

安裝前調整

確認波長範圍

將光譜儀主 CCD 連接電腦 (cooling 可有可無), 並且接受 calibration kit box 中譜燈的 12V 電源, 拍攝 300 秒譜燈, 檢查波長範圍是否合乎需求. MaxIm DL 的 horizontal profile 可對照手冊的 Ne/Ar 發射譜線(附件 x)確認波長. LISA 的建議可用範圍為 $\lambda=500-2750$.

調整波長範圍

若需調整 grating angle, 先移除 1 顆保護蓋螺絲, 並鬆開撥桿的 2 顆螺絲, 中間螺絲為 grating 轉軸勿動! 請注意手部清潔, 盡可能防止塵埃掉入光譜儀內部. 撥桿向上為移向紅端, 反之則往藍端, 調整時主 CCD 以 10 秒連續曝光, 監看波長範圍變化, 調整主 CCD 的波長範圍無誤後, 鎖緊撥桿螺絲, 並再次曝光確認波長範圍是否因螺絲鎖緊而產生些許改變.

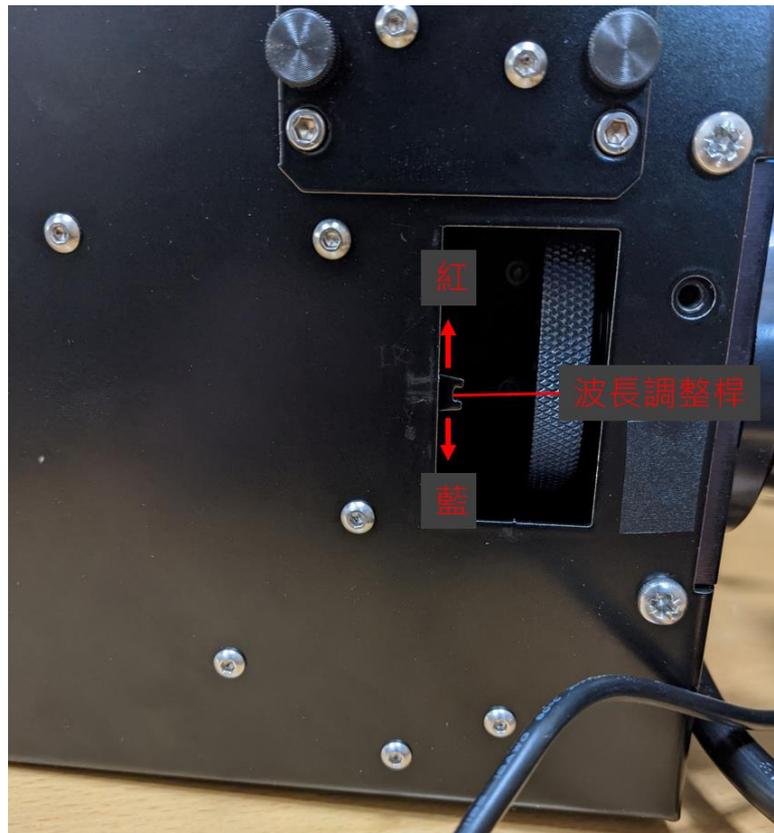


圖 1

主 CCD 後續調整與對焦

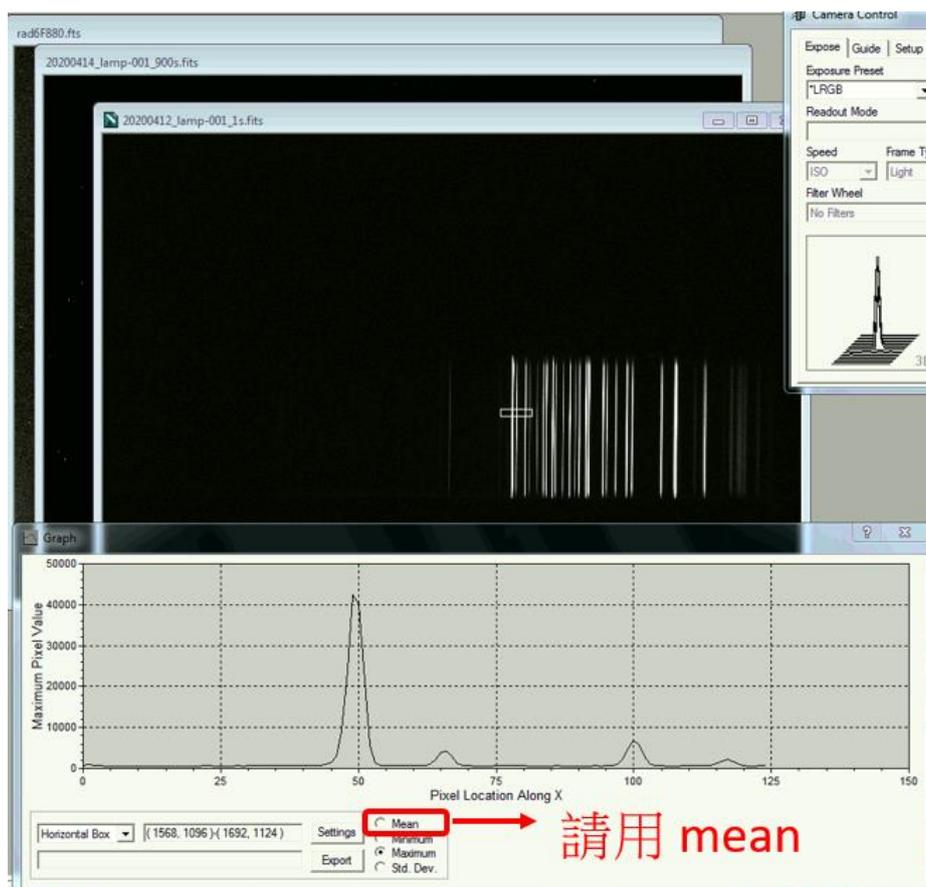


圖 2

波長調整完成後, 鬆開主 CCD 固定螺絲, 持續連續拍攝譜燈(5 秒即可), 微調 CCD 角度使色散軸對齊主 CCD 的長軸, 並前後移動約略調整焦點位置. 鎖定主 CCD 後, 再利用光譜儀內部的調焦機構(見圖), 來微調主 CCD 的對焦狀況, 受到成像面彎曲的影響, 對焦請對在 CCD 中間偏右約 1500-2000 pixel 之間的譜燈發射線. 在妥善對焦的狀況下, 發射線的半高全寬大致小於 5 pixel. 完成後裝回光譜儀兩側蓋板.

Check List

- 波長範圍是否符合需求
- 主 CCD 對焦狀況
- 主 CCD alignment

光譜儀安裝與電腦設定

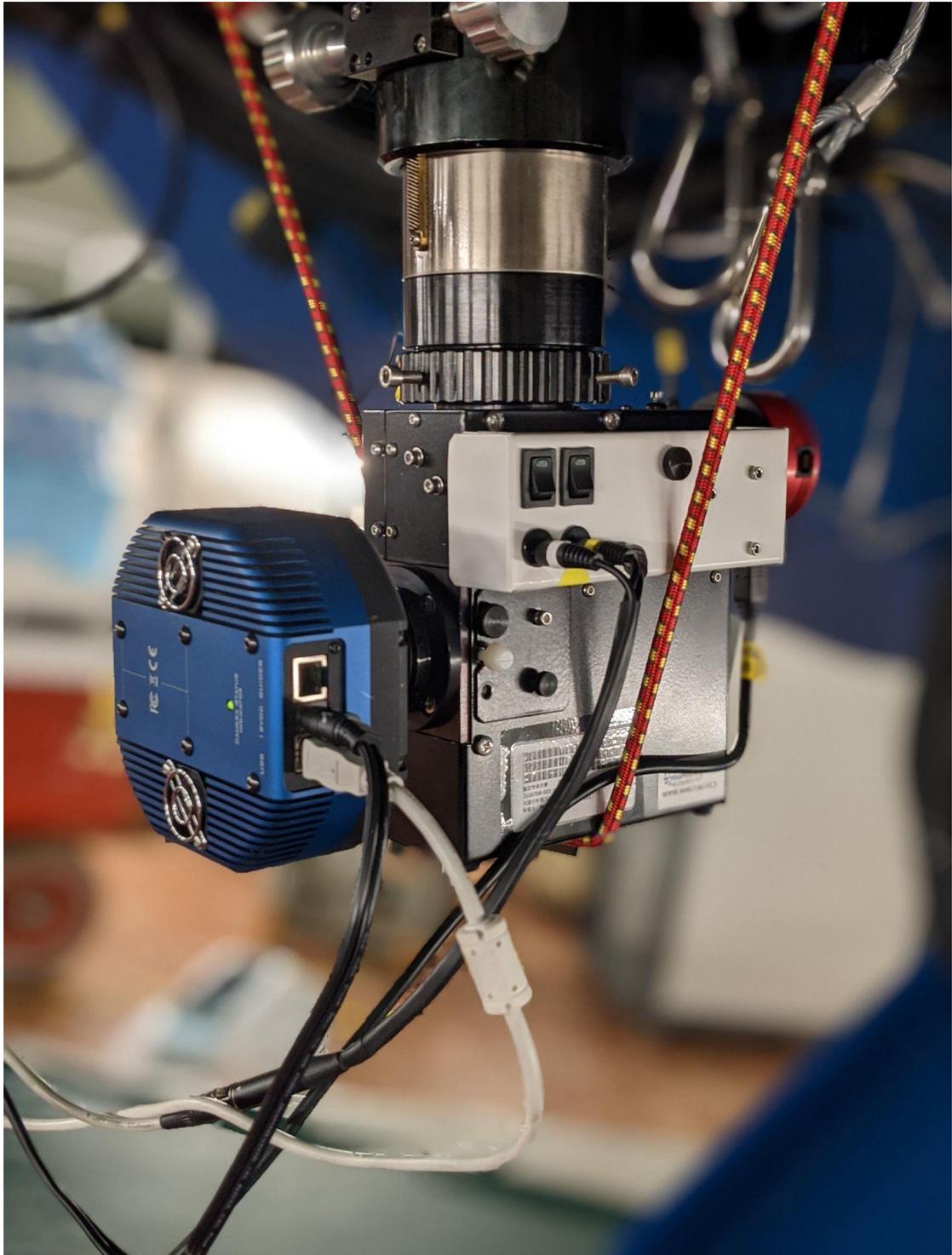


圖 3

光譜儀安裝

如圖 3, 安裝時主 CCD 朝端北, QSI 660 CCD 接 12V 電源線與 USB 線 (連接線接口朝西), guiding camera 接 USB 線 (連接線接口朝下), calibration kit box 12V 電源線

白左黃右. 若有安裝減焦鏡, 對焦座長度轉到最短, 若無減焦鏡, 對焦座則拉長至約 5 公分(?). 適當調整防護用彈性束帶長度, 切記束帶固定點不要越過對焦座!

電腦設定與 CCD 連線

Main CCD :

MaxIm DL > ASCOM > QSI CCD Universal (圖 4 上)

Coolor : -15°C (設定太低會降不下去)

Gain 選擇"High", Readout Mode 選擇"Use Adv Dialog"

Guiding camera :

PHD2 > ASI Camera > ZWO ASI120MM(ID0) (圖 4 下)

Setup QSI Universal

QSI Universal Driver v7.6.2971.17
(c) 2006-2015 Quantum Scientific Imaging, Inc.
Support: www.qsimaging.com

Camera Model
QSI Universal

QSI Configuration - Main Camera

Camera Selection
 USB Interface
QSI 660 Series Camera (00602494)

Imaging Options
Camera Gain: High
Shutter Priority: Mechanical
Anti-Blooming: [Dropdown]
Pre-Exposure Flush: None

Cooling Control
 Cooler On
Cooler Set Point Deg. Celcius: 0

Autosave Setup

Slot	Type	Filter	Suffix	Exposure	Binning	Gain	Readout Mode	Repeat	Script
1	Light	No Filters		1	1	High	Use Adv Dialc	7	...
2	Light	No Filters		240	1	High	Use Adv Dialc	7	...
3	Dark	No Filters	d60s	60	1	High	Use Adv Dialc	7	...
4	Dark	No Filters	d240s	240	1	High	Use Adv Dialog	7	...
5	Dark	No Filters	d300s	300	1	High	Use Adv Dialc	7	...
6	Dark	No Filters	d1s	1	1	High	Use Adv Dialc	7	...



圖 4

導星相機調整(需在圓頂進行)

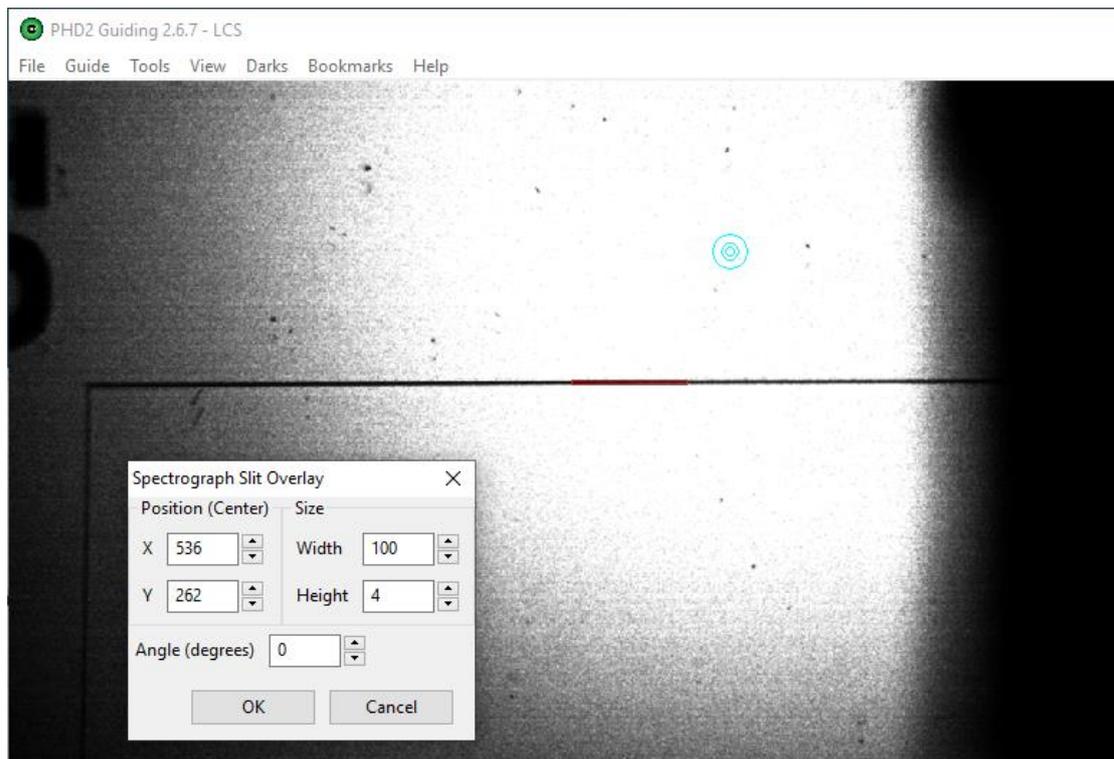


圖 5

攜帶一台可連接 guiding CCD 的電腦至圓頂, 開啟平場燈並連線 guiding CCD, 以 PHD2 導星軟體監控狹縫對焦情形與旋轉角度, 盡可能將狹縫調整至水平方向. 完成後排線接回控制室電腦, 在導星軟體 PHD2 的 view 選單, 點選'spectrograph slit' 以開啟狹縫標記, 若有需要可在'slit position'修改狹縫位置. 狹縫位置可開啟平場燈或譜燈來進行確認.

遙控譜燈 (SPOX)

桌面開啟 SPOX，選擇 COM 6 後連線。

此模組有也有平場燈，但平場燈有 Y 軸的梯度變化，所以建議還是使用布幕平場。



Check List

- 導星 CCD 方向與對焦調整 (排線朝下)
- 安全束帶沒有跨越電動對焦座
- 手動對焦座位置正確 (有減焦鏡: 轉到最短, 沒有減焦鏡: 長度約 x 公分)
- 線材接妥, toolkit box 開關開啟
- CCD 溫度設定在-15 度
- 導星軟體狹縫設定
- MaxIm DL telescope 連線

觀測前準備

譜燈拍攝

使用預設的 Ne/Ar 譜燈, 切換後等待至少五分鐘讓光源穩定, 原則上至少拍攝 2 張 600 秒影像, 每晚至少拍攝一次, 時間允許的話開拍前和拍攝結束後各拍一組。可以在關鏡蓋狀態下拍攝。

針對不同的目標影像 binning，需要拍攝相應 binning 的譜燈影像。

Binning = 2 時，曝光 150 秒。

Binning = 3 時，曝光 60 秒。

開燈後確認 guiding CCD 上應有來自左上方的光源，代表譜燈成功開啟。（如圖 6）

拍攝完畢後務必確認已將譜燈關閉。



圖 6、

Dome flat

關閉 dome slit, 打開 mirror cover, 把望遠鏡指向 flat screen, 打開平場燈(直接開到最亮), 原則曝光 60s*7 張, 與 60s dark 交錯拍攝, 開始拍攝時開啟望遠鏡 sidereal tracking, 讓望遠鏡視野掃過 flat screen, 降低光源和布幕不均勻造成的影響, 不建議使用內建的平場燈

針對不同的目標 binning, 需要拍攝相應 binning 的平場影像。

Binning = 2 時, 曝光 15 秒。

Binning = 3 時, 曝光 6 秒。

bias/dark

QSI CCD 的 cooling 效率只能達到 $\Delta T = -25$ 度, 請盡量在白天圓頂升溫前完成拍攝因搭配光譜儀的 QSI660 有許多 bad pixel, 且雜訊較多, 因此拍齊 dark 非常重要, 不建議只拍最長時間 dark 然後使用內插法。所以除了 light 以外 lamp 與 flat 的秒數和 binning 也要拍!!!

每組秒數和 binning 各拍 10 張

Special note

Maxim DL 連接 QSI CCD 在曝光過程中會暫時凍結無法操作, 若要取消曝光, 請使用額外小技巧來解決

望遠鏡對焦

選取一顆 10 等亮星, 設定 guiding CCD 一秒連續曝光, 以 PHD2 軟體監看星點的對焦情形, 並且以 auto slew 電腦調整焦距.

Check List

- 望遠鏡對焦
- 譜燈拍攝
- 平場拍攝

光譜拍攝

導入目標

在 The Sky 使用 find 或輸入座標找到目標, 接著用 autoslew 將望遠鏡移動至目標位置。

參考 finding chart, 將目標星點移至狹縫內。先在 Guiding CCD 設定重複曝光 (如圖 7), 再移動望遠鏡請用望遠鏡控制電腦, 由每步移動 5 單位開始移動望遠鏡指向, 逐步縮小步幅微調星點位置直至落入狹縫中, 通常目標星點會落在狹縫的北方, 因此可以先向南調整望遠鏡指向。



圖 7、(1)在秒數欄選定每次曝光長度, (2)再按綠色循環箭頭鈕開始重複曝光。

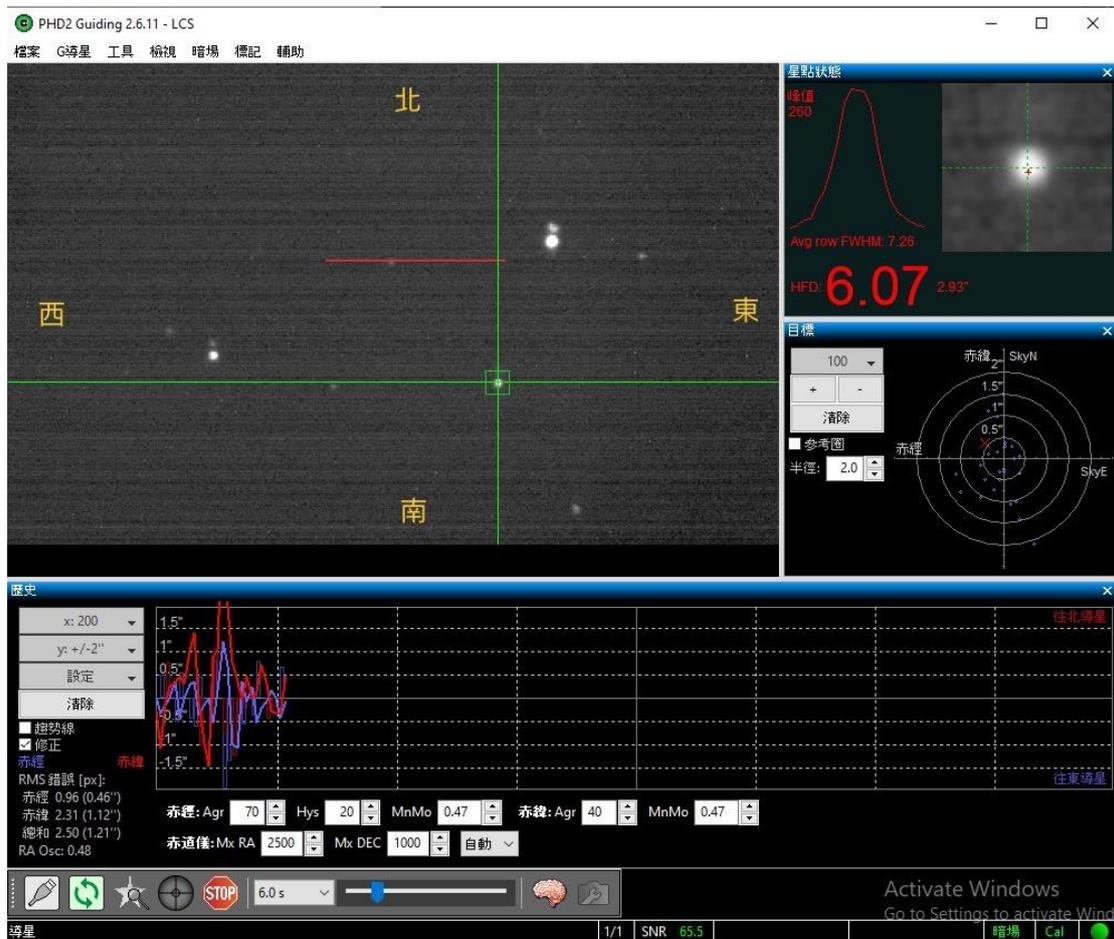


圖 8、Guiding CCD 視窗，根據星點相對於狹縫（紅色細框）位置微調望遠鏡指向。

較亮的目標在 guiding CCD 影像上會出現鬼影現象，形成上下兩個星點，通常上方為鬼影，下方為真實的星點（如圖 9），請將真實星點的中心移動至狹縫上。



圖 9、星點及其上方鬼影

確定星點落入狹縫中後，請存一份導星 CCD 影像，以便處理資料時確定光譜所屬星點及目標位置。（如圖 10）

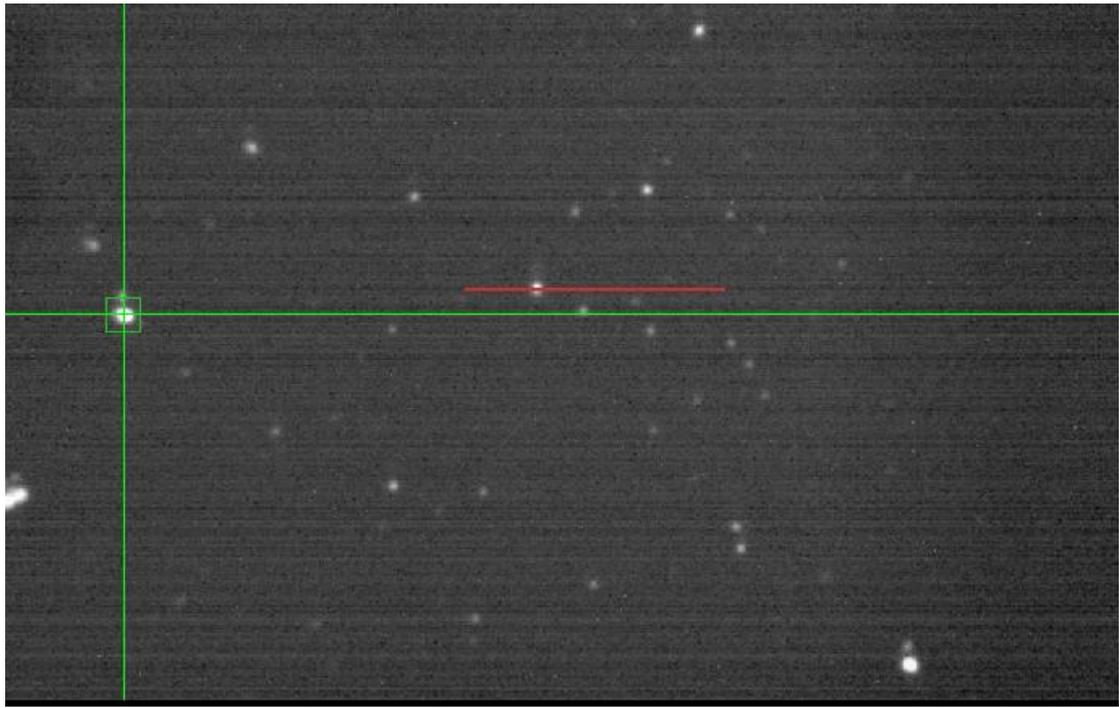


圖 10、目標落入狹縫中後的導星 CCD 影像。

bad pixel mask

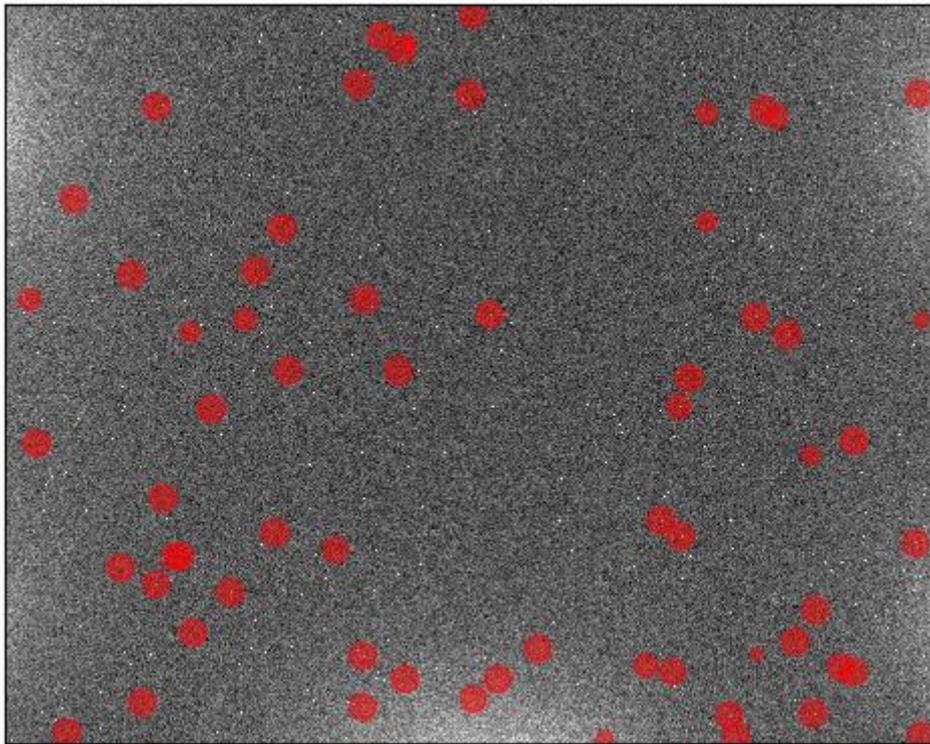


圖 11

拍攝光譜時, 若需要長時間曝光(> 600s), 盡量避開已知的 CCD hot pixel, 圖 11 為曝光 600 秒, pixel count > 60000 的 bad pixel. 此類 pixel 加上 bias/dark 之後會接近飽和, 而造成無法彌補的後果.

自動導星設定 - PHD2 Guiding

目標就定位後可以開始曝光，建議_____秒以上曝光的拍攝可以使用自動導星。導星以同視場內的明亮星點為主，實在無其他星點可用才用目標星。

注意：Moving object 無法使用自動導星，請手動導星。

裝好儀器後第一次使用導星一定要先做一次 calibration，第一次 calibration 做完之後，之後直接導星即可。若覺得自動導星不太準確可以再做一次 calibration，不過若狀況依舊，可能是天氣狀況，或是 seeing 不佳，就要使用手動導星。

calibration 方法：在 guiding camera 影像上點選一顆星，然後 shift + click guiding button，畫面星點旁會出現黃色虛線十字，並開始做 calibration。等到黃色虛線十字變成綠色實線十字時代表已完成 calibration 並開始 guiding。而畫面下方 History 欄的修正量趨於穩定後就可開始拍攝。



上圖修正為：Shift+左鍵點擊

Calibration 後的一般導星方法：點擊導星用星點，再點擊綠色十字鈕。

停止 guiding：在移動望遠鏡前必須先停止 guiding，否則 PHD2 會干擾望遠鏡 slew。可以用 re-looping exposure 或是 stop 來停止 guiding。



Looping exposure

遇狀況導致導星失效時，十字線會變成橘色，PHD2 畫面閃爍，系統發出警告音。

若為短暫追蹤失敗，則警告狀態不會持續，PHD2 繼續導星。

若警告狀態持續，則需檢查可能為雲霧遮擋或望遠鏡偏移等狀況導致無法繼續追蹤原綠色方塊中的星點，判斷暫停觀測或重新設定導星。

手動導星

請用望遠鏡控制電腦微調星點位置，通常以南北方向 0.1-0.5 單位調整，實際步幅依 guiding CCD 重複曝光秒數而定。

建議拍攝秒數 (by CL, Lin)

Bin 1, Slit Width = 35 mm, Resolution ~ 1600

V mag	Exp time
10	20
11	40
12	75
13	150
14	300
15	600
16	1200

Bin 2, Slit Width = 35 mm, Resolution ~ 800

V mag	Exp time
10	10
11	15
12	35
13	60
14	150
15	300
16	600

兩顆星同時落入狹縫

當兩顆星同時落入狹縫中，光譜 CCD 上會出現兩條分光影像，須註明觀測目標位置，以便未來資料處理。

觀測後校正影像拍攝

補齊校正影像

補齊開拍前未完成的譜燈、平場、dark、bias 影像。

檢查所有目標、標準星、譜燈、平場使用的曝光秒數和 binning 設定皆已完成 dark 拍攝（請勿只拍攝最長曝光秒數）。

檢查影像

檢查所有校正影像品質

- ◇ 譜燈影像：使用 horizontal line 切過影像，觀察所有沿色散方向（x 座標）上的發射線都能清楚辨認，較強的發射線讀數可以超過 65535。使用 horizontal box 切過較弱的發射線（例如藍端，即 profile 左半部），應該要能看到數條明顯的發射線。如圖 12。

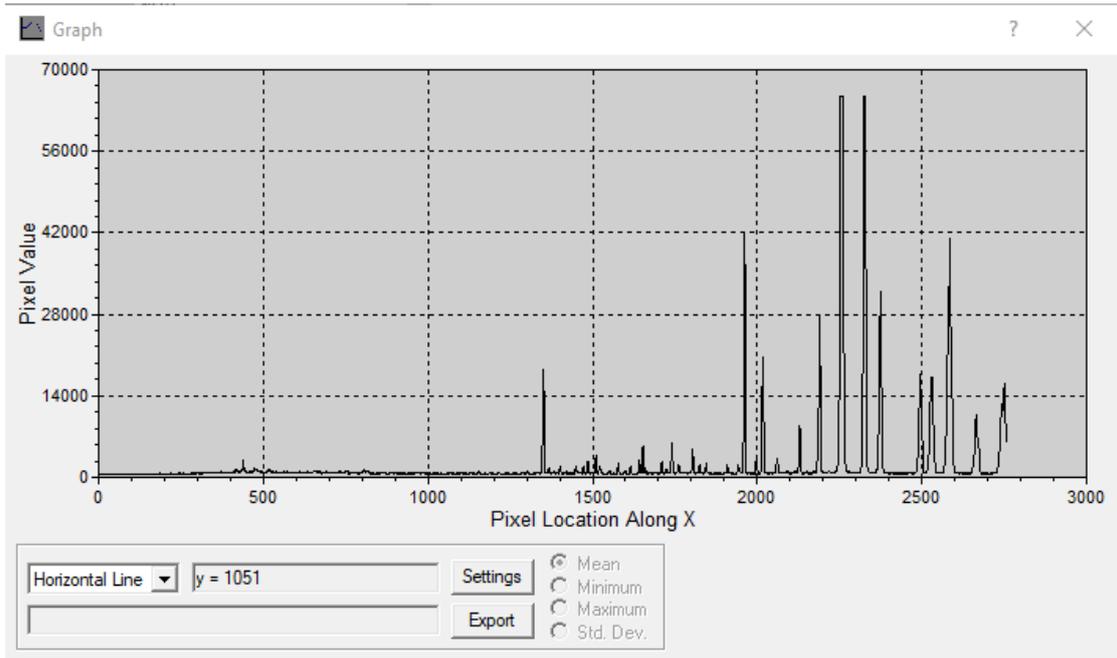


圖 12、譜燈完整 profile。藍端（左方）的發射線通常較微弱。

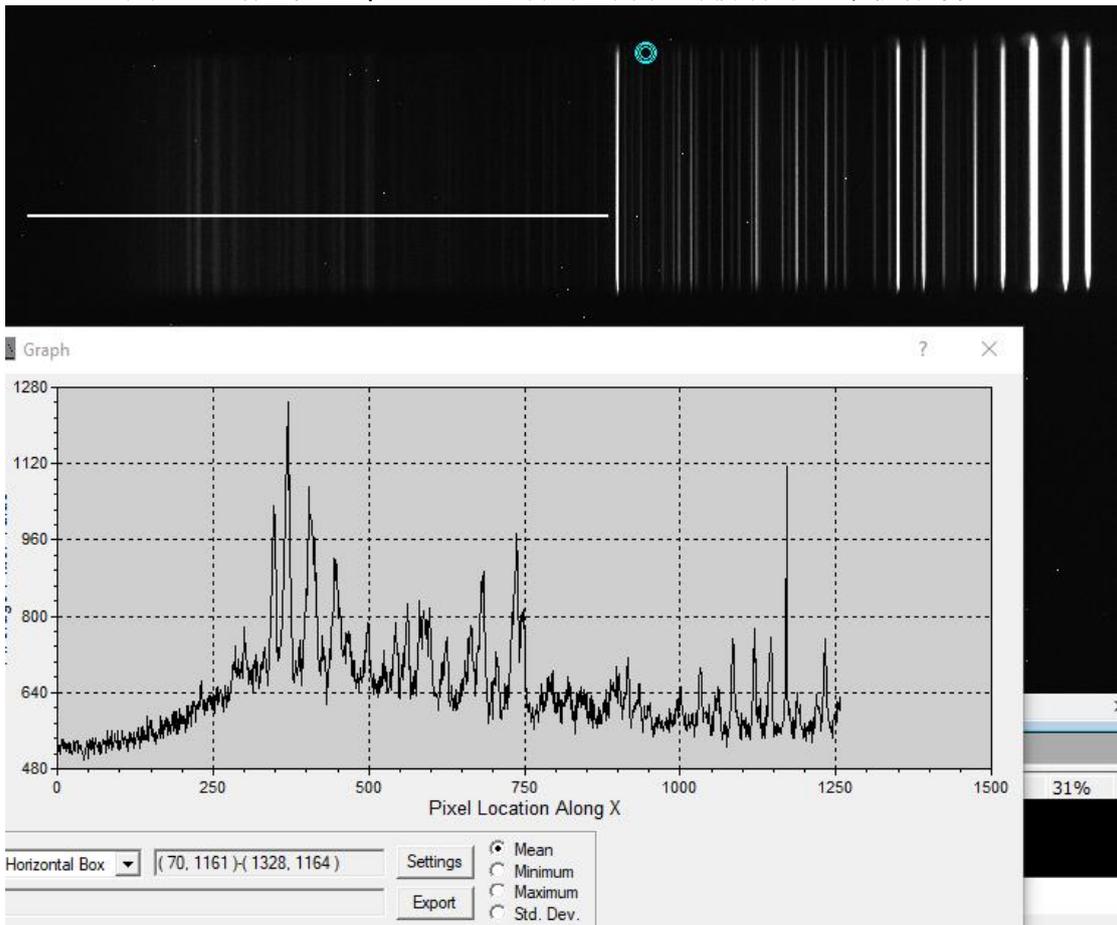


圖 13、譜燈左半段（藍端）profile。

◇ 平場影像：讀數峰值大約落在 25000 左右（如圖 14）

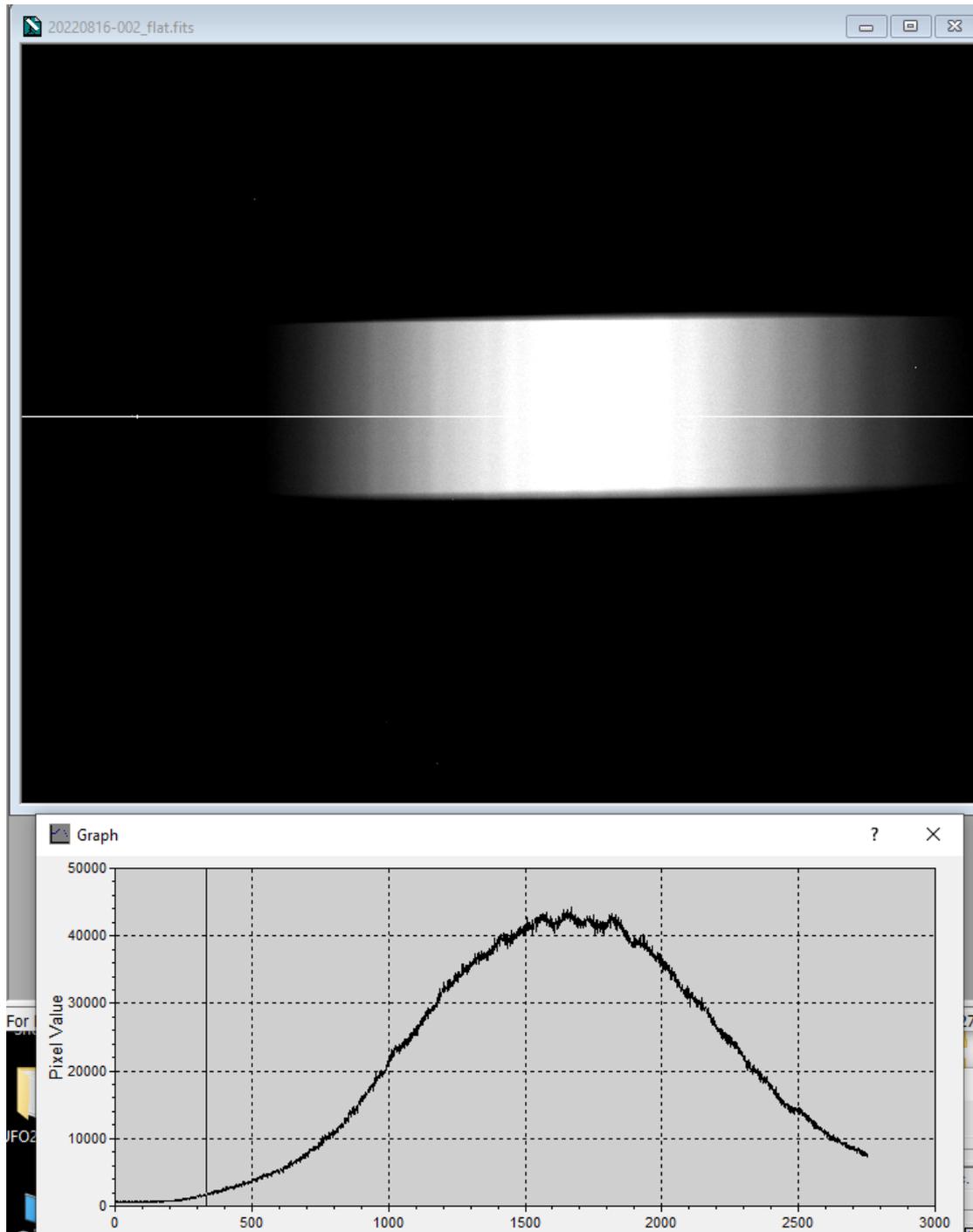


圖 14、平場影像與 profile。