

遠眺成對恆星的 的誕生之地

太陽是我們賴以維生的恆星，不過宇宙中更多的是成對恆星，為什麼太陽跟這些成對恆星不同，是單獨存在的？科學家藉由先進的望遠鏡與電腦模擬，逐步揭露成對恆星的形成秘密。

電

影「地心引力」女主角從太空面向我們所居住的地球時，眼前一片蔚藍景象，令人陶醉不已。若是往更遠方看去，便能一瞥翻騰不止的太陽——太陽系中唯一的恆星。人們曾經以為太陽系就是整個宇宙，直到我們抬頭望向遠方，才發現宇宙中更常見到兩個恆星互相繞行，稱為「雙星」(binary star)。以往科學家對於雙星的形成過程所知有限，不過中央研究院天文及天文物理研究所(以下簡稱中研院天文所)的兩項新近研究，可以讓我們對雙星知識向前邁出一大步。

中研院天文所的副研究員高彥繁久帶領的研究團隊發現，成對原恆星各自具有旋臂狀結構，促使物質流向這對原恆星。這項研究是人類首度發現雙星誕生的形成機制，發表於去年11月的《天文物理學期刊》。而另一項研究是中研院天文所的博士後研究員呂浩宇與國際研究團隊的觀測結果，對於大質量恆星的形成過程，他們提供了大幅簡化的幾何與動力學架構，這項成果發表於今年4月的《天文物理學期刊》。

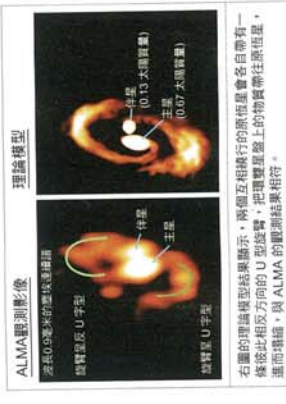
雙星的物質輸送帶

這兩項新近研究都是透過阿塔卡馬大型毫米波陣列(ALMA)進行觀測。ALMA位於智利阿塔卡馬沙漠，是全世界目前最大的地面望遠鏡陣列計畫，由66具電波天線組成一座巨大的干涉儀，能夠觀測從毫米到次毫米波段的無線電波。ALMA的解析度能夠達到0.01角秒，等同於可以在高雄看見台北的一元硬幣，因此是探究恆星和星系結構與演化的一大利器。中研院天文所的特聘研究員黃國傑指出，ALMA比

先前的望遠鏡提高了10~100倍的解析度，可以讓我們看到清楚的天體影像。

長久以來，科學家想要知道太陽是怎麼誕生的。他們透過觀測與理論得知，當一團巨大的氣體塵埃雲因重力而塌縮時溫度會升高，氣體塵埃漸漸形成盤狀結構。現代的星系裡包含著碳、氧與塵埃等成份，這些物質能幫助氣體降低溫度；低溫氣體塵埃雲的壓力比較低，使得氣體塵埃雲能夠一直塌縮，當熱壓力與重力達到平衡時，會在氣體塵埃雲的中央形成流態靜力平衡的核，進而成為原恆星。原恆星跟成熟不已的太陽不同，屬於恆星形成的初期階段，但這是單一恆星的形成機制。

宇宙中有著許多的雙星存在，而且質量接近太陽的這類恆星大多是成對誕生，為什麼我們的太陽如此不同呢？這期間問題惑著天文學家，因此「雙星的形成機制」在天文學研究上是個重要的課題。先前研究已經藉由次毫米波陣列(SMA)觀測到新生雙星周圍的「環雙星盤」(circumbinary disk)，卻無法仔細描述環雙星盤的細節特徵。



圖為高彥繁、呂浩宇與國際研究團隊的觀測結果(左)，以及高彥繁、呂浩宇與國際研究團隊的理論模型(右)。

高彥繁的研究團隊利用ALMA來觀測距離地球460光年、位在金牛座的L1551 NE雙星系統裡的新生雙星，藉由0.9毫米的塵埃發射頻譜來分析星際介質的分布情況，以及透過一氧化碳的分子譜線來計算氣體運動。他們發現這對原恆星位於環雙星盤的中央，而雙星的周圍各有一個氣體盤；特別的是，這對原恆星都帶有一條旋臂，彼此呈現相反方向的U型結構。

為了確立這對原恆星的特徵與機制，日本法政大學的教授松本倫明建立了理論模型，研究團隊把觀測資料跟理論模型比較後發現，這對原恆星會振盪環雙星盤，把物質帶往這對原恆星，進而塌縮；恆星旋臂上的氣體轉速較快，旋臂內側的氣體轉速較慢。本研究共同主持人、大阪府立大學的研究員西合一表示，本次研究綜合了ALMA觀測、理論模型、超級電腦運算，將成為未來研究的重要參考，而高解析觀測加上詳盡數值模擬勢必越形重要。接下來，他們想要觀察更多雙星，來探索另一個問題：什麼樣的機制會影響類太陽雙星的大小？也就是為何有些雙星的質量相近，有些卻是一大一小。

L1551 NE 的新生雙星各有一條旋臂，彼此呈現相反方向的U型結構；分子雲輸送給正在成長中的恆星。

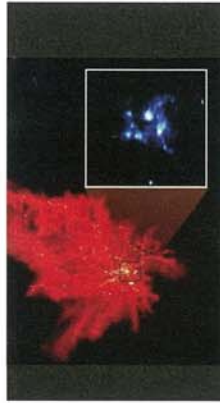
不只是旋臂，更是屏障

相對於質量接近太陽的恆星，呂浩宇與研究團隊好奇的是數百太陽質量的大質量恆星。過去科學家認為，當大質量恆星形成時，會噴發強大的恆星風與紫外輻射，但吹散並隔離周圍的氣體，使得恆星無法持續生長。但是宇宙中仍存有許多大質量恆星，明顯跟我們所知的理論衝突，或許形成大質量恆星的這些氣體雲有著特殊的機制。

呂浩宇與研究團隊特別挑選盤面傾斜幾乎平行於我們視線的气体雲，選定的天體為分子雲G33.92+0.11，再透過ALMA觀測分子雲中的大質量恆星形成區域。

顯示，分子雲可能因整體性的重力塌縮，使中心區域形成扁平緻密的盤狀結構，成為有利於大質量恆星誕生的結構。這個高密度的盤狀結構中具有輻射帶狀的旋臂，能夠把物質輸送到大質量恆星的形成區域，進而塌縮成大質量恆星。由於輻射帶狀的旋臂成為高密度的屏障，使得盤狀結構中的氣體不易受到大質量恆星的恆星風與紫外輻射影響而散失，大質量恆星得以安然茁壯。

這項研究證實形成大質量恆星的分子雲中心區域有著巨大且有序的結構，類似於低質量成對原恆星周圍的環雙星盤中的旋臂，差別在於環雙星盤增加了上千倍的放大版。呂浩宇表示，中研院天文所長期在這些領域的耕耘，使得我們能夠逐步解開大質量恆星形成的關鍵問題。



利用ALMA觀測分子雲中心區域的詳細結構(右圖)，並與數值模擬比較。結果發現中心區域帶有輻射帶狀的結構，使得大質量恆星結構茁壯。

宇宙中有著數也數不清的恆星，誕生、燃燒、消失，接著形成下一代的新成員。臺灣的科學家透過越來越先進的觀測儀器與日益周延的理論，站上國際舞台與其他先進國家的科學家並列，一同描繪著這些恆星的故事，也拓展我們對於宇宙成員的認識，最終將熟悉宇宙的美妙篇章。



中央研究院為便民起見可觀看所舉辦各項演講活動，設有「影音服務專區」
<http://app.sinica.edu.tw/videostr/>