

第二章 文獻回顧

創造力是一個涵蓋多種範圍的領域，包含了個人和社會的層面，就個人來說，它是一種解決每日問題與生活的要領，就社會層面，它引導了新科學的發現，新藝術的推動，新的發明與創造，甚至於新社會學科的衍生 (Sternberg and Lubart, 1995)，創造力更因為新的產品與新的服務，創造新的工作機會而影響社會經濟鉅深，進一步來說，個人、組織、社會都必須要改變既存的資源創造新的競爭力，這就是創造力的重要根本。

本研究根據的背景文獻資料包括創造力研究以及電腦輔助建築設計兩大部分，創造力研究包括了一般創造力、設計上的創造力以及電腦運算上的創造力三小部分，而電腦輔助設計則內含了建築在電腦上的發展歷史、設計過程以及數位化所引發的新形式與新空間。



2.1 創造力研究

普遍的創造力研究由來已久，並一直有許多不同學科深入探討 (Gardner, 1988; Fodor, 1990; Feist and Runco, 1993)，如認知科學、教育學、社會科學、文化研究以及電腦科學 (Boden, 1991; Gero and Maher, 1993; Kim, 1990; Sternberg, 1998; Weisberg, 1986)，目前我們對創造力的理解仍然處於具有限制且破碎的知識狀態，一般的解釋，創造力新奇、不可預測且具有相當價值 (Gero, 1996; Boden, 1998)，認知學科將其歸類在尋找問題與解決問題的過程 (Newell, Shaw and Simon, 1962; Getzel and Csikszentmihalyi, 1976)，亦有相關研究指出創造力來自於專家知識與敏銳的洞察力 (Akin, 1990; Roy, 1993; Owen, 1992)，早期創造力的研究傾向著重於找出能夠提高或增加創造力的因子，該類研究多偏重較為個人特質的新刺激物 (Torrance, 1974; Freud, 1970; Gough, 1979; Miller, Couger and Higgin, 1995)，也有一部分研究將焦點放在創造過程中結果的評估，也就是新的解答方式 (MacKinnon, 1962)，另外，有部分學者則認為創造過程中環境因素佔了很重要的原因 (Amabile and

Grysiewicz, 1989 ; Amabile, Conti, Coon, Lazanby and Herrm, 1996) , 基於上述 , 我希望能夠從普遍的創造力談起 , 再逐步深入到創造力在設計及電腦輔助設計中的影響。

2.1.1 一般創造力

創造力的概念橫跨了心理學與社會學的觀點 , 從社會學的角度看來 , 創造力明顯地將創造物與創造者劃分 , 甚而僅僅是一種具體化的工藝品或行為 ; 然而從人類認知的角度 , 創造者的認知行為卻在整體創造物產生的過程中 , 扮演了相當重要的角色。簡單來說 , 創造力是一種生產成品的能力 , 而這些成品必須要新奇有用且適當 (Lubart, 1994; Ochse, 1990; Sternberg, 1988; Sternberg & Lubart, 1991,1995,1996) , 在一般心理學學術分類下 , 創造力幾乎都被放在藝術心理學或者散落在一般認知及社會心理學的領域中 , 並沒有專門學科從事研究探討 , 直到 1995 年才於藝術心理學方面受到重視。早期創造力一直屬於神秘主義的發聲者 , Plato 認為創造力是一種謬斯女神的指引 , 是一種精神上的過程。Rothenberg 和 Hausman (1976) 同意柏拉圖的說法 , 認為創造力是一種自發性的驅使 , Ghiselin (1985) 則認為創造力來自於人內省的能力。

實用主義者認為創造力就是將事情以最快速 經濟 有效的方式解決 (De Bono, 1971, 1985, 1992) , 著重的是方法而不是理論 , 這類研究偏向於以經濟學的角度看待事情 , 屬於社會經濟層面的創造力 , Osborn (1953) 即嘗試以他廣告經理人的經驗 , 發展出一套鼓勵人們運用最有效解決問題的技巧 , 以為創造力。

從認知角度研究創造力 , 主要是從心智的呈現以及創造力浮現的過程著手 , Weisbery (1986, 1993) 提出所謂的創造力就是以平常的認知行為過程生產出特殊的結果。Finke, Ward and Smith (1992) , 根據兩個創造性思考的階段 1.生成階段。2.探索階段。提出 Geneplore (generative+exploratory) model , 架構出人類創造性程序的認知模型。同時 , 一些關於從社會到個人特質的創造力研究也開始 , 這一類研究將焦點放在個人特質的多變性 (personality variables)、刺激物的多變性 (motivational variables) 以及社會文化環境 (sociaculture environment)。Amabile (1983) , Barron (1968, 1969) , Eysenck (1993) , Gough (1979) and MacKinnon (1965) 皆指出創造性人物具備有某種個人特質 , Barron and Harrington (1981) 更進一步定義出所謂創造性的個人特質 , 包括 : 自我意識 (independence of judgment)、自信 (self-confidence)、同時處理多樣複雜事物 (attraction to complexity)、美學素養 (aesthetic orientation) 以及危機處理

(risk taking)。Rogers (1954) 描述到自我實現 (self-actualization) 的天份就好像某種刺激的力量，而這種力量必須來自於一個開放且支持創新的環境。當然，亦有部分研究認為所謂創造力的刺激物來自於內部本質 (Amabile, 1983; Crutchfield, 1962 ; Golann, 1962)，外在的要求也可能是激發創造力的來源 Barron (1963)，McClelland, Atkinson, Clark & Lowell (1953) 卻認為成就感是推動創造力最大的因素。

可以看到，關於創造力的研究從早期的未知，經過時間的累積逐漸勾勒出一個大致的輪廓，也開始將焦點從個人擴大至環境與社會，Gardner (1993) 曾經將人類創造力的認知行為以 7 種天賦來探討：語言、邏輯與數理、特殊思想、音樂、肢體律動、社群互動以及個人潛能天賦，每一種天賦可能並存或獨立存在，也並無絕對的相互關係，社會心理學的研究即表示，創造力來自於一個相互影響且動態的三角型結構 (Gardner, 1993 ; Csikszentmihalyi, 1988) - 該領域的個人特殊能力 (the individual)、某特殊領域或專有知識 (the particular domain or discipline of knowledge) 以及週遭專業人士的評價 (the field)。有一些研究企圖合併個人與社會者兩個觀點，Boden (1998) 將創造力分為 P-創造力 (P-creativity) 以及 H-創造力 (H-creativity)，其中 P-創造力指的是心理性的創造力，與創造性的個體有關；H-創造力則意指歷史脈絡的創造力，與過去的歷史有關，而 Gardner (1993) 則延續了 Csikszentmihalyi (1988) 的想法，將創造力區分為小寫 c 創造力-個人創造力與大寫 C 創造力-社會創造力。

2.1.2 設計上的創造力

創造力說法眾說紛紜，部份說法認為創造力屬於個人化特質 (Simonton, 2000)，另一部分則傾向行為化的解釋，如創作過程中深思熟慮或技巧純熟 (Sen, 1999)，目前較肯定且清楚的是創造力不僅為創造品，而必須要透過社會價值的認同及對整體創造過程的詮釋來解釋 (Boden, 1991 ; Kim, 1990 ; Sternberg, 1988a)，Akin (1996) 回顧各種相關研究摘錄下列幾點創造力的觀點：

- 創造力是由某些特殊創況所引起的。
- 創造力可藉由創造物或創造過程顯現出來。
- 創造力跨越了行為及產物，從科學到藝術落實到日常生活中。
- 創造力是新奇 (novel) 且獨特 (unusual) 的。
- 藉由創造物及其過程可以分辨出創造力的分級程度，例如社會價值及的持續性。

Liu (2000)認為設計者不只搜尋單一創造性的解答方式，並針對 Simon (1981)、

Gero (1995) 認為創造力與創造的設計就好比是一種電腦探索形式的概念, 包含了定義空間以及探索, 這些圖像提供了一種描述研究過程的機會, 並浮現出不同圖形不斷被改造的過程, 也就是創造的過程, 他認為創造力設計是在對於現有的事物, 產生新的架構、新的單元物件、或是新的組合方式 (Rosenman and Gero, 1993), 並從改變設計原型的角度, 提出了一些可以產生創造力作品的方法: 包含結合 (combination), 突變 (mutation), 類比 (analogy) 以及設計原理 (first principles)(圖 2-3), Cross (1997) 同意其說法並認為基於設計原型所浮現的其他子形, 也有可能是設計創造力的來源 (圖 2-4)。

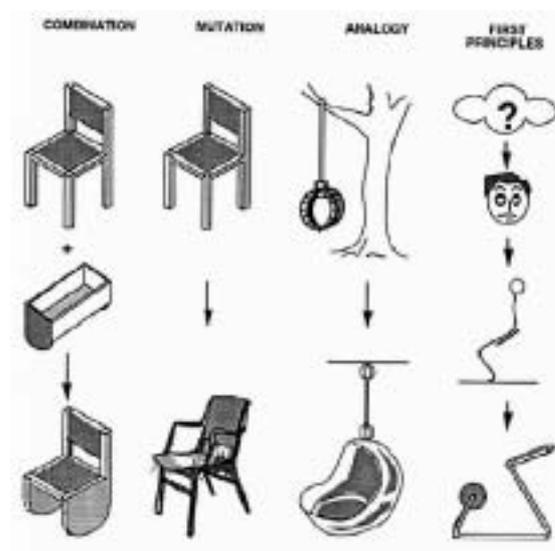


圖 2-3 四種產生創造力作品的做法 (取自 Rosenman and Gero, 1993)

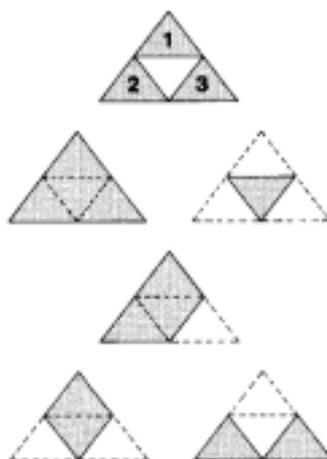


圖 2-4 不同子形的浮現 (Gero, 1994)

2.1.3 電腦運算上的創造力

Boden (1991,1994) 說明在電腦應用於創造力的主要目標，即在於以電腦模擬人類的創造行為，這方面研究主要從事者有 Langley, Simon, Bradshaw and Zytkow (1987)，他們發明了一套程式語言 BACON，利用一種啟發式的問題解決 (problem-solving) 為指導方針，如 ifthan....作為電腦思考的原則，是最早期的電腦運算系統，Johnson-Laird (1988) 進一步發展出 jazz improvisation program 讓電腦能夠具有啟發性、推理出適合的資訊與科學的概念。

然而，創造性的思考並非單一線性的，應該同時具備有多種向度與風格的思考軸向，在該架構中相互影響而提出一個最具有創造力的解決方案 (Owen, 1992)，近年來，電腦化的創造力支援系統 CCSS (computerized creativity support system)大量興起 (Torgerson, 1990 ; Finn,1993 ; Thierauf, 1993)，並開始有一些初步跡象顯示，將提高創造力的技術納入電腦系統極有可能發展一些創造力的問題解決結果 (MacCrimmon and Wangner, 1994 ; Massetti,1996 ; Marakas and Elam, 1997)。Fisher (2000) 從探討互動協調 (symmetry of ignorance)、社會性創造力 (social creativity)、多樣化的設計 (meta-design) 的架構出發，提供了一個概念性的輪廓來了解創造力，藉由多種系統支援比擬為多個設計者的合作與協調，激發出合作式的設計創造行為，這些系統處理溝通、分享，相互了結彼此的作品，並且相互學習，解決了以認知行為出發的電腦運算系統一直與人詬病缺乏創造性，甚至會降低人的創造力的問題，也就是所謂的社會性創造力電腦系統，這種 meta-design 設計環境允許使用者像設計師一樣，在設計發展過程中處理新的條件與限制，並能夠整合所有問題架構以及解決問題，是社會性創造力的重要來源。

另一方面，除了早期以結合傳統知識基礎系統 (knowledge-based system)、專家系統 (expert system) 的設計知識 (Edmonds, 1993) 以及推理方法 (Gero and Maher, 1993) 所提出的符號運算創造力電腦系統，及以神經平行處理的電腦系統為基礎 (Coyne, Newton, and Sudweeks, 1993; Takala, 1993) 形成圖形辨識的神經網路系統 (Liu, 1996a)，一些強調互動合作結合代理人機制的創造力系統 (Aldridge, 2002; Kannengiesser and Gero, 2002; Ligtenberg, Bregt, and van Lammeren, 2001; Brazier and Wijngaards, 2001) 也開始廣泛地被討論，Bentley and Corne (2002) 更依據生物自然演化的過程，蒐羅了一系列探討這方面 AI 機制的相關論述集結成冊。

2.2 建築在電腦上的發展

數位科技媒材對建築帶來的衝擊，已經對傳統建築價值、型態，甚至於操作方式產生巨深的影響，我們看到應用電腦為媒材的新一代創作者，如 Greg Lynn 的胚胎住宅、UN Studio/Ben van Berkel 梅氏住宅，以及 Neil Denari 提出的連續性建築等新建案(包括虛擬與實體)，皆證明設計者的確已經開始走出圖面設計，不僅以電腦輔助設計勾勒理想，更將遠景逐漸具體化，Peter Eisenman (2000) 即曾經公開表示手繪僅能表達以知的東西，然電腦卻能開啟一些你所不知道的可能性，Greg Lynn (1998) 亦認為電腦系統擁有三種異於生命材質如紙、筆的基本屬性：拓樸學、時間性以及參數條件，Kolarevic (2000) 並嘗試以一些以數位化生成為機制的概念設計過程為例，如拓樸學 (topological space)、動態建築 (motion space)、參數化設計 (parametric design) 以及基因演算法 (genetic algorithms)，分析出數位化的工具能夠帶給建築設計在形式上有什麼樣的新發現，甚而透過概念模型空間、虛擬環境工具 (sculptor) 以及智慧化代理人的互動方式來落實數位媒材在設計早期概念的輔助與應用。

2.2.1 歷史(1960-2003)

回顧過去電腦輔助建築設計之發展，有幾個關鍵的外在因素：個人電腦的發明、電腦圖學的發展、人工智慧與認知心理學的研究啟發，網際網路的發明與多媒體的技術等。在建築領域中，電腦輔助設計已經從狹義之輔助繪圖衍生為廣義之輔助設計之活動，包括了設計過程中的概念發展、可行性分析、替選方案之評估 (Mitchell,1977)，甚至是一種新的方式或環境以協助設計者思考及設計表現。James Snyder (1984) 曾定義建築中的研究就是系統化地探求解答以創造知識，而整個 CAAD 研究的前期亦朝向應用性與科學性方面著手，前者在於如何運用知識以解決問題 (Simon,1973)；後者研究在於找出科學方法，因此我們可以說 CAAD(computer-aid architecture design)即為一種結合了應用性及科學性的研究領域。

另一方面，純粹就媒材導向切入設計，從最早期 2D 圖學技術包括：SketchPad 等單線畫圖的 drawing system 到 AutoCAD、Photoshop 影像處理等目前廣為設計者使用的應用軟體，進步到所謂 FROMZ、MAX、MAYA 這些功能強大的 Render 建模技術，及目前仍屬新一代的設計應用如 Animation、VR、或者 Laser cutting，可以說凡

是將各類電腦數位媒材，關鍵性地引用在建築設計過程中 - 自設計概念、早期設計、設計發展、細部設計、施工計畫、營建過程等任何一個階段或幾個階段甚至是全部的過程，因而在機能、形式、量體、空間、或建築理念上有關鍵性成果的建築，均可視為透過數位媒材所構成的新建築。廣義的說，數位工具涵蓋以電腦為主輸入/輸出、建構運算、儲存、傳輸與溝通等軟硬體設備，其中軟體設備如 MAYA、RHINO-3D、3DS MAX 等，在實體模型化的過程，將建構物件 (object) 的概念由傳統媒材的「版」轉換為「體」，並進一步運用布林運算、非規則曲面處理(non-uniformed B-spine，簡稱 NURBS)，結合電腦輔助設計與製造 (CAD/CAM)，精確而快速達到設計雛型之建立，硬體方面包括平台式或手臂式 3D 測量儀、電腦數值控制 (CNC) 雷射切割儀、快速成型 (rapid prototyping，簡稱 RP)設備等，做為輸入或輸出設備，近幾年更因為網際網路的發展，開始建構出虛擬的建築環境 (Sasada, 2003)、或者藉由網路互動式合作設計 (Lai, 2003)，以及利用 VR 技術提升虛體模型於實體空間的價值 (Wu, 2003)。

2.2.2 數位媒材在設計過程的應用

媒材與思維方式的關係密切，也深深影響設計的條件與方法，從二維平、立、剖面圖集的思考模式，經歷了古羅馬、中世紀、早期基督教時代到哥德時代，一直到文藝復興時期徹底改變了原本的建築理論發展 (Liu, 2001)。15 世紀初文藝復興時期首次出現以透視法原理描述真實空間的構圖技巧，並開始有所謂模型出現，第一位全才藝術家布魯內勒斯基 (Filippo Brunelleschi) 利用兩個親手所製的木製模型，將佛羅倫斯大教堂圓頂每個構建與空間結構關係清楚地交代，建模媒材的應用才從平面到模型，進一步走向目前的電腦輔助設計應用。

電腦介入設計之後，對設計產生多方面的衝擊，Sasada (1999) 強調電腦是一種強而有力的媒材，在設計上可分為三個層次的應用。早期電腦僅為設計表現的工具，但由於其製作費時，且並無法達到協助設計決策的思考層面，因此僅稱之為工具的應用，而後電腦被視為設計發展的媒材，進入設計思考程序的層面，設計師利用電腦強大的運算能力，將電腦輔助於溝通、評估、呈現等設計決策，並進一步發展至介入概念階段，形成非電腦則無法產生之特殊設計構想，至此電腦已逐漸進入設計核心。相同的理念同樣驗證於 Liu (1996, 1997, 2001)，指出電腦在設計創造力所扮演的角色，已從包含影像處理、電腦繪圖、模擬模型、動畫及多媒體的呈現工具，轉變為設計思考的媒材 (media)，此時電腦主要涉獵於人類認知與思考行為發展，近年來更因為 Frank Gehry 及 Peter Eisenman 實際應用於建築設計的發展，逐步走向設

計概念的創造階段。可以確定的是，從 1960 年代電腦科技介入這個以建築師為首的設計合作模式，建築這種結合多人智慧的創造性活動開始有了不同於以往的互動模式，建築不再是需要面對面溝通的區域性活動，不但在形體上擺脫了重複性元素；形塑出多樣化、自由且複雜的曲線表面，並除了個人智能創造性的發展，透過更為清晰的溝通模式開拓出具創造力的設計作品 (Mitchell, 2003)。

2.2.3 數位化的形式與空間

身處在徒手與電腦軟體交替的時代，CAAD 不只是設計的工具，而是一種思維方式，建立起一個人與電腦溝通的場所，甚至是分散式的網路設計文化。目前以電腦應用而言，最常被大量引用的莫過於 Frank Gehry 以及 Peter Eisenman，然而對他們來說電腦介入的已經屬於比較後期階段，或許可稱之為部分媒材的涉入，而將電腦軟體與硬體大量帶入設計則還是以新生代設計者居多，包括 UN Studio/Ben van Berkel、Asymptote/Rashid+Couture、NOX、Neil Denari，其中最著名的即為 Greg Lynn 應用 Meta-blob 軟體將就建築物中的幾個主要機能或者是結構上的重要分割（例如：柱距）抽象地轉化成一個具液態形象的初始原形後，在加入特定的動力參數媒介變數，形成一個單一的有機形體，並接著在 Silicon Graphics 平台上，進一步製作複雜的建築物量體，因此在這個設計階段中不但產生了一個概念的量體，並且是一個被精確掌握的量體。

對設計者來說，電腦的應用並不限定在於整體設計過程的前期、後期等任何方式以及任何時刻，以渡邊誠為例，他所設計的地鐵站，自稱為演繹的城市或者說演繹的設計，設計者先決定一種價值判斷為該程式基準，撰寫程式讓電腦學習，並根據其理性的關係、串聯演繹出各種設計可能性，這種類似人工智慧的機器學習觀念，在創造過程中，人與機器屬於一種雙向合作的互動方式，為真正利用電腦作為思考的核心，傾向於 CAAD 的操作模式。當然，也有以電腦作為媒材切入的方式，這一類設計主控者在於設計者，也是目前最為普遍設計模式，Frank Gehry、Peter Eisenman、eECOi、UN STUDIO 即屬於這一類，Osman (2001) 曾藉由比較 Wright 於 1943 年所設計之紐約古根漢美術館，以及 Gehry 於 1991 所設計之畢爾包古根漢美術館，來討論電腦對建築在形體複雜度及設計成果上的影響，其結果不但肯定了電腦媒材在呈現能力上的優勢，也認為電腦的確解放了人類對形體的想像。

在數位化的今天，建築設計面臨的不只是我們設計什麼，而是我們如何面對設計的挑戰，Peter Zellner (1999) 在“hybird space”一書中就曾指出「建築今天已經重新透

過自我打造，變成一種拓樸幾何形體的研究、一種運算化重組的智慧機器物質產品，甚至是一種自動化生成、動態的空間造型。」可以見到的是，建築的確因為電腦媒材的介入產生了許多以往無法想像的變革，拓樸建築 (Topological architectures)、動態建築 (Animate architectures)、地質學建築 (Metamorphic architectures)、參數化建築 (Parametric architectures)、演化式建築 (Evolutionary architectures)等新形式、新空間的展現 (圖 2-5)，讓建築因為數位媒材的介入而在過程與結構上被徹底地顛覆 (Kolarevic, 2000)，重要的是數位建築提供了一種高度不確定的動態操作設計策略，這種策略將帶領建築跳脫既定因子的限制，將建築設計行為中的那種出乎意料的、不確定的、易變的方式完整地呈現，就好像藉由數位化生成技術的一種「尋找型式」(finding of form)的過程。

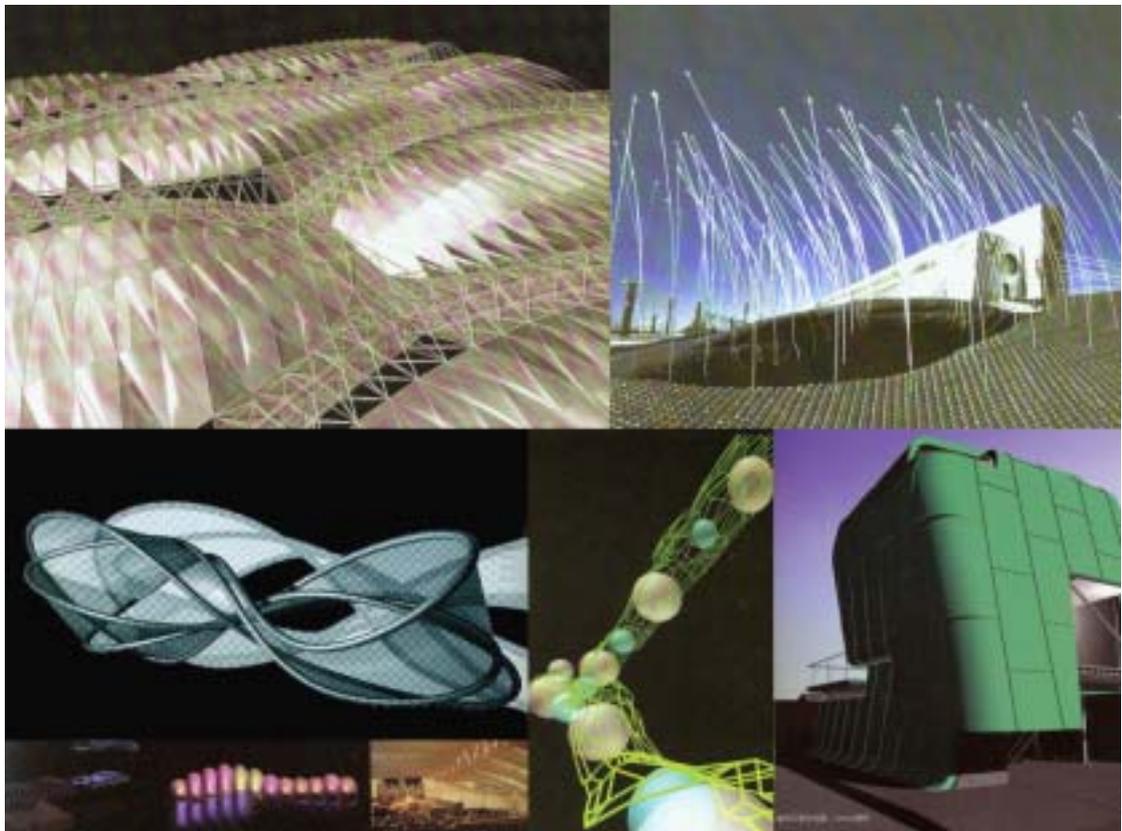


圖 2-5 新形式、新空間的展現 (取自 Developing Digital Architecture, 2002)