

デジタル画像処理

佐藤謙成

April 15, 2025

画像情報工学研究室

① 撮影画角

② 画像の明るさ

③ 被写界深度

④ フレームレート

摄影画角

画角とは、カメラが一度に移せる範囲のこと。

画角の種類

- 水平画角 - 撮像素子の幅に対応する画角
- 垂直画角 - 撮像素子の高さに対応する画角
- 対角線画角 - 撮影できる範囲の対角線の画角

画角の求め方

画角は以下の公式を用いて求めることができる。

$$\theta = 2 \tan^{-1} \frac{S/2}{f} \quad (1)$$

三角関数より,

$$\begin{aligned} \tan \frac{\theta}{2} &= \frac{S/2}{f} \\ \theta &= 2 \tan^{-1} \frac{S/2}{f} \end{aligned}$$

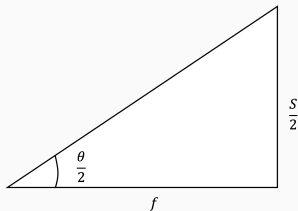


図 1: 画角の求め方

撮像素子とは

被写体の光を電気信号に変換する部品のことを示す。撮像素子サイズは変更や調整ができない為、カメラを選定することによって撮像素子サイズが決定する。主に、インチやフィルムサイズをもとに表される。

表 1: 写真撮影用カメラで使用されている代表的な撮像素子サイズ

撮像素子サイズ	横	縦	対角線
1/2.7 インチ	5.28mm	3.96mm	6.6mm
1/1.8 インチ	7.2mm	4.8mm	8.7mm
フォーサーズ	17.3mm	13.0mm	21.6mm
APS-C (キヤノン)	22.3mm	14.9mm	26.8mm
APS-C (ソニー、ニコン)	23.6mm	15.8mm	28.4mm
APS-H (キヤノン)	28.1mm	18.7mm	33.8mm
フルサイズ	36.0mm	24.0mm	43.3mm

レンズ焦点距離

レンズ焦点距離とは

レンズの後側主点から後側焦点までの距離のことを指す。レンズ焦点距離が長いほど、被写体は大きく撮影される。レンズ焦点距離が短いほど、被写体は小さく撮影され、撮影できる範囲は広い。

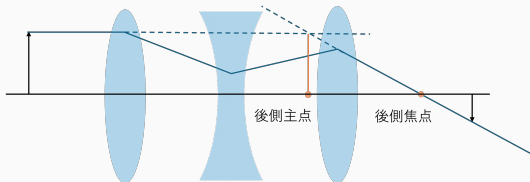


図 2: 後側主点と後側焦点

35mm 換算焦点距離

同じ焦点距離のレンズを用いても撮像素子サイズに応じ、撮影画角が変化するため、レンズ焦点距離だけでは撮影画角は分からない。そこで、35mm 換算焦点距離を用いることで、撮像素子サイズに対する撮影レンズの焦点距離を表す事ができる。

求め方

実際の焦点距離と 35mm 換算焦点距離は相似として考えることができるため、以下の式で求めることができる。

$$\frac{S/2}{f} \doteq \frac{S_{35}/2}{f_{35}}$$

$$\frac{f}{S} \doteq \frac{f_{35}}{S_{35}}$$

$$f_{35} \doteq \frac{S_{35}}{S} f$$

ここで、 $S_{35} = \sqrt{36^2 + 24^2}$ であるため、代入すると

$$f_{35} \doteq \frac{\sqrt{36^2 + 24^2}}{S} f = \frac{43.3}{S} f$$

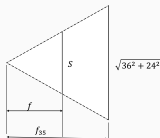


図 3: 焦点距離 f と 35mm フィルム換算焦点距離 f_{35} の関係

35mm フィルム換算焦点距離

35mm フィルム換算焦点距離では，以下のように分けて呼ばれることがある．

表 2: 35mm フィルム換算焦点距離での区分け

区分け	35mm フィルム換算焦点距離
広角レンズ	～ 50
標準レンズ	50 前後
望遠レンズ	50 ～

画像の明るさ

画像の明るさ

像の明るさは、撮影レンズの直径 D の 2 乗に比例している。また、撮像レンズの焦点距離 f の 2 乗に反比例している。

$$I \propto \left(\frac{D}{f}\right)^2 \quad (2)$$

F ナンバ

F ナンバとは、撮影レンズの焦点距離 f をレンズの直径 D で割った値であり、撮影レンズの集光性能を表す。また、レンズ絞りで設定した F ナンバをレンズの絞り値と呼ぶ。

$$F\text{ナンバ} = \frac{f}{D} \quad (3)$$

画像の明るさと F ナンバの関係

(2) と (3) より、(4) の式を導くことができる。

$$I \propto \frac{1}{F\text{ナンバ}^2} \quad (4)$$

シャッタースピード

シャッタースピードとは、画像を撮影するために撮像面上に光を当てる時間の事を指す。撮像素子が受け取る光エネルギーは、 $\text{光量} \times \text{時間}$ と考えることができるので、シャッタースピードを1段階遅くすると、光が当たる時間が2倍になるため、画像の明るさも2倍になる。

表 3: シャッタースピード

1/1,000	1/500	1/250	1/125	1/60	1/30	1/15	1/8	1/4	1/2
---------	-------	-------	-------	------	------	------	-----	-----	-----

光に対するフィルム感度を表したもの。産業用カメラの場合は ISO 感度の代わりにゲイン^aを用いる。撮像素子から読みだした信号には画像情報と共にノイズが含まれており、ISO 感度を 2 倍にすると信号が増幅されるがノイズも増加する。

^a増幅器の倍率を示す

移動ブレの防止 i

画像の明るさを同じするためには以下のような要素を組み合わせることができる。したがって、画像を撮影する際には、目的に応じた設定が必要である。この目的の 1 つとしてブレのない画像を撮影することである。被写体が移動する移動ブレは、シャッタースピードをより短時間に設定することで防ぐことが可能である。

- 絞り値
- シャッタースピード
- ISO 感度
- 焦点距離
- 撮影レンズの直径

被写体の移動ブレがない画像の取り方

以下のように変数を定義した際の移動ブレが十分に小さいシャッタースピードは (5) で求めることができる。

- 被写体までの距離 $R[m]$
- 被写体の移動速度 $v[m]$
- シャッタースピード $t_s[s]$
- レンズ焦点距離 $f[mm]$
- 撮像素子サイズ $S[mm]$
- 撮像素子サイズに対応する方向の画素数 N

$$\begin{aligned} vt_s : R &= \frac{S}{N} : f \\ t_s &= \frac{S}{N} \cdot \frac{R}{vf} \end{aligned} \tag{5}$$

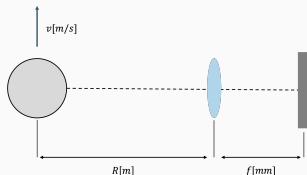


図 4: 移動する被写体をぶれなく撮影できるシャッタースピードを求める

変数の入力例

先ほどの変数をそれぞれ以下のような場合のときに考えてみる.

- $R = 10[m]$
- $v = 10[m/s]$
- $f = 6[mm]$
- $S = 4.8[mm]$
- $N = 640$ [画素]

これらの値を (5) に代入すると

$$\begin{aligned}10 \cdot t_s : 10 &= \frac{4.8}{640} : 6 \\t_s &= \frac{4.8}{640} \cdot \frac{10}{10 \cdot 6} \\t_s &= \frac{1}{800}\end{aligned}$$

被写界深度

被写界深度 i

被写界深度とは、写真においてピントが合って見える範囲のことを指す。カメラで撮影する際に完全にピントが合う面は理論上 1 点であるが、その前後にもピントが合って見える範囲がある。このピントが合って見える奥行きの範囲が被写界深度である。

図 5、図 6、図 7 では、レンズ主点 O から距離 a の位置の被写体 A に対して、レンズ主点からレンズ焦点距離 f よりも少し大きな位置 b の位置にある撮像素子上にピントが合っている。

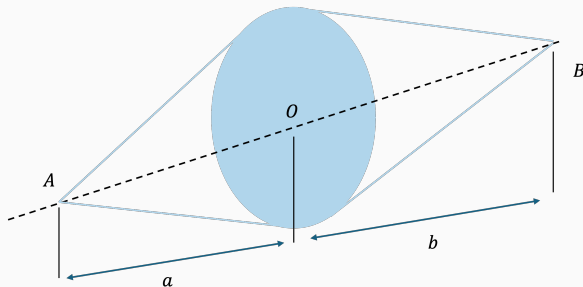


図 5: A の位置の被写体は、撮像素子上にピントが合う

図 6 について

次に、図 6 について考える．この場合では、被写体 A よりも少し近い距離 a_n にある被写体 A_n について考える．被写体の位置が近づくと像の位置は焦点より後方で形成される．そのため、像ができるのは撮像素子よりも離れた距離 b_n である．

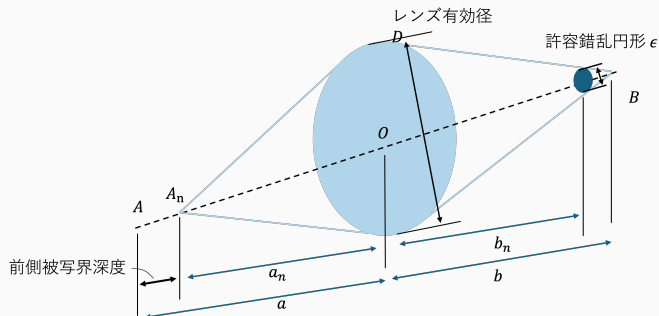


図 6: A よりも近い位置の被写体は、撮像素子よりも後でピントが合う

図 7 について

最後に、図 7 について考える。この場合では、被写体 A よりも少し遠い距離 a_f にある被写体 A_f について考える。被写体の位置が遠ざかると像の位置は焦点より前方で形成される。そのため、像ができるのは撮像素子よりレンズに近い b_f である。

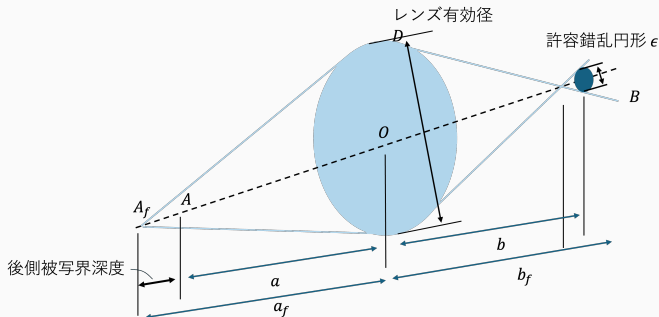


図 7: A よりも遠い位置の被写体は、撮像素子よりも手前でピントが合う

被写界深度の特性

被写界深度には以下のような特性がある.

- ❶ 前側被写界深度よりも, 後側被写界深度の方が深い
- ❷ 絞り値が同じなら, レンズ焦点距離が短いほど深く, 長いほど浅い
- ❸ レンズ焦点距離が同じなら, 絞り値が大きいほど深く, 長いほど浅い
- ❹ 被写体距離が遠いほど深く, 近いほど浅い.

被写界深度についてのまとめ

被写界深度とは、遠点 A_f から近点 A_n までの実用上ピントが合っていると判断できる距離範囲の事である。また、 A から A_f までを後側被写界深度、 A から A_n までを前側被写界深度と言い、それらの和が被写界深度となる。

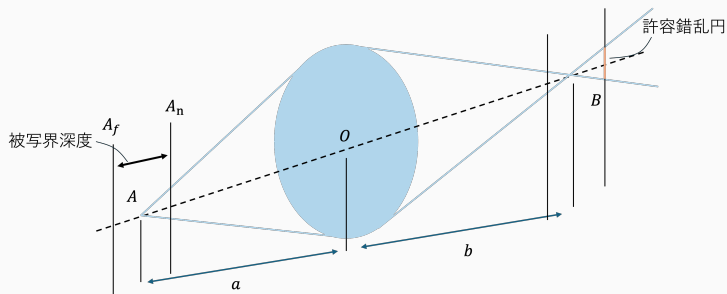


図 8: 被写界深度のまとめ

フレームレート

フレームレート

フレームレートとは、1 秒あたりに切り替えて表示する画像枚数のことをフレームレートと呼び、単位には `fps` を用いる。

フレームレートとシャッタースピードの関係性

電子シャッタを利用すると、連続した画像を撮影することができる。しかし、ある瞬間の露光が、次のフレームの露光時間と一部重なってしまうフレームの重複が発生してしまうため、電子シャッタのシャッタースピードはフレームレートに対する周期よりも長くすることができない。

フリッカとは、蛍光灯等の放電光源のような明滅するような現象のことを指す。

- [1] カメラの画角についてのまとめ.

<https://qiita.com/ikenohotori/items/792d1ae6ba64e0b5e0a0#%E7%94%BB%E8%A7%92%E3%81%AE%E6%B1%82%E3%82%81%E6%96%B9>.

2025 年, 4 月 13 日.

- [2] 前側主点と後側主点 - 虹色の旋律 - ココログ.

<http://nijikarasu.cocolog-nifty.com/blog/2021/07/post-e06fd1.html>.

2025 年, 4 月 13 日.

- [3] 被写界深度とは？ その意味や写真表現への活用方法を解説.

<https://www.tamron.com/jp/consumer/sp/impression/detail/article-what-is-depth-of-field.html>.

2025 年, 4 月 14 日.

- [4] 奥富正敏（編）.

デジタル画像処理.

画像情報教育振興協会, 2024.