

## 有別於大霹靂學說的宇宙模型

文／陳輝樺

### 摘要

1948 年奧地利數學宇宙學家 Hermann Bondi、奧地利天文學家湯馬士 戈爾德和英國天文學家弗雷德 霍伊爾提出穩定狀態的宇宙模型；1993 年弗雷德 霍伊爾和他的同事英國天文學家傑佛瑞 羅納德 伯比奇與印度天文學家修改成準穩定狀態的宇宙模型，說明宇宙始終存在著且會經歷脈動而擴大與收縮，在每個塌陷階段後會「反彈」而再引起消極能量的密急，類似於大霹靂標準模型中的暗能量角色。

1981 年以色列魏茨曼科學研究所物理學家莫德采 米爾格若姆提出牛頓力學改良式宇宙模型(MOND)來解決暗能量與星系自轉問題。MOND 本質上是說大距離、小作用力，牛頓的萬有引力定律被修改後確實有可能解釋星系的旋轉曲線。

1929 年瑞士天文學家弗里茨 茲威基提出不同於美國天文學家哈柏的宇宙膨脹論點，提議「遲緩光」(Tired light，或稱光衰減)機制，來作紅移與距離關係的解釋。

關鍵詞：大霹靂學說、準穩定態宇宙模型、牛頓力學改良式宇宙模型 (MOND)、遲緩光(Tired light，或稱光衰減)機制

先前，我們介紹了論述時空結構的「愛因斯坦的廣義相對論」(General Relativity) 數學方程及「宇宙學原理」規範的「大霹靂學說」。但是，除了「大霹靂學說」的宇宙形成主流學說外，有沒有其他論點呢？

有別於大霹靂學說的宇宙模型，我們想簡要描述其他幾個非主流的模型及其關聯的論點供比較參考。

**準穩定狀態宇宙模型**：1948 年奧地利數學宇宙學家龐帝(Hermann Bondi)、奧地利天文學家戈爾德(Thomas Gold)和英國天文學家霍伊爾(Fred Hoyle)提出穩定狀態宇宙模型(steady-state theory，或稱無限的宇宙理論或連續創作生成)。這個模型不是用於探討宇宙年齡與暴漲空間，而是在於說明當宇宙時空呈指數級增長時，其物質密度仍保持恆定，維持在幾何形狀所需的臨界值。然而，經由輕元素豐度和宇宙背景的微波輻射觀察(圖 1)，此穩定態模型受到質疑。1993 年霍伊爾和他的同事英國天文學家伯比奇(Geoffrey R. Burbidge)與印度天文學家納里卡(Jayant V. Narlikar)將此穩定狀態宇宙模型修改成準穩定狀態宇宙模型，說明宇宙始終存在著擴大與收縮的脈動(pulsations)而，即在每個階段的塌陷後會「反彈」，再引起消極能量的密集，類似於大霹靂標準模型中的暗能量(dark energy)角色。

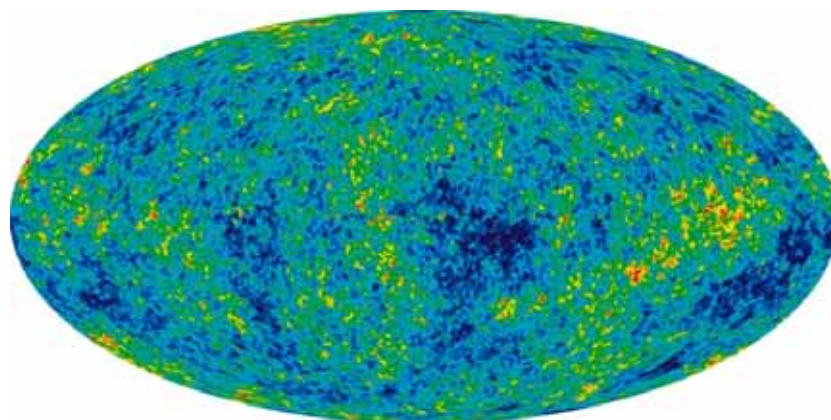


圖 1. 利用威爾金森微波各向異性探測器(WMAP)觀測所繪製的宇宙微波背景輻射圖

**牛頓力學改良式(MOND)宇宙模型**：1981 年以色列魏茨曼科學研究所物理學家米爾格若姆(Mordehai Milgrom)提出牛頓力學改良式宇宙模型(MOND)來解釋暗能量與星系自轉的問題。類似愛因斯坦的廣義相對論數學方程，在相對速度(v)趨近於光速(c)時，會和牛頓力學所得的結果趨於一致，相同地 MOND 是發生在速度(v)趨近於零時，也會和牛頓力學所得的結果趨於一致。換言之，以一個非

常低向心加速度星系的尺度而言，適用 MOND 模型，因為 MOND 是在可見光中檢視這些星系中恒星的速度，再推斷出其間數量和分布的差異。在大霹靂學說中星系所含不輻射也不吸收光的暗物質(dark matter)，在 MOND 模式中被解讀成重力方式的改變。MOND 本質上探究大距離、小作用力，牛頓的萬有引力定律被修改後確實有可能定量解釋星系的旋轉曲線。但是從 2002 年以來美國航空暨太空總署(NASA)錢卓拉 X 光天文臺(CXO)對於 NGC 720 螺旋星系的高熱 X 光觀測(圖 2)發現有與 MOND 相抵觸的直接證據。那麼從理論上來看，MOND 還是需再修改。因此 2004 年以色列理論物理學家貝肯斯坦(Jacob D. Bekenstein)提出一種延伸愛因斯坦的廣義相對論的新理論，可以解決現有幾個 MOND 模型證據的問題。

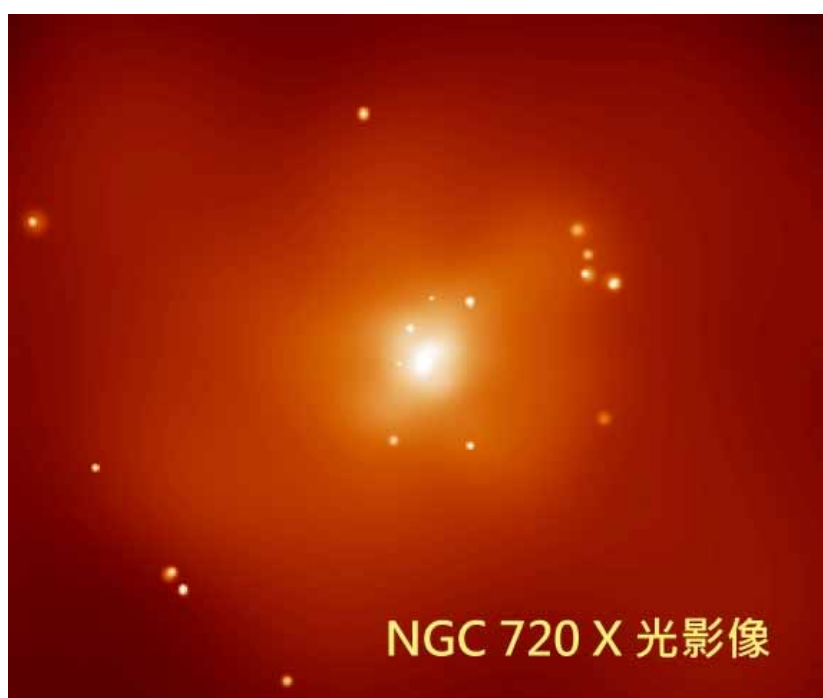


圖 2. 錢卓拉 X 光天文臺(CXO)觀測所攝得 NGC 720 螺旋星系的高熱 X 光影像。

**遲緩光(Tired light)模型**: 1929 年瑞士天文學家茲威基(Fritz Zwicky)提議以「遲緩光」(Tired light, 或稱光衰減)機制，來解釋紅移現象與距離的關係，此觀點不同於美國天文學家哈柏(Edwin P. Hubble)的宇宙膨脹論點。哈柏以遠方星系遠離我們的速度  $v$  和與我們的距離  $d$  成正比(即  $v = H_0 d$ )的均勻膨脹公式來解釋紅移與距離的關係。哈柏提及光子可能因與其他粒子的碰撞而喪失常規的能量，使得較遠處的物體似乎比近處來得紅，且任何種類的光散射均會使得較遠處的物體圖像更模糊。此外，星系亮度、宇宙微波背景熱輻射隨時間演化，產生了一些不應存在的現象，這是由於任何宇宙紅移衰減(tired)而影響光散射的結果。儘管遲緩光概念在觀測測試和遙遠天體物理學的審視上仍有爭議，但這不是解釋宇宙增長和紅移機制的一個單一模型，而是綜合各種認為光在遠距離傳輸時將會自然地失去能量的一種表示。遲緩光模型未能像牛頓力學改良式(MOND)宇宙模型受到學者的

重視，主要是因為在愛因斯坦的廣義相對論基礎上的宇宙學說，確實有大量關於膨脹的證據，致使宇宙紅移僅成為解釋一些無關緊要的預測而已。雖然，美國宇宙物理學家皮柏(Phillip J. E. Peebles)於 2002 年解決了許多遲緩光模型和宇宙學教科書上的疑惑(如 1930 年代提出托爾曼測試(Tolman test)和宇宙背景微波輻射的溫度變化與紅移)，不過美國宇宙物理學家萊特 (Edward L. (Ned) Wright)在 2010 年以 60 顆超新星(圖 3)膨脹的結果分析，再度指出遲緩光模型與宇宙學教科書上的矛盾。

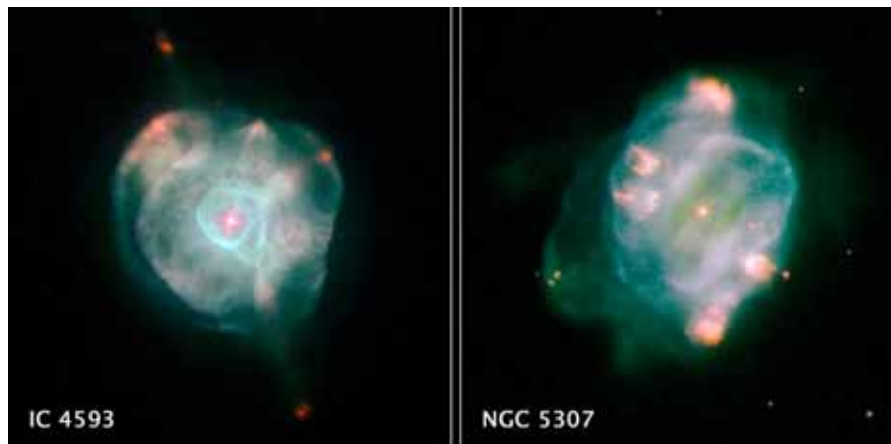


圖 3. IC 4593 和 NGC 5307 超新星爆發隨時間而膨脹的影像  
(取材自 NASA 哈柏望遠鏡)