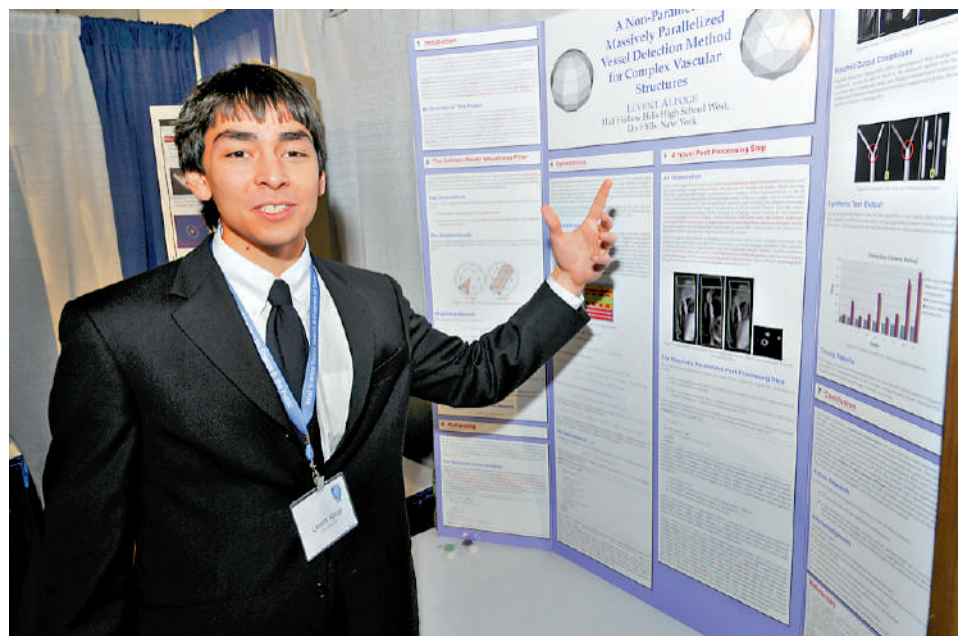
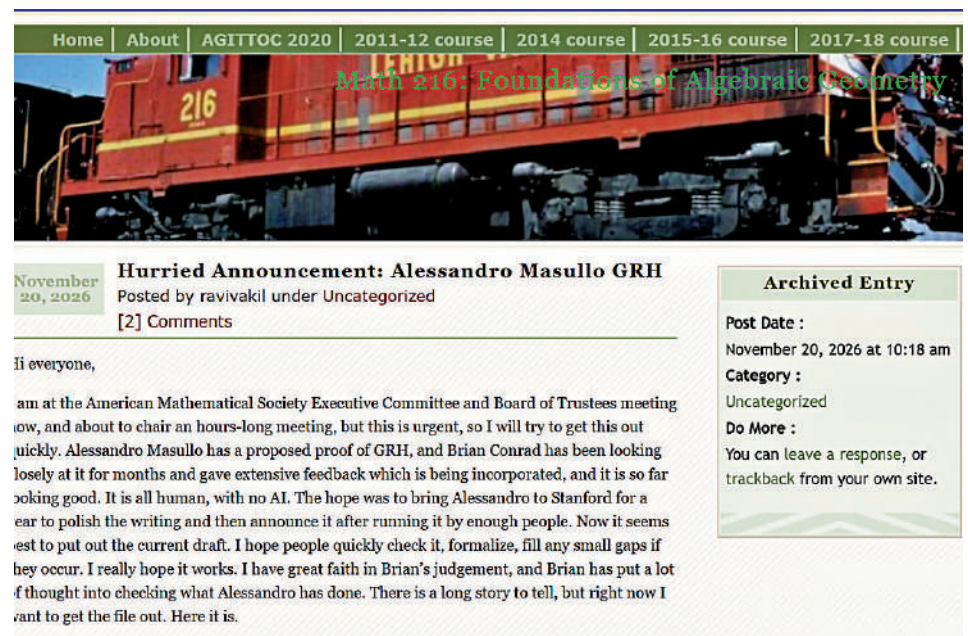
美數學家宣布藉人工智能破解「黎曼猜想」

「世紀難題」即解 另有學者同發「純人類證明」

當地時間20日，美國人工智能（AI）公司Anthropic聘用的數學家阿爾珀格宣布，他已利用Claude大模型證明了困擾數學界長達167年的「黎曼猜想」。據稱，數學家借助AI的證明過程生成文字長達25萬頁，而他大概花了六周的時間得出證明結論。美媒稱，若最終全部驗證，這會是AI今年在數學領域取得的最驚人突破。同日，另一名意大利數學家一份未使用AI、尚未完成的逾900頁「廣義黎曼猜想」研究草稿也對外公開，據稱歷時12年，呈現出不同途徑。



▲Anthropic旗下數學家阿爾珀格20日宣稱，他利用Claude大模型合作，證明了「黎曼猜想」。圖為阿爾珀格。 網絡圖片



▲美國數學學會主席瓦基爾20日發布公告稱，意大利數學家馬蘇洛撰寫了一份「廣義黎曼猜想」的證明草稿。 網絡圖片

【大公報訊】「黎曼猜想」由德國數學家黎曼於1859年提出，探討質數分布問題。該猜想是數學界極負盛名的未解之謎之一，也是美國克萊數學研究所列出的七個「千禧年大獎難題」之一，破解獎金高達百萬美元。由於缺乏明確的證明路徑，人類數學家求證「黎曼猜想」進展緩慢。今年10月，OpenAI發布了逾700篇數學研究成果，其中一項證明涉及准「黎曼猜想」部分成果，這座「數學堡壘」在AI衝擊下開始出現了「裂痕」。

阿爾珀格過去一直研究與「黎曼猜想」相關的課題。11月20日，他在個人網站發布一份4頁筆記，宣稱自己與Claude模型合作已完成「黎曼猜想」的證明，且通過進一步擴展方法，同時證明了「廣義黎曼猜想」。

人類耗時12年 AI僅用6周

目前尚不清楚阿爾珀格與Claude在證明中各自貢獻，也不清楚消耗的算力情況。根據阿爾珀格所說，其研究始於10月6日。前期是阿爾珀格給Claude當「嚮導」，他提供大方向，在不同的數論工具之間搭橋；Claude則承擔了海量的高強度推導。阿爾珀格稱，「接近終點時，Claude遠遠把我甩在後頭。」

阿爾珀格未提供傳統數論中說明求證過程的內容，而是把AI產出的證明過程，通過可以驗證的程式語言Lean加以編寫。他透露，與Claude合作生成的文字證明超過25萬頁，因篇幅過長、難以閱讀而沒有公開；取而代之的是一份4頁說明，以及14個壓縮文件、約1700萬行代碼。阿爾珀格坦言，部分技術性描述來自Claude生成的總結，或仍需修訂。

英國帝國理工學院專家巴澤德指出，阿爾珀格的Lean代碼還需確認，以及排除代碼存在漏洞風險的可能。菲爾茲獎得主、華裔數學家陶哲軒20日發文說，數學界要真正「消化」這25萬頁證明的邏輯，還需要一段時間，但「至少這次有人類作者可以溝通」。網上還流傳疑似菲爾茲獎華裔得主鄧煜的評論，稱「至少拿出500頁版本前看都不看」，暗指可讀性低。

就在阿爾珀格公布消息數小時後，美國數學學會主席瓦基爾發布公告稱，意大利數學家馬蘇洛撰寫了一份「廣義黎曼猜想」的證明草稿，「完全由人類完成，沒有借助任何AI」。這份手稿長達940頁，前後醞釀約12年，目前仍在修訂中。馬蘇洛的證明方法與阿爾珀格使用Claude的完全不同，計劃明年發表完整論文。

恰逢Anthropic上市翌日惹爭議

阿爾珀格也是年輕數學家中用AI證明難題的代表人物之一。今年7月，他在網上發布由Claude模型攻克「雅可比猜想」後，便成為媒體關注的焦點。今年9月，他也曾捲入與OpenAI證明另一「千禧年大獎難題」的「納維—斯托克斯方程」（NS方程）爭議，當時紐約大學數學家巴克馬斯特曾暗示OpenAI竊取了自己與阿爾珀格的研究成果。

對數學界而言，AI引發了一場關於學科未來與自身存在意義的深刻辯論。阿爾珀格說，「有種走到盡頭的感覺很正常，對我來說，這就像失去了一盞最重要的明燈。但在研究過程中，我看到的進展實在太震撼了，我相信，這正預示着整個科學界將迎來更宏大的黎明。」他強調，自己在15日得出證明，選擇此時公布與Anthropic上市毫無關係。「這個時間點確實很糟糕。如果可以，我真希望能早點完成這一切。」

馬蘇洛的博士生導師、史丹福大學教授布萊恩·康拉德表示，他原本一直在審閱這份草稿並提供修改建議，但阿爾珀格把他們逼到了「進退兩難」的境地。 **（綜合報道）**



▲Anthropic行政總裁阿莫戴（中）等人19日出席公司首次公開募股（IPO）儀式。 路透社

AI破解數學難題為何引發爭議?

驗證困難

AI寫出的證明動輒數百頁乃至數十萬頁，人類專家難以審閱；即使轉換為Lean代碼驗證，仍怕出現定義偏差或程式漏洞。

「搶功」風波

OpenAI宣布模型攻克NS方程時，紐約大學數學家巴克馬斯特公開質疑推導思路與其研究高度相似，有「搶發」之嫌。

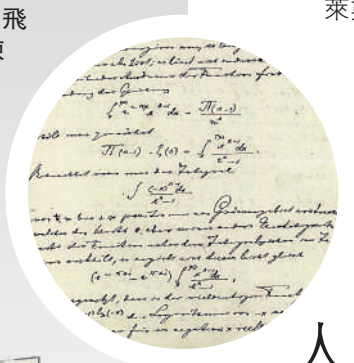
商業造勢

AI公司為測試模型性能與融資公關，不惜砸重金「暴力解題」。OpenAI攻克NS方程時，動用逾萬個AI智能體，耗資逾千萬美元。近期OpenAI和Anthropic宣稱攻克數學界難題的時間節點，恰逢新一輪融資或上市前夕。

各方態度？

- 菲爾茲獎得主、華裔數學家陶哲軒強烈呼籲數學家審慎看待與OpenAI等AI公司合作，回歸以人類理解為核心的科學願景。
- 美國麻省理工學院（MIT）數論學家安德魯·薩瑟蘭認為，世界已經改變，背後是模型的開發者和數學研究的勝利。
- 學界亦思考，隨着AI能力突飛猛進，未來是否會催生能熟練使用AI的「新型數學家」，探討將AI融入教學。康奈爾大學應用數學教授史蒂芬·斯托加茨主張對AI保持務實樂觀，鼓勵學生先獨立思考，再借助AI深化理解。

大公報整理





大公報AI製圖

AI攻克數學難題進展

美國克萊數學研究所設立「千禧年大獎難題」共七題，當中的「龐加萊猜想」已於2003年由俄羅斯數學家佩雷爾曼證明。今年，AI模型在此領域成果頻出，但AI公司宣稱的成功證明，與數學界正式驗證認可之間，仍存在審核落差。

數學難題	類型	時間及事件
「雅可比猜想」	代數幾何領域	今年7月，Anthropic數學家阿爾珀格宣布Claude模型完成相關證明，揭開AI攻克著名數學難題序幕。
「納維—斯托克斯方程」（NS方程）	「千禧年大獎難題」	9月8日，OpenAI宣布內部前沿AI模型，攻克NS方程。
「黎曼猜想」	「千禧年大獎難題」	10月6日，OpenAI公布722篇由AI模型生成的數學手稿，其中包含「准黎曼猜想」的部分結果。11月20日，阿爾珀格聲稱，他使用非公開版本的Claude模型，證明了「黎曼猜想」，並擴展至「廣義黎曼猜想」，公布了相關Lean代碼。
「霍奇猜想」「BSD猜想」（部分）	「千禧年大獎難題」	OpenAI在10月釋出的722篇由AI模型生成的數學手稿，當中包括對「霍奇猜想」以及「赫和斯維訥通—戴爾猜想」（「BSD猜想」）的部分結果。

何為「黎曼猜想」?

話你知

「黎曼猜想」是關於質數分布問題的猜想，由德國大數學家伯恩哈德·黎曼於1859年提出。質數是大於1、只能被1和自身整除的整數，例如2、3、5、7等。該猜想主張，看似隨機分布在數軸上的質數，實際上遵循着複雜而有意義的規律。2000年，美國克萊數學研究所公布世界七大數學難題，為每個難題設立100萬美元獎金，被稱為「千禧年大獎難題」，「黎曼猜想」就是其中之一。

◀德國大數學家提出「黎曼猜想」的手稿。 網絡圖片

人類數學家轉型：駕馭AI攻克難題

重新定位

隨着技術升級，人工智能（AI）近年在數學領域突飛猛進：從基礎運算到國際奧林匹克數學競賽中奪金，再到大模型接連宣稱破解數學難題，甚至挑戰被稱為「王冠明珠」的「黎曼猜想」。當前AI模型數學水平已遠超普通研究生，部分學者擔憂，未來人類數學家或將淪為AI產出海量論文的逐行核查者，但也有學者主張善用AI，就像谷歌的AlphaGo擊敗韓國圍棋冠軍李世石一樣，未來可能催生能熟練借助AI展開研究的「新型數學家」。

今年9月，OpenAI宣布攻克了一道「千禧年大獎難題」，引發了數學界抵制，逾20位菲爾茲獎得主發表聯署公開信，批評AI行業急於攻堅數學問題，會動搖數學研究的根本目的。到了10月，OpenAI再次震驚學界，一口氣公布了700多篇論文，涵蓋逾370組數學問題，包括「千禧年大獎難題」剩餘5題中3題的部分成果，有數學家稱之為「數學末日」。由於AI巨頭即將放出海量研究成果傳言四起，導致數學家爭分奪秒發表自己借助AI完成的研究，避免成果被搶發。

康奈爾大學應用數學教授斯托加茨將「黎曼猜想」比喻為數學界的「奧林匹克山」。他此前作客《紐約時報》播客節目，談及AI對數學界的影響時數度落淚意外走紅，成了該話題的代表人物。斯托加茨說，與其宣告「數學末日」，他如今更主張保持務實樂觀，「我們未來可能會更常看到這種情景，就像一名技術高超的騎師，駕馭一匹疾馳的駿馬。」

此外，AI也讓數學家思考傳統學術期刊的角色。麻省理工學院數學家雅各布·博爾加說，「我們過去評估（數學家）的方式，有百分之九十是透過期刊，我不確定我們以後是否還應該這樣做。我們應該建立一套新的衡量標準。」

AI巨頭搞商業營銷 學界憂破壞科研

商業造勢

美媒稱，近幾個月來，美國人工智能巨頭OpenAI和Anthropic都把破解數學難題，變成了一種不同尋常的營銷方式，用來高調宣傳自家能力最強的模型。Anthropic的數學家阿爾珀格20日宣稱利用Claude模型證明了「黎曼猜想」，恰好是在Anthropic上市成為史上最貴首次公開募股（IPO），翌日股價又出現大幅波動之際。外界質疑，AI公司正將學術難題當做更直接展示模型能力的「跑分」工具，恐破壞學術研究的秩序。

「跑分」原指衡量芯片或AI模型性能的標準測試得分，與破解多年的學術難題相比，後者所帶來的衝擊力更為直接明顯。在AI公司之間，商業「暗戰」也十分激烈。《華爾街日報》報道曾稱，OpenAI曾透露，在聽說Anthropic已至少解決了一個「千禧年大獎難題」後，才把自家前沿模型派去攻關難題，為此投入了千萬美元的算力。OpenAI宣稱解決NS方程難題後，因為阿爾珀格與搭檔、紐約大學數學家巴克馬斯特在同時使用Anthropic與OpenAI工具研究該問題，巴克馬斯特曾質疑OpenAI不當取用了其提示詞，但遭該公司否認。更令學界反感的是，OpenAI當時動用了海量AI智能體去「暴力」解題，而該公司內部研究人員根本不具備審查的專業能力。

美媒統計指出，今年以來，OpenAI和Anthropic宣稱其模型驗證數學猜想，時點恰逢啟動融資或上市。在提交給投資人的文件中，Anthropic高層一直主張AI能夠「改變」科學與人類的探索方式，並渲染「治癒癌症」等願景。也有學者擔憂，當AI企業投入巨額資金，試圖主導學術研究方向時，學術研究的秩序恐將遭到嚴重干擾和破壞。



▲加州三藩市抗議者19日在Anthropic總部大樓外示威，抗議科企AI競賽。 美聯社