

第四章 分析與討論

在第三章當中提出了一個由設計課元素和數位設計特質所共同構成的兩個層級的數位設計課分析架構，本章便是以這個分析架構為基礎，分析三位受測者在本門設計課中的數位設計操作特質。本章的主要資料來源和上一章的分析一樣是第九週的課程，然後再以其他堂課資料為輔的方式進行分析討論。這一堂課之所以被挑選出來當作主要資料來源的原因和上一章節一樣，主要是研究者從參與觀察的過程中發現，本堂課中的每一個設計課的元素所佔有的資料比例比較平均，有利於將每個元素都說明清楚，但其中可能的研究限制請參見第五章。

在接下來的論述當中，因為本研究從參與式觀察中所得之受測者資料已經在上一章中依設計課的構成元素分成了六類，因此在本章中再進一步將這六個元素分別去對應數位設計流程的九個特質，分析出彼此間的關連，並對於有展現出與數位設計特質相關的元素再加以說明，以下便是針對三位受測者資料所做的分析與討論。

4.1 受測者 A

受測者 A 的基地在台北市圓山地區的市立美術館旁，空間機能主要為展示台灣歷史尤其是圓山地區自然人文變遷資料的故事館，以下便是對於受測者 A 在本研究中的數位設計操作特質分析。

4.1.1 主題 (Theme)

受測者 A 的主題具有複雜的、動態的、演化的、高科技的、混雜的、參數的和系統的等七項特質。

4.1.1.1 複雜的 (complex)

受測者 A 提出的中心主題最後是探討電腦與人之間的互動關係，亦即以人工智慧、電腦自動產生形、選擇形為中心議題(圖 4.1a)，探討用電腦來代替人類眼睛去選擇形狀，以及電腦自動生成形的方法；除此之外，他又同時發展其他的次主題，包括動態空間感知的創造(圖 4.1b)、看與被看(圖 4.1c 和 d)、人類眼睛能將不完整形狀辨識成完整形狀這類視知覺方面的議題(圖 4.1e)、主體與非主體物件之間的互動關係(圖 4.1f 和 g)等，這些議題不論單獨探討或整合在一起討論都是十分複雜的。

4.1.1.2 動態的 (dynamic)

動態的建築從一開始便是受測者 A 所提出欲探討的主題之一，他提出利用速度及光線的變化配合建築立面的特殊設計，操作空間的氛圍例如速度、密度、尺度等，進而讓使用者產生動態空間的心理感知(視覺暫留、錯覺)，創造出空間不停歇的動態感(圖 4.1c 和 f)。

4.1.1.3 演化的 (evolving)

受測者 A 提出希望能探討電腦自動化生成設計並發展用電腦代替人類設計師選擇形的系統，在探討這種主題和發展這種系統的過程中，會看到電腦根據使用者所輸入的參數而演化出來的各種形體，例如 Greg Lynn 在紐約韓國長老教會案例中的操作(圖 4.1h)，電腦自動化衍生出設計的過程在各階段中可以被清楚而詳細的記錄下來，而這也是這種主題演化特性顯著之所在。

4.1.1.4 高科技的 (high-tech)

電腦自動化設計或人機互動這樣的主題伴隨而來的便是對於數位科技的高度需求，因此在這樣的主題中，高科技的特質愈形強烈。

4.1.1.5 混雜的 (hybrid)

除了主要關於數位的主題之外，受測者 A 也將傳統的空間理論提出當作主題，例如提出都市脈絡中的實、虛空間，探討何者為前景何者為背景，再加上不同時期歷史人文遺跡的探索等，他想探討的主題至少包含了動態、互動、視知覺中的不完整形、都市脈絡中實體與虛體空間的關係等(圖 4.1a~g)；多重主題包含數位與非數位的，展現出高度的混雜特質。

4.1.1.6 參數的 (parametric)

在參數化的特質方面，因為受測者 A 提出希望能發展電腦代替人工選擇形和電腦自動化設計系統，要發展這樣的系統，必須先蒐集大量的資料例如基地各項自然與人文因子包括交通運輸系統、歷史脈絡、人類活動、地形、水文等，轉化為電腦程式中的各項參數(圖 4.1i)，而建立了這個系統之後，接下來的設計便由這些參數的不同組合與交互作用演化而來，因此這種主題的參數化特質很強烈。

4.1.1.7 系統的 (systematic)

受測者 A 的電腦自動化設計或人機互動這樣的主題對於系統化的操作過程有高度的需求，設計者必須依照設計的需求設定出讓電腦能夠工作的系統，因此在系統化的特質方面頗為顯著。

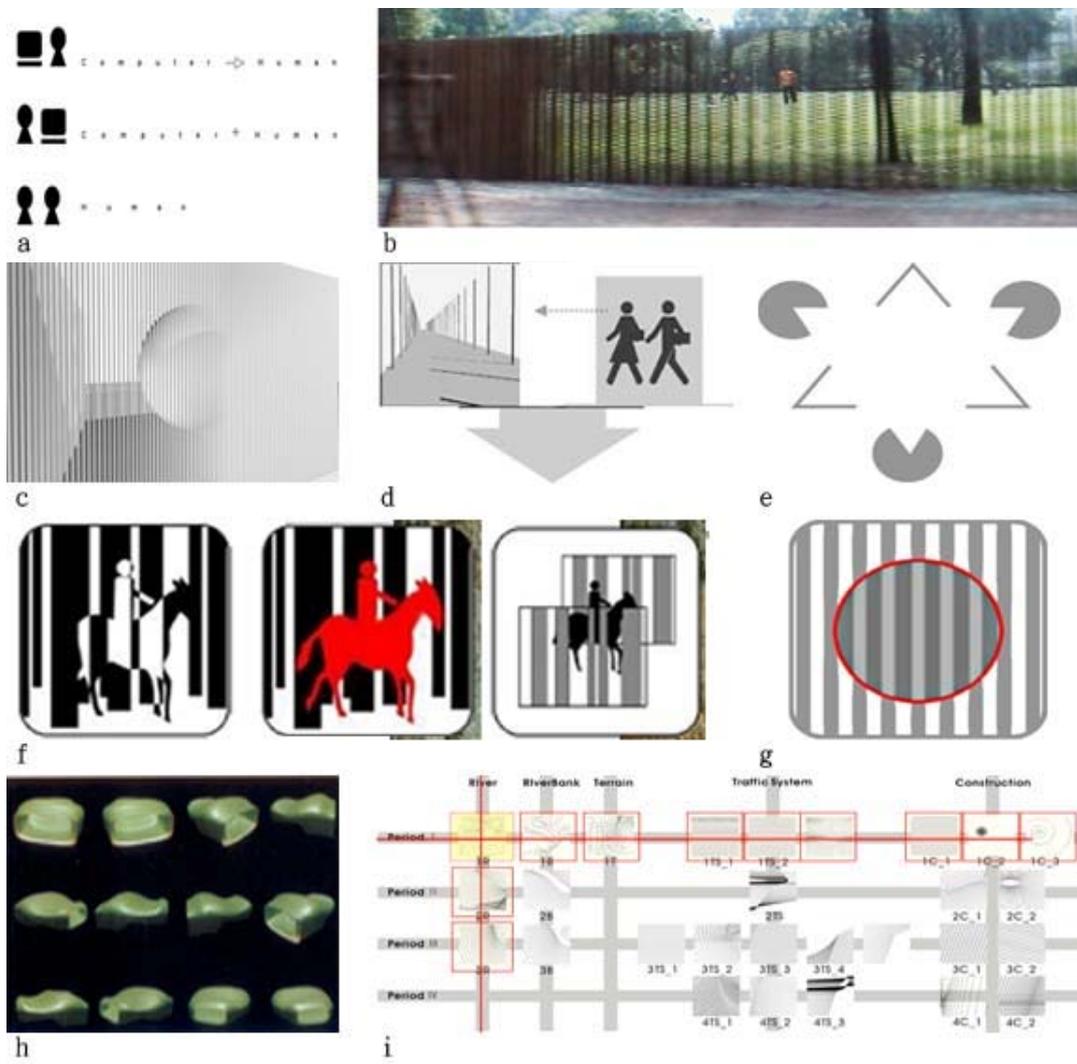


圖 4.1 主題 (受測者 A)

4.1.2 工具 (Tool)

受測者 A 的工具擁有複雜的、曲線的、動態的、演化的、高科技的、混雜的、參數的、系統的和構造的等九項特質。

4.1.2.1 複雜的 (complex)

在本研究所觀察的數位設計課中，媒材是十分被重視的元件，尤其是數位媒材，更是造成數位設計課和一般設計課最大不同的地方。因此，在本設計課開課之前的暑

假，便先開了一門選修課叫數位設計媒材基礎 (Fundamental Digital Design Media)，內容包括了 2D 軟體 PHOTOSHOP 和 AUTO CAAD、3D 建模動畫軟體 3DS MAX 和 MAYA 以及視訊剪接軟體 PREMIERE，這門數位軟體先修課是提供給對於電腦軟體使用經驗較不足的學生在課程正式開始前提早暖身練習；數位設計課程開始之後，則有另外一門必修媒材課叫新媒材 (New Media)，規定凡是修本數位設計課的學生也必須同時修這門數位媒材課程。這門新媒材課程內容主要是關於數位製造，教導學生如何運用 3D 軟體建造自由形體，並且將電腦中的 3D 模型透過雷射切割機 (圖 4.2a 和 b) 和 RP (圖 4.2c) 直接輸出成實體模型。

除了客觀上可以理解在短時間內要學習操作這麼多樣的數位軟硬體的確是一件複雜的事情之外，從觀察三位受測者操作數位工具的過程也可看出他們認為操作這些數位工具是複雜且困難的，即使如受測者 A 雖然對於數位工具的使用在過去有一些不錯的基礎，但仍苦於在十分有限的時間內要同時學會多樣軟硬體及發展設計的困難，複雜的數位工具的確需要投入大量的時間才能熟悉。

4.1.2.2 曲線的 (curved)

受測者 A 充分利用 CAD/ CAM 工具善於創造出曲線作品的特質，從一開始的概念發想便使用 3D 造型能力頗強的 MAYA 和 3DS MAX 軟體直接在電腦中發展設計 (圖 4.2d)，然後在實體模型的製造部分也是直接由電腦檔案連接雷射切割機或 RP 之後輸出 (圖 4.2e)，從受測者 A 使用數位工具發展設計的過程可以看出 CAD/ CAM 對於設計製造曲線或自由形體的確有很大的幫助。

4.1.2.3 動態的 (dynamic)

在動態的這項特質中，受測者 A 除了運用數位影音媒材創造與表達空間的動態感與即時性之外 (圖 4.2f)，也運用 CAD/ CAM 技術十分有利於創作出流線造型、動感十足作品的特質來創作，例如運用雷射切割機將電腦中一個以 3D 軟體建立的電腦模型輸出成實體模型，並且充分的呈現出速度的動感 (圖 4.2g)。

4.1.2.4 演化的 (evolving)

受測者 A 蒐集關於基地的自然人文資訊，並將這些資料數化，再運用 3DS MAX 的外掛軟體從數化的底圖中去自動框選形；軟體中的運算式根據參數資料庫演化出形以及未來建築的外形，這樣的數位媒材除了可以依照設計者的設定自動衍生出形體之外，演化的過程也能夠被詳細的記錄下來。

4.1.2.5 高科技的 (high-tech)

高科技的這個特質被普遍認為是數位設計所與生俱有的，以 Frank Gehry 的作品為

例，在畢爾包美術館案中，Gehry 原本也排斥使用電腦，但後來他注意到了電腦修改造型的強大能力，以及電腦讓複雜的造型概念直接合理化而且可以被建造的能力，因而很有創見的將電腦應用在美術館的設計與建造中，使得這個形體複雜的龐然大物得以被完成。此外，Gehry 在 2002 年成立了以提供新的技術與方法給建築業為宗旨的公司—Gehry Technologies，不斷的研發如何改善與支援複雜的建築設計與建造的方法。受測者 A 在本研究中也正在做著類似的實驗，這裡所說的高科技也許用新科技來表達會更恰當，因為除了科技本身之外，如何創新的來應用與整合這些科技以及發現全新的、更有效率與更適當的操作方法，才是在數位設計課中操作數位工具的重點。

4.1.2.6 混雜的 (hybrid)

這雖然是一個強調探討數位工具的數位設計課，受測者 A 也很努力的在測試各項數位工具的能耐，但是在設計的某個階段他認為用美工刀來切割紙板、徒手彎折鐵絲、用火烤壓克力版或灌臘實驗彎曲皮層等這類非數位的實體模型更能有效啟發他的設計概念的時候，他就會暫時放下數位工具而去使用這些傳統的媒材（圖 4.2h~j）；直到他從這些傳統媒材的使用中得到需要的靈感與成果後，又會回歸到數位媒材的操作。這種往返於實體和數位工具的混雜操作方式，也算是在數位設計課中的一大特色。

4.1.2.7 參數的 (parametric)

受測者 A 先蒐集大量關於基地的資料例如包含陸路與水路的各種交通運輸系統、歷史人文活動、地理脈絡、水文轉變等，將這些資料轉化為電腦程式中的各項參數，再運用 3DS MAX 的外掛軟體從底圖中去自動框選形、產生形，軟體中的運算式根據參數資料庫提供可能的形體形式，這樣的數位工具可以提供參數化設計의各種可能性。

4.1.2.8 系統的 (systematic)

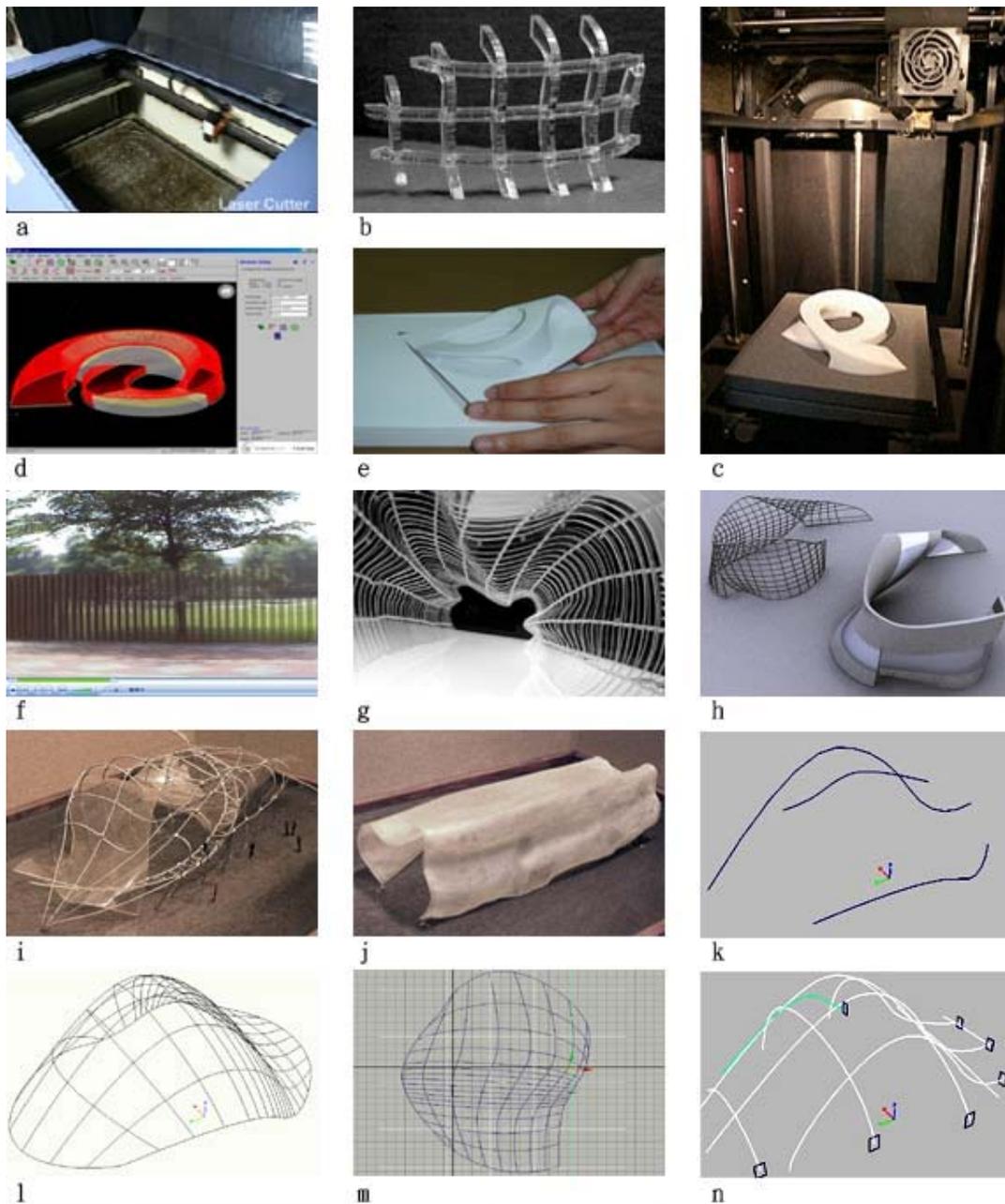
而數位工具的操作過程一般來說都是非常系統化的，受測者本身必須先將欲操作的過程與內容先想清楚到某一種程度才能順利的和數位媒材一起發展設計。Stephen Dobny 在分析 Peter Eisenman 的作品中提到 (Eisenman and Dobney 1996)：「Eisenman 的設計並非先預設好了結果，再以設計過程不斷的來達到這樣的成果；相反的，他以設計過程的明確化為重點，強調設計的結果是由過程中的一些規則所推演出來的，而這樣的過程，十分符合數位化的概念，也造成了後來電腦在 Eisenman 的作品中佔有重要的位置。」

以受測者 A 在 MAYA 軟體中建構一基本的骨架為例，操作的過程從畫線段、把線轉化成皮層、畫出骨架的垂直水平投影線、製作骨架斷面、將斷面沿投影線擠出量

體之後便完成了一簡單的自由形體骨架 (圖 4.2k~p)。

4.1.2.9 構造的 (tectonic)

CAD/ CAM 工具能有效協助研究與解決建築構造上的問題，受測者 A 在 CAD/ CAM 技術的支援下，除了在不受地心引力影響的虛擬螢幕內設計了自由形體之外，也進一步將電腦模型輸出成在真實世界中的實體模型，並為建築的構造做了一些實驗 (圖 4.2q)。數位工具讓複雜的造型概念有機會以合理的時間和成本被建造出來，受測者 A 也對於這一點也展現出無比的熱情與期待。



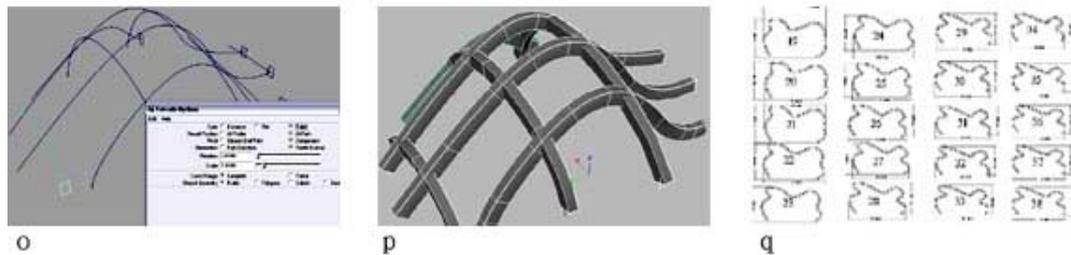


圖 4.2 工具 (受測者 A)

4.1.3 搜尋 (Search)

受測者 A 的搜尋具有複雜的、曲線的、動態的、演化的、高科技的、混雜的、參數的、系統的和構造的等九項特質。

4.1.3.1 複雜的 (complex)

受測者 A 的設計搜尋過程是十分多元且複雜的，針對主要議題電腦自動選形及產生形的部分做了不少案例分析與研究，例如分析 Greg Lynn 的動態形體 (animated form) 概念和渡邊誠在東京飯田橋地鐵站案例的實踐 (圖 4.3a 和 b)，然後也回到基地本身做了一連串自然與人文資訊的搜尋，例如空間使用機能、都市脈絡、交通動線包括鐵路、水路、陸路等以及地形、水文等的歷史變遷等，探索、重疊並抽離這些資訊所刻畫出的線條 (圖 1.3c~h)。另外，關於其他主題的搜尋例如動態的建築、看與被看的可能性、人類的視知覺經驗、互動的皮層等也進行一連串的探索 (圖 4.3i~l)。

4.1.3.2 曲線的 (curved)

受測者 A 所選擇探究的對象在本質上多半都具有曲線的特質，例如地形起伏、等高線、行水路線、陸地運輸系統等 (圖 4.3e)，然後受測者 A 再根據這些資訊發展出一系列與基地相關的可能線條 (圖 4.3h)，而這些線條也充分展現出曲線的特質，因此整個搜索過程本質上曲線的特性頗為顯著。

4.1.3.3 動態的 (dynamic)

在展現動態的特質這個項目中，受測者 A 在搜索過程中不斷探討動態建築和人對動態現象的知覺經驗這方面的議題。傳統意義上的建築從物理角度上來說是靜止的，一旦建成，它自己不會移動，也不會根據使用者的需求而相應變化。但是當受

測者 A 提出以電腦自動化設計為主題之時，也連帶討論到建築智慧化的議題；例如 Jean Nouvel 在巴黎所設計的阿拉伯文化中心，便是以建築物本身能根據陽光強弱而自動調整牆面模矩開口大小而聞名 (圖 4.3m)。

除了和物理環境的互動之外，受測者 A 也強調空間和人體之間的互動，希望通過在一個靈活可變的系統中建立起空間和身體運動之間的互動關係，因此也搜尋了有類似特質的案例。例如 Pure Design 的 2002 年日本新建築居住建築設計競圖方案互動性－居住在繆斯女神被服務的地方 (圖 4.3n)，在一個以非均勻原理的 B 雲形線 (NURB) 表面為基礎構築的居住單元裏，通過引入可以閱讀人類情感的電子感測器，讓空間表面和人的活動之間建立一種以一天二十四小時為基礎的互動變化關係，空間的大小與形狀完全可以根據使用者的物理狀況與心理要求進行相應的調整，使得建築和人類的創造活動交相輝映；George Yu 建築師事務所的建築裝置作品 Blow Up (圖 4.3o) 為南加州建築學院設計的裝置品，其球體材料採用可膨脹的乙烯基塑膠，並且其柔軟彈性的表面上被安裝了觸覺式的電子感測器。當參觀者採用不同力度和方式撫摸揉差其表面時，整個裝置會通過感測器的運作相應地產生一系列持續變化的非線性聲響。這種人的行為與心理反應同建築裝置之間的互動體驗，極大地鼓舞了參觀者的好奇心、參與感和合作精神。

4.1.3.4 演化的 (evolving)

受測者 A 強調形的發展是根據基地中重要的時空線索演變而來，這類的概念例如日本建築師渡邊誠曾經將之運用在幾個車站設計上，例如 Kashiwanoha-Campus Station、Kashiwa-Tanaka Station 和 Shin Minamata Station 等；尤其在東京飯田橋地鐵站這個案例的搜索中，渡邊誠以在地底下的地下鐵道當作種子，藉由照明設備的蔓延展現如蔓藤植物般的生長生命力，最後由通風口上穿升出地面，開出了如花一般的換氣塔 (圖 4.3p 和 q)；這種動態與演化的概念應用到受測者 A 的基地時，他便以發掘基地的空間歷史發展變遷來呈現，再將這些資訊轉化為可形塑成建築空間的線條，如圖 4.3r 所示。

4.1.3.5 高科技的 (high-tech)

受測者 A 搜尋的重點幾乎都是與高科技相關的議題，例如如何讓電腦自動選擇形狀這個關於人工智慧的主題以及如何運用適當的軟硬體建立自由型體並將之建造出來。因此他也去探討了相關的案例與軟硬體，例如在 Greg Lynn 的電腦自動化設計實驗中應用 META-BLOB 軟體，在 SILICON GRAPHICS 平台上操作；Frank Gehry 應用航太工業中常見的 CATIA 軟體來建造數位化模型，然後用雷射測量精準的放置每個構件等。

4.1.3.6 混雜的 (hybrid)

在搜尋的過程中，受測者 A 除了在既有的建築設計領域探討之外，也在認知心理學當中的視知覺、人工智慧、地理學、電腦資訊等領域，做了深入淺出的研究；就像 Peter Eisenman 在折疊時期 (foldings) 的作品一樣，他藉由電腦軟體的分析與幫助，將許多不同領域的知識整合起來，成為他在建築設計概念上的基礎，例如地質學、拓樸學、物理學、數學、聲學..等 (Dobny 1995)，和 Eisenman 混雜的探索狀況比較起來，受測者 A 在設計探索過程也與之有異曲同工之妙。

4.1.3.7 參數的 (parametric)

受測者 A 搜尋的重點有一部分是關於如何讓電腦自動化設計這個關於人工智慧的議題，因此他也去搜尋了與基地相關的資訊並轉化為電腦可使用的參數 (圖 4.3d~g)。從圖 4.3f 中的參數分類樹狀圖中可以看出，受測者 A 所搜尋到的關於基地在不同時期的參數主要可分為自然的與人造的：自然的因子中包括了水域、水岸和山坡地平台；人造的因子中包括了交通系統例如鐵路、快速道路、橋與捷運路線等，以及人造物所造成之軸線例如忠烈祠航道、陸軍公墓至高點、圓山公園和週遭綠地、台北市立美術館、新舊社區和捷運站等。受測者 A 將這些因子在基地上所刻劃出的線條擷取出來，成為他電腦自動化設計資料庫中的基礎參數。

4.1.3.8 系統的 (systematic)

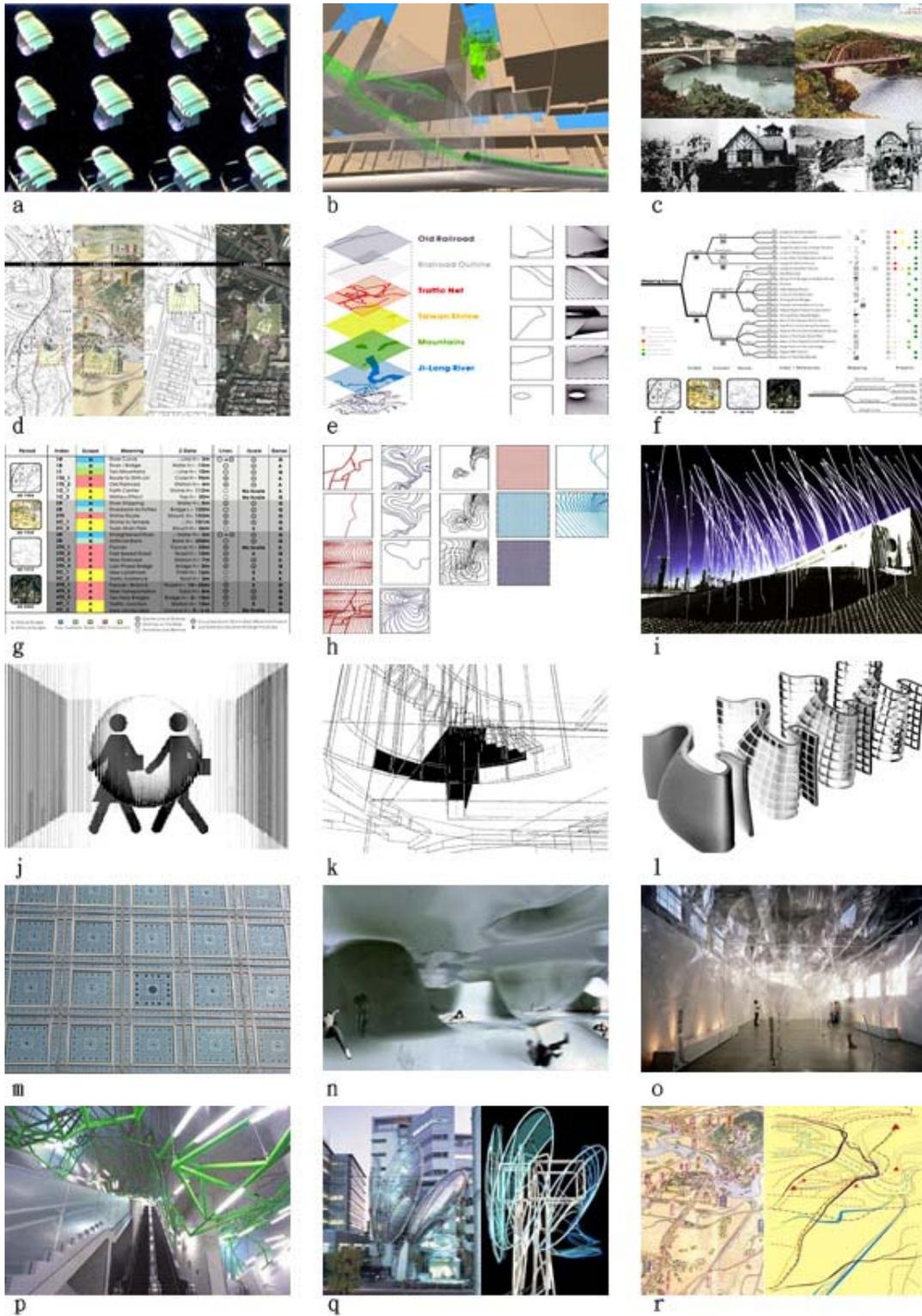
關於搜尋的過程，受測者 A 從一開始便規劃出一套模式，希望搜尋過程中的資料能有系統的被分類並被運用在設計發展中，如圖 4.3s 所示。這個系統除了組織電腦自動化設計所需的基礎參數、讓參數之間產生不同的交互作用之外，也是設計師進一步發展設計時依歸。比較特別的是，受測者 A 在每次上課簡報中開場白都要先強調他系統化的設計操作流程，並且以流程圖加以說明，充分顯示出系統化的設計流程對於受測者 A 的重要性。

4.1.3.9 構造的 (tectonic)

受測者 A 在設計搜尋的過程中花了很多心力在研究新的構造方式，因為有了 CAD/CAM 的支持，他非常希望能夠突破造型的限制，隨心所欲的創造出能被建造出來的自由形體，但這同時也造成了作品在建築構造上的新樣式，而必須由設計者試著提出建構的方法。因此他除了從其他案例分析研究中去搜索，例如 Massie Architects 的 Playa Urbana (圖 4.3t~v)，也用 CAD/CAM 設備為自己設計的細部構造做實驗 (圖 4.3w~y)。

同時，受測者 A 也發現透過研究紙模型能帶給他對於自由形體的構造有進一步的了解。雖為紙板，但透過電腦的計算，可以將 3D 模型展開，分析為可折疊的形式，簡單來說可以算是以摺板的方式成形。由圖 4.3z~bb 上可以看到操作流程，紙

板並不好操作，因為其第三向度很難執行，不過可以比操作雷射切割機和 RP 較快得到設計的概念中模型的成形，基本上也是相當精確的。



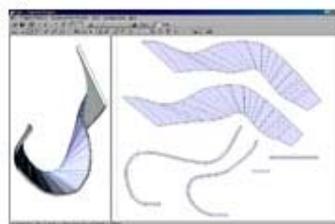
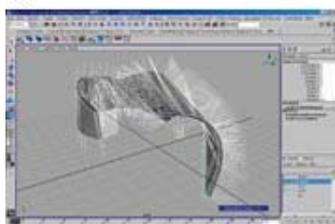
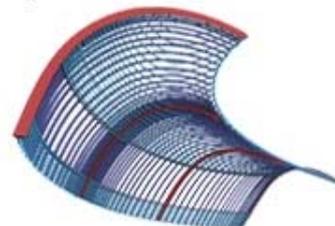
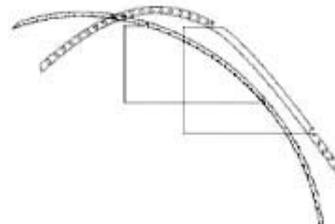
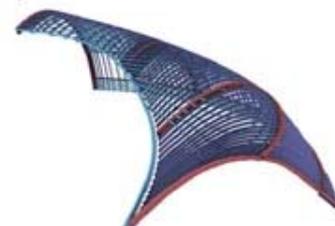
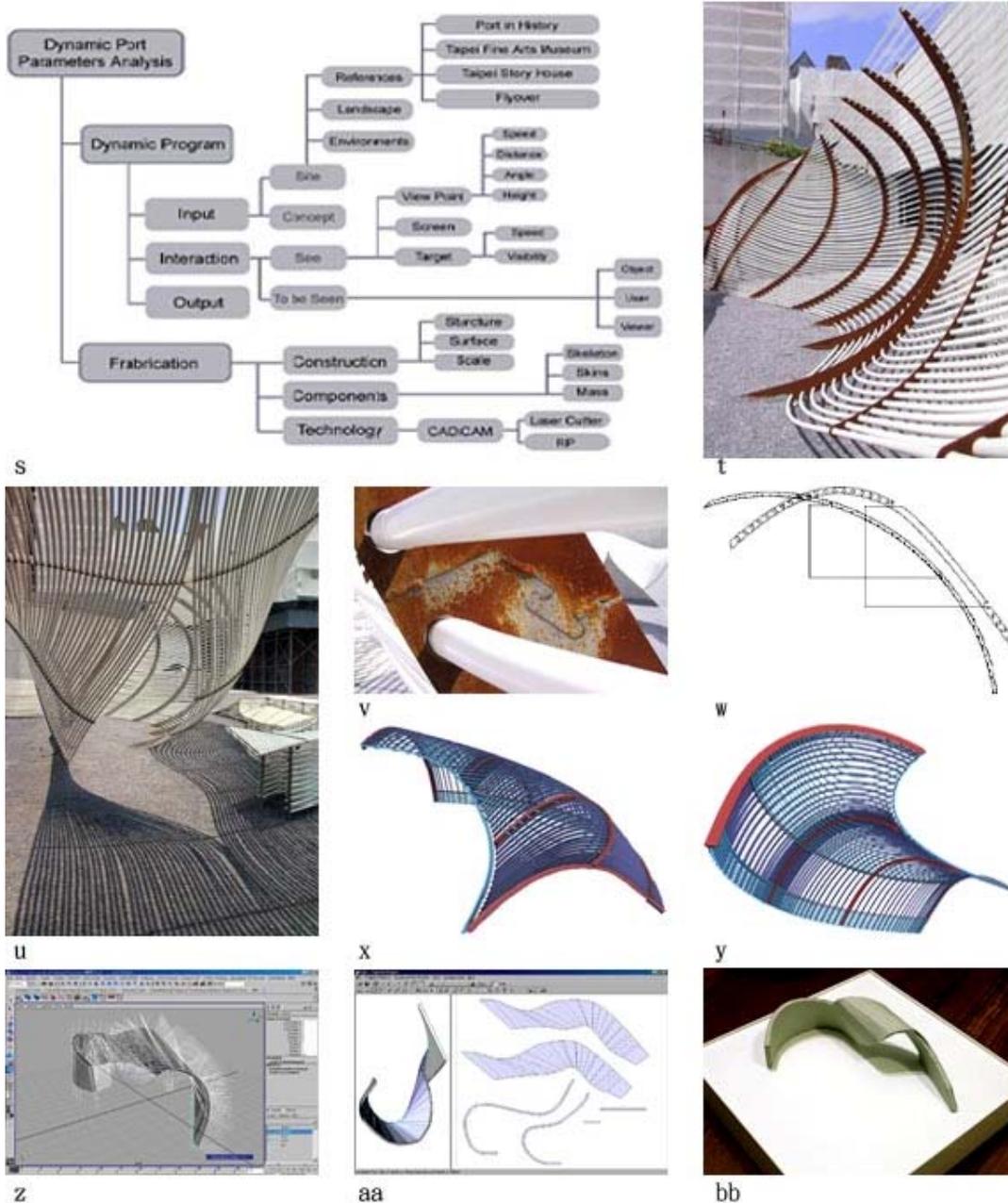


圖 4.3 搜尋 (受測者 A)

4.1.4 結果 (Result)

受測者 A 的結果具有複雜的、曲線的、動態的、高科技的、混雜的、參數的、系統的和構造的等八項特質。

4.1.4.1 複雜的 (complex)

從最後建築體本身設計的結果來看 (圖 4.4a)，是一個扭環狀的自由形體，可以想見其設計過程有一定的複雜度存在；然而更複雜的關係則是表現在建築本身與環境之間的關係，從圖 4.4f~h 中可以看出，受測者 A 最後的設計結果建築體像是大地雕塑般的從地景中長出來，一直延伸到河岸邊，與水域之間也產生了一些密切的關連。

4.1.4.2 曲線的 (curved)

設計案中關於形的生成，受測者 A 先是延續主題中所提出的空間認知概念，即人對於碎形的感知自然地會將片斷的形式連結起來，形成一個完整的形。以此現象為基礎，再透過電腦的運算 (由 3DS MAX 的外掛軟體為例)，由設計者選出第一片碎形，電腦會向外搜尋，直到找到一個完整的形為止 (圖 4.4c)，圖 4.4d 中一系列 2D 的曲線圖形便是受測者 A 根據這個方法發展出來的。

4.1.4.3 動態的 (dynamic)

最後的設計結果看起來充滿了動態感，其中東向立面看起來頗有一艘船要駛向大海的樣貌，如圖 4.4e 所示。



4.1.4.4 高科技的 (high-tech)

從最後扭環狀的自由形體看來 (圖 4.4a)，必需藉由高科技數位軟硬體的協助才有可能將設計在短時間內交代清楚，尤其是在未來如何實踐的部分，因此也展現出高科技的特質。

4.1.4.5 混雜的 (hybrid)

打破建築與地景的界線，受測者 A 展現了將建築體和地景混雜的形態；他將部分的故事館設計在廣場之上，也就是在地平面上，部分則在地平面以下 (圖 4.4f~h)，從室內的觀點來看亦充滿了忽內忽外的混雜性。

4.1.4.6 參數的 (parametric)

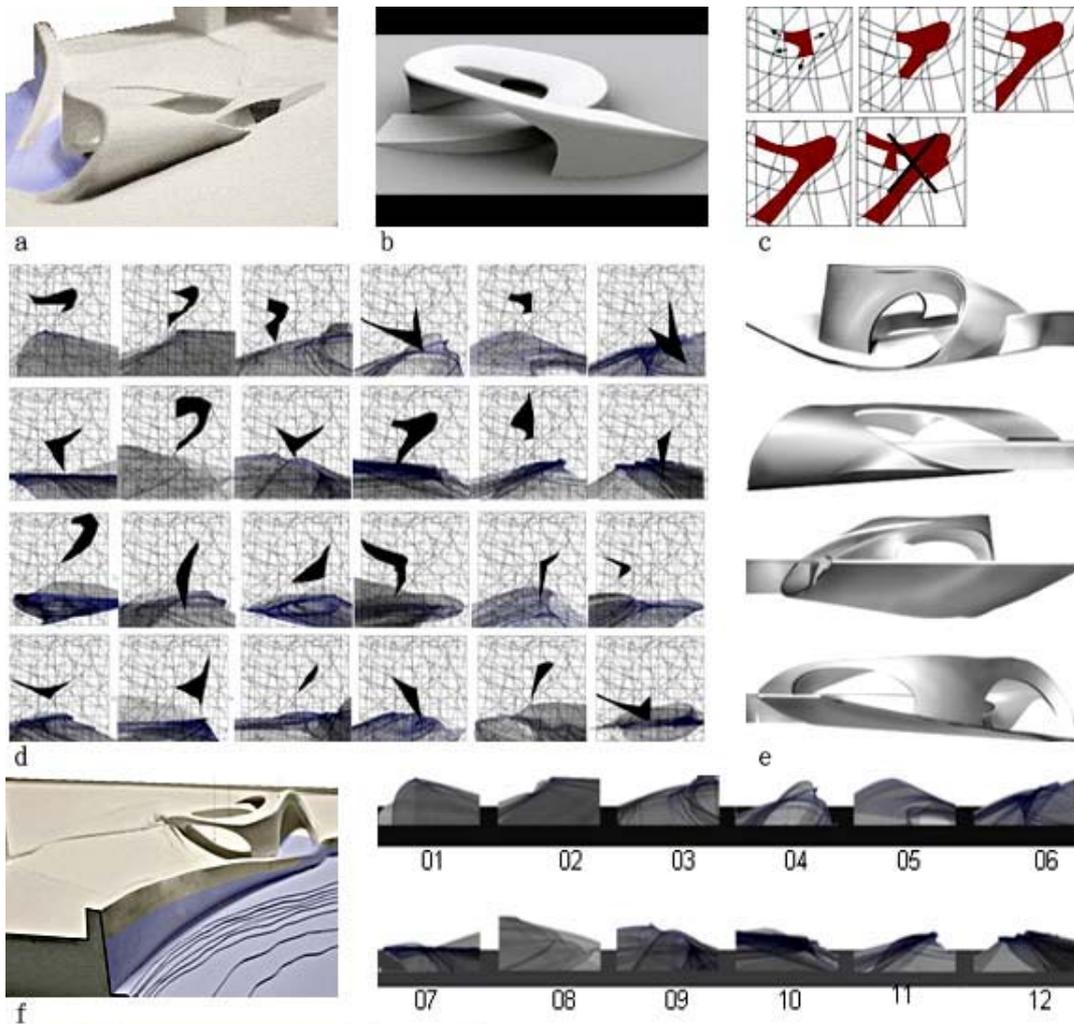
從受測者 A 最後所呈現的設計結果來看的确是源自於他所搜尋的某些參數中，如圖 4.4i 和 j 所示。

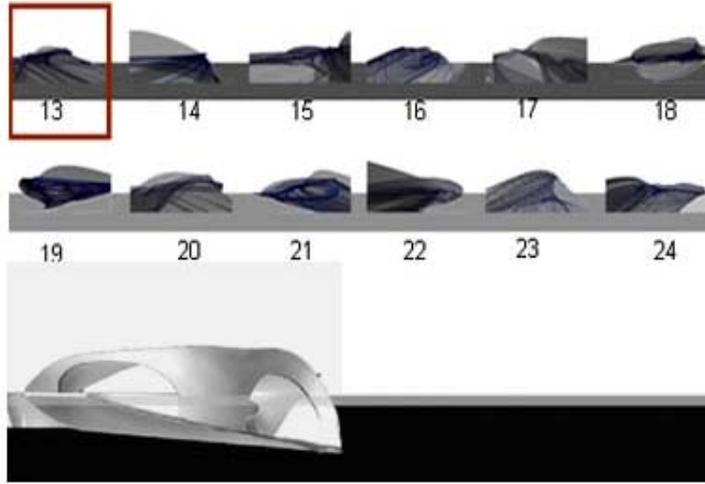
4.1.4.7 系統的 (systematic)

經由受測者 A 所規劃的系統化設計流程所產生的可能組合結果如圖 4.4k 所示，過程中不全然是電腦自動化的流程，而是規劃好在固定的某些階段由電腦介入，某些階段則由人類設計師來控制。

4.1.4.8 構造的 (tectonic)

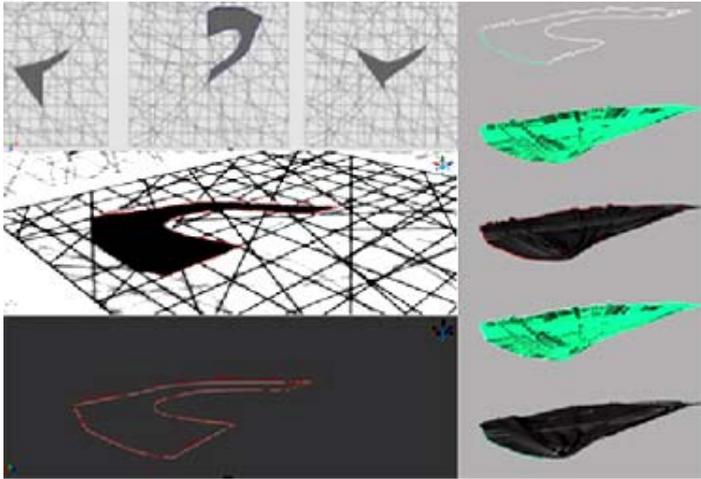
受測者 A 的設計結果形式雖然不複雜，但他對於發展新的建築構造方式卻有強烈的企圖心，希望研發出能有效建造有折疊 (folding)概念的建築，而這個概念也反映在他的設計結果；因此他在材料的實驗上也嘗試用較有彈性與延展性者，例如有液態可塑性的混凝土與相對柔軟的金屬折板 (圖 4.4l~o)，以便將具折疊與無接縫概念的建築形體建造出來。



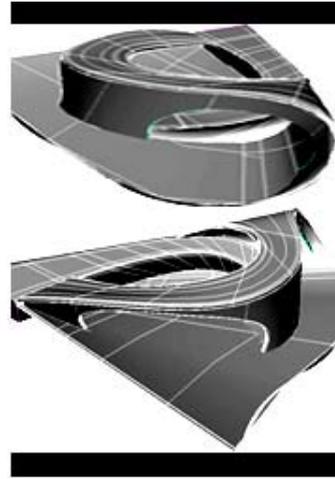


g

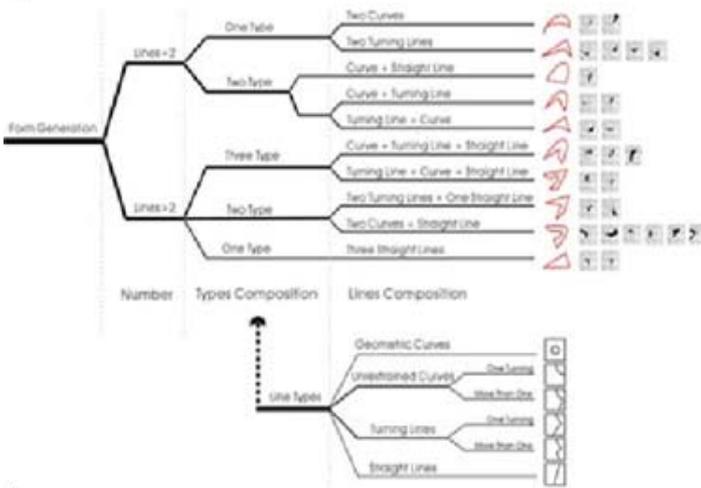
h



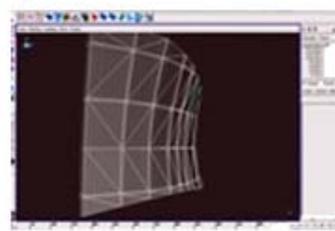
i



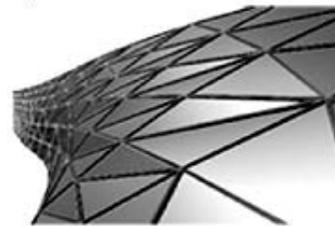
j



k



l



m

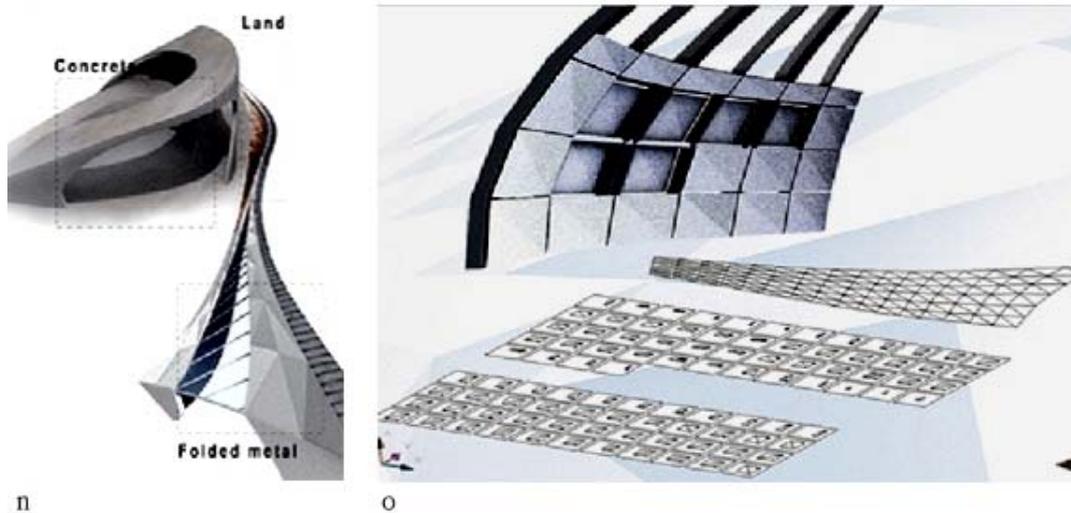


圖 4.4 結果 (受測者 A)

4.1.5 問題 (Problem)

受測者 A 的問題主要是在關於演化的和構造的這兩個特質上，在另外七個特質上，受測者 A 並沒有展現出明顯的問題。

4.1.5.1 演化的 (evolving)

在數位設計課中不必然要操作與演化或參數化有關的議題，但是受測者 A 提出的概念是運用基地上的各種歷史與空間資訊當作參數，再從這些參數中去發展出複雜的網格，讓電腦從這些不必然完整的網格中去衍生出完整的形狀；因此人工智慧、演化與參數化便成了受測者 A 設計案中非常重要的議題。然而收測者 A 在設計過程中所遭遇的問題並不是關於電腦自動化設計方面的問題，因為這些知識和技術的學習他都能透過設計的搜尋過程去找到答案；反而他提出最大的問題在於自由形體的形成，就如同他在第九堂課中提出的問題：

“我想問一個問題，就是我一直在 try 一個流程，一個數位設計的流程；但是當電腦算成這一系列圖形的時候，其實我有感覺它很像書法…”

回到我在第一週上課時有做了一張 pp 問說數位建築是什麼？是不是所有數位建築不管你怎麼操作，到最後呈現出來的外在形式都會很雷同？”

(A_09t, 編號 17)

受測者 A 網羅了多項基地上的歷史地標、空間地理、交通系統等資料，運用這些資訊當作發展設計的基本參數，這是一個非常重要的階段，因為受測者 A 十分強

調這個複雜的流程，而且未來設計的發展與結果都將由這套流程來決定；然而關鍵問題就在此時浮現了，受測者 A 並未以一個符合邏輯且合理的系統去整理套疊這些資訊，例如將基地不同時期的歷史地圖拿來套疊的同時，先做座標的定位，讓同一定位點的空間資訊因為時間的變遷而產生的變動得以忠實的被呈現出來，也就是說這些疊合在一起的圖不再只是表象的形而已，而是帶有真實的空間屬性資料。例如應用 Ian MacHarg 的疊圖法、擅長分析整理複雜圖資的地理資訊系統，或是像 Greg Lynn 用 blob-modeling 的方法，在不同的階段加入動力參數，並詳細記錄演化的過程，都可以為受測者 A 的網格式系統在形式之外帶來更多意義。

可惜的是，受測者 A 把這些資料蒐集來展示之後，用混淆不清的方式來述說，並且毫無規則且直覺式的將圖資移動、旋轉、複製、增加與刪除等（圖 4.5a~c），因而在參數資料庫與設計發展結果之間產生了一道鴻溝。例如 Subject A 在解釋如何運用處理這些資訊時說：

“我以基地的歷史為出發點，找到了很多的線，例如水線、道路線、地形線、重要地標物之間的視覺連線等等，把這些線拿來做平面上的堆疊，得到了一些頗為複雜的格線…”
(A_09t, 編號 6)

用人腦或用電腦來選擇形狀是另外一個議題，但更基本的問題是在這些形狀底下的基礎網格式是如何被建構出來的？這些基礎語彙如果沒有展現此基地的本質與特性，那麼被拿來用在這個基地或那個基地都同樣沒有意義，否則根本也不需要搜集這些基地資訊而直接畫一些看起來美麗的線條就好了。以這樣的架構為基礎而被選出來的形狀，很難被拿來討論為什麼會和哪個設計案的語彙看起來很相似。

這並不是受測者 A 特有的問題，在一般設計課的評圖場合，經常可以看到評圖老師在質疑學生的設計成果並未呈現他們所宣稱的設計概念與過程。另外，從受測者 A 在第十五堂課（圖 4.4a）也就是期末簡報中的設計結果和他在第六堂課（圖 4.4b）所發展出的設計結果看來似乎沒太大差別的事實中也透露出他所營造的這套發展設計的參數系統似乎並未被拿來發展設計！最後的設計結果並非經由設計過程演化而來，而是在設計的早期便被決定了。相關連的現象在這裏也浮現出來，便是在數位設計課中，比較容易去忽略掉與數位議題無關但卻是與設計本質相關的重要議題，例如在期中和期末評圖時，都有外評的老師問受測者 A 說：

”你為什麼要讓電腦去衍生出形體呢？用電腦來選 shape 會比用人腦來選好嗎？”

焦點容易集中在關注這一類關於人工智慧的問題，卻不去探討這些潛藏的形狀到底是架構在什麼樣系統之下？這個系統的生成是合理的嗎？這個系統能反映此設計基地的獨特性並彰顯其本質嗎？如果不行的話，不管用人腦選或用電腦選都是無意義的。因此，針對受測者 A 所提出的問題—為什麼用某些 3D 軟體發展出來的形體都很像？並無法以他所發展出來的設計結果為基礎加以討論，因為他並未如他所宣稱

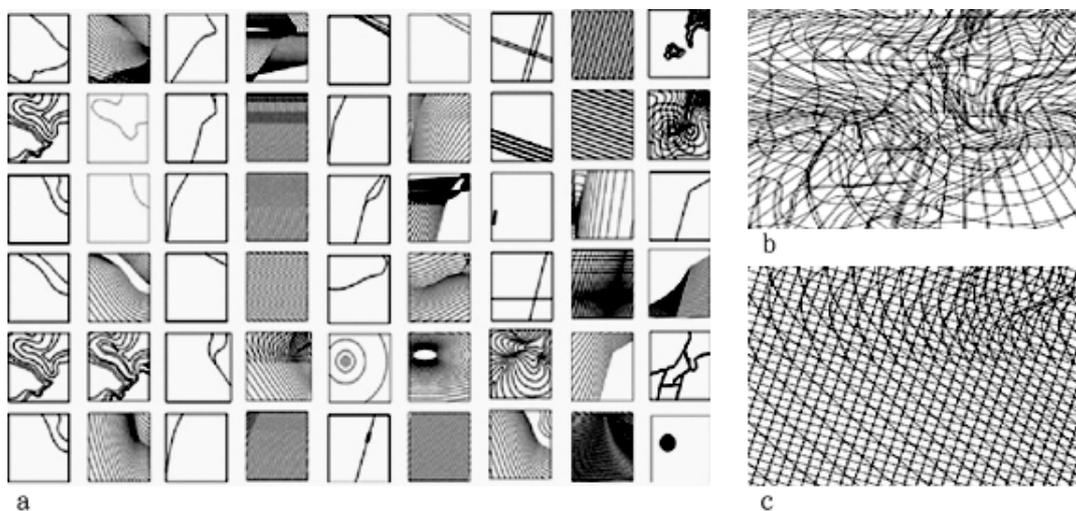
的運用一套有統、有紀律、有清楚方法可循的過程真實的去發展設計，因此很可惜無法在受測者 A 的案例中去驗證是否有「form follows media」的事實。

4.1.5.2 構造的 (tectonic)

受測者 A 從一開始便意識到發展新的建築構造對於數位建築的重要性，因此在設計搜尋的過程中除了做很多這方面的案例研究之外，也運用 CAD/ CAM 的輔助做了一些構造上的實驗 (圖 4.2a~q)。雖然受測者 A 在這方面投入了不少努力，但是要成功提供創造自由形體所需要的新的構造方式並不容易，有時還是不免會出現僅止流於能夠提供視覺觀賞用而非構造用的狀況。以受測者 A 在第九堂課中在構造上的實驗為例 (圖 4.5d~f)，他希望能突破材料上的限制，找到可塑性較強的材料。因此他不用一般配合雷射切割機所使用的硬梆梆透明壓克力版，而改用具有彈性的透明圓管，並將圓管橫向、縱向自由的彎曲以製造骨架疏與密的排列，而產生了非常戲劇性的光影效果和流暢的線條。可惜的是，雖然達成了設計者所想要的視覺效果，但這些圓管還是沒有結構性，只能說具備了裝飾性，因此雖可輕易造成視覺上的美感和效果，但與數位建築構造並無關連。這樣的問題，在一般的設計課中其實也經常發生，徒然發展視覺效果的學生通常都難逃老師銳利的法眼，而被要求撤除這些假的裝置藝術，重新去思考建築的本質。然而在數位設計課中，這樣的假象比較不會被指責，因為在數位建築構造相關的技術不易且課程支援不足，因此通常只要有心研究或在概念上有所突破也就算小有所貢獻了。

除此之外，受測者 A 也經常遇到其他一些結構上的問題：

“本週我在 MAYA 裡面嘗試做橫向的架構，但是卻產生了一些結構不合理的現象，橫向結構應該是一根一根的的架起來，但是在這裡它卻自動轉彎到第二層，失去了結構的功能，可能還需加入別種軟體來執行，這部分我還要再繼續測試，問題目前尚未解決。” (A_09t, 編號 13)



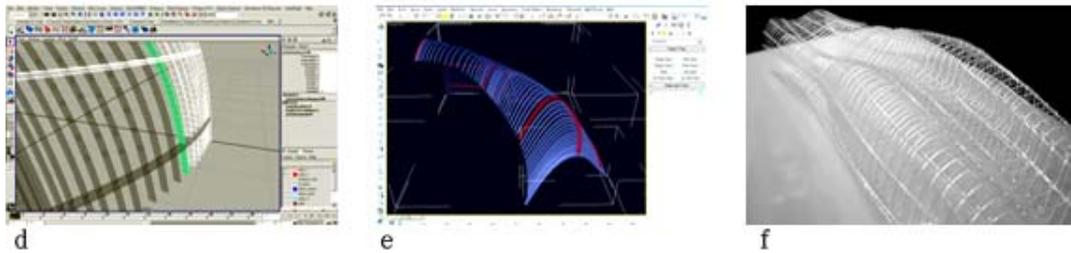


圖 4.5 問題 (受測者 A)

4.1.6 指導 (Instruction)

老師給受測者 A 的指導具有複雜的、曲線的、動態的、高科技的、混雜的、參數的和構造的等七項特質。

4.1.6.1 複雜的 (complex)

因為受測者 A 的主題非常且複雜，因此老師經常提醒他本 studio 的宗旨是 one concentration，將一個主題好好發揮，而不需去發展太多的議題：

“上禮拜我跟你說你的議題太多了要整理一下，現在看到你整理得比較 compact 一點、緊密一點了…” (A_09t, 編號 16)

即使如此，老師針對受測者 A 想要發展的多重議題仍舊提出不少的評論，並建議他如果無法放棄任何一議題，可以試著整合出各議題的「交集」，將議題深入發展，而不要擴張成「聯集」而失去焦點。

4.1.6.2 曲線的 (curved)

曲線的這個特質，一直是老師著墨很多的地方，就像老師經常會在課堂中和同學討論到的：

“為什麼會是 freeform？因為自然界裡面本來就大量存在著 freeform，建築師們一直都很想做，只是過去做不到而已。現在你的 project 強調的是 curve line，所以做出來當然就會像 freeform，如果硬要說的話，書法也是一樣，都是一種相類似的風格，curve line 的風格，來自於自然界的線條…” (A_09t, 編號 18)

因此在這個數位設計課中，老師經常與同學討論媒材的限制與可能性，並非常鼓勵

學生善用數位工具的優勢，將過去無法被建造出來的自由形體設計並執行，儘量突破過去在媒材上所受到的限制。

4.1.6.3 動態的 (dynamic)

在動態的特質部分，因為老師強調這門設計課的名稱就叫 space of tomorrow，「未來」這個時間特性是很重要的概念，因此除了受測者 A 所提出的人機互動以及希望創造出建築量體本身與觀看者之間的互動性之外，也建議他可以思考時間未空間所帶來的動態性。

4.1.6.4 高科技的 (high-tech)

畢竟是數位設計課，在高科技的這項特質，也是老師評論比較多的地方，就像老師經常說的：

“自然界的線條有直線當然也有曲線。雲門舞集的舞作狂草，就是在尋找那種自然無拘束的線條，好多地方都在尋找那種線條；而 CAD/ CAM 就是用來協助我們實踐的數位工具，讓我們能夠去操作那種自由的線條，而不必再像從前那樣被修正為可被計算的幾何線條…” (A_09t, 編號 20)

因此在這門設計課中，老師非常鼓勵學生善用數位媒材將天馬行空的想法製造出來，將過去只有天才建築師例如柯比意和高地才蓋得出來的建築，也在這個設計課中嘗試設計建造出來。

4.1.6.5 混雜的 (hybrid)

老師給受測者 A 的評論除了建築以外，也涵蓋了其他的領域，例如在未來空間的體驗上，建議他可以去看電影中的故事和場景、研究拓樸學、數位裝置藝術的互動性、認知心裡學、人工智慧等。老師建議：

“數位建築有很多事情可以做，以上所談的其實只是數位建築中線條想要變化、想要曲線化的的這個議題，所以如果你願意往這個方向做，也就是追求形體的自由度，最後的確會得到類似 A 或 C 作品這樣的結果。但是數位也可以不要這樣，數位建築也可以是平的，也可以做關於 information、關於投影、關於互動等。” (A_09t, 編號 20)

4.1.6.6 參數的 (parametric)

但老師針對受測者 A 想要發展的參數化設計部分提出一些建議，例如關於運用多種參數發展演化設計過程上，建議受測者 A 除了參考分析同樣屬於數位建築領域中 Greg Lynn 的動態形體、NOX 的衍生方法以及 Peter Eisenman 的網格系統外，也

可用疊圖法來突顯基地的特殊空間資訊和都市及歷史的脈絡。

“perception 引發出的人腦、電腦的這種事情，why not? 所以你的操作前面是一個 artificial intelligence，後面是一個 CAD/ CAM application，這樣的操作很好啊。” (A_09t, 編號 16)

4.1.6.7 構造的 (tectonic)

老師對於實踐 (implementation) 的堅持，算是本課程的一大特色。構造的這項特質，一直是老師很強調的地方，老師經常要受測者 A 把想法做出來、實踐出來：

“我覺得你前面的那個東西一直停留在幾個立面沒辦法再前進，只好跳到這邊來，然後這邊就講得行雲流水，所以我建議你這個禮拜開始要仔細思考，第一點先用你講的那套流程做出一個東西來…”

(A_09t, 編號 16)

因此不論自由形體在構造上有多麼困難，老師還是堅持必須在這個設計課中嘗試去發展測試新的構造方法，即使只是小小構件的完成，對於新媒材的應用也算是一種突破。

綜合以上受測者 A 的六個設計課構成元素對應於數位設計流程的九個特質結果如表 4.1 所示，打勾的部分表示該元件擁有這方面的特質，未打勾則表示該元件與這方面的特質關係不明顯：

表 4.1 受測者 A 的分析結果

9 個數位設計流程的特質	6 個設計課的構成元素					
	主題	工具	搜尋	結果	問題	指導
複雜的	✓	✓	✓	✓		✓
曲線的		✓	✓	✓		✓
動態的	✓	✓	✓	✓		✓
演化的	✓	✓	✓		✓	
高科技的	✓	✓	✓	✓		✓
混雜的	✓	✓	✓	✓		✓
參數的	✓	✓	✓	✓		✓
系統的	✓	✓	✓	✓		
構造的		✓	✓	✓	✓	✓

4.2 受測者 B

受測者 B 的基地在新竹市人稱三角公園的建成公園上，空間機能主要是提供人們可以休息用的賓館和公園，以下便是對於受測者 B 在本研究中的數位設計操作流程特質分析。

4.2.1 主題 (Theme)

受測者 B 的主題具有曲線的、動態的、演化的、高科技的和混雜的五項特質。

4.2.1.1 曲線的 (curved)

Subject B 的主題是混雜，只是混雜的對象在第十堂課之前是以布料為主的成衣市集和都市陸橋下的空間或都市公園，期中評圖之後混雜的對象則改為都市公園與約會賓館這兩種空間融合在一起時所產生的混雜。以布料的質感和形態作為主題而言，布料本身的形態具有強烈的曲線性質 (圖 4.7a~c)，而都市公園中的景觀元素例如花、草、石、水等也具有曲線的性質 (圖 4.7d~f)。

4.2.1.2 動態的 (dynamic)

以混雜這個主題而言，受測者 B 想探究的除了混雜的結果之外，混雜的過程也是重點之一；因此他也提出了時間這個因子對於其探究主題的重要性，並提出希望藉由數位工具的輔助來觀察紀錄混雜的過程，例如李小鏡也將作品中人和動物混雜的形變過程呈現出來 (圖 4.7g)，這樣的主題是充滿了動態的特質的。

4.2.1.3 演化的 (evolving)

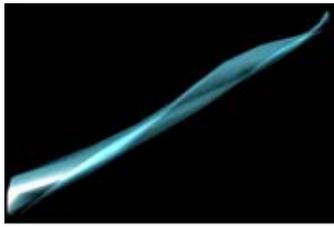
受測者 B 的主題是混雜，他希望能提出兩種性質極端的物件來進行混雜，並且觀察其混雜之中的演化過程；透過記錄這些演化的過程，受測者 B 便能夠將混雜的狀況在不同時期所展現的樣貌呈現出來，並觀察物件在不同時期、投入不同比重的交互作用之下對於結果所產生的視覺影響 (圖 4.7e)。

4.2.1.4 高科技的 (high-tech)

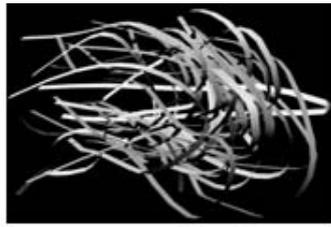
值得注意的是，受測者 B 很清楚的宣稱要運用電腦軟體中的形變功能來進行混雜，也就是說受測者 B 在找到了將被用來混雜的物件之後，也就是都市公園和成衣市集或後來的約會賓館與都市公園中的各種物件與空間特質，如圖 4.7h 所示，然後再將之轉換成可以被電腦操作的元件，這樣的主題與操作方式是具有高科技特質的。

4.2.1.5 混雜的 (hybrid)

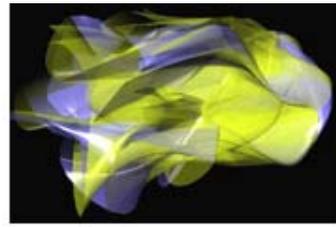
混雜原本便是受測者 B 所提出的主題，也回應了老師所強調的專一 (one concentration)，將重心擺在深入的發展單一主題。雖然一開始的對象是成衣市集和路橋底下的車道，後來是都市公園 (圖 4.7i)和約會賓館 (圖 4.7j)，但相同的都是圍繞著不同性質物件之間的混雜。



a



b



c



d



e



f



g

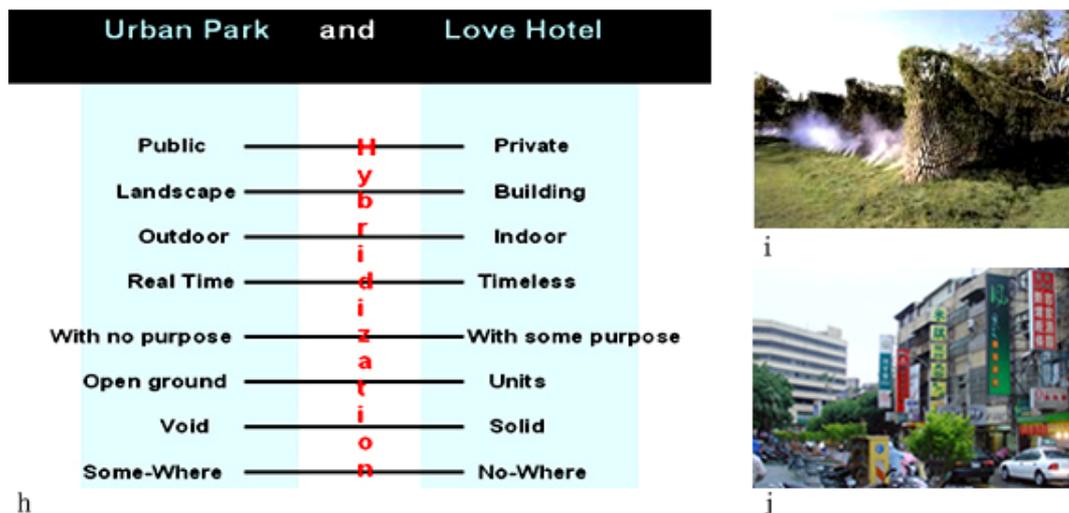


圖 4.7 主題 (受測者 B)

4.2.2 工具 (Tool)

受測者 B 的工具與媒材使用上具有複雜的、曲線的、動態的、演化的、高科技的、混雜的、系統的和構造的等八項特質。

4.2.2.1 複雜的 (complex)

受測者 B 提出希望利用電腦中某些指令協助他操作形體的混雜，而他也在暑假期間先修了基礎數位設計媒材的課程練習操作各種電腦 2D/ 3D 軟硬體；然而，受測者 B 仍然認為操作這些數位工具是複雜的，他面對數位工具經常感到迷惘，一直到學期快結束時還在搜尋最適合用來操作他的設計主題的軟體。

4.2.2.2 曲線的 (curved)

本設計課所使用的 CAD/ CAM 數位工具十分有利於創作出有曲線特質的作品，受測者 B 也從一開始便認知到這一點，因此在概念發想的階段便大量使用 3D 造型能力頗強的 MAYA 和 3DS MAX 軟體，創造出許多型態十分自由的電腦模型 (圖 4.8a~c)。

4.2.2.3 動態的 (dynamic)

動態的這項特質對於受測者 B 來說是伴隨著混雜這個主題而來，因為他所希望觀察的是含有時間性的混雜過程而非只是結果，因此他也用 MAYA 去做了這方面的測試 (圖 4.8d)；此外，若單就外在形體來看，受測者 B 每次操作 3D 電腦軟體所呈

現出來的形體，也都呈現出十足的動感特質。

4.2.2.4 演化的 (evolving)

受測者 B 非常強調紀錄設計的演化過程，如圖 4.8e 所示，基地從一塊空地、衍生出動線系統、衍生出高低不同的地貌、地貌被動線系統分割、從地景中長出建築空間與戶外開放空間等；受測者 B 將這一系列的演化在 MAYA 中操作出來，並隨時將過程儲存起來。

4.2.2.5 高科技的 (high-tech)

受測者 B 在本設計課中針對 3D 建模軟體以及輸出電腦模型的雷射切割技術做了不少的測試，從一開始拿別人的設計來練習建模步驟與數位輸出如圖 4.8f 和 g，到後來能順利的將此技術用來輔助設計與製造自己的案子如圖 4.8h~k 所示，CAD/ CAM 讓受測者 B 能夠盡情的創造自由形體。

4.2.2.6 混雜的 (hybrid)

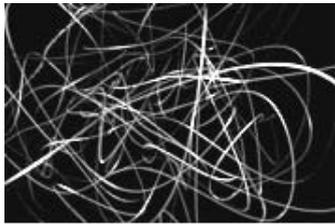
受測者 B 雖然明知這是一個強調探索數位媒材的設計課，但是在設計的某些階段他認為用傳統媒材例如手繪草圖和手工模型比較能適切的幫助概念發展的時候，他就會暫時放下數位工具而去使用這些傳統的媒材 (圖 4.8l~o)；直到他從這些傳統媒材的使用中得到啓發與成果後，他又會回歸到數位媒材的操作 (圖 4.8p)，展現出往返於實體和數位工具間的混雜性媒材操作方式。

4.2.2.7 系統的 (systematic)

受測者 B 很有系統的去操作 CAD/ CAM，一方面在虛擬的環境中，使用兩個不同的物件加以混雜並產生形變如圖 4.8d 所示；另外在數位製造方面，也是按部就班的將設計概念先用 3D 軟體製作完電腦模型後，再以雷射切割機輔助將電腦中的自由形體輸出成真實的模型，如圖 4.8f~k 所示。

4.2.2.8 構造的 (tectonic)

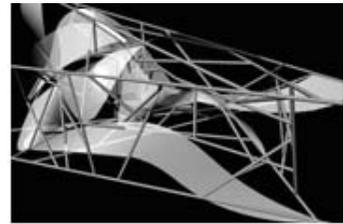
受測者 B 在 CAD/ CAM 技術的支援下，每次用電腦軟體創造出自由形體之後，也都進一步用雷射切割機將設計輸出成實體模型 (圖 4.8f~k)，增加了自由形體的可被建造性。



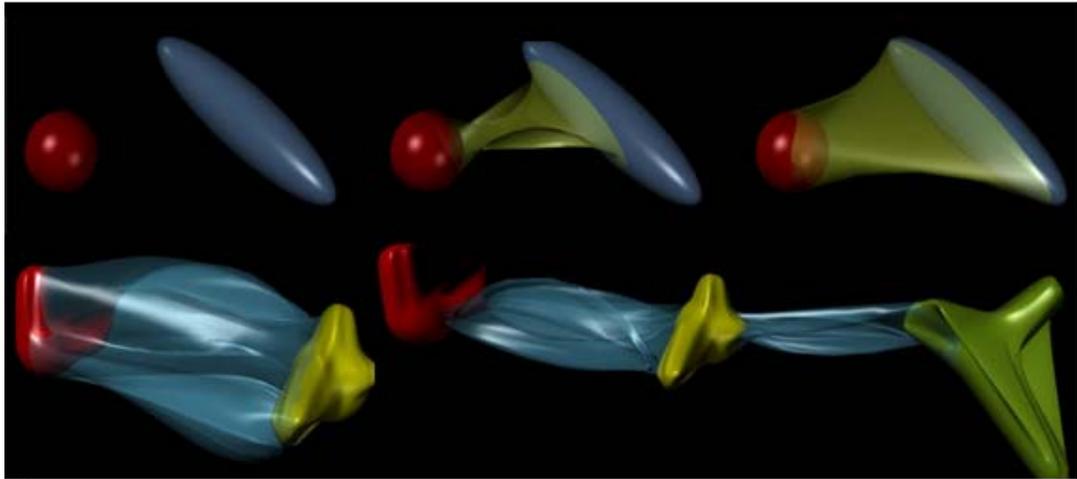
a



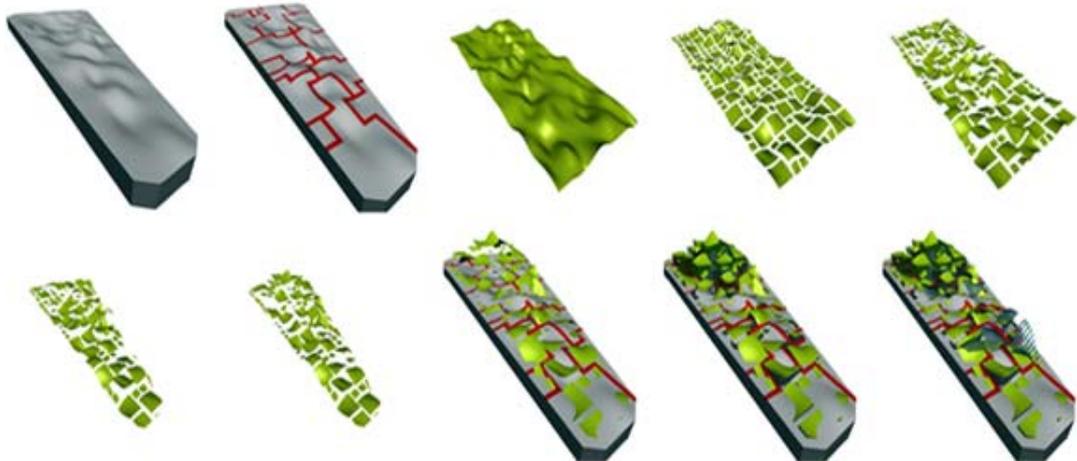
b



c



d



e

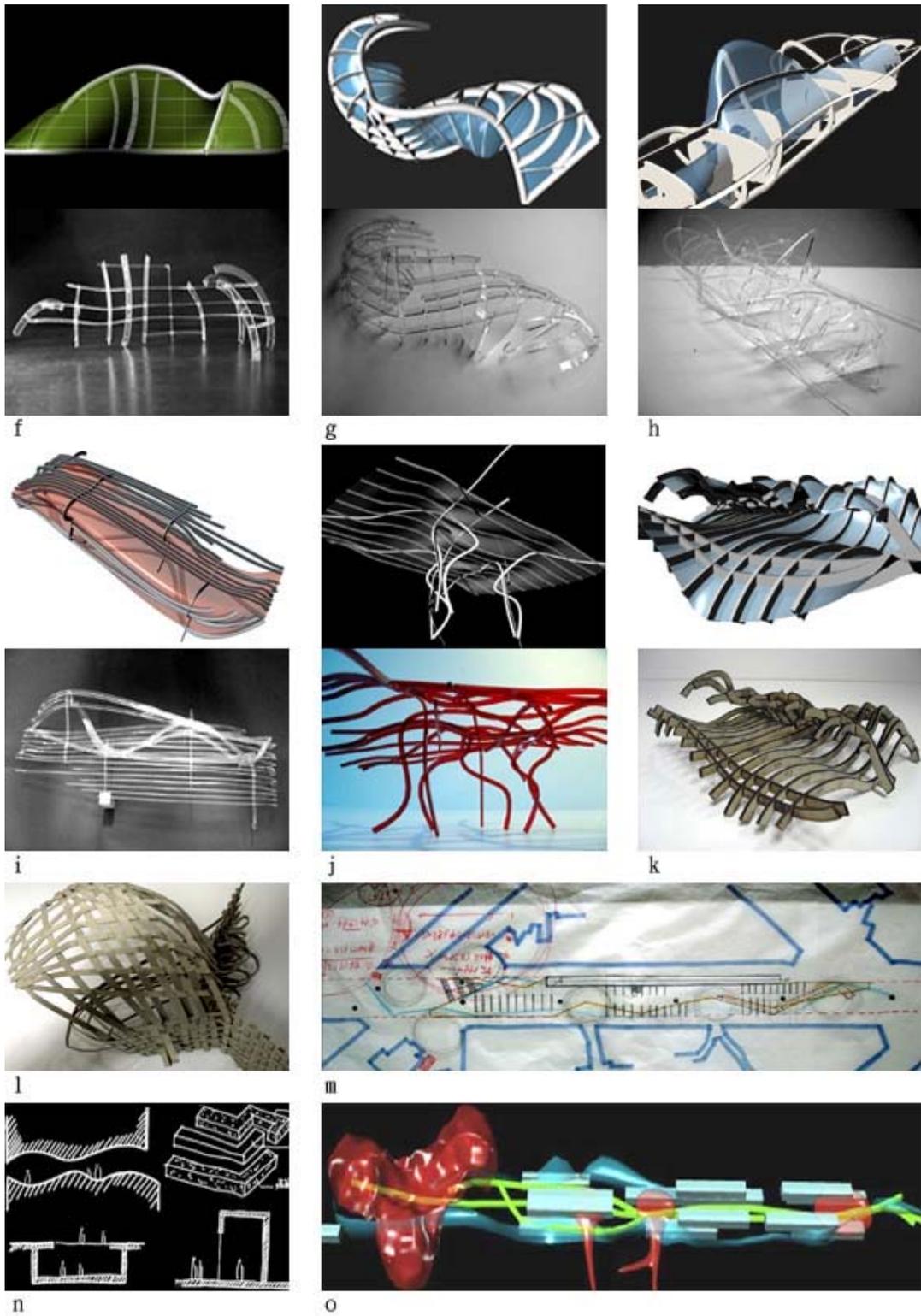


圖 4.8 工具 (受測者 B)

4.2.3 搜尋 (Search)

受測者 B 的設計搜尋具有複雜的、曲線的、動態的、演化的、混雜的、參數的、系統的和構造的等八項特質。

4.2.3.1 複雜的 (complex)

受測者 B 的設計探索過程是複雜的，前期主要探討纖維以及布料的特質，並進而研究夜市以及成衣市集在都市空間中所扮演的角色，尤其再加上選擇都市空間中的高架橋下為探討對象，更增添了搜尋過程的混雜性與複雜度。到了中期，他轉而將重心擺在探究兩種截然不同性質物件的混雜過程與結果，因此改以討論發生在都市公園和約會賓館中的特殊行為為議題，探討當這兩種不同屬性的空間混雜在一起時所可能產生的新樣貌。

4.2.3.2 曲線的 (curved)

受測者 B 所選擇探究的對象和搜尋的過程在本質上是具有曲線特質的，例如都市公園中的樹林落葉、草坡綠地、湖泊水景等，如圖 4.9a 所示，這些物件本身的曲線特質都相當明顯。

4.2.3.3 動態的 (dynamic)

在表現出動態的特質這個項目中，受測者 B 探討了 Peter Eisenman 在 Bibliotheque de L' IHUIEI 案中形變 (morph) 的操作方式，希望能將自己設計案中形變的每一個重要過程以類似的方式呈現出來 (圖 4.9b)；另外也探討了時間的因子，希望能表現出都會公園和約會賓館在夜晚和白天的不同表情。

4.2.3.4 演化的 (evolving)

如上一小節中的圖 4.8d 和 e 所示，受測者 B 將設計探索的演化過程記錄並呈現出來，這個方式是為了回應他在設計概念中所提出的李小鏡作品中所展現的視覺張力特質，他將物種演化或變種的過程刻意的呈現出來，以創造獨特的視覺效果 (圖 4.9c)。

4.2.3.5 混雜的 (hybrid)

在設計探索過程中，受測者 B 所展現出最強的特質便是混雜性。從一開始搜尋在充滿空間和時間混雜性的都市高架橋下的成衣市集 (圖 4.9d)，到中期之後受到李小鏡作品的啟發 (圖 4.9e~g)，決定將這種混雜性往更具視覺張力的方向發展，受測者 B 的設計探索過程充滿了混雜的特質。

4.2.3.6 參數的 (parametric)

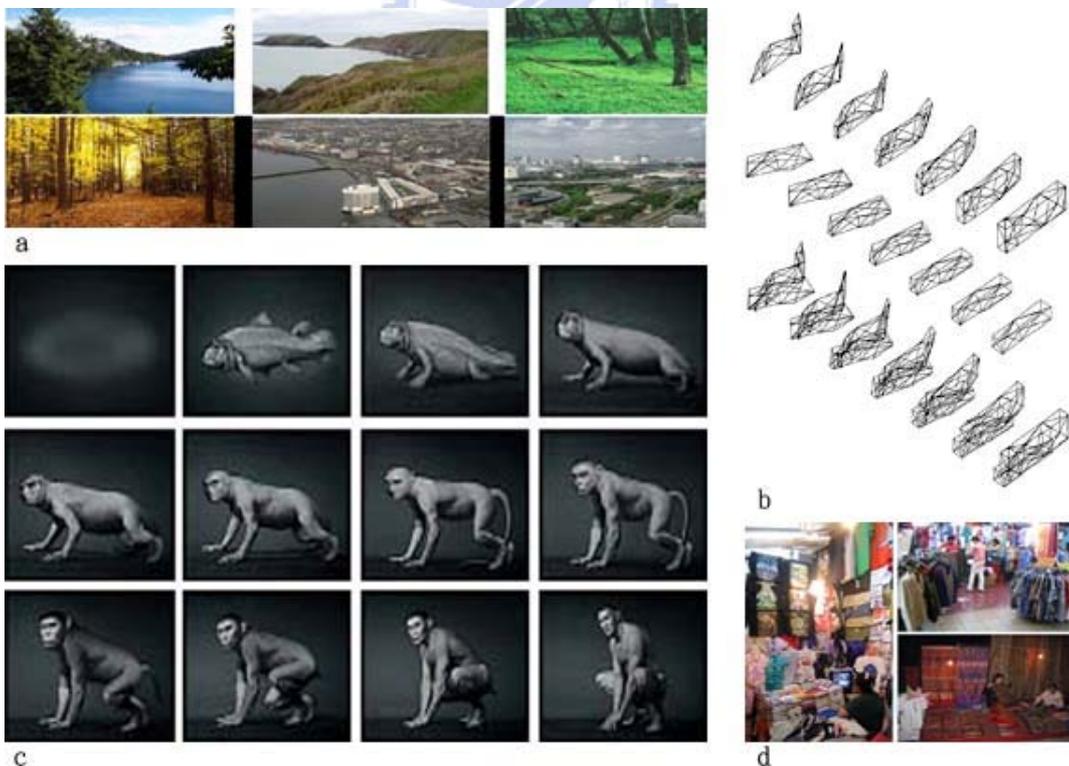
受測者 B 在探索設計的過程中嘗試去找出能夠被拿來混雜的物件，也就是設計的參數；因此他從建築資料集成中開始研究各種空間型態的基本原型 (圖 4.9h)，並就他所要混雜的對象—都市公園與約會旅館作空間性質的分析，如圖 4.9i。

4.2.3.7 系統的 (systematic)

受測者 B 在探索的過程中都顯示出非常重視系統化的分析設計流程，並且偏好以圖像解釋其設計流程 (圖 4.8e)，就如同 Peter Eisenman (1999)所說的：「圖解是檢驗建築學內在屬性過程中的一個部分 (圖 4.9b)。」創造一套圖示來說明設計過程是 Subject B 選擇表達這個設計案的方式。

4.2.3.8 構造的 (tectonic)

受測者 B 在搜索的過程中，也特別花了心力在構造的部分。爲了尋求構造上的突破，他去觀察分析動物與植物的結構，例如葉脈與珊瑚礁等 (圖 4.9 j 和 k)。因爲有了 CAD/ CAM 的支持，受測者 B 希望除了設計能夠突破造型的限制之外，也能同時具備更多被建造出來的可能性。



4.2.4 結果 (Result)

受測者 B 的設計結果具有複雜的、曲線的、動態的、高科技的、混雜的和構造的等六項特質。

4.2.4.1 複雜的 (complex)

受測者 B 所選擇的基地位於都市空間中較為複雜的區域，除了住宅空間和商業空間的混合之外，還包含了廟宇、公家機關、特種行業、開放空間等 (圖 4.10b)。在這樣空間機能交錯複雜的基地之上，受測者 B 最後設計的呈現是混雜都市公園和約會賓館這兩種本身屬性截然不同的空間之後所產生的過程與結果 (圖 4.10a)；呈現出的結果看來頗為複雜，這和他所選擇的基地範圍較大、規劃設計空間的量較多有關；再加上他實際設計的空間和物件除了建築體本身之外，還包含了複雜的地貌、地景以及眾多的景觀元素，屬於全面的空間設計。

4.2.4.2 曲線的 (curved)

如圖 4.10c 和 d 中可看出受測者 B 的設計結果充分展現了曲線的特質。在受測者 B 的案例中，地貌與地景設計佔了很大的一部分，而在地貌方面，他又將整個基地設定為到處都是高低起伏不定的草坡，因此地形起落所帶來的曲線變化也貫穿了整個基地與設計。

4.2.4.3 動態的 (dynamic)

在動態的特質方面，受測者 B 的建築體和草坡穿插並融合為一體，空間時而高時而低的在大地上下跳躍著，如圖 4.10e 所示。除此之外，開放空間上的構造物例如棚架、迴廊、雕塑等，也延續地形的起伏在大地上自由的出現。

4.2.4.4 高科技的 (high-tech)

受測者 B 最後的設計結果是大量自由形體的呈現 (圖 4.10f~h)；在實踐方面，量體的施工上 (若有可能成為真實案例)會需要高科技的協助，使用新的材料和新的結構方式才能將這樣的設計結果呈現出來。

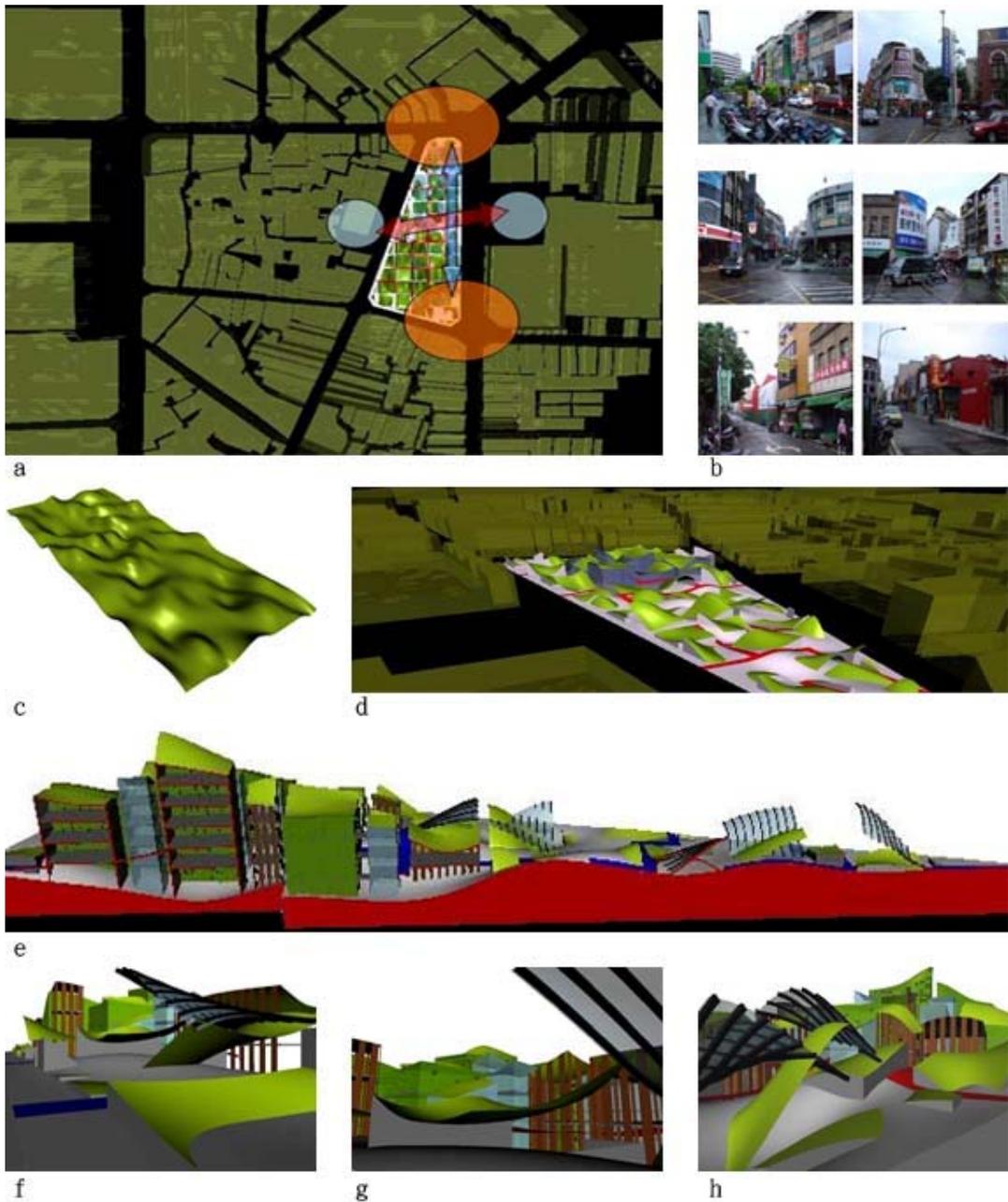
4.2.4.5 混雜的 (hybrid)

混雜原本就是受測者 B 主要欲展現的議題，他將屬於建築體的約會賓館和屬於綠地的都市公園混雜在一起，使得室內與室外空間的界限融合並模糊了，有些空間在地平線之上、部分則在下；走在路徑之中時而綠地、時而建築體，實空間與虛空間

相互穿插與混雜 (圖 4.10i 和 j)。

4.2.4.6 構造的 (tectonic)

受測者 B 在過程中研究測試了各種構造方式，並應用 CAD/ CAM 的技術製造出來，如上一小節中的圖 4.8f~k 所示。最後階段他一改之前在使用雷射切割機時使用透明壓克力版為材料的習慣，試用木板來製作，結果如圖 4.10k~p 所示。



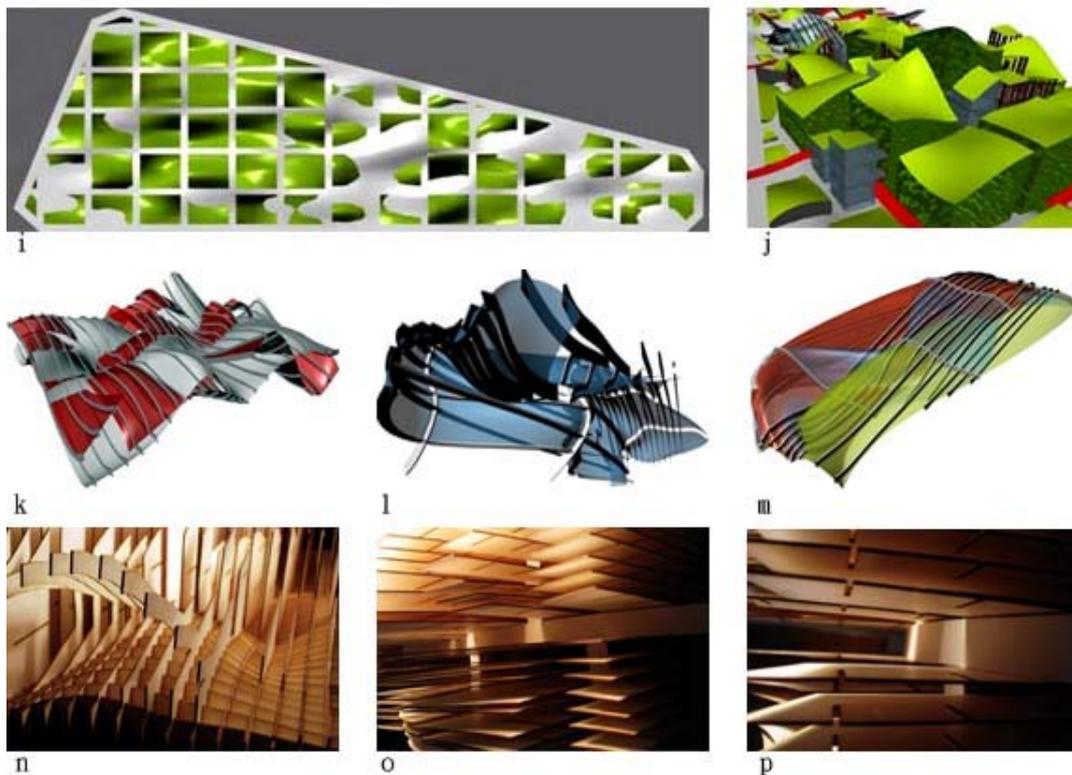


圖 4.10 結果 (受測者 B)

4.2.5 問題 (Problem)

受測者 B 的問題具有演化的、高科技的、參數的和構造的等四項特質。

4.2.5.1 演化的 (evolving)

受測者 B 十分堅持設計最後的結果應該是由過程中有系統的演化而來的，也就是經由混雜兩個性質截然不同的物件後所得到的演過程與結果，因此提出使用電腦來輔助操作設計演化過程的形變；然而受測者 B 所經營的演化過程似乎遭遇到了瓶頸；如圖 4.8e 所示，他試著把空間形態的因子轉換成可被設計所操作的形體，然而在概念與設計操作之間的轉化十分困難，最後他自己認為：「就算我把設計過程記錄下來，看起來也不是那麼具有說服力的演化過程...」

4.2.5.2 高科技的 (high-tech)

受測者 B 面對數位工具的迷惘非常顯著，也花了大量的時間試圖熟悉各種數位軟硬體的操作，但還是經常聽到他在課堂上陳述難以熟練各種數位工具的困境，甚至

一直到學期快結束時還苦於找不到最適合用來操作他的設計主題的軟體：

“我使用數位媒材的經驗很少，因此不太清楚如果我要達到某種效果應該採取哪種工具以及哪些步驟？本週我雖然特地為數位和傳統媒材的使用做了實驗，但兩者操作後的結果卻不如欲期中相差那麼多，我想這是因為我未能將數位媒材的強大功能與潛力發揮的關係…”

(B_09t, 編號 2)

可惜的是，受測者 B 還是只以一般的商業 3D 軟體例如 3DS MAX 和 MAYA 來操作，而未使用真正有能力協助進行形變和演化的數位工具，例如 Greg Lynn 在 Silicon Graphics 的平台上使用 Meta-blob 軟體來衍生形體 (Lynn 1999)，或者以其他的外掛軟體來輔助。

4.2.5.3 參數的 (parametric)

受測者 B 在搜尋他的設計中可以被拿來混雜的物件時，將各種空間型態加以分析，得到了許多不同空間性質的因子，如前一小節圖 4.9i 所示，而這些代表空間性質的因子也就是設計的參數。然而，受測者 B 在分析這些參數時遭遇了很大的困難，令設計幾度幾乎無法進行下去：

“兩個屬性截然不同的空間混雜後的結果看起來很普通，並沒有達成我所預期的效果。像李小鏡的作品 manimals (圖 4.11a) 那般的視覺震撼效果，在我的設計中該如何去混雜才創造得出來呢？” (B_09t, 編號 16)

李小鏡的 manimals 所選擇的混雜對象具有截然不同的性質這點受測者 B 十分清楚，然而更重要的是，李在操作的是很具體的「形」，例如人的臉和馬的臉混雜後的驚悚形象；而受測者 B 在操作的卻是抽象的空間性質和使用行為上的混雜 (圖 4.11 b)，在形象轉換上當然困難，而且也無法達成他所希望創造出來的視覺震撼效果。

4.2.5.4 構造的 (tectonic)

受測者 B 的設計結果呈現出來的是量體龐大的自由形體，在構造上的確有相當大的複雜度與困難度。受測者 B 用 CAD/ CAM 工具做了很多測試，如前一小節圖 4.8f~k 所示，但是如果仔細一看，那些測試其實與受測者 B 的設計並無關連，比較多是單純在練習 CAD/ CAM 的操作，因此最後對於他設計上所需要的構造也沒能幫上忙。



圖 4.11 問題 (受測者 B)

4.2.6 指導 (Instruction)

老師給受測者 B 的指導具有複雜的、曲線的、高科技的和混雜的等四項特質。

4.2.6.1 複雜的 (complex)

老師給受測者 B 的評論在複雜度上頗高，尤其是在他所提的主題「hybridization」部分，範圍很廣也頗具話題性，因此引發老師比較多開放的建議，例如當受測者 B 提出基地選擇位於新竹市的三角公園時，老師給他更寬廣與深入去思考此基地特質的建議：

“這個基地的主要使用者是老人，但附近又有很多流鶯出沒，慈祥的老人下棋 vs. 流鶯的性暗示，這兩件事雖然發生在同一個地點，但本身卻充滿極端的差異性，頗有煽情的作用。除此之外，這個基地另一個特殊點在於雖然位在新竹的市中心，屬於精華地段，但弔詭的是，有很多只會發生在都市邊陲地帶或特定區域的事件例如情色與老人聚會等就在這個精華地段中發生了。因此既然你找了一個比較具衝擊性的主題，在操作設計的過程也該回應這種衝突…”

(B_09t, 編號 15)

4.2.6.2 曲線的 (curved)

雖然老師曾經強調所謂的數位設計範圍很廣，不是只有自由形體的設計製造，也可以做資訊建築、人機互動、網際網路等。不過對於受測者 B 來說，他很明確的指出他的設計是先以數位軟體在電腦中模擬混雜物件的過程，再用數位製造的技術將設計輸出。因此老師針對於形的部分也有所建議：

“混雜這個概念在建築語言上來說與無接縫 (seamless) 設計的特質有很多類似的。就你所提的主題與基地而言，室內、外空間與建築本體的流暢性，應該最能夠表現出這個案子的特質。因此建議將建築設計結合地景設計，把大地流暢的線條帶入設計之中…” (B_09t, 編號 21)

4.2.6.3 高科技的 (high-tech)

在這門數位設計課中，老師十分重視對於數位科技的應用，因此對於受測者 B 所提的混雜主題，也特別提醒他不要只停留在設計概念上，而必須應用各種高科技的數位工具將想法實踐出來：

“舉例來說，若提出蓮花與方盒子的混雜這個主題，在所謂的前數位時代 (Liu 2007)，將蓮花所代表的精神隱喻與方盒子所代表的空間原型進行混雜只是一種形而上的概念，實際上難以被執行；然而到了今天則有進步的數位工具可以具體的將這個概念實踐出來，先透過電腦模擬將蓮花與方盒子這兩種截然不同形體融合的過程與結果虛擬出來，再運用數位製造技術把混雜後的自由形體製作出來…” (B_09t, 編號 19)

4.2.6.4 混雜的 (hybrid)

因為混雜原本就是受測者 B 所要探討與發展的主題，並且提出以都市公園和約會賓館的混雜來操作這個議題；議題聽來聳動，但操作對象與手法卻過於平淡，針對這一點老師也做了如下的評論：

“對於 hybridization 這個概念，也就是所謂的混種、混雜或雜種，應該是一種很強烈的宣言，因此混雜對象的選擇便非常的重要。如果只是將性質不同但性格不明顯的物件混合在一起，便突顯不出強烈的視覺效果…”

(B_09t, 編號 15)

李小鏡的 manimals 作品之所以搶眼，除了因為人的臉部特徵與動物臉部特徵的混雜所帶來的視覺震撼之外 (圖 4.11a)，混出來後究竟是變種人還是野獸，議題上和視覺效果都充滿爭議性；當中所蘊含的人與動物雜交這層隱喻，更令人增添對這一系列作品的無限遐想…” (B_09t, 編號 17)

綜合以上受測者 B 的六個設計課構成元件對應於數位設計流程的九個特質結果如

表 4.2 所示，打勾的部分表示該元件擁有這方面的特質，未打勾則表示該元件與這方面的特質無明顯關係：

表 4.2 受測者 B 的分析結果

9 個數位設計 流程的特質	6 個設計課的構成元件					
	主題	工具	搜尋	結果	問題	指導
複雜的		✓	✓	✓		✓
曲線的	✓	✓	✓	✓		✓
動態的	✓	✓	✓	✓		
演化的	✓	✓	✓		✓	
高科技的	✓	✓		✓	✓	✓
混雜的	✓	✓	✓	✓		✓
參數的			✓		✓	
系統的		✓	✓			
構造的		✓	✓	✓	✓	

4.3 受測者 C

受測者 C 的基地在中國大陸深圳市落馬洲至皇崗的新跨界橋旁，空間機能主要是提供至深圳經濟特區經商失敗的台商來此撫慰心靈的潦倒生意人酒吧，以下便是對於受測者 C 在本研究中操作數位設計流程的特質分析。

4.3.1 主題 (Theme)

受測者 C 的主題具有曲線的、動態的、演化的、系統的和構造的等五項特質。

4.3.1.1 曲線的 (curved)

受測者 C 的主題是書法，如圖 4.12b 所示，在實用功能外，由於中國文字本身線條結構優美，兼具審美價值，因而發展出一門獨立的視覺藝術。曲線圓寫、字呈長形的篆書；改圓為方、字體扁平的隸書；簡化不失規矩的草書；現今通行的楷書；介於楷、草間的行書，作品中的書法字體本身就展現出自由的曲線特質。

4.3.1.2 動態的 (dynamic)

蘇軾的書法代表作黃州寒食帖，也是受測者 C 選擇在他設計中用來反應潦倒生意人心境寫照的一個主要作品。如圖 4.12a 所示，卷首字較小，其後愈來愈大，筆勢跌宕縱橫，書寫時的心境一覽無遺，將被貶謫的不平與鬱悶傾瀉而出，可謂是心手相暢的完美傑作，也是以書法抒情的典型，作品中的書法不論是字體本身或內容的意境都展現出動態的特質。

4.3.1.3 演化的 (evolving)

書法是一種概念的呈現，一種幾乎沒有界線的形而上思考，風格、形式的演變，如同概念演化的過程；每個字的構成與書寫，都是一連串起筆、行筆、收筆的過程，受測者 C 將這個特質分析出來，如圖 4.12c~e 所示。

4.3.1.4 系統的 (systematic)

書法的特質之一是在高度紀律與鬆弛心性的平衡中表現人文價值，因為書法本身就蘊含著某種運筆的系統，每個字體也有它獨特的結構性，因此受測者 C 也希望能將這種運筆系統轉化成建築的生成系統。另外，書法講求結體與筆情，結體是指字的結構；筆情則是個性的展現。

4.3.1.5 構造的 (tectonic)

中國書法之所以獨特，表達的素材—文字和書寫的工具—毛筆 (圖 4.12f 和 g)，是重要的關鍵。毛筆內長、外短的筆毛構造，形成一個圓錐形的筆鋒，筆鋒在紙上的提按轉折、聚散離合，幻化出許許多多美妙動人的線條。但一般筆就是無法如毛筆揮灑自如，書法家杜忠誥 (2000)形容：「如果書法是建築物，用鋼筆書寫出來的只是建築物的骨架而已。」中國字體本身的構造性可以和建築的結構形成類比的關係。



a



圖 4.12 主題 (受測者 C)

4.3.2 工具 (Tool)

受測者 C 的工具與媒材應用具有複雜的、曲線的、動態的、演化的、高科技的、混雜的、系統的和構造的八項特質。

4.3.2.1 複雜的 (complex)

相對於受測者 B 希望用電腦軟體中的 morph 來演化形體，受測者 C 則主要是用電腦中的 extrude 來生成書法的字體，但他們兩者都是先把自己想要的形體繪製出來，再單純運用電腦中的某些指令去修改和新增造形，電腦對他們來說比較像是一隻電子筆，形體的生成方式仍是由社記者自己來控制，而不像受測者 A 就交給有人工智慧功能的電腦軟體自動框選圖形。

從觀察受測者 C 操作數位工具的過程中可看出他認為操作這些數位工具是複雜的，雖然和受測者 B 一樣在暑期也先修了基礎數位設計媒材，面對數位工具時仍感到有難以熟練各種數位工具的壓力。

4.3.2.2 曲線的 (curved)

受測者 C 嘗試用數位軟體模擬毛筆所寫出來的字體，首先將字體拆解開來，從一撇、一橫、一豎、一畫開始模擬 (圖 4.13a~d)，然後再將這些數位檔案輸出，用雷射切割器和 RP 製作成實體模型 (圖 4.13e~g)，這種 CAD/ CAM 技術對於模擬出像書法這樣的自由曲線幫助很大。

4.3.2.3 動態的 (dynamic)

書法字體充滿變化與動感，受測者 C 所使用的 CAD/ CAM 技術十分有利於創作出動感十足的作品，如同圖 4.13a~g 所示，他所使用的數位工具能夠將他概念中所發展的動態量體實踐出來。

4.3.2.4 演化的 (evolving)

就像中國的象形文字是由大自然中的動物或植物的形態演化而來一樣，受測者 C 也用數位工具去紀錄分析與設計演化的過程，如圖 4.13h~j，先分析出 2D 筆畫的單元，再衍生出高度，轉化成 3D 的物件。

4.3.2.5 高科技的 (high-tech)

若說毛筆是書寫出書法作品的工具，CAD/ CAM 便是創造出建築空間的媒材，這樣的類比關係也是受測者 C 想要去經營並突顯的，因此在這個數位設計課程中，受測者 C 嘗試用各種高科技的數位媒材去模擬毛筆書寫出文字的過程 (圖 4.13a~k)。

4.3.2.6 混雜的 (hybrid)

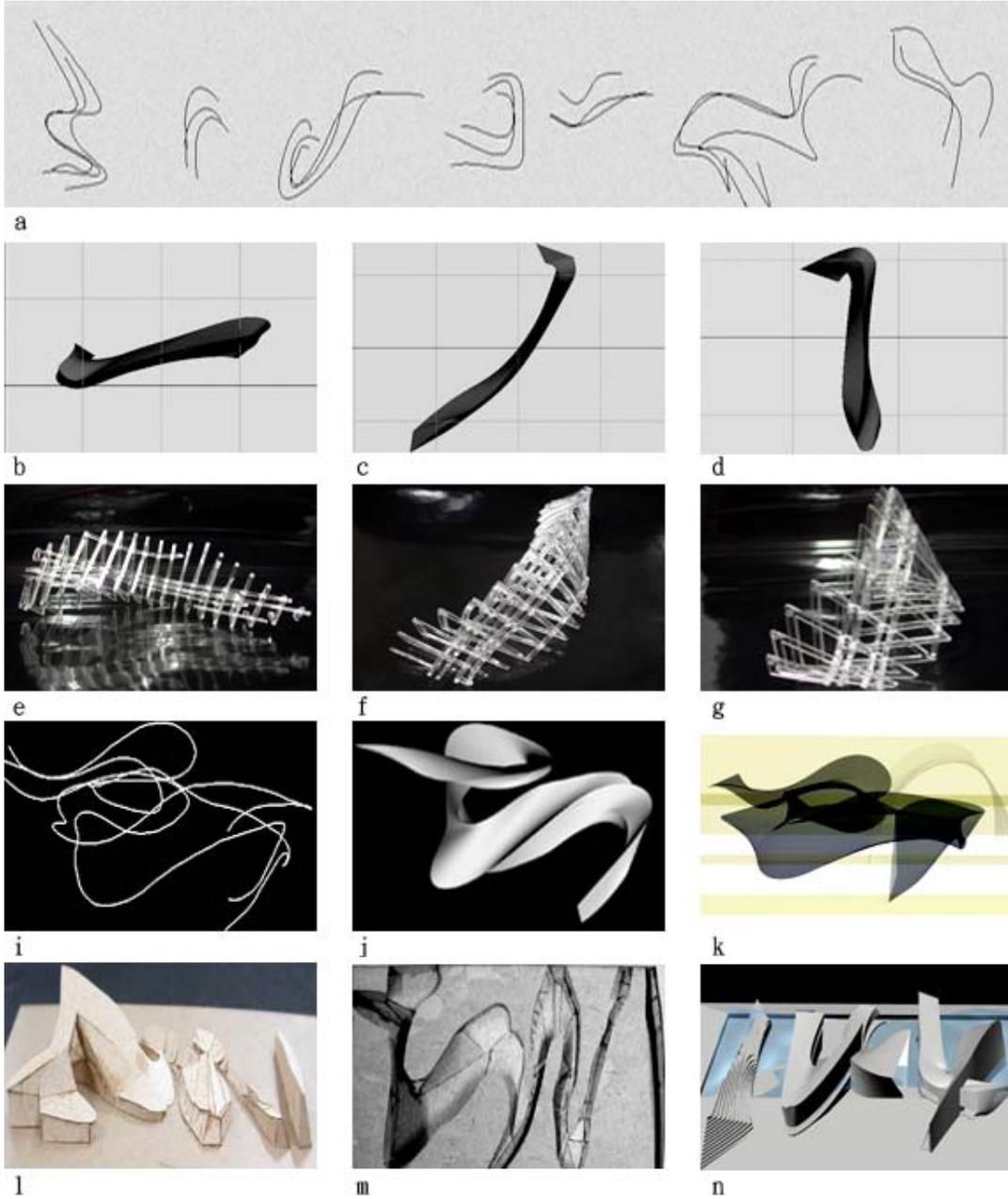
受測者 C 在這個強調探索數位媒材的數位設計課程中，很努力的學習用數位媒材來做設計，但是在數位製造輸出設計的部分因需耗時較久，且有技術的門檻，因此在有限的時間之下當他需要實體模型協助的時候，也會使用美工刀來切割紙板製造傳統的模型，如圖 4.13k~o 所示。直到他從這些實體模型中得到啓發與成果後，他接下來便再用數位媒材來模擬與發展下一階段的設計。

4.3.2.7 系統的 (systematic)

受測者 C 希望運用數工具來模擬毛筆書寫文字的過程，因此他必須先學習如何去操作這樣的技術。數位工具的操作過程一般來說是非常系統化的，如圖 4.13p~v 所示的運用 MAYA 模擬荷葉的形體與質感，有一套系統化的流程可以完成這樣的工作，受測者 C 了解了這樣的流程，便可以將同樣的系統應用在書法的模擬上。

4.3.2.8 構造的 (tectonic)

CAD/ CAM 技術能協助研究與解決自由形體建築在構造上的問題，因此受測者 C 也運用這些數位工具做了一些在構造上的測試，如圖 4.13e~g 和圖 4.13w~aa 所示。



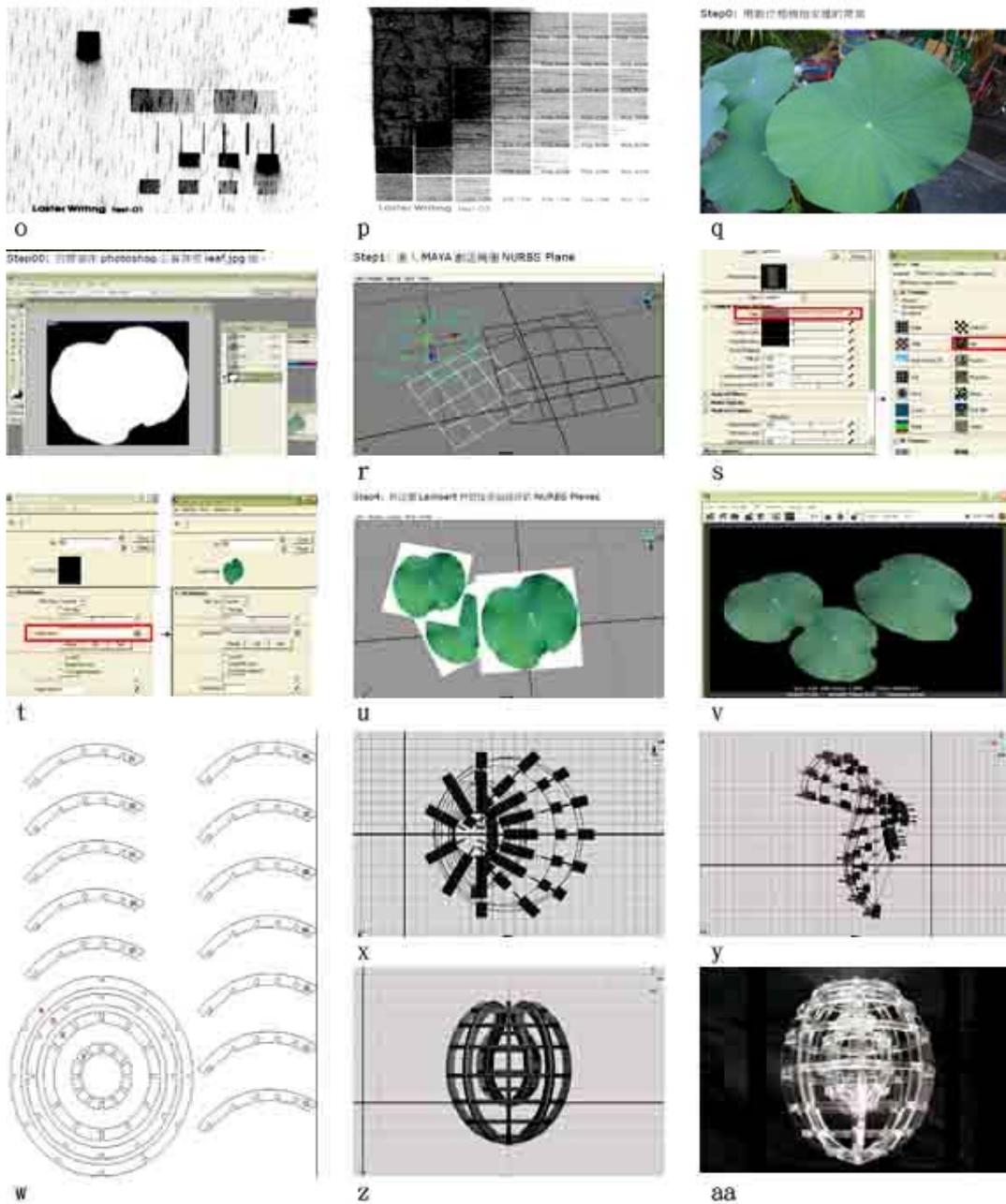


圖 4.13 工具 (受測者 C)

4.3.3 搜尋 (Search)

受測者 C 的設計搜尋具有複雜的、曲線的、動態的、演化的、高科技的、混雜的、參數的、系統的和構造的九項特質。

4.3.3.1 複雜的 (complex)

受測者 C 的設計探索範圍雖然一致性比較高，就是關於書法的議題，但其實過程仍頗為複雜，因為書法本身就是一門博大精深的藝術，受測者 C 探索的重點鎖定在書法與建築的關係、書法與設計思考的關係以及書法與數位製造的關係三大項目。其他搜尋的重點還包括如何分析書法和字本身的結構、如何在電腦中模擬字體、如何擷取書法的氣韻轉化成建築空間等。

4.3.3.2 曲線的

因為受測者 C 所選擇的探究對象－書法，在本質上就具有曲線的特質，因此探索過程中的曲線性質也相當強烈。例如當受測者 C 將書法字體拆解分析時，每一筆、一畫都展現出曲線的特徵，如圖 4.14a~d 所示。

4.3.3.3 動態的

受測者 C 引用書法家杜忠誥 (2000)的話說：「書法是線的音樂，是黑線條在白紙上舞蹈。」再加上筆鋒在紙上的提按轉折、聚散離合等行爲，更貼切的點出書法所擁有的動態本質。因此，當 Subject C 在電腦中模擬與探索書法的 3D 筆畫時，這種動態的特質也充分的被表現出來 (圖 4.14e~h)。

4.3.3.4 演化的

在設計搜尋的過程中，探討如何將書法轉化成空間是一個重點，因此受測者 C 提出將文字拆解成單元之後再重組，便可以得到無限的組合，再試著從中選取最佳的組合衍生轉化成空間設計。提出這個方法的理想性很高，但並沒有被實踐，圖 4.14i~n 呈現出受測者 C 如何將「圳」這個字抽象化後轉化成空間設計的演化過程。

4.3.3.5 高科技的

受測者 C 在搜尋過程中試圖探討運用數位科技模擬書法的方法，圖 4.14a~h 便是受測者 C 應用數位軟體模擬 2D 與 3D 書法的過程。圖 4.14o~t 則是進一步顯示出如何將電腦模擬的筆劃轉換成雷射切割機所能判讀的檔案，以便將筆劃輸出成實體模型。

4.3.3.6 混雜的

受測者 C 透過研究主題書法，也將中國的詩、詞、繪畫、雕刻、文字與哲學融合在一起探究，因為書法本身便是一種人文藝術的產物，而非獨立存在的，其多元的象徵如姚一葦 (1993)所說的：「撇開文字本身的意義，書法汲取了自然萬物造型，

線條本身成爲一種藝術，因此即使你不懂文字內容的涵義，仍可以將書法作品當作美麗的藝術品來欣賞。」

4.3.3.7 參數的

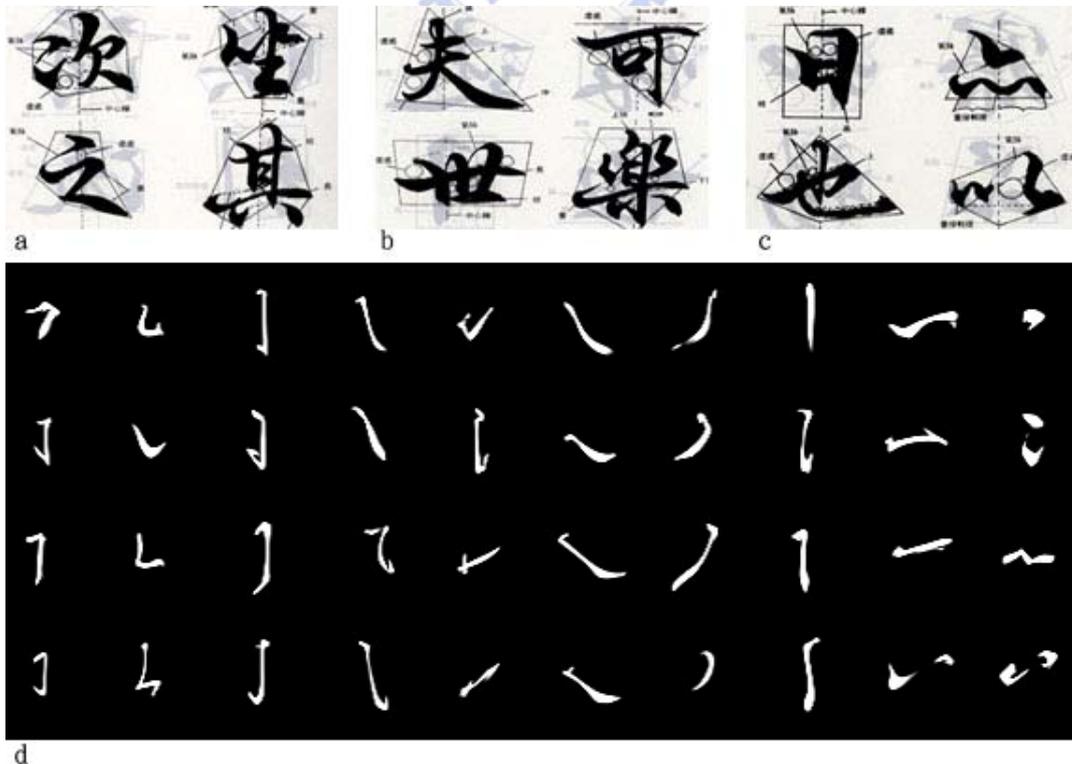
當受測者 C 提出將字體拆解成單元筆劃之後再任意重組，便可以得到無限的組合，然後再從中選取最佳的組合來進一步發展這樣的設計方法時，便是一種參數化設計的概念，因而受測者 C 將字體拆解成總共四十個基本元件，如圖 4.14d 所示。

4.3.3.8 系統的

中國文字雖然看似複雜，但其中仍隱含著系統與原則，受測者 C 在搜尋的過程中顯示出非常重視系統化的設計過程，例如他提出要先分析出字體的結構系統、再以數位工具去模擬此系統、然後以此系統去衍生出最後的建築空間。

4.3.3.9 構造的

受測者 C 在搜尋的過程中，花了很多心力在建築構造的部分，但因為自由形體的構造發展不易，因此他研究了歷史上幾個經典的構造系統，例如古埃及的金字塔和中國的木構造建築（圖 4.14u~z），希望能從這些經典的結構系統中獲得一些啓發，進而爲自己的設計創造出新的構造系統。





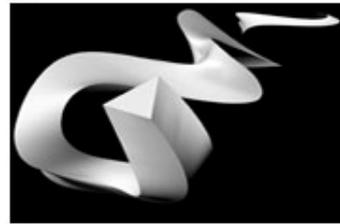
e



f



g



h



i



j



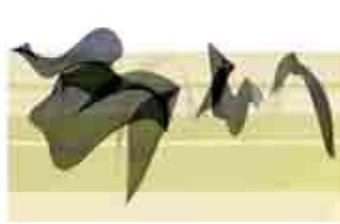
k



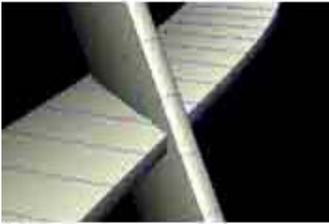
l



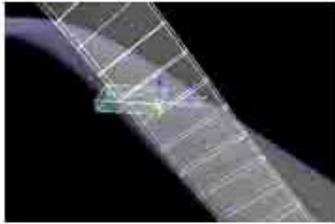
m



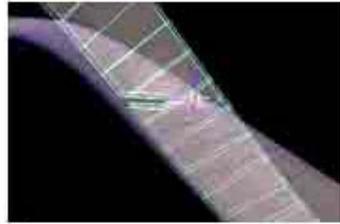
n



o



p



q



r



s



t

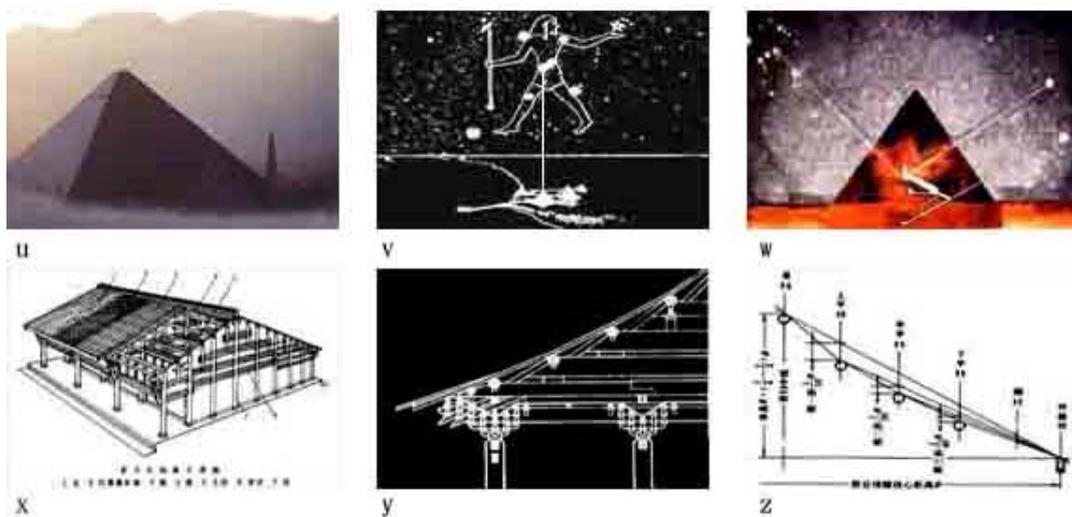


圖 4.14 搜尋 (受測者 C)

4.3.4 結果 (Result)

受測者 C 的設計結果具有複雜的、曲線的、動態的、高科技的、混雜的、系統的和構造的七項特質。



4.3.4.1 複雜的 (complex)

受測者 C 的設計基地位於深圳的深圳河旁 (圖 4.15a~c)，這個基地的特色在於中國早期開放的經濟特區，因此匯集了許多台商來此尋求發展，受測者 C 希望能為這群離鄉背景、特別是經商失敗的台商們提供一處得以宣洩情緒的酒吧。為配合這種落寞的情境，最後 Subject C 選擇將基地往下挖，把酒吧低調的設置在地平面以下 (圖 4.15d)，與地景融合為一體；然而這樣的設計有其一定的複雜度，除了建築體本身的設計之外，還要處理地形、地貌、地景甚至是與河岸之間的關係。

4.3.4.2 曲線的 (curved)

這個酒吧的設計是從書法字體轉換而來，受測者 C 選用蘇軾的作品寒食帖來作為設計的引子，除了取蘇軾被下放黃州的落寞意境與經商失敗之生意人淒涼心境之相似情境外，也取其實質書法字體形式上的縱橫與奔放，因此整個設計從平、立、剖面上看來無一直線，充滿了書法自由的筆情 (圖 4.15e~h)。

4.3.4.3 動態的 (dynamic)

從鳥瞰的角度來看，受測者 C 的酒吧則像有個書法家拿了一隻超大的毛筆在大地上揮毫，或者像雕刻家拿著超大雕刻刀在土地上盡情的刻畫，充滿了自由曲線的動感，如圖 4.15e 和 i 所示。

4.3.4.4 高科技的 (high-tech)

和受測者 B 的情況頗為類似，受測者 C 最後的設計結果也是大量自由形體的呈現 (圖 4.15j 和 k)，因此不論在設計、結構、施工上都需要新的技術、材料、構造上的支援才有可能將此設計發展與實踐。

4.3.4.5 混雜的 (hybrid)

受測者 C 將酒吧空間隱藏於地景之中，建築量體基本上是在地層表面下，在地平面上只會看到引導至地下空間的深深刻痕 (圖 4.15i)。酒吧的空間整合了室內與室外，刻意模糊室內外的界線，甚至在較空曠的階梯上，使用者並不會感受到自己正置身在地面下，地平面上、下的空間也是混雜的 (圖 4.15l~o)。

4.3.4.6 系統的 (systematic)

受測者 C 的設計結果則呈現出轉換書法起筆、行筆、收筆的結構系統在其中 (圖 4.12c 和 d)，這些系統化的過程經過轉換後隱喻在其設計成品中，經過仔細的分析與閱讀仍可看出其中的轉換。

4.3.4.7 構造的 (tectonic)

受測者 C 將字的筆畫拆解，去分析研究每一筆畫的結構，並且用 CAD/ CAM 去模仿製造出來 (圖 4.13a~g)，希望能應用到整個設計過程和結果中。書法的結構來自一種造形的秩序和法則，正如自然美亦源於造形的秩序與法則，因此可以直接從書法本身認識和把握造型規律 (熊秉明 1999)；然而，透過受測者 C 的操作，在造型上得到了許多的啟發，可惜在構造上卻無所獲，也許這就是紙上空間與真實空間最大的不同所在吧。



a



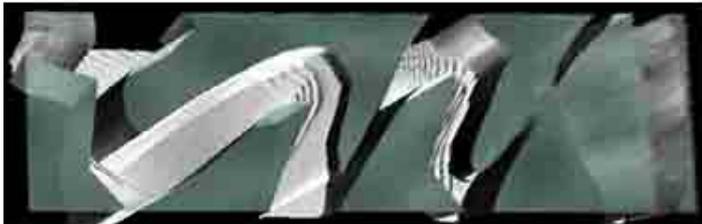
b



c



d



e



f



g



h



i



j

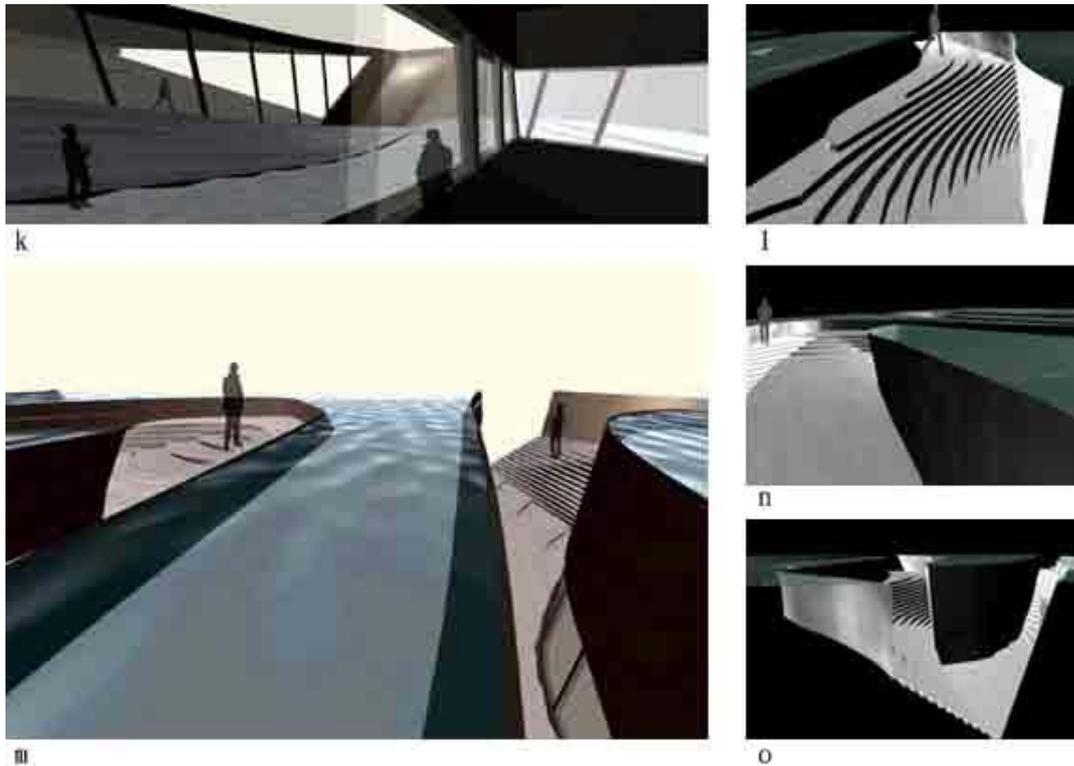


圖 4.15 結果 (受測者 C)

4.3.5 問題 (Problem)

受測者 C 的問題具有演化的、高科技的和構造的三項特質，在另外六個特質上受測者 C 並沒有展現出明顯的問題。

4.3.5.1 演化的 (evolving)

受測者 C 以書法為設計主軸的過程進行得大致上都還算順利，一直到了要將書法轉換成建築空間的階段，才產生了比較大的問題：

“這裡我總共分析出了四十種筆法，但是這些分析能不能保留書法的原神？我覺得是一個問題…”

第二個問題是說字在還沒被我拆解之前是一個完整的形體，因此有一些結構性在裡面，但是我又想要拆解，讓自抽象化一點，不要一看就像一個字…”
(C_09t, 編號 8)

可惜的是，最後設計的結果並不是如受測者 C 所計畫中的由這幾十個單元組合衍

生而來 (圖 4.16a)，反而比較像直接拿深圳的“圳”字來加以轉換 (圖 4.16b 和 c)。

4.3.5.2 高科技的 (high-tech)

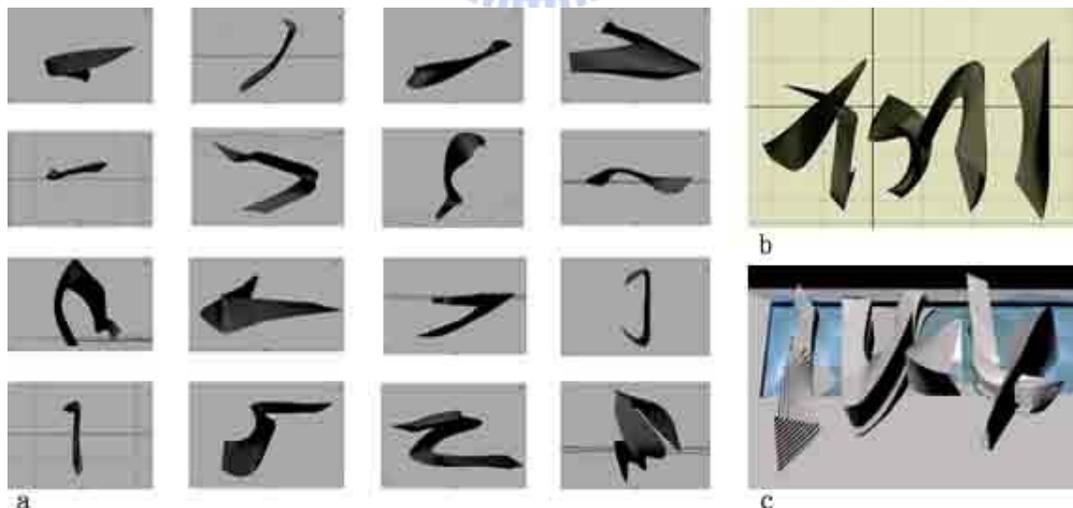
在高科技方面的問題也令受測者 C 感到十分吃力，因為在很短的時間內要同時學習多種軟體和硬體的操作，並且需要熟悉到某一種程度之後才能較有自信的去運用：

“因為在 MAYA 當中有了筆劃的模型，所以我試著用 CAD/ CAM 工具把它輸出。這個實體模型也和電腦中一樣，由三條曲線來構成它的形態，這個例子是帶勾的筆劃…” (C_09t, 編號 5)

受測者 C 曾經擔心他只會用 3D 軟體中的 extrude 指令來操作，但也許有其他指令、軟體或平台更能有效的幫助我達成我想要的結果也說不定…”

4.3.5.3 構造的 (tectonic)

三位受測者的很多問題都有關於構造方面的特質，除了因為他們所設計的建築屬於自由形體，在構造上難以用過去的建造方式來執行外，在實驗過程中還面臨了其他的問題，例如受測者 C 用 CAD/ CAM 工具做了一些構造上的測試如圖 4.16d 和 e 所示，但是這些構造和他自己的設計並無關連，最後也無法應用到自己的設計上，十分可惜。



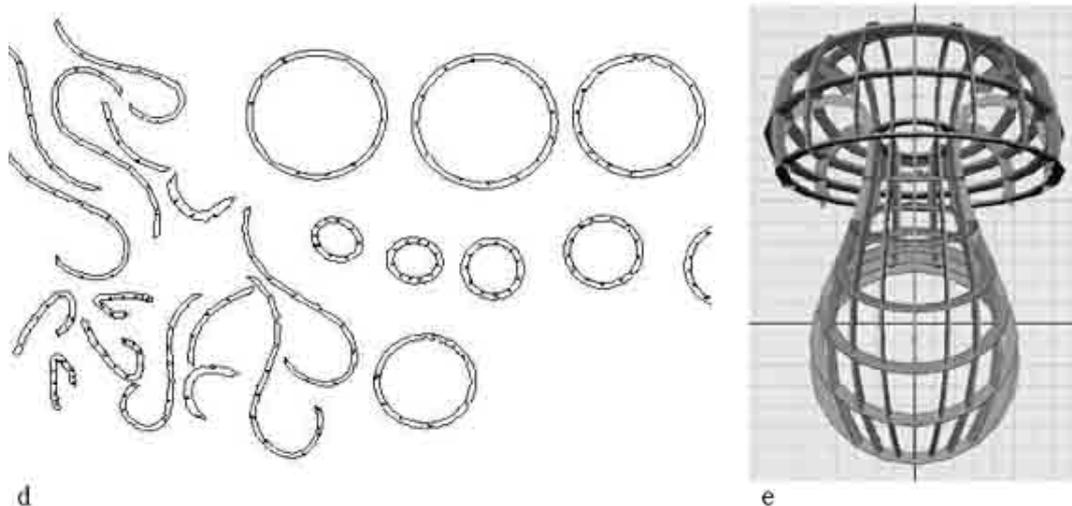


圖 4.16 問題 (受測者 C)

4.3.6 指導 (Instruction)

老師給受測者 C 的指導具有複雜的、曲線的、演化的、高科技的和構造的等五項特質。

4.3.6.1 複雜的 (complex)

老師雖然不斷強調本設計課程的中心主旨—one concentration，也對於受測者 C 將注意力聚焦在書法覺得很恰當，但即使只談書法，當中還是有其複雜度，例如在談到字體的轉化過程時，老師幫受測者 C 釐清複雜的問題：

“你現在的痛苦是在於書法有一種神韻，你希望轉成建築後神韻還在，但是分析多了之後怕會失去書法的氣韻，因為寫書法沒有人這樣分析的。你的痛苦有好幾層嘛！所以這個是第一層。

然後第二層是說，你照這樣分析出來之後，就不是一個字了，所以就沒有了字的結構。字有字的結構、建築有建築的結構，就像你示範的圳這個字，雖然你把它轉來轉去，但是字的結構還是在，但是你就不知道如何把它轉換成建築的結構了。” (C_09t, 編號 20)

然後針對這些問題老師也給了受測者 A 很多樣性的建議：

“所以我覺得現在你有兩種做法，第一種是壓力輕的，就是反正你現在已經知道你的 element 都是有氣韻的，也不需擔心組合起來沒氣韻，所以就隨便拿幾個 element 起來亂組合，然後趕緊回到你的 program 去操

作，然後用 element 的，建築空間需要哪個 element，就拿你的 element 來用，再去調整一下，我相信還是會有氣韻的。這是第一種，你比較不會喜歡，但是比較 architecturally 好操作。

第二種比較難，就是找出行書規則，然後把那些規則建構起來，你說字有字的結構方式嘛，那麼就把那個方式敘述一下，然後用這套組合邏輯去設計建築，而不是直接取形。我認為這樣也有機會，而且這樣你比較不會覺得那麼 low，而是會比較 high，因為你試用組合邏輯在比；不過也不可能是一比一的，沒有這種東西，因為這是字嘛，字有字的 form 和 function，建築有建築的 form 和 function，怎麼可能是一比一。”

(C_09t, 編號 25)

4.3.6.2 曲線的 (curved)

因為書法本身便擁有曲線的性質，因此老師在評論時也會刻意提醒受測者 C 發揮這個特質，例如經常以雲門舞集的舞作狂草為例來剖析：

“雲門舞集的創辦人林懷民老師在編製舞作狂草的時候，將草書的形體轉化成氣勢磅礴的氣韻，以流暢自由的舞蹈形式呈現出來；舞蹈所展現出來的流暢動作線條雖然與草書的自由曲線不同，但只是不同藝術形式的表達方式有異，觀者皆能同時感受其氣韻與美感…”

(C_09t, 編號 22)

4.3.6.3 演化的 (evolving)

不論轉化的過程如何，受測者 C 從一開始便希望經營一套從書法字體演化成建築空間的流程，因此在探討這方面的議題時，老師直接點出受測者 C 的問題並提出相關的建議：

“你想要有字的結構存在，然後又不能看起來是圳，所以你在那裡把字翻來翻去就是想要解決這個問題，但是事實上骨子裡還是圳，因為人家一問你這個圖是怎麼來的？結果你只好回答說是圳翻兩翻！結果更 low…”

你不用去擔心字的結構，可以轉變成是建築的某種組織方法或皮層空間，那你自己只要清楚說你是在做建築的哪一部分就可以了，所以我覺得你不要太去在意字的結構這個問題。雖然書法和建築有某些類比上的關係，但是字的結構就是字的結構，和建築的結構並不相同，不能全然拿來套用。例如雲門舞集林懷民老師的舞作行草一、行草二和狂草，並不是直接把書法的外在形式用舞蹈跳出來，而是在受到書法的啟發之後，用舞蹈把書法的氣韻表現出來。”

(C_09t, 編號 22)

4.3.6.4 高科技的 (high-tech)

老師的指導也含有高科技的特質，雖然在探討書法的過程中，十分重視形而上的意境，但老師總不忘鼓勵受測者 C 再進一步發展，把這些概念用本設計課所強調的數位媒材—CAD/ CAM 實作出來；這一點和受測者 B 的情況頗為類似，老師都會鼓勵受測者 C 將概念闡述之餘，也要突破前數位時代因媒材的限制而只能停留在概念的提出與討論，而無法實際製造出來；因此受測者 C 在課堂中簡報時也會刻意提到：

“這個筆劃是我依照書法的書寫邏輯在 MAYA 中模擬出來的結果，接著我又繼續在 MAYA 裡面寫書法，多試了幾個基本的筆劃…” (C_09t, 編號 4)

4.3.6.5 構造的 (tectonic)

基於老師對於數位構造的重視，評論中也經常出現含有建築構造型特質的討論；尤其以受測者 C 的案例來說，因為老師先前也曾經以書法為主題來發展都市空間設計，因此也會以自己的經驗與受測者 C 分享，例如提醒他不能像老師在青島應用書法做設計一樣，只取其形，因為受測者 C 的設計過程更是關於字體結構的分析與應用，兩者之間是不同的。

綜合以上受測者 C 的六個設計課構成元素對應於數位設計流程的九個特質結果如表 4.3 所示，打勾的部分表示該元素擁有這方面的特質，未打勾則表示該元素與這方面的特質無明顯的關係：

表 4.3 受測者 C 的分析結果

9 個數位設計 流程的特質	6 個設計課的構成元素					
	主題	工具	搜尋	結果	問題	指導
複雜的		V	V	V		V
曲線的	V	V	V	V		V
動態的	V	V	V	V		
演化的	V	V	V		V	V
高科技的		V	V	V	V	V
混雜的		V	V	V		
參數的			V			
系統的	V	V	V	V		
構造的	V	V	V	V	V	V

4.4 討論

從以上的分析可以發現，數位設計的特質雖然都出現在本數位設計課程的每個設計元素當中，但是出現的頻率以及相對應的關係各有不同，本章節就針對這個現象對六個設計課元素與數位設計的特質做進一步的綜合討論，下表 4.4 所顯示的是全部的統計結果：

表 4.4 三位受測者的統計結果

9 個數位設計 流程的特質	6 個設計課的構成元素																	
	主題			工具			搜尋			結果			問題			指導		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
複雜的	✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓				✓	✓	✓
曲線的		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓				✓	✓	✓
動態的	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓				✓		
演化的	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓				✓	✓	✓			✓
高科技的	✓	✓		✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓
混雜的	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓				✓	✓	
參數的	✓			✓			✓	✓	✓	✓				✓		✓		
系統的	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓						
構造的			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓
小計(次)	7	5	5	9	8	8	9	8	9	8	6	7	2	4	3	7	4	5
總計(次)	17			25			26			21			9			16		

在六個設計課元素中，以「工具」和「搜尋」這兩個元素展現出最強烈的數位設計特質，三位受測者在這兩個項目上回應各個數位設計流程的特質總共出現了 26 次和 25 次、幾乎全數出現 (27 次) 的次數。這個現象顯示出在本數位設計課程中，不論受測者是誰、主題為何、結果如何、問題是什麼和指導內容為何，基本上工具和搜尋這兩個設計課的構成元素都能充分發揮數位設計的特質。

「結果」這個設計課元素僅次於工具和搜尋得到了出現總次的次高，從表 4.4 的統計結果中可以看出關於這三個元素之間的正向關係，例如受測者 A 的工具加上搜尋共得到出現 18 次的全數，因而他的結果次數 8 次也是三位受測者之中最高的；再檢視受測者 B 的結果次數 6 次是三者中最低的，而他的工具加搜尋次數 16 次也是三者中最低的；結果總次數介於中間的受測者 C，其工具加上搜尋的次數也是介於三者中間。這個現象也就是說受測者若能操作愈具有數位設計特質的工具和搜

尋過程，則呈現出來的結果也會愈具有數位設計的特質，反之亦然。

獨立來看這一組總次數不高不低的兩個元素—「主題」和「指導」，這個次數呈現出雖然主題和指導是設計課的必要元素，但和數位設計的關係卻不是必然，也就是說不具備數位設計特質的主題和指導也可以存在於數位設計課程中；但是若進一步檢視這兩個元素和其他元素之間的關係可以發現其正比關係的存在，例如受測者 A 的主題加上指導的次數最高，而他結果的次數也最高，表示他的結果高度展現數位設計的特質，可能與他的主題和指導也有較高的數位特質有關。

表 4.4 中的「問題」元素和其他元素是成反比關係，亦即將問題之外的五個設計元素—主題、工具、搜尋、結果和指導等次數相加，總次數加起來愈高，則問題元素的次數就愈低。這個現象代表的意思是在數位設計課當中，當受測者的設計課元素擁有愈多數位設計流程的特質時，他所產生的問題便愈少。例如在問題元素上得到最少次數 2 次的受測者 A，其他五個設計元素加起來的總次數是最高的 40 次；在問題元件上得到最多 4 次的受測者 B，其他五個設計元素加起來的總次數卻是最少的 31 次；受測者 C 獲得的次數則介於二者之間的問題 3 次、其他五項元素總次數 34 次 (圖 4.17)。這個現象顯示出，當受測者在數位設計課中操作設計課的元素時，若能將元素操作得更具有數位設計流程的特質，則遇到的問題就會比較少；反之，若受測者在操作元素時較少具備數位設計流程的特質，則發生的問題就會比較多。

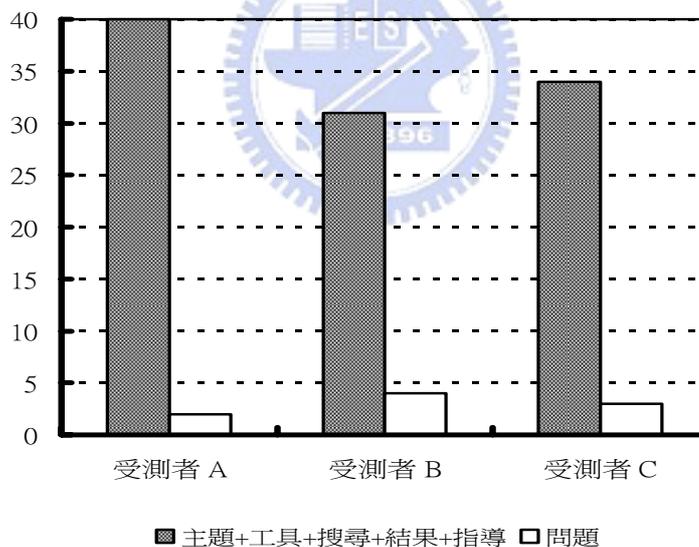


圖 4.17 問題元素與其他五項元素總和關係圖

對於「問題」這個設計課元素除了探究表 4.4 所呈現出來的現象之外，還要就內容作進一步的討論，因為受測者之所以會在這些特質方面產生問題，可能是在操作設計的過程中有一些盲點或不合理的地方。以下針對三位受測者所提出或所遭遇到的問題來探討，首先檢視三位受測者對於「演化的」問題所在，以受測者 A 來說：

- 在主題方面：受測者 A 所提出的眾多主題中有部分具演化的特質，例如由電腦自動衍生出完整的形 (圖 4.1h 和 i)。
- 在工具方面：使用具有演化特質的數位工具，例如使用 3DS MAX 的外掛軟體從底圖中去衍生出完整的區塊 (圖 4.2k~q)。
- 在搜尋方面：搜尋的過程有演化特質，例如受測者 A 強調設計上形的發展是根據基地上重要的歷史地圖演變而來，包括交通運輸系統、都市脈絡、地形、水文等的變遷 (圖 4.3r 和 s)。
- 在結果方面：雖在主題、工具與搜尋過程具有演化的特質，結果卻沒有這方面的特質。
- 在指導方面：老師對於受測者 A 的評論與指導沒有演化的特質。

從受測者 A 的案例中可以發現，他十分重視設計過程的系統化與合理化，花費大量心思去經營一個參數化設計的流程；可惜的是，最後呈現出來的結果卻和整套設計流程沒有關連。除了如上一章節中圖 4.4.a 和 b 所顯示，受測者 A 在期末評圖的設計結果和在未經經營這套設計流程前的第六堂課中所呈現的設計結果十分類似之外，對於關鍵的參數化設計演化過程也並未交代；這樣的情況可以合理的被解讀成設計的形體與結果早在設計早期階段就已經被決定了，而非如受測者 A 所宣稱的是經由他經營的一套參數化的設計系統衍生而成，也因此產生了主題、工具和搜索都擁有演化的特質，然而結果卻不具有此特質的問題。

對於設計過程合理化的重視與大量討論是數位設計課程中很特殊的現象。近年來在英國建築學會 (AA) 和倫敦大學的數位設計課程中，充滿邏輯推理的設計過程大量出現，甚至應用科學的、醫學的、生物學等的理性設計方法也愈來愈常見了。

檢視受測者 B 有「演化的」問題的原因：

- 在主題方面：提出演化的議題，例如混雜兩種截然不同性質之物件，觀察其形變的演化歷程 (圖 4.7h)。
- 在工具方面：使用具有演化特質的數位工具，例如受測者 B 提出使用 3DS MAX 中的形變 (morph) 指令來操作演化歷程 (圖 4.8d)。
- 在搜尋方面：過程中的搜尋無演化的特質
- 在結果方面：結果也無演化的特質
- 在指導方面：受測者 B 的空間形式一直遲遲無法呈現，因此老師也無法在這方面給予評論。

受測者 B 一直掙扎於該如何才能展現出具視覺震撼的形體，但因為他的搜尋對象與過程一直是在抽象的空間性質方面，而非展現在視覺形體上的，因此參數的選擇不夠具體，結果所呈現的視覺震撼效果薄弱，演化的特質也呈現不出來。

檢視受測者 C 有「演化的」問題的原因：

- 在主題方面：提出不具演化特質的議題
- 在工具方面：使用有演化特質的數位工具 (圖 4.13q~aa)
- 在搜尋方面：過程中的搜尋具有強烈的演化特質，例如研究字的比畫與構成 (圖 4.14d~h)。
- 在結果方面：結果並未展現演化的特質
- 在指導方面：老師對於受測者 C 的設計評論有演化的特質，例如建議受測者 C 分析出字的組合邏輯應用至建築設計上，讓建築空間感覺很巧妙的從書法空間演化而來。

受測者 C 從一開始便花很多心力在探究文字的結構性，並將之拆解，最後得到四十個基本元素。原本受測者 C 宣稱要拿這四十個基本元素來發展成無限多個組合，但是後來受測者 C 在將文字轉換成空間這個關卡愈到了困難，也就是不知如何去轉換；因此後來並沒有去做多種組合這個動作，而是直接拿深圳的「圳」這個字來轉化成建築量體 (圖 4.14i~n)。值得注意的是，這樣的議題其實和數位無關，在任何設計課都會發生，也會被經常拿出來討論；但是在數位設計課中，因為大家都在忙著實驗和建立一套新的設計流程，希望和過去所操作過的設計有所不同，但是卻忽略了很多基本的和重要的設計議題其實並沒有改變，也需要花很多心力去解決，這些基本的設計問題並不會因為新的數位工具的加入而消失不見。

受測者 A 沒有「高科技的」問題，在此檢視受測者 B 和 C 有高科技的問題的原因，以受測者 B 而言：

- 在主題方面：提出要以先進的電腦軟體呈現混雜的形體，是具有高科技特質的議題 (圖 4.7h)。
- 在工具方面：使用可呈現基本混雜樣貌的數位工具，因此也具有高科技的特質 (圖 4.8a~k)。
- 在搜尋方面：受測者 B 的搜尋過程主要是蒐集與分析各種不同使用行為的空間型態，不具有高科技的特質。
- 在結果方面：最後結果有展現出高科技的特質 (圖 4.10f~h)
- 在指導方面：老師經常提醒受測者 B 可以運用具有高科技特質的工具強化混雜的主題

受測者 B 對於數位媒材的使用一直有著不安全感，他經常提到過去未曾有使用數位工具做設計的經驗，很多時候他不知道要用什麼樣的軟硬體才能幫助他達到他想要的效果。但很多問題其實與數位或不數位或高科技與否無關，而是出現在設計的本質上。但是在數位設計課中普遍存在著這樣的迷思，設計遇到瓶頸的時候，受測者會傾向於思考：「應該是我對數位高科技的工具認識不足或使用不當才會產生這

樣的問題。」事實上更多時候問題是和數位媒材全然無關的，例如受測者 B 是因為沒有使用建築形象上可以被操作的混雜物件所以才製造不了他所想要的視覺張力，而不是因為他有數位媒材操作的問題。這種迷思所造成的結果往往是設計進度停滯不前，反而讓強大的數位工具完全派不上用場，對於數位設計過程來說實在是很可惜。

檢視受測者 C 有「高科技的」問題的原因：

- 在主題方面：書法這個議題無高科技的特質
- 在工具方面：使用 CAD/ CAM 工具，具有高科技的特質 (圖 4.13a~k)。
- 在搜尋方面：過程中的搜尋運用數位工具拆解與模擬書法字體，具有高科技的特質 (圖 4.14d~n)。
- 在結果方面：最後結果有展現出高科技的特質 (圖 4.15j 和 k)
- 在指導方面：老師經建議受測者 C 可以運用 CAD/ CAM 工具來操作分析字體的元素，具有高科技的特質。

受測者 C 在面對高科技數位媒材時和受測者 B 有著類似的問題，因為過去也未曾有使用數位工具做設計的經驗，很多時候他不知道要用什麼樣的軟硬體才能幫助他達到他想要的效果，因此而感到壓力倍增。

受測者 A 和 C 沒有「參數的」問題，在此檢視受測者 B 有參數的問題的原因：

- 在主題方面：未提出參數化的議題
- 在工具方面：使用的數位軟體無法幫助參數化設計的進行，同時也不具備基本修改參數的能力，因此不具有參數化的特質。
- 在搜尋方面：過程中的搜索具有參數化的特質，蒐集許多可供混雜用的參數，例如私密空間與開放空間、人造的與自然的、白天的與黑夜的等 (圖 4.9h 和 i)。
- 在結果方面：最後結果看不出與受測者 B 所提要使用利電腦參數之運算式來演化形體有何關聯
- 在指導方面：老師並不認為受測者 B 的設計與參數化有關，因此評論中不具有參數的特質。

受測者 B 從建築資料集成中，找了關於集會、休閒和住宿等空間性質不同的元件來當作他所要混雜的參數。受測者 B 有一個很大的盲點沒有突破，那就是他一直停留在探討概念上或使用功能上具衝突性的主題來混種，例如「白天的」車道 v.s. 「夜晚的」成衣市集、「人造的」都市公園 v.s.公園中「自然的」樹木以及後來的「開放的」老人公園 v.s.「私密的」約會賓館，但他並沒有將這些主題或物件的特

殊性質轉化成爲可被操作以及可被人們所理解的形體 (form)。雖然受測者 B 提出了要以 3DS MAX 中的形變指令來輔助設計，但他並未提供進行形變所需要的造型物件，因此形變功能最後並沒有派上用場，他原本所想要的參數化設計也沒有被執行。

至於三位受測者都一樣有「構造的」問題，檢視受測者 A、B 和 C 有構造的問題的原因不在於操作上的問題，而是因爲三位受測者所設計出的建築空間都是自由形體，因此在結構上原本就比較困難，再加上沒有相關課程來支援；因此雖然本數位設計課的宗旨之一「實踐」(implementation)經常掛在老師嘴邊，受測者也都努力的使用 CAD/ CAM 工具去測試，然而受測者仍然感覺到有很大的技術上的問題。

綜合以上所述，這六個設計課的構成元素應對於九個數位設計流程特質時的關係，顯示出三組基本的關係。

- 第一組是獲得最高次數的「工具」、「搜尋」和「結果」：這一組元素充分展現出數位設計流程的特質，不論其他設計課的元素具有數位設計的特質強或弱，對這一組元素的影響都不大。
- 第二組是獲得中等次數的「主題」和「指導」：這一組元素是最有彈性的，也就是說在數位設計課程中，主題不論是很數位的電腦自動化設計 (受測者 A)，或是很古典的書法 (受測者 C)，都能在數位設計課程中被操作；至於老師的指導也是類似的狀況，不論老師對於數位概念方面的指導到什麼樣的程度，學生大部分的問題還是出在設計本質方面，例如三位受測者都同樣在如何將概念轉化成建築空間上產生了主要的問題，這個問題其實與數位無關，而是一般設計課都會有的基本空間轉化操作的問題。
- 最後一個是「問題」這個元素：唯獨它和其他五個設計課的元素都成反比，數據顯示出當其他五個設計課的元素出現次數愈多的時候，問題的出現次數就會愈少；這是因爲既然是數位設計課，課程目標多半是設定在數位媒材的測試、數位設計流程的建立、運用數位工具創造自由形體等這一類在一般設計課做不到的事情，所以在數位設計課程中，當受測者將各個設計課的元素操作得更具有數位設計流程的特質時，所產生的問題也會相對的減少，反之則問題會增多。

因此，數位設計流程的特質雖然都出現在本數位設計課程的每個設計課的構成元素當中，但是出現的頻率以及相對應的關係各有不同，彼此之間並且會互相影響。