

美德學者以光開關神經細胞 為治抑鬱症等帶來希望

研光遺傳學 三傑奪醫學諾獎

2026年諾貝爾生理學或醫學獎得主於10月5日揭曉，美國神經學家戴塞羅思、德國生物學家黑格曼和內格爾，憑藉開創性的光遺傳學(optogenetics)發現獲得殊榮。三名科學家研究發現光控細胞的機制，為光遺傳學奠定基礎。這項革命性技術令研究人員能夠利用光，精確開啟或關閉大腦中單個神經細胞的活動，從根本上改變神經科學的研究方式，為抑鬱症和阿茲海默症等神經疾病及刺激視覺和聽覺等神經醫學治療方法帶來希望。

理解我們的大腦如何形成記憶、情感和行為，一直是科學家的夢想。自二十世紀以來，科學研究逐步確定了大腦各區域的功能，但還無法證明特定類型的神經細胞，能直接影響人類的感知或行動。科學家們設想，神經細胞的信號運行極為迅速，光或是匹配這種速度的理想載體，若能為神經細胞安裝一個「開關掣」，以某種方式操縱神經細胞，令其對光產生反應，或許就能控制神經活動。這個當時聽上去遙不可及的想法，如今憑藉光遺傳學成為現實。

1990年代初，黑格曼對一種單細胞藻類衣藻產生濃厚興趣。黑格曼發現，具有趨光性的衣藻對光的反應極為迅速，光到達其感知器官的眼點後，僅半毫秒便產生電脈衝，反應速度是人眼的20倍以上。他據此提出假設：衣藻體內存在一種特殊的蛋白質複合物，既能捕獲光線，又能充當電離子的快速通道。

經過多年潛心研究，黑格曼的團隊在



戴塞羅思
(Karl Deisseroth)

年齡：54歲
國籍：美國
職位：史丹福大學精神病学與行為科學教授



黑格曼
(Peter Hegemann)

年齡：71歲
國籍：德國
職位：柏林洪堡大學生物物理系教授、系主任



內格爾
(Georg Nagel)

年齡：73歲
國籍：德國
職位：德國維爾茨堡大學神經生理學教授、生物物理學家

衣藻的基因中，發現兩個與捕光蛋白相似的基因。他為此聯繫了同事內格爾，內格爾將這兩種基因注入青蛙卵細胞中，就此發現兩種光控陽離子通道蛋白：通道視紫紅質-1(ChR1)與通道視紫紅質-2(ChR2)。在藍光照射下，它們在0.2毫秒內便打開通道，讓帶正電的離子通過，從而產生電信號。黑格曼和內格爾還將ChR2的基因引入人類胚胎腎臟細胞和倉鼠的腎臟細胞，令其變得對光敏感。2003年，兩人發布實驗結果，提出將ChR2當作一種強大的工具，利用光在細胞中產生電脈衝。

與此同時，在史丹福大學攻讀醫學與神經科學博士學位的戴塞羅思，也在研究大腦神經細胞的運作原理。得益於內格爾的分享，戴塞羅思將ChR2的脫氧核糖核酸(DNA)引入大鼠神經細胞，將其真正轉化為由光控制的「開關掣」：當暴露

於藍光照射下，這些神經細胞立即反應，產生出可傳播的神經信號。

兩德國得主曾獲邵逸夫獎

在三名科學家通力合作與分享下，研究人員陸續發現更多可充當神經細胞「開關掣」、由不同波長的光照激活的蛋白質，這種技術也被正式命名為光遺傳學。戴塞羅思通過實驗，將ChR2的基因導入大鼠運動皮層的特定神經細胞，從而利用光照，控制大鼠的鬚鬚運動。他其後又憑藉這些開關掣，確定大腦中控制睡眠與甦醒、形成特定記憶的神經細胞。通過光遺傳學的指引，科學家們得以深入研究成人大腦。

另外，兩位德國諾獎得主黑格曼和內格爾，曾在2020年共同獲得邵逸夫生命科學與醫學獎，表彰他們致力研發光遺傳學，徹底改革神經科學發展的技術。

巴西大選首輪無人過半數

月底決勝



■弗拉維奧(右)和妻子費爾南達往投票後做出勝利手勢。美聯社

巴西總統大選首輪投票結果於當地時間10月4日晚出爐，沒有候選人得票過半數，右翼前總統博爾索納羅長子、自由黨候選人弗拉維奧出乎意料得票率位居首位，獲得約47%有效選票。現任左翼總統、勞工黨候選人盧拉位居次席，得票率約45%。兩人將於本月25日進行次輪角逐。

45歲的弗拉維奧在首都巴西利亞會見支持者，他延續父親的親美路線，宣稱投票結果凸顯巴西渴望改變，執政勞工黨的時代即將結束，「巴西渴望變革，如果我成功當選，我將着手解決巴西面臨的真正問題。」

盧拉承認結果出乎意料

80歲的盧拉尋求第四個非連續總統任期。他在巴西南部城市聖保羅發表演說，承認選舉結果出乎意料，其團隊翌日便會展開新一輪競選活動，會以重視經濟發展和社會包容的施政方案，爭取選民支持。盧拉還呼籲在首輪投票中棄權的選民，積極參與次輪投票。

巴西高等選舉法院統計，今次總統選舉首輪投票棄權率約21%，超過3,340萬選民未參與投票。分析指前總統博索納羅的家族成員和盟友，在總統和議會選舉中表現較好，顯示其政治勢力不斷延續擴張，亦令總統大選次輪投票競爭更激烈，尤其中間選民和投票意願較低的選民，是雙方爭取重點。

美軍撤走英基地 12 轟炸機

美國國防部10月4日宣布，美軍已將部署在英國費爾福德空軍基地的12架B-1轟炸機全數撤回美國。美軍部署在費爾福德基地的B-1和B-52轟炸機，均曾參與空襲伊朗的行動。美軍歐洲司令部未有就安全警告置評，僅表示美軍轟炸機經常部署全球各地，支援戰備需求。

3周前曾收到威脅警告

美媒引述匿名美方官員消息稱，是次促使美軍緊急撤離的情報，與約3周前美軍收到的威脅警告有關，在撤離前的24小時內，美方接獲威脅相關更多具體細節，要求指揮官員加強警戒。當時行動緊迫，有B-1轟炸機是在一周前依照正常輪調抵英，今次也要撤回。在部分B-1轟炸機及其機組人員已起飛返美後，負責支援航程的空中加油機才緊急升空跟進。

費爾福德基地是美國空軍在歐洲展開



■一架美軍轟炸機，從英國皇家空軍費爾福德基地起飛。路透社

軍事行動的指揮前哨，也是美軍的前沿作戰基地。過去數月，英國同意美軍使用該基地，實施英方稱為針對伊朗的防禦性打擊，美軍多次派出轟炸機從該基地起飛，赴中東執行對伊朗作戰任務。分析指費爾福德基地本身距離戰區數千公里，且位於美國盟友境內，美軍極少如此倉卒撤離轟炸機。截至4日，至少已有3架B-1降落在美國南達科他州的母基地。

法高中生抗議升溫 逾5千人被捕

法國學生抗議浪潮持續升溫，全國多地校園陷入混亂。自抗議爆發以來，已有24所學校遭縱火或洗劫，逾5,000人被捕，約500所高中於5日全面或局部停課。教育部長熱弗雷表示，部分地區安全條件仍未達標，當局將設法讓各校逐步恢復上課。

教育部長指學生運動已變質

這場抗議源於學生不滿教師人數不足、班級學生過多及校舍年久失修等教育環境惡化問題。抗議最初於巴黎一所高中發起，隨後迅速蔓延至蒙彼利埃、南特及馬賽等城市。隨著示威規模擴大，部分地區爆發暴力衝突，警方使用催淚氣體和警棍驅散學生。熱弗雷透露，至今有78名教育工作者受傷，其中包括40名高中校長，另有約170名學生受傷。

熱弗雷指控有社運人士尤其極左派人



■巴黎學生在民族廣場附近放火，抗議政府削減教育開支。法新社

士滲透高中生抗議運動，令原本由學生發起的運動變質，更涉及極端暴力行為，已對學生及教職員工安全構成威脅，他直言如此嚴重的情況前所未見。警方展開大規模逮捕行動，至今逾5,000人被捕，其中85%是未成年人。

面對抗議持續升溫，總理勒科爾尼表示，政府將進一步處理高中生與教育工作者人員面臨的困境。