帯は被写界深度、点はピント面。「被写体の厚み」に対して「板」がどれくらいの比率かで、置くべき位置は変わる。

ケース別の考え方

ポートレート ―― 手前側の目、それも虹彩に。睫毛ではありません。人は必ず目を見るので、目が許容範囲を外れた瞬間に写真は失敗します。顔が斜めを向いていれば、手前の目と奥の目で 3〜4 cm の差がある。85 mm・F1.4・2 m の深度は約 4 cm しかないので、**両目に合わせることは物理的に不可能**です。この場合、選ぶのは「どちらの目か」であって「両目」ではありません。慣例的に手前を選ぶのは、奥の目のボケは自然に見えるが、手前の目のボケは不自然に見えるからです。

前後に並ぶ被写体 ―― 中間よりやや手前。2〜3 m の距離では前後比が概ね 1 : 1.5 なので、いちばん手前といちばん奥の**中点よりわずかに手前**が最適です。「前 1／後 2」を信じて 1/3 地点に置くと、この距離帯では手前側を切りすぎます。

風景 ―― 手前に何かがあるかで判断が割れる。手前に岩や草花などの要素を入れた構図なら、過焦点距離を使います。手前の要素が近点より近ければ、絞るか、立ち位置を下げるか、フォーカス合成を検討する。逆に手前に何もなく、遠景だけの構図なら過焦点距離は不要で、素直に主要被写体に合わせて絞りは開け気味にしたほうが、回折の影響を避けられてかえってシャープになります。

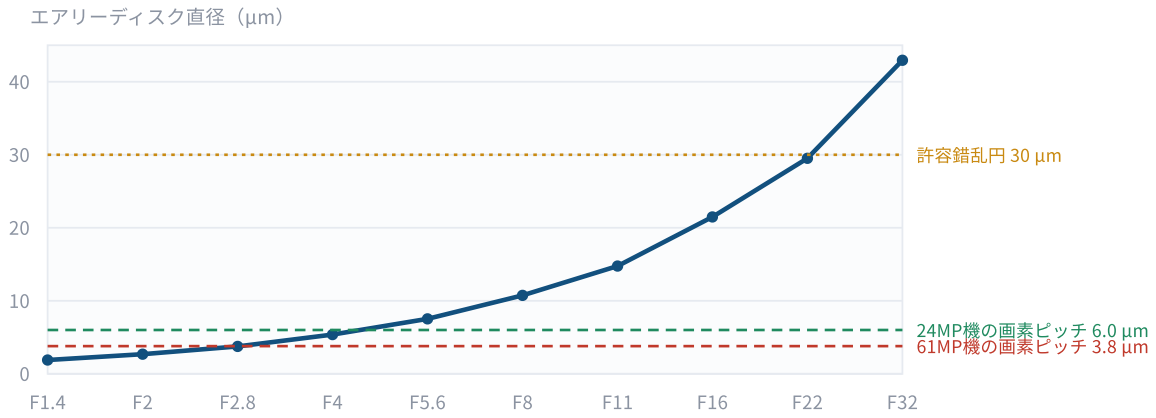
テーブルフォト・物撮り ―― 「どこを諦めるか」を先に決める。近接では深度が数ミリ〜数センチしかありません。全部にピントを合わせようとして F22 まで絞るのは、次節で述べる回折によって**逆に全体が甘くなる**典型的な失敗です。最も情報量の多い面（料理なら手前の断面、時計なら文字盤）を選び、それ以外は潔く捨てる。どうしても全面が必要なら、フォーカス合成（深度合成）を使います。

2-11　絞りすぎの代償 —— 回折という上限

ここまでの理屈だけなら、「深度が欲しければとにかく絞ればよい」ということになります。しかし現実には、絞り込みには明確な上限があります。**回折（かいせつ）**です。

光は波でもあるため、小さな穴を通ると縁で回り込んで広がります。絞りを絞るほど開口は小さくなり、この広がりは大きくなる。その結果、**ピント面上の点ですら、点として結像しなくなる**。この広がりの直径は次の式で近似できます。

$$\text{エアリーディスク直径} \fallingdotseq 2.44 \times \text{波長} \times \text{F値} \quad = \quad \text{約 } 1.34 \times \text{F値 [μm]（緑色光 550 nm）}$$



絞るほど深度は深くなるが、同時に光は回折で広がり、解像そのものが落ちていく。

高画素機ほど、絞りすぎの代償が早く目に見えるようになる（F8〜F11 あたりが分水嶺）。

「深度が足りない」は絞りだけでなく、立ち位置・焦点距離・フォーカス合成でも解決できる。

図 2-13｜回折による点像の広がり。F値に比例してエアリーディスクは大きくなる。高画素機ほど画素ピッチが小さいため、早い段階で回折の影響が可視化される。

実際の数値を見ると事情がよくわかります。F8 でエアリーディスクは約 10.7 μm。24MP フルサイズの画素ピッチ 6.0 μm をすでに超えています。F16 なら 21.5 μm で、画素の 3 個分以上に広がっている。61MP 機（画素ピッチ 3.8 μm）では F4 の時点で回折が画素を上回ります。

［発展］「回折限界」は絶望ではない

エアリーディスクが画素ピッチを超えたからといって、そこから写真が使い物にならなくなるわけではありません。許容錯乱円 30 μm を超えるのは F22 を過ぎたあたりです。実際の運用感覚としては――

- **F5.6〜F8**：多くのレンズで解像のピーク（収差が減り、回折はまだ小さい）
- **F11**：わずかに解像が落ちるが、深度の利得のほうが大きいことが多い
- **F16 以上**：明確に甘くなる。深度がどうしても必要な場合の妥協策
- **F22 以上**：深度と引き換えに全体の解像を捨てる選択。マクロ以外では推奨しない

大事なのは、**深度と解像はトレードオフである**という認識です。「絞れば絞るほどよい」は誤りで、どこかに最適点があります。そして深度が足りないとき、絞り以外にも手はあります――**一歩下がる（距離を稼ぐ）／広角に替える／被写体の面をセンサー面と平行にする／フォーカス合成**。絞りは四つある解決策の一つにすぎません。

2-12　現場でピントを外す、五つの物理的な理由

最後に、原理どおりに操作してもピントが合わない現実的な要因を挙げておきます。腕のせいだと思い込んでいたものの多くは、**物理的に説明のつく現象**です。

① 被写体側の深度が薄すぎる

すでに見たとおり、85 mm・F1.4・2 m の深度は約 4 cm。被写体が数センチ動けば外れます。人間は呼吸や重心移動で常に前後に数センチ揺れています。**この場合、必要なのは AF の精度向上ではなく絞ることです。**

② 撮影者自身が動いている

半押しでピントを固定してから構図を作り直す「フォーカスロック＆リコンポーズ」は、体をわずかに回すだけで被写体距離が変わります。距離 1 m・F1.4 なら、数センチのずれが致命傷になる。**近距離・大口径では、AF フレームを被写体の位置まで動かす（測距点移動）のが正解です。**

③ フォーカスシフト（球面収差の残存）

大口径レンズの一部では、絞りを絞ると**ピント面そのものが奥へ移動する**現象が起きます。球面収差が完全に補正しきれていないためで、開放でピントを合わせてから絞ると後ピンになる。位相差 AF を開放測距で行い、その後絞り込んで撮影する一眼レフで顕著でした。ミラーレスの多くは実絞りでの測距やライブビュー撮像面 AF によりこの影響を受けにくくなっていますが、レンズによっては残っています。

④ 像面湾曲

「ピント面は光軸に垂直な平面」というのは理想であって、実際のレンズではこの面がわずかに湾曲しています。中央でピントを合わせると周辺が手前（または奥）にずれる。平面の複写や集合写真で、中央は合ってい

るのに端が甘い、という現象の正体です。**1 段絞るだけで大きく改善します。**

⑤ 「合焦」の判定基準がカメラと自分で違う

カメラの合焦判定は、内部に設定された許容錯乱円に基づいています。一方あなたは 100% 表示のモニタで確認している。**基準が違うのだから、カメラが「合った」と言っても自分の基準では合っていないことがある**のは当然です。これは故障でも不良でもありません。大きく引き伸ばす作品では、カメラの合焦表示を信じすぎないこと。

この章のまとめ

① レンズが一点に結像できるのは、たった一枚の面（ピント面）の上だけである。
② 面から外れた点は円（錯乱円）として記録され、その直径は連続的に変化する。
③ 「ここまでなら点に見える」という直径を人間が決めたものが許容錯乱円である。
④ したがって「ピントが合っている範囲」＝被写界深度は、**厚みを持った空間**である。
⑤ 絞りは深度を増やすのではなく、**光の円錐を細らせてボケの直径を小さくしている。**
⑥ センサーサイズが効くのは寸法そのものではなく、**同じ画角に必要な焦点距離**と**許容錯乱円**という二つの経路を通ってである。
⑦ 深度は前後非対称で、その比率は撮影距離によって 1:1 から 1:∞ まで連続的に変わる。「前1／後2」は特殊な一点でのみ成り立つ。
⑧ ピント位置は、**視線が落ちる場所**に置く。板が足りないときは「何を捨てるか」を決める。
⑨ 絞りすぎは回折によって解像を失う。深度が足りないときの手は、絞り以外に三つある。

演習問題

問 1　85 mm・F1.8・被写体距離 2 m でポートレートを撮っています。顔がやや斜めを向いており、手前の目と奥の目の距離は約 4 cm あります。両目を許容範囲に収めるには、どうすればよいでしょうか。三つ以上の方法を挙げてください。

解答例｜この条件の深度は約 5 cm。ぎりぎりのため、被写体がわずかに動いただけで外れます。①絞る（F4 なら約 13 cm で余裕ができる）②一歩下がって距離を稼ぎ、トリミングで構図を戻す（距離は 2 乗で効くので効果が大きい）③顔の向きを変えてもらい、両目の奥行き差そのものを減らす（＝被写体側で厚みを薄くする）④より短い焦点距離に替える。「**AF を頑張る」は解決策に入っていない点が重要です。**

問 2　「絞ればボケがなくなる」という説明は、どこが不正確でしょうか。錯乱円という語を使って説明してください。

解答例｜絞ってもピント面から外れた点は依然として錯乱円として記録されており、ボケ自体は消えていません。変わったのは錯乱円の**直径**で、それが許容錯乱円を下回ったため「点に見える」だけです。したがって、より大きく引き伸ばして許容錯乱円の基準を厳しくすれば、同じ写真でも深度は浅くなり、ボケが再び見えてきます。

問 3　50 mm・F11 で風景を撮ります。手前に高さ 30 cm の岩を配置し、奥は無限遠の山です。どこにピントを合わせ、その結果どこからどこまでが許容範囲に入るでしょうか。また、岩がカメラから 2 m の位置にある場合、この設定で足りるでしょうか。

解答例｜50 mm・F11 の過焦点距離は約 7.6 m。ここにピントを置けば **3.8 m から無限遠**までが許容範囲に入ります。岩が 2 m の位置なら 3.8 m より近いので**足りません**。対策は、①さらに絞る（F16 なら H≒5.3 m、近点 2.6 m ― まだ足りない）②広角に替える（35 mm・F11 なら近点 1.9 m で収まる）③立ち位置を下げて岩との距離を稼ぐ ④フォーカス合成。**この問題の要点は、「絞れば何とかなる」が成り立たない場面が普通に存在すると知ることです。**

問 4　同じレンズ・同じ絞り・同じ距離で撮った 1 枚の写真を、(a) スマートフォンの画面で見る場合と、(b) A2 サイズにプリントして 50 cm の距離から見る場合とで、被写界深度は同じでしょうか。理由とともに答えてください。

解答例｜同じではありません。被写界深度は許容錯乱円に依存し、許容錯乱円は**鑑賞条件（拡大率・鑑賞距離・視力）**から決まるためです。(b) は拡大率が大きく鑑賞距離が近いので許容錯乱円は小さくなり、被写界深度は**浅くなります**。撮影データが同一でも、出力先が変われば「ピントが合っている範囲」は物理的に変わる ―― これが 2-3 の要点です。

問 5　マイクロフォーサーズ機で、フルサイズ機の「50 mm・F2.8・被写体距離 2 m」とまったく同じ画角・同じ被写界深度の写真を撮りたい。焦点距離と絞りをいくつにすればよいでしょうか。またそのとき、シャッター速度はフルサイズ機と比べてどうなりますか。

解答例｜m4/3 の換算係数は ×2.0。焦点距離は 50 ÷ 2 ＝ **25 mm**、F 値も 2.8 ÷ 2 ＝ **F1.4** にすれば、画角も深度もほぼ一致します。露出は換算されないので、F1.4 はあくまで F1.4 の明るさ。したがってシャッター速度は**フルサイズより 2 段速くできます**。逆に、m4/3 で F2.8 のまま撮れば、深度はフルサイズ F5.6 相当まで深くなります。「**換算されるのは深度とボケ量だけで、露出は換算されない**」が要点です。

問 6　次章（第 3 章）への橋渡しとして考えてみてください。被写界深度を得るために絞りを F2.8 から F11 へ 4 段絞ったとき、露出を保つには他の何をどう変える必要があるでしょうか。そしてその変更は、写真の何を犠牲にするでしょうか。

解答例｜光量が 1/16 になるため、シャッター速度を 4 段遅くする（被写体ブレ・手ブレのリスク）か、ISO 感度を 4 段上げる（ノイズ増加・ダイナミックレンジの低下）か、その組み合わせが必要です。**深度は単独では手に入らず、必ず何かとの交換で得られる** —— これが第 3 章「露出の三角形」の出発点になります。

次章予告 —— 第 3 章「露出の三角形」

この章で、絞りは「深度を決める装置」であることを学びました。しかし絞りにはもう一つの顔があります —— **光量を決める装置**です。深度が欲しくて絞れば、光は減る。減った光をどう補うかで、今度はブレとノイズという別の代償が発生する。第 3 章では、この三者の交換関係を扱います。ピントの原理を理解した今なら、「なぜ絞りを 1 段変えると世界が変わるのか」がずっと深く見えるはずです。

奥付

写真を「わかって」撮るための教科書
第 2 章　ピントの原理と、ピントの本質

制作　マツバラミチヒサ
写真の学校 教科書プロジェクト
2026 年 8 月　初版

本文中の被写界深度・過焦点距離・エアリーディスク径の数値は、光学の厳密式にもとづき算出し、倍率近似式によって独立に検算しています。許容錯乱円は各フォーマットの慣用値（35 mm 判 0.030 mm）を用いました。図版はすべて本書のために作図したものです。

写真の学校 ／ TEXTBOOK

写真を「わかって」撮るための教科書

撮影の基本と、その意味。
そして実用的カラーマネージメントまで。

第 3 章

露出の三角形

―― 絞り・シャッター速度・ISO感度は、明るさの話ではない

制作　マツバラミチヒサ

写真の学校 教科書プロジェクト ／ 2026

CHAPTER 03

露出の三角形

第 1 章で、レンズは光を集める装置だと見ました。第 2 章では、その光がどこで一点に戻るかを見ました。残る問いは単純です —— **どれだけの量を、どれだけの時間かけて集めるのか**。

絞り・シャッター速度・ISO感度。この三つは「明るさを合わせる三つのつまみ」として教えられることがほとんどです。しかしそれは、三つのうち何を使ってもよいかのような誤解を生みます。実際には、三つは**まったく対等ではありません**。二つは光の量そのものを変え、一つは変えない。そして三つとも、明るさ以外にそれぞれ別の副作用を持っています。

この章のゴールは、露出を「明るさ合わせ」から **深度・時間・画質という三つの表現の配分** へと捉え直すことです。そこまで来ると、撮影モードの選択も、露出補正も、ISOオートの設定も、すべて同じ一つの判断の言い換えになります。

この章で身につくこと

- ☐ 露出とは「明るさ」ではなく「光の総量」であると説明できる
- ☐ 三つの制御が対等でない理由（ISOは光を増やさない）を説明できる
- ☐ 「段（ストップ）」を使って三つを同じ物差しで換算できる
- ☐ 手ブレと被写体ブレを見分け、必要なシャッター速度を見積もれる
- ☐ ノイズの正体がショットノイズであることを理解し、ISO を正しく恐れなくなる
- ☐ 何を最初に固定するかという順序で露出を組み立てられる
- ☐ 「適正露出」が存在しない理由と、露出補正の意味を説明できる

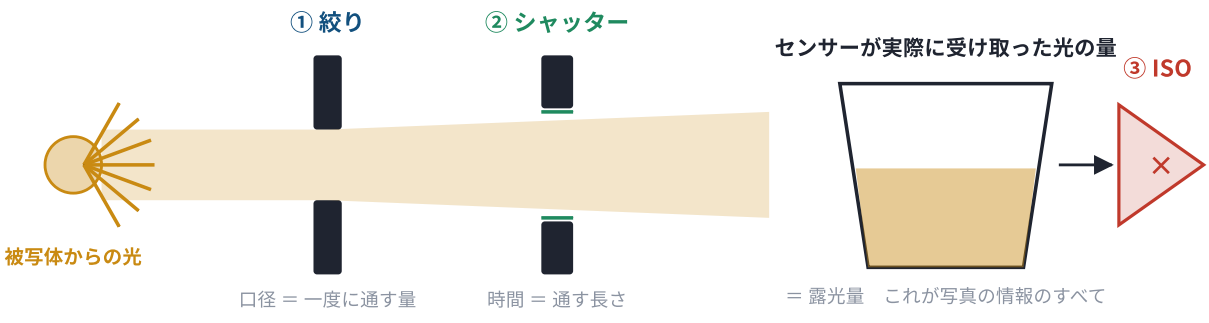
3-1　露出とは「明るさ」ではなく「光の総量」である

露出という言葉を、多くの人は「写真の明るさ」の意味で使います。しかし物理的な定義は違います。**露光量とは、センサーの単位面積が受け取った光のエネルギーの総量**です。式で書けば、こうなります。

$$露光量\ H = 照度\ E \times 時間\ t$$

E：センサー面に届く光の強さ（絞りで決まる）　t：光を受けている時間（シャッター速度で決まる）

ここに **ISO 感度は入っていません**。これがこの章でもっとも大切な一点です。



ISO は「バケツの外」にある ―― 受け取った光そのものは 1 滴も増えない

絞りとシャッターだけが、バケツに入る光の量を決めている。ISO が変えるのは、
入った量をどれだけ大きく読み取るかという「目盛りの取り方」にすぎない。

図 3-1｜露出はバケツに水を溜める作業に似ている。蛇口の太さ（絞り）と、開けている時間（シャッター速度）で、溜まる量が決まる。ISO はバケツの外にあり、溜まった水を**どんな目盛りで読むか**を変えているにすぎない。水そのものは 1 滴も増えない。

この章の中心的な結論（先に述べておきます）

写真の情報量を決めているのは、**絞りとシャッター速度の二つだけ**です。この二つで決まった「バケツの中身」が、その写真が持ちうる情報のすべてであり、階調もノイズも解像も、すべてこの量に支配されます。

ISO は、その中身を**どれだけ大きく読み取るか**という設定です。だから ISO を上げても写真の情報は増えません。増えないどころか、記録できる明暗の幅（ダイナミックレンジ）は狭くなります。**ISO は光を作る装置ではなく、足りない光を扱いやすくする装置です。**

3-2　三つの制御装置と、それぞれの副作用

三つを並べて眺めると、共通点と違いがはっきりします。共通点は**どれも写真を明るくできる**こと。違いは**明るくする以外に何が起きるか**です。



図 3-2｜三つの制御と、それぞれの副作用。明るさだけを見れば三つは交換可能に見える。しかし副作用は互いにまったく異なり、しかも**その副作用こそが写真の見え方を決めている**。

絞りは、レンズが光を通す口径を変えます。副作用は被写界深度 —— 第 2 章まるごとを費やした主題です。加えて、絞りすぎれば回折で解像が落ちます。

シャッター速度は、光を受け続ける時間を変えます。副作用は「時間がどう写るか」。速ければ動きが凍り、遅ければ流れる。そしてブレのリスクが生まれます。

ISO 感度は、センサーが受け取った信号をどれだけ増幅するかを変えます。副作用はノイズの目立ち方とダイナミックレンジ。ただし後で見るとおり、ここが最も誤解されている部分です。

> **「露出の三角形」という比喩の限界**
>
> 三角形という図は、三つの頂点が対等であるかのような印象を与えます。しかし実際には、**絞りとシャッター速度は光の量を変え、ISO は変えない**。この非対称性は比喩から抜け落ちています。
>
> 正確に言うなら、露出は「二つの蛇口と一つの目盛り」です。三角形という呼び名は覚えやすさのために残しますが、**三つが等価だと思わないこと** —— これがこの章を通じての注意点です。

3-3　「段」—— 三つを同じ物差しに乗せる

F5.6 と 1/125 秒と ISO400。単位も桁もばらばらのこの三つを、どうやって足し引きするのか。答えが**段（ストップ、EV）**という共通単位です。

1 段 ＝ 光の量が 2 倍（または 1/2）になる変化

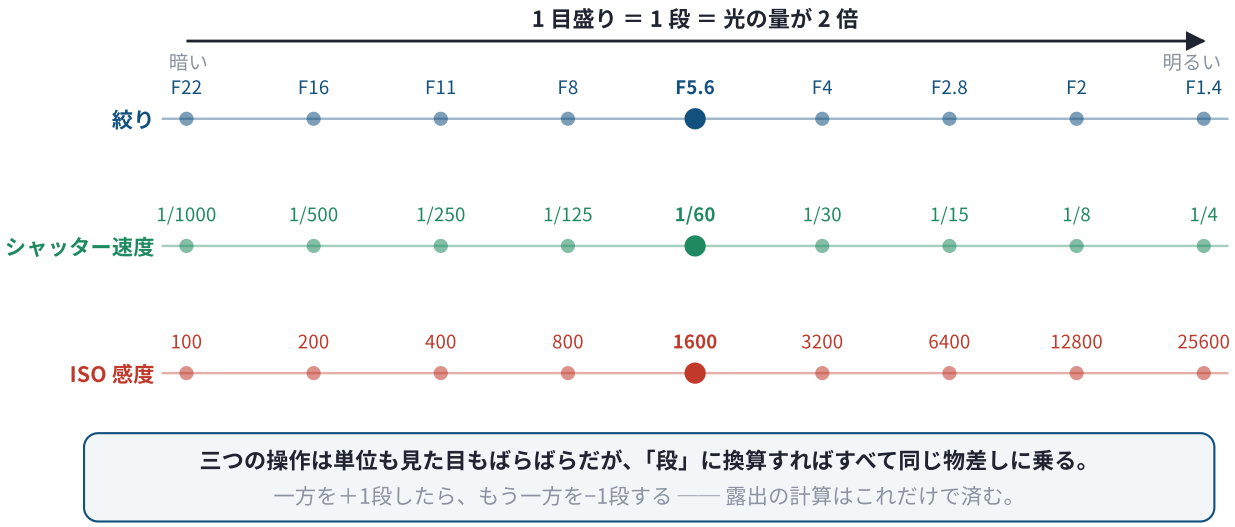


図 3-3｜三つの目盛りは「段」で揃う。絞りは √2 倍ずつ、シャッター速度は 2 倍ずつ、ISO は 2 倍ずつ。刻み幅は違うが、1 目盛り動かせばどれも光量は 2 倍になる。だから **一方を＋1段したら、もう一方を−1段する**だけで露出は保たれる。

絞りだけが 1.4 倍刻みで並ぶのは、第 1 章 1-4 で見たとおり、F 値が面積ではなく**直径の比**だからです。光量は直径の 2 乗に比例するので、光量を 2 倍にするには直径を √2 倍にする必要がある。数列が不揃いに見えるのは、そこに平方根が入っているためです。

EV —— シーンの明るさも同じ物差しで測る

被写体側の明るさも、同じ段の物差しで表せます。これを EV（Exposure Value）と呼びます。ISO 100 のとき、晴天の屋外はおよそ EV15。この一点さえ覚えておけば、あとはすべて足し算で出せます。

EV	シーン	F2.8 のとき	F5.6 のとき	F11 のとき
16	晴天の雪山・砂浜	1/8000	1/2000	1/500
15	**晴天（いわゆる Sunny 16）**	**1/4000**	**1/1000**	**1/250**
13	曇天	1/1000	1/250	1/60
12	日陰・雨天	1/500	1/125	1/30
10	日没直後	1/125	1/30	1/8
8	明るい室内・ショーウィンドウ	1/30	1/8	1/2
6	一般的な室内照明	1/8	1/2	2 秒
4	夜の繁華街	1/2	2 秒	8 秒
2	ろうそくの灯り	2 秒	8 秒	30 秒

※ ISO 100 のとき。ISO を 1 段上げるごとに、表のシャッター速度は 1 段速くできる。

［発展］Sunny 16 ルール ―― 露出計が壊れても撮れる

晴天の屋外では、**絞り F16・シャッター速度＝ISO感度の逆数**でほぼ適正になります。ISO 100 なら F16・1/100 秒。ここを起点に、曇りなら 1 段開けて F11、日陰なら 2 段で F8、というふうに数えていけば、露出計なしでも撮れます。

これは暗記の小技ではなく、**太陽という光源の明るさが地球上でほぼ一定である**という物理的事実の言い換えです。フィルム時代の写真家が身につけていたこの感覚は、いまでも「カメラの示す値がおかしい」と気づくための基準になります。

3-4　等価露出 ―― 同じ明るさ、まったく違う写真

段という共通単位があるので、同じ露出になる組み合わせは無数に作れます。しかし**それらは同じ写真にはなりません**。

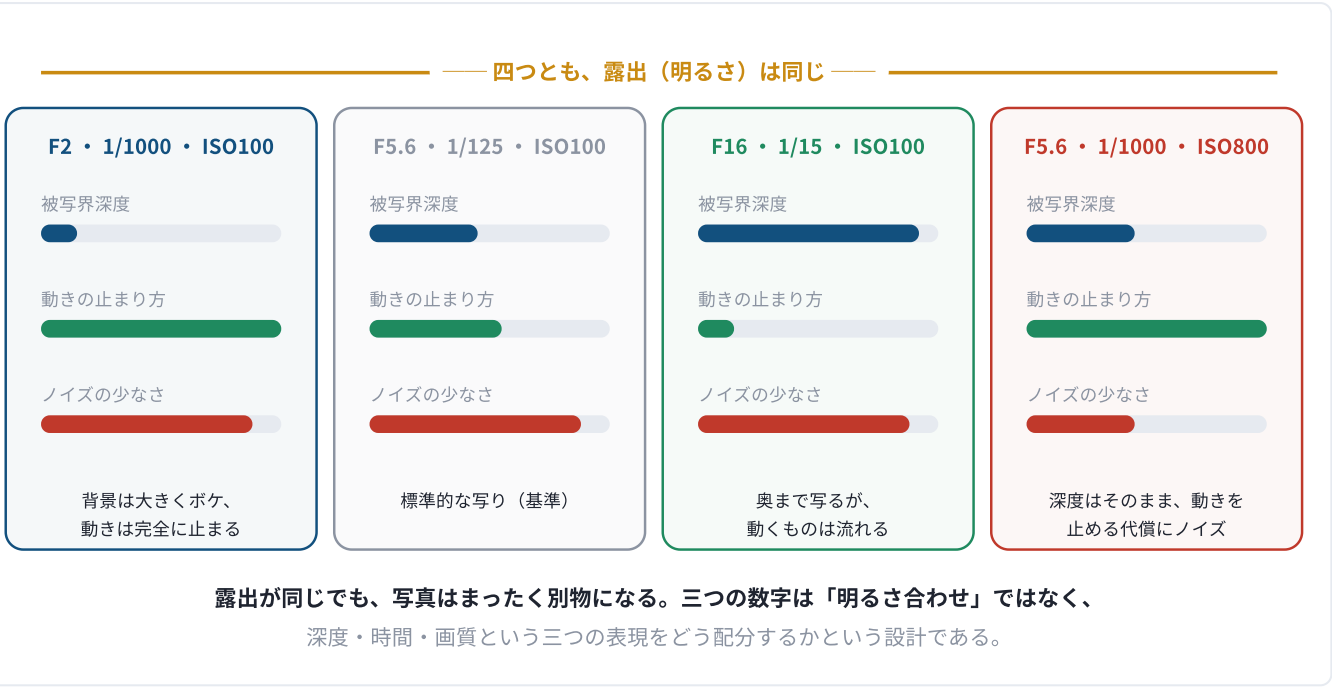


図 3-4｜四つとも露出は同じ。しかし写真は別物になる。絞りを開ければ深度が浅くなり、シャッターを遅くすれば動きが流れ、ISO を上げればノイズが乗る。**露出を合わせる作業とは、この三つをどう配分するかを決める作業**である。

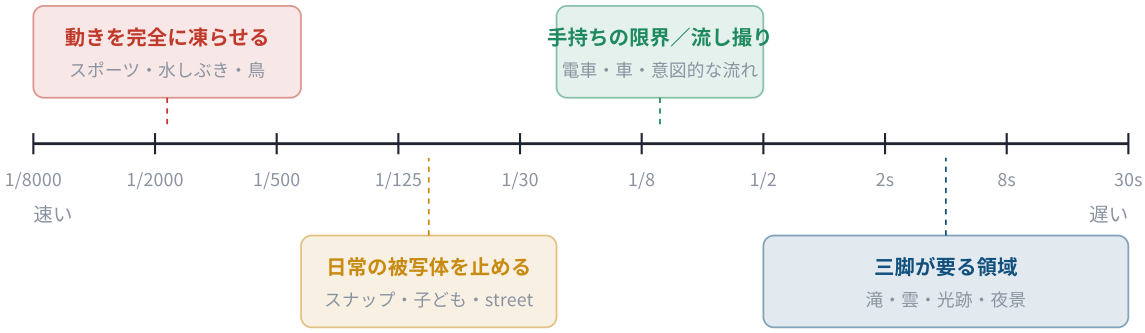
露出設定の本質

「適正露出にする」だけなら、答えは無数にあって、どれを選んでも明るさは同じです。**つまり露出設定の本当の中身は、明るさ合わせではありません。**

ボケの量をどうするか。動きを止めるか流すか。ノイズをどこまで許すか。**この三つの表現上の判断を下し、その結果として明るさが合うようにする** —— 順序はこちらです。明るさから入ると、表現は成り行きで決まってしまいます。

3-5　シャッター速度 —— 時間をどう写すか

シャッター速度は三つのなかで唯一、**写真に「時間の幅」を与える**制御です。1/8000 秒の写真は一瞬の切片であり、30 秒の写真は 30 秒間の出来事の総和です。どちらも「写真」ですが、写しているものの性質が違います。



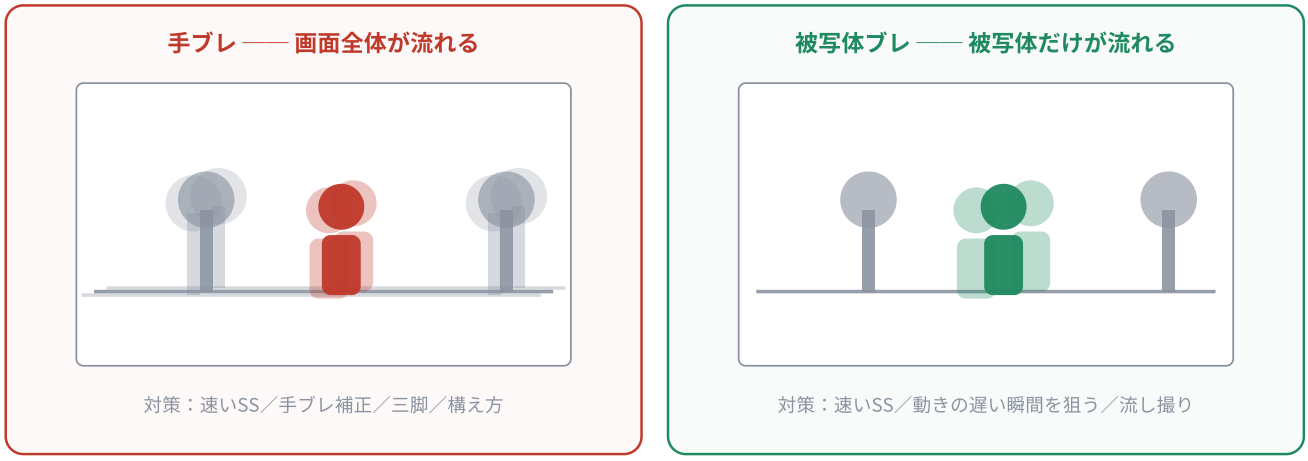
シャッター速度は明るさの調整つまみである前に、「時間をどう写すか」という表現の選択である。

止めるか、流すか —— 決めるのは露出計ではなく撮影者。

図 3-5｜シャッター速度と表現の対応。明るさの調整つまみとしてではなく、「時間をどう写すか」という表現の選択として見ると、選ぶべき値がはっきりする。

ブレには二種類ある

シャッター速度を落としたときに起きる失敗は、原因の異なる二つに分かれます。**この二つを混同すると対策を間違えます。**



同じ「ブレ」でも原因が違えば対策が違う。背景まで流れていれば手ブレ、被写体だけなら被写体ブレ。

撮った写真を拡大して、まずどちらかを見分けることから始める。

図 3-6｜手ブレと被写体ブレ。背景まで一緒に流れていれば手ブレ、被写体だけが流れていれば被写体ブレ。手ブレ補正が効くのは前者だけであり、**後者にはまったく効かない。**

手ブレ —— 「1/焦点距離」の法則とその現代的な補正

古くからの目安は、**シャッター速度＜1/焦点距離**です。50 mm なら 1/50 秒、200 mm なら 1/200 秒より速く。手の震えは角度のぶれなので、焦点距離が長い（画角が狭い）ほど像面上での動きが大きくなる —— こ

れが理屈です。

ただしこの法則は、**フィルム時代の許容錯乱円と、L判〜六つ切り程度の鑑賞条件**を前提にしています。第 2 章 2-3 で見たとおり、鑑賞条件が厳しくなれば許容値は小さくなる。高画素機で等倍表示するなら **1/(2×焦点距離)** 程度を目安にすべきです。

焦点距離	従来の目安 1/f	高画素機・等倍確認 1/2f	手ブレ補正 5 段なら （理論値）
24 mm	1/25	1/50	約 1.3 秒
50 mm	**1/50**	**1/100**	**約 1/2 秒**
85 mm	1/85	1/160	約 1/3 秒
200 mm	1/200	1/400	約 1/6 秒
400 mm	1/400	1/800	約 1/13 秒

※ 手ブレ補正の「◯段」は理想条件での数値。実際には 2〜3 段分と見ておくと外さない。

被写体ブレ —— 計算で見積もれる

被写体ブレは手ブレ補正では防げません。しかし、こちらは**計算で必要な速度が出せます**。被写体の速度を v、撮影倍率を m とすると、像面上での被写体の移動速度は v × m。これが許容錯乱円 0.03 mm 以内に収まる時間が上限です。

被写体	速度	厳密に止める （にじみ 0.03 mm 以内）	実用上の目安 （わずかな流れは許容）
歩く人（全身が画面いっぱい）	1.4 m/s	1/500	1/250
歩く人（バストアップ）	1.4 m/s	1/2000	1/500
走る子ども（全身）	**3 m/s**	**1/1000**	**1/500**
スポーツ選手（全身）	8 m/s	1/4000	1/1000
自転車（横切る）	6 m/s	1/2000	1/1000
市街地の車（横切る）	14 m/s	1/2000	1/1000
羽ばたく鳥（体が画面いっぱい）	8 m/s	1/8000	1/4000

※ 被写体が真横に動く場合。カメラに向かってくる動きは、同じ速度でも像面上の移動が小さいためブレにくい。

この表から二つのことが読み取れます。ひとつは、**「被写体が画面にどれだけ大きく写るか」が効く**ということ。同じ人が歩いていても、バストアップで撮れば全身で撮るより 2 段速いシャッターが要ります。もうひと

つは、**動く被写体に対して 1/125 秒はまったく足りない**ということです。室内で子どもを撮った写真がなんとなく甘いのは、ピントではなく被写体ブレであることが少なくありません。

> **［発展］流し撮り ―― ブレを味方につける**
>
> 被写体の動きに合わせてカメラを振れば、**被写体は止まり、背景だけが流れます**。手ブレと被写体ブレを打ち消し合わせる技法です。目安は、被写体が画面を横切る時間の 1/10〜1/30 程度のシャッター速度。車なら 1/60〜1/125、電車なら 1/30〜1/60 あたりから始めるとよいでしょう。
>
> ここで重要なのは、**止まっている写真だけが成功ではない**という点です。動きの表現とは、どこを止めてどこを流すかの設計であり、シャッター速度はそのための唯一の道具です。

3-6　ISO 感度 ―― 「感度」ではなく「増幅率」である

「ISO を上げるとセンサーが光に敏感になる」。これは誤りです。**センサーの物理的な感度は固定されていて、変えることはできません**。ある画素にどれだけの光子が入り、そのうち何個が電子に変換されるか ―― その比率は、シリコンの性質で決まっていて、設定では動きません。

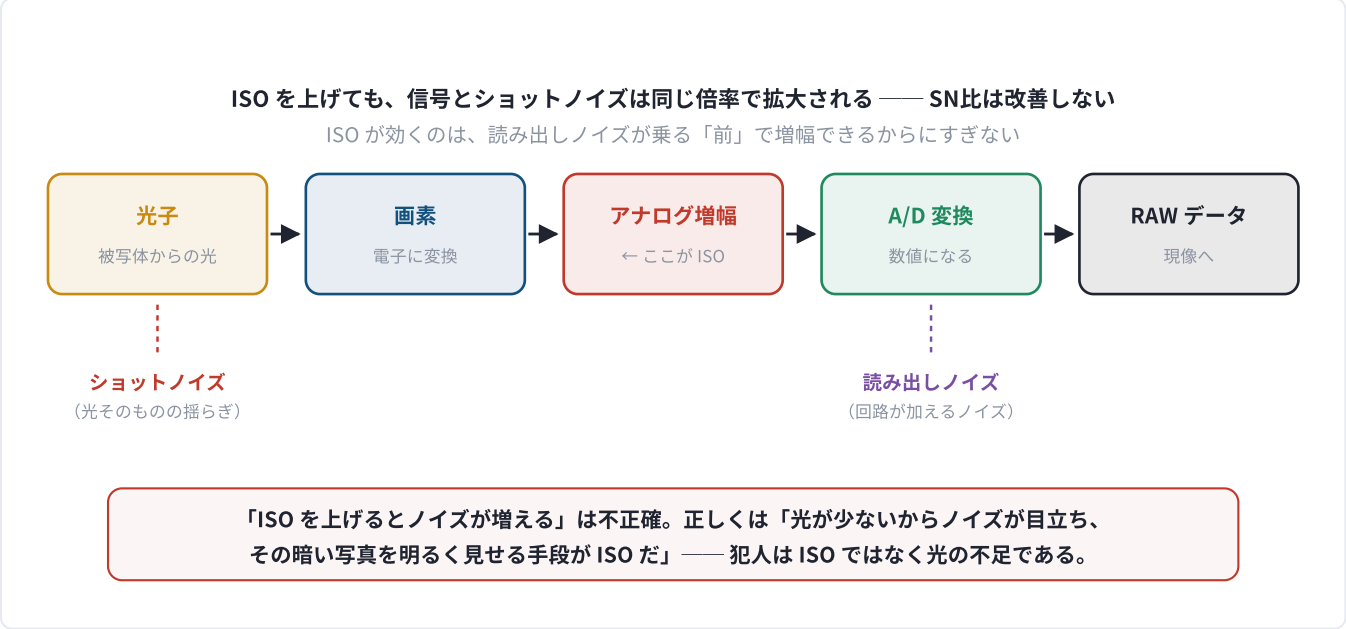


図 3-7｜ISO が働いている場所。ISO は、画素が電子に変換したあと、A/D 変換の前に置かれた増幅器の倍率である。信号もノイズも同じ倍率で拡大されるので、**SN 比は改善しない**。

ノイズの正体はショットノイズである

ではノイズはどこから来るのか。主な発生源は、意外なことに**カメラの外側**にあります。光そのものです。

光は粒（光子）として飛んできます。1 秒あたり平均 100 個が飛んでくる光でも、実際に数えると 95 個の秒もあれば 108 個の秒もある。この統計的なばらつきを**ショットノイズ**と呼びます。ポアソン統計により、平均

N 個の光子に対する揺らぎは √N。したがって信号対雑音比は次のようになります。

$$\text{SN 比} = N \div \sqrt{N} = \sqrt{N} \qquad (N = \text{受け取った光子の数})$$

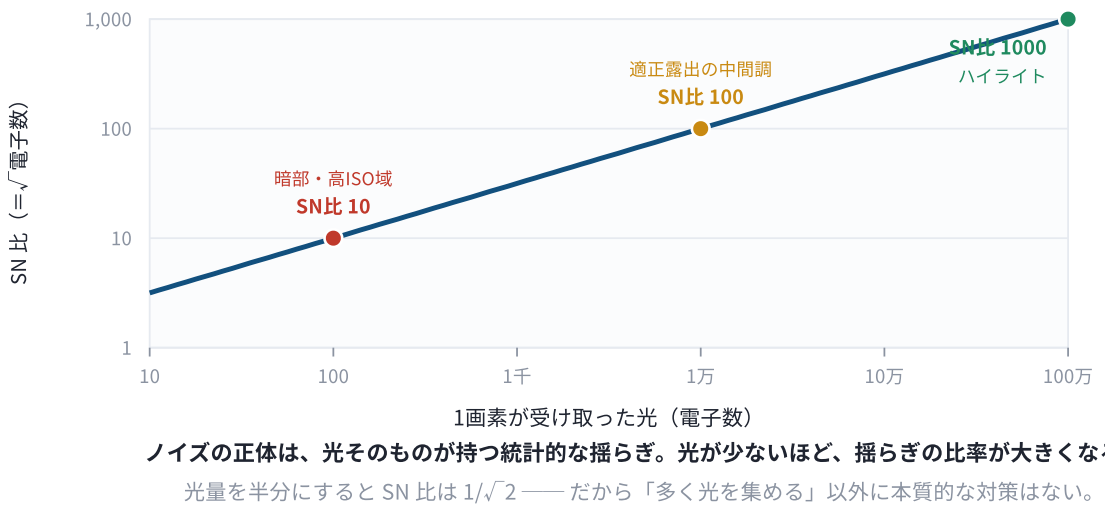


図 3-8｜ノイズは光そのものの揺らぎに由来する。光を多く集めるほど SN 比は良くなるが、その改善は平方根でしか進まない。光量を半分にすれば SN 比は 1/√2 —— ちょうど 1 段分悪化する。

ISO についての正しい言い方

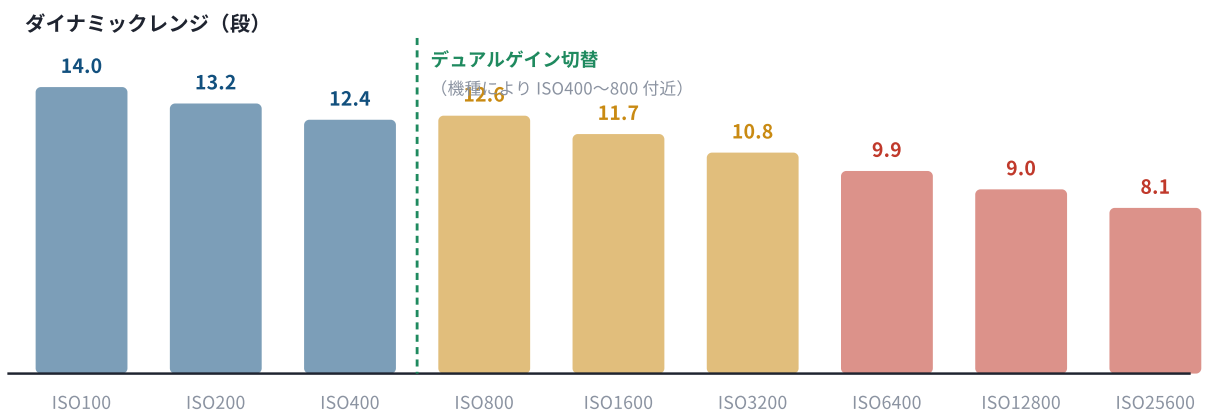
× 「ISO を上げるとノイズが増える」
○ 「**光が少ないからノイズが目立つ。その暗い写真を見られる明るさにする手段が ISO である**」

証拠は簡単です。ISO 100 で撮って現像時に 6 段持ち上げた写真と、ISO 6400 で撮った写真は、ほぼ同じノイズ量になります（ISO 不変性）。ノイズを決めているのは ISO 設定ではなく、**バケツに入った光の量**だからです。

したがって、暗い場所でノイズを減らす方法は三つしかありません。**①絞りを開ける ②シャッターを遅くする ③光を足す（ストロボ・レフ板）**。ISO を下げることは対策になりません —— ただ暗い写真になるだけです。

ISO を上げると失われるもの —— ダイナミックレンジ

ISO を上げても SN 比は改善しませんが、失うものはあります。***ダイナミックレンジ***です。増幅率を上げると、センサーが飽和する（真っ白に振り切る）光量が早く訪れるので、ハイライト側の余裕が削られていきます。



ISO を 1 段上げるごとに、記録できる明暗の幅は概ね 1 段ずつ失われていく（模式図）。

実際の値は機種で大きく異なる。デュアルゲイン機では切替 ISO で一度もち直す。

図 3-9｜ISO とダイナミックレンジ（模式図）。ISO を 1 段上げるごとに、記録できる明暗の幅はおおむね 1 段ずつ狭くなる。多くの機種はデュアルゲイン回路を持ち、切り替え ISO（機種により 400〜800 付近）で一度もち直す。実際の値は機種によって大きく異なる。

［発展］ISO 不変性とデュアルゲイン

ISO 不変性とは、ISO を上げて撮っても、低い ISO で撮って後から持ち上げても、結果がほぼ同じになる性質です。読み出しノイズが十分に小さい現代のセンサーで顕著に見られます。この性質が強い機種では、**ハイライトを守るために ISO を上げず、暗部は現像で持ち上げる**という運用が有効になります。

一方、多くのセンサーは**デュアルコンバージョンゲイン**という回路を持ち、ある ISO を境に画素の変換ゲインそのものを切り替えます（Sony 系センサーで ISO 400 前後、Fujifilm の X-Trans で ISO 640〜800 前後など、機種により異なります）。この切替 ISO では読み出しノイズが下がるため、**そこだけダイナミックレンジが持ち直します**。暗所で ISO を上げざるを得ないとき、中途半端な値ではなく切替 ISO まで一気に上げたほうが結果が良い、という現象はこれによります。

自分の機材がどちらの性質を持つかは、**同じシーンを ISO 100 の 6 段アンダーと ISO 6400 で撮り比べ、前者を現像で 6 段持ち上げて見比べる**だけで確かめられます。一度やっておくと、暗所での判断がまったく変わります。

3-7　露出の決め方 —— 何を最初に固定するか

ここまでで道具は揃いました。実際の現場では、次の順序で決めます。**明るさから入らないこと**が要点です。

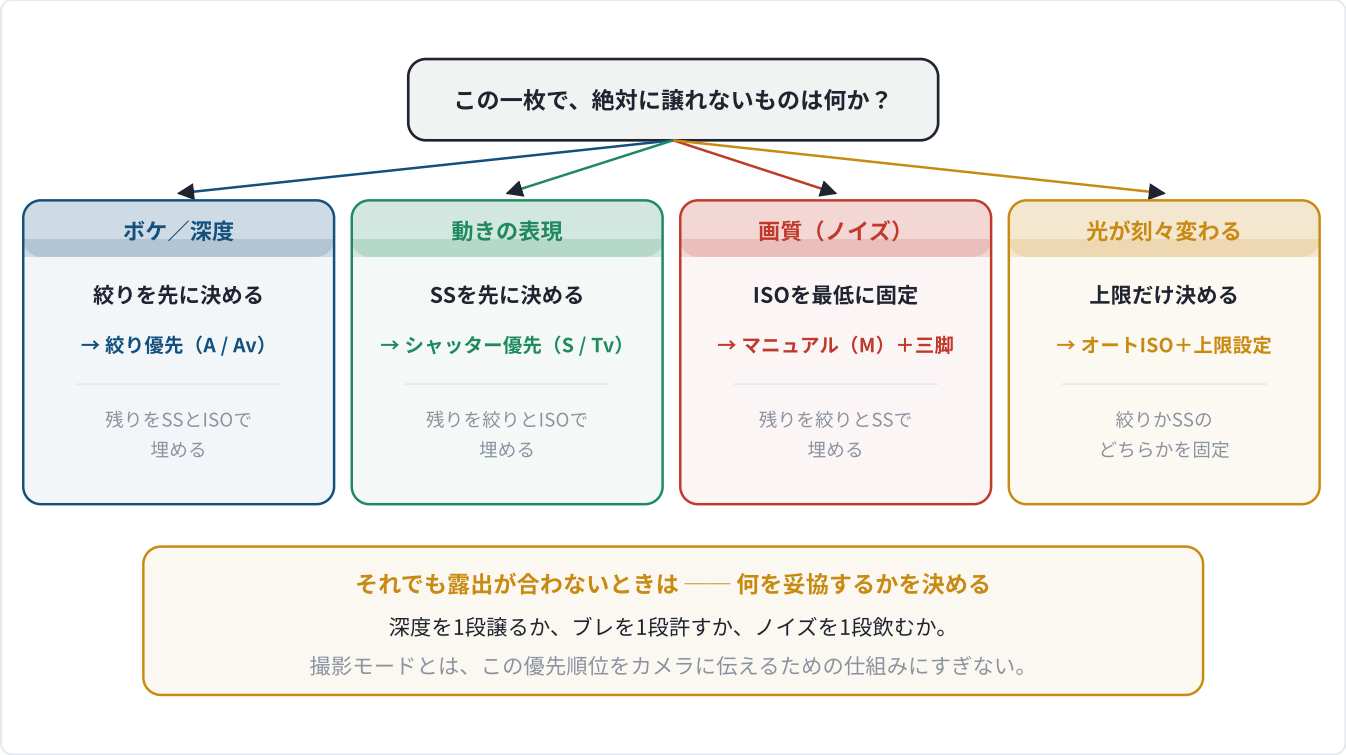


図 3-10｜露出決定の順序。最初に決めるのは「この一枚で絶対に譲れないもの」。それが絞りなのか、シャッター速度なのか、画質なのかによって、固定すべきものが決まる。撮影モードはその優先順位をカメラに伝える仕組みにすぎない。

シーン別の思考手順

ポートレート。譲れないのは深度です。まず絞りを決める（F1.4 なのか F2.8 なのか F5.6 なのかは、第 2 章 2-10 の「目に合わせて何を捨てるか」で決まります）。次にシャッター速度の下限を確認 —— 相手が動くので 1/250 は欲しい。残りを ISO で埋める。屋内なら ISO 1600 になることもありますが、**ブレた写真よりノイズのある写真のほうが救えます**。

風景（三脚あり）。譲れないのは画質です。ISO を基準感度に固定する。絞りは深度と回折の折り合いで F8〜F11。シャッター速度は成り行きに任せる —— 三脚があるので何秒でも構いません。この順序だと ISO を最初に決めることになり、これがマニュアル露出の出番です。

スポーツ・動きもの。譲れないのはシャッター速度です。表から必要な値（多くの場合 1/1000 以上）を先に固定する。絞りは開放付近。残りを ISO で埋め、**ISO オートの上限を高めに設定しておく**。ここでノイズを恐れて ISO を絞ると、被写体ブレで全滅します。

室内スナップ・記録。光が刻々と変わるのが特徴です。絞りかシャッター速度のどちらか一つを固定し、ISO オートで上限（たとえば 6400）と最低シャッター速度（たとえば 1/125）を設定しておく。これは「妥協点をあらかじめカメラに教えておく」という運用で、判断の速さが要る現場ではもっとも合理的です。

撮影モードは「思想」ではなく「伝達手段」

マニュアルで撮るほうが上級だ、という言い方をときどき聞きます。しかし A（絞り優先）も S（シャッター優先）も M も、**何を固定したいかをカメラに伝えるための入力方法の違い**にすぎません。

深度を固定したいなら A、時間を固定したいなら S、両方固定して光の変化を無視したいなら M。**選ぶべきモードは、その一枚で何を譲れないかによって毎回変わります。**「いつも M」は、いつも同じものを譲れないと決めてしまっているのと同じです。

3-8 「適正露出」という言葉の罠

最後に、露出計との付き合い方です。カメラの露出計は非常に賢い装置ですが、**一つだけ、原理的にできないことがあります。被写体が本来何色なのかを知ることです。**

露出計がしているのは、画面に入ってきた光を測り、**その平均が反射率 18% の中庸グレーになるような露出**を返すことだけです。世の中の被写体の平均反射率がおおむね 18% だという経験則にもとづいた設計であり、平均から外れた被写体では必ず外します。



図 3-11｜18% グレーの罠。白い被写体はカメラに「明るすぎる」と判断され、光を減らされて灰色になる。黒い被写体は逆に持ち上げられて白茶ける。露出補正とは、この前提を人間が上書きする操作である。

露出補正の覚え方

白いものを白く写したければ ＋補正、黒いものを黒く写したければ −補正。

直感に反するように感じますが、理屈は単純です。カメラは「白い＝明るすぎる」と誤解して露出を切り詰めるので、こちらから明るくし直してやる必要がある。雪景色で ＋1〜＋2、黒い衣装のポートレートで −1〜−2 が目安です。

そもそも「正しい露出」は存在しない

もう一歩進みます。露出計が返す値は「平均を中庸グレーにする値」であって、**その写真にとって最良の値ではありません**。最良かどうかは、何を見せたいかによって決まります。

- 逆光のシルエットを狙うなら、顔は真っ黒でいい
- ハイキーの柔らかい写真なら、全体が明るく飛び気味でいい
- 夜景で街灯を白飛びさせないことを最優先するなら、全体は暗くていい

したがって露出とは、正解を当てる作業ではなく、**この一枚でどの明るさの範囲を守るかを決める作業**です。ここから先 —— 記録できる明暗の幅をどう配分し、どこを守ってどこを捨てるかという話は、第 6 章「ヒストグラムとダイナミックレンジ」と第 7 章「露出は情報量の設計である」で本格的に扱います。

この章のまとめ

① 露出とは明るさではなく、**センサーが受け取った光の総量**である（H ＝ E × t）。
② 光の量を決めているのは**絞りとシャッター速度の二つだけ**。ISO は光を増やさない。
③ 三つは「段」という共通単位で換算できる。1 段 ＝ 光量 2 倍。
④ 同じ露出になる組み合わせは無数にあり、**どれを選ぶかが表現の設計**である。
⑤ ブレには手ブレと被写体ブレがあり、**手ブレ補正は後者に効かない**。
⑥ 必要なシャッター速度は、被写体の速度と画面に占める大きさから**計算で見積もれる**。
⑦ ノイズの正体はショットノイズ ＝ 光そのものの揺らぎ。**SN 比は √（集めた光の量）**。
⑧ ISO はノイズの原因ではない。原因は光の不足であり、ISO が失わせるのは**ダイナミックレンジ**。
⑨ 露出は「譲れないもの」から決める。撮影モードはその優先順位の伝達手段にすぎない。
⑩ 露出計は平均を 18% グレーにするだけ。**「適正露出」という唯一の正解は存在しない**。

演習問題

問 1　F5.6・1/125 秒・ISO 200 で適正露出が得られました。被写界深度を 2 段分浅くしたい場合、シャッター速度または ISO をどう変えればよいでしょうか。二通りの答えを挙げ、それぞれで写真がどう変わるかを述べてください。

解答例｜絞りを 2 段開けて **F2.8** にすると光量が 4 倍になるので、どこかで 2 段分減らす必要があります。①シャッター速度を 2 段速くして **1/500**（動きがより止まる。手ブレ・被写体ブレのリスクが減る）②ISO を 2 段下げて **ISO 50**（拡張感度になるため機種によってはダイナミックレンジが犠牲になる。ISO 200 が基準感度なら下げないほうがよい）。実務では①が定石です。

問 2　「ISO を上げるとノイズが増えるから、暗い室内でも ISO 100 のままで撮っている」という人がいます。この考え方のどこが誤っているか説明してください。

解答例｜ノイズを決めているのは ISO 設定ではなく、**センサーが受け取った光の総量**です。ISO 100 のまま暗い室内で撮れば、①シャッターが遅くなってブレるか、②暗いまま撮って現像で持ち上げるか、のどちらかになります。②の結果は ISO を上げて撮った場合とほぼ同じノイズ量になります（ISO 不変性）。つまり ISO を下げてもノイズは減らず、**ブレという別の失敗が増えるだけ**です。正しい対策は、絞りを開ける・シャッターを遅くできる状況を作る・光を足す、の三つです。

問 3　子どもが室内を走り回っている様子を撮ります。全身が画面いっぱいに入る構図で、速度はおよそ 3 m/s。必要なシャッター速度はどれくらいでしょうか。また、室内が EV 6 程度だとして、F1.8 のレンズを使う場合の ISO はいくつになりますか。

解答例｜表より、厳密に止めるなら **1/1000**、実用上は **1/500** 程度。EV 6・F1.8 なら、ISO 100 での適正はおよそ 1/5 秒です。1/500 にするには **7 段分**速くすることになるので、ISO は $100 \times 2^7 =$ **ISO 12800** 前後が必要になります。ここで「ノイズが多いから」と ISO を絞れば被写体ブレで全滅します。**ノイズのある写真は救えるが、ブレた写真は救えない** —— これが優先順位の判断です。

問 4　雪の積もった公園で、カメラ任せで撮ったところ雪が灰色に写りました。なぜでしょうか。また、どう対処すればよいでしょうか。

解答例｜露出計は画面の平均を反射率 18% の中庸グレーにするよう設計されています。画面の大半が白い雪だと「明るすぎる」と判断して露出を切り詰めるため、雪は 18% グレー ＝ 灰色に写ります。対処は **＋1 〜 ＋2 段の露出補正**。または、グレーカードや手のひら（およそ 1 段明るい）で測光する、マニュアルで決め打ちする、ヒストグラムを見て白側が飛ばない範囲で右に寄せる、といった方法があります。

問 5　「絞りとシャッター速度は光の量を変えるが、ISO は変えない」。この非対称性が、実際の撮影判断にどう影響するか説明してください。

解答例｜写真が持ちうる情報量（階調・SN 比）は絞りとシャッター速度だけで決まるため、**ISO を上げることは情報を増やす行為ではありません**。したがって判断の順序は「まず絞りとシャッター速度でできるだけ多くの光を集める → それでも足りない分を ISO で扱いやすくする」となります。ISO を上げてシャッターを速くするのは正しい判断ですが、**ISO を上げれば画質が良くなるかのように考えるのは逆**です。また ISO を上げるとダイナミックレンジが狭くなるため、ハイライトを守りたい場面では ISO を抑えて暗部を現像で持ち上げる選択が有効になります。

問 6　次章（第 4 章）への橋渡しとして考えてみてください。同じ被写体を「同じ大きさに写す」という条件で、24 mm で近づいて撮る場合と、200 mm で遠くから撮る場合とで、写真は同じになるでしょうか。違うとすれば、何が違うのでしょうか。

解答例｜被写体の大きさは同じでも、**背景の写り方がまったく違います**。24 mm で近づくと画角が広いので背景が広く写り込み、被写体と背景の距離比が大きいため背景は小さく遠ざかって見えます。200 mm で離れると画角が狭く、背景の一部だけが大きく切り取られ、距離比が小さいため背景が迫って見えます（いわゆる圧縮効果）。**この違いを生んでいるのはレンズではなく撮影距離である** —— 第 4 章はここから始まります。

次章予告 —— 第 4 章「焦点距離・画角・遠近感」

第 1 章で画角の式を、第 2 章で焦点距離が深度に効くことを、この章でその露出上の帰結を見てきました。第 4 章では、焦点距離が写真の**見え方**そのものに何をしているのかを扱います。圧縮効果の正体、パースペクティブと距離の関係、そして「なぜ 50 mm が標準と呼ばれるのか」—— レンズを選ぶという行為が、じつは**立ち位置を選ぶ行為**であることが見えてきます。

奥付

写真を「わかって」撮るための教科書
第 3 章　露出の三角形 —— 絞り・シャッター速度・ISO感度は、明るさの話ではない

制作　マツバラミチヒサ
写真の学校 教科書プロジェクト
2026 年 8 月　初版

EV とシャッター速度の対応表、被写体ブレの限界シャッター速度は、露出の定義式および像面上の移動量（許容錯乱円 0.03 mm 基準）から算出しています。ダイナミックレンジの図は傾向を示す模式図であり、実測値は機種により大きく異なります。図版はすべて本書のために作図したものです。

写真の学校 ／ TEXTBOOK

写真を「わかって」撮るための教科書

撮影の基本と、その意味。
そして実用的カラーマネージメントまで。

第 4 章

焦点距離・画角・遠近感

――「圧縮効果」の正体と、立ち位置という選択

制作　マツバラミチヒサ

写真の学校 教科書プロジェクト ／ 2026

CHAPTER 04

焦点距離・画角・遠近感

「望遠は背景が圧縮される」「広角はパースが強調される」。写真を学ぶとほぼ最初に教わるこの二つは、**どちらも正確ではありません**。レンズは遠近感に何もしていないからです。

では、あの見え方の違いはどこから来るのか。答えは拍子抜けするほど単純で、**撮影者が立っている場所**です。望遠を選んだから圧縮されたのではなく、望遠を選んだ結果として遠くに立ったから圧縮された。順序が逆なのです。

この章では、遠近感を決めている唯一の変数を特定し、そこからポートレートの焦点距離、ボケの大きさ、標準レンズの意味までを一本の線でつなぎます。読み終えたとき、レンズを選ぶという行為は「**どこに立つかを決める行為**」に変わっているはずです。

この章で身につくこと

- ☐ 焦点距離が直接決めているのは画角だけであると説明できる
- ☐ 遠近感を決めているのが撮影距離だけであることを、数値で示せる
- ☐ 「圧縮効果」を距離比の言葉で言い換えられる
- ☐ ポートレートで 85〜135 mm が使われる理由を、レンズではなく距離で説明できる
- ☐ ボケの大きさが実口径（f ÷ F値）で決まることを理解している
- ☐ 「標準レンズ」という呼び名の由来を説明できる
- ☐ 広角の「歪み」と呼ばれる三つの現象を区別できる

4-1　焦点距離が直接決めているのは、画角だけである

第 1 章 1-7 で見たとおり、焦点距離とセンサー寸法から決まるのは**画角**、つまり切り取る範囲の角度だけです。ここをもう一度、別の角度から確認しておきます。

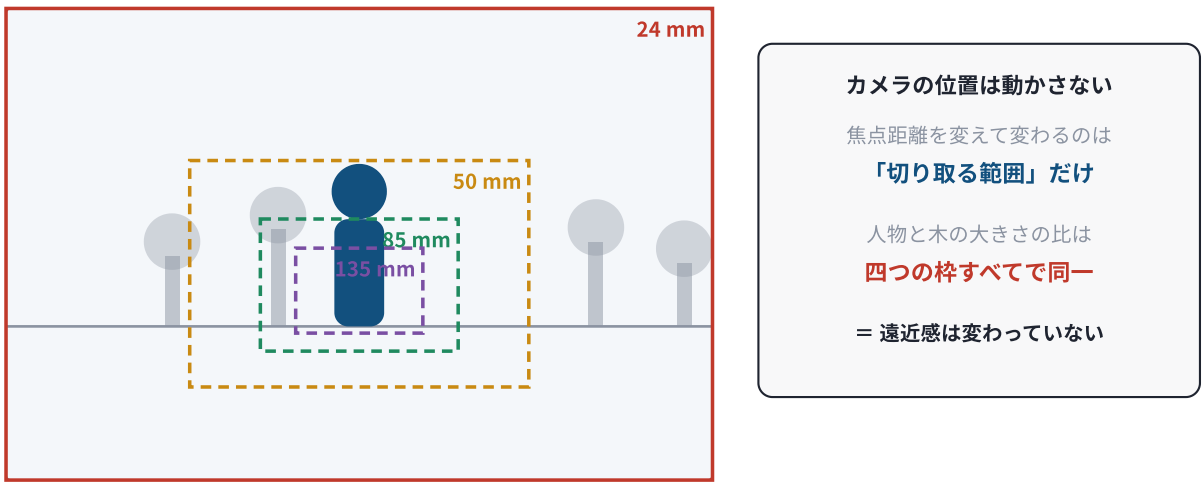


図 4-1｜カメラの位置を動かさずに焦点距離だけを変える。変わるのは切り取る範囲だけで、人物と背景の木の**大きさの比はどの枠でも同一**である。焦点距離を変えることは、同じ絵をトリミングすることと幾何学的に等価である。

この事実は実験で確かめられます。三脚を立て、動かずに 24 mm と 200 mm で 1 枚ずつ撮る。24 mm のほうを 200 mm と同じ範囲にトリミングして並べれば、**解像感を除いて完全に同じ絵**になります。遠近感の差は、どこにも現れません。

> **この章の出発点**
>
> 焦点距離は**範囲**を決める。
> 撮影距離は**遠近感**を決める。
>
> この二つは独立した別の変数です。ところが実際の撮影では、「被写体をこの大きさに写したい」という条件を課した瞬間に、両者が連動しはじめます。**圧縮効果と呼ばれている現象は、すべてこの連動が生む錯覚です。**

4-2　遠近感を決めているのは、距離だけである

見かけの大きさは距離に反比例します。2 m 先の人は 4 m 先の人の 2 倍の大きさに写る。これだけが遠近感の正体です。

いま、主被写体をつねに同じ大きさに写すという条件を課してみます（そのために焦点距離は距離に応じて変えます）。背景は被写体の 8 m 後方にあるとしましょう。



主被写体を同じ大きさに写しても、背景の大きさは撮影距離だけで決まってしまう。

近づけば背景は小さく遠のき、離れれば背景は大きく迫る —— これが「圧縮効果」の全部である。

図 4-2｜主被写体を同じ大きさに保ったまま、撮影距離だけを変える。1 m まで寄れば背景は被写体の 0.11 倍まで縮み、10 m 離れれば 0.56 倍まで迫ってくる。**被写体の大きさは同じなのに、背景だけが劇的に変わる。**

背景の見かけの大きさ ＝ 撮影距離 ÷（撮影距離 ＋ 背景までの距離）

被写体の大きさを 1 としたとき。焦点距離はこの式のどこにも現れない

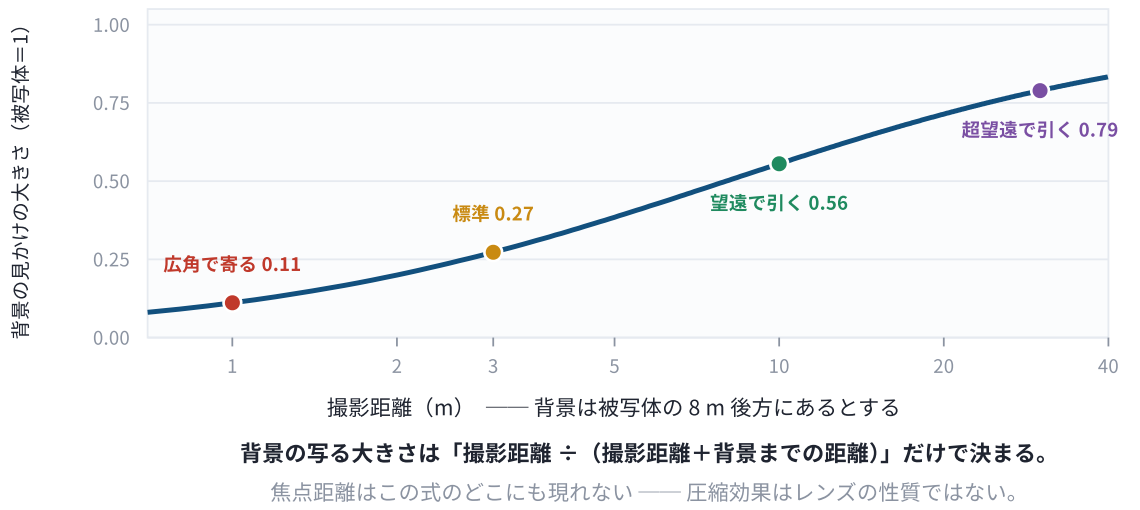


図 4-3｜距離比が遠近感の正体。撮影距離が短いほど背景は小さく遠のき、長いほど背景は大きく迫る。曲線は撮影距離だけの関数であり、どんなレンズを使っても同じ線の上に乗る。

撮影距離	背景までの総距離	距離比	背景の見かけの大きさ	受ける印象
1 m	9 m	9.0 倍	0.11	背景が遠く広がる（広角的）
2 m	10 m	5.0 倍	0.20	奥行きを感じる
3 m	**11 m**	**3.7 倍**	**0.27**	**自然**
10 m	18 m	1.8 倍	0.56	背景が近づいてくる
30 m	38 m	1.27 倍	0.79	前後が貼りついて見える（圧縮）

4-3 「圧縮効果」の正体

ここまでで答えは出ています。**圧縮効果とは、遠くから撮ったときに背景が大きく写る現象**のことです。望遠レンズは、その「遠くから撮る」を可能にする道具にすぎません。

言い換えると

× 望遠レンズには圧縮効果がある
○ **遠くから撮ると前後が圧縮される。望遠レンズは遠くから撮っても被写体を大きく写せる道具である**

この違いは言葉遊びではありません。前者を信じていると「圧縮したいから望遠に替える」という発想になりますが、正しくは「圧縮したいから下がる」であり、**下がった結果として望遠が必要になる**のです。下がれない場所では、どんなレンズを付けても圧縮は起きません。

逆もまた真です。広角レンズを付けただけでは何も誇張されません。広角の絵が「パースが強い」と感じられるのは、**広く写るので、被写体を大きく写そうとすると必然的に近づくことになる**からです。24 mm を付けて 10 m 離れて撮った写真は、パースの誇張などまったくありません —— ただ広く写っているだけです。

4-4　ポートレートの焦点距離 —— なぜ 85〜135 mm なのか

この理解が最も実用的に効くのが、ポートレートです。「広角で顔を撮ると鼻が大きくなる」という現象を、距離の言葉で分解してみましょう。

顔は平面ではありません。鼻の先から耳までには、およそ 10 cm の奥行きがあります。この 10 cm が、撮影距離に対してどれくらいの割合かによって、鼻と耳の見かけの大きさの差が決まります。

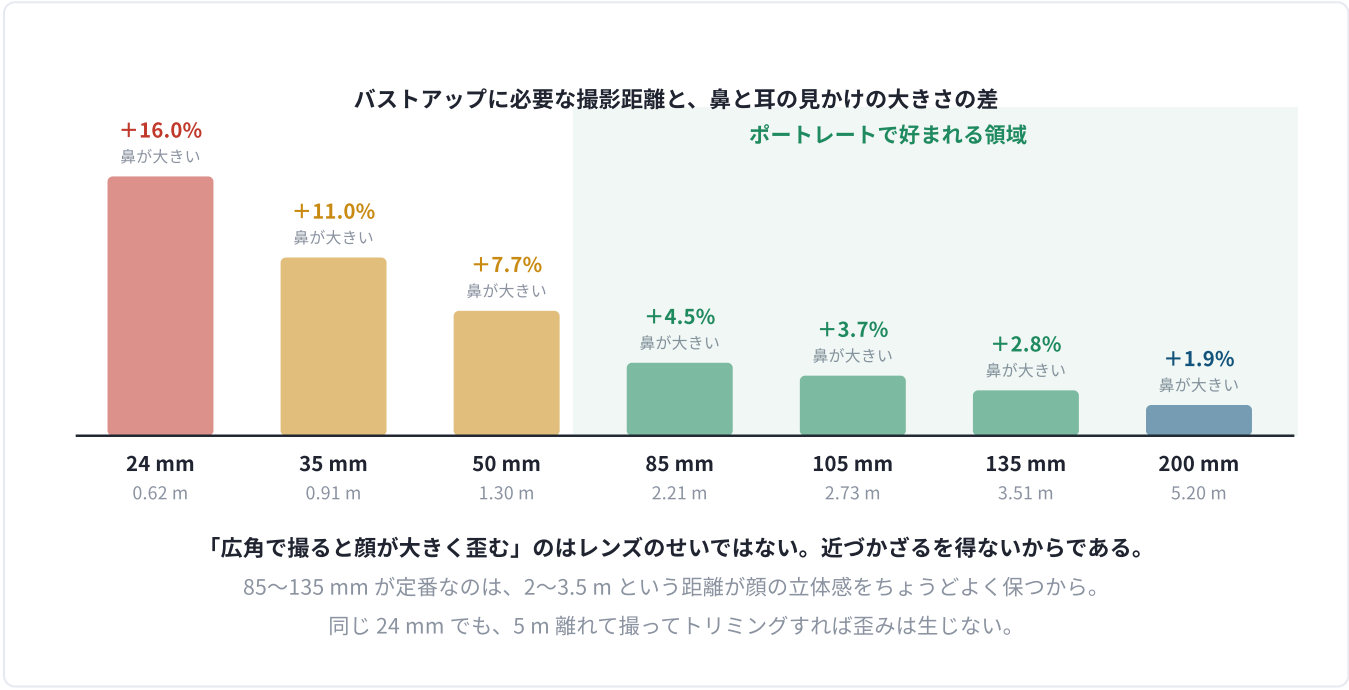


図 4-4｜バストアップに必要な撮影距離と、顔の立体感。24 mm では 62 cm まで寄る必要があり、鼻は耳より 16% 大きく写る。85 mm なら 2.2 m 離れられるので、差は 4.5% に収まる。**歪ませているのはレンズではなく、近づかざるを得ないという条件である。**

焦点距離	バストアップに必要な距離	全身に必要な距離	鼻と耳の大きさの差
24 mm	0.62 m	1.16 m	＋16.0 %
35 mm	0.91 m	1.69 m	＋11.0 %
50 mm	1.30 m	2.41 m	＋7.7 %
85 mm	**2.21 m**	**4.10 m**	**＋4.5 %**
105 mm	2.73 m	5.05 m	＋3.7 %
135 mm	3.51 m	6.51 m	＋2.8 %
200 mm	5.20 m	9.64 m	＋1.9 %

85〜135 mm が定番になっているのは、**2〜3.5 m という距離がちょうどいいから**です。顔の立体感は自然に保たれ、しかも相手と会話できる距離でもある。200 mm まで行くと歪みはさらに減りますが、5 m 離れると声が届きにくく、ポートレートとしては別の難しさが出てきます。

> **［発展］「広角ポートレート」は成立するか**
>
> もちろん成立します。ただし条件があります。**24 mm でも 5 m 離れて撮り、あとからトリミングすれば、85 mm と同じ顔の写り方になります**。歪みは焦点距離ではなく距離の関数だからです。
>
> 逆に、広角で近づいたときの誇張を**意図的に使う**のも一つの表現です。差し出した手を大きく、環境を広く入れて人物を場所ごと語る ―― これは 85 mm では絶対にできないことです。
>
> 大切なのは、「広角は歪むから駄目」でも「望遠が正解」でもなく、**その距離に立ったときに相手がどう写るかを知ったうえで選ぶ**ことです。

4-5　ボケの大きさを決めるのは「実口径」である

もう一つ、焦点距離をめぐる誤解を解いておきます。「望遠のほうがボケる」という話です。

第 2 章 2-6 で見たとおり、被写界深度は焦点距離の 2 乗で効きます。しかしそれは**撮影距離を固定したとき**の話でした。実際のポートレートでは、フレーミングを固定します。すると距離が変わるので、話が変わってきます。

フレーミングを揃えた場合、背景ボケの直径は次のように近似できます。

$$背景ボケの直径 \fallingdotseq 実口径\ D \times 撮影倍率\ m \times \Delta \div (s + \Delta)$$

D ＝ 焦点距離 ÷ F値（レンズが実際に開いている口径）　s ＝ 撮影距離　Δ ＝ 被写体から背景までの距離

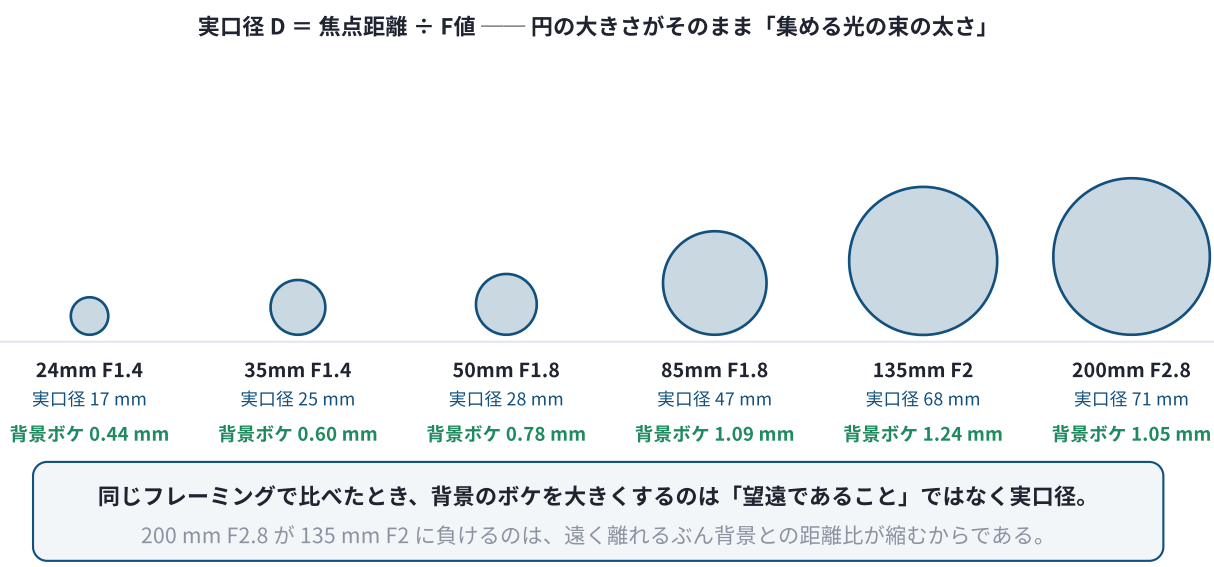


図 4-5｜ボケを決めているのは実口径。円の大きさが実口径（焦点距離 ÷ F値）。同じバストアップ・背景 3 m 後方という条件で計算すると、135 mm F2 が最大になる。200 mm F2.8 が負けるのは、遠く離れるぶん背景との距離比が縮むためである。

この表が示すのは、**「望遠だからボケる」のではなく「実口径が大きいからボケる」**ということです。85 mm F1.8（実口径 47 mm）は 50 mm F1.8（28 mm）より確かによくボケますが、それは焦点距離が長いからではなく、同じ F 値なら長い焦点距離のほうが口径が大きくなるからです。24 mm F1.4 の実口径はわずか 17 mm —— これでは大きなボケは望めません。

4-6　標準レンズとは何か

「50 mm は標準レンズ」と言われます。何が標準なのでしょうか。

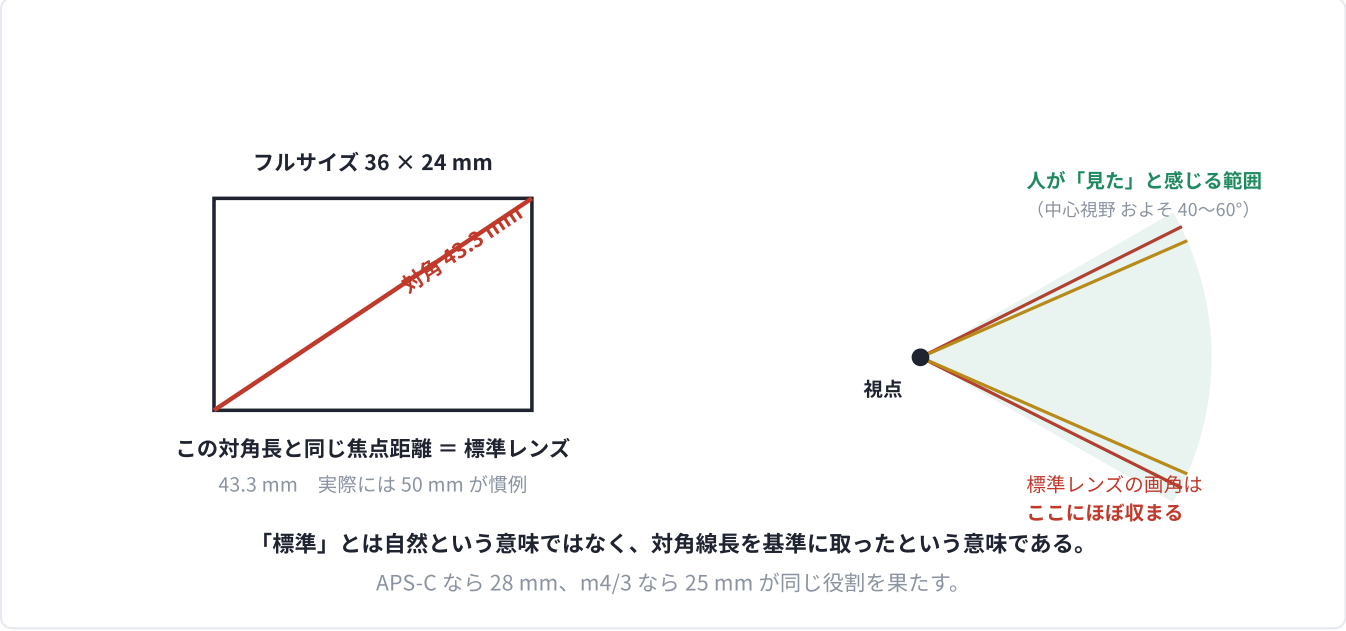


図 4-6｜標準レンズの定義。センサーの対角線長と同じ焦点距離を標準と呼ぶ。フルサイズなら 43.3 mm で、対角画角は 53°。これは人間が明瞭に見ている中心視野（およそ 40〜60°）とほぼ一致する。

定義は明快で、**センサーの対角線長と等しい焦点距離**が標準レンズです。フルサイズなら 43.3 mm。実際には 50 mm が慣例的に標準として流通していますが、これは製造上の都合と歴史的経緯によるもので、厳密には 43 mm がその位置にあります。

この画角がなぜ「標準」なのかというと、**人間が意識して見ている範囲とほぼ同じだから**です。人間の視野は片目でも 150° 以上ありますが、形や色をはっきり認識できる中心部分は 40〜60° 程度。標準レンズの絵が「見たままに近い」と感じられるのは、この一致によります。

ただし注意すべきは、**「標準＝自然」ではない**ということです。標準レンズは**基準**であって、正解ではありません。APS-C なら 28 mm、マイクロフォーサーズなら 25 mm が同じ役割を果たします（第 2 章 2-7 の換算係数がここでも効きます）。

4-7　レンズを選ぶとは、立ち位置を選ぶことである

ここまでを実践の順序にまとめます。

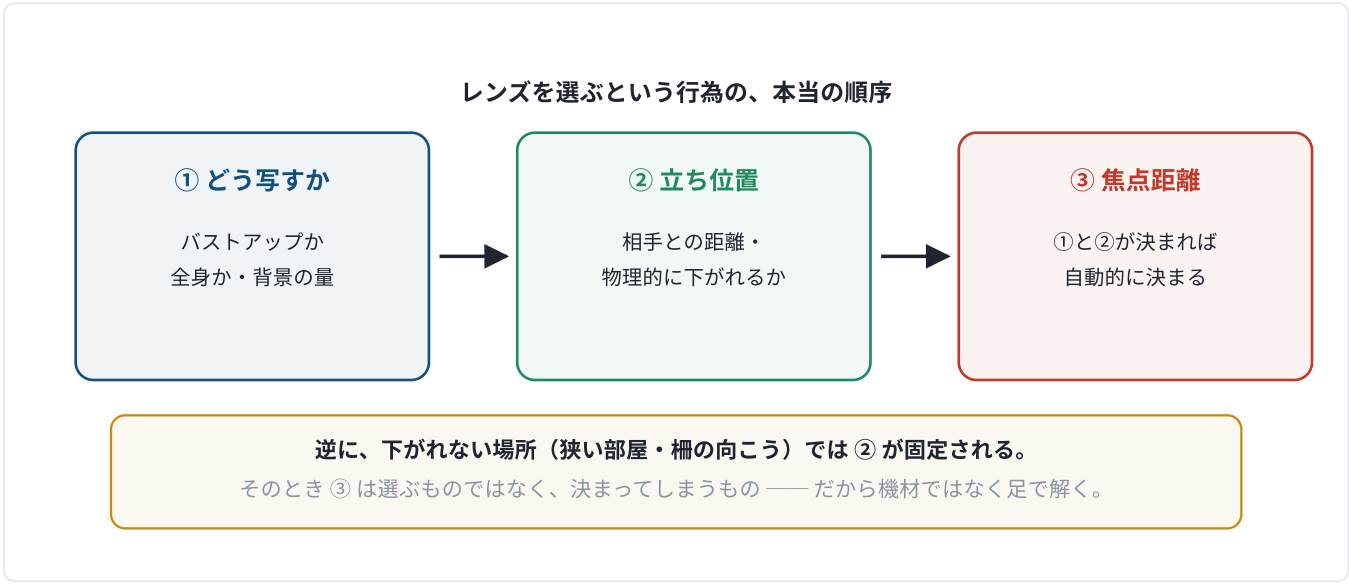


図 4-7｜レンズ選びの本当の順序。先に決まるのは「どう写すか」と「どこに立つか」であり、焦点距離はその結果として決まる。順序を逆にすると、レンズが撮影者の立ち位置を支配することになる。

この順序が特に効くのは、**距離が動かせない場面**です。狭い会議室での集合写真、柵の外からの舞台撮影、混雑した式場。こういう現場では ② が固定されるので、③ は選ぶものではなく**決まってしまうもの**になります。そのとき必要なのは機材のカタログではなく、その場所で何 mm が要るかを即座に見積もる力です。



図 4-8｜焦点距離帯の性格。焦点距離は「遠くを写す度合い」ではなく、被写体との距離の取り方の表明である。どれくらい近づくことを自分に許すか —— レンズ選びはその宣言に近い。

4-8 「広角の歪み」と呼ばれる三つの別物

最後に、混同されがちな三つの現象を切り分けます。**この三つは原因も対処もまったく違います。**

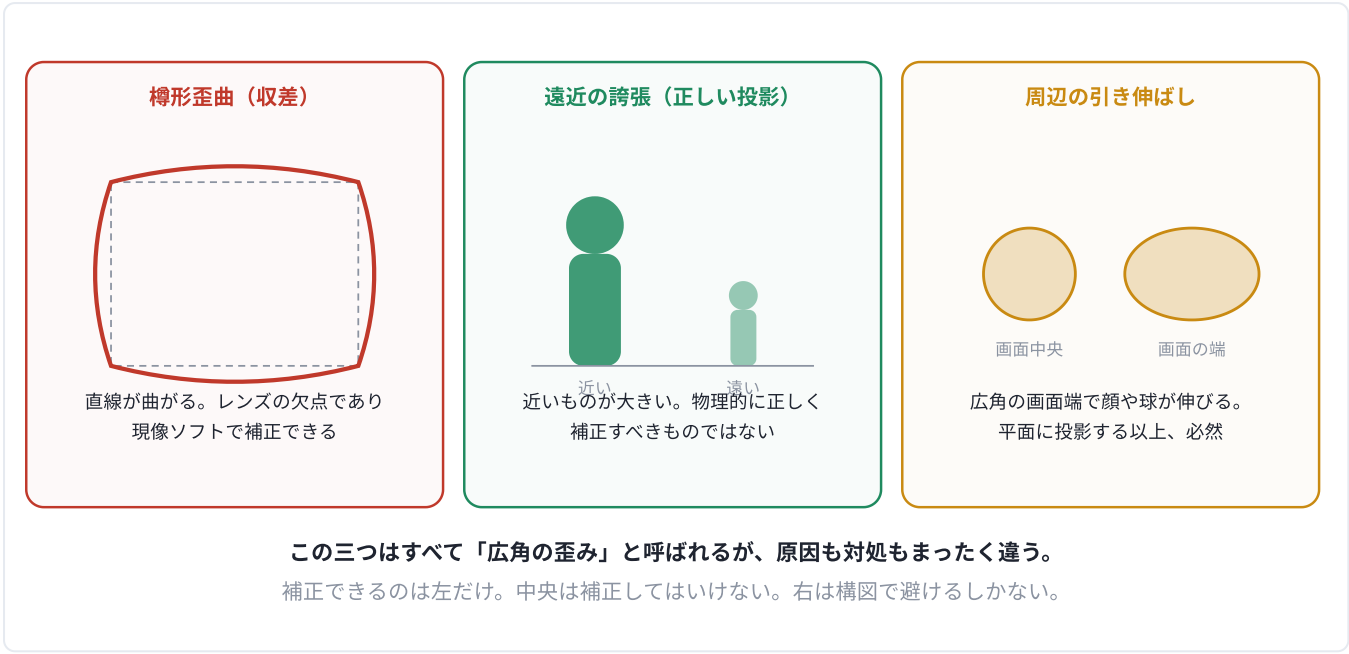


図 4-9｜「広角の歪み」と呼ばれる三つの現象。補正できるのは樽形歪曲だけ。遠近の誇張は物理的に正しい投影であり、補正してはいけない。周辺の引き伸ばしは平面投影の必然であり、構図で避けるしかない。

- **樽形歪曲・糸巻き形歪曲**。第 1 章 1-5 で扱った収差です。直線が曲がる。これはレンズの不完全さなので、現像ソフトのレンズプロファイルで補正できます。
- **遠近の誇張**。近いものが大きく写る。これは**物理的に正しい**投影であり、補正すべきものではありません。直したければレンズではなく立ち位置を変えます。
- **周辺の引き伸ばし**。広角の画面端で、顔や球体が横に伸びる現象です。立体を平面に投影する以上、画面の端では引き伸ばされるのが幾何学的必然で、レンズの欠陥ではありません。**対処は構図 —— 人の顔を画面の端に置かない**、これに尽きます。

［発展］建築写真とあおり

ビルを見上げて撮ると、上に向かって窄まって写ります。これも遠近の誇張であり、レンズのせいではありません（カメラを上に向けたので、建物の上部のほうが遠いだけです）。

解決策は二つ。①**センサー面を建物と平行に保ったまま、レンズだけを上にずらす**（シフトレンズ／アオリ）。②水平に構えて撮り、あとから下半分をトリミングする。後者は画素を捨てますが、原理は同じです。

ここでも要点は変わりません —— **写り方を決めているのはレンズではなく、カメラをどう置いたかである。**

この章のまとめ

① 焦点距離が直接決めているのは**画角（切り取る範囲）だけ**である。
② 遠近感を決めているのは**撮影距離だけ**。背景の見かけの大きさ ＝ s ÷（s＋Δ）。
③ 「圧縮効果」とは、**遠くから撮ると前後が詰まって見える**という距離の現象である。
④ 「パースの誇張」とは、**近づくと前後が離れて見える**という同じ現象の裏返しである。
⑤ ポートレートで 85〜135 mm が定番なのは、**2〜3.5 m という距離**が顔の立体感を保つから。
⑥ ボケの大きさを決めるのは焦点距離ではなく**実口径 D ＝ f ÷ F値**。
⑦ 標準レンズとは**センサー対角線長と等しい焦点距離**のこと。フルサイズで 43.3 mm。
⑧ 「広角の歪み」には三種類あり、**補正できるのは樽形歪曲だけ**。
⑨ したがって —— **レンズを選ぶとは、被写体との距離を選ぶことである。**

演習問題

問 1　「望遠レンズを使うと背景が圧縮される」という説明のどこが不正確でしょうか。正確な言い方に直してください。

解答例｜圧縮を起こしているのはレンズではなく**撮影距離**です。背景の見かけの大きさは s÷(s＋Δ) で決まり、この式に焦点距離は現れません。正確には「**遠くから撮ると前後が圧縮される。望遠レンズは、遠くから撮っても被写体を大きく写せる道具である**」となります。証拠として、同じ位置から広角で撮ってトリミングすれば、望遠で撮った絵と遠近感は完全に一致します。

問 2　狭い室内で、24 mm しか持っていない状態でポートレートを撮ることになりました。顔の歪みを避けるにはどうすればよいでしょうか。

解答例｜歪みは焦点距離ではなく距離の関数なので、**可能なかぎり離れて撮り、あとからトリミングする**のが正解です。2 m 離れて撮れば、鼻と耳の差は 5% 程度に収まり、85 mm で撮ったのと同じ顔の写り方になります（画素は失いますが、歪みは生じません）。逆に、顔を画面の**端に置かない**ことも重要です —— 周辺の引き伸ばしは距離では解決できないためです。

問 3　85 mm F1.8 と 50 mm F1.4 で、同じバストアップの構図を撮ります。背景がよりボケるのはどちらでしょうか。実口径から考えてください。

解答例｜実口径は 85÷1.8 ＝ **47.2 mm**、50÷1.4 ＝ **35.7 mm**。85 mm F1.8 のほうが実口径が大きく、しかも遠くから撮るぶん背景との距離比も有利なので、**85 mm F1.8 のほうがよくボケます**。「F値が小さいほうがボケる」は同じ焦点距離での比較でのみ成り立ち、焦点距離をまたぐ比較では実口径で考える必要があります。

問 4　全身のポートレートを 135 mm で撮りたい。必要な距離はどれくらいでしょうか。またそれが確保できない室内では、どの焦点距離を選ぶべきでしょうか。

解答例｜身長 1.7 m を縦位置いっぱいに写すには、135 mm で **約 6.5 m** 必要です。一般的な室内では確保できません。表から逆算すると、4 m なら 85 mm、2.4 m なら 50 mm、1.7 m なら 35 mm。**部屋の広さが焦点距離を決めてしまう**という典型例です。撮影前に部屋の寸法を測り、必要な焦点距離を先に割り出しておくのが実務的です。

問 5　「標準レンズは人間の見た目に近い」と言われます。これは何を根拠にした言い方でしょうか。また、この言い方の限界はどこにあるでしょうか。

解答例｜根拠は**画角の一致**です。標準レンズ（対角線長＝焦点距離）の対角画角は約 53° で、人間が形や色を明瞭に認識できる中心視野（40〜60°）とほぼ重なります。限界は、人間の視覚が両眼視・眼球運動・注意によって成り立っており、**一枚の平面像とはそもそも性質が違う**点です。また被写界深度・ボケ・階調の見え方も人間の視覚とは異なります。「標準」は**基準**という意味であって、自然や正解という意味ではありません。

問 6　次章（第 5 章）への橋渡しとして考えてみてください。逆光の人物を撮ったところ、顔が真っ黒になりました。第 3 章で学んだ露出補正だけで解決できるでしょうか。できないとすれば、何が足りないのでしょうか。

解答例｜露出補正で顔を明るくすることはできますが、そのぶん背景の空は白く飛びます。つまり「**どちらを取るか」の判断が必要**であり、補正量を決めるには「いま画面のどこを測っているのか」を知らなければなりません。ここで必要になるのが**測光方式の選択**（評価測光・中央重点・スポット）です。第 5 章では、カメラが何をどう測っているかを分解し、露出を「補正する」から「自分で決める」へ進みます。

次章予告 —— 第 5 章「測光の仕組みと露出の決め方」

第 3 章で、露出計は画面の平均を 18% グレーにするだけだと見ました。では「画面の平均」とは、どこをどう測った平均なのか。評価測光・中央重点測光・スポット測光は何が違い、いつどれを使うのか。そして反射光式と入射光式という、まったく別の測り方があること —— 第 5 章では、露出を**カメラに合わせてもらう**段階から、**自分で決める**段階へ進みます。

奥付

写真を「わかって」撮るための教科書
第 4 章　焦点距離・画角・遠近感 ―― 「圧縮効果」の正体と、立ち位置という選択

制作　マツバラミチヒサ
写真の学校 教科書プロジェクト
2026 年 8 月　初版

撮影距離・見かけの大きさ比・実口径・背景ボケ直径の数値は、結像公式と相似関係にもとづき算出しています。顔の立体感は鼻から耳までの奥行きを 10 cm、バストアップを縦 0.6 m として計算しました。図版はすべて本書のために作図したものです。

写真の学校 ／ TEXTBOOK

写真を「わかって」撮るための教科書

撮影の基本と、その意味。
そして実用的カラーマネージメントまで。

第 5 章

測光の仕組みと露出の決め方

—— カメラに合わせてもらうのをやめる

制作　マツバラミチヒサ

写真の学校 教科書プロジェクト ／ 2026

CHAPTER 05

測光の仕組みと露出の決め方

第 3 章の終わりで、露出計は「画面の平均を 18% グレーにする」だけの機械だと述べました。この章はその続きです。

では **「画面の平均」とはどこを測った平均なのか**。評価測光と中央重点測光とスポット測光は、いったい何が違うのか。そして、まったく別の測り方 —— 入射光式 —— があるのはなぜか。

ここを理解すると、露出補正が「勘で足したり引いたりするもの」から、**被写体の明るさを自分で指定する操作**へと変わります。カメラに露出を合わせてもらう段階から、自分で決める段階へ。この章はその移行点です。

この章で身につくこと

- ☐ 反射光式と入射光式の違いと、それぞれの限界を説明できる
- ☐ 四つの測光モードが「どこを測っているか」を図で説明できる
- ☐ ゾーンシステムの考え方で、露出補正の量を計算で出せる
- ☐ 逆光・スポットライト・雪・夜景の処方を、暗記でなく導出できる
- ☐ AEロックを使ったスポット測光の手順を実行できる
- ☐ ストロボの露出が距離と F 値だけで決まることを理解している
- ☐ 日中シンクロで二つの露出を別々に操作できる

5-1　カメラは「返ってきた光」しか測れない

カメラの内蔵露出計は、レンズを通ってきた光を測っています。当たり前のようですが、これは決定的な制約です。**レンズを通ってくるのは、被写体が反射した光だけ**だからです。

いま、光量が同じ二つの被写体 —— 白い紙と黒い紙 —— があるとします。当たっている光は同じでも、返ってくる光は白のほうが 20 倍以上多い。カメラにはこの二つを区別する手段がありません。**「たくさん返ってきた」のが「明るい光が当たっている」からなのか「白い被写体だから」なのか、原理的に判別できない**のです。

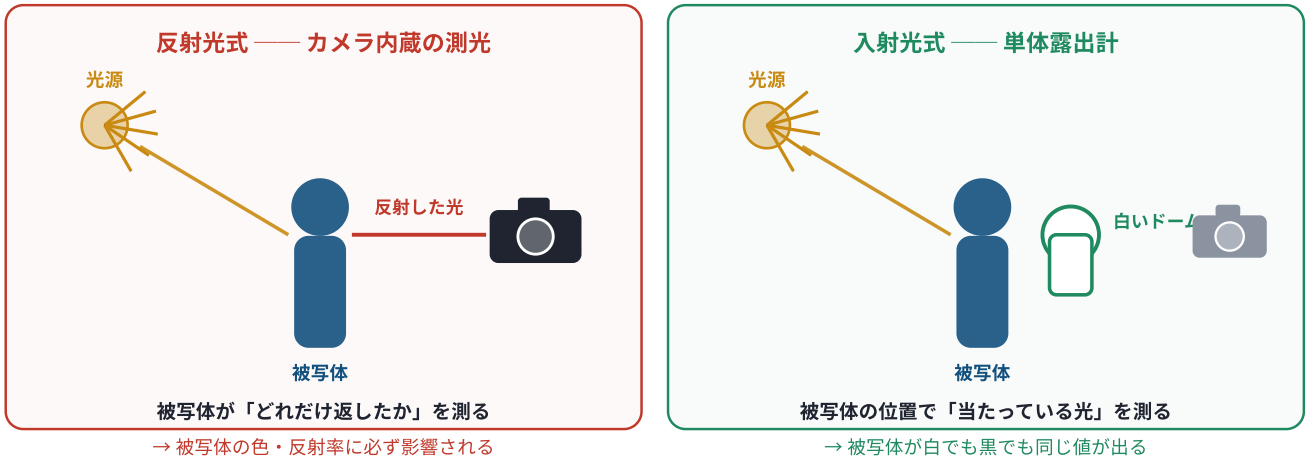


図 5-1｜反射光式と入射光式。カメラは反射光式しか持てない —— レンズを通った光しか見られないからである。入射光式の単体露出計は、被写体の位置で「当たっている光」を直接測るので、被写体が白でも黒でも同じ値を返す。

二つの測り方

反射光式（カメラ内蔵）
被写体が返した光を測る。手軽で、どんな状況でも使える。ただし**被写体の反射率に必ず影響される**。

入射光式（単体露出計）
被写体の位置に立ち、白いドームで光源からの光を直接測る。**被写体が何色でも正しい値が出る**。ただし被写体の位置まで行けなければ使えない（遠景・望遠には向かない）。

スタジオでストロボを使うとき単体露出計が手放せないのは、この確実さのためです。逆に風景やスナップでは反射光式が現実的で、**そのぶん撮影者が反射率を読む必要があります。**

5-2　反射率を読むという技術

反射光式を使いこなすとは、要するに**「この被写体は 18% より明るいか暗いか」を判断すること**です。判断の材料になる代表的な反射率を頭に入れておきます。

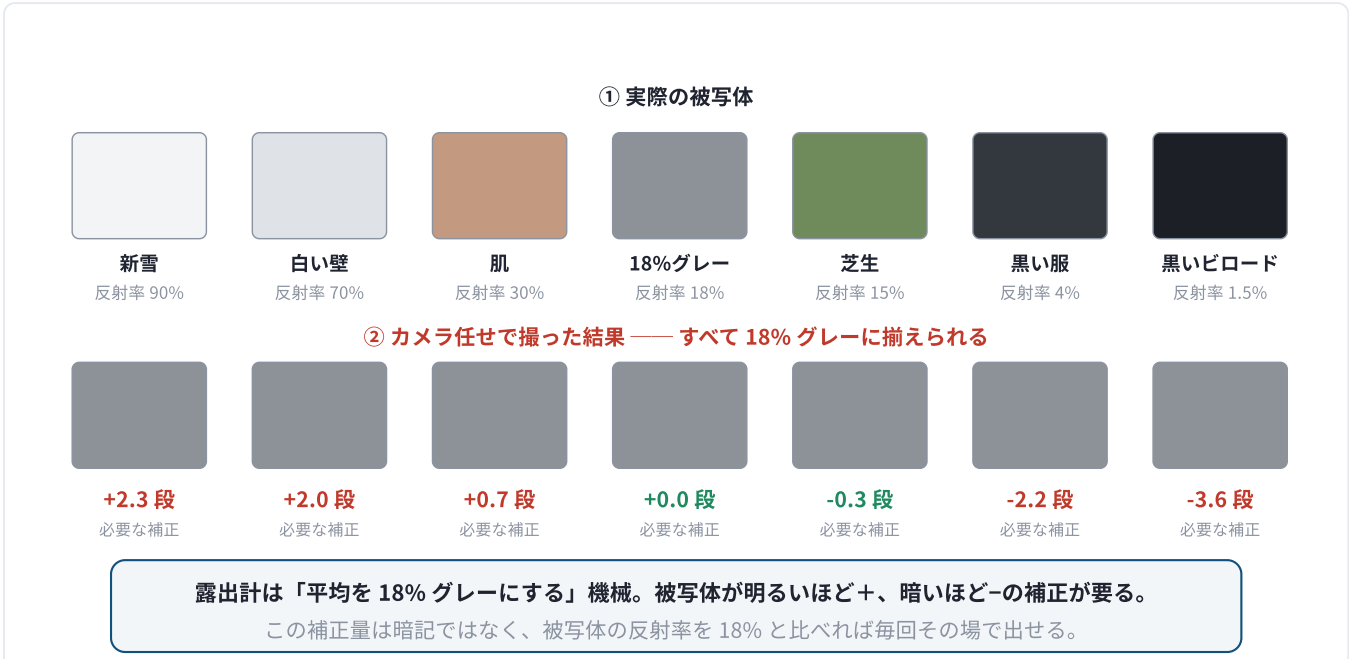


図 5-2｜被写体の反射率と、必要な補正量。カメラ任せで撮ると、どんな被写体も 18% グレーに揃えられてしまう。必要な補正量は、その被写体の反射率が 18% の何倍かを段で表したものにすぎない。

被写体	反射率	必要な補正	被写体	反射率	必要な補正
新雪	90 %	＋2.3 段	緑の芝生	15 %	−0.3 段
白い紙	85 %	＋2.2 段	赤レンガ	13 %	−0.5 段
白い壁	70 %	＋2.0 段	濃紺のスーツ	7 %	−1.4 段
日本人の肌	30 %	＋0.7 段	黒い服	4 %	−2.2 段
18% グレーカード	**18 %**	**±0 段**	**黒いビロード**	**1.5 %**	**−3.6 段**

［発展］手のひらは携帯用グレーカードになる

手のひらの反射率はおよそ 35%。18% グレーより約 **1 段明るい**ので、**手のひらにスポット測光して ＋1 段補正**すれば、グレーカードで測ったのとほぼ同じ値が得られます。

グレーカードを持ち歩かなくても、光の下に手をかざすだけで基準が作れる —— フィルム時代からの実用技です。ただし日焼けや個人差があるので、一度グレーカードと比べて自分の手の補正量を確かめておくと確実です。

5-3　測光モード ―― 「どこを 18% にするか」の指定

測光モードは、難しそうな名前がついていますが、やっていることは一つです。**画面のどの範囲を測って、その平均を 18% グレーに置くか**。それだけです。

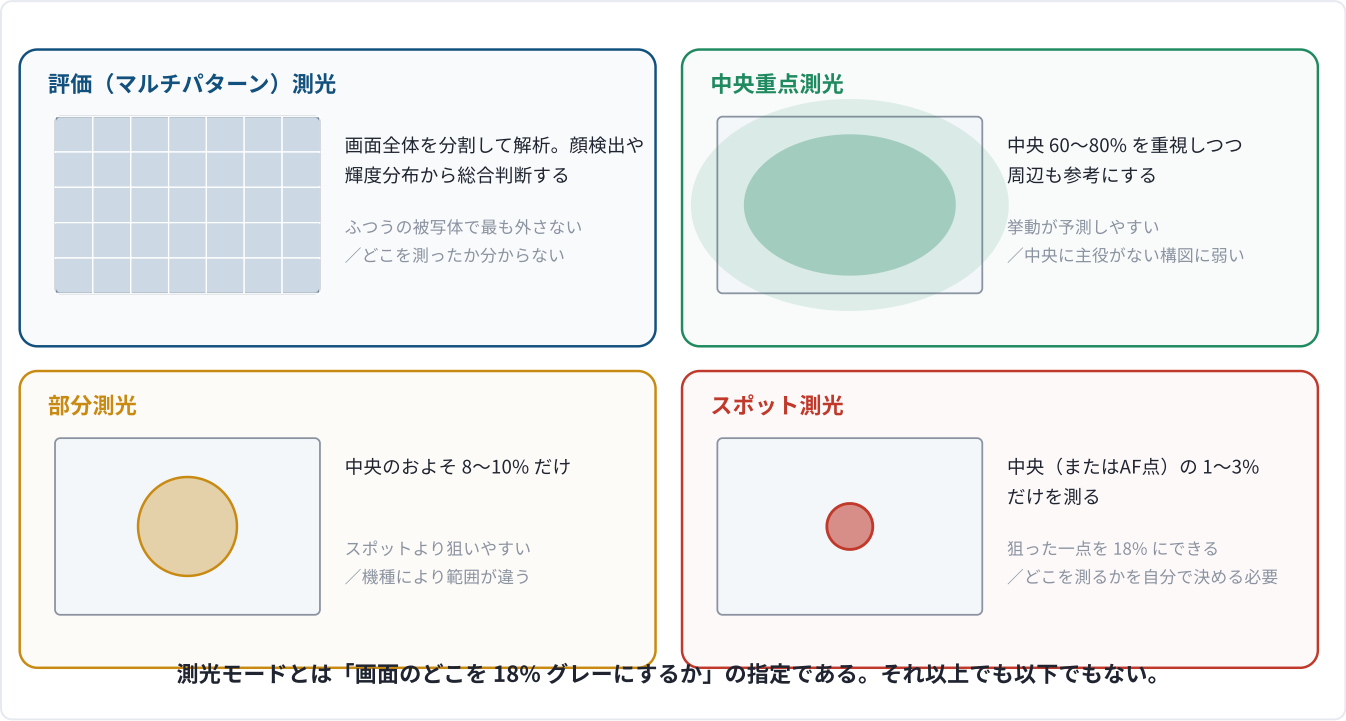


図 5-3｜四つの測光モードの測光範囲。評価測光は分割して総合判断、中央重点は中央を重視、部分測光は中央の一部、スポットは 1〜3% だけ。範囲が狭いほど**撮影者が「どこを測るか」を決める責任**が重くなる。

評価（マルチパターン）測光。画面を数十〜数千に分割し、輝度分布・被写体位置・顔検出などから総合的に判断します。普通の被写体では最も外しません。弱点は**ブラックボックスであること** ―― 何をどう判断したのかが分からないので、外れたときに「なぜ外れたか」を推論できません。

中央重点測光。中央 60〜80% を重視しつつ周辺も参考にする、古典的な方式です。挙動が単純なので**予測しやすい**のが利点。主役が中央にある構図では今でも堅実です。

部分測光・スポット測光。画面の一部だけを測ります。スポットは 1〜3%。これは「カメラに判断させない」モードであり、**撮影者が判断する**ためのモードです。次節がその使い方です。

5-4　スポット測光と「ゾーンに置く」という発想

スポット測光の値は、そのままでは使えません。カメラは測った一点を 18% グレーにしようとするからです。白い壁を測れば壁が灰色になり、黒い服を測れば服が灰色になる。

そこで必要になるのが、「**測った場所を、最終的にどの明るさに置きたいか**」という発想です。これを体系化したのが、アンセル・アダムスらによる**ゾーンシステム**です。

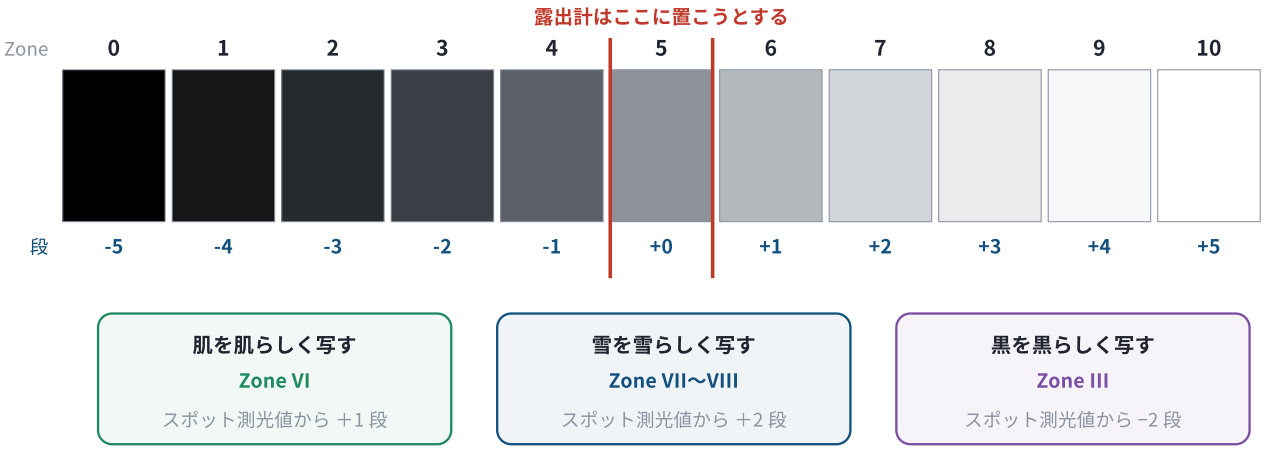


図 5-4｜ゾーンシステム。真っ黒（Zone 0）から真っ白（Zone X）までを 1 段刻みで 11 段階に分け、Zone V を 18% グレーとする。露出計はつねに Zone V に置こうとするので、**それ以外に置きたければ、その差だけ補正する**。

Zone	補正量	反射率	そこに置くべき被写体
II	−3 段	2.2 %	かろうじて質感の出る暗部
III	−2 段	4.5 %	ディテールを残したい暗部・黒い服
IV	−1 段	9 %	日陰の緑・暗い肌・濃い色の服
V	**±0 段**	**18 %**	**中庸グレー（露出計の基準）**
VI	＋1 段	36 %	明るい肌・晴天の青空
VII	＋2 段	72 %	白い服・雪の影の部分
VIII	＋3 段	質感の限界	日向の新雪・白飛び寸前の白

スポット測光の使い方（三行でまとめると）

① **測る** —— 画面のなかで「明るさを保証したい一点」にスポットを当てる
② **置く** —— その一点を Zone いくつにしたいかを決め、その差を露出補正する
③ **固定** —— AEロックしてから構図を作り直す

たとえば人物の頬にスポットを当てて ＋1 段（Zone VI）。雪面にスポットを当てて ＋2 段（Zone VII）。黒い革靴にスポットを当てて −2 段（Zone III）。**どれも「その被写体を、その被写体らしい明るさに置く」という同じ操作です。**

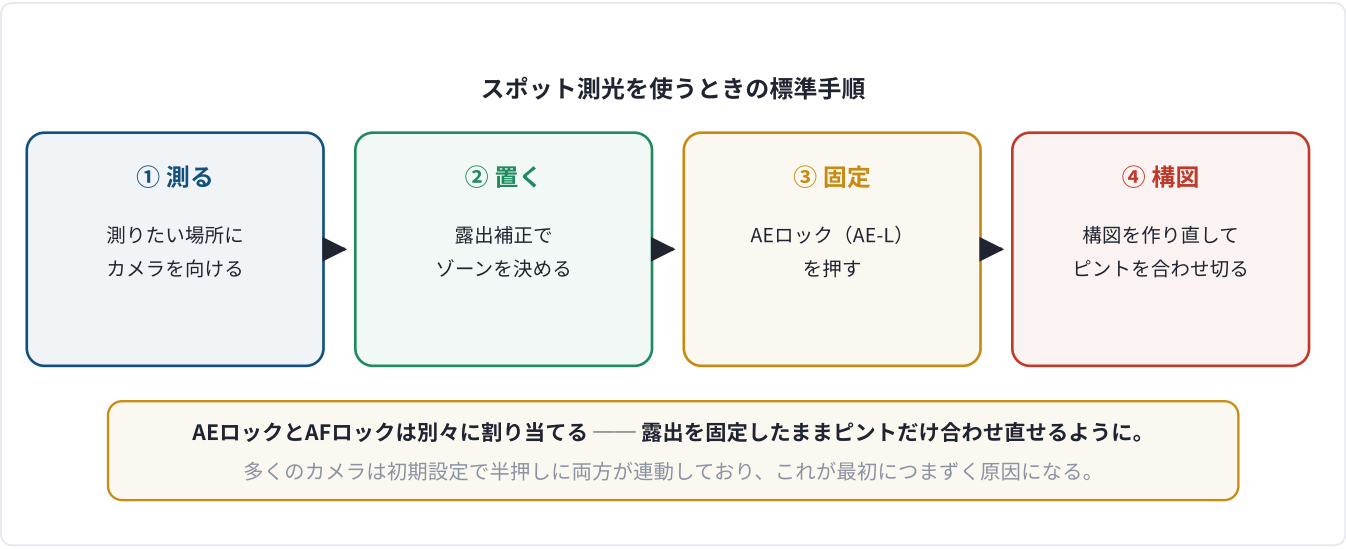


図 5-5｜スポット測光の標準手順。AEロックとAFロックは別々のボタンに割り当てておくこと。多くのカメラは初期設定で半押しに両方が連動しており、これが最初につまずく原因になる。

5-5　典型的な失敗と、その処方

ここまでの理解があれば、よくある失敗はすべて**導出できます**。暗記する必要はありません。

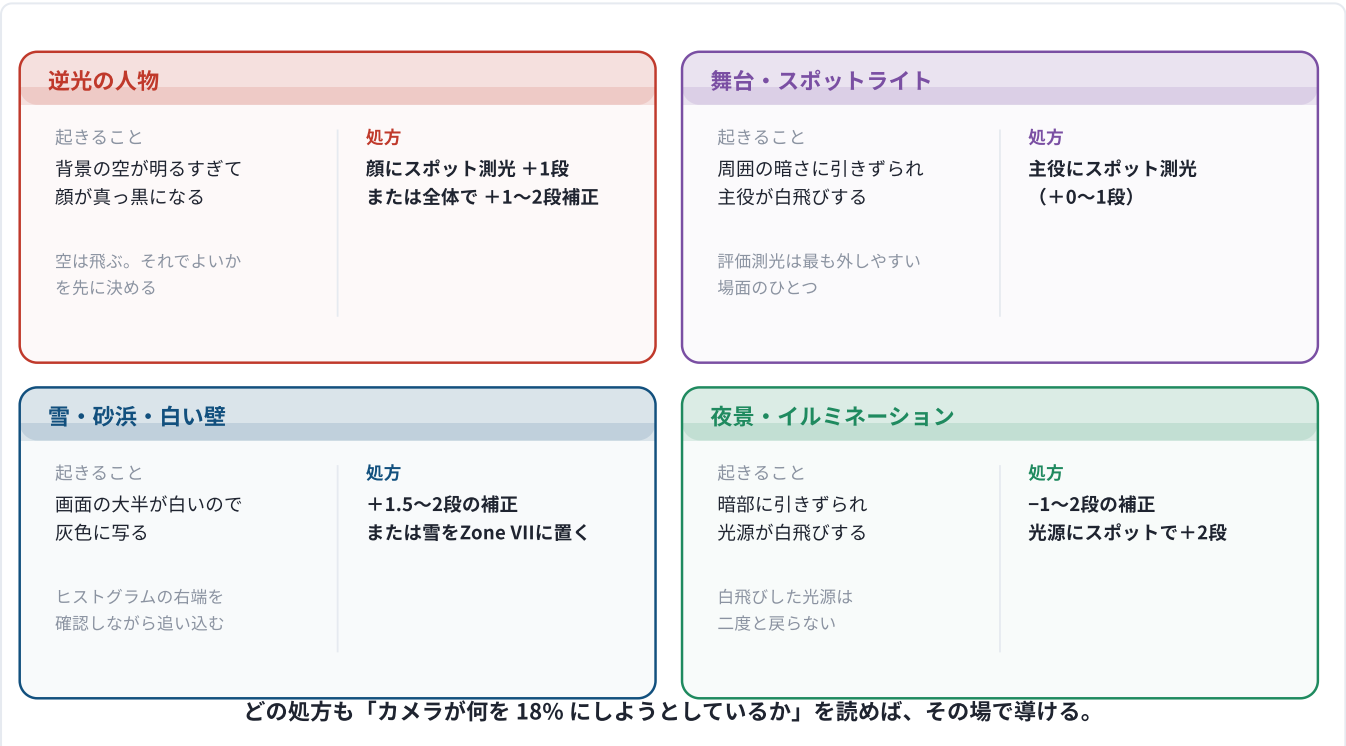


図 5-6｜四つの典型シーンと処方。どの処方も「カメラがいま画面の何を 18% にしようとしているか」を読めば、その場で導ける。

逆光の人物。画面の大半を占める明るい背景に引きずられ、カメラは露出を切り詰めます。結果、顔が黒く沈む。処方は顔にスポット測光して ＋1 段、または評価測光のまま ＋1〜2 段の補正。ただし**そのぶん背景の空**

は飛びます。この章で決められるのはここまでで、「空も顔も両方守れるのか」という問いは第 6 章のダイナミックレンジの話になります。

舞台・スポットライト。逆のパターンです。画面の大半が暗いのでカメラは露出を増やし、主役が白飛びする。評価測光が最も外しやすい場面のひとつで、**スポット測光の出番**です。主役の衣装にスポットを当て、白い衣装なら ＋2 段、肌なら ＋1 段。

雪・砂浜。第 3 章 3-8 で見たとおり ＋1.5〜2 段。ここでゾーンの考え方が効きます —— 日向の新雪は Zone VII〜VIII に置きたいので、雪にスポットを当てて ＋2〜2.5 段、というのが厳密な出し方です。

夜景。暗部が広いので露出計は明るくしようとし、街灯やイルミネーションが白飛びします。**白飛びした光源は現像で戻せません**。全体で −1〜2 段補正するか、光源にスポットを当てて ＋2 段（Zone VII に置く）。

5-6　露出補正とAEロックの実務

三つ、つまずきやすい点を挙げておきます。

① マニュアルモードでは露出補正が効かない（ことが多い）

M モードは絞りもシャッター速度も撮影者が決めるので、補正すべき対象がありません。ただし**M ＋ オート ISO** の組み合わせでは、ISO が自動なので補正が効きます。この組み合わせは「絞りと時間を固定したまま明るさだけ指定する」という強力な使い方で、動きものやドキュメントで重宝します。

② 露出補正は電源を切っても残る

前の撮影で ＋2 段にしたまま次の現場に入り、全部オーバーになる —— 定番の事故です。**撮影を始める前に補正がゼロかを確認する**のを習慣にしてください。

③ 露出計の値は「今の測光モードでの値」でしかない

モードを切り替えれば値は変わります。「露出計が ±0 を示している」ことに意味があるのではなく、**どの範囲を測ったうえでの ±0 なのか**に意味があります。

5-7　ストロボの露出は、まったく別の理屈で動く

最後にストロボです。ここには第 3 章で学んだ露出の三角形が、そのままの形では通用しない部分があります。

ストロボ露出の三つの特徴

① **シャッター速度は関係しない**。発光時間は 1/1000 秒以下なので、シャッターが 1/200 でも 1/60 でも、ストロボ光の量は変わりません。
② **距離が効く**。光量は距離の 2 乗に反比例します（逆二乗の法則）。1 m で F16 なら、2 m では F8。
③ **絞りと ISO は効く**。ここは定常光と同じです。

ガイドナンバー GN ＝ 被写体までの距離（m）× F値

ISO 100 基準。ISO を 4 倍にすると GN は 2 倍になる



ストロボの露出は「距離とF値」だけで決まる ―― シャッター速度は関係しない。

ISO を 4 倍にすれば GN は 2 倍に。灰色の値は現実的でない絞りを示す。

図 5-7｜ガイドナンバーの早見表。ストロボの露出は距離と F 値だけで決まる。灰色の値は現実的でない絞りを示す。GN36 のストロボで 5 m 先を撮るなら F7.2 ―― つまり F8 まで絞れる、という読み方をする。

日中シンクロ ―― 一枚のなかに二つの露出がある

日中の屋外でストロボを使うとき、写真のなかでは**二つの露出が同時に成立しています**。背景（定常光）の露出と、被写体（ストロボ光）の露出です。

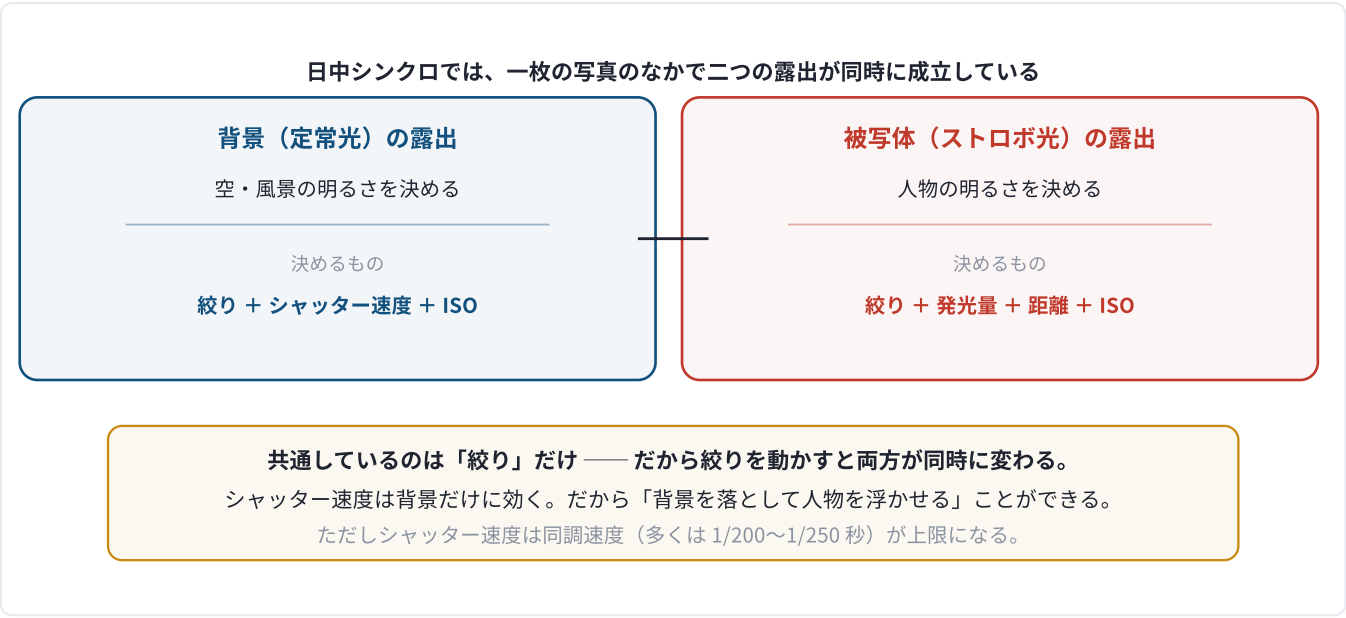


図 5-8｜日中シンクロの構造。二つの露出に共通しているのは絞りだけ。シャッター速度は背景だけに効くので、**背景を落として人物を浮かせる**という操作ができる。ただし同調速度（多くは 1/200〜1/250 秒）が上限になる。

この構造が分かると、日中シンクロは急に扱いやすくなります。**背景を 1 段落としたければシャッターを 1 段速くする**（ストロボ光は変わらないので、人物の明るさはそのまま）。**人物だけを明るくしたければ発光量を上げる**（背景は変わらない）。二つのつまみが独立しているのです。

［発展］ハイスピードシンクロ（FP発光）

同調速度を超える速いシャッターでは、シャッター幕が全開にならずスリット状に走るため、通常発光では画面の一部しか露光されません。これを回避するのが FP 発光で、**スリットが走っている間ずっと発光し続ける**方式です。

代償として実効的な光量が大きく落ちます（1/1000 秒なら 2〜3 段分）。それでも使うのは、**晴天の屋外で F1.4 の浅い深度を保ちたい**ようなときです。背景を明るいまま保ちながら、絞りを開けたい —— 同調速度の制約がなければ普通に撮れるのに、という場面でのみ必要になる機能です。

この章のまとめ

① カメラの露出計は**反射光式**であり、被写体の反射率に必ず影響される。
② **入射光式**は被写体位置で光そのものを測るので、反射率の影響を受けない。
③ 測光モードとは「**画面のどこを 18% グレーにするか**」の指定にすぎない。
④ スポット測光は判断を放棄するモードではなく、**撮影者が判断するためのモード**。
⑤ **ゾーンシステム**＝測った一点をどの明るさに「置く」かを決める技術。補正量はその差。
⑥ 逆光・舞台・雪・夜景の処方は、暗記せずとも**反射率とゾーンから導ける**。
⑦ AEロックとAFロックは**別々のボタン**に割り当てる。
⑧ ストロボの露出には**シャッター速度が効かない**。GN ＝ 距離 × F値。
⑨ 日中シンクロでは背景と被写体の露出を**独立に操作できる**。共通するのは絞りだけ。

演習問題

問 1　黒い車をカメラ任せで撮ったところ、灰色っぽく写りました。なぜでしょうか。また、スポット測光を使って正しく撮るにはどうすればよいでしょうか。

解答例｜黒い車の反射率はおよそ 4〜7%。露出計はこれを 18% に持ち上げようとするので、露出が過剰になり灰色に写ります。処方は**車のボディにスポット測光し、−2 段補正**（Zone III に置く）。これで反射率 4.5% 相当の明るさに落ち、黒が黒として写ります。評価測光のまま −1.5〜2 段補正しても近い結果になります。

問 2　入射光式の露出計は、なぜ被写体が白でも黒でも同じ値を返すのでしょうか。またカメラに入射光式を内蔵できない理由は何でしょうか。

解答例｜入射光式は**被写体に当たっている光そのもの**を測っており、被写体が何を反射するかは測定に関与しないためです。白いドームは、あらゆる方向から来る光を余弦則にしたがって積分するためのものです。カメラに内蔵できないのは、カメラは被写体の位置ではなく**撮影者の位置**にあり、レンズを通った光しか見られないためです。原理上、内蔵できるのは反射光式だけです。

問 3　白い衣装を着た人物が舞台のスポットライトを浴びています。周囲は暗い客席です。どう測って、どう補正すればよいでしょうか。

解答例｜評価測光では暗い客席に引きずられて露出が過剰になり、衣装が白飛びします。処方は**衣装にスポット測光して ＋2 段**（Zone VII に置く）。肌にスポットを当てるなら ＋1 段（Zone VI）。いずれの場合も客席は黒く沈みますが、それは舞台写真として正しい結果です。**白飛びは救えないが、黒つぶれは意図として成立する** —— この非対称性が判断の根拠になります。

問 4　GN36 のストロボで、3 m 先の人物を撮ります。ISO 100 のとき、絞りはいくつになるでしょうか。また ISO 400 にすると絞りはどうなりますか。

解答例｜GN ＝ 距離 × F値 より、F ＝ 36 ÷ 3 ＝ **F12**（実用上は F11）。ISO を 4 倍（100→400）にすると GN は √4 ＝ 2 倍の 72 相当になるので、F ＝ 72 ÷ 3 ＝ **F24**（実用上は F22）。あるいは同じ F11 のまま、距離を 2 倍の 6 m まで離せる、という読み方もできます。**ISO は「届く距離」を伸ばす操作でもある**という点が要点です。

問 5　晴天の屋外で日中シンクロを使い、人物の明るさは変えずに背景の空だけを 1 段暗く落としたい。どうすればよいでしょうか。

解答例｜**シャッター速度を 1 段速くします**（例：1/125 → 1/250）。シャッター速度は定常光（背景）にだけ効き、ストロボ光には効かないため、人物の明るさは変わりません。ただし同調速度（多くは 1/200〜1/250 秒）が上限なので、これ以上落としたい場合は ①ISO を下げて絞りを開け直す ②NDフィルターを使う ③FP発光に切り替える、のいずれかになります。絞りを変えると**両方の露出が同時に変わる**ので、この目的には使えません。

問 6　次章（第 6 章）への橋渡しとして考えてみてください。逆光の人物で「顔にスポット測光して ＋1 段」としたところ、顔は良くなりましたが背景の空が完全に白く飛びました。この写真を「顔も空も両方きれいに」するには、何が足りないのでしょうか。

解答例｜足りないのは**ダイナミックレンジ**です。顔と空の明るさの差が、センサーが一度に記録できる明暗の幅を超えている場合、露出をどこに置いても両方は入りません。必要になるのは、①明暗差そのものを減らす（レフ板・ストロボで顔を起こす）②複数枚を合成する（HDR・露出ブラケット）③RAW で撮ってハイライトとシャドウを別々に持ち上げる、のいずれかです。**「露出を決める」だけでは解決しない問題がある** —— 第 6 章はここから始まります。

次章予告 —— 第 6 章「ヒストグラムとダイナミックレンジ」

露出を決められるようになると、次にぶつかるのは「決めても入りきらない」という壁です。センサーが一度に記録できる明暗の幅には限りがあり、それを超えた部分は白飛び・黒つぶれとして永久に失われます。**ヒストグラムはその状態を可視化する唯一の道具**です。第 6 章では、背面モニタの見た目ではなくヒストグラムで露出を判断する方法と、DRを超える明暗差にどう対処するかを扱います。

奥付

写真を「わかって」撮るための教科書
第 5 章　測光の仕組みと露出の決め方 —— カメラに合わせてもらうのをやめる

制作　マツバラミチヒサ
写真の学校 教科書プロジェクト
2026 年 8 月　初版

反射率の数値は一般的な概算値であり、必要な補正量は 18% を基準とした対数比から算出しています。ゾーンシステムは Zone V ＝ 18% として 1 段刻みで構成しました。ガイドナンバー表は GN ＝ 距離 × F値（ISO 100）から算出しています。図版はすべて本書のために作図したものです。

写真の学校 ／ TEXTBOOK

写真を「わかって」撮るための教科書

撮影の基本と、その意味。
そして実用的カラーマネージメントまで。

第 6 章

ヒストグラムとダイナミックレンジ

―― 入りきらないものを、どう扱うか

制作　マツバラミチヒサ

写真の学校 教科書プロジェクト ／ 2026

CHAPTER 06

ヒストグラムと
ダイナミックレンジ

第 5 章で、露出を自分で決められるようになりました。すると次に、どうにもならない壁にぶつかります —— **決めても入りきらない**という壁です。

逆光の人物で顔を出せば空が飛び、空を守れば顔が沈む。窓のある室内で外の景色を写せば人物が真っ黒になる。これは腕の問題でも露出の問題でもありません。**シーンが持つ明暗差が、センサーが記録できる幅を超えている**という物理的な事実です。

この章では、その「幅」を測る言葉（ダイナミックレンジ）と、いま自分がその幅のどこにいるかを知る唯一の道具（ヒストグラム）を扱います。そして幅を超えてしまったとき、何ができて何ができないのかを整理します。

この章で身につくこと

- ☐ ヒストグラムの軸が何を表しているかを説明できる
- ☐ 「良いヒストグラム」が存在しない理由を説明できる
- ☐ 白飛びと黒つぶれの失われ方が非対称であることを理解している
- ☐ ダイナミックレンジの定義（飽和÷ノイズフロア）を言える
- ☐ シーンのDRとセンサーのDRを比べて、撮る前に判断できる
- ☐ RAWとJPEGでDRの扱いがどう違うかを説明できる
- ☐ DRを超えたときの四つの対処を使い分けられる
- ☐ RGBチャンネルの飽和を見落とさない

6-1　ヒストグラムとは何か

ヒストグラムは、**画面にある画素を明るさ別に数えた棒グラフ**です。それ以上でも以下でもありません。横軸が明るさ（左が黒、右が白）、縦軸がその明るさの画素の数です。

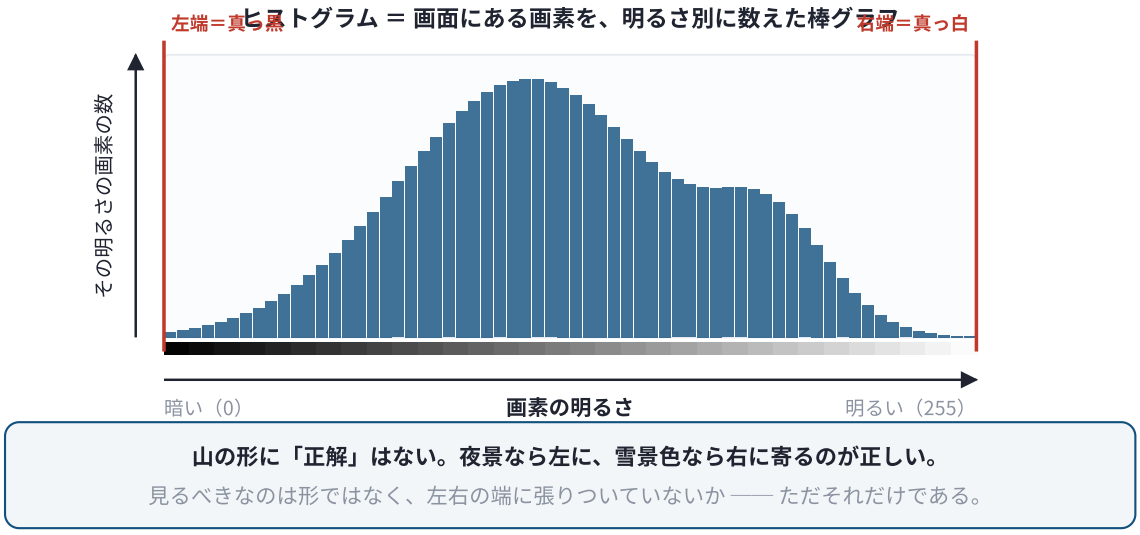


図 6-1｜ヒストグラムの軸。横軸は画素の明るさ、縦軸はその明るさを持つ画素の数。山の形に「正解」はなく、見るべきなのは**左右の端に張りついていないか**という一点だけである。

なぜヒストグラムを見る必要があるのか。理由は単純で、**背面モニタの見た目が信用できない**からです。屋外の直射日光下ではどんな写真も暗く見え、暗い室内ではどんな写真も明るく見える。モニタの輝度設定によっても変わります。**ヒストグラムだけが、実際に記録された数値そのものを示しています。**

> **「理想的なヒストグラム」という迷信**
>
> 山が中央にきれいな釣鐘型で収まっているのが良いヒストグラムだ —— これは誤りです。
>
> 夜景を撮れば山は左に寄るのが正しく、雪景色を撮れば右に寄るのが正しい。霧の朝なら中央に細く集まるのが正しい。**ヒストグラムの形を決めるのは被写体であって、撮影者が形を作りにいくものではありません。**形を整えようとすると、夜景が昼のように明るい写真になります。



図 6-2｜シーン別のヒストグラム。どれも「正しい」形である。問題があるのは右下だけ —— 両端が張りついており、明暗差がセンサーのダイナミックレンジを超えていることを示している。

6-2　白飛びと黒つぶれは、失われ方が違う

ヒストグラムの両端に張りつくことを**クリッピング**と呼びます。そして重要なのは、**右端の張りつきと左端の張りつきは、まったく性質が違う**ということです。

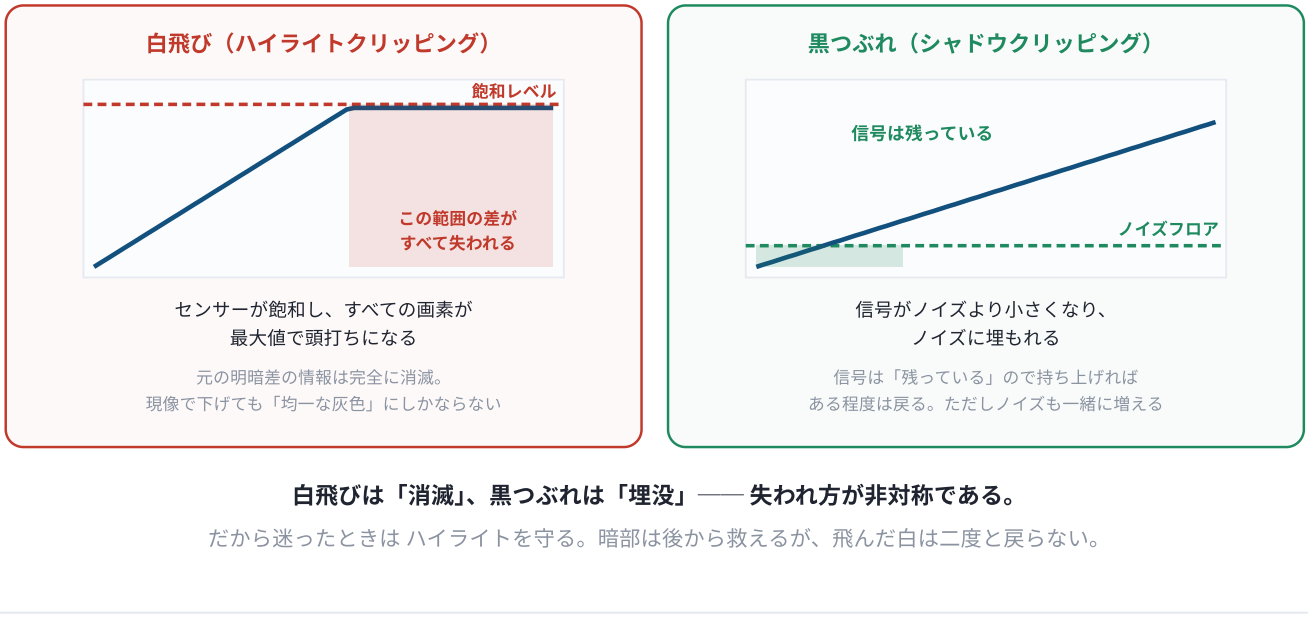


図 6-3｜白飛びと黒つぶれの非対称性。白飛びは飽和による情報の**消滅**。黒つぶれはノイズへの**埋没**。前者は復元不可能、後者は限定的に復元できる。

白飛び。センサーの画素が飽和すると、それ以上の光は記録されません。空の雲の階調も、太陽の周りのグラデーションも、すべて同じ最大値に丸められる。**差が消えてしまう**ので、現像で明るさを下げても「均一な灰色」にしかなりません。

黒つぶれ。信号がノイズより小さくなると見えなくなります。しかし**信号そのものは残っている**ので、持ち上げれば ある程度は 姿を現します。ただしノイズも一緒に増幅されるので、ざらついた画になります。

> **この非対称性から出てくる実務原則**
>
> **迷ったらハイライトを守る。**
>
> 白飛びは二度と戻りません。暗部は救えるかもしれない。したがって、明暗差の大きいシーンでは**白飛びしないぎりぎりまで露出を切り詰め、暗部は現像で持ち上げる**のが定石になります。
>
> ただしこれは「アンダーで撮れ」という意味ではありません。第 7 章で扱うとおり、**白飛びしない範囲でできるだけ明るく**撮るのが最善です —— 暗く撮るとノイズが増えるからです。この二つの要求のあいだの一点を狙う、というのが露出の設計になります。

6-3　ダイナミックレンジ —— 記録できる明暗の幅

センサーが一度に記録できる明暗の幅を**ダイナミックレンジ（DR）**と呼びます。定義は明快です。

$$\text{ダイナミックレンジ} = \text{飽和電荷量} \div \text{読み出しノイズ}$$

この比を 2 の対数で表すと「何段」になる。14 段なら明暗比およそ 16,000 : 1

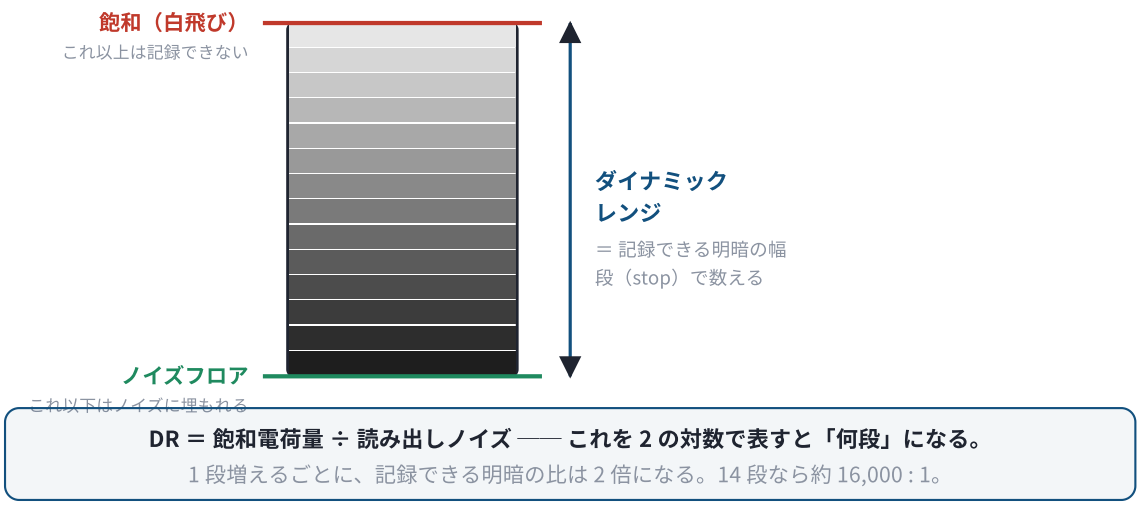


図 6-4｜ダイナミックレンジの定義。上限は画素が飽和する明るさ、下限は信号がノイズに埋もれる明るさ。この二つに挟まれた幅がダイナミックレンジであり、その外側は記録できない。

現行のフルサイズ機は、基準 ISO で工学的にはおよそ 14 段の DR を持ちます。ただしこれは「ノイズが信号と同じ大きさになる点」までを含んだ数字で、**実用に耐える画質という基準では 11〜12 段程度**と考えるのが現実的です。そして第 3 章 3-6 で見たとおり、ISO を 1 段上げるごとに DR は概ね 1 段ずつ失われます。

6-4　シーンの明暗差と、センサーの幅を比べる

実務で意味を持つのは、センサーの DR そのものではなく、**目の前のシーンの明暗差と比べてどうか**です。

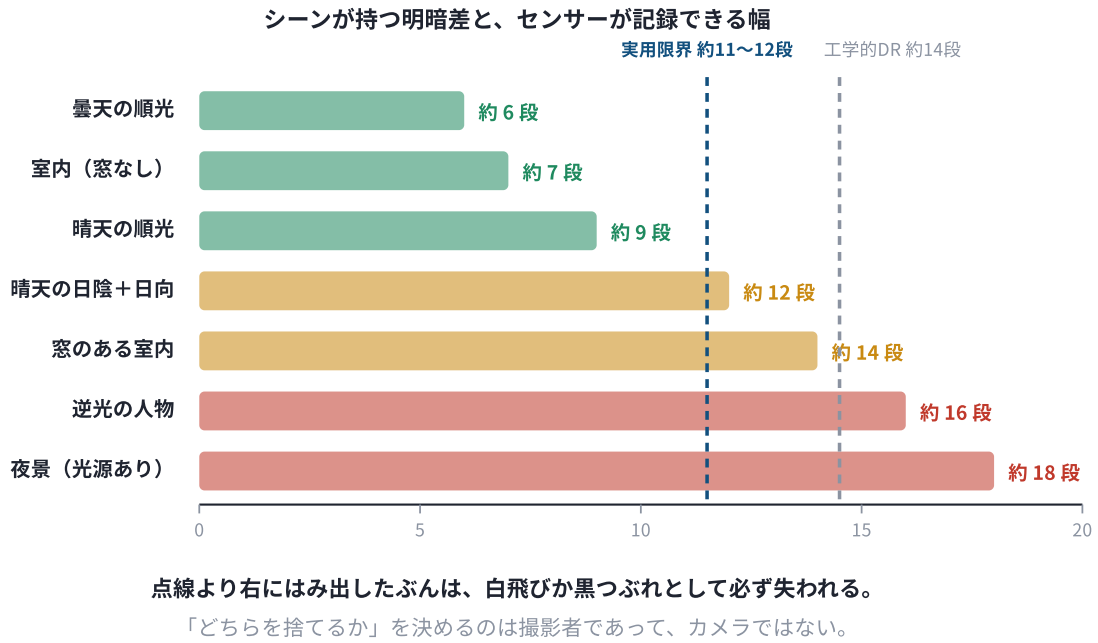


図 6-5｜シーンが持つ明暗差と、センサーが記録できる幅。曇天や室内なら余裕がある。晴天の日向と日陰が同居すると 12 段前後で、ぎりぎり。逆光や夜景は 16 段を超え、**どう露出しても入らない**。

シーン	おおよその明暗差	センサーに入るか	判断
曇天の順光	約 6 段	余裕あり	露出をどこに置いても破綻しない
晴天の順光	約 9 段	入る	ハイライト基準で普通に撮れる
晴天の日向＋日陰	**約 12 段**	**ぎりぎり**	**RAW で撮り、ハイライトを守る**
窓のある室内	約 14 段	超える	窓を飛ばすか、光を足すか決める
逆光の人物	約 16 段	大きく超える	レフ・ストロボ・合成のいずれかが要る
夜景（光源あり）	18 段以上	まったく入らない	光源を飛ばす前提で構図を作る

この表の使い方は、**撮る前に**です。現場に立ったとき、いちばん明るいところといちばん暗いところをスポット測光で測り、その差が何段かを見る。**差が 10 段以内なら露出の問題、12 段を超えるなら光の設計の問題**です。後者に露出補正で立ち向かっても、勝てません。

6-5　RAW と JPEG ―― 同じ写真ではない

ここまでの話は、記録形式によって意味が変わります。

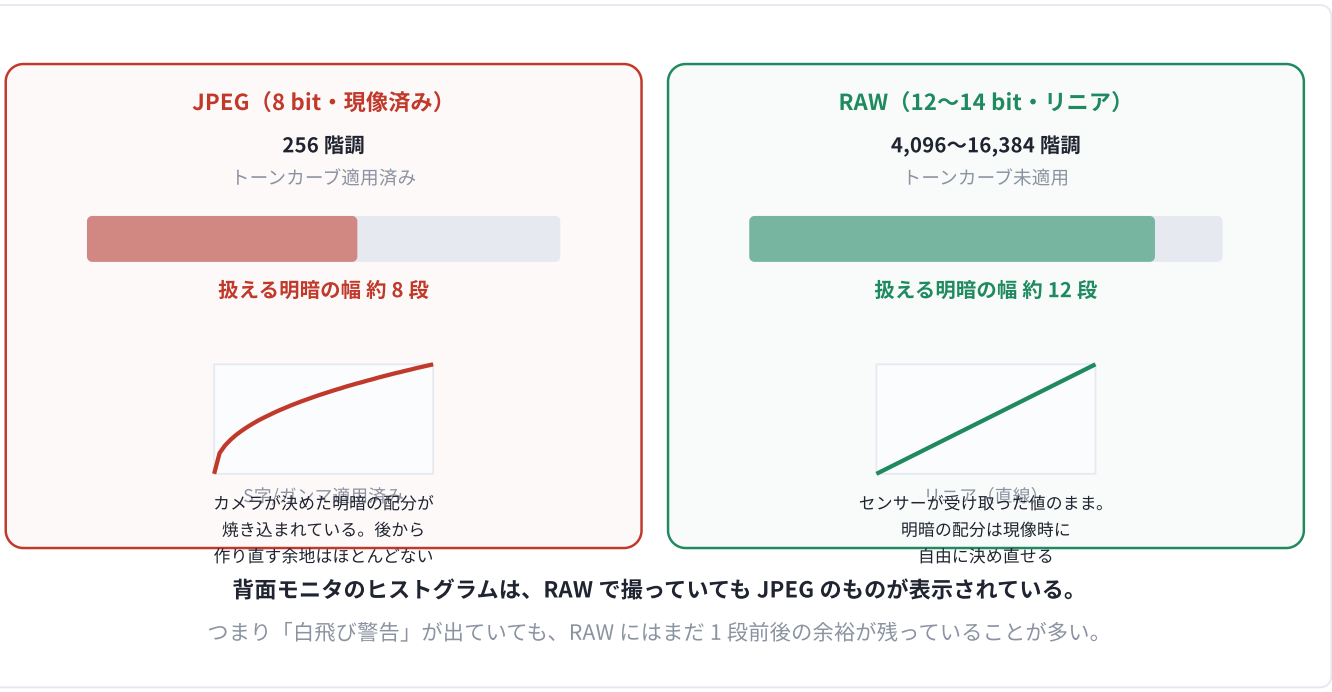


図 6-6｜RAW と JPEG の構造的な違い。JPEG はカメラがトーンカーブを適用し 8 bit に丸めたあとの「完成品」。RAW はセンサーの読み値そのままで、明暗の配分は現像時に決められる。

JPEG は 8 bit、256 階調。そして撮影時にトーンカーブ（S字・ガンマ）が適用済みです。つまり「どの明るさにどれだけ階調を割り当てるか」がカメラによって決定され、焼き込まれています。あとから大きく持ち上げれば、階調が足りずに縞（バンディング）が出ます。

RAW は 12〜14 bit、4,096〜16,384 階調。しかもトーンカーブは未適用のリニアな値です。明暗の配分は現像時に自由に決め直せます。DR の広いシーンで RAW が有利なのは、**捨てる場所を後から決められる**からです。

［発展］背面のヒストグラムは「JPEGのヒストグラム」である

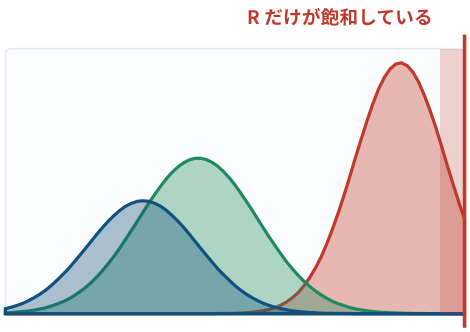
ここは実務上とても重要です。**RAW で撮っていても、背面モニタに表示されるヒストグラムとハイライト警告（点滅）は、カメラが内部生成した JPEG のもの**です。

つまり JPEG 用のトーンカーブとホワイトバランス、彩度が適用されたあとの値を見ています。実際の RAW データには、**まだ 0.5〜1.5 段程度の余裕が残っている**ことがほとんどです。

この差を利用するには二つの方法があります。**①ピクチャースタイルをもっとも平坦な設定（ニュートラル／フラット、コントラスト最小）にしておく** —— 表示が RAW の実態に近づきます。**②自分の機材で一度だけ実験する** —— 段階露出で撮り、警告が出た段から何段まで RAW で救えるかを確かめておく。一度測れば、以後はその余裕を織り込んで露出できます。

6-6　RGB チャンネルの飽和 —— 輝度だけ見ていると見落とす

もう一つ、見落とされやすい飽和があります。**特定の色チャンネルだけが先に飽和する**現象です。



輝度ヒストグラムでは見えない

赤い花・夕焼け・赤い服・紅葉では、
全体は飛んでいないのに R だけが飽和し、
花びらの質感が「べたっと」潰れる。

対策：RGB ヒストグラム表示に切り替え、
いちばん高いチャンネルを基準に露出する

RGB それぞれのヒストグラム

輝度だけを見ていると見落とす —— 飽和は R・G・B のどれか一つでも起きれば飽和である。

彩度の高い被写体では、輝度ヒストグラムより 1〜2 段早く限界が来ると考えておく。

図 6-7｜RGB チャンネルクリッピング。赤い花や夕焼けでは、全体の輝度は飛んでいないのに R チャンネルだけが飽和し、花びらの質感が失われる。輝度ヒストグラムには現れない。

赤い花、紅葉、夕焼け、赤い衣装、鮮やかな青い空。彩度の高い被写体では、**輝度ヒストグラムがまだ右端に届いていないのに、R（または B）だけが飽和している**ことがよくあります。飽和したチャンネルは階調を失うので、花びらが「べたっとした赤」になります。

対策は、**ヒストグラム表示を RGB 別に切り替える**こと。そして、いちばん高いチャンネルを基準に露出を決めることです。彩度の高い被写体では、輝度で見るより 1〜2 段早く限界が来ると考えておくと安全です。

6-7　ダイナミックレンジを超えたときの四つの手

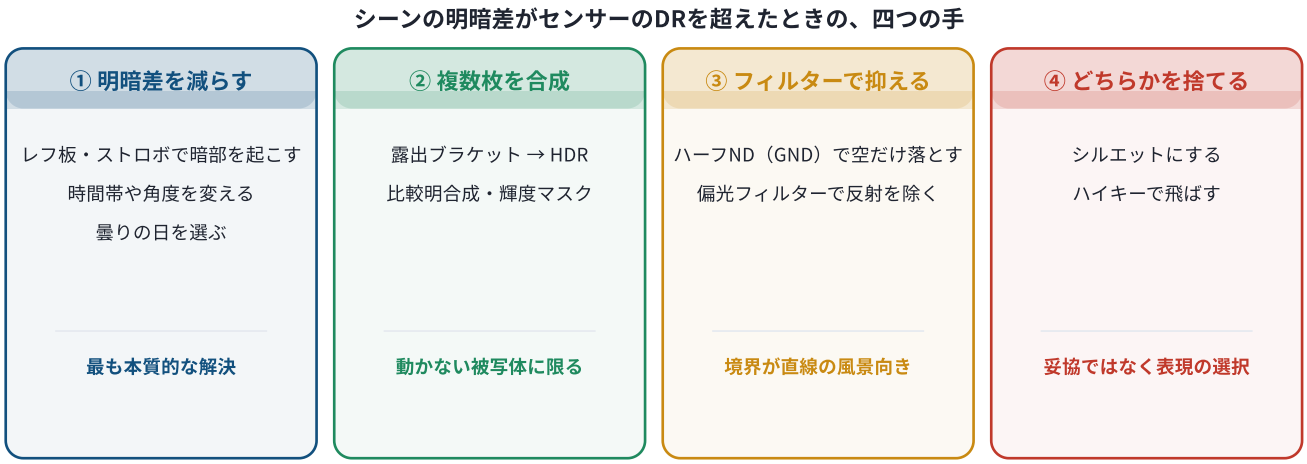


図 6-8｜DR を超えたときの四つの対処。「露出を頑張る」は選択肢に入っていない。露出をどこに置いても入らないものは入らない。

① 明暗差そのものを減らす。もっとも本質的な解決です。レフ板やストロボで暗部を起こせば、明暗差は 2〜4 段縮まります。時間帯を変える（正午の直射を避ける）、角度を変える、曇りの日を選ぶ —— これらもすべて明暗差を減らす操作です。**プロが天気と時間にこだわるのは、この理由が大きい**のです。

② 複数枚を合成する。露出を変えて数枚撮り、合成します。HDR（ハイダイナミックレンジ合成）、輝度マスクによる手作業の合成、夜景での比較明合成。被写体が動かないことが条件です。

③ フィルターで抑える。ハーフ ND（GND）フィルターは、画面の上半分だけを暗くします。空と地面のように境界が直線的な風景で有効です。偏光フィルターは、水面やガラスの反射を除くことで明暗差を減らします。

④ どちらかを捨てる。そして忘れてはいけないのが、これが**妥協ではなく表現の選択でありうる**ということです。逆光の人物をシルエットにする、窓の外を真っ白に飛ばして室内を明るく見せる —— これらは失敗ではなく、意図された結果です。

この章のまとめ

① ヒストグラムは**画素を明るさ別に数えた棒グラフ**。背面モニタの見た目より信用できる。
② 「理想的な形」は存在しない。見るべきは**両端が張りついていないか**だけ。
③ 白飛びは情報の**消滅**、黒つぶれは**埋没**。失われ方が非対称である。
④ したがって迷ったら**ハイライトを守る**。
⑤ DR ＝ 飽和 ÷ ノイズフロア。実用的には基準 ISO で **11〜12 段**。
⑥ 撮る前に**シーンの明暗差を測り**、DR と比べて判断する。
⑦ RAW は 12〜14 bit のリニア。**明暗の配分を後から決められる**のが本質的な利点。
⑧ 背面のヒストグラムは **JPEG のもの**。RAW にはまだ 0.5〜1.5 段の余裕がある。
⑨ 彩度の高い被写体では **RGB 個別**で飽和を確認する。
⑩ DR を超えたら、露出ではなく**光の設計**で解く。

演習問題

問 1　夜景を撮ったところ、ヒストグラムの山が大きく左に寄りました。これは失敗でしょうか。判断の基準を述べてください。

解答例｜失敗ではありません。夜景の画素の大半は暗いのですから、山が左に寄るのが正常です。判断すべきは形ではなく**両端の張りつき**です。左端に大きく張りついていれば黒つぶれ（暗部の情報が失われている）、右端に張りついていれば街灯などの白飛び。どちらもなければ、そのヒストグラムは正しい。**「山を中央に持ってくる」ように補正すると、夜が昼のような写真になります。**

問 2　白飛びと黒つぶれのどちらを避けるべきか、理由とともに答えてください。

解答例｜**白飛びを避けるべき**です。白飛びは画素が飽和して信号が最大値に丸められる現象で、元の明暗差の情報が**完全に消滅**します。現像で下げても均一な灰色にしかなりません。一方、黒つぶれは信号がノイズに埋もれているだけで信号自体は残っており、持ち上げればある程度は復元できます（ノイズも増えますが）。ただし極端なアンダーはノイズを増やすので、**「白飛びしない範囲でできるだけ明るく」**が最適解です。

問 3　窓のある室内で、窓の外の景色と室内の人物を両方きれいに写したい。スポット測光で測ると、窓の外が EV 13、室内が EV 5 でした。この撮影は成立するでしょうか。

解答例｜明暗差は 13 − 5 ＝ **8 段**。センサーの実用 DR（11〜12 段）に収まるので、**RAW で撮ってハイライト基準で露出すれば成立します**。窓の外が飛ばないよう露出し、室内は現像で 3〜4 段持ち上げる。ただしその暗部にはノイズが乗るので、可能なら室内側に光を足す（レフ板・ストロボ）ほうが結果は良くなります。もし差が 14 段あったなら、露出だけでは成立せず、光を足すか合成が必要になります。

問 4　真っ赤な花を撮ったところ、ヒストグラムは右端に届いていないのに、花びらの質感が失われて「べたっとした赤」になりました。何が起きているのでしょうか。

解答例｜**R チャンネルだけが飽和しています**。輝度ヒストグラムは RGB を重み付けして合成した値なので、R が飽和していても G と B が低ければ輝度としては右端に届きません。対策は、①ヒストグラムを**RGB 個別表示**に切り替える ②いちばん高いチャンネルを基準に露出を決める ③彩度の高い被写体では 1〜2 段早く限界が来ると想定して、あらかじめ露出を切り詰める。RAW であれば現像時に彩度を落とすことで多少は救えますが、飽和したチャンネルの階調そのものは戻りません。

問 5　RAW で撮影中、背面モニタのハイライト警告が点滅しました。すぐに露出を下げるべきでしょうか。

解答例｜すぐに下げる必要はありません。背面の警告は**カメラが内部生成した JPEG** にもとづいており、RAW にはまだ 0.5〜1.5 段の余裕があるのが普通です。対応としては、①ピクチャースタイルをフラット・コントラスト最小にして表示を RAW の実態に近づける ②自分の機材で一度、段階露出して「警告が出てから何段まで救えるか」を実測しておく。実測した余裕を織り込めば、**より明るく撮ってノイズを減らす**ことができます（第 7 章の ETTR）。

問 6　次章（第 7 章）への橋渡しとして考えてみてください。ダイナミックレンジに余裕があるシーンで、露出を「やや暗め」に撮るのと「白飛び直前まで明るく」撮るのとでは、最終的な画質にどんな差が出るでしょうか。

解答例｜明るく撮ったほうが**画質は良くなります**。第 3 章で見たとおり SN 比は √（集めた光の量）なので、多くの光を集めたほうがノイズが少ない。さらに RAW はリニアなので、明るい側ほど多くの階調が割り当てられています（最上位 1 段に全階調の半分が使われる）。暗く撮って現像で持ち上げると、ノイズが増えるうえに使える階調も少ない。「**白飛びしない範囲でできるだけ右へ**」という考え方を ETTR と呼び、第 7 章の主題になります。

次章予告 —— 第 7 章「露出は『情報量』の設計である」

RAW データはリニアです。つまり **階調は明るい側に偏って割り当てられている**。この一点を理解すると、露出は「明るさ合わせ」でも「白飛び回避」でもなく、**限られたビットをどの明るさに配るかという設計**に見えてきます。第 7 章では ETTR（右寄せ露出）の理屈と限界、そして「どこに情報を集めるか」という判断を扱い、第 I・II 部を締めくくります。

奥付

写真を「わかって」撮るための教科書
第 6 章　ヒストグラムとダイナミックレンジ ―― 入りきらないものを、どう扱うか

制作　マツバラミチヒサ
写真の学校 教科書プロジェクト
2026 年 8 月　初版

シーンの明暗差およびセンサーのダイナミックレンジの数値は、傾向を示す概算値です。実測値は機種・ISO・測定基準（工学的DRか実用DRか）によって大きく異なります。ヒストグラムの図は説明のために合成した分布であり、実写にもとづくものではありません。図版はすべて本書のために作図したものです。

写真の学校 ／ TEXTBOOK

写真を「わかって」撮るための教科書

撮影の基本と、その意味。
そして実用的カラーマネージメントまで。

第 7 章

露出は「情報量」の設計である

―― 限られた階調を、どこに配るか

制作　マツバラミチヒサ

写真の学校 教科書プロジェクト ／ 2026

CHAPTER 07

露出は「情報量」の設計である

第 3 章で、露出は明るさではなく光の総量だと見ました。第 6 章で、記録できる幅には限りがあると見ました。この章は、その二つを合流させます。

鍵になるのは、たった一つの事実です —— **RAW データはリニアである**。光が 2 倍なら数値も 2 倍。人間の感覚とはまったく違うこの性質から、階調の配られ方が決まり、そこから「どこに露出を置くべきか」という結論が出てきます。

この章を終えると、露出は「明るさを合わせる作業」ではなくなります。**限られた階調という有限の資源を、守りたいものに配る設計** —— 第 I 部と第 II 部の到達点です。

この章で身につくこと

- ☐ RAW がリニアであること、その帰結としての階調配分を説明できる
- ☐ 人間の視覚が対数的であることと、ガンマ補正の役割を理解している
- ☐ ETTR（右寄せ露出）の理屈を、SN比と階調数の両面から説明できる
- ☐ ETTR を使うべき場面と、使うべきでない場面を判断できる
- ☐ 「何を守り、何を捨て、どこに情報を集めるか」で露出を設計できる
- ☐ 第 1〜7 章の全体像を、一本の線としてつなげられる

7-1　RAW はリニアである

センサーの画素は、入ってきた光子を電子に変換して数えています。光子が 2 倍なら電子も 2 倍。つまり**センサーの出力は光の量に正比例（リニア）**しています。RAW ファイルに入っているのは、この比例した値そのものです。

ここから、意外な帰結が出てきます。14 bit の RAW は 16,384 階調を持ちますが、その階調は**明るさの段に対して均等には配られていない**のです。

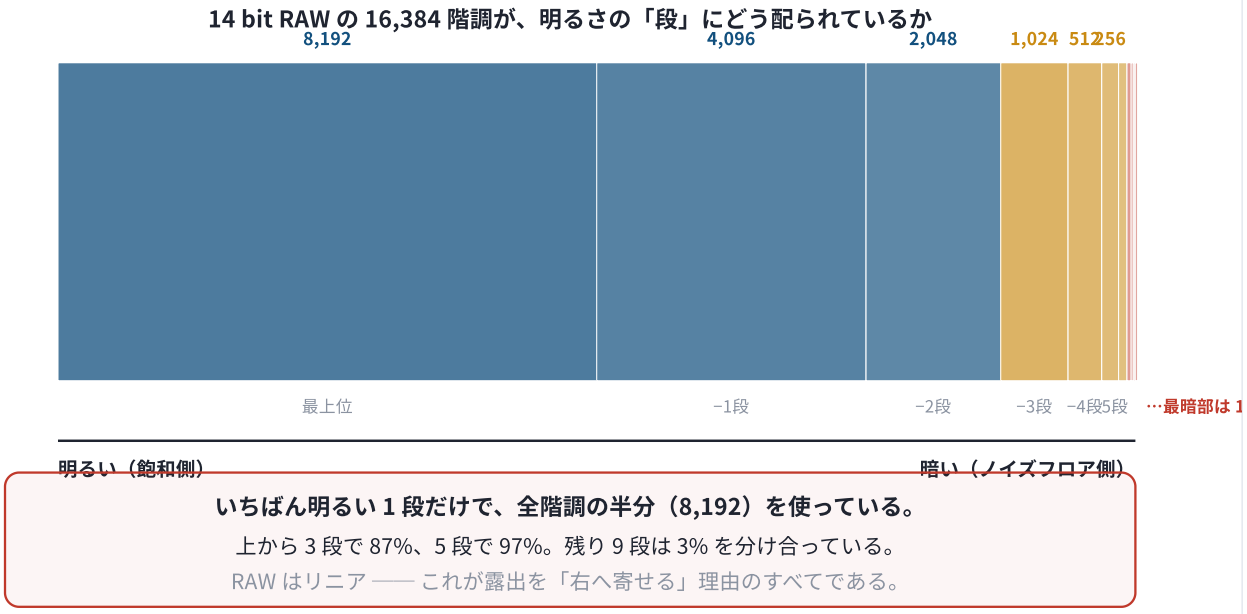


図 7-1｜14 bit RAW の階調配分。いちばん明るい 1 段だけで全階調の半分（8,192 階調）を使っている。上から 3 段で 87%、5 段で 97%。**いちばん暗い 1 段には、たった 1 階調しか残っていない。**

明るさの段	14 bit での階調数	全体に占める割合	12 bit での階調数
最上位の 1 段	**8,192**	**50.0 %**	**2,048**
−1 段	4,096	25.0 %	1,024
−2 段	2,048	12.5 %	512
−3 段	1,024	6.3 %	256
−5 段	256	1.6 %	64
−8 段	32	0.2 %	8
−11 段	4	0.02 %	1

この表が意味すること

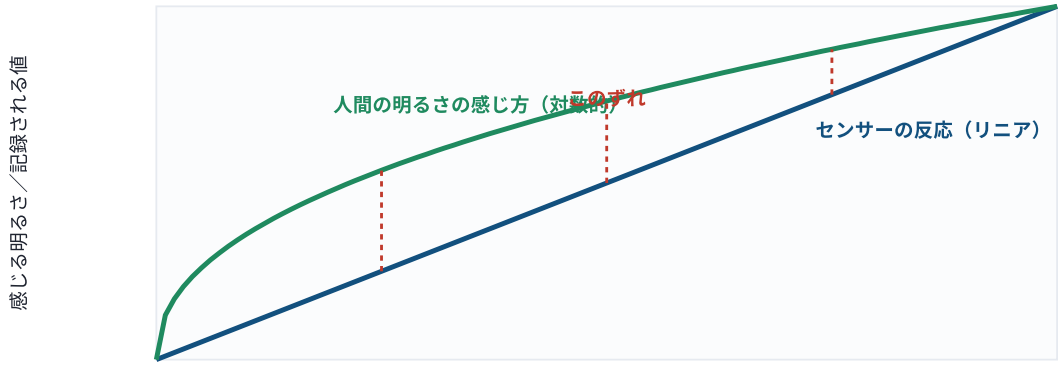
2 段アンダーで撮るということは、**使える階調を 4 分の 1 に減らして撮る**ということです。現像で持ち上げても、失われた階調は戻りません。持ち上げれば足りない階調のあいだが引き伸ばされ、暗部に縞（バンディング）やノイズが現れます。

逆に言えば —— **白飛びさせない範囲で、できるだけ明るく撮ったほうが、情報は多く残る**。これがこの章の中心命題です。

7-2　人間の視覚は対数的である

ところが人間の感覚は、まったく逆の性質を持っています。

暗い部屋でろうそくを 1 本から 2 本に増やせば、明るさが倍になったとはっきり分かります。しかし 100 本のろうそくを 101 本にしても、誰も気づきません。**人間が感じるのは光の量の差ではなく、比**なのです（ウェーバー＝フェヒナーの法則）。



人間は暗いほうの差に敏感で、明るいほうの差に鈍い（ウェーバー＝フェヒナーの法則）。

センサーはその逆で、明るいほうに階調を多く割いている。

この食い違いを埋めるのがガンマ補正であり、現像という工程の存在理由でもある。

図 7-2｜センサーと人間のずれ。センサーは光の量に比例して反応し、人間は対数的に感じる。人間は暗いほうの差に敏感で、センサーは明るいほうに階調を多く割いている —— 両者の要求が正反対を向いている。

このずれを埋めるのが**ガンマ補正**です。リニアな RAW 値をそのまま表示すると、人間の目には極端に暗く、暗部が潰れて見えます。そこで現像時に **おおよそ 1/2.2 乗** の変換をかけ、人間の感覚に合わせて階調を配り直します。sRGB のガンマ 2.2、写真のトーンカーブ —— これらはすべて、この翻訳作業の一部です。

［発展］現像という工程が存在する理由

「RAW 現像」という言葉は、フィルム時代の比喩として使われていますが、実際にやっていることはもっと具体的です。

①リニアな値を、人間の感覚に合う配分に翻訳する（ガンマ・トーンカーブ）
②センサーの色応答を、人間の色覚に合う値に変換する（カラーマトリクス・第 8 章）
③どの光源で撮ったかを補正する（ホワイトバランス・第 9 章）

つまり RAW とは「未完成の写真」ではなく、**まだ人間向けに翻訳されていない測定値**です。JPEG で撮るというのは、この翻訳をカメラに一任し、結果だけを受け取るという選択にほかなりません。

7-3　ETTR ―― 露出を右へ寄せる

7-1 の帰結を、実際の撮影手順に落としたものが **ETTR（Expose To The Right ／ 右寄せ露出）**です。手順はきわめて単純です。

白飛びしない範囲で、できるだけ明るく撮る。
そして現像で、望む明るさまで下げる。

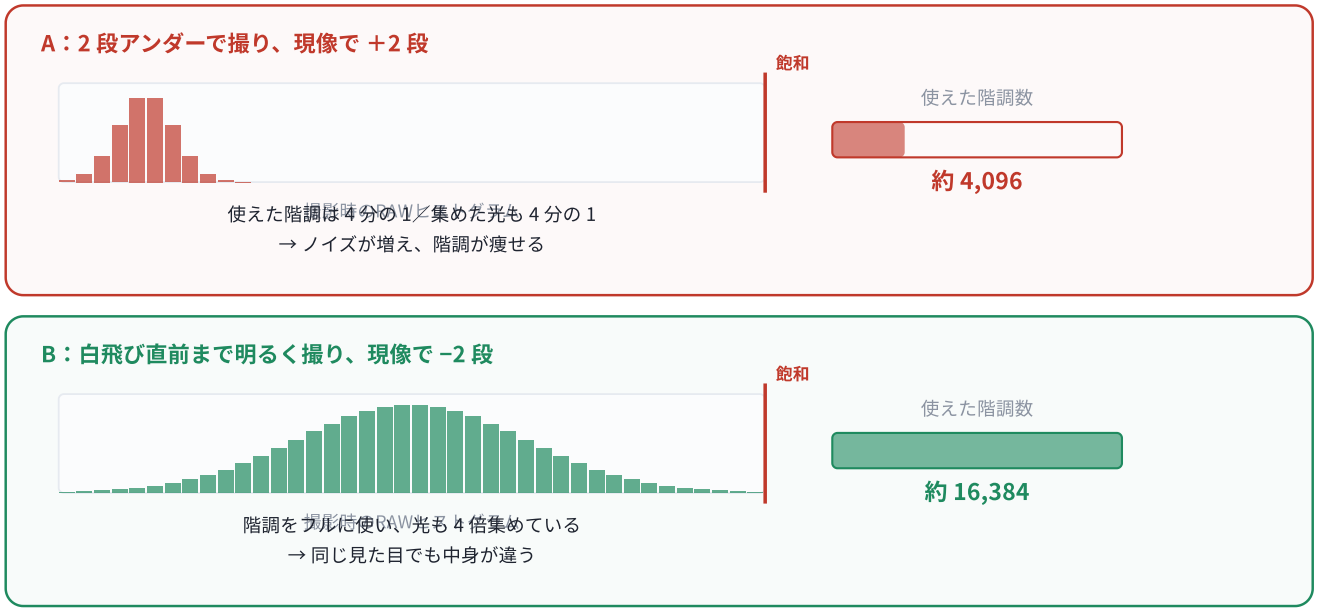


図 7-3｜ETTR の原理。最終的な見た目が同じでも、A は集めた光が 4 分の 1、使えた階調も 4 分の 1。B は光も階調もフルに使っている。**「あとで明るくすればいい」は、失った情報が戻ってくるという意味ではない。**

得られるものは二つです。**①SN 比の向上** —— 第 3 章で見たとおり SN 比は √（集めた光の量）なので、1 段明るく撮れば SN 比は √2 倍になります。**②階調の確保** —— 1 段明るく撮れば、使える階調数は 2 倍になります。

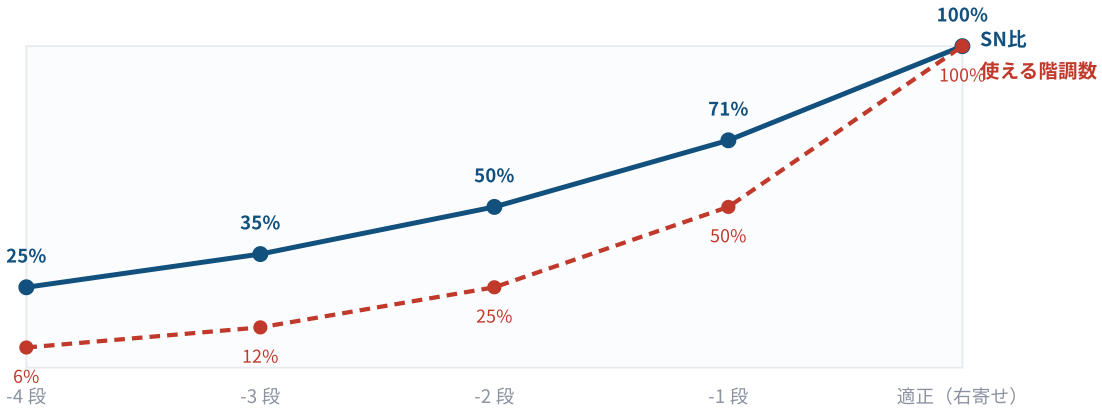


図 7-4｜露出と、SN 比・階調数の関係。1 段アンダーにするごとに SN 比は約 71%、使える階調数は半分になる。ただし ISO 不変性の高い機種では、SN 比の差はこれより小さくなる（読み出しノイズが小さいため）。

7-4　ETTR の限界 —— 常に正しい手順ではない

ここで大切なのは、ETTR を教条にしないことです。**四つの現実的な制約があります。**

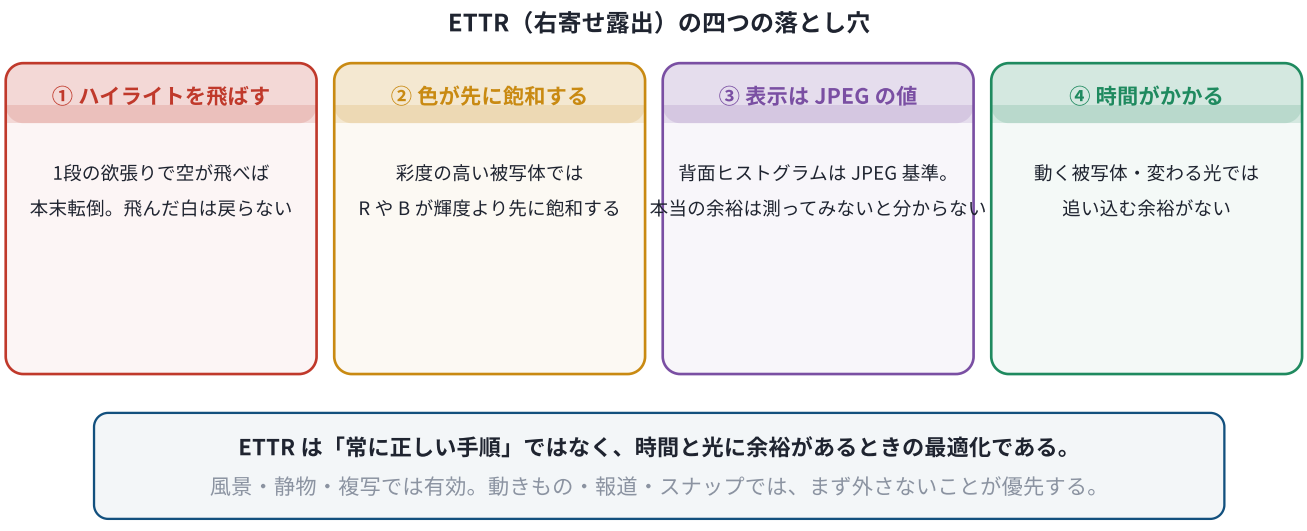


図 7-5｜ETTR の四つの落とし穴。ETTR は「常に正しい手順」ではなく、**時間と光に余裕があるときの最適化**である。

① **ハイライトを飛ばしては本末転倒**。1 段の欲張りで空が飛べば、得たものより失ったもののほうが大きい。**ETTR の「R」は「右端まで」ではなく「右端の手前まで」です。**

② **色が先に飽和する**。第 6 章 6-6 で見たとおり、彩度の高い被写体では R や B が輝度より先に飽和します。輝度ヒストグラムを頼りに右へ寄せると、赤い花の質感を失います。

③ **表示されているのは JPEG の値**。背面のヒストグラムは RAW の実態より 0.5〜1.5 段控えめです。この余裕を活かすには、自分の機材で一度実測しておく必要があります。

④ **時間がかかる**。撮って、ヒストグラムを見て、補正して、撮り直す。動く被写体や刻々と変わる光ではこの余裕がありません。**報道やスナップでは、まず外さないことのほうが優先します。**

> **ISO 不変性の高い機種では、ETTR の効果は小さい**
>
> 第 3 章 3-6 で触れたとおり、読み出しノイズが十分に小さい現代のセンサーでは、暗く撮って現像で持ち上げても、明るく撮った場合との差が縮まります。
>
> したがって ETTR の実利は、**①階調数の確保（これは機種によらず効く）②古い機種・高 ISO 域での SN 比改善**に絞られます。「1 段明るく撮ればノイズが劇的に減る」というほど単純ではありません。
>
> 一方で、**ハイライトを飛ばすリスクは機種によらず一定**です。この非対称を考えると、**「右へ寄せる」より「飛ばさない」を優先する**のが実務的な結論になります。

7-5　露出設計 —— 三つの問い

ここまでを、現場で使える形にまとめます。露出を決めるとは、次の三つに答えることです。

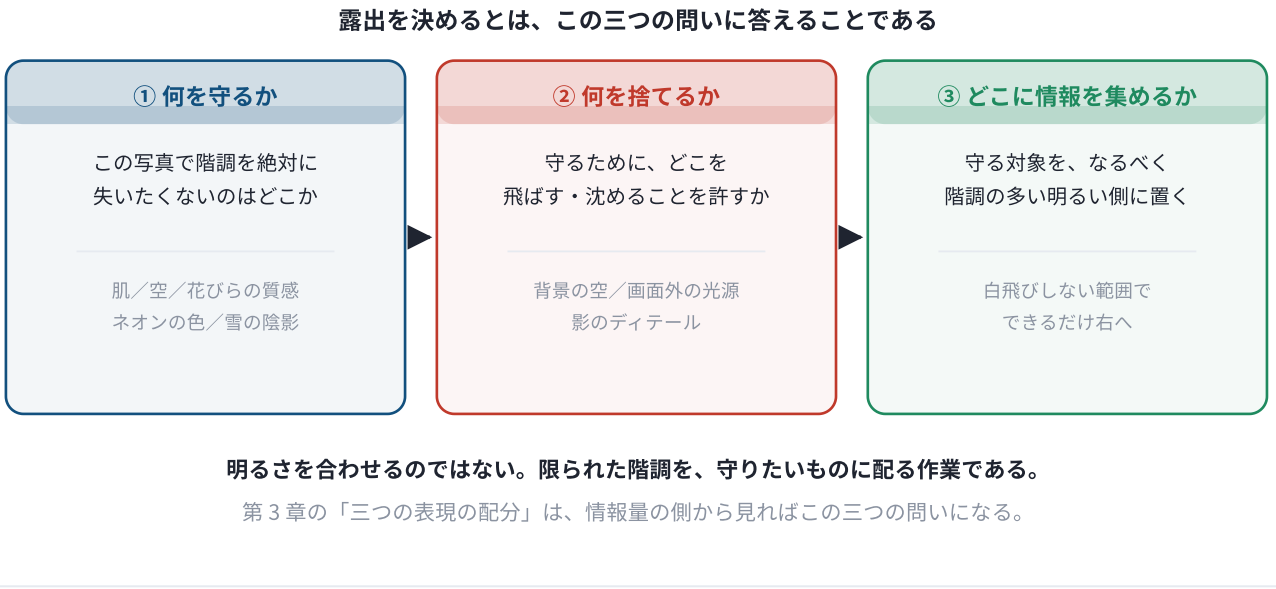


図 7-6｜露出設計の三つの問い。明るさを合わせるのではなく、限られた階調を守りたいものに配る作業として露出を捉え直す。

① **何を守るか**。この写真で、階調を絶対に失いたくないのはどこか。ポートレートなら肌。風景なら空のグラデーション。花なら花びらの質感。夜景ならネオンの色。**まずこれを言葉にします。**

② **何を捨てるか**。守るために、どこを飛ばす／沈めることを許すか。第 6 章で見たとおり、DR を超えたシーンでは必ず何かを捨てることになります。**捨てる場所を先に決めておけば、それは失敗ではなく判断になります。**

③ **どこに情報を集めるか**。守る対象を、できるだけ階調の多い明るい側に置く。ただし飽和させない。この二つのあいだの一点を狙う —— それが ETTR の本当の意味です。

具体例で言うと

逆光のポートレート。守るのは肌（① ）。捨てるのは背景の空（②）。肌を Zone VI〜VII に置き、なるべく明るい階調帯を使う（③）。空は飛ぶが、それは決めたことである。

夕景。守るのは空のグラデーション（①）。捨てるのは地上のディテール（②）。空の最も明るい部分が飽和しないぎりぎりに置く（③）。地上はシルエットになる。

白い陶器の物撮り。守るのは白の質感（①）。捨てるものはない（明暗差が小さいので）。白を Zone VIII 手前、RGB のどれも飽和しない位置に置く（③）。

どの場面でも、決めているのは「明るさ」ではなく「**どこに情報を集中させるか**」です。

7-6　第 I 部・第 II 部の到達点

第 1 章	レンズは光を集めて一点に戻す装置である
第 2 章	ピントは面ではなく、幅を持った空間である
第 3 章	露出は明るさではなく、光の総量である
第 4 章	レンズを選ぶとは、立ち位置を選ぶことである
第 5 章	露出計は 18% グレーを作る機械にすぎない
第 6 章	記録できる幅には限りがあり、超えた分は失われる
第 7 章	**露出とは、限られた階調をどこに配るかの設計である**

―― **ここまでが「光をどう捉えるか」。第 8 章からは「色をどう扱うか」に移る。**

図 7-7｜ここまでの七章を一行ずつにすると。光をどう捉えるかという問いの、七つの側面。第 8 章からは「色をどう扱うか」に移る。

振り返ると、七つの章はすべて同じ構造をしていました。**物理的に何が起きているかを押さえ、そこから「だから何を決めるべきか」を導く**。ピントは深度という空間の配置、露出は階調という資源の配分、レンズ選択は距離という関係の選択。どれも「設定」ではなく「設計」です。

第 III 部からは、**色**を扱います。色は、ここまで扱ってきた光の量の話とは性質が異なります。色には物理量としての側面（分光分布）と、人間の知覚としての側面（三色型色覚）と、装置間の約束事としての側面（色空間）があり、この三つを混同すると話が通じなくなる領域です。

そして最終的な目標は、**撮影から出力まで、意図した色を保つこと** ―― 実用的なカラーマネージメントです。第 8 章は、そのいちばん深いところ「色とは何か」から始めます。

この章のまとめ

① RAW は**リニア**。光が 2 倍なら値も 2 倍。
② その帰結として、**階調は明るい側に偏って配られている**。最上位 1 段に全体の半分。
③ 人間の視覚は**対数的**で、暗部の差に敏感。この食い違いを埋めるのがガンマ補正。
④ 1 段アンダーで撮ると、**SN比は約 71%、使える階調数は半分**になる。
⑤ ETTR ＝ 白飛びしない範囲でできるだけ明るく撮り、現像で下げる。
⑥ ただし ETTR には四つの落とし穴があり、「**右へ寄せる」より「飛ばさない」が優先**する。
⑦ 露出設計とは **何を守り・何を捨て・どこに情報を集めるか** の三つに答えること。
⑧ RAW とは未完成の写真ではなく、**まだ人間向けに翻訳されていない測定値**である。

演習問題

問 1　14 bit RAW で 3 段アンダーに撮影した場合、使える階調数は適正露出のときの何分の一になるでしょうか。またその写真を現像で ＋3 段持ち上げると、何が起きますか。

解答例｜3 段アンダーなら、信号は最大値の 1/8 の範囲にしか収まらないので、使える階調数は **8 分の 1**（16,384 → 2,048 相当）。持ち上げると、その 2,048 階調を 16,384 階調ぶんの明るさ範囲に引き伸ばすことになるため、①階調の飛び（バンディング）が出る ②集めた光も 1/8 なので SN 比が $\sqrt{8} \fallingdotseq 2.8$ 分の 1 に落ちてノイズが目立つ。「**明るさは戻るが、情報は戻らない**」のが要点です。

問 2　「人間の目は暗いところに敏感なのに、センサーは明るいところに階調を多く割いている」。この食い違いは、実務ではどう現れるでしょうか。

解答例｜①**暗部の粗が目立ちやすい** —— 人間が敏感な暗部に、センサーは少ない階調しか割いていないため。だから暗部を持ち上げると破綻が見えやすい。②**ハイライトの階調は贅沢に余っている** —— 明るい側は階調が豊富なので、多少切り詰めても見た目に影響しにくい。③この二つから、**「明るく撮って現像で下げる」ほうが「暗く撮って持ち上げる」より結果が良い**という ETTR の結論が出ます。またガンマ補正が必要なのも、この食い違いを埋めるためです。

問 3　三脚に据えた静物撮影と、体育館でのスポーツ撮影。ETTR を使うべきなのはどちらでしょうか。理由とともに答えてください。

解答例｜**静物撮影**です。ETTR は「撮る → ヒストグラムを確認 → 補正 → 撮り直す」という手順を必要とし、被写体も光も変わらないことが前提になります。スポーツ撮影では、①被写体が動くので撮り直せない ②光が場所によって変わる ③必要なシャッター速度が先に決まっており露出に自由度がない —— いずれも ETTR の前提を満たしません。こちらでは「**外さないこと」を優先し、やや切り詰めた露出で撮って現像で持ち上げる**ほうが現実的です。

問 4　夕景を撮ります。空のグラデーションを守り、地上はシルエットにする方針を立てました。三つの問いに沿って、露出をどう決めるか説明してください。

解答例｜①**守るもの**＝空のグラデーション（特に太陽近くの明るい部分の階調）。②**捨てるもの**＝地上のディテール（シルエットにする）。③**情報の集め方**＝空の最も明るい部分にスポット測光し、飽和しない位置（Zone VIII 手前）に置く。RGB 個別ヒストグラムで R が飽和していないことを確認する。地上は −5 段以下に沈むが、これは決めたことなので問題にしない。**この順序で決めれば、露出補正の量を勘で探す必要がなくなります。**

問 5　「RAW は未完成の写真である」という言い方は、どこが不正確でしょうか。

解答例｜RAW は完成度の低い写真ではなく、**まだ人間向けに翻訳されていない測定値**です。センサーが受け取った光の量が、リニアなまま記録されている。翻訳（＝現像）とは、①リニアな値を人間の感覚に合う配分に直す（ガンマ・トーンカーブ）②センサーの色応答を人間の色覚に合わせる（カラーマトリクス）③光源の色を補正する（ホワイトバランス）という三つの作業です。JPEG で撮るとは、この翻訳をカメラに一任することであり、「**完成／未完成」ではなく「翻訳を誰がするか」の違い**です。

問 6　次章（第 8 章）への橋渡しとして考えてみてください。ここまで「光の量」を扱ってきましたが、色は量では表せません。センサーは色をどうやって記録しているのでしょうか。そして「同じ赤」とは何が同じことなのでしょうか。

解答例｜センサーの画素そのものは色を区別できず、光の量しか測れません。色は、画素の上に載せた**カラーフィルター（R・G・B）**で光を三つに分け、それぞれの量を測ることで表現されています。これは人間の網膜に三種類の錐体があるのと同じ発想です。
したがって「同じ赤」とは、**分光分布が同じ**という意味ではなく、**三つの受容器の反応の比が同じ**という意味にすぎません。分光分布が違っても同じ色に見える現象（条件等色／メタメリズム）が起きるのはこのためです。第 8 章はここから始まります。

次章予告 —— 第 8 章「色とは何か —— 分光・視覚・色順応」

第 III 部が始まります。色は、光の量とは違って**人間の側にしか存在しない**量です。同じ光でも見る人が違えば違う色に見え、周囲が変われば同じ色が違って見える。にもかかわらず、写真は色を数値として記録し、伝えなければなりません。
第 8 章では、分光分布・三色型色覚・等色関数・CIE 色度図・色順応という基礎概念を押さえます。ここが第 9 章以降のホワイトバランス、色空間、カラーマネージメントすべての土台になります。

奥付

写真を「わかって」撮るための教科書
第 7 章　露出は「情報量」の設計である ―― 限られた階調を、どこに配るか

制作　マツバラミチヒサ
写真の学校 教科書プロジェクト
2026 年 8 月　初版

階調配分の数値は 14 bit / 12 bit のリニア量子化から算出しています。SN 比の変化はショットノイズ支配を前提とした理論値であり、読み出しノイズの寄与が大きい領域では実測と異なります。ガンマの数値は sRGB を想定した近似です。図版はすべて本書のために作図したものです。

写真の学校 ／ TEXTBOOK

写真を「わかって」撮るための教科書

撮影の基本と、その意味。
そして実用的カラーマネージメントまで。

第 8 章

色とは何か

—— 分光・視覚・色順応

制作　マツバラミチヒサ

写真の学校 教科書プロジェクト ／ 2026

CHAPTER 08

色とは何か

ここから第 III 部が始まります。扱うのは色 —— そして最終的には、撮影から出力まで意図した色を保つための実用的なカラーマネージメントです。

ところが色は、ここまで扱ってきた光の量とは性質がまったく違います。光の量は物理量ですが、**色は物理量ではありません**。世界に色は存在せず、あるのは波長ごとの強さの分布だけ。色はそれを人間が三つの数値に圧縮した結果として、頭のなかにだけ生まれます。

だから色の話には、必ず三つの層が絡みます。**物理としての光（分光分布）／人間の知覚（三色型色覚）／装置間の約束事（色空間）**。この三つを混同すると議論が通じなくなる —— カラーマネージメントの難しさの大半は、そこから来ています。この章では、その土台を固めます。

この章で身につくこと

- ☐ 分光分布（SPD）という考え方を説明できる
- ☐ 人間の色覚が三つの受容器の「比」であることを理解している
- ☐ 条件等色（メタメリズム）がなぜ起きるかを説明できる
- ☐ CIE 等色関数と XYZ が何を表しているかを言える
- ☐ xy 色度図の読み方（外周・中心・純紫軌跡・黒体軌跡）が分かる
- ☐ 色順応とは何か、なぜカメラにそれがないのかを説明できる
- ☐ カメラが色を作るまでの五段階を言える

8-1　光には色がない —— あるのは分光分布だけ

ニュートンは「光線には色がついていない」と書きました。物理的に存在するのは、**波長ごとの強さの分布**だけです。これを**分光分布（SPD：Spectral Power Distribution）**と呼びます。

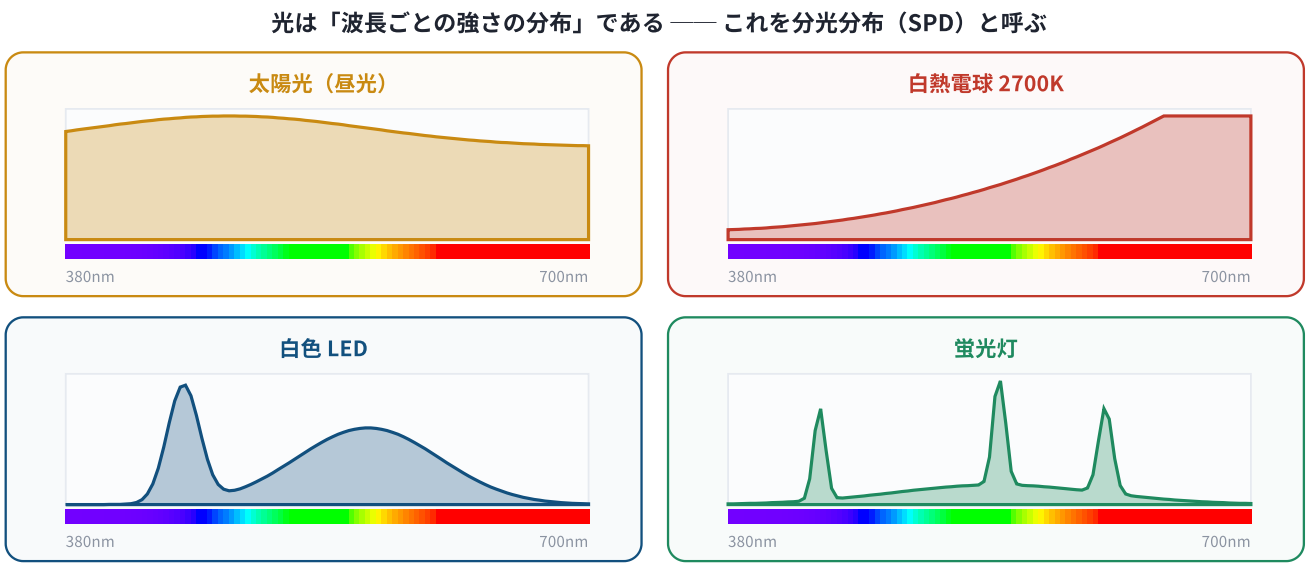


図 8-1｜四つの光源の分光分布。どれも私たちには「白い光」に見えるが、中身はまったく違う。太陽光はなめらかに連続し、白熱電球は赤に偏り、LED は青の鋭い山と黄色の広い山、蛍光灯は水銀の輝線を持つ。

この図が示すのは重要な事実です。**「白い光」というものが一種類あるのではない**。中身の違う無数の光が、どれも白く見えている。そして被写体に当たる光の中身が違えば、被写体が返す光の中身も変わる。**光源によって色が変わって写るという現象の根本は、ここにあります。**

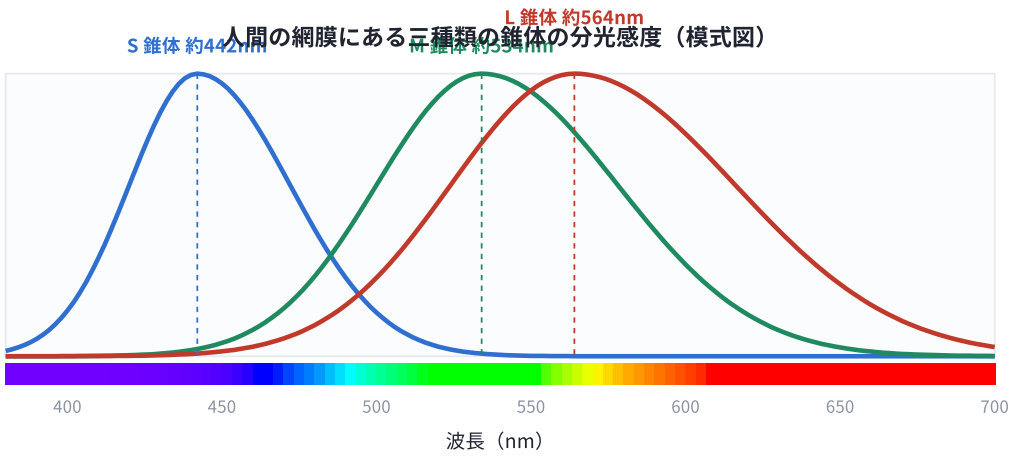
目に届く光 ＝ 光源の分光分布 × 物体の分光反射率

赤いリンゴが赤いのは、長波長側をよく反射し、短波長側を吸収するから。赤い光しか当たっていなければ、緑の葉は黒く写る

8-2　人間は波長を測っていない

では人間は、この分布をどう捉えているのか。**ほとんど捉えていません。**

網膜にある色を感じる細胞（錐体）は、たった三種類です。それぞれ感度のピークが違うだけで、どれも広い波長範囲に反応します。



人間は光の波長を測っていない。三つの受容器の反応の「比」を読んでいるだけである。
M と L のピークはわずか 30nm しか離れていない —— 赤と緑の識別はこの僅差から生まれる。

図 8-2｜三種類の錐体の分光感度。S（短波長・約 442 nm）、M（中波長・約 534 nm）、L（長波長・約 564 nm）。M と L のピークはわずか 30 nm しか離れておらず、大きく重なっている。

色覚の正体

人間の視覚系がやっているのは、**入ってきた光の分光分布に三本の感度曲線を掛けて積分し、三つの数値を得る**ことだけです。

何百もの波長成分を持つ光が、たった三つの数値に圧縮される。そして脳は、その三つの数値の**比**から色を作り出します。

つまり —— **私たちは光の中身を見ていない。三つの数値だけを見ている。**これが色に関するあらゆる不思議の出発点です。

8-3　条件等色 —— 別物が同じ色に見える

三つの数値に圧縮されるということは、**圧縮後に同じ値になる光が無数にある**ということです。

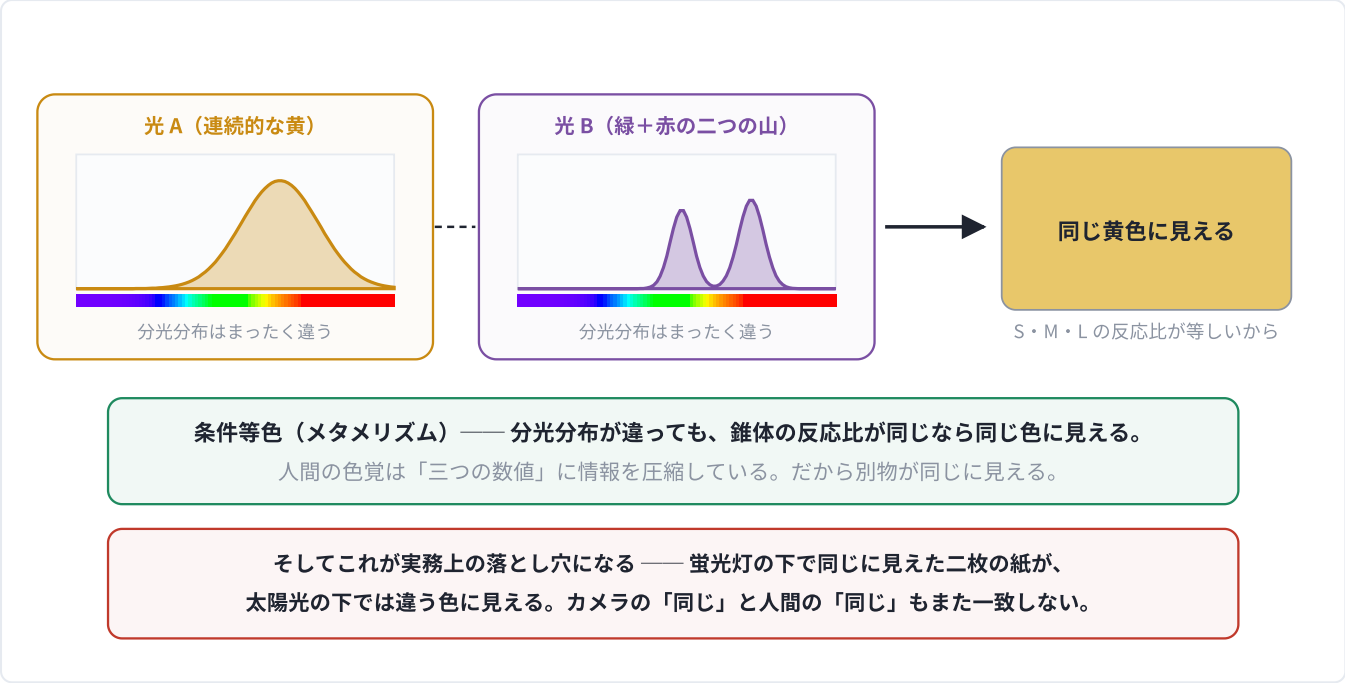


図 8-3｜条件等色（メタメリズム）。分光分布がまったく違う二つの光が、S・M・L の反応比が等しいために同じ黄色に見える。人間の色覚は情報を三つに圧縮しているので、別物が同じに見えるのは必然である。

この現象を**条件等色（メタメリズム）**と呼びます。そしてこれは、実務上いくつもの厄介を生みます。

- **光源が変われば一致が崩れる。**蛍光灯の下で同じに見えた二枚の紙が、太陽光の下では違って見える。色を合わせる作業は必ず**「どの光源の下で」**という条件つきになります。
- **人によって一致点が違う。**錐体の感度には個人差があります。ある人には同じに見える二色が、別の人には違って見えることがある。
- **カメラの「同じ」と人間の「同じ」は違う。**カメラの RGB フィルターの感度曲線は、人間の錐体とは形が違います。**だからカメラが同じ値を記録した二つの色が、人間には違って見えることがある**（そしてその逆も）。デジタルカメラの色再現がいまだに難しいのは、この一点が本質です。

8-4　等色関数と XYZ —— 色を数値で共有するために

色が個人の頭のなかの現象なら、どうやって数値で伝えるのか。この問題に答えたのが、1931 年に CIE（国際照明委員会）が定めた**等色関数**です。

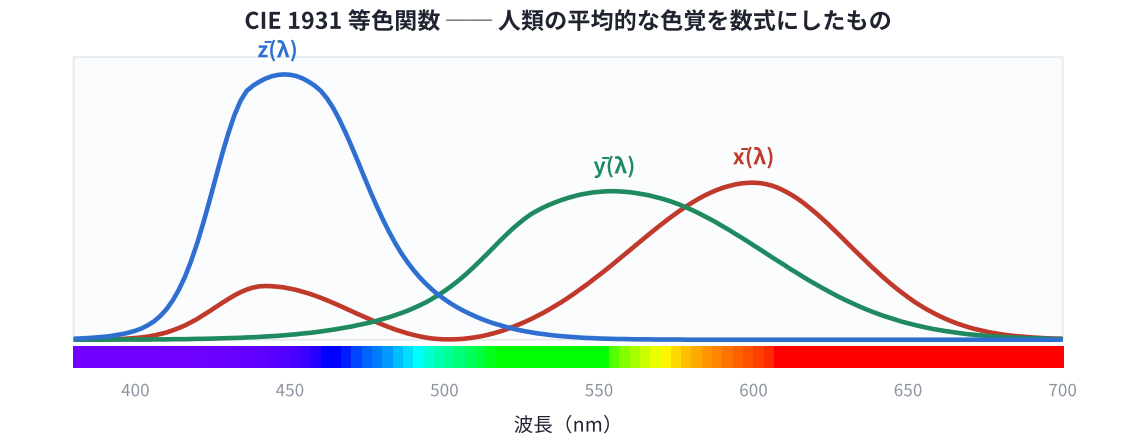
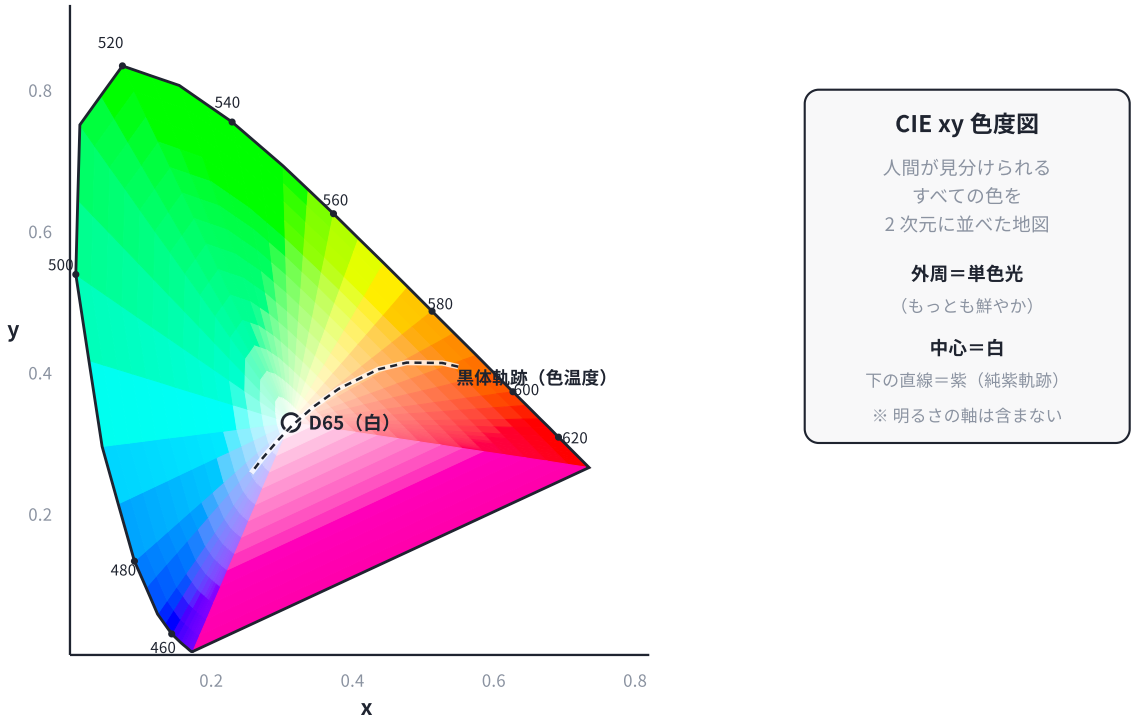


図 8-4｜CIE 1931 等色関数。多数の被験者による等色実験から求めた、人類の平均的な色覚を表す三本の曲線。任意の光の分光分布にこれを掛けて積分すると、三つの数値 X・Y・Z が得られる。

ここで **Y は明るさ（輝度）**を表します。ȳ(λ) が人間の明るさの感じ方（比視感度）そのものになるよう設計されているからです。緑がいちばん明るく感じられ、同じエネルギーでも青や赤は暗く感じられる —— その事実がこの曲線に入っています。

X と Z は、色味を表すための補助的な軸です。三つの数値のうち明るさ成分を取り除くと、**色味だけを二次元で表せます**。それが xy 色度図です。



この図の色は印刷・表示の都合で近似したもの。実際の外周の鮮やかさは再現できていない。

図 8-5｜CIE xy 色度図。人間が見分けられるすべての色を 2 次元に並べた地図。外周（スペクトル軌跡）は単色光でもっとも鮮やか、中心が白、下辺の直線は単色光では作れない紫（純紫軌跡）。破線は黒体軌跡＝色温度の道すじ。**この図には明るさの軸がない**ことに注意。

xy 色度図を読むときの三つの注意

① **明るさの軸がない。**同じ点でも、明るい黄色と暗い茶色は区別されません。色度図は「色相と彩度の地図」です。

② **面積は視覚的な差に対応しない。**緑の領域が広く見えますが、それは人間が緑の違いに鈍いのではなく、この図の作り方の都合です（この歪みを直したのが CIE 1976 u′v′ 図）。

③ **印刷や画面で正しく再現できない。**この図に載る色の多くは sRGB の外側にあります。**図に描かれた外周の色は、本来の鮮やかさより大幅に鈍い**と考えてください。

8-5　色の三属性

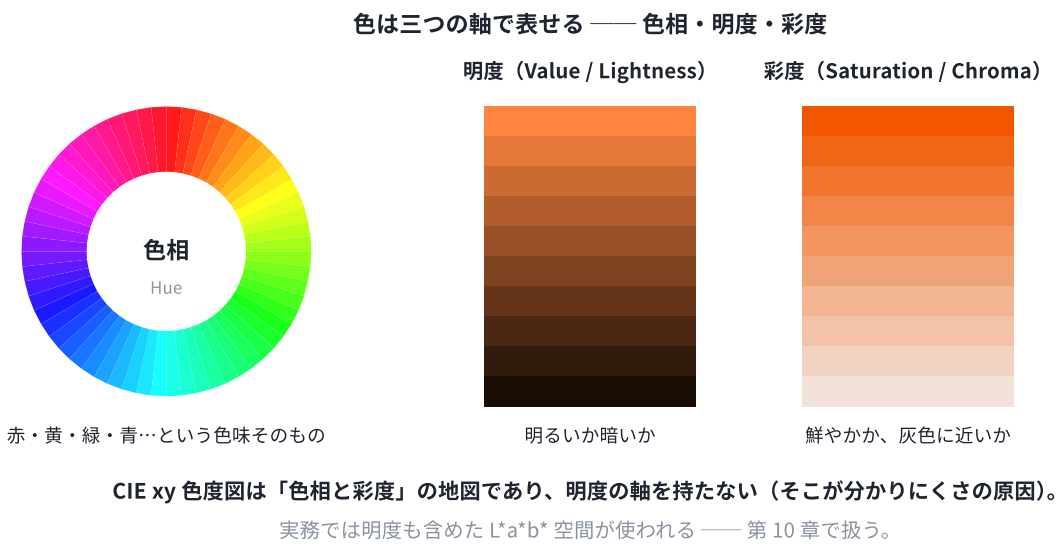


図 8-6｜色の三属性。色相（何色か）・明度（明るいか暗いか）・彩度（鮮やかか灰色に近いか）。xy 色度図は前二者のうち色相と彩度だけを扱っており、明度の軸を持たない。

実務では、明度も含めた三次元の色空間が必要になります。もっとも広く使われるのが **CIE L*a*b***で、L* が明度、a* が緑〜赤、b* が青〜黄を表します。**人間の知覚的な色の差が、空間内の距離にほぼ比例する**ように設計されており、「色がどれくらいずれているか」を数値で言えます（色差 ΔE）。第 10 章以降でたびたび登場します。

8-6　色順応 —— 脳が光源を差し引いている

白熱電球の部屋で白い紙を見ても、私たちはそれを「白い紙」として認識します。しかし物理的には、その紙はオレンジ色の光を反射しています。分光的には明らかにオレンジなのに、白く見える。



図 8-7｜**色順応。**同じ紙が、まったく違う分光分布の光の下でも「白」として認識される。脳が光源の色を推定して差し引いているからである。**カメラにはこの機能がない。**

これを**色順応**と呼びます。脳は「この場を照らしている光の色」を推定し、それを差し引いて物体そのものの色を復元しています。**私たちが日常で色に困らないのは、この無意識の処理のおかげ**です。

写真がここでつまずく理由

カメラは色順応をしません。センサーは、届いた光をそのまま三つの数値として記録するだけです。

だから白熱電球の下で撮ればオレンジ色の写真になり、日陰で撮れば青い写真になる。**人間が無意識にやっている引き算を、カメラの代わりに誰かがやらなければならない。**それがホワイトバランスであり、第 9 章の主題です。

そして重要なのは、この引き算に**唯一の正解がない**ことです。夕焼けの赤みを引き算して白くしてしまえば、夕焼けではなくなる。どこまで引くかは、記録の問題ではなく**表現の判断**になります。

8-7　カメラが色を作るまでの五段階

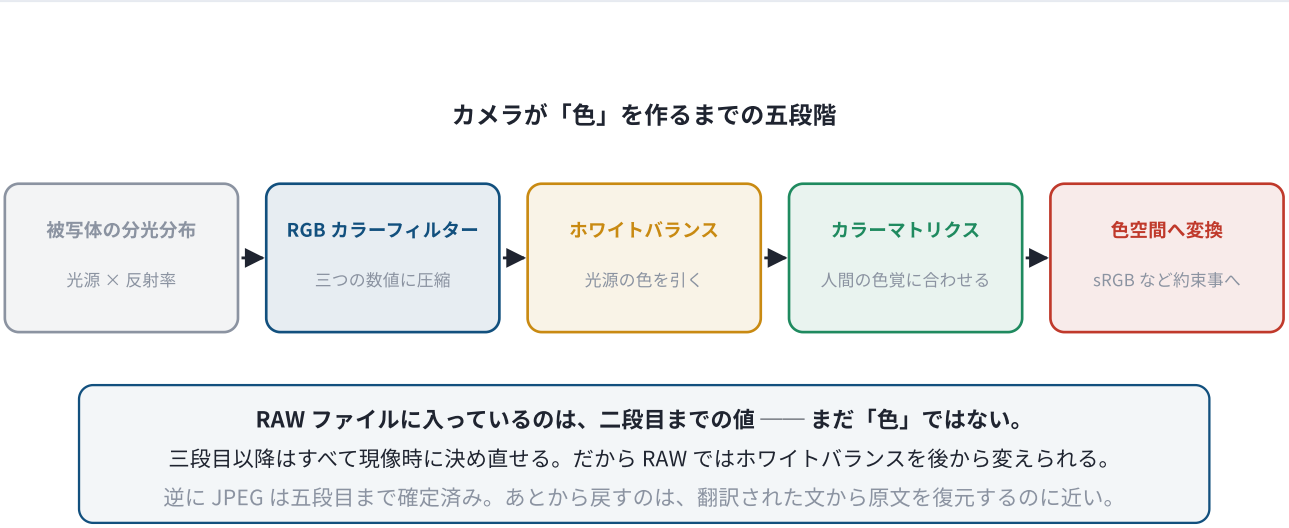


図 8-8｜カメラが色を作る道すじ。RAW ファイルに入っているのは二段目までの値であり、まだ「色」ではない。三段目以降は現像時に決め直せる —— RAW でホワイトバランスを後から変えられるのはこのためである。

順を追うとこうなります。

1. **被写体の分光分布**。光源の分光分布と物体の反射率の積。ここまでは物理です。
2. **RGB カラーフィルターで三つの数値に圧縮**。人間の錐体と同じ発想ですが、感度曲線の形は違います。この時点で情報が落ちるので、**ここで失われたものは二度と復元できません**。
3. **ホワイトバランス**。光源の色を推定し、R・G・B のゲインを調整して差し引きます（第 9 章）。
4. **カラーマトリクス**。カメラの RGB を、人間の色覚に合う値（XYZ）へ変換します。メーカーごとの「色作り」の大半はここに入っています。
5. **色空間へ変換**。sRGB や Adobe RGB といった約束事の数値に落とし込みます（第 10 章）。

［発展］なぜメーカーによって色が違うのか

同じ被写体を同じ光で撮っても、メーカーが違えば色が違います。理由は二つの段階に分かれます。

① **フィルターの分光感度が違う（2 段目）**。これはハードウェアの差であり、後から変えられません。人間の錐体と完全には一致しないため、どのカメラも「人間と同じようには」見ていません。

② **カラーマトリクスの設計思想が違う（4 段目）**。肌を優先するか、空の青を優先するか、記憶色に寄せるか、忠実さを取るか。ここは各社の哲学が出る部分で、**数式の選択の問題**です。

RAW で撮って他社のプロファイルを当てても「その会社の色」に完全にはならないのは、①が残るからです。逆に言えば、②はユーザー側で作り替えられます —— カラーチャートを撮ってプロファイルを自作するのは、この 4 段目を自分で書き直す作業にほかなりません（第 11 章）。

この章のまとめ

① 世界に色は存在しない。あるのは**分光分布**だけである。
② 目に届く光 ＝ **光源の分光分布** × **物体の反射率**。
③ 人間は三種類の錐体（S・M・L）の反応の**比**だけを見ている。
④ 三つに圧縮するため、**分光分布が違っても同じ色に見える**（条件等色）。
⑤ CIE 等色関数は、人類の平均的な色覚を数式にしたもの。**Y は輝度**を表す。
⑥ xy 色度図は色相と彩度の地図であり、**明るさの軸を持たない**。
⑦ 脳は光源の色を差し引いている（**色順応**）。カメラにはこの機能がない。
⑧ カメラが色を作るのは五段階。RAW は**二段目まで**の値である。
⑨ メーカーによる色の違いは、**フィルターの分光感度**と**カラーマトリクスの設計**から来る。

演習問題

問 1　「このトマトは赤い」という表現は、物理的には何を言っていることになるでしょうか。

解答例｜「このトマトの表面は、長波長（およそ 600 nm 以上）の光をよく反射し、短波長の光を吸収する**分光反射率**を持っている」ということです。「赤」という色そのものはトマトにも光にも存在せず、反射された光が観察者の S・M・L 錐体に生む反応の比から、脳が作り出しています。したがって**赤い光しか当たっていなければ緑の葉は黒く写り、青い光しか当たっていなければトマトも黒く写ります**。

問 2　店の照明の下で似合うと思って買った服が、外で見たら違う色だった。何が起きたのでしょうか。

解答例｜**条件等色（メタメリズム）の破れ**です。店内の光源（多くは LED や蛍光灯で、分光分布に偏りがある）の下では、その服の分光反射率と別の色の分光反射率が、たまたま同じ錐体反応比を生んでいた。しかし太陽光は分光分布が連続的で中身が違うため、掛け合わせた結果の反応比が変わり、違う色に見えるようになった。**色の一致はつねに「どの光源の下で」という条件つきである**という原則の実例です。

問 3　カメラの RGB フィルターの感度曲線が、人間の錐体の感度曲線と完全に一致していないことは、実務上どんな問題を生むでしょうか。

解答例｜**カメラにとって同じ値になる二つの色が、人間には違って見える**（またはその逆）という問題が生じます。これはカメラ固有の条件等色であり、①どんなに優れたカラーマトリクスを使っても完全には解消できない ②特定の被写体（紫の花、蛍光色、LED の光源色、特殊な染料）で色が転びやすい ③メーカーが違えば色が違う根本原因になる、といった形で現れます。カラーチャートによるプロファイル作成は、**この不一致を「よく使う色の範囲で」最小化する**作業です。

問 4　xy 色度図を見て「緑の領域が広いから、人間は緑をたくさん見分けられる」と考えるのは正しいでしょうか。

解答例｜正しくありません。CIE 1931 xy 図は**面積と知覚的な色差が対応していない**という既知の欠点を持ちます。緑の領域では、図上で大きく離れた二点が視覚的にはほとんど区別できず、青の領域では図上でごく近い二点がはっきり違って見えます（マクアダムの楕円）。この歪みを補正したのが CIE 1976 u′v′ 色度図であり、色差を数値で扱うには L*a*b* と ΔE を使います。

問 5　RAW で撮ればホワイトバランスを後から自由に変えられるのに、JPEG では難しいのはなぜでしょうか。図 8-8 の五段階を使って説明してください。

解答例｜RAW に記録されているのは**二段目まで**（センサーの RGB 値）で、ホワイトバランス（三段目）はまだ適用されていません。したがって現像時に何度でもやり直せます。
JPEG は**五段目まで確定済み**で、しかも 8 bit に丸められています。後からホワイトバランスを変えるには、いったん適用済みのゲインを逆算して外し、別のゲインを掛け直すことになりますが、途中で階調が丸められているため誤差が蓄積し、階調飛びや色被りの残留が生じます。**翻訳された文から原文を復元しようとするのに近い**作業です。

問 6　次章（第 9 章）への橋渡しとして考えてみてください。夕焼けを「見たとおり」に撮りたいとき、ホワイトバランスはどう設定すべきでしょうか。オートで撮ると何が起きますか。

解答例｜オートホワイトバランスは**画面の平均を無彩色にしようとする**ので、夕焼けの赤みを打ち消してしまい、ただの薄暗い風景になります。第 5 章で見た「露出計が平均を 18% グレーにする」のと構造的に同じ問題です。
対処は、①太陽光（デイライト、約 5500K）に固定する —— これが「その場の光の色をそのまま記録する」設定②あるいは意図的にさらに暖色へ振る。**ホワイトバランスは「正しい白」を探す作業ではなく、光源の色をどこまで差し引くかという表現の判断である** —— これが第 9 章の主題になります。

次章予告 —— 第 9 章「色温度とホワイトバランス」

色順応をカメラの代わりにやる —— それがホワイトバランスです。第 9 章では、色温度という考え方の由来（黒体放射）、色温度だけでは表せない緑〜マゼンタ方向のずれ、光源ごとの演色性の問題、そしてグレーカードやカラーチェッカーを使った実務を扱います。**「正しい白」を探す作業ではなく、「どこまで引くか」を決める作業**として、ホワイトバランスを捉え直します。

奥付

写真を「わかって」撮るための教科書
第 8 章　色とは何か —— 分光・視覚・色順応

制作　マツバラミチヒサ
写真の学校 教科書プロジェクト
2026 年 8 月　初版

CIE 1931 等色関数は Wyman・Sloan・Shirley（2013）の解析近似、スペクトル軌跡は CIE 1931 2° 標準観察者の表値、黒体軌跡は Kim らの近似式にもとづき作図しています。錐体感度および各光源の分光分布は説明のための模式図です。図中の色は sRGB での近似表示であり、色域外の色は本来の鮮やかさを再現できていません。図版はすべて本書のために作図したものです。

写真の学校 ／ TEXTBOOK

写真を「わかって」撮るための教科書

撮影の基本と、その意味。
そして実用的カラーマネージメントまで。

第 9 章

色温度とホワイトバランス

―― どこまで差し引き、どこまで残すか

制作　マツバラミチヒサ

写真の学校 教科書プロジェクト ／ 2026

CHAPTER 09

色温度と
ホワイトバランス

第 8 章の最後で、人間の脳は光源の色を無意識に差し引いている（色順応）と見ました。カメラにはその機能がありません。だから代わりに引き算をする —— それがホワイトバランスです。

ところがこの引き算には、**唯一の正解がありません**。夕焼けの赤みを完全に差し引けば、それは夕焼けの写真ではなくなる。ろうそくの灯りを白く直せば、ろうそくらしさは消える。どこまで引くかは記録の問題ではなく、表現の判断です。

この章では、色温度という物差しの成り立ちから始め、色温度だけでは表せない第二の軸、光源そのものの品質（演色性）、そして現場での決め方までを扱います。**「正しい白を探す」から「どこまで残すかを決める」へ** —— それがこの章の移行です。

この章で身につくこと

- ☐ 色温度が黒体放射に由来することを説明できる
- ☐ 「色温度が高い＝青い」という一見逆の対応を理解している
- ☐ WB の設定値を上げると写真が暖かくなる理由を説明できる
- ☐ 色温度だけでは足りない第二の軸（tint）を理解している
- ☐ 演色性（Ra・R9）が何を意味するかを説明できる
- ☐ WB の四つの決め方を使い分けられる
- ☐ 混光をどう処理するか判断できる
- ☐ 「正しい白」が存在しないことを説明できる

9-1　色温度 —— 黒体放射という物差し

鉄を熱していくと、赤く光り、さらに熱すると橙、黄、白、そして青白くなります。この**温度と色の対応**を借りて光の色を表したものが**色温度**です。

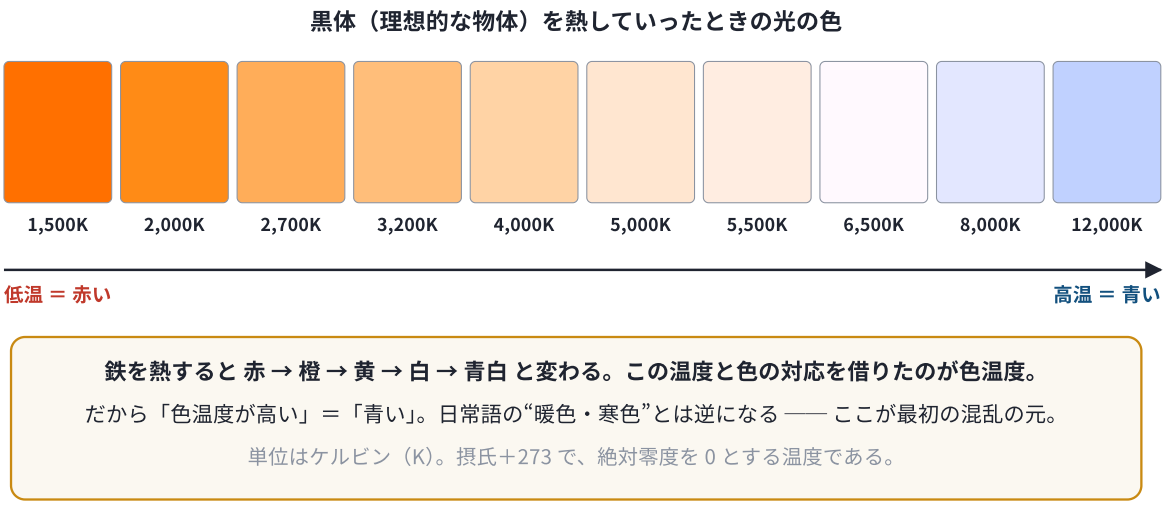


図 9-1｜黒体放射と色温度。理想的な物体（黒体）を熱したときの光の色を、その温度（ケルビン）で表す。**低温が赤、高温が青**。日常語の「暖色・寒色」とは逆の対応になるため、ここが最初の混乱の元になる。

［発展］相関色温度（CCT）という言葉

厳密には、色温度が定義できるのは黒体放射と同じ道すじ（第 8 章 図 8-5 の黒体軌跡）に乗る光だけです。しかし現実の光源 —— 蛍光灯、LED、曇り空 —— は、この軌跡から多かれ少なかれ外れています。

そこで実務では、**その光にもっとも色が近い黒体の温度**で代表させます。これを**相関色温度（CCT：Correlated Color Temperature）**と呼びます。カメラの「WB 5500K」という表示は、正確にはこの相関色温度のことです。

そして「軌跡から外れている度合い」は、色温度では表せません。それが 9-3 で扱う**第二の軸**になります。

9-2　主な光源の色温度

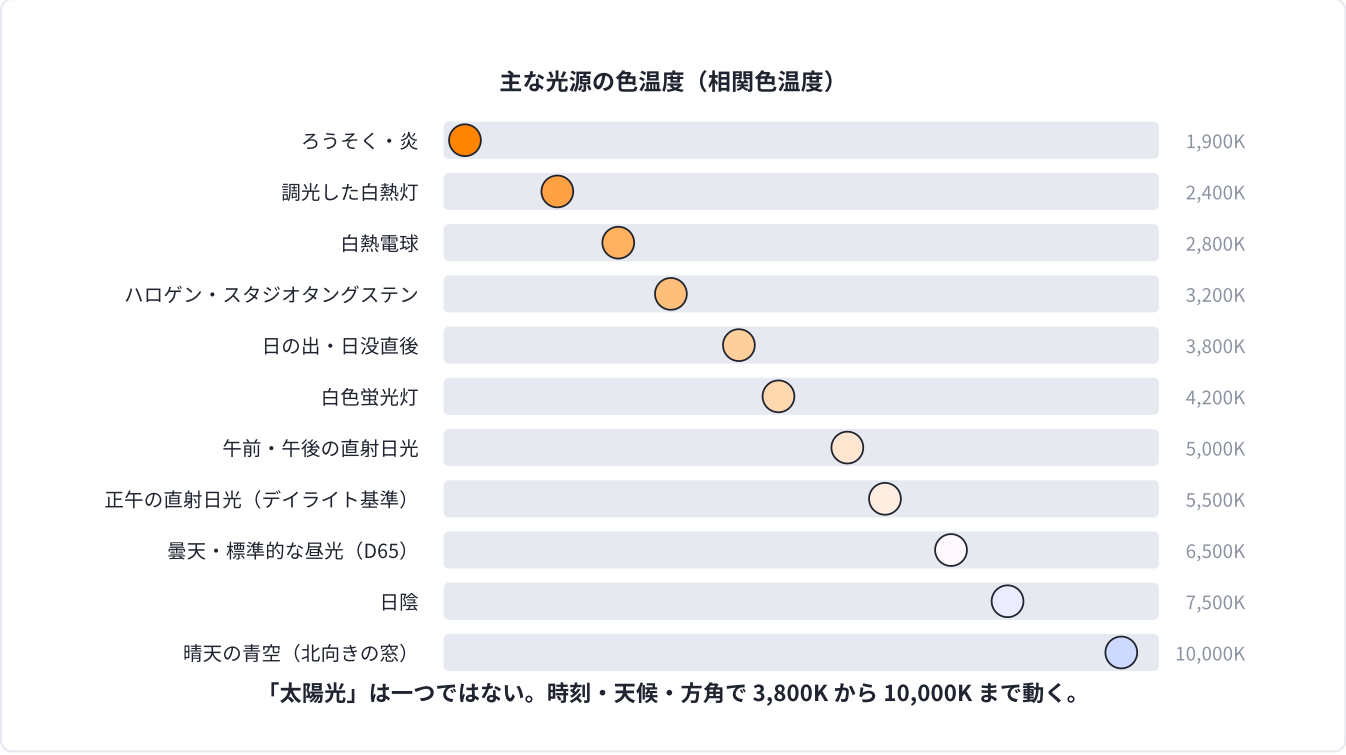


図 9-2｜主な光源の相関色温度。「太陽光」は一つではない。時刻・天候・方角によって 3,800K から 10,000K まで動く。

光源	色温度	光源	色温度
ろうそく・炎	1,900 K	正午の直射日光	5,500 K
白熱電球	2,800 K	曇天・標準昼光（D65）	6,500 K
ハロゲン・スタジオタングステン	**3,200 K**	**日陰**	**7,500 K**
日の出・日没直後	3,800 K	晴天の青空（北窓）	10,000 K 以上
白色蛍光灯	4,200 K	午前・午後の直射日光	5,000 K

9-3　WB の設定値と写りの向きが「逆」になる理由

ホワイトバランスを操作していて最初に混乱するのが、**数値を上げると写真が暖かくなる**という点です。「色温度が高い＝青い」はずなのに、なぜでしょうか。

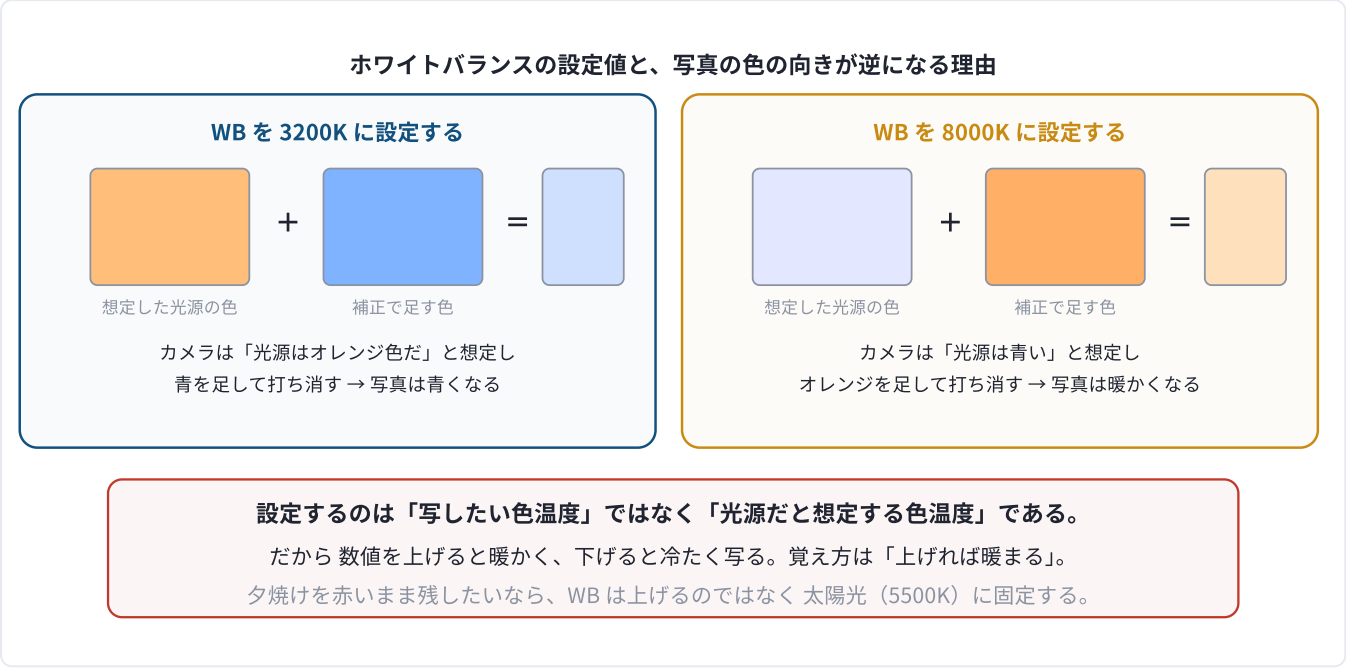


図 9-3｜設定値と写りの向きが逆になる理由。設定しているのは「写したい色」ではなく**「光源だと想定する色」**。想定した色の補色を足して打ち消すので、想定が暖色なら写真は冷たくなる。

覚え方

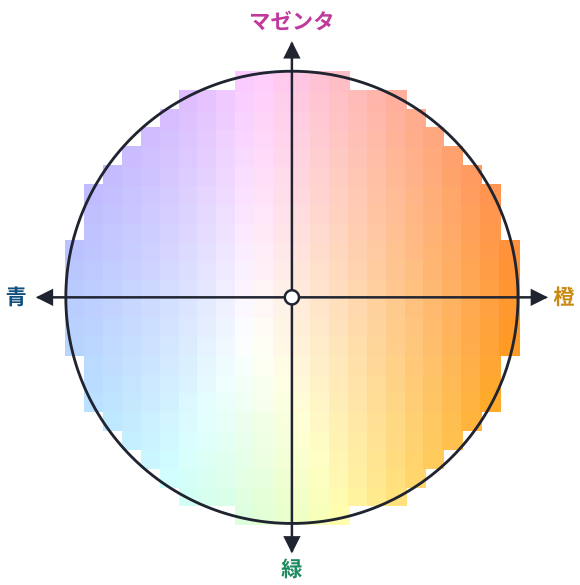
「**上げれば暖まる**」（WB の数値を上げる → 写真は暖色に）

理屈で言えばこうです。WB 8000K に設定するとは、「この場の光は 8000K の青い光だ」とカメラに教えることです。カメラはその青を打ち消すためにオレンジを足す。しかし実際の光がもっと暖かければ、打ち消しきれずにオレンジが残る —— だから暖かく写ります。

ホワイトバランスとは、**R・G・B それぞれのゲイン（増幅率）を変えて、想定した光源の色を打ち消す操作**です。数値そのものは「写真の色」ではなく「想定した光源の色」を指しています。

9-4　色温度だけでは足りない —— 第二の軸

蛍光灯の下で撮った写真が、色温度を合わせてもなんとなく緑っぽい —— これは色温度の軸では直せません。



ホワイトバランスは二軸ある

① 色温度（青 ⇄ 橙）

黒体軌跡に沿った方向。
自然光の変化はほぼこの軸に乗る。

② 色偏差 tint（緑⇄マゼンタ）

黒体軌跡から外れる方向。
蛍光灯・一部のLED・水中・
森の木漏れ日はここがずれる。

色温度だけを合わせても
緑かぶりは消えない。

「オートで色温度は合っているのに、なんとなく緑っぽい」── それは二軸目がずれている。

現像ソフトの「色かぶり補正／Tint」がこの軸を担当している。

図 9-4｜ホワイトバランスは二軸ある。横軸が色温度（青⇄橙）、縦軸が色偏差 tint（緑⇄マゼンタ）。自然光の変化はほぼ横軸に乗るが、蛍光灯・一部の LED・水中・森の木漏れ日は縦軸がずれる。

第 8 章の色度図でいえば、色温度は**黒体軌跡に沿った方向**、tint は**黒体軌跡から垂直に外れる方向**です。現像ソフトの「色かぶり補正」「Tint」というスライダーが、この第二の軸を担当しています。

緑かぶりは気づきにくい

人間の視覚は緑の違いに鈍い（第 8 章 8-4 の色度図の歪み）ため、**緑かぶりは青やオレンジのかぶりより自覚しにくい**という性質があります。

症状として現れるのは、「肌がなんとなく不健康」「白いシャツがくすむ」「全体に濁った印象」といった曖昧な違和感です。色温度をいじっても直らないときは、**tint を疑ってください。**

確実なのは、現場でグレーカードを 1 枚写しておくこと。現像でそれをスポイトで拾えば、二軸とも一度に合います。

9-5　演色性 ── 色温度が合っていても色は転ぶ

ここまでは「光源の色」の話でした。しかし光源には、もう一つ別の品質があります。**そもそもどの波長の光が含まれているか**です。

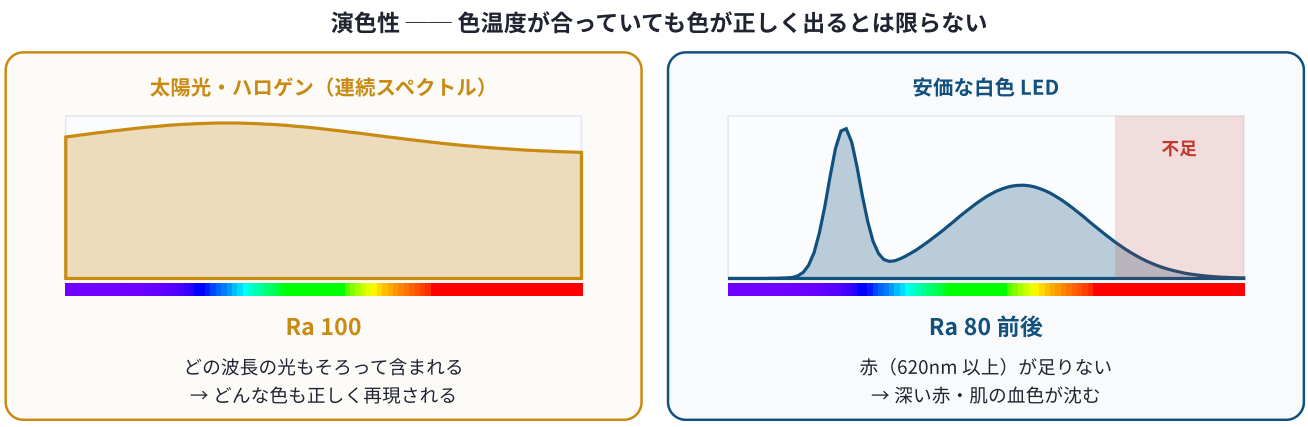


図 9-5｜演色性。太陽光やハロゲンは連続スペクトルですべての波長を含む。安価な白色 LED は青の鋭い山と黄色の広い山でできており、**深い赤（620 nm 以上）が不足している**。含まれていない波長は、どんなに現像しても復元できない。

演色性の指標

Ra（平均演色評価数）—— 8 種類の中程度の彩度の色をどれだけ正しく再現できるかの平均。100 が満点。一般照明で 80 以上、撮影用なら **95 以上**が望ましい。

R9—— 「深い赤」の再現性。Ra の計算には含まれていないため、**Ra が高くても R9 が低い製品が多い**。肌の血色、料理、赤い花、木材の色に直結します。

TM-30（Rf / Rg）—— より新しい評価法。Rf が忠実性、Rg が彩度の増減を表す。Ra より実態に近いとされます。

撮影用照明を選ぶときは、**Ra だけでなく R9 の値を確認する**こと。「Ra 95」と書いてあっても R9 が 20 台という製品は珍しくありません。

そして重要なのは、**演色性の悪さはホワイトバランスでは直せない**ということです。ホワイトバランスは R・G・B のゲインを変えるだけであり、**光源に含まれていない波長を作り出すことはできません**。「肌の血色が悪い」「料理がおいしそうに見えない」という不満の多くは、実は WB ではなく光源の演色性の問題です。

9-6　実務としてのホワイトバランス

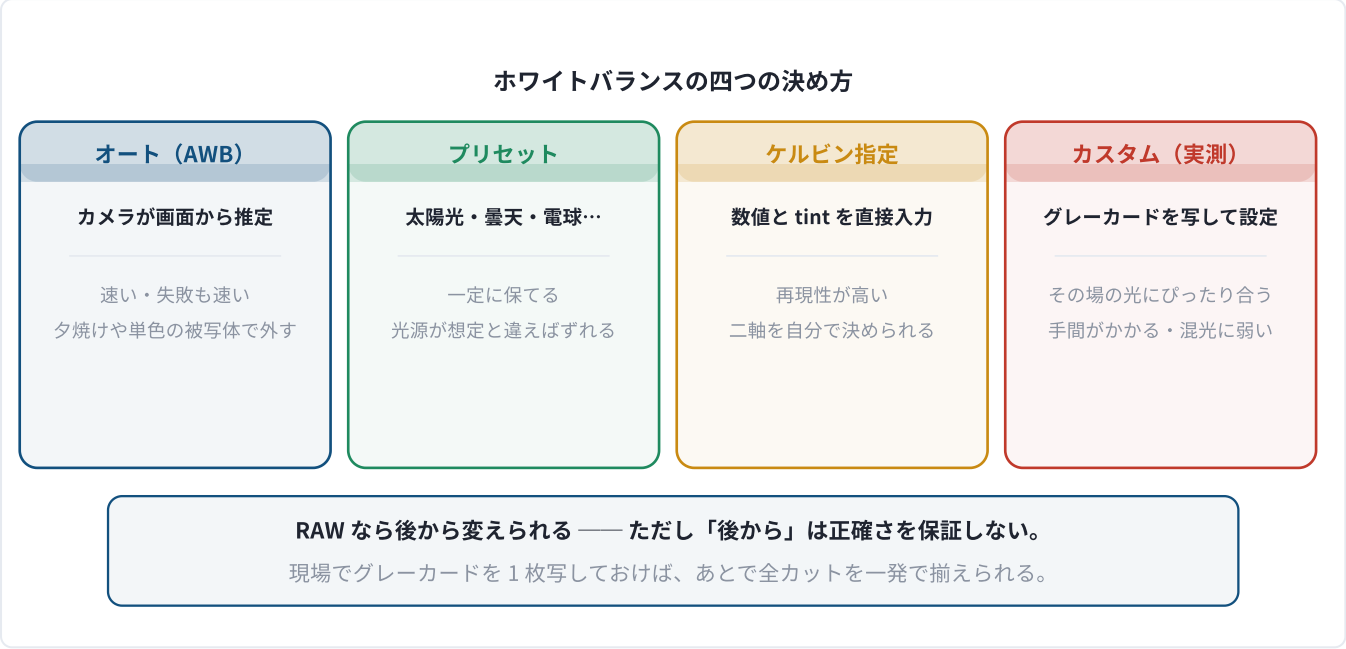


図 9-6｜ホワイトバランスの四つの決め方。RAW なら後から変えられるが、「後から」は正確さを保証しない。現場でグレーカードを 1 枚写しておけば、あとで全カットを一発で揃えられる。

オート（AWB）。画面全体から光源を推定します。速いのが利点。弱いのは、①夕焼けや紅葉のように画面が単色に寄るシーン（第 5 章の露出計と同じ構造の失敗で、平均を無彩色にしようとする）②混光 ③カット間で色が揺れること。**連続したカットで色を揃えたいなら AWB は使わない**のが原則です。

プリセット・ケルビン指定。値を固定できるので、カット間で色が揺れません。ケルビン指定なら tint も同時に決められます。**「太陽光（5500K）固定」は、その場の光の色をそのまま記録する設定**であり、光の変化を記録として残したいときの基準になります。

カスタム（実測）。グレーカードや白い紙を写して、それを無彩色として設定します。もっとも正確ですが、**混光には弱い**（どの位置で測るかで結果が変わる）。

［発展］カラーチェッカーという保険

グレーカードは「無彩色を合わせる」ためのものですが、**カラーチェッカー**（24 色などの色票が並んだボード）はもう一歩進んで、**カメラ固有の色の癖まで補正する**ために使います。

手順は単純で、その場の光の下でカラーチェッカーを 1 枚撮っておく。現像時に専用ソフトで読み込ませると、そのカメラ・その光源に最適化された**カラープロファイル**が生成されます。これは第 8 章 図 8-8 の「4 段目（カラーマトリクス）」を自分で書き直す作業にほかなりません。

複製・図録・商品撮影・美術品の記録など、**色の正確さが成果物の価値そのものである仕事**では、これが事実上の必須手順になります。逆に作品撮影では、必ずしも必要ではありません —— 正確さと好ましさは別の話だからです。

9-7　混光 —— 正しい WB が存在しない場面



図 9-7｜混光の処理。窓からの昼光（6500K）と室内灯（2800K）が同時に当たっている状態。二つの光源に同時に合わせることは原理的にできない。

混光は、**「正しいホワイトバランスが存在しない」**ことがはっきりする場面です。窓際の被写体に WB を合わせれば室内は極端に赤く、室内灯に合わせれば窓の外は真っ青になる。

選択肢は三つあります。**①一方に合わせ、もう一方の色かぶりを残す**（主役に当たっている光を優先する）。**②光源を統一する**（室内灯を消す、カーテンを閉める、ストロボに色温度変換フィルターを貼って室内灯に合わせる）。**③現像で部分補正する**（マスクを切って領域ごとに違う WB を当てる）。

現場でいちばん確実なのは②です。撮影前に「この部屋の光源は何種類あるか」を確認し、可能なら一つに絞る —— これはプロの現場では標準的な段取りになっています。

9-8　表現としてのホワイトバランス



図 9-8｜同じ夕景を、三つのホワイトバランスで。どれも「間違い」ではない。ホワイトバランスは正しい白を探す作業ではなく、その場の光の色をどこまで差し引き、どこまで残すかという判断である。

第 5 章で「適正露出は存在しない」と述べたのと、まったく同じ構造がここにもあります。**「正しい白」は存在しません**。あるのは、この写真で何を伝えたいかという目的だけです。

- **朝の空気を伝えたい**なら、青みは残したほうがいい
- **ろうそくの灯りの温かさ**を伝えたいなら、オレンジは残すべきである
- **商品の色を正確に伝えたい**なら、徹底的に差し引かなければならない
- **記録として後から判断したい**なら、太陽光固定で撮って RAW で残す

大切なのは、**どれを選んでいるかを自覚していること**です。オートに任せたまま「なんとなくこうなった」のと、意図して残したのとでは、写真の説得力がまったく違います。

この章のまとめ

① 色温度は**黒体放射**に由来する物差し。低温が赤、高温が青。
② 実際の光源は黒体軌跡から外れるので、**相関色温度（CCT）**で代表させる。
③ WB の設定値は「写したい色」ではなく「**光源だと想定する色**」。上げれば暖まる。
④ WB は二軸ある —— **色温度（青⇄橙）と tint（緑⇄マゼンタ）**。
⑤ 緑かぶりは自覚しにくい。「なんとなく濁る」と感じたら tint を疑う。
⑥ **演色性**は WB では直せない。光源にない波長は復元できない。**Ra と R9 を確認する**。
⑦ 連続したカットで色を揃えたいなら **AWB は使わない**。
⑧ グレーカード 1 枚で二軸が合う。カラーチェッカーならカメラの癖まで補正できる。
⑨ 混光に正解はない。**可能なら光源を一つに絞る**のが最善。
⑩ 「正しい白」は存在しない。**どこまで残すかは表現の判断**である。

演習問題

問 1　ホワイトバランスの数値を 5500K から 7500K に上げたら、写真が暖かくなりました。なぜでしょうか。

解答例｜WB の数値は「光源だと想定する色温度」です。7500K に設定するとは「この場の光は青い」とカメラに教えることで、カメラはそれを打ち消すためにオレンジ方向のゲインを掛けます。実際の光がそれより暖かければ、打ち消しきれずにオレンジが残る —— 結果として写真は暖色になります。**設定値そのものは「写真の色」ではなく「引き算の相手」を指している**のが要点です。

問 2　蛍光灯の会議室で撮った写真が、色温度を合わせても人の顔が不健康に見えます。考えられる原因を二つ挙げ、それぞれの対処を述べてください。

解答例｜①**tint（緑かぶり）** —— 蛍光灯は黒体軌跡から緑側に外れるため、色温度軸だけを合わせても緑が残る。対処は現像の Tint スライダーをマゼンタ側へ、または現場でグレーカードを写しておく。②**演色性の不足** —— 蛍光灯は輝線スペクトルで、特に深い赤（R9 に相当する領域）が乏しい。血色の元になる波長そのものが光に含まれていないので、WB では直せない。対処は**光源を替える**（Ra 95 以上の LED、ストロボ、窓からの自然光）こと。

問 3　結婚式の披露宴会場で、複数のカットの色を揃えたい。どんな設定と段取りにすべきでしょうか。

解答例｜①**AWB を使わない** —— カットごとに構図が変わると推定結果が揺れ、あとで揃えるのが困難になる。②**ケルビン固定**にする（会場の主光源に合わせた値、たとえば 3200K）。③ 開始時に**グレーカードまたはカラーチェッカーを 1 カット撮っておく** —— 現像時にそれを基準に全カットを一括で合わせられる。④照明が変わる演出（キャンドル、カラー照明）があるなら、その区間ごとに基準カットを撮る。⑤ RAW で撮る。**「後から直せる」ではなく「後から一括で直せるようにしておく」のが段取りの要点**です。

問 4　「Ra 95 の LED ライト」と書かれた製品を買ったのに、料理の写真がおいしそうに見えません。何を確認すべきでしょうか。

解答例｜**R9（深い赤の再現性）**を確認すべきです。Ra は 8 種類の中程度の彩度の色の平均であり、**飽和した赤（R9）は計算に含まれていません**。そのため Ra 95 でも R9 が 20〜30 台という製品は珍しくありません。肉の赤、トマト、赤ワイン、そして人の肌の血色はすべてこの領域に依存します。可能なら TM-30 の Rf・Rg も確認する。**指標が一つしか公開されていない製品は、その一つだけを良く見せている可能性がある**と考えたほうが安全です。

問 5　夕焼けを「見たとおり」に撮りたい。オートホワイトバランスではなぜうまくいかないのでしょうか。またどう設定すべきでしょうか。

解答例｜AWB は**画面の平均を無彩色にしようとする**ため、夕焼けの赤みを「色かぶり」と判断して打ち消します。結果、ただの薄暗い風景になります。第 5 章で見た「露出計が平均を 18% グレーにする」のと構造的に同じ失敗です。
対処は**太陽光（デイライト、5500K）に固定する**こと。これが「その場の光の色をそのまま記録する」設定です。さらに記憶のなかの夕焼けに近づけたければ、6500〜8000K へ意図的に上げる。**どれを選ぶかは自由ですが、選んでいる自覚が要ります。**

問 6　次章（第 10 章）への橋渡しとして考えてみてください。ホワイトバランスとカラーマトリクスを経て、写真の色は R・G・B の数値になりました。ではその「R = 200」という数値は、どんな色を意味しているのでしょうか。

解答例｜**それだけでは決まりません。**R=200 が意味する色は、「どの色空間の R か」を指定して初めて確定します。sRGB の R=255 と Adobe RGB の R=255 と ProPhoto の R=255 は、まったく違う赤を指しています。
つまり RGB 値は**色そのものではなく、ある約束事のなかでの座標**にすぎません。約束事（色空間）を取り違えれば、同じ数値がまったく違う色として表示される —— これが色がずれる最大の原因であり、第 10 章の主題です。

次章予告 —— 第 10 章「色空間」

RGB の数値は、それ自体では色を表していません。「どの三原色を、どんな階調で使うか」という約束事 —— 色空間 —— とセットにして初めて色になります。
第 10 章では、sRGB / Adobe RGB / Display P3 / ProPhoto という主要な色空間の原色点とガンマを色度図の上で比較し、**どれを選ぶべきか**という実務的な判断（撮影・現像・保存・書き出し）を整理します。

奥付

写真を「わかって」撮るための教科書
第 9 章　色温度とホワイトバランス —— どこまで差し引き、どこまで残すか

制作　マツバラミチヒサ
写真の学校 教科書プロジェクト
2026 年 8 月　初版

黒体軌跡は Kim らの近似式にもとづき算出し、色見本は sRGB での近似表示です。光源の色温度は代表的な目安であり、製品や条件により変動します。分光分布の図は説明のための模式図です。図版はすべて本書のために作図したものです。

写真の学校 ／ TEXTBOOK

写真を「わかって」撮るための教科書

撮影の基本と、その意味。
そして実用的カラーマネージメントまで。

第 10 章

色空間

—— sRGB / Adobe RGB / Display P3 / ProPhoto

制作　マツバラミチヒサ

写真の学校 教科書プロジェクト ／ 2026

CHAPTER 10

色空間

「R=0, G=204, B=0」。この数値は何色でしょうか。

答えは **「それだけでは決まらない」** です。sRGB の緑と Adobe RGB の緑と ProPhoto の緑は、まったく違う色を指しています。RGB の数値は色そのものではなく、**ある約束事のなかでの座標**にすぎません。

この事実を知らないまま作業すると、モニタでは正しく見えたのに Web に上げたら色がくすんだ、印刷したら緑が転んだ —— といった事故が起きます。逆にここを押さえておけば、色がずれる原因のほとんどは説明でき、防げます。

この章では色空間を構成する三要素、主要な色空間の色域比較、ガンマの役割、そして**工程ごとに何を選ぶべきか**という実務判断を扱います。

この章で身につくこと

- ☐ RGB 値が色ではない理由を説明できる
- ☐ 色空間の三要素（原色・白色点・伝達関数）を言える
- ☐ 主要な色空間の色域の広さと用途を比較できる
- ☐ ガンマがなぜ必要かを、ビット配分の観点から説明できる
- ☐ 色域とビット深度をセットで考えられる
- ☐ 撮影・現像・保存・書き出しでそれぞれ何を選ぶべきか判断できる
- ☐ 色域外の色に何が起きるかを説明できる
- ☐ L*a*b* と ΔE で色の一致を数値で語れる

10-1　RGB の数値は色ではない

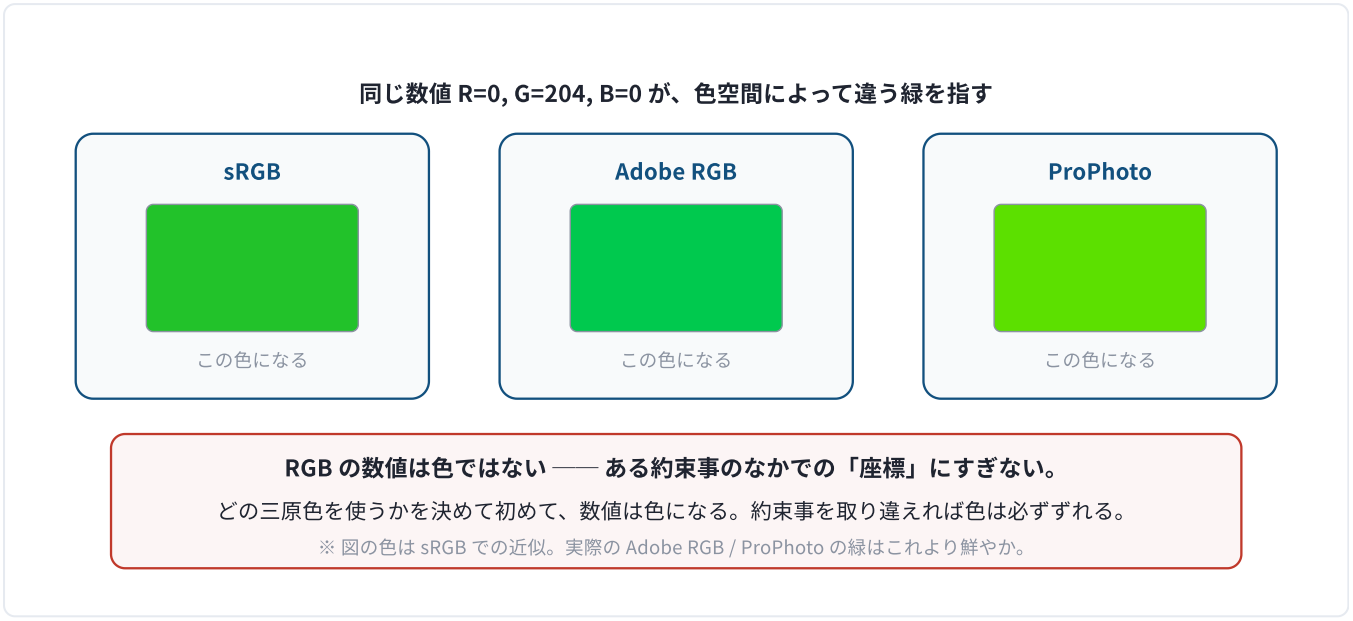


図 10-1｜同じ数値が、色空間によって違う色を指す。RGB 値は色そのものではなく、ある約束事のなかでの座標にすぎない。約束事を取り違えれば、色は必ずずれる。

RGB とは「赤をこれくらい、緑をこれくらい、青をこれくらい混ぜてください」という**混合の指示**です。しかし「赤」がどんな赤なのかを決めなければ、指示は実行できません。**その「どんな赤か」を定義するのが色空間**です。

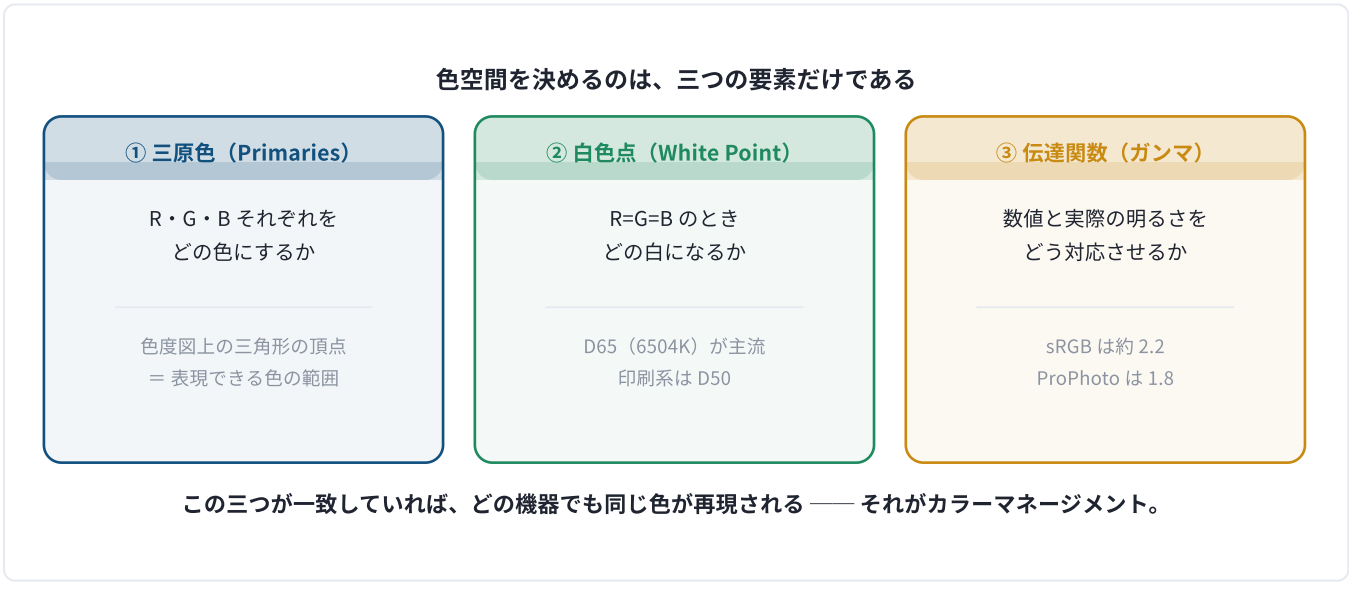


図 10-2｜色空間を決める三要素。三原色（色度図上の三角形の頂点）、白色点（R=G=B のときの白）、伝達関数（数値と明るさの対応）。この三つが一致していれば、どの機器でも同じ色が再現される。

10-2　主要な色空間の色域

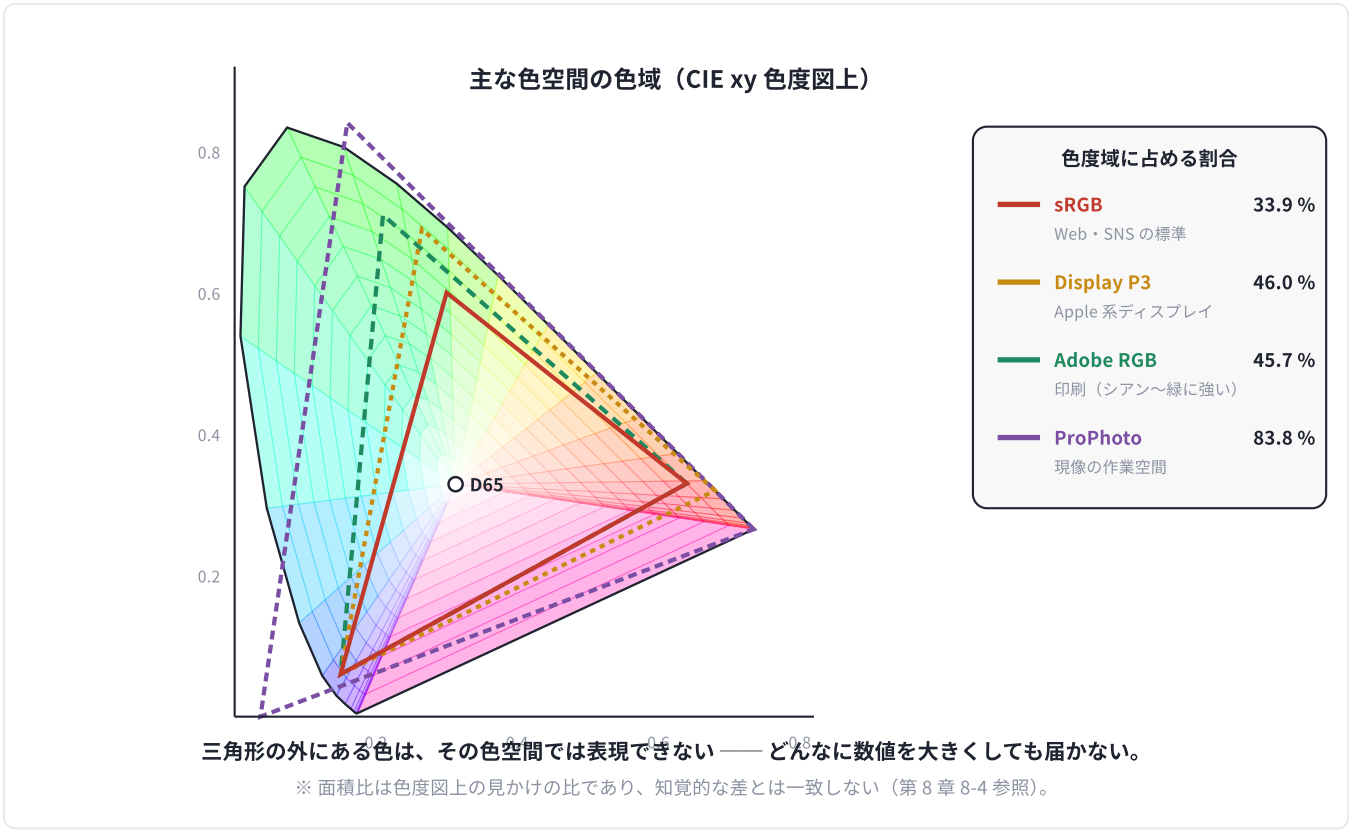


図 10-3｜主な色空間の色域。三角形の外にある色は、その色空間では表現できない —— 数値をどう大きくしても届かない。面積比は色度図上の見かけの比であり、知覚的な差とは一致しない点に注意（第 8 章 8-4）。

色空間	色度域に占める割合	sRGB 比	白色点	ガンマ	主な用途
sRGB	**33.9 %**	**1.00 倍**	**D65**	**≒2.2**	**Web・SNS・一般的なモニタ。事実上の標準**
Display P3	46.0 %	1.36 倍	D65	≒2.2	Apple 系ディスプレイ・HDR 映像系。赤〜橙に強い
Adobe RGB	45.7 %	1.35 倍	D65	≒2.2	印刷向け。シアン〜緑の再現に強い
ProPhoto RGB	83.8 %	2.47 倍	D50	1.8	現像の作業空間。表示できない色まで含む

［発展］Adobe RGB と Display P3 は「同じ広さ」ではない

面積はほぼ同じ（45.7% と 46.0%）ですが、**広げている方向が違います**。

Adobe RGB は緑の頂点を大きく外側へ動かしており、**シアン〜緑**の再現域が広い。これは印刷（CMYK）のシアン系インクが sRGB の外側に出るためで、印刷用途に合わせた設計です。

Display P3 は赤の頂点を外側へ動かしており、**赤〜橙**に強い。これはディスプレイの実装（広色域バックライト、OLED）で出しやすい方向に合わせた設計です。

したがって「どちらが広いか」ではなく「**何を再現したいか**」で選びます。印刷が最終出力なら Adobe RGB、画面での鑑賞が主なら Display P3 が理にかなっています。

10-3　ガンマ —— 限られたビットを配り直す

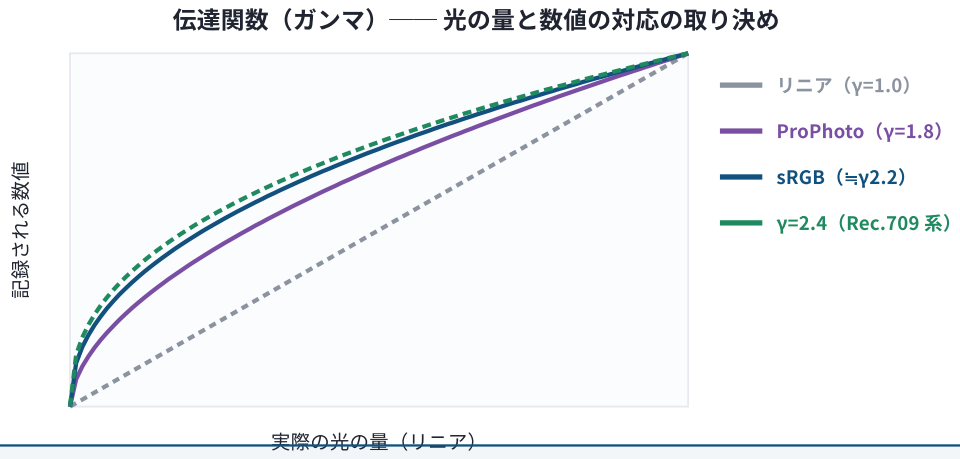


図 10-4｜伝達関数（ガンマ）の比較。光の量と記録される数値の対応の取り決め。第 7 章で見た「リニアな RAW と対数的な視覚のずれ」を埋めているのが、この曲線である。

第 7 章 7-1 で見たとおり、リニアな符号化では階調が明るい側に偏ります。8 bit の 256 階調をリニアに配ると、**人間が敏感な暗部に数階調しか残りません**。これでは滑らかなグラデーションが縞になります。

そこで、記録するときに **約 1/2.2 乗** をかけて暗部を引き伸ばし、表示するときに 2.2 乗して戻す。これがガンマの役割です。**ガンマは画像を「明るくする」ためのものではなく、限られたビットを人間の感じ方に合わせて配り直すための仕組み**です。

10-4　色域とビット深度はセットである

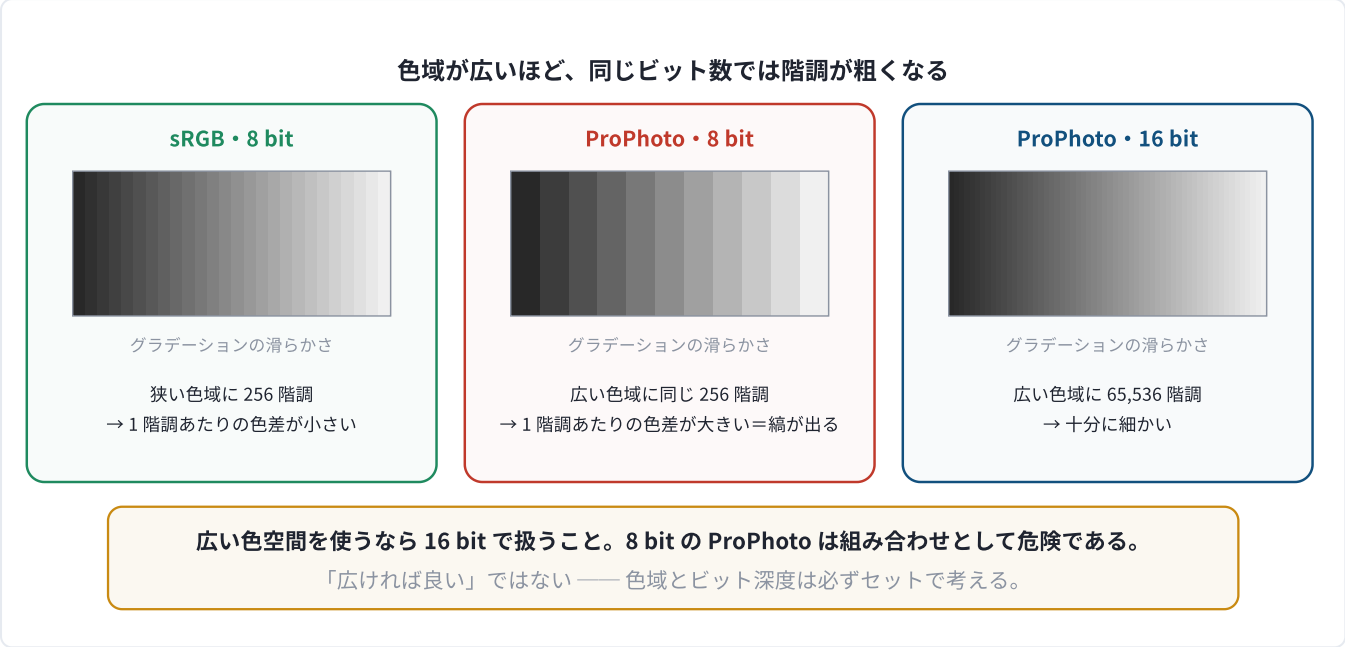


図 10-5｜色域が広いほど、同じビット数では階調が粗くなる。広い色空間を使うなら 16 bit で扱うこと。**8 bit の ProPhoto は組み合わせとして危険**である。

これは見落とされやすい重要な点です。色空間が広いということは、**同じ 256 段階でより広い範囲をカバーする**ということ。1 階調あたりの色の差が大きくなり、グラデーションに縞（バンディング）が出やすくなります。

よくある事故

ProPhoto RGB の 8 bit JPEG。

「広い色空間のほうが良いはずだ」と考えて ProPhoto を選び、しかし書き出しは 8 bit JPEG —— これは最悪の組み合わせです。表示できない色を含む広大な空間を 256 段階で刻むため、空のグラデーションに帯が出ます。

原則は単純です。**ProPhoto を使うなら 16 bit（TIFF / PSD）。8 bit で書き出すなら sRGB か Adobe RGB。**

10-5　工程ごとに、選ぶべき色空間は違う

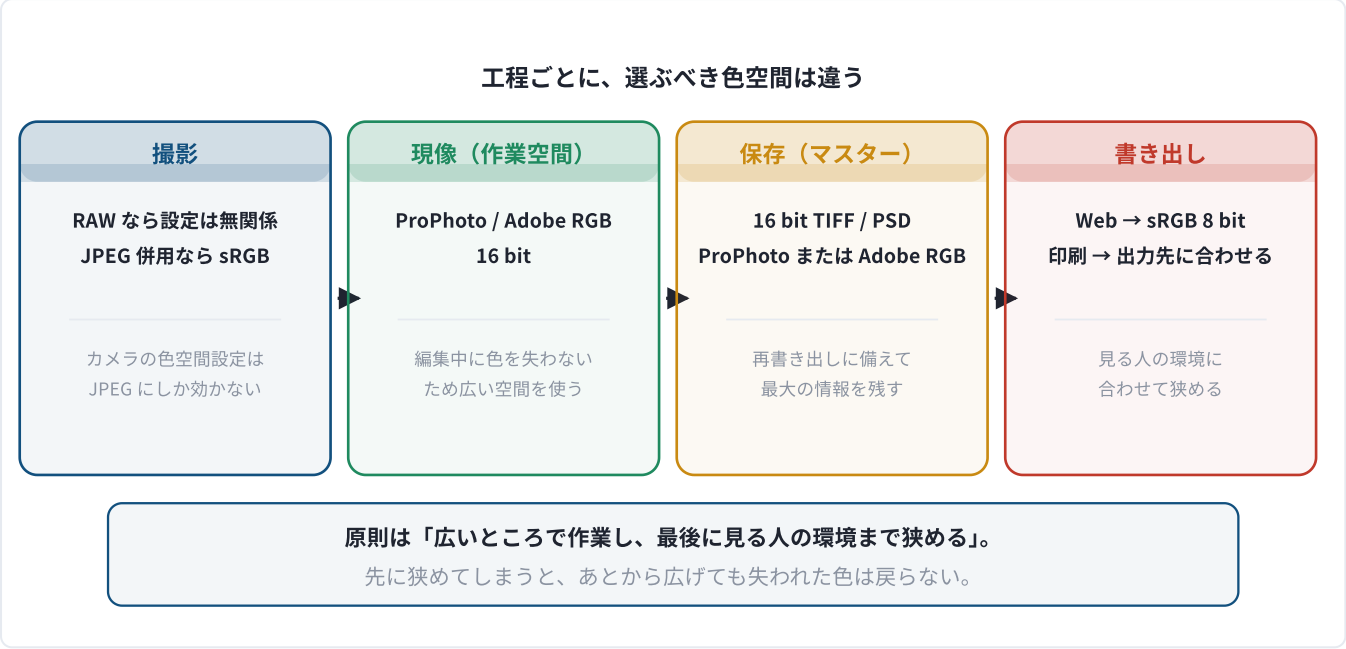


図 10-6｜工程ごとの色空間の選び方。原則は「広いところで作業し、最後に見る人の環境まで狭める」。先に狭めてしまうと、あとから広げても失われた色は戻らない。

撮影時

RAW で撮るなら、カメラの色空間設定は無関係です。RAW にはセンサーの値がそのまま入っており、色空間は現像時に決まります。カメラのメニューにある「sRGB / Adobe RGB」の設定が効くのは、**JPEG（および背面のヒストグラム表示）だけ**です。

現像時（作業空間）

編集中は広い空間が有利です。彩度を上げる、コントラストを付ける、色相を回す —— こうした操作の途中で色が色域の外に出ると、狭い空間では**その時点でクリップされて情報が失われます**。ProPhoto や Adobe RGB を 16 bit で使えば、途中経過で外に出ても最後に戻ってこられます。

保存（マスターファイル）

16 bit の TIFF または PSD、ProPhoto または Adobe RGB。**将来どんな出力先が来ても対応できるように、最大の情報を残しておく**という考え方です。

書き出し

ここで初めて、見る人の環境に合わせて狭めます。**Web・SNS なら sRGB の 8 bit**（これは議論の余地がありません —— 多くの環境が sRGB を前提としているため）。**印刷なら出力先のプロファイルに合わせる**（第 12 章）。

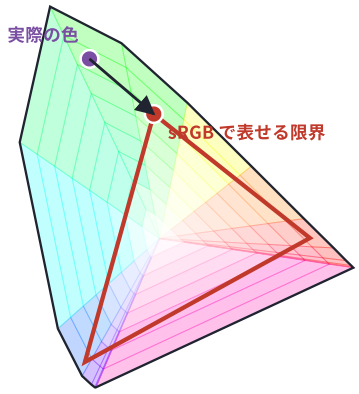
Web に上げると色がくすむ問題

Adobe RGB のまま Web に上げると、色が鈍く沈んで見えることがあります。原因は、**受け取り側がプロファイルを無視して「sRGB として」表示する**ためです。Adobe RGB の数値を sRGB の三原色で解釈すれば、当然すべての色の彩度が下がります。

対策は二つ。**①書き出し時に必ず sRGB へ変換する**（「割り当て」ではなく「変換」であることが重要 —— 変換は色を保ったまま数値を書き換え、割り当ては数値を保ったまま解釈を変えるので色が変わります）。**②プロファイルを埋め込む**（対応環境なら正しく表示されます）。

①と②を両方やるのが確実です。

10-6　色域の外に出た色に何が起きるか



色域外の色は、必ず何かを失う

① 彩度が落ちる —— 鮮やかな色が鈍る

② 階調がつぶれる —— 三角形の外にあった
複数の色が、同じ一点に丸められる

③ 色相がずれることもある

起きやすい被写体：
紅葉・夕焼け・ネオン・青い花・
エメラルドグリーンの海・蛍光色の衣装

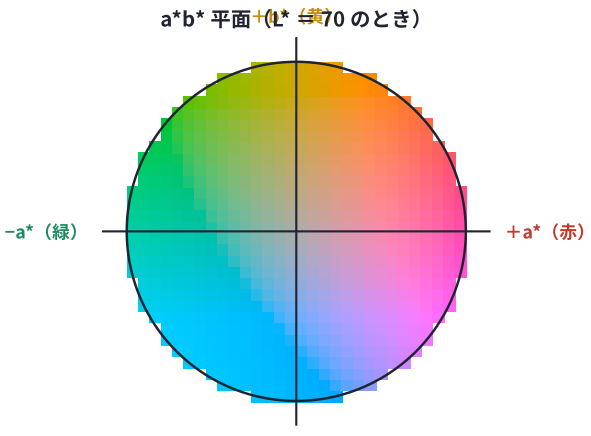
どう丸めるかを決めるのが「レンダリングインテント」—— 第 12 章で扱う。

重要なのは、丸めた時点で情報は失われ、二度と戻らないということ。

図 10-7｜色域外の色。三角形の外にあった色は、内側のどこかに丸められる。丸め方には複数の方式があり（レンダリングインテント・第 12 章）、いずれにせよ**丸めた時点で情報は失われる**。

色域外の色が起きやすい被写体には、はっきりした傾向があります。**紅葉、夕焼け、ネオンサイン、青い花、エメラルドグリーンの海、蛍光色の衣装、印刷物の特色**。これらを扱うときは、色域の問題が現実の問題として現れます。

10-7　L*a*b* と ΔE ―― 色の一致を数値で語る



CIE L*a*b* と色差 ΔE

L*：明度（0 ＝ 黒、100 ＝ 白）
a*：緑 ⇄ 赤　　b*：青 ⇄ 黄

知覚的な色の差が、空間内の距離に
ほぼ比例するよう設計されている

ΔE ≒ 1	訓練された目でようやく分かる
ΔE 2〜3	並べれば分かる（印刷の実用許容）
ΔE 5 以上	誰が見ても違う色

「色が合っている」を数値で言えるようにしたのが ΔE ―― 主観の議論を終わらせる道具である。

第 11 章のモニタキャリブレーション、第 12 章のプルーフはこの数値の上で運用される。

図 10-8｜CIE L*a*b* と色差 ΔE。知覚的な色の差が空間内の距離にほぼ比例するよう設計された色空間。「色が合っている」を数値で言えるようにする道具である。

L*a*b* は**デバイスに依存しない**色空間です。sRGB や Adobe RGB が「どの機器でどう出すか」の約束事であるのに対し、L*a*b* は「人間にどう見えるか」を直接表します。だから**異なる機器のあいだで色を橋渡しする共通言語**として使われます（ICC プロファイルの内部でも、この役割は L*a*b* または XYZ が担っています ―― 第 11 章）。

ΔE の値	意味	実務での位置づけ
1 未満	訓練された目でようやく分かる	キャリブレーションの目標値
2〜3	**並べて比べれば分かる**	**印刷の実用的な許容範囲**
5 以上	誰が見ても違う色	許容できない。原因を特定すべき

この章のまとめ

① RGB の数値は色ではなく、**ある約束事のなかでの座標**である。
② 色空間は**三原色・白色点・伝達関数**の三つで決まる。
③ sRGB は色度域の 33.9%、Adobe RGB / Display P3 は約 46%、ProPhoto は 83.8%。
④ Adobe RGB は**緑〜シアン**、Display P3 は**赤〜橙**に広い。広げる方向が違う。
⑤ ガンマは、限られたビットを**人間の感じ方に合わせて配り直す**仕組み。
⑥ **色域とビット深度はセット**。ProPhoto の 8 bit は危険な組み合わせ。
⑦ 原則は「**広いところで作業し、最後に見る人の環境まで狭める**」。
⑧ Web への書き出しは **sRGB へ「変換」**（割り当てではない）＋ プロファイル埋め込み。
⑨ 色域外の色は丸められ、**情報は二度と戻らない**。
⑩ **L*a*b* と ΔE** によって、色の一致を主観ではなく数値で語れる。

演習問題

問 1　「RAW で撮っているのに、カメラの色空間を Adobe RGB にしたら色が良くなった気がする」。この感想はどう評価すべきでしょうか。

解答例｜RAW データそのものには影響しません。カメラの色空間設定が効くのは **JPEG と背面表示（ヒストグラム・プレビュー）だけ**です。RAW+JPEG で撮っている場合、JPEG は確かに変わります。また背面プレビューの見え方が変わるため「良くなった気がする」ことはありえます。しかし RAW を現像するなら、色空間は現像ソフト側で選ぶものであり、カメラ設定は無関係です。**ただし、Adobe RGB の背面表示は sRGB より色域が広いぶんヒストグラムが実態に近くなるという副次的な利点はあります。**

問 2　Adobe RGB で書き出した写真を SNS に投稿したら、色がくすんで見えました。何が起きたのでしょうか。またどうすべきだったでしょうか。

解答例｜受け取り側（SNS のビューアやブラウザ）がプロファイルを無視し、**Adobe RGB の数値を sRGB として解釈した**ためです。Adobe RGB は sRGB より広い色域を同じ 0〜255 に割り当てているので、sRGB の三原色で解釈すると全体の彩度が下がります。
対策は、書き出し時に **sRGB へ「変換」**すること。「プロファイルの割り当て」ではいけません —— 変換は色を保つために数値を書き換えるのに対し、割り当ては数値をそのままに解釈だけ変えるので、色が変わってしまいます。加えてプロファイルを埋め込んでおけば、対応環境ではより確実です。

問 3　空のグラデーションに帯（バンディング）が出ました。書き出し設定は「ProPhoto RGB・8 bit JPEG」です。原因と対策を述べてください。

解答例｜原因は**広い色域と浅いビット深度の組み合わせ**です。ProPhoto は sRGB の 2.5 倍近い色域を持ちますが、8 bit では階調は同じ 256 段階。1 階調あたりの色の差が大きくなり、滑らかなグラデーションが帯に分解されます。
対策は、①書き出しを **sRGB の 8 bit** にする（Web 用途ならこれが正解）②どうしても ProPhoto が必要なら **16 bit TIFF** にする。加えて、編集中も 16 bit で作業していたかを確認してください —— 途中で 8 bit に落としていれば、そこで既に階調は失われています。

問 4　印刷用に色空間を選ぶとき、Adobe RGB と Display P3 のどちらが適しているでしょうか。理由とともに答えてください。

解答例｜**Adobe RGB** です。面積はほぼ同じですが、広げている方向が違います。Adobe RGB は緑〜シアンの頂点を外側へ動かしており、これは印刷の**シアン系インクが再現する領域が sRGB の外側にある**ことに合わせた設計です。Display P3 は赤〜橙に広く、ディスプレイ実装に合わせた設計なので、印刷では活かせない領域が多くなります。
ただし最終的には、**実際の出力先のプロファイル**（印刷会社が指定する Japan Color など）でソフトプルーフして確認するのが確実です（第 12 章）。

問 5　「モニタのキャリブレーション後、目標との色差が ΔE = 4 でした」と報告を受けました。これは良い結果でしょうか。

解答例｜**良くありません**。ΔE 4 は「並べて比べれば明らかに違う」レベルで、印刷の実用許容（2〜3）を超えています。キャリブレーションの目標としては ΔE 1 前後を目指すべきです。
考えられる原因は、①モニタの色域が目標の色空間をカバーしていない（sRGB モニタで Adobe RGB を目標にした等）②モニタの経年劣化・輝度不足 ③測色器の較正ずれ ④周囲光の影響。まず**目標設定が機器の能力の範囲内か**を確認するのが順序です（第 11 章）。

問 6　次章（第 11 章）への橋渡しとして考えてみてください。色空間を正しく設定し、sRGB で書き出しました。それでも自分のモニタと他人のモニタで色が違って見えるのはなぜでしょうか。

解答例｜色空間は「数値をどう解釈するか」の約束事にすぎず、**その約束どおりに表示できているかは別問題**だからです。実際のモニタは、個体差・経年変化・設定・パネルの色域によって、sRGB の定義どおりの色を出していません。
したがって必要なのは、①モニタが定義どおりに表示するよう調整すること（**キャリブレーション**）②そのモニタの実際の特性を記述したファイルを作り、OS とアプリに渡すこと（**プロファイリング**）。この二つが第 11 章の主題です。**色空間の設定は必要条件であって、十分条件ではありません**。

次章予告 —— 第 11 章「モニタキャリブレーションとICCプロファイル」

色空間を正しく設定しても、モニタが定義どおりに表示していなければ意味がありません。第 11 章では、キャリブレーション（機器を目標に合わせ込む）とプロファイリング（機器の実際の特性を記述する）の違いから始め、測色器を使った実際の手順、目標値の決め方（輝度・白色点・ガンマ）、ICC プロファイルが内部で何をしているか、そしてカラーマネージメント対応アプリと非対応アプリの違いを扱います。

奥付

写真を「わかって」撮るための教科書
第 10 章　色空間 —— sRGB / Adobe RGB / Display P3 / ProPhoto

制作　マツバラミチヒサ
写真の学校 教科書プロジェクト
2026 年 8 月　初版

各色空間の原色点は各規格の定義値を用い、色度域に占める割合は CIE 1931 xy 平面上の面積比として算出しています（知覚的な広さの比ではありません）。図中の色は sRGB での近似表示であり、sRGB の色域外の色は本来の鮮やかさを再現できていません。L*a*b* の図は L*＝70 の断面を近似表示したものです。図版はすべて本書のために作図したものです。

写真の学校 ／ TEXTBOOK

写真を「わかって」撮るための教科書

撮影の基本と、その意味。
そして実用的カラーマネージメントまで。

第 11 章

モニタキャリブレーションと ICC プロファイル

―― 見えている色を、信頼できるものにする

制作　マツバラミチヒサ

写真の学校 教科書プロジェクト ／ 2026

CHAPTER 11

モニタキャリブレーションと ICC プロファイル

第 10 章で色空間を正しく設定しました。しかしそれだけでは、色は合いません。**色空間は「数値をどう解釈するか」の約束事にすぎず、機器がその約束どおりに表示できているかは別の問題**だからです。

現実のモニタは、個体差・経年変化・工場出荷設定・パネルの特性によって、定義どおりの色を出していません。つまり —— いま自分が見ている色は、正しいかどうか分からない。この状態で色を判断するのは、**目盛りの狂った定規で長さを測るようなもの**です。

この章では、モニタを目標状態に合わせ込み（キャリブレーション）、その状態を記述して OS とアプリに渡す（プロファイリング）という二つの作業を扱います。ここが整って初めて、第 12 章の「出力まで色を保つ」という話が成立します。

この章で身につくこと

- ☐ キャリブレーションとプロファイリングの違いを説明できる
- ☐ 測色器の二種類と、どちらを選ぶべきかが分かる
- ☐ 白色点・輝度・ガンマの目標値を、用途に応じて決められる
- ☐ 環境（部屋の光・壁の色・遮光）の整え方が分かる
- ☐ ICC プロファイルが PCS を介して何をしているかを説明できる
- ☐ 「割り当て」と「変換」を取り違えない
- ☐ カラーマネージメント対応アプリと非対応アプリの違いが分かる
- ☐ 定期的な再キャリブレーションの必要性を理解している

11-1　同じ数値が、同じ色にならない



図 11-1｜三台のモニタに、同じ画像データを表示している。同じ数値を送っても、出てくる色は機器ごとに違う。色空間を正しく設定することは必要条件にすぎず、十分条件ではない。

ずれの原因はいくつもあります。**製造上の個体差、バックライトの経年劣化（使うほど暗く、色が転ぶ）、工場出荷時の派手めな設定、パネル方式による色域の違い、ユーザーが触った設定**。どれも避けられません。

そして最も危険なのは、**ずれに気づけないこと**です。人間の目は環境に順応するので、少しずつ青くなっていくモニタを見続けても「青い」とは感じません。**むしろ正しいモニタを見たときに「黄色い」と感じるようになります。**

11-2　キャリブレーションとプロファイリングは別の作業である

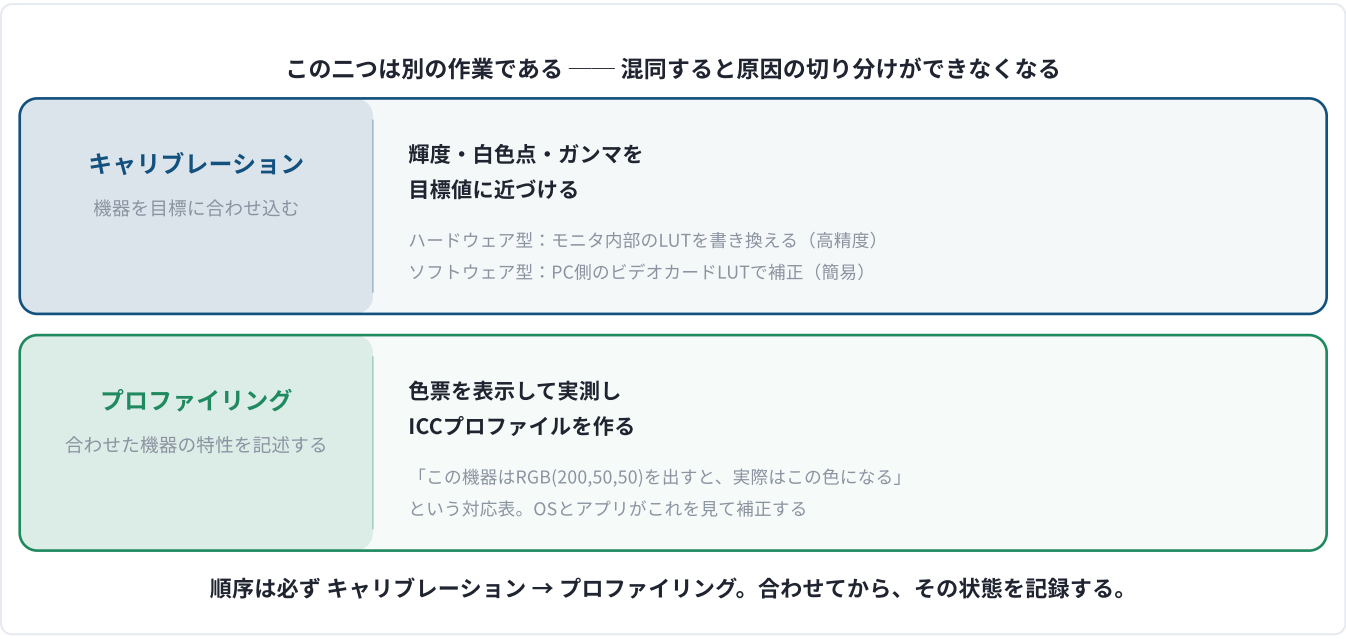


図 11-2｜二つの作業の違い。キャリブレーションは機器を目標状態に**合わせ込む**作業。プロファイリングは合わせた機器の実際の特性を**記述する**作業。順序は必ずキャリブレーション → プロファイリング。

この区別が実務で効く場面

「キャリブレーションしたのに色が合わない」という相談の多くは、**プロファイルが使われていない**ことが原因です。

モニタ側は正しく調整されている（キャリブレーション済み）。プロファイルも生成されている。しかし①OS のディスプレイ設定でそのプロファイルが選ばれていない ②使っているアプリがプロファイルを見ていない（11-6）―― このどちらかで、作業はすべて無駄になります。

二つの作業を区別しておけば、どちらが壊れているかを切り分けられます。

［発展］ハードウェアキャリブレーションとソフトウェアキャリブレーション

ソフトウェア型は、PC のビデオカードに載っている LUT（変換表）を書き換えて補正します。手軽ですが、モニタが出せる階調そのものを間引く形になるため、**階調が痩せます**（8 bit 出力なら特に）。

ハードウェア型は、モニタ内部の高ビット LUT を直接書き換えます。PC 側は素の信号を送るだけなので階調が失われません。写真用モニタ（EIZO ColorEdge、BenQ SW シリーズなど）が備えている機能です。

精度が必要ならハードウェア型が望ましいのは確かですが、**ソフトウェア型でも「何もしない」よりは桁違いにましです**。まずは手持ちの環境で始めるのが現実的です。

11-3　測色器 —— 目視では原理的にできない

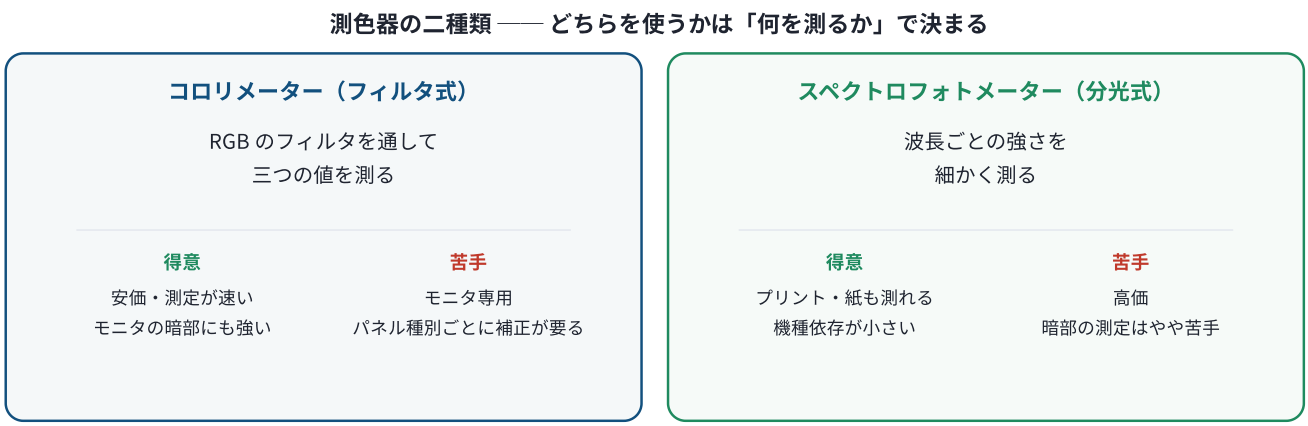


図 11-3｜測色器の二種類。モニタだけならコロリメーターで十分。プリントの色まで管理するなら分光式が要る。**目視だけの調整は原理的にできない** —— 人間の目は絶対値を測れず、環境に順応してしまうからである。

OS に付属する「目視でガンマを合わせる」ウィザードは、**やらないよりましという程度**のものです。人間の目は比較には非常に強いのですが、絶対値の測定はできません。**色を数値として管理したいなら、測色器は必需品です。**

11-4　目標値をどう決めるか

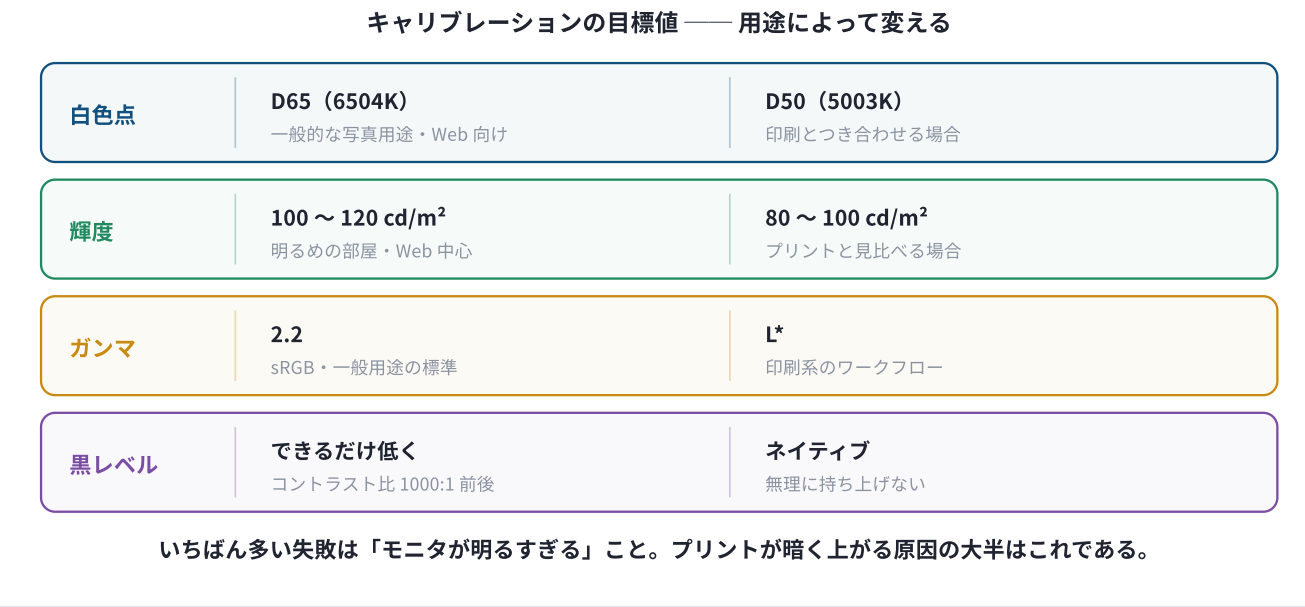


図 11-4｜キャリブレーションの目標値。用途によって変える。いちばん多い失敗は「モニタが明るすぎる」こと —— プリントが暗く上がる原因の大半はこれである。

白色点

一般的な写真用途と Web 中心なら **D65（6504K）**。印刷物と見比べながら作業するなら、標準観察光源に合わせて **D50（5003K）**。ただし D50 のモニタは黄色っぽく見えるので、**環境光も D50 に揃えないと違和感が残ります**。

輝度 —— ここがいちばん重要

目標は **80〜120 cd/m²**。多くのモニタは初期状態で 250〜350 cd/m² もあり、これは**明るすぎます**。明るいモニタで「ちょうどいい」と感じるまで暗く仕上げると、プリントは真っ暗になります。

> **「プリントが暗い」の原因は、ほぼこれ**
>
> プリントすると画面より暗く上がる —— この相談は非常に多く、原因のほとんどはモニタの輝度が高すぎることです。
>
> 対処は、①モニタを 80〜100 cd/m² まで落とす ②部屋を暗くしすぎない（暗い部屋では画面を明るくしたくなる）③プリントを見る光源を用意する（5000K・演色性の高いもの）。
>
> **紙は自ら光りません**。反射光で見る紙と、自ら発光するモニタを同じ明るさで比べようとすること自体に無理があります。だからこそ、モニタ側を紙に歩み寄らせる必要があります。

ガンマ

一般用途は **2.2**。印刷系のワークフローでは **L***（知覚的に均等な階調配分）を選ぶこともあります。迷ったら 2.2 で問題ありません。

11-5　測る前に、環境を整える



図 11-5｜環境の整備。どんなに高精度な測色器を使っても、環境が不安定なら色の判断はできない。キャリブレーションは機器の作業であると同時に、**部屋の作業**でもある。

- **環境光を一定に。**窓からの光は時刻と天候で色も強さも変わります。遮光カーテンを使い、照明で一定に保つ。
- **環境光の色温度を 5000〜6500K に。**電球色の部屋では目が順応してしまい、画面の色を正しく判断できません。
- **視野に入る面を無彩色に。**赤い壁、鮮やかな服、明るい木目のデスク ―― これらは画面の色の見え方を変えます。
- **遮光フードを付ける。**画面への映り込みを断つだけで、黒の見え方が大きく改善します。

11-6　ICC プロファイルは何をしているのか

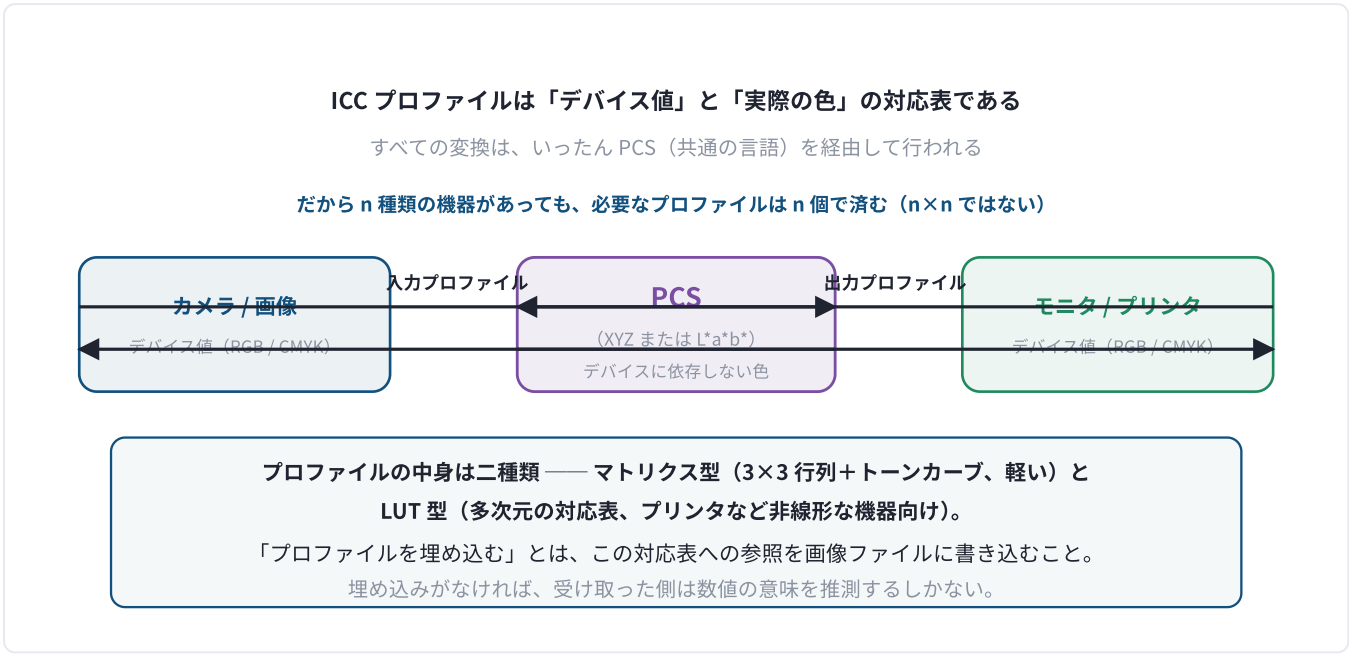


図 11-6｜ICC プロファイルの働き。すべての変換は、いったん PCS（Profile Connection Space＝XYZ または L*a*b*）を経由して行われる。だから n 種類の機器があっても、必要なプロファイルは n 個で済む。

ICC プロファイルとは、要するに「**この機器に RGB(200,50,50) を送ると、実際にはこういう色が出る**」という**対応表**です。逆向きにも使えるので、「この色を出したければ RGB(203,48,52) を送れ」という指示にもなります。

ここで重要なのが **PCS** という考え方です。カメラからモニタへ、モニタからプリンタへ、と直接変換しようとすると、機器が n 種類あれば n×(n−1) 通りの変換表が必要になります。しかし**全員がいったん共通言語（XYZ / L*a*b*）に翻訳する**ことにすれば、必要なのは各機器の翻訳表 n 個だけで済みます。

11-7 「割り当て」と「変換」―― 取り違えると必ず色が転ぶ



図 11-7｜Assign と Convert。名前は似ているが、やっていることは正反対。**割り当ては数値を保って解釈を変える（色が変わる）／変換は色を保つために数値を書き換える（見た目は変わらない）。**

使い分けの原則

変換（Convert）を使う ―― ほぼすべての場面。色空間を移すとき、Web 用に sRGB へ落とすとき、印刷用にプロファイルを当てるとき。

割り当て（Assign）を使う ―― プロファイルが失われた画像に、正しい解釈を与え直すときだけ。「この画像は Adobe RGB で作られたはずなのに、プロファイルが入っていない」という場合、Adobe RGB を**割り当てる**のが正解です（変換ではありません ―― まだ何色として扱うべきかが決まっていないのですから）。

逆に言えば、**プロファイルが正しく付いている画像に割り当てを行う理由はありません。**

11-8　アプリがプロファイルを見ているか

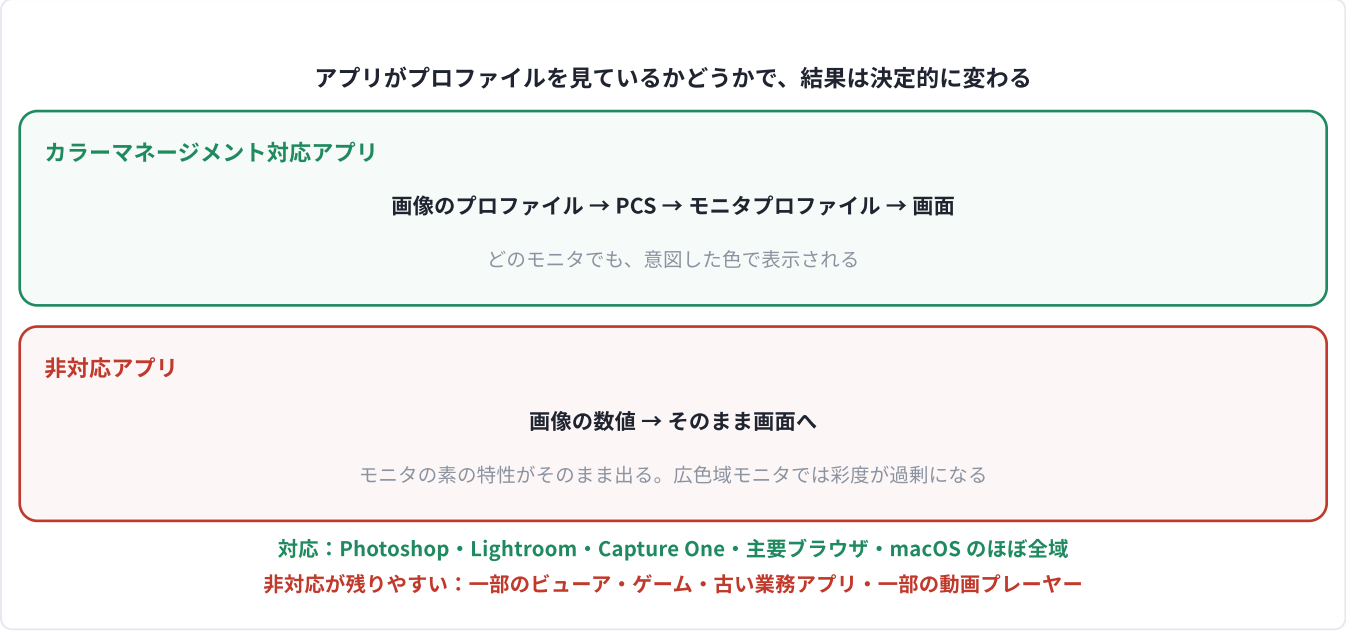


図 11-8｜カラーマネージメント対応アプリと非対応アプリ。対応アプリは画像とモニタ、両方のプロファイルを見て変換する。非対応アプリは数値をそのまま画面に送るので、モニタの素の特性がそのまま出る。

広色域モニタを使っている人が「非対応アプリだと色が異様に派手」と感じるのは、これが原因です。sRGB の数値を、sRGB より広い色域のパネルでそのまま表示すれば、**すべての色が過剰に鮮やかになります**。

対処は二つ。**①カラーマネージメント対応アプリで作業する**（Photoshop、Lightroom、Capture One、主要ブラウザ）。**②モニタ側に sRGB エミュレーションモードがあれば、非対応アプリ用にそれを使う。**

11-9　運用 —— 一度やって終わりではない

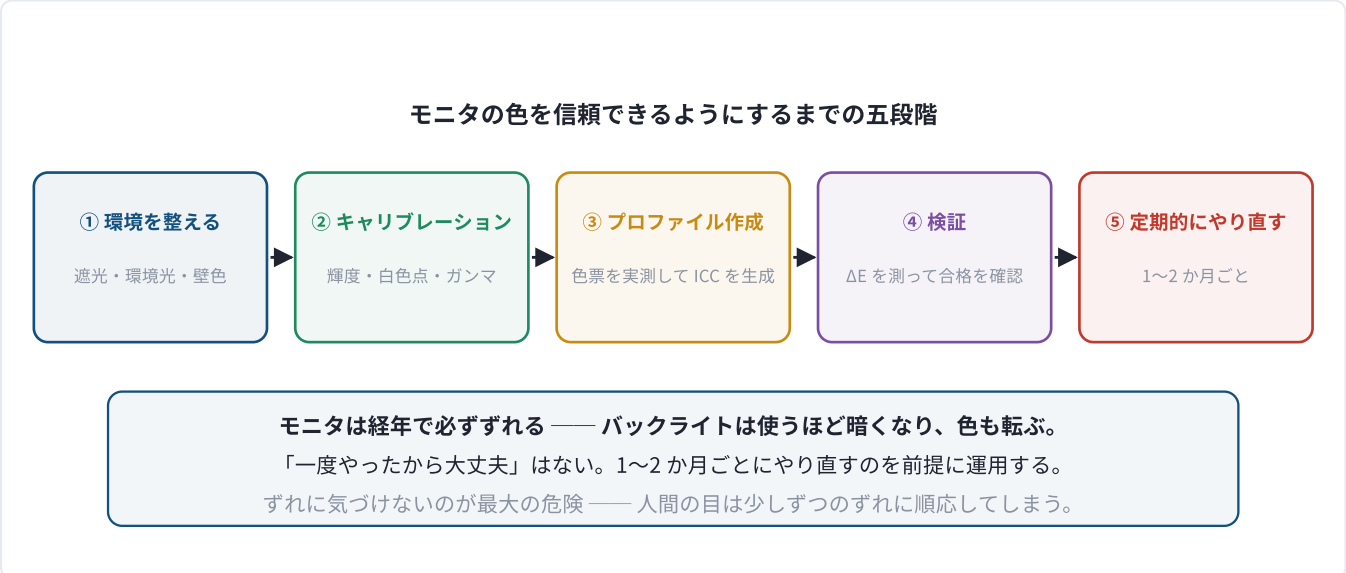


図 11-9｜モニタの色を信頼できるようにするまでの五段階。モニタは経年で必ずずれる。「一度やったから大丈夫」はなく、1〜2 か月ごとにやり直すのを前提に運用する。

［発展］カメラプロファイルを自作する

第 8 章 図 8-8 で見たとおり、カメラが色を作る五段階のうち 4 段目（カラーマトリクス）は、ソフトウェア側の設定にすぎません。つまり**自分で書き直せます**。

手順は、①その場の光の下でカラーチェッカーを 1 カット撮る ②専用ソフト（X-Rite / Calibrite の ColorChecker Camera Calibration、Adobe DNG Profile Editor、Lumariver など）に読み込ませる ③そのカメラ・その光源に最適化された DCP / ICC プロファイルが生成される ④現像ソフトで適用する。

効果が大きいのは、**複製・図録・美術品の記録・商品撮影**など、色の正確さが成果物の価値そのものである仕事です。逆に作品撮影では必須ではありません —— メーカーの色作りは「正確さ」ではなく「好ましさ」を狙って設計されており、それが望ましい場面も多いからです。**正確さと好ましさは別の目標である**という区別を持っておくことが大切です。

この章のまとめ

① 同じ数値でも、機器が違えば出てくる色は違う。**色空間の設定だけでは色は合わない**。
② **キャリブレーション**（合わせ込む）と**プロファイリング**（記述する）は別の作業。
③ 目視では原理的にできない。**測色器**が必要。
④ 目標値：白色点 D65（印刷合わせなら D50）／輝度 **80〜120 cd/m²**／ガンマ 2.2。
⑤ 「プリントが暗い」の原因の大半は**モニタが明るすぎる**こと。
⑥ 環境（遮光・環境光・壁の色）を整えなければ、測っても意味がない。
⑦ ICC プロファイルは、**PCS を介した**デバイス値と実際の色の対応表。
⑧ **割り当ては色が変わり、変換は色が変わらない**。通常は変換を使う。
⑨ アプリがプロファイルを見ていなければ、すべての準備が無駄になる。
⑩ モニタは経年でずれる。**1〜2 か月ごとに再キャリブレーション**する。

演習問題

問 1　「キャリブレーションしたのに、Photoshop と写真ビューアで色が違う」。何が起きているか説明してください。

解答例｜写真ビューアが**カラーマネージメントに対応していない**可能性が高いです。Photoshop は画像プロファイルとモニタプロファイルの両方を見て変換しますが、非対応アプリは画像の数値をそのまま画面に送ります。広色域モニタなら、非対応アプリ側の色は過剰に鮮やかになります。
確認手順は、①OS のディスプレイ設定でキャリブレーションしたプロファイルが選択されているか ②そのビューアがカラマネ対応か。対処は対応アプリを使うか、モニタの sRGB エミュレーションモードを使うことです。

問 2　プリントが画面より一貫して暗く上がります。原因として最も可能性が高いものと、その対処を述べてください。

解答例｜**モニタの輝度が高すぎる**ことです。初期設定のモニタは 250〜350 cd/m² あることが多く、その明るさで「ちょうどよい」と感じるまで暗く仕上げると、反射光で見る紙では暗くなります。
対処は、①モニタを **80〜100 cd/m²** にキャリブレーションする ②部屋を暗くしすぎない ③プリントを見るための光源（5000K・演色性の高いもの）を用意する。紙は自ら光らないので、モニタ側を紙に歩み寄らせるのが原則です。

問 3　プロファイルの入っていない画像ファイルを受け取りました。「たぶん Adobe RGB で作られたもの」と言われています。どう扱うべきでしょうか。

解答例｜まず **Adobe RGB を「割り当てる」（Assign）** のが正解です。数値はそのままに、その数値を Adobe RGB として解釈するよう指定します。ここで「変換（Convert）」を選ぶと、**現在の解釈（多くは sRGB とみなされている）から Adobe RGB へ数値を書き換えてしまう**ため、色が二重にずれます。
割り当ててから見た目を確認し、正しければその後の作業へ。Web 用に書き出すなら、そこで初めて sRGB へ**変換**します。

問 4　キャリブレーションの環境として、「窓際の明るい部屋、白い壁、モニタの背後に窓」という条件はどうでしょうか。問題点を挙げてください。

解答例｜問題が三つあります。①**窓からの光は時刻と天候で色温度も強さも変わる** —— 色の判断基準が安定しません。②**モニタの背後に窓** —— 画面が逆光になり、目が明るい背景に順応して画面が暗く見えます。結果、画面を明るくしすぎる方向に調整してしまう。③**画面への映り込み**で黒が浮きます。
対処は、遮光カーテンで外光を断ち、一定の照明（5000〜6500K）にし、モニタを窓に対して横向きまたは背を向ける配置にし、遮光フードを付けることです。白い壁自体は無彩色なので問題ありません。

問 5　ICC プロファイルが PCS（XYZ / L*a*b*）を経由する方式になっているのはなぜでしょうか。

解答例｜**必要な変換表の数を減らすため**です。機器どうしを直接変換する方式では、n 種類の機器に対して n×(n−1) 通りの変換表が必要になります（カメラ 5 台・モニタ 3 台・プリンタ 4 台なら 132 通り）。
全員がいったん共通言語に翻訳する方式なら、各機器の翻訳表 n 個（この例なら 12 個）で済みます。しかも新しい機器が加わっても、その 1 個を作るだけで既存のすべての機器とやりとりできる。**PCS はデバイスに依存しない色の記述**なので、この中継役を果たせます。

問 6　次章（第 12 章）への橋渡しとして考えてみてください。モニタが正しく調整され、色空間も正しく設定されています。それでも、モニタで見た色をそのまま紙に出すことはできません。なぜでしょうか。

解答例｜モニタとプリントでは、再現できる色の範囲（色域）が違うからです。モニタは自ら発光し、暗部の締まりと鮮やかな青緑を得意とします。プリントは反射光で見るため最大輝度が低く、一方でインクによっては sRGB の外側の色も出せます。両者の色域は**重なりつつも、互いにはみ出している**のです。
したがって必要になるのは、①はみ出した色をどう丸めるかの方針（**レンダリングインテント**）②紙に出したときどう見えるかを事前に画面で確認する仕組み（**ソフトプルーフ**）。これが第 12 章の主題です。

次章予告 —— 第 12 章「出力まで色を保つ」

いよいよ第 III 部の締めくくりです。モニタで見た色を、プリント・Web・印刷入稿という三つの出口へどう届けるか。レンダリングインテントの選び方、ソフトプルーフの手順、用紙とインクの色域、Web での実務、印刷入稿での注意点 —— ここまで積み上げてきたカラーマネージメントを、最後に実務の手順としてまとめます。

奥付

写真を「わかって」撮るための教科書
第 11 章　モニタキャリブレーションと ICC プロファイル —— 見えている色を、信頼できるものにする

制作　マツバラミチヒサ
写真の学校 教科書プロジェクト
2026 年 8 月　初版

輝度・白色点・ガンマの目標値は一般的な運用指針であり、機器や用途によって最適値は異なります。図中のモニタ表示色は説明のための模式的な表現です。製品名は各社の商標です。図版はすべて本書のために作図したものです。

写真の学校 ／ TEXTBOOK

写真を「わかって」撮るための教科書

撮影の基本と、その意味。
そして実用的カラーマネージメントまで。

第 12 章

出力まで色を保つ

—— プリント・Web・印刷入稿

制作　マツバラミチヒサ

写真の学校 教科書プロジェクト ／ 2026

CHAPTER 12

出力まで色を保つ

第 III 部の締めくくりです。

ここまでで、色とは何かを知り（第 8 章）、光源の色を扱い（第 9 章）、色空間という約束事を理解し（第 10 章）、モニタを信頼できる状態にしました（第 11 章）。残るのは最後の一歩 —— **その色を、見る人のところまで届けること**です。

ただし正直に言っておくべきことがあります。**完全な一致は原理的にありえません**。モニタは自ら光り、紙は光を反射する。色域は重なりつつ互いにはみ出している。だから目標は「同じ色」ではなく「同じ印象」であり、カラーマネージメントとはそのための最善の近似にすぎません。

重要なのは、**何が失われるかを事前に知り、どこを守るかを自分で決められること**です。

この章で身につくこと

- ☐ 三つの出口（プリント・Web・印刷入稿）の性質の違いが分かる
- ☐ モニタとプリントの色域が「重なりつつずれている」ことを説明できる
- ☐ 四つのレンダリングインテントを使い分けられる
- ☐ ソフトプルーフの手順と、紙白シミュレーションの意味が分かる
- ☐ プリント・Web・印刷入稿それぞれの実務チェックを実行できる
- ☐ カラーマネージメントの目的を自分の言葉で説明できる

12-1　三つの出口



図 12-1｜写真の出口は三つ。プリント（自分で色を管理できる）／Web（相手の環境は選べない）／印刷入稿（先方の規定に従う）。共通するのは「見る人の環境まで色を届ける」という目的だが、手段は出口ごとに変わる。

12-2　モニタと紙は、そもそも別の物理である

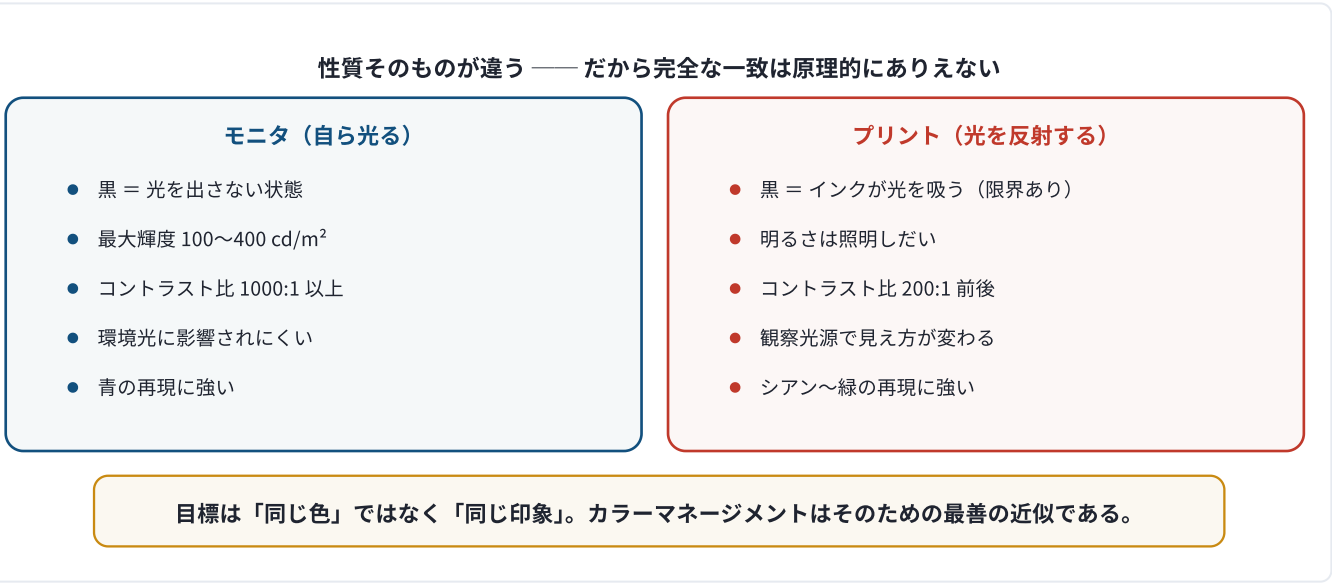


図 12-2｜発光体と反射体。モニタは自ら光り、紙は当たった光を反射する。黒の作り方、明るさの上限、コントラスト比、環境光の影響 —— すべてが違う。

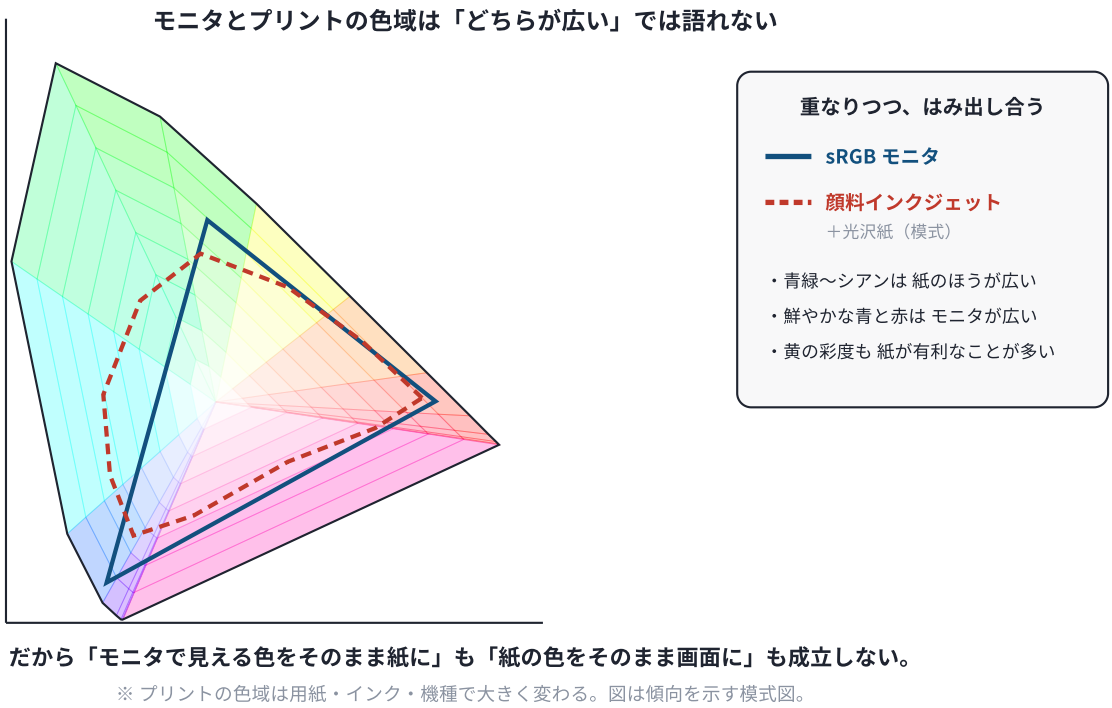


図 12-3｜モニタとプリントの色域。青緑〜シアンは紙のほうが広く、鮮やかな青と赤はモニタのほうが広い。**「どちらが広い」では語れない**。だから「モニタで見える色をそのまま紙に」も「紙の色をそのまま画面に」も成立しない。

目標を言い直す

× モニタとプリントの色を完全に一致させる
○ **モニタで見たときの印象を、プリントでも成立させる**

この差は諦めではなく、正確な目標設定です。完全一致を目指すと、達成できない基準に向かって無限に調整を繰り返すことになります。「**何が入らないかを知り、その部分をどう処理するかを決める**」—— それがこの章の実務です。

12-3　レンダリングインテント ―― 色域外をどう丸めるか



図 12-4｜四つのレンダリングインテント。写真では実質的に「知覚的」と「相対的色域維持」の二択。両方でソフトプルーフして、良いほうを選ぶのが実務的である。

知覚的（Perceptual）。色域全体を圧縮して収めます。色域内の色も少し変わりますが、**階調のつながりが保たれます**。夕焼け、紅葉、鮮やかな花のように色域外の色が広く分布している画像で有利です。

相対的色域維持（Relative Colorimetric）。色域内の色はそのままにし、外に出た色だけを最も近い内側の点へ丸めます。**多くの色が変わらない**のが利点ですが、色域外では複数の色が同じ点に潰れるため、その部分の階調が失われます。色域外が少ない画像ではこちらが自然です。

絶対的色域維持（Absolute Colorimetric）。白色点も合わせません。つまり**紙の白さの違いまで再現します**。用途は限定的で、「別の紙・別の印刷機で刷ったときの色を、手元のプリンタで校正刷りする」という場面で使います。通常の作品プリントには使いません。

彩度（Saturation）。鮮やかさを優先し、色の正確さは保証しません。グラフや図版のためのもので、**写真には使いません**。

12-4　ソフトプルーフ ―― 刷る前に画面で見る

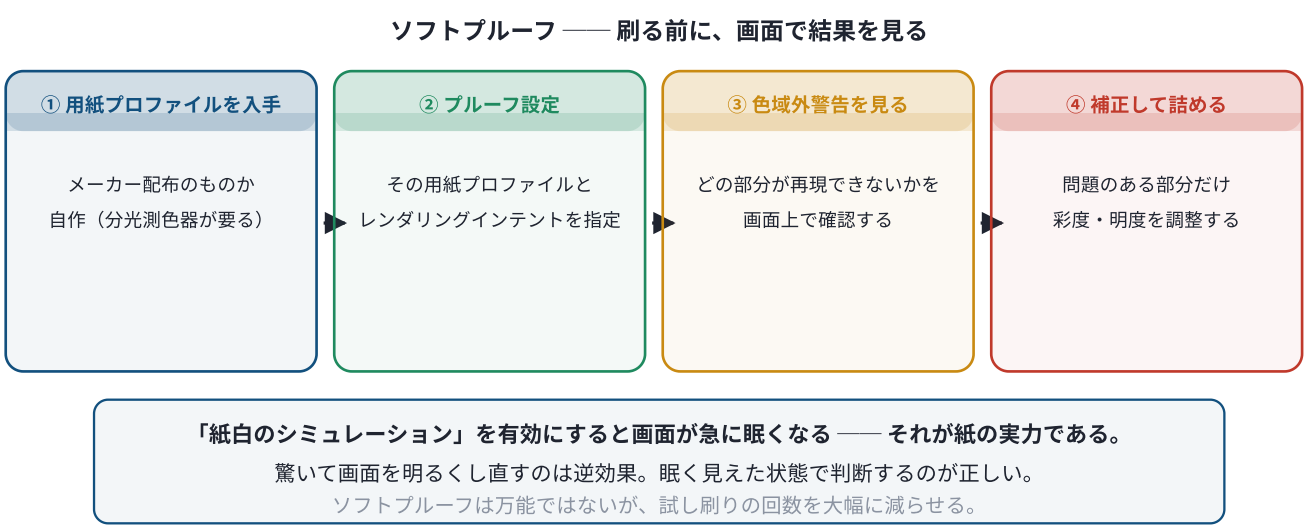


図 12-5｜ソフトプルーフの手順。用紙プロファイルとレンダリングインテントを指定して、プリント結果を画面上でシミュレートする。試し刷りの回数を大幅に減らせる。

「紙白シミュレーション」で画面が眠くなったとき

ソフトプルーフで「紙の白色点をシミュレート」を有効にすると、画面が急に眠く、コントラストが落ちて見えます。多くの人はここで驚いて、画面を明るくし直したり、コントラストを上げたりしてしまいます。

それは逆効果です。眠く見えているのが紙の実力であり、その状態で判断するのが正しい。ここでコントラストを持ち上げると、プリントは硬すぎる仕上がりになります。

正しい手順は、①眠く見えた状態で数分間目を慣らす ②その状態で「この画像で守りたい部分」が成立しているかを見る ③必要なら**部分的に**調整する。全体のコントラストを一律に上げるのではなく、失われている箇所だけを扱います。

12-5　プリントの実務

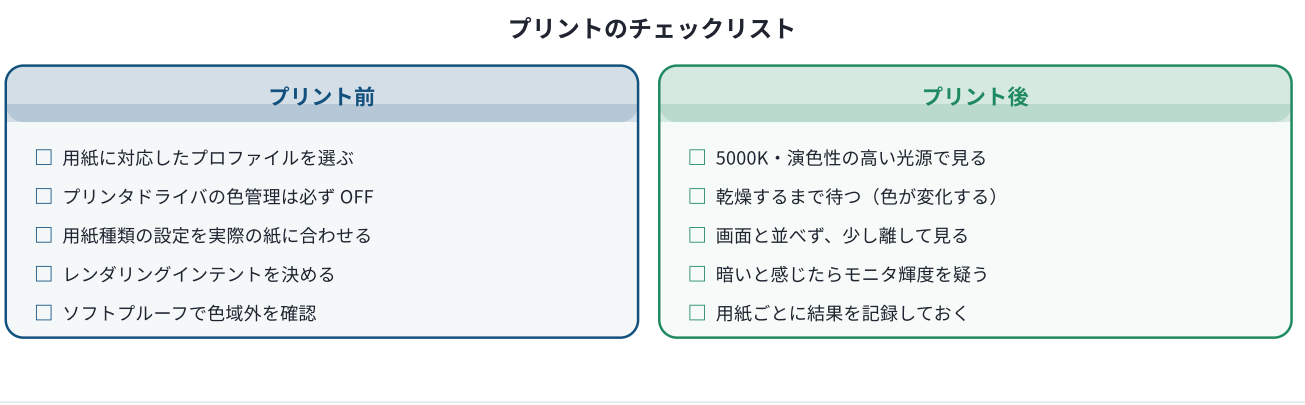


図 12-6｜プリントのチェックリスト。もっとも多い事故は「プリンタドライバの色管理が ON のまま」—— 二重に変換がかかり、色が転ぶ。

二重変換という定番の事故

アプリ側（Photoshop / Lightroom）でプリンタプロファイルによる変換を行い、**さらにプリンタドライバ側でも色管理が有効になっている** —— これが最も多い失敗です。変換が二回かかるため、色は必ず転びます。

原則は **「どちらか一方に任せる」**。写真用途では、アプリ側で管理し、**ドライバ側の色管理は必ず OFF**（「**アプリケーションによるカラー管理**」「**色補正なし**」）にします。

もう一つ忘れられがちなのが**用紙種類の設定**です。これはインクの吐出量そのものを変える設定なので、実際の紙と一致していなければプロファイルが正しくても色は合いません。

プリントを見る**光源**も重要です。第 9 章で見たとおり、演色性の低い光源の下では紙の色は正しく見えません。5000K・Ra 95 以上の観察用照明があれば理想ですが、なければ**日中の北窓の光**が実用的な代用になります。また顔料インクは乾燥（定着）に数十分〜数時間かかり、その間に色がわずかに変化します（グロスディファレンシャルや色の落ち着き）。**刷った直後に判断しない**のが原則です。

12-6　Web の実務



図 12-7｜Web・SNS 書き出しのチェックリスト。相手の環境は選べない。だからこそ、こちら側で確実にできることを漏らさない。

Web での最重要事項は、第 10 章 10-5 で述べたとおり **sRGB へ「変換」し、プロファイルを埋め込む**ことです。この二つを守れば、色が大きく転ぶ事故はほぼ防げます。

［発展］SNS は画像を作り変える

多くの SNS は、投稿された画像を**再圧縮・リサイズ**します。場合によっては自動でコントラストや彩度も調整します。つまり、こちらが作った通りの画像が表示されるとは限りません。

現実的な対処は、①**投稿先が推奨する長辺サイズに自分でリサイズしてから上げる**（サービス側にリサイズさせない）②リサイズ後に適切なシャープをかける ③暗部の階調は潰れやすいので、Web 用には少し起こしておく ④**投稿後、自分のスマホで必ず確認する**。

なお近年のスマートフォンの多くは Display P3 表示に対応しており、sRGB 画像を正しく変換して表示します。ただし環境の明るさに応じた自動調整が入るため、**屋外と室内で見え方が変わる**ことは織り込んでおく必要があります。

12-7　印刷入稿の実務

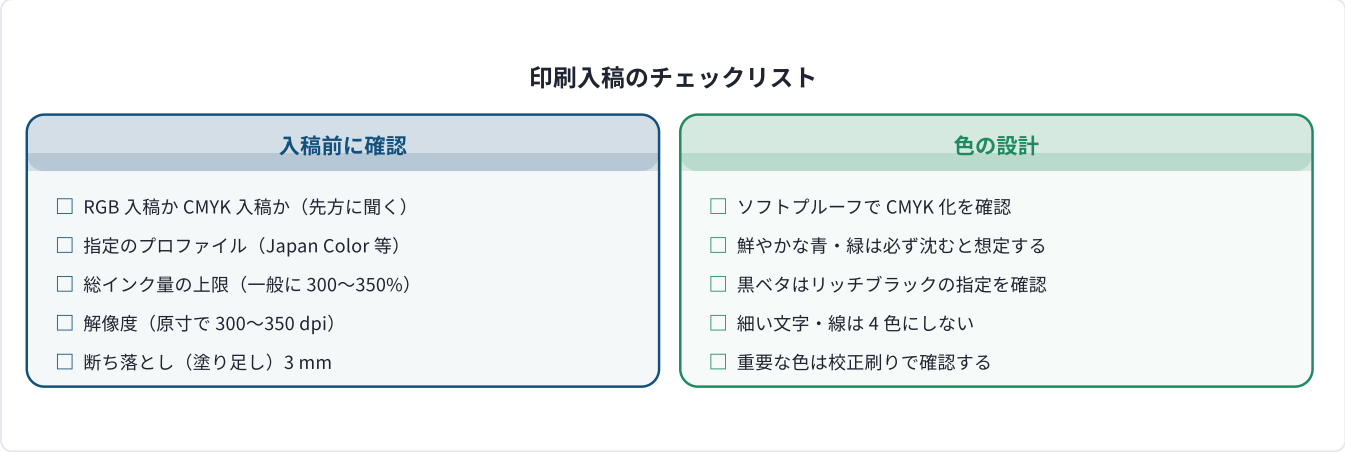


図 12-8｜印刷入稿のチェックリスト。もっとも重要なのは、**最初に先方の規定を聞くこと**。RGB 入稿か CMYK 入稿か、どのプロファイルか、総インク量の上限はいくつか —— 規定は印刷会社ごとに違う。

印刷入稿では、こちらの判断で決められることが減ります。**まず先方の規定を確認する**のが第一歩です。

- **RGB 入稿か CMYK 入稿か。**近年は RGB 入稿を受け付ける会社が増えていますが（先方で最適な変換をしてくれる）、伝統的な商業印刷では CMYK 指定が残ります。
- **指定プロファイル。**日本の商業印刷では Japan Color 系（Japan Color 2001 Coated など）が標準的。新聞や特殊紙では別の指定になります。
- **総インク量（TAC）。**4 色の合計上限。一般に 300〜350% 程度。超えるとインクが乾かず、裏移りやトラブルの原因になります。
- **解像度と塗り足し。**原寸で 300〜350 dpi、断ち落とし 3 mm が一般的です。

CMYK 化で必ず沈む色

RGB から CMYK へ変換すると、**鮮やかな青（特に空の青）と鮮やかな緑は必ず沈みます**。これは印刷インクの物理的な限界であり、どんなに調整しても解決しません。

対処は二つ。①**ソフトプルーフで事前に確認し、沈むことを前提に画づくりする**（沈んだあとで成立する構成にしておく）②**どうしても必要なら特色（DIC / Pantone）を使う**（コストは上がります）。

やってはいけないのは、入稿後に「思ったより色が悪い」と言うことです。**沈むことは事前に分かっていた**のですから、確認しなかった側の問題になります。

12-8　第 III 部の到達点

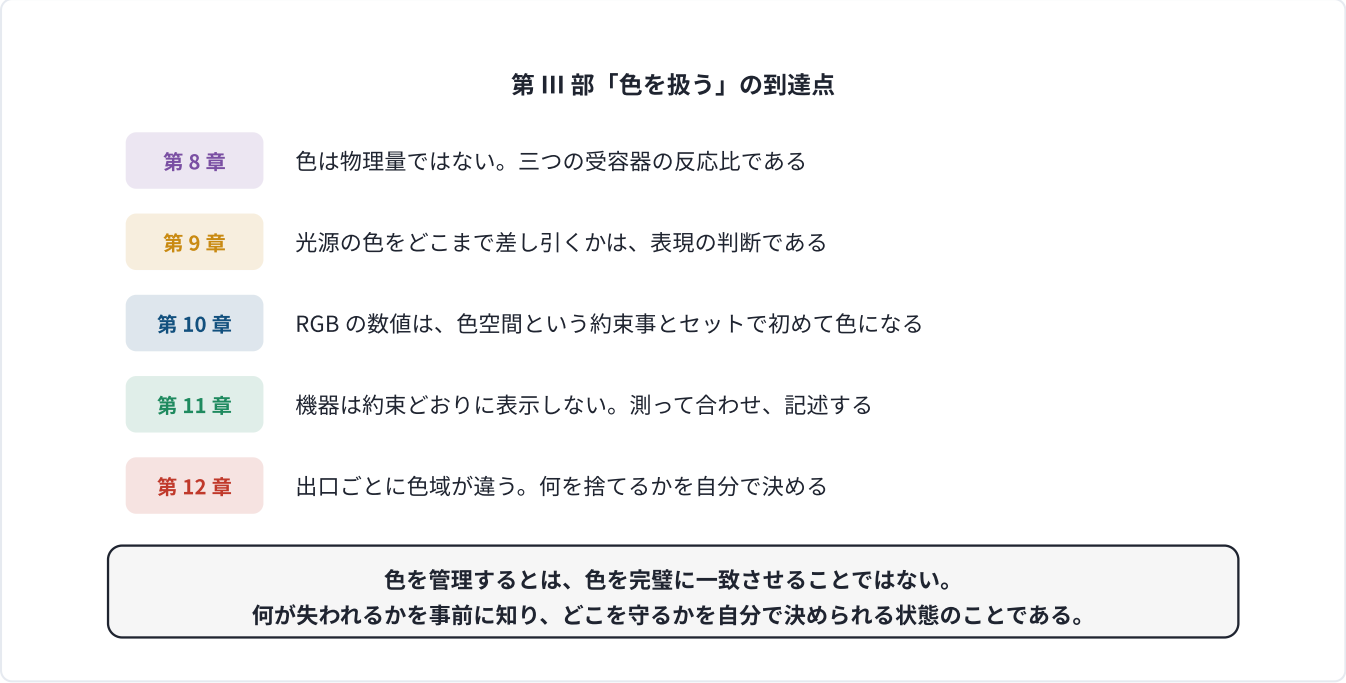


図 12-9｜第 III 部「色を扱う」の到達点。色を管理するとは、色を完璧に一致させることではない。何が失われるかを事前に知り、どこを守るかを自分で決められる状態のことである。

振り返ってみると、第 III 部の構造は第 I 部・第 II 部とまったく同じでした。**物理的に何が起きているかを押さえ、そこから「だから何を決めるべきか」を導く。**

ピントは深度という空間の配置、露出は階調という資源の配分、そして色は色域という制約のなかでの取捨選択。どれも「設定」ではなく「設計」であり、**撮影者が判断を引き受ける**という点で共通しています。

第 IV 部では、いよいよ最後の問いに向かいます ―― **では、何を撮るのか。なぜ撮るのか。**

この章のまとめ

① 出口は三つ。プリント・Web・印刷入稿で、性質も手段も違う。
② モニタは発光体、紙は反射体。**完全な一致は原理的にありえない。**
③ 色域は重なりつつはみ出し合う。**「どちらが広い」では語れない。**
④ レンダリングインテントは写真では**知覚的と相対的色域維持の二択。**
⑤ **ソフトプルーフ**で刷る前に確認する。紙白シミュレーションで眠く見えるのが紙の実力。
⑥ プリント最大の事故は**二重変換**。ドライバの色管理は必ず OFF。
⑦ Web は **sRGB へ変換＋プロファイル埋め込み**、自分でリサイズしてから上げる。
⑧ 印刷入稿は**まず先方の規定を聞く**。鮮やかな青と緑は必ず沈む。
⑨ 目標は「同じ色」ではなく「**同じ印象**」。
⑩ カラーマネージメントとは、**何を失うかを知ったうえで、何を守るかを決める技術**である。

演習問題

問 1　プリントした写真の色が、画面と大きく違って転んでいます。真っ先に確認すべきことを一つ挙げてください。

解答例｜**プリンタドライバの色管理が OFF になっているか**です。アプリ側（Photoshop / Lightroom）でプリンタプロファイルによる変換を行っているのに、ドライバ側でも色補正が有効だと、変換が二回かかって必ず色が転びます。ドライバの設定を「アプリケーションによるカラー管理」「色補正なし」にします。
次に確認すべきは**用紙種類の設定** —— これはインクの吐出量そのものを変えるため、実際の紙と一致していなければプロファイルが正しくても色は合いません。

問 2　夕焼けの写真をプリントします。レンダリングインテントは「知覚的」と「相対的色域維持」のどちらを選ぶべきでしょうか。

解答例｜夕焼けは色域外の色（鮮やかな橙〜赤）が広く分布しているので、**知覚的（Perceptual）**が有利なことが多いです。相対的色域維持では色域外の複数の色が同じ点に潰れ、空のグラデーションが階調を失って「べたっと」します。知覚的なら全体を圧縮するため、階調のつながりが保たれます。
ただし絶対の正解はないので、**実務では両方でソフトプルーフして見比べる**のが正しい手順です。色域外が少ない画像なら相対的色域維持のほうが自然に見えます。

問 3　ソフトプルーフで「紙白のシミュレーション」を有効にしたら、画面が急に眠くなりました。どうすべきでしょうか。

解答例｜**その状態のまま判断します。**眠く見えているのが紙の実力（最大輝度とコントラスト比の限界）です。ここで驚いて画面を明るくしたり全体のコントラストを上げたりすると、実際のプリントは硬すぎる仕上がりになります。
正しい手順は、①眠い状態で数分間目を慣らす ②その状態で「守りたい部分」が成立しているか見る ③破綻している箇所**だけ**を部分的に調整する。全体を一律に持ち上げないことが要点です。

問 4　鮮やかな青空の写真を商業印刷に入稿します。刷り上がりを見て「思ったより空が沈んでいる」となる事態を避けるには、事前に何をすべきでしょうか。

解答例｜①先方に**指定プロファイル**（Japan Color 2001 Coated など）と入稿形式を確認する ②そのプロファイルで**ソフトプルーフ**し、青がどこまで沈むかを事前に見る ③沈んだ状態で成立する画づくりに調整する（明度差やコントラストで空の存在感を作る）④重要な仕事なら**校正刷り**を出してもらう。
鮮やかな青と緑が CMYK で沈むのは物理的な限界であり、調整では解決しません。それを前提に設計するのが正しい対処です。どうしても必要なら特色の使用を検討します。

問 5　「カラーマネージメントをすれば、どの機器でも同じ色になる」。この理解のどこが不正確でしょうか。

解答例｜機器ごとに**再現できる色の範囲（色域）が違う**ため、同じ色にすることは原理的にできません。モニタは自ら発光し、紙は反射する ―― 黒の深さも最大輝度もコントラスト比も違います。
カラーマネージメントが実際にやっているのは、①**入らない色を、決められた方針で丸める**（レンダリングインテント）②**入る色については、機器の癖を補正して揃える**という二つです。目標は「同じ色」ではなく「**同じ印象**」であり、その最善の近似を機械的に再現可能にする仕組みだ、と理解するのが正確です。

問 6　次章（第 13 章）への橋渡しとして考えてみてください。ここまでの 12 章で、技術的にはほぼすべての判断ができるようになりました。それでも「良い写真」が撮れるとは限りません。何が足りないのでしょうか。

解答例｜足りないのは「**何を、なぜ撮るのか**」です。ここまで扱ってきたのは、決めたことを正確に実現する手段でした。ピントをどこに置くか、露出をどう配分するか、色をどう届けるか ―― いずれも「目的が決まっていれば最適解が出せる」種類の技術です。
しかし目的そのもの ―― 見る人に何を見せたいか、なぜこの瞬間なのか、この一枚で何を言うのか ―― は、技術からは出てきません。第 IV 部はこの問いを扱います。技術を身につけた者だけが直面する問いでもあります。

次章予告 ―― 第 13 章「構図・光・時間」

第 IV 部が始まります。第 13 章では、構図を「美しい配置の型」としてではなく **見る人の視線をどう動かすかの設計**として捉え直します。あわせて、光の質と方向が何を語るのか、そして写真だけが持つ「時間を選ぶ」という力を扱います。

奥付

写真を「わかって」撮るための教科書
第 12 章　出力まで色を保つ ―― プリント・Web・印刷入稿

制作　マツバラミチヒサ
写真の学校 教科書プロジェクト
2026 年 8 月　初版

プリントの色域は用紙・インク・機種によって大きく異なり、図中の形状は傾向を示す模式図です。解像度・塗り足し・総インク量の数値は一般的な目安であり、実際の規定は印刷会社ごとに異なります。製品名・規格名は各社の商標です。図版はすべて本書のために作図したものです。

写真の学校 ／ TEXTBOOK

写真を「わかって」撮るための教科書

撮影の基本と、その意味。
そして実用的カラーマネージメントまで。

第 13 章

構図・光・時間

―― 見る人の視線を設計する

制作　マツバラミチヒサ

写真の学校 教科書プロジェクト ／ 2026

CHAPTER 13

構図・光・時間

ここまでの十二章で、技術的な判断はほぼすべてできるようになりました。ピントをどこに置くか、露出をどう配分するか、色をどう届けるか —— いずれも**目的が決まっていれば最適解が出せる**種類の問題でした。

しかし目的そのものは、技術からは出てきません。**何を見せたいのか。なぜこの瞬間なのか。この一枚で何を言うのか。**

第 IV 部はこの問いを扱います。そして最初に取り上げるのが、構図・光・時間という三つの選択です。この章では構図を「美しい配置の型」としてではなく、**見る人の視線をどう動かすかの設計**として捉え直します。すると、ここまでの技術がすべて**視線を導くための道具**だったことが見えてきます。

この章で身につくこと

- ☐ 人の視線が向かう六つの場所を挙げられる
- ☐ 構図を「型」ではなく「視線の設計」として説明できる
- ☐ 三分割法がなぜ機能するのかを説明できる
- ☐ 入口・経路・着地点という視線の動線を意識して構図を作れる
- ☐ 「引き算」としてのフレーミングを実践できる
- ☐ 光の硬さが何で決まるかを説明できる
- ☐ 光の方向による見え方の違いを使い分けられる
- ☐ 時間帯の選択が写真に与える影響を理解している

13-1　人はどこを見るか

構図の話をする前に、事実から始めます。**人が写真を見るとき、視線はランダムには動きません。**向かう先には、はっきりした傾向があります。

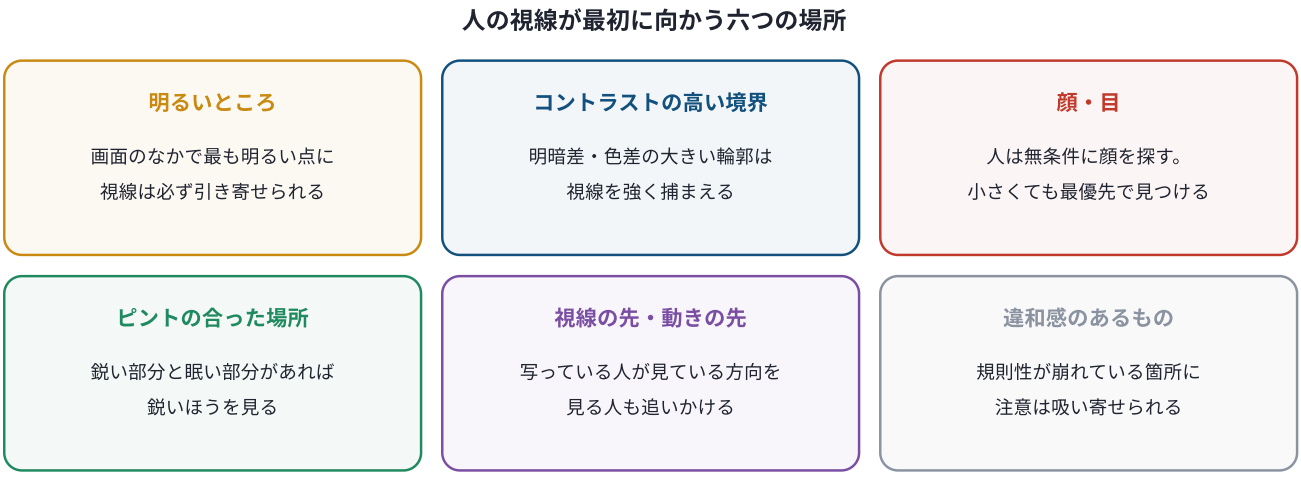


図 13-1｜視線が最初に向かう六つの場所。明るいところ、コントラストの高い境界、顔と目、ピントの合った場所、写っている人の視線の先、そして違和感のあるもの。**構図とは、この六つを使って視線をどこへ導くかを設計する作業である。**

この章の中心的な考え方

構図とは、美しい配置の型を当てはめる作業ではありません。

見る人の目を、自分が見せたい場所へ、意図した順序で動かす設計です。

この定義を採ると、「なぜ三分割法が機能するのか」も「なぜ背景を整理するのか」も、すべて同じ原理から説明できるようになります。そして技術（深度・露出・色）も、この設計を実現する手段として位置づけられます。

13-2　三分割法の正体

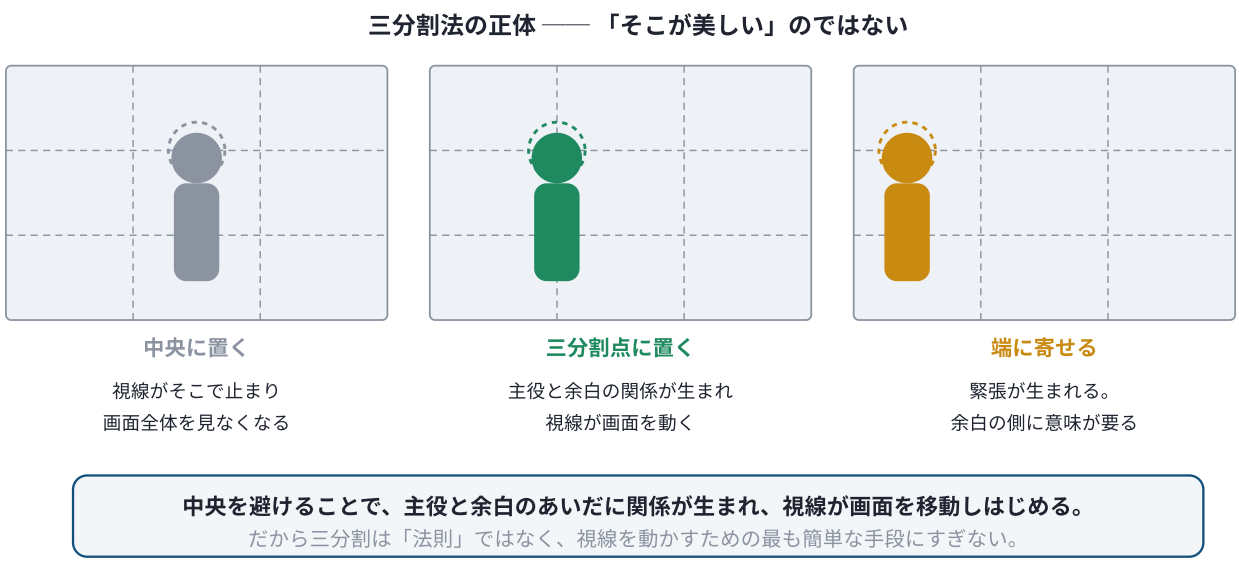


図 13-2｜主役の位置を変えると何が起きるか。中央では視線がそこで止まり、画面全体を見なくなる。三分割点に置くと主役と余白のあいだに関係が生まれ、視線が画面を動きはじめる。

三分割法は「そこが美しい位置だから」機能するのではありません。**中央を避けることで、主役と余白のあいだに関係が生まれ、視線が移動しはじめる**からです。

逆に言えば、**視線を動かしてほしくない写真では、中央に置くのが正解**です。証明写真、商品の正面カット、対称性そのものを見せたい建築 —— これらで三分割にする理由はありません。**三分割は法則ではなく、視線を動かすための最も簡単な手段のひとつ**にすぎないのです。

13-3　入口・経路・着地点

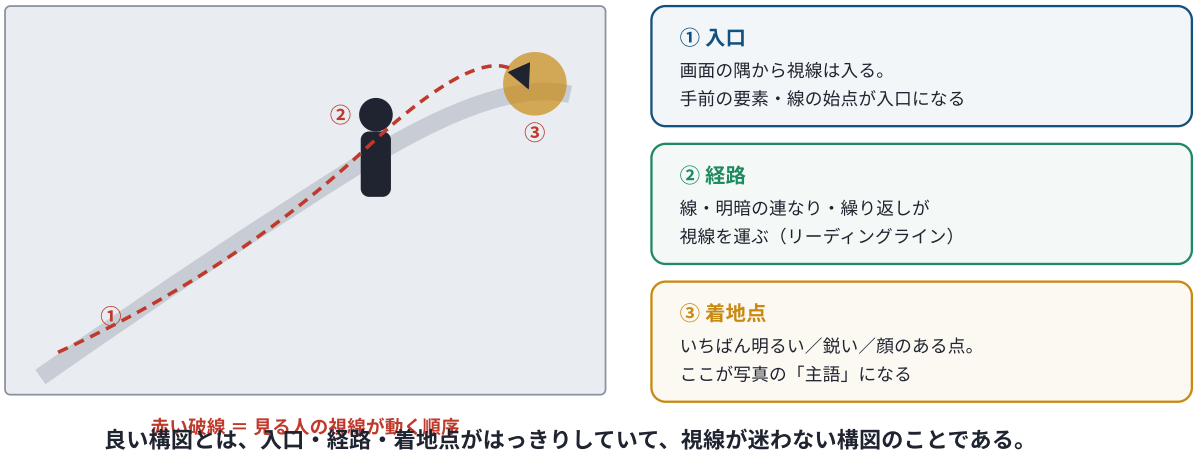


図 13-3｜視線の動線。良い構図とは、入口（視線がどこから入るか）・経路（どう運ばれるか）・着地点（最終的にどこに落ち着くか）がはっきりしていて、視線が迷わない構図のことである。

- **入口**。視線は画面の隅から入ります。多くの文化圏では左上から。手前の要素や線の始点が入口になります。
- **経路**。線（道、川、手すり、影の縁）、明暗の連なり、繰り返される要素が視線を運びます。**リーディングライン**と呼ばれるものの正体はこれです。
- **着地点**。いちばん明るい、いちばん鋭い、顔がある —— そこが写真の「主語」になります。**着地点が二つ以上あると、写真は何を言いたいのか分からなくなります。**

13-4　引き算としてのフレーミング



図 13-4｜何を入れるかより、何を入れないか。背景に情報が多いと視線が分散し、主役が決まらない。角度・距離・絞りで背景を整理すれば、視線は主役に集まる。

写真は、絵画と違って**引き算のメディア**です。画家は白いカンバスに必要なものだけを足していきますが、写真家は**すでにすべてが写っている世界から、いらないものを外していく**。フレーミングとは、そのための行為です。

引き算の四つの手

① **角度を変える** —— 半歩動くだけで、背景の余計なものは外れることがある。最も安上がりで最も効果的。
② **距離を変える** —— 近づけば背景の量が減る（第 4 章）。
③ **絞りを開ける** —— 背景をボケさせて情報量を落とす（第 2 章）。ただし「消す」わけではない。
④ **待つ** —— 邪魔なものが動くのを待つ。人・車・雲。

「何か足りない」と感じたときこそ、まず引く。足して良くなることは、引いて良くなることより少ない。

13-5　光の質 —— 硬いか、柔らかいか



図 13-5｜光の硬さを決めるもの。被写体から見た**光源の見かけの大きさ**だけで決まる。小さく見えれば影の輪郭が鋭く（硬い光）、大きく見えれば影がなだらかになる（柔らかい光）。

太陽は直径 140 万 km という巨大な光源ですが、1 億 5 千万 km 離れているので、見かけの大きさは約 0.5 度 —— **腕を伸ばして持った 5 円玉の穴**程度です。だから直射日光は硬い光になります。

逆に曇天では、空全体が発光面になります。見かけの大きさは 180 度。だから柔らかい。**ソフトボックスやディフューザーは、光源の見かけの大きさを大きくする道具**にほかなりません。

［発展］近づければ、何でも柔らかくなる

光源の見かけの大きさは**距離に反比例**します。したがって、同じ光源でも被写体に近づければ柔らかくなり、離せば硬くなります。

小さなストロボでも、白い壁に向けて跳ね返せば（バウンス）、壁全体が光源になるので急に柔らかくなる。窓際で被写体を窓に寄せれば柔らかく、部屋の奥に下げれば硬くなる。**光を「探す」だけでなく「作れる」**のは、この単純な関係のおかげです。

なお、硬い光が悪いわけではありません。陰影が強く出るので、質感・造形・緊張感を出したいときには硬い光が必要です。**硬いか柔らかいかは良し悪しではなく、何を語りたいかの選択です。**

13-6　光の方向 —— 影こそが立体を作る

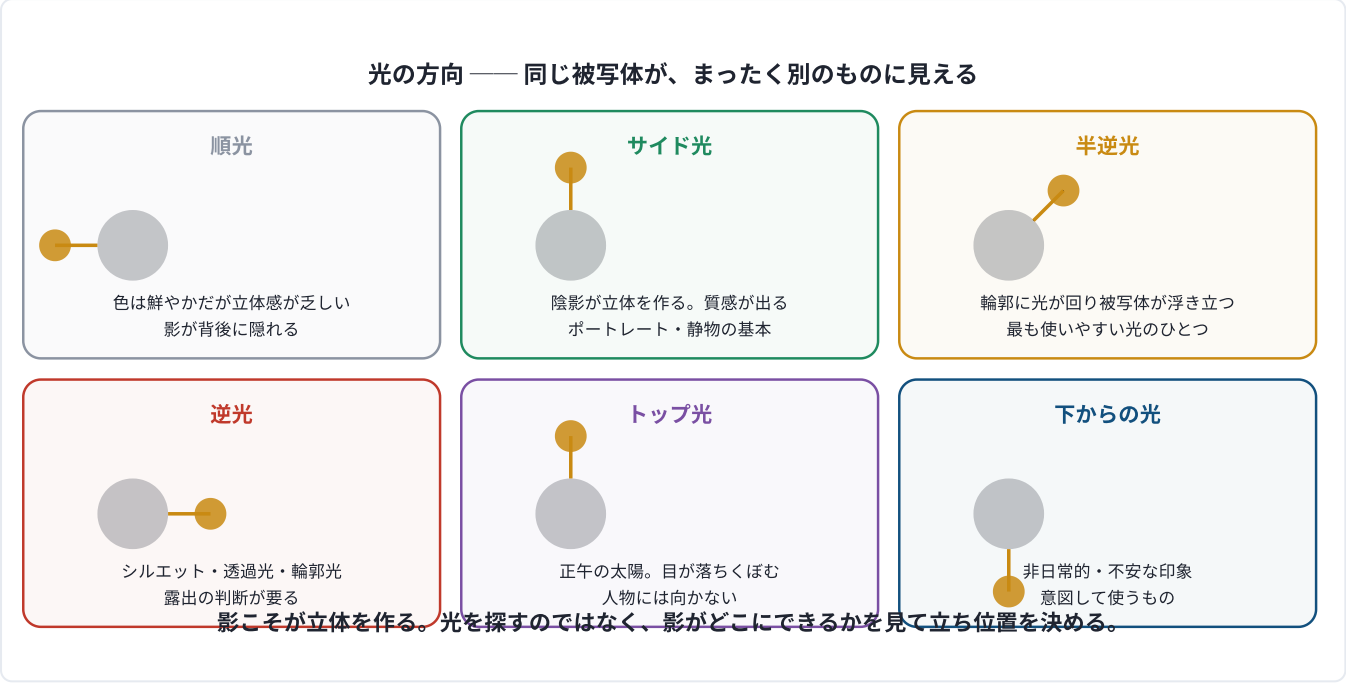


図 13-6｜光の方向による見え方の違い。同じ被写体が、光の方向だけでまったく別のものに見える。**影こそが立体を作る**——光を探すのではなく、影がどこにできるかを見て立ち位置を決める。

初心者が最初に教わるのは「順光で撮れ」ですが、**順光は色が鮮やかに出る代わりに、影が被写体の背後に隠れて立体感が失われます**。人の顔が平板に見えるのはこのためです。

実務でもっとも使いやすいのは**半逆光**です。輪郭に光が回って被写体が背景から浮き立ち、正面側には柔らかい陰影が残る。ただし露出の判断（第 5 章）と、明暗差がダイナミックレンジに収まるか（第 6 章）の確認が要ります。

13-7　時間を選ぶ

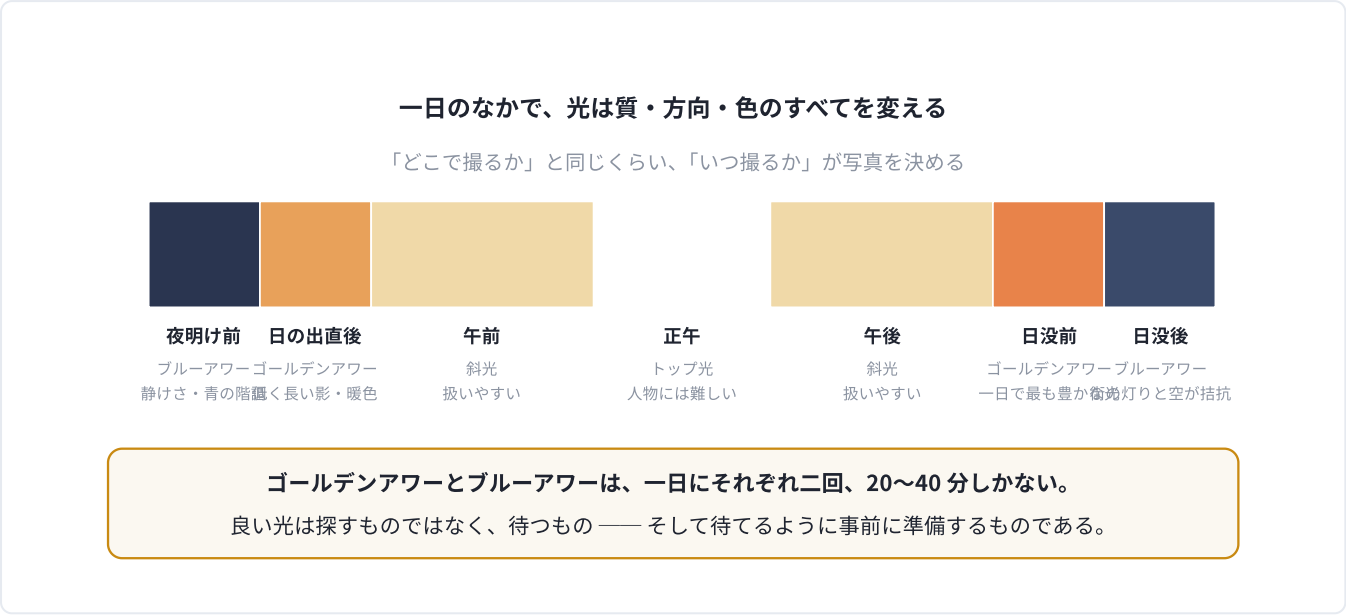


図 13-7｜一日のなかで、光は質・方向・色のすべてを変える。ゴールデンアワーとブルーアワーは、一日にそれぞれ二回、20〜40 分しかない。**良い光は探すものではなく、待つもの**である。

ここには二種類の「時間」があります。

一つは、いつ撮るかという時間帯の選択。同じ場所でも、時刻が変われば光の方向・質・色がすべて変わります。撮りたい場所が決まっているなら、**下見をして光の入り方を確認し、最良の時刻に戻ってくる**のが正攻法です。

もう一つは、シャッターを切る瞬間の選択。アンリ・カルティエ＝ブレッソンの言う「決定的瞬間」です。人の表情、動きの頂点、要素どうしの位置関係 —— これらが一致する瞬間は一瞬しかありません。

第 3 章との接続

第 3 章で、シャッター速度は**時間の「幅」**を決めると学びました。
この章で扱っているのは**時間の「位置」**です。

幅（1/1000 秒か 30 秒か）は技術の問題であり、位置（いつ切るか）は判断の問題です。**そして写真というメディアの本質は、後者にあります** —— 絵画にも映像にもない、「その一瞬を選んで切り出す」という行為そのものが、写真を写真たらしめているからです。

13-8　技術は、視線を導くための道具である

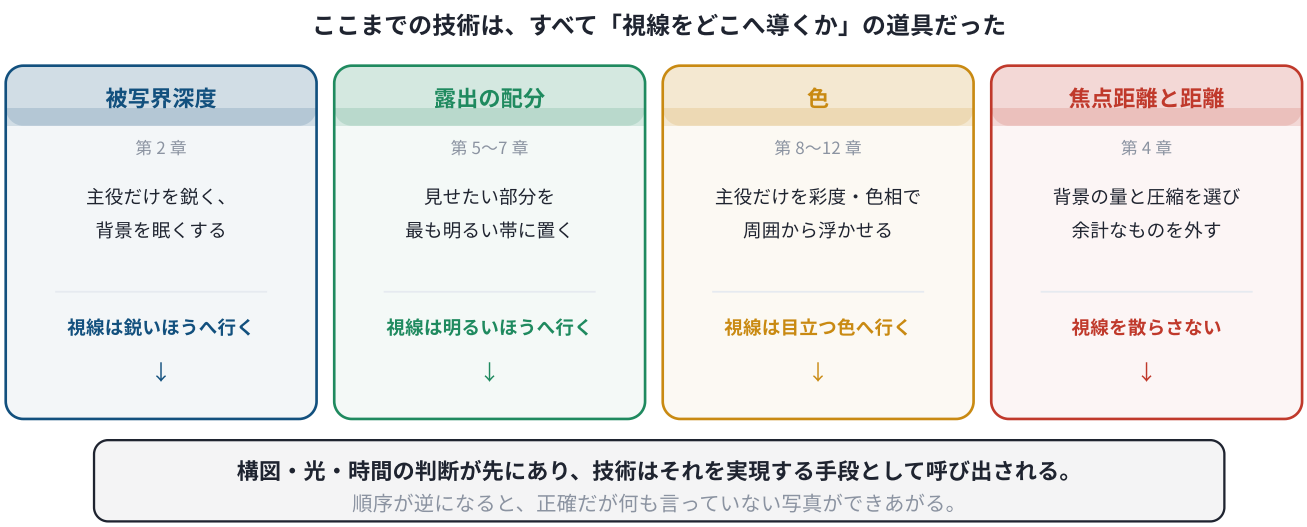


図 13-8｜ここまでの技術は、すべて「視線をどこへ導くか」の道具だった。構図・光・時間の判断が先にあり、技術はそれを実現する手段として呼び出される。

この視点から振り返ると、第 1〜12 章の意味が変わって見えてきます。

- **被写界深度**は、鋭さの差によって視線を導く道具である（人は鋭いほうを見る）
- **露出の配分**は、明るさの差によって視線を導く道具である（人は明るいほうを見る）
- **色**は、彩度と色相の差によって視線を導く道具である（人は目立つ色を見る）
- **焦点距離と撮影距離**は、背景の量と圧縮を決めて、視線を散らさないための道具である

順序を間違えると

技術が先に来て、判断が後から付いてくると、**正確だが何も言っていない写真**ができあがります。

ピントは正確、露出も完璧、色も正しい。しかし「で、何を見せたかったのか」が伝わらない。これは技術を身につけた人が最初にぶつかる壁であり、**技術が足りないのではなく、技術が目的化している**状態です。

対処は単純です。**シャッターを切る前に、「この一枚で、見る人にどこを見てほしいか」を一言で言えるか**を自分に問う。言えないなら、まだ構図が決まっていません。

この章のまとめ

① 人の視線は、明るさ・コントラスト・顔・鋭さ・視線の先・違和感に向かう。
② 構図とは**視線をどこへ、どの順序で導くかの設計**である。型の当てはめではない。
③ 三分割法は「中央を避けて視線を動かす」ための手段のひとつにすぎない。
④ 良い構図には**入口・経路・着地点**があり、着地点は一つに絞る。
⑤ 写真は**引き算のメディア**。角度・距離・絞り・待つ、の四つで引く。
⑥ 光の硬さは**被写体から見た光源の大きさ**だけで決まる。近づければ柔らかくなる。
⑦ **影こそが立体を作る**。光ではなく影の位置を見て立ち位置を決める。
⑧ 時間には「いつ撮るか」と「いつ切るか」の二つがあり、どちらも判断の問題。
⑨ 技術は**視線を導く道具**。判断が先、技術は後。

演習問題

問 1　「三分割法に従って撮ったのに、なんだか良くない」という写真があります。どこを確認すべきでしょうか。

解答例｜三分割はあくまで**視線を動かすための手段**なので、それ自体では良し悪しは決まりません。確認すべきは、①**着地点が一つに絞れているか**（明るい点や顔が複数あって視線が迷っていないか）②**余白の側に意味があるか**（主役を左に寄せたなら、右の余白が何かを語っているか）③**背景が整理されているか**。
そもそも視線を動かしてほしくない写真（対称の建築、正面の商品）なら、中央に置くほうが正解です。**型に合っているかではなく、視線が意図どおりに動いているかを見る**のが正しい確認です。

問 2　被写体から見た光源の大きさが光の硬さを決めるなら、小さなクリップオンストロボで柔らかい光を作るにはどうすればよいでしょうか。

解答例｜光源の**見かけの大きさ**を大きくすればよいので、①**白い壁や天井にバウンスさせる** —— 壁全体が光源になるので一気に柔らかくなる ②**ディフューザーやソフトボックスを付ける**（ただし発光面が小さければ効果は限定的）③**被写体に近づける** —— 距離に反比例して見かけの大きさが増すので、同じ機材でも近づけるだけで柔らかくなる。
逆に硬い光が欲しければ、直射・遠ざける・スヌートで絞る。**硬さは良し悪しではなく選択です**。

問 3　同じ場所を「良い光で」撮りたい。事前に何をしておくべきでしょうか。

解答例｜①**下見をして、光の入り方を時刻ごとに確認する**（建物の向き、影の落ち方、日が当たる面）②その場所の**日の出・日没時刻**を調べ、ゴールデンアワー／ブルーアワーの時間帯を割り出す ③どの方角から撮るかを決めておく ④天候の予報を見る（曇天なら柔らかい光、快晴なら硬い光）。
ゴールデンアワーは一日に二回、20〜40 分しかありません。**その場に着いてから探すのでは間に合わない** —— だから準備が技術になります。

問 4　「ピントも露出も色も完璧なのに、何を見せたいのか分からない写真」。原因は何でしょうか。

解答例｜**技術が目的化している**状態です。技術は「決めたことを正確に実現する」ためのものであり、何を見せるかという判断を代わりにはしてくれません。
具体的には、①**着地点が決まっていない**（視線が落ち着く一点がない、または複数ある）②背景が整理されておらず視線が分散している ③光の方向を選んでいない（そこにあった光で撮っただけ）。
対処は、シャッターを切る前に **「この一枚で、見る人にどこを見てほしいか」を一言で言えるか** を自問すること。言えないなら、まだ構図が決まっていません。

問 5　第 3 章の「シャッター速度＝時間の幅」と、この章の「決定的瞬間＝時間の位置」の違いを説明してください。

解答例｜**幅**は、どれだけの長さの時間を一枚に写し込むかという**技術的な選択**です（1/1000 秒なら一瞬の切片、30 秒なら 30 秒間の総和）。
位置は、その幅をいつ置くかという**判断**です。表情が変わる瞬間、動きの頂点、要素が一直線に並ぶ瞬間 —— これは計算では出せず、観察と予測と待つことでしか捉えられません。
そして写真というメディアの本質は後者にあります。絵画にも映像にもない「その一瞬を選んで切り出す」という行為こそが、写真を写真たらしめているからです。

問 6　次章（第 14 章）への橋渡しとして考えてみてください。技術も構図も光も判断できるようになったとき、まだ残っている問いは何でしょうか。

解答例｜**「なぜ、それを撮るのか」**です。ここまでのすべては「どう撮るか」の問いでした。しかし被写体を選ぶこと自体 —— なぜこの人を、この場所を、この出来事を撮るのか —— は、技術からも構図論からも出てきません。
さらにその先には、**撮る／撮らないという判断**もあります。写真を撮るとは、他者や出来事に対して立場を取ることでもあるからです。第 14 章では、記録と表現のあいだ、写真の倫理、そして「なぜ撮るのか」という問いを扱い、全巻を締めくくります。

次章予告 —— 第 14 章「写真の意味 —— 記録と表現のあいだ」

最終章です。写真はつねに二つの顔を持っています —— **そこにあったものの記録**であると同時に、**撮った人が選んだ表現**でもある。この二重性が、写真の力であり、同時に難しさでもあります。
第 14 章では、写真が「真実」を語るという通念の検証、撮ることの倫理、そして最後に「なぜ撮るのか」という問いに向き合い、全十四章を締めくくります。

奥付

写真を「わかって」撮るための教科書
第 13 章　構図・光・時間 —— 見る人の視線を設計する

制作　マツバラミチヒサ
写真の学校 教科書プロジェクト
2026 年 8 月　初版

視線の傾向に関する記述は視覚科学の一般的な知見にもとづく要約であり、個人差・文化差があります。時間帯ごとの光の性質は緯度・季節・天候により変動します。図版はすべて本書のために作図した模式図です。

写真の学校 ／ TEXTBOOK

写真を「わかって」撮るための教科書

撮影の基本と、その意味。
そして実用的カラーマネージメントまで。

第 14 章 ／ 最終章

写真の意味

―― 記録と表現のあいだ

制作　マツバラミチヒサ

写真の学校 教科書プロジェクト ／ 2026

CHAPTER 14

写真の意味

最終章です。

ここまでの十三章で、光学・露出・色・構図という技術の全体を通ってきました。そのすべては「どう撮るか」の話でした。最後に残るのは、それらが仕えるべき目的そのもの —— **何を、なぜ撮るのか**という問いです。

この問いに、教科書が答えを与えることはできません。答えは人によって違い、同じ人のなかでも変わっていくものだからです。この章にできるのは、**問いを正確な形にすること**だけです。

写真とは何か。写真は真実を語るのか。撮ることにはどんな責任が伴うのか。そして —— あなたはなぜ撮るのか。ここから先は、それぞれが自分で歩く道になります。

この章で考えること

- ☐ 写真が持つ二重性（記録と表現）を説明できる
- ☐ 「写真は嘘をつかない」という通念を検証できる
- ☐ 一枚の写真ができるまでにどれだけの選択が入るかを言える
- ☐ 加工の許容範囲が用途によって変わることを理解している
- ☐ 撮ることに伴う倫理的な問いを、自分の言葉で立てられる
- ☐ 自分が写真を撮る理由を言葉にしてみる

14-1　写真は二つの顔を持つ

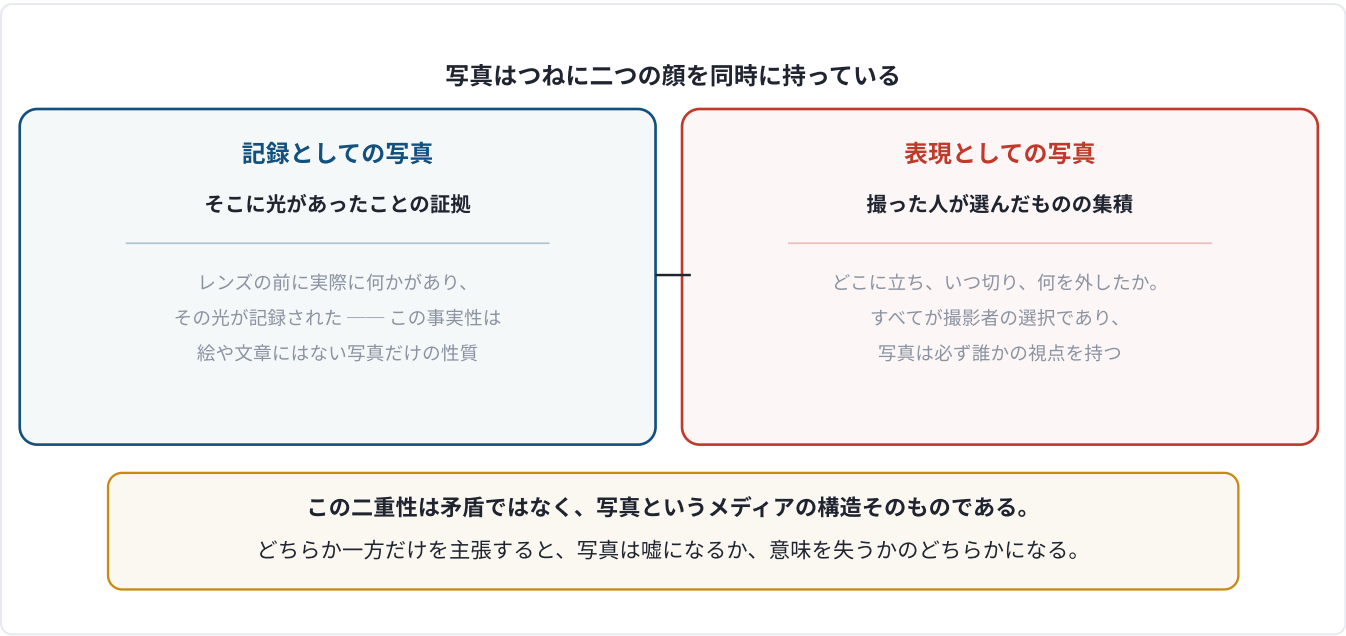


図 14-1｜記録としての写真と、表現としての写真。この二重性は矛盾ではなく、写真というメディアの構造そのものである。どちらか一方だけを主張すると、写真は嘘になるか、意味を失うかのどちらかになる。

写真には、絵画にも文章にもない性質があります。**レンズの前に、実際に何かがあった**という事実性です。記号論ではこれを**インデックス性**（指標性）と呼びます。足跡が足の存在を指し示すように、写真は被写体の存在を物理的に指し示している。

だから写真は証拠になりえます。医療記録、事故現場、証明写真、報道 —— これらが成立するのは、この性質のおかげです。

しかし同時に、写真は**選択の産物**でもあります。どこに立ち、何をフレームに入れ、何を外し、いつ切ったか。そのすべてが撮影者の判断です。**この二つは、同じ一枚のなかに同居しています。**

14-2 「写真は嘘をつかない」を検証する



図 14-2｜一枚の写真ができるまでの選択の連鎖。少なくとも七つの選択があり、そのすべてが撮影者の判断であり、価値観の表明でもある。

「ありのままを撮る」という言い方があります。しかし**選択のない写真は存在しません**。カメラを向けた方向を決めた時点で、向けなかった方向は写真から消えています。フレームで切り取った瞬間に、それはすでに一つの解釈です。

中立を装うことと、自覚すること

ここで大切なのは、「だから写真は信用できない」と結論することではありません。それは行きすぎです。写真のインデックス性は実在する性質であり、記録としての価値も本物です。

正確な理解はこうです。**写真は、撮影者の選択を通した記録である**。記録であることと、選択を含むことは両立します。

だから問うべきは「この写真は真実か」ではなく、「**この写真は、誰が、どこから、何を選んで撮ったものか**」です。撮る側にとっては、**自分がどこで何を選んだかを自覚していること**が誠実さの中身になります。

14-3　加工の線はどこにあるか

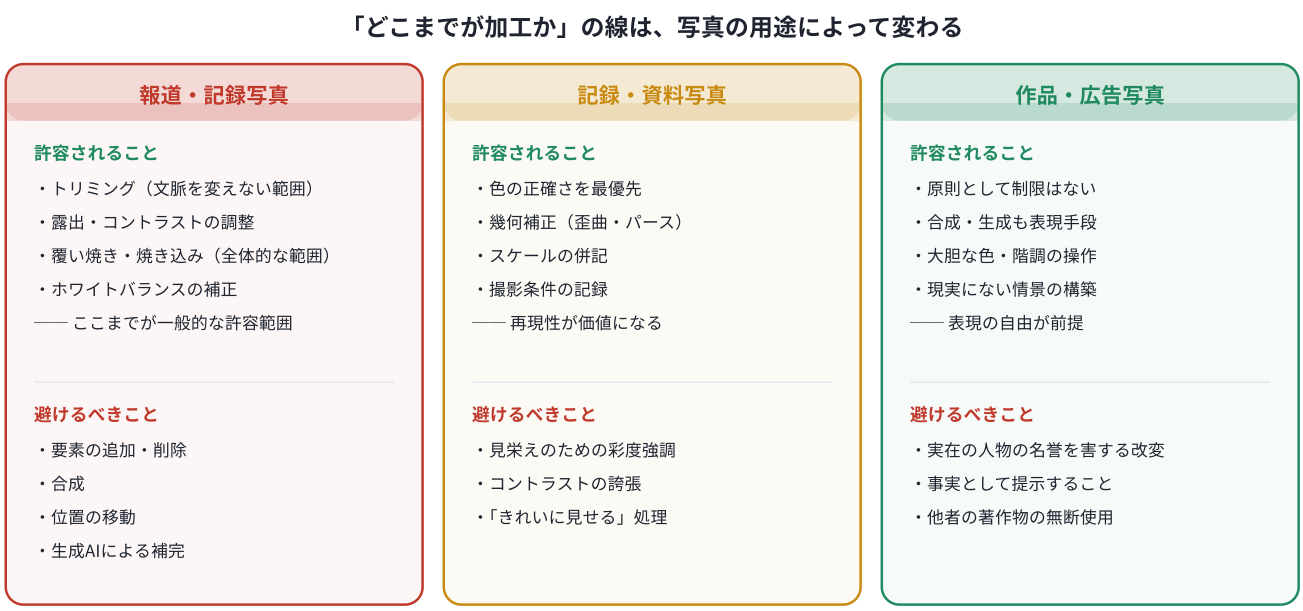


図 14-3｜「どこまでが加工か」の線は、写真の用途によって変わる。唯一の正解はない。しかし**「自分がどの基準で撮っているか」は明確にしておく必要がある。**

報道写真の世界には、比較的はっきりした規範があります。**トリミング・露出調整・覆い焼き・ホワイトバランス補正は許され、要素の追加や削除、合成、位置の移動は許されない**。境界線は「暗室でできたことか」というところに引かれてきました。

記録・資料写真では基準が違います。ここでは**色の正確さと再現性**が価値なので、見栄えのための彩度強調はむしろ許されません。第 III 部で扱ったカラーマネージメントが本領を発揮するのはこの領域です。

作品や広告では、原則として表現上の制限はありません。合成も生成も表現手段です。ただしそこにも、**実在の人物の名誉を害する改変をしない、事実として提示しない、他者の著作物を無断で使わない**という別種の線は存在します。

［発展］生成 AI の登場は何を変えたか

近年、画像生成技術によって「レンズの前に何もなくても写真のような画像が作れる」状況が生まれました。これは写真のインデックス性 —— **そこに何かがあったという保証** —— を根本から揺さぶります。

この変化をどう受け止めるかについては、立場が分かれています。**写真の証拠能力が失われることを重く見る立場**は、来歴情報（C2PA / Content Credentials など、撮影から編集までの履歴を画像に付与する仕組み）の整備や、報道・記録分野での明確な区別を求めます。一方**表現の拡張として肯定的に捉える立場**は、絵画やイラストと同じく新しい道具が増えただけであり、問題は技術ではなく**提示の仕方**（事実として示すか、創作として示すか）にあると考えます。

どちらの見方にも理があり、現在も議論が続いている領域です。写真を撮る側として現時点で確かに言えるのは、「**これは何なのか」を受け手に対して偽らない**という一点であり、それは生成技術が登場する前から写真に求められてきたことと変わりません。

14-4　撮ることの倫理



図 14-4｜シャッターを切る前に確認しておきたいこと。撮ることは、他者や出来事に対して立場を取ることでもある。**「撮らなかった」もまた、一つの選択である。**

技術書がこの話題に触れないことは多いのですが、**写真は他者に向かうメディア**である以上、避けて通れません。とくに考えておきたいのは、次の点です。

撮る側と撮られる側は、対等ではないことが多い

カメラを持つ側は、切り取り方を決め、公開するかどうかを決められます。撮られる側にその権限はありません。**この非対称性は、撮る側が意識していなければ、そのまま相手に負担として渡ります。**

撮ることと、公開することは別の判断である

撮影の同意を得たことは、公開の同意を得たことを意味しません。**どこに、どの範囲で、いつまで公開するのか**を分けて確認する必要があります。とくに SNS では、公開範囲が事実上無制限になることを相手が理解しているかどうかが重要です。

後から取り消せるようにしておく

相手が「やめてほしい」と言ったときに応じられるか。**応じられない仕組みで撮り始めない**というのが、実務的にはもっとも確実な配慮になります。

医療・介護・教育など、立場の差が大きい現場では

患者・利用者・子どもを撮影する場面では、通常より慎重な設計が必要になります。相手が断りにくい立場にあるとき、形式的な同意は同意として機能しないことがあるからです。

実務的には、**①目的・用途・公開範囲・保存期間を書面で明示する** **②いつでも撤回できることを伝え、撤回の手続きを実際に用意しておく** **③撮影者と、同意を取る人を分ける**（断りやすくするため）**④個人が特定できる必要が本当にあるかを検討する**（後ろ姿・部分・匿名化で足りることは多い）—— といった配慮が挙げられます。

なお、医療情報や個人情報の取り扱いは法令・ガイドライン・所属機関の規程が優先します。**本書の記述は一般的な考え方の整理であり、具体的な運用は所属機関の規程と、必要に応じて専門家の助言に従ってください。**

14-5　なぜ撮るのか

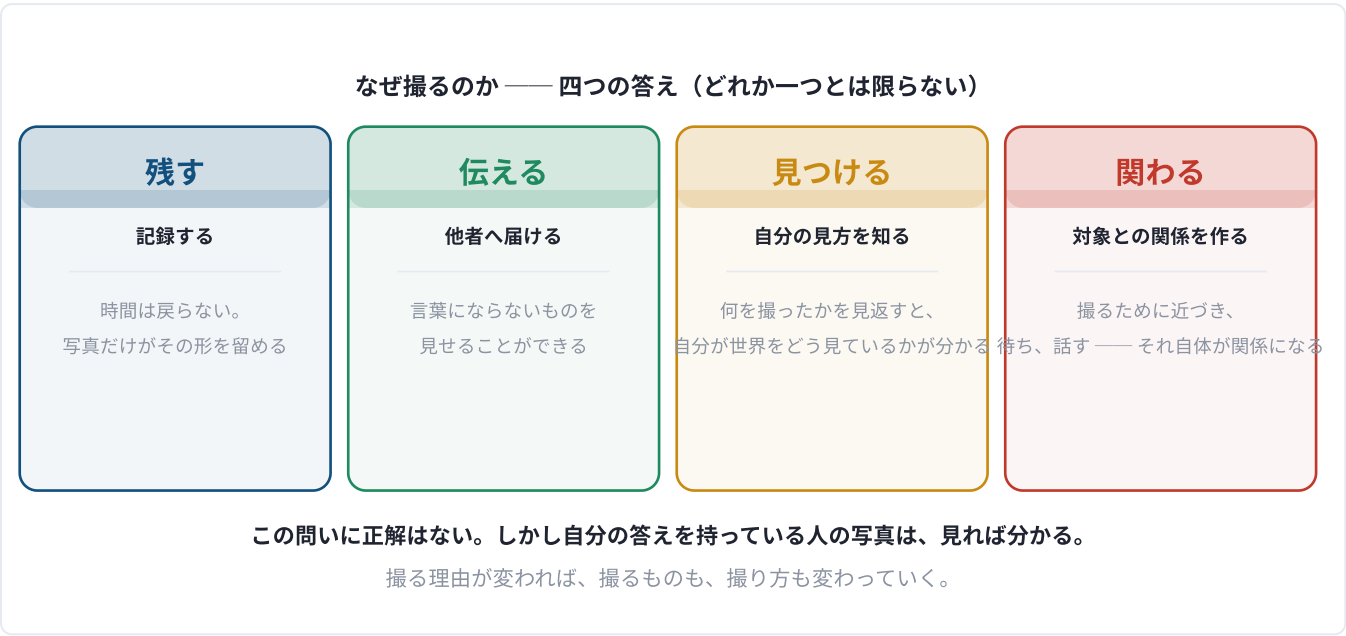


図 14-5｜四つの動機（どれか一つとは限らない）。この問いに正解はない。しかし自分の答えを持っている人の写真は、見れば分かる。

残す。時間は戻りません。子どもの背丈も、祖父母の顔も、いまの街並みも、いずれなくなります。写真だけがその形を留める —— これはもっとも古く、もっとも強い動機です。

伝える。言葉にならないものを、見せることで伝える。説明では届かないものが、一枚で届くことがあります。

見つける。これは撮ってみないと分からない動機です。自分が何を撮ったかを後から見返すと、**自分が世界のどこに目を留めているかが見えてきます**。写真は、自分の見方を映す鏡でもあります。

関わる。撮るために近づき、待ち、話しかける。**その過程自体が対象との関係になります**。写真は結果として残るものですが、撮るという行為そのものが目的でありうる —— これも一つの答えです。

14-6　上達とは、問いが変わることである

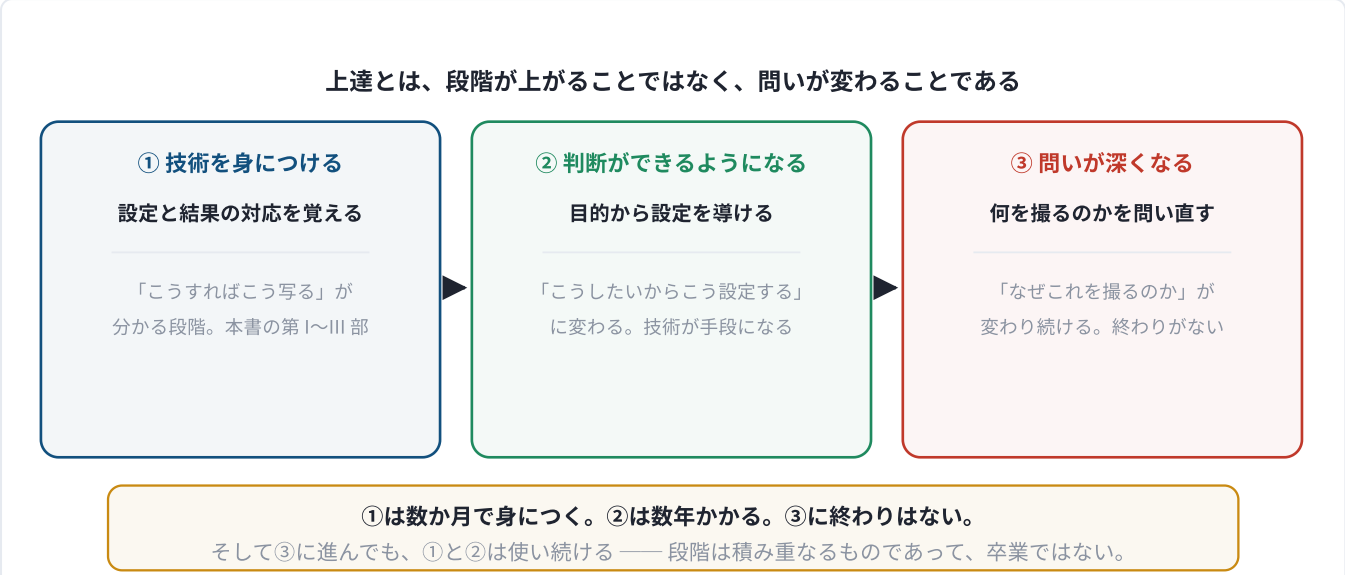


図 14-6｜上達の三段階。①は数か月で身につく。②は数年かかる。③に終わりはない。そして③に進んでも①と②は使い続ける —— 段階は積み重なるものであって、卒業ではない。

本書の第 I〜III 部は、①の段階を体系的に通り抜けるために書かれています。設定と結果の対応が分かれば、写真は「運」ではなくなります。

②への移行は、**目的から設定を導けるようになったとき**に起きます。「F2.8 で撮ってみよう」ではなく「この一枚では背景を整理したいから F2.8 だ」に変わる。技術が目的から手段になる転換点です。

③は、終わりのない段階です。**何を撮るのかという問い自体が、経験とともに変わり続けます。**ここには到達点がなく、だからこそ続けられます。

見ることが、撮ることの大半を占める

上達のためにもっとも効果があるのは、実は撮る量を増やすことではありません。**見る量を増やし、見る質を上げること**です。

① **他人の写真を、なぜそう写っているかを考えながら見る。**光の方向は？ どこにピントが？ なぜこの位置で切った？ 本書の第 1〜13 章は、そのための語彙を提供しています。
② **自分の写真を、時間をおいて見返す。**撮った直後は思い入れが判断を曇らせます。三か月後に見て残るものが、本当に良い写真です。
③ **撮らなかった場面を思い出す。**なぜ撮らなかったのか。撮れなかったのか、撮らないと決めたのか。ここに自分の基準が現れます。

14-7　全十四章を終えて

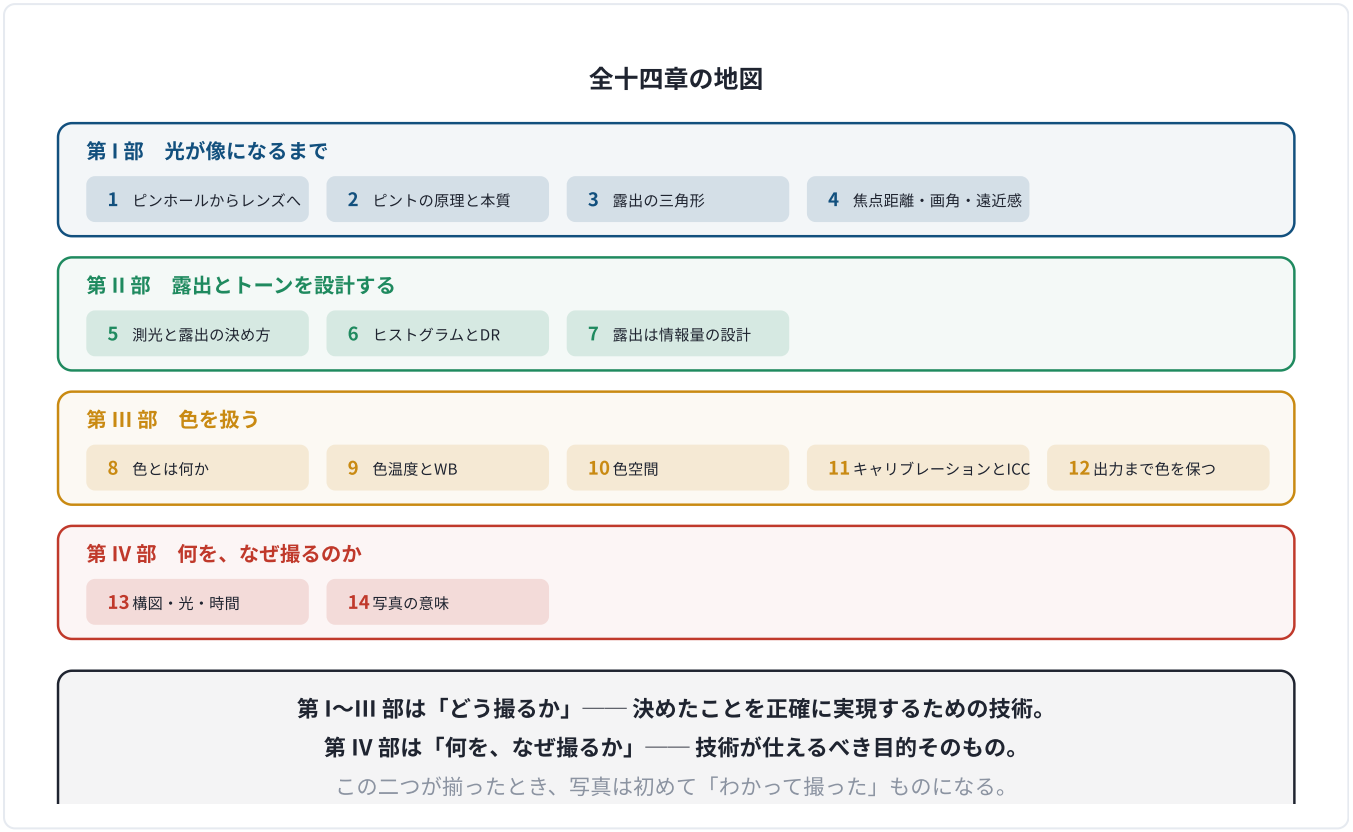


図 14-7｜全十四章の地図。第 I〜III 部は「どう撮るか」、第 IV 部は「何を、なぜ撮るか」。この二つが揃ったとき、写真は初めて「わかって撮った」ものになる。

本書を貫いてきた構造は、どの章でも同じでした。**物理的に何が起きているかを押さえ、そこから「だから何を決めるべきか」を導く。**

ピントは、幅を持った空間をどこに置くかという設計でした。露出は、限られた階調をどこに配るかという設計でした。色は、失われるものを知ったうえで何を守るかという設計でした。構図は、見る人の視線をどこへ導くかという設計でした。

そしてこの章で見たとおり、その全体が最後に一つの問いに収束します —— **何を、なぜ撮るのか。**

最後に

技術は、あなたの意図を正確に実現するためにあります。意図がなければ、技術は空回りします。逆に、技術がなければ、意図は形になりません。

「わかって撮る」とは、この二つが手のなかで一つになっている状態のことです。

設定を暗記する必要はもうありません。目の前の被写体を見て、光を見て、何を見せたいかを決めれば、そこから設定は導けます。それがこの十四章のゴールでした。

ここから先は、撮ることでしか進めません。**良い光の日に、外へ出てください。**

演習問題（最終章）

問 1　「写真は嘘をつかない」という言い方の、正確な部分と不正確な部分をそれぞれ述べてください。

解答例｜**正確な部分**：レンズの前に実際に何かがあり、その光が記録されたという事実性（インデックス性）は本物です。だから写真は証拠になりえます。
不正確な部分：写真には必ず選択が含まれます。どこに立ち、何を入れ、何を外し、いつ切ったか。フレームで切り取った時点で、それはすでに一つの解釈です。
したがって正確な言い方は「**写真は、撮影者の選択を通した記録である**」となります。問うべきは「真実か」ではなく「誰が、どこから、何を選んで撮ったか」です。

問 2　同じ一枚の写真に対して、報道写真としては許されない加工が、作品としては許されることがあります。この違いは何にもとづくのでしょうか。

解答例｜**受け手との約束（何として提示されているか）**にもとづきます。報道写真は「事実の記録」として提示されるので、事実関係を変える改変（要素の追加・削除・合成）は約束違反になります。作品は「表現」として提示されるので、その約束がありません。
つまり境界を決めているのは**技術的な処理の種類ではなく、提示の文脈**です。同じ合成でも、作品として示せば表現、報道として示せば捏造になります。だからこそ「自分がどの基準で撮っているか」を明確にしておく必要があります。

問 3　立場の差が大きい現場（医療・介護・教育など）で撮影する場合、通常より慎重にすべき理由と、具体的な配慮を挙げてください。

解答例｜**理由**：相手が断りにくい立場にあるとき、形式的な同意は同意として機能しないことがあるためです。撮る側と撮られる側の非対称性が、通常より大きくなっています。
配慮の例：①目的・用途・公開範囲・保存期間を書面で明示する ②いつでも撤回できることを伝え、撤回の手続きを実際に用意する ③撮影者と同意取得者を分ける（断りやすくする）④個人が特定できる必要が本当にあるか検討する（後ろ姿・部分・匿名化で足りることは多い）。
なお具体的な運用は、法令・ガイドライン・所属機関の規程が優先します。

問 4　「上達するには、たくさん撮ることだ」とよく言われます。この助言に足りないものは何でしょうか。

解答例｜**見ること**が足りていません。撮る量だけを増やしても、判断の基準が育たなければ同じ失敗を繰り返すだけになります。
必要なのは、①他人の写真を「なぜそう写っているか」を考えながら見る（本書の語彙がここで使えます）②自分の写真を時間をおいて見返す（撮った直後は思い入れが判断を曇らせるので、三か月後に残るものを見る）③撮らなかった場面を思い出す（そこに自分の基準が現れます）。
撮る → 見る → 考える → また撮る という循環があって初めて、量が質に変わります。

問 5　最後の問いです。**あなたは、なぜ写真を撮るのでしょうか。**いま答えられる範囲で構いません。言葉にしてみてください。

この問いに解答例はありません。
ただし、書いてみることには意味があります。いま書いた答えは、一年後には変わっているかもしれません。変わったこと自体が、あなたが何かを見つけた証拠になります。
日付を入れて、どこかに書き留めておいてください。そして一年後、同じ問いにもう一度答えてみてください。

奥付

写真を「わかって」撮るための教科書
第 14 章　写真の意味 —— 記録と表現のあいだ（最終章）

制作　マツバラミチヒサ
写真の学校 教科書プロジェクト
2026 年 8 月　初版

本章は事実の記述と、議論のある論点の整理を含みます。加工の許容範囲・生成技術の位置づけ・撮影倫理については立場が分かれる領域があり、本書は代表的な考え方を並べる形で扱いました。個人情報および医療情報の取り扱いについては、法令・各種ガイドライン・所属機関の規程が優先します。本書の記述は一般的な考え方の整理であり、法的助言ではありません。図版はすべて本書のために作図したものです。

全十四章 完

第 1 章　ピンホールからレンズへ ／ 第 2 章　ピントの原理と、ピントの本質 ／ 第 3 章　露出の三角形 ／ 第 4 章　焦点距離・画角・遠近感 ／ 第 5 章　測光の仕組みと露出の決め方 ／ 第 6 章　ヒストグラムとダイナミックレンジ ／ 第 7 章　露出は「情報量」の設計である ／ 第 8 章　色とは何か ／ 第 9 章　色温度とホワイトバランス ／ 第 10 章　色空間 ／ 第 11 章　モニタキャリブレーションと ICC プロファイル ／ 第 12 章　出力まで色を保つ ／ 第 13 章　構図・光・時間 ／ 第 14 章　写真の意味