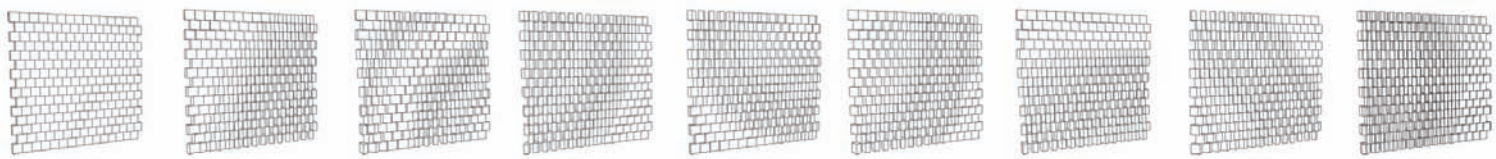


Waving Brick to create a three-dimensional dynamic space



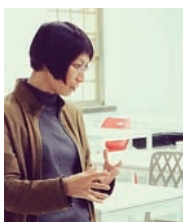
數位化設計教育中的理論與實踐

# 破壞性創新的探尋

## 一個燈具、一座涼亭與一群創客

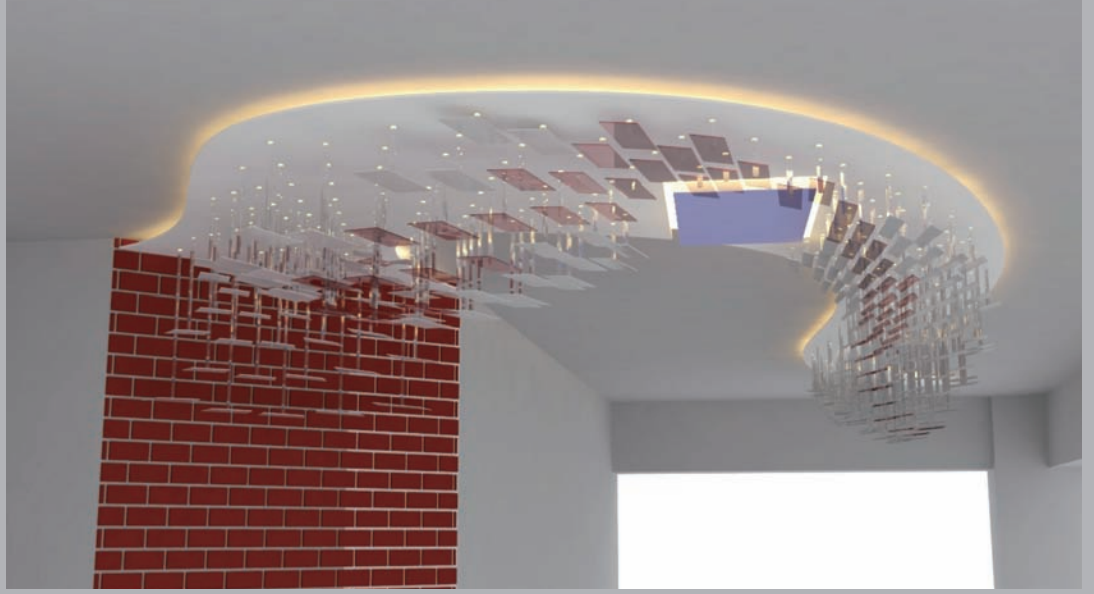
文／簡聖芬

數位化建築或運算設計（computational design）的應用、教學與研究，是個不斷探究與尋求破壞性創新（disruptive innovation）的歷程。破壞性創新一詞，源自美國哈佛大學學者Clayton M. Christensen（參見《創新的兩難》商周出版），泛指為偏遠、不重要、非主流的顧客所開發的新產品或新服務。這樣的新產品或新服務卻可能對主流市場造成衝擊，進而破壞原本在主流市場中成熟企業的慣性運作。回顧數位化建築的發展，因為應用數位科技造成建築設計及營造方式創新的個案，已經顯而易見。如今政府大型公共建設必要使用建築資訊管理（BIM），則具體呈現了數位化建築對傳統建築設計與營建產業所造成的破壞性。



簡聖芬  
國立成功大學建築學系・  
創意產業設計研究所

破壞性創新不一定需要新科技。新科技本來就具有破壞性，也常是引發破壞性創新的起源。數位科技是一個破壞性創新。數位電腦引發了一連串在運算技術、資訊科技、網路通訊的破壞性創新。數位化建築也算是數位科技所引發的一系列破壞性創新之一。籠統看數位化建築，這項破壞性創新的最初主要在應用數位科技為一群極小眾——非主流思維的建築設計



「一個燈具的自力營造」

Waving Bricks (設計營造團隊：陳思嘉、洪人傑、張莫涵、簡子婕、安恬、謝宜廷)

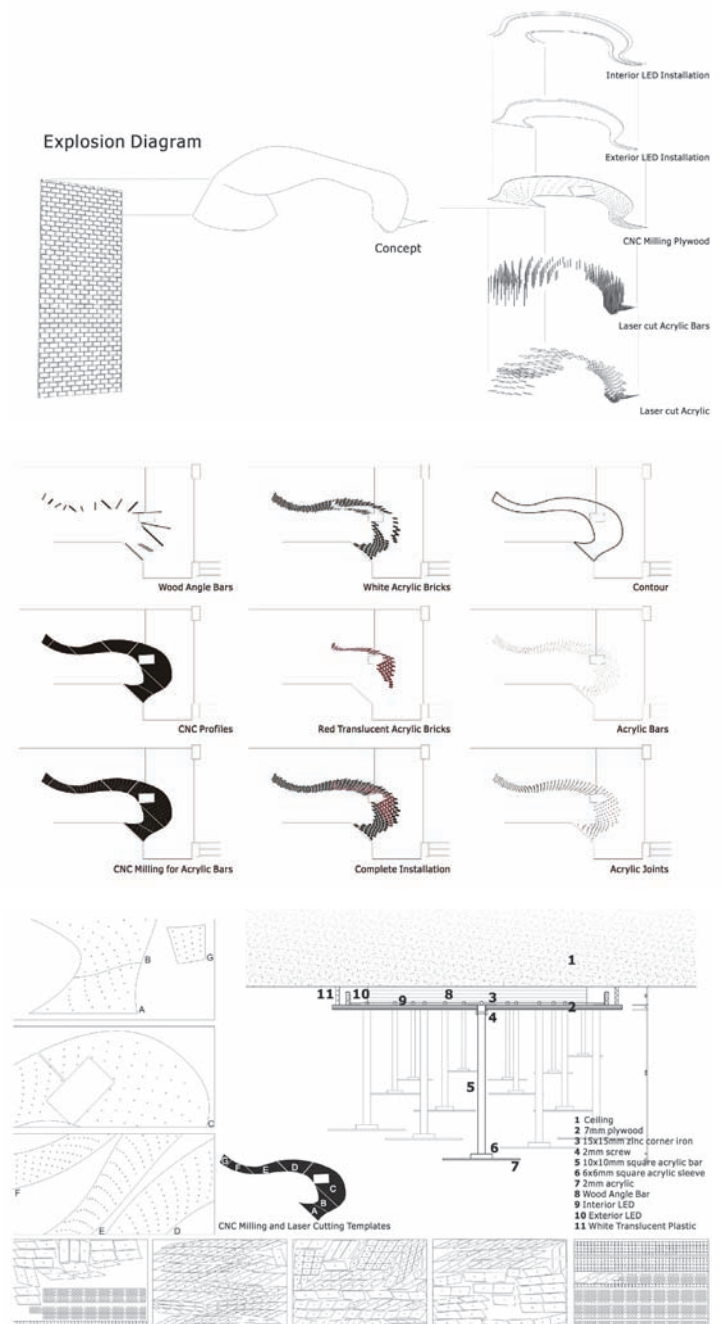
者——所開發的工具；這項創新的重點在關注少數、非主流的需求，而不是新科技。

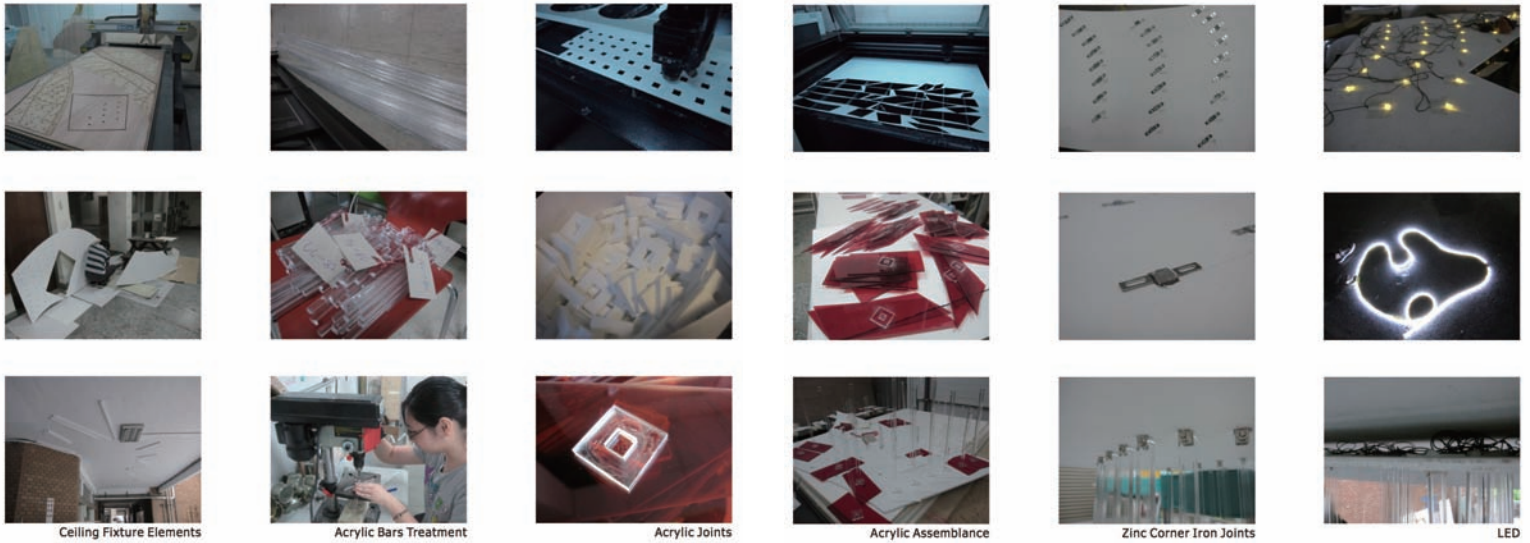
破壞性創新的動力來自於對偏遠、少數、非主流市場需求的關注。基於偏遠、少數、非主流市場的族群也通常是知識、資訊或經濟弱勢、資源匱乏的族群，破壞性創新的策略著重在成熟、廉價技術的轉化運用。這樣的關注對象與技術運用策略，是我在研究所教學的重點。以下以三個案例，分享學生們學習的成果，並試討論破壞性創新的機會。

## 一個燈具的自力營造

如何運用數位科技協助偏鄉地區居民自力進行環境改造？2009年我參與果核再生計劃（主持人：簡志明／台北科技大學建築文教基金會）到南投雙龍國小義築布農族傳統文藝教室（參見《山上的果核夢》公視我們的島523集）；悉知計劃初期運用數位製造技術試驗，而到最終改用傳統手工竹構，心中多有感慨。然而，倘若真的採用數位科技輔助，義築活動過程會面臨哪些挑戰？

2011年春，我開設研究所「電腦輔助設計概論」課程，引導學生由理論閱讀與環境改造實作兩面，對照學習運算思維與技術。學生4到6人組成統包團隊，評估選定基地進行照明改造，從設計到施工，必須自力完成。「Waving Bricks」這組





Ceiling Fixture Elements

Acrylic Bars Treatment

Acrylic Joints

Acrylic Assemblance

Zinc Corner Iron Joints

LED



「一個燈具的自力營造」資料圖片

學生以基地的風與面磚為題發展設計，從手繪曲線轉入Rhino 3D建模，運用Grasshopper參數工具進行細部設計發展，製作圖檔資料驅動雷射切割與銑床等設備進行加工製造，再到構件組合與現場組裝。學生們熟悉電腦軟體的應用，特別是細部設計定案後的3D模擬，與實際製作完成的效果極為相近。然而，學生們缺乏現場施工經驗，得藉由反覆試做回饋調整設計，在原本精密的數位製造中加入容錯的空間；此外，構件單元數量龐大且樣式不一，也凸顯了工料管理的困難。

相信對營建專業者而言，學生的燈具實作真是「兒戲」，實作過程的各式問題大概都能預料且有因應之道。比較學生實作過程與前述果核再生計劃的歷程，兩者都有用心的設計團隊，而兩者也都受制於能力不足的施工與工程管理團隊。協助偏鄉地區居民自力進行環境改造不是兒戲，但從兒戲引發的思考或許是破壞性創新的機會。什麼樣的施工規劃與管理，能讓能力不同的各個施工參與者發揮所長，合力進行環境改造？什麼樣的設計規劃，能容受施工誤差又保障成果品質？什麼樣的設計、工程圖說能讓自力改造團隊的各種參與者理解，對營造的成果有相同的認知，明確知悉個人的任務？



攝影／簡聖芬

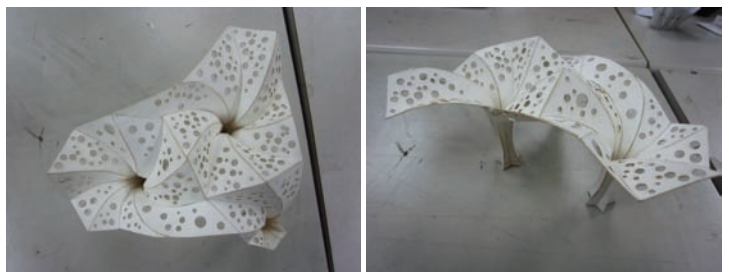
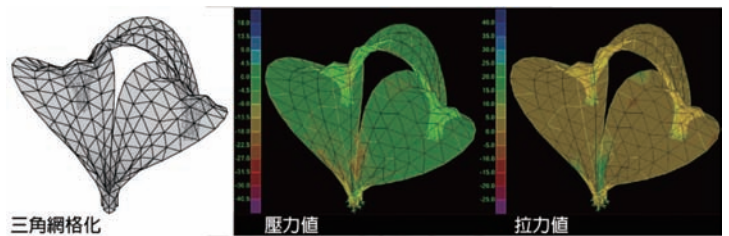
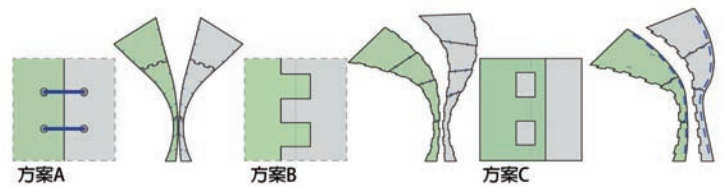
「一座涼亭的裁縫」

## 一座涼亭的裁縫

如果有些人只能住得起鐵皮屋，如何讓他們有堅固又美的鐵皮屋？2010年英國倫敦Tonkin Liu事務所的兩位主持建築師Anna Liu與Mike Tonkin帶成大建築的學生們探索Shell Lace Structure多孔隙的摺版型構造。他們引入服裝製作從平面剪裁、沿邊縫合然後包覆出空間的操作，嘗試應用在多個設計提案，例如入選英國RIBA Awards 2013的Rain Bow Gate就是採用薄鋼板裁縫而成，有動人的美感（參見《The Evolution of Shell Lace》）。那麼，鐵皮裁縫會有哪些挑戰？

2011年秋，我開設研究所設計課，要求學生以薄木板為構築材料，運用形抗原理為結構，設計座落與成大榕園的涼亭。學生不斷地製作模型，或全部、或局部、或縮尺、或足尺，反覆檢討修正設計。此外，也有學生採用數位模型的幾何分析與結構分析進行設計檢討與修正。2012年初課程結束，學生的成果報告均具備材料縫接的細部設計及構件製造與施工圖。但是，原規劃在期末選擇一個設計提案，由全體學生自力構築完成的理想，並未達成。

設計課的探索，其中兩位學生（李嘉嘉、陳思嘉）持續其探討成為個別論文的部分。李嘉嘉



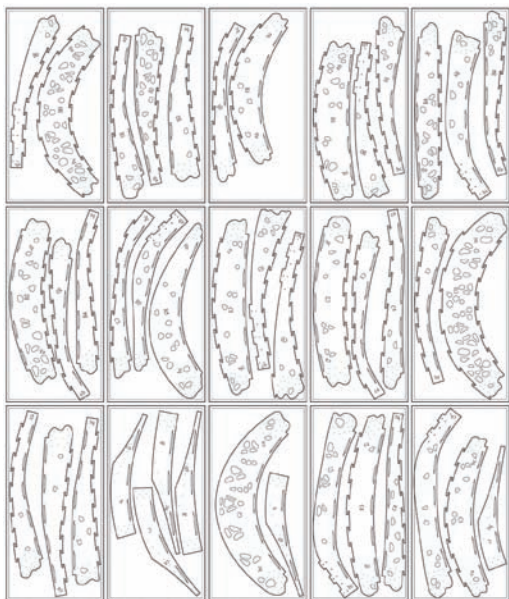
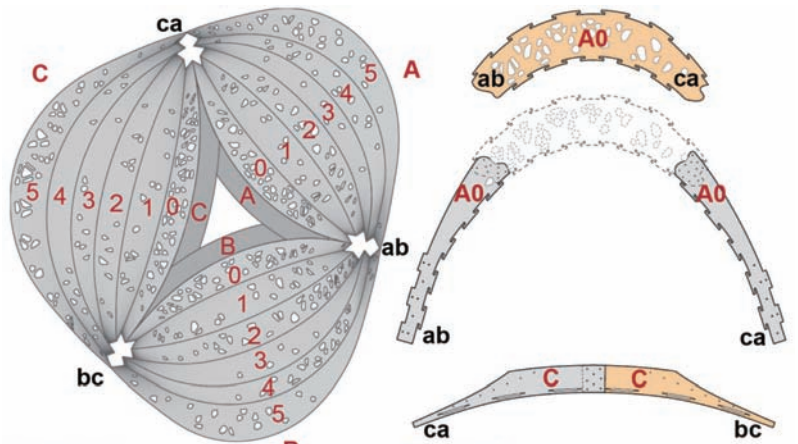
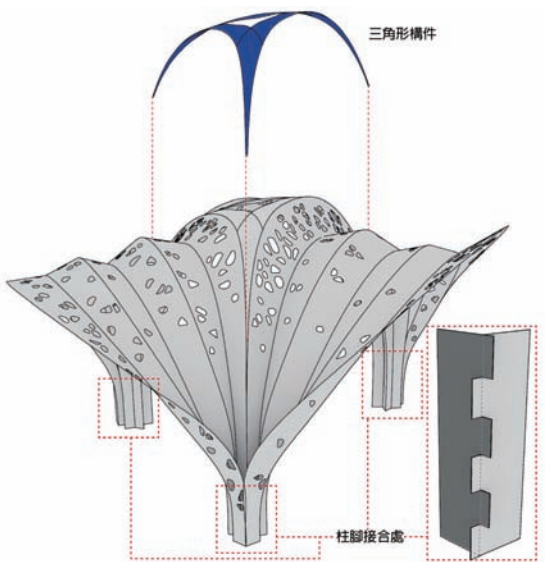
「一座涼亭的裁縫」摘自陳思嘉論文《結合數位製造的設計流程研究》



攝影／蔡宗瑋



攝影／蔡宗瑋



Step1 單元組裝



Step2 圓拱構件群組裝



Step3 基地安裝

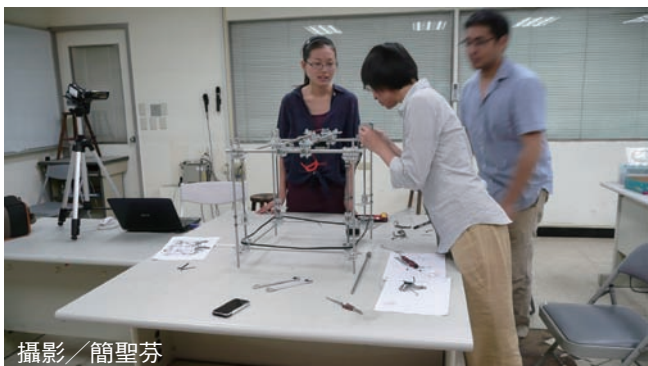
(指導教授：杜怡萱) 論文研究尚在進行中。陳思嘉的設計定案後，則充分運用數位技術，以近48個工時完成構件製造與整體構築。薄木片與鐵皮屋常用的金屬浪板差異很大，薄木片縫合面材的組構方式，如何適用到金屬浪板？考量自力造屋的前提，鐵皮屋的裁縫方式會有什麼特色？鐵皮屋會是下一波的破壞性創新嗎？



攝影／簡聖芬



攝影／簡聖芬



攝影／簡聖芬

「一座創客的無邊世界」

## 一群創客的無邊世界

一切都是心血來潮，找學生一起探索新鮮事。2009年自費買了3D印表機CupcakeCNC零件包，慫恿學生一起組裝，印了一個方盒和一個小塔。2012年以設備費採購了雙噴頭3D印表機RapMan 3.2零件包，讓學生組裝完成後，印個人設計的原型。但是，停用半年、一學期的3D印表機，總在又要使用時故障。

2013年夏末，計劃中的數位工廠空間尚無找落，採購3D印表機的經費不能再等。為了有同伴分享新機器開箱時的喜悅，我號召了十餘位研究生，組成一個社團——創客／幫（Makers Guild；簡稱MAGI，有「魔法」之意，成員為Magus，有「魔術師」之意）。取用「創客」本著美國今年興起的Maker Movement與Fab Lab精神，希望大家從消極的工具使用者，轉為積極的推廣者。隨後，由於採購的3D印表機無法容納於同一空間，必



攝影／MAGI



攝影／MAGI

要分別散置不同研究室，而構思「無邊界數位工廠」，由創客／幫經營。社團成立四個多月，已經辦理多次內部活動，並舉辦一次推廣工作營，也嘗試串聯台南地區的相關組織。

「無邊界數位工廠」的3D印表機設備是我們最大的挑戰，大大小小問題層出不窮，也在磨練大家的技術。我們認為「無邊界數位工廠」具備破壞性創新的可能，相關的經營模式是極大的挑戰。3D印表機是破壞性科技，而更多破壞性創新則將來自創客！

後數位化建築的重點或許就在破壞性創新的探尋。前述分享的三個案例，其破壞性創新的機會，已經逐漸由數位科技的主軸，轉移到對少數、弱勢、非主流族群的需求。人，終究是設計關注的核心；然而，在浸淫了數位科技之後，後數位化建築的研究與教學，必然對人這課題有更新的見解。

