

「2011科學季：未來科技狂想曲」專題演講報導

葉列寧彗星和戴森樹—— 過去的掃把星 未來的大福星

■ 演講人 / 葉永烜
文字整理 / 吳美枝

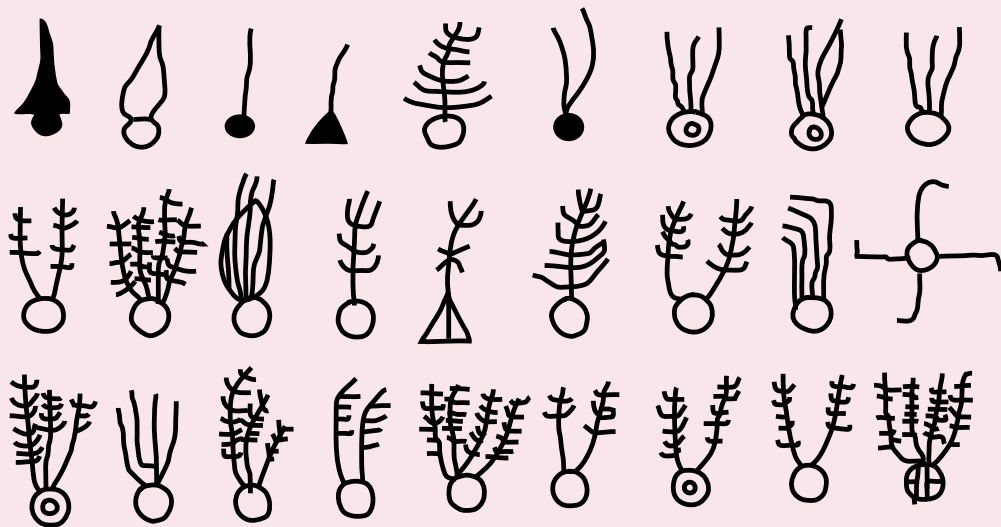
彗星是「掃把星」嗎

晴朗無雲的夜裡，如果運氣好，或許可以看到拖著長尾巴的彗星出現在星斗之間。活在現代的我們，也許會對這景象發出由衷的讚嘆，數千年前的人們卻有全然不同的感受。

在中國歷史上，最早描述彗星的史料是在漢代馬王堆帛書裡，那是一些帶有長條弧形的奇怪圖案。在西方的中古世紀，彗星的出現往往被視為一種不好的徵兆，文字記載著許多天災人禍和它一同出現。當時的民間迷信甚至認為，象徵利刃的彗星尾巴的指向與戰爭勝敗有極大的關聯。

人們對於未知的事物往往有恐懼感，彗星的出現自古以來就在人的心中留下很大的陰影。時至科學昌明的今日，這種影響力似乎尚未全然消除。

2011年，一顆名叫「葉列寧」（Elenin）的彗星接近地球，就有網路輿論把它的出現視為「2012年是地球末日」的前奏曲，認為「葉列寧」彗星在最靠近地球時，那條長



● 漢朝馬王堆帛書中的彗星圖

尾巴會伴隨諸多有毒物質直接影響地球，而當它位於太陽與地球中間時，更會遮蔽陽光，讓地球陷入黑暗。然而，科學家們認為這樣的揣測是不可能發生的。這個彗星還沒有接近地球，便在2011年8月中旬破裂消失，在網路上喧騰一時的謠言也就不攻自破了。

隨著科技的進步與天文觀測技術的發達，我們漸漸對彗星有一些初步的了解。這些帶著長尾巴的星星，其實來自遙遠的太陽系邊緣，它們依著自己特定的軌道在太陽系中運行，在短暫地經過地球或太陽附近時，就有機會被我們看到。每當特別明亮的

彗星出現時，對天文學家及眾多「追星族」而言都是一件盛事。如果說彗星具有任何危險性，就科學的角度而言，應是它在極接近地球時，那微乎其微的碰撞機率。

76年1次的奇遇

1911年，辛亥革命成功，清廷覆滅，亞洲建立第一個民主共和國，當時有些人把它歸咎於天際出現了一顆明亮的彗星—「哈雷彗星」(1P/Halley)。但西方科學家對它的來訪卻是滿心期待，因為這個彗星曾在一個偉大理論的印證過程中，扮演相當重要的角色。

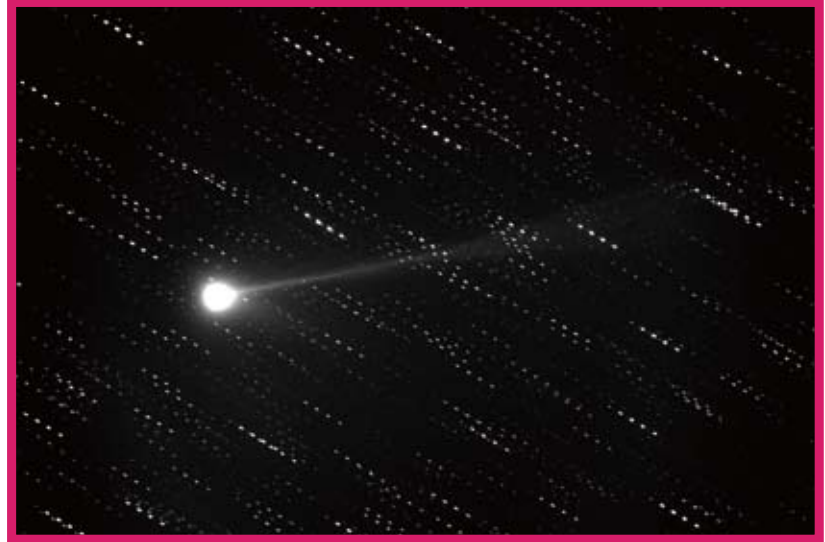
牛頓年輕時提出了重力引力定律，可以用來推導克普勒運動定律，說明太陽系中天體運行的軌道應該有特定的周期性。1705年，有一顆彗星接近地球，當時一位英國天文學家哈雷(Edmond Halley)覺得它和七十多年前曾出現的彗星應該是同一顆，因此要求牛頓把這些推論寫下並加以說明，這就是影響後世科學界極深遠的「自然哲學的數學原理」(Mathematical Principles of Natural Philosophy)。並因為這個原故，這個周期彗星也被命名為「哈雷彗星」。從1911年開始，「哈雷」彗星每76年便繞回到地球附近。

彗星真相追追追

由於天文觀測儀器與科技不斷的進步，過去近一個世紀來，科學家們透過許多實驗與觀測，逐步揭開彗星的神祕面紗。現在我們了解，彗星通常是一個以大小約數公里的固態「彗核」為中心，拖著兩條尾巴的小天體。

彗核的主要成分可能是一些泥土和冰，依著特定的橢圓形軌道運行。當彗星接近太陽時，由於受到太陽照射加溫的影響，彗核的冰也許會直接昇華成氣體，並把上面的小塵埃挾帶出去。這些固態的塵埃在反射太陽光後會放射出淡黃色的光芒，也就是「塵埃尾」，而發散出來的氣體，所含的成分以水分子為主，其次是二氧化碳、一氧化碳、甲烷等分子。此外，這氣團中有些分子會經由太陽光的電離作用形成電漿，並形成一條「離子尾」。

事實上，天文科學家們對彗星結構的認識，並非一開始就是如此完整，而是經歷一連串的猜想與觀測驗證後建立的。1940年代，美國知名的天文科學家費列特·威普（Fred Lawrence Whipple）教授就曾對彗核提出骯髒雪球（dirty snowball）的概念。他認為彗核



● 鹿林天文台觀測員蕭翔耀利用40cm望遠鏡在2010年6月所拍的麥克諾特（McNaught）彗星，這星體是澳大利亞天文學家麥克諾特（R. H. McNaught）於2009年9月發現的。

基本上就像是一個「骯髒的雪球」：一團雪白的凝冰外沾了些泥土。而這個廣被認同的想法一直沿用了近半世紀，才經由實際觀測後被修正。

1986年，「哈雷彗星」再次造訪地球。自1980年代初起，包含日本、蘇俄及歐洲各先進國家都投入資源，準備觀測再次出現的哈雷彗星。科學家們都期望能把握住這個將近一個世紀才有的機會，好好探測彗星的結構，不僅希望能近距離地觀測，也擬定了幾個利用太空船飛近彗星的觀測計畫。

其中，在歐洲的「喬奧圖」（Giotto）計畫中，太空船就創下距彗星最近距離（596公里）的歷史紀錄，並為人類帶來第一張彗核的真實照片。透過這些影像，科學家們才發現彗核其實並非先前所設想的樣



● 歐洲太空總署（The European Space Agency, ESA）的「喬奧圖」太空船在1986年近距離拍攝的「哈雷彗星」彗核。（圖片來源：Max Planck Institute, <http://www.mps.mpg.de/images/projekte/giotto/hmc/hmcsmall.gif>）

子，而是個「snowy dirt ball」（沾了雪的骯髒泥球）。

在針對哈雷彗星完成了許多大型的觀測計畫後，科學家們再接再厲，不斷加強彗星的研究，其後陸續有許多重要發



● 彗核的模擬實驗。把碳粉、乾冰和水等比例混合，便可做一個「沾了雪的骯髒泥球」。

現。例如在1995年觀測Hale-Bopp彗星時，發現彗星帶出的氣流中除了泥沙和水、二氧化碳、一氧化碳、甲烷等其他成分外，還有很多有機物質。這對許多太空科學的推論，特別是星球和生命的形成方面，提供了不少的佐證與思考方向。

下一站 彗星南極圈

美國在1986年進行的觀測哈雷彗星計畫中，雖未大有斬獲，但他們把心力放在更長遠的彗星和小行星探測計畫上，研發必要的新技術。

自2001年的「Deep Space 1」計畫起，美國科學家便著手測試能在太空中自由調整軌道的「離子推進器」，希望日後能逐步調整太空船的軌道，盡可能地接近，甚至登上小行星，並直接蒐集小行星、彗星表面的科學資料，或帶回一些表面物質的標本。另一方面，他們透過名為「Deep Impact」的計畫，主動地

發射載具去撞擊一個彗星，藉以觀察埋藏在彗核表面下的物質並蒐集科學數據。

事實上，除了美國外，其他國家也同步進行各式各樣的太空計畫。例如歐洲的Rosetta計畫就是盡可能地飛近一個彗星，並近距離環繞著它，蒐集各種資訊，且釋放一個登陸器降落到彗核表面，就地進行科學實驗和勘察。

「露西達」登陸器將在2014年尋覓一個穩定的地方落腳，由於彗核表面幾乎沒有重力，一點點彗核旋轉產生的離心力便可以將登陸器推離表面，因此可能的著陸點是彗核（或小行星）的南極或北極。有如人類探索地球的地理環境，也是直到挪威探險家阿蒙森（Roald Amundsen）在1911年首次踏足南極，才算走完第一步。我們也期待有朝一日太空人可以踏足上彗核南極，開啓太陽系探測和採掘寶貴資源（如稀土金屬）的新頁。

人類的「星」夢

當「哈雷彗星」下次接近地球時，我們並無法預測屆時世界的樣貌。然而，人類因夢想而偉大，許多今天的奇幻想像，在未來也許是司空見慣的常態。現今的我們已開始感受到全球變遷的許多負面影響，地球上的資源也正快速地消耗中，在把目光轉向

其他星球上的資源時，科學家也為人類未來移居太空提出許多想像。

美國科學家弗里曼·戴森（Freeman Dyson）就設想未來會有一種極其輕薄的板子，能漂浮在太陽或星球的外圍，用以吸收太陽輻射能供給人類所需；或把彗星中間挖空，以基因改造的巨樹（又稱戴森樹）深植其中，可供給人類所需的氧氣和養分，最終甚至達到類似一種能自給自足的小型生物圈。這些看似瘋狂的想像，也許隨著我們對彗星或小行星的認識逐漸增加，科技日益發達進步，說不定未來真有實現的一天。

演講人 / 葉永烜

中央大學天文研究所

文字整理 / 吳美枝

本刊特約文字編輯

由國科會主辦的「2011科學季：未來科技狂想曲」於100年10月14日至11月25日在中正紀念堂展出，同時舉辦多場與本展主題相關的演講。中央大學天文研究所葉永烜教授於100年10月15日以「葉列寧彗星（C/2010X1）和戴森樹」為題發表演講，本文為其菁華報導。