

能協助解決供應鏈危機的數學：代數

這次新冠疫情大爆發對貿易、金融、衛生和教育系統、企業和社會的全球性破壞在過去的 100 年裡是前所未聞的。疫情對全球供應鏈構成了重大衝擊。多次世界上許多國家的全國性封鎖和勞動人口的染疫，在減緩甚至暫時停止原材料和成品的流動一定起了重大的作用。

如何將生活必需的物資從產地或工廠順利的運送到超級市場的貨架上、你家或餐廳的廚房裡是近期最大的挑戰。我們能做的就是感謝代數，因為沒有了它，情況肯定會更糟。

大家或許對代數有很複雜的感受。很可能你即使曾經在學校時，認真努力的學過代數，能夠求一元二次方程式和二元一次聯立方程組的解，也可能在畢業離開學校的生活工作中也未曾再碰觸過任何的代數方程式問題。但是，這絕對不意味著一般我們稱之為「代數」的那些有著數字和未知數 x 的方程式（組）是無用的。無論是超市的雜貨、網購的貨品，還是老家親友寄來的包裹，它們都是通過解得方程式（組）中的未知數而遞送到你的手上的。也可以說代數是「運籌學」（logistics，或物流）的數學。

代數的起源可以追溯到古巴比倫的時代，考古的陶片顯示公元前 2000 年的古巴比倫數學家就能解二次方程式了。約公元前 480 年，中國人已經使用配方法求得了二次方程式的正根。公元前 300 年左右，歐幾里得提出了一種更抽象的幾何方法求解二次方程式。代數的英語為「algebra」，源於阿拉伯語單字「al-jabr」。但是，代數的早期並沒有現今解方程計算技術的奢侈，直到 16 世紀，一切都是用文字寫出來的。例如中國漢代《九章算術》『方程章』中的第 2 題「今有上禾七秉，損實一斗，益之下禾二秉，而實一十斗；下禾八秉，益實一斗與

上禾二秉，而實一十斗。問上、下禾實一秉各幾何？」是典型的二元一次方程組：

$$\begin{cases} (7x - 1) + 2y = 10, \\ 2x + (8y + 1) = 10. \end{cases}$$

就可運用到超市米櫃位的運籌。運籌數學始於代數——更準確的說是線性代數。

疫情初期要求生技公司如何投入開發必要的新產品，如新冠病毒試劑或疫苗；民生物資和消費品的需求如何將產品送、留到貨架上；Google 搜尋；海空航班安排和郵件包裹遞送背後也有同樣的技巧；甚至將您的虛擬購物籃傳送到你的手機螢幕的方式也涉及通過網路訊息傳遞的運籌學中的線性代數。

然而，運籌學並沒有因線性代數而停滯不前。它已發展成為「線性規劃」（linear programming）和「混合整數規劃」（mixed integer programming）的算法以及各種其他聽起來很奇怪的數學例程式，例如「組合優化」（combinatorial optimization）、「貪食試探」（greedy heuristics）和「模擬退火」（simulated annealing）計算代數的資訊人工智慧數學學科。

許多的研究都顯示，疫情造成的嚴重破壞正在促使企業提高其供應鏈的彈性、協作性和網路化程度。疫情後，運籌數學的發展也必定是數位化與自動化。我們所能想像到的是，運籌數學將會是一個可怕的代數挑戰，它將會是有數十億位元（gigabyte）且瞬息萬變的線性方程組，比你在任何學校的考試中遇到的都要多，如何將必要的代數寫進程式裡，並快速又正確的答案會是一大挑戰。

（編輯部）

2022 年數學突破獎

2021 年 9 月 9 日於加州舊金山由「突破獎基金會」及其創始贊助人宣布了第 10 屆年度突破獎的獲獎者。但今年因全球新冠疫情的關係，傳統上有影視、音樂、體育和科技界眾星雲集出席擔任頒獎貴賓的頒獎典禮將延期到 2022 年舉辦。

數學突破獎是由京都大學數理分析研究所（Research Institute for Mathematical Sciences）的數學家望月拓郎（Takuro Mochizuki）獨得。這是日本人第一次獲得數學獎。獲獎的理由是「在代數解形上的平直聯絡叢（flat connection bundle）理論方面，包含不規則奇點的情況，做出傑出工作，幫助我們對該領域的理解取得突破。」

望月拓郎致力於複微分幾何、代數幾何和代數分析領域的研究，主要關心的問題是在代數幾何和微分幾何中所共同追求課題之間的對應關係。他也對微分方程的奇性研究感興趣。他曾花了約 8 年的時間以結合了幾何與分析的方法的絞扭 D -模（twistor D -module）理論解決了據說需要 50 年才能解決的柏原猜想（Kashiwara conjecture）的難題，並彙整成一篇超過 1000 頁的論文而著名，並曾於 2014 年在首爾舉辦的國際數學家大會（International Congress of Mathematicians）獲邀為 21 位主講人之一。

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組學者：

- A** 美國西北大學的布朗（Aaron Brown）與芝加哥大學的烏爾塔多·薩拉查（Sebastian Hurtado-Salazar），獲獎的理由是「對齊默猜想（Zimmer's conjecture）證明的貢獻。」這猜想與幾何空間表現出某種對稱性的情況有關。
- B** 英國劍橋大學的索恩（Jack Thorne），因「對代數數論不同領域作出變革性貢獻，特別是與

紐頓（James Newton）合作證明了全純模新形式所有對稱幕的自同構。」而獲獎。

- C** 加拿大多倫多大學的齊默曼（Jacob Tsimerman），因「在解析數論和算術幾何方面的傑出工作，包括對安德烈／奧爾特猜想（André-Oort conjecture）和葛里菲斯猜想（Griffiths conjecture）的突破。」而獲獎。

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。第二屆莫扎卡尼新前沿獎的得主有三位，其中有二位是華裔：

- A** 普林斯頓大學的佩魯斯（Sarah Peluse）於 2019 年史丹福大學畢業，因「對算術組合和解析數論的貢獻，特別是在稠密集中的多項式模式的研究。」而獲獎。
- B** UCLA 的王虹（Hong Wang），是 2019 年麻省理工學院的博士，因研究調和分析（harmonic analysis）中「關於限制猜想、局部光滑猜想和相關問題的進展。」而獲獎。王虹 2008 年畢業於北京大學數學系。
- C** 麻省理工學院的王藝霖（Yilin Wang），是成長於上海，18 歲時移居法國，於 2019 年在佛納（Wendelin Werner）指導下獲蘇黎世聯邦理工學院的數學博士，因在複分析和機率論中的「對於平面曲線的羅烏納能量（Loewner energy）的創新和深遠的工作。」而獲獎。

（編輯部）