

文/ 金若蘭、李君樂

明亮的新星為什麼會這麼亮？

天文學家最新研究結果發現我們以前想錯了…

2017年九月號的《自然天文》(Nature Astronomy) 期刊上，刊載了一篇由清大天文所博士班畢業校友李君樂博士主筆與國際天文學家共同完成的關於新星的研究，解決了長久以來困擾天文學家的一個問題——新星為何這麼明亮？



圖一. 一顆白矮星正在將其伴星的物質吸過去，紫色部分代表因為震波而放出的伽瑪射線。(©. NASA)

很『老』的『新』星

其實『新星』(nova) 一詞是個大誤會，以前的人看到天空上突然多了顆明亮的星星，以為是顆新誕生的星，但其實這是顆已經進入老年階段的星星——白矮星。恆星在一生中大多數時候發光的原因都跟太陽類似，主要來自其內部的核融合反應。核融合反應會將

較輕的物質慢慢融合成較重的物質，在其核心停止核融合後會變冷縮小，中心成為密度很大的白矮星。

一個與太陽類似的恆星，最後變成白矮星時，它會縮小成類似地球大小，因此密度非常的高，並且也變得比之前黯淡。如果這顆白矮星旁邊有個兄弟（我們通常叫『伴星』），當伴星離

這顆白矮星太近，伴星的物質就會被這顆密度很高的白矮星慢慢地吸過去（圖一），吸過去物質的重力位能會轉化成熱能，造成白矮星表面氣體的核融合反應，核融合反應產生的熱，造成那層氣體向外膨脹，發出很亮的光芒，就是我們所看到的新星。所以當看到一顆新星時，那顆『新』星其實多半已經幾十億年老了。

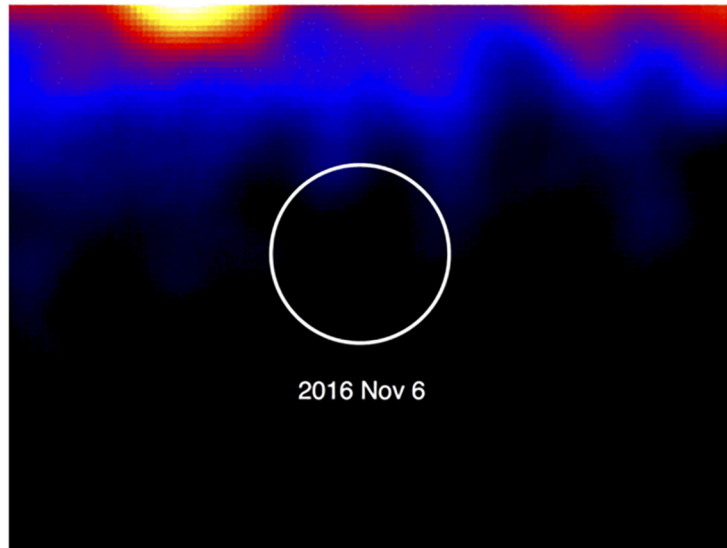
新星在天空上並不罕見，根據估計，銀河系應該每年會有約五十顆新星形成，每年我們大約可以觀測到約十顆，每發現一顆新星就昭告著宇宙某處又有一顆星正進入另一種輝煌的老年期。

未解的謎題

但是等等！事情沒這麼簡單

...

因為從以往對新星的觀測，天文學家發現新星發出的可見光太亮了，那樣的熱壓力會超過可以與其重力達到平衡的上限。另外，也不明白新星在發出明亮可見光的同時，其輻射出伽瑪射線的原因。長久以來這個問題的答案一直有人想試圖去解釋，其中一個說法是由美國哥倫比亞大學的天文學家Brian Metzger 教授所提出。他認為這多出來的光，很有可能不是從那顆白矮星上所發出，而是由於震波造成。也就是當白矮星表面往外膨脹擴張的氣體，被其後來又噴出來的更熱、速度更快的氣體撞上，其產生的震波能量非常大，不但可以發出人眼看不到的伽瑪射線，同時也



圖二. 由費米太空望遠鏡所觀測到的來自ASASSN-16ma 新星之伽瑪射線亮度變化。(本圖片由李君樂博士提供)

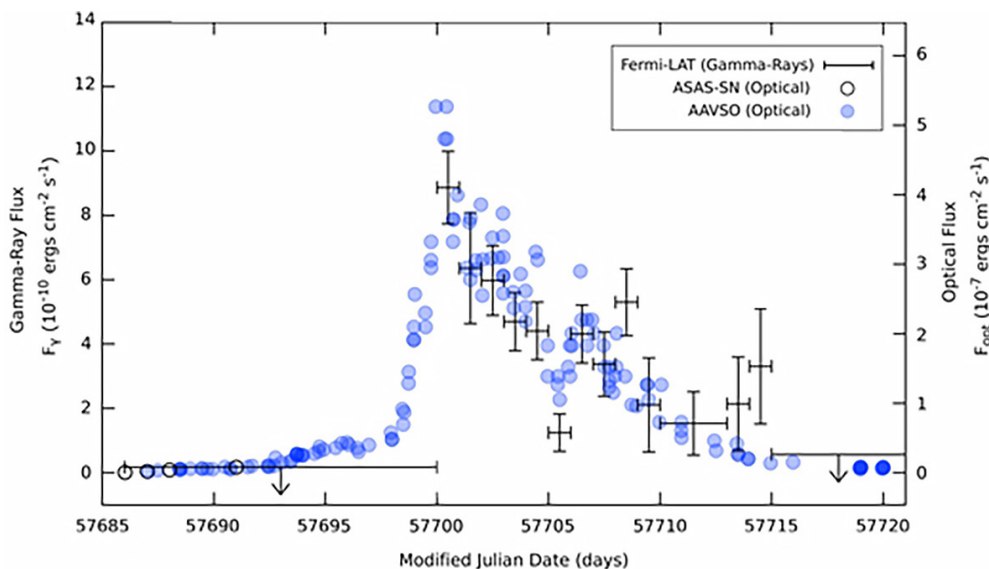
會發出很強的可見光。這個理論一直沒有得到證實，直到去年有顆名為ASASSN-16ma 的新星爆發後。

『看不見』的線索，解答了『看得見』的謎團

現任職於美國密西根州立大學的清大校友李君樂博士，根據美國太空總署專門觀測伽瑪射線的費米伽瑪射線太空望遠鏡 (Fermi Gamma-ray Space Telescope) 所觀測到那顆新星的

伽瑪射線的光度變化(圖二)，配合地面觀測到的那顆新星的可見光光度變化，發現新星發出的可見光的強度變化居然跟伽瑪射線一樣(圖三)！這代表發出這兩個波段的光的發光原因是一樣的。最能解釋這個發現的，就是前面講的震波理論。

伽瑪射線不但人眼看不見，在地面上也因為被大氣吸收的原因，所以也觀測不到，所以只有到外太空才可以直接觀測到。這個新發現也改變了我們原本所以



圖三. ASASSN-16ma 新星之伽瑪射線(圖中黑色十字)與地面所觀測到之可見光(圖中圓點)之光度變化趨勢一致。(本圖片由李君樂博士提供)

得到解謎之鑰的，正是那些做了全面準備的人。

為的白矮星發光機制。李博士表示未來將會有更多配合費米望遠鏡以及可見光的觀測及後續資料分析，希望能有更多的案例可以確認他們的推論是否正確。

成功不是偶然的

這個令人興奮的新發現，其實背後倚賴長久的準備與各團隊共同的努力。首先，這個新星一開始是由美國俄亥厄州立大學的超新星自動巡天觀測（All Sky Automated Survey for SuperNovae，簡稱ASAS-SN）所發現，這也是這顆新星被命名為ASASSN-16ma的原因。當這顆新星在2016年10月被發現後，他們從它的光譜分析知道這是一顆新星。

然後李君樂博士所任職的美國密西根州立大學團隊，就立刻請求費米太空望遠鏡對那顆新星進行同步的伽瑪射線觀測。剛好費米望遠鏡正在觀測那顆新星附近的另一顆超新星，所以可以很快的就將望遠鏡稍稍移動一下角度，把那顆新星也放在觀測的範圍內。

在此同時，密西根州立大學的研究團隊領導人Chomiuk教授也通知美國變星觀測者協會（American Association of Variable Star Observers，簡稱AAVSO）在地面上進行同步的可見光光度觀測。這個協會主要是由國際的業餘天文學家所組成，在這個研究中他們為可見光的光度變化提供重要的觀測數據。

從這個例子我們可以發現，這個新發現要歸功於多波段的觀測、不懈的全天監測、對尚未完全明瞭的現象提出解釋的理論天文學家、受過專業訓練的觀測天文學家以及業餘天文學家的合作，才使得我們對於宇宙現象的謎團得到解答。

參考資料

NASA news

<https://asd.gsfc.nasa.gov/blueshift/index.php/2017/09/05/shock-waves-power-an-exploding-star/>

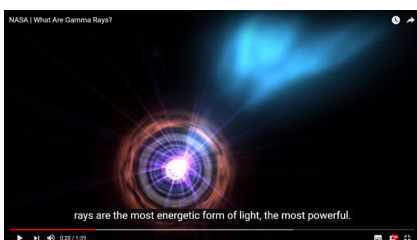
Nature astronomy letter

<https://www.nature.com/articles/s41550-017-0222-1>

arXiv:

<https://arxiv.org/abs/1709.00763>

YouTube相關影片：



NASA | What Are Gamma Rays?

<https://www.youtube.com/watch?v=PP1rtgilgK8>



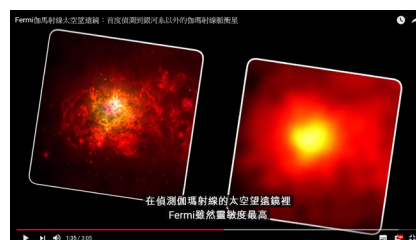
What is a Nova? How Does It Compare to a Supernova?

<https://www.youtube.com/watch?v=RZKiWGT4Za4>



Fermi伽瑪射線太空望遠鏡：觀測類星體大豐收

https://www.youtube.com/watch?v=Im_O7XM2QGc



Fermi伽瑪射線太空望遠鏡：首度偵測到銀河系以外的伽瑪射線脈衝星

https://www.youtube.com/watch?v=GgwiXGLta_Y

金若蘭：清華大學天文研究所博士班研究生

李君樂：密西根州立大學物理及天文系博士後研究員