

數學與物理完美鏈結的又一明證

2020 諾貝爾物理獎

2020 年 10 月 6 日瑞典皇家科學院宣佈今年的物理諾貝爾獎。由來自於英國牛津大學的退休榮譽 W. W. Rouse Ball 數學講座教授潘洛斯 (Roger Penrose)，德國普郎克地外物理研究所 (Max Planck Institute for Extraterrestrial Physics) 的聯合主任根策爾 (Reinhard Genzel) 與 UCLA 的物理與天文學系教授吉茲 (Andrea Ghez) 斬獲了 2020 年的諾貝爾物理獎。今年，諾貝爾獎得主的獎金提高至 1,000 萬瑞典克朗 (約新台幣 3,200 萬元)。潘洛斯拿一半的獎金，根策爾和吉茲對分另一半獎金。

這是繼 2017 年授予因「重力波探測」的魏斯 (Rainer Weiss)、巴瑞許 (Barry Barish) 和索恩 (Kip Thorne) 分享諾貝爾物理獎殊榮。以及，去年皮博 (James Peebles) 因「對理論宇宙學有重大發現」拿一半的獎金、另一半由梅爾 (Michel Mayor) 和奎洛茲 (Didier Queloz) 「發現圍繞太陽型恆星之系外行星」獲頒諾貝爾物理獎。今年的再次花落天體物理學，不僅僅顛覆了科學界預測今年諾貝爾不會再給天文學家為同一領域頒獎，這在其他學科的諾貝爾中是非常少見的。足以證明天文學在現代科學中佔據越來越重要的地位。這些研究讓人類更加認識自身在宇宙中的位置。

另外值得注意的另一亮點的是，吉茲也是迄今獲得諾貝爾物理獎的第四位女科學家 (居禮夫人 [Marie Curie] 1903 年獲獎，是諾貝爾物理獎首位女性得主；格佩特梅耶 [Maria Goeppert-Mayer] 和史垂克蘭 [Donna Strickland] 分別在 1963 年和 2018 年得獎)。

潘洛斯在 1965 年所發表的開創性文章以拓樸與

幾何方法分析廣義相對論，證明了就算沒有球對稱，星球塌縮後產生的黑洞內必有奇點的「奇點定理」。諾貝爾獎委員會稱「發現黑洞的形成是對廣義相對論的有力預測。」潘洛斯的研究一般歸類於數學物理，這比平常的理論物理更強調數學嚴謹性，所得結論通常也以定理的形式呈現。潘洛斯的「奇點定理」最關鍵的一個想法是用陷俘面 (trapped surface) 來描述黑洞。在這個陷俘面中，無論一個球面是向外凸或是向內凹，所有經過這個球面的光都會指向這個球面的中心。透過這個想法，他發現黑洞除了事件視界 (event horizon) 之外，黑洞的中間有個奇異點。當物質落入事件視界後，物質會往奇異點前進。特別是在這個奇點上，所有已知的物理定律都會消失。也就是說，在這個奇點上，所有時間與空間的概念都會消失。過去諾貝爾獎從未頒給數學物理這個領域，潘洛斯開了先河。

在理論證明了黑洞的存在後，天文物理學家就開始尋找黑洞的分布與位置了。根策爾和吉茲的貢獻是「發現在我們銀河系中心存在著一個超大質量的緊緻密天體」。自 1990 年代以來，根策爾與吉茲各自領導著一組團隊、專注於追蹤銀河系中心一個名為人馬座 A* 的區域。透過分析最接近銀河系中心最亮恆星的軌道，這兩組團隊各自繪製了銀河系中心地圖且測量結果一致，他們都發現了一個非常重要的、看不見的物體暴力拉動靠近銀河系中心的恆星，使它們以令人眩暈的速度奔波在宇宙中；超大質量黑洞是目前唯一已知的解釋。他們所開發出來的新的計算與觀測技術，都會對後續的黑洞研究有著深遠的影響。兩人同以觀測黑洞獲獎，可說是實至名歸，有趣的是，兩人也是從不合作的死對頭，沒想到竟一起獲得諾貝爾獎。(編輯部)

2021 數學突破獎

2021 年第 9 屆科學界的奧斯卡獎「突破獎」揭曉了！以往每年都會舉辦盛大的「突破獎」典禮，有電影、音樂、體育和科技界的巨星出席擔任頒獎貴賓。但今年因全球新冠疫情的關係，本屆的頒獎典禮將延期到 2021 年 3 月舉辦。

數學突破獎是由倫敦帝國學院（Imperial College London）的數學家賀勒（Martin Hairer）獨得。現年 44 歲的賀勒也是 2014 年的菲爾茲獎得主。研究的領域是隨機分析學，尤其是隨機偏微分方程的正則性問題。這是一個描述隨機效應，諸如森林大火如何蔓延、或落在紙上水滴的如何擴散，惡魔般難纏的數學問題。他長達 140 頁的論文巨作向世界介紹了隨機偏微分方程的正則性結構，讓突破獎委員會盛讚賀勒「在隨機分析理論作出了顛覆性的貢獻，尤其是隨機偏微分方程的正則性結構理論」。

這一屆頒給出道 10 年以內青年數學家的數學新視野獎的得主有三位：

- A** 美國密西根大學的巴特（Bhargav Bhatt），獲獎的理由是「在交換代數與算數代數幾何的傑出工作，尤其是 p - 進上同調理論」。巴特與 2018 年菲爾茲獎得主舒茲（Peter Scholze）合作證明了很多重要的代數幾何領域未解問題，他突破性的發現，將會影響整個領域的未來發展。
- B** 普林斯頓大學的勒古諾夫（Aleksandr Logunov），因「以新技術研究橢圓型偏微分方程解，以及它們在長期未解的節集幾何問題的應用」而獲獎。他與馬林尼科娃（Eugenia Malinnikova）的橢圓型偏微分方程解節集（nodal set）幾何的研究，解決了丘成桐 1982

年在光滑黎曼流形上拉普拉斯特徵函數節集的豪斯朵夫測度下界猜想。

- C** 柏克萊大學的孫崧（Song Sun）「在複微分幾何有許多突破性的貢獻，包括了具奇點與模問題的凱勒／愛因斯坦度量與聯絡的存在性結果」。孫崧和他的博士指導教授陳秀雄（Xiuxiong Chen）以及多納森（Simon Donaldson）2015 年在美國數學學會期刊（Journal of American Mathematical Society）所發表的〈在法諾流形上的凱勒／愛因斯坦度量〉（Kähler-Einstein metrics on Fano manifolds I, II, III）一系列的三篇論文解決第一陳類大於零時的丘成桐猜想，給出凱勒／愛因斯坦度量存在性的完整證明。

為了紀念於 2017 年因乳腺癌過世的第一位獲得費爾茲獎伊朗籍的女數學家莫扎卡尼（Maryam Mirzakhani）和激勵在數學領域的傑出現女性，突破獎基金會設立了「莫扎卡尼新前沿獎」（Maryam Mirzakhani New Frontiers Prize），授與在過去兩年內完成博士學位的新秀女數學家。第一屆莫扎卡尼新前沿獎的得主有三位：

- A** 瑞士蘇黎士聯邦理工學院的荷頓（Nina Holden）於 2018 年麻省理工學院畢業，將於 2021 年擔任紐約大學庫朗數學科學研究所的副教授，因「在隨機幾何的工作，特別是作為隨機三角剖分尺度化極限的呂維耳量子重力」而獲獎。
- B** 加州理工學院的馬赫德芙（Urmila Mahadev），是 2018 年柏克萊大學資訊科學博士，她「解決驗證量子計算輸出的基本問題」。
- C** 麻省理工學院的皮契瑞洛（Lisa Piccirillo），是德州大學奧斯汀分校 2019 年數學博士，她「證明了康威紐結不是光滑切片的猜想」。（編輯部）