

本院要聞

ALMA首見旋轉式噴流 揭密原恆星成長機制

原恆星（又稱「恆星寶寶」）噴發出來的噴流，是恆星形成時期一個最奇特的標桿。本院天文及天文物理研究所李景輝團隊使用阿塔卡瑪大型毫米及次毫米波陣列（簡稱ALMA），以最新觀測首度證實：「噴流在轉動！」此突破性成果不僅確認了噴流能將吸積盤最內緣過剩角動量帶走，解決天文學懸宕多年的難題，也讓吸積盤餵食原恆星的完整情境躍然呈現。

研究團隊人員說明這個結果為什麼既重大又令人興奮——

天文所副所長李景輝研究員表示：「在大多數恆星寶寶的案例中我們都能看得到噴流，就像沿著吸積盤自轉軸飛馳而出的一串子彈。噴流的功能一直是個謎。它是否如同目前的噴流發射模型所預測的，在轉動呢？但因其口徑極窄，且轉動幅度極小，所以過去一直無法確認。現在因為ALMA同時兼備超高的空間和速度解析力，不僅解析到距離原恆星只有10個天文單位（1天文單位為太陽到地球的平均距離）的噴流，同時還偵測到其旋轉運動。」這看起來，「恆星寶寶彷彿每咬一口太空漢堡（吸積盤）就會射出一顆旋轉子彈。」

天文所賀曾樸院士表示：「吸積盤裡的角動量是恆星形成最棘手的一個難題，它會妨礙物質掉在中心恆星上。現在有噴流在最靠近盤的內圈那裏，把物質的多餘角動量帶走，那物質就很容易可以從盤面掉到中心恆星表面上了。」

觀測目標的特性和ALMA觀測的結果——

HH 212是位於獵戶座的一個鄰近原恆星系統，距離大約1300光年。中心的新生恆星誕生迄今僅只有4萬年（是太陽目前年齡的十萬分之一），質量只有太陽五分之一而已。而其中正在餵食原恆星的吸積盤，幾乎以它的側面面對地球，半徑約60個天文單位，盤中間有一道明顯的暗帶，夾在兩個明亮構造之間，這讓它外觀看起來就像個「太空漢堡」。此外，位在系統中心的原恆星還驅動了強而有力的雙極噴流。藉由對此噴流的觀測可進一步探討吸積盤是如何餵食原恆星。

早先在望遠鏡解析力大約是140個天文單位時，本團隊無法確認噴流會轉動。現在ALMA解析力提升到8個天文單位，比原來好17倍，果然偵測到噴流在旋轉。噴流的角動量非常的小，換算得知噴流噴發的位置應該就在吸積盤上距離中心恆星約0.05個天文單位的地方，和目前的噴流發射理論相當吻合。（水星至太陽距離約為0.4個天文單位，約為噴流噴發位置的8倍遠。）

新發現顯示出在原恆星周圍吸積盤（太空漢堡）最內圈區域，噴流的確將物質的一部分角動量帶走了，減慢了那裡的轉動，因此，中心恆星才能從吸積盤獲得物質。

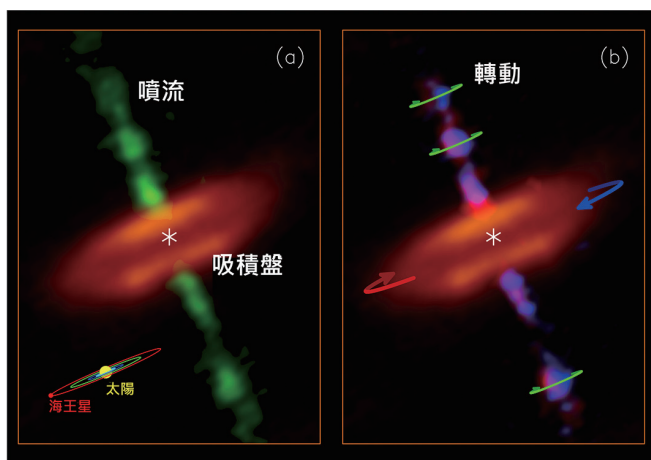
未來研究展望

這項研究開啟了未來利用ALMA高解析力來觀測圍繞原恆星的旋轉噴流之可能性，這對恆星形成領域的噴流形成論述，具有極重要參考價值。此外，這項觀測對其它類型天體的觀測具有啟發效應，譬如星系裡的活躍星系核，在星系尺度上或許正扮演著和原恆星噴流類似的角色，具有帶走盤面角動量的功能。

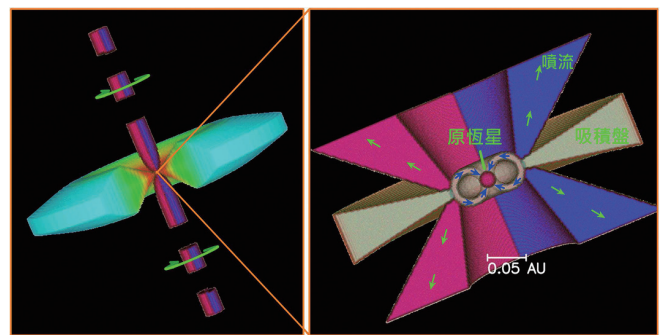
其他參考資料：

研究論文篇名是 *A Rotating Protostellar Jet Launched from the Innermost Disk of HH 212* · *Nature Astronomy*

研究團隊名單：李景輝（中研院天文所；臺灣大學）、賀曾樸（中研院天文所；東亞天文臺）、李志雲（美國維吉尼亞大學）、平野尚美（中研院天文所）、張其洲（美國哈佛史密松天文物理中心）、尚賢（中研院天文所）。



圖一 在HH 212原恆星系統裡的噴流和吸積盤。(左圖)顯示從橘色的吸積盤之最內圈盤面，噴出綠色的分子噴流。此圖是ALMA在8個天文單位解析力下得到的觀測影像。吸積盤中間有一道暗帶，讓整個盤看起來像個漢堡。左下角以太陽系的海王星公轉軌道為比例尺，供讀者參考了解HH 212的吸積盤大小如何。(右圖)噴流的紅移部份(紅色，譜線紅移代表物體朝我們遠離)和藍移部份(藍色，譜線藍移表示朝我們靠近)分佈在兩側，顯示噴流在轉動(如綠色箭頭所標示)。紅色和藍色箭頭用來標示吸積盤的轉動方向，與噴流一致。圖像版權：ALMA (ESO/NAOJ/NRAO)/中研院天文所李景輝團隊



圖二 從餵食中心原恆星的吸積盤噴出的旋轉噴流三維示意圖。(左圖)噴流兩側紅色部分正在遠離我們，藍色部分正朝我們靠近，綠色箭頭顯示的是噴流旋轉方向。吸積盤裡藍色代表的溫度比橘色的部分低。(右圖)鏡頭拉近到吸積盤最裡面的區域，靠近原恆星的物質吸積及噴流發射過程示意圖。本研究認為噴流是在距離原恆星0.05個天文單位的地方噴發出去，如圖中綠色箭頭所示。噴流帶走多餘的角動量，以讓該處盤面物質掉進中間的原恆星，如圖中藍色箭頭所示。目前的噴流模型預測噴流是中空的，但需要更高解析度的觀測來檢驗。圖像版權：中研院天文所李景輝