

2022 臺灣天文聯合觀測網 | 觀測員訓練

# 天文攝影的影像處理

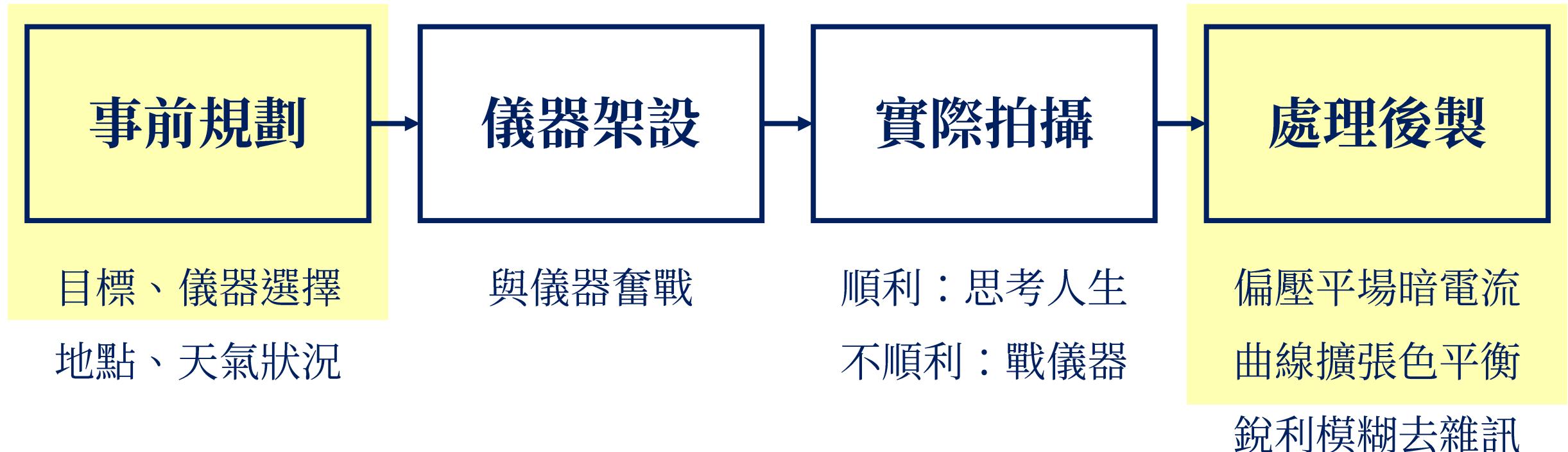
# 重要！

請確認你已經安裝好 Siril 與 GIMP，並從這裡下載檔案

<https://drive.google.com/file/d/11Bl09CHXKRQwSC5YDtL81e1au-XRBtZW/view?usp=sharing>

Basic workflow

# 天文攝影的基本流程



Planning an observation

# 觀測規劃

- 我要看什麼？
- 我有什麼儀器？  
FOV、集光力、解析度等
- 我什麼時候要看？  
四季星空、天體仰角變化等
- 我要在哪裡看？  
天氣預報、交通住宿等





# Stellarium

功能齊全的免費天文軟體  
目視觀測練習、天文攝影規劃一次搞定

Notes on Stellarium

# Stellarium 功能筆記

- 天文數值計算視窗 [F10]
  - 座標位置：星體列表與資訊，具排序與篩選功能
  - 圖表：目標、日月的仰角與時間（當日／每月）
- 望遠鏡模擬（右上方）
  - 自訂望遠鏡、感測器參數
  - 模擬拍攝／目視視野
- 主要問題：較暗的天體可能沒有圖片



# Telescopius: Telescope Simulator



TARGETS

TOOLBOX

ASTROPHOTOGRAPHY

Go to object, e.g. M42



Sign in

Telescope Simulator

MY EQUIPMENT

ASTROPHOTOGRAPHY

EYEPIECE

BINOCULARS

INSIGHT OBSERVATORY

OFF



3000mm 50x50 mm



1 x 1



M 33



survey



comet



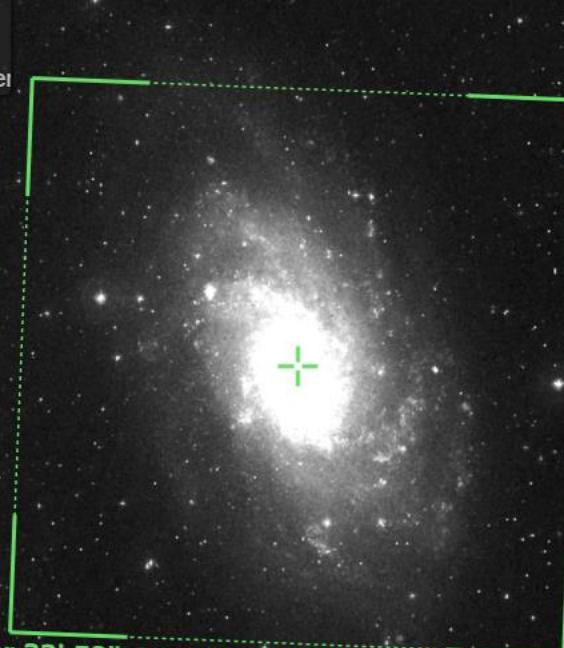
lists



general



full screen



FOV 0.95° · RA 01hr 33' 52", DEC 30° 39' 29" · 0.84"/px · Rayleigh limit 0.28"

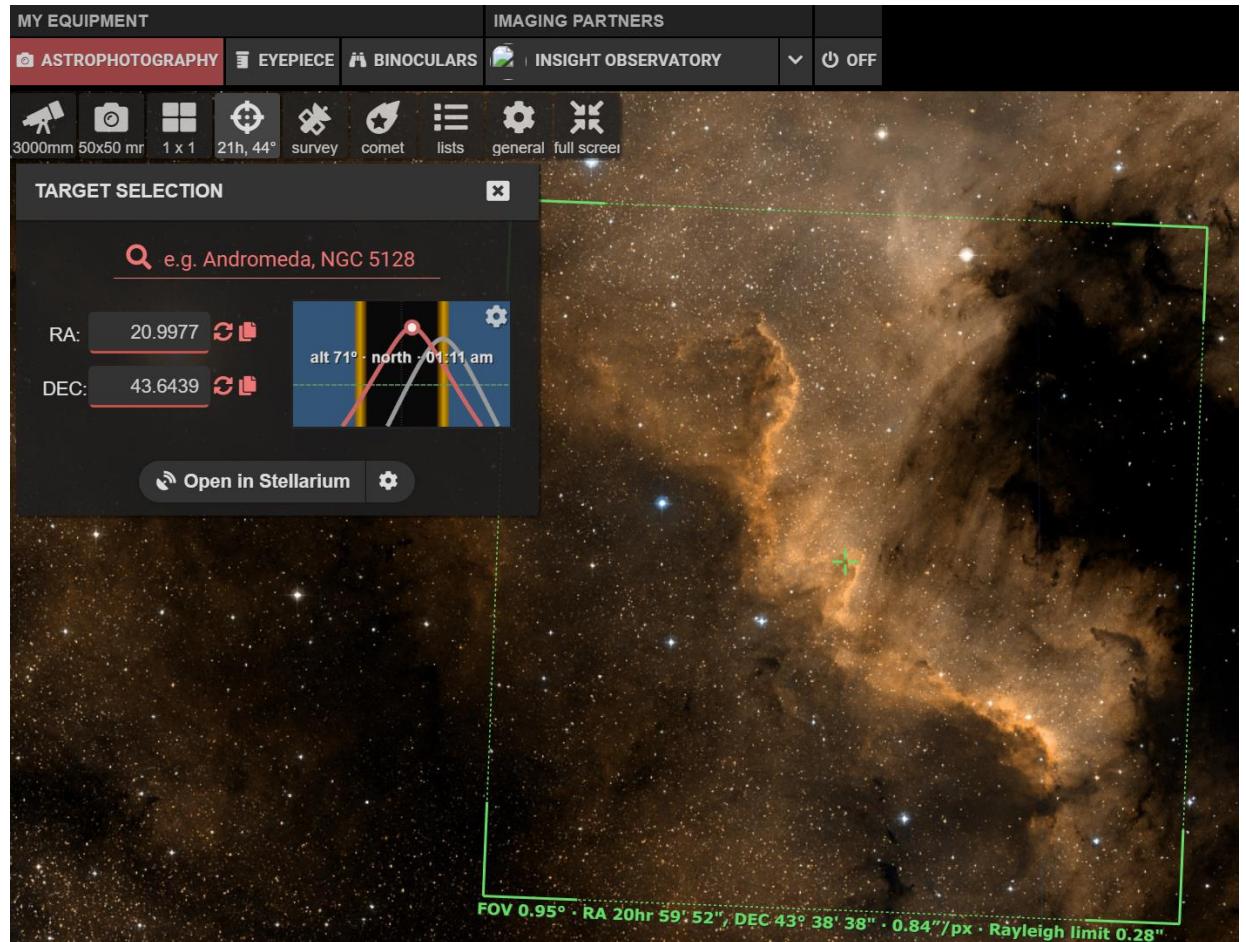
RA 01hr 33' 52", DEC 30° 39' 29"

ALADIN

Writing a proposal

# 撰寫觀測計畫

- 基本資料：觀測人、日期等
- 使用儀器：口徑、焦長、FOV 等
- 觀測目標：
  - 赤經、赤緯、亮度、大小、
  - 高度 - 時間圖 (visibility curve)
  - 觀測模擬圖 (finder chart) 等
- 觀測方法：使用濾鏡、曝光長度等
  - E.g. BVR 各 5min\*30 張 (單色相機) 、連續拍攝 (DSLR)



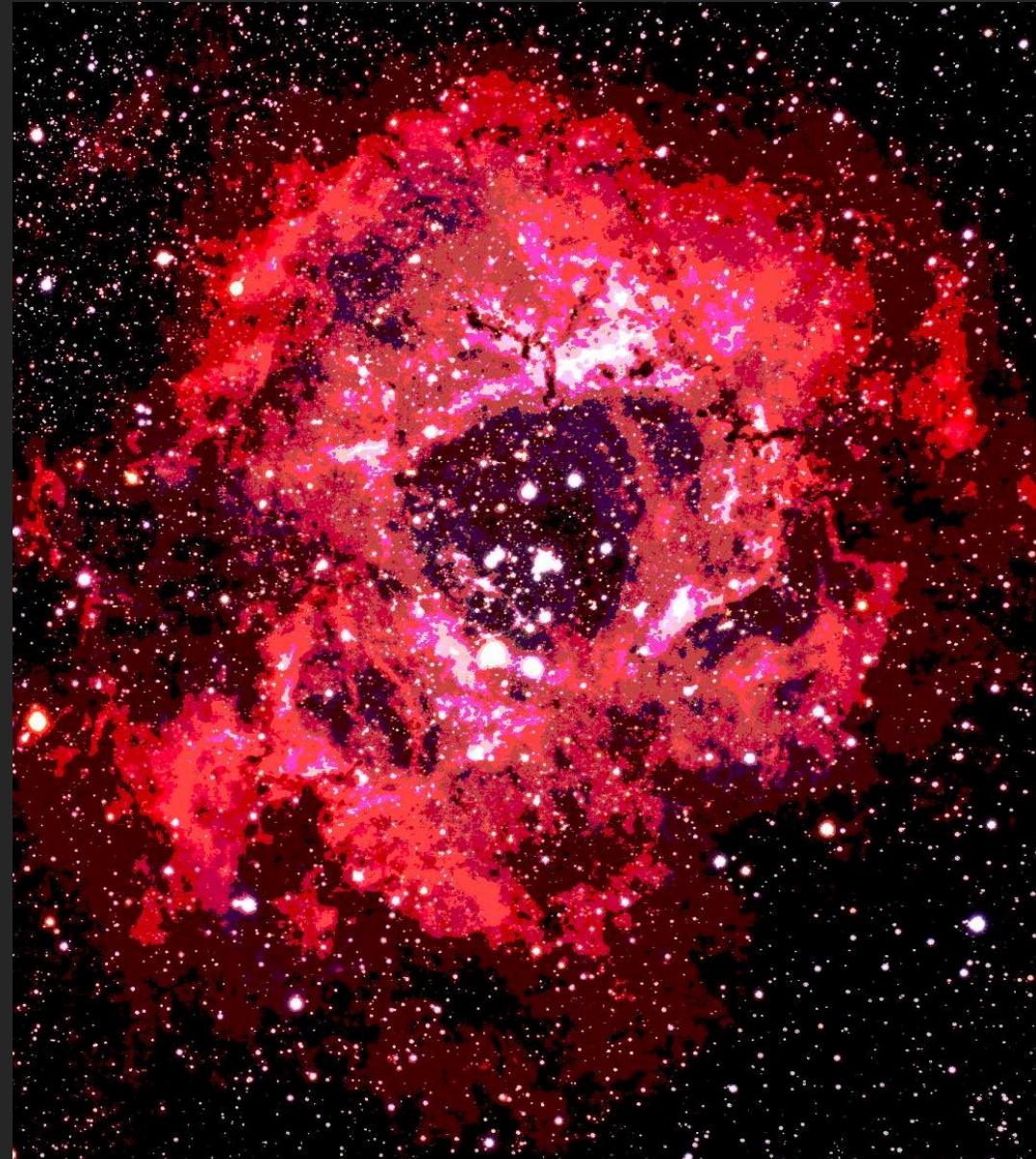
Data reduction and image adjustments

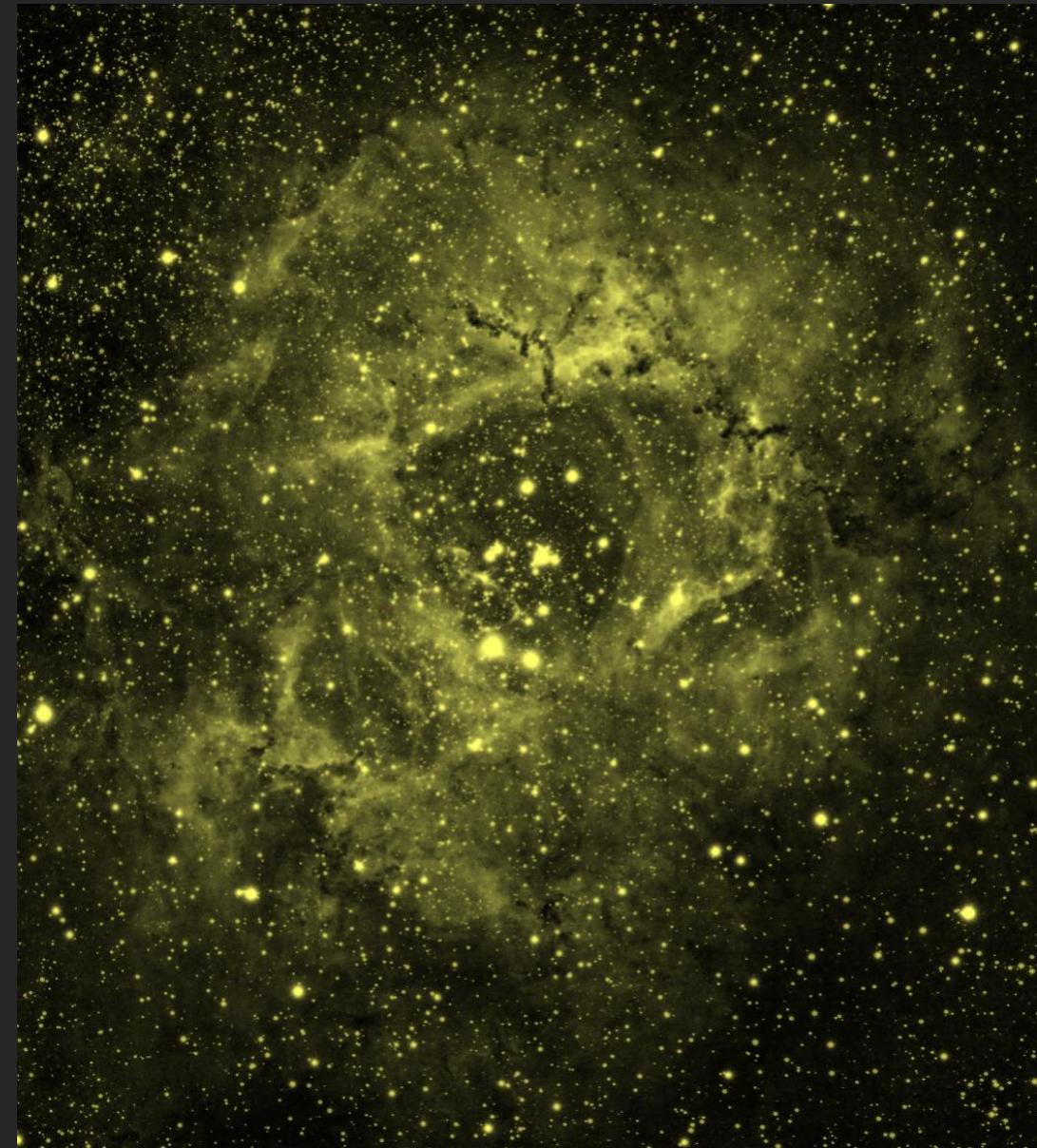
# 資料處理與修圖



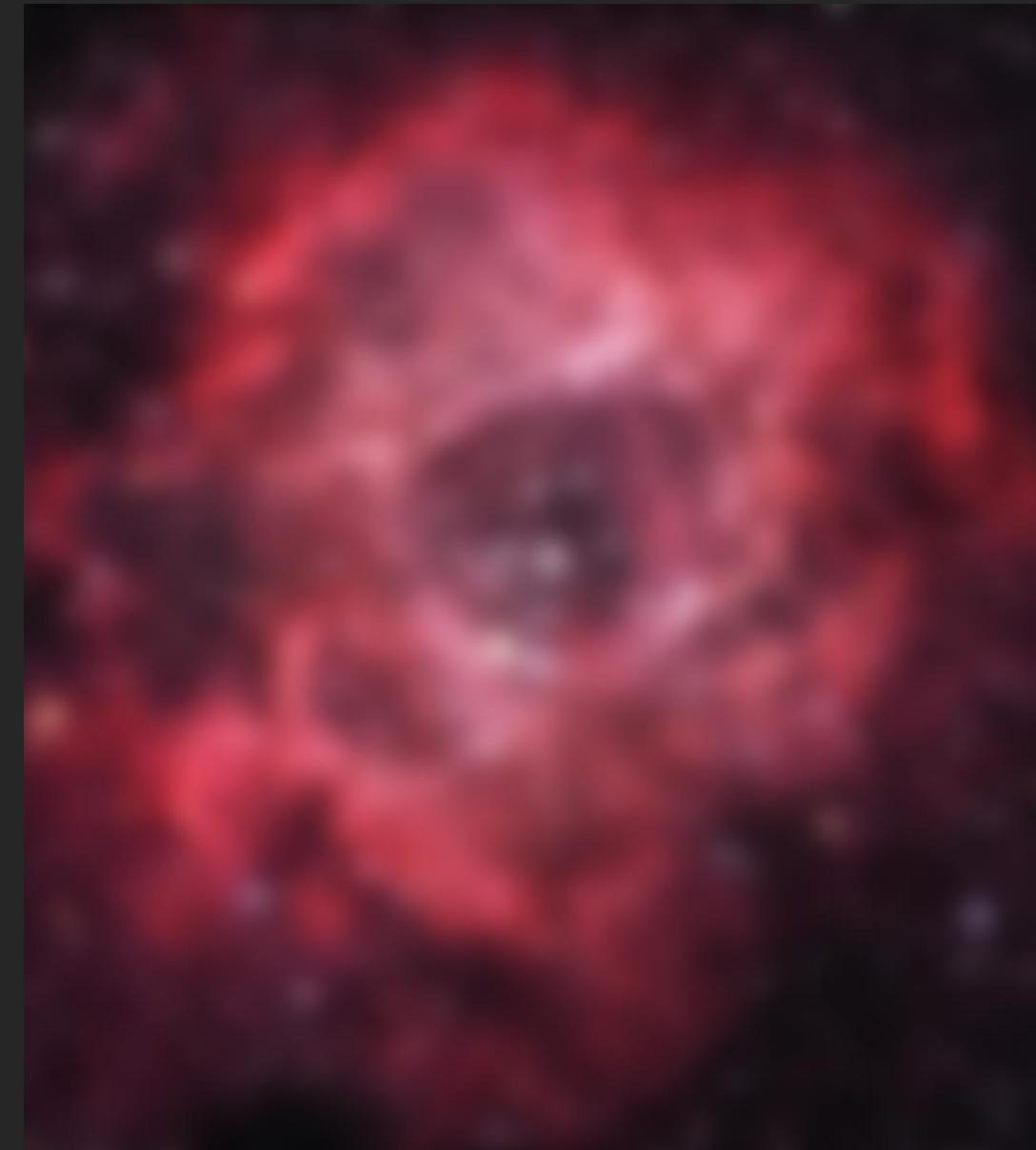
玫瑰星雲 NGC2244  
王立宇 @合歡山昆陽停車場













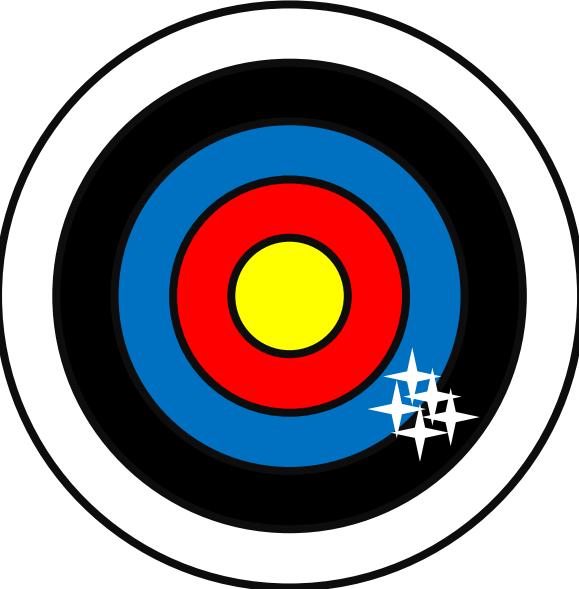
平衡的構圖 ⇒ 視野範圍／指向精度  
豐富的明暗 ⇒ 亮度階調連續  
耀眼的色彩 ⇒ 正確色彩平衡  
滑順的畫面 ⇒ 高訊噪比  
清晰的細節 ⇒ 高空間解析力

**分析**一張照片好看背後的原因  
**理解**每個原因背後的物理原理  
用**正確**且**高效**的手段完成目標

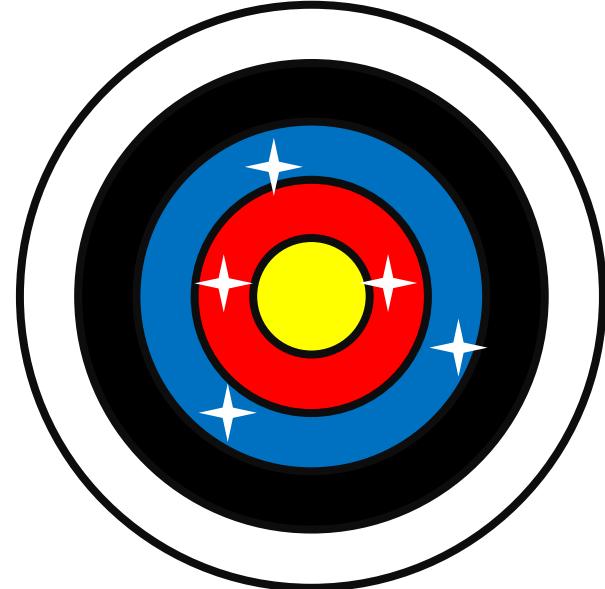
Recap

# 前情回顧

- 天文攝影：紀錄天體資訊
- 凡是測量，就必然伴隨：
  - 偏差 (Bias)
  - 不確定性 (Uncertainty)
- 偏差可以被校正，  
不確定性則無法移除。
- 影像處理：校正偏差，盡可能真實地還原影像中天體的資訊。



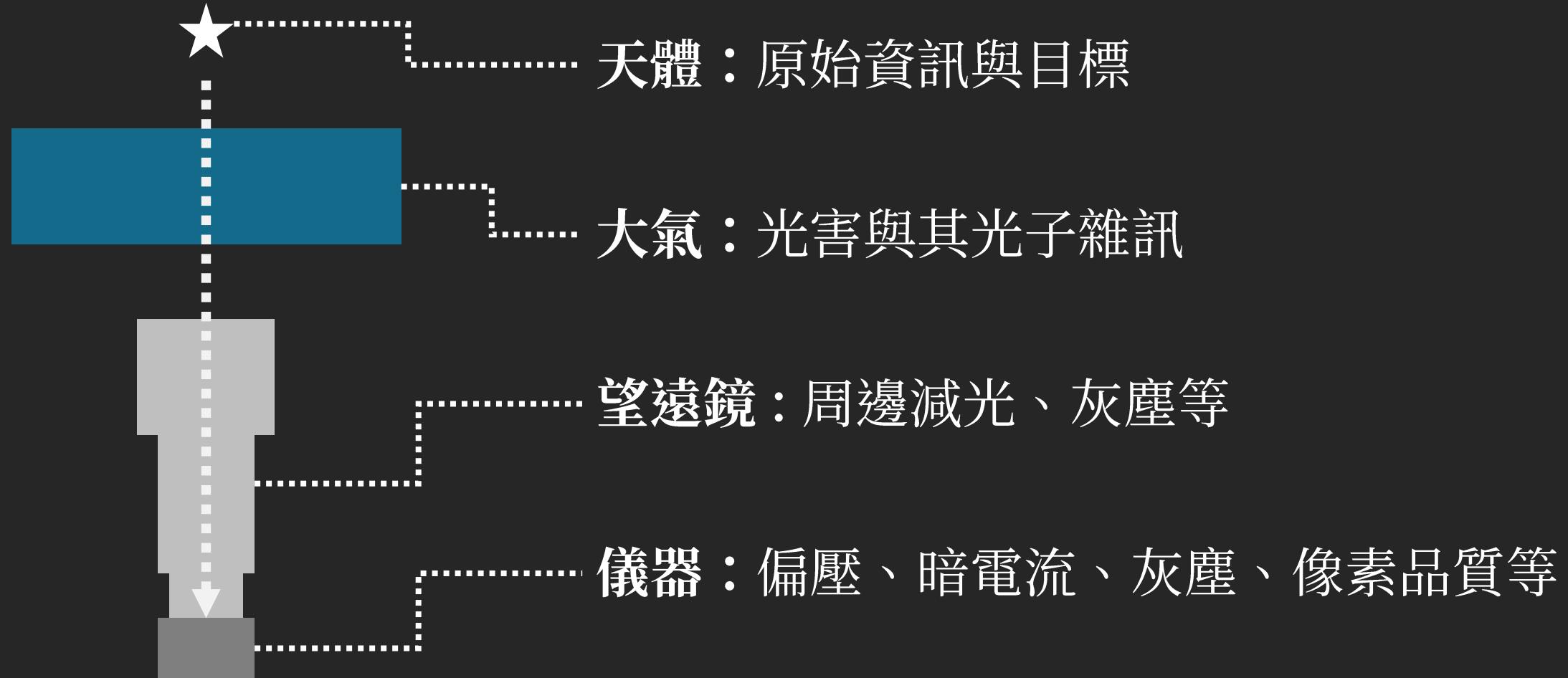
高精度，低準度  
High Precision, Low Accuracy.



低精度，高準度  
Low Precision, High Accuracy.

What makes an astro-photo?

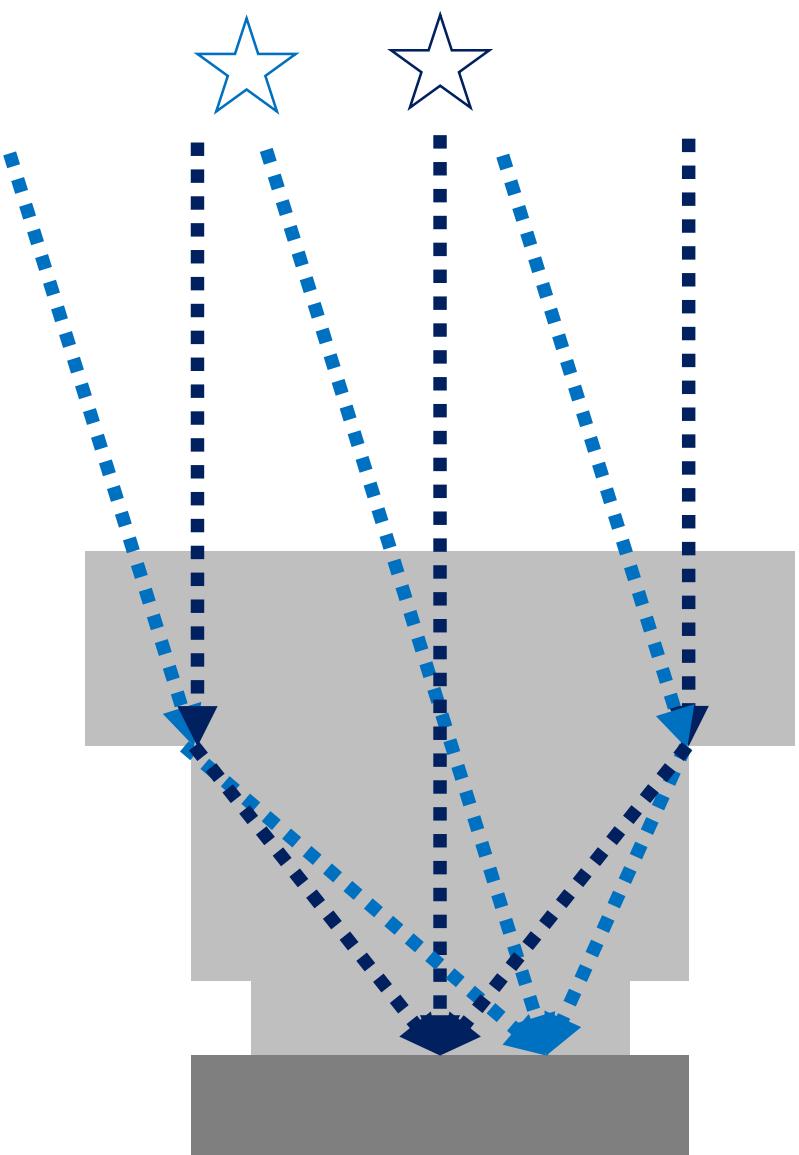
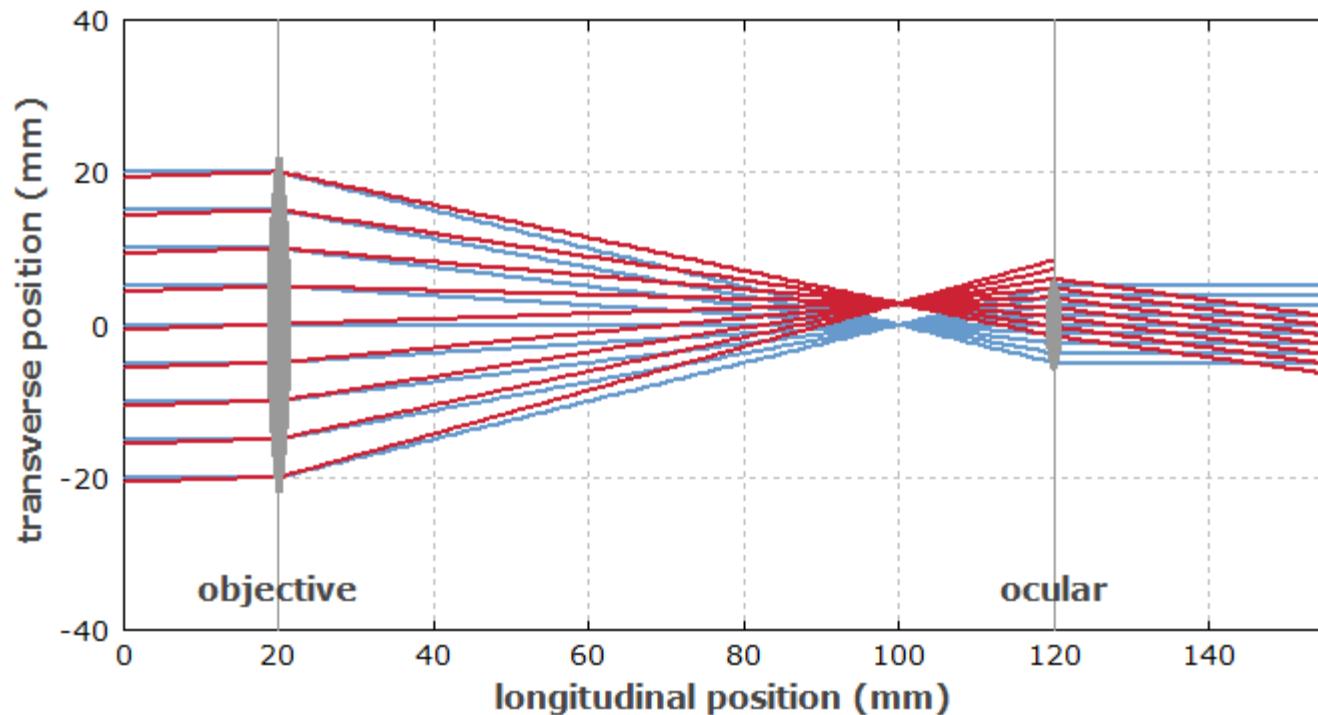
# 一張照片的組成



Vignetting

# 周邊減光

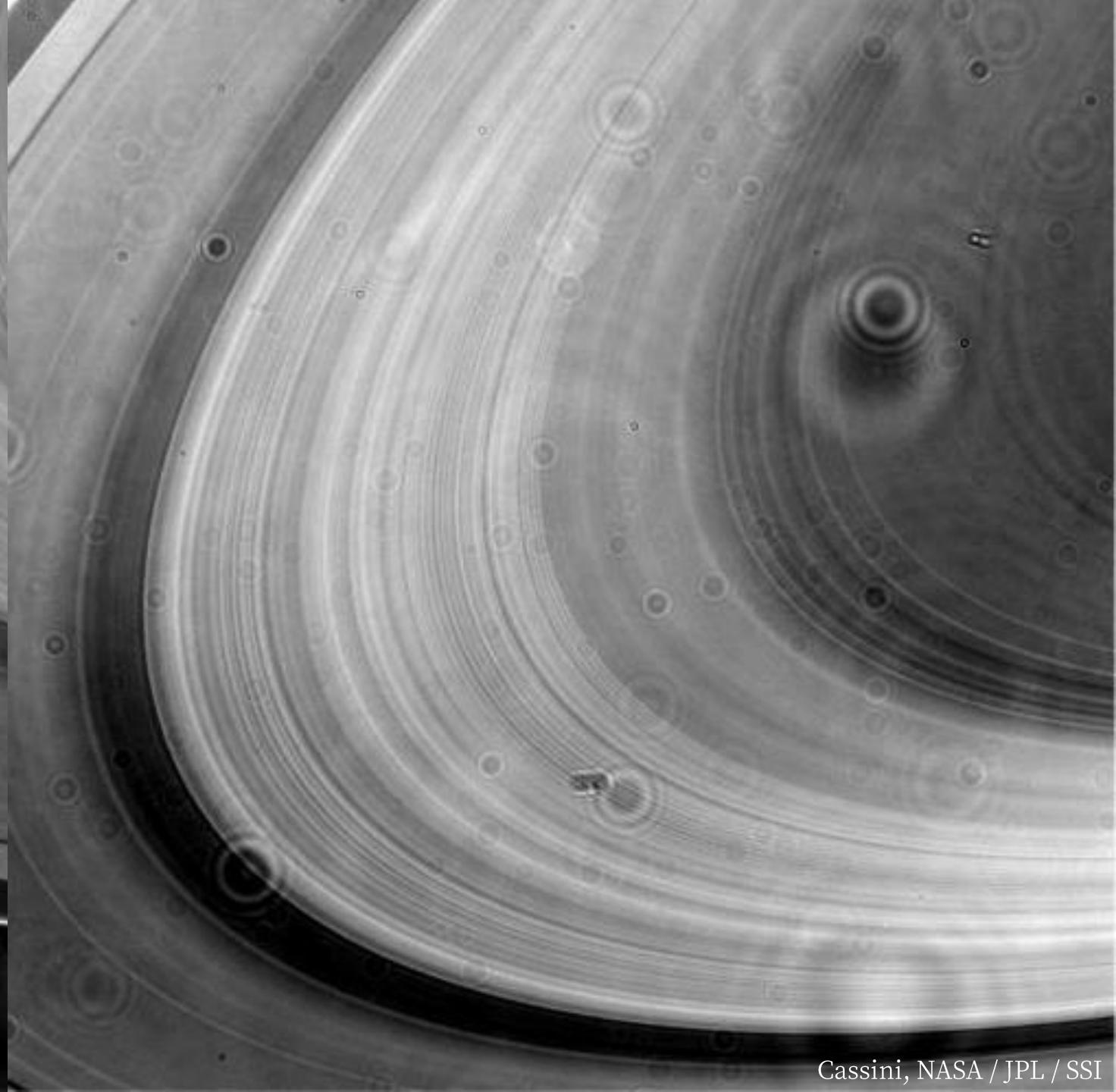
光學系統的設計影響離軸光的有效集光面積



Dust

# 塵埃

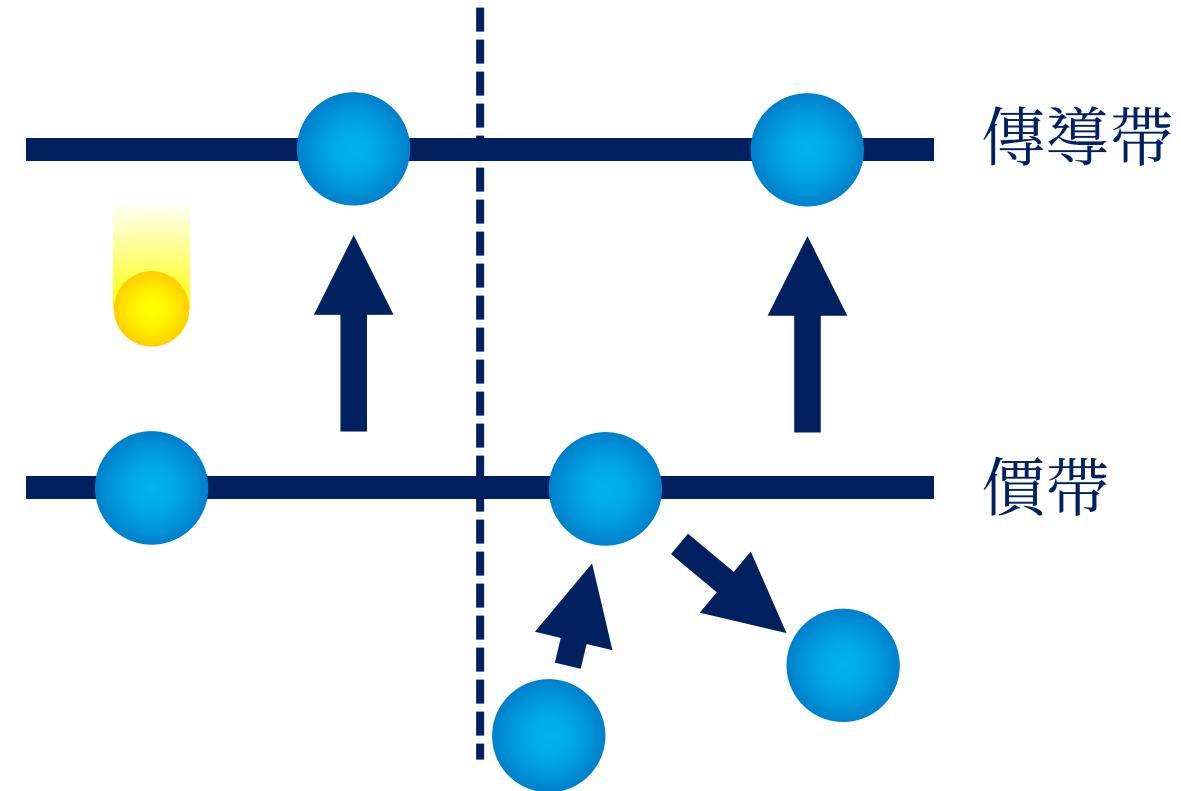
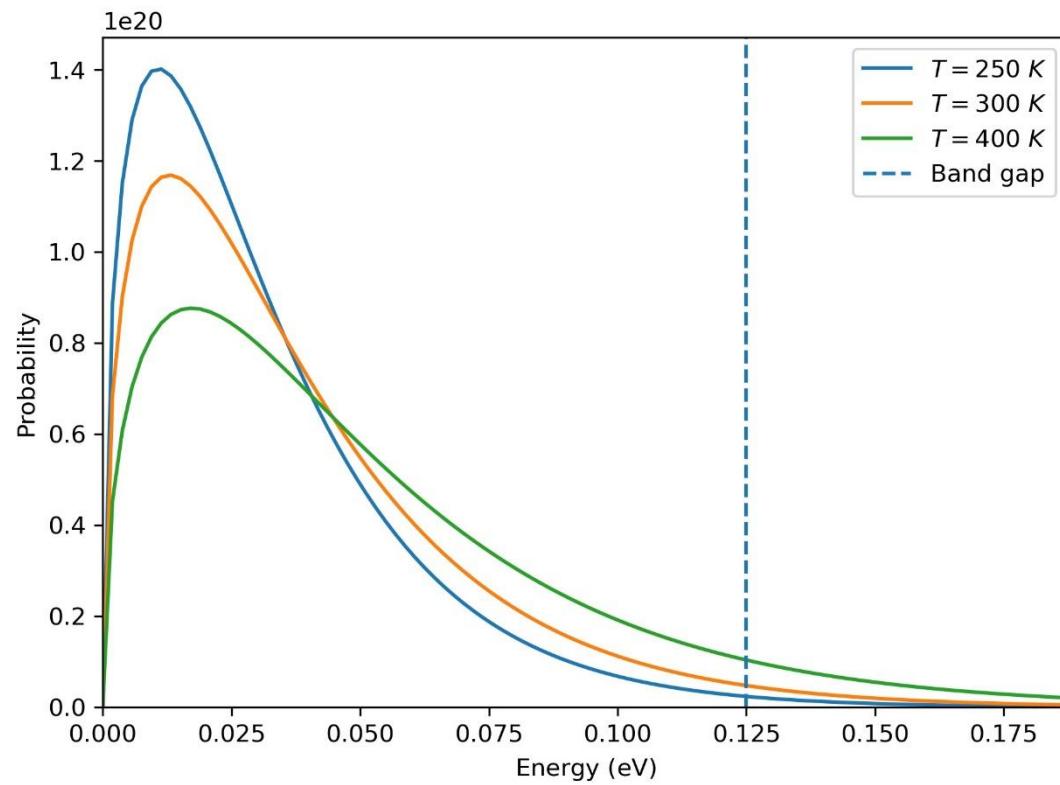
鏡片、濾鏡和感光元件上  
可能會有灰塵產生繞射條紋



Dark current

# 暗電流

即使無光子入射，感光元件仍會有電子因熱運動躍出，成為訊號的一部分。



Bias

## 偏壓

為避免相機讀出負的訊號

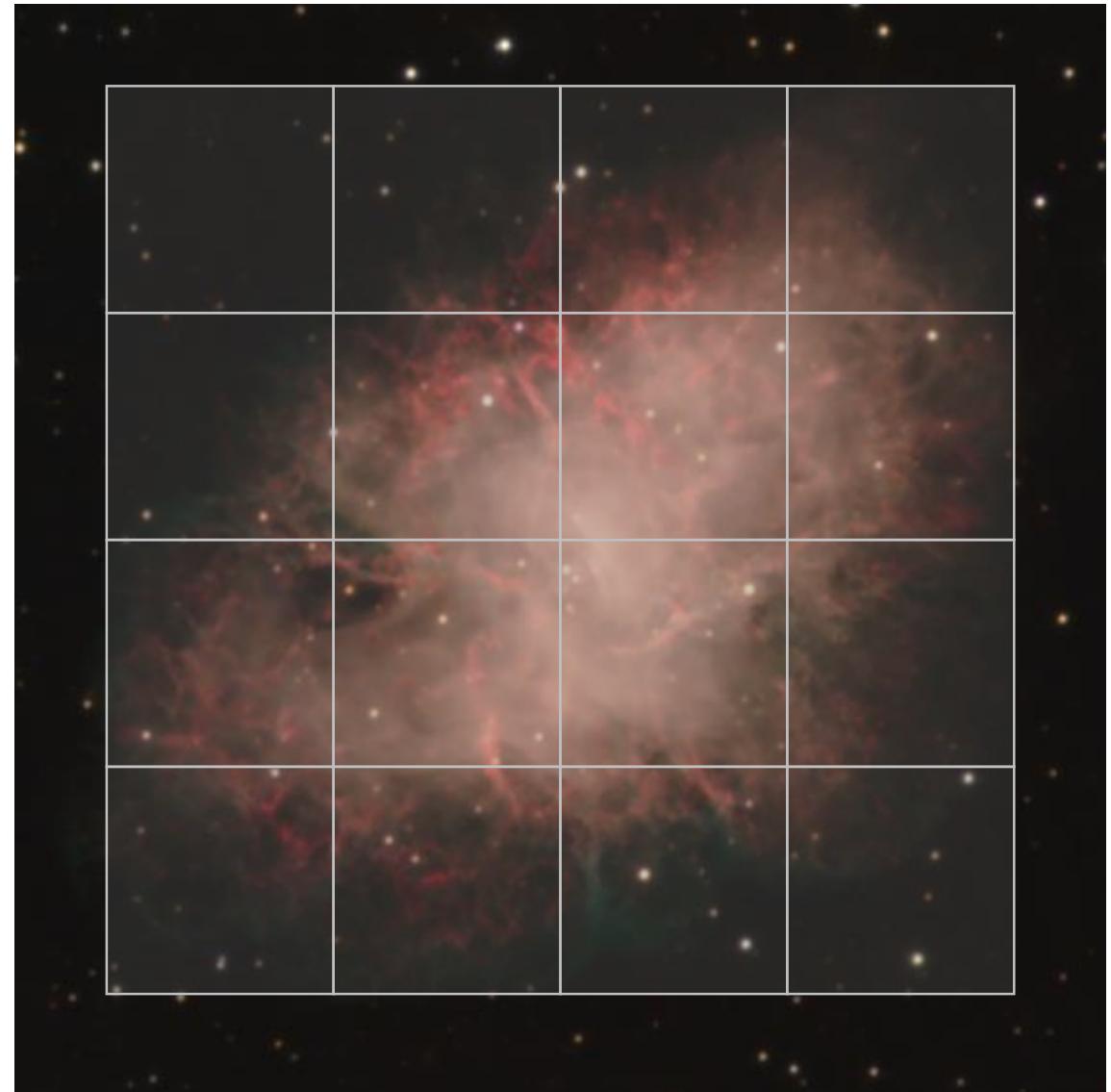
人為增加的數值

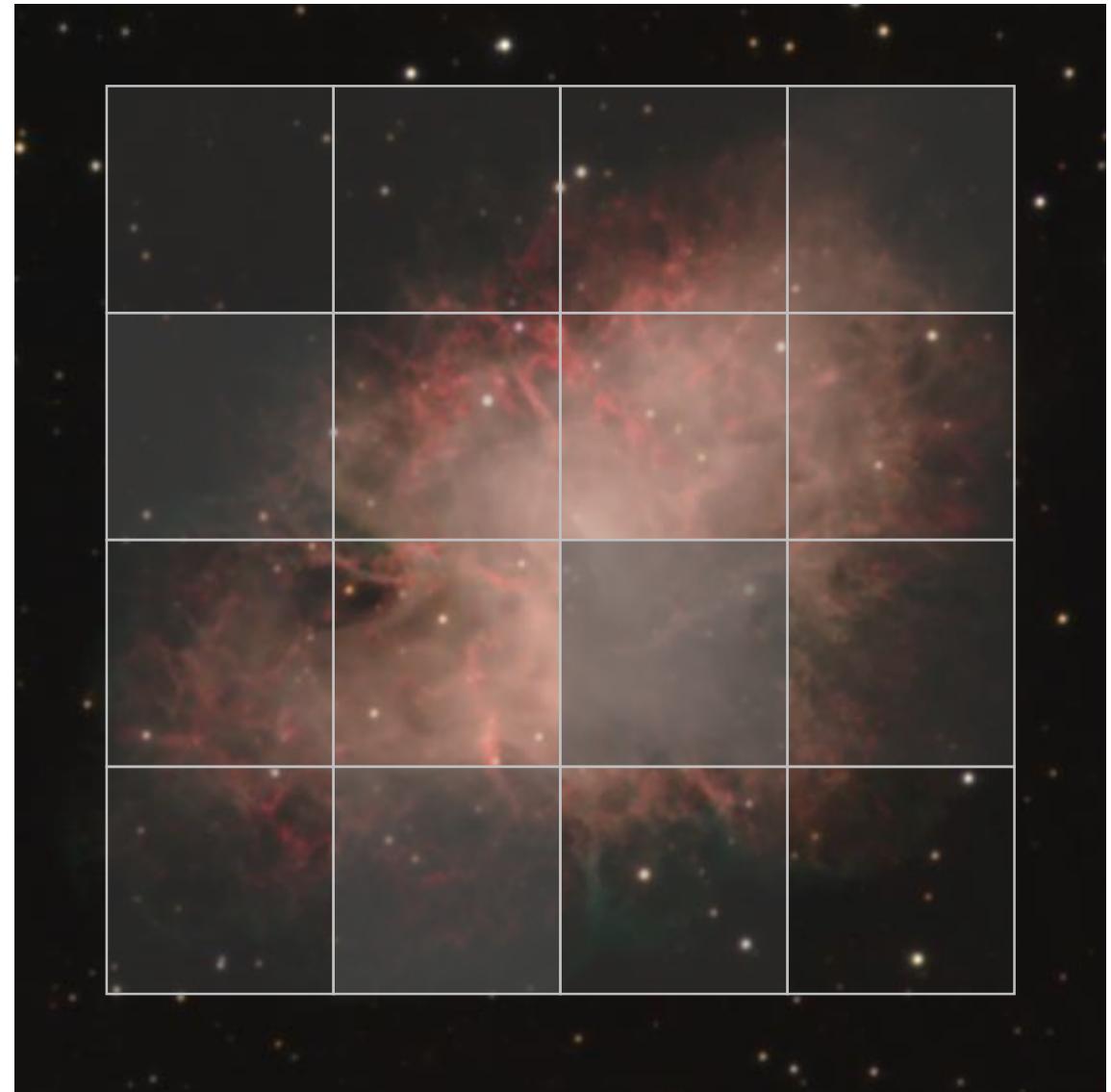
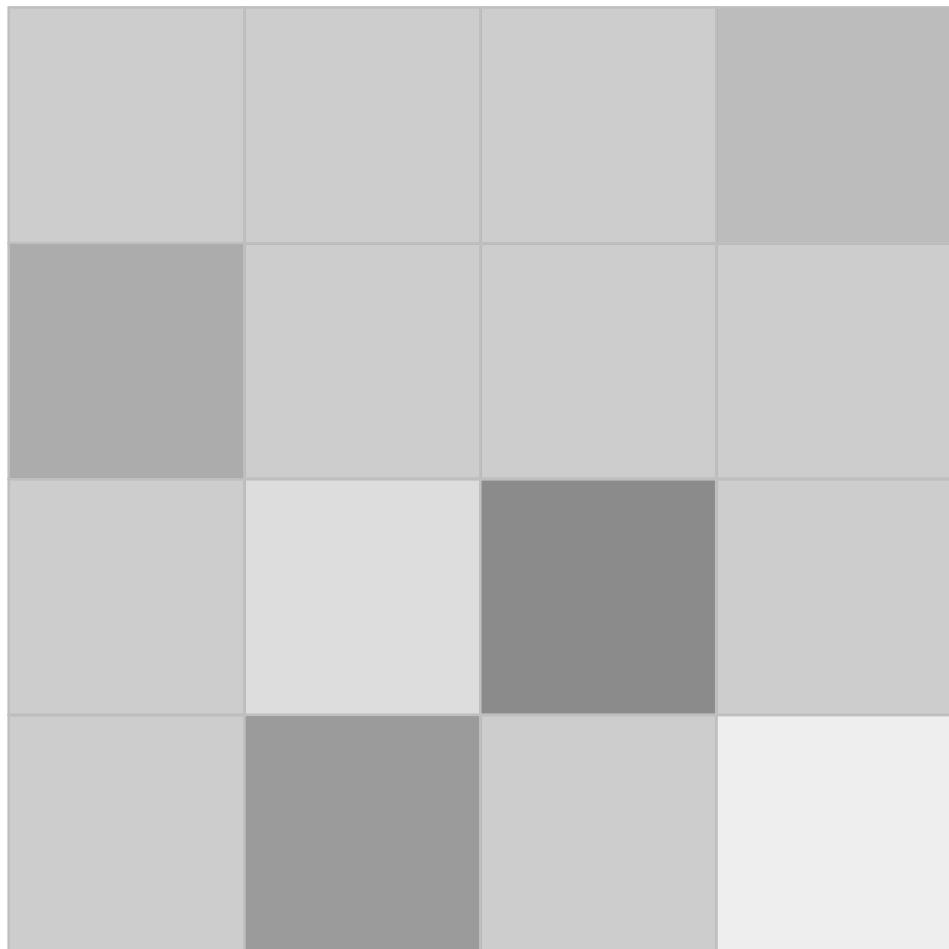
Inhomogenous pixels

## 像素差異

製造時的瑕疵

會讓每個像素的感光能力略有不同





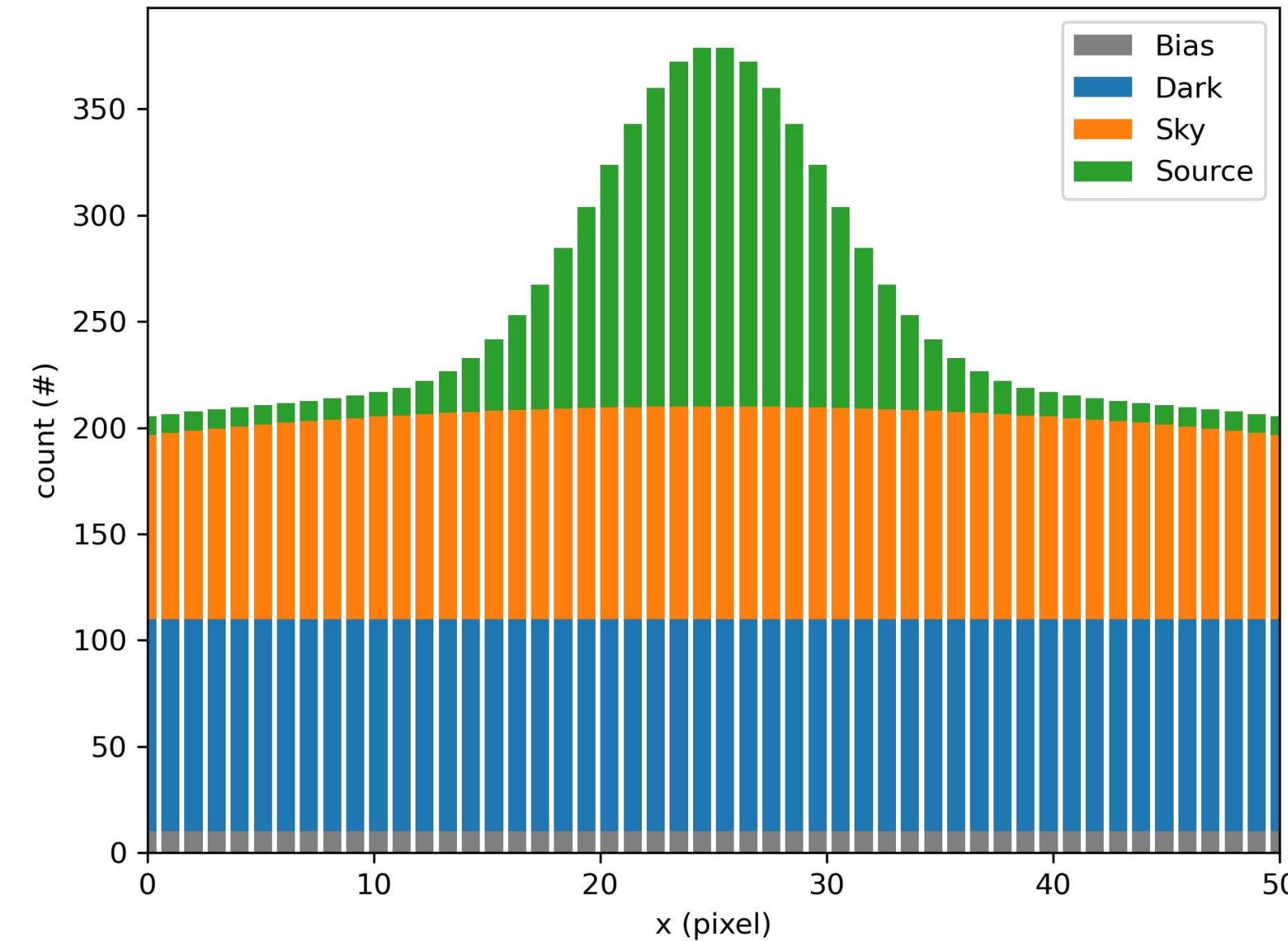
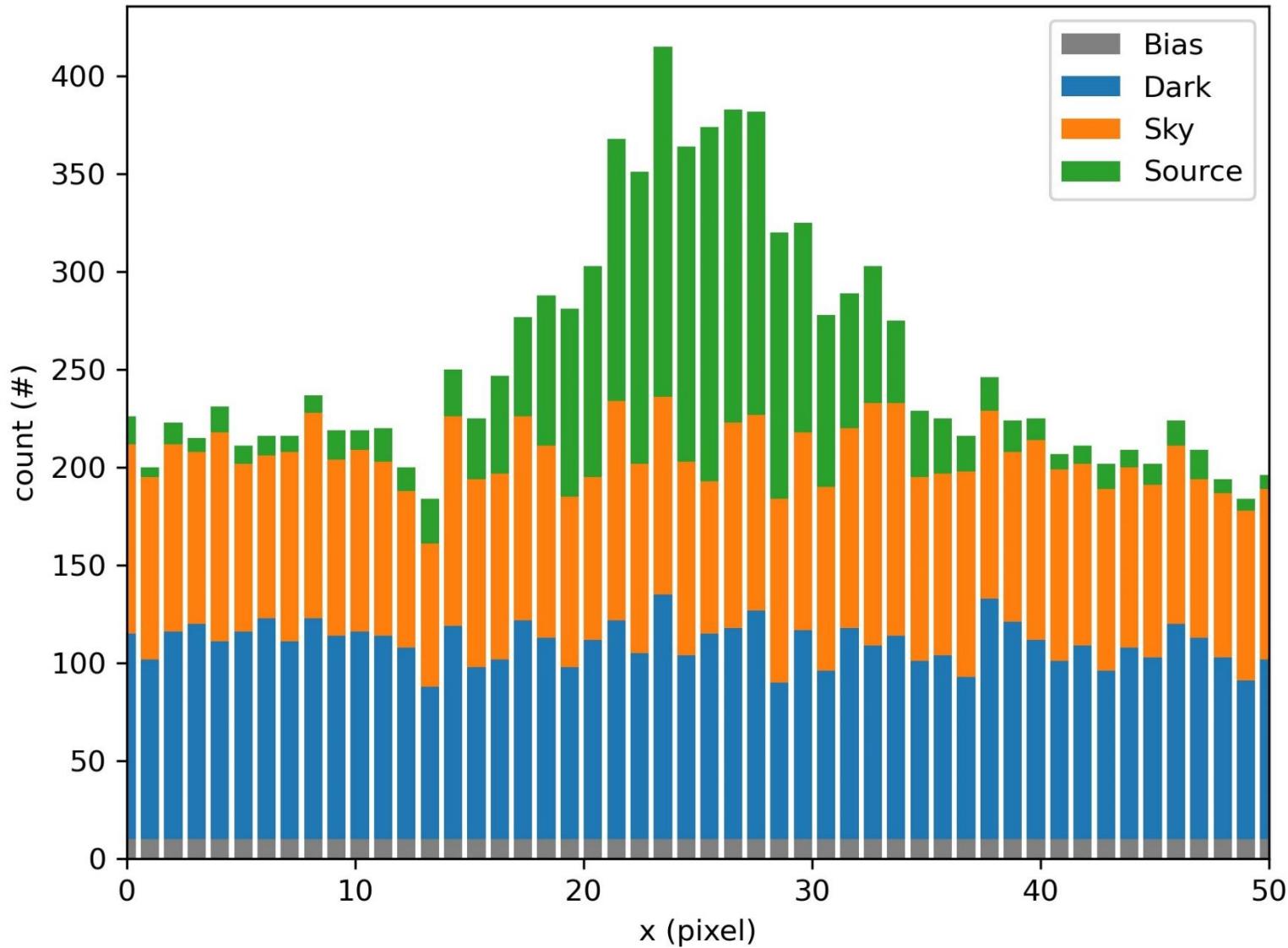


Image decomposition  
影像的組成



問題：如何把天體的訊號分離出來？

Measuring biases

# 如何測量偏差？

核心概念：測量偏差並從原始影像中扣除  
偏壓 | 暗電流 | 像素差異、周邊減光、塵埃

## 偏壓

Bias frame

以最短時間曝光  
無暗電流與光子

## 平場

Flat frame

對均勻光源曝光  
曝光時間視情況

## 暗電流

Dark frame

蓋上鏡頭蓋曝光  
避免光子的訊號

一般而言，平場會在清晨或黃昏拍攝

偏壓與暗電流則會在不適合曝光，但溫度與拍天體時差異不大的環境拍攝

# 三大校正用檔案

偏壓

Bias frame

平場

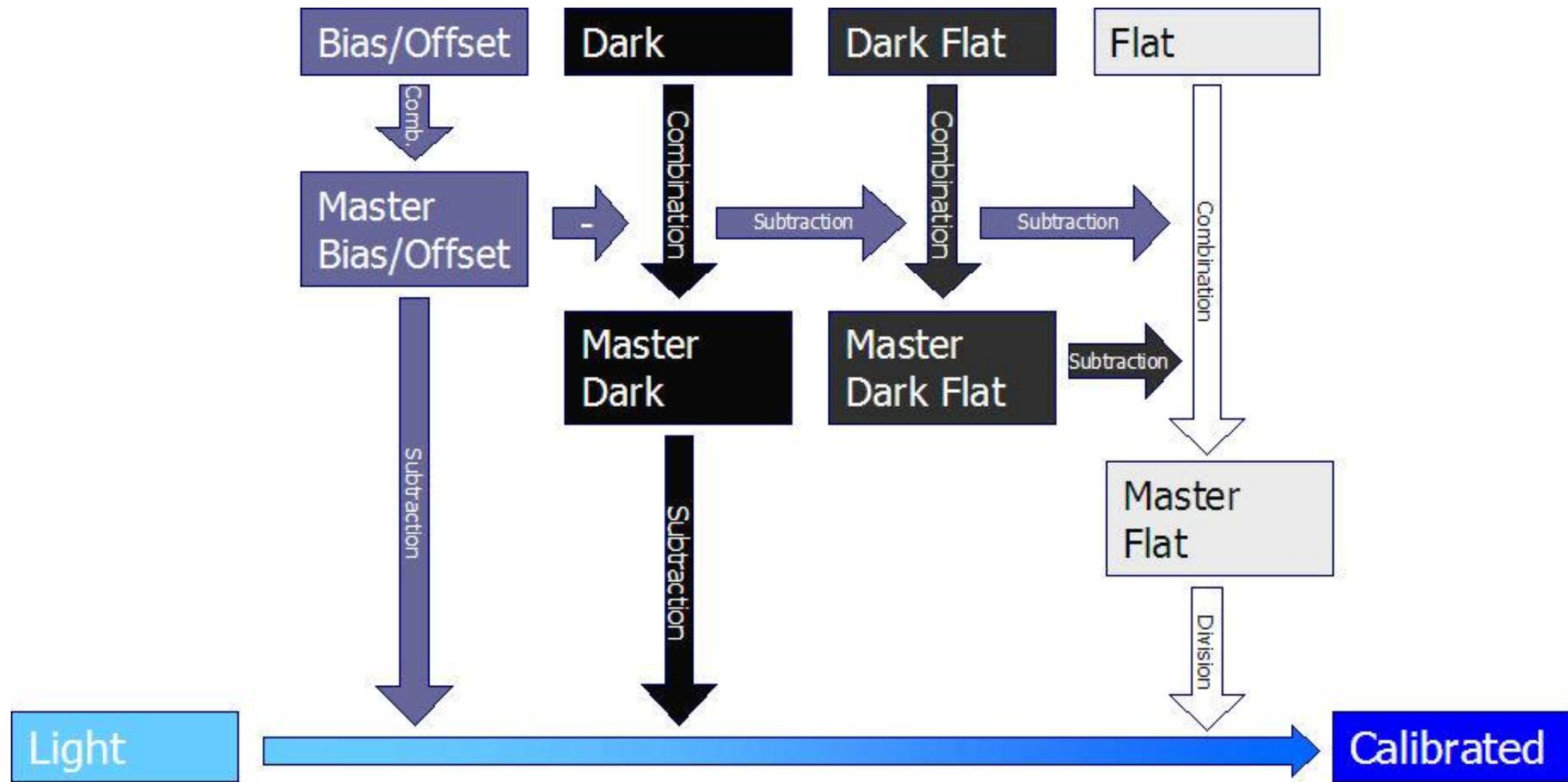
Flat frame

暗電流

Dark frame

$$\text{校正影像} = \frac{\text{原始影像} - \text{暗電流}}{\text{平場}}$$

# 完整影像校正流程





**Deep Sky Stacker (DSS)**

最簡單易用的懶人軟體



**Siril**

相對不直覺但有更好的品質

Siril data processing

# Siril 影像處理

1. 下載資料檔 M27\_Light，應當會看到 B, V, R, biases, darks, RGB 資料夾。
2. 各自複製 biases, darks 到 B, V, R 資料夾底下。
3. 各波段分別處理：
  1. 打開 Siril，點擊左上方藍色小屋，選擇 B。
  2. 點擊藍色 Scripts 按鈕，選擇 Mono\_Preprocessing。
  3. 等它跑完，應有 result.fits 出現。
  4. 對 V, R 重複一樣的動作。
4. 將三張影像分別命名為 M27\_R, M27\_G, M27\_B。三個波段的影像校正完成。

Siril RGB Compositing

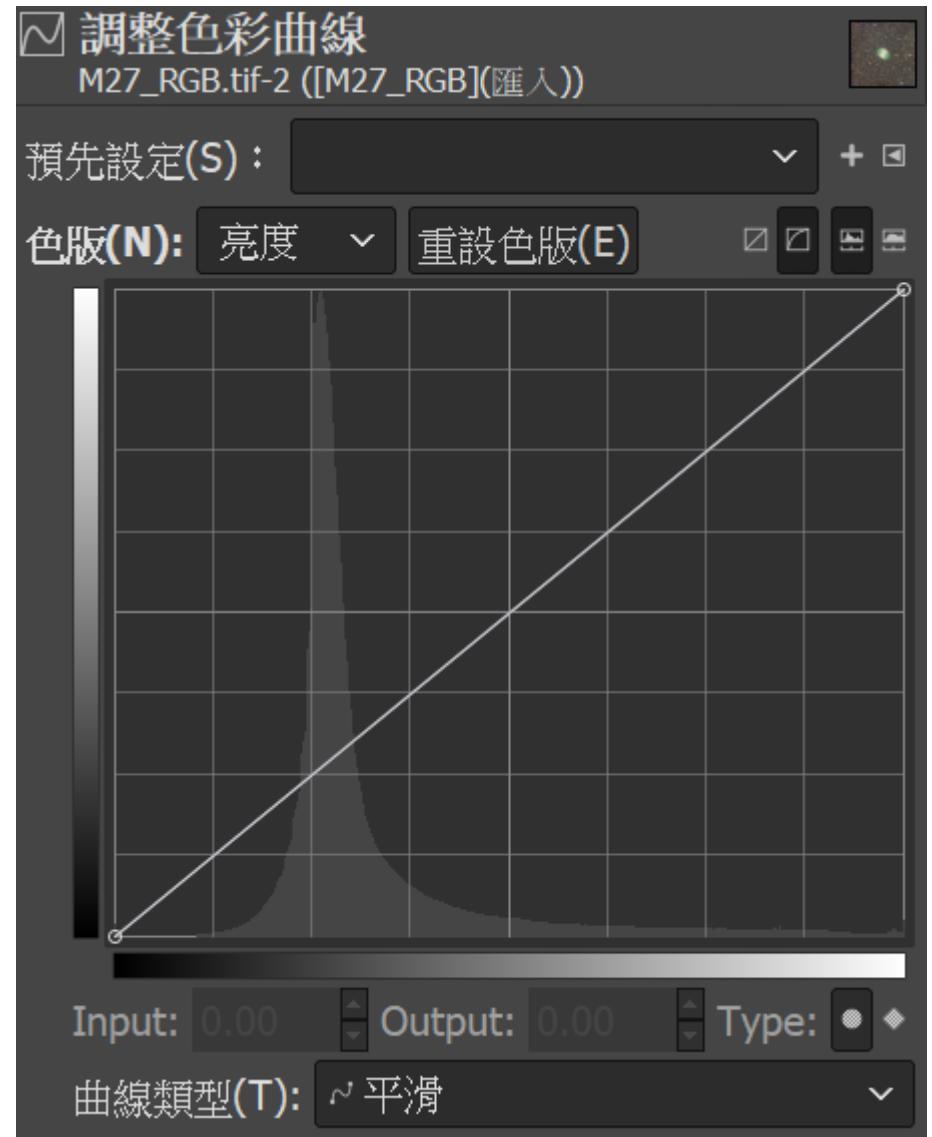
# Siril 三色合成

1. 點擊左上方藍色小屋，選擇 RGB。
2. 選擇 Conversion，將校正後的單色影像按 RGB 順序加入 Source 中。
3. Destination 處 Sequence name 命名 RGB，點擊 Convert。
4. 點擊 Registration，點擊 Go register。跑完後應有 r\_RGB\_0000x.fit 出現。
5. 打開其中一張，看看它的樣子。點擊中心下方的 Linear 並切換為 Autostretch。
6. 點開左上方 Image processing，點擊 RGB Compositing。
7. 將三張影像分別丟進 RGB 色板，點擊 Finalize colour balance。從左上切換到 R 色板，在圖中選一片純黑區域，點擊上方的 Use current selection，點擊 Background neutralization。
8. 從左上切換至 RGB 色板，對圖片右鍵存檔 tiff，選擇 32 位元。

GIMP

# GIMP 修圖

- 點開圖片，從上方的顏色選取 Curves
- 曲線的意義：像素數值的轉換函數
- 暗部擴張：
  - 最大程度發揮 0 – 255 的亮度預算。
  - 三個色板分別處理，將左下的錨點拉到直方圖山腳處。
- 曲線調整，凸顯細節（藝術）



Final Summary

# 總結：天文攝影的影像處理

- 基本精神：分析好照片、第一性原理、正確且高效的拍攝。
- 拍攝規劃：計算 FOV、Finder chart、Visibility plot、拍攝方法。
- 影像處理/校正：測量並扣除偏差，從原始影像中抽取出屬於天體的資訊。
  - 三大校正檔案：偏壓、平場、暗電流。
  - 常用處理軟體：DSS、Siril、PixInsight、APP、AstroImageJ 等。
  - 單色影像則還需要對齊與三色合成。
- 修圖：另一門博大精深的學問。