

第三章 參與式觀察實驗

本研究的參與式觀察對象是一門名為「明日空間」的數位設計課，這門設計課程的核心在於探索使用數位媒材與過程於建築設計中對於創造未來空間的各種可能性。對照本研究希望能探索出數位設計課構成元件的特質，這門數位設計課的目標、內容、規則與過程非常確切的為本研究提供適當的觀察對象與場域。

在參與式觀察實驗設計開始之前，可以根據數位設計教育的演變史為數位設計課程做更詳細地分類。有超過十年之久的時間，數位設計課程的特徵演變持續地從電子設計課程 (Mitchell et al. 1990)、虛擬設計課程 (Wojtowicz 1995)、合作式學習的設計課程，改變成為數位設計課程，如圖 3.1 (Chiu 2003)所示，在過去三十年的期間，數位工具的角色也不斷的在轉變著。本研究所觀察的數位設計課程係屬於下圖中 CAD/ CAM (電腦輔助設計/ 電腦輔助製造)和 RP (快速射出成型)工具的那一大類。

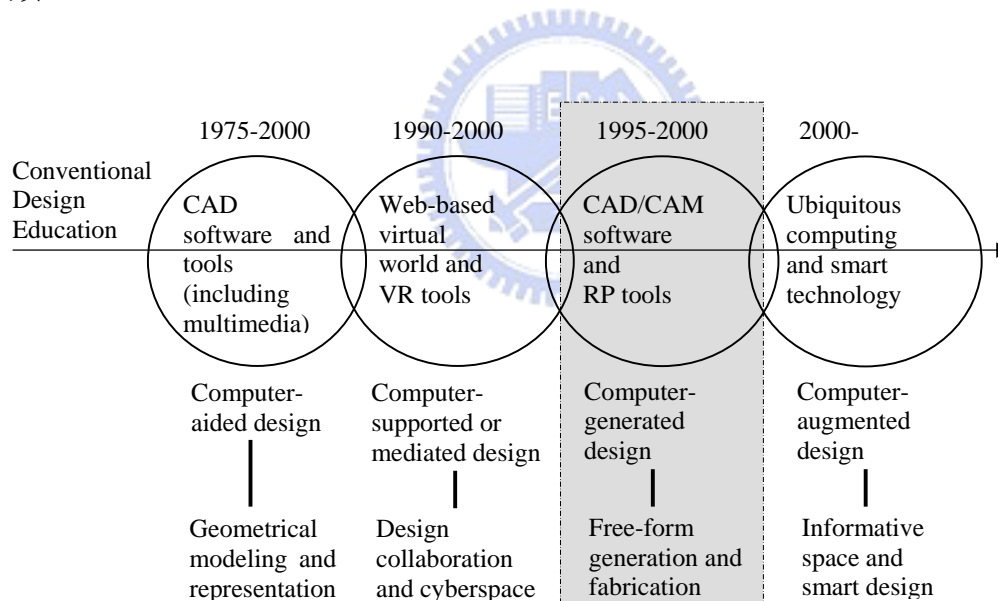


圖 3.1 數位設計教育的演化 (Chiu 2003)

本論文所採用的三階段研究方法（詳見第 6 頁），在本章進行前兩個步驟的執行與討論，期中又分為下列三部分：

1. **實驗設計**：這部份是參與式觀察實驗的準備階段，主要是描述實驗的大綱，包括目標、實驗對象、實驗場地、議題、步驟等。
2. **第一層分析架構發展**：當開始觀察時，分析格式與架構亦同時被發展

以協助更進一步將資料分類；本研究由參與觀察的資料中分析出設計課的基本元素，而這些元素也構成了本研究的第一層分析架構。

3. 第二層分析架構發展：剖析近年來幾位對數位建築的理論和技術有著重大突破和貢獻的建築師的數位建築作品，得到數位設計的特質當作第二層分析架構的分析因子；而分析與討論設計課元素與數位設計特質之間的關係將在下一章當中進行。

3.1 實驗設計

3.1.1 目標

本研究的目標旨在獲得受測者在數位設計課程中的互動、觀點與學習經驗，以提昇數位數技教育的品質，並且發展出數位設計課的模型。

3.1.2 研究者的角色

研究者在本實驗中將扮演「局內人」的角色以獲得所需之資料，若要在參與式觀察場域裡扮演一位局內人的話，研究者需要選擇一個原本就已經存在於研究場域的角色，以避免產生不必要的變動。有別於由研究者所創造與加設的「局外人」的角色，局內人的角色是由現有的環境所提供 (Douglas, Rasmussen and Flanagan 1977)，因此，在本研究中，研究者將扮演課程裡的助教，很自然的和受測者一起參與本數位設計課程。

除了參與數位設計課程的進行，筆者亦需要作筆記、影像記錄、並詮釋學生的學習經驗。Gold (1958)建議研究者應該像壁紙般的不引起他人的注意，因此，在研究過程期間，實驗對象並不知道有這項研究的存在，如此他們方能表現得像在一般課程裡那樣的真實與自然。研究者只花約 20%的參與時間來協助課程的進行，剩下的參與時間則將專注於和實驗對象討論、觀察學生之間的互動以及與老師的互動、並紀錄簡報與影像等這些事情上面。

3.1.3 受測者

這是一門進階的建築設計課程，該課程內容是針對未來空間的討論、設計過程中的多種數位媒材的實際應用、以及數位製作細節的研究。因此，參與本課程的對象是在 2005 年秋季班選修「數位設計課程－明日空間」的學生，他們必須是擁有大學建築學位的交通大學建築研究所設計組的學生。

總共有六位學生選修這門設計課，但其中有三位學生過去沒有使用數位媒材的經驗，卻也沒有接受老師的建議在暑假先去修一門叫做基礎數位設計媒材的課程

(Fundamental Digital Design Media)，因此在本設計課開始之後花了頗多的時間在認識數位工具而無法製造足夠的材料供本研究觀察與分析的需要。因為本研究的目的之一是獲得設計課的主要構成元素，因此需要取得較平均且大量的資料加以分析，而另外三位同學所產生的資料則符合本研究的需求，因而被選作本研究的受測者(圖 3.2)，這部分也是本研究的限制之一，將在第五章中進一步說明。



受測者 A

受測者 B

受測者 C

圖 3.2 三位受測者

3.1.4 時間

實驗的進行在 2005 年的秋季學期，而觀察與參與持續了一整個學期。這是一門六個學分的課程，共約十五週，上課方式分兩部份，一部份是每週約一個下午的設計討論課程，另一部份則是由助教所教授的數位媒材實作課程，也是每週上一個下午的課。設計討論課程著重在探討設計概念與議題以及設計問題的解決方法；數位媒材實作課程則針對工具使用的問題，給予學生一對一的協助，並且處理和設計議題未必有關聯的技術問題。但本研究的觀察範圍與場域並非二者兼顧，而是只限定在參與觀察設計討論課程的部分。

3.1.5 內容

設計課程的主要目的是在於內容的創造 (Achten 2001; Kieferle and Herzberger 2003)。在這門數位設計課程開始之前，若學生在先前完全沒有使用數位媒材的經驗，可以在暑假先去修一門叫做基礎數位設計媒材的課程 (Fundamental Digital Design Media)，以具備基礎數位媒材使用與理解的能力。在課程開始之後，修習本數位設計課的同學也必須繼續選修新媒材課程 (New Media)，以得到他們從事數位設計所必需的技術。雖然設計課程的指導老師為未必對軟硬體都很專精，但卻瞭解其潛力與極限，同時也歡迎各種新的工具被帶入設計課程裡來應用。

3.2 設計課的構成元素分析

本論文為質性教育研究，因此專注在發展觀察受測者在實地中的行為紀錄與描述 (Guba and Lincoln 1981)。教育學者 Spradley(1980)建議在參與式觀察的場域中必須攜帶一個事先規劃好的表格，當中明列出所欲記載的項目，如此在每次觀察記錄中，才不會遺漏掉重要的資料，例如表 3.1 所示的實地記錄項目表便是他經常攜帶至參與式觀察場域中的表格；但是 Spradly 也強調這樣的表列項目只是參考用的建議而不是常規或唯一的架構，研究者必須在從事特定的研究時，根據自己的研究類型來發展出適當的資料分類或編碼系統。

表 3.1 實地記錄項目表 (Spradley 1980).

	Item	Description
1	Space	the physical place
2	Time	the sequencing that takes place over time
3	Actor	the people involved
4	Activity	a set of related acts people do
5	Object	the physical things that are presented
6	Act	single action that people do
7	Event	a set of related activities that people carry out
8	Goal	the things people try to accomplish
9	Feeling	the emotions felt and expressed

除此之外，著名的質性研究學者 Bogdan 和 Biklen (1992)也建議，當研究者在整理資料的時候，有一些特定的字詞 (words)、片語 (phrases)、行為模式 (patterns of behavior)和事件 (events)等會一再重複出現並突顯出來，研究者便可以從這些現象去找到資料的規律性 (regularities)和模式 (patterns)。接著，研究者可以寫下表徵這些模式的字詞或短語，這些字詞或短語就是編碼類別 (coding categories)，是可以用來分類所蒐集來的描述性資料的手段和工具，使得在特定課題之下所涵蓋的資料能夠完全地和其他資料區分開來；因此，本研究在此階段中最重要的工作便是把這些關鍵性的資料偵測出來並且予以分類。

在本研究的參與式觀察實驗中，第一大類的資料便是口語資料，主要來源是在設計課中，受測者口頭簡報自己設計進度與內容的說明，以及老師的評論指導與對話，這些口語資料經由研究者在場域中錄音或錄影之後以供研究分析之用。第二大類的

資料是書面資料，主要來源包括研究者在參與觀察的場域中所做的實地筆記、受測者所繳交的作業和簡報書面資料等。這些口語和書面資料被蒐集來之後，由研究者反覆仔細的審視與分析（參考附件 A），設計課中規律出現的關鍵模式與元素便從中被抽取出來。

本設計課程共持續了十五週，設計課中規律出現的關鍵模式與元素則在每一週的課程當中重複的出現，因此被擷取出來當作資料分類的依據。爲了進一步說明設計課中規律出現的關鍵模式與元素實際內容爲何，第九週的課程被挑選出來當作主要分析的資料來源，從中去分析截取出這些元素，並就每一個元素的內容加以詳細的描述，而其他堂課則扮演輔助說明的角色。

第九週的設計課之所以被挑選出來當作主要資料來源的原因，主要是研究者從參與觀察的過程中發現，太早期或晚期的課程資料雖然也涵蓋了設計課中規律出現的關鍵模式與元素，但是資料分配得較不均勻，而中期的課程則因爲資料分配平均，有利於將每個元素都說明清楚。而第九堂課除了時間差不多座落於總課程的一半以外，再加上它剛好在第十週期中評圖的前一週，老師特別要求受測者必需在第九週上課的時候先將資料盡可能的整理完整，包含初期的設計概念、現在的設計發展以及未來設計的方向，以期能在隔週期中評圖的場合得到較完整的評論（期中評圖會邀請其他組老師以及國外專家一起加入評圖）。因此本堂課的資料呈現較全面，有助於清楚說明設計課的基本元素，接下來便針對三位受測者在第九堂設計課當中的資料加以分析整理，詳細的上課狀況請參考附錄 A。

附錄 A 中的口語資料是實際課程進行情況的紀錄，段落編輯方式則是依據設計課的構成元素來分段落，例如通常課程一開始受測者會以提出自己的「主題」來作爲開場白，接下來可能會跳到敘述設計的「搜尋」過程或是「工具」的使用狀況，因此，只要受測者的簡報口語表達從原本某個設計課的構成元素跳到另一個元素時，這兩段資料便會被分段並予以各自編號。

設計課中規律出現的關鍵模式與元素最後被擷取出來包括了主題 (Theme)、工具 (Tool)、搜尋 (Search)、結果 (Result)、問題 (Problem)與指導 (Instruction)等六個項目。表 3.2 便是這六個主要元素的概要說明：

表 3.2 設計課的構成元素

6個設計課的構成元素	描 述
主題 (Theme)	老師規定的或學生自己提出來想要探索的與設計相關的主題與概念
工具 (Tool)	學生用來探索與表現設計所使用的媒材與工具
搜尋 (Search)	一連串探索設計的過程
結果 (Result)	學生所描述與呈現的設計探索結果
問題 (Problem)	學生提出在探索設計過程中所發現的問題以及遭遇到的困難
指導 (Instruction)	老師對於學生作品的評論與指導

3.2.1 受測者 A

受測者 A 在第九週的課堂中確定了設計基地位在台北市圓山地區市立美術館外的廣場上，空間機能為台北故事館；在他本節課的簡報以及與老師的討論中，內容涵概了主題、工具、搜尋、結果、問題和指導這六個元素，以下便是受測者 A 在第九堂數位設計課中的簡報與討論內容。

3.2.1.1 主題 (Theme)

在本堂課中，受測者 A 總共提出了五大主題概念，前三項是接續在前幾堂課中就已經提出過的議題，後兩項則是本次另外提出希望能同時加入發展的主題。在舊的主題方面，第一個是動態建築 (dynamics)，受測者 A 希望建築不是靜止不動的（圖 3.3a）；第二個主題是互動 (interaction)，希望透過某種形式的框架系統以及速度感來探討使用者與空間的互動關係（圖 3.3b）；第三個主題是不完整的形 (incomplete shape)，是關於視知覺方面的課題，受測者 A 希望運用人類的眼睛會將

不完整的形在特定線條的暗示之下建構出一個完整的形這樣的視覺錯覺手法應用於設計中 (圖 3.3c)；另外本週加入的主題第一個是在都市脈絡下的圖底圖 (figure-ground)，或者是探討在畫作與影像中何者為主景、何者為背景 (圖 3.3d~f)；第二個新主題是試著表現時間這個無形概念的有形動態痕跡 (圖 3.3g)，關於新、舊主題方面的整合，受測者 A 說：

“另一幅要談的事情是瑪格麗特的這幅畫，我會想要談這幅畫是因為它也是和我的 figure-ground 概念有關係。我另外去查了一些資料是關於人的視知覺的問題，而這也是我從設計思考課所得來的概念，那就是當一個完整的形被切割之後，人的眼睛還是會自動把這個已經不完整的形看做是一個完整的形。因此把這個概念應用到瑪格麗特這幅畫的時候，雖然人和馬被樹林切割了，樹林也被人和馬切割了，但我們在觀看這幅畫的時候，還是會把它看成是人騎著馬在樹林裡，雖然這幅畫的原意不是如此，但我認為我這樣解釋它然後應用在我的設計上是合理的。”

(A_09t, 編號 5)

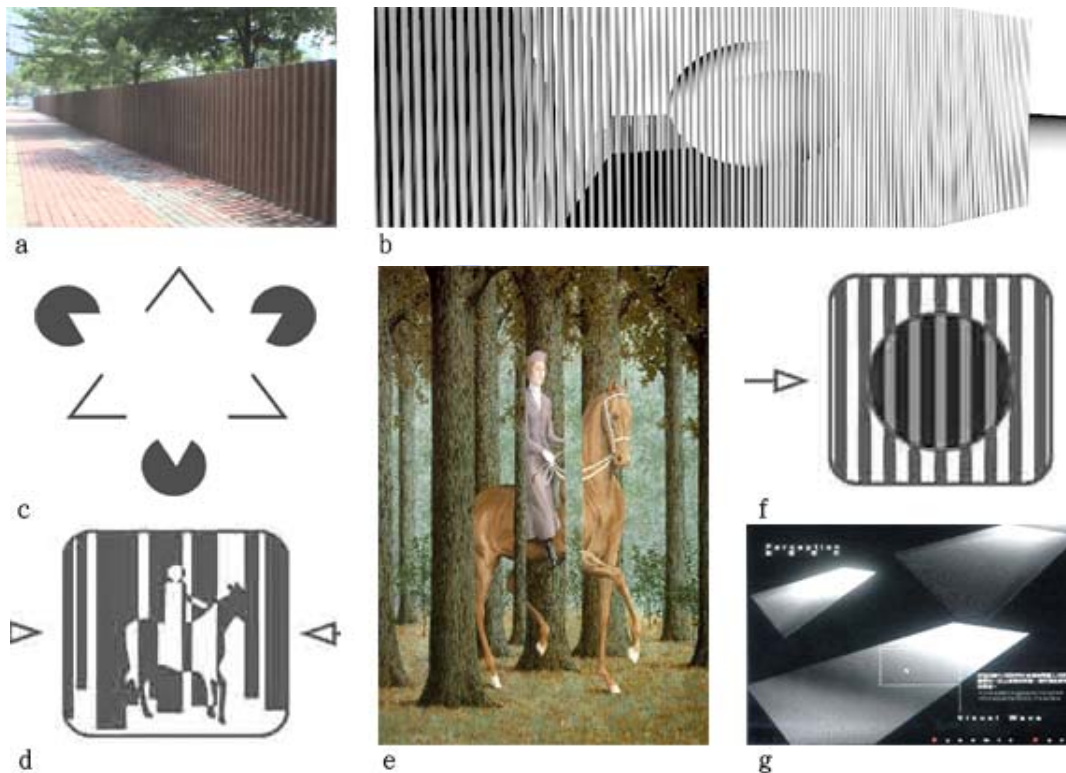


圖 3.3 主題 (受測者 A)

3.2.1.2 工具 (Tool)

受測者 A 本週對於數位媒材的測試主要在三個方面，第一是在電腦輔助設計的部分，在虛擬世界中用 MAYA 軟體中將他所想要的動態與流暢的量體建造出來（圖 3.4a 和 b），這當中有很多數位軟體的技術操作需要學習，例如 3D 曲線的創造與編修、骨架的生成、檔案轉檔以供雷射切割之用等。第二是在電腦輔助製造的部分，進行關於雷射切割用材料上的實驗，因為受測者 A 認為一般雷射切割氣得操作都是使用堅硬的壓克力板來切割，造型上自由度低且製作不易，因此他提出用有彈性的透明圓管當作雷射切割的材料，希望能提升造型上的自由度，也得以展現出動態的特質 (圖 3.4c~f)。另一項數位媒材的測試是關於電腦軟體的部份，受測者 A 提出運用 3DS MAX 的外掛軟體來自動框選 2D 圖形，如圖 3.4g 所示：

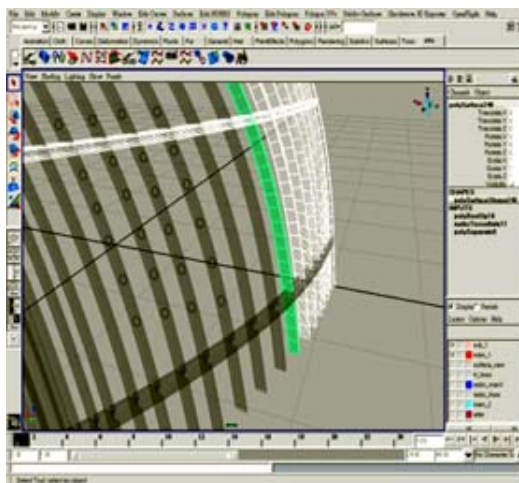
“本週我找到一個最有趣的東西是這個由 MAX 的外掛軟體所產生出來的東西，這個會自動選擇完整形狀的軟體，就像這張圖…”

(A_09t, 編號 7)

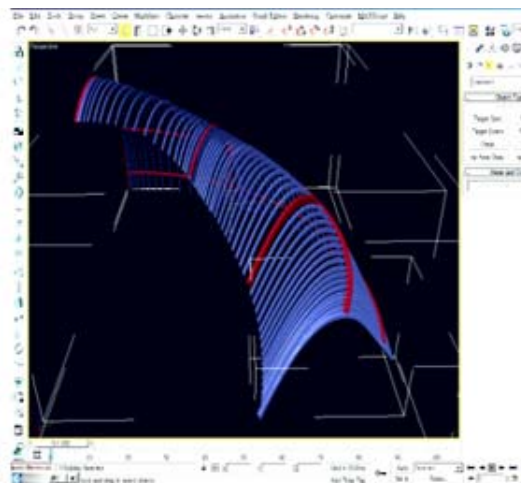
他再進一步說明操作方法

“這個東西的操作邏輯是這樣的，首先我把我把所有的基地歷史地圖抓到 CAD 裡面，也就是向量檔，把幾張向量檔疊起來以後產生了一大堆網格；接下來把這些網格 import 到 MAX 裡面，我先隨便選一個破碎的區塊，然後讓這個外掛軟體來 generate。有趣的是，這個軟體在匡選區塊的時候，只會匡選出完整的形，也就是說它會主動辨識我所選的破碎區塊周邊的區塊，往外擴張之後選擇到一個 smooth 的形，而不會有破碎的邊緣。”

(A_09t, 編號 9)



a



b

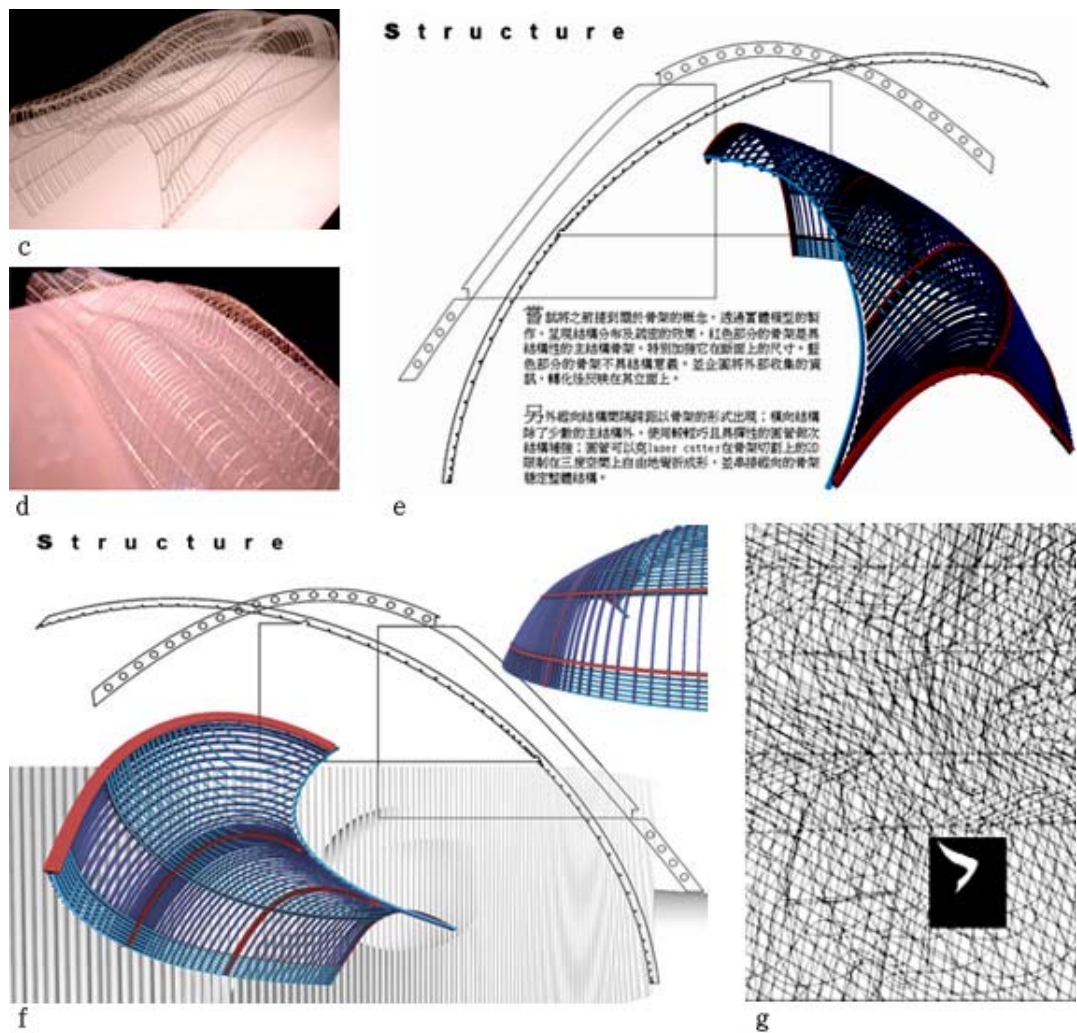


圖 3.4 工具（受測者 A）

3.2.1.3 搜尋 (Search)

受測者 A 本週的搜尋範圍主要有三個，第一是基地過去的歷史脈絡，第二是基地現在的空間資訊，第三是創造格線的方法。在歷史脈絡的搜尋上，他找到了西元 1898 年明治天皇時代由日本殖民政府在台灣所繪製的台灣堡圖 (圖 3.5a~ c)，這一套地圖是經由複雜的土地調查、地籍測量以及利用三角點、水準測量等精細方法繪製而成的，而受測者 A 的基地剛好在這套圖的範圍內。在基地現況的空間資訊方面，受測者 A 搜尋了道路系統，例如陸路、水路和高架道路等 (圖 3.5d~f)。在格線的部分，他則參考了 Peter Eisenman 的做法，也試著在自己的基地上發展出一套格線系統 (圖 3.5g)：

“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)

受測者 A 想操作電腦自動化設計的企圖，從這裡開始表達得愈來愈清楚了。

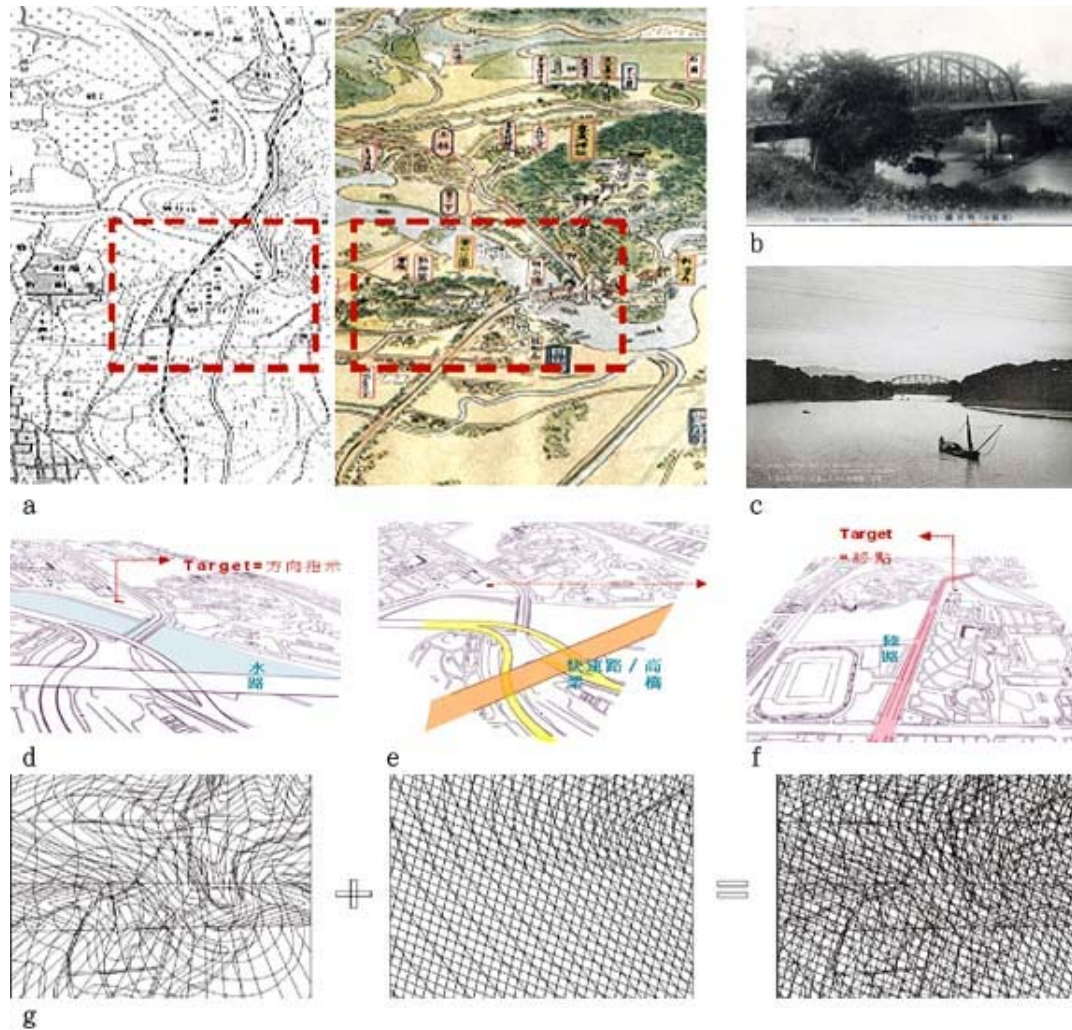


圖 3.5 搜尋 (受測者 A)

3.2.1.4 結果 (Result)

在本堂課中受測者 A 所呈現的結果主要是一連串由電腦自動選出來的 2D 形狀 (圖 3.6a 和 b)，以及加入 Z 軸高度後所產生的一系列 3D 自由形體 (圖 3.6c 和 d)。縱橫交錯的 2D 網格有可能產生無數個不同的形，在這個設計的早期階段先由設計師本

人去選擇一個不完整的形，然後再由電腦接手，以這個不完整性為基礎，此時用數位工具來代替真實人類的眼睛從事選擇形的工作，針對這個步驟受測者 A 作了一些說明：

“事實上這些圖都含有高度方面的資訊，例如河流的高度和地形等高線的高度。因此這裡除了有 X、Y 的資訊外，也包含了 Z 軸的資訊，因此我再將 Z 的資訊加入剛剛所 generate 出來的那一些 2D 圖形中，變得到了像這樣一系列的 3D 形體” (A_09t, 編號 10)

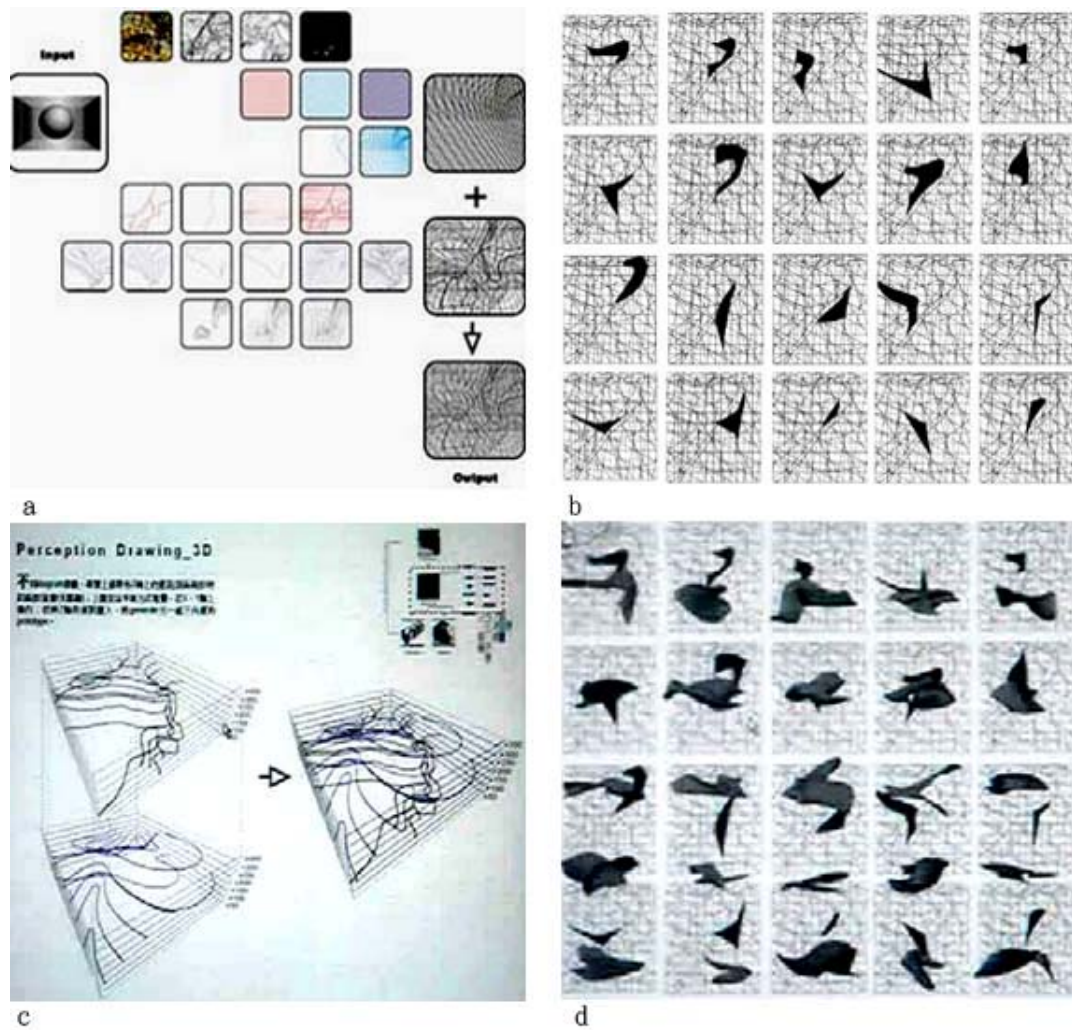


圖 3.6 結果 (受測者 A)

3.2.1.5 問題 (Problem)

當受測者 A 把所產生出來的結果在課堂中展示出來，也就是那一連串的 2D 曲線形狀和 3D 自由形體時，老師和眾同學都反應：

“看起來像行書啊…對啊，超像的，很可疑喔！怎麼可能這麼像…”

(A_09t, 編號 8)

受到輿論圍攻的受測者 A 很無辜的解釋：

“這些 3D 形體之所以會是 curved，是因為在 2D 的時候 generate 的形狀就是 curved，因此長成 3D 以後就便成了自由形體；但是由於最後的形體是掌控在先前 2D 形狀的生成，因此只要我回去修改 2D 的形，結果就會再 generate 出一系列不同的 3D form。因此我會再回到歷史地圖的搜尋那個步驟，再多蒐集一些資料以得到更多組的線條，再多測試看看。但是重點在於因為這個外掛軟體的 function 剛好符合我所要發展的關於人類視知覺方面的議題，所以整套模式這樣發展下來我覺得還蠻順的…”

(A_09t, 編號 12)

受測者 A 除了說明他設計的形體來源之外，也進一步提出他的問題：

“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…”

同組有人做書法的關係，所以我也會去比較，那麼就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？就是說不管你的出發點是多麼的 diversity，但是到最後都會萬本歸宗…”

(A_09t, 編號 17)

關於這個問題，老師在本堂課的討論中，也做了很深入的回應。

3.2.1.6 指導 (Instruction)

老師本週對於受測者 A 的評論主要可分為三個方面，第一是關於受測者 A 所強調的設計過程，雖然目前看起來整個分析系統不是很清楚，但是對於他不是直接拿 Greg Lynn 的 animated form 或 Peter Eisenman 的網格系統來套用，而是嘗試自創一套演變和網格系統的精神頗為讚賞：

“大部分的人如果喜歡這種設計方法的話，都會直接拿 Greg Lynn 的 animated form 或 Peter Eisenman 的網格系統來套用，然後應用在一個新的設計上，然而你這裡是在想一個新的流程，我覺得這樣很好。因此

不管你要發展的這一套最後可不可行，你的勇於嘗試都值得讚賞！”

(A_09t, 編號 16)

再來是關於受測者 A 所提出的多樣主題，老師認為主題實在太多了，應該好好整理並專注發展人類的眼睛如何辨識形這個認知心理學方面的問題，也可稱之為空間知覺，然後在媒材操作方面將電腦如何選擇形這些關於人工智慧的議題發展清楚，就會是一個很有說服力的設計案：

“但是這裡我覺得不清楚的就是你操作這一套要給我們了解的還是最早你的主題 dynamics and statics，也就是你在那個神祕公園拍攝的那段圍牆的影片、怎麼樣去看出那個動態嗎？我覺得沒有。也就是說你後半段的說明很清楚，因為你那些東西都是從瑪格麗特那張圖來的，但是那張圖怎麼連接到神祕公園動畫？因為你那個動畫是在講靜的東西透過速度、距離等而會有動的感覺，這張畫則是在講完全靜的東西裡面透過不同圖形所構造的另外一種視覺，這兩個主題是不一樣的…”

(A_09t, 編號 16)

第三部分的評論是回應受測者 A 所提出關於在數位建築的設計中，關於自由形體的問題，老師認為這是一個大家都關心的問題，因此很積極的回應說：

“回應你剛剛的那個問題，我認為是 yes and no! 你剛剛問的是一個很深刻的問題，我的答案是 yes and no! Yes，有可能你怎麼操作最後都會是 curve 的線條，but no，因為我認為那不是叫作像書法，只是這學期本組有人做書法，所以我們開玩笑說你的像書法。其實我認為這些就是叫作 freeform，因為書法線條很自由，所以書法有一種體質和 freeform 很像。而為什麼會是 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)

受測者 A 另外還問了一個很重要的問題－什麼是數位建築？

“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)

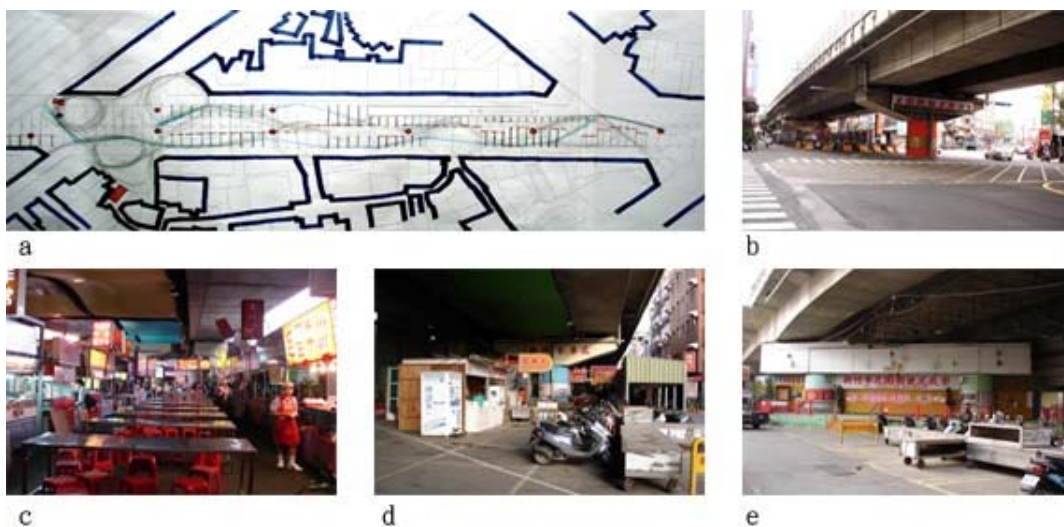
3.2.2 受測者 B

受測者 B 在第九週的課堂中尚未決定設計基地的正確位置，只確定基地的區位會選擇位於新竹市區內生活機能比較混雜的地方，以探討受測者 B 所提出的主題－混雜 (hybridization)。在他本節課的簡報以及與老師的討論中，內容也涵蓋了主題、工具、搜尋、結果、問題和指導這六個元素，以下便是受測者 B 在第九堂數位設計課中的簡報與討論內容。

3.2.2.1 主題 (Theme)

受測者 B 前幾堂課是用布料的質感為研究對象，並以成衣市集為未來空間設計發展的主軸，試圖以都市空間中夜市的多樣性來探討混雜這個主題；然而在這個架構之下他一直進行得不甚順利，即使他原本已經選定好以新竹市光復陸橋下為基地 (圖 3.7a~e)，希望能以此基地的特殊性為出發點，也就是白天是流動暢通的道路，到了夜晚卻是人潮聚集的成衣夜市，受測者一直渴望具衝突性的議題和基地。但他後來發現高架陸橋下夜市的衝擊性很難以形式 (form) 來呈現，於是轉而尋求像李小鏡作品般視覺衝擊極大的表現方式。因此這次他除了延續混雜這個主題之外，被混雜的物件改變了，自從他在另一堂理論課中聽到老師分析李小鏡的作品後，便喜歡上李把人的臉和各種動物的臉混種之號的面貌如圖 3.7f~j 所示，在視覺上頗具震撼性，例如人和馬、猴、狗等雜交！受測者 B 進一步說明他所謂的混雜與演化的概念：

“我想要探討的是關於在大量運用數位科技後，許多原本分類的標準、界線，已經逐漸的混雜與模糊，而出現了 seamless 無接縫式轉變的特質。電腦複雜龐大的運算，形成了另一種判斷的機制，使得形象的出現，不再是獨立的對象 A 或對象 B，可能出現既有 A 又有 B 形象的對象 C...”
(B_09t, 編號 11)



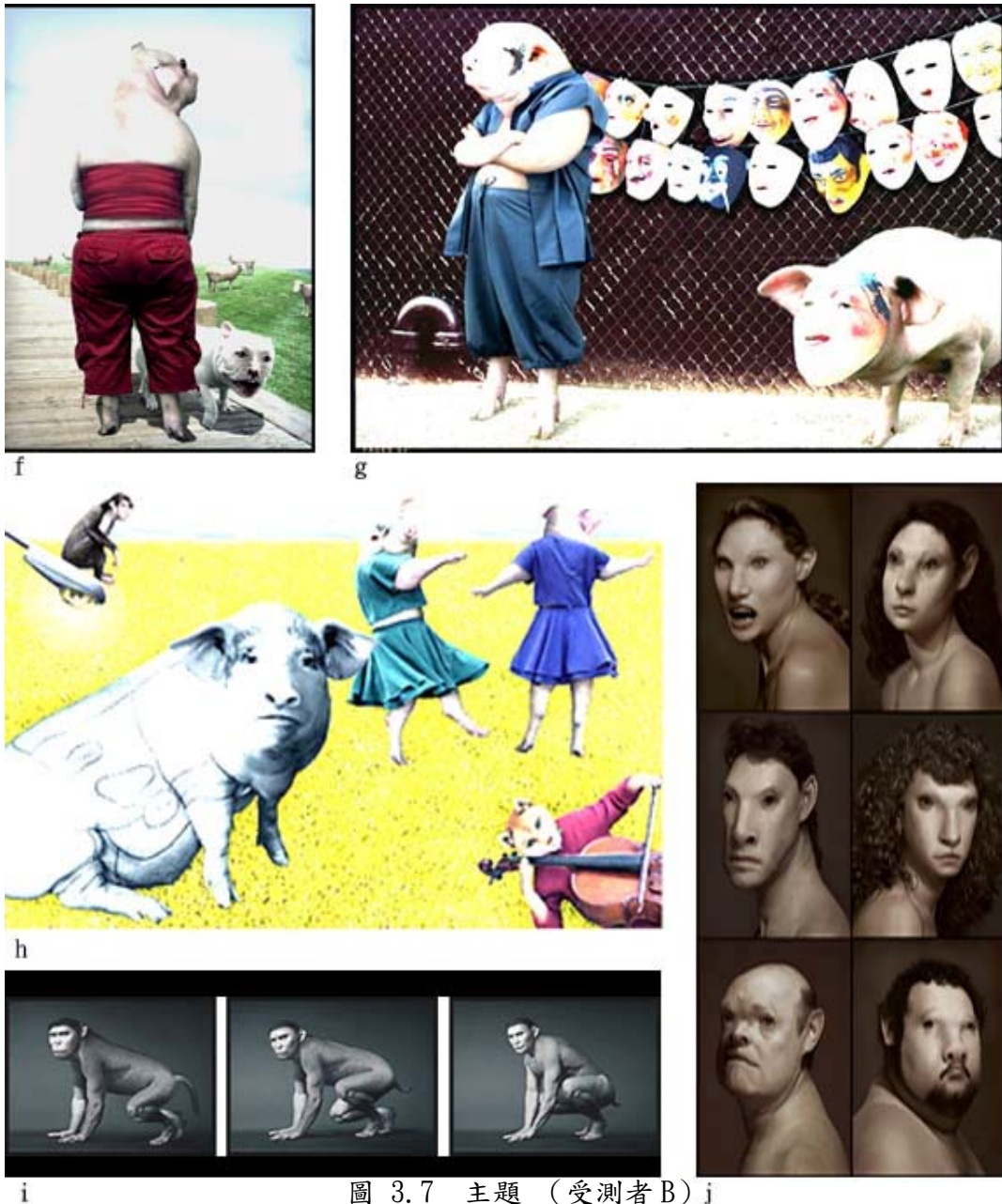


圖 3.7 主題 (受測者 B) j

3.2.2.2 工具 (Tool)

本星期受測者 B 在數位媒材的測試上主要有兩個重點，第一個是當他決定了要混雜當作主題時，也同時開始思考可以用什麼數位工具來表現和創造這種混雜性。李小鏡的作品是 2D 圖像，可以用影像處理軟體例如 PHOTOSHOP 來完成，然而受測者 B 需要的則是能協助他表現三度空間甚至時間的工具；但礙於他對數位工具不甚熟悉，因此他先提出了也許可以 3DS MAX 中的形變 (morph) 功能來表現，如圖 3.8a~d 所示。

第二個測試則是關於數位媒材與傳統媒材的差別，受測者 B 提出他非常有興趣想知道以他的設計而言，在這個階段使用數位媒材與使用傳統媒材來操作會有什麼不同，因此他做了一些實驗，如圖 3.8a~g 所示：

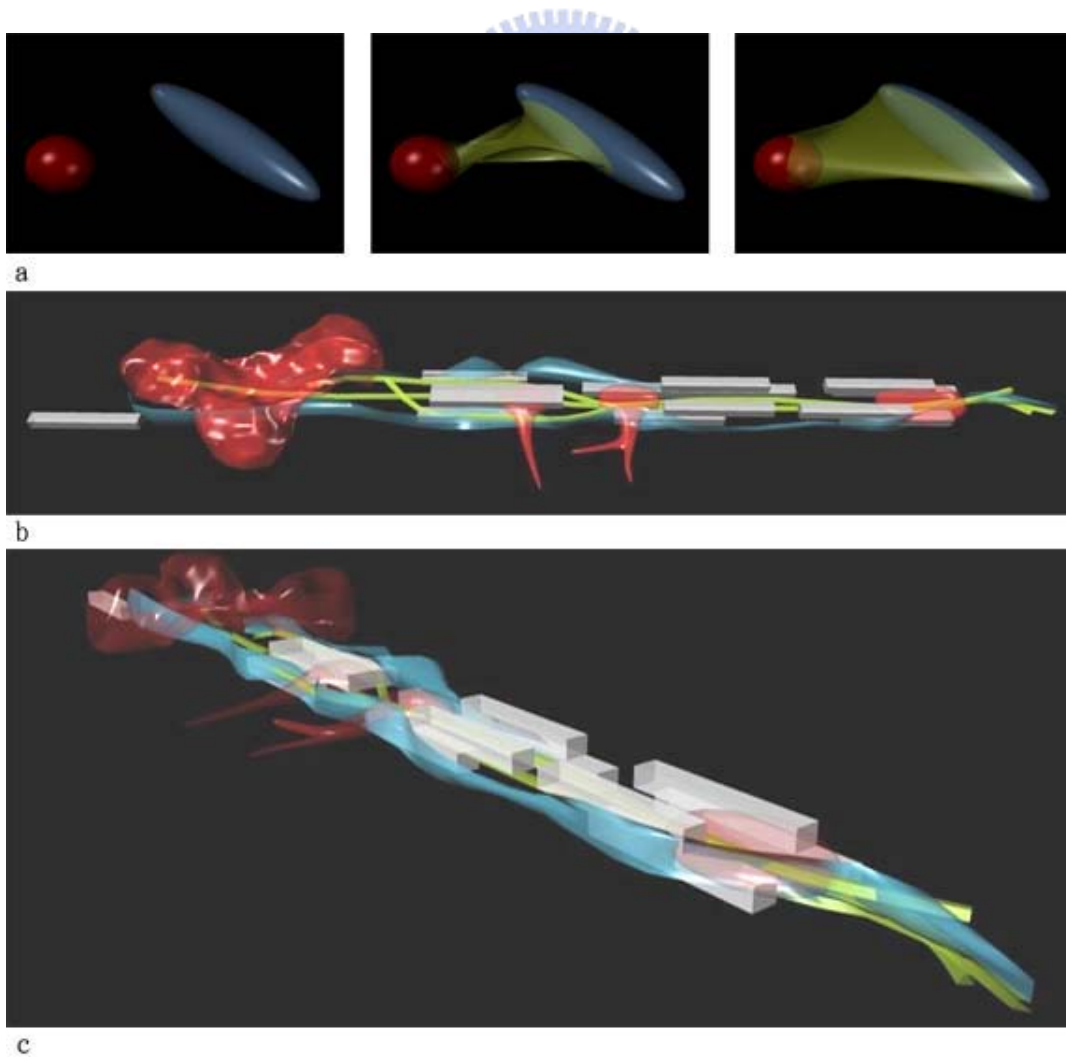
“我本週的媒材測試是關於數位媒材與傳統媒材的差別，依據我的 program 內容及基地條件，包含下列幾項重點空間元素：白天社區的開放休憩空間、晚上成衣市集的廣場(紅色量體)、街道與市集介面(藍色表皮)、攤位單元及服務空間(白色方體)、市集內人行動線(綠色線性量體)等，以二種不同的方式進行快速設計：第一種是傳統媒材的方式，第二是使用 digital media 中的 MAYA 軟體來操作。

(B_09t, 編號 7)

受測者 B 也訴說他的心得：

完成後，二種方式的差別似乎還是停留在形體變化程度上的差別，我還不能體會、察覺到因 digital media 所帶來關鍵性的改變，以及因此對 space of tomorrow 的呼應，我猜想是因為 digital media 的潛力未能被發揮出來的緣故。”

(B_09t, 編號 8)



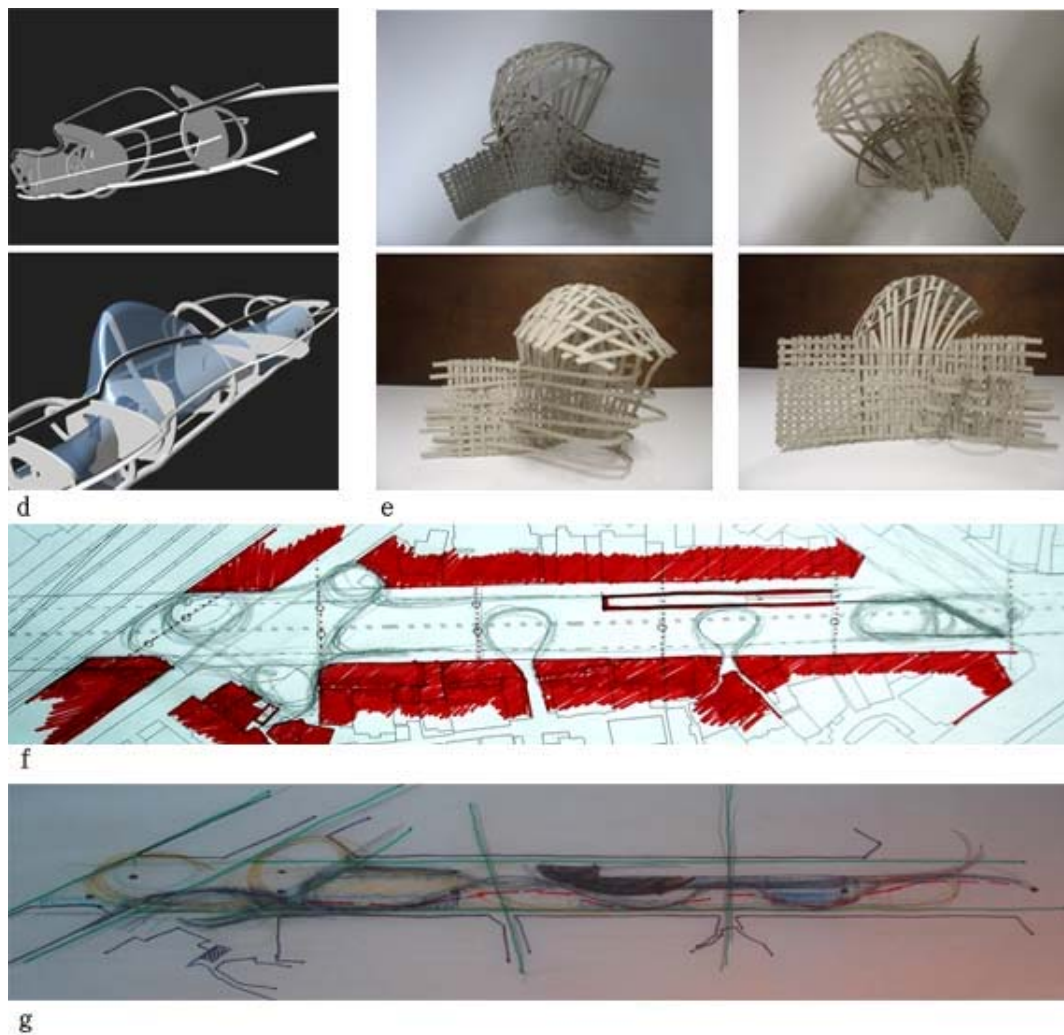


圖 3.8 工具 (受測者 B)

3.2.2.3 搜尋 (Search)

本週受測者 B 開始搜尋性質不同的物件作為混雜之用，也開始搜尋除了陸橋下以外其他基地位置的可能性；被混雜物件主要有四種組合：自然材料加人造形體、人造材料加自然形體 (圖 3.9a)、自然材料加自然形體以及人造材料加人造形體 (圖 3.9b)：

“以往對於空間中時間議題的處理，常止於實體或影像再現等靜態方式的呈現。如今在運用 CAD/ CAM 等電腦技術的條件下，從空間的形體出發，到人的行為模式，在相同地點、不同時間下，進行混雜與融合，以 hybridization, seamless 的特質，則可能表現出隱含於時間中：連續、動態轉變的空間形式與感受。因而我必須先找到表現這種特質的混雜物件...”
 (B_09t, 編號 4)

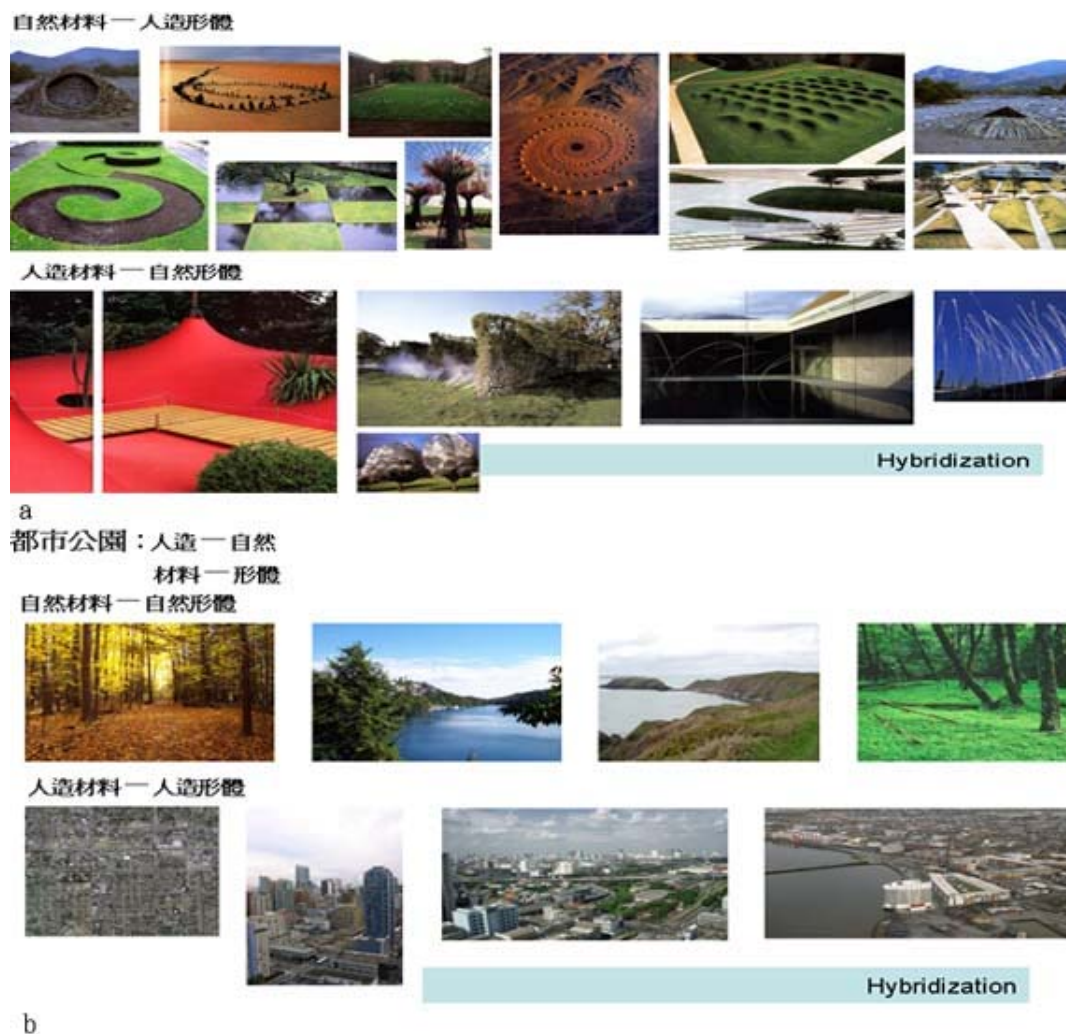


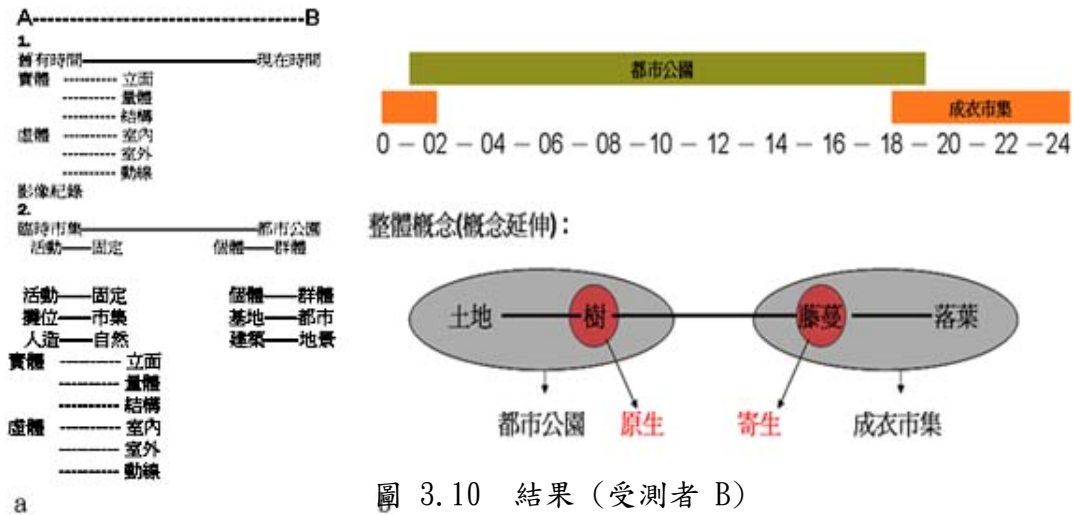
圖 3.9 搜尋 (受測者 B)

3.2.2.4 結果 (Result)

受測者 B 到了這個階段似乎欲到了瓶頸，雖然寄望在提出具衝擊性的主題之後能夠讓設計開始有突破性的發展，可惜的是過程仍是困難重重、進度緩慢。本週他所呈現出來的結果是往都市公園與成衣市集的混雜方向發展，不同的時間會發生不同的空間使用，也就是白天主要作為社區鄰里的開放休憩空間，晚上則主要作為成衣販賣市集 (圖 3.10a 和 b)：

“經過一連串的探索，最後我決定在意象及形式上把都市公園與成衣市集二者作混雜，既是都市公園也是成衣市集。而形體操作(作法)的概念是 seamless，概念參考來自李小鏡的 manimals …”

(B_09t, 編號 14)



3.2.2.5 問題 (Problem)

受測者 B 的問題其實也就是本數位設計課的重點—關於數位媒材的使用以及重要物件的混雜。因為過去未曾有使用數位工具做設計的經驗，受測者 B 一直對數位工具的使用感到不安，在本次課程中也不例外，他提出兩大問題：第一是對於用什麼軟體才能表現出混雜這個主題感到十分困惑，他認為設計進行得不順利是因為他對數位工具認識不足或使用不當：

“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)

第二則是不知道如何去處理他所搜尋到的一些不具形象的物件，形象具體的物件可以被拿來做形變，然而那些他覺得有趣的議題，真正想要拿來混雜的物件，卻通常不具形體：

“關於 morph。我在都市公園裡找到一些有極端的具體形象的東西是可以被拿來 morph 的，但是也有一些我認為很有趣的物件，但卻是沒有形象的，只有象徵意義上的，例如說白天與黑夜、動態與固定等，這些沒有形象的東西要如何被拿來 morph 呢？”

(B_09t, 編號 6)

3.2.2.16 指導 (Instruction)

老師主要給受測者 B 三方面的評論與建議。第一點是關於主題方面，認為受測者 B 的主題－混雜雖然具有足夠的聳動性，但是操作對象卻過於保守，讓原本應表現出來的張力消失了。老師舉例說：

“把停屍間和談戀愛這兩個元素加在一起混雜等於停屍間的戀情，到底談戀愛的是人和人、人和鬼還是鬼和鬼的這種懸疑緊張氣氛，就會讓整件事充滿了張力…”

反觀你所提的都市開放空間和自然景觀元素混雜，感覺上這兩者並不衝突，反而有合諧共存的意象，所以無法表現出雜種的特質，看起來也不會有震撼的視覺效果”

(B_09t, 編號 17)

第二點老師回應受測者 B 對於數位媒材的問題：

“提醒你可以先就目前的 program 用 CAD/ CAM 去將你所謂的混雜概念做出來，因為大部分的人都會談所謂形而上的混雜概念，但在這個 studio 中我們的數位工具已經進步到有機會讓我們把這樣的概念進一步的實踐出來，也就是本 studio 一直強調的 implementation，希望你不要只留在談概念，而是具體的呈現出空間形式…”

(B_09t, 編號 19)

第三點則是建議受測者 B 去做 case study：

“以 70 年代在台灣大小城鎮所設立的地區性圖書館為例，就是一個充滿混雜性的空間，除了圖書室和視聽室之外，通常還會有傳統市場、零售市集、里民開會討論的場所以及年節慶祝活動的聚集地等。這些空間的使用功能及屬性看來頗具衝突性，但卻因為某些社會脈絡和文化性的因素而共同存在著。去 study the history of building type 對於你的 project 應該很有幫助，說不定還可以發展出 digital typology。”

(B_09t, 編號 21)

3.2.3 受測者 C

受測者 C 從一開始便決定了設計基地在大陸深圳市深圳河岸旁，空間機能為酒吧；在他本節課的簡報以及與老師的討論中，內容也涵蓋了主題、工具、搜尋、結果、問題和指導這六個元素，以下便是受測者 C 在第九堂數位設計課中的簡報與討論內容。

3.2.3.1 主題 (Theme)

受測者 C 的主題很一致也很專注，從一開始就是書法，以一首宋朝詩人蘇軾 (1082) 的寒食帖為主軸 (圖 3.11a)，詩的內容為抒發詩人被放逐黃州、抑鬱不得志的心情，以此來隱喻在大陸深圳這個經濟特區中 (圖 3.11b~d)，經商失敗台商的心情，並在此處這群失意人設計一處潦倒的生意人酒吧。受測者 C 在本堂課中將這個主題和基地的氛圍進一步連結：

“深圳河的左岸是深圳市，右岸是香港，基地就在落馬洲至黃崗的新跨界橋下。深圳河堤沿岸已經開始了一連串的重新規劃與發展，因為河本身也已經被污染得頗嚴重，因此限在正在積極整治中，計畫重現深圳河的乾淨風貌。現在橋兩邊的通行已經是全日 24 小時開放，香港與深圳彼此間的往返交流非常的熱絡……” (C_09t, 編號 2)

除了強調情境的營造之外，受測者 C 的主題其實是關於如何模仿書法以創造建築空間，在本週他也為此做了一連串的測試。



a



b



c



d

圖 3.11 主題 (受測者 C)

3.2.3.2 工具 (Tool)

CAD/ CAM 工具對於受測者 C 來說從一開始就非常重要，因為書法的筆畫形式十分自由，若要將這樣自由的線條展現在建築設計上，沒有 CAD/ CAM 的協助是難以達成的。書法是用毛筆在 2D 的紙上自由的書寫文字，而建築則是用構造和材料在 3D 的空間中刻畫形體，在這一週當中，受測者 C 對於工具的測試有兩大重點，第一是在電腦中模擬書法的筆劃 (圖 3.11a 和 b)；第二是用雷射切割機將從電腦中輸出的形體切割出來 (圖 3.11c 和 d)。受測者 C 說：

“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)

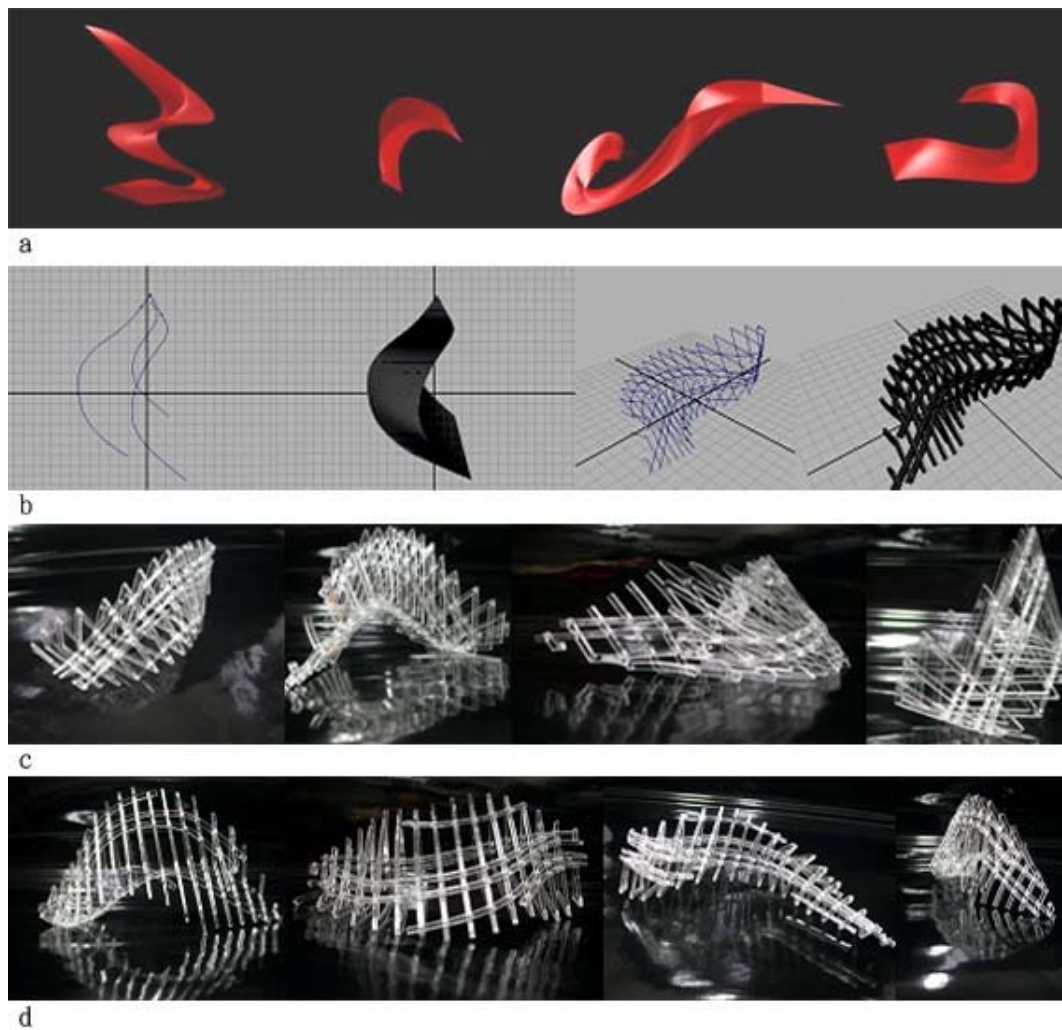


圖 3.12 工具 (受測者 C)

3.2.3.3 搜尋 (Search)

本週受測者 C 的探索過程可分為三個階段：首先是先分析筆畫的結構 (圖 3.13a)，他說：

“書寫書法的時候，會有起筆、行筆、收筆等動作，這是一個帶峰橫跨回峰收筆的書寫方式。” (C_09t, 編號 3)

再來是在電腦中模仿筆畫的 2D 樣式 (圖 3.13b 和 c)，然後再加入高度將之轉換成 3D 立體形體 (圖 3.13d 和 e)：

“這個是我在 MAYA 中試著模仿這個筆劃的樣子，我把筆劃拆解成三條線，線與線基本距離是 5 公分；因為筆劃有輕、重，所以會有深、淺不同顏色的產生，然後筆在旋轉或動作的時候會造成空間錯位的產生，所

以會有虛的地方與氣脈位置，氣脈的意思就是筆和筆相連的轉換處。”

(C_09t, 編號 3)

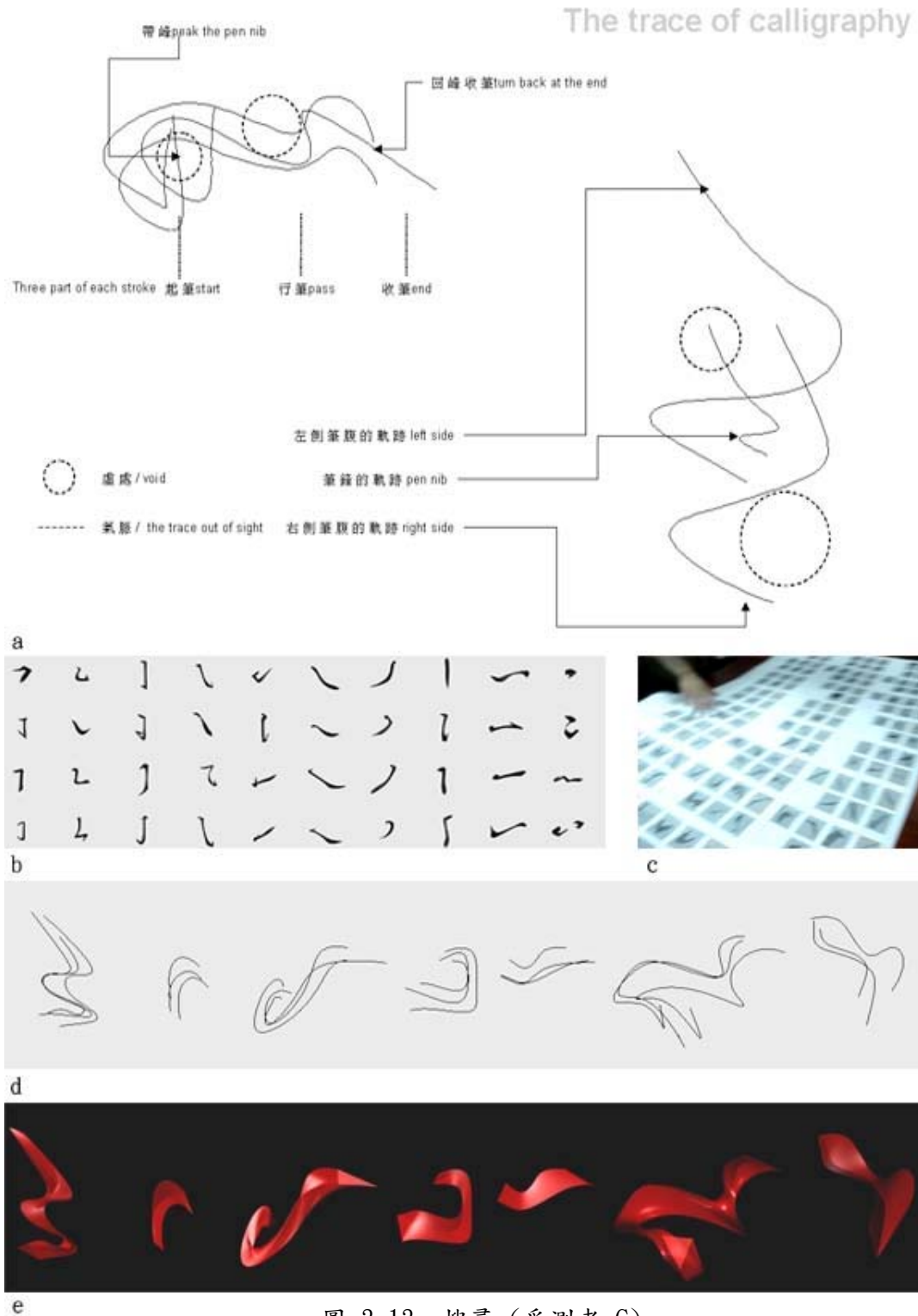


圖 3.13 搜尋 (受測者 C)

3.2.3.4 結果 (Result)

受測者 C 將寒食帖中的文字拆解，得到了數十種不同的筆畫，這些筆畫便成了基本元件，可能成爲進一步被轉化成建築空間的設計元素。但本週受測者 C 先嘗試將深圳的”圳”這個字拿來測試，將字體數位化後，經過一些抽象化的過程，呈現了如圖 3.14a~h 的樣貌：

“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 裡面多試了幾個基本的筆劃…” (C_09t, 編號 4)

與地面之間的剖面關係，受測者 C 也做了些說明：

“我現在想到有可能的做法就是回到字的結構本身，把字切成三個等分，一層在地面上、兩層在地面下，然後從字的點、線，虛體等去發展，和 program 產生關係。那因為是兩層在地面下，所以到時候 program 也會跟著這樣發展…” (C_09t, 編號 11)

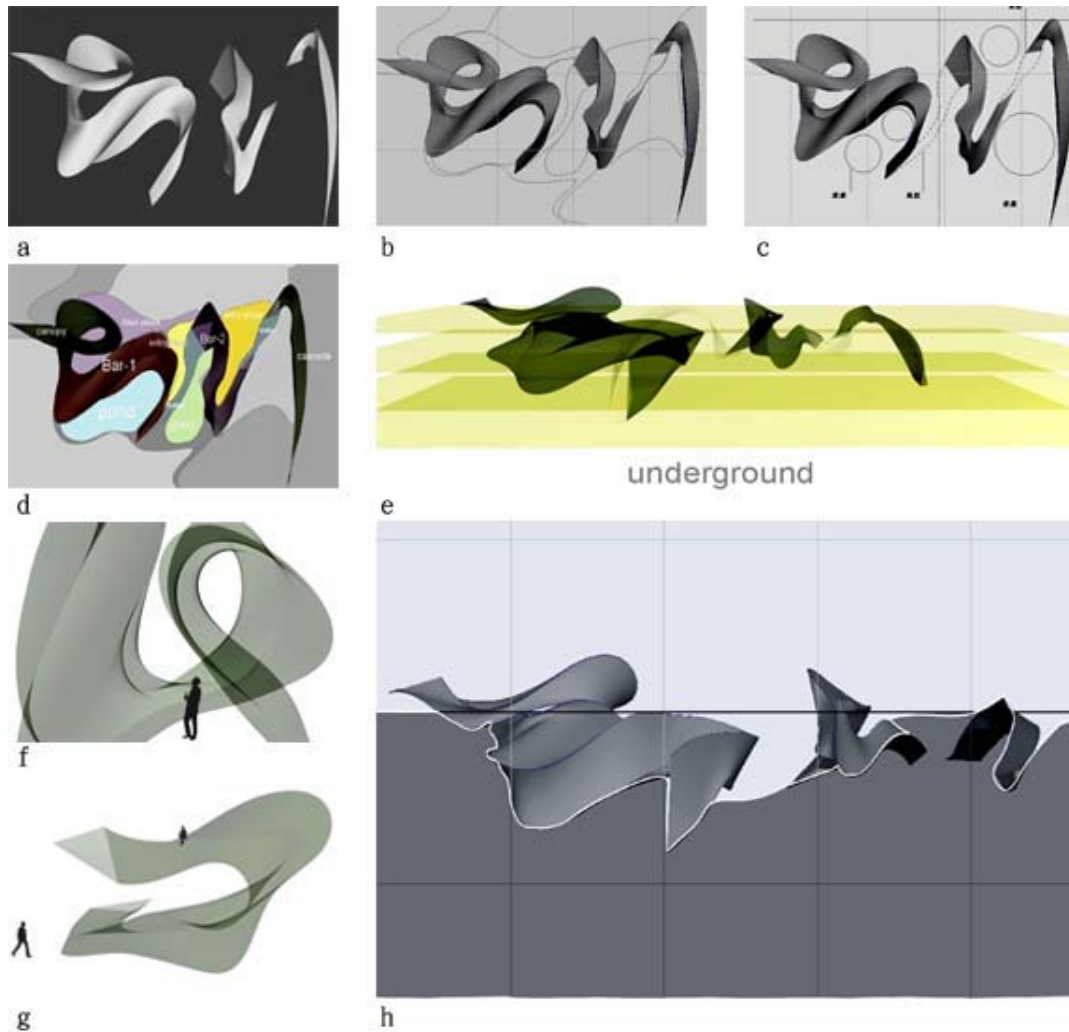


圖 3.14 結果 (受測者 C)

3.2.3.5 問題 (Problem)

受測者 C 在以書法為主軸分析發展設計的早期並沒有遇到太大的問題，一直到要將概念轉化成建築空間中，他才感覺到先前對於書法字體的分析對於發展他的深圳酒吧似乎沒什麼實質上的幫助，受測者 C 最大的困難是不知該如何有意義的將書法字體轉換成建築空間：

“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)

受測者 C 述說他的心境：

“這樣我就覺得很 low。因為我想要做的是跟書法的神韻有關的東西，所以我遇到了問題，就是我寫完了這些筆法，卻不知道如何去歸納？也不敢去歸納…” (C_09t, 編號 10)

除了設計上概念轉化的問題之外，在數位設計課中的工作量會比在一般的設計課多，因為學生需要付出額外的時間學會使用大量的數位軟硬體。受測者 C 認為數位媒材的學習對他來說是很大的負擔，過去雖然使用過 3DS MAX，但是並不熟練，而 MAX 的使用介面又和 MAYA 不同，因此他必須重新學習；除此之外，還有許多其他的軟體必須被搭配著使用，例如在 AutoCAD 中製作展開圖以及在 CorelDraw 中準備雷射切割所需的檔案；在硬體方面，要學會適當使用雷射切割機和 RP (rapid prototyping) 也需要費上一番功夫。

3.2.3.6 指導 (Instruction)

針對受測者 C 的第一個關於書法氣韻的問題，老師做了非常多樣的建議，讓受測者 C 自己去選擇：

“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；但是這時舞蹈的氣韻就是舞蹈的氣韻，已經不是書法的氣韻了。” (C_09t, 編號 22)

從你所分析出的這四十個 element 來看，每一個都頗有氣韻，有一種理論是說，如果最基本的 element 都很有氣韻，那麼組合出來的 combination 也必定很有氣韻，就是很基本的 typology 和 morphology，就是先分析到很元素，然後如果元素都有那些特質，整個東西漲起來也都會有那些特質啊。” (C_09t, 編號 25)

關於受測者 C 把圳這個字直接拿來翻轉變成建築，老師評論說：

“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… (C_09t, 編號 22)

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。

字典和百科全書的不同之處在於字典提供了每一個字的基本定義，然後讓使用者在了解之後自己去創作，例如造詞、造句、寫文章等；而百科全書則是已經整理好了一段完整的知識之後傳達給我們。而你的這四十個 elements 所扮演的角色應該是字典，是用來幫助你去創作的基礎。” (C_09t, 編號 25)

從以上的分析中可以看出，受測者 A、B 和 C 在本數位設計課的第九堂課程中，其簡報與討論的資料可被分類至六個大項目中，在本研究中稱之為設計課的六個構成元素，包括了「主題」、「工具」、「搜尋」、「結果」、「問題」與「指導」。以下便針對這六個元素作進一步的說明：

主題：在建築的設計課當中，老師通常都會出一個設計題目或議題讓學生操作，在本研究的數位設計課當中老師只對於主題定了一個大方向，便是明日建築，並且鼓勵學生將焦點集中在探討或發展某一個特定的議題，而不是對於所有的問題面面俱到。因為三位受測者都是 M. Arch II 的學生，亦即都在大學時期修了四到五年的建築課，所以被允許依照個別興趣較自由的提出與未來空間有關的主題。在本次的參與式觀察中發現，每次課程一開始，受測者首先便會以說明其主題來開場並進行一連串的探討。

工具：或可稱之為媒材，在本門數位設計課中所指的工具則特別是以數位媒材為主。在建築的設計課當中，媒材一直是非常重要的項目，所有的表達形式都與媒材也就是工具有關，Liu (1996)便曾在建築的涵意一書中針對媒材對於建築設計的影響從古埃及希臘時代至文藝復興以後到數位工具出現以來，做了十分精闢的論述。尤其本課程是標榜著「數位」設計課，直接宣示著數位工具就是本課程探討的重點之

一，因此在參與式觀察的過程中也可發現媒材幾乎是每位受測者在說明完主題之後緊接著探討的重點。

搜尋：很多建築設計學者都曾說過：「設計在本質上是一種永無止境的搜尋與探索過程。」Brady (1996)更強調：「關於設計，即便你渴望存在著某種基準的參考模式，然而在本質上卻都會是一種永遠的探索與追尋。」在本設計課的參與式觀察過程中也出現了類似的現象，受測者會描述爲了追尋解決設計問題而經歷的過程，而最後總會提出下一步計劃如何進一步探索，或這一步遇到了瓶頸而試著回溯至先前某個階段再搜尋一次；無論是繼續向前進或回溯過往重新搜尋，都是一段又接著一段的搜尋。

結果：因爲設計是一種永無止境的搜尋過程，因此所謂的設計結果指的是在截止日之時所展現的成果。而在每一次的設計課中，受測者所呈現的是階段性的結果，結果是否能回應受測者所提出的主題以及搜尋的內容將會導致是否有問題產生，並影響下一步的搜尋方向與範圍。

問題：Bauhaus 的創辦人 Gropius 認爲建築教育是一門範圍觸及極廣的領域 (Winkler 1995)，因此必需要不時的去重新定義其在文化以及時代中所扮演的角色，而提出問題便是學習設計的一個重要關鍵。本研究在這裡所說的問題是指受測者在學習過程中提出他們想要探討的問題以及遭遇到的困境，一方面尋求和老師討論出解決問題的可能性，一方面定義下一階段搜尋的方向。

指導：設計課的模式和其他課程最大的差別在於設計課是以小班教學、老師給予學生一對一的指導。建築師 Vitruvius 在建築十書中的第一書便開宗明義的說：「建築師的訓練應包含了多種不同的學識和學徒式的學習。」卡耐基美崙大學建築系的教授 Loftness 也認爲：「建築的學習就是一種以一對一密集式教學的工作室爲基礎的教育 (<http://www.arc.cmu.edu/>)。」在英國巴特雷學院的設計課架構中，一星期有一次老師對學生一對一的看圖 (tutorial) 以及組內的貼圖評論 (pin-up)，一個階段之後便會邀請別組老師或校外人士加入舉辦較爲正式的評圖 (critics)，試圖給予學生最個人、最直接的建議。本研究中的設計課也有著類似的架構，每一次的上課老師都會針對每個學生的設計案提出建議和指導，而這些建議和指導通常也會反應在受測者下一步的設計探索中，這種互動的模式也算是設計課有別於其他課程的一大特色。

3.3 數位設計流程的特質分析

從上一節針對三位受測者在第九堂設計課中的簡報與討論資料分析中，得到了主題、工具、搜尋、結果、問題與指導等這六個規律出現的模式，在本研究中稱之為設計課的六個構成元素 (elements of design studio)。然而因為本研究的重點在於數位設計課 (digital design studio)，因此在獲得設計課的基本構成元素之後，還必須進一步探索數位設計流程的特質 (factors of digital design process)，才能夠在下一章中有效而完整的分析數位設計課。

在數位建築的浮現一書中，Liu 等人 (2001)將何謂數位建築初步歸納為：「凡是將各類電腦數位媒材，關鍵性的引用在建築設計完整的過程中-自設計理念、早期設計、設計發展、細部設計、施工計劃、營造過程等任何一個階段或幾個階段甚至全部的過程—並因而在機能、形式、量體、空間、或建築理念上有關鍵性的成果的建築，均可廣義的視為數位建築。」檢視分析自上個世紀末以來活躍於世界建築舞台的著名數位建築師，例如 Frank Gehry 在數位建築的新媒材應用與營建技術方面一直不斷的有所突破，而 Peter Eisenman 則是在數位建築理論上有長期的研究與貢獻，Greg Lynn 秉持著人工智慧的概念發展讓電腦自己做設計的方法等；藉由分析這些數位設計案例所擁有的主要特質，並以這些特質為因子，進一步檢視在本研究中數位設計課的每個元件或部分元件是否也擁有與其相同的特質。

自從 1992 年完成了在巴賽隆納奧運村著名的自由形體巴賽隆納魚之後，Frank Gehry 更積極的展開了對數位建築全面性的探索與實驗，包括了 1994 年的瑞士維特拉家具總部、1995 年的布拉格荷蘭國際辦公大樓、1997 年的畢爾包古根漢美術館、1999 年的西雅圖體驗音樂博物館、2003 年的洛杉磯迪士尼音樂廳、2004 年的芝加哥千禧公園路天音樂廳、2006 年的 Elciego 酒莊飯店等 (圖 3.15a~g)。

在這裡以被視為數位建築重要里程碑的畢爾包古根漢美術館為例深入分析其特質，Gehry 一開始並不熟悉電腦甚至反對使用電腦在其設計過程中，但是這個案子並沒有傳統建築上所謂的對稱、鏡射、模矩與簡單的幾何等，「複雜的」(complex)造型概念如何在大尺度上成為真實？這是個尚待解決的難題。為了讓複雜的概念合理化而且可被建造，Gehry 把電腦當作是創造真實空間的工具，將畢爾包古根漢美術館這個具有巨大尺度以及複雜三維向度的非線性建築像變魔法般的建造出來。在操作過程中，Gehry 體認到在平面和剖面中發展有太多限制，設計者腦中的概念可以天馬行空，但如何能操作如雕塑般的修改過程？Gehry 說：「我切入建築的方式與人不同，我找出藝術家們的工作，試著讓自己和所有成員免於文化的負擔，進而去尋找一個新的方法來完成這項工作。」

他認為建築形式表現的新趨勢，是嘗試以電腦進行不同主題的創作，其特徵為造型極度的「自由化及曲線化」(curved)，在畢爾包美術館的設計中，甚至連建築內部中庭，也以曲型橋、網狀的窗戶和雕刻形式的屋頂回應曲線造型的金屬外牆和玻璃帷幕 (圖 3.17a)。另外，外在的形讓畢爾包美術館看起來總是在動的樣子 (圖 3.15c)，「動態的」(dynamic)造型成為它重要的特色之一，然而卻也意外的影響了內部空間的使用，因為這種特質的空間並不適合展覽古典藝術作品，因此 Gehry 設計了兩種風格迥異的室內展覽空間 (圖 3.16a 和 b)，以因應展示古典與現代藝術作品不同的空間需求。

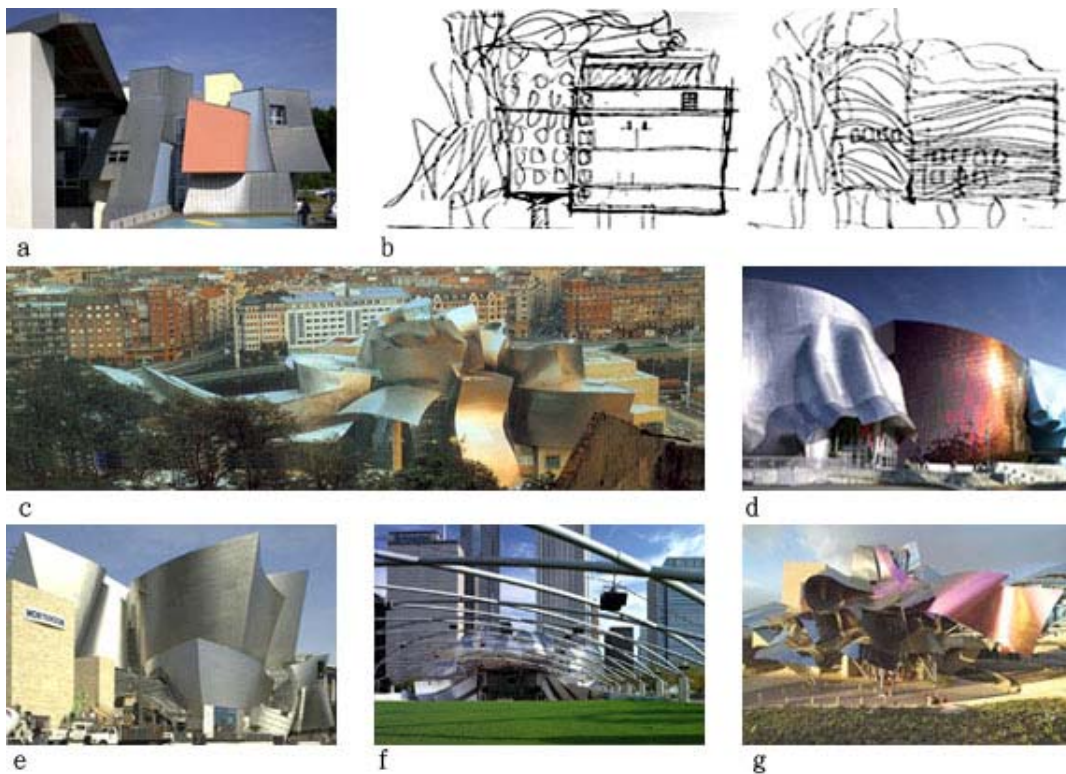


圖 3.15 Frank Gehry 的數位建築作品

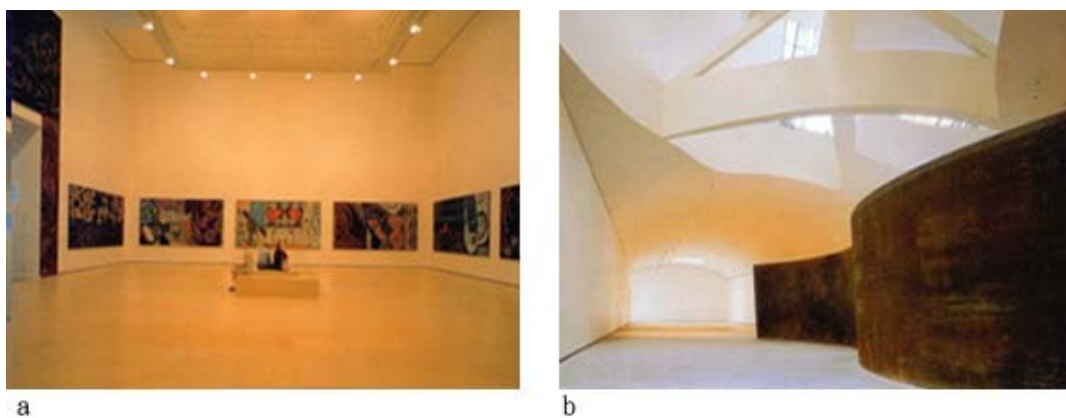


圖 3.16 兩種風格迥異的展覽空間

除了運用電腦在創造與修改造型上的強大功能之外，Gehry 團隊也應用在航太工業中常用的技術，將電腦模型連接到 CATIA 的雷射測量裝置，精準的放置每個構件，就和電腦中所定義的位置一模一樣，電腦中的模型最後成為實際的曲面金屬牆、玻璃牆、石牆或石膏版，新的技術使得包被在建築外皮的金屬表面更平坦、柔順，「高科技的」(high-tech)電腦工具讓如此大量而複雜的曲線被建造後仍和當初手工製的模型幾乎吻合；而整個過程也因為有了電腦程式的輔助，能夠在高科技結構工程上將機器的控制數據化，新的標準流程不但能被應用到其他工程上，在預算上也可經省許多。在設計過程方面，Gehry 也有一套「系統的」(systematic)流程，首先，他很快的將腦中的概念勾勒成草圖 (圖 3.17b~e)；接著，Gehry 的工作團隊根據不同階段的草圖構想，製作出一系列手工製的草模型；然後再選定其中最佳方案，利用 3D 數位器將實體模型輸入電腦，運用電腦的運算的優勢來分析和發展複雜的結構曲線 (圖 3.18a~d)；之後再將電腦模型輸出為實體模型作深入的討論，如此反覆修改，最後再由電腦轉換成各種需要的圖集 (圖 3.18e~h)，供施工部門建造使用，最終的數位資料送至工廠直接輸出；而這一連串反覆使用實體工具與數位媒材「混雜的」(hybrid)設計過程也成了 Gehry 團隊操作數位建築的一項特色。

然而，由於數位建築的「構造」(tectonics)非傳統的營建方式所能支援，因此 Gehry 在建造階段便因承包商認為他的曲線造型無法被構築或不夠經濟而遭到很大的挫敗。因此他開始向 Frank Lloyd Wright 的理論學習：「一個建築師同時也必須是一個良好的建造者。」他重組工作團隊，邀請專業電腦人才 Jim Glymph 加入、由資深的結構專家 Hal Iyengar 負責結構的發展、由建築師 Randy Jefferson 負責設計、Vano Haritunians 負責整個企劃案的執行以及許多其他來自國外的新夥伴，跨領域的整合讓這個巨大又複雜的美術館被建造出來，遠超過以前在建築美學與技術上的極限。Gehry 尤其每每在「構造的」(tectonic)創新與實踐，更鞏固了數位建築在真實世界中的影響力與重要性 (Glymph 2003, Glymph and Day 2004)。

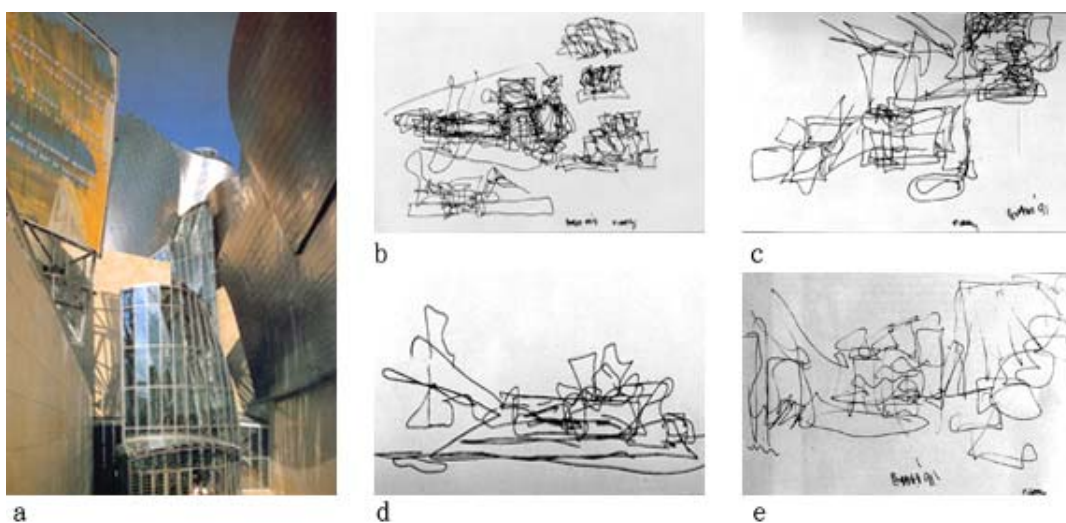


圖 3.17 多種表皮材質與草圖

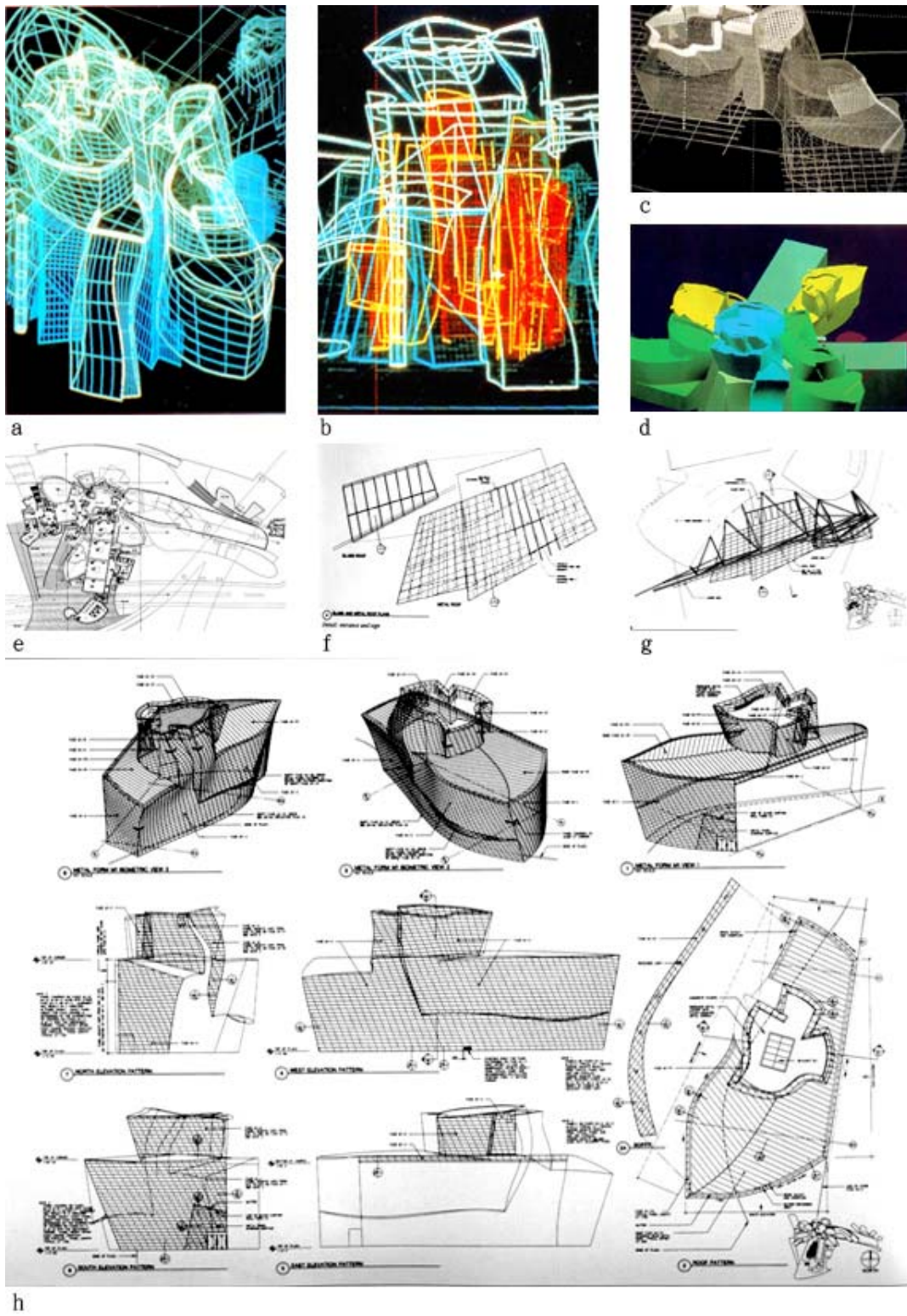


圖 3.18 電腦模型與施工圖

根據 Stephen Dobney 的分類 (Eisenman and Dobney 1996)，Peter Eisenman 的建築設計創作依年代可分為四個時期：1967-1987 年的 griddings 時期，1985-1989 年的 scalings 時期，1988-1990 年的 tracings 時期以及 1990-1993 年的 foldings 時期。在第一和第二個時期中，電腦並未對 Eisenman 的作品產生直接的影響，而是引用了語言學的理论，試圖從有限的造型規則中，透過「演化的」(evolving)方式得到最終的設計結果，因而創造出許多具有語法規則的實驗性住宅；然而他一向堅持設計過程明確化這樣的想法，十分符合數位化的概念以及電腦工作的模式，也因此埋下了日後電腦在其建築設計作品中扮演重要角色的因子 (圖 3.19)。依據 Eisenman 的自述，到了 tracings 時期，因為開始有了三向度的量體變化，設計變得很「複雜」(complex)，若非藉助電腦，是非常難以掌握與呈現的。以艾爾諾設計藝術中心為例，Eisenman 利用對數函數及演算法來控制圖形的變形、複製與疊合，必須藉由電腦精準且強大的運算功能才能順利完成。

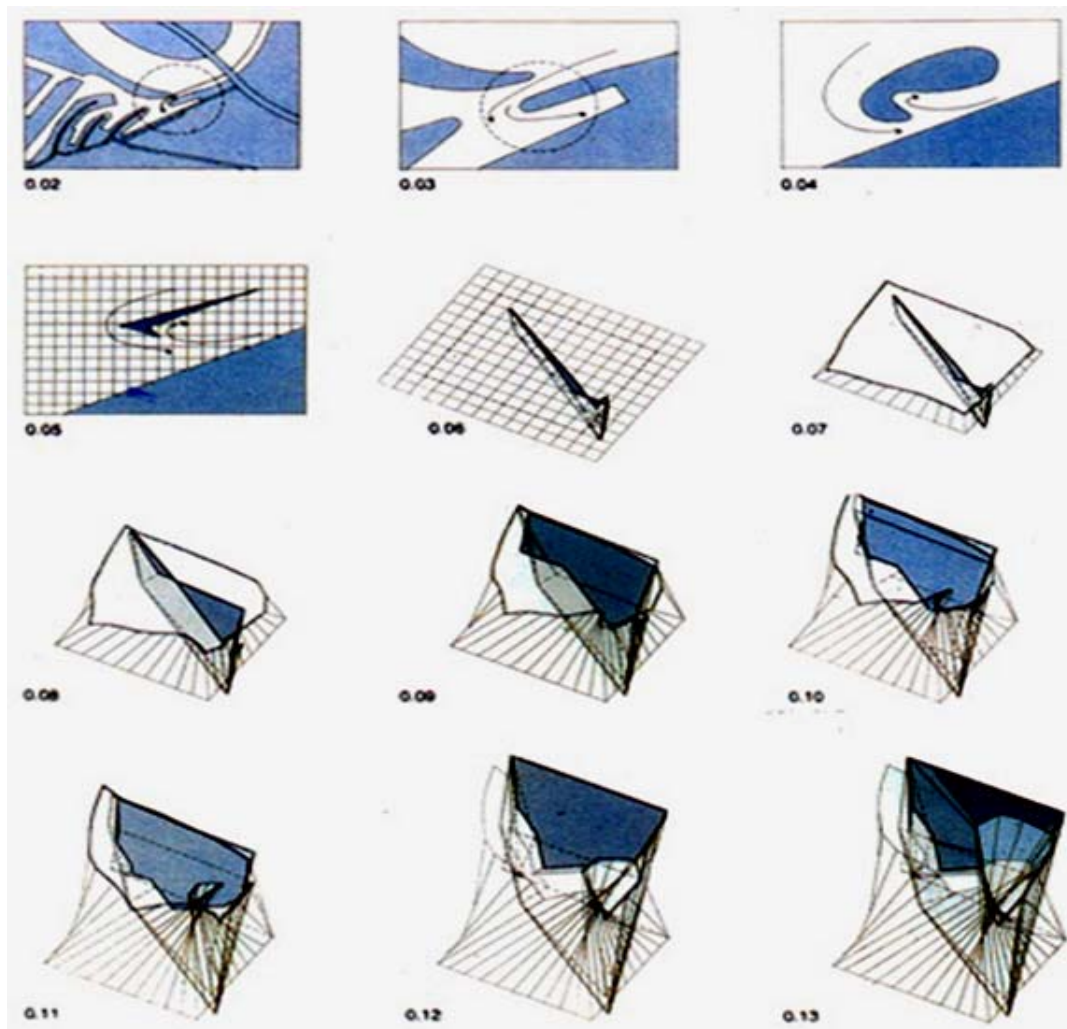


圖 3.19 Eisenman 推演出造型的過程

到了 foldings 時期，因為建築物的造型更加複雜與奇特，電腦更扮演了全面性的重要角色，Eisenman 將許多不同領域的知識例如地質學、拓樸學、物理學、數學、聲學等，轉變為它在設計上的基礎，在跨學科的知識「混雜性」(hybrid)頗高。例如在雷哈特複合大樓案中引用了拓樸學上著名的 moebius 環來作為整個設計的基礎，其空間量體的形成必須繞著 moebius 環作數學上的積分，由面得到體，這樣的設計方法是必須全程仰賴電腦「系統化的」(systematic)演算過程 (圖 3.20a~e)；另外，在近期作品西班牙聖地牙哥文化中心中也有不同系統化設計過程的呈現，Eisenman 引用了三個當地的系統來作為設計的基礎，包括了聖地牙哥在中古時期套疊在山腳邊等高線的街道系統、再套疊現代的卡迪爾格線、最後再用電腦軟體扭曲這些地形與幾何線，便得到了建築物的造型基礎 (圖 3.20f)。

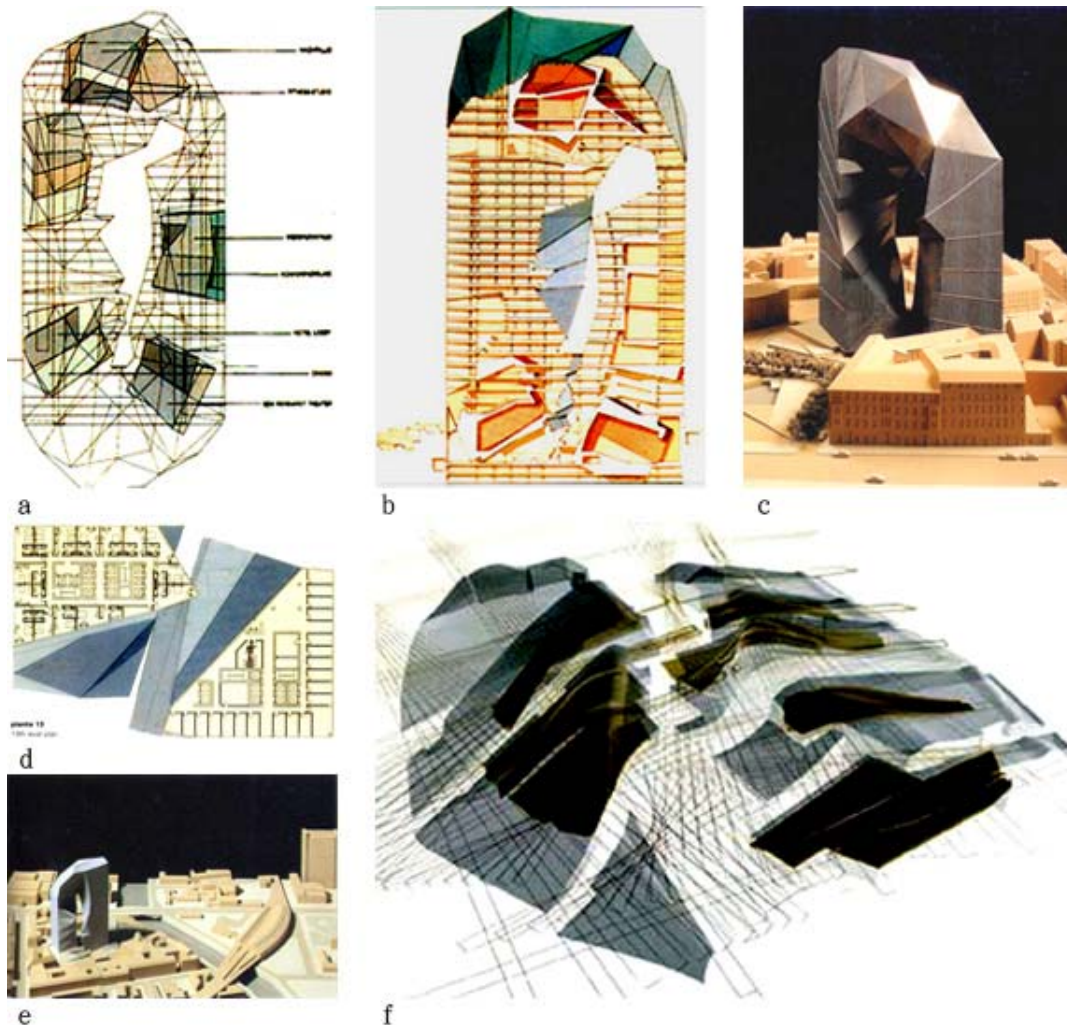


圖 3.20 雷哈特複合大樓與聖地牙哥文化中心

Greg Lynn 在自己的著作 *Animate Form* (1999) 中提出讓電腦自己做設計這樣人工智慧的想法，強調在設計的早期階段讓電腦自發性的「演化」(evolving) 出空間。以紐約曼哈頓的韓國長老教會教堂增建案為例，在概念發展的階段 Lynn 便把電腦帶入設計中 (圖 3.21a~e)，運用 blob-modeling 的技術，將舊建築物中的主要機能與結構分割，抽象的轉化成一個巨液態形象的初始原型後，再加入特定的動力媒介「參數」(parameters)，以形成一個單一的有機形體，接著並在 Silicon Graphics 平台上進一步製作出能被精確掌握的建築量體。在設計發展的階段，Lynn 採用一個動態模擬的方式去分析新的量體如何穿越舊建築，並且不斷的加入新的管狀動線組織，並使動線不斷的生長並且彼此交錯；另外，Lynn 又加入了另一個動力媒介參數，分析禮拜堂的座席配置，並自動生成最終禮拜堂的形體，過程中的「演化」(evolving) 階段也被詳細的記錄下來。

另外一個例子是 2001 年紐約愛賓藝術與科技博物館設計競圖，Lynn 除了操作由電腦人工智慧發展設計前期、再由人類建築師接手設計後期這樣的流程之外，也探討了博物館本身透過建築皮層與城市之間的對話與互動 (Liu 2005)。Lynn 運用「高科技」(high-tech)，將博物館本身打造成媒介物，表皮充滿了移動式的影像，活生生的展示新媒材以成為國際級的象徵與燈塔。此外，在建築物的基層很「複雜的」(complex) 摺疊出像口袋一般的空間，這個空間便是行人與博物館進行互動及文化交流的入口 (圖 3.21f 和 g)。

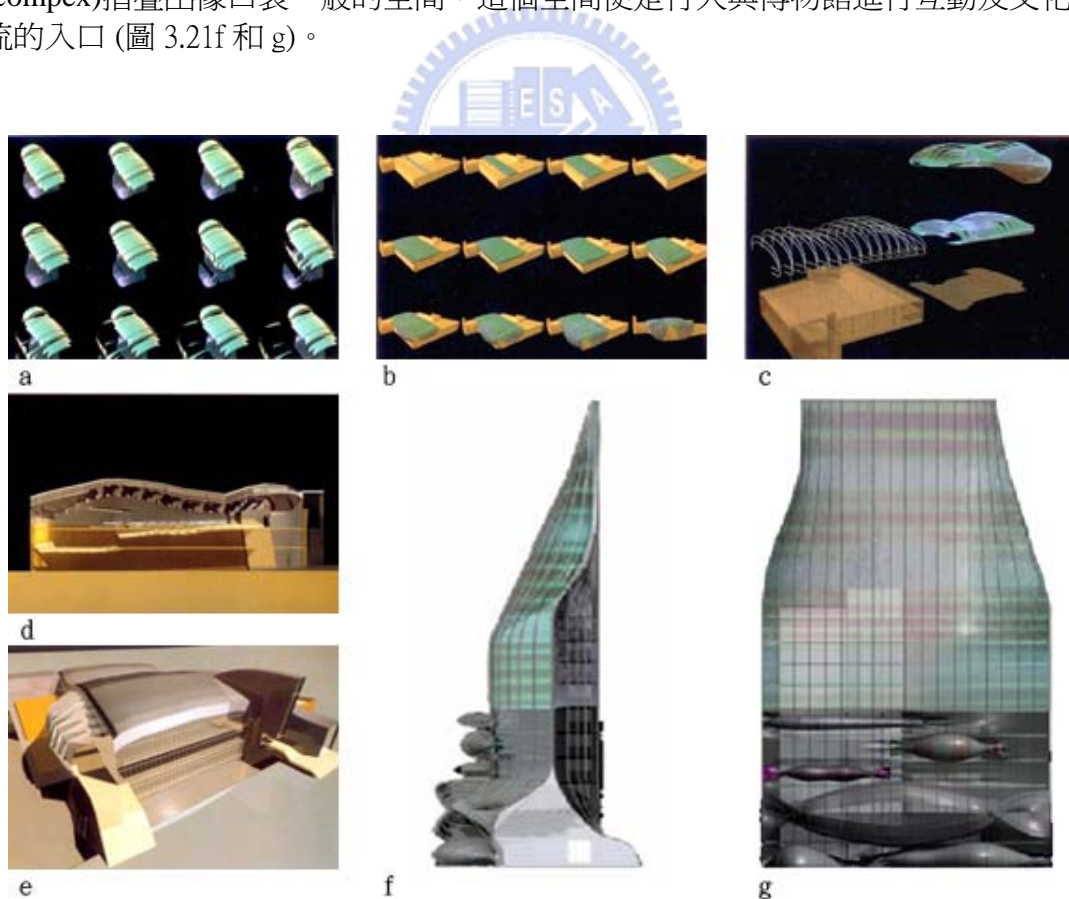


圖 3.21 韓國長老教會教堂與愛賓藝術科技博物館

綜合以上三位建築師的數位建築探索經驗，Frank Gehry 作品所呈現的特質有複雜的、曲線的、動態的、高科技的、混雜的、系統的和構造的等七項，Peter Eisenman 作品呈現的特質有複雜的、演化的、混雜的和系統的等四項，而 Greg Lynn 的作品則展現出複雜的、動態的、演化的、高科技的以及參數的等五項特質。因此這三位數位建築師所呈現之數位設計特質可以歸納為如圖 3.22 所示，去除彼此重複的特質之後一共有九項，而這九項數位設計的特質也就成為本研究的分析因子，用以進一步探討與分析數位設計課，這九項特質為複雜的、曲線的、動態的、演化的、高科技的、混雜的、參數的、系統的以及構造的。

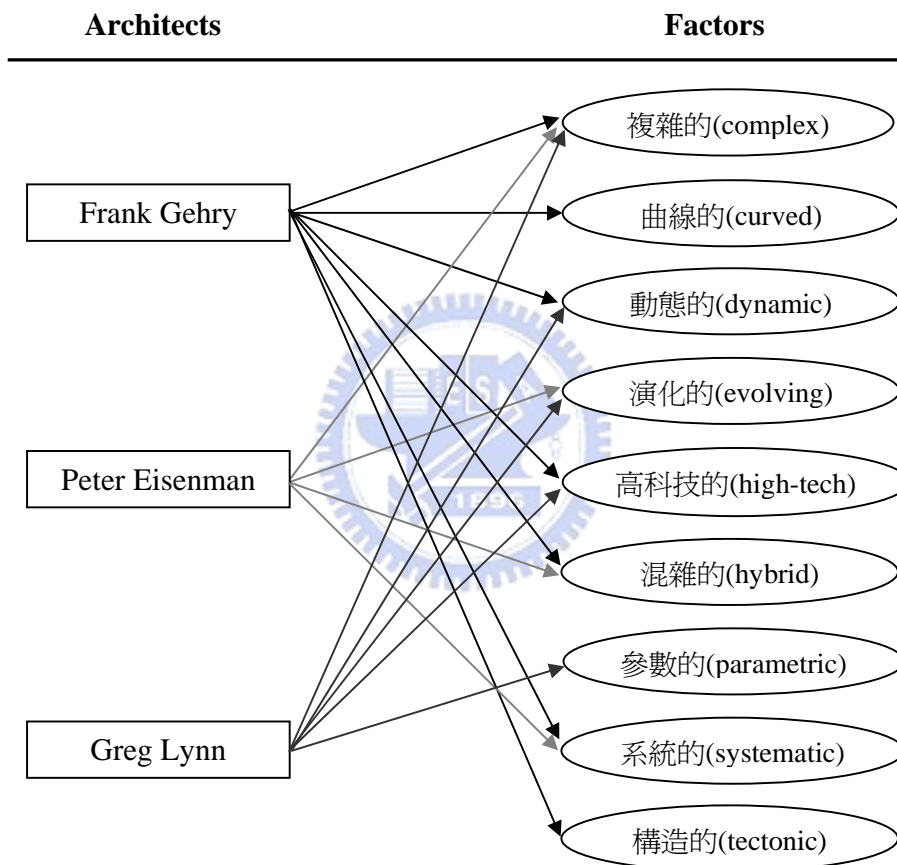


圖 3.22 數位設計流程的特質

上一個小節將在設計課的參與式觀察過程中所蒐集到的資料分別歸類至構成設計課的六個主要構成元素：主題、工具、搜尋、結果、問題和指導；接下來再以建築實務界當中擁有長久經驗之數位建築師 Frank Gehry、Peter Eisenman 和 Greg Lynn 的作品為例，從當中分別擷取數位設計流程所具有的特質，結果得到了九項特質，這

九個特質進一步成爲分析每個設計課構成元素的因子，從分析過程中也可以發現有些元素擁有較多的數位設計流程的特質，有些則較少，關於這部分的討論將在下一章中進一步探討，在此先將這兩層分析架構的關聯再次說明。

首先第一層架構是從三位受測者在「設計課」當中的資料得到的六個設計課的構成元素：

1. 主題 (Theme)
2. 工具 (Tool)
3. 搜尋 (Search)
4. 結果 (Result)
5. 問題 (Problem)
6. 指導 (Instruction)

再來第二層架構是關於每一個設計課的構成元素與九個「數位設計流程」特質的關係：

1. 複雜的 (complex)
2. 曲線的 (curved)
3. 動態的 (dynamic)
4. 演化的 (evolving)
5. 高科技的 (high-tech)
6. 混雜的 (hybrid)
7. 參數的 (parametric)
8. 系統的 (systematic)
9. 構造的 (tectonic)



第一層的分析架構是由設計課的六個構成元素也就是主題、工具、搜尋、結果、問題和指導所組成，強調這六個元素會規律的出現在每一堂設計課中，但是在分配比重上會隨著每堂課的目的、時間和重點等而有所不同。第二層的分析架構也就是由複雜的、曲線的、動態的、演化的、高科技的、混雜的、參數的、系統的以及構造的特質所構成，和第一層分析架構的最大不同在於並不是每一個設計課的構成元素都完整的具有這九個數位設計流程的特質，下一章將針對三位受測者的六個設計課元素對應於九個數位設計流程特質時的關係，進行深入的分析與討論。