

研金屬有機框架 三科學家獲化學諾獎

打造「分子房間」引發材料革命 可助減排及分解毒氣

瑞典皇家科學院8日宣布，將2025年諾貝爾化學獎授予日本科學家北川進、英國科學家羅布森和美國科學家亞吉，以表彰他們在金屬有機框架（MOF）開發方面的貢獻。MOF的出現極大革新了人類對多孔材料的認知，開闢了廣大的應用前景，可用於從沙漠空氣中收集水分、碳捕集、儲存有毒氣體或催化化學反應等。

【大公報訊】金屬有機框架（MOF）是一種用途極其廣泛的超多孔納米材料，可用於儲存、分離、釋放氣體和其他化學物質。有專家認為，MOF對21世紀的重要性可能與塑料對20世紀的重要性一樣。羅布森、北川進和亞吉三位科學家開創了一種全新的分子建築學，使得金屬有機框架從偶然發現的結構，演變成可以理性建構的材料體系，可用於碳捕集、空氣取水和能源儲存等多個領域。

諾貝爾化學委員會主席林克形容，金屬有機框架的結構如同《哈利波特》系列中，妙麗那個「能裝下萬物的魔法手提包」，外表看起來很小，但內部卻能容納驚人的大量物質，「金屬有機框架具有巨大的潛力，為實現具有新功能的定制化材料帶來了前所未有的機遇」。

北川進：受莊子「無用之用」思想啟發

什麼是金屬有機框架？簡而言之，就是建造帶「房間」的分子建築，這是一種由金屬離子和有機分子搭建起來的高度有序、極其疏鬆的晶體材料，有點像砌築高積木一樣，並可以讓其他分子自由進出。

三位科學家接力完成了金屬有機框架的構建，並互相促進，不斷突破。早在1989年，羅布森就提出可以通過精心挑選金屬和有機分子的幾何形狀，來預測和設計出具有特定拓撲結構的晶體材料，為理性合成MOF提供了最重要的理論基礎。

日本學者北川進在學生時代，就深受日本首位諾貝爾獎得主湯川秀樹書中所引用中國古代哲學家莊子「無用之用，方為大用」思想的影響。當別人認為羅布森的分

子結構不穩定、沒有前途時，北川卻看到了其中的巨大潛力。雖然研究屢屢遇挫，但在1997年，北川進成功創造出一種三維的、穩定的金屬有機框架，並發現該框架能夠讓氣體分子自由進出。除此之外，北川進更重

要地預言了MOF可實現柔性化，使其在傳感器、能量儲存等方面具有更多應用可能。

亞吉推動MOF走向工程化與現實應用。1995年，亞吉的團隊就成功合成了穩定的二維MOF結構，並首次將其命名為「金屬有機框架」。亞吉團隊於1999年合成了里程碑式的材料MOF-5，其穩定性和內部空間都非常驚人，幾克就有一個足球場大，即使加熱到300℃也不會塌陷。

基於三位獲獎者的開創性研究，科學家們如今已能設計出數以萬計的不同MOF，應用場景廣泛。例如，亞吉團隊開發了一種名為MOF-303的材料，可從沙漠空氣中捕捉稀薄的水分子「變出」飲用水，為解決乾旱地區的缺水問題帶來了曙光。諾獎委員會指出，未來MOF有望幫助去除水中的「永久化學物」PFAS。

88歲羅布森：「破戒」喝酒慶祝

北川進8日在京都大學舉辦的記者會上表示，一開始還以為諾獎官方的電話是推銷電話，「我心情很不

好地接了電話，結果驚訝地發現是諾貝爾委員會打來的」。

亞吉在法蘭克福轉機時接到了電話，自己對獲獎感到既驚訝又欣喜。亞吉出生在約旦的一個巴勒斯坦難民家庭，他稱「這是一段漫長的旅程，而科學能讓你做到這一點，科學是世界上最偉大的平衡力量」。已經88歲的羅布森表示，他在官方頒獎的半小時前接到了電話，並在墨爾本郊外的家中安靜地進行了慶祝。他笑稱，自己年事已高，得知獲獎差點承受不住，最近由於健康原因開始戒酒，但為了慶祝獲獎「破戒」喝了一杯葡萄酒。三名科學家將平分1100萬瑞典克朗（約908萬港元）的獎金。

新科諾獎得主批特朗普削減科研經費

【大公報訊】據法新社報道：2025年諾貝爾物理學獎得主克拉克、諾貝爾醫學獎得主布倫科等科學家7日在接受媒體採訪時，批評特朗普政府大幅削減科研預算的政策，認為這將嚴重削弱美國科研實力，可能帶來「災難性」後果。

克拉克指出，特朗普政府重塑美國科學和衛生政策的許多舉措，包括大規模解僱政府科學家、大幅削減研究經費等，是「極其嚴重的問題」，將使美國的相應科學研究陷入癱瘓。「如果這種狀況持續下去，後果將是災難性的。」他表示，這些政策「完全超出任何科學家的理解範圍」，「即使現任政府最終結束任期，可能需要十年時間才能恢復到以前的水平。」

克拉克呼籲繼續開展並資助那些看似「基礎科學」、最終可能帶來「關鍵應用」的研究，這



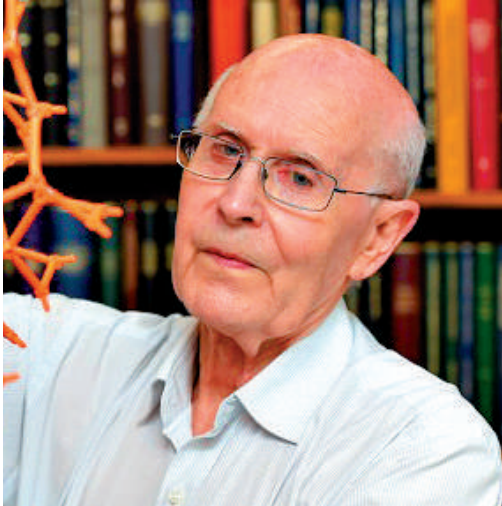
▲克拉克7日在加州大學伯克利分校出席慶祝他獲獎的活動。 法新社

對於科學至關重要。他坦言，當時完全無法預見本次獲獎研究（電路中實現宏觀量子力學隧穿效應）的重要性，「若四十年前有人問起，我們只會說：『嗯，這確實是個有趣的研究。』」他強調，「基礎科學至關重要，因為永遠無法預知相關成果將如何展現。」

新科醫學獎得主布倫科也表示，美國聯邦經費對於促進和支持科學研究很重要，這些經費可推動醫學和基礎科學進步。布倫科目前任職的美國系統生物學研究所，多數研究項目皆仰賴聯邦資金支持。布倫科說到，「任何資金損失顯然都會造成傷害。」

今年以來，特朗普政府推動削減科學研究預算、縮減研究計劃、裁員等政策，引發美國科學界、醫學界廣泛抗議。

獲獎者簡介



理查德·羅布森 (Richard Robson)

- 現年88歲，出生於英國。自1966年至今，羅布森一直在墨爾本大學化學系工作。他分別於2000年和2022年當選澳洲科學院院士、倫敦皇家學會會士。
- 羅布森是金屬有機框架領域的早期開拓者之一，為金屬有機框架的理論基礎做出了重要貢獻。



北川進 (Susumu Kitagawa)

- 現年74歲，日本化學家，是無機化學領域公認的領軍人物之一。現任京都大學高等研究院特別教授及副所長。
- 北川進是多孔配位聚合物（PCP）領域的開創者和先驅，將PCP用於氫氣、甲烷等能源氣體的儲存，為解決環境與能源問題提供了新的思路 and 方案。



奧馬爾·亞吉 (Omar M. Yaghi)

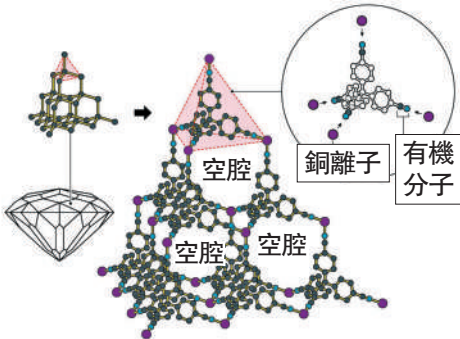
- 現年60歲，出生於約旦，美籍約旦裔化學家。現任美國國家科學院院士、加州大學伯克利分校講席教授。
- 亞吉是金屬有機框架（MOF）和共價有機框架（COF）等相關領域的開拓者和奠基人，在功能多孔材料的合成及其應用方面（如氫氣、甲烷儲存、碳捕集、氣體分離、水捕集）作出開創性貢獻。

得獎理由

獲獎者創造的一種新型分子結構，即金屬有機框架（MOF），標誌着人類從「發現材料」邁向「設計材料」的新時代。基於獲獎者的開創性發

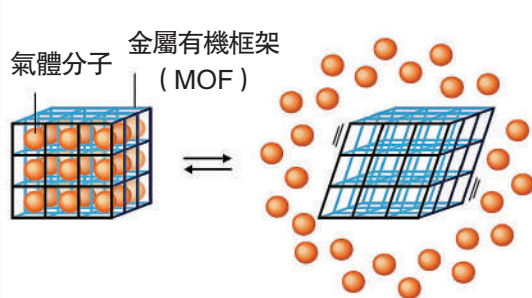
現，化學家們已構建出數萬種不同的MOF，應用領域涵蓋淨化水源、降解環境中的藥物殘留、碳捕集，甚至從沙漠空氣中提取水資源等。

羅布森設計框架結構



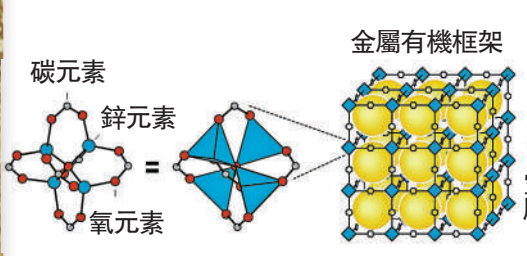
1989年，羅布森受到鑽石結構的啟發，設計並合成了一種由一價銅離子和有機分子構成的骨架。這個結構與鑽石類似，但內部卻充滿了許多空腔。

北川進預言MOF可實現柔性化



1998年，北川進證明氣體可在構造體內自由進出，並提出金屬有機框架可實現柔性化。如今，許多柔性MOF材料能在吸附或釋放分子時伸縮變化。

亞吉合成最具代表性的MOF-5



1999年，亞吉合成了MOF-5，材料結構穩定、空腔巨大，即使加熱到300℃也不會塌陷，僅僅幾克樣品，其內部就可達一個足球場大小，遠超傳統沸石。

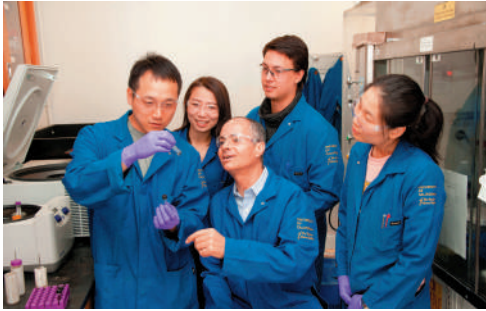
來源：諾貝爾獎官網

亞吉：從巴勒斯坦難民家庭走出的諾獎得主

【大公報訊】綜合半島電視台、《紐約時報》報道：10月8日，美籍約旦裔化學家亞吉與其他兩位學者一同獲得了2025年諾貝爾化學獎。亞吉回憶稱：「從一開始，我就深愛化學。」從巴勒斯坦難民的兒子，到如今成為諾獎得主，亞吉的經歷可謂傳奇。

1965年，亞吉出生在約旦首都安曼，他的父母是巴勒斯坦難民，家庭十分貧困。亞吉小時候與8個兄弟姐妹住在一個房間裏，房間的另一半還養着牲畜，沒有電和乾淨的水是常態。亞吉15歲時，父親鼓勵他赴美求學。為了維持生計，他一邊堅持學

業，一邊在課餘進行地板清潔和收拾雜貨等兼職工作。不懂英語的他憑着艱苦努力，20歲就獲得紐約州立大學的學士學位，35歲獲得博士學位。



▲亞吉（中）在加州大學伯克利分校的實驗室與學生一起工作。路透社

在亞吉童年時期，市政供水通常每隔一周或兩周才來一次，每次僅持續6小時，其間必須將家中儲水罐注滿。他小時候的一項主要工作就是在供水時盡量多地為家裏儲備更多的生活用水。而如今，亞吉和其他兩位學者在「金屬有機框架」開發上的開創性貢獻，使得淨水、儲能、碳捕集等一系列應用成為可能，這項技術更有望幫助解決全球多地的水資源短缺問題。

亞吉目前是擁有加州大學伯克利分校最高學術頭銜的大學教授，也是現任美國國家科學院院士。2021年，沙特國王頒布皇家法令，授予亞吉沙特公民身份。

OpenAI已簽7.8萬億算力合約 財力受質疑

【大公報訊】據《金融時報》報道：美國人工智能（AI）巨頭OpenAI今年已簽下價值約1萬億美元（7.8萬億港元）的運算能力資源合約，遠超該公司營收，外界質疑OpenAI將如何為這些合約融資。

OpenAI於6日與AMD達成一項最高可達3000億美元的芯片協議，將讓OpenAI有機會持有AMD高達10%的股權。此前，OpenAI已與英偉達、甲骨文等公司簽訂類似供應合約，投資金

▲OpenAI執行總裁阿爾·穆爾達納6日在OpenAI開發者年會上發言。法新社



額可助OpenAI支付其採購的芯片費用。這些交易將在未來十年為OpenAI提供逾20GW的算力，約相當於20座核反應堆的功率。

據OpenAI高層估算，當下1GW的AI算力部署成本約為500億美元。換句話說，OpenAI今年已簽下的算力合約總成本將達到約1萬億美元。這些交易使多家全球最大的科技集團與OpenAI的命運捆綁，而OpenAI必須成為一家能夠實現盈利並承擔日益沉重財務負擔的公司。

美國金融服務公司DA Davidson的分析師盧里亞表示，OpenAI根本沒能力簽下這些合約，今年可能會虧損約100億美元。他還指出，硅谷「先裝出來，後做出來」的文化之一，就是讓人真正投入其中；現在，許多大公司都已在OpenAI身上投入了很多。

OpenAI與這些科技巨頭的「循環式交易關係」，也令外界更加擔憂AI產業泡沫。投資人尤其擔心，美國經濟增長是由AI數據中心相關支出所支撐。