

合作設計過程中個人的創造潛能與團隊的概念衍伸 對設計成果之影響

唐玄輝* 林智文** 陳文誌***

* 台灣科技大學工商業設計系暨設計研究所

drhhtang@mail.ntust.edu.tw

長庚大學工業設計學系

**wayne6666@gmail.com

***wenzhi@mail.cgu.edu.tw

摘 要

本研究的主要目的，在於探討合作設計過程中，團隊成員的創造潛能、設計過程的認知變化、概念衍伸度等因素，對於設計成果與創意表現的交互關係。研究使用「新編創造思考測驗」量測受測者的創造潛能，並利用口語分析法對合作設計實驗的過程資料進行分析。設計過程資料使用設計內容導向編碼系統 (DCOCS) 加以編碼後，分別進行探索階段的預設結構 (PSEP) 比例以及概念衍伸度等分析。研究結果發現：1) 創造潛能組合相似的設計團隊，其設計成果不一定相同；2) 合作設計過程中，設計師的認知變化與創意展現和設計成果之間沒有顯著的關係；3) 團隊概念衍伸度較高的團隊，能得到較佳的設計成果。綜合上述結果發現，在合作式設計過程中，要產生良好的設計成果，最重要的是團隊所提出的設計概念需要經由成員的相互合作、持續地發展與衍伸。

關鍵詞：創造潛能、合作式設計、設計內容導向編碼系統 (DCOCS)、探索階段的預設結構 (PSEP)、
概念衍伸度

論文引用：唐玄輝、林智文、陳文誌(2009)。合作設計過程中個人的創造潛能與團隊的概念衍伸對設計成果之影響。《設計學報》，14(3)，51-71。

一、前言

科技的快速發展與產業經營模式的全球性變化，設計實務也跟著呈現工作專精化 (specialization)、授權化 (delegation)、分散化 (distribution)、與合作化 (cooperation) 等現象 (Haymaker, Keel, Ackermann, & Porter, 2000)，其中，合作式設計已成為提升設計創意與品質的重要方式，在設計實務與設計學術方面，引起許多的討論與研究。合作式團隊中有許多因素會影響設計成果，像是組成成員的創造潛能、設計能

力、成員之間的熟悉度、溝通默契、設計過程中設計師的相互刺激、知識交流、乃至於合作時設計概念的產生與演化等，都可能對於設計成果產生影響。以往的設計思考研究多聚焦在探討設計師個人的思考過程與內容，對於合作式設計過程與內容的討論較少。相對於設計思考的研究，創造力的研究對於團隊合作過程中影響成果的因素，卻已累積相當多的研究成果，但是，針對合作式設計過程的創造力研究卻是少見。本研究結合以上的領域，試圖分析合作式設計過程中影響成果的因素，並以創造力作為探討的主軸，從個人、過程、團隊等三方面進行，分別探討個人創造潛能、設計過程創造潛能、以及團隊概念衍伸度等變項，與合作式設計成果之間的關係。

二、文獻探討

2-1 創造力研究

創造力研究結合了許多不同的研究領域，研究的焦點包含認知測量、個性與驅動力、認知過程、組織架構、社會影響與歷史因素等 (Gardner, 1988)。由於創造性思考 (creative thinking) 的複雜度與多樣性，因此，創造力的定義也不斷地演進，目前較完整的創造力定義是包含五個開頭為 P 的英文字，分別是過程 (process)、產品 (Product)、人 (Person)、環境壓力 (Environmental Press)、及說服力 (Persuasion) (Brown, 1989; Simonton, 1990)，創造力的測量與評估必須包含以上五種元素 (Feldhusen & Goh, 1995)。但是，對於設計過程而言，較容易操作的創造力定義為：“如果一個設計概念是新的而且有價值，即具有創造力” (Warr & O’Neill, 2006)，所謂“新的”，是相對於參考基準 (referential context) 而言，並非沒見過的就是新的 (唐玄輝, 2006)，而所謂“有價值”，則是適切地滿足了設計問題的需求 (Lawson, 2005)。所謂的參考基準，可簡單的區分為歷史方面的創意或者個人歷程方面的創意；細分的話，可以分為以個人能力為主的擴散能力評量 (Torrance, 1979)、以認知或設計過程為主的活動、知識與連結 (Finke, Ward, & Smith, 1996; Gabora, 2002)、以團隊與組織為主的概念演化與成果表現 (Warr & O’Neill, 2006; Woodman, Sawyer, & Griffin, 1993)，以最終成果為基礎的創意評量等，而最後一種常見於設計領域中的研究。其中，以個人能力為主的擴散能力評量，所測量的能力多稱為“創造潛能”，而非“創造力”，所指涉的是測量中所顯示的天生能力，而非透過設計過程或設計物所展現的創造力。本研究試圖透過個人創造潛能、設計過程、團隊概念等三個參考基準，研究何者與最終創意成果具有相關性，進而探討對於合作式設計成果的影響。

2-2 合作設計研究

目前有關合作設計的研究多集中於分析團體 (group) 與小隊 (team) 間的差異 (Paulus, 2000)，較少針對合作式設計的過程進行研究。設計過程中所面對的大都是複雜難解的問題，要解決這些問題，設計師的合作觀念是一個非常重要的因素 (Cross & Cross, 1995)。Warr 和 O’Neill (2005a) 認為，過去文獻運用擴散性思考理論來分析合作式設計的貢獻時，對於合作式設計的模式並未給予正面的肯定，其主要的原因，是由於過去的文獻對於擴散性思考的探討，多偏重於流暢性與獨創性的考量。但 Warr 和 O’Neill (2005a) 的研究發現，討論模式與分開思考等兩種不同的團隊合作模式，對設計過程中的流暢性與獨創性的發揮，並沒有明顯的差異。在設計過程中，產生越多橫向 (水平) 思考與擴散性思考，被認為是創意的表現，而變通力則是可以有效測量此數據的指標。Warr 和 O’Neill (2005b) 從其研究中發現，合作式設計真正的價值，應該在於變通力方面的表現，合作式設計所展現出的價值並非是概念數量的多寡，而是過程中概念所涉及及不同層面的價值體現。變通力所代表的意義並非在於概念的數量，而是在於概念

的品質。此外，非同地合作也是重要的議題 (Olson & Olson, 2000)，設計運算領域對於合作設計的研究則著重於如何輔助此一設計過程 (Wang, Shen, Xie, Neelamkavil & Pardasani, 2002)。

2-3 個人創造潛能

在以個人創造力為主要的研究方面，毛連塹、郭有遙、陳龍安與林幸台 (2000) 曾對創造力定義的觀點歸納出八種主張：1) 問題解決之能力；2) 運用思考之能力；3) 創新事物之能力；4) 自我實現之能力；5) 創造人格傾向；6) 聯舊結新之能力；7) 多元能力組合；8) 與綜合表現論。而有關創造力的研究則多以 Guilford 所提出的擴散性思考作為基礎理論 (毛連塹等人, 2000)。Guilford (1957) 認為，擴散性思考的特色是多樣性的反應所產生，而這些反應不完全是由已知的內容所推得，他並進一步提出「智力三維結構」模型，認為創造性思考的核心，是智力三維度中處於第二維度的「擴散性思考」。Torrance (1974) 依據 Guilford 的理論，發展出「拓弄思創造思考測驗 (the Torrance test of creative thinking)」，並提出關於擴散性思考的四個主要特徵：

1. 流暢性 (fluency)：短時間內能表達出的觀念和構想數量。
2. 變通性 (flexibility)：能從不同角度靈活的思考問題。
3. 獨創性 (originality)：具與眾不同的想法和獨特的解題思路。
4. 精密性 (elaboration)：能想像與描述事物或事件的具體細節。

擴散性思考已成為評量創造性思考的重要指標，Guilford (1956) 與 Torrance (1974) 等兩人，被認為是創造力心理測量學派主要代表人，他們編著的創造力測驗工具已經被廣為使用，類似的創造性思考測驗通常被稱為 Guilford-style 創造力測驗。以擴散思考為指標而編制的測驗，主要用來評量受測者的流暢力、變通力、獨創力和精進力等。「智力三維結構」模型已被重複檢視與修正 (Bachelor & Michael, 1997)，但是「拓弄思創造思考測驗」依然具有其效力，目前創造力心理測量學已廣泛用於人員評鑑及教育訓練等領域。針對創造潛能測驗評比方式，郭有遙 (2001) 提到，在拓弄思 (Torrance) 的研究中不建議將創造潛能的流暢性、變通性、獨創性與精密性直接的相加，來象徵創造潛能的高低，較佳的方式是將各種概念的涉及範圍加以分析，將每一種特性的數據加以定義，來解釋不同層面的創造能力。有關創造潛能的評估方面，吳靜吉、陳嘉成與林偉文 (1998) 針對台灣的用字與文化，改良「拓弄思創造思考測驗」，編製「新編創造思考測驗」作為量測的工具，除保有原有測量的精神，更加強其實用性；而詹銘瑄 (2002) 曾以中原大學室內設計系學生為受測者進行測試，發現其圖形創造思考測驗與文字創造思考測驗，都有一定的信效度。林美玲 (2006) 在其研究中，也曾使用此工具對長庚大學工業設計系全系學生進行創造潛能的測驗。在創造力研究不斷演變的此時，回頭省思依據 Guilford 的理念所編製的創造力測驗，雖然受到各種的質疑與批評，但不足以全盤否定此一取向的研究成果 (吳靜吉等人, 1998)。目前，使用擴散性思考測驗的目的，已不再只是將其作為創造表現或成就的評估，而是將其視為「創造潛能」的預測或估計值 (Runco & Chand, 1995)。

2-4 設計過程的創造潛能

設計思考領域的研究，大多著重於設計過程的探討，目前較為成熟的模型，包含了資訊處理模型、看-動-看模型，以及雙重搜尋模式等，此類模型多著重於設計過程中設計的演進，以及設計師的認知活動，其中問題與解決空間的共同進化 (co-evolution) 模型試圖詮釋設計過程中創意的產生 (Dorst & Cross, 2001)。設計過程的認知研究多以草圖與問題解決作為研究主軸 (Purcell & Gero, 1998)。草圖具有兩種主

要的功能，一是將心中的影像具體呈現，二是透過視覺感知，產生新的視覺畫面 (Goldschmidt, 1994)，作為設計構想時的刺激，成為概念與設計師之間對話的橋樑，進而引發設計創意 (Suwa, Gero & Purcell, 2000)。設計思考相關的研究方法眾多，其中，基於心理學的資訊處理理論所衍生的口語分析研究法，是最常使用作為了解設計師如何解決設計問題、設計活動如何進行的研究方法 (Newell & Simon, 1972; Simon, 1983)，其作法是經由設計活動的實驗，記錄實驗者在設計期間的口語資料，透過編碼後的口語資料 (protocol) 來了解設計思考的過程。

有關口語分析應用於設計過程的創造潛能方面，Tang 和 Gero (2002) 曾提出，以探索階段的預設結構 (Preinventive Structure in the Exploratory Phase, PSEP) 比例來測量設計過程中的創造潛能，代表單一設計過程中創意產出的可能性，測量的主體是參與設計過程的設計師，測量的內容則為設計師認知活動的變化。PSEP 的定義，是指在概念發展階段中，單一概念間的結構關係，可用以了解概念發展過程中所提出的概念，是新的概念，還是先前概念的衍生概念，藉以了解設計思考過程中的創造潛能。透過設計師的認知行為，PSEP 所測量的是個人設計過程的創意認知的變化，即創造潛能的高低，主要的計算方式是透過編碼過的口語資料，分別計算設計師於感官層 (physical)、視覺層 (perceptual)、機能層 (functional)、概念層 (conceptual) 等不同層次的活動，並以第二次出現的衍伸活動為主，衍伸的意義為衍生於原有概念並延伸之。計算時以斷句為單位，公式以具有 PSEP 的斷句數除以總斷句數 (唐玄輝, 2006)。

2-5 設計團隊的創造潛能

部分的文獻質疑，合作式設計的價值在於概念數量的增加，他們認為以非討論模式分開進行設計時，可以提出較合作時更多的概念 (Taylor, Berry, & Block, 1958)。Demhis 和 Valacich (1993) 的研究指出，以分開形式進行設計的團隊，其所提出的概念數量為合作形式的兩倍。以創造潛能而言，分開形式的團隊在流暢性 (fluency) 與獨創性 (originality) 方面有較佳的表現，然而其變通性 (flexibility) 的表現較差，無法從不同角度靈活的思考設計問題。Warr 和 O'Neill (2006) 透過一系列的研究，使用流暢性 (fluency) 與獨創性 (originality) 作為評價合作設計價值的標準，針對分開及合作型式團隊進行研究，在過程中控制溝通的因素，結果發現，兩種不同團隊的設計成果並無顯著的差異。因此，他們進一步的探討兩種團隊模式在變通性方面的表現，結果發現兩種團隊在概念數量的產生方面並沒有顯著差異，然而，每一種概念的平均討論數，合作型式的團隊明顯地大於分開型式的團隊，說明了合作式團隊的價值，不在於概念產生的數量，而是以變通力為主，讓每一個概念在討論過程中衍生不同的數量及延伸不同的變化，也就是概念衍伸度 (唐玄輝、林智文、蕭貴雲, 2009)。另外，需要注意的是有關創造力的影響因素，除了個人的創造潛能與設計過程外，社會環境型式的創造力研究提出，還需要在合適的時空環境下，受到學門的認可，社會大眾的認定，進而改變領域的文化，才算是創造力的展現 (Csikszentmihalyi, 1997)。

三、研究方法

本研究經由創造潛能測驗與實驗性的合作設計專案，收集相關的資料，進行分析。個人創造潛能的量測，以吳靜吉等人 (1998) 編製的「新編創造思考測驗」測量受測者的文字與圖形變通力，並以此兩項的分數作為創造潛能的分數進行後續的分析。實驗的過程，以口語分析法配合 PSEP 進行編碼與分析，設計的成果則由專家進行評量，以取得設計成果與創意表現的分數。詳細的研究過程、使用的設備與資料收集方法，說明如下。

3-1 研究目標

延續文獻探討的結果，本研究主要探討合作式設計中影響設計成果的創意因子為何？是個人的創造潛能、設計過程的創造潛能、還是設計團隊的概念衍伸？主要的研究目標為：

1. 透過新編創造思考測驗，了解個人創造潛能與設計成果之間的關聯性。
2. 透過設計過程的創造潛能，了解設計過程中的創造潛能與設計成果間的關聯性。
3. 透過合作團隊的概念衍伸程度，了解設計團隊的概念衍伸與設計成果的關聯性。
4. 透過個人、過程、團隊三個面向，檢視影響設計成果的因素。

3-2 受測者

本研究以長庚大學工業設計學系三年級的學生為受測對象，徵求 20 位自願者參與實驗設計專案，並以 2 人一組的方式，進行該實驗設計。研究指出，成員間的熟悉度對於合作成果有影響 (Gruenfeld, Mannix, Williams & Neale, 1996)，自願分組可讓不同組之間的熟悉度一致，另一種分組的方式為能力分組，但設計能力的評量並無一致的標準，再加上無法控制組內的熟悉度，因此，本研究採取自願分組方式。在分組的人數方面，由於學生間較常出現的合作方式為 2 人一組的模式，因此採用 2 人一組的方式，方便實驗的進行且符合現況。

3-3 創造潛能測驗

由於設計系所的學生較其它領域的學生更常接觸新奇事務，若無法獲得適切的變通力常模，也就是變通力的通用評判標準，便無法適切的評估其創造力，因此較不適用舊版的 Torrance 創造思考測驗。本研究的對象為工業設計系學生，為了解受測者的創造潛能，研究使用吳靜吉等人 (1998) 所編製的「新編創造思考測驗」作為施測的工具，測驗的內容包含了圖形的流暢力、文字的流暢力、圖形的變通力、文字的變通力、圖形的獨創力、文字的獨創力，以及圖形的精進力等 7 項，由於林美玲 (2006) 已針對本研究受測者施行「新編創造思考測驗」測驗，因此本研究引用其創造潛能測驗數據。根據文獻的探討，本研究主要針對文字變通力與圖形變通力進行研究，以受測者的文字與圖形變通能力作為其創造潛能的代表分數，該 20 位受測者的創造潛能測量結果，如表 3-1 所示。其中團隊 A、C、D、H 成員的創造潛能組成結構類似，都是高配低，而且，差距接近或是超過 20 個名次。

表3-1 受測者的創造潛能測量結果

團隊	成員1	變通力				成員2	變通力				排名相差
		文字	圖形	排名	加總		文字	圖形	排名	加總	
A	A1	7	9	26	16	A2	12	17	3	29	23*
B	B1	9	14	11	23	B2	9	12	17	21	6
C	C1	16	13	1	29	C2	8	10	24	18	23*
D	D1	10	8	23	18	D2	12	13	5	25	18*
E	E1	8	11	22	19	E2	9	13	15	22	7
F	F1	12	11	10	23	F2	10	9	19	19	9
G	G1	14	15	2	29	G2	11	11	14	22	12
H	H1	8	4	29	12	H2	9	15	8	24	21*
I	I1	13	10	9	23	I2	7	16	13	23	4
J	J1	9	10	20	19	J2	8	11	21	19	1

3-4 實驗設計專案

本研究以競賽模式進行 10 組的合作設計專案。設計過程中所面對的大都是複雜難解的問題，要解決這些問題，設計師團隊的合作觀念是一個非常重要的因素 (Cross & Cross, 1995)。過去的研究發現，溝通的行為對參與成員的創造力是最大的阻礙 (Warr & O’Niell, 2006)，因此本研究的實驗設計專案由受測者以自行組隊的方式報名參加。為了讓受測者可以了解實驗的流程並熟悉實驗的環境設定，實驗分為設計模擬實驗與正式實驗。設計模擬實驗所使用的設備與程序和正式實驗相同，但其設計主題與正式實驗不同且時間較短。另外，正式的實驗中，每一個設計團隊分別運用傳統與數位兩種不同的媒材進行設計，媒材的設置將在下節中說明。

3-4.1 實驗設計主題

由於本研究於兩種環境進行設計，為避免重複執行相同題目影響創意與成果，因此，實驗設計以相同主題下設定 2 個不同的子題進行設計實驗。另外，本研究所探索的是透過設計師原有的創造潛能，於設計過程中所展現的創造力，並非開放式的概念發想，因此，需要提出產品的功能需求。為了讓參與者能有寬廣的想像空間，並發揮設計潛能，同時，又可以在規定時間內完成。本研究選定學生經常使用的「隨身碟」作為設計主題，同時加上「防身」與「喚醒」的設計條件，以增加题目的趣味性與想像空間，在實驗的時間範圍內，了解受測者於設計過程中概念衍伸情況及創造力的相關議題。

3-4.2 實驗設計

實驗的環境包含傳統 (traditional) 與數位媒材 (digital) 的合作式環境，如圖 3-1 所示。傳統的合作式環境包含一張大桌子 (長寬為 110 x 225 CM，高度為 75 CM)、紙和筆，合作者並肩而坐。數位的合作式環境，則透過網路連結兩個房間，每個房間有一位合作者，合作者透過遠端操控軟體共享桌面，透過 MSN 的視訊會議，可以看到合作者的臉部表情與手勢，實驗使用的數位媒材，是以 WACOM 的 21 吋觸控板螢幕，搭配 Alias SketchBook Pro 軟體，完全模擬傳統的紙筆工具。實驗環境的配置比較，如表 3-2 所示。有關傳統與數位媒材對於設計成果的影響方面，Tang 和 Lee (2009) 曾透過口語認知實驗，欲比較證明本研究所設置的數位合作環境與傳統媒材 (紙跟筆) 的差異性，結果卻證明合作環境相似，原因是視訊會議與共享的觸控螢幕，形成如共同空間 (copresence) 的效果。觸控螢幕與 Alias SketchBook Pro 軟體完全模仿傳統紙筆的操作，連結原有的紙筆使用經驗，受測者經過熱身試用便可熟悉。研究結果發現數位合作環境的使用及其熟悉度，並不會對設計成果產生影響，因此本論文沿用此組資料，並將傳統與數位環境視為控制變因，成果將呈現 10 組設計團隊於傳統與數位環境下的設計過程，共計 20 組資料。

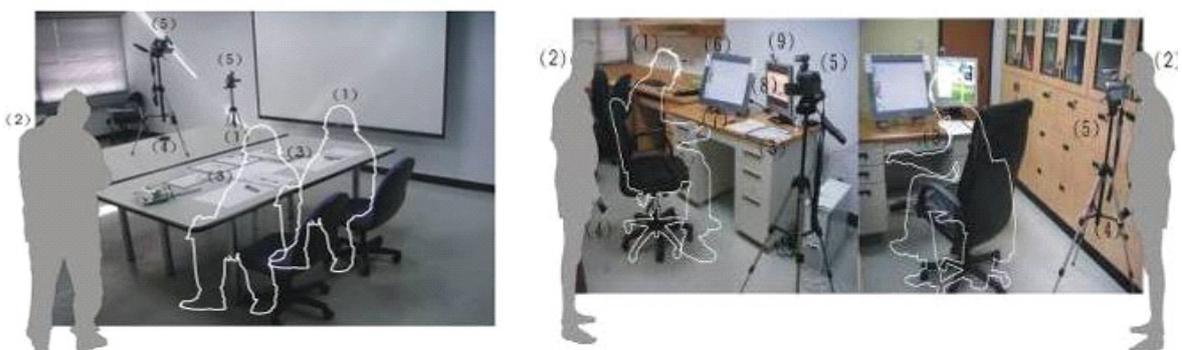


圖 3-1：實驗環境設定 (左側為使用傳統媒材的設計環境，右側為使用數位媒材的設計環境)

表3-2：傳統與數位合作環境的比較

	傳統環境	數位環境
位置	同地	虛擬同地 (透過Ultra VNC分享桌面)
溝通	面對面	虛擬面對面 (透過MSN的視訊會議與獨立的螢幕)
媒體	紙與筆	虛擬的紙筆 (透過Wacon Cintiq 21數位板及Alias SketchBook Pro繪圖軟體)

實驗設備主要分為兩大類，一類為提供受測者進行設計所需的設備與工具，另一類則為記錄設計過程所使用的設備。提供給受測者進行設計活動的設備包含了繪圖工具、實驗流程說明書，以及設計過程所需的資料卡。每個實驗空間均配備兩台數位攝影機，一台微觀的記錄設計過程的繪圖動作，一台巨觀的記錄受測者的肢體動作及空間活動，兩者均包含影音資料的記錄。

3-4.3 實驗設計程序

實驗設計專案進行的過程區分為 4 個階段：實驗流程說明、熱身實驗、正式設計實驗以及最後的設計案發表。第一階段為實驗流程的說明，在實驗開始時先給予受測者實驗流程說明書，並加以解說，讓受測者了解實驗的目的與流程，以及實驗必須配合的事項。第二階段為熱身實驗，讓受測者在正式設計議題進行之前，進行簡短的練習，熟悉環境與工具的使用，讓正式實驗可以更為順利。第三階段為正式實驗，此階段給予參與者 60 分鐘的設計時間，受測者必需在時間內依要求完成設計。第四階段則為設計成果的發表，每組成員有 3 分鐘時間，介紹說明其設計的特點。每一團隊進行 2 次的實驗，分別使用傳統與數位兩種不同設計媒材，進行的順序由抽籤決定。

3-4.4 設計成果評量

實驗設計專案中 10 組設計團隊的 20 件設計成果，由 6 位專業設計師共同進行評鑑。專業設計師經由觀看先前錄製的 3 分鐘成果發表影片，並參考其最終呈現之 A3 表版，分別針對設計理念、功能層面、材質運用、情境傳達、概念創意、外觀造型與設計完整性等項目進行評分，給分方式為 1~9 分。

3-5 資料收集與分析

本研究所收集的資料包括了受測者的「創造潛能」分數、實驗過程中的各項口語與繪圖過程的影音資料，以及實驗設計成果的評量分數。研究中以變通力作為創造潛能的代表分數，由於創造潛能中的分數為個人分數，為比較合作設計中的創造潛能與設計成果間的關係，因此在比較進行前，先將團隊中兩位成員的創造潛能經由標準化，整理成一個可代表團隊創造潛力的數值，以進行比較。而在概念衍伸度的分析方面，則使用口語分析的方式，先將設計過程的影音資料，轉為逐字稿，再配合相關的草圖資料進行編碼。編碼方式首先使用以認知心理為基礎理論的設計內容導向編碼系統 (Design Content Oriented Coding Scheme, DCOCS) 進行編碼，以探討團隊的設計過程，接著再以探索階段的預設結構 (PSEP) 比例，針對概念評估創意產生的可能性，最後觀察合作設計成果和概念延伸度之間的關係。

四、編碼與分析架構

本研究使用口語分析法對於設計過程中的各種資料進行編碼與分析，編碼方式採用 DCOCS 的編碼系統，同時引用 PSEP 進行分析，以下說明編碼系統，並以範例說明 PSEP 分析方式。

4-1 斷句定義

口語資料的分析，首先需要針對內容進行斷句，由於設計動作與回溯口語有多種可能的情況發生，本研究將不同斷句的類型逐一列出，以作為斷句的操作依據。一般口語資料的斷句，以內容所傳達的意圖作為斷句的基準，主要的原則為利用設計師的意圖來斷句，當設計者的思考，從原先的意圖轉移到另一個意圖時，則加以斷句；而當一段話語內容包含了多個意圖時，就必須將這些話語依其意圖分別劃分為數個斷句。本研究的主要分析內容為合作設計的案例，為讓資料的分析更為合理，本研究針對團隊口語資料的斷句，增加了以下兩項原則：1) 雙方交替發言時：團隊討論過程中，交替發言的過程代表一個新斷句的產生，若一位受測者發言未中斷，但由於另一位受測者發言而中途打斷，將被計算為兩個不同的斷句；2) 透過肢體動作表達時：討論過程中，當受測者透過肢體動作來表達概念時，和口語表達方式有所區別，甚至表現的意義上也不同。因此當受測者透過肢體動作傳達想法時，將之編為一個新的斷句。

4-2 設計內容導向編碼系統的操作型定義

在斷句後選擇以 DCOCS 進行編碼，此一編碼系統的特性在於將設計的片段，以屬性、內容、肇因等三個不同角度加以分析，此方法可以有效的驗證以設計內容為導向的認知實驗 (Tang, 2003)，藉此了解何種類型的設計動作在此時產生、有何含意、導因為何，從視覺刺激到腦中的邏輯推理，都能清楚的加以區分與界定。由於單人放聲思考與合作設計過程中，表達概念時所呈現的口語資料有所差距，因此本研究除了應用 DCOCS 的感官、視覺、機能與概念等四個層次的定義外，更針對合作設計的作業型態，進行編碼上的修正。本研究的主要編碼重點在於受測者的設計過程與互動，以及每一個斷句之間所產生的行為層次與其延續性，因此對於各層級的子類別，則不做個別的分析與討論。

4-2.1 感官層定義

感官層包含與外在世界接觸的感官活動，例如，眼睛讓我們看到外界，是整個認知過程的第一步。這個階段並不包含動作的辨識或是判斷，如果是看的動作，那我們單指看的動作，至於看到什麼或是想看什麼，並不包含在這個階段。在本研究定義的感官層中，尚未判斷這些圖形元素的意義，只針對受測者執行的動作加以編碼，因此，不管是畫圖的精細度或是否達到意義上的傳達，只要是圖形的描繪，都歸類於「畫」。而文字的描寫，無論是否與概念主題相關，只要是文字上的描寫，都歸類於「寫」。

4-2.2 視覺層定義

視覺層包含感受到視覺特性以及空間關連的活動。視覺層的內容主要包含：元素特徵，如形狀、尺寸等；元素之間的關連性，如相近、交叉等與空間相關的視覺感知；以及元素之間的比較。視覺層的特徵是尚未涉及意義的層面，僅僅只是一種視覺現象，因此本研究將傳達的視覺特性分為六種，空間、外觀、尺寸、具體、幾何、細節。值得注意的是，在合作式設計過程中，感官層與視覺層的資料並不完整，因為多數的感官層與視覺層活動，發生在設計師各自的認知過程中，當合作時此類訊息較少出現在溝通的對話中，而本研究的口語資料是集中在溝通的對話上，因此感官層與視覺層的資料將不具參考價值。

4-2.3 機能層定義

單人的機能層活動可分為兩種類型：1) 對具體物加以詮釋：當被詮釋的物體是設計者所看或所繪的圖形元素時；2) 對心像物加以詮釋：當設計者詮釋的物體屬於心像時，無法分辨相關的元素。團隊的對話和單人口語有所差距，對於視覺屬性或空間特徵產生的反應，會以產生新名詞等方式更具體地賦予意義。因此本研究除了直接將表達的字詞分類為概念，更進一步分析對話中具體所指的意義，將不同形容方式的延續性討論，編碼為同一個項目，並依其出現的次數加以累積，標示於詮釋名詞後方的括弧中，如“口哨 (2)”代表口哨此一議題第二次出現。

4-2.4 概念層定義

合作設計過程中，由於將部分思考內化，在目標設定與知識連結的部分，透過口語資料的觀察並未能明顯的加以闡述，而是轉化為另一種溝通的形式加以表達。因此，在概念層中，本研究將其定義為討論內容中提出切題的想法之外，進一步描述其使用方式、進一步定義，或是由機能層概念衍伸而來的細節考量，都編入概念層中。概念層的標示如同機能層，包含討論的議題與出現的次數，如拉拉環 (3)、聲音 DIY (1)、防誤繃 (6)，而所有層次的編碼範例將在以下的段落作詳盡介紹。

4-3 編碼範例

透過上述對原來 DCOCS 編碼的定義，以及本研究針對合作設計過程所做的修改，以下將以實際合作設計過程的口語資料範例，進行編碼的說明。表 4-1 為編碼的範例，其中包含口語資料與設計過程影片之整理資料。

表4-1：合作設計過程編碼範例

斷句數	時間	內容	感官層	視覺層	機能層	概念層
22	1:20	A: 噴霧類，還有...電擊			噴霧 (3) 電擊 (2)	
23	1:23	(紙 A 畫長方形，無特殊意義)	畫	幾何 (1)		
24	1:26	(紙 A 寫下“噴”)	寫	寫概念 (1)	噴霧 (4)	
25	1:29	A: 然後你就按個開關，然後小小的，然後很近很近		尺寸 (1)	開關 (1)	按開關 (1)
26	1:30	B: 妳插到電腦，自己就爛掉了好不好!			電腦 (1)	插電腦 (1)
27	1:33	A: 妳可以不要開啊			隨身碟 (1)	按開關 (2)
28	1:35	B: 你一不小心按到，電腦就爆炸!			電腦 (2)	按開關 (3)
29	1:38	A: 怎麼會呢?				
30	1:39	B: 電腦一定會爆炸啦!			電腦 (3)	
31	1:41	B: 好啦，噴的還有什麼			噴霧 (5)	

從上表列舉出的範例來觀察，在斷句 22 之中，受測者在設計過程時間點 1:20 時，針對於「防身隨身碟」的設計主題提出噴霧以及電擊的想法，噴霧與電擊分別是第 3 次與第 2 次被提出，因此在機能層中有兩項編碼結果，分別為「噴霧 (3)」以及「電擊 (2)」。以感官層而言，在斷句數 23 與 24 中 A 設計者進行了畫圖與編寫的動作，因此在感官層中出現了「畫」與「寫」的動作，此外在斷句數 23 中進行了幾何圖形的編輯，且是整個設計過程第一次對於幾何的編輯，所以視覺層中出現「幾何 (1)」的編碼結果。在斷句數 24 中，以寫的方式編輯了設計概念，且亦是設計過程中第一次進行寫概念的動作，因此編碼結果為「寫概念(1)」。

在斷句 25 中，由於視覺層還包含空間、外觀、尺寸、具體、幾何與細部的表達，而在斷句中受測者 A 表達出「小小的開關」之想法，因此在視覺層的編碼結果為「尺寸 (1)」，而其所指具有機能意義的概念為開關，且此概念在設計過程中第一次被提出，因此編碼結果為「開關 (1)」。而關於「小小的開關」這一個想法，其富有實際機能的「開關」的操作執行為「按開關 (1)」。如果斷句 25 中的編碼方式，在斷句 26 中受測者 B 提出質疑的概念，並提出與原概念有關之電腦的議題，以及將物品插入電腦可能形成的不妥，進而加以否定 A 原來的想法。因此斷句中的編碼結果為「電腦 (1)」以及插電腦的動作編碼為「插電腦 (1)」。

在斷句 27 到斷句 30 之間，兩位受測者持續的針對著在隨身碟上設置開關以及插電腦之間的問題，並提出彼此之看法，直到斷句 31 才稍微終止此討論議題。因此編碼結果從討論之內容加以整理，而非單純以字面上的內容進行編碼。在斷句 27 中，受測者 A 說：「妳可以不要開啊！」從前後連貫與影片的觀察後發現，他所指的是不要打開隨身碟上的開關，因此機能層編碼結果為「隨身碟 (1)」與概念層的編碼結果為「按開關 (3)」。本研究將透過上述引用 DCOCS 編碼產生的團隊編碼方式，將包含設計過程的口語、手繪、手寫之資料加以整理，藉以分析與討論合作設計過程。

4-4 探索階段的預設結構 (PSEP) 比例

探索階段的預設結構 (Preinventive Structure in the Exploratory Phase, PSEP) 是指在概念發展階段所提出概念間的結構關係，其可以用來了解設計思考過程中所提出的概念，是屬於新提出的概念，還是先前的概念所衍生的概念，藉以了解設計思考的過程。透過設計師的認知行為，PSEP 所測量的是個人認知過程中，創造潛能的高低，其計算是利用編碼過的資料，分別計算感官層、視覺層、機能層、概念層中的活動，並以出現二次(含)以上的活動為主，計算時以斷句為單位，所以是具有探索階段的預設結構的斷句數，除以總斷句數 (Tang & Gero, 2002; 唐玄輝, 2006)，成為 PSEP 比例，其計算公式如圖 4-1 所示。以表 4-1 的編碼範例而言，假設它代表的是完整的設計過程，段句 22 具有噴霧 (3) 及電擊 (2)，所以是具有探索階段的預設結構的斷句，段句 25 具有尺寸 (1)、開關 (1)、按開關 (1)，都是第一次出現的活動，所以不算是具有探索階段的預設結構的斷句，段句 29 沒有任何的認知活動，所以是不具有預設結構的斷句。整體而言，段句 22, 24, 27, 28, 30, 31 具有探索階段的預設結構，而斷句 23, 25, 26, 29 不具有探索階段的預設結構，因此具有探索階段的預設結構比例是 0.6 (6 除以 10)。

$$\frac{\text{具有探索階段的預設結構的斷句數}}{\text{總斷句數}} = \text{探索階段的預設結構比例 (PSEP)}$$

圖 4-1：探索階段的預設結構比例 (PSEP) 計算方式

4-5 概念衍伸度

為了計算設計過程中概念發展的狀況，本研究參考 Finke et al. (1996) 的「產生發展模型」以及 Warr & O'Niell (2006) 對於溝通模式團隊與非溝通模式團隊的研究，提出「概念衍伸度」計算模式。概念衍伸度是指設計過程中概念總數與概念種類的比值，其意義為設計團隊對於提出的概念，能進一步的討論並賦予更多價值，而計算的方式如圖 4-2 所示，將所有在機能層與概念層中出現的概念總數除以概念種類總數。概念衍伸度的計算是將團隊視為一體，以過程中產生的概念做為觀察重點。

$$\frac{\text{概念總數}}{\text{概念種類}} = \text{概念衍伸度}$$

圖 4-2：概念衍伸度計算方式

以表 4-1 的編碼範例而言，機能層與概念層中出現的概念總數共有 13 項，分別是噴霧 (3)、電擊 (2)、噴霧 (4)、開關 (1)、按開關 (1)、電腦 (1)、插電腦 (1)、隨身碟 (1)、按開關 (2)、電腦 (2)、按開關 (3)、電腦 (3)、噴霧 (5)，而類別只有 7 項，分別是噴霧、電擊、開關、按開關、電腦、插電腦、隨身碟，所以概念衍生度是 1.86 (13 除以 7)。

五、結果與檢定

本節將說明各項資料的整理與分析、檢定結果，以下分別就創造潛能以及概念衍伸度對於設計結果的影響進行說明。

5-1 創造潛能分析結果

以下就受測者的創造潛能測驗結果，以及創造潛能對於設計成果的影響等問題進行說明與討論。

5-1.1 創造潛能與創意表現

二十位受測者創造潛能的評分依據為 Torrance 創造潛能測量之數據高低，在 Torrance 的研究中曾提到，創造潛能的各面向所探討的重點有所不同，所採用的單位組距也有所差異，因此並不建議以直接相加的方式進行評斷 (郭有通, 2001)。另一方面，對於合作式設計而言，過去研究並無法在擴散性思考層面，直接探索到單人分散設計與多人合作設計之間的差距，這是由於其所觀察的面向有所偏差。Warr 和 O'Neill (2006) 提到對於合作式設計，所觀察的面向應該專注於變通力表現，而非每一種能力全盤的觀察，這是由於團隊合作的價值真正體現在於討論內容的深度而非數量。因此本研究以變通力做為個人創造潛能的代表分數，同時將圖形與文字範疇中的流暢力、變通力、獨創力與精進力分開計算。參與研究 20 位受測者的創造潛能與排名整理如表 3-1 所示。

表 5-1 為 10 組受測團隊的設計成果和創意表現分數以及相關分析的結果，此分數是由六位專家評鑑之分數相加，並分別計算出每一項總和加總的名次。六位專家中，有兩位為資深設計從業人員，已有 20 年以上的經驗，曾獲得數次的國際大獎；兩位為具 3 年以上實務經驗的設計系老師；另外兩位為設計系教授。六位專家評鑑分數的信度值 (Cronbach's Alpha) 達 0.833，表示信度良好。

從表 5-1 中可以發現設計成果與創意表現有顯著的相關 ($p < 0.01$)。觀察後發現 A、C、D 與 H 組的成員組成最為類似，但在設計成果與創意表現上的分數，各組間確有所差異。A 組的設計成果總分得到 561 分，創意表現得到 87 分，為 10 個團隊中的最佳表現。但成員組成結構相似的 H 組，在設計成果與創意表現所獲得的分數分別為 412 分與 62 分，在兩個項目中排名皆為 10 個團隊當中的最後一名。而 D 組在兩個分項中，也以 423 分與 65 分排名第九與第八。C 組則是以 506 分與 70 分排名第七與第六。其後部分的分析將以 A、C、D 與 H 組為主，以控制團隊成員創造潛能組成的變項。

表5-1：設計成果與創意表現的相關分析

組別	設計成果分數				創意表現分數				相關分析	
	數位	傳統	總分	排名	數位	傳統	總分	排名	Spearman	Sig. (雙尾)
A	301	260	561	1	46	41	87	1	0.967	0.000**
B	248	246	494	7	34	35	69	7		
C	221	285	506	6	34	36	70	6		
D	222	201	423	9	31	34	65	8		
E	213	255	478	8	28	34	62	9		
F	305	235	540	3	45	41	86	2		
G	272	282	554	2	43	42	85	3		
H	216	196	412	10	33	29	62	9		
I	245	275	520	4	35	39	74	4		
J	219	294	513	5	32	41	73	5		

註：** $p < 0.01$

5-1.2 個人創造潛能與設計成果相關性

由於團隊在設計活動前所進行的創造潛能測驗，是以個人為單位進行，因此在分析的過程中，將個人的創造潛能數值透過標準化的方式加以整理後，重新計算團隊的創造潛能分數。表 5-2 列出各團隊創造潛能中的變通力分數、設計成果評量分數與相關檢定等資料。由於研究樣本數較少，且不確定母體分布情況，因此運用斯皮爾曼 (Spearman) 無母數相關係數檢定方式進行資料的檢定，結果顯示文字變通力與數位總分、傳統總分、數位創意表現以及傳統創意表現之間並無顯著的相關性，其相關係數分別為 0.579、0.179、0.488 與 0.453。在圖形變通力方面，其和數位總分 ($p=0.358$)、傳統總分 ($p=0.412$)、數位創意表現 ($p=0.374$) 以及傳統創意表現 ($p=0.373$) 等變項間也沒有顯著的相關性存在。

表5-2：變通力與設計成果相關性

組別	變通力		設計成果總分		創意表現分數		相關分析 (Spearman)	
	文字	圖形	數位	傳統	數位	傳統	變數 * 變數	相關係數 (P 值)
A	19	26	301	260	46	41	文字變通*數位總分	0.579 (0.080)
B	18	26	248	246	34	35	文字變通*傳統總分	0.179 (0.621)
C	24	23	221	285	34	36	圖形變通*數位數分	0.358 (0.310)
D	22	21	222	201	31	34	圖形變通*傳統總分	0.412 (0.237)
E	17	24	213	255	28	34	文字變通*數位創意	0.488 (0.153)
F	22	20	305	235	45	41	文字變通*傳統創意	0.453 (0.188)
G	25	26	272	282	43	42	圖形變通*數位創意	0.374 (0.286)
H	17	19	216	196	33	29	圖形變通*傳統創意	0.373 (0.289)
I	20	26	245	275	35	39		
J	17	21	219	294	32	41		

註：分析個數 N=10

5-1.3 質性分析

經由量化的計算與分析後，發現個人創造潛能 (變通力) 與設計成果間並沒有明顯的關係。為進一步了解，以下將以質性的方式討論不同創造潛能團隊組成與設計成果之間的關係。此部分以專家評鑑產生的分數作為觀察的依據，並將團隊中個人的創造潛能測驗數據進行觀察、分析與討論。為了避免群聚現象產生，設計團隊依照變通力分數的高低進行排序，分別將排名前 10 名與後 10 名的受測者定義為高分組與低分組等兩個群組。從實驗的團隊組合中可以發現 A, C, D 與 H 等四個團隊的成員創造潛能組合皆為高、低分群組的組成，但這四個團隊中卻包含了設計成果最高分與最低分的團隊。因此從中發現到

相同的創造潛能團隊組成，在設計成果上卻產生了截然不同的效果。進而推論團隊中個人的創造潛能與設計成果間並無相關，且相同創造潛能的團隊，可能產生完全不同的設計成果。

5-2 設計過程的創造潛能與設計成果的關係

經由上述的檢定與分析結果可以發現，團隊組合中的個人變通力與設計成果間，並無顯著的關係存在，但相同的組合中卻有不同的成果表現，由此可以推測，除了個人的創造潛能外，還有其他影響設計成果的因素存在。接下來以團隊的設計過程為觀察重點，使用 DCOCS 編碼概念，針對設計認知過程中的感官、視覺、機能、概念等四個層面，使用 PSEP 的概念評估不同合作設計過程的創意產生可能性，進一步分析設計過程中的活動。

5-2.1 DCOCS 編碼結果

本研究的編碼方式引用 DCOCS 編碼的概念，分別進行感官層、視覺層、機能層和概念層四種活動層次的編碼，同時配合研究的需求，修改部分的編碼定義方式，研究中將受測者口語對話、從繪圖或書寫的動作以不同斷句做區別。由於單人的放聲思考過程中，受測者會一邊畫圖一邊的說話，說話的內容是與畫圖的動作同步進行，但在團隊的設計過程中，說話的過程與實際繪畫或是書寫的動作較少同時發生，這和單人的放聲思考分析過程有所不同，因此特別加以修正相關的定義。並加入了各種活動層次的斷句、總次數以及含有的種類的記錄，藉以進一步的進行分析。團隊成員創造潛能組成相似的 A、C、D、H 等四個團隊設計過程的 DCOCS 編碼結果，如表 5-3 所示，分別加以說明如下。

表5-3：傳統與數位環境下A, C, D, H組的DCOCS編碼結果

組別	DCOCS層	傳統合作式環境			數位合作式環境		
		含有斷句	含總數	不同概念	含有斷句	含總數	不同概念
A	感官層	136	-	-	93	-	-
	視覺層	206	212	-	113	114	-
	機能層	549	705	73	499	728	64
	概念層	221	244	44	174	238	42
	總斷句數	1130	-	-	1004	-	-
C	感官層	71	-	-	45	-	-
	視覺層	69	69	-	57	58	-
	機能層	268	374	35	233	321	38
	概念層	63	65	10	26	28	12
	總斷句數	676	-	-	706	-	-
D	感官層	67	-	-	41	-	-
	視覺層	63	63	-	42	42	-
	機能層	293	408	52	157	208	22
	概念層	43	44	15	35	39	11
	總斷句數	798	-	-	637	-	-
H	感官層	95	-	-	77	-	-
	視覺層	93	94	-	81	81	-
	機能層	365	464	64	364	522	61
	概念層	89	94	24	71	76	27
	總斷句數	664	-	-	861	-	-

在傳統合作環境中，A 組在設計過程中產生了 1130 個斷句，與過去對於單人設計過程的放聲思考研究 (唐玄輝, 2006) 比較，發現合作設計過程產生了較多的斷句數。其中針對單一概念討論最多的是以「拉砲」為議題的討論，共計產生了 103 個關於「拉砲」討論議題的斷句，該組最後也選擇「拉砲」作為最

的設計提案。C 組在設計討論過程中共產生了 676 個斷句，其中「方塊」為最主要的討論議題，共產生了 59 個與「方塊」有關的斷句，「方塊」也成為設計最後所選用的主題。D 組的討論過程中共產生了 798 個斷句，其中與「高跟鞋」有關的討論有 65 個斷句，此最主要的討論的議題，也是最終設計完成時的主題。H 組的設計過程中產生了 664 個斷句，在機能層中產生了 64 個種類，在概念層則產生 24 種活動。其中有 39 個斷句是有關於「刀子」的討論，然而其最後的設計呈現，卻並非以「刀子」作為提案主題，而是以「電擊」作為主要的概念。

從這 4 組的討論與概念發展的過程來看，除了 H 組外，其他三組的設計過程中，最主要的討論議題，都成為最後設計提案的主題。H 組最終設計成果以電擊概念為主，此概念雖然亦出現在設計過程中，但並非設計過程中最大的討論議題，對於目標的設定與執行上和其他三組不同。從設計成果來看，可以發現在設計過程中最大討論議題和執行之間的關係，以及最主要的討論議題在過程中扮演重要的角色。從上面的論述可以發現，透過腦力激盪將概念持續延伸成最終結果，和討論許久後但選擇了其他概念作為成果，此兩種模式有所差異。當目標設定與達成之間若無法串連時，設計過程討論的價值就會因而減少。

5-2.2 PSEP 分析結果

本研究進一步將設計過程中探索階段的預設結構出現的次數，除以總斷句數，以產生象徵 PSEP 的概念。合作設計過程中，視覺層內容的進行方式和單人有所差異，個人對視覺所接受到的訊息進行詮釋的過程，在團隊中由於溝通上再轉化的影響，其表現並不明顯。因此本研究針對合作設計，將預先設想結構(預設結構)定義成設計過程中含有機能層或概念層的斷句，並以探索階段的預設結構比例，作為團隊在設計過程中創造潛能的評價標準。表 5-4 為各團隊設計過程的 PSEP 與相關分析的結果。

表5-4：設計過程的PSEP比例與相關分析結果

組別	PSEP			設計成果		創意表現		相關分析 (Spearman)	
	預設結構	斷句數	%	總分	排名	分數	排名	變數 * 變數	相關係數 (P 值)
A 組 T	561	1130	49.7	260	3	46	1	發想結構*設計成果	0.144 (0.734)
A 組 D	505	1004	50.3	301	1	41	2	發想結構*創意表現	0.482 (0.227)
C 組 T	250	676	37.0	285	2	36	3	斷句數*設計成果	0.333 (0.420)
C 組 D	214	706	30.3	221	5	34	4	斷句數*創意表現	0.755 (0.031)*
D 組 T	266	798	33.3	201	7	34	4	PSEP (%)*設計成果	0.167 (0.693)
D 組 D	145	637	22.8	222	4	31	7	PSEP (%)*創意表現	0.299 (0.471)
H 組 T	332	664	50.0	196	8	29	8		
H 組 D	332	861	38.6	216	6	33	6		

註：T 表示使用傳統紙筆方式進行設計，D 表示運用數位輔助方式進行設計。* 表示 $p < 0.05$ 。

以使用傳統媒材的實驗結果來看，A 組進行設計時，斷句數皆高於其他三組。其中 A 組設計過程的 PSEP 比例為 49.7%，而 C、D 組的 PSEP 比例較低，C 組為 37.0%、D 組為 33.3%，H 組在設計過程的 PSEP 比例為 50.0%。觀察四個個團隊的 PSEP 可以發現，設計成果排名第十的 H 組團隊產生的 PSEP 高於 C、D 兩組，甚至高於設計成果最佳的 A 組。透過上述的數據，整理出四個團隊的設計總分以及創意表現，將設計過程 PSEP 與設計成果、創意表現進行比較。觀察團隊的設計成果與 PSEP 的關係發現，其分佈較於分散。以下將進一步透過斯皮爾曼 (Spearman) 無母數相關係數加以檢定，藉以了解 PSEP 比例與團隊之設計成果、創意表現間是否有所關連，分析結果如表 5-4 所示。從表中可以發現，PSEP 的比例與設計總分之間的相關性為 0.167，並未達到顯著 ($p > 0.05$)，與創意表現的相關性為 0.299 ($p > 0.05$)，

亦未達到顯著。由 PSEP 比例所產生的數據和設計成果之間的關係並不明顯，可以得知測量個人創意產生可能性的 PSEP，應用在團隊的設計過程時，並沒有辦法得到與設計成果相呼應的結果。觀察合作設計過程的影片後，推論在團隊中的創意產生可能性不如在單人實驗中明顯，主要是由於團隊的 PSEP 發揮都藏在個人的設計過程之中，但由於溝通的因素，降低了其產生的明顯性。同時也可能是個人連串的 PSEP 受到團隊中否定，因此減少延續性預先設想結構的出現。或是概念在腦中思考後就中斷，設計者擔心被否定或覺得概念還不夠好，因此並未將想到的創意都提出。

在進行四個合作設計過程 PSEP 的分析過程中，並未發現 PESP 與團隊間設計成果高低上的相關性，且兩團隊產生的概念種類數量亦相當接近。Warr 和 O’Niell (2006) 發現，從概念的數量上並沒有辦法顯示合作式團隊 (real group) 與個別工作 (nominal group) 的差異，兩者在概念產生的數量上不分軒輊。合作團隊真正的差異在於針對單一設計概念進行討論的數量，合作式團隊的成員被迫產生不同於其他成員的概念，因此傾向於修正或是結合現有概念，如果一個概念在設計過程中被提出三次，就代表這個概念被修正或衍伸了兩次，計算概念被衍伸的程度就是概念衍伸度，本研究假設概念衍伸度會對於設計成果產生影響，下一章節中將針對此一議題進行探討。

5-3 團隊的概念衍伸度

探討概念衍伸度與設計成果之間的相關性之前，需再釐清是否在設計過程中提出越多不同的概念種類，可以得到較佳的設計成果。因此先將設計概念種類與設計成果進行檢定，表 5-5 為四個團隊的概念種類數量與設計總分、創意表現等的資料與相關分析結果。

表5-5：設計過程的概念總數、總類、衍生度與相關分析結果

組別	概念			設計成果		創意表現		相關分析 (Spearman)	
	總數	種類	衍伸度	總分	排名	分數	排名	變數 * 變數	相關係數 (P 值)
A 組 T	949	117	8.11	260	3	46	1	概念總數*設計總分	0.214 (0.610)
A 組 D	966	106	9.11	301	1	41	2	概念總數*創意表現	0.479 (0.230)
C 組 T	439	45	9.76	285	2	36	3	概念種類*設計總分	0.072 (0.866)
C 組 D	349	50	6.98	221	5	34	4	概念種類*創意表現	0.446 (0.268)
D 組 T	452	67	6.75	201	7	34	4	衍伸度*設計總分	0.976 (0.000)**
D 組 D	247	33	7.48	222	4	31	7		
H 組 T	558	88	6.34	196	8	29	8		
H 組 D	598	88	6.80	216	6	33	6		

註：T 表示使用傳統紙筆方式進行設計，D 表示運用數位輔助方式進行設計。* 表示 $p < 0.05$ ，** 表示 $p < 0.01$ 。

從表中可以得知概念種類數量與設計總分的相關係數為 0.072，並未達顯著相關 ($p > 0.05$)，而概念種類數量與創意表現的相關係數 0.446，亦未達到顯著的標準 ($p > 0.05$)，由此可知概念種類數量越多並不一定能得到較佳的設計成果。概念種類數量的增加，可能只是天馬行空的提出不同類型的概念，而沒有針對概念作深入的探討與演化，對整個設計過程的並不一定能產生明顯效益。

5-3.1 概念衍伸度與創意產生可能性

概念衍伸度是指合作成員針對設計過程中所提概念的修正與衍伸，使其更為創新或更符合設計的需求。四組團隊合作設計過程的概念衍伸度，如表 5-5 所示。從表中可以發現，A 組針對同一設計議題討論的衍伸度為 8.11 與 9.11 個，C 組的概念衍伸度為 9.76 與 6.98 個，D 組的設計過程為 6.75 與 7.48 個，而 H 組產生的概念衍伸度為 6.34 與 6.80 個。

概念衍伸度與設計總分之相關係數為 0.976 ($p < 0.001$)，顯示兩者之間有顯著的相關性，而概念衍伸度與創意表現的相關係數為 0.719 ($p < 0.05$)，也達到了顯著相關。因此可以發現概念衍伸度高的團隊，在設計總分和創意表現上亦可以得到高分。由於概念衍伸度與設計成果之間的高相關性，可以得知在設計過程之中，除了切題概念的提出之外，針對概念在討論過程之中的衍伸性討論扮演著更為重要的角色。

概念衍伸度的算法引用自「產生發展模型」的概念 (Finke et al., 1996)。產生發展模型將創意過程區分為「產生」與「發展」，在產生階段人們會有一些認知上的預先設想結構，預先設想結構是最終創意產出的發源地。而本理論旨在表達在設計過程中，對於產生階段產出的概念，透過思考與經驗等可能的方式，將它不斷的衍伸與拓展，進而提出更為具體化的想法，且讓設計過程的方向不斷賦予更高層次的價值。

理論中定義創意的價值，並非在於不同種類概念的數量，而是在設計過程將既有的概念加以衍伸，此層面的概念便與設計者過去的背景知識與經驗有所相關。Tang (2003) 曾分析富有經驗的設計師與新手設計師之間的差異，發現富有經驗的設計師會產生較多的預先設想結構。原因便是在於富有經驗的設計師，能從產生出來的概念之中，進行數量更多且更為深入的發展，這與本研究對於概念衍伸度的定義不謀而合。

在傳統媒材的口語分析觀察中，本研究選出概念衍伸度差異較大之 A 組和 H 做比較，進一步以質化方式來描述概念衍伸度的意義。觀察發現 A 組的概念總數，幾乎為 H 組的兩倍，在設計前段，透過水平發想決定以「拉炮」來發展主要概念後，從垂直發想到最後定案皆環繞在「拉炮」的概念做衍伸，但是 A 組並未拋棄水平發想的其餘概念，反而在垂直發想階段時，試著將其他概念之元素整合運用在拉炮的發展中，因此，雖然 A 組概念總數眾多，但並非雜亂無脈絡可循，在「拉炮」的概念數量上也佔了將近所有概念的 10%，衍伸的細節非常豐富，所以 A 組的定案產品概念發展，內容就會較為多元且深入，概念衍伸度較高。反觀 H 組，概念總數雖然並不是最少的一組，但是在垂直發想中，卻沒有緊扣著主題做衍伸，概念似乎還是呈現發散的情況，H 組成員從覺得可行性較高的「刀子」開始發展，但是概念發展過程中，「提出 - 拒絕」的過程不斷的重覆，因此無法將概念持續地衍伸，進而達到共識。該組定案的產品概念「電擊棒」雖在水平與垂直發想時曾出現過，但是出現的頻率非常少且短暫，甚至在垂直發想討論中，是突然決定以「電擊棒」作為定案發展，因此在 H 組的概念數量中，「刀子」的概念數量最多，但是定案的「電擊棒」卻遠遠低於刀子的概念數量，因此概念衍伸度較低。

在討論互動過程中，兩組討論模式大多為其中一人為主要概念發想者，另一人則對其做出回應或討論，但是 H 組不僅在水平發想後，有段時間甚至是各自畫圖獨立發展，並無互動與討論，最常提出回應的成員，也常因個人主見否定對方之想法，導致他們在概念發展上，常常無法達成共識，因此很多概念沒有適度的衍伸，造成概念衍伸度較低。反觀 A 組，討論過程未曾中斷且氣氛熱絡，較常做回應的成員並不會否定對方的想法，反而是進一步提出詢問與討論，以衍伸更多的概念細節，這對於單一概念的衍伸有極大的助力，因此 A 組有許多的子概念，都是圍繞著主題概念衍伸而來，並沒有發散或是缺乏關聯的問題，因此概念衍伸度較高。

5-3.2 概念衍伸度與團隊模式

延續以上的討論，本研究觀察創造潛能組成相似的四組團隊的設計過程口語資料，發現在相同設計議題的討論初期，各團隊對於题目的詮釋以及概念的發展有很多相似的想法與概念被提出。但到了設計過程的中間階段，各組討論的重點已經不再是新概念的提出，而是如何跳脫先前的概念，以及概念的轉換、具體化與合理化等。雖然四個團隊初期提出的概念名詞相似，但在此階段開始有了差異，設計的成

果也在這個階段的變化中逐漸成型。在中間的發展過程中，A 組的表現明顯地較為優異，此階段中各團隊之間的差距在於對概念討論的質有所不同，這便是概念衍伸度在詮釋團隊價值時所代表的意義。如同 A 組的設計過程，其重點不在於從題目中引發出大量的概念種類，而是提出概念之後快速的找到最具發展潛力的重點概念，並且以此概念進行延伸與發展，透過討論的方式提升概念的價值，過程中可能運用到設計師的經驗與背景知識，進而產出更為實際且更為周密的设计成果。

六、結論

本研究探討個人創造潛能、過程創造潛能與合作團隊概念衍伸度對於合作設計成果與創意的影響，研究經由拓弄思創造潛能測驗、探索階段的預設結構 (PSEP) 比例、概念總數、類別、衍伸度等測量指標，以及合作式設計成果與創意表現進行分析，以了解影響設計成果的主要因素。雖然本研究的實驗於數位與傳統兩種環境下進行，但結合先前研究的成果發現，本研究所設定的數位環境，並不會影響合作團隊的概念衍伸度，也沒有影響團隊的創意表現。研究結果發現合作設計團隊成員的個別創造潛能，與設計過程中的探索階段的預設結構比例，對於設計成果與創意表現，並沒有顯著的相關性，而合作團隊的概念衍伸度則與設計成果與創意表現，有顯著的相關性，如圖 6-1 所示。

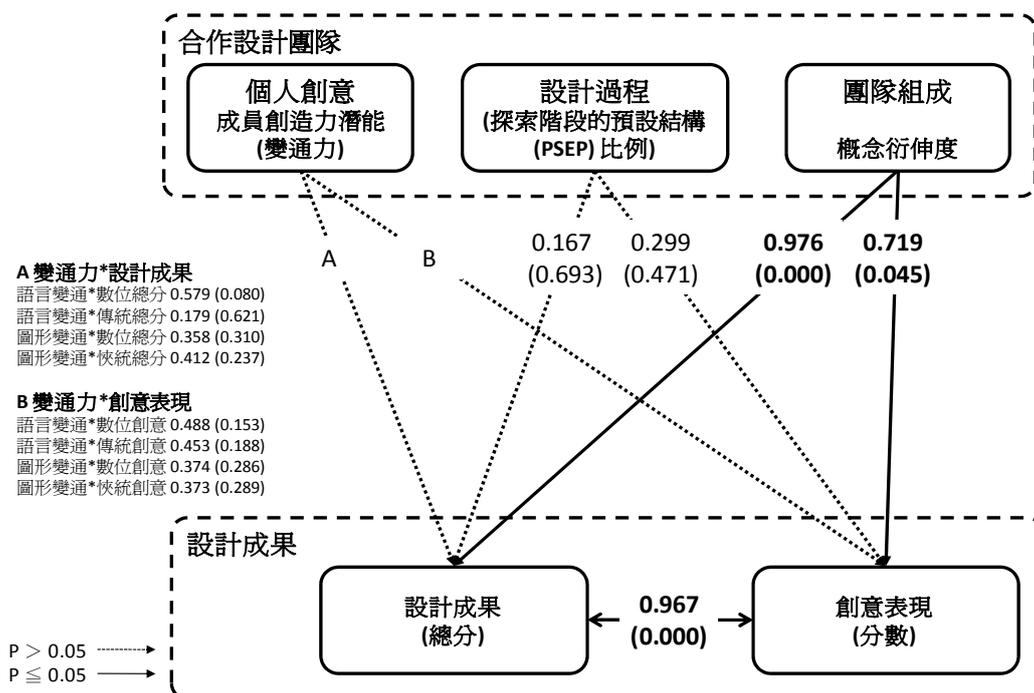


圖 6-1：研究結果

以下就個人創造潛能、過程創造潛能與合作團隊概念衍伸度等變數的發現分別加以說明。首先，研究結果發現在合作設計過程中，個人的創造潛能 (變通力) 與最終設計成果間並無顯著關係，在實驗中創造潛能組合相似的組別，分別產生了第一名與最後一名的設計結果。由此可以推論具有高創造潛能組合的兩位成員，如果不能合作討論，不一定能得到良好的設計成果。換言之，即使團隊成員的創造潛能並不平均，但還是可以透過團隊的合作，得到更好的設計成果。雖然創造潛能成績與設計成果無直接

的關係，但其可以視為一種參考的資訊，讓設計者可以透過測驗的結果更具體的了解到自己在創造力方面相關的能力。接著，研究中透過探索階段的預設結構 (PSEP) 比例，分析設計過程中團隊成員的認知變化與設計成果的關係。結果發現合作式設計過程中的 PSEP 與設計成果並無顯著關係。因此推測合作團隊成員必須將個人認知活動貢獻於團隊設計過程中，才能產生較佳的合作成果。最後，針對團隊概念衍伸度所做的分析，發現概念衍伸度與團隊設計成果及創意表現有顯著的相關性。換言之，設計過程中所產生的概念，如果在過程中經由成員不斷的討論並加以演化，將可以讓概念變得更加清晰與完整，進而產生較佳的设计成果。

綜合以上三項發現，本研究的結論是合作式設計中，最重要的不是個人天生的創造潛能，或過程中認知活動的展現，而是設計過程中團隊概念是否有透過成員的相互合作、持續地發展與衍伸，進而產生具有創意且優秀的設計成果。以創造力的定義而言，在合作設計過程的創造力中，單一成員的創造潛能和認知變化和成果並無關聯。合作式設計過程中所產生的概念，透過合作成員的討論，經由不同的背景知識與設計經驗，才能衍伸成設計成果的創意表現，因此合作團隊的概念衍伸度可視為設計成果創意表現的參考指標。

誌謝

感謝國科會 NSC 95-2221-E-182-024 數位媒材在合作式設計中對於溝通模式、問題解決及創造力的影響，及國科會 NSC 97-2221-E-011-082 合作式設計中成員熟悉度與創造潛能對於設計成果與概念的影響，兩案之補助，讓本研究得以完整進行。

參考文獻

1. Bachelor, P. A., & Michael, W. B. (1997). The Structure-of-Intellect model revisited. In M. A. Runco (Ed.), *The creativity research handbook* (Vol. one, pp. 155-182). Cresskill, New Jersey: Hampton Press.
2. Brown, R. T. (1989). Creativity: What are we to measure? In J. A. Glover, R. R. Ronning & C. R. Reynolds (Eds.), *Handbook of creativity* (pp. 3-32). New York: Plenum.
3. Cross, N., & Cross, A. C. (1995). Observations of teamwork and social processes in design. *Design Studies*, 16(2), 143-170.
4. Csikszentmihalyi, M. (1997). *Creativity: Flow and the psychology of discovery and invention*. New York: Harper Perennial.
5. Demhis, A. R., & Valacich, J. S. (1993). Computer brainstorm: More head are better than one. *Journal of Applied Psychology*, 78(4), 531-536.
6. Dorst, K., & Cross, N. (2001). Creativity in the design process: Co-evolution of problem. *Design Studies*, 22(5), 425-437.
7. Feldhusen, J. F., & Goh, B. E. (1995). Assessing and accessing creativity: An integrative review of theory, research, and development. *Creativity Research Journal*, 8(3), 231-247.
8. Finke, R. A., Ward, T. B., & Smith, S. M. (1996). *Creative cognition: Theory, research, and applications*. Bradford: The MIT Press.

9. Gabora, L. (2002). Cognitive mechanisms underlying the creative process. In T. Hewett, & T. Kavanagh (Eds.), *Proceedings of the Fourth International Conference on Creativity and Cognition* (pp. 126-133). New York: ACM.
10. Gardner, H. (1988). Creativity: An interdisciplinary perspective. *Creativity Research Journal*, 1, 106-114.
11. Goldschmidt, G. (1994). On visual design thinking: the vis kids of architecture. *Design Studies*, 15(2), 158-174.
12. Gruenfeld, D. H., Mannix, E. A., Williams, K. Y., & Neale, M. A. (1996). Group composition and decision making: How member familiarity and information distribution affect process and performance. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 67(1), 1-15.
13. Guilford, J. (1957). Creative abilities in the arts. *Psychological Review*, 64(2), 110-118.
14. Guilford, J. P. (1956). The structure of intellect. *Psychological Bulletin*, 53(4), 267-293.
15. Haymaker, J., Keel, P., Ackermann, E., & Porter, W. (2000). Filter-mediated design: Generating coherence in collaborative design. *Design Studies*, 21(2), 205-220.
16. Lawson, B. (2005). *How designers think: The design process demystified* (4th ed.). Oxford: Architectural.
17. Newell, A., & Simon, H. A. (1972). *Human problem solving*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
18. Olson, G. M., & Olson, J. S. (2000). Distance matters. *Human-Computer Interaction*, 15(2), 139-178.
19. Paulus, P. B. (2000). Groups, teams, and creativity: The creative potential of idea-generating groups. *Applied Psychology: An International Review*, 49(2), 237-262.
20. Purcell, A. T., & Gero, J. S. (1998). Drawings and the design process: A review of protocol studies in design and other disciplines and related research in cognitive psychology. *Design Studies*, 19(4), 389-430.
21. Runco, M. A., & Chand, I. (1995). Cognition and creativity. *Educational Psychology Review*, 7(3), 243-267.
22. Simon, H. A. (1983). Search and reasoning in problem solving. *Artificial Intelligence*, 21(1), 7-29.
23. Simonton, D. K. (1990). History, chemistry, psychology, and genius: An intellectual autobiography of historiometry. In M. A. Runco & R. S. Albert (Eds.), *Theories of creativity* (pp. 92-115). Newbury Park, CA: Sage.
24. Suwa, M., Gero, J. S., & Purcell, A. T. (2000). Unexpected discoveries and S-invention of design requirements: Important vehicles for a design process. *Design Studies*, 21(6), 539-567.
25. Tang, H.-H. & Gero, J. S. (2002). A cognitive method to measure potential creativity in designing. In C. Bento, A. Cardoso, & G. Wiggins (Eds), *Proceeding of ECAI* (pp. 47-54). Lyon: IOS Press.
26. Tang, H.-H. & Lee, Y.-Y. (2009). Establishing an on-virtu digital sketching environment being identical to in-situ free-hand sketching an empirical study of protocol analysis, *Proceeding of CAADRRIA* (pp. 473-482). Yunlin: National Yunlin University of Science and Technology.
27. Tang, H.-H. (2003). The anatomy of the design process revealed by DCOCS, *Proceeding of 2003 Pan-Pacific Vocational Design Conference* (pp. 35-46). Yulin: National Yulin University of Science and Technology.
28. Taylor, D. W., Berry, P. C., & Block C. H. (1958). Does group participation when using brainstorming facilitate or inhibit creative thinking? *Administrative Science Quarterly*, 3(1), 23-47.
29. Torrance, E. P. (1974). *The torrance tests of creative thinking-TTCT manual and scoring guide: Verbal test A, figural test*. Lexington, KY: Ginn.

30. Torrance, E. P. (1979). *The search for satori and creativity*. Buffalo, NY: Creative Education Foundation.
31. Wang, L., Shen, W., Xie, H., Neelamkavil, J., & Pardasani, A. (2002). Collaborative conceptual design - state of the art and future trends. *Computer-Aided Design*, 34(13), 981-996.
32. Warr, A., & O'Neill, E. (2005a). The effect of operational mechanisms on creativity. In M. F. Costabile, & F. Paternò (Eds.), *Human-Computer Interaction - INTERACT* (pp. 629-642). Berlin: Springer.
33. Warr, A., & O'Neill, E. (2005b). Understanding design as a social creative process, *Proceedings of the 5th Conference on Creativity & Cognition* (pp. 629-642). London: ACM.
34. Warr, A., & O'Neill, E. (2006). The effect of group composition on divergent thinking in an interaction design activity, *Proceedings of the 6th ACM Conference on Designing Interactive Systems* (pp. 122-131). University Park, PA: ACM.
35. Woodman, R. W., Sawyer, J. E., & Griffin, R. W. (1993). Toward a theory of organizational creativity. *The Academy of Management Review*, 18(2), 293-321.
36. 毛連塏、郭有遙、陳龍安、林幸台 (2000)。《創造力研究》。台北：心理出版社。
37. 吳靜吉、陳嘉成、林偉文 (1998)。《創造力量表簡介》，『技術創造力』研討活動(二)：研究方法探討。高雄：國立中山大學。
38. 林美玲 (2006)。『漢字詩歌』對設計創造力之影響研究-以晚唐詩人『李商隱』作品為例。未出版之碩士論文，長庚大學工業設計研究所，桃園。
39. 唐玄輝、林智文、蕭貴囊 (2009)。探討創造潛能與概念衍伸度對合作式設計之影響。第十四屆中華民國設計學會研討會論文集 (頁95)，台北市：中華民國設計學會。
40. 唐玄輝 (2006)。設計過程中創意產出的可能性-以PSEP比例為測量標準。《工業設計》，34(2)，155-162。
41. 郭有遙 (2001)。《創造心理學》(三版)。台北：正中書局。
42. 詹鎔瑄 (2002)。《學生創造力及其相關因素研究-以中原大學室內設計系為例》。未出版之碩士論文，中原大學室內設計研究所，桃園縣。

Exploring the Relationship between Personal Creativity, Creative Process, Concept Evolution, and Design Performance in a Collaborative Design Process

Hsien-Hui Tang* Chih-Wen Lin** Wen-Zhi Chen***

* Graduate School of Design, National Taiwan University of Science and Technology
drhhtang@mail.ntust.edu.tw

Department of Industrial design, Changung University
**wayne6666@gmail.com
***wenzhi@mail.cgu.edu.tw

Abstract

The high demand of creativity in industry results in the emphasis on the multidisciplinary collaborative design. Our research question is which of designers, or design processes, or collective concepts influence the design performance most during this process

The purpose is to explore the relationship between creative potentials of team members, cognitive change during the design process, evolution of the concepts, and design performance in a collaborative design process.

This was a concurrent protocol study, utilizing Design Content Oriented Coding Scheme (DCOCS). The evaluative methods used in this study included a new version of the Torrance Test of Creativity, the rate of Preinventive Structure in the Explorative Phase (PSEP), and the rate of concept evolution.

Results showed first, the teams that had similar combination of creative potentials of members produced different design performance; second, the cognitive change of the team members in the design process had no correlation to design performance; and finally, the design team having a higher rate of concept evolution had better design performance.

To conclude, the most important thing to consider in a collaborative design process is whether the collaborative interactions between team members can consistently develop and evolve their concepts and consequently produce better design performance.

Keywords: Creative Potentials, Collaborative Design, DCOCS, PSEP, Rate of Concept Evolution.