

文·圖／陳輝祥

Curtis和Shapley的宇宙規模大辯論

宇宙的規模 (Scale) 如何？在20世紀前的宇宙觀，「宇宙」一詞對中古世紀以前的歐洲人們而言，僅止於論及太陽系的範圍和行星的運行而已。到了哥白尼的「日心體系」、伽利略光學望遠鏡的使用、刻卜勒的行星運動定律等，他們對於宇宙形狀仍停留在「有限的」空間的想像。隨後在1576年湯瑪士 (Thomas Digges, 1546~1595) 才有恆星分布於「無限的」空間的想像。到了1782年，威廉·赫瑟爾繪製了第一張詳細的銀河天體圖，1845年威廉·巴森茲首度描繪螺旋狀星雲，1897年葉凱士望遠鏡首度證實銀河系是一種螺旋狀星系，由上述歷史看來，人類對於「宇宙」一詞的認知是漸進的，在各個年代裡都有所不同。

至於20世紀初以來人們對於「宇宙」的觀念又會有什麼樣的構思呢？我們不妨從在1920年 Harlow Shapley (1885.11.2~1972.10.20) (圖1) 和 Heber Doust Curtis (1872.6.17~1942.1.9) (圖2) 關於「宇宙規模」(Scale of the Universe) 的大辯論說起。美國天文學家Curtis指出宇宙是由許多像我們所在的「螺旋狀星雲」(Spiral nebulae) 所組成。然而，美國天文學家Shapley辯論這些螺旋狀星雲僅是團氣體雲 (gas cloud)，而宇宙應是個大的「星系」(Galaxy)。在Shapley的模型中，推測太陽是位處於這個幾近平面的大星系(宇宙)裡，且太陽距離星系核心約3萬光年遠。相對地，Curtis認為我們的太陽僅是位於相對小的星系中心附近。

Curtis和Shapley的宇宙規模之大辯論起源於1920年代中期的光學望遠鏡解析度不足，後來哈柏 (Edwin Hubble) 利用位於Wilson山上直徑2.5公尺反射式胡克耳望遠鏡 (是當時世上最大的望遠鏡) 觀測位於織女星系 (M31) 內的造父變星，發現M31與我們的距離遠比Shapley假設的大星系來得遠，也就是說星系M31並不是我們銀河系裡的星系。到了1930年代，由於更進一步的天文觀測，確知銀河系的雲氣狀組成和太陽並不是位於銀河系核心附近，所以說，Shapley正確地描述了我們銀河

揭開人類對於宇宙的科學認知系列(五)

宇宙規模之大辯論和交互作用的統合



圖1. 參與1920年「宇宙規模」大辯論的Harlow Shapley

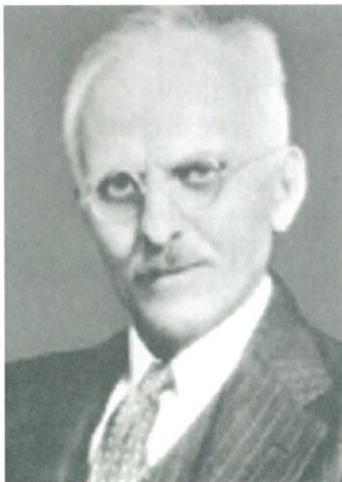


圖2. 參與1920年「宇宙規模」大辯論的Heber Doust Curtis

系的大小和太陽位置；但Curtis正確地指出我們的宇宙是由許多星系所組成，而螺旋狀星雲確切地描繪出銀河系的形狀。你想知道這首場「宇宙規模之大辯論」對於後人有何影響嗎？近代又有什麼關於「宇宙」學方面的大辯論？

Sheldon Glashow與Steven Weinberg電弱作用的統合

討論了Curtis和Shapley的「宇宙規模之大辯論」，天文學家們如何運用觀測到的資料想要瞭解宇宙的大小。另外，科學家們也想知道宇宙的組成是什麼？這些組成宇宙的基本物質是怎麼來的？還有這些基本物質是憑藉著什麼作用力，如何地組成所有能夠被我們觀測得到的各種物質？... 這些我們稍後再一一介紹。

自從1864年，馬克士威 (James Clerk Maxwell, 1831~1879) 統合了原有「電學」和「磁學」的理論完成完整的「電磁理論」，現在稱之為「馬克士威方程式」

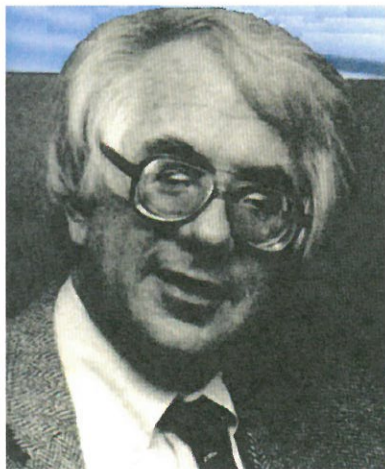


圖3. 1973年完成了「電弱作用」理論的Sheldon Glashow



圖4. 1973年完成了「電弱作用」理論的Steven Weinberg

(Maxwell's equations)，在電磁學中，馬克士威方程式的重要性猶如力學中的牛頓運動定律一樣具有權威性。接下來也有許多科學家想仿照馬克士威統合理論的數

學架構，來統合其他看似類似而仍分散的4種基本作用力，愛因斯坦晚年就是夢想著完成這個「萬物至理」(A Theory Of Everything, TOE) 理論的夢想。在愛因斯坦逝世20年後，於1973年物理學家 Sheldon Glashow (圖3) 和 Steven Weinberg (圖4) 利用1957年楊振寧 (Yang C.N.) 和 Mills所提出的規範場論進行「電磁作用」和「弱交互作用」的理論統合，而完成了「電弱作用」理論。

你知道4種基本作用力所指的是哪4種基本作用力？有第5種基本作用力的可能嗎？愛因斯坦的「萬物至理」理論夢想可能實現嗎？

愛因斯坦最終的夢想——交互作用的統合

在愛因斯坦生命的最後30年，他的科學興趣主要放在發展「統一場論」(Unified Field Theory) 方面，試圖在一個更廣泛的數學結構中解

釋重力與電磁學。雖然愛因斯坦為此花費相當長的時間，因為束縛質子和中子於原子核小空間內的「強作用力」和原子核分裂所產生的「弱作用力」，並未在愛因斯坦的時代中明顯地被提及，因此他的「統一場論」探究工作沒有成功，但他相信總有一天有人會成功的。當代雖然人們常常以為他這些年的時光都虛度了，但現在大家都認為，愛因斯坦的思想實際上比他同時期的人超前好幾十年。目前，物理學家們正試圖提出「萬物至理」理論，就是用一套公式涵蓋物理學的一切已知的交互作用力和作用場。這一要求是愛因斯坦留給科學家最重要的遺產。

圖5是說明科學家夢想將基本作用力以一套基本的數學模式統合在一起，此構想肇始於1864年科學家馬克士威完成統合「電力」和「磁力」為「電磁作用」，到了20世紀的1973年也完成了「電磁作用」和「弱作用」的統合成為「電弱作用」，1979年又初步完成了與「強作用」的統合成為「大統一理論」(Grand Unified Theory)，但是再與「重力」統合的「萬物至理」理論何時能夠完成，而可以圓了愛因斯坦最終的夢想呢？會不會又有其他我們未知的基本作用力被發現呢？尚待我們繼續地努力探索囉！你想瞭解愛因斯坦努力發展統一場理論的思維背景嗎？你知道愛因斯坦努力發展統一場理論這個夢想的結局發展嗎？

若你等不及想看下期內容，歡迎上網<http://aeaa.nmns.edu.tw/>天文教育資訊網查看。

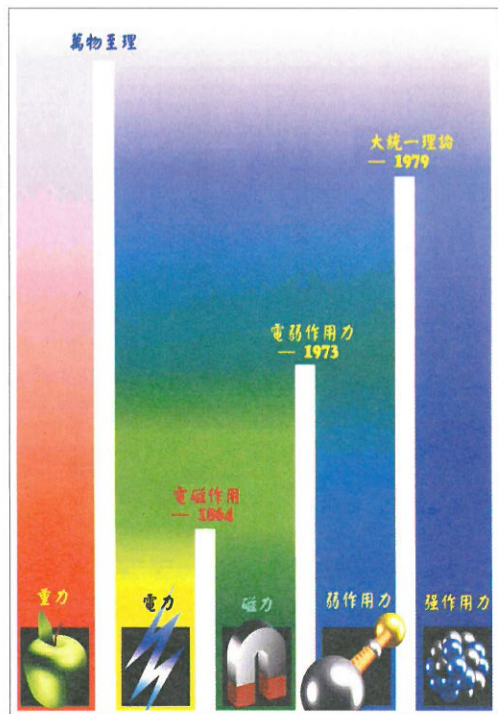


圖5. 科學家夢想將基本作用力以一套基本的數學模式統合在一起