

## 壹、緒論

孟子有云：「聽其言也，觀其眸子，人焉廋哉」，表示人的眼神無法作假。眼動或眼蹤（eye movement or eye tracking）資料可用以推論受試者當下的思考歷程（Baker & Loeb, 1973; Brandt & Stark, 1997; Hoffman & Subramaniam, 1995），有別於受試者自陳的推理與回憶。視線軌跡也是一種最直接的注意力分布指標（唐大崙、莊賢智，2005），注意力的焦點與分布顯示出推理思考的軌跡（如陳學志、彭淑玲、曾千芝、邱皓政，2008）。因此，近年來眼動儀實驗研究在不同領域中逐漸受到注目（Józsa & Hámornik, 2012; Lai et al., 2013; Rayner, 1998, 2009）。

雖然眼動研究在不同領域中受到注目，但用於探究空間能力的則較少。個體的空間能力表現與其視覺思考經驗甚有關聯（McCormack, 1988）。格式塔／完形（Gestalt）心理學美學的代表人物Arnheim（1969）認為，視知覺與思考是不可分割的，而提出視覺思考（visual thinking）的概念，即是本研究採用眼動儀實驗進行空間認知研究的主要基礎。視覺空間思考強的個體，可以流暢地運用、轉換、重塑平面（2D）和立體（3D）空間。不同人看同樣東西的觀點或表現的結果常不盡相同，即是基於不同的視覺思考經驗，所以，對於擁有基本視覺的人而言，「看」（seeing）不是問題，但「看」之後的動作（moving）歷程處理，就有待各種方式以檢驗之（seeing與moving的用語係參考Schon與Wiggins（1992））。Rayner（1998）所討論的數百篇研究主要是集中於閱讀（reading），空間能力的研究約僅10篇，且特別針對空間能力的性別差異進行討論的研究則更少。

檢驗空間能力差異的方式，可根據空間能力的因素結構來編製紙筆式的量測工具以進行比較，惟一般的空間能力測驗之編製內涵很少能夠顧及性別差異的本質。這是因為在空間能力測量的因素上，男女各有所長（Coluccia & Louse, 2004; Linn & Petersen, 1985），但在考量編寫試題的空間因素之選擇結果，常是男性優勢（male advantage）因素多於女性優勢（female advantage）因素。且女性通常因為較為細心、反覆檢查等特質，以及答題策略與視覺場域和男性較為不同，所以，當有嚴格的測驗時間限制時，常有顯著的性別差異（Hahn, Jansen, & Heil, 2010; Linn & Petersen, 1985; Lohman, 1988; McGee, 1979; Neuburger, Jansen, Heil, & Quaiser-Pohl, 2011; Voyer, Voyer, & Bryden, 1995）。因此在多數文獻研究中，空間能力一直存在著男性優於女性的性別差異（鄭海蓮、林建宏，2012）；而當沒有測驗時限時，雖仍有性別差異，但性別差異確實減少，甚至不存在（Masters, 1998; Peters, 2005; Voyer, Rodgers, & McCormick, 2004）；或是以真實情境為測量的設

計時，則男性優勢減少許多或是沒有（Coluccia & Louse, 2004; Hegarty, Montello, Richardson, Ishikawa, & Lovelace, 2006）。在近年的實徵研究中，空間能力的性別差異結論漸有分歧，從「差異極大」到「沒有差異」的結果皆有之（Coluccia & Louse, 2004）。究其因，各研究使用了不同年齡的受試者（從成人、大學生到兒童皆有）、不同的實驗設計（例如有、無測驗時限）與工具，再加上研究工具或測量因素內涵的不同選擇，致使研究結果較難以比較、綜論與定論。

檢驗空間能力差異的方式，除上述一般的紙筆式量測外，也有些實作評量的研究，但兩種測量基本上都是由施測結果來推論個體的空間能力，尚不足以提供吾人了解為何個體能處理空間推理以及策略性的why與how議題。所以，有研究者進一步以放聲思考（think-aloud）與原案口語分析（protocol analysis），錄影記錄受試者的實作過程，受試者在實作過程中口述自陳其推理與策略，以及自我發現、嘗試錯誤（Jeng, Lai, & Chao, 2010）。但口述可能會有受試者的表達效能、延宕或誤差，或是稍後回憶捕捉的不完整、不正確，以及繁雜的記錄與逐字稿分析也可能無意中涉有偏頗與主觀的結果。

本研究乃利用眼動儀實驗設計不同的空間任務，分別為難易度不等的線上平面2D積木組合測驗與立體3D實作測驗，均具有遊戲性質，另外還結合紙筆式測驗，目的為以broad-based design（Merrell, 1999, p. 20）的多種不同資料性質取徑之研究觀點（指基於multi-method, multi-source與multi-setting的研究設計），有別於一般空間能力研究的單一資料形式，來綜合探究並比較空間任務的眼蹤表現特徵與測驗分數的性別差異，並進一步探討其間的關聯性。本研究以不限時的遊戲測驗蒐集客觀的眼動資料，使用具性別恆等測量基礎的紙筆式空間能力測驗，以期盡量避免受到某一性別優勢因素的影響。研究的結果與討論希望能讓吾人更了解空間能力的性別差異本質，協助建構一個性別和諧互利的良性社會與職場觀點，更期望在此數位科技化趨勢下，能促進個人的潛能與未來發展。

## 貳、文獻探討

為達成上述研究目的及了解本研究中各項設計的緣由，文獻探討將分別論述空間能力與其性別差異，歷來對於空間能力性別差異的解釋與假設，然後討論空間能力的眼動研究與相關研究。

### 一、空間能力與其性別差異

空間能力包含於智力理論結構中（Gardner, 1983; Guilford, 1988; Thurstone,