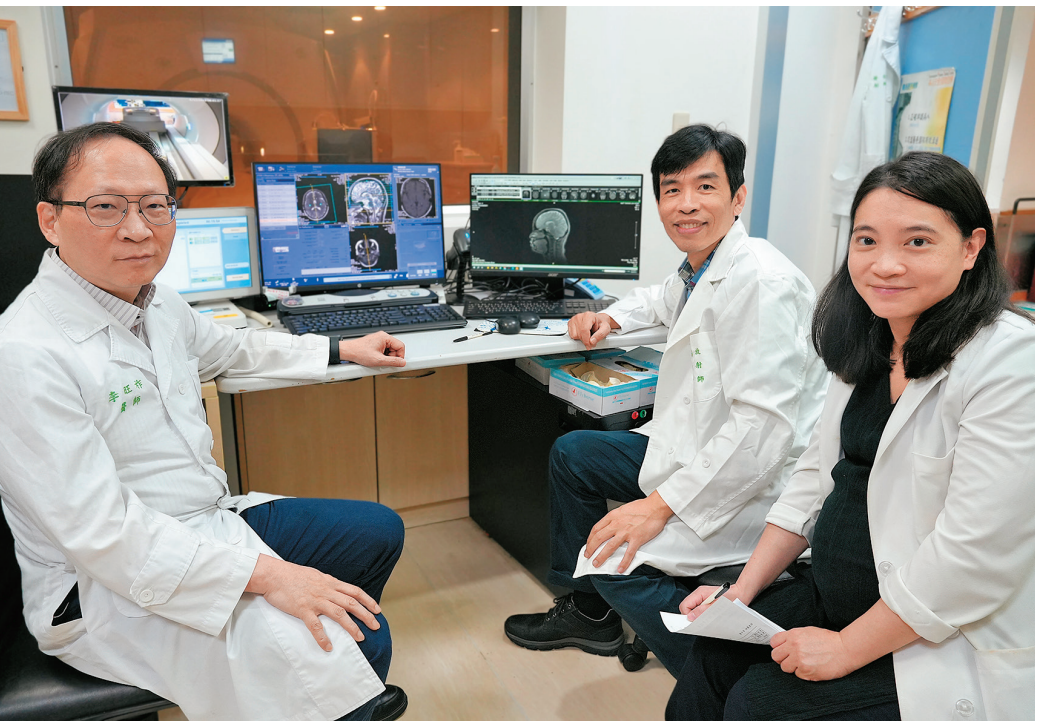
陽明交通大學

別讓ＡＩ代勞，自己思考才能鍛鍊大腦神經迴路

文字／陳玉鳳　圖片提供／陽明交通大學



面對難題直接向ＡＩ索取答案，固然能迅速獲致解答，卻也省去了自行推敲的必要過程。陽明交通大學腦科學研究所特聘教授蔡金吾先前在開學典禮上提醒學生「盡量少用ＡＩ」，這段演說影片在校方粉專曝光後觀看次數迅速突破一百一十八萬人次，引發社會高度共鳴。

他指出，大腦必須經歷「百思不得其解」的卡關與反覆試錯，神經迴路才能獲得實質鍛鍊，進而建立獨立分析的能力，而當生成式ＡＩ的功能日益強大，教育現場更須釐清：如何在工具隨手可得的環境中，為學習者保留親自思考與探索的空間？

先自行思考再善用輔助，讓ＡＩ真正放大學習效益

長期專注神經發育研究的蔡金吾強調，若在基礎未穩時便過度依賴工具代勞，可能減少建立關鍵神經連結的機會，「老師要做的是帶你訓練大腦，完整走過思考程序，這是日後處理複雜未知問題的基礎。」

蔡金吾並以一項麻省理工學院（ＭＩＴ）的腦波研究說明，

使用ＡＩ的先後順序，可能影響學習時的腦部活動。研究觀察到，在寫作任務中，完全自行完成寫作的受試者，腦神經網路連結最為廣泛；使用搜尋引擎者居中，使用大型語言模型者則相對較低。後續小規模交叉測試也發現，先自行寫作、之後再使用ＡＩ者，仍保有較高程度的認知參與。

這顯示工具介入的時間點極為關鍵，學習者必須先建立基礎知識與判讀能力，ＡＩ才能真正發揮輔助效益，讓使用者將精力聚焦於高階的邏輯推演與創造。不過，蔡金吾也補充，該研究在樣本與追蹤時間上仍有侷限，現階段數據應視為警訊，對大腦的長期影響仍有待科學界持續觀察。

重塑評量與教學，分級引導使用ＡＩ

為了在ＡＩ普及的環境下保留思考練習，教學與評量方式必須隨之改變。蔡金吾建議教師可要求學生提交保留修訂記錄的作業，例如學生須先用自己的語言寫出原始提綱與觀點，再詳細記錄與ＡＩ對話過程中採納了哪些建議、捨棄了哪些無效資訊，以及如何逐步修正概念與邏輯結構。

透過這套透明化的對話記錄，即使初稿顯得粗糙，教師仍能從這段修改歷程觀察學生的思維路徑、批判性思考與判斷依據，擺脫過往僅憑最終成品定高下的評分模式，將評量重心轉移至「思考如何發生」。

在課堂評量上，他提倡允許學生攜帶課本與筆記，但限制使用ＡＩ工具的申論測驗，藉此檢視學生的資料整合與論述能力。他認為題目如何設計、是否給予充分思考時間，遠比考試形式本身更關鍵。

針對ＡＩ的運用，蔡金吾建議應依據學習階段分級管理。例如小學生使用的系統不應直接輸出答案，而是透過反問引導孩子觀察，帶領他們一步步尋找解方，待基礎建立後，再逐步放寬輔助層級。

在教學現場，教師同樣能利用這項邏輯進行互動設計，透過蘇格拉底式提問引導學生拆解複雜難題。例如當學生提出假設時，ＡＩ不直接論斷對錯，而是繼續追問理由、要求提供例證或舉出反例，引導學生重新檢視自身的思考盲點，讓學習回歸以思考為核心的歷程。

醫學與基礎科學合作，建構精準醫療新流程

蔡金吾對大腦發育與運作機制的關切，不僅體現在對ＡＩ與後天教育的探討，更貫穿於他對基因與罕見疾病的研究。如果說ＡＩ課題探究的是後天經驗如何塑造大腦，基因研究則是深入探索先天突變如何引發神經發育異常。後者極度仰賴「基礎科學」與「臨床醫學」的深度協作，才能將實驗室裡的分子數據，精準對應至診間觀察到的臨床症狀。

這項跨領域協作的典型範例，正是蔡金吾特聘教授團隊與臺大兒童醫院李旺祚院長的合作。他們針對罕見疾病「ＦＯＸＧ１症候群」，開發出一套結合實驗室功能檢測與臨床數據的創新診斷流程，不僅為ＦＯＸＧ１基因變異的疾病嚴重程度預測提供新方向，也有望進一步應用於遺傳諮詢與精準醫療。這項重大突破已發表於國際權威期刊《分子精神醫學》（Molecular Psychiatry）。

在研究方法上，團隊分析了來自歐美、日本與臺灣共十四名患者的臨床症狀及腦部磁振造影（ＭＲＩ）影像，並同步整合三大實驗室檢測：蛋白表現分析、基因調控測試與小鼠胚胎大腦中的神經細胞遷移實驗。團隊先在實驗室評估基因變異如何影響蛋白質表現與基因抑制功能，再透過動物模型觀察神經細胞遷移變化，最後結合臨床醫師的ＭＲＩ與症狀比對，成功釐清不同基因變異引發的病理效應，實現從分子機制到臨床診斷的完美跨域結合。

結果顯示，這套結合「實驗室檢測」與「臨床數據」的創新流程，成功預測了超過九成病患腦部異常的嚴重程度，為罕病早期診斷與精準醫療奠定重要基礎。

值得一提的是，蔡金吾雖無臨床背景，但長年參與醫學會、研究病例報告，並與實驗室具醫師背景的博士生合作，讓研究設計更切合醫療實務需求。





跨學門探索，打開大腦科學的無限可能

憑藉多年跨領域合作的經驗，蔡金吾深知推動跨學門研究的關鍵，在於培育能理解不同專業語言的「轉譯者」。面對陌生的學術領域，他建議研究者應放下本位主義，從基礎教科書與權威文獻著手，通盤理解對方的研究思維與工作脈絡。「研究者必須展現包容與好奇，確實釐清其他領域究竟在解決什麼核心問題。」唯有建立這層深刻的跨界理解，團隊才能精準聚焦關鍵議題，並選擇最適切的研究工具。

這種跨界探索的習慣，可追溯至他年輕時的多元涉獵。蔡金吾早年廣泛接觸物理、數學、生物與社會科學，加上對文學、藝術與程式設計的濃厚興趣，培養了他面對未知的從容態度，讓他習慣在未知的領域中尋找具價值的議題深入鑽研。

從基因機制的探索邁向臨床治療，蔡金吾實驗室目前正與臺灣生技新創團隊合作，針對神經發炎反應開發新藥，期盼能為阿茲海默症患者尋求新的治療契機。初步動物實驗顯示，該藥物具有延緩神經細胞死亡與退化的潛力；進行中的臨床測試則持續深入檢驗其減緩發炎反應的具體療效。

這項研究不僅是單一藥物的突破，更展現了基礎腦科學躍升為具體醫療應用的無限可能。蔡金吾正帶領團隊一步步跨越實驗室與診間的鴻溝，進一步守護人類大腦健康。