

如何讓法國人愛上數學

第一座數學博物館在巴黎落成開幕



日常玩的手遊，是以數學中幾何和分析來建構遊戲的虛擬場景；生病所拍攝的 X 光，是透過電腦斷層掃描原理進行拍攝，而這個斷層掃描也是透過建立數學模型而運作的；日常關切的天氣預報也是氣象學者們通過對溫度、濕度、風向、風速、壓力等等其它氣象變數物理原理的 3D 數學建模來做天氣的預測。在我們生活中數學無處不在。

儘管數學可以讓我們的生活更加便捷，也依然幫助我們更深入認識我們身處的宇宙，世界上卻有相當大比例的人口在理解數學上有困難而排斥數學。即使是僅次於美國有許多費爾茲獎和阿貝爾獎的法國也不例外，根據世界有 64 個國家與地區參與的 2019 年「國際數學與科學成就趨勢調查」

（The Trend in International Mathematics and Science Study，簡稱 TIMSS），法國列名 22 歐盟國家與地區中的最後。為了對抗這一趨勢，在法國總統馬克宏（Emmanuel Macron）的支持下，由索邦大學（Sorbonne université）的龐卡赫研究所（Institut Henri Poincaré，簡稱 IHP）以及法國國家科學研究中心（Centre National de la Recherche Scientifique，簡稱 CNRS）共同贊助下，成立了法國第一座專門展示數學這門學科的博物館。

這座位於巴黎拉丁區（Latin quarter）索邦大學校園內佔地 900 平方公尺的巴黎數學博物館，也稱為「龐卡赫之家」（Maison Poincaré），以紀念偉大的法國數學家 and 理論物理學家龐卡赫（Henri Poincaré，1854 ~ 1912），於 2023 年 3 月 30 日星期六在法國高等教育研究與創新部（Ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation）、巴黎市政府、法蘭西島地區委員會（Conseil régional d'Île-de-France）、索邦大學以及 CNRS 的貴賓代表見證下正式開幕。

博物館的設立源於 2010 年費爾茲獎得主維拉尼（Cédric Villani）的發想，維拉尼也是法國國民議會前議員（2017 ~ 2020）和 2009 ~ 2017 年間擔任 IHP 所長。過去 10 年來，他一直在醞釀建立一座專門展示數學的博物館的想法。

博物館的目標之一是展示數學的實際應用。IHP 所長本佐尼-嘉瓦吉（Sylvie Benzoni-Gavage）表示，博物館的開放是「博物館的理念是展示數學的現狀、它是如何發展的，以及它比學生在學校學到的內容要廣泛得多。在與數學相關的社會利益比以往任何時候都更加顯著的背景下……我們的想法是在經常光顧我們研究所的學者、公眾和研究人員之間建立對話。」

博物館位於巴黎拉丁區正在運行的研究所中心地帶，目的在於展示數學應用人性化的一面，適合讓大眾僅需中學數學基本知識的理解認識各個層級的數學。

常設展覽的特點是動詞——連結、成為、發明、建模、分享、視覺化——「展示數學的實際應用」。透過博物館多管齊下的方式，遊客可以透過觀看影片、玩遊戲、與裝置互動和聆聽錄音指南來體驗不同的數學與應用。身臨其境的音訊體驗引入了「公式耳語者」來解密數學術語，而一系列曼·雷（Man Ray）照片展示了幾何形狀和物體。此外，還有一個空間專門紀念那些對整個數學歷史產生影響的偉大思想家，例如 1926 年獲得諾貝爾物理學獎的佩蘭（Jean Perrin），他的辦公桌就陳列在博物館中。

除了常設展覽之外，短期的展覽空間也以找到創意的方式來解決觸及數學的熱門主題。第一個臨時展覽是「進入 AI 世界」，持續展覽 2024 年 4 月 4 日。（編輯部）



國際 IUT 理論獎設立暨首屆 IUGC IUT 理論會議 —— 「ABC 猜想」證明驗證的挑戰

「ABC 猜想」是世界上數論學者都試圖攻克的難題。2012 年 8 月，日本京都大學數理解析研究所（RIMS）的望月新一宣稱證明 ABC 猜想，他在網頁上放了 4 篇總名為 *Inter-universal Teichmüller Theory* (IUT) 合計超過 500 頁論文，這是花了 20 年發展創立的新理論。數論許多難解問題都是「ABC 猜想」的推論，其中包括了費馬最後定理（參見本刊創刊號的〈新一，這次要破解的是 ABC 之謎〉以及第 10 期的〈望月流的春天〉）。

由於「ABC 猜想」的證明可有重大的潛在應用，習慣研究抽象理論的數學家，需要花上大量時間和精神去掌握 IUT。但這 4 篇加起來有 512 頁，真正令數學家束手無策的並非文章的長度，而在於望月新一使用了大量自創的新概念和技巧，晦澀難懂，還引用了超過 500 頁他的其他論文，許多數學家們投注大量的時間參與或組織工作坊、研討會，嘗試研究了解檢驗這套理論，並提出了數以百計的問題和評論。這 4 篇論文在經過了 9 年的反覆修改補充與擴充回應所有的問題，更成了長達 645 頁的鉅著，終於在 2021 年刊登在由歐洲數學學會（EMS）發行的《*Publications of RIMS*》。

然而「ABC 猜想」是否已經證明，正因為望月理論迥異於正常論文的寫作方式，並未因論文的出版而消散！德國波昂大學的費爾茲獎得主舒茲（Peter Scholze）與法蘭克福歌德大學（Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main）的司蒂克斯（Jakob Stix）在 2018 年 9 月發文指出望月 4 篇論文中第 3 篇「推論 3.12」有根本性的缺陷，而這推論是望月新一證明「ABC 猜想」的核心步驟，因此舒茲認為「ABC 猜想」仍然未解。望月新一將他們的文章放在他的網頁以及幾份反駁報告，文中將舒、司二人的評論歸因於他們「完

全沒有理解自己的工作……自己的工作沒有漏洞。」望月新一的學術聲望讓數學家們認真對待他的「ABC 猜想」證明，而舒茲與司蒂克斯的地位也讓數學家們不得不關注他們的意見。這些學者專們在過去 10 年「ABC 猜想」是否證明的地位仍然爭議不止。

為了打破這僵局，日本公益財團法人「日本財團」理事長中山申一、知名的 Niconico 動畫分享網站的母公司多玩國（DWANGO）的創始人川上量生（Nobuo Kawakami）與東京工業大學名譽教授加藤文元（Fumiharu Kato）於 2023 年 7 月 7 日在東京的記者會上共同宣布將在籌備中的網路 ZEN 大學（暫定）成立「宇宙際幾何學中心」（*Inter-universal Geometry Center*，簡稱 IUGC，所長：加藤文元），目的在推動望月新一 IUT 理論的傳播與發展，設立「IUT 創新者獎」（*IUT Innovator Prize*）和「IUT 挑戰者獎」（*IUT Challenger Prize*）以及於 2024 年 4 月在東京舉辦「第一屆 IUGC 會議」為來自世界各地領導 IUT 研究的數學家提供了一個聚集在一起展示和討論最新研究成果的機會。

IUT 創新者獎頒發給包含 IUT 理論及相關領域重要新進展的論文，每年頒發給最佳論文得主 2 萬至 10 萬美元的獎金。

IUT 挑戰者獎將由川上量生個人提供 100 萬美元的獎金授予第一位撰寫有關 IUT 理論的論文並顯示該理論存在本質性缺陷的數學家。雖然川上量生不是數學家，但是他深信 IUT 理論對數學領域有重大的貢獻。川上量生的努力是否會取得成果以及「ABC 猜想」證明爭議是否會解決，還有待觀察。

（編輯部）



2024 年數學突破獎

2023 年 9 月 14 日突破獎基金會 (Breakthrough Prize Foundation) 於美國加州舊金山宣布了 2024 年第 12 屆的突破獎獲獎名單。突破獎被譽為「科學界的奧斯卡」，目的在表揚世界頂尖科學家，頒發的領域包括生命科學、基礎物理和數學。每個獎項的獎金有 300 萬美元。此外，每年還會頒發最多 3 位物理學新視野獎、最多 3 位數學新視野獎和還有為了紀念於 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和激勵在數學領域的傑出現女性最多 3 位「莫扎卡尼新前沿獎」(Maryam Mirzakhani New Frontiers Prize)。為了在慶祝他們的成就並激勵下一代科學家。獲獎者將於 2024 年 4 月 13 日在洛杉磯舉行的第 10 屆年度突破獎頒獎典禮上進行慶祝。突破獎的頒獎典禮是同類型活動中唯一一場以影視、體育和音樂領域的名人都會出席擔任頒獎者，將鎂光燈聚焦在舞台中心科學家的頒獎典禮。

這一屆的數學突破獎由哥倫比亞大學現年 42 歲的布蘭德爾 (Simon Brendle) 一人獨得，以表彰「他在微分幾何學領域取得了一系列重大突破，微分幾何學是一個利用微積分工具研究曲線、曲面和空間的領域。他的許多成果涉及曲面的形狀，以及比我們日常生活中所能遇到的更高維的流形。」

布蘭德爾對微分幾何做出了變革性的貢獻。他解決了共形幾何 (conformal geometry) 中山邊方程式 (Yamabe equation) 的幾個未解問題，這包括了他給出了山邊問題緊緻性猜想的反例，以及證明了漢米爾頓 (Richard Hamilton) 所提出關於所有維度中山邊流收斂性猜想；他與孫理察在 2012 年合作證明了大域微分幾何中非常重要的微分球面定理；2013 年他證明了在最小曲面理論中長期未解的最小環面嵌入 3 維球面的勞森猜想 (Lawson

conjecture)；他也還研究了均曲率流和黎奇流中的奇點形成，解決了帕瑞爾曼的研究中出現的黎奇流自相似解 (self-similar solution) 的唯一性問題。

數學新視野獎的得主有 3 位：

- A 紐約大學庫朗研究所的鮑爾施密特教授 (Roland Bauerschmidt)，獲獎的理由是她「對機率論和重整化群技術的發展做出了傑出貢獻。」她曾是中研院院士姚鴻澤的博士後。
- B 多倫多大學的副教授格羅契尼格 (Michael Groechenig)，「表彰他對剛性局部系統理論的貢獻，以及將 p - 進積分應用於鏡像對稱和基本定理的貢獻」而獲獎。
- C 波昂大學豪斯朵夫數學中心的豪斯朵夫講座教授魯蘭 (Angkana Rüland)，因她在「對應用分析的貢獻，特別是固 - 固相變微觀結構分析與反問題理論」而獲獎。

「莫扎卡尼新前沿獎」也有 3 位 2022 年獲得博士學位的得主：

- A 柏克萊大學的拉森 (Hannah Larson) 助理教授，畢業於史丹福大學，因在「布里爾／諾特理論 (Brill-Noether theory) 與曲線模空間幾何的進展」而獲獎。
- B 英國布里斯托大學蒙克 (Laura Monk) 畢業於法國史特拉斯堡大學，因「增進我們對大虧格的隨機雙曲曲面的理解」而獲獎。
- C 畢業於東京大學的京都大學的山下真由子 (Mayuko Yamashita) 副教授，表彰在「數學物理和指標理論的貢獻」而獲獎。她曾在 2013 年代表日本獲得國際數學奧林匹亞銀牌，也在 2019 年在東京大學碩士畢業後年僅 23 歲就受聘為京都大學數理解析研究所 (RIMS) 的助理教授。(編輯部)



研究發現描述「蛋」形狀的數學通用公式

生物學遇見數學

「蛋」被喻為是最完美的東西，一直是人類歷史上重要的營養和食物來源。特別是在家禽育種領域，學者專家們對家禽蛋的型態進行了廣泛的研究，因為禽蛋的尺寸與形狀是生產率的指標，尤其與蛋的儲存與運輸相關的形狀問題具有重大的經濟意義。野禽蛋的個體差異也引起了生態形態學家（ecomorphologist）的興趣，由於實地研究的持續時間通常有限，因此需要一種簡單、快速且準確的方法來評估蛋的大小和形狀。所以，「卵形態學」（oomorphology）長期以來一直吸引著食品相關領域工程師、生物學家、經濟學家和數學家們的關注。

「蛋」是自然界中最容易辨識的形狀之一，也是演化適應最多樣的環境條件和情況的一個範例。這些包括極端的高溫和濕度、有或沒有體熱的孵化、巢內或巢外、和／或從乾淨的環境到高度感染的環境。此外，它是如何演化成大到足以孵化胚胎、小到可以有效的離開母體而不從斜坡滾走、結構堅固到足以承受重量的形狀，這些都是已知超過一萬多種鳥類「蛋」的共同非凡結構主要考量因素。根據古生物學的化石記錄，因為鳥類和非鳥恐龍這兩者在生物學上的構造極其相近，可以確定鳥類是由恐龍演化來的、所以在生物學界中把鳥類認定為是現代的恐龍後代。「卵形態學」也為這最著名的滅絕物種——恐龍——的研究開闢了一條全新的線索。因此，最值得對蛋的形狀進行全面的數學分析和描述。儘管如此，一般泛用「卵型」的術語描述所有禽蛋，無法讓工程師、數學家和生物學家們能精準的描述禽蛋形狀滿意。

就像其它幾何圖形一樣，科學家們嘗試推導出一個明確的數學公式描述「蛋」的形狀。在過去 100 多年來，柏克萊大學的脊椎動物博物館（Museum

of Vertebrate Zoology）收集了 1,400 個物種數千個蛋殼的照片放在網路上供人觀看。2012 年日本數學家西山豐（Yutaka Nishiyama）將蛋型的輪廓基本分為 4 類幾何圖形：圓形（circular）代表球形蛋（spherical egg）、橢圓形（elliptical）代表橢球形（ellipsoid）、卵形（oval）代表卵球形（ovoid）和梨線形（pyriform）代表錐形或梨形蛋（conical/pear-shaped）。2017 年普林斯頓大學的演化生物學家史達德（Mary Stoddard）的研究團隊編寫一個名為 Eggextractor 的電腦程式，它能在任何影像中找出鳥蛋，並測量其長度、寬度和形狀。研究小組利用這些測量結果來確定近 5 萬枚鳥蛋中的每一枚離完美的球形有多遠——也就是說，有多尖或多長。蛋型的輪廓分類的前 3 種都有明確的數學表達式，橢圓形是源於圓形，卵形是由橢圓形推導出來的。然而，梨線形輪廓卻未有推導出來。

2021 年，英國格里芬（Darren Griffin）與羅曼諾夫（Michael Romanov）以及烏克蘭的納魯辛（Valeriy Narushin）在 1823 年就發行歷史最悠久的紐約科學院年鑑（*Annals of the New York Academy of Sciences*）發表了〈蛋與數學：介紹蛋形的通用公式〉修補了這個問題。這通用公式適用於任何蛋的幾何形狀。

這不僅僅是了解「蛋」形狀本身的重要一步，也是了解其進化方式和原因的重要一步，從而這種通用公式可能應用於生物學、物理學、工程學和技術領域，其中食品品質、食品工程、家禽育種和養殖、鳥類學、遺傳學、物種的適應與進化、系統分類學、建築學和藝術等學科研發都是可能的面向。

（編輯部）