

壹、前言

大腦的結構與功能是近幾年來科學家、心理學家及教育學者積極在研究的主題，借助高科技的造影技術之賜，我們可以在受試者進行一項認知作業時，同時觀察大腦在特定區域的活動型態。已往，在特殊教育中，有關大腦結構及功能的研究較偏重腦傷患者及身心障礙學生的功能缺損，對於資優學生的大腦研究較為欠缺。

近年來若干科學家以數理能力優異生為研究對象，試圖探究資優者的大腦；例如：以 fMRI 的掃描來比較數理能力優異生與普通生在做 3D 心像旋轉時大腦活化的血中含氧量變化 (O'Boyle, 2005)、比較數理能力優異生、普通生及大學生大腦半球間的交互作用情形 (Singh & O'Boyle, 2004)，以及資優生在解決心像旋轉問題時的表現 (O'Boyle, 2005)。上述研究都以 fMRI 作為研究工具，能知道大腦的活化區塊，不過，以 MRI 作為研究工具來探討大腦結構的，其研究對象目前多僅限於普通生，研究結果指出，智力與灰質容積在額葉 (BA 10, BA 11, BA 46, BA 47)、顳葉 (BA 21, BA 37)、頂葉 (BA 40)、枕葉 (BA 19)、小腦、楔葉 (BA 5, BA 7, BA 24, BA 31) 與下葉有密切相關 (Colom, Jung, & Haier, 2006; Frangou, Chitins, & Williams, 2004; Haier, Jung, Yeo, Head, & Alkire, 2004; Reiss, Abrams, Singer, Ross, & Denckla, 1996; Wilke, Sohn, Byars, & Holland, 2003)。

以數理能力優異為對象的研究中，最重要也是最有名的要算是對科學家愛因斯坦腦結構的研究了，1985 年由 Diamond、Scheibel、Murphy 及 Harvey 於《實驗神經科學期刊》(Experimental Neurology) 所發表的「一個科學家的腦：艾伯特·愛因斯坦」，在其研究中發現，愛因斯坦的腦在第 39 區比一般人有較多的神經膠細胞，由此指出，愛因斯坦的神經細胞在新陳代謝需求上的增加。透過愛因斯坦的腦，後人才得以窺探天才科學家的腦部奧秘，然而，對於活生生的資優者，解剖其大腦不可能，幸而今日科技發達，人類得以在不侵入大腦的情況下，透過核磁共振儀及先進分析高科技技術掃描仍活潑運作的大腦，瞭解資優者大腦的結構與運作功能。

已往在資優學生的特質研究中，「性別差異」為熱門議題。許多美加地區的研究指出：男生在數學問題解決測驗的表現上優於女生，且男生在 SAT (Benbow, 1988; Benbow & Stanley, 1980) 及標準化成就測驗 (Walsh, Hickey, & Duffy, 1999) 的數學表現皆優於女生。在國際上如：TIMSS (The Third International Mathematics and Science Study) 的報告，男生在正式的數學評量表現也優於女生。Lubinski 與 Benbow (1992) 也發現即使以數學資優為受試的研究，男生在數學的得分亦遠高於女生，而女生比男生在數學與科學方面較無抱負 (Benbow, 1992)。

臺灣自 1973 年開始設立資優班，目前每年約鑑定出 1 萬名數理能力優異班學生 (含國中及高中)，已往的研究對於資優學生的心理特質及教學投入較多，但對於生理特質的研究投入

較少。目前跨領域合作進行基礎研究已蔚為趨勢，研究群於本研究中針對國內為數頗眾的數理能力優異學生進行大腦結構與功能的研究，以期對於資優學生的身心特質有更全面的瞭解；另外，性別差異是數理資優教學中最受重視的議題，亦是本研究所欲尋找的答案。

貳、文獻探討

一、大腦結構與智力

在行為特質與大腦結構的關聯研究中，與 IQ 相關的報導較多。雖然數理能力優異學生並非全屬高 IQ 學生，但數理能力又與 IQ 有若干相關，因此本節將智力納入探討。

最早，Andreasen、O'Leary 與 Ehrhardt (1993) 以 67 位健康的普通成人為研究對象探討智力與大腦結構的關聯，結果發現，大腦、顳葉、海馬回及小腦的容積與智力顯著相關；灰質、白質及腦脊液的體積也隨著年紀的改變而成熟。Reiss 等 (1996) 也發現前額葉區的灰質容積與智力顯著相關；Wilke 等 (2003) 則發現前扣帶 (BA 24) 與智能有直接的相關；Frangou 等 (2004) 以健康的青少年為研究對象，發現左前小腦、小腦、右額眶皮質 (orbitofrontal cortex) (BA 11, BA 47)、左額眶皮質 (BA 10, BA 11, BA 47)、丘腦 (thalamus)、扣帶 (cingulate) (BA 9, BA 24, BA 32) 及楔葉 (precuneus) (BA 5, BA 7, BA 24, BA 31) 等七個灰質區和智力有關。

Narr 等 (2007) 探討 65 位一般成人 (30 男, 35 女) IQ 與腦組織間 (厚度) 的關係及性別差異。研究結果發現，IQ 與前額眶 (BA 10, BA 11, BA 47)、雙側顳葉 (BA 20, BA 37, BA 36) 之皮質厚度有關；IQ 與右腦 BA 21 的顳葉、BA 19 的枕葉皮質厚度也有相關；不過僅有極少部分的扣帶區與 IQ 有關。女性的 IQ 與皮質區相關最明顯處為：前額葉區 (BA 10, BA 11, BA 47)、下顳葉 (BA 20)、顳－枕區 (BA 37, BA 36)。男性的 IQ 與皮質區相關最明顯處為中央顳－枕區 (BA 37)、BA 19 邊緣、BA 30 等區。男性之 IQ 與皮質呈負相關之處為：左下頂葉皮質。

另外，Li 等 (2009) 以 79 位健康的年輕人研究智力與大腦訊息處理的效率，結果發現，智力與兩半球神經網路的連結效率有顯著的正相關，也指出高智力可能是平行處理訊息的高效率導致。

綜合上述文獻，與智力相關顯著的灰質區含：小腦、前額眶 (BA 10, BA 11, BA 47)、顳葉 (BA 20, BA 37, BA 36)、丘腦、扣帶 (BA 9, BA 24, BA 32) 及楔葉；與男性 IQ 呈負相關之處為：左下頂葉皮質；而與 IQ 相關的皮質區在性別是有差異的；另外，兩半球訊息連結的效率也與智力有關。

二、數理能力與性別差異

有些學者指出，數理能力的性別差異主要來自於社會與文化因素 (Baker & Jones, 1993;