

# 写真とカメラ

2023-10-07 monman53

# はじめに

「良い写真」「良い画質」に正解はなく、楽しくカメラに向き合うことが第一だと考えます。思い通りの写真を撮るために試行錯誤することが好きな人や、カメラ本体について議論することが好きな人など、楽しみ方は人それぞれです。

このスライドは、筆者自身が撮影に対して注意していることや、カメラへの理解をまとめたものです。内容の正しさに保証はありませんので注意して下さい。

# 目次

- 撮影の手順
  - 撮りたい写真をイメージする
  - 現実世界のセッティング
  - カメラ側のセッティング
  - 被写体にピントを合わせる
  - 明るさを調整する
  - シャッターボタンを押す
  - PCなどに取り込んで後処理をする
- カメラの扱い
  - ボディ
  - レンズ
- カメラの仕組み
  - そもそもカメラは何をしているのか
  - レンズ
  - イメージセンサー
  - シャッター

# 撮影の手順

# 撮影の手順

1. 撮りたい写真をイメージする
2. 現実世界のセッティング
3. カメラ側のセッティング
4. 被写体にピントを合わせる
5. 明るさを調整する
6. シャッターボタンを押す
7. PC などに取り込んで後処理をする

**太字**が重要。他は後処理でなんとかなる場合がある。

# 撮影の手順: 1. 摄りたい写真をイメージする

目的によって「良い写真」「画質」の定義は異なる。まず、どのような写真に仕上げたいかをイメージする。誰かの写真を参考にじっくり考えたり、その場の気分で決めてもいい。

- ポートレート、商品写真
  - 対象が際立っている、暗くて高級感がある
- SNS でバズる写真
  - 被写体の内容が大事、彩度や解像度が高い、圧縮効果
- 記録写真(工事現場、鑑識現場)
  - 明るい、ボケていない、歪んでいない
- ...

## 撮影の手順: 2. 現実世界のセッティング

被写体をイメージ通りに捉えられる状況か確認する。被写体側をいじらないほうが良い状況もあるが、イメージ通りにならない場合は以下の要素を調整する。

- ライティング
  - 被写体の移動
  - ライトなどの光源の移動
  - レフ板などの使用
- 構図
  - ポージング
- レンズの焦点距離

明るさや色味は後処理でどうにかなる場合が多い。

## 撮影の手順: 3. 撮影モードを決める

デジタルカメラを使っているからには、ある程度カメラ側にセッティングを任せ、自分は楽をして撮影に集中したい。そのためのモードがざっくりと数種類用意されている。この中から一つ選択する必要がある。

モード名	絞り	シャッタースピード	センサー感度
P (Program)	<b>Auto</b>	<b>Auto</b>	Auto or Manual
S (Shutter Priority)	<b>Auto</b>	<b>Manual</b>	Auto or Manual
A (Aperture Priority)	<b>Manual</b>	<b>Auto</b>	Auto or Manual
M (Manual)	<b>Manual</b>	<b>Manual</b>	Auto or Manual

# 撮影の手順: 3. 撮影モードを決める

- どのメーカーのカメラでもモード名は共通
- 絞りとシャッタースピードは機械的なダイアルで変更できる場合が多い
- センサー感度はモード関係なく共通で設定される場合が多い。しかし感度を調整するのは最後の砦(なるべく低感度になるように調整する or される)

モード名	絞り	シャッタースピード	センサー感度
P (Program)	<b>Auto</b>	<b>Auto</b>	Auto or Manual
S (Shutter Priority)	<b>Auto</b>	<b>Manual</b>	Auto or Manual
A (Aperture Priority)	<b>Manual</b>	<b>Auto</b>	Auto or Manual
M (Manual)	<b>Manual</b>	<b>Manual</b>	Auto or Manual

# 撮影モード:P (Program)

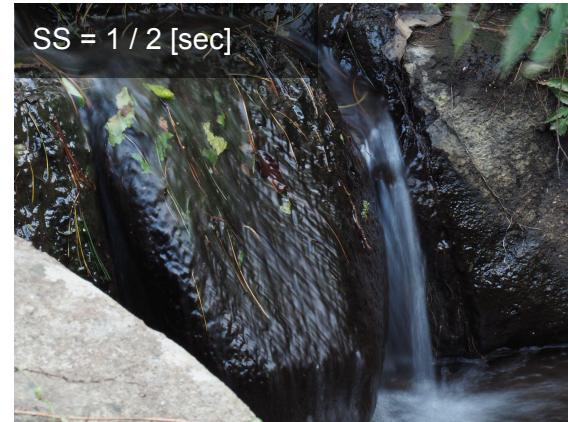
撮影者は何も指定しない。シャッターボタンを押すだけ。

- デジカメ(コンデジ)の感覚で撮影したい場合
- 今まさにシャッターチャンスに直面していて、失敗(ぶれ、暗い等)できない場合

# 撮影モード:S (Shutter Priority)

撮影者はシャッタースピードを指定する。

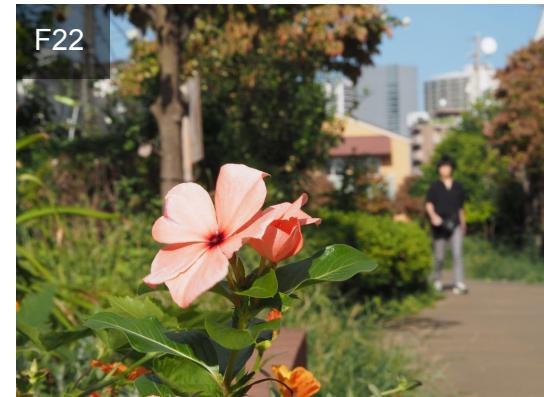
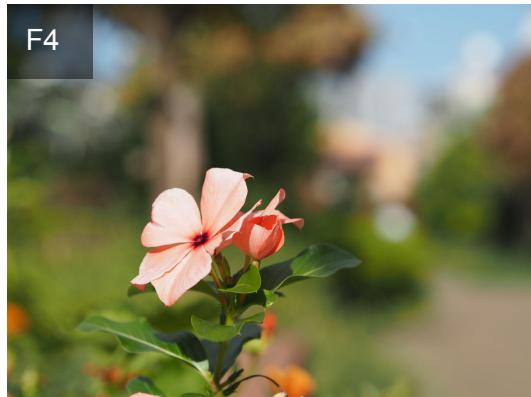
- 早く動く被写体をブレなく撮りたい場合(スポーツ選手、ペット、鳥)  
→ シャッタースピードを速くする
- あえてブレさせて動きを表現したい場合(水の流れ、滝、星)  
→ シャッタースピードを遅くする



# 撮影モード:A (Aperture Priority)

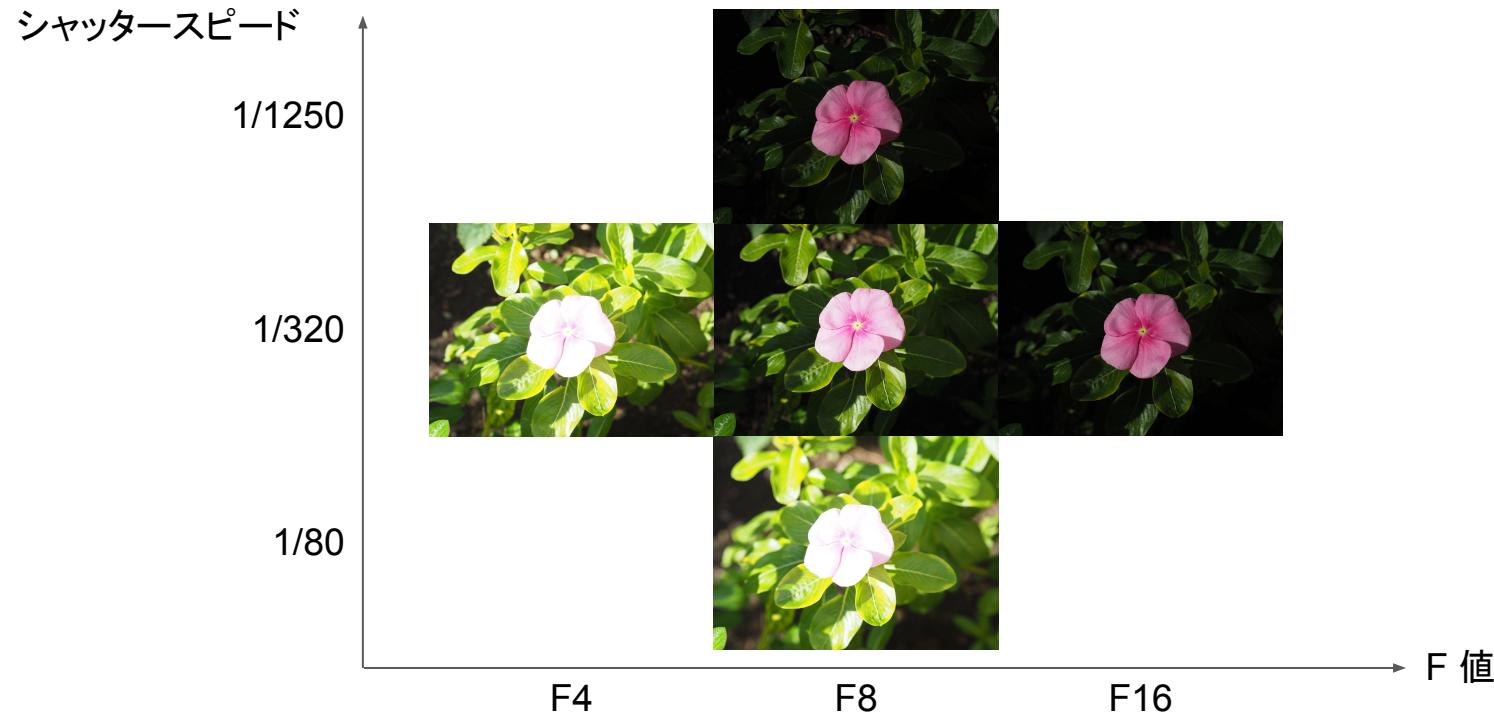
撮影者は絞り(F値)を指定する。

- 撮影対象を際立たせたい  
→ 絞りを開いて(F値を小さくして)対象以外をボケさせる(被写界深度を狭める)
- 背景の景色もはっきりと写したい  
→ 絞りを閉じて(F値を大きくして)対象以外をボケさせない(被写界深度を広げる)



# 撮影モード:M (Manual)

撮影者は絞り(F値)とシャッタースピードの両方を指定する。



# 撮影の手順: 4. 被写体にピントを合わせる

- 一般的には目にピントが合っている写真が良い写真とされる
  - 特にカメラに近い方の目
  - カメラによっては左右のどちらに合わせるか選択できる機能がある
  - 被写体が人以外でも同様
- フォーカス方法の使い分け
  - オートフォーカス(AF)が適した場合
    - 被写体が前後に動く場合(C-AF)
    - 顔にピントを合わせる場合
      - 顔の自動検出機能は精度が良いため
  - マニュアルフォーカス(MF)が適した場合
    - 被写体の全面に物がある場合
    - AFだと被写体にピントが合わない場合
    - 天体

## 撮影の手順: 5. 明るさを調整する

露出補正を使って思い通りの明るさになるように調整する。



-2 EV  
左の芝生がちょうどよく見える



±0 EV  
カメラが自動で設定した明るさ全  
体がちょうど良く見える



+2 EV  
右の木の幹の模様がちょうど良  
く見える

# 撮影の手順: 6. シャッターボタンを押す

- ブレないように注意する
  - カメラを体に密着させる
    - フайнダーを使う
    - 脇を締める
  - 手すり、壁、柱などに体を固定する
  - 手ブレ補正機能を使用する
    - 動画の場合や三脚を使用している場合は使用に注意
  - 後処理でどうにかする
    - 難しい場合が多い
- シャッター方式
  - 機械式シャッター
    - 音が出る。高速に動くな被写体に強い
  - 電子シャッター
    - 音が出ない。高速に動く被写体に弱い(改善されつつある) →ローリングシャッター歪み

# 撮影の手順: 7. PC などに取り込んで後処理をする

- 得られた JPG 画像の微調整
  - 明るさ、色味、トリミングなどの画像処理
  - AI による画像処理
    - 「撮影」の範疇から外れる可能性が高い
- デジタル現像処理(RAW データを記録している場合)
  - 通常カメラ内部で行う RAW → JPG 変換自分で行う
  - デジタル現像用のソフトウェアを使用する
  - 手間がかかるが、最も自分の思い通りの画像に仕上げることが可能な方法
  - RAW は文字通り生のデータなのでサイズが大きい

# カメラの扱い

# ボディ

- センサーにゴミが付着していないか撮影前などに確認する
  - ゴミがあると黒い影が映る
  - 撮影中には気づきにくく、後でディスプレイに映して気づくと悲しい
  - 付着していたら内蔵のセンサークリーニング機能など実行する
    - 直接拭いたりしてはいけない。せめてブロワーで吹き飛ばすくらいに留める
- 落下させると致命的なので、ストラップなどを利用する
- **外出前に正しく動作するか試し撮りする(かなり重要)**
  - バッテリーや SD カード忘れによる外出先ウェイトトレーニングを回避できる
  - 予備の SD カードは常に持っていると良い
- バッテリーは純正のものを使う
- 電子ファインダーは背面ディスプレイよりも電力を多く消費する(場合がある)

# レンズ

- ブロワーは必須アイテム
- 前面よりも後面(ボディ側)のレンズの汚れに注意
  - 像への影響が大きい
- レンズはカビが生える
  - 防湿庫で保管するのが理想
  - 放置が良くないため、時々取り出して確認する
  - 一度生えると取り返しがつかなくなることが多い

# カメラの仕組み

# そもそもカメラは何をしているのか

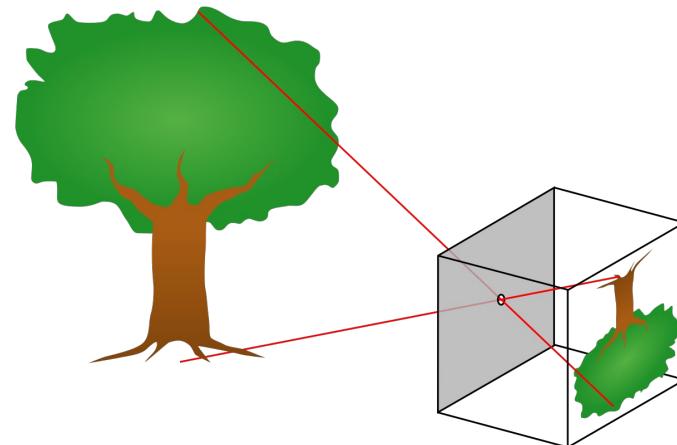
- 目とほぼ同じ仕組み
  - 眼の前にある様々な物体の表面で散乱した光の一部をレンズ(角膜など)を用いて集め直すことで、物体の位置関係などの空間情報を小さな2次元曲面(網膜)上に再構築する
  - カメラとの対応
    - レンズ→角膜、水晶体など(デカルトがこの対応を発見)
    - 絞り→虹彩、まぶた
    - イメージセンサー→網膜
    - シャッター→なし or 眠る？(視神経を通して継続的に電気信号が送られている。網膜の細胞ごとに非同期に動作しているので同期機構は不要)
- 当たり前のようにカメラを使っているが、仕組みは割と自明ではない

# カメラの仕組み

- レンズ
- イメージセンサ
- シャッター

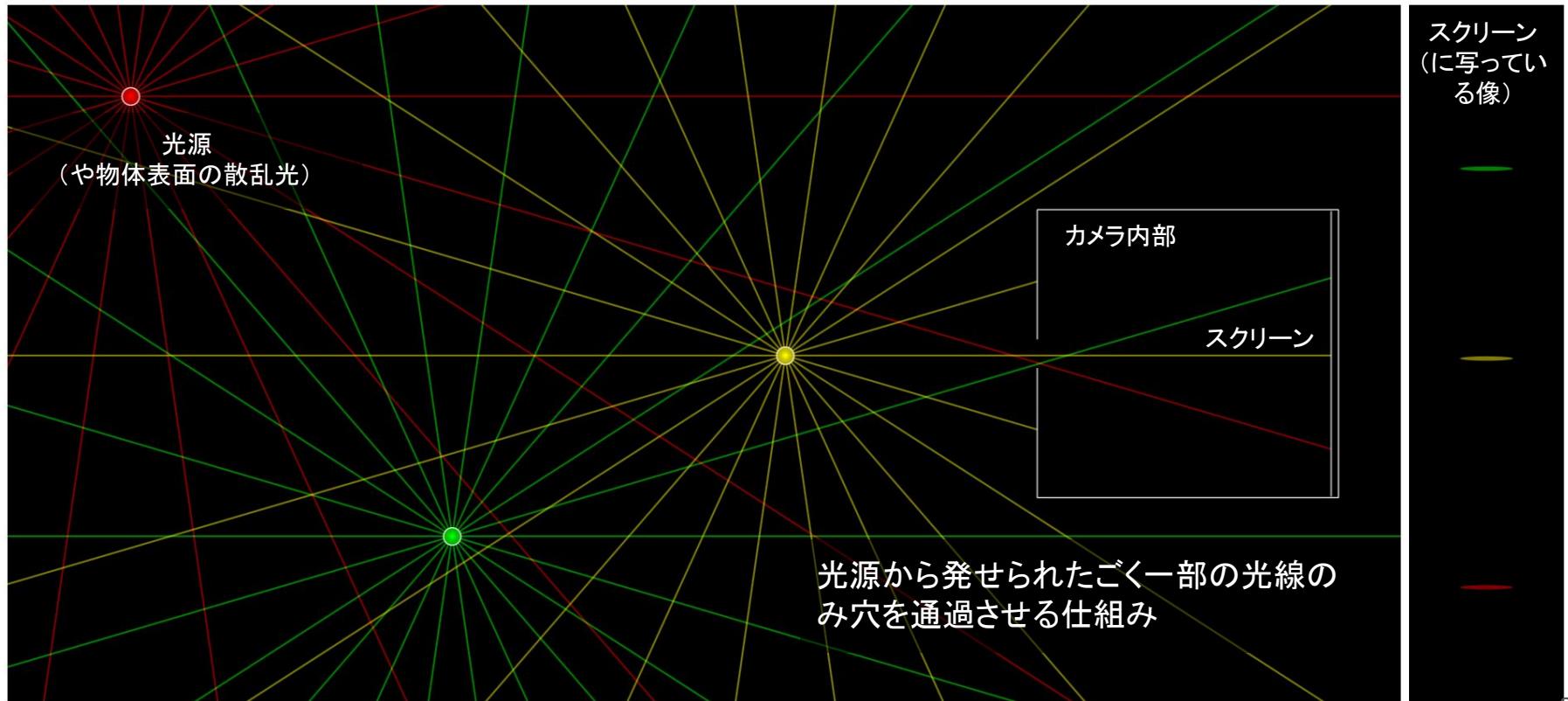
# レンズ：そもそもなぜレンズを使うのか

- 実はカメラにレンズは必須ではない
- 初期のカメラにレンズは無かった→ピンホールカメラ
- しかしピンホールカメラでは不都合が多いのでレンズが使われるようになった

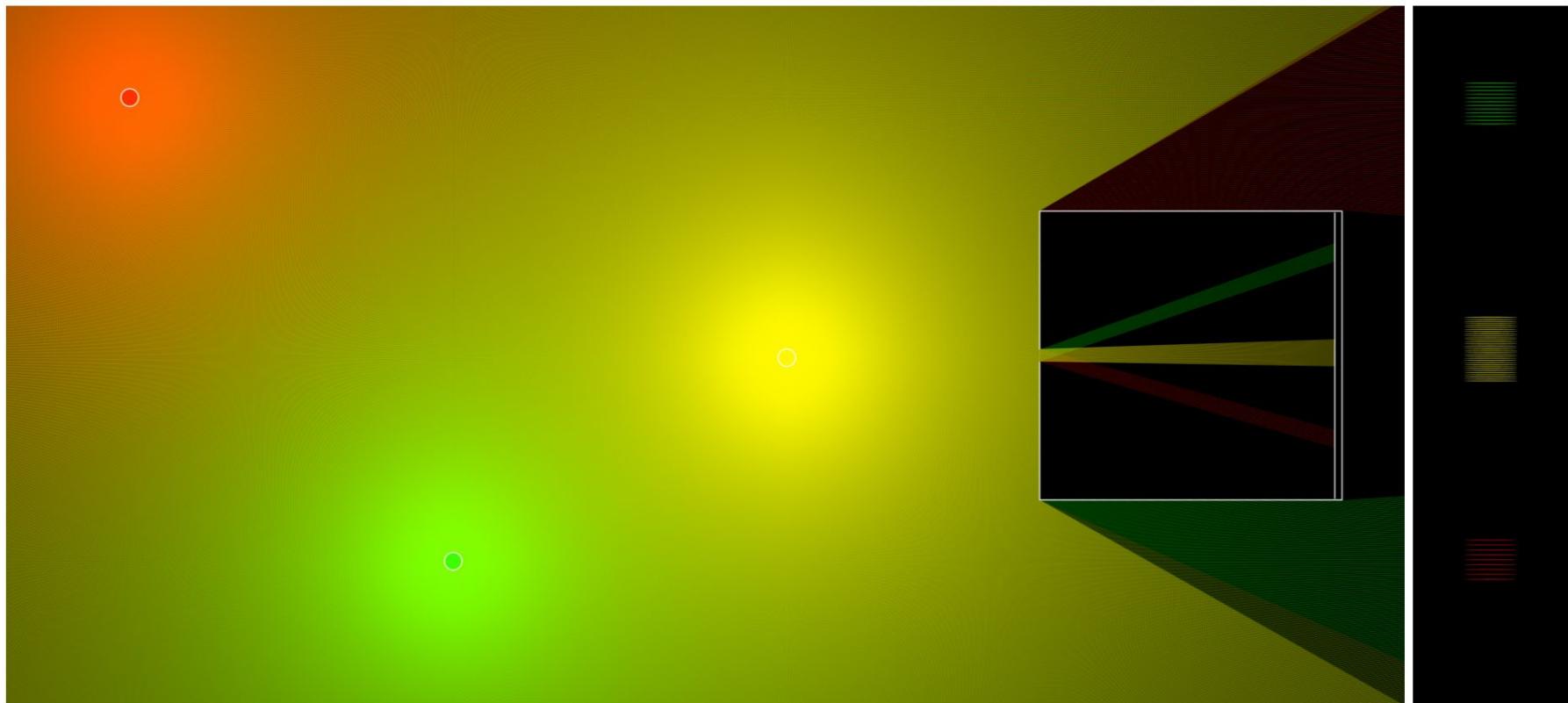


ピンホールカメラ

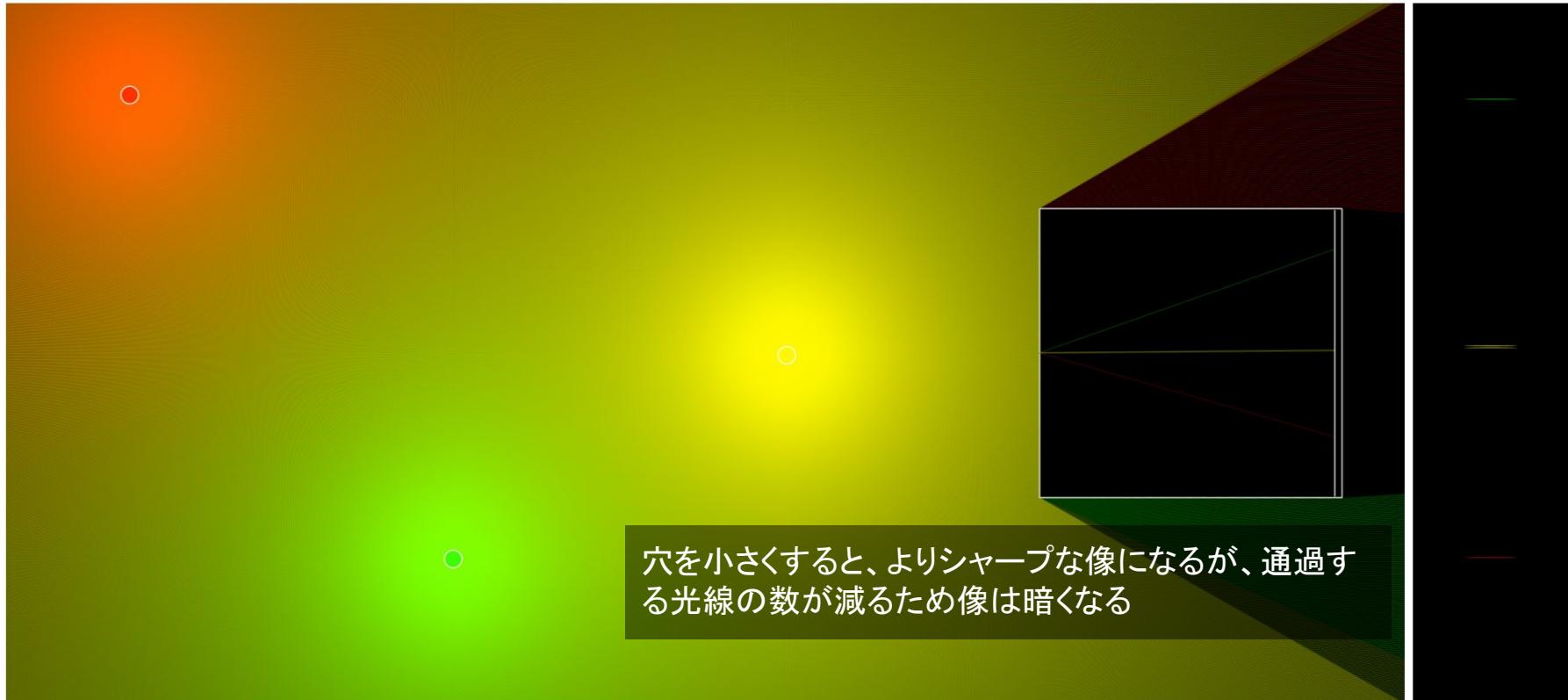
# ピンホールカメラ: 仕組み



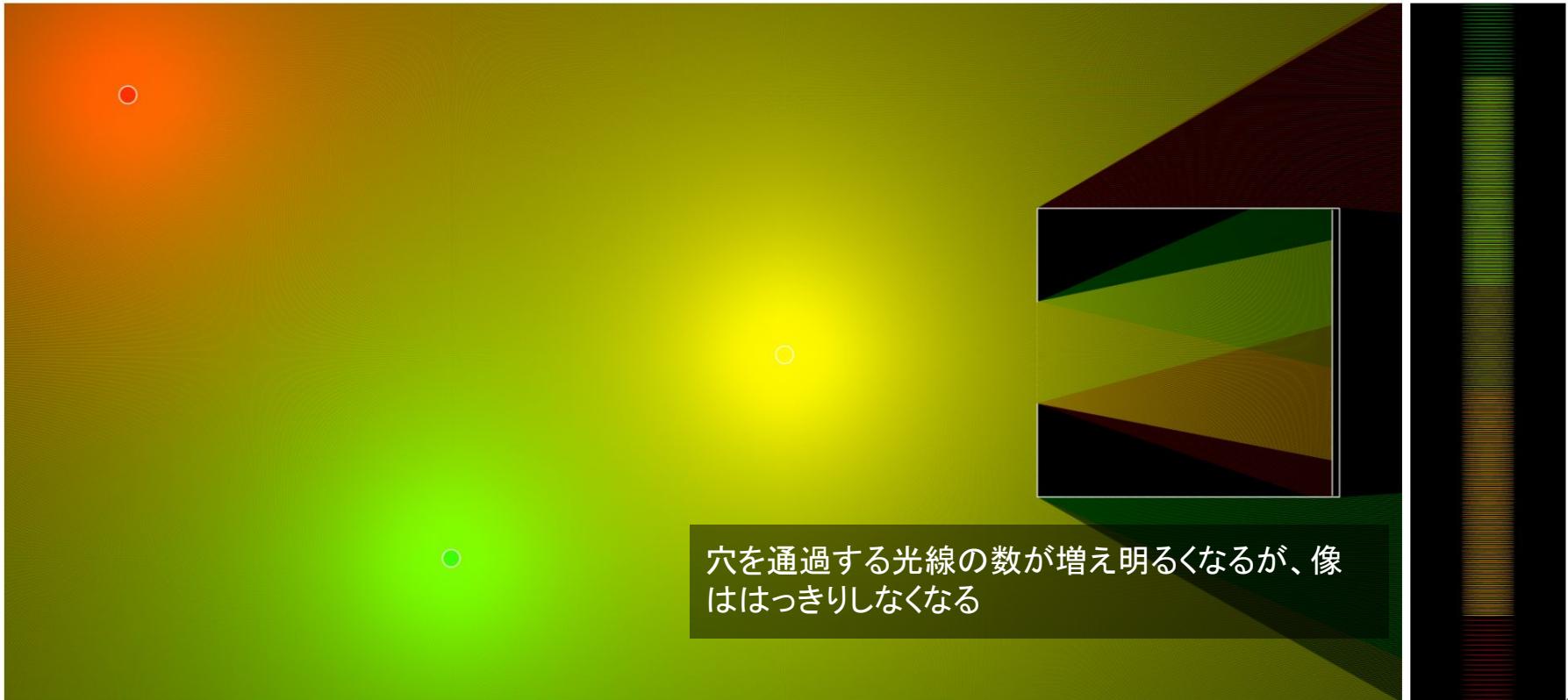
# ピンホールカメラ: 仕組み(光線をより多く表示)



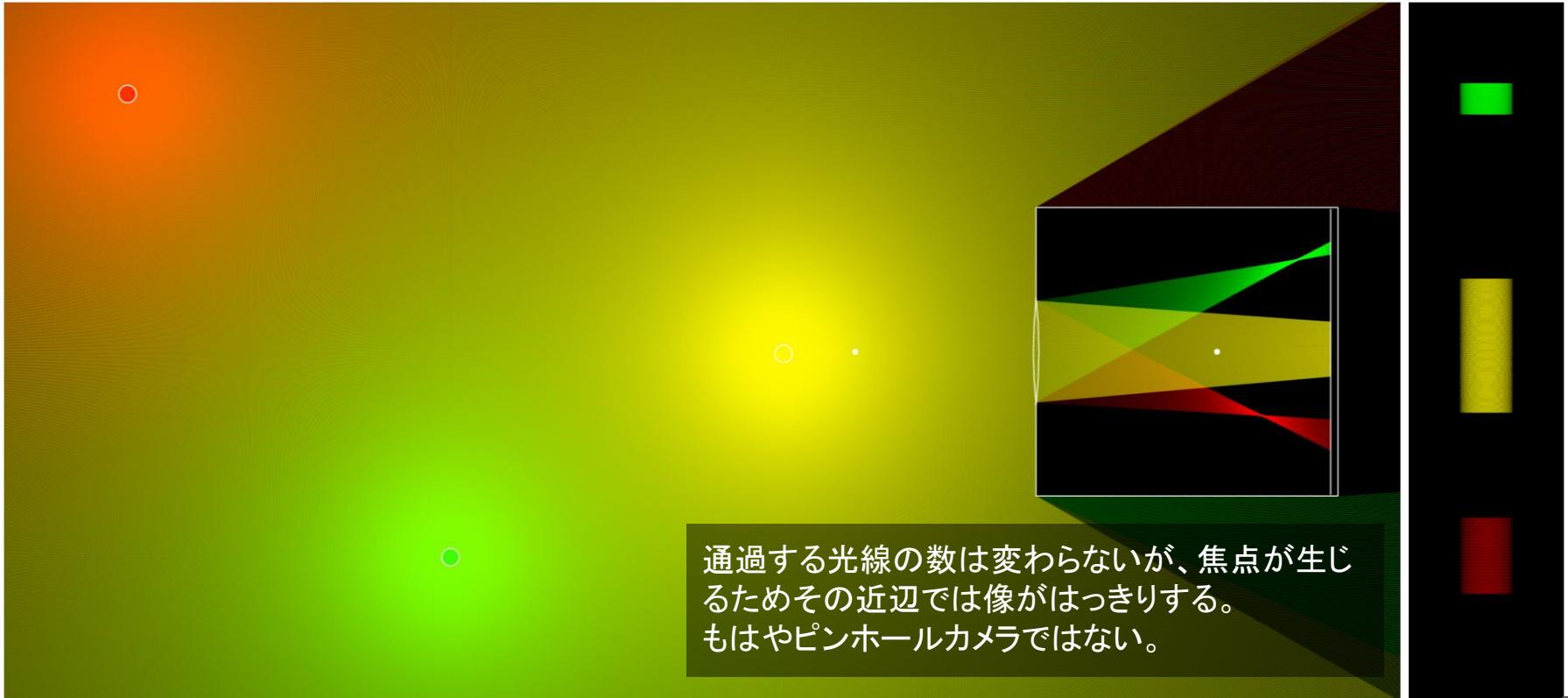
# ピンホールカメラ: 仕組み(穴が小さい場合)



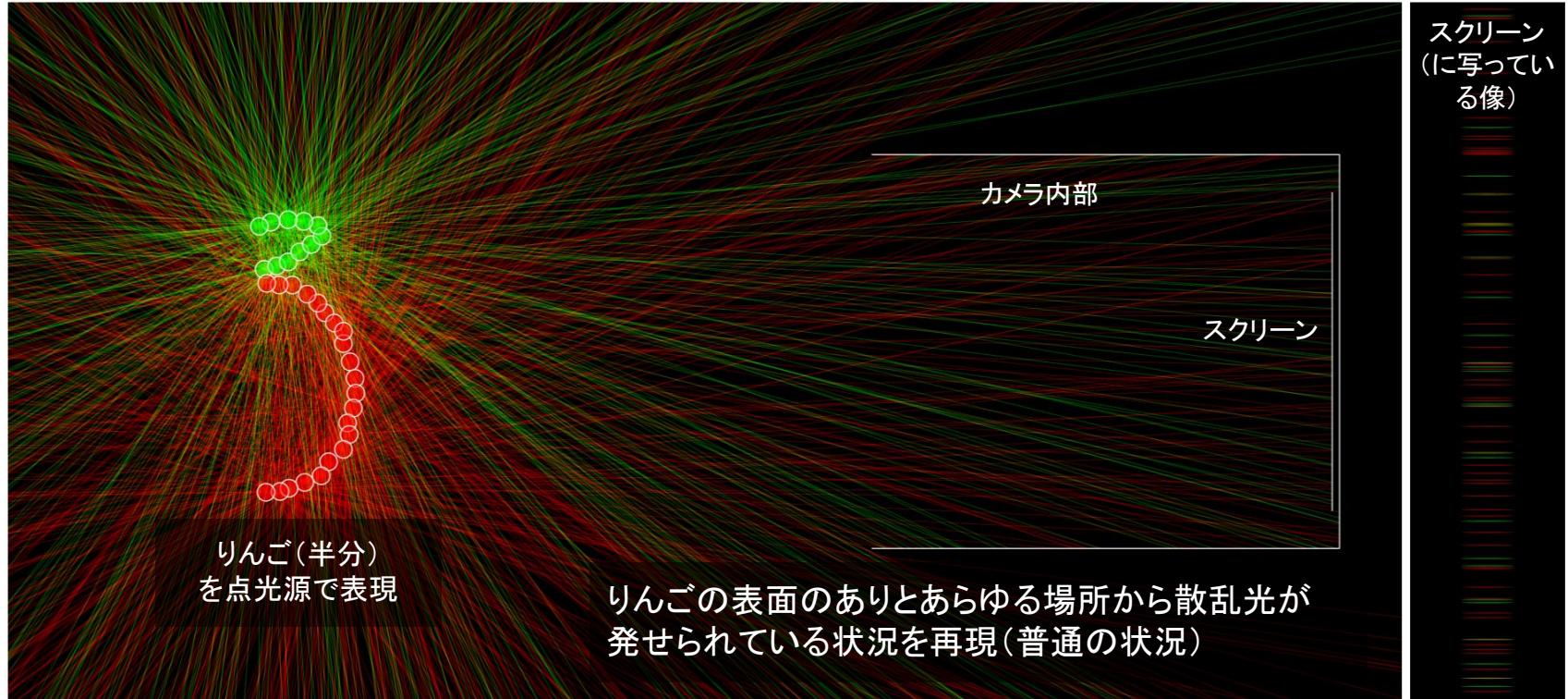
# ピンホールカメラ: 仕組み(穴が大きい場合)



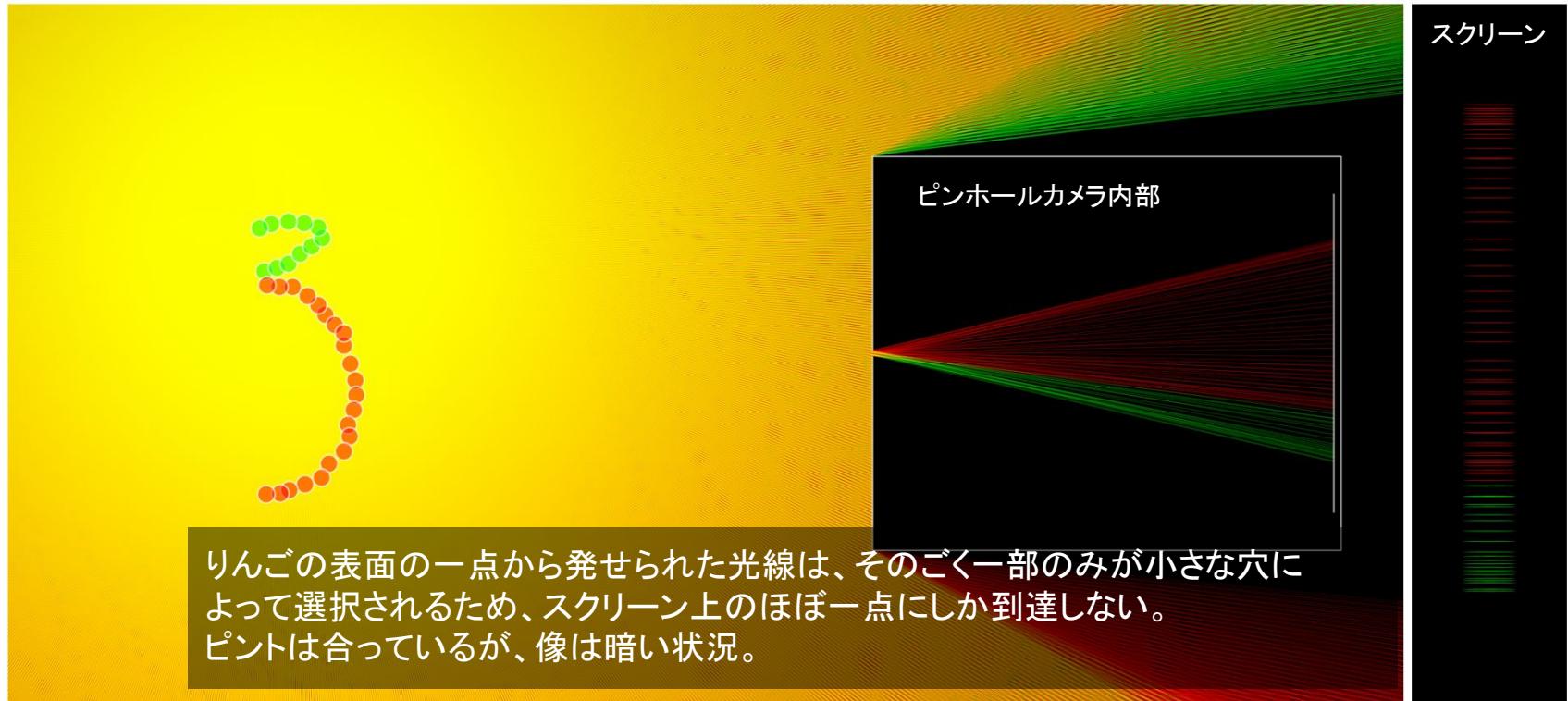
# ピンホールカメラ: 仕組み(レンズを使う場合)



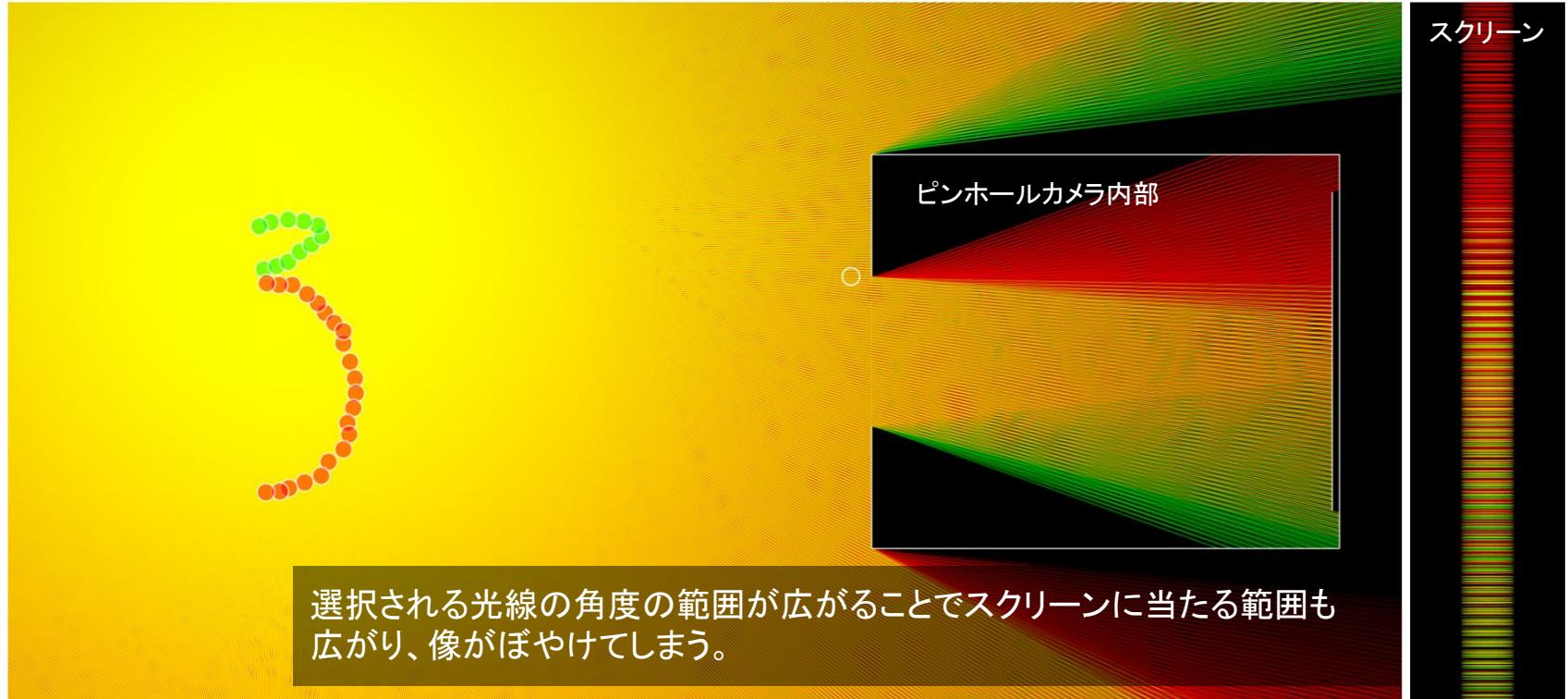
# ピンホールカメラ: 例(りんごを撮影する)



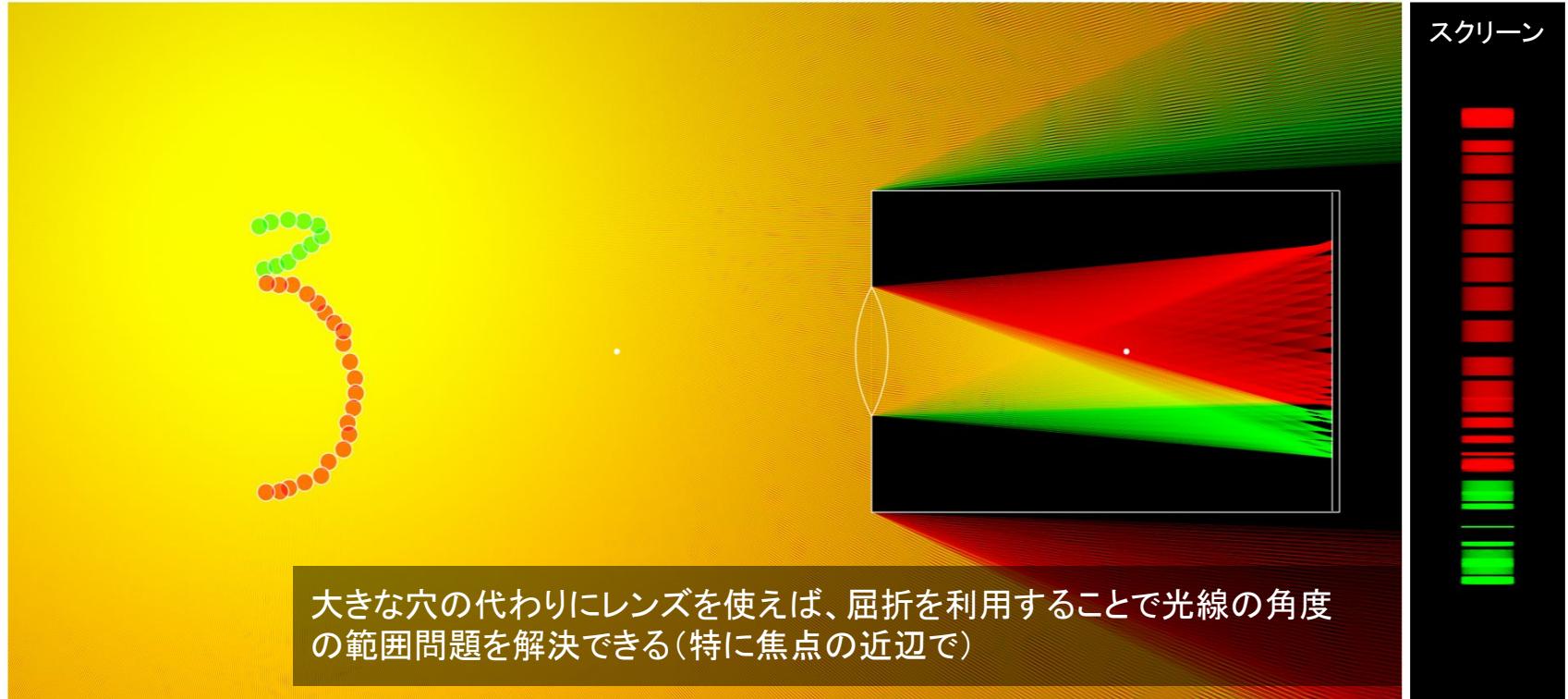
# ピンホールカメラ:例(光源を強くしピンホールを設置)



# ピンホールカメラ:例(もし穴が大きいと)



# ピンホールカメラ:例(穴の代わりにレンズを使う)

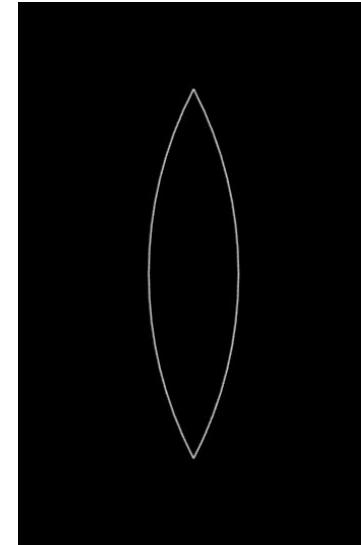


# レンズ: カメラレンズ

カメラレンズは複数のレンズから構成されるが、1枚の球面凸レンズに置き換えてしまっても大まかな機能を説明することができる。

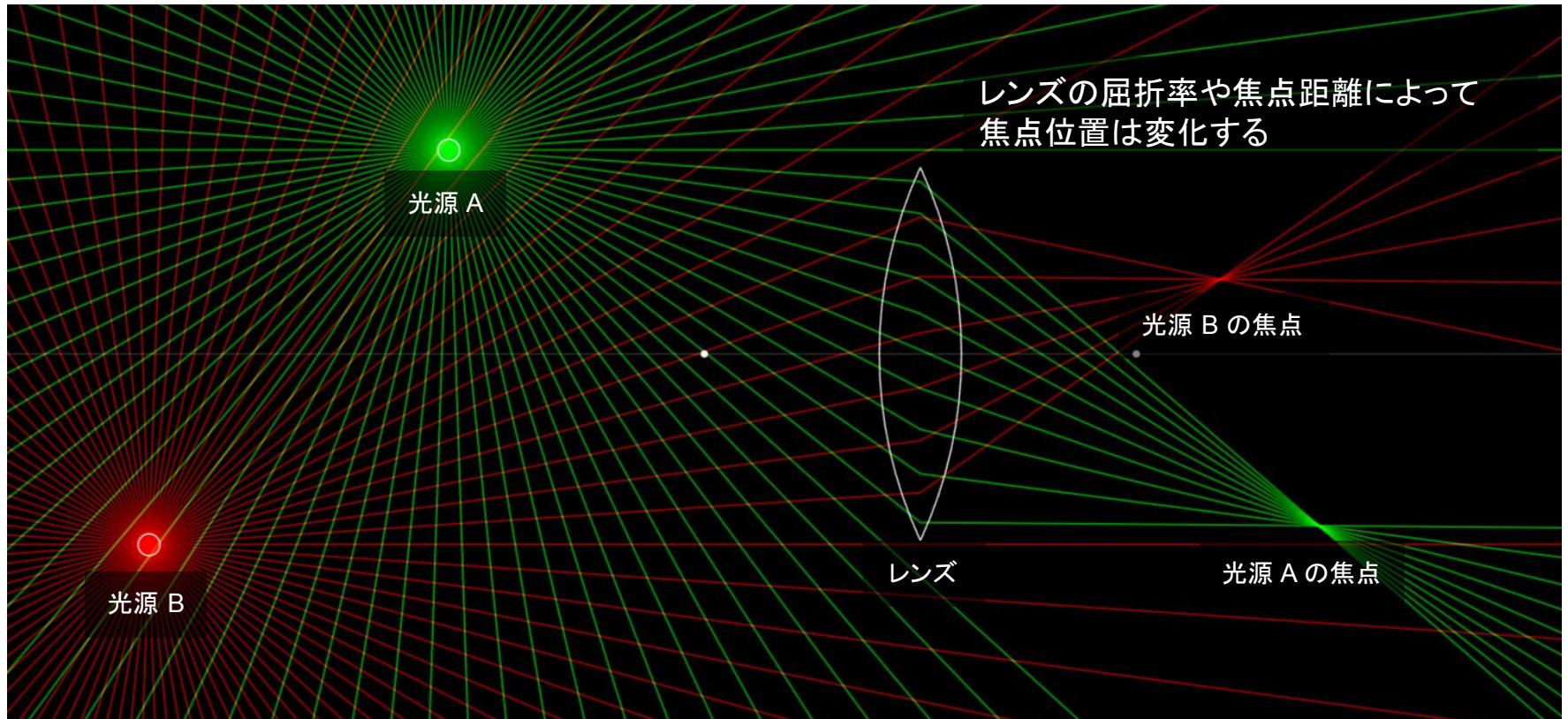


組み合わせレンズ(断面)



球面凸レンズ

# レンズ: 焦点(焦げる点)



# レンズ：焦点距離

- レンズの中心(正確には主点)から平行光の焦点までの距離
- 焦点距離によってレンズは3種類に分類される
  - 50mm 以下:広角レンズ
  - 50mm:標準レンズ
  - 50mm 以上:望遠レンズ
- 同じものと同じ大きさに写しても、焦点距離が異なると見た目も異なる
  - 鼻デカ写真
  - 圧縮効果
  - ドリーズーム
- 人間が見ている像は標準レンズで見ている像に近いとされる(そのため標準と呼ばれる)

# レンズ: 焦点距離の違いによる効果

被写体が同じ大きさに写っていても、レンズの焦点距離によって見た目が変化する。50 mm(標準レンズ)での写りが自然と言われている。



$f = 28 \text{ mm}$



$f = 50 \text{ mm}$



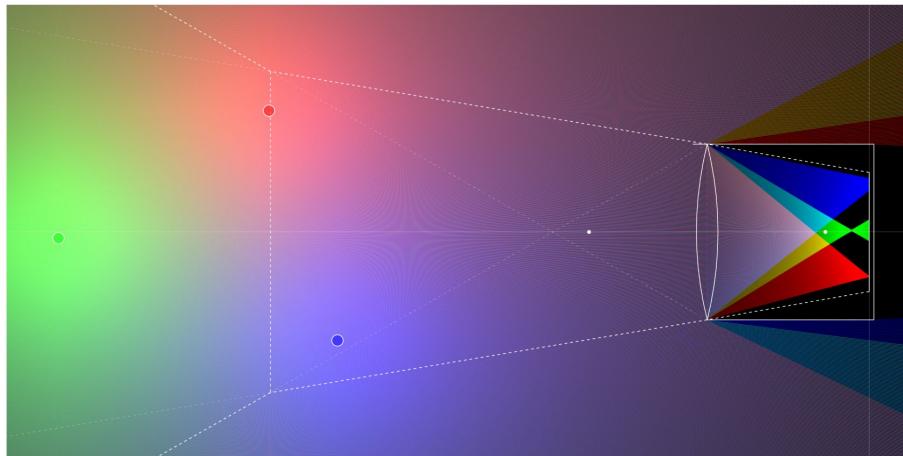
$f = 160 \text{ mm}$

# レンズ：単焦点レンズ、ズームレンズ

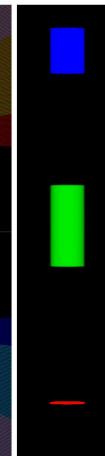
- 単焦点レンズ
  - 焦点距離が固定のレンズ
  - レンズ枚数が少→軽い、明るい、安価
- ズームレンズ
  - 焦点距離が可変のレンズ
  - レンズ枚数が多い→重い、暗い、高価

# レンズ: フォーカス

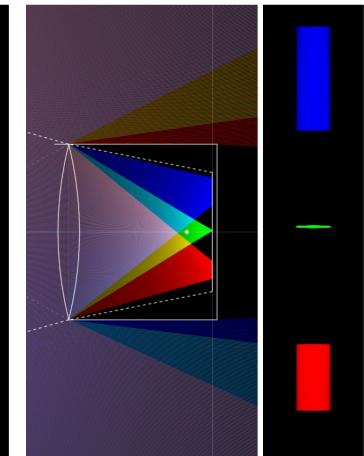
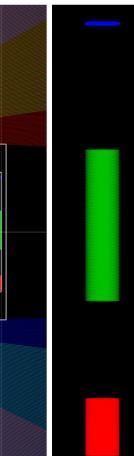
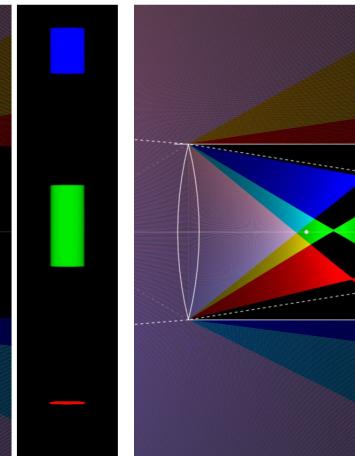
レンズを前後に移動するなどして対象の焦点をイメージセンサ上に重ねる行為。



赤にピントが合っている状態



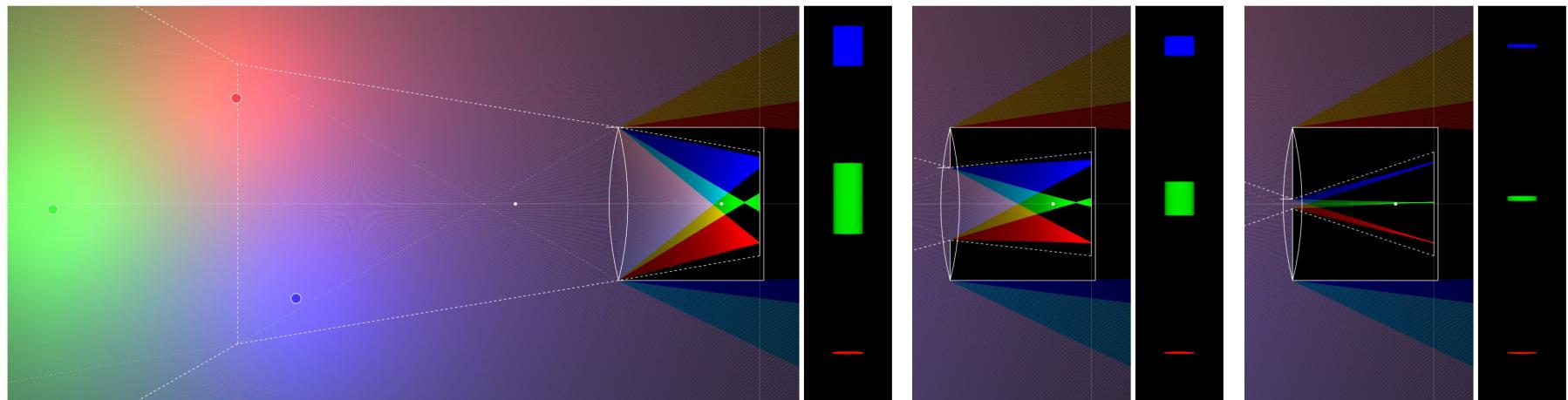
センサーから遠ざける  
(青にピントが合っている  
(緑にピントが合っている  
状態))



近づける  
(近づける  
状態)

# レンズ: 絞り

レンズを通る光の量を調節する。絞る( $F$ 値を大きくする)ほどと像がはっきりする。極限まで絞るとピンホールカメラに近づく。



絞りを開放している状態

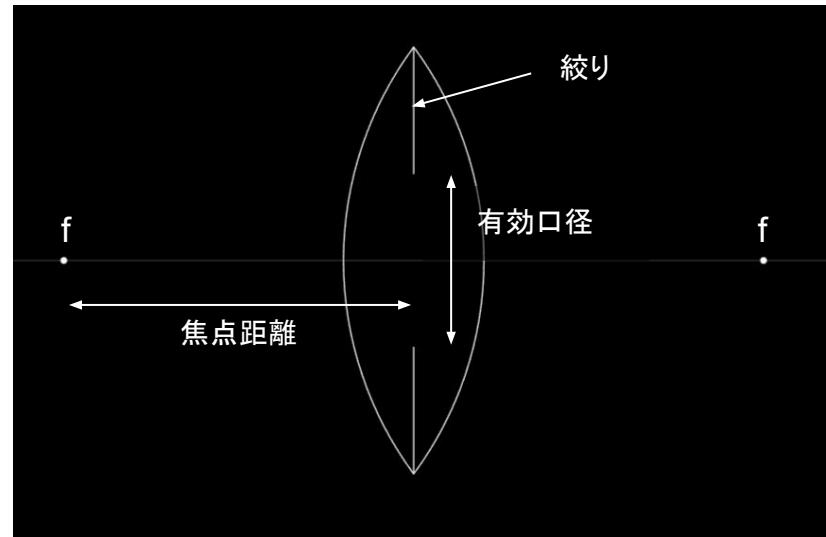
絞った状態

さらに絞った状態

# レンズ:F値

(F値)=(焦点距離)/(有効口径)

- 開放 F 値
  - 全く絞っていない状態(有効口径=レンズの直径)での F 値のこと

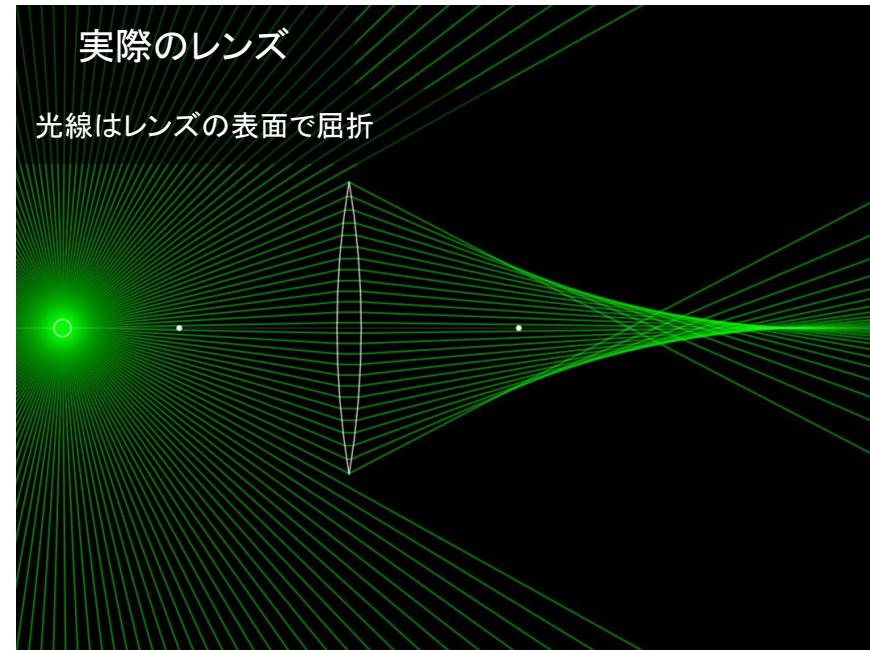
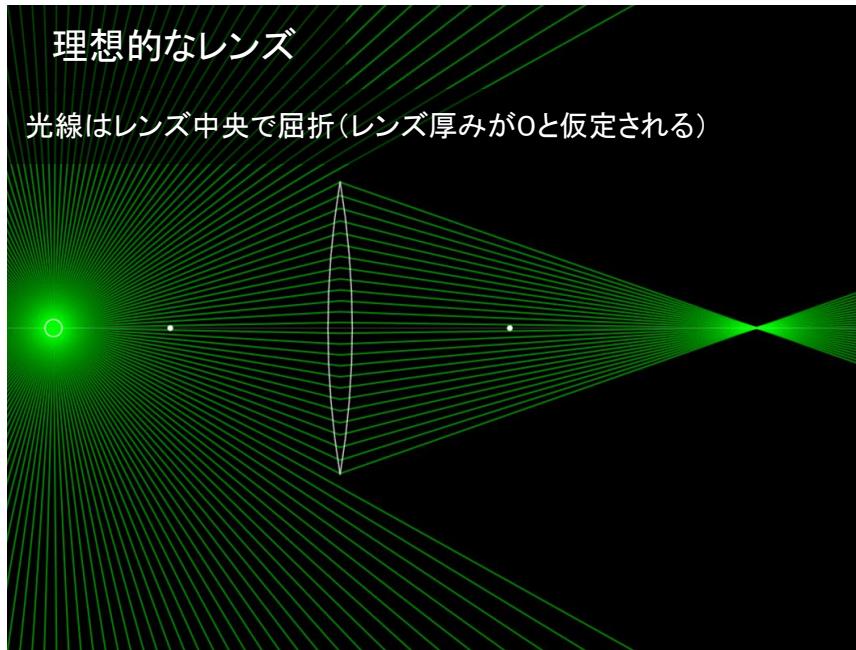


# レンズ: 収差 (aberration)

- 理想的な像とのズレのようなもの
- レンズなどが原因であり、一般的には忌避される現象
  - あえて利用する表現もある
- 球面収差、色収差など色々な種類がある
- カメラレンズは複数枚のレンズから構成され、レンズ表面に様々なコーティングが施されるが、収差を減らすことがそれらの目的の一つ
- レンズの中央部分を通過する光は入射角・屈折角が小さいため収差が目立たない
  - 同じ F 値での撮影あっても開放 F 値の小さいレンズを使うべきという言説の理由の一つ

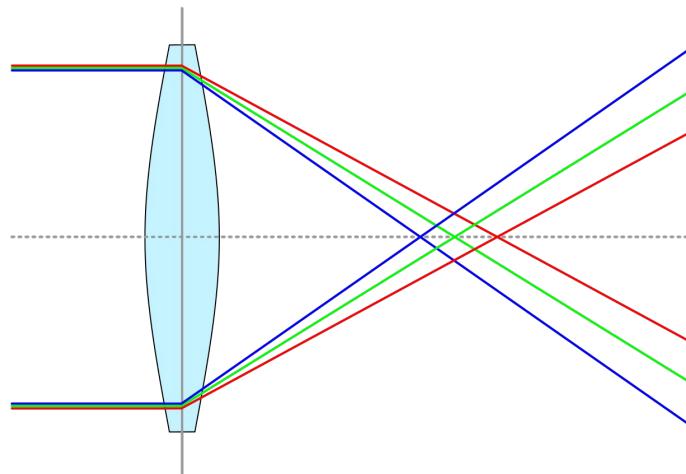
# レンズ: 球面収差

- 厚みのある球面レンズでは焦点が一点に定まらないことに起因する収差



# レンズ: 色収差

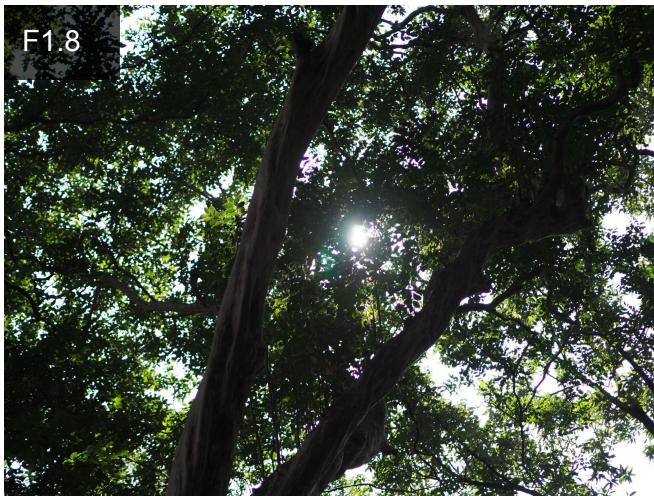
- 光の波長により屈折率が異なることに起因する収差
- 例えば、メガネをかけて縁の方に見えるものが色味がかっているのは色収差が原因



波長(色)により焦点が異なる様子

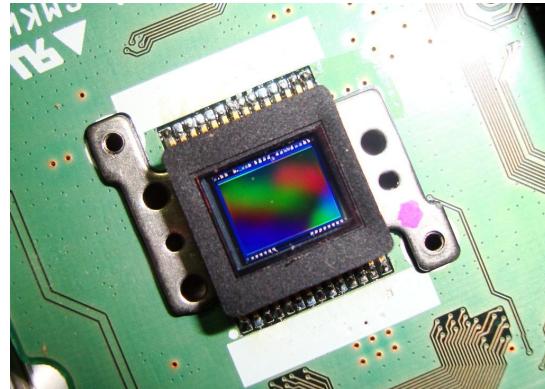
# レンズ: 光芒

- 絞りの縁の部分での光の回折現象により生じる模様
- 光芒の形は絞りの形状に依る
- 周りに比べて明るい点光源を使用し、大きな F 値で撮影するとつくりやすい  
→ Point spread function



# イメージセンサ

- 昔のカメラのフィルムに対応する素子
- 電磁波(光子)を集めて、集めた量に比例する電圧に変換(光電効果)
- ミラーレスカメラではレンズを取るとイメージセンサを直接見ることができる(保護目的でシャッターが閉じていて見えない場合もある)



イメージセンサの例

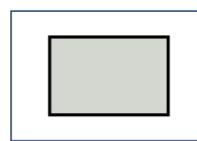
# イメージセンサ: センサーサイズ

イメージセンサのサイズはカメラによって異なる。フルサイズというサイズは各社共通。

- フルサイズ
  - 36 mm × 24 mm のセンサーサイズ。フィルムのサイズに由来
- フルサイズ換算焦点距離
  - その系と同画角の写真をフルサイズ機で撮影する場合に必要なレンズの焦点距離のこと



35 mm "full frame"  
36×24 mm  
864 mm<sup>2</sup>



APS-C (Canon)  
22.2×14.8 mm  
329 mm<sup>2</sup>

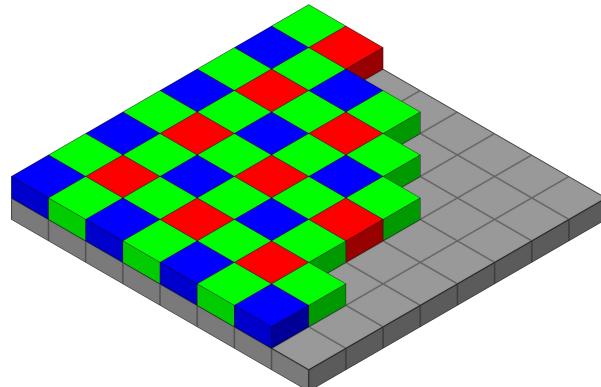


Four Thirds System  
(Olympus, Panasonic)  
17.3×13 mm  
225 mm<sup>2</sup>

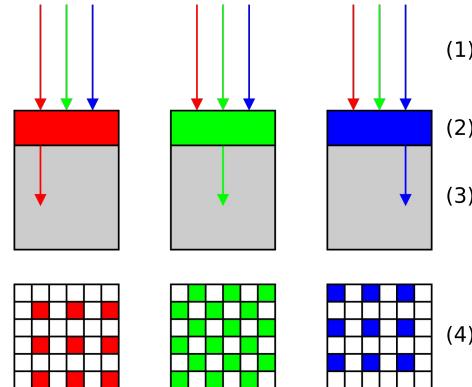
主要なセンサーサイズの比較  
(左がフルサイズ)

# イメージセンサ: ベイヤーフィルター

- イメージセンサには RGB の3種類のセンサーが規則的に配置されている
- 各センサ画素は RGB のどれか一色しか受光しない
  - 色フィルターが置かれているだけで、センサ自体は共通
- Gだけ数が多い
  - 人間が赤や青に比べて緑を強く知覚することを再現するため



フィルターの配置例



特定の波長(色)がフィルタされる様子

# イメージセンサ : ADC (Analog-to-digital converter)

- イメージセンサが光電効果で得た電圧のアナログ値をデジタル値に変換(量子化)する回路
- 全ての画素に ADC がある訳ではなく、各列・行で1個の ADC を共有する場合が多い(ADC array)

# イメージセンサ: ISO 感度

- ISO 感度はセンサーの感度(信号増幅の度合い)を表す値
  - 必要な露光時間は ISO 感度に反比例する
- ISO 感度の値が大きいほど感度が高い(明るく撮れる)
- 適切なシャッタースピードになる最も小さい ISO 感度を使用するべき
- ISO 感度が大きいとノイズが目立つ
  - 通常の撮影に比べて信号が小さい(暗いものを撮ろうとしている)と SN 比が小さくなるため
    - ノイズは信号の大きさとは関係がないと仮定
    - $(SN\text{比}) = (\text{信号}) / (\text{ノイズ})$
- ハードウェア的には信号を増幅を ADC より前の段階で行う
- 歴史的にはフィルムの感度に由来している

# シャッター：メカシャッター

- イメージセンサ前やレンズ内で物理的に光を遮る方式
- フォーカルプレーンシャッターが一般的
  - 先幕と後幕が作る窓の大きさと幕の移動速度で露光時間が決まる
- 動作速度は幕の機械的な動作速度に律速する
  - 電子シャッターより高速な場合が多い
- 機械的に幕が動作するため、音が発生する
- 機械的な機構が必要なため故障しやすい

# シャッター: 電子シャッター

- イメージセンサ素子のクリア動作を利用するシャッター
- 機械的な動作が不要なため音が発生しない→静音モード
- メカシャッターの機種でも電子シャッターを選択できる場合がほとんど
- 動作速度はイメージセンサからの画素値のロード速度に律速する(現状)
  - 一般的にメカシャッターよりも遅い場合が多い
    - シャッター速度に対してロード速度が遅い場合の話
    - 物理的に光を遮ることができないため、先に露光しておいて後でゆっくりロードすることができる
    - 前の素子(行や列)のロード完了を待ってから次の素子(行や列)をクリアして露光を開始する必要があるため
      - 実際にはパイプライン処理されているが、それでも遅い
  - 上位機種ではロード速度の高速化により上記問題が解決しつつある
- 将来的には電子シャッターが一般的になると予想

# シャッター：シャッター速度(露光時間)

- シャッター速度=露光時間
  - 単位は秒
- 露光時間とは1画素が光に曝される時間
- 同じ露光時間でもメカシャッターと電子シャッターでローリングシャッター歪みの度合いが異なる
  - 電子シャッターの動作速度の遅さに起因する
  - 画像上部と下部で、露光開始時間の差が発生する
  - 動作速度の遅い電子シャッターの方がその差が大きく、ローリングシャッター歪みの度合いも大きくなる
  - 電子シャッターが高速に動作すれば無くなる話

## シャッター: ローリングシャッター歪み

画素の位置によって露光開始時刻が異なることに起因する画像の歪み。  
扇風機などの回転体を撮影すると歪みを確認しやすい。



メカシャッターで撮影  
(被写体は回転式ディスプレイ)



電子シャッターで撮影  
(同シャッタースピード)