

天文所研究團隊透過ALMA發現恆星雙胞胎形成過程

本院天文所副研究員高桑繁久所領導的研究團隊藉天文望遠鏡阿塔卡瑪大型毫米及次毫米波陣列(Atacama Large Millimeter/submillimeter Array, 簡稱ALMA) 觀測, 發現環繞於一對年輕原恆星周圍的微塵與氣體分子雲裡的旋臂狀結構, 並觀察到周圍氣體流向原恆星。在宇宙中, 雙恆星比比皆是, 此項研究成果首度揭曉雙星誕生的生成機制, 於11月20日發表於《天文物理學期刊》(The Astrophysical Journal, ApJ)。

恆星形成於星際間由氣體與微塵組成的分子雲。先前關於恆星形成研究多聚焦於質量近似太陽的單恆星如何形成, 並已建立標準模型: 星際間緻密凝結氣體雲因重力塌縮而在中央形成了原恆星; 事實上先前研究已經發現了塌縮中的氣體雲如何提供物質給中央的原恆星, 但主要都是在單一恆星的條件下。

相對於單一恆星, 我們對雙恆星的誕生形成機制所知很少, 但天文學界已知的是, 質量近似於太陽的這類恆星大多是結伴誕生, 超過半數的類太陽恆星都是雙胞胎恆星, 因此, 追溯雙恆星如何誕生的詳細機制在天文研究上益形重要。理論上, 環繞在胚胎期雙恆星外有個盤面, 它會朝盤中央餵養雙恆星寶寶, 提供它們在長大期間所需要的塵埃氣體物質。雖然新近研究中有些已經看得到環繞在雙恆星寶寶周圍的「環雙星盤」(circumbinary disks), 但解析力和靈敏度不足, 未能提供盤面氣體運動細部特徵的影像。

由高桑繁久博士所主導的天文所團隊先後使用SMA次毫米波陣列望遠鏡(SMA)與ALMA觀測距離地球460光年遠, 位在金牛座的L1551 NE雙恆星。最新觀測結果顯示ALMA的觀測具有更好的解析力和靈敏度, 是SMA的1.6倍和6倍, 大幅超越此領域中先前所有研究的觀測結果。觀測是用波長0.9毫米的塵埃連續發射譜線來追蹤星際介質分布狀況; 以及一氧化碳的分子發射譜線, 經都卜勒效應計算後能得知氣體運動情形。L1551 NE 雙星系統裡的兩個新生恆星質量分別是太陽質量的0.67倍和0.13倍, 兩個新恆星之間的距離是145AU (AU是天文單位, 等於地球到太陽的距離: 1.5×10^8 公里)。結果研究團隊發現了雙星周圍各自伴隨著一塊氣體團, 及環繞雙星的「環雙星盤」, 其盤面大小約300AU, 是海王星公轉軌道的10倍大。在這樣特徵相當詳盡的觀測下, 環雙星盤的細節首度公諸於世。如圖一所示, 環雙星盤由兩部份構成, 南側環呈U形, 北方的發射譜線則呈反U形, 隆起於西北和東北向。

為求能更進一步了解這些新發現的特徵及其物理意義, 研究團隊為L1551NE雙星系統形成機制構建了理論模型。ALMA觀測到的南北側U形和反U形特徵, 經雙旋臂模型加以數值模擬後皆可複製、重現, 兩個旋臂分別源自兩個新生雙恆星而向外伸出。將觀測中實際看到一氧化碳分子發射譜線與理論預測的氣體運動加以比較探討後, 團隊首次確認旋臂上的氣體轉速較快, 而位於旋臂內側的氣體轉速則較慢, 並呈現了朝中央恆星方向塌縮的跡象, 亦即代表物質餵食成長中新生雙恆星的過程正在進行。研究結果表示, 雙恆星會震動環繞在它周圍的環雙星盤, 誘導物質朝向位在環中央的新生雙恆星塌縮, 以餵養這對雙星寶寶長大, 未來成長為雙恆星。高桑博士表示: 「在ALMA高解析度觀測下, 傳回了雙恆星誕生現場的第一手即時影像, 實為前所未見。」

本次理論預測模型由日本法政大學松本倫明教授以超級電腦執行。松本教授表示: 「ALMA觀測顯示從盤面而來的氣體物質餵養新生雙恆星, 這與理論預測符合程度驚人之高。」本研究共同主持人、日本國立天文臺的西合一矢博士說明: 「本研究能夠以高精確度展現出環雙星盤結構和運動, 須歸功於ALMA望遠鏡的高解析度和高靈敏度。隨著天文學界跨入了ALMA時代, 高解析觀測加上詳盡數值模擬勢必越形重要。本次以L1551 NE為主題的研究, 綜合了ALMA觀測、理論模型、超級電腦運算, 未來將成為最新研究趨勢的重要參考。」

論文作者包括: 中央研究院天文及天文物理研究所高桑繁久、日本國立天文台野邊山宇宙電波觀測所齋藤正雄、日本國立天文台ALMA推進室西合一矢、日本法政大學松本倫明、日本千葉大學花輪知幸、香港大學林仁良、中央研究院天文及天文物理研究所賀曾樸。

這項研究計畫由科技部、香港政府與日本學術振興會科學研究費補助金的經費支持。

論文全文請參考《天文物理學期刊》網站: <http://iopscience.iop.org/0004-637X/796/1/1/article>

本論文雙恆星形成模式預測動畫由日本法政大學松本倫明博士製作:

http://redmagic.i.hosei.ac.jp/~matsu/tmp/L1551NE_v2/L1551NE_volren_rest.mp4