

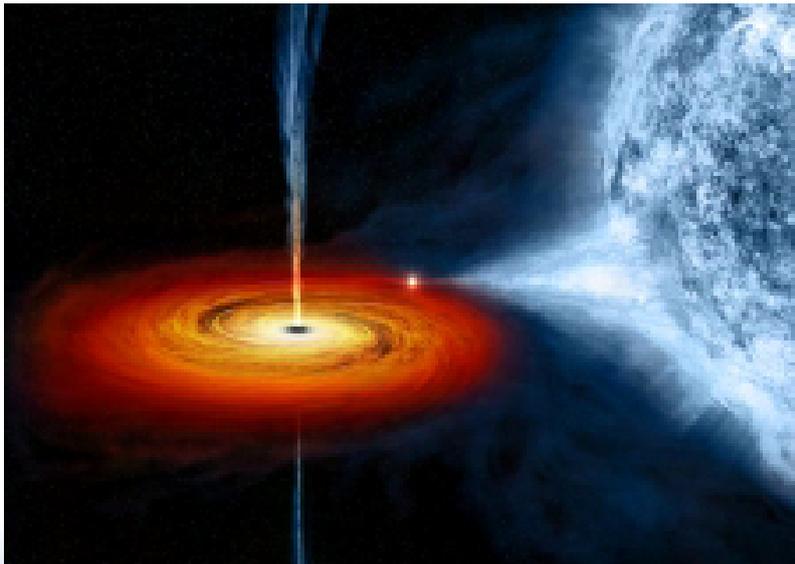


黑洞

● 傅俊結*

黑洞 (black hole) 這個名詞，相信一般大眾都聽過，即使他的專業領域並不是在科學方面。自從有所謂的科幻電影或電視上的科幻影集以來，很多的影片就是以黑洞為題材來發展故事的。

有關黑洞的最基本常識，就是它是一種我們看不見的天體。我們知道，要藉由我們的眼睛看到一個物體，必須有光線打到該物體，然後反射到我們的眼睛，但是黑洞這種天體，因為它質量太大，以至於引力太大，所以光線打到黑洞之後，就被吸收進去，連光線都跑不出來，所以我們根本無法藉由觀測來看到它的存在。就是因為黑洞看不見，所以有些科學家並不相信黑洞的存在。



上圖是藝術家筆下，我們文中提到的天鵝座 X-1 上的黑洞。摘自 NASA。

* 傅俊結，南台科技大學電子工程系副教授。

不過，這些否定黑洞存在的科學家，畢竟是少數。現今，大部分的科學家是相信我們的宇宙是有黑洞存在的，它並不是科幻的，而且宇宙中有一些黑洞，事實上，早在宇宙誕生之後不久就已經存在了。

黑洞在天文物理學上的研究是一個少數的特例。它在還沒有實際的觀測證據之前，早就被理論物理學家還有數學家當作一種模型在研究發展，而且已經進展到非常詳細的境界。尤其在數學的微分幾何領域方面。特別是，當 1980 年代 Schoen 和華人數學家丘成桐一起證明了廣義相對論中的正質量定理之後，有一大票很有名望的微分幾何學家專門在從事黑洞這方面的研究。

愛因斯坦的廣義相對論可說是現在研究大尺度的宇宙現象的最好工具，事實上，可能是唯一的工具。數學家在研究廣義相對論的方程式時，他們可以構造出一種解，這種解有奇異點（singularity）的存在，數學家們就是用這種解來解釋黑洞的存在。而從物理學方面的思考，黑洞是怎麼形成的呢？

物理學家簡單地這樣跟我們說，當質量足夠大的恆星，在其生命的末期，也就是恆星本身，快要把其引起核分裂反應的燃料消耗殆盡時，會產生引力塌陷，這種力量最後會把恆星收縮成一點，就是所謂的奇異點，於是黑洞形成。重點是，要有質量足夠大的恆星才有可能。我們太陽系的太陽這顆恆星，是沒辦法達到的。因為它的質量還沒大到形成黑洞的臨界質量條件。

太陽每天發射陽光照射地球，讓地球的生命生生不息，就是因為太陽核心，一直持續著核分裂反應，類似氫彈爆炸一直持續進行，然後向外發射陽光。

但是，太陽質量也是有限的。供應太陽一直核反應的原料，總有耗盡的一天。科學家估計，大概兩億年之後，當太陽核心進行核反應所產生的能量，無法與太陽本身的重力相平衡時，引力塌陷開始發生，這股力量開始壓縮太陽。產生劇烈的爆炸。就是所謂的超新星爆炸。最後，整個太陽壓縮成一顆密度極高的星球，就是所謂的中子星。太陽的命運，基本上到此就壽終正寢。但是，當質量比太陽大好幾倍的恆星發生這種引力塌陷的情形時，它的命運並不會到中子星就結束。整個壓縮過程會無止盡的進行下去。當恆星半徑收縮到小於一個臨界值，所謂的史瓦茲半徑，這時廣義相對論跟我們講說，在半徑如此小，引力如此大的世界，整個時間空間造成的扭曲，使得光



再也逃不出去。因此黑洞形成。而我們再也看不到它。

我們既然看不到黑洞，科學家又是怎麼研究它呢？一般都是用間接的方法。當黑洞把它周遭的物質吸進去之後，它所發出的輻射，不管 x 射線、紫外線，或任何其它輻射線，科學家就是藉由這些輻射，去分析黑洞的存在與性質。人類發現的第一個黑洞，應該是在 1970 年。當美國的一顆人造衛星偶然發現在天鵝座 X-1 上，有與其他星座不同的輻射源，而且，有一顆星球觀察起來，好像被一個有我們太陽十倍大的星體牽引著。科學家認為這個星體就是黑洞。



上圖也是藝術家筆下，我們的銀河系。科學家相信，銀河系的中心是一個巨大的黑洞。摘自 NASA。

目前為止，還沒有人因為純粹黑洞的研究而得到諾貝爾物理獎。英國的霍金（Hawking）教授，是一個頗有名氣的物理學家，他的名氣，除了本身是一個所謂的漸凍人之外，他還寫了一本暢銷百萬冊的科普著作：時間簡史。霍金在科學上的貢獻，主要是在黑洞理論、宇宙學方面。他被認為是最有可能得諾貝爾獎的黑洞專家。但是，在今年，他卻發表了一篇文章否定黑洞的存在。這篇文章的 title 是 **information preservation and weather forecasting for black holes** 有興趣的讀者可以上網查看看，他的主要論點，就是因為找不到黑洞的邊界，所以黑洞不存在。

最後，我們談一點科幻的東西。俗話說，有黑就有白。所以，當黑洞的觀念慢慢





被人們所接受之後。就有人來湊熱鬧，提出白洞的理論。他們是這樣解釋黑洞與白洞的。就像我們小時候，坐火車過山洞的時候，進入山洞之前，整個山洞從外面看是黑的，就像一個黑洞。進入山洞之後，經過一段時間，要出山洞之前，我們會看到白光，就是山洞的另一邊。他們就把它解釋成，就是所謂的白洞。而且，這些科幻作家振振有辭的說，將來人們要時空旅行，就是要藉由黑洞與白洞來達成。從白洞出去之後，就是另外一個宇宙。這種說法，聽起來有點可笑，可以說純粹是外行人的觀點。但是，我們小時候在坐火車過山洞時不就是這樣嗎？所以這聽起來也是不無道理。目前很多成功的科學理論，在剛開始發展時，也都是由日常生活的靈感開始的。

