

以 FBS 模型探討設計成果與設計內容之關係

Exploring the relationship between the design content and the design results using FBS model.

唐玄輝* 蕭貴雲**
Hsien-Hui Tang Gue-Ying Hsiao

*台灣科技大學工商設計系 助理教授
**台灣科技大學工商設計系 研究助理

摘要

在團隊合作趨勢下，本研究以量化方式有系統地分析合作式設計認知過程，找出設計思考過程與設計成果之關係。目標透過 FBS 模式分析設計思考過程中，內容的數量與出現時間比例，與設計成果評分項目，找出其相關性。本研究包含十組口語影音資料，將設計思考過程編碼為功能(Function)、行為(Behaviours)與結構(Structure)等設計知識內容，利用統計方式計算其總編碼比例與依時間分段之編碼比例。設計成果評比的專家評鑑項目：設計理念、功能層面、材質運用、情境傳達、概念創意、外觀造型及設計完整性。分析發現：(1)設計成果佳的設計團隊在思考過程中，會先參考較多現有產品，作為概念發想之開頭，之後再作關聯性的延伸發展，此方式幫助概念較易具豐富性及完整性。(2)設計成果佳的設計團隊，會於前段時間多利用現有實際構造和參考現有實際運用方式，直到設計過程中段，再將可發展的概念延伸，加入功能性之運用，等產品成型後，才在最後開始繪製草圖，並在此時檢視產品概念是否符合設計案所要求的條件。

關鍵詞：合作式設計、設計思考、FBS 模型、統計分析

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出工作專精化、授權化、分散化、與合作化等現象 (Haymaker et al., 2000)，其中合作式設計已經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引起許多的討論與研究。而何種合作方式才能產生良好成果，是成員組成或是互動模式？這些都有可能影響團隊運作成效。本研究針對合作式設計進行研究，探討設計師在合作模式中的知識內容與設計成果之間的關係。

本研究問題為好的合作式設計團隊其設計過程所牽涉之知識內容，是否會影響設計成果？其關係為何？本研究希望透過口語分析實驗，紀錄團隊在概念設計過程中的活動，以 FBS 模型 (Function-Behavior-Structure model) 將設計過程加以編碼，利用統計分析編碼比例及依時間所分布之編碼比例，與設計成果之相關性。

本研究的目的為：瞭解團隊設計中，設計知識內容與設計成果之關係。研究目標為：1) 探討整體設計內容之比例與設計成果的關係。2) 探討將時間分為三段時，其各時段之設計知識內容比例與設計

成果的關係。

二、文獻探討

1. 設計思考(design thinking)

設計思考是研究設計師設計過程的思考變化，其內容結合設計研究(design studies)與認知科學(cognitive science)，為目前設計研究領域的熱門研究議題。1970 年代開始運用認知心理學與人工智慧的研究成果與研究方法，從事設計活動研究，產生兩個新的研究領域—設計思考與設計運算。由認知心理學與人工智慧的研究中，我們得到了人類思考 (Newell & Simon, 1972)、知識的獲得、表達與運用、知識與記憶的結構(Miller, 1956)、問題解決(Simon & Newell, 1962)與創造力(Simon, 1966)的知識，了解這些以人類認知結構為主軸的研究成果，並將它反應到設計行為上，形成當代設計認知與設計運算的主要方向(Mitchell, 1990)，如圖 2-1 所示。

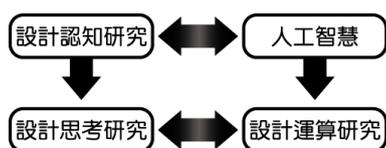


圖 2-1 認知心理學與人工智慧關係圖

設計思考結構研究的目的是，為了解設計師如何進行設計活動。Rowe (1987)認為設計思考是指，設計者在解決問題時，內在狀態邏輯和作出決定的決策過程。而設計思考理論模型就是試圖模擬設計如何解決問題的模型，研究者透過不同編碼的方式，如 FBS 模型與鍊結表記(Linkography)，分析創意概念產生過程以及比較概念產生率(Gero & McNeill, 1998)，進而了解設計過程的內容，未來可能透過模型將設計創意做預測性的發展。本研究專注於設計過程中內在的思考結構變化，將使用 FBS 模型配合周建偉(2008)之合作式設計實驗資料進行編碼與分析。

2. 口語分析

1920 年後，口語分析逐漸成為心理學重要研究方法之一，1945 年錄音帶的出現，研究者能夠更精確的收集資料，口語分析方法開始普及應用在研究上。目前口語分析實驗方法有放聲思考(think aloud)及 Suwa & Tversky(1997)所改良的影音回溯(retrospective)兩種。著名的西洋棋研究便是使用放聲思考口語分析法，Newell 與 Simon 也將口語分析應用在對邏輯問題解決的研究裡，近年來，設計思考領域也嘗試將這個原本使用於認知心理學的研究方法，應用在相關設計思考研究上，其中近 50 篇重要的口語分析研究，包含 Gero 與其研究生合作所發表的一系列方法學的研究(1990, 1998, 2001)、Goldschmidt 利用鍊結表記奠定了鍊結表記於研究方法上的基礎(1990, 1991, 1992, 1994, 1996, 1999, 2001, 2003, 2005)、Suwa 發表 Design Studies 的影音回溯口語分析(1998, 2000)與 Tang 所發表的設計過程中知識與草圖的重要性(1997, 1999, 2000, 2001)。這些豐富的设计思考相關研究，充分顯示口語分析目前已成設計思考研究中重要的研究方法之一。

本研究關注合作式設計團隊之設計思考過程中設計思考結構的變化，將採用放聲思考法。

3. FBS 模型(Function-Behavior-Structure model)

此模型為Gero(1990)所提出原稱為設計原型理論(Design prototype theory)，解釋設計過程中思考行為為關聯模型，將設計思考過程分為三部分為功能(function: F)、行為(Behaviours: B)與結構(structure: S)，因此又稱為FBS模型，如圖2-2所示。其中行為又分為預期行為(expected Behaviors: Be)與實際運作行為(actual Behaviors: Bs)。本研究將使

用FBS模型分析資料，以進行系統化口語分析。

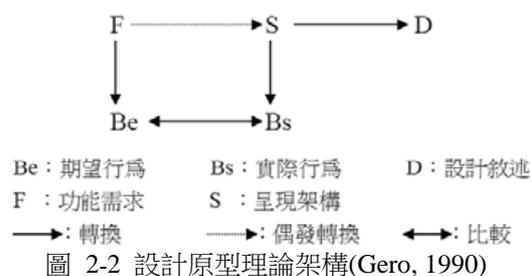


圖 2-2 設計原型理論架構(Gero, 1990)

4. 文獻小結

設計思考的研究領域，過去研究多著重於個人設計中使用不同媒材在視覺認知想法上的差異性，或探討合作式設計對於溝通層面的影響。本研究採用 FBS 編碼方式分析口語資料，探討設計成果與設計思考過程中設計內容的關連性。

三、研究方法與分析

本研究將實驗者分組，從中探討各組設計思考過程中，設計知識內容與設計成果的關係。

1. 實驗受測者

實驗對象為長庚大學工業設計系 20 位大四學生，共分為十組。

2. 實驗配備

本研究使用傳統面對面草圖討論進行合作式設計，如圖 3-1 所示。在實驗室內有一台攝影機拍攝受測組的圖面，另一台攝影機則拍攝整個實驗的過程，完整紀錄每組設計過程。另外在實驗過程中，為避免受測者受到攝影機組的干擾，特地架設板材隔出一活動空間。



圖3-1 實驗環境設定

3. 實驗內容

正式實驗的設計題目為：健康的叮嚀夥伴—「趣味」隨身計步器，團隊可以利用各種設計方法進行討論發揮，針對消費族群與使用環境等特性需求進行設計。設計概念發想共 70 分，過程中可以提出許多不同的設計提案，但結束時只能選出一個最終設計提案，透過產品圖面情境模擬等展示，並準備 3~5 分簡短的設計提案說明。

4.問卷與訪談

在整個設計實驗結束後，會請受測者填寫問卷，內容主要是在了解受測者平時從事設計時的狀況、受測成員是否為首次合作，以及成員彼此熟悉的程度，和對本次設計過程和設計結果的滿意度等。問卷結束後，會進行短暫的訪談，從問答的過程中了解受測者對設計合作過程的看法，及對設計夥伴的想法，整個問卷訪談流程都將個別進行，以避免受測者隱藏其真實情感。本資料將做為輔助探討的主觀資料。

5.專家評鑑

本研究邀請六位在工業設計領域的專家和教師，對於設計實驗的結果進行評分，評鑑的依據除了最終呈現安排的 A3 設計表版圖外，還包含各組三至五分鐘的概念發表。關於評分的項目包含『設計理念』、『功能層面』、『材質運用』、『情境傳達』、『概念創意』、『外觀造型』、『設計完整性』七個項目。專家將根據每一個不同項目，以 1~9 分為給分標準，表現極為不佳為 1 分，表現極為優異為 9 分，計算總分並且標示名次。

6.編碼分析

本研究將會透過口語影音資料，將其團隊之設計過程對話轉為逐字稿加以編碼，而整個設計任務中所涵蓋的概念發想、設計互動的運作狀態表現、設計概念的外在形體結構的討論比例區塊的分配等，總稱為設計知識內容。其內容依據 Gero(1990) 所建立之 FBS 模型加以分類。

設計原型理論編碼主要分為三個要素：

- (1) F：設計任務中的設計意圖意向、概念發想，針對欲設計之意圖進行假設與提出。
- (2) B：設計任務中關於設計議題所提出的分析、解釋、評估、檢討、統整，屬於一種設計互動的狀態表現。
- (3) S：設計任務中有關設計概念的構成要素、尺寸、零件、成分、顏色、度量...等外在形體的結構敘述。

包含 F、Be、Bs、S、D 及 R 進行口語編碼，分別計算出此六元素所占的比例，以探討設計知識內容與設計成果之關係。表 3-1 為本研究編碼範例：

表 3-1 本研究實驗編碼範例

編碼	逐字稿
F	然後另外一個想到的是就可能 結合音樂
Be	就像海浪，然後就如果你有運動的話，就很像在航，呃..海賊王在找寶藏
S	趣味性,我剛剛就想到 wii 啊
Bs	wii 不是就這樣動動動
D	你不用畫的太認真~ 你就畫你的 Q 版的就好
R	他這邊不是有寫說 喜歡嘗試新鮮重視生活品質

四、結果

本研究中評鑑分數高低將代表團隊設計成果的優劣，將用於探討設計內容對於各項評鑑之設計成果的影響。

本研究以總排名及各項目評鑑排名，與各組的 FBS 整體編碼比例之線性趨勢圖進行觀察，配合各團隊的對話狀況，發現總排名、概念創意、及完整性項目較有顯著關係。表 4-1 與表 4-2 為本研究各組的排名與成績。

表 4-1 總成績排名

組別	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
排名	6	2	3	1	8	4	7	5	8	9

表 4-2 各項評鑑成績分數

組別	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
創意	20	22	22	24	20	21	22	21	17	17
理念	21	21	20	23	18	21	20	21	18	19
功能	19	17	20	22	16	19	18	18	15	15
材質	22	18	17	20	17	18	19	17	17	19
情境	21	21	20	22	17	19	19	21	17	17
外觀	17	16	19	21	17	18	20	17	15	16
完整性	19	16	21	21	15	20	21	18	17	17

1.FBS 整體編碼比例與總成績

本研究將 FBS 編碼在各組中所佔之比例分開，依照總成績由高至低排列製作線性趨勢圖，如圖 4-1 所示。發現 S 與 Be 的比例有明顯趨勢差異，當名次越高其 Be 比例越低，而 S 比例越高。

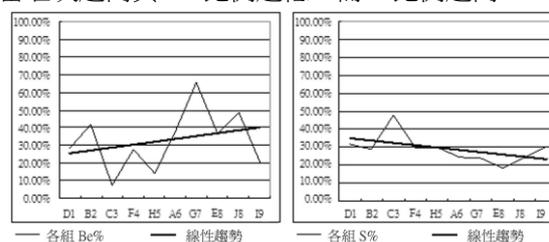


圖 4-1 S 和 Be 比例與總成績趨勢圖

透過原始口語資料瞭解各組的討論狀況後，發現 S 與 Be 之趨勢圖需要互相配合觀看，發現好的團隊其概念發展狀況大多為 S 的編碼後接續 Be 的編碼，而且 S 的編碼越多、Be 的編碼越少，表示其單一概念參考較多實體物件，所延伸的內容在造型或構造也較具實際性。

2.FBS 整體編碼比例與創意概念排名

依照創意概念排名由高至低排列製作線性趨勢圖，如圖 4-2 所示，發現 S 的比例趨勢圖較為顯著，當 S 比例越多創意概念名次越高。

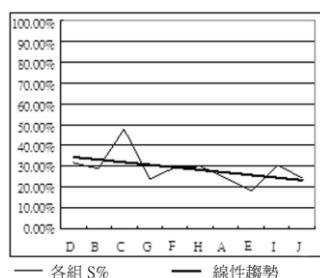


圖 4-2 S 比例與創意概念排名趨勢圖

將 S 趨勢圖對照逐字稿討論狀況發現，當概念發展時，參考越多實體物件且具都有相關性時，可助概念平行發展，而此概念也會較為豐富及完整。

3.FBS 整體編碼比例與完整性排名

依照完整性排名由高至低排列製作線性趨勢圖，如圖 4-3 所示，發現 Be 與 S 的圖型較為顯著，當完整性成績越高時，Be 比例越低、S 比例越高。

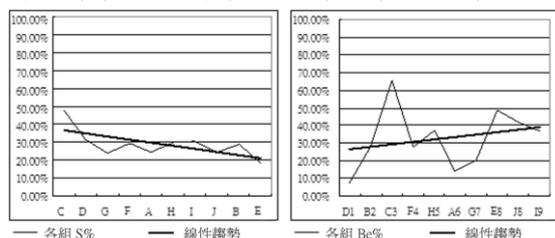


圖 4-3 S 和 Be 比例與完整性排名趨勢圖

透過各組的討論狀況，發現 S 與 Be 的趨勢圖需搭配一起看，當概念發展時，參考越多實際物件之外型與構造，再經過情境發想，其運用會較完整；而先以大量模擬情境發展，卻缺少參考實際外型或構造，容易成為空想，其完整性較為不足。

五、討論與結論

透過各組討論狀況與 FBS 整體比例趨勢圖，發現總排名、概念創意及完整性項目，會與某些知識內容的比例有些許相關性。但是一個設計案中，設計思考流程是很複雜的，設計師需運用其創造力與想像力，進行產品的功能、使用方法、外觀、色彩、人因工學與操作過程的創意發展，主要包含三大工作階段：

- (1) 分析：調查資料分析、設計步驟進度、可行性、設計方法、人員分工等。
- (2) 綜合：包含 a. 細部設計 (detail design)，如設計構想、概念發展、機構設計、外觀設計、材料規範。b. 設計方案 (design decision)，如產品方案、材料規格、產品製程規劃、設計定案。
- (3) 評估：設計修正、產品評估、模型製造、模型測試等。

因此本研究更進一步將各組的討論時間等分

為三段，計算其 FBS 編碼在各段時間的佔有比例，製作成趨勢圖，並挑出有顯著差異的趨勢圖片，瞭解各組在討論過程中思考內容的變化。

1.FBS 三段時間編碼比例與總成績

在總排名與各段時間的編碼比例趨勢圖中，如圖 5-1、圖 5-2 及圖 5-3 所示，我們發現設計成果較佳的團隊，其前 1/3 時間內，Bs 和 S 比例較高，Be 和 R 比例較低；第二個 1/3 時間內，F 和 Be 比例較高，Bs 和 S 比例較低；後 1/3 時間內，D 和 R 比例較高，F 和 S 比例較低。

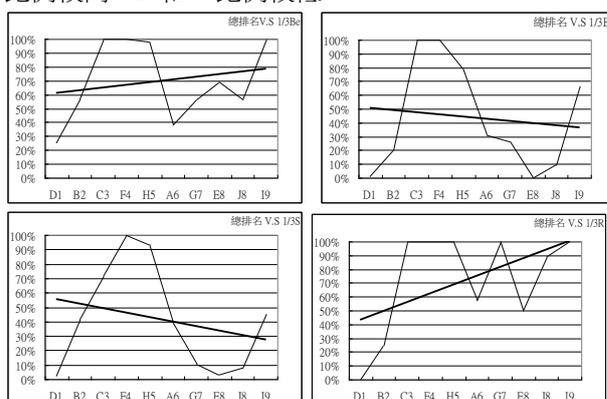


圖 5-1 前 1/3 時間 Be、Bs、S 和 R 比例與總排名

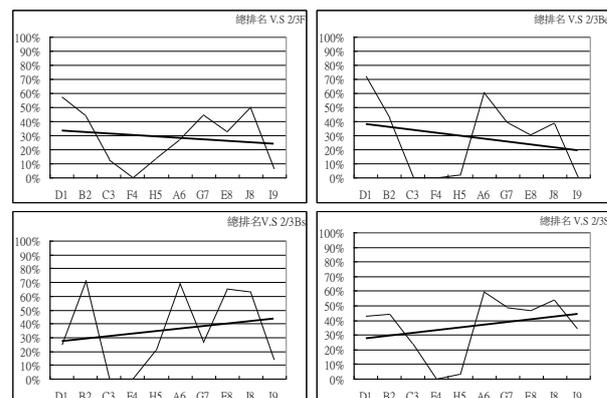


圖 5-2 第二個 1/3 時間 F、Be、Bs 和 S 比例與總排名

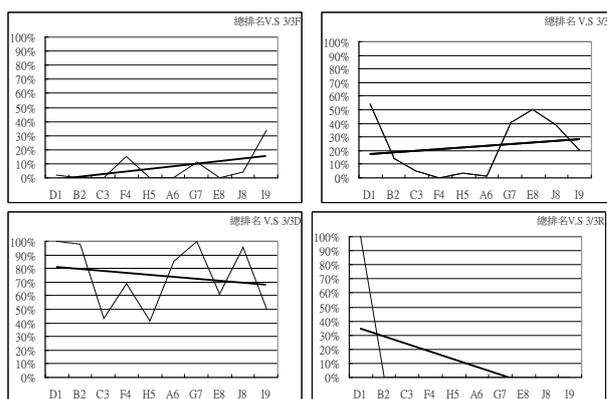


圖 5-3 後 1/3 時間 F、S、D 和 R 比例與總排名

對照各組實際討論狀況，發現總排名高的小組，一開始會多利用實體物件(S)和其實際運用方式(Bs)加以延伸作為參考討論，並不會毫無目的的空想，過一段時間後，會將好的概念再延伸發展(Be)，並加入產品功能性(F)，這時為團隊概念垂直發展關鍵時刻，因此會慢慢減少參考實體物件(S、Bs)，等到產品的概念較為完整後，才在最後開始繪製草圖(D)，並檢視是否符合設計案所要求的條件(R)。

2.FBS 三段時間編碼比例與創意概念排名

在創意概念排名與各段時間的編碼比例趨勢圖中，如圖 5-4、圖 5-5 和圖 5-6。我們發現創意概念排名較佳的團隊，其前 1/3 時間內，S 比例較高，Be 和 R 比例較低；第二個 1/3 時間內，F 和 Be 比例較高，Bs 和 S 比例較低；後 1/3 時間內，D 和 R 比例較高。

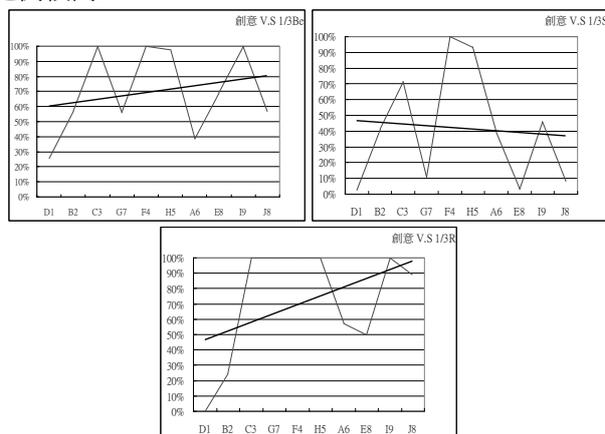


圖 5-4 前 1/3 時間 Be、S 和 R 比例與創意概念排名

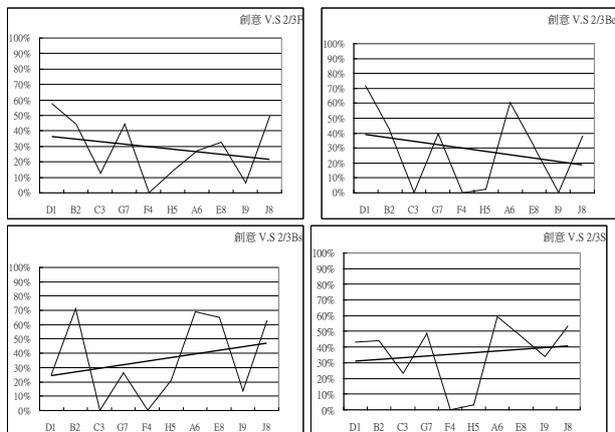


圖 5-5 第二個 1/3 時間 F、Be、Bs 和 S 比例與創意概念排名

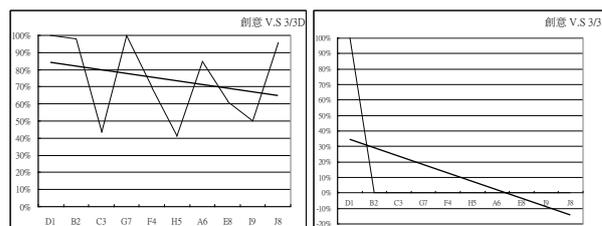


圖 5-6 後 1/3 時間 D 和 R 比例與創意概念排名

對照各組實際討論狀況，發現創意概念排名高的小組，一開始會利用現有實體物件之外型、構造等(S)進行參考發展，這時候他們盡可能不要照著設計規定(R)來考慮，較不會被規定所限制住，過一段時間後，接著將較可行性的概念加以情境發展與運用(Be)，並加入功能性(F)的考量，此時著重概念垂直發展，所以參考物件會大量減少(S、Bs)，最後才開始著手繪製草圖(D)，繪製草圖時會確定產品的外型與構造，並在此時才檢視是否產品符合設計概要(R)，再加以收斂修改。

經過總排名與創意概念排名的趨勢圖分析後，發現其總排名與創意概念排名非常接近，且變化趨勢圖也都極為相似，因此猜測創意概念為討論過程中，影響設計成果好壞最重要之因素，本研究歸納出在合作式設計團隊中，創意概念的發展狀況，會深深影響整體設計成果。

本研究透過整體的 FBS 編碼比例以及依時間來看 FBS 編碼佔有比例，來探討設計成果與設計內容之關係，最後歸納出以下結論：

(1) 設計成果佳的设计團隊在设计過程中，會先運用較多現有實際元素，作為概念發想之開頭，之後再依據團隊成員之創意與經驗，做關聯性的延伸發展，這樣的思考過程，也幫助概念較易具豐富性及完整性。

(2) 設計成果佳的设计團隊，對於設計流程安排，會於前 1/3 時間多利用現有實際構造和運用方式作為參考，並不會毫無目的的空想，直到第二個 1/3 時間，再將可發展的概念再延伸發展，並加入功能性之運用，這時為團隊概念垂直發展重點，因此會慢慢減少參考現有實際元素，盡量發揮團隊之創意與專業知識，等到產品具體化後，才在最後開始繪製草圖，並在此時檢視產品概念是否符合設計案所要求的條件。

希望本研究之結果可為好的合作式設計過程帶來進一步的瞭解，並建立研究基礎，讓日後研究者可從不同的角度探討合作式設計，找出更好的合作式設計模式，於未來為團隊設計提升更多效率與品質。

六、參考文獻

周建偉(2008)。合作式設計中成員的創意潛能組合與設計過程對於設計成果的影響。碩士論文，台

- 灣：長庚大學。
- 徐世明(2003)。協同設計模式之研究-以國防工業供應鏈體系為例。碩士論文，台灣：中原大學。
- 張家鳳(2004)。協同設計下整合跨廠組裝次序與易組性設計之評估模式。碩士論文，台灣：元智大學。
- Cross, N., & Cross, A. C. (1995). Observations of teamwork and social processes in design. *Design Studies*, 16, 143-170.
- Gero, J. S. (1990). Design prototypes: A knowledge representation schema for design. *AI Magazine*, 11, 26-36.
- Gero, J. S., & McNeill, T. (1998). An approach to the analysis of design protocols. *Design Studies*, 19, 21-61.
- Gero, J. S., & Tang, H.-H. (1999). Concurrent and retrospective protocols and computer-aided architectural design, in J. Gu & Z. Wei (eds), *CAADRIA'99, Shanghai Scientific and Technological Literature House*, 403-410.
- Gero, J., & Tang, H.-H. (2001). Differences Between retrospective and concurrent protocols in revealing the process-oriented aspects of the design process. *Design Studies*, 21, 283-295.
- Gero, J. S. (2003). Situated computing: A new paradigm for design computing, in A. Choutgrajank, E. Charoenslip, K. Keatruangkamala & W. Nakapan (eds), *CAADRIA03*, Rangsit University, Bangkok, 579-587.
- Goldschmidt, G. (1996). The designer as a team of one. In N. Cross, H. Christiaans & K. Dorst (eds.), *Analysing. Design Activity* (pp. 65-91). Chichester: John Wiley & Son.
- Goldschmidt, G. (1999). The backtalk of self-generated sketches. *Visual and Spatial Reasoning in Design* (pp. 163-184), Sydney.
- Goldschmidt, G. (2001). Is a figure-concept binary argumentation pattern inherent in visual design reasoning? In J. S. Gero, B. Tversky & T. Purcell (eds.), *Visual and Spatial Reasoning in Design II* (pp.177-205), Sydney, Australia: Key Centre of Design Computing and Cognition.
- Goldschmidt, G. (2003). Cognitive economy in design reasoning. In U. Lindemann (eds.), *Human Behaviour in Design* (pp. 53-62), Berlin: Springer Verlag.
- Goldschmidt, G., & Tatsa, D. (2005). How good are good ideas? Correlates of design creativity. *Design Studies*, 26, 593-611.
- Kan, J. W. T., & Gero, J. S. (2005). Design Behaviour measurement by quantifying linkography in protocol studies of designing, In J. S. Gero, & U. Lindemann, (eds.), *Human Behaviour in Designing'05* (pp. 47-58). University of Sydney, Australia: University of Sydney.
- Miller, G. A. (1956). The magical number seven, plus or minus two: some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*, 63, 81-97.
- Mitchell, W. J. (1990). *The design studio of the future: the electronic design studio*. Cambridge, MA: MIT press.
- Newell, A., & Simon, H. A. (1972). *Human problem solving*. NJ: Prentice Hall
- Rowe, P. G. (1987). *Design thinking*. Cambridge: The MIT Press.
- Salter, A., & Gann, D. (2002). Sources of ideas for innovation in engineering design. *Research Policy*, 32, 1309-1324.
- Simon, H. A. (1966). *Scientific discovery and the psychology of problem solving, Mind and Cosmos*. Pittsburgh: University of Pittsburgh Press.
- Suwa, M. (1998). Content-oriented protocol analysis coding scheme. Sydney, Australia: Key Centre of Design Computing and Cognition.
- Suwa, M., Gero, J. S., & Purcell, T. (2000). Unexpected discoveries and s-invention of design requirements: important vehicles for a design process. *Design Studies*, 21, 539-567.
- Tang, H.-H. (1997). The evaluation and suggestions of applying the coding system of the protocol analysis in design activities, in Y. T. Liu, T. Wang, C. C. & J. H. Hou (eds), *CAADRIA '97 Workshops*, Taiwan, Hu's Publisher INC, 149-159.
- Tang, H.-H., & Gero, J. S. (2000). Content-oriented coding scheme for protocol analysis and computer-aided architectural design. In B.-K. Tang, M. Tan & Y.-C. Wong (eds.), *CAADRIA 2000* (pp. 265-275). Singapore: CASA.
- Tang, H.-H. (2001). *Exploring the roles of sketches and knowledge in the interlinked and multimode design process using protocol analysis*. Ph.D Thesis, Australia: The University of Sydney.
- van der Lugt, R. (2001). *Sketching in design idea generation meetings*. PhD dissertation, Faculty of Industrial Design, Delft University of Technology.

誌謝

本文感謝國科會予以部分經費補助，計畫編號為 NSC-97-2221-E-011-082。