一八六一年四月十八日

布羅卡發現大腦皮質上的「說話區」

■王道還

九九〇年，美國總統老布希宣布二十世紀最後十年最重要的科學任務，就是揭露大腦的奧祕，政府預算不僅寬列研究經費，還資助各種教育節目。書市中，大腦也成爲火紅的題材。現在，「大腦的十年」（the decade of the brain）已經過去了，我們對大腦有什麼突破性的認識嗎？

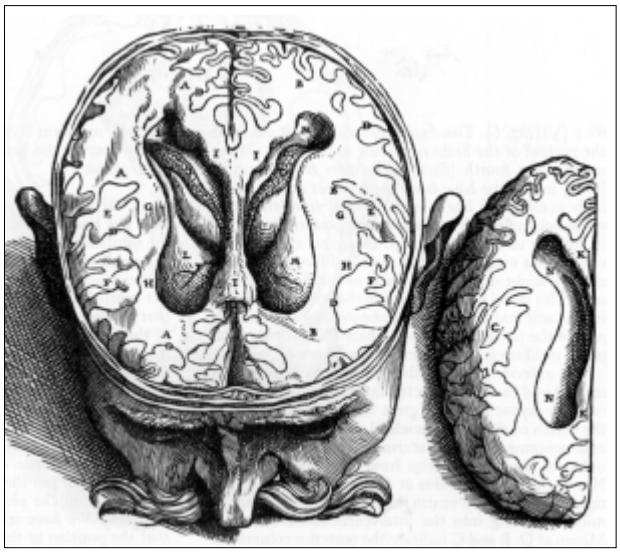
西元前四世紀：亞里斯多德

大腦是人體最複雜的器官，西方科學家一開始就沒搞對，例如他們的祖師爺亞里斯多德觀察過雞胚發育，也做過比較解剖學，結論卻是心臟居於動物生理的核心位置，是生命的熱源，以及運動與感覺的中樞。至於大腦，當然也很重要──它是個冷卻器，可以調控心臟的生命之火；睡眠也是大腦的功能。換言之，「頭腦冷靜」這個詞是對大腦功能的描述，不折不扣。

好的開始是成功的一半，那麼不好的開始呢？

西元二世紀：蓋倫

亞里斯多德的弟子並沒有盲從師說，例如蓋倫（Galen；與張仲景、華佗同時）就以實驗證明「言爲心聲」的說法是錯的：肌肉能隨意運動，因爲它們受到神經控制，而那些神經來自大腦……我能以解剖方法證明……肌肉能驅動某個器官，肌肉也需要（來自大腦的）神經驅動，一旦將神經切斷，肌肉、器官就立即停止運作。發聲器官（咽喉）與說話器官（舌頭）都受肌肉驅動，要是將控制那些肌肉的神經切斷，肌肉與器官都會失去功能。我能以動物實驗分別研究各肌肉的功能。



本圖出自一五四三年出版的《人體構造與機能》

大腦與腦室：傳統的大腦解剖圖，以暴露「腦室」為目的。

於是蓋倫切斷狗的返喉神經（the recurrent laryngeal），狗就無法吠叫，證明大腦透過神經支配全身的肌肉。那麼大腦的功能由什麼支配呢？這個問題極爲困難，直到今天仍未解決。

解剖學家將大腦切開後，印象最深刻的是左右半球中的腦室。許多人因而認爲腦室是「靈魂」的居所，而「靈魂是生命的總綱」似乎是人類普遍的信念，難怪達文西（十五世紀）、維薩琉斯（十六世紀）、笛卡兒（十七世紀）製作的大腦圖，都以腦室爲中心。

十八世紀末：高爾

研究大腦功能，另一個路數是臨床觀察。鬥毆、意外、戰爭導致的腦傷病人，古人並不陌生。但是從腦傷會導致各種症狀的事實，推論大腦的功能組織，是極爲曲折的過程，得從高爾（Franz Joseph

Gall, 1758-1828）講起。

現代神經科學到了十八世紀末才算有個起點，就像法國大革命標誌了現代史的起點一樣。因爲那時高爾發明了顱相學（phrenology），他從大腦皮質入手，說明大腦如何創造心靈。

高爾先將智、情、意等概念拆開，假定各種智力（如「計算」）、心理能力（如「親情」）與人格特質（如「自負」）在大腦皮質上各有專門區域負責，每個區域都會影響腦顱的發育。因此，觀察一個人的腦顱特徵，就能判斷他的智力、心理、人格特徵。例如高爾認爲「說話」由大腦前額葉上的一個區域主管，要是腦顱上對應那個區域的部位很突出，就表示此人口舌滔滔，辯才無礙。

用不著說，高爾的理論是錯的，但是它能指引有興趣的人進行觀察，蒐集資料，進行研究。要是沒有理論，連觀察都無法進行，研究什麼？

十九世紀上半葉：辯論

一八〇七年，高爾到巴黎宣傳自己的理論。許多人受他的影響，開始注意臨床病例，還有人以動物做實驗，想驗證他的理論。

例如後來擔任過巴黎醫學院院長的布依由（Jean Baptiste Bouillaud, 1796-1881）教授，早在一八二五年就主張以病人症狀推測大腦病灶的位置，這等於支持高爾的大腦皮質功能理論。布依由還在一八四八年公開宣稱：任何人因腦傷而失去說話能力，病灶都在大腦前葉。只要找到一個反例，他情願奉上五百法郎。

這個賭注似乎沒有引起任何人的興趣，一方面可能由於法國政局、社會動盪；另一方面，已經有科學家利用動物實驗證明，動物大腦表面受傷面積越大，功能受損程度越高。換言之，大腦表面的功能與它的完整程度成正比，絕無破壞特定區域就導致特定傷害的情事。

布羅卡登場

到了一八六一年初，這個問題仍然是辯論的焦點。正巧這時巴黎人類學會的例會中，人類大腦成了討論的焦點，有人主張大腦功能不可能分割。因此，一八六一年四月四日，布依由的女婿奧布耳丹（Simon Auburtin）醫師出席反駁這個論點，再度將他岳父13年前的賭注提了出來。外科醫師布羅卡（Paul Broca, 1824-1880）正好在場。

布羅卡是人類學會的發起人兼總幹事，研究過腦容量與智力的關係，對這個問題倒沒有先入之見。不過，他聽了奧布耳丹的發言，印象極爲深刻。哪裡知道，一個星期後，布羅卡在醫院當班的時候，外科部來了一位病人，右腿感染得厲害，從腳到臀部都爛了。但是引起他注意的是另一個症狀：病人無法說話。他最多只能發出一個單音節音「堂」，主要以左手手勢溝通，接近他的人都叫他「堂」。

於是布羅卡著手蒐集「堂」的病史，詢問了照顧他的醫護人員、同房病友、親友。原來「堂」現年51歲，他31歲喪失說話能力就入院了，已經在醫院待了21個年頭。他不能說話，但是聽得懂別人的話，智力正常，要是別人不理解他的手勢，脾氣會變得暴躁。於是布羅卡通知奧布耳丹，請他會診。奧布耳丹判斷「堂」大腦前葉上的語言區必然已經受損。

四月十七日上午，「堂」因爲敗血症過世，二十四小時後，由布羅卡操刀取出大腦檢驗。再過幾小時，「堂」的大腦就在人類學會展示了。果不其然，「堂」大腦額葉表面有個巨大的傷口。在科學史上，「堂」這個病例不僅證實「大腦表面有控制說話的區域」，連顱相學的基本假設也確立了──大腦表面上有許多各有專職的功能區。從此，大腦成爲一個可以進行科學研究的對象，不再是個只能觀察外表的黑箱。

布羅卡區

事實上，當時布羅卡並沒有完全說服大家接受布依由的斷言，而他的成就應該分兩方面來談。

一方面，在人類學會中，布羅卡對於「堂」的大腦只做了簡短的討論，四個月後，才在巴黎解剖學會宣讀了詳細的研究論文。大概細讀過這篇論文，才能讓布羅卡的推理說服，而不堅持「眼見爲信」。

首先，「堂」大腦上的傷口實在太大──有個雞蛋那麼大的空洞，正在左半球側腦裂的位置，而解剖學家都把側腦裂當做額葉與顳葉的界址。也就是說，只憑肉眼可見的證據，任何人都無法下結論道：「堂」失去了說話能力，是因爲他大腦額葉上的說話區受傷了。（這個大腦現在仍然保存在巴黎人類學博物館，許多專家都重複檢視過，就是想弄清楚「堂」的病

灶。）

其次，布羅卡分析「堂」的病理，並不只依賴肉眼可見的證據，他必須重建「堂」的病史。因爲「堂」並不是一失去說話能力就過世了，他在醫院住過21年，要是當年直接導致他失語的病灶一直在擴大，最後才變成布羅卡觀察到的大洞，那麼，這個潰爛過程必然會導致更多症狀，只有詳細的病史才能證實。

於是布羅卡使出當時巴黎醫學界蜚聲國際的絕活——臨床病理方法（clinico-anatomical approach）——分析「堂」左腦上的病灶與病史。

達文西認為大腦功能源自駐在腦室中的靈魂（但是圖中三個相連的腦室，出自達文西的想像）。

一開始，「堂」因爲喪失說話能力而入院。當時他身體健康，智力正常，與常人唯一的差異，就是無法說話。「堂」在醫院裡待了十年後，身體才出現新症狀：他的右手臂逐漸無力，最後完全癱瘓。那時他還能正常地走路。不久之後，他的右腿也開始軟弱無力。等到他無法走路了，就乾脆臥床不起了。從上肢軟弱到下肢癱瘓，一共經過四年。然後，「堂」在床上躺了七年。布羅卡見到他的時候，他的右腿已經因爲褥瘡而潰爛。

布羅卡仔細觀察「堂」大腦上的傷口，推斷原始病灶位於額葉下方（側腦裂之前、位於眼眶上方），然後逐漸向後蔓延，因此病史與病理學證據互相呼應。

另一方面，布羅卡並沒有就此歇手。他繼續留意同樣的病例，到了一八六五年，終於歸納出我們現在在教科書裡讀到的結論：「我們以左腦（說話區）說話。」因爲大多數人的說話區位於左腦額葉皮質。爲紀念他的成就，學界將那個區域命名爲「布羅卡區」（Broca's area）。

這一步非常重要，因爲大多數人都沒有給「堂」的病例說服，要不是布羅卡鍥而不舍，就沒有機會說服他們了。

分久必合

十九世紀末，學者已經發現哺乳類大腦表面的皮質可以劃分成許多區域，各有各的組織學特徵與功能。現在，科學家已確定大腦皮質負責「高級功能」，並以越來越精密的儀器，鑑定出越來越多功能區，甚至在組織學家辨認出的區域中，都能找到功能不同的更小單位。

但是，我們仍然缺乏一個通貫的理論說明大腦的功能，尤其是人類的大腦。過去，「大腦功能無法分割」的理論，是發展現代神經科學的最大障礙。現在，我們知道了皮質上有許多區域分別負責視覺、聽覺、觸覺、語言等功能，可是我們仍然不清楚大腦如何將那些功能整合在一起，創造出意識、心靈。

布羅卡在人類學會中得到靈感，開創了神經語言學的故事，對我們最大的啓示也許是：我們必須先對人感興趣，才能對大腦進行有意義的研究。

□

王道還
中央研究院歷史語言研究所人類學組