

數學有助破解腦退化症之謎



陳繁昌教授

科技對改善人類生活與促進社會發展，起着重要的作用。談及對人類社會的貢獻，大家可能會先聯想起能提高生活水平的應用科學，或改善醫療保健的醫學研究。其實應用科學研究仍需基礎科學研究的支持，而醫療系統的背後尚有生化學家、物理學家、數學家與工程師等的默默耕耘，各科同樣重要；讓我先從數學說起。

數學與各科及日常生活息息相關，能解決多個範疇的問題。以純數學研究的幾何、代數與微積分等為例，其數式可解決物理問題。物理學家愛因斯坦提出相對論，指出四維時空（Four Dimensional Spacetime）是有弧度的，一個星球愈大，其弧度就愈大，地心吸引力也愈大；那麼，弧度究竟有多大？這是一個數學幾何問題，一百多年前數學家黎曼就透過著名的黎曼假設（Riemann hypothesis）解釋。

數學亦應用於電腦圖像的處理。辨識面貌（Facial recognition）的技術，在警方查案時大派用場；同樣，電腦圖像亦可以描繪與分析人的大腦，為醫學研究帶來貢獻。事實上，近年數學在醫學研究發揮的作用愈來愈重要，大腦製圖（Human brain mapping）就是其中一個例子。

正常腦部 vs 有病腦部

大腦製圖屬於新興的計算生物學範疇。神經學家需要分析正常腦部與有病腦部之分別，在過往沒有精確的數學以前，醫學界人士只能靠肉眼分析腦部，因此經常出現誤差。近年，數學家將微分幾何應用於圖像處理上，把概念帶進大腦製圖研究，同時引進計算生物學，為腦部作系統性的研究，加深醫學界對大腦，特別是對腦退化症與腦癌等疾病的認識。

2003年，我與幾何學家丘成桐教授、一群包括來自香港及其他地區的學生及博士後合作設計一系列數學模型及算法，利用數學方程式將腦部數量化。我們同時提出利用保角幾何學（Conformal geometry）技術作有效的腦部結構研究，以嶄新的保角影射技術，將製圖攤平的同時，能將有關角度保存、避免扭曲其幾何關係，方便醫學界人士簡單準確地於其上進行分析。我們亦提出擬保角（Quasi-conformal）影射技術，即是在不保存角度的情況下將東西扭曲，進行比較。另外，我們也可將圖像造成平面甚至長方形。由此，我們就可以根據大腦不同部位的



陳繁昌教授

需要而運用不同的微分幾何，從而更準確及有效地找出正常腦部和有病腦部在結構上的差異。我們亦提出透過計算大腦上的偏微分方程，找出大腦上的解剖特徵（Anatomical feature）。

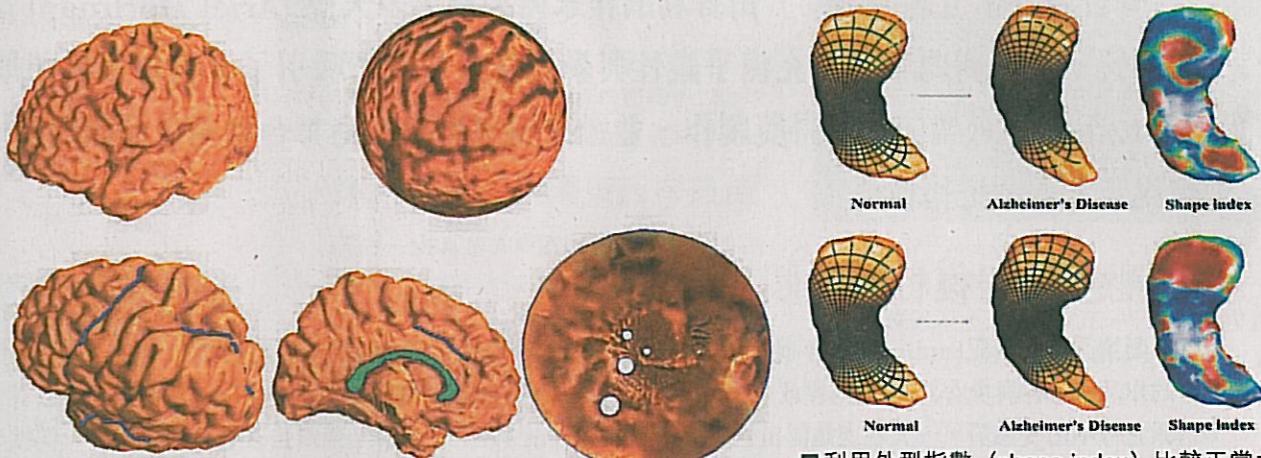
大腦製圖研究可作多項比較，包括同一個人的大腦歷史，譬如今年與去年的比較；亦可比較人口中不同人的大腦，譬如正常與不正常的大腦之比較。初步結果顯示，腦退化症患者的其中一個徵狀是大腦的海馬部位首先見萎縮。

我本身並不是醫學專家，卻能運用數學專長參與大腦製圖研究；同樣，手術醫生並不需要鑽研幾何學，卻透過大腦圖像了解病人的病情。大腦製圖集合了純數、應用數學、生化與醫學研究等成果，是跨學科研究的一例，亦是學術界一大趨勢。

我同時希望透過以上例子說明，基礎研究與應用研究同樣重要。醫學進步並不單是在醫院發生的，而是需要應用科學與基礎科學研究的支持。數學研究幾何以至大腦製圖、生化學研究基因、物理與化學對X光與磁力共振（MRI）有貢獻；而微創手術亦有賴激光與發光二極管（LED）的研究。這些研究突破，是各學科的學者埋頭苦幹的結果。

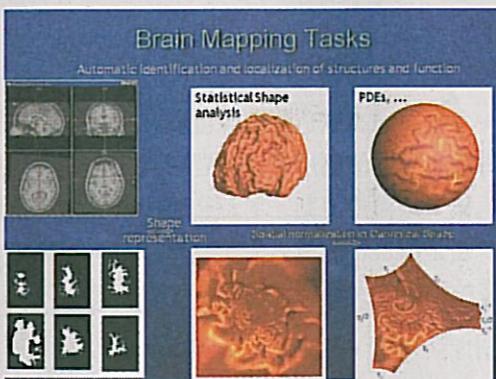
科學改善人類生活

在社會層面上，科學能改善人類的生活；在個人方面來說，科技教育能開啟知識之門，幫助學者吸收更多知識。以我自己為例，先後在加州理工學院修讀及研究物理、工程與航空學，之後在史丹福大學攻讀計算機科學博士，雖然從未修讀數學本科，卻教授及鑽研應用數學與計算機科學，曾任UCLA自然科學院院長，管理六個學系及推動跨學科研究。2004年我與另一位教授成功向美國國立衛生研究院建議在UCLA成立計算機生物學研究中心，推動應用數學在醫學上的應用，成為中心的共同總監。我獲UCLA計算機科學系與生物工程學系榮譽聯合教席，專研計算生物學與應用數學在醫學上的研究；之後擔任美國國家科學基金助理署長，管理美國重點科學研究項目。我列

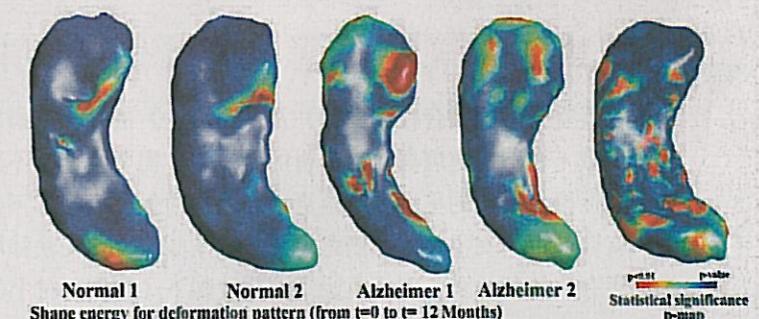


■大腦表面的保角影射圖

■利用外型指數（shape index）比較正常大腦與腦退化症的大腦



■大腦製圖



■正常大腦的海馬部位與腦退化症大腦的同一部位於十二個月內的變化有明顯差異，利用數學就可以清楚計算與顯示出來。

舉自己的經驗，是要說明我早年接受的科技教育，對我日後的個人與學術發展起着重要的作用。科技教育就像一條寶貴的鑰匙，訓練個人的邏輯思維、打好堅實的基礎，幫助學生認識更多學科的知識。各門學科互通，尤其今日跨學科研究已成為大趨勢，科技知識更形重要。

科大明白科技的重要性，我們致力發展科技教育與研究，以研究型大學為定位。我出任科大校長以來接觸了許多有創意的學生，他們自發進行研究，顯示校內有豐富的研究文化；這些人才年需要我們的發掘與栽培。事實上，科大特設「本科生研究計劃」，讓本科生與資深教授一同進行研究；我們並增設研究基金，鼓勵學生透過研究貢獻社會，譬如研發適合殘疾人士與長者使用的復康工具；大學亦大力支持同學自發性提出有創見的研究計劃。我們透過創業計劃等協助師生創業，許多師生研發的科技已經轉化為市場上的產品。從基礎研究、應用研究到發展科技產業，我們幫助每位師生發揮創意與潛能。

我們深信研究與教學相輔相成，大學取得卓越的研究成

果，不但教授與研究生能夠受惠及感到自豪，本科生同樣因為能接觸傑出教研人才與研究而得益。學生參與研究，正反映大學教育的精神——最重要的是學習過程，而不是結果。學生進行研究時需要自行構思題目、解決問題及尋找答案。在過程中，學生明白到知識並不是死的，或單單來自書本的；相反，知識是活生生的，而書本上的內容亦是作者透過活生生的學習與發現過程積累而成的知識。大學教育的精髓就是享受學習的過程及從中有所發現，校方的角色是幫助同學從中成長。能夠隨時隨地吸收知識的人才，正是香港轉型為知識型經濟、發展科學與科技的關鍵所在。

總括而言，我希望透過大腦製圖及個人的研究範圍與經驗，說明科技與科技教育的重要性。香港科技大學以促進科技教研和培養人才為宗旨，開拓前沿研究及發展基礎科學，推動應用科學與技術轉移。同時，我們將科技普及化，透過各種渠道陳明發展科技與科技教育的重要性。

作者為香港科技大學校長