



黑洞-宇宙中的詭異星體

超大恆星擠成一點點

黑洞是從星體演變來的，所以應該從星體談起。

星體由氣體組成，以我們熟悉的太陽為例，它的外部有氣體，內部有燃燒的核反應，因為核反應所產生的對外壓力可以把氣體撐住，並和太陽重力抗衡，所以太陽是一顆很穩定的恆星。萬一星體內的燃料燒完了，核反應便停止，這時的星體會因為無力頂住萬有引力而往內塌縮。從量子力學可知，電子具有相斥性，當兩個電子靠得很近的時候會產生簡併壓力。所以當星體往內塌縮到某種程度時，裡面的電子會產生簡併壓力而與重力相抗衡，如果兩者達到平衡，這時候的星體就是白矮星。

只可惜電子能夠支撐的簡併壓力只有 1.4 個太陽質量那麼大，萬一塌縮後的星體質量超過 1.4 個太陽質量，就沒有辦法再撐住，於是星體裡面的電子只好敲開原子核，與質子反應形成一大堆中子。然而中子和電子一樣，不喜歡兩兩擠在一起，所以恆星的殘骸會繼續收縮，直到中子的密度足以抗拒重力壓縮時才停止，這時候的星球內部只剩下中子，所以稱為中子星。

截至目前為止，科學界對於中子星的內部結構仍不十分了解，就現在的推估所知，中子星的質量必須小於 3.2 個太陽質量，否則中子的簡併壓力仍然撐不住。但是，萬一塌縮後的質量超過 3.2 個太陽質量，又該怎麼辦呢？那就沒什麼東西可以支撐了，所以重力塌縮會一直進行，一直到所有東西都擠到一個點上為止，這個點就是奇異點。

黑洞很單純也很恐怖

1973 年，史蒂芬·霍金（Stephen Hawking, 1942-）與羅傑·潘若斯（Roger Penrose, 1931-）推測每一個黑洞裡面都有一個奇異點。這個奇異點具有無限大的重力場和密度，且在某個範圍裡面，它的重力強度可以大到連光線也逃不出去。這種讓光線逃不出去的範圍邊界稱為視界，無論光線或物質，都只能從視界外面進入裡面，但是無法從裡面跑出來。黑洞，就是躲在視界後面的神祕區域。如此說來，黑洞應該是一個非常單純的星體，因為它只有一個奇異點和環繞在奇異點外圍的視界。

或許你想知道更多與黑洞有關的知識，再舉兩個例子。如果我們把地球上所有的人疊在一起，然後從外面施加壓力，把大家揉成一個黑洞，這個黑洞有多大呢？大概是一個質子這麼大。如果把地球上所有的東西都擠到一個點上，讓它形成一個黑洞，這個黑洞究竟有多大呢？大概是一個銅板這麼大。現在你可以發揮想像了：如果地球的質量全都集中在一個銅板大小的範圍內，這時的重力強度是何等的巨大與恐怖啊！

黑洞概念來自相對論

最早提出黑洞概念的人，是二百多年前的劍橋學者約翰·米契爾（John Michell, 1724-1793）。雖然在他那個時代只有牛頓的絕對時空概念，但他依然在 1783 年提出與黑洞有關的想法——當一個物體的脫離速度大到無限大的時候，就連光線也無法逃離它的吸引力。米契爾把想像中的星體稱為「暗恆星」。

1790 年，數學家拉普拉斯（Pierre-Simon Laplace, 1749-1827）利用牛頓力學公式演算，希望能找到隱形

的恆星。奇怪的是，他所用的計算方法是錯誤的，但得到的答案卻是對的。不過這也沒啥大礙，因為在往後的一百多年中，人們對於黑洞依然沒能說出個所以然來。

這個情形直到愛因斯坦廣義相對論出現，把重力想像成一種「由時空彎曲所造成的萬有引力」後，大家循著這個邏輯推導才建立起黑洞的基本概念。

更有意思的是，有一個叫做史瓦茲（Karl Schwarzschild, 1873-1916）的人，竟然從超困難的愛因斯坦方程式中解出一個解，後來才知道，這個解可以用來描述一個不旋轉黑洞（史瓦茲黑洞）的時空結構。緊接著，另一個叫克爾（Roy Kerr, 1934-）的人發現了會旋轉的黑洞。至於黑洞的名稱，則是約翰·惠勒（John Wheeler, 1911-）在 1967 年提出的，且在那以後的 70 年代，就是人類研究黑洞的黃金時代。

真的有白洞、蟲洞嗎？

既然有黑洞，那麼有沒有白洞呢？白洞是一個理論上的名詞，科學家仍在努力摸索是不是真有白洞存在？不過就理論來說，黑洞是一個只能進不能出的洞，所有流進黑洞裡的物質，是不是正等待宇宙的毀滅呢？還是正等待從另一個宇宙湧出呢？如果從另一個宇宙湧出，那麼，和黑洞相反，能讓所有東西只出不進的白洞，是不是就是這個「出口」呢？偏偏這個時候，科學家又蹦出另外一個想法——在這兩個「洞」中間，是不是另有一個叫蟲洞的「門」呢？

蟲洞是科幻小說家很喜歡寫的東西，在電影裡面也曾出現這樣的場景——眼前突然出現一條扁扁的、狹長的細縫，從這裡穿過去，立刻進入另一個時空，那地方，可能是未來也可能是過去。這條細縫，就是科學家朝思暮想的蟲洞。如果純粹從理論上說，我們應該可以形成一個蟲洞，只是形成以後它非常不穩定，馬上會消失，甚至無法讓我們從蟲洞裡面穿過去。若以現代科學技術來說，要做蟲洞仍是非常困難的事，然而弔詭的是，我們也沒有辦法證明做不出蟲洞來。

引頸企盼量子重力理論

黑洞已經逐漸由理論的遐想成為觀測事實，雖然我們沒有看到黑洞的邊緣，但在黑洞研究過程中，發現了許多有意思的事，重力波的運用就是其中一樁。

由於大部分物質對重力波來說是透明的，所以用重力波可以看到黑洞附近的時空結構，或是用重力波觀看蟲洞或白洞的時空結構。更妙的是，甚至可用重力波測試相對論的正確性。到目前為止，所有相對論實驗都是在重力場比較弱的太陽系裡面做，既然重力波可在超強重力場產生，那麼，何不用它來檢驗在超強重力場裡面的相對論理論，究竟是對還是不對。

最後提醒大家，奇異點的重力場很強、密度很大，時空曲力非同小可，這使得大家對於研究奇異點的物理性質躍躍欲試。就體積來看，奇異點非常小，所以需要量子力學幫忙。而它的重力場又非常強，所以需要廣義相對論推導。只可惜，廣義相對論與量子力學不和，到現在仍沒有一個真正的理論可以把這兩個理論結合在一起，所以大家只能耐心等待，等待「量子重力理論」誕生。若是你能發展出這樣的理論，或許諾貝爾物理獎的得主就是你了！

參考來源：行政院國家科學委員會