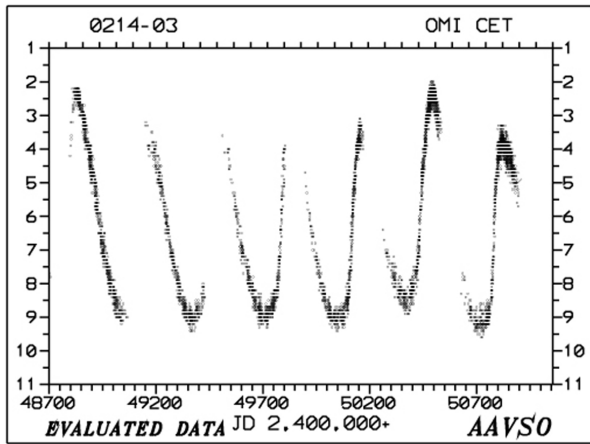


不可思議的星星：蒭藁增二

文/編輯部



圖一：蒭藁增二在1992年至1997年間的亮度變化曲線圖，每個測量點平均相距10日。(Credit: AAVSO)

談到長期週脈動變星，鯨魚座 α (α Cet) 絕對是最具代表性的星體。它的中文名為「增二」，英文名 "Mira" 意指它是一顆不可思議的星星 "the Wonderful star"。得此稱譽最主要是因為其亮度能在332天的週期裡，從比北極星還亮的2等、甚至1等，減光至肉眼完全看不見的10等（圖一），亮度變化超過8個星等，約1,700倍之多！

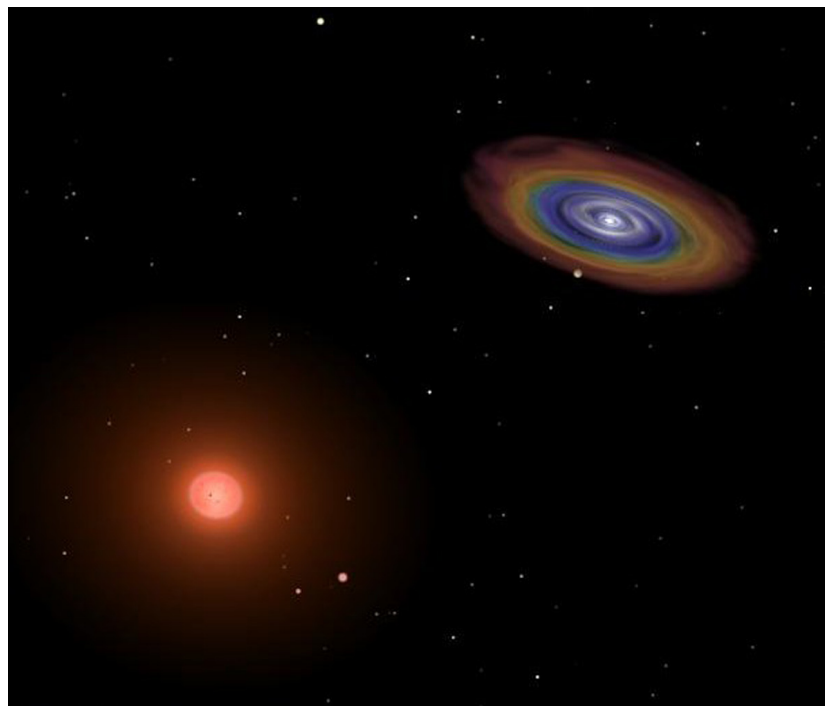
蒭藁增二的發現歷史

當蒭藁增二亮度極大時，它是鯨魚座中最亮的星，甚至比鯨魚座 β （土司空）還稍亮一點，也是除了船底座 η （海山二）外最亮的週期變星。古代的人們當然也注意到這顆會週期性消失又出現的亮星，從史籍資料來看，中國人很可能在西元1070年、甚至西元前134年就知道了這顆變星，不過有確切文獻紀錄的發現者為德國天文學家大衛·法布里修斯 (David Fabricius)，他在1596年8月3日的觀測紀錄中將這顆正在變暗的3等紅色亮星標註為一顆新星。1609年時，他驚訝地發現這顆星星竟然又再度變亮，才察覺到它是一顆變星。到了1638年，弗里斯蘭的天文學家 Johann Fokkens Holwarda 更進一步確認它是一顆週期性變星，並測定出變光週期約330天。而

當過議員和市長的著名波蘭天文學家約翰·赫維留 (Johannes Hevelius) 則在1642年給它取了 "Mira" 這個名字並廣為流傳。

蒭藁增二的特性

在過去四百多年的觀測歷史中，蒭藁增二的可見光視亮度極大介於2.0到4.9等，極小則在8.6到10.1等之間，但在主要輻射的紅外波段上，變光幅度



蒭藁增二，左下為Mira A，右上為Mira B。

僅約兩個星等。在300多天的變光週期裡，從亮度極小到極大間的增亮期約佔100天左右，從極大到極小的減光期佔了200多天。

根據希巴谷(Hipparchos)衛星在2007年的測量，蒭藁增二距離地球約299光年（誤差範圍11%），質量約為太陽的1.18倍，年齡為60億年左右。它的半徑非常巨大，在太陽的332至402倍間收縮膨脹，在恆星從膨脹最快轉為收縮最慢的期間，表面溫度可從3,200K降至2,900K，同時視亮度則從2等降至10.1等，變暗達1,700倍。但其實蒭藁增二真正的發光能力並沒有改變這麼多，大約只在太陽發光強度的8,400至9,360倍間徘徊，只是當恆星溫度升高時，整個輻射的高峰偏向可見光，使可見光亮度升高，而溫度降低時則高峰偏向紅外波段，再加上此時大氣中合成了大量會吸收可見光的二氧化鈦分子，才使得視亮度大幅降低。

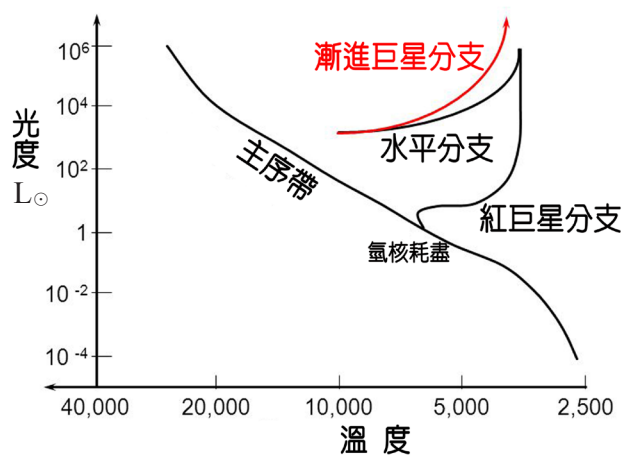
長週期脈動變星

Mira型變星的特性

目前已經有數千顆和蒭藁增二變光特徵與原因相近的變星被發現，統稱為「Mira型變星」。一般而言這類變星的變光幅度在2.5星等以上，週期在百日以上，穩定可預測，但偶爾也會出現戲劇性的變化，光譜型多屬M、S或C型。

其實它們的前身是和太陽類似的中低質量恆星，經過長期演化後步入紅巨星階段晚期，成為高光度的漸近巨星分支(Asymptotic Giant Branch, AGB)恆星（圖二），其特徵是表面溫度低，偏紅色，光度高，以超過百日的週期膨脹收縮脈動，而且由於整顆恆星膨脹到比太陽大數百倍，所以重力場很弱，甚至無法完全束縛住外層稀薄的大氣，結果形成一層包覆在恆星外殼的氣體封套，當其向外膨脹的速度達到最高時亮度最高，向內收縮速度最快時則最暗，而其脈動的週期則與恆星半徑和質量有關。

這些漸近巨星分支恆星不久後會將外層氣體殼層拋出，形成行星狀星雲，核心部分則在數百萬年後成為白矮星，這也是太陽未來命運的寫照。



圖二：漸近巨星分支(AGB)在赫羅圖上的位置。

蒭藁增二的伴星

蒭藁增二是極少數擁有近密伴星的長週期變星之一，拜其為離地球最近的共伴雙星(symbiotic binary)之賜，讓我們有機會比較詳細地研究這顆複雜而有趣的變星。

威爾遜天文臺的天文學家 Alfred Joy在1918年時發現當蒭藁增二亮度極小時，其光譜中的氫和氦譜線有無法解釋的異常移動，最有可能的就是其外形極度不對稱，或者有一顆伴星。立克天文臺的Robert Aitken在1923年以36吋折射式望遠鏡透過目視觀測，果然在其南方大約0.6"處發現了一顆淡藍色的小星：鯨魚座VZ，因其為蒭藁增二的伴星，所以又被記為Mira B（主星記為Mira A）。Mira B與主星相距僅約70天文單位，軌道週期約400年。它本身也是一顆變星，亮度從9.5至12等，變光週期約13年，不過與巨星Mira A不同的是，它是一顆白矮星，周圍還環繞著一圈靠引力從Mira A膨脹氣體外殼攫取物質所形成的吸積盤，這也是它變光的由來。2007年天文學家在Mira B發現原行星盤，一度以為它是一顆K型主序星，但2010年進一步的光變分析指出，其應為白矮星無誤。

根據在紅外波段下的觀測發現，Mira A外形不對稱的突出部分大幅偏向Mira B這一側，顯然是引力作用的結果。天文學家還在2005年觀測到蒭藁增二出現強烈的X-ray輻射，原本推測應該是來自Mira B的高溫吸積盤，後來發現竟然是來自Mira A的閃焰爆發，很可能是其大

規模質量拋射的結果，也顯示A, B兩星正如理論所預測，彼此進行著密切的交互作用。蒭藁增二也是第一個透過觀測證實這項理論的例子。再過數百萬年，當Mira A也演化成白矮星時，蒭藁增二將成為一個雙白矮星系統。

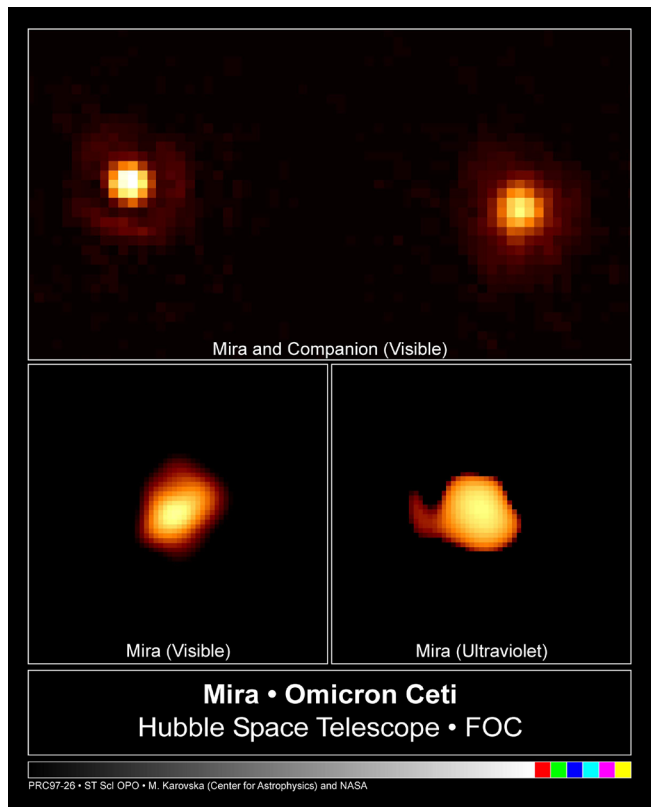
加入觀測

蒭藁增二的行列

Mira型變星在研究恆星晚期演化上扮演著重要的角色，它與造父變星同屬脈動變星，所以光度和週期間也有對應關係存在，可應用於星體距離的測量。蒭藁增二是Mira型長週期變星中極大亮度最高的一顆，已經累積了超過四百年的長期觀測紀錄，對業餘觀測者來說，既不需要高深的觀測技巧，也無須特殊的觀測儀器，算是非常容易於上手的觀測目標，更重要的是，還能具體對天文學研究做出實質貢獻。

2/25是蒭藁增二的極大日，在瞭解了相關它的天文學背景知識後，不妨參閱本期第35頁「變星」的相關觀測資料，親眼看看這顆「不可思議星星」的真面目。

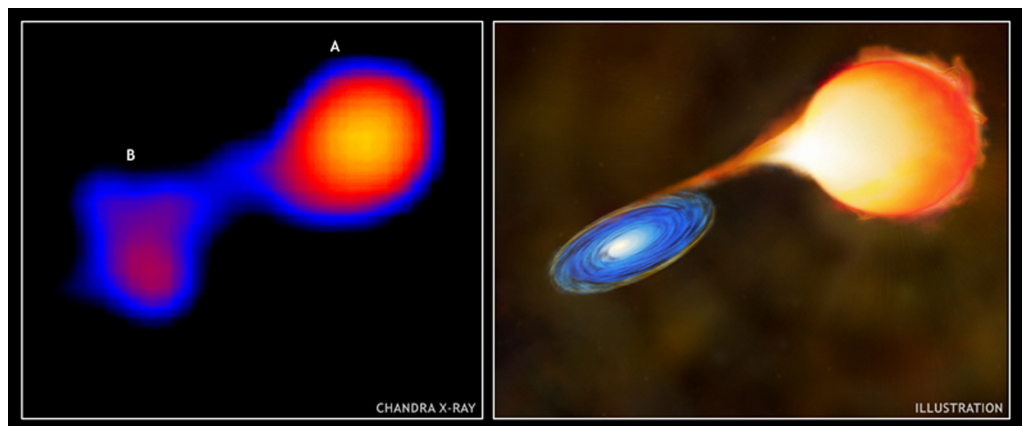
Mira型變星和另一型半週期變星合稱為「長週期變星」(Long Period Variables, LPVs)，是業餘變星觀測者最感興趣的目標。尤其像蒭藁增二這樣明亮又有長期觀測紀錄的目標。



圖三：哈伯太空望遠鏡在1997年拍攝的Mira AB。圖上右為Mira A，左為Mira B。圖下左右分別為Mira A的可見光及紫外光影像。注意Mira A其扭曲不對稱的外形。(Credit: NASA)



Mira 影片



圖四：錢卓X射線太空望遠鏡於2003年拍攝的蒭藁增二。圖右為想像中蒭藁增二雙星間的交互作用。(Credit: NASA)