



CH 1

大腦與人生： 從大腦來看人的社會行為

（洪蘭）

在我的觀念裡，只有兩樣東西是無止境的，一是人類的愚昧，一是宇宙。——愛因斯坦

臺灣是個很矛盾的社會，一方面相信愛拚就會贏、人定勝天，另一方面又盲目的迷信算命、改運、吃香灰。從某些方面來講，臺灣的科學教育沒有生根，因為科學最基本的精神—反證法，學生沒有學會，當人家說綠豆湯可以抗SARS時，臺灣人一窩蜂去煮綠豆湯，沒有人去問證據在哪裡；當人家說午夜子時煮的綠豆湯才有效時，臺灣人又半夜不睡，去熬綠豆湯，忘記了睡眠與休息其實是增加免疫系統最好的方法，至於吃腦補腦、喝減肥茶喝到肺纖維化，要用鐵肺呼吸、吃靈芝吃到洗腎的例子不勝枚舉，整個社會的一方面自尊自大，只要我喜歡，有什麼不可以；一方面又迷信無知，飛機失事、火車出軌，不去檢討出事原因，反而去搬交通部長辦公室的風水、改火車站的大門，這些種種使得生命教育、品德教育在推動上很困難，因為這基本上跟整個社會的價值觀有關：一個理性、守法的社會，它的公民會尊重生命，會自重自愛。國外行人過馬路時，車子會停下來讓行人先行，這是尊重生命的表現，行人不必三步二步倉皇過街、被不耐煩的喇叭聲追著快走，這種被人尊重的感覺讓你覺得很高興，你反而會自己自動加快腳步，尊重會帶來自重和自愛。如果你的孩子坐在車上看到這個情形，耳濡目染，將來他長大開車時，也會禮讓行人，這個經驗就變成了他的品德教育，使他會替別人著想，懂得從別人的角度來看事情，不會唯我獨尊。所以生命教育、品德教育，所有的教育都跟人怎麼看待他自己有關。也就是說，在談生命教育、品德教育之前，應該先教育孩子什麼是人及基本的做人道理，再教他紀律，最後讓他了解人性是什麼，人生是為什麼，使他對生而為人有個完整的概念，一個尊重自己的孩子不會去自殺；一個尊重別人的孩子不會去殺人。現在我們學生整日埋首書堆，書本以外的事情不聞不問，是標準的二腳書櫃，他們對做人做事的道理都不懂，更不要說人性了。

了解人性會使我們對別人的行為寬容，知道這個行為不是針對我、找我麻煩、跟我過不去，是他大腦出了問題、有了病變。心地的寬容會使人對生命有不同的看法，所謂「有容乃大」，所以這方面的教育絕對不能輕忽，目前心和身的關係在實驗上已很清楚的看到，一個人的心情是直接影響他的健康，長期的抑鬱會殺死掌管記憶的海馬迴的細胞，美

國甚至有保險公司願意出錢讓憂鬱症的病人去上瑜珈課、禪修，因為再怎麼樣貴，上課的錢都少於醫院的治療費。我們希望在學生離開學校、進入社會之前，了解人生是爲了什麼，這種智慧會使他們充實過一生，會充實過一生的人自然不會去自殺；能寬容別人的人，品性自高不會有憂鬱症。又因爲人性、人品都離不開人，而人是有彈性的、說不準的、不可以測的（所以才會有墨菲法則（Murphy's law）「只要有出錯的可能，就會出錯」（if anything can go wrong, will go wrong），因此對大腦與行為關係的了解應該是生命教育、品德教育的第一步。

一、腦與行為的關係

過去，大家對大腦不了解，把它當做黑盒子，神秘不可言，一個人如果行為突然改變，變得很怪異，多半把它歸因到鬼附身，著邪，不會找醫生而是到廟裡去收驚、喝符水，從來不曾想過它可能是大腦的病變。曾經有人中風以後變得老不羞、色情狂、暴力狂，家人不堪其擾（也不堪其辱）就把他趕出家門，讓他做流浪漢，最後凍死，到後來醫學發達了，對大腦的了解加深了，才知道他大腦中風的位置在左腦前額葉腹區，這個人不堪入目的許多行為其實是左腦失功能的後遺症，左腦壞了，無法再去抑制右腦，右腦原來動物本性的性與攻擊（sex and aggression）就冒出來了，而且在無人管理之下肆無忌憚，就如火如荼的表現出來了。所以大腦科學的知識累積的越多，我們對人性的了解就越透徹。加上演化心理學及動物心理學近年來蓬勃的發展，我們對一個行為的來源就越能夠知道潛在的原因。我們一直認為正確的知識一定要先教給民眾，有了正確知識，迷信錯誤的知識就進不去大腦中，壞人不得其門而入，好人自然就安居，迷信自然就無法在心田中生長開花結果。所以本文會從科學證據著手來解釋大腦與行為的關係，從而了解人性。尤其從大腦科學來看人性如何昇華，我們身上都有遠祖打獵—採集求生存時留下來的追蹤野獸的獵食者（predator）的基因，但是現在文明的社會當然不允許原始的性、攻擊等本能出現，如何平衡這兩者，使這些動物本性以社會可以接受的方式出現，其實是一個教育的目的。凱瑟琳赫

本在金像獎電影「非洲皇后」中說，「教育的目的就是要超越動物的本性，歐納先生」，真是非常的對。

人的行為始於大腦，十七世紀時笛卡兒說心物二元論，經過三百多年來的浪淘沙，現在終於塵埃落定，1998年有本書《笛卡兒的錯誤》（Descartes' error），讓我們知道笛卡兒是錯的，從醫學臨床的證據中，心物是一元的，大腦受傷，行為人格都改變了。大腦科學中對行為影響最大的兩個教條就是大腦神經細胞死了不能再生；大腦定型了不能改變，我們就從大腦的可塑性開始談推翻這兩個教條的證據。

（一）大腦的可塑性

1906年諾貝爾醫學獎得主卡哈（Santiago Ramon Cajal）在他1913年的經典之著《神經系統的萎縮與再生》（Degeneration and Regeneration of the Nervous System）中說了一句影響後人一百年的話「在成人大腦中，神經迴路是固定的，不可改變的，所有神經元會死亡，但是沒有神經元可以再生，假如有可能的話，只有等未來的科學家去改變這個嚴酷的法令」。他注意到人類不會像蜥蜴一樣，斷尾求生，等危機過了再長出失去的肢體來。我們皮膚雖然在切傷後可以自行癒合；骨頭裂開後，可以再行長好；失去的血液可以再生，肝臟和小腸內壁可以自行修補，但是人體最重要的器官—大腦受傷後卻無法再生，他認為這個原因是大腦在演化中變得如此複雜、如此專業，它的精準性使得它不易被取代，就好像一個很能幹的人，只有他一個人會做這件複雜的事，別人都做不來，無法代勞。大腦進步的代價是曲高和寡，太複雜了，所以失去替換細胞的能力。他認為大腦中一個神經細胞有一千個以上的突觸連接，一個新的神經元怎麼可能進入一個既存的複雜神經網路系統中，創造出一千個神經突觸連接而不引起神經網路的系統的混亂？在當時，大腦是被假設成一個密閉的系統，不可能再生或重新組織它的結構，所以病人一旦中風、車禍或任何原因大腦受傷了，他就只好抑鬱過一生。但是最近二十年來，因為腦造影技術的精進，大腦科學家在人的腦裡看見了神經細胞可以再生，這是一個劃時代的貢獻，為神經科學，尤其神經醫學打開了一個新的疆域，也替腦傷病人帶來一線生機。

1998加州沙克生物研究所的蓋吉（Frederick Gage）和瑞典的艾力克森（Peter Eriksson），在《自然醫學》期刊（Nature Medicine）上發表了一篇論文「成人大腦海馬迴的神經再生」轟動了學術界，他們連續在《自然》（Nature）期刊及有名的學術期刊上發表人類海馬迴幹細胞的研究，果然推翻了卡哈嚴酷的判決，發現人類終其一生海馬迴的神經細胞都可以再生，替林清江部長所提的「終身學習」找到了神經機制。

艾力克森把一種神經顯影劑—Brd U打入鼻咽癌病人體內，細胞生長時需要蛋白質，便會把Brd U吸收進去，當病人死後，做成大腦切片用顯微鏡來看時，它會發亮，這些病人允諾在死後，把大腦捐出來給他做解剖，他果然發現病人海馬迴的齒迴（dante gyrus），有細胞在顯微下發亮，表示這細胞是在打了顯影劑後才生的。科學家又發現大腦有可塑性，未受傷的腦可以把已受傷腦的功能接手過來做，即使功能不能恢復到百分之百，但是至少它給了病人希望，使病人恢復做人的尊嚴。

我們大腦中有神經幹細胞，可以分裂成神經元（neurons）或膠質細胞（glia cell）。神經膠質細胞在大腦中是支持神經元的（愛因斯坦的腦經過詳細解剖，發現他的膠質細胞比一般人多而且管空間能力的頂葉下方比別人大15%），1965年，麻省理工學院的歐曼（Joseph Altman）和達斯（Gopal Das）在老鼠大腦中發現有幹細胞，幹細胞可以不斷分裂，持續不斷複製自己，它被稱為大腦中永恆年輕的長生不老細胞，這個歷程叫「神經再生」。他們在成鼠腦中發現了幹細胞，表示細胞有再生，這是個重要的發現，因為老鼠與我們有90%以上的DNA是相同的，但是因為這個發現與神經學祖師爺卡哈的教條不合，沒有人願意相信他們。

1980年代，洛克菲勒大學專門研究鳥類的動物心理學家諾特邦（Fernarclo Nottebohm）發現鳴禽春天求偶時，牠們大腦會長出新的神經元來唱歌，到了秋天，生育季節過去了，不需要再唱時，神經元就萎縮，等待來年再長。因為鳥類是人類的祖先，如果鳥類、哺乳類的老鼠的大腦都有這現象，人類是否也有這個可能呢？但是教條對人類的束縛力實在太大了，即使是麻省理工學院和洛克菲勒大學這麼好的學校、這麼有名的學界大師做出來的研究，因為與卡哈的教條不符，在學術界都沒有辦法引起注意，就和一大堆無足輕重的論文一樣，被淹沒在學術的

瀚海之中了。

到了90年代，因為不同的聲音越來越多，而且直接在腦中神經元做實驗的方法越來越進步，普林司頓大學（Princeton University）的顧德（Elizabeth Gould）果然在靈長類大腦中看到了神經幹細胞。這個幹細胞出現在掌管記憶的海馬迴意義重大，它表示人類記憶的確可以一直保持活力，人類真的有終身學習的能力，人的記憶可以一直到死都在增長新細胞來處理每天發生的新事情，這對人類來說，尤其老人家，真是天賜的好消息，許多人年輕時為家累所逼，把時間賣給老板，朝九晚五，不得去做自己想做的事，等到退休有時間了，又覺得年華老去，大腦記憶力退化，覺得太晚了、來不及了，時不我予了，反而因此而有憂鬱症。現在科學家發現大腦神經細胞一直不停的再生時，對老人家是個鼓舞，只要學習，永遠不嫌太晚。最近哈佛大學有個世界上年紀最大的畢業生—88歲才拿到大學文憑，她就是知道了大腦的機制，勇敢的回到學校，拿到她一直想要的畢業證書。許多人認為年紀大了，記憶退步了，所以要孩子在小的時候拚命背書，其實這也是個迷思，德國麥克斯浦朗克研究院的人類發展研究所的學者就發現成人的記憶比十二歲的兒童好，並沒有像外界認為的兒童記憶會比成年人強。人會遺忘是同質性的干擾，兒童的人生經驗少，干擾少，所以記憶看起來比較好，其實在實驗室中，控制了變項後，發現成人的記憶還是比孩子好，記憶好像一張白板，小孩子的白板很乾淨，即使把寫上的字擦掉了，還是有痕跡可尋；成人的白板寫了擦、擦了寫，花花的，即使不擦也看不清楚了，如此而已。不過，科學家後來發現要增進記憶改變大腦地圖，一定要主動學習才行。

大腦地圖（brain map）的意思是大腦中處理人體感覺的和運動的訊息的大腦區域，其安排與外界是相呼應的，也就是說，在身體上相接近的部位，在大腦中也是相接近，如大拇指旁邊是食指，食指旁邊是中指，中指旁邊是無名指，無名指旁邊是小姆指，在大腦的運動皮質區，五個手指頭表徵的排列也是一樣。在身體上，手的上面是手臂，手臂上面是肩膀，肩膀過來是身體軀幹，再下來是腳，這些身體部位在大腦中的排列也是一樣。用的多的指頭，在大腦地圖中占的地方就較大，就好

像能幹的人，老板給他的資源就比較多。比如說，一般人很少用到小姆指，因此在運動皮質區，小姆指的地圖就比較小，但是音樂家小姆指用的較多，尤其小提琴家，他們是右手拉弓、左手按弦，他們左手小姆指用的很多，德國神經學家請了柏林愛樂交響樂團的九名小提琴家，請他們躺在功能性核磁共振儀（fMRI）中，動他們的每一根手指頭。在小提琴家的右腦果然看到有比一般人大的小姆指大腦地圖，他們發現即使在職業性的小提琴家中，小姆指的地圖大小也有不同，假如他們是七歲以前就學小提琴的，他們的右腦小姆指地圖會比其他指頭的地圖大；如果是十二歲以後才學琴的，那麼他們的小姆指頭地圖雖然比一般非小提琴家的人大，卻無法比其他指頭大，因為大腦的可塑性有競爭的本質，你不用，別人會拿去用，但是你在用，別人也在用時，就占不到便宜，搶不到更多的地盤了。

科學家也發現小孩子若有絕對音感（perfect pitch），在十二歲以前發現了，並讓他去學習音樂，這個絕對音感可以繼續發展出來，使他成為音樂家，但是如果有音感而沒有機會去發展，過了十二歲以後，這能力會慢慢消失，也就是說，一個孩子如果有莫札特的能力，又有像莫札特一樣的環境，他會變成莫札特。如果有莫札特的能力，但是沒有莫札特的環境，他走的路會坎坷，但是生命自己會找出路，他若堅持下去，還是有機會變成莫札特。臺灣曾經有個很會吹口琴的人，他小時候家貧，沒有錢買樂器，他用樹葉捲起來吹進行曲，後來有人賞識他的才能，買了個口琴給他，他就變成臺灣口琴之王了。我們現在最怕的其實是孩子不是莫札特，父母卻一定要他變成莫札特，這是臺灣孩子不快樂的主要原因之一。其實在多元化的社會，人只要有任何長處，能在任何領域玩出名堂，都一定會有飯吃，不是每個人都需要唸博士、做醫生。精神病房中也有很多不快樂的博士、醫生。這是為什麼在二十一世紀多元化的社會，大腦的知識這麼重要，父母若是看到主動學習跟大腦發展與神經連接的關係，他會讓孩子去尋找他自己的天空。

在大腦地圖的研究中，貢獻最大的可以說是加州大學舊金山醫學院的莫僧尼希（Michael Merzenich），他是第一個宣稱大腦從出生到死亡都有可塑性，是可以改變的，也是第一個用「可塑性」（plasticity）

這個名詞在期刊發表論文的人。他認為大腦不是一個沒有生命的容器，好像瓶子一樣，我們往裡面倒水；他認為大腦是一個活生生的東西，有它自己的胃口，如果給予適當的營養，它可以生長，可以改變自己。過去大家用電腦來比喻人腦是錯的，電腦不能修復自己，而人腦可以，這個比喻錯誤的看法在他提出來三十年之後，終於被人工智慧學家（AI, Artificial Intelligence）所接受了，現在科學家也不再說基因是個藍圖，大腦的發展不是按照藍圖的規劃一成不變的在走，如果是，後天環境就不可能對大腦的發展有影響，因為基因是在受精的一刹那便決定了。現在發現基因雖然是遺傳來的，但是基因的表現還是受環境的影響，不像藍圖畫好了，管線必須跟著藍圖走，基因給了我們發展的方向，但是在細節上仍有彈性，環境依然可以使力，所以現在說大腦是環境和基因交互作用的產物，人是動物，但是動物界只有人類生下來，不會跑、不會跳，如果別的動物像我們一樣，早就變成別人的晚餐。人類為何自立這麼慢？就是為了要給環境作用在我們的大腦上，人受限於母親的產道，不能等腦完全發展好才出生，因為那樣就生不出來了，生產到現在還是母親的鬼門關，醫學這麼發達還是有人因生孩子而死。嬰兒的大腦在出生後仍繼續發展，雖然神經元都已有，大腦憑著後天的經驗決定神經元的去留，大腦會把沒有用到的神經元修剪掉，以節省能源，因為大腦用掉它體重十倍多的能源，大自然像個非常節儉的家庭主婦，只要可以用的東西都留起來用，縫縫補補、得過且過，所以眼睛原是比較薄、會透光的上皮細胞演化而來，並不是專門為看東西而設計的，所以我們有盲點，視神經和血管離開眼球時，視網膜那塊地方不可以有感受體，以免因血管跳動而影響視野平穩。

麻省理工學院的平克（Steven Pink，現換到哈佛大學教書）說「大自然像個很窮的劇團，演完一齣戲，道具得馬上回收，準備下一齣戲的演出」，這個看法解釋了嬰兒在十二個月以前有辨識所有語音的能力，十八個月以後就消失了，因為人類是到最近一百年才有火車、飛機，在這之前，人「重土遷移」，一輩子不會離開家鄉兩百公里，不需要講第二語言，所以大腦就把辨識語音的能力回收，準備嬰兒十八個月大開始，學習語言而用，所以人的大腦是因應環境的需求而不斷在做改變

的。

第一個提出大腦地圖這個觀念的人是加拿大Montreal神經學院的神經外科醫生潘非爾（Wilder Penfield），他利用替癲癇病人開刀時，找出了大腦各部位的功能，畫出了大腦地圖。癲癇病人開刀前必須先找出大腦各部位的功能，再將病變放電位置的圖與大腦功能圖相比較，以決定下刀的位置，這是兩害取其輕，以免因為治療癲癇而使病人失去語言功能或記憶功能。潘非爾就利用這個開刀的機會找出了大腦各部位的功能，例如前葉（frontal lobe）是大腦運動系統的所在地，它啟動並協調我們的肌肉運動；顳葉（temporal lobe）、頂葉（parietal lobe）和枕葉（occipital lobe）這三個腦葉是大腦的感覺系統，處理各個感官—眼睛、耳朵、皮膚等送進來的訊息。我們的大腦本身並沒有痛的感受體，在腦殼打開以後沒有痛的感受體，所以病人只要半身麻醉，把腦殼打開後，病人可以保持清醒，可以與醫生問答，掌管運動和感覺的大腦區域都在皮質上，所以很容易用探針測量到，他用這個方法找出每個病人的大腦地圖，對大腦的區域功能性（localization）貢獻很大。

莫僧尼希把猴子感覺皮質區上方的腦殼切除一小塊，露出二毫米長的大腦，然後把微電極插入感覺皮質區，之後輕觸猴子的手指，這觸摸激發猴子運動皮質區神經元的發射，他一點一點很辛苦的找出猴子每一根指頭的大腦地圖（一個簡單的地圖需要五百次的微電極插入，要很多天不眠不休的時光才能繪出一個地圖），在這之前，約翰霍浦金斯大學（Johns Hopkins）的休伯（David Hubel）和魏索（Torsten Wiesel）把剛出生小貓的一個眼睛縫起來，等到關鍵期（三到八週）過後，才把小貓眼睛拆線，他們發現這隻貓從此變成獨眼龍，眼睛雖然是好的，但是因為這個眼睛的視覺皮質沒有發展，就看不見了，而且是一輩子看不見，無法因為後來縫線拆掉而逆轉這個傷害。而沒有訊息進來的那個視覺皮質並沒有閒閒沒事做，它轉去處理看的見的那個眼睛送進來的訊息了。大腦很顯然的，不願有人吃飯不做事，就像惡婆婆一樣，一看媳婦閒著沒事幹就立刻派些事讓她做，大腦也會把神經迴路重新調整了一番，讓所有人都有事忙。從這個實驗就知道外面坊間廣告說的「你只有用到10%的大腦」是無稽之談了。人的大腦只有三磅，占人體重的2%，卻用

到20%的能源，因此大腦是個絕對不可能養冗員的地方，外面這些唬人的廣告也離譜的太厲害了。人的大腦是只要一不用就會立刻被別人拿去用。所以有先天性白內障的孩子在嬰兒期一定要馬上開刀，使大腦的視覺皮質能得到它應該有的刺激，它才會正常發展。有一個例子是一個有先天性白內障的孩子因為家貧，無力就醫，等到兩歲半家裡籌夠了錢去開刀時，手術雖然很成功，但孩子看不見，他的視覺皮質已經被聽覺皮質拿去用了。

可塑性的競爭本質使我們的大腦無時無刻不在進行戰爭，假如我們停止使用我們的心智，我們不但忘記怎麼去運作它，連它在大腦地圖上的空間也被別人搶去。這個可塑性可以解釋為什麼過了學習關鍵期我們學習的能力的有限，大部分的成年人學第二外語都有困難，因為我們母語使用的越多，母語在語言地圖區所占的空間就越多，母語不給新語言機會，新的語言就搶不到地盤來工作。中研院有許多院士去國四、五十年，他們許久不講家鄉語，母語已不及第二語言來的流利。我們在此看到用進廢退，即使是母語，多年不用，位置也只好讓出來給後來者，因為可塑性本質是競爭的。如果在幼年期，同時學兩個語言，則兩個語言都搶到了地盤，大腦掃描顯示在雙語的孩子身上，兩種語言的語音共享一個大的語言地圖。天生「蹠指徵候群」（Webbel finger syndrome）即五根手指連在一起沒有分開的人，他們的大腦地圖只有一張大的手指圖，沒有細分手指。在外科醫生用手術分開這連在一起的手指後，再掃描他們的大腦，這時，手指清楚的邊界就出現了。在神經學上，一起發射的神經迴路是同一個東西（Neurons that fire together, wire together.）同樣的，不在一起發射的東西是兩個東西（Neurons that fire apart, wire apart）。

在一個跟教育很有關的實驗裡，莫僧尼希訓練猴子用指尖去碰觸一個旋轉的圓盤十秒鐘，猴子使用的力必須剛剛好，太重會阻止圓盤的繼續旋轉，一停頓，實驗就得再重來，他就沒有東西吃。做的對時，持續旋轉圓盤十秒鐘後就有香蕉可吃。在這個實驗裡，猴子需要全神貫注去轉觸圓盤，還要正確判斷十秒到了沒有，經過幾千次練習後，他發現猴子手指尖端的地圖變大了，因為他們必須學習如何去用剛好的力氣碰觸