

想得多是想得好的前提嗎？ 探討發散性思考能力在創意問題解決的角色

林緯倫 連韻文 任純慧

國立台灣大學心理學系

論文編號：04006；初稿收件：2004年2月13日；完成修正：2004年10月5日；正式接受：2005年1月20日

通訊作者：連韻文 台北市羅斯福路四段一號國立台灣大學心理學系（E-mail: ywlien@ntu.edu.tw）

發散性思考與創意問題解決能力是創造力歷程研究中兩個主要的研究重點，但由於所用的測驗或問題情境不同而未曾有研究探討其間關係。本研究回顧此兩大研究取向，並指出發現作業（2-4-6作業）具頓悟問題特色，並以個體在假設產出階段的表現作為創意指標，探究上述兩種能力間的關係。實驗一檢驗以發現作業中假設產出特色作為創造力指標的適當性，結果獲得支持，根據創造力連結理論（Mednick, 1962）所定義的高創造力者比低創造力者在發現作業中顯著產生較多的新角度假設；且新角度假設數和能否成功解決問題顯著相關。實驗二則顯示發散性思考能力的高低和新角度假設的產生，以及與能否成功解決創意問題並無相關，甚至和連結理論所預測的遠距聯想能力呈顯著負相關。文中深入討論發散性思考能力是解決創意問題的前提（亦即想得多是想得好的前提）或是兩者屬於不同創造力。

關鍵字：2-4-6問題、假設產出、發散性思考、頓悟問題、創造力

對於創造活動所涉及的認知能力或歷程，研究者的看法可大致分為以下兩大研究取向（Sternberg & Lubart, 1999）。心理計量取向（psychometric approaches）以發散性思考（divergent thinking）為

根據，強調創造的流暢、變通、與獨特性，多以標準化的紙筆測驗評量一般人的創造潛力。而認知取向（cognitive approaches）則將創造力視為在條件限制下如何根據已知、產生假設以解決問題的過程（e.g., Finke, Ward, & Smith, 1992），過去多以頓悟問題（insight problem）的解決來代表創造力的展現（Weisberg, 1993）。這兩種取向由於所用的測驗、作業或問題情境不同而近似平行地各自發，其間關係至今少有人探討。一些研究者認為解決創意問題時先基於發散性思考產生多個可能假設，再經由收斂性思考而選擇合乎目標的答案（洪振方，1998；Brophy, 1998; Rickards, 1994）。亦即，發散性思考是解決創意問題的前提。這種想法意涵著「想得多」是「想得好」的前提，也反映在企業與教育界普遍以發散性思考測驗來篩選創意或科學人才。但也有研究者指出認知取向所側重的作業情境更具目標導向，更重視想法的適切性，這會使得兩者所涉及的想法產出歷程有所不同（e.g., Eysenck, 1993; Martindale, 1995）。由於過去認知取向所用的作業僅以解題的成敗代表創造力的高低，缺乏細緻的量化指標，以致不容易探討其與發散性思考能力間的關係。本研究的目的即在為認知取向提出一個可具體量化的指標（實驗一），為創意問題解決能力和發散性思考的關係提供實徵的資料（實驗二）。在進入我們的想法與實驗之前，以下將先回顧上述兩個創造力研究取向，並分析兩者可能的關係。

感謝吳靜吉與陳學志教授提供研究相關材料以及兩位匿名評審者對本文的建議。本研究的完成，得到國科會（NSC 89-2413-H-002-040）以及教育部卓越計畫（89-H-FA07-1-4-2）對第二作者的贊助，謹此致謝。

心理計量取向—發散性思考理論

心理計量取向所根據的「發散性思考」是指對開放性問題（例如「筷子有什麼功用？」）產生不同反應的能力。其假設是能產生愈多不同的反應，得出不尋常反應的機會就愈大，創意就愈高，因此發散性思考能力是創造力的展現（Guilford, 1956）。許多廣為使用的創造力測驗皆根據此一假設設計（如：Guilford, 1963; Torrance, 1966; Wallach & Kogan, 1965），以四個指標來評量發散性思考能力：1) 流暢性（fluency）—所產生反應的個數多寡；2) 變通性（flexibility）—所產生反應的類別多寡；3) 原創性（originality）—所產生反應的罕見程度；4) 精進性（elaboration）—反應的修飾、精緻程度。

發散性思考測驗並無一明確的解題目標，著重受測者想法的數量與新奇性，並不特別針對目標來考量其適切性（例如用筷子來挖土，雖然新奇但並不實用）。近年來發散性思考測驗逐漸加入目標導向問題（如：葉玉珠，2001; Facaoaru, 1985），或將測驗問題放至接近生活世界的背景之中（Okuda, Runco, & Berger, 1991），雖然如此，但在評量計分時仍維持原有的指標，因此仍不強調反應的適切性。

認知取向—假設產生與創意問題解決

相較於發散性思考測驗，認知研究取向更強調反應的適切性以及目標導向式的問題解決，例如在條件限制下找出可以達成目標的解答或發現能適切解釋資料的規律。此研究取向源於完形心理學家對於頓悟問題解決歷程的探討（Weisberg, 1993），在此類問題中熟悉的解題方式往往不是正確解題的途徑，解題者必須突破窠臼，才可能成功（Smith & Blankenship, 1991; Wallas, 1926）。因此相較於循例式的問題（reproductive problem solving，如解代數問題），頓悟問題的解決（productive problem solving）更具創意（Weisberg, 1995）。

後來的研究者則進一步將創意問題解決視為一種更具一般性與累積性的認知歷程，亦即假設的產生與選擇過程（Campbell, 1960; Eysenck, 1993; Finke et al., 1992; Simonton, 1989），例如將科學問題的提出與規律的發現視為假設的產生與測試（Nickerson, 1999; Vartanian, Martindale & Kwiatkowski, 2003）。以編製發散性思考測驗聞名的心理學家 Torrance（1988）也認為創意思考可視為

「一種歷程，包括覺知到困難、訊息不足、要素缺失，從而猜測、形成假設，並評估與測試假設，儘可能地修正假設並重新驗證，最後將結果傳播出去」。Finke等（Finke et al., 1992; Smith, Ward, & Finke, 1995; Ward, Smith, & Finke, 1999）對創造力的歷程曾提出一個整合性架構（Genealogy Model），可作為此研究取向的代表。他們認為創意思考包含兩個主要的組成：1) 想法的「產出過程」（generation processes）以及2)「探索過程」（exploratory processes）。前者可能的認知機制包括記憶提取、連結、綜合、類比遷移（analogical transfer）等。後者的認知機制則包括概念詮釋（conceptual interpretation）、功能推論（functional inference）、尋找限制（searching for limitations）等。兩種過程交互運作，但同時受到外在條件的限制，例如來自產品種類、功能、資源等方面的要求。要產生創意產品，通常須針對問題產出一個創作初架構（preinventive structure），再配合外在條件探索或測試該架構的可行性，然後進行修正，如此交互運作至完成一個有創意並可行的解決方案。唯Finke等人雖提出此一架構模式，但並未直接針對產出與探索過程在外在條件限制下交互運作的動態歷程有所探討。

發散性思考在創意問題解決歷程中的角色

過去未曾有研究直接探索發散性思考在創意問題解決歷程（或更精確講，假設產生與修正歷程）中所扮演的角色，在此我們以問題解決歷程的階段來說明兩者的可能關係。許多研究者曾指出，能想出多個不同另有假設（alternative hypotheses）的能力是科學創造力或解決創意問題的重要關鍵（e.g., Dunbar, 1997; Platt, 1964），這樣多樣化的假設產出是否為發散性思考能力的展現？Campbell（1960）曾擷取演化的觀點說明問題解決歷程的兩個階段，第一個階段為盲目隨機地產生假設（blind variation），第二階段則為選擇適當的結構。若此，則發散性思考應該是第一階段的關鍵能力，而第二階段則涉及適切性方面的考量。換句話說，創意問題的解決奠基於發散性思考，再加入收斂性思考的成分。我們可以預期成功解決問題或發現規則者其發散性思考能力應該要比未能解題者佳。但另一方面，後來的研究者認為第一階段的假設產生並非全然的隨機或無限制的發散，而是必須受到相當程度的限制（Eysenck, 1993; Martindale, 1995）。亦即在假設產生的階段也必須受到適切性的限制，因而有可能所需要的能力或牽涉到的思考歷程與發散性思

考測驗不同，兩者的能力也可能並無相關。

如前述，認知取向缺乏可以代表在假設產生與探索歷程中創意程度的指標，使得研究者不容易探討兩種不同創造力取向間的關係，因此本研究在考驗此兩者關係之前，必須先提出一個新指標以適當地呈現推理者在假設產生與探索之動態歷程中的創意表現。我們認為律則發現作業（rule discovery task）—「2 4 6問題」可以作為認知取向的代表作業，以下我們先分析理由並說明新指標的定義。

律則發現作業是探討創意問題解決歷程的適當作業—以「2 4 6問題」為例

在發現律則的過程中，推理者對現象形成假設、進行實驗或尋求證據來驗證假設，進而修正假設，以達到解釋現象並預測新事物的目的。「2 4 6問題」（Wason, 1960）是這方面研究最常使用的典範性作業。受試者在「2 4 6問題」中的任務是找出一個預設規律（例如，由小到大的數列），首先他們被告知三數字組「2、4、6」是一個符合該規律的正例，在接下來的嘗試中他們可自由提出其他三數字組（例如「6、8、10」）來測試，實驗者會告知所測試之例子是否符合預設規律（但不會針對其假設給予回饋），整個測試過程在受試者自覺很有信心或達到規定的測試次數或時間時結束。在這種程序下，大學生正確發現規律的比率約在20%至40%之間（如：林緯倫與連韻文，2001；Klayman & Ha, 1989；Wason, 1960）。

「2 4 6問題」是一種頓悟問題。過去有關「2 4 6問題」或其他發現作業的研究多著重在驗證假設的策略（亦即實驗策略），但對假設產生過程則少有探討（Klayman & Ha, 1987；Oaksford & Chater, 1994）。而整個作業牽涉到由資料歸納出假設的能力，通常也被視為和收斂性思考有關。但我們認為若從假設產生的角度來看，「2 4 6問題」可被視為一個頓悟問題（亦見 Tweney et al., 1980），並牽涉到產生與探索過程的互動。所謂的頓悟問題有三個特點：1) 解答並未超出解題者的知識範圍；2) 解答需要新的成分；3) 需改變對問題的表徵方式始能順利解題（Dominowski, 1995）。過去的研究顯示在「2 4 6問題」中，推理者的失敗通常是囿於原有的思考角度，執著於細節的修正，而無法從一全新的角度來詮釋資料，即便解答（例如「由小到大的數列」）並未脫出推理者的知識範圍（林緯倫與連韻文，2001）。因此這類題型的「2 4 6問題」具備前述頓悟問題的特色，和創意思考能力有關¹。

「2 4 6問題」牽涉產生與探索過程的交互動態歷程。在發現歷程中假設的產生即相當於「Generate Model」中的產生過程，而假設的測試與修正則是探索的過程。在解題的過程中需要產生新奇的假設，且必須考量到假設是否與累積的證據一致，因此這樣的過程同時考量了創造力定義中的新奇性與適切性，更能模擬創造力的完整運作。以其來一窺創造力之究竟，不失為一個新奇且適切的途徑。

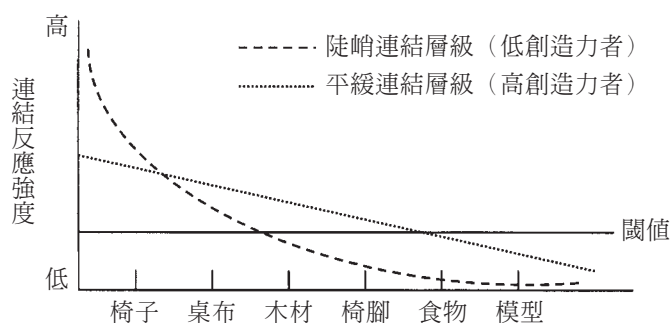
「2 4 6問題」優於傳統頓悟問題之處。不同於傳統頓悟問題（如九點問題），「2 4 6問題」明顯涉及其他頓悟問題所沒有的歸納歷程。過去一直不乏創造力涉及歸納推理歷程的說法或證據（Wagner, 1996；Wason, 1977），例如著名的電腦模擬軟體BACON（Langley, Simon, Bradshaw, & Zytkow, 1987）便以歸納的方式使電腦模擬出重要科學律則的發現。此外，「2 4 6問題」能紀錄問題解決過程中假設的產生與修正等中介指標，相較於傳統頓悟問題以解題成敗代表創造力高低，可提供更為細緻的創造力指標。

「2 4 6問題」中的創造力指標。假設的產生對解決問題或發現律則的重要性在過去雖屢被提起（Kuhn, 1970；Platt, 1964），但卻未獲得實徵資料一致的支持（吳庭瑜、吳明樺及洪瑞雲，1998；Klayman & Ha, 1989）。解決頓悟問題的關鍵在於能從新的角度切入，因此我們認為應該評估解題者在假設產生與修正過程中其新舊假設之間的關係，而非像過去研究者所說的僅僅考慮另有假設總量（林緯倫與連韻文，2001）。在解題過程中，和之前的假設比較，有的新假設會包含之前所沒有的概念元素，但有的只在同一概念或相近概念內修正。前者如在「2 4 6問題」中將假設由「偶數」改為「公差為2的等差數列」，由於等差數列牽涉到數間差距的概念，不同於偶數是數本身的性質，因此我們稱這種另有假設為「新角度假設」；後者如將假設由「偶數」修正為「整數」，由於這種修正同屬於數的範圍，我們稱此種另有假設為「修正性假設」（詳見實驗一結果）。我們認為是新角度假設的個數而非另有假設的總數更能代表在解決問題過程中的創意，能產生「新角度假設」顯示受試者能從多種不同角度來思考證據，所涵蓋的概念較相同數量的「修正性假設」要廣。通常較困難的問題其答案或解決方式並非一蹴可及（科學研究的主題常屬於這一類），因而能增加搜尋廣度的新角度假設比修正性假設對律則的發現或問題的解決更有幫助（林緯倫與連韻文，2001；陳妍靜與連韻文，2002）。

「新角度假設」與「修正性假設」的一個重要區

別在於這兩種假設的產出需要不同程度的創造力。修正性假設的產生，只需在原假設的範疇中做稍許的修正，較不具創意；新角度假設的產生，需要跳脫原假設的範疇，加入新元素，與原假設相距較遠，需要較高的創造力。以新舊概念間關係的遠近來代表創造力的高低也見於其他研究者的主張（Chi, 1997; Mednick, 1962; Sternberg, Kaufman & Pretz, 2001）。例如 Chi (1997) 認為科學家以三個主要的本體類別 (ontological categories) 來理解事物：物質 (material substances)、過程 (processes)、與心智狀態 (mental states)，每一個類別又可向下分枝，延伸出許多次類別，形成樹狀的架構。若科學概念改變牽涉到同一本體類別內轉變，所需創意較少；若牽涉到本體類別間的轉變，則是根本的概念改變 (radical conceptual change)，需極高的創意，例如早期科學家以燃素這種「物質」來解釋燃燒現象，後來則將燃燒現象理解成氧化「過程」。我們認為在更平凡的發現歷程中也可以用類似的概念代表不同種類假設所隱含的創意程度：新角度假設一跨範疇、較具創意；修正性假設一同一範疇、較不具創意，因而我們可以以推理者所產生新角度假設的次數來代表不同程度的創造力。

除此之外，Mednick (1962) 也將創造力視為元素或概念間的新連結或新組合，相連結的兩個元素之間相距越遠，則新組成越富創意。他指出歷史上重要的科學發現不外乎是透過連結的途徑而達成，例如 Kepler 利用「電子—原子核」的模型類比至「地球—太陽」的天文結構。其所提出的連結理論假設某概念和其他概念間的連結強度隨其間語意相關程度的降低而減少（稱為連結層級，associative hierarchy），概念間的連結強度需要超過某個反應閾值才能成功地聯想。如圖一所示，Mednick 假設創造力低者較創造力高者連結層級下降的陡度更大，對於遠距概念的連結強度較低，因此提取遠距概念的機率較小。連結理論是少數以知識或概念表徵間的遠近來探討創造力的理論，以此概念可以解釋許多創造力的表現，例如過去有研究者認為，連結的概念是形成發散性思考反應的機制，連結層級越平緩，越容易在發散性思考的測驗中產生多量的反應（李秀瓊，1999；Milgram & Rabkin, 1980）；另外有研究者認為連結層級是創意問題解決的基礎，連結層級越平緩，越能產生遠距而不尋常的反應，因而得以利用此遠距的聯想解決所遭遇的問題（e.g., Mednick, 1962）。若在「2 4 6 問題」中想出新角度假設是創造力的表現，根據連結理論對於高低創造力者在知識表徵差異上的預測，我們預期能產生較



圖一：高低創造力者關於「桌子」一詞之「連結層級」：較陡的曲線代表低創造力者，較平緩之虛線代表高創造力者，水平直線代表閾限。橫軸表示與「桌子」語意相關的其他概念，由左至右代表語意關連的程度由強至弱。（翻譯自 Mednick, 1962）

多新角度假設的高創造力者其連結層級應較產出少者平緩，連結層級的平緩度也應與解題成功率相關。在實驗一，我們將以創造力「連結理論」來檢驗以「2 4 6 問題」的成敗與新角度假設個數作為創造力指標的適當性。

實驗一

「2 4 6 問題」中創造力指標與遠距聯想能力的關連

實驗一的目的是建立代表假設產出方面創意程度的新指標和「連結理論」(Mednick, 1962) 之間的關係，以檢驗前述假設。一些作業曾被用來測試該理論中有關連結層級的假設，在此我們選擇最能直接反應語意概念間連結強度的「詞彙判斷作業」(lexical decision task, LDT) 來測量受試者的連結層級²。在 LDT 中，每次嘗試都會先後出現兩個詞彙，受試者的任務為判斷後出現的詞彙（目標項）是否為既存的、有意義的詞彙。當先出現的詞彙（促發項）與目標項間的語意相關越高（亦即近距聯想），對目標項的反應時間就越快（是為語意促發效果，semantic priming effect），亦即概念間語意連結愈強，促發效果愈大。若如 Mednick 所言，高創造力者連結層級較平緩，則其概念間強、弱連結的反應強度差較低創造力者小（亦即在圖一中的斜率較小）。因此我們預測若新角度假設可以代表推理者的創造力，則其數目應會與「強連結促發效果—弱連結促發效果」的反應時間差成負相關。

方法

受試者

八十一位修習普通心理學的台灣大學學生，應課程上的要求而參與實驗。受試者皆以中文為母語。

實驗材料與程序

受試者被告知將分兩週進行多項不同的作業，採個別進行。首先完成「2 4 6問題」，經短暫休息後，接著進行「詞彙判斷作業」，並於第二週回來接受發散性思考能力測驗³（為了行文的清楚，第二週結果將分開於實驗二報告）。

2 4 6問題。如前述，受試者在此作業中被告知須根據一已知正例（「2、4、6」）進行假設檢驗以猜出某預設規則（由小到大的數列）。為使受試者所獲得的訊息量相等，我們採固定測試次數程序（Klayman & Ha, 1989），可以進行12次的測試。在每一次測試中，受試者提出一個測試例子，然後寫下測試理由，接著實驗者會根據測試例子是否符合預設規則而給予「是」或「否」的回饋。例如受試者測試「8、16、20」，測試的理由是想看看規則是否為偶數，但因此例符合遞增數列，給予「是」的回饋。若受試者測試「8、20、16」，則給予「否」的回饋。接著受試者寫下他目前認為最有可能的規則（但並未給予任何回饋），正確規則在全部測試完成後才公佈。平均完成作業的時間約30分鐘。

詞彙判斷作業。在此作業中，受試者在每個嘗試中會看到先後出現的兩個中文詞彙（促發項與目標項），其任務是盡量迅速又正確地判斷目標項是否是一個既存的中文詞。每個詞彙組又依促發項與目標項之間的語意相關強度，分別為強連結（例如「夜晚一作夢」）、弱連結（例如「夜晚一壁虎」）或無關連結（例如「夜晚一西瓜」）詞彙組。詞彙組的選取是根據陳學志（1999）的中文聯想詞常模⁴。每一促發項以其出現最多的聯想反應作為強連結目標項；常模中頻次為1的聯想反應以及沒有出現過的詞彙分別為弱連結組與無關連結組的目標項。每種連結強度各16組詞彙，共48組詞彙。另外有48個促發項所對應的目標項為不存在之詞彙（假詞），以平衡此作業中判斷「是」與「否」的反應數。所有詞彙組中（見附錄）沒有任何重複或意義相近的詞彙，以避免干擾彼此的促發效果。

本作業以電腦進行。雙字詞刺激為1.8cm × 1.8cm白色新細明粗體，由左至右排列，呈現在黑色螢幕中央，受試者眼睛與螢幕相距約40公分，平視刺激材料。在每一個嘗試中，螢幕中央有一個凝視點（500毫秒），緊接著「嗶」聲提示後出現一個促發項（1000毫秒）⁵，接著出現目標項（2000毫秒）。若目標項是合法詞則受試者需按電腦鍵盤中右「Shift」鍵，不是合法詞則按左「Shift」鍵。按鍵或是目標項出現4000毫秒之後，下一組嘗試開始。強、弱以及無關連結詞彙組隨機出現，受試者每做完24個嘗試有一次短暫休息。整個作業可在20分鐘以內完成。

結果

「2 4 6問題」

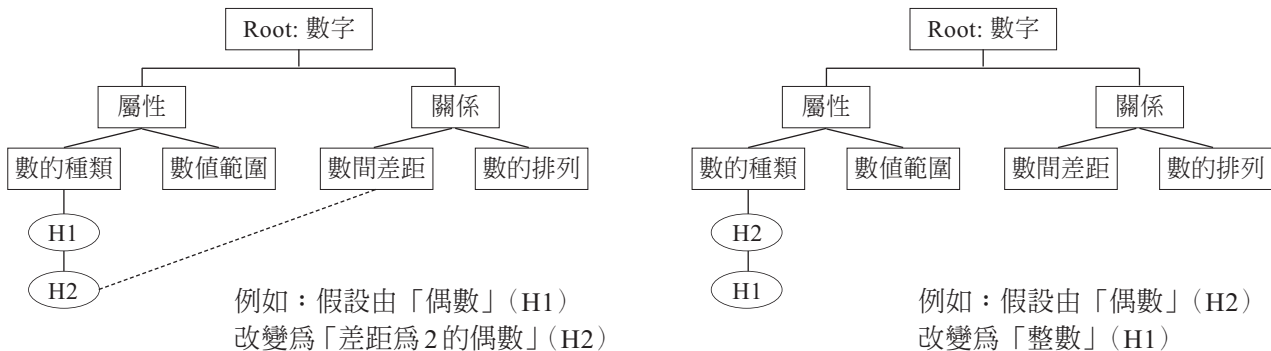
假設產出指標的計算。如圖二所示，我們以假設空間結構圖表示每個假設間的關係遠近，這是根據所有受試者在該作業中所產出的所有假設，依彼此的集合包含關係所繪製的樹狀圖，並據此區分新角度假設以及修正性假設。首先，這些假設在最抽象的層次可分為數的屬性（attribute）以及數的關係（relation）兩個範疇。其中「屬性範疇」的假設又可分為數的類別（整數、有理數…等）和數值範圍（小於100的數、大於0的數等）兩個分枝；「關係範疇」的假設也可進一步分成數間差距（等差、差距小於10…等）和數的排列（由小到大排列…等）等分枝⁶。如圖二右邊所示，所謂「修正性假設」，是指受試者所產生的假設和之前的假設屬於同一概念類別（同一分枝）。如圖二左邊所示，「新角度假設」則是指所產生的假設包含另一分枝的概念。若假設是在最抽象範疇的改變則稱為大範疇新角度假設，在次級範疇的改變則稱為次範疇新角度假設。我們認為兩者皆可顯示假設產出過程的創意程度，而產生大範疇新角度假設所需的創意更高於次範疇新角度假設。

每個受試者的每個新假設都分別和其所有舊假設比較，以決定該假設為修正性假設、大範疇或次範疇新角度假設，假設總數則為所寫下的所有不同假設數。假設類別的評定由一位經驗豐富評分者根據詳細且具體的假設空間結構圖獨立完成，之後由另一位評分者隨機抽取20份資料進行檢核，兩者分類一致性達97.5%，其中主要評分者僅有0.42%的判定（480次判定中只有兩次）需要修正。

成功與失敗者在假設產出指標的異同。和過去

新角度假設——在原假設中加入新概念

修正性假設——擴大或縮小原假設範圍



圖二：「246問題」中的假設空間結構圖與範例

研究結果類似，81人中僅有24人（29.6%）成功發現規則，成功者在兩種新角度假設上（大範疇與次範疇轉變）皆顯著多於失敗者（57人）。在大範疇轉變方面，成功與失敗者平均次數分別為 0.79 ± 0.41 與 0.44 ± 0.50 , $t(51.8) = 3.28, p < .01, d = .80^7$ ；在次範疇轉變方面，平均類別數分別為 2.83 ± 1.01 與 1.81 ± 1.09 , $t(79) = 3.95, p < .01, d = .96$ 。在修正性假設方面，成功者與失敗者平均個數分別為 4.21 ± 1.84 與 4.04 ± 2.63 ，兩者沒有顯著差異， $t(60.9) = 0.34, p > .7$ 。假設總數亦無顯著差異，兩者平均個數與標準差分別為 8.54 ± 2.28 、 7.46 ± 3.18 , $t(59.6) = 1.73, p = .09$ 。此結果和我們過去研究結果吻合，顯示新角度假設是有效區辨發現作業成敗的指標，而非產生的假設總數或修正性假設。

詞彙判斷作業

操弄檢核 (manipulation check)。另40位台大學生以七點量表獨立評定由促發項聯想到目標項的難易程度，1代表非常難聯想，7則代表非常容易聯想。結果顯示，強、弱以及無關連結間的聯想難易度達顯著水準 ($F(2, 93) = 1266.68, p < .0001$)，事後LSD分析顯示強連結 (6.58 ± 0.27) 易於弱連結 (4.17 ± 0.50) 與無關連結 (1.77 ± 0.35)，且弱連結易於無關連結（兩比較皆 $p < .01$ ）。

受試者在詞彙判斷作業中的表現再次顯示刺激材料的選取符合連結強度的操弄。強、弱與無關連結狀況下的反應時間分別為 659.9 ± 81.6 、 709.5 ± 85.9 以及 730.0 ± 91.5 毫秒⁸，三組間有顯著差異， $F(2, 160) = 97.09, p < .001$ 。事後LSD分析顯示強連結的反應時間快於弱連結與無關連結反應時間 ($p <$

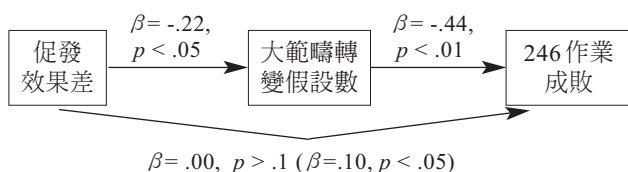
$.001$)，弱連結亦快於無關連結的反應時間 ($p < .001$)。

連結層級的斜率。以強連結促發效果與弱連結促發效果的差值表示（後簡稱促發效果差）。其中強連結促發效果為「強連結詞彙平均反應時間」較「無關連結詞彙平均反應時間」所縮短的毫秒數，弱連結促發效果為「弱連結詞彙平均反應時間」較「無關連結詞彙平均反應時間」所縮短的毫秒數。受試者促發效果差平均值為 49.58 ± 41.42 毫秒。

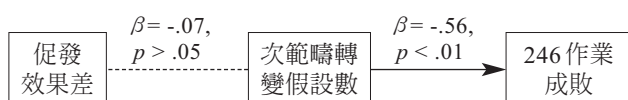
新角度假設和創造力的關連性

首先，我們比較連結層級斜率較平緩者（亦即促發效果差小，代表創造力較高者）和連結層級較陡峭者（亦即促發效果差大，代表創造力較低者）在假設產出方面的異同，這兩組人以促發效果差值位於前四分位數以上與後四分位數以下的受試者（各20人）代表。兩組促發效果差的平均值分別為 1.12 ± 34.52 以及 98 ± 23.08 , $t(38) = -10.68, p < .01$ 。

如所預期，促發效果差較小者比差異大者產生更多大範疇轉變假設，平均個數分別為 0.80 ± 0.41 與 0.50 ± 0.51 , $t(36.3) = 2.04, p < .05, d = .65$ 。在次範疇轉變假設方面，雖然差異方向符合預期（促發效果差較小者與差異大者的平均個數分別為 2.45 ± 1.19 與 2.25 ± 1.20 ），但未達顯著水準 ($t(38) = 0.53, p > .1$)。至於在修正性假設與假設總數方面，兩組皆無顯著差異（前者促發效果差較小者與大者其平均個數分別為 4.35 ± 1.90 與 4.20 ± 2.38) $t(38) = -.22, p > .1$ ；後者分別為 8.20 ± 2.35 與 8.40 ± 2.95 , $t(38) = -.24, p > .1$ ），符合我們的預期。



圖三：促發效果差、新角度假設（大範疇轉變）與「246問題」成敗的路徑分析圖



圖四：促發效果差、新角度假設（次範疇轉變）與「246問題」成敗的路徑分析圖

另一方面，我們也分析成功者與失敗者是否具有不同斜率的連結層級。如所預期，成功者的促發效果差顯著小於失敗者（分別為 37.68 ± 40.43 與 54.60 ± 41.15 , $t(79) = -1.7$, $p = .09$, $d = .41$ ）⁹。

根據上述結果，我們進一步以路徑分析驗證以下假設：創造力高者較低者（以促發效果差代表）產生更多大範疇新角度假設，而有更高機會正確解出「246問題」的規律。結果符合預期，如圖三所示，促發效果差可以預測個體所產生的大範疇轉變假設數（ $\beta = -.22$, $p < .05$ ），亦即促發效果差越小，越會產生的大範疇轉變假設；而大範疇轉變假設數則可以預測解題的成敗（ $\beta = -.44$, $p < .01$ ）。促發效果差對解題成敗並沒有直接的影響（ $\beta = .00$ ），但若透過大範疇轉變假設的中介，則可以間接預測解題的成敗（ $\beta = .10$, $p < .05$ ）。在次範疇新角度假設方面，與我們過去研究結果相仿，其數量多寡可以預測解題的成敗（ $\beta = -.56$, $p < .001$ ），但促發效果差預測次範疇新角度假設數的路徑並不顯著（ $\beta = -.07$, $p > .05$ ）（見圖四）。

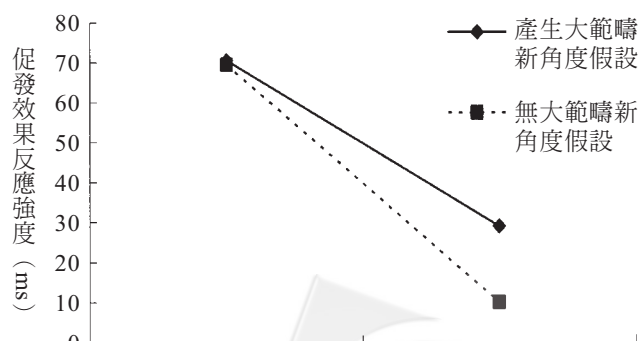
討論

實驗一的結果如我們所預期，顯示受試者概念連結層級斜率平緩者（代表較高的創造力）較陡峭者（創造力相對較低者）產生更多大範疇轉變之新角度假設，路徑分析的結果也顯示，連結層級的平緩度可以預測大範疇轉變新角度假設的產生，進一步預測解題的成功。上述結果意涵新角度假設能相當程度反映出推理者在問題解決中的創造力並預測其成敗。此外，由路徑分析的結果可以看出新角度

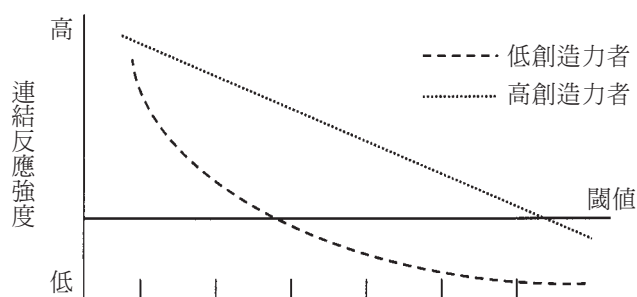
假設的產生（特別是次範疇新角度假設）是解決創意問題的關鍵中介，無此中介，創造力和頓悟問題成敗間的相關並不顯著，這也顯示，以假設產生方面的指標代表創造力較過去直接以頓悟問題的成敗來代表更為恰當。

成功者所產生的次範疇新角度假設雖也顯著多於失敗者，和連結層級的關係也和預期的方向符合，但後者的統計檢定並未達顯著水準。一個可能的解釋是次範疇新角度假設因所需的創意較大範疇新角度假設低，高低創造力者在此的差異因此變小，詞彙判斷作業可能無法敏感地反映較小的創意差別。換句話說，測量發現作業中不同程度的假設轉變，可能更可以看出不同程度的創意展現。

除了以連結層級斜率來檢證假設產出和創造力有關外，本研究結果也對 Mednick 的連結理論（1962）有所意涵。Mednick 假定高低創造力者的連結層級庫擁有相同的總反應量（圖一中兩者虛線下的面積相同），此一假定意涵高創造力者在遠距聯想上的反應強度大於創造力較低者，而創造力較低者則在近距聯想上的反應強度大於高創造力者。過去研究者多以此強、弱連結詞彙組分別的促發效果量來檢驗 Mednick 的假說（李秀瓊，1999；Coney & Serna, 1995）。我們以在「246問題」中有無產生大範疇新角度假設來區分高與低創造力者，發現在強連結組（近距聯想）的促發量上兩組沒有差異，高低創造力者的平均促發量分別為 70.58 ± 46.34 與 69.52 ± 50.89 , $t(79) = 0.1$, $p = .92$ ，而在弱連結詞彙組中（遠距聯想）高創造力者的促發量則邊緣顯著大於低創造力者（平均促發量分別為 29.18 ± 48.32 與 10.21 ± 49.90 , $t(79) = 1.73$, $p = .09$ ）（見圖五）。這些結果顯示高創造力者在強連結的反應強度上並不亞於低創造力者，但對弱連結的反應則有



圖五：「246問題」中有無產生大範疇新角度假設者對強、弱連結詞彙組的反應強度圖



圖六：高低創造力者的連結層級可能皆高於低創造力者之圖示

較強的傾向。我們進一步分析顯示促發量與假設產出總數有關（弱連結時 $r = .23, p < .05$ ，強連結時 $r = .24, p < .05$ ），意涵反應越強者，高於閾值的概念也較多，因此產生較多的假設。Mednick 連結庫總量相等假說若修正成如圖六所示更能吻合上述實徵資料。

實驗二

發散性思考與創意問題解決的關係

實驗一的結果支持推理者在發現作業中假設產出部分的表現和其創造力有關，我們進一步以此指標探討發散性思考與假設產出以及創意問題解決的關係。如前述，發散性思考能力與創意問題解決能力間的關係可能有兩種：第一、發散性思考能力是解決創意問題的前提，創意問題解決基於發散性思考產生多個可能假設而增加找出創意解答的機會。若此，發散性思考能力應與新角度假設的產生以及解題表現有正相關。第二、無目標的發散性思考和有一明確解題目標的假設產生牽涉到不同能力或認知歷程。若此，則受測者在兩者的表現無關。過去由於欠缺適當代表問題解決時創造力的指標，並未有人直接探討此議題。曾有研究顯示發散性思考能力高者，並沒有較平緩的連結層級（Coney & Serna, 1995），與我們實驗一的結果比較，間接支持第二種看法，但如前述，過去對於連結層級的平緩程度並非以斜率代表，是否能適當代表高低創造力仍值得再思。因此在實驗二中，我們比較受試者在「246問題」與測量發散性思考能力的「新編創造思考測驗」的表現，以直接探討兩者的關係。

「新編創造思考測驗」是根據拖浪司創造思考測驗（Torrance Tests of Creative Thinking, TTCT）中的部分題目並考量文化熟悉性所編製的中文發散性

思考測驗。其常模為國內創造力測驗中最大者，包含國小四年級至研究所學生，經過信效度考驗¹⁰，且該測驗中的問題並沒有目標導向的設計，能測量傳統定義下的發散性思考能力，符合本研究的需要。若第一種說法正確，在發散性思考測驗的得分應該與「246問題」中所產生的新角度假設（尤其是大範疇轉變的新角度假設）有正相關，成功解決「246問題」者其發散性思考分數也應該顯著高於失敗者；反之，若兩者無顯著相關，則較支持第二種說法。

方法

受試者與測驗程序

受試者與程序同實驗一。在「新編創造思考測驗」中，每位受測者皆依序接受語文與圖形兩個子題。語文題要求受試者盡量寫出竹筷子的不尋常用途，越多、越不尋常越好；圖形題則要求受試者利用「人」字型的線條來完成一圖形（不能是文字），並要給予每個圖形標題，同樣也是畫得越多越好。兩個分測驗施測的時間皆為10分鐘。

結果

新編創造思考測驗

評分由一位有經驗的評分者根據該測驗所編製的評分標準與常模（吳靜吉，1998），得到下列各項分數：1）流暢力—反應的總數；2）變通力—所有反應的類別總數；3）獨創力—依每一反應在常模中出現的頻率而定；4）精進力—在圖形題中以其基本型態以外所加的裝飾數總數為指標。各項得分經標準化後加總為語文總分及圖形總分。另一位獨立評分者隨機抽取20份資料進行檢核，兩位評分者在評分時皆不知受測者在「246問題」的表現，評分者間的一致性信度在各項因素上皆高於0.9。

八十一名受試者在語文分測驗各項因素的平均得分以及標準差如下：流暢力為 14.33 ± 6.01 ，變通力為 9.01 ± 2.58 ，獨創力為 10.58 ± 7.66 。在圖形分測驗上各因素的平均得分以及標準差如下：流暢力為 13.75 ± 3.86 ，變通力為 9.28 ± 2.35 ，獨創力為 11.24 ± 5.44 ，精進力為 4.80 ± 3.65 。與大學生常模相較，各項因素的平均得分在常模得分的 $-0.2 \sim +0.4$ 個標準差之間。

「新編創造思考測驗」與「2 4 6 問題」創造力指標的相關

首先，我們分別計算在「新編創造思考測驗」中各發散性思考因子的得分與「2 4 6 問題」中新角度假設產生與成敗等指標間的相關，如表一所示，新編創造思考測驗各因素間多數有顯著正相關，與過去吳靜吉（1998）結果相仿。但「2 4 6 問題」的創造力指標（大範疇與次範疇轉變新角度假設兩個指標以及成敗的指標）及假設總數與「新編創造思考測驗」的各因素間皆無顯著相關。

其次，我們將發散性思考各分項得分標準化後加總為語文標準總分（ 150 ± 27.66 ）與圖形標準總分（ 200 ± 29.62 ），並各自選取得分在前與後 25% 者各 20 人分別代表語文或圖形發散性思考能力高與低者。語文高者平均得分為 186.20 ± 24.60 ，低者為 119.22 ± 8.70 ， $t(23.7) = -11.48, p < .01$ 。圖形高者平均分數為 238.11 ± 19.49 ，低者為 164.10 ± 11.45 ， $t(30.7) = -14.65, p < .01$ ，進一步分析高低分數者在「2 4 6 問題」中假設產出的創意程度與解題成敗，結果顯示發散性思考分數高與低者在大範疇與次範疇新角度假設的個數，甚至在假設總數上皆無差異。在語言分測驗上高、低分者其大範疇新角度假設數分別為 0.45 ± 0.51 與 0.55 ± 0.51 ， $t(38) = -0.62, p > .1$ ，次範疇新角度假設數分別為 2.10 ± 1.41 與 2.25 ± 1.16 ， $t(38) = -0.37, p > .1$ ，假設總數分別為 8.70 ± 3.53 與 8.00 ± 2.47 ， $t(38) = 0.73, p > .1$ 。在圖形分測驗上高低分者其大範疇新角度假

設數分別為 0.50 ± 0.51 與 0.60 ± 0.50 ， $t(38) = -0.62, p > .1$ ，次範疇新角度假設數分別為 2.10 ± 1.33 與 2.15 ± 1.14 ， $t(38) = -0.13, p > .1$ 假設總數分別為 7.85 ± 3.73 與 7.25 ± 1.92 ， $t(28.4) = 0.64, p > .1$ 。

此外，「2 4 6 問題」解題的成敗也與發散性思考的語文、圖形標準總分高低無關，成功者並未較失敗者有更高的語文標準總分（分別為 143.43 ± 22.59 與 152.77 ± 29.27 ， $t(79) = -1.40, p > .1$ ）或圖形標準總分（分別為 204.95 ± 35.67 與 197.91 ± 26.75 ， $t(79) = 0.98, p > .1$ ）。

討論

實驗二的結果顯示「新編創造思考測驗」總分以及各因素得分的高低與「2 4 6 問題」中的假設創意指標—新角度假設數目或解題正確率皆無關，甚至也與一般認為有直接關係的假設總數無關。其中值得注意的是發散性思考測驗中的變通力因素（不同類別想法的個數）雖然可能代表與新角度假設相同的意涵，但兩者同樣無顯著正相關，甚至呈現負相關的趨勢。流暢力因素（想法的總數）雖也與假設總數的意義類似，但兩者還是沒有相關。這樣的結果支持先前所分析的第二種關係，即無目標的發散性思考和有一明確解題目標的創意思考在想法或假設的產出階段就已牽涉到不同認知歷程。

對於上述的結果可能有人首先會質疑是否由於受試者全為高度選擇、同質性高的台大學生，而使

表一

「新編創造思考測驗」與「2 4 6 問題」各項創造力指標之相關

	語文 流暢	語文 變通	語文 獨創	圖形 流暢	圖形 變通	圖形 獨創	圖形 精進	246 成敗	次範疇 假設	大範疇 假設	假設 總數
語文流暢	—										
語文變通	.83**	—									
語文獨創	.86**	.63**	—								
圖形流暢	.37**	.33**	.26*	—							
圖形變通	.19	.24*	.14	.77**	—						
圖形獨創	.20	.23*	.22*	.56**	.48**	—					
圖形精進	.28*	.24*	.40**	.20	.18	.21	—				
246 成敗	-.14	-.18	-.11	.07	.14	.06	.05	—			
次範疇轉變假設	-.05	.02	-.10	-.08	-.08	.08	-.06	.44**	—		
大範疇轉變假設	-.13	-.08	-.12	-.14	-.11	-.10	-.06	.33**	.52**	—	
假設總數	.13	.16	.02	.15	-.04	.14	.08	-.17	.54**	.03	—

* $p < .05$. ** $p < .01$.

測驗分數分佈過於集中，導致不容易有相關？我們將本研究中受試者在「新編創造思考測驗」的得分與大學生常模（吳靜吉，1998）做一比較，可看出本研究的受試者在發散性思考各因素得分的分佈大致呈常態分配，語文部分各項因素得分落於正負一個標準差範圍間的受試者佔71.6%～79.01%，圖形部分各項因素得分落於正負一個標準差範圍間的受試者佔65.43%～80.24%，其餘的則落在正負一個標準差至兩個標準差之間，甚至有少數高於兩個標準差以上（4.94%）或低於兩個標準差以下（2.47%），顯示本研究的受測者中在發散性思考能力上確有高低之別。

其次，有人可能會認為沒有相關是因作業所涉及的知識領域不同所致。我們無法完全排除上述可能，不過「2 4 6問題」與發散性思考測驗同樣被大多數的研究者認為是可顯示某種認知能力或歷程的作業，而非測量或反映某種領域的知識（e.g., Klayman & Ha, 1989; Plucker & Renzulli, 1999; Tukey, 1986），雖然其所要發現的規則牽涉到數字，但所需的知識僅涉及中學程度的數字概念或常識，並不會牽涉到大量結構性的數學知識，因此數理背景或能力與其正確率是無關的。我們曾發現文、理學院背景的受試者在作業成功率上並無不同（20% vs. 21.2%，林緯倫與連韻文，2001）。其他研究者也曾使用過非數字題（吳庭瑜等，1998；Klayman & Ha, 1989），並未有研究結果顯示受試者在數字題與非數字題的表現有明顯不同。我們認為「2 4 6問題」和發散性思考測驗同樣是以一種語意符號呈現的題目，材料都是受試者熟知的一般性概念。若發散性思考測驗和「2 4 6問題」所測的創意是來自同一歷程而非兩個不同歷程，在答案不超出受測者的知識範圍的條件下，即便所用的語意符號有所不同，兩者的表現也不應完全無關，因此我們認為前述實驗二的結果無法只用知識領域不同來解釋。

此外也有其他證據進一步支持問題解決時假設產出的創意與發散性思考能力可能出於兩個獨立的認知歷程。由於我們的受試者也同時作了「新編創造思考測驗」與「詞彙判斷作業」，不同於「2 4 6問題」和後者的關係，前者所測量之發散性思考能力與後者所測量之遠距聯想能力間反而有顯著負相關。結果顯示強弱連結促發效果差異值與語文標準總分相關 $r = 0.25, p < .05$ ；與圖形標準總分相關 $r = 0.4, p < .01$ ，亦即促發效果差異愈小（在概念表徵上的連結層級愈平緩，代表創造力愈高），在發散性思考上的分數卻越低¹¹。另外，我們的另一研究也顯示工作記憶（working memory）負擔對於兩種創

造力作業的影響不同，增加工作記憶負擔有礙「2 4 6問題」中新角度假設的產生，進而降低解題成功率，但此操弄卻增加了受測者在發散性思考測驗中的表現，得分顯著地較未有工作記憶負擔者高（Lin & Lien, 2004）。

如前述，近年來發散性思考測驗逐漸修正題目至問題解決的背景中（e.g., 葉玉珠，2001; Facaoaru, 1985; Okuda et al., 1991）。我們所採用的新編創造力測驗仍屬較傳統的發散性思考測驗，是否我們的結果只適用於尚未修正之發散性測驗？以我們所知，目前的修正都集中在題目內容方面，評量因子還是沿用原本的四因子。我們認為只要所用的評量不包括適切性這個因素，仍舊無法排除受測者態度的影響（有人會排除不實用的答案，有人不會），這樣的修正是否能按照編製者心中的理想反映出目標導向的創造能力是值得懷疑的。

綜合討論

相較於過去以創作成就或是解決頓悟問題能力來探究創意問題解決能力，在本研究中我們藉「2 4 6問題」更細緻地以新角度假設的產出代表在解決問題過程中創造力的高低。我們以兩個實徵研究顯示新角度假設和代表創造力高低的觀念連結層級顯著相關，且攸關頓悟問題的成敗，但和代表發散性思考的測驗分數無關。這些結果支持發散性思考能力高並非解決創意問題的必要前提，兩者的關係小於過去研究者所認為的。

但我們並不認為上述結果代表了兩種創造力研究取向的其中一種是錯的，而是這兩種取向所強調的作業情境可能捕捉到兩種不同創造力的特性，亦即雖然兩者都強調想法的新奇性，但其中一種在想法產出時同時著重反應的適切性，具目標導向，強調想法的彈性而非總量，展現在解決有明確目標的創意問題上。另一種則強調開放性的聯想，不受限於實用的考量，能快速產生大量新奇的想法，但在目標導向的問題解決上並未特別突出。過去研究顯示有創意的科學家在發散性的創造力測驗中無法達到最高層次，能達到最高層次者多為藝術家（Smith, Carlsson, & Sandstrom, 1985; Smith & Danielsson, 1978），意味著發散性思考較適合描述藝術家的創意而非科學家。而科學家的發現能力與所面臨的作業要求較類似本研究所採用的問題解決作業（e.g., Tukey, 1986），其目標為描述外在世界的規律性，其假設不能違反公開之證據或現象，其想法除了新穎外，更需要考量適切性。若問題解決作業的創意與

發散性思考能力無關，表示在與藝術創意相關的測驗中表現優異並無法預測其在類似科學發現作業中的表現，可為藝術創造（creation）與科學發現（discovery）是否涉及相同心理歷程的分殊性爭議（Meyer, 1974; Stent, 1972, 2001）提供相關的證據，並顯示教育界或企業界以發散性思考測驗來篩選科學資優學生或是具解決問題能力的員工是否合適是值得再深思的。

我們的發現還有以下兩方面更積極的意涵：第一、相較於發散性思考測驗背後的假設，我們的發現隱含創造力是具領域特殊性的（domain-specific）。若目標導向問題解決能力和知識表徵的連結層級有關，則某一知識領域相關概念的連結層級有可能因經驗或訓練而改變，因而也可能改變在該領域的創意程度。本研究所採用的「詞彙判斷作業」材料僅涵蓋一般的語意知識，而「2 4 6問題」所需的知識是約中學程度的基本數字概念。換句話說，我們的研究結果顯示了在一般知識領域中高、低創造力者的個別差異。若進入特殊的知識領域，知識表徵當隨之改變，個人也可能具有不同的遠距聯想與創意解決問題能力。曾有研究顯示表現卓越的科學家在一般詞彙的聯想能力上與表現平庸的科學家並無不同，但在科學詞彙方面（例如：固態、中子等），前者的遠距聯想能力顯著較後者好（Gough, 1976）。

第二、我們的發現意涵對創造力訓練的新切入點。創造力是可以訓練的是許多研究者的共識（e.g., Amabile, 1983; Cropley, 1992; Perkins, 1990; Sternberg & Lubart, 1996），但訓練的課程多著重於促進想法的產生（見Nickerson, 1999），例如發散性思考的練習或是在問題解決的前提下進行腦力激盪（Osborn, 1953, 1963）。但研究顯示發散性思考測驗的得分雖然很容易經由訓練提升（Plucker & Renzulli, 1999），但無法類化到其他創造力表現，只侷限於與原訓練內容相關高的短期創意表現（Clapham, 1996）。Cropley（1992）認為此結果可能只代表了學習者對於訓練者指示的順從，反而是一種創造力的降低。另外，Parloff和Handlon（1964）認為腦力激盪法提供一個群體思考、無批評與增強新奇想法的環境，促使參與者盡可能產生各種想法，但此方式可能只是降低了自我批判（self-criticism）的標準，也就是促進了不經考慮即脫口而出的想法，因而可能降低想法的品質，並無法真正對問題的解決有所助益。上述的研究符合我們的發現，倘若無目標限制的發散性思考與有明確目標的創意問題解決能力無關，發散性思考的訓練對於解

決問題自然沒有幫助，也就是「想得多」並不一定「想得好」。

對於創造力訓練更為關鍵的，應在於如何能提升「好想法」的數量，而不只是單純提升想法的總數。根據我們的研究結果，訓練新角度假設的產生毋寧更為具體。我們過去研究發現若推理者在作業前期所產生的假設得到多次證據的支持後，即使在中、後期得到否證，在思索取代假設時，多不易跳脫原假設的範疇，以致持續在同一範圍中修正而失敗。若指導推理者每次產生兩個或兩個以上不同假設，雖然成功地增加推理者假設的個數，但卻反而降低解題成功率（Tweney et al., 1980）。我們過去的研究曾指出過多的假設會增加推理者的認知負擔，而使新產生的假設多屬修正性假設，無助於創意問題的解決，因此我們設計「有限的雙假設測試法」，指導推理者在測試初期（前四次測試）每次想兩個假設，成功地增加了新角度假設的產生，並使解題的成功率由四成不到提升到86%（林緯倫與連韻文，2001）。上述指導的成功顯示我們可以透過對新角度假設產出的瞭解，而促使成功解決問題的機率提高，提升解題者的創意。

附註

1. 若設定「2 4 6問題」等發現作業中所要發現的律則和推理者初期想到的假設一致或相仿，推理者以其原有思考角度即可解題，則不具頓悟問題特色。
2. Mednick和Mednick（1967）曾編製「遠距聯想測驗」（RAT），但此測驗並未直接檢驗其「連結層級假說」，且研究顯示RAT得分與其他創意表現間的相關並不高（Kasof, 1997）；而過去研究者也採用字詞聯想作業（word association test）來檢驗知識表徵（for a review, 李秀瓊，1999），但研究指出此作業易受動機等非認知因素影響（Joy, 2001）。
3. 由於「2 4 6問題」需要受試者較多的思考與耐力，故一律先於LDT與發散性思考測驗施行。大部分受試者（77.8%）基於實驗時間的控制，於第一週進行「2 4 6問題」與LDT，兩作業，第二週再進行新編創造思考測驗；少部分（22.2%）後兩作業的順序顛倒進行。事後分析顯示受試者在LDT以及新編創造思考測驗的表現不受和「2 4 6問題」同週與否的影響。同週與隔週組受試者在LDT強弱連結促發效果差異以及發散性思考測驗各因素分數統計考驗的 p 值皆大於.1，故所

有結果皆合併分析。

4. 此常模收集了 200 個大學生對某一特定詞彙所聯想到的第一個反應。
5. 促發效果發生在注意力介入前後的差別並未有定論，爲了得到較穩定的促發效果，除了 1000 毫秒「刺激起步時差」(stimulus-onset asynchrony, SOA) 外，本研究的受試者同時接受 250 毫秒 SOA 的另外 96 組詞彙，以分別代表注意力介入後以及自動化歷程的語意促發效果。兩種 SOA 的結果皆符合我們預期的方向，但在 SOA = 250 ms 時，受試者對目標項的反應時間顯著高於 SOA = 1000 ms 時，標準差也較大，我們認爲這可能代表在 250 ms 時受試者較沒有足夠的時間準備反應，也有可能是在很短的呈現及反應時間下，促發未能蔓延至遠距概念，以致高、低創造力者的差異較不穩定，因而影響到統計考驗的穩定。由於本研究的目的並非探討 SOA 對促發效果的影響，我們只報告結果較穩定的長 SOA 詞彙組的結果。
6. 關係範疇中有少數一些假設（如三數之和或乘積的性質等）並不屬於上述兩類（僅有小於 5% 的受試者提及），爲求簡約並未放入基本結構圖中，但在分析個別資料時會以新類別納入計算。
7. 研究中採用 t 檢定前先經過 Levene 變異數同質性檢定，當變異數同質性假設不符合時，利用 Welch-Satterthwaite 的自由度修正 (df) 來進行檢定，故會出現小數。7. 效果量 d 的計算則是根據以下的公式： $d = t[(1/n_1)+(1/n_2)]^{-.5}$ (Cortina & Nouri, 2000)，此處 t 爲經 t 檢定所得之統計值， n_1 是第一組的人數， n_2 是第二組的人數。此公式用於不等格設計的狀況。
8. 在此反應時間的計算不包括錯誤的反應以及不合理的反應時間（小於 300ms 或大於 3000ms），每位受試者在 2.5 個標準差以外的極端值也不納入計算。去除的反應數佔總反應之 4.25%。
9. 在創造力議題的研究中，以 0.1 作爲顯著水準的 α 值頗爲常見；效果量 .41 接近 Cohen (1988) 所定義的中效果量 ($d = .5$)。
10. 此測驗的的評分者信度在語文或圖形的流暢力、變通力、獨創力，均達到 .93 以上，圖形的精進力達 .79。而在效度方面，與拖浪司圖形創造思考測驗甲式中的「線條」活動比較，其語文分測驗在流暢力、變通力與獨創力之相關分別達 .52，之相 .47，以及 .20，圖形分測驗在這三方面相關分別爲 .75、.63 以及 .57。與拖浪司文字創造思考測驗乙式中的「空罐子」活動比較，語

言分測驗在前述三因素之相關分別達 .70、.62，以及 .08。圖形分測驗三因素的相關則分別爲 .55、.50 以及 .09 (吳靜吉，1998)。

11. 如前述，過去曾有研究指出 Mednick 的連結理論與發散性思考可能無關 (Coney & Serna, 1995)，但有負相關是頗出人意料之外的。我們認爲這代表有些高創造力者，尤其是問題解決能力佳者，非常著重想法的適切性，因此反而比一般在發散性思考的表現更差。

參考文獻

- 李秀瓊 (1999)。「高低創造力者在詞彙連結型態上有否差異？—檢驗 Mednick 的連結層級假說。」(未發表之碩士論文)。台北：國立台灣大學心理學研究所。
- 林緯倫與連韻文 (2001)。如何能發現隱藏的規則？從科學資優生表現的特色，探索提升規則發現能力的方法。「科學教育學刊」，9(3)，299-322。
- 吳庭瑜、吳明樺及洪瑞雲 (1998)。合作學習、解釋及發問架構提示對歸納推理表現之影響。「中華心理學刊」，40(2)，117-136。
- 吳靜吉 (1998)。「新編創造思考測驗研究」。教育部輔導工作六年計畫研究報告。執行單位：學術交流基金會。
- 洪振方 (1998)。科學創造力之探討。「高雄師大學報」，9，289-302。
- 陳妍靜與連韻文 (2002)。「合作如何幫助假設檢驗作業之表現？」第 41 屆中華心理學年會。台灣：台南。
- 陳學志 (1999)。「認知及認知的自我監控—中文詞聯想常模的建立」。國科會研究結案報告。
- 葉玉珠 (2001)。「國小中高年級學童科技創造力發展與其影響生態系統之動態關係」。國家科學委員會 NSC90-2511-S-110-006。
- Amabile, T. M. (1983). *The social psychology of creativity*. New York: Springer-Verlag.
- Brophy, D. R. (1998). Understanding, measuring and enhancing individual creative problem-solving efforts. *Creativity Research Journal*, 11, 123-150.
- Campbell, D. T. (1960). Blind variation and selective retention in creative thought as in other knowledge processes. *Psychological Review*, 67, 380-400.
- Chi, M. T. H. (1997). Creativity: Shifting across onto-

- logical categories flexibly. In Ward, T. B., Smith, S. M., & Vaid, J. (Eds.), *Creative thought: An investigation of conceptual structures and processes* (pp. 209-234). Washington, DC: American Psychological Association.
- Clapham, M. M. (1996). The construct validity of divergent scores in the structure-of-intellect learning abilities test. *Educational and Psychological Measurement, 56*(2), 287-292.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.) Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Coney, J., & Serna, P. (1995). Creative thinking from an information processing perspective: A new approach to Mednick's theory of associative hierarchies. *Journal of Creative Behavior, 29*(2), 109-132.
- Cropley, A. J. (1992). *More ways than one: Fostering creativity*. Norwood, NJ: Atherton.
- Dominowski, R. L. (1995). Productive problem solving. In Smith, S. M., Ward, T. B., & Finke, R. A. (Eds.), *The creative cognition approach* (pp. 73-96). Cambridge, MA: MIT Press.
- Dunbar, K. (1997). How scientists think: On-line creativity and conceptual change in science. In Ward, T. B., Smith, S. M., & Vaid, J. (Eds.), *Creative thought: An investigation of conceptual structures and processes* (pp. 461-494). Washington, DC: American Psychological Association.
- Esyenck, H. J. (1993). Creativity and personality: Suggestions for a theory. *Psychological Inquiry, 4*, 147-178.
- Facaoaru, C. (1985). *Creativity in science and technology*. Bern: Huber.
- Finke, R. A., Ward, T.B., & Smith, S. M. (1992). *Creative cognition: Theory, research, and applications*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Gough, H. G. (1976). Studying creativity by means of word association tests. *Journal of Applied Psychology, 61*(3), 348-353.
- Guilford, J. P. (1956). The structure of intellect. *Psychological Bulletin, 53*, 267-293.
- Guilford, J. P. (1963). Potentiality for creativity and its measurement. In Gardner, Eric F. (Ed.), *Proceedings of the 1962 Invitational Conference on Testing Problems* (pp. 31-39). Princeton, NJ: Educational Testing Service.
- Joy, S. (2001). The need to be different predicts divergent production: Toward a social learning model of originality. *Journal of Creative Behavior, 35*(1), 51-64.
- Kasof, J. (1997). Creativity and breadth of attention. *Creativity Research Journal, 10*, 303-315.
- Klayman, J., & Ha. Y-W. (1987). Confirmation, disconfirmation, and information in hypothesis testing. *Psychological Review, 94*(2), 211-228.
- Klayman, J., & Ha. Y-W. (1989). Hypothesis testing in rule discovery: strategy, structure, and content. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition, 15*(4), 596-604.
- Kuhn, T. S. (1970). *The structure of scientific revolutions*. (2nd ed.). Chicago: University of Chicago Press.
- Langley, P., Simon, H. A., Bradshaw, G. L., & Zytkow, J. M. (1987). *Scientific discovery: Computational explorations of the creative process*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Lin, W-L, & Lien, Y-W. (2004). *The influence of memory load on different creativity tasks*. In the 28th International Congress of Psychology. Beijing.
- Martindale, C. (1995). Creativity and connectionism. In Smith, S. M., & Ward, T. B. (Eds.), *The creative cognition approach* (pp. 249-268). Cambridge, MA: MIT Press.
- Mednick, S. A. (1962). The associative basis of the creative process. *Psychological Review, 69*, 220-232.
- Mednick, S. A., & Mednick, M. T. (1967). *Examiner's Manual: Remote Association Test*. Boston: Houghton-Mifflin.
- Meyer, L. B. (1974). Concerning the sciences, the art - and the humanities. *Critical Inquiry, 1*, 163-217.
- Milgram, R. M., & Rabkin, L. (1980). Developmental test of Mednick's associative hierarchies of original thinking. *Developmental Psychology, 16*(2), 157-158.
- Nickerson, R. S. (1999). Enhancing creativity. In Sternberg R. J. (Ed.). *Handbook of creativity* (pp. 392-430). Cambridge: Cambridge University Press.
- Oaksford, M., & Chater, N. (1994). Another look at eliminative and enumerative behavior in a con-

- ceptual task. *European Journal of Cognitive Psychology*, 6(2), 149-169.
- Okuda, S. M., Runco, M. A., & Berger, D. E. (1991). Creativity and the finding and solving of real-world problems. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 9(1), 45-53.
- Osborn, A. (1953). *Applied imagination*. New York: Scribner's.
- Osborn, A. (1963). *Applied imagination: Principles and procedures of creative thinking*. New York: Scribner's.
- Parloff, M. D., & Handlon, J. H. (1964). The influence of criticalness on creative problem solving. *Psychiatry*, 27, 17-27.
- Perkins, D. N. (1990). The nature and nurture of creativity. In Jones, B. F., & Idol, L. (Eds.), *Dimensions of thinking and cognitive instructions*. (pp. 415-443). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Platt, J. R. (1964). Strong inference. *Science*, 146, 347-353.
- Plucker, J. A., & Renzulli, J. S. (1999). Psychometric approaches to the study of human creativity. In Sternberg, R. J. (Eds.), *Handbook of creativity* (pp. 35-61). Cambridge: Cambridge University Press.
- Rickards, T. J. (1994). Creativity from a business school perspective: past, present and future. In S.G. Isaksen, M. C. Murdock, R. L. Firestein & D. J. Treffinger (Eds.), *Nurturing anti developing creativity: The emergence of a discipline* (pp. 155-176). Norwood, NJ: Ablex.
- Simonton, D. K. (1989). Chance-configuration theory of scientific creativity. In Gholsen, B., Shadish, W. R., Neimeyer, R. A., & Houts, A. C. (Eds.), *Psychology of science* (pp. 170-213). Cambridge: Cambridge University Press.
- Smith, GJW., Carlsson, I., & Sandstrom S. (1985). Artists and artistic creativity. *Psychological Research Bulletin*, 25, 1-26.
- Smith, GJW., & Danielsson A. (1978). Richness in ideas, ego-involvement and efficiency in a group of scientists and humanists: a study of creativity using a process-oriented technique. *Psychological Research Bulletin*, 18, 1-28.
- Smith, S. M., & Blankenship, S. E. (1991). Incubation and the persistence of fixation in problem solving. *American Journal of Psychology*, 104, 61-87.
- Smith, S. M., Ward, T. B., & Finke, R. A. (1995). Cognitive processes in creative contexts. In Smith, S. M., Ward, T. B., & Finke, R. A. (Eds.), *The Creative Cognition Approach* (pp. 1-8). Cambridge, MA: The MIT Press.
- Stent, G. S. (1972). Prematurity and uniqueness in scientific discovery. *Scientific American*, 227, 84-93.
- Stent, G. S. (2001). Meaning in art and science. In Pfenninger, K. H., & Shubik, V. R. (Eds.), *The origins of creativity* (pp. 31-46). New York: Oxford University Press.
- Sternberg, R. J., Kaufman, J. C., & Pretz, J. E. (2001). The propulsion model of creative contributions applied to the arts and letters. *Journal of Creative Behavior*, 35(2), 75-101.
- Sternberg R. J., & Lubart, T. I. (1996). Investing in creativity. *American Psychologist*, 51, 677-688.
- Sternberg, R. J., & Lubart, T. I. (1999). The concept of creativity: prospects and paradigms. In Sternberg, R. J.(Ed), *Handbook of creativity* (pp3-15). Cambridge: Cambridge University Press.
- Torrance, E. P. (1966). *Torrance Tests of Creative Thinking: Norms-technical manual*. Princeton, N. J.: Personnel Press, Inc.
- Torrance, E. P. (1988). The nature of creativity as manifest in testing. In Sternberg, R. J. (Eds.), *The nature of creativity*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Tukey, D. D. (1986). A philosophical and empirical analysis of subjects' modes of inquiry in Wason's 2-4-6-task. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 38A, 5-33.
- Tweney, R. D., Doherty, M. E., Worner, W. J., Pliske, D. B., Mynatt, C. R., Gross, K. A., & Arkelin, D. L. (1980). Strategies of rule discovery in an inference task. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 32, 109-123.
- Vartanian, O., Martindale, C., & Kwiatkowski, J. (2003). Creativity and inductive reasoning: The relationship between divergent thinking and performance on Wason's 2-4-6 task. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 56A, 641-655.
- Wagner, C. (1996). Creative behavior through basic

- inferences: Evidence from person-computer interactions. *Journal of Creative Behavior*, 30(2), 105-125.
- Wallach, M. A., & Kogan, N. (1965). Modes of thinking in young children: A study of the creativity and intelligence distinction. New York: Holt, Rinehart & Winston.
- Wallas, G. (1926). *The art of thought*. New York: Harcourt Brace Jovanovich.
- Ward, T. B., Smith, S. M., & Finke, R. A. (1999). Creative cognition. In Sternberg R. J. (Ed.), *Handbook of creativity* (pp. 189-212). Cambridge: Cambridge University Press.
- Wason, P. C. (1960). On the failure to eliminate hypotheses in a conceptual task. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 12, 129-140.
- Wason, P. C. (1977). 'On the failure to eliminate hypotheses...' – a second look. In Johnson-Laird, P. N., & Wason, P. C. (Eds.), *Thinking: Readings in cognitive science* (pp. 293-306). Cambridge, NY: Cambridge University Press.
- Weisberg, R. W. (1993). *Creativity*. New York: Freeman.
- Weisberg, R. W. (1995). Case studies of creative thinking: reproduction versus restructuring in the real world. In Smith, S. M., Ward, T. B., & Finke, R. A. (Eds.), *The creative cognition approach* (pp. 53-72). Cambridge, MA: MIT Press.



附錄、「詞彙判斷作業」刺激材料

	強連結			弱連結			無關連結		
	編號	促發項	反應項	編號	促發項	反應項	編號	促發項	反應項
真詞部分	1.	感冒	生病	1.	異邦	融合	1.	理解	初春
	2.	秋天	楓葉	2.	禮節	手帕	2.	耳罩	災胞
	3.	遊客	觀光	3.	發燒	急救	3.	耿直	企畫
	4.	白紗	新娘	4.	飯店	緋聞	4.	天倫	噴漆
	5.	加速	油門	5.	遊行	假日	5.	鄉下	鋼琴
	6.	鐵鎚	釘子	6.	絨布	眼鏡	6.	微笑	醜態
	7.	先烈	革命	7.	忽視	瞎子	7.	理論	心跳
	8.	捉妖	道士	8.	進香	乩童	8.	牡蠣	既然
	9.	黃昏	夕陽	9.	戒酒	癌症	9.	經典	住校
	10.	郵票	信封	10.	假造	口供	10.	豬舍	愛現
	11.	循環	血液	11.	爆炸	實驗	11.	瓦礫	老婆
	12.	燈芯	蠟燭	12.	陽光	雀斑	12.	產假	倒帳
	13.	優惠	打折	13.	物質	麵包	13.	團體	頭髮
	14.	水餃	絞肉	14.	頸子	連接	14.	幸福	乾洗
	15.	漂泊	流浪	15.	珠算	商專	15.	陸續	舒適
	16.	死板	固執	16.	蚌珠	河床	16.	暈船	形式
假詞部分	1.	刊物	啓靠	1.	旅行	跟象	1.	操作	岳程
	2.	閱卷	訊洞	2.	套餐	隙有	2.	補課	收斗
	3.	透明	總故	3.	得獎	線發	3.	漂亮	擎抽
	4.	哺乳	窟顏	4.	斷氣	字催	4.	捍衛	皮度
	5.	計倆	但諉	5.	和平	吃議	5.	剝離	使登
	6.	昆蟲	礦窈	6.	遛狗	將嗜	6.	先烈	革命
	7.	除臭	蜜緩	7.	慶祝	理爲	7.	盾牌	刻顧
	8.	虛心	窗手	8.	案例	類進	8.	剷除	愆廝
	9.	氣象	潘勁	9.	探險	吸銓	9.	模樣	婉落
	10.	說理	通縮	10.	野貓	降偏	10.	俊秀	謀巴
	11.	體溫	奈曲	11.	早晨	肅鎮	11.	典禮	給漫
	12.	謬思	信銜	12.	岔路	蒼莊	12.	神職	鮮電
	13.	報廢	聞缺	13.	座椅	晃盼	13.	守時	撤搞
	14.	總覽	事梳	14.	貶值	殘霍	14.	概要	輝疲
	15.	湯汁	雅深	15.	禮物	播罩	15.	杏仁	擲續
	16.	顯學	洋致	16.	思想	覺俚	16.	帶隊	彌奔

Is the More the Better? The Role of Divergent Thinking in Creative Problem Solving

Wei-Lun Lin Yunn-Wen Lien Chun-Hui Jen

Department of Psychology, National Taiwan University

It is often thought that divergent thinking is the base for solving problem creatively, for the more ideas an individual generates, the more likely he will hit the answer. This idea however has never been tested empirically, partly due to a lack of measurable index regarding the creativity of hypothesis generation. The current research therefore aimed at 1) defining an index featuring creativity in hypothesis generation; 2) investigating the relation between divergent thinking and creativity in problem solving, which has been reframed as a process of generating and revising hypotheses to reach a goal by many researchers. The authors argued that the “2 4 6 problem”, a rule discovery task which had long been regarded as a task involving inductive reasoning, could be regarded as an insight problem from the perspective of hypothesis generation, and therefore suitable for representing creativity in problem solving. Since many subjects who failed to discover the correct rule in “2 4 6 problem” were due to lack of perspective shifting while generating hypothesis, the authors therefore proposed that how different a new hypothesis is from the previous ones could serve as an useful index for creativity in problem solving. New-perspective hypotheses only referred to those hypotheses that located in different branches at the most and the second most abstract levels of the tree diagram composed of all the hypotheses generated in the “2 4 6 problem” by all the 81 subjects in the cur-

rent research.

Experiment 1 aimed at justifying the new index by establishing its relation with the association theory of creativity (Mednick, 1962). A Lexical Decision Task (LDT) was designed to measure the different abilities of remote association, indicated by the differences in priming effect between strong- and weak-associated word pairs. The results of 81 subjects from National Taiwan University showed that remote association ability significantly correlated with the generation of new-perspective hypotheses in “2 4 6 problem”, which then predicted the solving of the problem.

Experiment 2 then investigated whether the ability of divergent thinking would predict the creativity in hypothesis generation represented by the new-established index as well as the success in problem solving. The same group of subjects performed a Chinese version of Divergent Thinking Test (Wu, 1998) a week from Experiment 1. The results showed the scores of divergent thinking test predicted neither the creativity in hypothesis generation nor the success rate of solving the “2 4 6 problem”. Implications for distinguishing creativity required by art creation and scientific discovery as well as for enhancing creativity were discussed.

Keywords: 2-4-6 problem, hypothesis generation, divergent thinking, insight problem, creativity

