

發現神經訊號在複雜腦神經網路中如何轉軌

江安世教授團隊研究成果登《Science》



國立清華大學
NATIONAL TSING HUA UNIVERSITY

2013 首頁故事

發現神經訊號在複雜腦神經網路中如何轉軌 江安世教授團隊研究成果登《Science》

本校腦科學研究中心江安世講座教授所帶領的研究團隊，利用『果蠅全腦神經網路圖譜』預測及操控特定神經迴路的訊號傳遞，發現嗅覺神經訊號在複雜腦神經網路平行傳輸及轉軌的機制，成果已發表於 2013 年 6 月 14 日的『科學』《Science》期刊，陳力俊校長並於 6 月 25 日率領團隊在國科會召開記者會。

腦科學研究最近先後成為歐美研究重點，江教授提到，歐盟今年初以 11.9 億歐元啟動「人類大腦計畫」；美國歐巴馬總統也在今年 4 月宣布以每年 1 億美元推動「創新神經技術腦部研究」。他特別說明，雖然果蠅的腦僅約有 10 萬顆神經細胞，但許多維持生存的基本行為，受到基因的調控方式卻與人類相似，已成為人類腦科學研究重要的模式生物。經過百年來的研究，科學家們已經在果蠅建立了豐富且精緻的基因操控工具，可以幾乎隨心所欲的操控特定神經細胞在特定時間的基因表達及訊息傳遞。

江教授指出，過去的研究發現，每個氣味分子都有特定的嗅覺接收器，嗅覺神經元再經由特定的神經迴路送往特定的腦區。清華的研究團隊從果蠅腦的研究，對於人類的腦如何處理不同濃度的相同氣味，進而產生不同的行為找到一些線索。

在果蠅的腦實驗過程中，研究團隊發現，二氧化碳訊號經嗅覺神經細胞接收且傳送到嗅葉的 V 小球之後，會經由多條並行的投射神經元將訊息送往數個更高層次的腦區。團隊成員林暉皓博士先利用暨南大學傅在峰博士研發的光驅動綠螢光蛋白 (PaGFP)，標示了連接 V 小球與高層次腦區之間的所有投射神經元。再利用維也納分子病理研究所 Barry Dickson 製造的基因轉殖工具，將鈣離子顯示螢光蛋白 (GCaMP) 基因表達特定的投射神經元，發現所有連接 V 小球的投射神經元都對高濃度二氧化碳有反應，而其他非 V 小球的投射神經元則無反應。利用已建立的『果蠅全腦神經網路圖譜』，預測這些 V 小球的投射神經元可由三個不同迴路將訊號傳遞到六個特定的高層次腦區。

林博士解釋，在低濃度二氧化碳環境時僅有其中一個路徑有顯著的反應。利用一種對溫度敏感的突變蛋白 (*shi^{ts}*) 瞬間阻斷神經訊號傳遞，發現其中兩個路徑分別傳送低濃度或高濃度的訊號，使果蠅躲避此類環境。而第三條路徑，利用免疫螢光標發現它有抑制性的神經傳導分子 GABA，在高濃度二氧化碳時會抑制處理低濃度訊號的神經傳遞路徑，所以可能讓果蠅不致將高濃度環境誤判為低濃度而導致危害。

江教授實驗室的博士生朱麗安建構了一種設置，可利用藍光激發表達光敏蛋白 (channelrhodopsin) 的特定神經元。他們發現單獨激發第一條神經迴路模擬低濃度二氧化碳訊號，或單獨激發第二條神經迴路模擬高濃度二氧化碳訊號都會觸發果蠅的躲避行為，但單獨激發第三條神經迴路則無反應。而當同時阻斷了第二條及第三條路徑，高濃度二氧化碳的神經訊號也能走第一條神經迴路，使果蠅產生躲避行

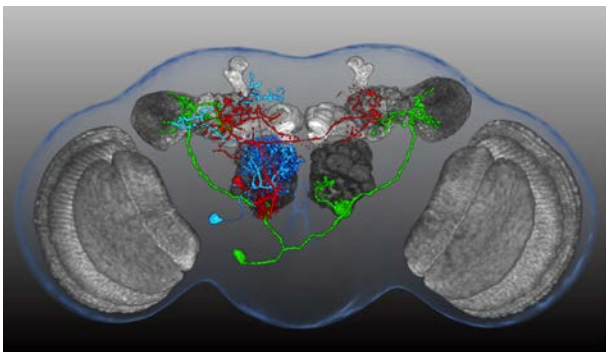
為。

這是研究人員首次發現單一的感官訊息在腦中有多線路的平行信號處理，而且也是首次發現神經信號在腦神經網路中轉軌的機制。此類控制神經會增加信號傳遞路徑的多樣性，使行為的抉擇更具彈性。而並非如以前認為，特定的刺激只走單一的神經迴路。由於動物都使用相同的神經傳導物質，類似的轉軌機制應該也會存在哺乳動物如人腦神經網路中。研究團隊的發現，將有助於理解人類行為調控的機制及發展治療異常行為方法，也可模擬人腦運作設計智慧型電腦。



陳力俊校長於6月25日率領團隊在國科會召開記者會。(由右至左：馮達旋副校長，傅在峰副教授，江安世教授，陳力俊校長，林暉皓博士，及果尚志研發長)。

記者踴躍採訪。



江安世教授研究團隊發現神經信號在複雜腦神經網路中如何轉軌。