

木星拍攝與影像處理

Ver 1.0



作者：謝揚鵬

大綱

頁數

第一部分:如何錄製木星影像

一、選用適當的行星相機與巴羅鏡	3
二、影響行星攝影的關鍵因素	4
三、如何錄製木星影像	4

第二部分:影像處理

一、影像處理前的預備動作	7
二、疊圖	8
三、銳利化	11
四、去自旋處理	13
五、最終影像修飾	17

■ 結論	17
------	----

■ 附錄	18
------	----

木星拍攝與影像處理

木星是太陽系中最大的行星，視星等可從-1.6 至-2.9 等十分耀眼~ 用一般天文望遠鏡即可看見它的大氣條紋與大紅斑，非常美麗！如果能利用拍攝的方法，捕捉它更多的雲氣細節那不是更好嗎？而且行星攝影較不受光害影響，在都市中也能進行。在這篇文章中，筆者就以木星為範例，介紹從拍攝至影像處理的一般程序。第一部分介紹：「如何錄製木星影像」，第二部分介紹相關的「影像處理」。

所需硬體：

- 望遠鏡：牛頓鏡(口徑大於 15cm 較佳)、馬可斯多夫或施密特-蓋賽格林式望遠鏡
- 彩色行星相機與巴羅鏡

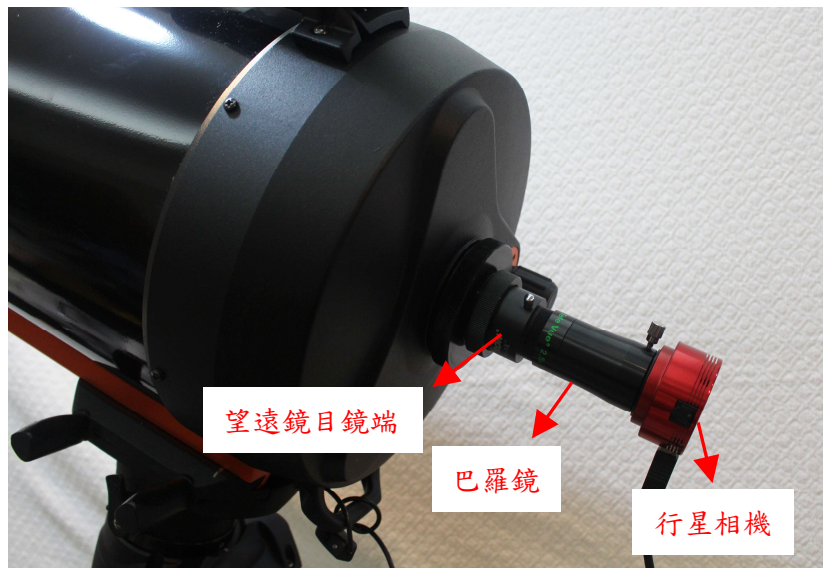


圖 1 行星攝影的硬體裝配方式

第一部分：如何錄製木星影像

一、選用適當的行星相機與巴羅鏡

比起一般常見的梅西爾天體，行星的視直徑很小；即使是木星，依距離遠至近視直徑也只有 29.8~50.1 角秒。所以拍攝木星需要長焦段，才能把它放大到適當的大小。這需要加上巴羅鏡，來延長主鏡的等效焦長。在這麼高的焦段下，即使是輕微的大氣擾動都會讓木星影像晃動、或者讓一些大氣特徵忽隱忽現。為了減少大氣擾動對拍攝的干擾，所以拍攝木星必須用相機來「錄」。說穿了，就是在 1 秒鐘內快拍數十至上百張照片，然後從中挑選品質較佳的來作疊圖。目前這種主流的行星拍法，在英文中稱為「Lucky image」。

行星相機依照性能的不同，從台幣\$4000~20000 元不等。價格越高，相機能提供的最大畫素與幀率(frame rate)更高、影像噪訊也較低，各位可依照自己的預算與需求來選購。

至於巴羅鏡(Barlow lens)現在市面上常見的有 2X、2.5X、3X、4X、5X，不同望遠鏡能搭配的巴羅鏡倍率有最大極限。一般來說在接上巴羅鏡後的整體焦比(等效焦長/口徑)最多約到 f25~30 左右。如果整體焦比過大，影像是放大了可是也糊掉了！另外，巴羅鏡對最終成像的品質影響頗大，在預算許可的前提下建議選購品質較佳的。在硬體方面如果真的不知道如何選購，可以請教有經驗的同好。

二、影響行星攝影的關鍵因素

個人認為影響行星攝影品質的關鍵因素有下列幾項：**視寧度、望遠鏡口徑、光軸準直性、準焦、適當的錄像參數**。視寧度是決定在老天爺，望遠鏡口徑越大解析力越佳；而後面 3 項是我們人為可以控制的，尤其是光軸的準確性影響解析力甚大！至於適當的錄像參數，會在下文中討論。

有此一說：行星攝影是靠「三分拍攝、七分後製」，這個觀念並不正確... 其實在錄像結束時，一張行星照的品質大致已經底定；如果取得的影像不夠清晰或訊噪比不夠，即使再厲害的影像後製，處理出來的影像品質也有限。

三、如何錄製木星影像

在開始錄製前，務必等待一段時間讓鏡筒內的溫度與環境達到熱平衡！ 鏡筒內的空氣溫度與周遭環境相差過大時，看到的木星影像會很像「水滾湯圓」。拍攝前先觀察等到木星影像晃動程度降低、穩定下來之後，就是達到熱平衡了。在錄像軟體方面，筆者是推薦 FireCapture，它的功能十分強大，對於日後想學進階拍法的人，這套軟體很好用。而且由 FireCapture 錄製的影片，它的檔名格式直接支援 WinJUPOS。在錄像階段個人覺得有 3 個關鍵參數：**快門時間、增益、錄像時間**，設定方法如下所示。

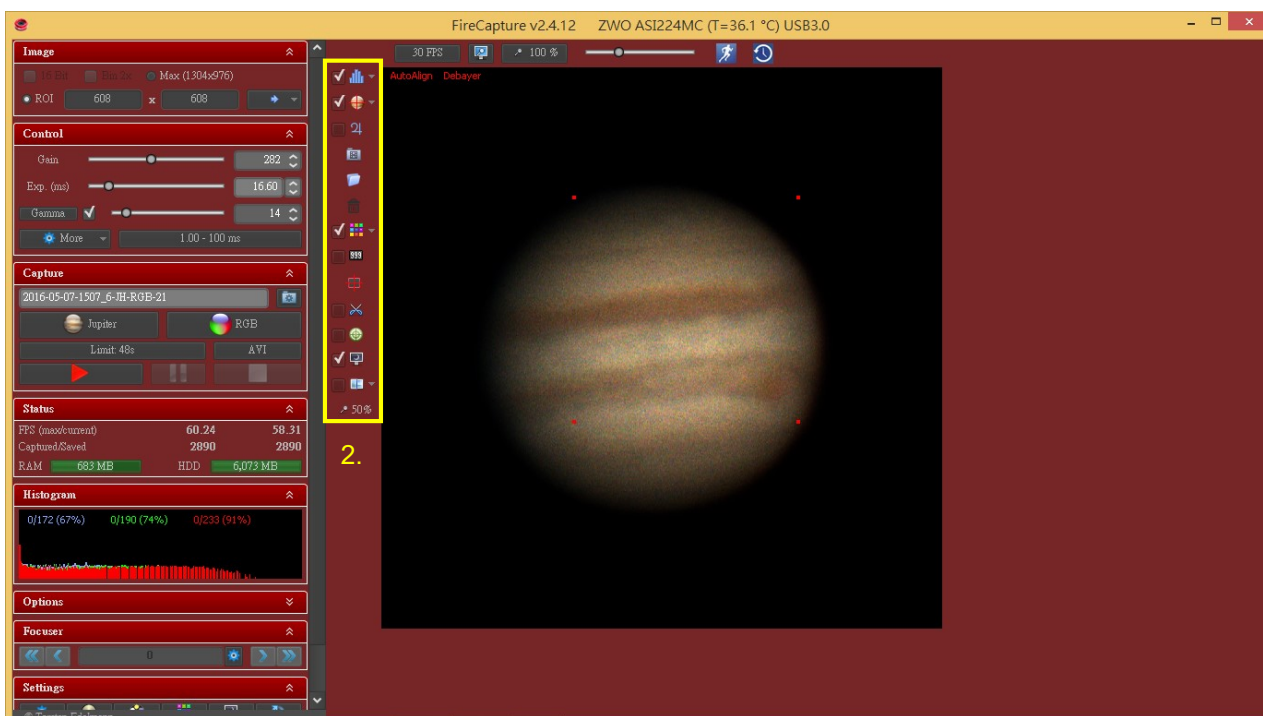


圖 2 FireCapture 介面，主要參數設定在左半邊，而即時影像顯示在右半邊

FireCapture(以下簡稱 FC)操作方法：

- 1.FC 有個 bug 就是必須要安裝在根目錄 C:\ 底下，否則無法執行；安裝完後到其資料夾底下，雙按 FireCapture.exe 程式即啟動。
- 2-①.畫面中間有一排快捷鈕，可以將自己常用的功能擺出來(圖 2)。從 Setting 面板按下齒輪圖示，

進入程式的設定介面，從 System→Layout 中設定。

- ②. Setting 面板按下齒輪圖示→Capture→settings，☒ WinJUPOS file naming 務必勾選；影片檔會自動以錄製時間為檔名，並符合 WinJUPOS 的時間格式。（後面會說明用意）

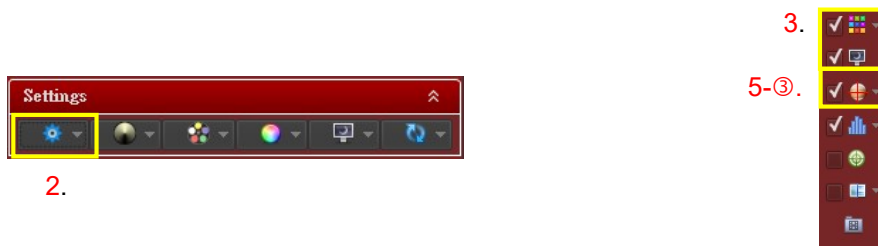


圖 3 FireCapture 中間有一排快捷鈕，可以將自己常用的功能擺出來。從 Setting 面板按下齒輪圖示即可設定

3. 因為是採用彩色行星相機，所以 ☒ Debayer 需勾選，右邊的預覽畫面就會轉成彩色的。夜視模式最好開啟，對眼睛較舒適。
4. Image 面板：設定右邊預覽畫面的大小。



5. Control 面板—接下來就要進入關鍵參數的設定

②. 設定增益值

①. 先設好快門速度，以決定幀率

③. 適當拉低 Gamma 值幫助調焦

④. 按 More 鍵會跳出一視窗，WBlue 與 WRed 可調整色平衡

設定快門速度時，Status 面板中會換算成幀率。左邊是理論值，右邊是實際值

圖 4 Control 面板—錄像的重要參數在此設定，Status 面板會顯示幀率。

快門時間 $\text{Exp. (ms)} = 1 / \text{幀率} * 1000$

- ①. 我的習慣是先決定幀率(frame rate，即相機每秒拍攝的幀數)，現代行星相機能提供的幀率都

夠高，建議最好在 **30FPS** 以上。如果大氣擾動越嚴重，幀率就要設得越高→表示快門時間就要設得更短(要捕捉住快速晃動的影像，所需的快門時間就要更短)。但是幀率也不能拉得過高，因為這表示 Exp. (ms)會設得很低→ 影像很暗 →必須把 Gain 拉高。行星相機在增益提高到某個程度時，噪訊就會開始出現。再經過後面的銳利化處理，這些噪訊會被放大。

- ②.調整 Gain 值讓影像達到明亮清晰的地步，但不可有過曝的部分。
- ③.適當地拉低 Gamma 值，可以增加影像的對比度；勾選 Autoalign 可讓影像穩定維持在正中央（見圖 3 右），這些都可協助我們判斷是否有準焦。
- ④.按 More 鍵會跳出一視窗，WBlue 與 WRed 可調整色平衡。

6.Capture 面板

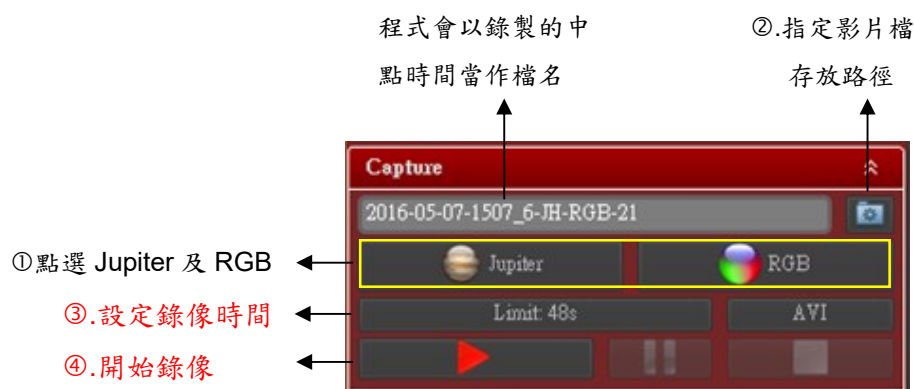


圖 5 Capture 面板

①.點按並選取 Jupiter 及 RGB，程式會把參數記錄起來，下次不必再重新輸入。

②.按下該圖示，從 Set Folder 中指定 AVI 檔存放路徑。

③.設定錄像時間—這是一個重要參數：木星 99 秒即自轉 1° ，所以錄像時間不可以過長，否則會讓雲氣的細節“拖線”而糊掉！口徑及焦長越大的望遠鏡更要注意，否則只是浪費了它的高解析力！例如筆者是用 C11 鏡筒，錄像時間我都設 50~60 秒。

另外，錄像時間會隨著望遠鏡口徑、焦長及視寧度而有所不同，建議可從~2 分鐘開始試驗，找出最適合自己的參數。但要注意錄像時間也不可過短，否則可供疊圖的幀數太少會導致影像訊噪比不足！

④.參數都設定好之後，按  鍵開始錄製影片。

7.以下擷取 10 秒鐘的影片，作為範例。



示範影片(2016-05-07-1451_0-RGB-1).avi

※ 關於 FireCapture 官方教材請參考附錄 1

第二部分：影像處理

影像處理程序與相關天文軟體：

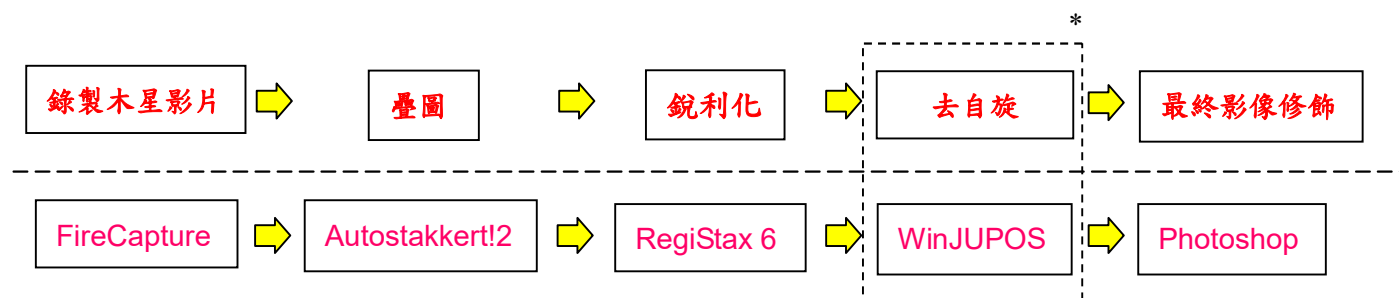


圖 6 木星(行星)攝影的影像處理程序與相關軟體

基本上在經過前 3 道程序後，即可產出一張木星(行星)照。如果各位想增加影像的訊噪比，建議分多段錄像以延長總錄像時間。另外若想用 LRGB 法拍攝行星者，WinJUPOS 更是不可或缺的工具。初學者若覺得太繁複，去自旋這部分可先跳過日後有機會再學。

■ 前 4 種均為免費軟體，下載點如下

1. <http://www.firecapture.de>
2. <http://www.autostakkert.com/wp/download/>
3. <http://www.astronomie.be/registax/download.html>
4. http://www.grischa-hahn.homepage.t-online.de/winjupos_download.htm

一、影像處理前的預備動作：

如果先暫時不想用 WinJUPOS(以下簡稱 WJ)作去自旋，這段預備動作可先跳過。另外，最新版的 FireCapture 生成的檔名已修正成錄像的中點時間，不必再手動去更改檔名了！但有些同好可能還是用舊版或是其它錄像軟體，所以下面這一段我還是留著。

WinJUPOS 在作去自旋處理時，會需要這張照片的時間點，這是去自旋處理的重要資訊！這個時間點是取錄製的中點時間。前面錄像軟體為什麼要介紹 FireCapture 呢？因為由它生成的檔名就符合 WinJUPOS 的時間格式，WJ 會依據檔名將時間資訊自動匯入。

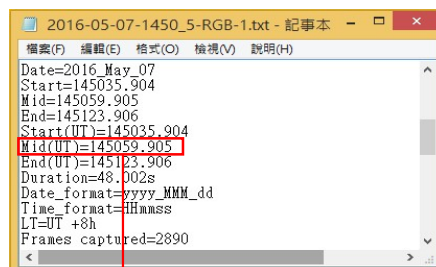
個人是習慣在影像處理前，就把錄好的每段影片檔名先改成錄像的中點時間，以避免自己混淆。作法如下：

1. 如圖 7 左，FireCapture 在錄完一段影片後也會產生一個對應的 log 檔。我們只要打開 log 檔，裏面就有錄像的中點時間，把影片檔名改成中點時間即可。這裡是採用**世界時(Universal time, UT)**，也就是格林威治標準時間，台灣の時區是 GMT+8 所以台灣時間- 8 小時=世界時。
2. log 檔中 Mid(UT)=145059.905 就是錄像的中點時間→表示 14 點 50 分 59.905 秒。我們只要將檔名改成 2016-05-07-1451_0-RGB-1.avi 即可，意義如圖 7：

2016 - 05 - 07 - 1451 0 - RGB - 1
 年 月 日 小時 51.0 分 採用彩色錄像,第 1 段影片

記得把影片檔名
 改成錄像的中點
 時間

名稱	日期	大小
2016-05-07-1450_5-RGB-1.txt	2016/5/7 下午 10:51	1 KB
2016-05-07-1451_0-RGB-1.avi	2016/5/7 下午 10:50	3,129,932 KB
2016-05-07-1451_6-RGB-2.txt	2016/5/7 下午 10:52	1 KB
2016-05-07-1452_0-RGB-2.avi	2016/5/7 下午 10:51	3,129,932 KB
2016-05-07-1452_6-RGB-3.txt	2016/5/7 下午 10:53	1 KB
2016-05-07-1453_0-RGB-3.avi	2016/5/7 下午 10:52	3,131,015 KB
2016-05-07-1453_6-RGB-4.txt	2016/5/7 下午 10:54	1 KB
2016-05-07-1454_0-RGB-4.avi	2016/5/7 下午 10:53	3,131,015 KB



這一系列就是該影片的中點時間

圖 7 最新版的 FireCapture 生成的檔名已自動取錄製的中點時間，不必再手動去更改檔名了！但有些同好可能還是用舊版或是其它錄像軟體，所以這一段說明我還是留著。

二、疊圖

許多歐美同好已作過實驗，Autostakkert!2 (以下簡稱 AS!2)在行星疊圖上，效果明顯優於 RegiStax，而且它的操作介面很簡潔，不難上手。

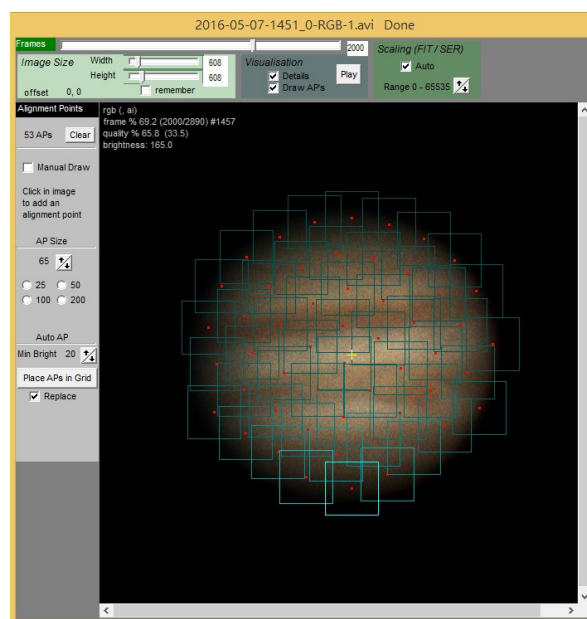
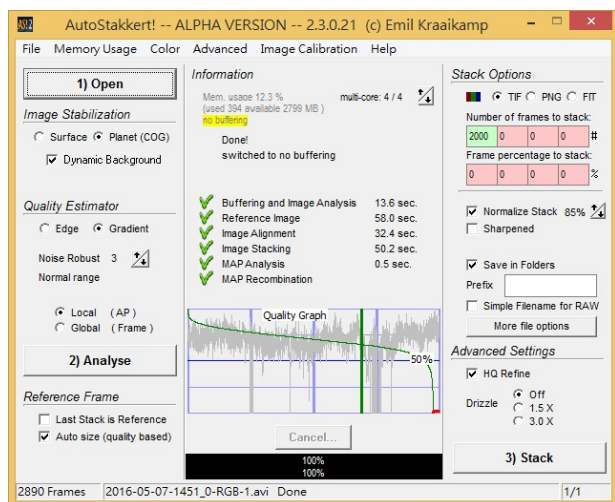


圖 8 Autostakkert!2 有 2 個子視窗。左邊控制疊圖參數，右邊可預覽每一幀圖

操作方法:

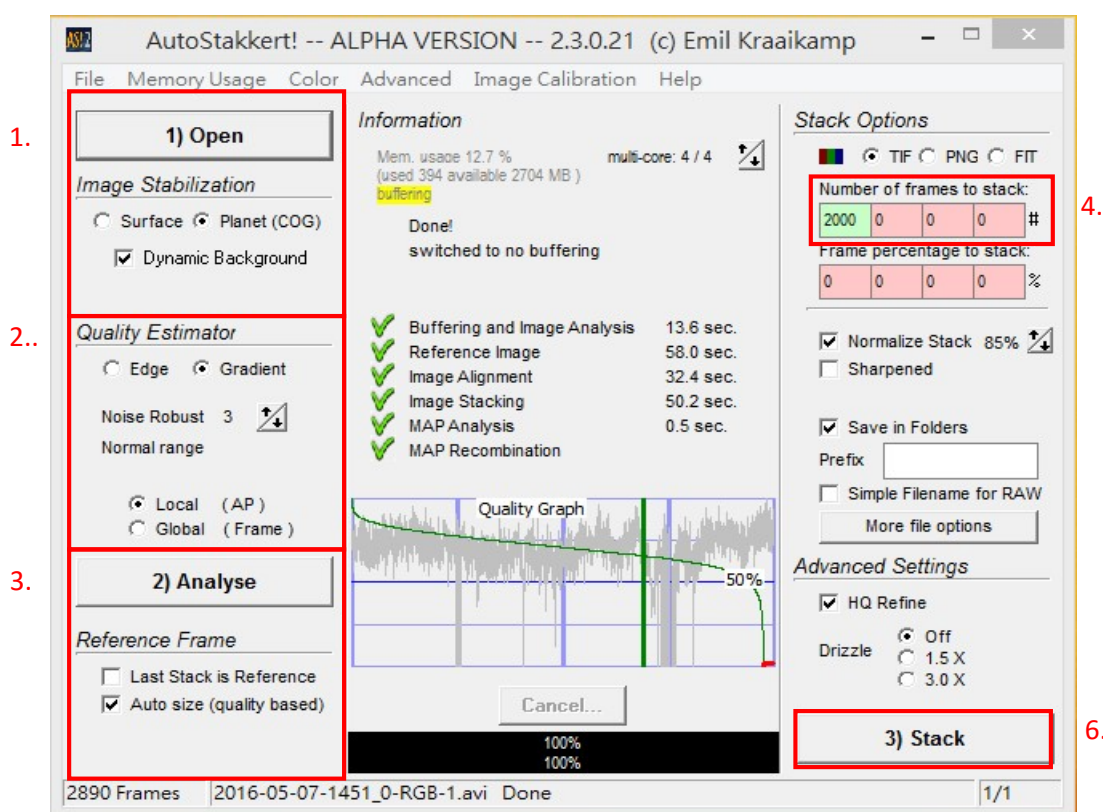


圖 9 控制疊圖參數的視窗

1. 按 **1) Open** 鍵，開啟錄製的 AVI 檔。因為要處理行星請選"Planet(COG)"，其它則按照預設值設定。
2. 處理行星請勾選 **Gradient**，如果要處理有盈虧的天體如金星勾選 **Edge**。
3. 按 **2) Analyse** 鍵程式會分析每一幀圖的銳利度，並在右邊視窗將每一幀從銳利度高排至低。同時，視窗中間下方會有一張曲線圖，綠色曲線表示 AS!2 對每幀銳利度的評比。
4. 接著我們就要決定要取多少幀來疊，將圖 10 上方拉桿往右拉，可以發現排在後面的幀會越來越模糊。這時我們就要仔細觀察每幀影像的銳利度，來決定取多少幀。因為是按照 AS!2 的演算法去排序，各位會發現在局部細節上(例如大紅斑)，有時候排名在後面的幀反而更清楚。**建議各位考量影像的整體狀況，來決定要取多少幀；再配合圖 9 下方的曲線圖來作輔助判斷。注意：並不是疊越多幀就越好，重點是要取到銳利度好與數量足夠的幀！這部分就要靠自己多實驗與練習，來累積經驗。**決定了就把要疊的幀數，填在圖 9 右上方的"Number of frames to stack"中。

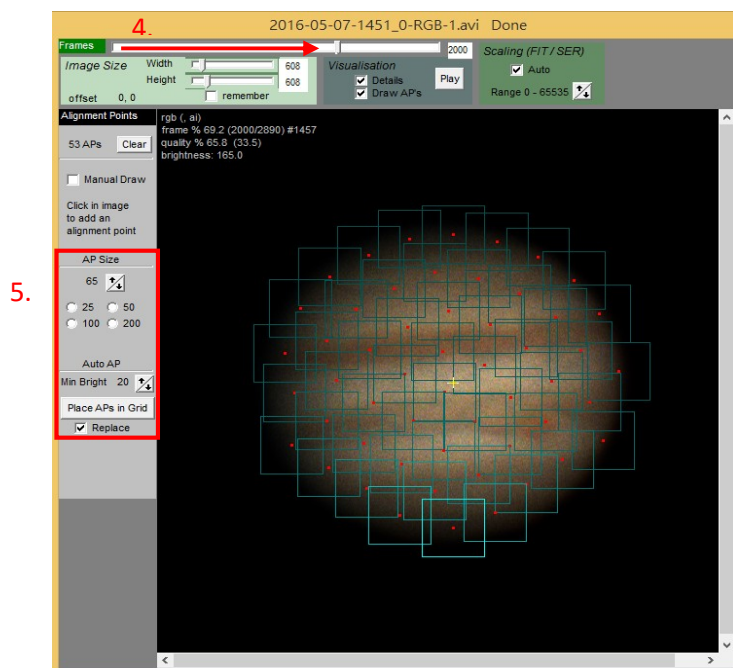


圖 10 AS!2 預覽視窗，可檢視每幀圖的品質與設定定位框 AP。

5. 接著要設定定位框(Alignment point, AP)，AS!2 就是根據 AP 來對齊每幀圖裡相同區域的特徵，最後再把它們疊合起來。

①.Min Bright 設定~20 即可，程式會在階調大於 20 的地方擺定位框 AP，這樣木星邊緣較暗的地方都會被框住。

②.在 AP Size 這裡可設定定位框的大小，那要設多大呢？基本上與你所關心的行星局部特徵大小有關。如圖 10 所示我是設定 65px，因為我關心的是大紅斑、南北赤道環帶、赤道區氣流等的細節，這些區域的大小範圍大約在 65 pixel 左右。這部分我作過實驗，AP size 不要設得誇張的大或小，疊出來的結果不會有明顯差異。而且每個人望遠鏡的焦長不同，拍出來的木星大小會不同；AP Size 自然也會不同，基本上與你所關心的行星局部特徵大小有關。

③.按下 Place APs in Grid，程式會自動擺放定位框 AP。

6. 最後回到圖 9 按下 **"3) Stack"** 開始疊圖，AS!2 會在原影片同一路徑處新增資料夾，結果會存在裏面。

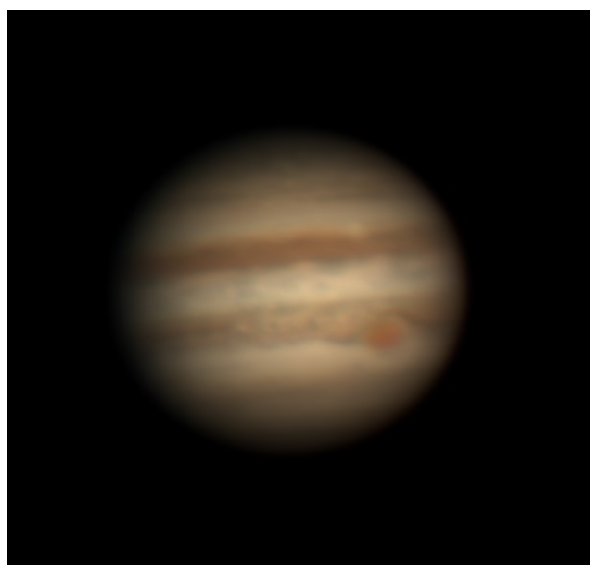


圖 11 經 AS!2 疊圖後的結果—

60FPS、錄 48 sec、取 1800 幀疊。

※ 關於 Autostakkert!2 官方教材，請參考附錄 2

三、銳利化

如圖 11 在疊完圖之後，木星看起來還是濛濛的，但是其實很多雲氣細節隱藏在影像中，這時就需要靠銳利化來把細節引出來。RegiStax 6(以下簡稱 R6)這套軟體可提供疊圖與銳利化的功能，但在這裡我們只用它的銳利化功能。銳利化的演算法有多種，R6 是使用「**wavelet**」。

操作方法：

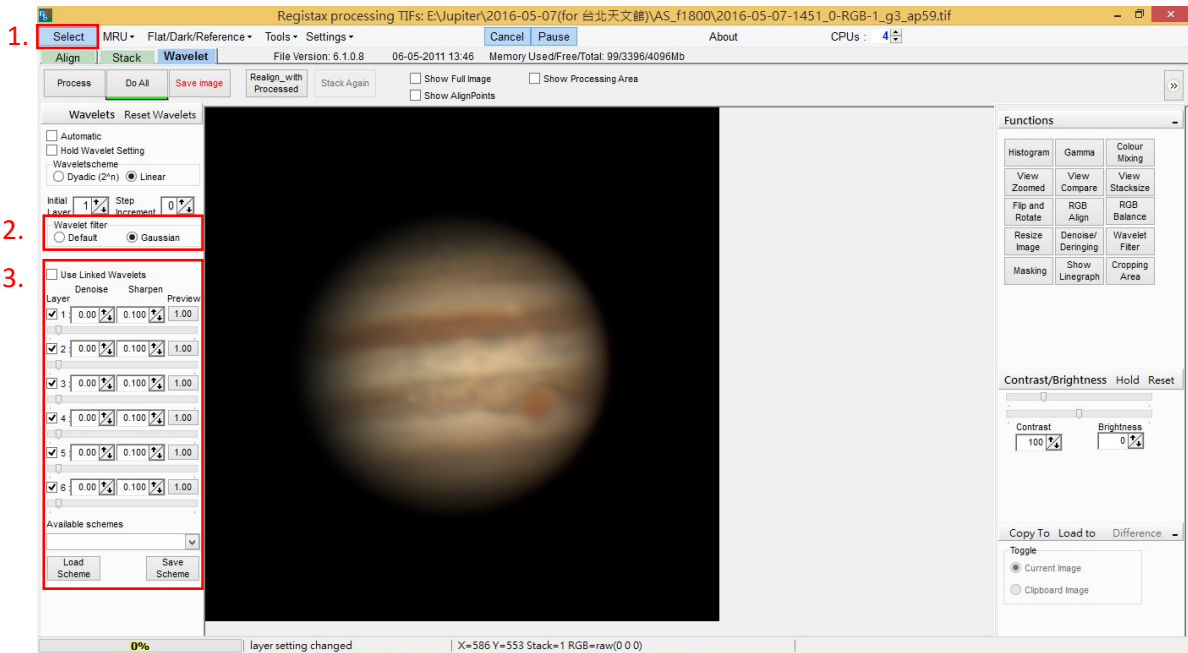


圖 12 RegiStax 6 介面

1.點選左上角"Select"打開疊好的圖，程式會跳至"Wavelet"標籤。

2.確定 Wavelet filter 是選擇"Gaussian"。

3.銳利化就是在這一區，細節參考圖 13

①.務必勾選"**Use Linked Wavelets**"，這是 R6 的新演算法可提供更強大的銳利化功能。

②.先處理 Layer 1，慢慢地將滑桿往右拉並觀察影像的變化。這時會有戲劇性的變化，雲氣的細節開始顯現出來了！在此同時雜訊也會逐漸出現，加大 Denoise 的值可以降低雜訊，加大 Sharpen 的值可以微幅提升銳利度。接著將滑桿再往右拉，同時微調 Denoise 與 Sharpen，在④.強化雲氣細節與降低雜訊中取得平衡點。

③.按圖 14 右邊的"Denoise/Deringing"鈕，它是一個很好用的工具，可以有效抑制雜訊。把 Dark side 的滑桿往右拉，影像較暗處會被逐漸"模糊"，顆粒感(雜訊)會降低！同理，把 Bright side 的滑桿往右拉，可以抑制影像較亮處的雜訊。作完後就繼續處理更高層 Layer，在作銳利化時除了加大 Denoise 的值，還必須搭配 Denoise/Deringing 工具來消除雜訊。各位可以試試 Denoise 和 De-ringing 取消勾選後結果會如何？



圖 13 R6 控制銳利化的區域

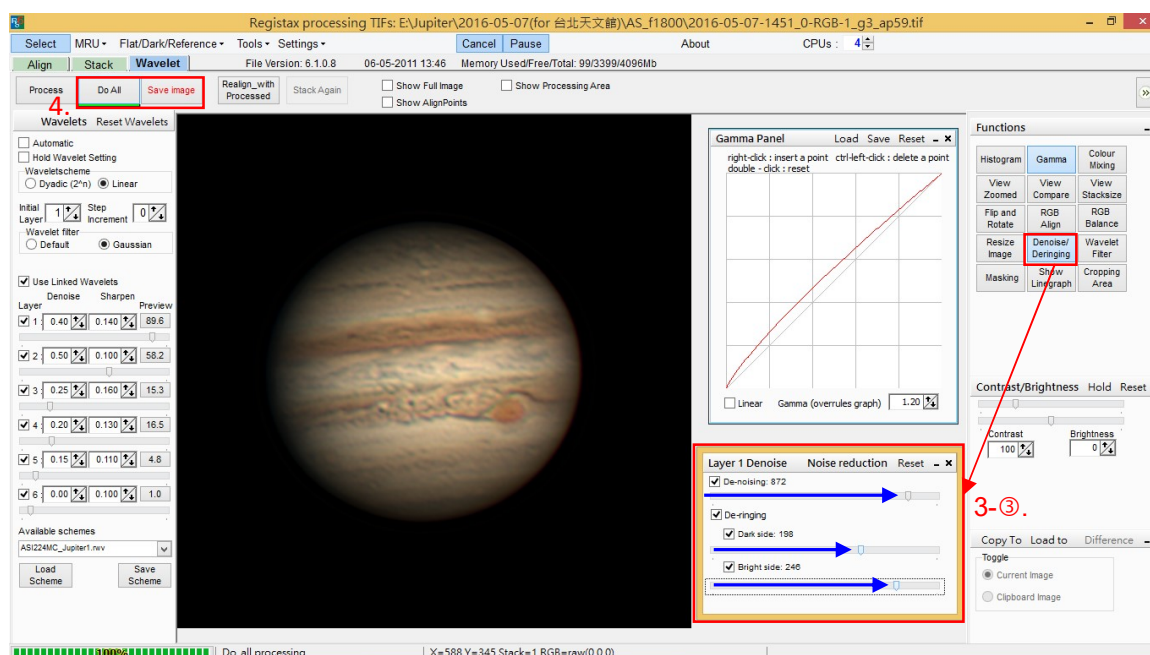


圖 14 Denoise/Deringing 功能,可以有效抑制雜訊

- ④.接著處理 Layer 2~6 原則與 Layer 1 相同，直到雲氣的細節銳利化到極限為止。這邊要注意：銳利化不可過於暴力，否則處理出來的並不是木星真實的雲氣，一些虛假的人造物(artefact)會開始出現，影像也會顯得不自然。(註:低層 Layer 負責天體整體、大型特徵的銳利化，越高層 Layer 負責天體特徵越精細的部分)
- ⑤.圖 13，"Save Scheme"可以把參數儲存起來，"Load Scheme" + "Do All" 可以把同樣參數套用至下一張影像。
- 4.如圖 14 按程式左上方的"Do All" 將參數套用至影像上，並用"Save Image" 儲存處理結果。

※ 在經過疊圖→銳利化之後，即可產出一張木星(行星)照，如圖 14。但如果想再提高影像的訊噪比，或想用 LRGB 法拍攝行星，就一定要用到「去自旋」。

※ 關於 RegiStax 6 官方教材,請參考附錄 3

四、去自旋處理(Derotation)

由於木星的自轉速度非常快(99 秒即自轉 1°)，錄像時間過長會讓雲氣細節“拖線”而糊掉，所以以往木星的拍攝時間被限制在~2 分鐘以下。**WinJUPOS 的問世讓行星攝影有了重大突破!現在木星(行星)的錄像時間已經不受這限制，可以往上延長增加影像的訊噪比，而取到更多的影像細節。但是有一點要注意，並不是錄越久影像細節就會一直往上加，疊太多禱會把木星一些很纖細的細節蓋掉，以木星為例總錄像時間 10 分鐘就很足夠！WinJUPOS(以下簡稱 WJ)功能十分強大，單就「去自旋」這部分它的操作方式其實蠻容易的。**

去自旋處理的概念：

1. 例如我用 90 秒錄了一段木星影片，但是覺得影像的訊噪比還不夠好；我想要有 360 秒的影像資訊，所以總共錄了 4 段。
2. 這 4 段影片經過疊圖與銳利化之後，可得到 4 張木星照片。再把這 4 張照片丟入 WJ 中，程式會以這 4 張照片的中點(平均)時間為基準，作些運算把 4 張木星影像“轉到”這個中點時間上。也就是說 **WJ 把木星自轉的效應抵銷掉了，並且把這 4 張木星照片疊合成最終 1 張。**

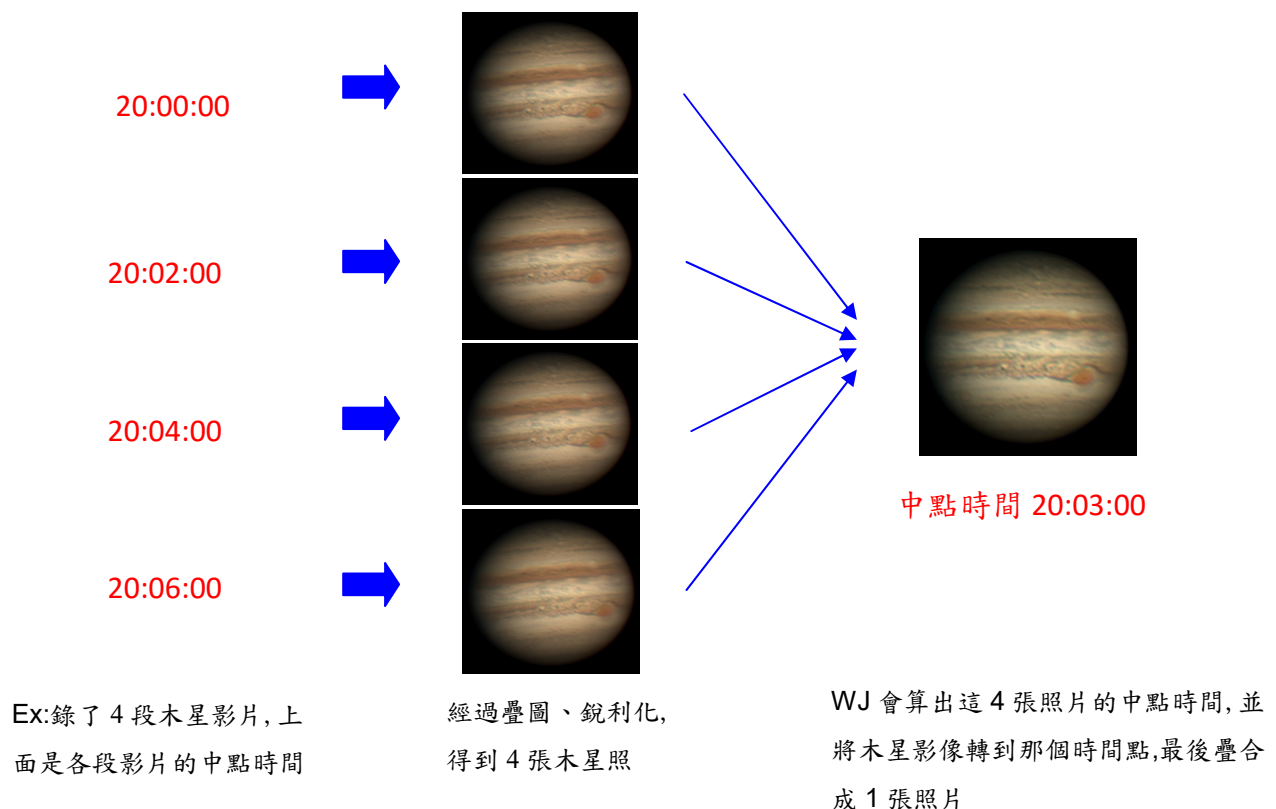


圖 15 WinJUPOS 去自旋處理的概念

操作方法:

1. 確定每張照片的檔名是錄像的中點時間，並且要用世界時(UT)，如前文所述。另外，這個時間要精確，所以筆電一定要對過時！

2. 5.

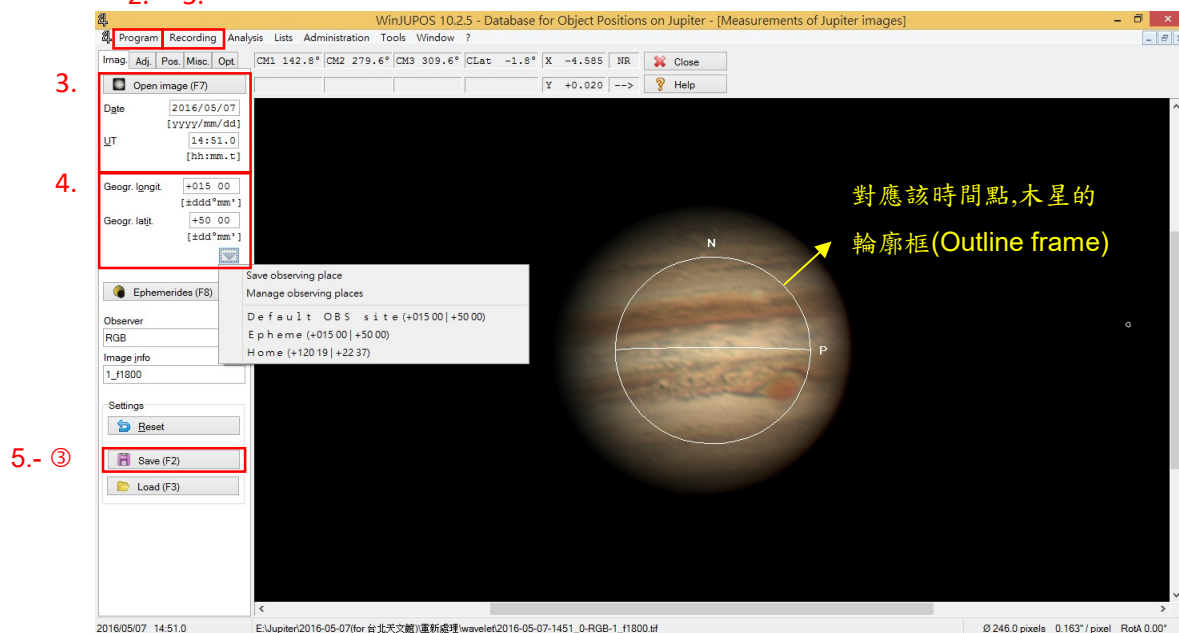


圖 16 WinJUPOS 介面

2. 在左上方的選單選取 Program→Celestial body→Jupiter，表示要處理的天體為木星。

3. "Open image"打開經銳利化處理的圖，WJ 會從檔名中自動匯入錄製的日期與中點時間。

4. 輸入拍攝地的經度(Geogr. Longit.)、緯度(Geogr. Latit.)，按下拉鍵→ Save observing place 儲存經緯度。(註：舊版 WJ 各欄位的值無法直接鍵入修改，要先用筆記本打好數值再複製貼上)

5. Image measurement—影像測量

左上方選單 Recording→Image measurement，如圖 16 所示，WJ 會依該時間點秀出一個相對應的木星輪廓框(Outline frame)，我們要作的就是將這個 Outline frame 精準地框住木星，WJ 會記錄必要的資訊供後面的去自旋使用。請跳至 Adj 標籤：

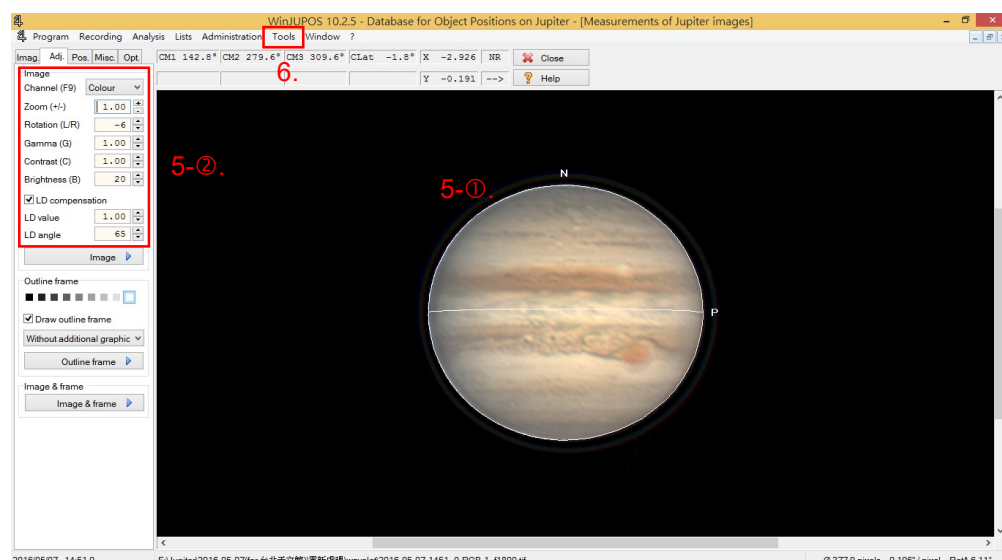


圖 17 將 Outline frame 精準地框住木星，WJ 會記錄必要的資訊供去自旋使用

- ①. Outline frame 中，N 代表北方 P 代表前方(為 Preceding 的縮寫，表示行星自轉的方向)。利用下列的快捷鍵把 Outline frame 精準地框住木星。
 Up/Down/Left/Right 鍵: 將 Outline frame 往上/下/左/右移動
 Page Up/Page down 鍵: 放大/縮小 Outline frame
 N/P 鍵: 順時鐘/逆時鐘旋轉 Outline frame
 R/L 鍵: 順時鐘/逆時鐘旋轉 Outline frame 及木星
 Ctrl + H 鍵: 將 Outline frame 及木星轉至水平
- ②. 木星的邊緣很暗，所以實際大小比我們看到的還要大一些。勾選 **LD compensation (邊緣暗化補償)** 可以讓木星邊緣現形。如果剛好有伽利略衛星出現，會是一個精準框住木星的參考物；讀者也可以試著調整 zoom(+/-)、Brightness...等，這些都能讓木星的外輪廓更清楚，讓我們更精準地框住它。
- ③. 如圖 16 跳回 Image 標籤，按畫面左下角的 "Save" 鍵，程式會將測量資訊存成 .ims 檔。

6. Derotation of images—準備作去自旋疊合

選單 Tool→ De-rotation of images。

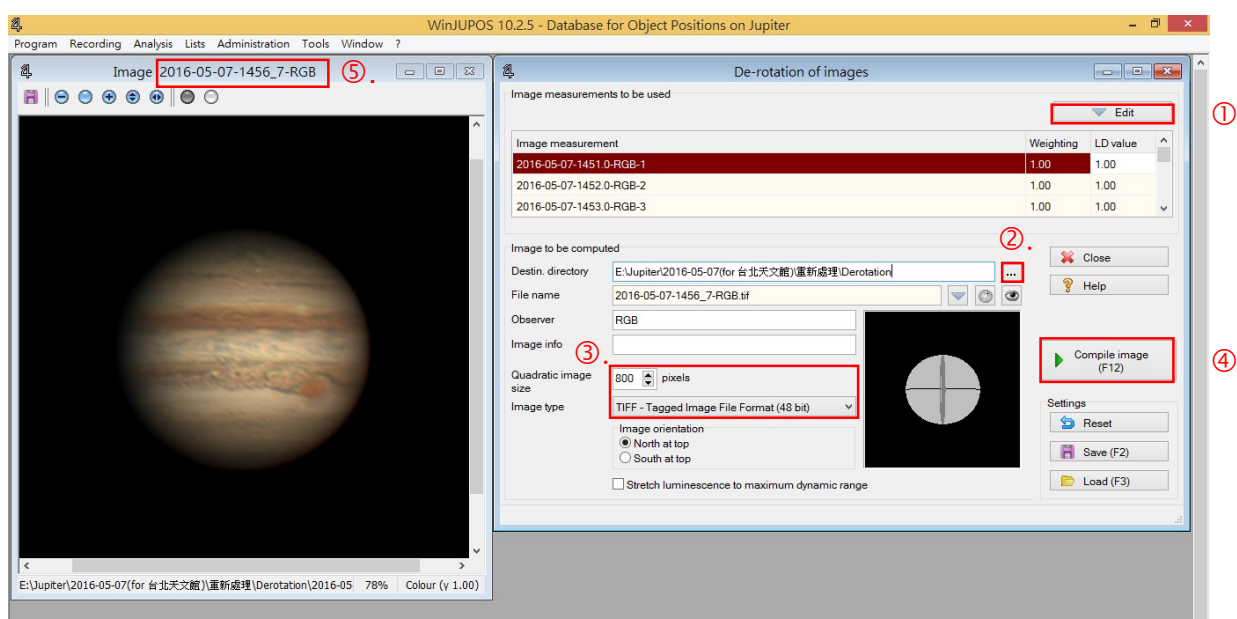


圖 18 WJ 會根據.ims 檔裏面的資訊，將每張照片去自旋並疊合成最終照片

- ①. 按 "Edit" 鈕，將剛才的.ims 檔加進列表。
- ②. 指定照片存放路徑。
- ③. 指定最終照片的外框大小及檔案格式。
- ④. 按 "Compile image"，程式開始作去旋並疊合成最終照片。
- ⑤. 最後會跳出一個小視窗，顯示去自旋處理後的結果。WinJUPOS 會把各張照片的時間平均起來，作為最終照片的檔名。

結果比較：

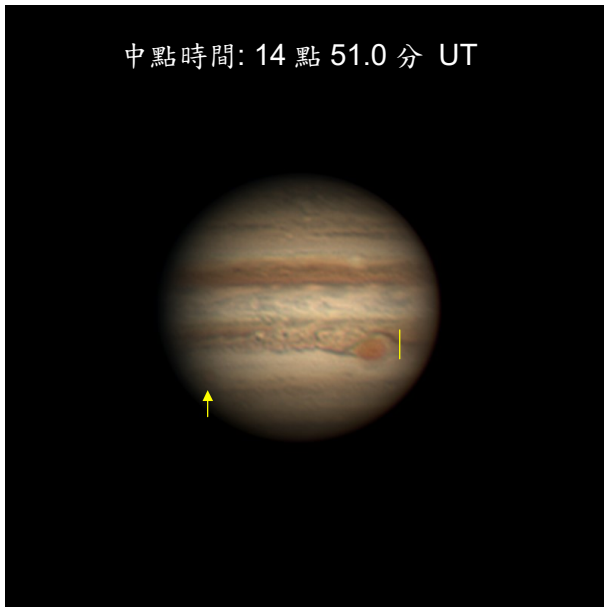


圖 19.1 單張照片。

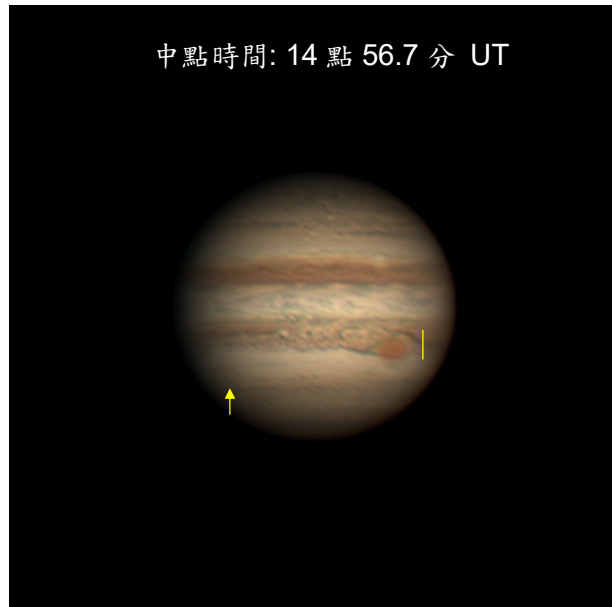


圖 19.2 10 張照片作去自旋疊合的結果。

- 1.圖 19.1 為單張照片，圖 19.2 是將 10 張照片作去自旋疊合的結果。兩者的中點時間相差了 5.7 分鐘，可以發現黃色箭頭處(小紅斑)與大紅斑上方凹陷處，在圖 19.2 中已經往東偏移一小段距離。
- 2.各位一定會問，作了去自旋處理之後影像的品質好像也沒比較好啊？其實圖 19.1 已經禁不起任何的影像強化了，而圖 19.2 還能作最後的強化與修飾。

※ 其它有用的工具：

1. 在 WJ 任何視窗下，按下 F1 即可叫出對應的說明檔。
2. 選單 Tools→Ephemerides，可以預測大紅斑出現的時間及伽利略四大衛星的位置。

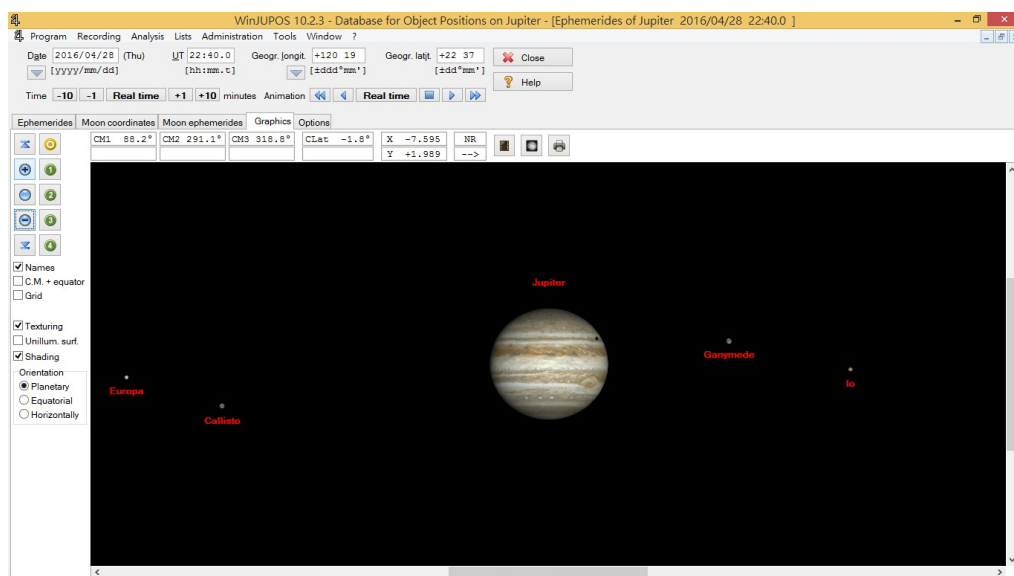


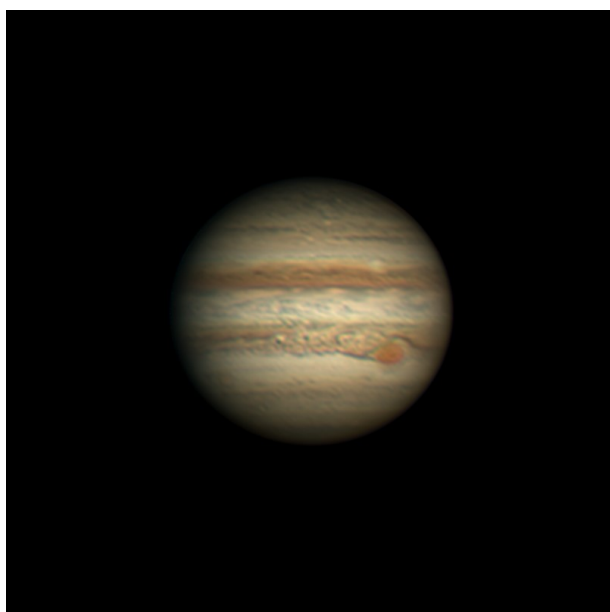
圖 20 WinJUPOS 的預測工具。

※ 關於 WinJUPOS 去自旋延伸閱讀物，請參考附錄 4

五、最終影像修飾

如同英國桃子大師所說的：行星攝影是想辦法將擷取到的影像，榨出最多的細節。但是他也強調不能作過度的影像強化，否則處理出來的只是虛假的人造物(artefact)，影像也會顯得不自然。木星的雲氣細節很複雜，我們怎麼知道自己處理出來的正不正確呢？這方面可以國外好手的照片為範本，來判斷我們的影像處理(尤其是銳利化)恰不恰當！像菲律賓大師 Christopher Go 為了支援 NASA 的 Juno Mission，從 2015 年 11 月起就開始對木星作例行性的觀測，並會在 FB 上發佈觀測照與報告，各位可以上去看看參考大師的作品。

接著就要對圖 19.2 去自旋的結果作最後的強化與修飾：首先，可以用 RegiStax 6 再作輕微的銳利化。最後就是進到 Photoshop，在這裡主要是要調整色調與亮度、提高色彩飽和度等，讓影像看起來更自然！對於進階使用者，可以作局部細節強化或降噪、消除邊緣色偏...等細修。



拍攝資訊：

地點：貓鼻頭公園

時間：2016/05/07 14:57 UT

望遠鏡：C11 (D=283mm, f=2830mm)

巴羅鏡：Televue 2.5X

行星相機：ASI224MC

錄像資訊：60FPS, 48sec*10, 共取 18000 幀疊圖

圖 21 最終成果.

■ 結論：

關於行星攝影，有許多部份筆者也還在學習與摸索階段。木星是很吸引人的行星，它的大氣特徵絢爛美麗。但比起深空或星野攝影，目前國內從事行星攝影的同好較少，這是蠻可惜的。希望未來國內有更多先進同好一起投入這一塊... 也許是因為「Lucky image」發展也不過才近幾年的光景，國外雖然有不少討論行星攝影的文章，但是一些較進階的技術細節，就連國外的資料也不是很詳盡。也希望未來國內能有更多先進同好，一起共同來交流討論。

■ 附錄：

1. FireCapture 官方教材: <http://www.firecapture.de>

2-1. Autostakkert!2 官方教材: <http://www.autostakkert.com/wp/guides/>

2-2. 原程式作者 Emil Kraaikamp 寫的, 蠻不錯的一篇文章:

http://www.astrokraai.nl/software/manual/as2_planet.html

3-1. RegiStax6 完整官方教材: <http://www.astronomie.be/registax/previewv6.html>

3-2. R6 銳利化(wavelet)官方教材: <http://www.astronomie.be/registax/previewv6-3.html>

4. WinJUPOS 官網: <http://www.grischa-hahn.homepage.t-online.de>

單就去自旋這部分功能，可參考:

<http://www.carmelo-zannelli.com/site/wp-content/uploads/2011/07/WinJupos-Derotation-mini-guide-by-C.Zannelli-ENG.pdf>。這篇是以 RGB 法來拍攝木星，所以同時介紹了 Derotation of images 與 Derotation of R/G/B frame，讀者可依需求選擇閱讀。