

2007 Shaw Prize
Peter Goldreich
在理論天文物理學及行星科學上的成就。

2008 Kavli Prize
Maarten Schmidt
Donald Lynden-Bell
在類星體研究上的貢獻。

2008 Gruber Prize
J. Richard Bond
發展宇宙大尺度結構形成及演化的理論基礎。

2008 Shaw Prize
Reinhard Genzel
發現並論證銀河中心存在超大質量黑洞。

2009 Gruber Prize
Wendy Freedman
Robert Kennicutt
Jeremy Moult
量測哈柏常數。

2009 Shaw Prize
Frank Shu (孫志生)
在理論天文學上的貢獻。

2010 Kavli Prize
Jerry Nelson
Raymond Wilson
James Angel
在研發巨型望遠鏡方面的貢獻。

2010 Gruber Prize
Charles Steidel
利用氫原子 Lyman 極限的特性發展出觀測早期星系的劃時代技術。

2010 Shaw Prize
Charles Bennett
Lyman Page Jr.
David Spergel
領導威爾遜微波各向異性探測器 (WMAP) 實驗之貢獻，使其能夠精確測量宇宙學基本參數，包括宇宙的幾何、年齡和組成。

2011 Gruber Prize
Simon White
Carlos Frank
Marc Davis
George Efstathiou
開創性的利用數值模擬並詮釋宇宙大尺度結構的分布。

2011 Shaw Prize
Enrico Costa
Gerald Fishman
主導太空任務，證明伽馬射線暴來自遙遠的宇宙。

2006 Nobel Prize
John Mather
George Smoot
發現宇宙微波背景輻射的黑體形式和各向異性。

2006 Shaw Prize
Saul Perlmutter
Adam Riess
Brian Schmidt
發現宇宙加速膨脹及暗能量。

2006 Gruber Prize
John Mather
the Cosmic Background Explorer (COBE) team
確立宇宙起源於熱大霹靂。

2005 Shaw Prize
Geoffrey Marcy
Michel Mayor
發現第一個系外行星系統。

2005 Gruber Prize
James Gunn
在現代宇宙學中理論、觀測及儀器的發展上的貢獻。

2004 Shaw Prize
James Peebles
在宇宙學上的貢獻。

2004 Gruber Prize
Alan Guth
Andrei Linde
開創宇宙暴脹假說的研究。

2003 Gruber Prize
Rashid Sunyaev
發現宇宙微波背景輻射光子與物質交互作用的效應 (SZ 效應)。

2002 Nobel Prize
Riccardo Giacconi
在 X 射線天文學上的先驅貢獻。

Raymond Davis Jr.
Masatoshi Koshiba
在宇宙中子探測研究上的先驅貢獻。

2002 Gruber Prize
Vera Rubin
研究星系旋轉曲線，間接證實暗物質的存在。

2001 Gruber Prize
Martin Rees
在理論天文物理學上具卓越貢獻。

2000 Gruber Prize
Allan Sandage
James Peebles
在理論天文物理學上具卓越貢獻。

1993 Nobel Prize
Russell Hulse
Joseph Taylor Jr.
發現新型脈衝星，該發現為重力理論開啓新頁。

1983 Nobel Prize
Subrahmanyan Chandrasekhar
對解釋恆星結構及演化的物理過程進行理論研究。

William Fowler
對宇宙中化學元素形成的核反應進行理論和實驗研究。

1978 Nobel Prize
Arno Penzias
Robert Wilson
發現宇宙微波背景輻射。

1974 Nobel Prize
Martin Ryle
Antony Hewish
電波天文物理學的開創性研究；Ryle 在合成孔径技術的發明和觀測；Hewish 則在脈衝星的發現上扮演關鍵角色。

1970 Nobel Prize
Hannes Alfvén
對核反應理論的基礎研究和發現，及其在電漿物理的應用。

1967 Nobel Prize
Hans Bethe
對核反應理論的貢獻，特別是恆星中能量生成的研究發現。

1964 Nobel Prize
Nicolay Basov
Alexander Prokhorov
Charles Townes
量子電子學領域的基礎研究；開創以雷射-雷射原理為基礎的振盪器與放大器時代。

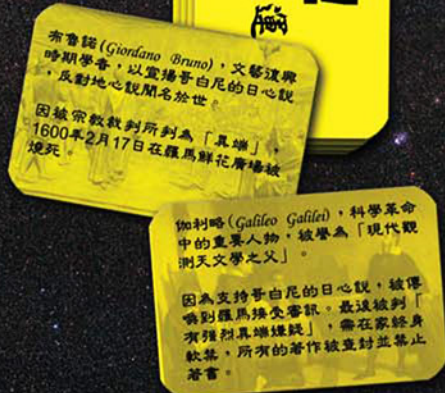
1936 Nobel Prize
Victor Hess
發現宇宙射線。

來自星星的榮耀

Kavli Prize 獎章



Shaw Prize 獎章



Gruber Prize 獎章

Nobel Prize 獎章



2011 Nobel Prize
Saul Perlmutter
Brian Schmidt
Adam Riess
透過觀測遙距離超新星而發現宇宙加速膨脹。

2012 Kavli Prize
David Jewitt
Jane Luu
Michael Brown
發現古柏帶及其中較大天體並描述其特性，我們對太陽系歷史的瞭解因此邁進一大步。

2012 Gruber Prize
Charles Bennett
the Wilkinson Microwave Anisotropy Probe (WMAP) team
精確測量宇宙微波背景輻射。

2012 Shaw Prize
David Jewitt
Jane Luu
發現海王星以外物體及描述其特性，對研究太陽系的形成及追尋短週期彗星來源提供寶貴資料。

2013 Gruber Prize
Viatcheslav Mukhanov
Alexei Starobinsky
對宇宙暴脹假說的貢獻。

2013 Shaw Prize
Steven Balbus
John Hawley
對磁性旋轉不穩定性的發現和研究。他們的工作說明了磁性旋轉不穩定性引發湍流，並足以解釋天文物理學裡複雜的角動量輸運機制。

2014 Kavli Prize
Alan Guth
Andrei Linde
Alexei Starobinsky
宇宙暴脹假說的開路先鋒。

2014 Gruber Prize
Sidney van den Bergh
Jaan Einasto
Kenneth Freeman
Brent Tully
「近場宇宙學」的發展及瞭解附近的宇宙結構組成。

2014 Shaw Prize
Daniel Eisenstein
Shaun Cole
John Peacock
在測量星系大尺度結構特徵上的貢獻，這些測量包括量子聲振盪和紅移空間扭曲，其結果足以對宇宙學模型作出約束。



中央研究院
天文及天文物理研究所
ACADEMIA SINICA
Institute of Astronomy and Astrophysics

背景圖片：仙后座附近的星雲。主為麥



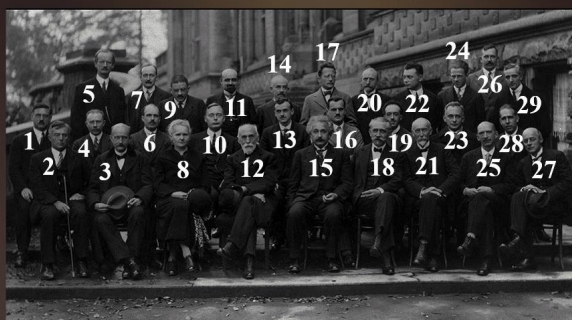
諾貝爾物理獎之天文篇

現今最廣為人知的科學桂冠是每年頒發的諾貝爾獎，這是以瑞典化學家諾貝爾(Alfred Nobel)為名的科學獎項。諾貝爾以發明炸藥聞名，並因而獲取巨大財富，他於 1895 年立下遺囑，捐贈 3,100 萬瑞典克朗成立基金會，每年以當中利息作為獎金，表彰對人類有重大貢獻、傑出科學研究、實驗和發明的人。

諾貝爾獎始於諾貝爾逝世五週年的 1901 年 12 月 10 日，首次頒發的是物理、化學、生醫、文學及和平五個獎項，經濟獎則是從 1968 年開始頒發。在諾貝爾獎頒發的 113 年間，第一位獲獎的女性是著名的居禮夫人，她在不同領域共獲獎兩次—1903 年物理獎和 1911 年化學獎。另一位兩次獲獎的是美國科學家鮑林 (Linus Pauling) —1954 年化學獎和 1962 年和平獎。此外，美國科學家巴丁 (John Bardeen) 獲得兩次物理獎(1956 和 1972 年)，英國科學家桑格 (Frederick Sanger) 獲得兩次化學獎 (1958 和 1980 年)。紀錄上最年輕的諾貝爾獎得主是 2014 年諾貝爾和平獎年僅 17 歲的瑪拉拉 (Malala Yousafzai)，最年長的是 2007 年諾貝爾經濟獎的赫維克茲 (Leonid Hurwicz)，時年 89 歲，得獎後隔年過世。

雖說諾貝爾獎是科學的最高桂冠，但卻沒有諾貝爾數學獎，可能原因是諾貝爾認為數學對人類沒有重要的實質利益。在諾貝爾的遺囑中提到：諾貝爾獎項要用來獎勵對人類具有巨大利益的「發明或發現」；這或許也是諾貝爾物理獎當中，理論學者獲獎較少的原因之一。

如果依此思路，也就不難想像為何沒有諾貝爾天文獎，畢竟天文研究的對象遙不可及，又不像以前的天文可用來預測命運和國勢，當時天文學家的研究看似對人類貢獻不痛不癢，很難引起諾貝爾的注意。若說諾貝爾對天文看不上眼，一點也不為過，諾貝爾生在 19 世紀末，當時的天文研究主要還是著重在天體力學，一種利用牛頓力學解釋天體運行的學問，而這只是近代天文學的一小支。



- 1:P. Debye
- 2:I. Langmuir
- 3:M. Planck
- 4:M. Knudsen
- 5:A. Piccard
- 6:W.L. Bragg
- 7:E. Henriot
- 8:M. Skłodowska-Curie
- 9:P. Ehrenfest
- 10:H.A. Kramers
- 11:E. Herzen
- 12: H.A. Lorentz
- 13:P.A.M. Dirac
- 14:Th. de Donder
- 15:A. Einstein
- 16:A.H. Compton
- 17:E. Schrödinger
- 18:P. Langevin
- 19:L. de Broglie
- 20:J.E. Verschaffelt
- 21:Ch.-E. Guye
- 22:W. Pauli
- 23:M. Born
- 24:W. Heisenberg
- 25: C.T.R. Wilson
- 26:R.H. Fowler
- 27:O.W. Richardson
- 28:N. Bohr
- 29:L. Brillouin

圖一、1927年Solvay會議，每三年由索爾維國際物理學化學研究會舉辦，致力於研究物理學和化學中突出的前沿問題。照片當中有17名獲得諾貝爾獎。©Benjamin Couprie

天文學是一門古老又高科技的科學；從天文學的歷史發展來看，一開始的研究著重在天體測量，利用科學工藝經年累月的進展，拓展人類肉眼的極限、精確地記錄天體的位置。從早期十四世紀末第谷（Tycho Brahe）的各種機械式觀測工具，豐富且準確的觀測資料，讓克卜勒（Johannes Kepler）從中發現行星運動三定律，對行星運行有了全新的認識：行星不是以圓形軌道運行，並且可以數學語言描述運行的軌跡模式。後來的可見光望遠鏡得以大量累積準確的星體位置；直到十五世紀末牛頓發現星體運行是肇因自星體間的萬有引力後，牛頓力學和萬有引力定律成為解釋和預測天體運行的主要理論，自此開展出天體力學。哈雷（Edmond Halley）利用天體力學預測 1758 年

哈雷彗星的回歸；到十九世紀末，英、法天文學家亞當（John Adams）和勒維耶（Urbain Le Verrier）分別理論預測海王星的存在，此時天體力學的發展達到巔峰。

天文學下有一個重要分支是天文物理學，這是結合物理學大部分分支的學門，包括原子物理學、量子力學、原子核物理學、狹義相對論、廣義相對論、電漿物理、緻密態物理和高能物理。而這些物理分支的開展大多始於二十世紀初葉，這也難怪始於 1901 年的諾貝爾獎沒有設天文獎；即使在頒發的物理獎當中，與天文研究相關的獎項也是在二十世紀中葉才逐漸出現。天文物理學的特點在於天文學利用物理理論瞭解遠方星體的狀態，就像明星歌手的粉絲，不僅透過媒體瞭解他們在哪裡開演唱會、見面會，還會透過八卦新聞瞭解和認識他們偶像的生活起居、一舉一動，甚至是內心世界。

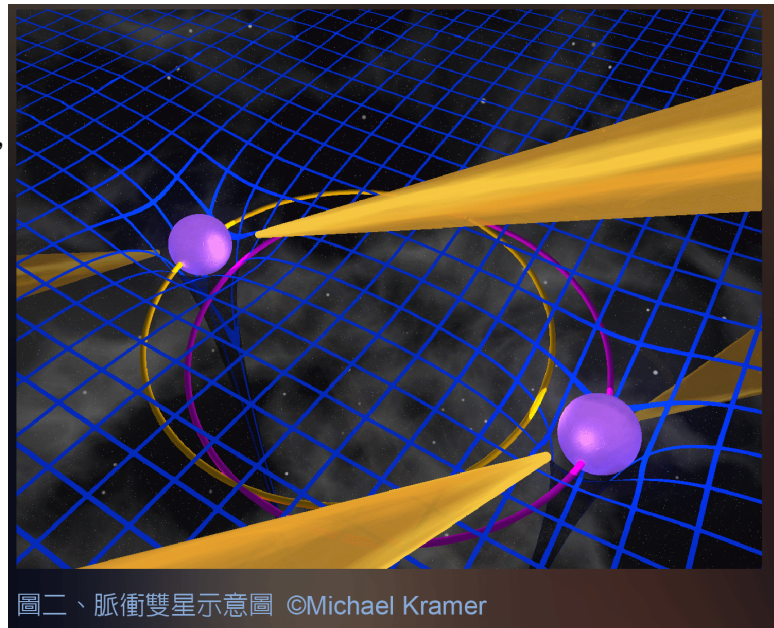
在這一百多年的諾貝爾物理獎當中，與天文相關的研究大多與電波天文學相關。電波天文學的蓬勃發展始於二次大戰結束，由於英國在戰爭期間飽受德國的空中和海底攻擊，英國科學家花了大量人力在雷達方面的研究上，希望在肉眼還未看到德國飛機或潛艇前就能制敵機先。大戰結束後，這些科學家將研究成果和重心移到電波天文學，而有了二十世紀電波天文學的四大發現，分別是脈衝星、星際有機分子、宇宙微波背景輻射和類星體，當中除類星體外，皆與諾貝爾獎有關。

縱觀諾貝爾物理獎中，與天文相關的有十四項，可粗分成與恆星相關的三項、脈衝星相關的二項、宇宙學相關的三項、以及與天文學新領域相關的六項。天文學新領域當中最早獲獎的是 1936 年的赫斯（Victor Hess），因發現宇宙射線而獲得物理獎。1964 年美國物理學家湯斯（Charles Townes）因邁射（maser）的理論和應用而獲獎，他預言並計算出 CO 等 17 種星際分子譜線頻率，並首次偵測到星際間的複雜分子，自此開展了分子譜線天文學。此外他也是偵測銀河中心黑洞質量的第一人。1970 年瑞典天文學家阿耳芬（Hannes Alfvén）發展磁流體力學研究太陽而獲獎，由於宇宙中 99% 的普通物質皆以電漿型式存在，所以磁流體力學理論也適用於宇宙天體和星際介質，是天文物理學的研究利器。1974 年英國天文學家賴爾（Martin Ryle）發明合成孔徑技術，因大大提升電波望遠鏡的解析能力而獲獎，此技術成為近代大型電波望遠鏡所不可或缺的技術，開展了日後電波天文學的大門。2002 年的物理獎分別給了美國天文學家賈科尼（Riccardo Giacconi），以表彰他在 X 射線天文學的卓越貢獻，以及美國天文學

家戴維斯 (Raymond Davis Jr.) 與日本天文學家小柴昌俊，兩位因偵測來自太陽的微中子，打開了微中子的神秘面紗，微中子也因此成了星光觀測之外，天文學家另一種宇宙探測的對象。

恆星研究領域，1967 年美國物理學家貝特 (Hans Bethe) 提出氫的核融合理論解釋太陽和其它恆星的能量來源而獲獎，1983 年的物理獎則給了美國天文學家錢卓 (Subrahmanyan Chandrasekhar)，表彰他在恆星結構及演化上的成就，他在研究生時期計算出的白矮星質量上限，意謂著更大質量的年老恆星會演化成中子星或黑洞的可能性。1983 年的獎頒給了核物理學家福勒 (William Fowler)，其 B^2FH 的元素形成理論成功解釋了元素如何在恆星內部形成，解開宇宙各種元素生成之謎。

脈衝星 (高速自轉的中子星) 被英國天文學家休伊什 (Antony Hewish) 意外發現，因而獲頒 1974 年的物理獎；發現之初，他們還以為找到了小綠人。1993 年的物理獎頒給美國天文學家赫爾斯 (Russell Hulse) 和泰勒 (Joseph Taylor Jr.)，他們在 1974 年首次發現脈衝雙星 (兩顆相互繞行的中子星)



圖二、脈衝雙星示意圖 ©Michael Kramer

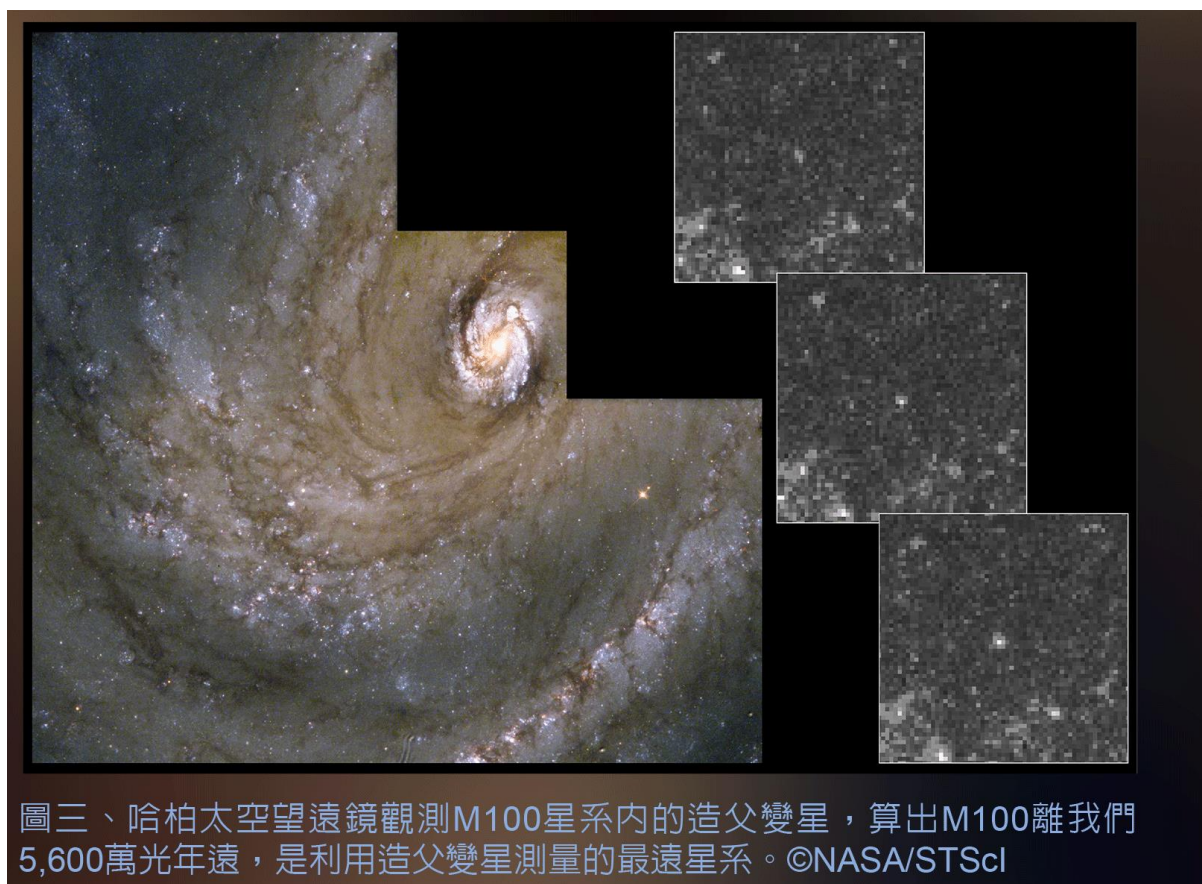
PSR1913+16，當時以為是一顆脈衝星，觀測的周期只有 59 毫秒，但隔兩天後的周期變化可達 27 微秒，也就是說這系統的脈衝周期 (59 毫秒) 本身也有周期性變化，之後分析才瞭解，這全是兩顆中子星太過靠近 (軌道周期僅 7.75 小時，地球繞行太陽的軌道周期約一年) 所造成的。兩顆非常靠近的緻密星體所產生強重力波，可以讓軌道周期有明顯的變化，觀測結果和根據廣義相對論計算的變化率符合，這使得脈衝雙星系統成為驗證重力波的理想實驗室。

宇宙學是天文另一重要的前沿研究。近年來因觀測精確度的提高，在電波觀測上不斷有重要的發現。1963年初，美國天文學家彭齊亞斯（Arno Penzias）和威爾遜（Robert Wilson）使用號角型電波天線意外發現宇宙微波背景輻射（CMB），成為大霹靂學說的重要證據，因而獲得1978年諾貝爾物理獎。為了得到更精確的CMB資料，美國天文學家馬瑟（John Mather）和斯穆特（George Smoot）領導研製COBE天文衛星，首次取得CMB的3K黑體輻射頻譜並發現CMB各向異性現象，獲頒2006年物理獎。2011年的物理獎則是頒給美國天文學家珀爾穆特（Saul Perlmutter）、黎斯（Adam Riess）和澳洲天文學家施密特（Brian Schmidt），他們測量Ia型超新星的距離，以便瞭解宇宙膨脹的歷史，結果發現宇宙正在加速膨脹，這意味著宇宙存有暗能量，能不斷地推動宇宙加速膨脹。

在這些獲獎項目中，有些科學家雖參與了其中的相關研究，但卻因某些原因而無法獲獎。例如發現脈衝星的第一人雖是休伊什的研究生貝爾（Jocelyn Bell Burnell），瑞典科學院宣布該研究得獎原因是脈衝星的發現，而研究論文列為第二作者的貝爾卻沒有得獎，備受爭議。另外就是1983年有關恆星內部元素合成的物理獎，得獎的理論名為 B^2FH ，代表了這理論是由四位科學家所提出，分別是伯比奇（G. Burbidge）夫婦、福勒和霍伊（Fred Hoyle）。尤其是英國天文學家霍伊，在1946年起的研究就提出恆星內部核融合可以產生元素的構想，並發表在1954年的天文物理期刊（ApJS）， B^2FH 則是發表在1957年的近代物理評論（Reviews of Modern Physics），獲諾貝爾物理獎的福勒在作者欄中是排在第三位，最後只有福勒得獎，真是「寶傑，你怎麼說！」。

除了一些科學家的遺珠外，還有一些重要性足以獲得諾貝爾獎的天文研究也被遺漏了。例如1912年美國女天文學家勒維特（Henrietta Leavitt）發現造父變星的周光關係，這是測量宇宙天體距離的重要工具。1911~1913年間，丹麥天文學家赫茲史普（Ejnar Hertzsprung）和美國天文學家羅素（Henry Russell）各自獨立發展研究的恆星光度溫度關係圖，現稱為赫羅圖，是研究恆星起源和演化的必備法寶。1918年美國天文學家沙普立（Harlow Shapley）則是發現銀河中心應該在人馬座的方向，不是太陽。1924年美國天文學家哈柏（Edwin Hubble）的哈柏定律，表示宇宙膨脹。1963年，荷蘭天文學家施密特（Maarten Schmidt）透過高紅移的資料，首次發現遙遠的類星體（類星體離我們很遠，是中心擁有大質量黑洞的星系，例如著名的3C 273，離我們約24億

光年，最遠的類星體可達 129 億光年)；類星體的研究可以幫助我們瞭解宇宙的演化。1975 年美國女天文學家魯冰 (Vera Rubin) 在美國天文學會會議上發表「螺旋星系的大部分恆星都是以相同的軌道速度公轉」，這表示螺旋星系內有很多質量是看不見的，是暗物質存在的堅實證據。另外還有 1979 年，美國物理學家古斯 (Alan Guth) 提出的暴脹理論，也是被諾貝爾獎遺漏的重要研究 (見本期<諾貝爾獎之外...>一文)。



另有一些宇宙未解謎題，例如暗物質、暗能量的本質和起源，若能直接觀測，或有合理的理論解釋，相信都足以獲得諾貝爾獎，這些都有待年輕一代持續努力研究，解開宇宙未知的奧秘。

(作者/曾耀寰)



天聞季報海報版與網路版由中央研究院天文及天文物理研究所製作，
以創用 CC 姓名標示-非商業性-禁止改作 3.0 台灣 授權條款釋出。
天聞季報網路版衍生自天聞季報海報版。超出此條款範圍外的授權，請與我們聯繫。
創用 CC 授權可於以下網站查閱諮詢 <https://isp.moe.edu.tw/ccedu/service.php>。

諾貝爾獎之外...

天文研究獎項在早期大都是由具天文研究傳統的國家天文學會所頒發。最早頒發的天文獎為 1803 年法國國家科學院頒發的 Lalande Prize，1824 年起英國皇家天文學會也開始頒發金牌（Gold Medal）給對天文研究有卓越貢獻的人。其他歷史較悠久的獎，像太平洋天文學會自 1898 年開始頒發的 Bruce Medal 亦是聲望較高的終身成就獎。第一個有獎金的天文物理獎是美國國家科學院自 1886 年起頒發的 Henry Draper Medal（15,000 美元獎金，由 Draper Fund 提供）。

現今的天文獎項中，美國天文學會、英國皇家天文學會及太平洋天文學會每年頒發的獎項就超過 20 個。其中有的頒給具影響力的博士論文、或給年輕學者、或給女性天文學家（例如 Annie Jump Cannon Award）；有頒給重大發現單一研究的，也有特別表揚天文終身成就貢獻的。後者例如美國天文學會的 Joseph Weber Award 每年頒發給對天文儀器有特殊貢獻的科學家、Gerard P. Kuiper Prize 頒發的科學家領域是行星科學研究、Bruno Rossi Prize 是高能天文物理、Hale Prize 則是太陽物理。

得獎就是榮譽，但這許多獎中有實質獎金的卻不多。直到近年開始由私人基金會發給獎金（或／及獎章）後。這情況才有所改變（註：即使如諾貝爾獎亦由諾貝爾基金會提供獎金，由瑞典皇家科學院頒發。今年本院所頒發的「唐獎」亦然）。最近期設立

的高額獎金天文學獎項當屬號稱東方諾貝爾獎的邵逸夫獎（Shaw Prize）；此獎由香港已故著名的電影製作人邵逸夫於 2002 年 11 月創立，以表彰在



圖說、本所徐遐生院士於 2009 年獲頒邵逸夫獎。
©The Shaw Prize

科學學術研究上取得「對人類生活產生深遠影響」成果的科學家。邵逸夫獎自 2004 年開始每年針對天文、生命科學及醫學、數學三個領域各頒發一百萬美元獎金；此獎也是天文學獎項中獎金層級最高的獎項之一。另一個有實質獎金的獎是由 Kavli 基金會、挪威國家科學及文學院、挪威教育部共同頒發的 Kavli Prize，獎金也是一百萬美元。Kavli Prize 自 2008 年開始每兩年一屆針對天文物理學、奈米科學、神經科學三大領域頒發給對該領域有卓越貢獻的科學家。Kavli 基金會在學術上的貢獻不僅在獎金的提供，由於基金會創始者 F. Kavli 對宇宙及天文學的熱愛，基金會在世界各知名大學如麻省理工學院、史丹福、芝加哥、劍橋、東京、北京大學還設立了天文物理或宇宙學研究的機構—Kavli Institute。Gruber Prize 是另一個在 2000 年設立的新獎項，每年針對宇宙學、遺傳學、神經科學頒給獎金 50 萬美元。跟其他獎項不同的是 Gruber Prize 除了頒給個人外，研究團隊亦可為受獎者。例如美國 NASA 的 COBE 與 WMAP 團隊在 2006、2012 年分別與其計劃主持人 J. Mather、C. Bennett 一起獲獎；High-z Supernova Search Team、Supernova Cosmology Project 在 2007 年與 B. Schmidt、S. Perlmutter 一同獲獎。從以上三個近年開始頒發的天文獎項來看，很多獎是頒給宇宙學上的發現（見本刊背面），這是因為宇宙學研究自 1990 年代開始累積了大量觀測資料，到了本世紀初已有長足的進展。另一個有趣的現象是重大的發現都多次獲獎。例如在 2011 年因觀測超新星發現宇宙加速膨脹而獲得諾貝爾物理獎的 B. Schmidt 和 S. Perlmutter，於 2006 年獲頒邵逸夫獎後又獲得 2007 年的 Gruber Prize。D. Jewitt 及 J. Luu 因發現並描述古柏帶天體增進了對太陽系形成的瞭解，而在 2012 年同時獲頒邵逸夫獎及 Kavli prize。A. Guth 及 A. Linde 因發展了大暴脹假說（cosmic inflation paradigm），分別在 2004 及 2014 年獲得 Gruber Prize 及 Kavi Prize。

京都賞（Kyoto Prize）是另一個仿效諾貝爾獎的獎項，獎金由日本稻盛財團基金會所頒發的五千萬日圓，自 1985 年開始對基礎科學、先進科技、藝術哲學三大綜合領域授獎。基礎科學部分則每年針對生物科學、數理科學、生命科學及地科天文四類輪流授獎。

現今科學界獎金最高的獎項當屬由俄羅斯網路企業家 Y. Milner 所設立的「基礎物理獎」（Fundamental Physics Prize），獎金三百萬美元自 2012 年開始頒發。顧名思義，這獎是頒發給最前沿的物理研究，所以多是頒發給對量子重力論、弦論、或粒子物理學的貢獻。隨著我們對宇宙的了解越往早期宇宙推進，宇宙學（天文學）跟粒子物理學的

研究界限就越模糊，所以霍金 (S. Hawking)、A. Guth 及 A. Linde 等也都成為該獎的獲獎人。令天文物理界振奮的是，2015 年基礎物理獎即將頒給發現宇宙加速膨脹的 2 個團隊及其主要計畫主持人 S. Perlmutter、B. Schmidt、A. Riess。這也說明了天文學上的發現與基礎物理息息相關。

(作者/蔣龍毅)



天聞季報海報版與網路版由 [中央研究院天文及天文物理研究所](#) 製作，
以創用 [CC 姓名標示-非商業性-禁止改作 3.0 台灣](#) 授權條款釋出。
天聞季報網路版衍生自天聞季報海報版。超出此條款範圍外的授權，請 [與我們聯繫](#)。
創用 CC 授權可於以下網站查閱諮詢 <https://isp.moe.edu.tw/ccedu/service.php>。

天 TEN 問

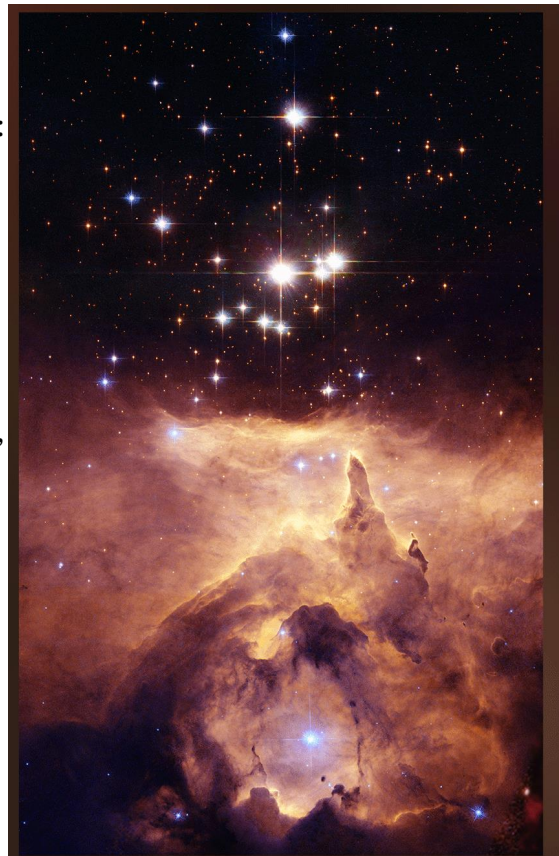
過去數十年中，我們對宇宙的認知已有巨大改變：數百個繞著其他恆星的行星系統被發現、黑洞目前已知存在於大部分星系的中心、精確量測大霹靂後殘存的初始輻射使天文學家能測定宇宙的年齡和結構。其他的天文觀測也顯示出我們宇宙大部分的物質都是看不到的（也就是暗物質），而且宇宙正以我們意想不到的方式加速膨脹。這些近年來的發現，結合了強大的觀測技術和大膽的創新思維，為未來的天文和天文物理創造了空前的機會。以下 10 項是美國國家科學研究委員會建議的未來十年主要科學目標：

1、系外行星知多少？

自 1995 年天文學家發現第一顆太陽系外的行星，迄今已找到 500 個以上（編註：至 2014 年已找到 1,500 個以上）的系外行星，而且構造都跟我們太陽系很不一樣。天文學家想要研究這些系外行星，希望可以發現一個適合已知生命的新世界。在太陽系或其他地方找到生命存在，一直都是最重要的課題。

2、恆星和行星如何形成？

剛誕生的恆星（又稱原恆星）是由一團雲氣因重力塌縮而形成，行星則誕生於圍繞著原恆星的塵埃盤（又稱拱星盤），然而我們還不知道有多少比例的拱星盤會產生行星系統。因為恆星和行星系統形成的細節還有很多不確定性，解決這個問題有助於我們了解宇宙中生命的起源和發生的頻率。



圖一、恆星搖籃：在NGC6357星雲中，有一些上百倍太陽質量的恆星在緻密雲氣和塵埃中形成。圖中下方有一顆藍色的大質量年輕恆星，正在游離驅散附近的雲氣。

©NASA, ESA, and J. Maiz Apellaniz (Instituto de Astrofisica de Andalucia, Spain)

3、恆星末路

恆星內部因核融合產生能量。質量跟太陽差不多的，最後會形成白矮星。有些雙星系統的白矮星，因吸收伴星物質而爆炸成 Ia 型超新星。超過十倍太陽質量的恆星，其內部因核融合耗盡導致核心塌縮而形成 II 型超新星。未來的廣域巡天觀測及超級電腦模擬，皆有助於我們更了解這兩種類型的超新星。

4、黑洞解構

物體表面的重力強弱與它的質量和大小有關，越緻密、質量越大，重力場就越強；當重力強到連光線都無法逃逸的境界，就成了所謂的「黑洞」。目前我們還不知道廣義相對論能否解釋黑洞附近那種極端環境下的重力場。未來X射線觀測預計將探測到更貼近黑洞所在處的時空性質；而目前規劃中的幾個太空衛星如能順利執行，就可利用紅外線或重力輻射觀測取得更深入的分析資料，幫助解構黑洞的真相。

5、找出重力波

中子星是宇宙中密度最高、磁場最強、自轉速度最快的星體。有些高速自轉的中子星因發射以規律脈衝形式傳至地球的電磁波而被稱為「脈衝星」；據信毫秒脈衝星的旋轉速度可由發射重力波來進行調控。透過脈衝雙星系統的發現和觀測，重力波的存在有了第一個強有力證據，但是重力波並未被直接偵測到。黑洞、中子星因互動或合併而產生的重力波應該很快就會被先進儀器找到。未來隨著更敏銳精密的太空探測器完工，宇宙觀測可望再開嶄新之頁。

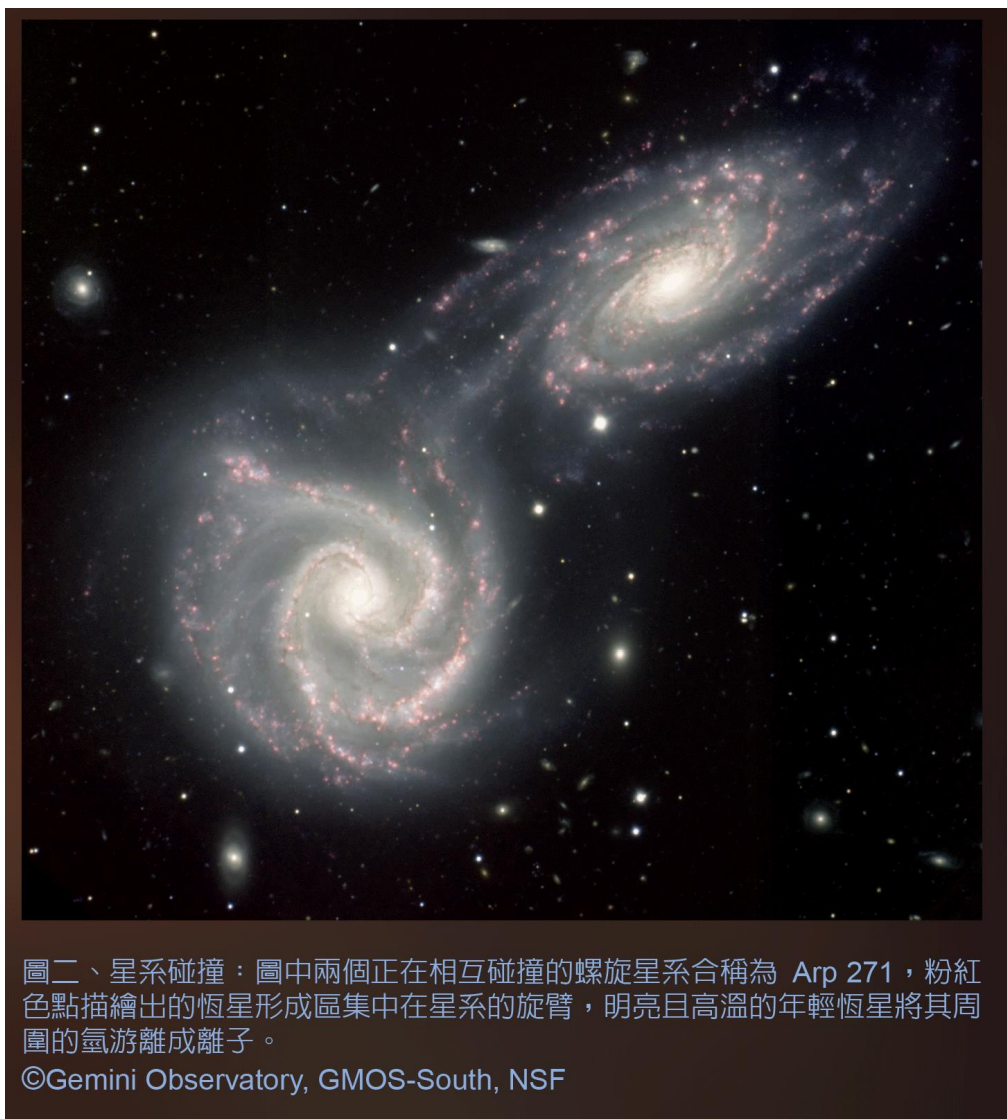
6、暗物質與暗能量的真相

暗物質與暗能量是宇宙中目前無法直接觀測到的未知物質與能量。天文學家因無法用螺旋星系的可見質量解釋其盤面的旋轉速率，必須加進暗物質才能說得通；另外天文學家發現宇宙正在加速膨脹，違反了重力會將物質聚集起來以致宇宙終將停止膨脹的理論，需藉帶有斥力的暗能量在大尺度結構下與重力抗衡才能解釋。暗物質與暗能量未來有望透過高精確度的觀測進行驗證。

7、星系風水世家

星系通常是由數十億的恆星、無數團氣體雲、以及隱身在星系核的超大質量黑洞所組成，星系外圍則有無法直接觀測到的巨大暗物質暈（dark matter halo）。物質和能

量會從外面流進星系，也會因超新星爆炸或黑洞的間歇性噴發而流出，星系間的碰撞也會影響物質和能量循環，並決定星系如何演化。瞭解恆星、黑洞、及星系內外氣體的複雜交互作用將會是未來天文物理學的重要目標。

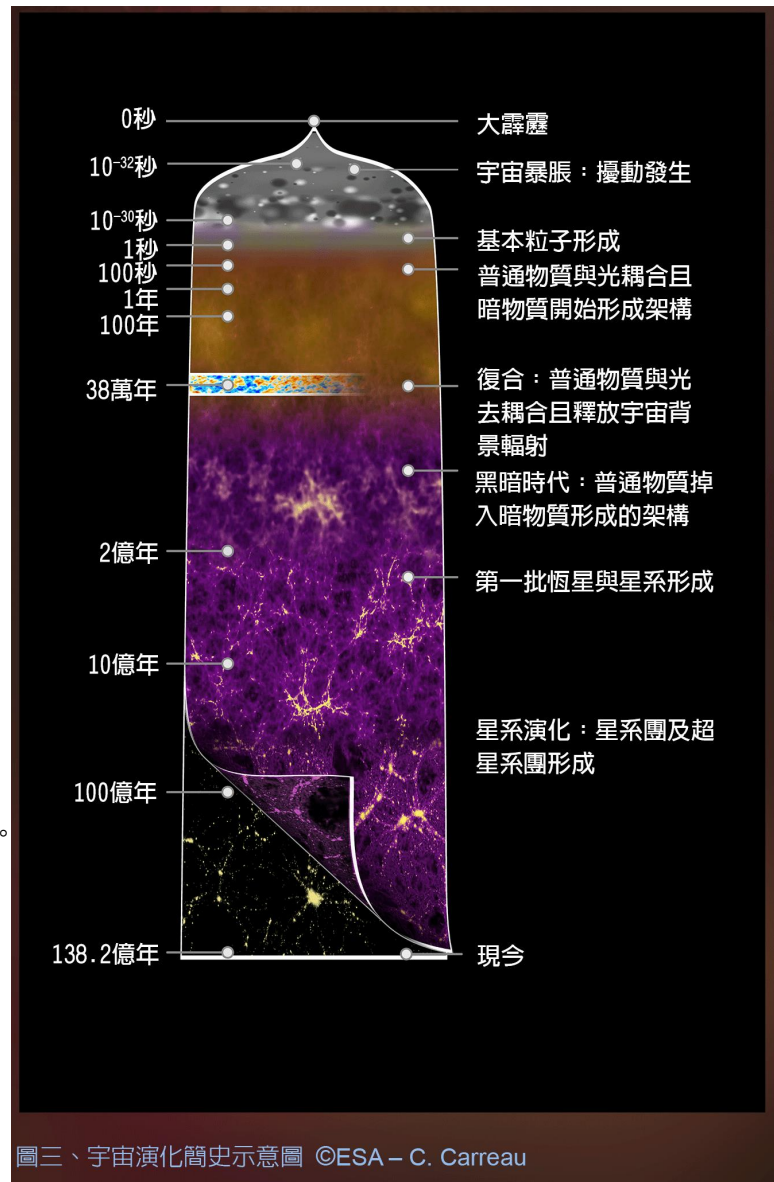


8、照亮宇宙的第一顆星

宇宙第一代恆星比太陽大得多，熱且明亮，但生命期短暫。之後，這些大質量恆星死亡、核心塌縮形成黑洞。我們現在知道，超大質量黑洞存在於大霹靂後十億年內；但他們的形成為何如此迅速？他們位於所有大星系中心，是哪個先形成？黑洞或星系？藉觀測非常遙遠但卻異常明亮的活躍星系核一類星體，我們可以了解宇宙早期歷史。

9、驗證宇宙暴脹假說

大霹靂理論中，宇宙在 138 億年前以極熾熱和稠密的狀態經歷了短暫（發生在大霹靂後約 10^{-35} 到 10^{-33} 秒之間）但加速膨脹的階段：宇宙暴脹假說，而後持續膨脹冷卻。宇宙暴脹假說得以解釋宇宙微波背景輻射的溫度是均勻的 2.73 K，且解釋了現今宇宙大尺度結構演化所需的初始種子。然而假說需要觀測證據，透過對億萬星系的定位及量測太初重力輻射可直接證實宇宙暴脹假說。



10、宇宙如何演化？

宇宙如何演化是天文學很重要的研究議題。天文學家將研究原星系（protogalaxy）如何自復合（recombination）

時期通過重力形成星系、星系間吸引合併形成如星系團的大結構及連結它們的纖維狀結構。電波望遠鏡將研究宇宙微波背景輻射的微小波動，並觀測宇宙最早期的氫原子以確定第一代恆星在何時何處形成。

（摘譯者/簡介,1,2,3-周美吟、4,5-陳筱琪、6,7-楊淳惠、8,9,10-蔣龍毅）

本文摘譯自：2020 Vision- an Overview of New Worlds, New Horizons in Astronomy and Astrophysics, *the National Academies*, 2011



天聞季報海報版與網路版由中央研究院天文及天文物理研究所製作，以創用 CC 姓名標示-非商業性-禁止改作 3.0 台灣授權條款釋出。
天聞季報網路版衍生自天聞季報海報版。超出此條款範圍外的授權，請與我們聯繫。
創用 CC 授權可於以下網站查閱諮詢 <https://isp.moe.edu.tw/ccedu/service.php>。

新聞花絮

本所所長交接



圖說、中研院天文所於2014年8月25日舉辦新卸任所長交接典禮。圖左為卸任所長賀曾樸院士、中為本院翁啓惠院長、右為新任所長朱有花特聘研究員。©中研院天文所

中研院院區開放日本所活動





天聞季報海報版與網路版由中央研究院天文及天文物理研究所製作，
以創用 [CC 姓名標示-非商業性-禁止改作 3.0 台灣 授權條款](#) 釋出。
天聞季報網路版衍生自天聞季報海報版。超出此條款範圍外的授權，請[與我們聯繫](#)。
創用 CC 授權可於以下網站查閱諮詢 <https://isp.moe.edu.tw/ccedu/service.php>。

編輯資訊

發行人\朱有花

執行主編\陳筱琪

美術編輯\蔡殷智

執行編輯\金升光、周美吟、曾耀寰、楊淳惠、蔣龍毅

底圖版權聲明\諾貝爾獎 2012 年頒獎現場，經影像處理而成。原圖版權© Nobel Media AB

發行單位\中央研究院天文及天文物理研究所

地址\臺北市羅斯福路四段 1 號/中央研究院台灣大學天文數學館 11 樓

電話\ (02)2366-5391

電子信箱\epo@asiaa.sinica.edu.tw

天聞季報版權所有\中研院天文所

ISSN 2311-7281

GPN 2009905151



天聞季報編輯群感謝各位閱讀本期內容。本季報由中央研究院天文所發行，旨在報導本所相關研究成果、天文動態及發表於國際的天文新知等，提供中學以上師生及一般民眾作為天文教學參考資源。歡迎各界來信提供您的迴響、讀後心得、天文問題或是建議指教。

來信請寄至『臺北市羅斯福路四段 1 號中央研究院/台灣大學天文數學館 11 樓 中央研究院天文所天聞季報編輯小組收』；或是寄至電子信箱。



天聞季報海報版與網路版由中央研究院天文及天文物理研究所製作，
以創用 CC 姓名標示-非商業性-禁止改作 3.0 台灣 授權條款釋出。
天聞季報網路版衍生自天聞季報海報版。超出此條款範圍外的授權，請與我們聯繫。
創用 CC 授權可於以下網站查閱諮詢 <https://isp.moe.edu.tw/ccedu/service.php>。