

# 發現細胞「光開關」推動腦研究革命 奠定「光遺傳學」基礎 美德三學者獲醫學諾獎



## 諾貝爾生理學或醫學獎

2026年諾貝爾獎本周陸續揭曉。瑞典卡羅琳醫學院5日宣布，將生理學或醫學獎授予美國科學家戴塞羅思、德國科學家黑格曼和內格爾，以表彰他們在光門控離子通道和光遺傳學方面的發現。諾貝爾獎委員會表示，三位科學家發現了神經細胞的「光開關」，用光精準控制大腦中特定神經細胞的活動，為探索大腦運作機制及治療神經疾病帶來新方向。



卡爾·戴塞羅思  
(Karl Deisseroth)



彼得·黑格曼  
(Peter Hegemann)



格奧爾格·內格爾  
(Georg Nagel)

【大公報訊】長久以來，大腦如何控制情緒、行為和身體機能，一直是個謎。諾獎官網介紹，三位獲獎者共同奠定的是過去20年神經科學最重要的方法學突破之一：「光遺傳學」(Optogenetics)。這項技術利用光學，能夠以前所未有的精度，揭示活體大腦中的神經細胞如何塑造人類的記憶、情感和行為。

2000年初，來自德國的黑格曼和內格爾合作，在一種單細胞藻類藻液中發現了一種名為通道視紫紅質的特殊蛋白質。這種位於細胞表面的蛋白質受到藍光照射時，其中的離子通道會像門一樣打開，可以充當「光開關」，讓帶電離子進入細胞並產生電信號。他們還發現，將這種蛋白質置於其他細胞中，也可以使這些細胞對光產生反應。

美國學者戴塞羅思隨後將編碼通道視紫紅質的基因導入大鼠神經細胞，通過藍光照射成功觸發神經信號。他在2005年發表了這項突破性成果，並在兩年後進一步實現在活體小鼠大腦中利用「開關」，來控制神經細胞活動。

三位獲獎者的成果環環相扣：先找到衣藻裏的「光開關」，再將其植入神經元，科學家就可以用光去精準控制大腦裏的特定細胞。目前，光遺傳學融合光學及遺傳學的技術，精準控制特定細胞在空間與時間上的活動。諾貝爾獎生理學或醫學委員會主席斯文寧松表示：「光遺傳學為我們提供了夢寐以求的繪製大腦圖譜的機會。」

### 有助失明和聽力治療

了解大腦的運作是一項艱巨的挑戰。在光遺傳學出現之前，科學家研究大腦主要依靠兩種方法：電刺激和藥物刺激。前者缺點是「通殺」，會同時刺激到周圍其他的神經細胞，後者缺點是「反應太慢」，藥物擴散需要數秒到數分鐘，無法模擬神經元毫秒級的真實運作。有了光遺傳

學，科學家就能以極高精度度，以光作為「開關」精準控制「某一種」神經元，而不影響周圍其他細胞。光遺傳學技術讓研究人員精準定位負責記憶形成、恐懼、飢餓、睡眠或成癮行為的神經回路，同時用於探索帕金森症、抑鬱症、癲癇、阿茲海默症等疾病的致病機制。

諾貝爾生理學或醫學獎評委、瑞典卡羅琳醫學院臨床免疫學教授潘嬌表示，光遺傳學為研究大腦功能提供了重要工具，展現出臨床應用潛力。研究人員已嘗試利用這一技術幫助某些視網膜疾病患者恢復部分視覺功能。因為光能夠專門用來刺激耳蝸神經細胞，科學家期待光遺傳學未來能改進傳統基於電刺激的人工耳蝸，利用更精準的神經刺激方式，提升聽覺復原效果。

### 兩學者於2020年獲邵逸夫獎

現年54歲的戴塞羅思為美國史丹福大學教授，71歲的黑格曼為柏林洪堡大學神經科學教授；73歲的內格爾則為維爾茨堡大學生物物理學教授。三名科學家將均分1200萬瑞典克朗（約938萬港元）獎金。

諾貝爾獎委員會總秘書長佩爾曼向媒體透露，他已通過電話向三位得主道賀：「能跟他們對話真的很棒。我第一個打給戴塞羅思，他接電話時非常疲倦，顯然剛從睡夢中醒來。」戴塞羅思接受美聯社採訪時自稱是「夜貓子」，他在北加州的家中熬夜寫論文和回覆學生電郵。他才剛躺下沒多久，就接到了諾獎委員會的電話，「根本沒怎麼睡覺」。

黑格曼和內格爾曾在2020年共同奪得邵逸夫生命科學與醫學獎。黑格曼熱衷於天文學與極地探索，他曾透露，科學研究就如同探索未知領域，而成功的秘訣在於堅毅不屈。內格爾從小就熱愛數學、物理和生物，曾任職教師、開過咖啡館，業餘時間還喜歡玩懸掛滑翔。（綜合報道）

●現年55歲，美國神經科學家、精神科醫生和生物工程學家，史丹福大學博士，現任史丹福大學生物工程及精神學與行為科學教授、霍華德·休斯醫學研究所研究員。他是光遺傳學技術主要提出者之一，被譽為「光遺傳學之父」，其致力於將這些先進技術應用於理解癲癇、抑鬱症及其他精神與神經疾病的致病機制。

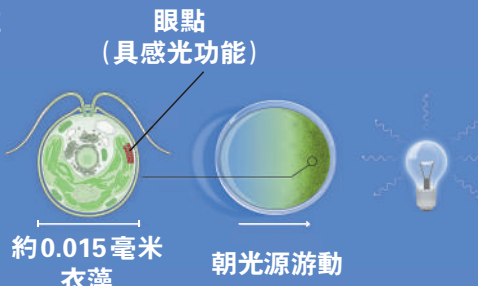
●現年71歲，德國生物物理學家，馬克斯·普朗克生物化學研究所博士，現任柏林洪堡大學實驗生物物理學教授、神經科學赫蒂講座教授。他長期研究單細胞藻類如何感知光，並在21世紀初與納格爾等人發現了能被光直接激活的離子通道蛋白——通道視紫紅質。

●現年73歲，德國生物物理學家，法蘭克福大學博士，現任德國維爾茨堡大學分子植物生理學教授，長期研究微生物光感受器、膜蛋白、光遺傳學工具。他最核心的成就是與黑格曼共同發現了通道視紫紅質，為光遺傳學發展奠定了決定性基礎。

## 從藻類找到「光開關」

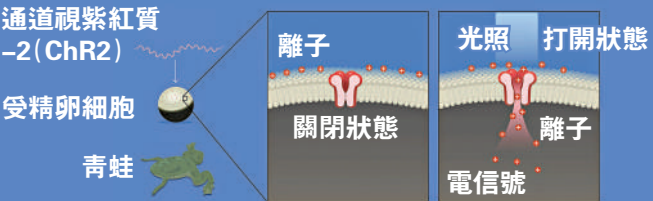
### 1 衣藻具有趨光性

●單細胞藻類衣藻沒有「眼睛」，卻有特殊的「眼點」結構，能引導衣藻朝向光源方向游動（趨光性）。黑格曼認為，這當中可能藏有一種對光敏感、能充當離子通道的蛋白，能把光刺激直接轉換成電信號。離子通道蛋白是細胞膜上的重要組成部分，負責調控離子在細胞內外的流動。



### 2 通道視紫紅質誕生

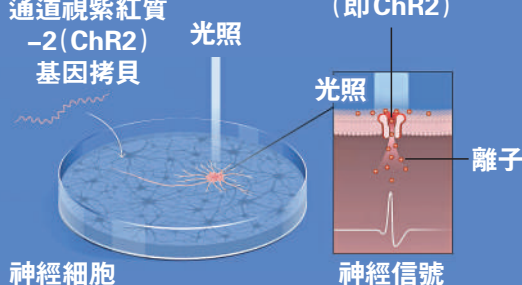
●內格爾和黑格曼成功在青蛙卵中克隆了衣藻中的兩個蛋白基因。當研究人員用光照射蛋白時，其內部離子通道隨之打開，產生電信號。二人將蛋白命名為通道視紫紅質-1 (ChR1) 和通道視紫紅質-2 (ChR2)。



## 光遺傳學技術的建立與應用

### 1 為神經元安裝「光開關」

●2005年，戴塞羅思團隊將ChR2引入哺乳動物神經元，發現只需要藍光照射，就能夠以毫秒精度誘導神經元產生神經信號，即在神經元中裝上了一類「光開關」，可以用光精準控制它們何時啟動。



### 2 「光開關」實驗成功

●2007年，戴塞羅思團隊成功在活體小鼠大腦中激活了神經細胞：他們把基因送進小鼠運動皮質的特定類型神經細胞，再通過顱骨上的一個小孔插入光學纖維照射，從而控制了小鼠鬍鬚的運動。



## AI預測諾獎得主 頻現低級錯誤

【大公報訊】綜合《德國之聲》、BBC報道：《德國之聲》近日測試ChatGPT、DeepSeek、Gemini、Grok、Meta AI、Copilot等9款生成式人工智能(AI)聊天機器人，評估其對2026年諾貝爾獎得主的預測能力。測試結果顯示，多款AI系統在熱門人選預測上落空，甚至頻繁出現低級事實錯誤。

在生理學或醫學獎方面，6款AI聊天機

器人預測開創GLP-1腸道激素研究的三位學者將獲獎。然而，瑞典卡羅琳醫學院5日正式宣布，2026年諾貝爾生理學或醫學獎頒授三位在光門控離子通道與光遺傳學領域做出開創性發現的科學家戴塞羅思、黑格曼和內格爾，熱門預測紛紛落空。

此外，AI聊天機器人在預測中也多次出現明顯事實錯誤。例如，ChatGPT聲稱某科學家將獲得「諾貝爾數學獎」，但該獎

項歷史上從未設立。Copilot則將獎項「頒給」一位已故學者，違反了諾貝爾獎僅頒發給在世人士或名單公布後離世者的原則。

分析指出，生成式AI的預測機制主要依賴公開可查的數據，如論文引用量、專業獎項、媒體報道及科睿唯安等機構的預測名單。由於諾貝爾獎評選過程嚴格保密，加上算法本身的局限性，AI的預判往往與最終結果存在顯著偏差。

## 住房危機延燒 西班牙11月提前大選

【大公報訊】綜合路透社、BBC報道：西班牙住房危機持續延燒，首相桑切斯5日宣布提前舉行議會選舉，投票定於11月29日舉行。此次提前大選較原定最晚舉行選舉日期提前了一年，外界形容此舉是桑切斯的一場「政治豪賭」。

西班牙住房危機多年來難以解決。馬德里一名87歲老婦上月因租金暴漲275%無力支付，慘遭驅逐出住了70多年的公寓，隨即引爆全國抗議潮，部分示威更演變為暴力衝突。桑切斯隨後緊急提出兩項住房法案，擬推出禁止驅逐租客及自動延長租約等措施。但是，法案2日遭右翼政黨佔多數的議會否決，直接引爆民怨。4日，西班牙全國約50個城市爆發大規模示威，數以萬計民眾上街抗議。

桑切斯冀藉提前大選重組議會格局，爭取左翼陣營的過半數優勢，以

突破立法僵局。桑切斯在電視演說中承認，面對保守派佔多數的議會，他所屬的社會勞工黨等左翼陣營推動立法時屢屢受阻，是促使他決定提前大選的原因之一。他說，本次選舉將關乎誰將帶領西班牙渡過一段動盪時期，呼籲民眾做出正確的選擇。

西班牙議會選舉原定於明年舉行。現年54歲的桑切斯自2018年起擔任首相，社會勞工黨與小型左翼聯盟「蘇馬爾」組成的少數派聯合政府執政，在議會中一直舉步維艱。過去三年，預算案頻繁受阻撓、所屬政黨和核心圈子的腐敗指控，以及今

年夏天西班牙飛地休達移民入侵事件，桑切斯面臨持續壓力。最新民調顯示，社會勞工黨支持率為26%，明顯落後於保守派人民黨的34%。



◀西班牙首相桑切斯5日宣布提前舉行議會大選。 法新社

▼數以萬計民眾3日在馬德里示威，抗議房租過高。 路透社



## 質疑搜查令違法 英王胞弟控告警方

【大公報訊】綜合BBC、《衛報》報道：英王查爾斯三世的弟弟安德魯·蒙巴頓一溫莎5日向法院提起訴訟，要求撤銷當時英國警方對其住所搜查時所持有的搜查令。今年2月，深陷美國富豪淫媒愛潑斯坦醜聞的安德魯，因涉嫌擔任公職期間行為不端被警方拘留。

2月19日，即安德魯66歲生日當天，泰晤士河谷警方根據倫敦中央刑事法院法官簽發的搜查令，當時突擊搜查安德魯位於桑德林漢姆的皇家莊園及溫莎前皇家別墅，並將其拘留12個小時。安德魯的法律團隊質疑相關搜查令的合法性，要求進行司法覆核。根據美國司法部公開的愛潑斯坦檔案，安德魯被揭發涉嫌擔任英國貿易特使期間，曾向愛潑斯坦分享政府機密信息，但他始終否認所有指控。

英媒指出，這是自1649年英王查理一世受審以來，英國王室成員首次對針對自身的刑事訴訟合法性提出質疑。

警方目前並未對安德魯提出任何刑事指控，並表示調查仍在進行，不作進一步評論。倫敦法院將於8日下午就撤銷搜查令舉行聽證會，不對外公開。前皇家檢控署特別犯罪部門負責人瓦莫斯指出，即使安德魯成功撤銷搜查令，若警方有合理理由，仍可向刑事法庭申請，予以保留相關證物。

安德魯深陷愛潑斯坦醜聞而身敗名裂，2019年退出王室公職，去年10月被查爾斯三世褫奪所有王室頭銜與榮譽，並被勒令搬離王室物業。



◀英國前王子安德魯要求撤銷警方對其住所的搜查令。 英國警方