



從腦科學的觀點來看創造力的發展

高博銓／實踐大學師資培育中心專任助理教授

近年來，隨著知識經濟的發展，創造知識與應用知識的能力和效率，已凌駕於土地、資金、勞動成本等傳統生產要素之上，能夠善用創造力，創新知識和掌握新知識已成為國家最寶貴的資源。因之，創造力的發展已成為國家成功的新利基（齊思賢譯，2000）。此種觀點已獲得諸多研究的支持，強調：創造力是時代發展的內在動力；知識經濟的核心理念之一是透過創新顛覆傳統；知識經濟是基於科技，首重創新而由冒險進取精神來驅動；成功的關鍵在於價值的重塑與創新；知識經濟是以知識創新為基礎的經濟，其發展是以教育為核心（金偉燦、芮妮·莫伯尼，2005；高希均，2000；董澤芳，2001；錢扑，2001）。準此以觀，創造力的培養攸關國家的競爭力，而如何藉由學校教育培育新一代面對新世紀的挑戰，已成為當前學校教育的重要課題。

事實上，為因應全球經濟的快速發展與變遷，迎接知識經濟時代的來臨，教育部於2002年公布了《創造力教育政策白皮書》，強調人類正面臨「第三次產業革命」——一個以「腦力」決勝負的「知識經濟時代」（教育部，2002）。因而學校教育應該重視學生創造力的發展，提供適當的教育，以確保國民具有未來世界公民所需的基礎能力。值得關注的是，過去有關創造力發展的研究，多數是依循美國或西方的觀點，從性格、動機、教育、文化、社會等觀點來進行探討，而不同的文化對創造力也有不同的觀點和看法（Kaufman & Sternberg, 2006）。但即便如此，中外相關的研究卻鮮少從神經科學的角度來加以分析。近年來，由於腦科學的迅速

發展及其研究發現，讓我們可以掌握創造力發展的神經結構基礎，這有助於學校教師對創造力發展的進一步認識，採取更適於創造力發展的教育作為。基於此，本文首先介紹神經科學領域的發展；其次，探討腦科學在創造力發展方面的研究發現；最後，總結相關的討論。

一、神經科學領域的發展

人類社會進入二十一世紀之後，科技的發展一日千里，令人驚嘆不已。其中生物科技的發展，尤為顯著，特別是生物科技領域的諸多新發現，改變了我們長期以來對於生命定義和生存意義的看法。以基因工程的發展為例，近年來人類基因圖譜的破解，讓我們了解第二十二號染色體上的基因和免疫功能、精神分裂症、智能不足、以及部分癌症之間的關聯性，揭開了人類基因的神祕面紗，改變我們過去對於這類疾病的宿命觀點，不但為人類帶來新希望，同時也宣告生物科技時代的來臨。值得一提的是，生物科技領域的進展，尤其是對於腦與心智關係方面的研究，成效卓著，使我們得以嶄新的觀點來看待過去習以為常的作法，挑戰既存的慣性思維，而這波大腦科學的發展趨勢，其影響廣及醫學、生物、遺傳、物理、心理、社會、教育等層面，不容輕忽。

事實上，近年來科學家對於人類大腦的研究方法已經有相當大的進展，早期主要是利用人類或動物的屍體解剖（postmortem）來進行。爾後，因為科學技術的進步，提供更為精進的儀器和工具，使得相關的研究開始採用活體（vivo）技術的方式來實驗，因



而能夠獲取更豐富更詳實的資料(Sternberg, 2005)。目前神經科學上常用的研究方法，除了利用老鼠、狗、貓、蛙蟪、猩猩和其他動物的腦部做研究外，科學家更積極採用核磁共振造影（Magnetic Resonance Imaging, MRI）、功能性核磁共振造影（functional Magnetic Resonance Imaging, fMRI）、腦波圖（Electroencephalogram, EEG）、正子斷層掃描（Positron Emission Tomography, PET）、光譜儀（spectrometer）等先進的方法來探究人類在進行特定作業活動時，大腦活動的造影，讓我們進一步認識人類的大腦和心智作業的關係（Jensen, 2005）。由是觀之，隨著先進科技的不斷發展，人類對於大腦如何運作的問題，已有了更進一步的瞭解，其對於人類的生存而言，意義非凡。其中有關人類創造力發展的研究，也是關注的焦點之一。

二、腦科學研究與創造力發展

從教育方面來看，有關大腦如何運作的知識，對教育具有相當大的啟示。尤其近年來的研究發現，除了肯定傳統Piaget、Vygotsky等人認知發展的觀點外，也使其與聯結主義（connectionism）與神經建構主義（neuroconstructivism）的看法，相互聯繫，整合了教育的認知觀點（Goswami, 2008）。此外，如果我們能夠瞭解大腦在學習和記憶上的運作機制，同時可以掌握遺傳基因、環境、情緒與年齡對學習的影響，那麼我們就能夠採取合宜的教育策略，同時針對所有不同年齡層的人士和不同需求的學習者，設計出最適配的學習課程，發揮教育最大的功效。進而言之，教育活動的安排應該要善加利用大腦如何習得並運用訊息及技能的知識，如此才能透過教育的實施，開展大腦的學習潛能，達到人盡其材的目標（Blademore & Firth, 2005）。

值得關注的是，即使神經科學所產生的知識在學校教育上頗具意義，但考察現況，神經科學方面的研究發現與當前學校教育的活動，似乎並無明顯的連結，以致於彼此間的隔閡仍舊存在，無法發揮加乘的效果，殊為可惜。事實上，此種疏離的現象，同樣也發生在人類創造力發展的研究上。誠如Andreasen（2005）所指出，腦部是人類最複雜的器官，雖然神經科學家對於創造力的研究仍然不足，但其目前所獲致的研究結果，仍有許多借鏡之處，可增進學校教師對創造力發展的進一步認識。至於相關方面的研究發現，說明如下：

（一）創造力奠基於左右腦合作

對於創造力的發展，許多人認為應將焦點放在右腦的運作與發展，此種看法導因於創造力的運作常常被認為是非邏輯的、非程序性的、直觀的。由於傳統上，一般將邏輯或程序化的認知歷程歸為左腦管理，所以剩下的非邏輯部份，自然就歸給右半腦（非優勢腦）負責。雖然在藝術領域方面，常被認定是右腦所主宰的活動，但事實不然。即使是在視覺藝術方面，其創造歷程也都是左右腦共同合作下的產物，並不是單一的右腦運作即可竟其功（Runco, 2006）。雖然Roger Sperry的裂腦（split brain）研究，證明了大腦半球的特化，但也確認了胼胝體連接了兩半球之間的訊息傳遞（Sternberg, 2005）。而創造的歷程涉及語言、符號、圖形、空間等要素的協調和整合，所以腦部是整體運作，左右腦專業分工的看法，顯然缺乏科學的證據。

此外，法國內科醫師Paul Broca最早發現了語言系統中的重要節點—布洛卡區（Broca's area），其所在的位置在大腦左半球的額下回後側區域，因而強調語言是由大腦左半球所控制，至於右半腦則專司非口語和空間性的功能，此種說法一度深植



人心。但近年活體神經影像的研究顯示，右腦尚有一處「鏡射布洛卡區」(mirror Brocas area)，在語言使用時亦會啟動，這也說明了左腦中風後，語言功能回復的事實 (Andreasen, 2005)。誠如Flaherty (2005:147) 所說：「側化模型並不太適用於需要以語言為基礎的創新，這是一個明顯的弱點，因為多數的創造思考活動與其文化傳遞都非常倚賴符號性的語文溝通，也因此促成人類大腦增大的演化趨勢。」有鑑於此，創造力的發展很難歸於單一半腦的活動，其有效的運作需要左右腦的合作。

(二) 情緒狀態影響創造力運作

過去有關創造力發展的研究主要是運用心理測量、觀察訪談、個案研究等方法進行。心理測量強調以客觀標準來衡量創造力，如同IQ測驗來衡量智力一樣，其實施是利用創造力測驗來測量受試者擴散性思考 (divergent thinking) 的能力；觀察訪談與個案研究則較為主觀，根據研究者對於具有高創造力者的觀察描述及其對於創造過程的自述，加以分析和歸納，以瞭解具有高創造力者的人格特質、情緒狀態、學習動機、成長環境、創造歷程。這方面的研究雖然一致性地指出，高創造力者具有藝術性、好奇心、想像力、獨立性、愛發明、原創性、廣泛興趣等特質 (Runco, 2006)。但因其缺乏科學性的直接證據，所以仍有待進一步的驗證。

然而，此方面的論點近來受到神經科學方面研究的支持，研究顯示，個人的情緒與創造力的發展有關，個人處理訊息的歷程會受到情緒所影響。值得關注的是，無論是正向或負向的情緒狀態，都會助長創造性的問題解決，其影響的程度端賴作業內容的性質而言。Kaufman和Baer (2004) 也指出，心情的敏感度與作業性質有關，並提出「作業需求」(task demands) 的概念來說明這種

現象。不過，在創造力研究的文獻中，正向的情緒是比較受到重視的，當人處於正向的心情狀態時，其創造力往往有較高效能的發揮，此種正向情緒對創造力的積極影響，效果是非常明顯的 (Forgas, 2001)。至於正向的情緒對哪些作業有利，研究指出，諸如遠距聯想測驗 (Remote Associates Test)、頓悟問題 (insight problems)、字彙聯結作業 (word associates Test) 等，具有正向情緒者都有較佳的表現，反映出其對創造力的影響效果 (Greene & Noice, 1988)。綜言之，無論是正向或負向的情緒狀態都會影響創造力的運作，其程度則受到作業需求所左右。

(三) 自由聯想有助於創造力發展

自由聯想 (free association) 的概念是現代心理學創始人馮特 (Wilhelm Wundt) 等幾位早期的聯想心理學家所提出，爾後經由精神分析學派的佛洛伊德加以倡導，其所主張的心理分析與心理動力理論，讓自由聯想受到普遍的重視，且運用在輔導、諮商、醫學、文學等領域。事實上，運用自由聯想的方式來促進創造力的發展，已經廣受諸多心理學家的認可，其使用業已成為有效提升創造力的重要策略之一 (Michalko, 2006)。就學校教育而言，自由聯想乃是教師提供一個刺激，讓學生以不同的方式自由反應，學生可由其所學過的知識或所經歷過的經驗中，運用聯想的技巧，去尋找並建立事物新而富有意義的連結關係 (陳龍安, 2006)。

誠如上述，自由聯想係透過心智活動，將個人的經驗、無關聯的事物連結起來，而產生新的意義。其神經運作的基礎，相關的研究並不多。不過，神經科學家Andreasen (2005) 對此所進行的前瞻性研究，頗值得重視。其利用正子斷層掃描的技術發現人類進行自由聯想時，位於腦部額葉、頂葉、顳葉以及腦中其他部位收集資訊的區域等聯合



皮質區，全都活化起來。準此而論，當人類大腦以自由不受拘束的方式思考時，所使用的會是人類最複雜的腦部區域，這些區域屬於聯合皮質區，能夠接收、整合來自感覺區、運動區、視覺區等區域的訊息，據以形成新的連結和思維，而此新觀點、新看法的生成乃是創造力發展的基礎。

(四) 內在動機有助於創造的生產

具有高創造力者是否有明顯的人格特質，這是早期研究創造力的心理學家所共同關注的問題。就此而言，Barron (1997) 歸納相關的研究文獻，指出高創造力者的人格特質，包括對新的看法採取開放態度、具有質問假設的獨立判斷力、直覺、對機會有警覺、喜歡挑戰由複雜中找尋單純、願意冒險、容許產生奇怪關聯的非傳統想法、敏銳的注意力、發現型態和意義的驅力以及創造的動機和勇氣。其中動機尤為重要，特別是發自於個體內在需求的動機。皮亞傑將適應和內在動機連結，認為人類並不喜歡失衡，因而會激發個體適應行為以尋求平衡。至於有關創造力的內在動機可能包括個體在創造過程或問題解決中所帶來的愉悅感或成就感。神經科學家Michalko (2006) 就明確地指出，腦科學的研究證實內在動機是創造力的根本，而外在動機實際上則可能會阻礙創造力的發展。

準此而論，創造力不單起因於認知因素，其發展也受到認知以外其他因素的影響，動機因素便是箇中代表，尤其屬於內在性的動機，更是其中關鍵要素。人本主義心理學派的羅傑斯認為，創造力的概念和健康、自我實現、完整的人的概念，似乎越來越近，而且可能最後都指向同一概念。事實上，人追求自我實現的動機乃是高創造力表現的主要動力 (Rogers, 2004)。至於動機的神經科學基礎，一般認為與腦部的邊緣系統 (limbic system) 有關。邊緣系統

主要包括海馬回 (hippocampus)、杏仁核 (amygdal)、隔膜等，其功能除了可以左右人類的學習、記憶外，也影響動機促發的強弱 (Sternberg, 2005)。有鑑於此，欲提升創造力的動機，應該致力於活化個體的邊緣系統，從而引發較高的動機，獲致較佳的創造表現。

(五) 工作記憶影響創造力的表現

工作記憶 (working memory) 係指一個具有局限性，由思考所激發的記憶系統，其與短期記憶不同之處乃在於其同時擁有操弄訊息的機能與儲存功能，而由於創造力運作時，需要暫時將一些訊息儲存起來，並記錄下其所進行思考的結果，同時亦試圖將新訊息和已經知道和了解的訊息間建立連結或聯想。也就是將新訊息合併到已儲存訊息的既有基模中來建立連結，此種固化 (consolidation) 歷程，不但強化基模，增進工作記憶的效能，同時亦有助於其長期記憶。是以，工作記憶功能的發揮程度將明顯影響到個人創造力的表現 (O' Donnell, Reeve, & Smith, 2007)。

對於此種觀點，事實上，近年來已獲得神經科學方面研究的證實，相關研究指出，創造思考所展現的靈活性主要是來自個體的工作記憶，而腦中前額葉皮質的作用則可以增進創造思考能力所必須發揮的認知功能，增進工作記憶活動的運作成效，提升創造力的表現。進而言之，額葉皮質扮演情蒐的角色，具有搜索引擎的功能，能從顳葉枕葉頂葉 (temporal occipital parietal, TOP) 中，檢索出和作業有關的長期記憶訊息，並把它儲放在工作記憶的暫存區。一旦資訊上線工作，前額葉皮質便可利用其所擅長的認知彈性能力，把這些被提取出來的訊息加工而得到新的組合，產生新的想法 (Dietrich, 2004)。綜言之，工作記憶會影響個人創造力的表現，而腦中前額葉皮質的活化則有助



於工作記憶的運作效能。

(六) 高創造力與大腦疾病的相關性

高創造力者與大腦疾病兩者間是否有相關，這是近年來在有關創造力研究議題中，頗受關注的要項。對於此問題的探討，最早可溯及義大利精神科醫師倫伯羅索（Cesare Lombroso）對於天才與瘋狂的研究，其在著作《天才之人》（The Man of Genius）一書中明確地指出，瘋狂與創造力都是遺傳的，而且往往會同時出現在同一個人身上（Andreasen, 2005）。爾後，高爾頓（Francis Galton）、艾利斯（Havelock Ellis）、朱達（Adele Juda）等人，陸續對此問題進行深入的探討，並獲致若干值得重視的看法。其中對於高創造力者會有較高機率患有情感性或精神性疾患的觀點，已受到相當程度的關注。

Goodwin和Jamison（2007）歸納諸多相關的研究，證實具有高度創造力的人物，要比族群中其他人士更常出現嚴重的情緒失常或精神問題。而由於患有類似疾患者，其認知方式（大膽開放的想法與誇張的情緒），常可使思想更為流暢且冒出更多的新想法，因而有助於原創性想法的產生。由是觀之，此種優勢可讓他們輕易接受自然界模稜兩可及相互對抗的力量，能夠在不斷變動下生活並且有深刻的體驗，這遠比從固定觀點來看待生命要豐富多了。值得注意的是，目前醫學界使用鋰及抗痙攣劑等藥物來治療類似的疾患，其效果雖然明顯，但卻可能因此降低病患的思考能力，同時也可能限制其情緒與知覺的感受範圍，所以如何使用適當的醫療措施，一方面有效地減輕其病情，另一方面又不致於影響其原有的創造性情緒及經驗，遂成為當前重要的研究課題。

(七) 創造力發展繫於大腦的可塑性

大腦具有可塑性的觀點已經獲得神經科學方面研究的證實（Frith & Blakemore,

2005; Goswami, 2008; Jensen, 2008）。對於大腦可塑性，有兩個最為重要的概念，其一是大腦具有保留與儲存特定記憶的能力；其二是人類學習具有關鍵期的概念。前者指出記憶的儲存過程及其發生的區域；後者則指出關鍵期環境刺激不足或學習不足，將降低腦區某些功能或導致其特定能力的落後，此兩者皆與創造力的發展密切相關（Andreasen, 2005）。

進而言之，記憶的儲存發生在分子層次，由突觸負責確保記憶能儲存夠長的時間，且大腦的可塑性也發生在較大的範圍，腦部會保留特定區域給移動、觸碰或觀看等特定功能使用。是以，腦部會在不同層次呈現其可塑性與動態性。至於人類學習一旦錯過關鍵期，則將影響其特定能力的成熟度，此觀點在語言學習、視覺皮質等實驗中已獲得證實（Jensen, 2008）。根據上述的討論，人類的腦部有一種能力，可以因應外在環境的需求而進行局部的彈性變化，當我們從事創造性的活動時，會讓我們的腦部以及在認知測驗的成績產生某些變化，例如專司記憶的海馬回會因為人類從事活動時間的增加而擴大。由此看來，人類訓練大腦永遠不會嫌太遲，而其在教育上也更具意義（Cohen, 2007）。

三、結語

根據上述的討論，創造力發展的研究自史丹佛大學的德曼（Lewis Terman）以現代心理學的系統化工具定義與研究創造力開始，期間經過美國心理學會會長基爾福（J. P. Guilford）的大力倡導，主張將創造力研究列為心理學範疇內的重要研究領域之後，使得有關創造力發展的研究，有了大幅度的成長。而創造力的研究方式從客觀式的實驗性測驗，例如利用托拉斯創造性思考測驗（Torrance Test of Creative Thinking,



TTCT)，到以創造過程自述或訪談的個案研究方法，讓創造力的研究能以更寬廣的角度來進行探究。

值得關注的是，近年來隨著神經科學的快速發展，從腦科學的觀點來探討創造力，已使創造力的研究成果更為豐碩。尤其神經科學方面的研究發現，讓我們對於人類創造力的發展，有更清楚地認識與瞭解。相關研究結果不但釐清了傳統對於創造力發展的錯誤看法，同時也印證了過去對於創造力發展的若干論述。這些觀點包括：(1)創造力奠

基於左右腦合作；(2)情緒狀態影響創造力運作；(3)自由聯想有助於創造力發展；(4)內在動機有助於創造的生產；(5)工作記憶影響創造力的表現；(6)高創造力與大腦疾病的相關性；(7)創造力發展繫於大腦的可塑性。當然，上述的觀點也提供學校教師對於創造力發展有更清楚的認識與瞭解，可以採取更適配的作法來進行創造力教學，同時也可以更適性的態度來面對具有創造力的學生，促進其創造力的發展。

參考文獻

- 金偉燦、芮妮·莫伯尼(2005)。藍海策略。台北：天下文化。
- 高希均(2000)。「知識經濟」的核心理念。遠見雜誌，173，40~44。
- 教育部(2002)。創造力教育政策白皮書。台北：作者。
- 陳龍安(2006)。創造思考教學的理論與實際(六版)。台北：心理。
- 董澤芳(2001，12月)。知識經濟與高等教育革新。論文發表於台灣師範大學舉辦之「第六屆台灣教育社會學論壇—知識經濟與教育發展：教育社會學的觀點」，台北市。
- 齊思賢譯(2000)。L. C. Thurow著。知識經濟時代(Building wealth)。台北：時報。
- 錢扑(2001，12月)。知識經濟背景下的人才與教育革新。論文發表於台灣師範大學舉辦之「第六屆台灣教育社會學論壇—知識經濟與教育發展：教育社會學的觀點」，台北市。
- Andreasen, N. C. (2005). The creating brain: The neuroscience of genius. Washington DC : Dana Press.
- Barron, F. (1997). Creators on creating. Los Angeles, CA :Tarcher.
- Bladmore, S. J. & Firth, U. (2005). The learning brain: Lessons for education. Oxford, England: Blackwell Publishing Ltd.
- Cohen, G. D. (2007). The mature mind: The positive power of the aging brain. New York : Basic Books.
- Dietrich, A. (2004). The cognitive neuroscience of creativity. Psychonomic Bulletin & Review 11, December, 1011–1026.
- Flaherty, A. W. (2005). The midnight disease: The drive to write, writer' s block, and the creative brain. . Boston: Mariner Books.
- Forgas, J. P. (2001). Feeling and thinking: The role of affect in social cognition. London: Cambridge University Press.
- Frith, U. & Blakemore, S. J. (2005). The learning brain: Lessons for education. Hoboken, NJ : Wiley-Blackwell.
- Goodwin, F. K. & Jamison, K. R. (2007). Manic-depressive illness: Bipolar disorders and recurrent depression(2nd ed.). New York: Oxford University Press.
- Goswami, U. (2008). Cognitive development: The learning brain. New York : Psychology Press.



- Greene, T. R. & Noice, H. (1988). Influence of positive effect upon creative thinking and problem solving in children. *Psychological Reports*, 63, 895~898.
- Jensen, E. P. (2008). *Brain-based learning: The new paradigm of teaching*. (2nd ed.). Thousand Oaks, CA: Corwin Press.
- Kaufman, J. C. & Baer, J. (2004). *Creativity across domains: Faces of the muse*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- Kaufman, J. C. & Sternberg, R. J. (2006). *The international handbook of creativity*. London: Cambridge University Press.
- Michalko, M. (2006). *Thinkertoys: A handbook of creative-thinking techniques* (2nd ed.). Berkeley, CA: Ten Speed Press.
- O' Donnell, A. M., Reeve, J., & Smith, J. K. (2007). *Educational psychology: Reflection on action*. New York : John Wiley & Sons.
- Rogers, C. R. (2004). *On becoming a person: A therapist's view of psychotherapy*. Boston: Houghton Mifflin. (Original work published in 1961.)
- Runco, M. A. (2006). *Creativity: Theories and themes: Research, development, and practice*. Boston: Elsevier Academic Press .
- Sternberg, R. J. (2005). *Cognitive psychology* (4th ed.). Belmont, CA: Thomson Wadsworth.
- Willis, J. (2006). *Research-based strategies to ignite student learning: Insights from a neurologist and classroom teacher*. Alexandria, Va.: Association for Supervision and Curriculum Development.

