



2011 年諾貝爾物理獎介紹 宇宙加速膨脹、變冷

洪連輝

國立彰化師範大學 物理系



Photo: Ariel Zambelich, Copyright © Nobel Media AB

Saul Perlmutter
索歐·珀爾馬特



Photo: Belinda Pirran, Australian National University

Brian P. Schmidt
布萊恩·施密特



Photo: Homewood Photography

Adam G. Riess
亞當·瑞斯

2011 年諾貝爾物理獎由美國索歐·珀爾馬特 (Saul Perlmutter, 52 歲)、美裔澳籍布萊恩·施密特 (Brian Schmidt, 44 歲) 與美國亞當·瑞斯 (Adam Riess, 42 歲) 三位天文物理學家共享此份榮耀, 原因是他們藉由觀察遙遠超新星, 研究爆炸中的恆星, 得知宇宙正加速膨脹、變冷, 共同獲得 1 千萬瑞典克朗 (約 150 萬美元) 獎金, 而波麥特獨得一半獎金, 另外兩位科學家則合得另一半。

在皇家科學院頌詞:「近一世紀來, 已知宇宙膨脹是因為約 140 億年前大爆炸的結

果。能發現此一膨脹正加速進行, 實令人震驚。如果膨脹持續加速, 宇宙最後會冰封。」

1998 有兩個研究團隊彼此相互較勁, 設法找到最遙遠的超新星, 想了解整個宇宙的面貌, 分別得到類似的研究結果。一個研究團隊是由美籍科學家珀爾馬特主持, 他是加州大學柏克萊國家實驗室負責「超新星宇宙學計畫(The Supernova Cosmology Project)」的主持人, 計畫從 1988 就已開始; 另一個研究團隊是由施密特領導的團隊, 而瑞斯也是其團隊成員之一, 從 1994 年底展開「高紅移超新星搜尋團隊」計畫, 施密特是美裔澳籍天文學家, 他是澳洲國立大學領導「高紅移超新星搜尋團隊(The High-z Supernova Search Team)」成員之一, 瑞斯 42 歲是美籍天文學家, 他是霍普金斯大學天文學教授, 也是巴爾得摩太空望遠鏡科學研究院的成員之一。

所謂超新星, 即太空中爆炸的恆星。科學家透過量測這些超新星和我們之間的距離, 以及它們遠離地球的速度, 進一步窺探宇宙最終的命運。有人說世界將毀於火焰, 也有人說世界將毀於冰寒。如果我們的宇宙是開放宇宙 (an open Universe), 那代表宇宙中物質具備的重力不夠大, 無法阻止宇宙膨脹, 因此宇宙會變得越來越大, 宇宙中的物質會日漸稀釋, 越來越空曠冰冷; 而另一方面, 如果宇宙是封閉宇宙 (a closed Universe), 那代表宇宙中含有夠強的重力, 足以阻止甚至逆轉宇宙的膨脹, 如此宇宙最後將會停止擴張並往回縮, 最後宇宙會走向一個炙熱狂暴的終點, 這也就是所謂的「大崩墜」(Big Crunch), 有不少的科學家相信: 宇宙於 140 億年前大爆炸後是減速膨脹的, 而且宇宙最後將走入大崩墜時期。但也有非常多的天文學家相信所謂的「平坦宇宙」(a flat Universe), 這個宇宙觀比較簡單,

可以用漂亮的數學公式佐證，平坦宇宙的擴張會日趨緩和，因此宇宙將不會毀於火焰，也不會滅於冰寒。

這三位科學家的研究結論都是透過測量遙遠超新星所得來的。科學家為了找到適合的超新星，接著測量得知超新星的紅移及亮度，然後配合長期分析所得到的光變曲線（light curve）數據，如此才能和其他已知距離的同類超新星做比較。1990 年代後電腦科技與太空望遠鏡的發展技術日益精進，以及數位影像偵測裝置 CCD 的發明，使得天文學家能觀測到更遠的星系。天文學家發現一種特殊的爆炸恆星——Ia 超新星（Type Ia supernova），單單一顆 Ia 超新星，就能發出和整個星系一樣強的光線，亮度可維持數週，因此將 Ia 超新星可以作為「標準燭光」。此一超新星的形成是由兩顆星互繞旋轉，其中白矮星的強大重力會把伴星的物質吸引過來，當累積的質量超過臨界值時，這顆白矮星便會產生超新星爆發。所有 Ia 型超新星爆發時光度都會達到相似的極大值，所以觀察這類星體爆發，便可推斷該星體所處的星系與我們的距離。

由於 Ia 超新星所發出的最大亮度差不多一致，因此很適合作為「標準燭光」，用來測量宇宙中極遙遠的距離；於是這兩個團隊利用標準燭光持續觀測遙遠星系與我們之間的距離。他們共找到 50 個遙遠的超新星的數據，但每一個超新星的亮度都比預估的還低，這和他們原先想像的不同，假設宇宙膨脹的速度趨緩，那麼超新星的亮度應該比較亮才對，因此他們分析出宇宙正加速膨脹，那麼宇宙將在酷寒中結束。

那宇宙為何會加速膨脹呢？科學家認為這個膨脹力量是宇宙的暗能量（dark energy）。暗能量是看不見的，暗能量一開始只是宇宙一小部分，但隨著物質被稀釋，暗

能量已構成宇宙絕大部分，超過 7 成的宇宙，這個概念仍是物理學界的謎團。暗能量可能會隨著時間改變，宇宙存在一個暗能量的未知力場，提供「反重力」，物理學家把這個力場歸在「第五元素」（quintessence）。第五元素能使宇宙加速擴張，但只偶爾才會作用。但如此看來，我們將永遠無法預測宇宙的命運。

1915 年愛因斯坦發表了廣義相對論，一直是科學家們理解宇宙的基礎。按照廣義相對論，宇宙只能收縮或者膨脹，不可能穩定不變。後來愛因斯坦為了避免得到宇宙正在膨脹的解，因此在方程式中加進一個常數，他稱之為「宇宙常數」（cosmological constant），這個常數不會隨著時間改變，後來他聲稱這是一個大錯誤。但今年獲得諾貝爾物理學獎的 1998 宇宙學觀測，宇宙並非靜態的，宇宙常數的存在反倒解釋了宇宙加速膨脹的現象。因此，2011 年諾貝爾物理學獎得獎主的發現，讓我們了解宇宙的未來，但宇宙的命運如何發展，就要等待億萬年後才能有答案。

參考文獻

1. <http://case.ntu.edu.tw/blog/?p=10298>
2. <http://www.nownews.com/2011/10/04/91-2746938.htm>
3. <http://www.sciencebase.com/science-blog/2011-nobel-prize-in-physics.html>
4. http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/2011/
5. http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/2011/popular-physicsprize2011.pdf