

流星雨

文/ 蔡文祥

一：流星雨觀測史

人類對「流星」的觀察雖已有數千年之久，但有系統的觀測記錄大約從西元前二千年才開始，大多存在於中國與韓國的天文現象及占星預測紀錄裡。中國歷史記載對於追溯過去的流星雨活動是非常珍貴的資料，但有時受到政治上的權宜之計，天官未必會將所有天象都加以登錄；相對的，這些天象卻都被詳實地紀錄在一些地方的文獻中。歐洲的歷史有時也能提供一些過去流星雨活動的記錄；例如在盎格魯撒克遜的年代記裡，一批英格蘭修道院的事件記載中，曾記錄到溯及羅馬時代的流星雨活動。

早期相關的歷史記載中，關於「流星雨」現象的重要記錄包括：（一）西元36年的英仙座流星雨（Perseids）--超過百顆的流星劃過晨曦星空；（二）西元前687年的天琴座流星雨（Lyrids）--星星像陣雨般落下；（三）西元466年的寶瓶座流星雨（Eta Aquarids）--數不盡的大大小小的流星向西飛掠而過；（四）西元585年的獵戶座流星雨（Orionids）--數百顆流星往各個方向散射開來；（五）西元1002年的獅子座流星雨（Leonids）--許許多多的小星星掉下來；（六）西元1243年的英仙座流星雨--許多明亮的星星掉下來往四處射散開來。

歐洲文藝復興之後，一些地方年代紀裡有時也會記錄到壯觀的流星雨天象。例如十八世紀初期，英格蘭Staunton村莊的教會記錄裡記載著：

『在3月19日星期四的晚上八點鐘左右，月亮非常的明亮皎潔，突然間如閃電般地，天空呈

現一陣長達半分鐘之久的白熱亮眼狀態，亮的連那月亮和星星都看不見。流星像陣雨般的從東北方往西南方掉下來，如那白雲般的明亮持續了約半小時之久；令當時看到這壯觀流星雨的許多觀眾都感到非常的驚奇。大約二分鐘之後，天空中傳來一陣咆哮的聲音；又大約在五分鐘之後，一陣連當時最大的大炮也無法發出的爆裂般聲音，響徹雲霄。』

研究流星雨的學者常藉由這類的記載，瞭解過去流星雨活動情況。另外，從有關火球記載的頻率，也可推論出每年主要流星雨在過去的出現頻率；因為，儘管大多數的火球是由一些撞擊大氣層的單獨岩石碎片所引起，但有些火球的確和每年的主要流星雨有關。不過要發掘出所有這些偶然現象的記載，需耗費許多史籍查詢工作，也使得這一領域的研究進展相當緩慢。

十八世紀末期，西方文明處於進行地球探險萌芽的時期。德國von Humboldt和法國Bonpland兩人，在一個為期五年、到南美洲考察的探險隊行程中，幸運的目睹了西元1799年11月11日壯觀的獅子座「流星暴」（storm）。當日，這兩位探險家起得很早，想呼吸黎明前的新鮮空氣，忽然看到晴朗的天空佈滿了成千上萬的流星。Humboldt和Bonpland後來和當地土著討論到他們看到的現象，知道和這種相似的現象，過去曾被週期性的觀測過。Humboldt在他的報告中以科學眼光提到這個獅子座流星暴的週期約30年，同時也指出這個流星暴幾乎從天空的同一個地方出現，並推測下一次獅子座流星暴活動應該會在西元1830年代初期發生。



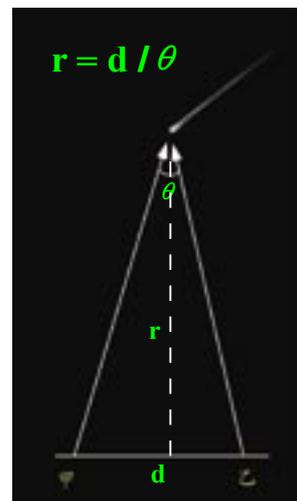
星夜美景——流星雨

幾千年前，人類就開始對天空產生好奇，也在歷史上留下了各種天文景象的記錄。從研究這些記錄發現，大部份的流星是隨機出現的，出現位置也不規則。但有一些流星的出現具規律性，在短時間內從夜空某一特定位置散射出相當多數量的流星；這就是在天文愛好者眼中最受歡迎的夜空美景——流星雨。

果然沒有令他們失望！西元1833年11月12日，極為壯觀的獅子座流星暴再次來臨；據估計，當時在6~7小時當中，約有二十萬顆流星出現，從印度西部到加拿大之間的許多地方都有人目睹。在美國方面，當時的景象讓許多目睹者，認為這是聖經上所記載的大審判日（Day of Judgment）來臨前的徵兆。但也有一些較理性的目睹者，其中包括耶魯大學教授Denison Olmsted，他再次注意到流星從同一個方向輻射出來的現象，並嘗試著去量出流星輻射點在天空的位置，結果發現流星輻射點在天空移動的速率，和星星被地球自轉牽引著走的速率相同。西元1833年，獅子座流星暴再次被確認，加上其他相關觀測結果，使得流星起源於地球之外的說法（註），更讓人信服。

註：流星源於大氣層之外

西元1798年，二位德國大學生 *Heinrich William Brandes* 和 *Johann Friedrich Benzenberg* 利用「三角視差」的原理，從相距約10~15公里的兩處地點同時進行流星的觀測，確認了流星發生的高度超過了地面35公里以上。後來 *Angelo Secchi* 採用更長的「三角視差」基線，選擇在羅馬及相距約65公里外的 *Civitavecchia* 兩地同時進行流星的觀測。從觀測的結果，*Secchi* 計算出流星發生的高度約在離地面75~250公里的高空；更確定了流星是源於大氣層以外的東西。



三角視差測量流星高度的示意圖



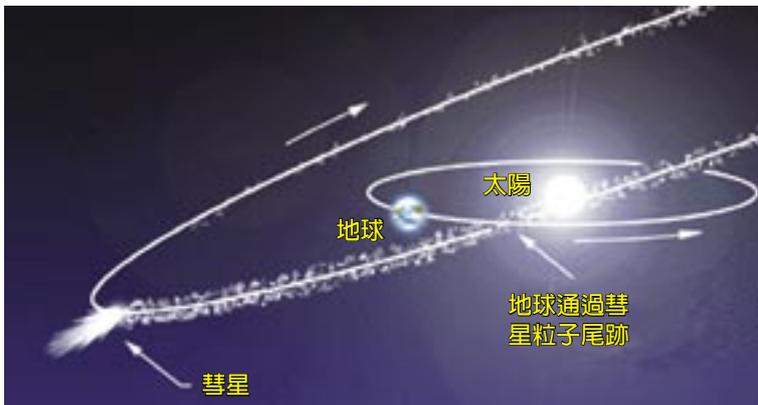
二：流星雨的成因

流星與彗星的關聯

十九世紀初期，由德國Brandes首開研究的8月英仙座流星雨，已經是耳熟能詳。西元1839年，比利時天文學家兼統計學家Adolphe Quetelet結合中古時期和當時的觀察資料，出版了第一本流星雨目錄；後來幾位學者也出版了相似的目錄。西元1848年，英國一個考察團根據過去九年來的觀察資料，出版一份流星出現機率的報告。到了西元1857年，每日流星在不同時間出現機率的變化性，也被進一步瞭解。

那時期，人們對於流星的來源仍有一番爭論：它們來自月亮嗎？或者是來自行星際空間呢？1861年，美國天文學家Daniel Kirkwood首先提出流星起源和彗星有密切關係的觀念；當時還有二位義大利天文學家也支持他的看法。

宣稱曾經目睹過火星上有運河而名噪一時的著名行星觀測學家Giovanni Schiaparelli認為：太陽系內存在著流星群的碎片，而地球會周期性的穿越這些物質。Schiaparelli的這些論點與在1866年發表這種看法的Angelo Secchi的想法不謀而合。從英仙座流星雨的詳細觀測結果，Schiaparelli下了一個結論，認為英仙座流星雨的成因應該和1862年的著名大彗星（P/Swift-Tuttle）遺留在軌道上的殘渣碎片有密切關聯。西元1871年，Schiaparelli在他的著作「Outline of an Astronomical Theory of Shooting Stars」中，詳細闡明了流星雨的相關理論：



流星雨成因與彗星息息相關

「流星雨是由彗星的分解物所造成，構成流星雨的這些物質除了非常細微之外，也由於受到太陽與行星引力的拉扯而瓦解，大量的沿著彗星的軌道上散布。」

彗星是流星雨的母親

基本上，我們所觀測到的流星雨，主要是跟彗星有關。當彗星接近太陽時，受太陽風的影響，會不斷拋出許多灰塵（即「流星體」），沿著彗星軌道散佈，形成一條流星體組成的環。當地球經過彗星軌道附近時，這些彗星留下的流星體受地球重力影響，墜入大氣層而形成流星；若地球重力捕捉到的是一大群的彗星流星體，就形成了流星雨。由於流星是發生在大氣層裡的現象，因此並非地球上每個地方都能看得到流星，只有當流星體墜入地球時，多數流星體所瞄準的地區剛好是夜晚，才能看到流星雨。

這群散佈在彗星軌道上的流星體，並非一直留在軌道上；受到太陽風的影響，或本身內部互相碰撞，或其他行星重力影響，會隨著時間而逐漸消逝。因此，若想要遇到很壯觀的流星雨，最好的機會是當造成流星體的母彗星經過地球公轉軌道附近，而地球也同時接近彗星軌道的時候，如此一來便有機會看到數量龐大的流星雨。例如在1966年11月16日的獅子座流星雨期間，美洲觀測者觀測到每小時約六萬顆的流星。

三：流星雨的物理性質

流星體的大小

一般肉眼常見、亮度大約2等星的典型流星，其流星體的顆粒通常小於0.001公分；而彗星流星體的密度，大約是每立方公分0.3公克左右。偶爾會有一些流星雨，例如雙子座流星雨，可能是小行星的碎片造成的，這種流星的流星體密度較高，大約是每立方公分2公克，比彗星流星體硬得多。

流星的速度

流星體相對於地球的速度，可從每秒11公里到最快的72公里。造成速度不同的原因，決定於地球和流星體碰撞的角度和方式；如果地球和流星體是在降交點處正面對撞，則相對速度最大；若是地球在昇交點處從後面追上流星體，則相對速度最小。

流星的高度

大部份的流星開始發生在離地表120至80公里處的高空，隨著流星速度和質量越大，結束的高度也越低；火流星有時會衝到離地表10~20公里處，甚至於還可聽到流星體與大氣層摩擦所產生的爆裂聲。

流星的亮度

流星的亮度取決於流星體的大小、速度和組成成分。當流星體高速進入大氣時，和空氣分子劇烈摩擦，將流星體本身和空氣分子（氮、氧分子）游離分解而發光。換句話說，流星的光芒不單單只是流星體造成的，還有空氣分子所發的光。流星速度越快，質量越大時，亮度越亮。

流星的顏色

夜空的流星具有不同的顏色，用稜鏡或分光儀器觀測可得到流星的光譜。由於不同的元素會發出不同波長（顏色）的光；從流星光譜的分析，能得知流星體的主要成分可能為鈣、鎂、鈉、矽、鐵等元素。較高速的流星能量較高，可以游離鈣（Ca II, H line -3968 埃, K-line-3934 埃）、鎂（Mg I, 三合線, 5167+5173+5184埃）、鈉（Na I, 雙線, 5890埃+5896埃）等金屬元素，而分別發出紫色、藍綠色、橘黃色的光；在慢速流星中，則較常出現含有鐵元素（Fe I, 5270埃）的黃色光。

流星雨的輻射點

當流星雨來臨的夜晚，觀測者在短時間內觀測到的流星數量相當多，這些流星看起來好像是從天空某一特定位置，向四面八方散射出來似的。我們稱此一特定位置為「輻射點」，它在

天球上的座標並不會隨意改變，隨著地球自轉的速率，和夜空中其它星體一樣的移動。造成這種現象的原因，是由於彗星軌道上成群移動的流星體，繞太陽運行的方向是一致的；當地球遇到這群流星體時，流星體平行落入地球，對地球的觀測者來說，輻射點的方向，就是流星衝入的方向。

向輻射點望去，就好像我們站在鐵軌上向遠方望去，兩道鐵軌似乎從遠方同一點過來似的。鐵軌好比流星路徑，遠方那一點就是輻射點。

流星雨的命名

由於彗星軌道和地球公轉軌道的交角是固定的，彗星流星體切入地球大氣層的方向和地球公轉軌道間的角度也是固定的。除非軌道交角改



彩色的流星雨

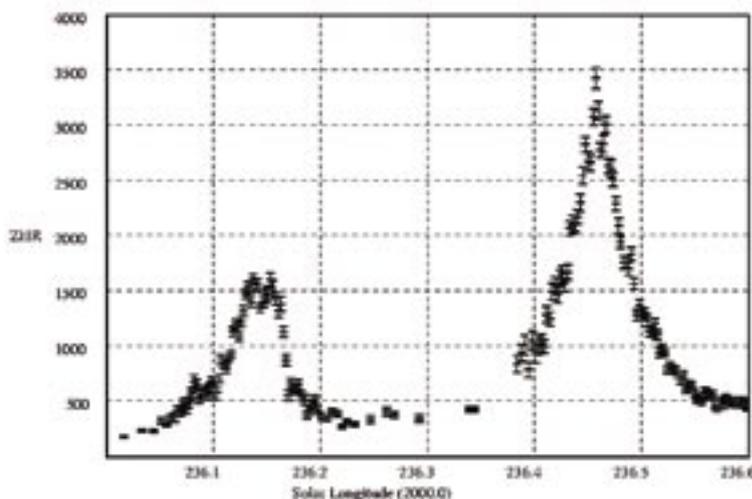
變，不然，特定流星雨的「輻射點」所對應的星座位置也會是固定的，因此流星雨就依據輻射點所在的星座名稱來命名。例如獅子座流星雨，就是因其輻射點位於獅子座而得名。

流星雨的週期性

流星雨是地球經過彗星軌道時發生的，因此流星雨的週期和母彗星的週期有密切關係。若彗星回歸週期短或彗星留在軌道上的流星體數量很多，則當每年地球經過彗星軌道時都可捕捉到很多流星體，就可定期看到流星雨；例如：8月的英仙座流星雨和10月的獵戶座流星雨。若彗星軌道上的流星體分佈不均勻，或是母彗星週期較長，則只有當母彗星回歸時才會再帶來較多的流星體，此種流星雨的週期便和母彗星的週期有關；例如獅子座流星雨的母彗星—譚普-塔托彗星，週期約33.2年，因此約每33年可看到一次壯觀的流星雨。

流星雨極大值

在流星雨來臨期間，並非每一天看到的流星數量都差不多，其中會有某幾天的流星數量特別多，最多的那一天就是流星雨的極大期。而極大期前後幾天的數量則比較少，這是因為落入地球的流星體數量，會隨著地球接近流星體軌道而增加、遠離軌道時而逐漸減少。



2001年獅子座流星雨數量變化圖，取自IMO網站

昇交點、降交點

地球公轉軌道和流星體所在軌道相交的位置，一般稱為節點。如果是地球運行方向和流星體運行方向相同的節點，稱為昇交點；反之稱為降交點。一般來說，逢降交點時，地球迎面碰撞流星體，所產生的流星數量較多，也較亮。

流星雨天頂小時率

(ZHR : Zenithal hourly rate)

理論上，在可以看到6.5等星的無雲夜空，當流星雨的輻射點位於正天頂時，每小時出現的流星數目，我們稱之為流星天頂小時率，可依此來估算流星雨的數量。實際上受到雲量、背景光害、大氣條件，以及輻射點出現位置等因素影響，我們所能看到的天頂小時率，會小於理論值。

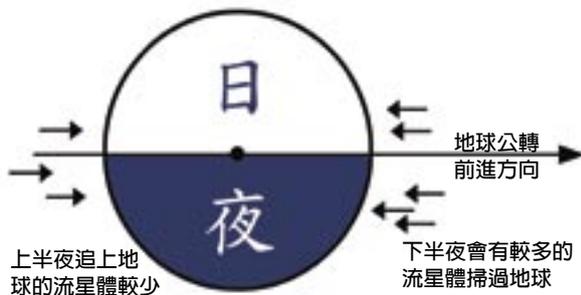
四：觀賞流星雨

並不是屬於那個輻射點星座的流星雨，都會出現在該輻射點附近；其實在輻射點附近反而比較不容易看到亮的流星，這是為什麼呢？因為流星的亮度，和大氣的摩擦效應有關；當流星體越遠離輻射點時，表示流星體掉入地球大氣層越深，也就是離地面越近，此時它和大氣的摩擦越劇烈，因此特別亮。例如，1998年11月18日的獅子座流星雨，中央大學觀測隊在玉山國家公園鹿林天文台，肉眼觀測到最多流星的位置並不是在獅子座，而是在大熊座附近。

在晴朗無雲、及無光害的夜空，人類肉眼可以看到最暗的星星，大約是六等星；而每天掉在地球上且亮度超過五等星的流星大約有一億顆，每年掉到地球上的流星也超過兩千噸。所以，我們不用愁看不到流星。影響流星出現的因素雖多，主要的還是在於不同流星雨期間，地球所穿過的流星體豐富程度不同，決定了流星的數量多寡。除此之外，當地球接近流星

體時，如果迎向流星體的那一面剛好是下半夜，我們所看到的流星數目則遠多於上半夜的時候，這就像在雨中開車時，迎著雨的車前窗雨勢看來較大的道理是一樣。

對科學研究而言，天文學家研究流星的形成，可以增進我們對太陽系形成及彗星的瞭解；太空學家分析流星的發光，可以幫助我們對大氣的瞭解；更有生物學家研究掉落到地面的隕石，希望能找出六千五百萬年前恐龍滅亡的原因。不管如何，對大多數的人而言，流星雨是夜空中最美麗，也最令人心動的天文景象。今年的8



下半夜流星數量比上半夜多的示意圖

月（12~13日）英仙座流星雨，雖然月相較差；但10月（21日）的獵戶座流星雨和11月（17~19日）的獅子座流星雨，都處於最佳月相（朔）觀測時期；加上12月（14日）的雙子座流星雨，也約值下弦月時期；因此，今年下半年將會是流星雨觀測的難得機會。

蔡文祥：國立中央大學物理系暨天文與物理研究所畢業，獲美國耶魯大學天文學碩士及美國喬治亞州立大學天文物理博士。曾任職於國立中央大學天文研究所，首次引進CCD天文觀測於台灣，花費十年時光開發中大鹿林天文台基地；熱心推動天文科普教育並撰寫地球科學與天文學相關之教科書。目前任職於美國GIM電腦公司，業餘閒暇時仍奮不顧身投入後院天文台，遨遊星海。

流星雨照片提供：天文館/李合峰、吳伯順、周紹孔、洪景川及林宏欽。



輻射點附近的流星比遠離輻射點的流星暗而短。