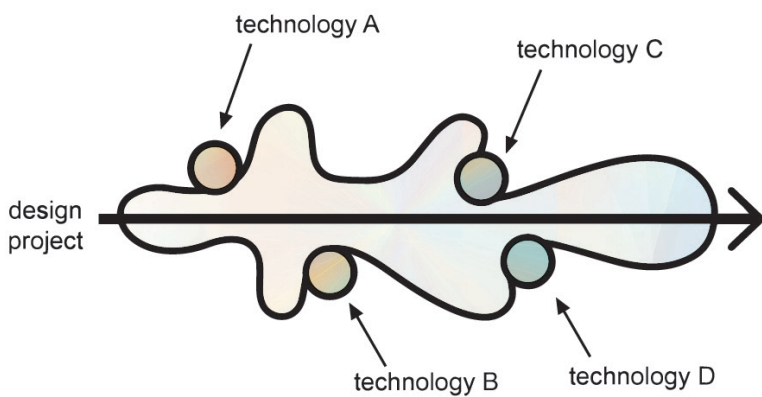




設計團隊以創意與美學為目標，會依照專案目標與產品開發類型，採用不同的模式和工程團隊合作。由於雙方對於技術的認知、概念發展時程與轉換的彈性並不相同，設計必須像是變形蟲般充滿彈性，以便擷取最適合的科技，發揮最大效益。

第一章 | 設計找科技的合作模式

洪偉肯 | 明志科技大學工業設計系
陳玲鈴 | 臺灣科技大學工商業設計系
鄭錦燦 | 國科會工程處
阮昌榮 | 國科會工程處
梁容輝 | 臺灣科技大學工商業設計系

作者簡介

- 洪偉肯為明志科技大學工業設計系助理教授，為臺灣科技大學工商業設計系博士，曾擔任國科會前瞻概念設計計畫承辦人(2006-2011)、共同主持人(2012、2013)，協助推展設計與工程科技的跨領域合作與創新。理論研究方向包括：跨領域創新、產品矛盾語意與美學；實務研究方向為軟硬體整合的新產品開發與使用者經驗設計，並輔導多家明志科大育成中心廠商，擔任設計顧問。
- 陳玲鈴為臺灣科技大學工商業設計系教授，國立成功大學工業設計系學士，密西根大學博士，研究專長包括產品美學、電腦輔助概念探索與評估、介面設計與幾何演算法。曾任臺灣科技大學設計學院院長(2004-2010)、中華民國設計學會理事長(2007-2008)、國科會藝術學門召集人(2009-2011)，現任International Journal of Design總編輯、國際設計研究協會聯合會(IASDR: International Association of Societies of Design Research)副主席以及Design Research Society會士。
- 鄭錦燦為國科會工程技術發展處助理研究員，畢業於紐約州立大學石溪分校科技系統管理系(工業管理組)碩士，自2006年起協助承辦與推動前瞻概念設計計畫的執行。曾擔任經濟部中小企業處約聘研究員、日本三榮公司營業員、金屬工業研究發展中心工程師。
- 阮昌榮為國科會工程技術發展處研究員，畢業於臺灣大學機械工程系，2006年起協助推動與督導前瞻概念設計計畫的規劃與執行，曾擔任國科會工程技術發展處副處長、經濟部精密機械工業發展推動小組委員、經濟部智財局國家發明創作獎評選委員(2011-2013)。
- 梁容輝為臺灣大學資訊工程博士，現為臺灣科技大學工商業設計系副教授，曾擔任國科會前瞻概念設計計畫共同主持人(2006-2011)，研究興趣包括互動設計、電腦影像與多媒體，並引導空間媒體研究小組(Spatial Media Research Group)，聚焦於探討互動設計、虛擬實境、美學運算與可觸介面等議題。

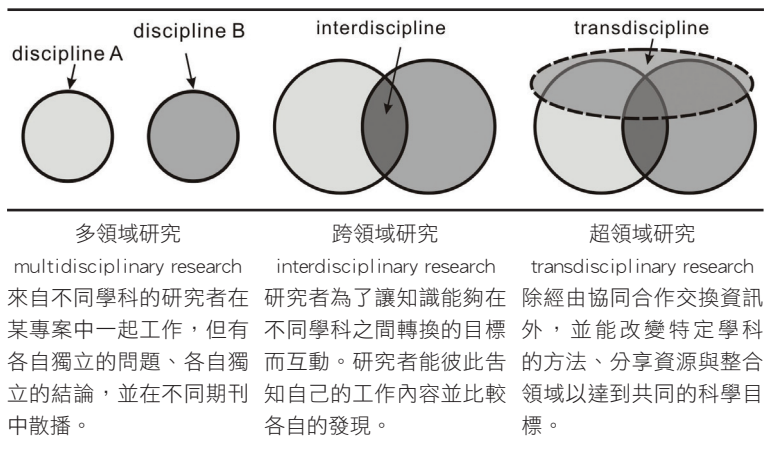
本章將透過文獻研究，比較典型的「跨領域研究」以及「設計尋求科技進行跨領域合作」兩種方式之間的差異。首先探討設計的類型與本質，其次探討設計師與工程師，對問題解決的思考模式差異，以及設計與科技合作時所扮演的角色與目標。而經由五個具代表性前瞻概念設計計畫的設計團隊訪談，歸納設計與科技的合作時，包括「設計導向」、「科技導向」、「設計與科技共同發展」等三種模式，此結果也顯示以創意與美學為目標的設計團隊，會依照專案目標與產品開發類型，採用不同的模式和工程團隊合作，且雙方對於技術的認知、概念發展時程與轉換的彈性並不相同，設計必須如變形蟲般充滿彈性，以便能夠擷取最適合科技，發揮最大效益。

典型的「跨領域」研究

隨著科技的複雜度越來越高，應用範疇越來越細膩，跨領域合作的需求也越來越殷切。跨領域在科學研究領域是一個重要但複雜的議題，一般區分為「多領域(multidisciplinary)」、「跨領域(interdisciplinary)」與「超領域(transdisciplinary)」。

「超領域(transdisciplinarity)」係指跨越不同學科界線，來建立一個全面途徑的研究策略，聚焦在需要透過二個或更多學科才能解決的問題，例如「生物資訊學(bioinformatic)」，係將生化研究結合資訊科學所產生的新領域(Wikipedia, n. d.)。該領域涉及生命科學、統計、生物化學，目的在於DNA序列的分析及解釋、新藥的發現和篩選，以及病因、病變在DNA序列上的反應與比較等。儘管跨領域類型與指標的研究相當多，無論是「多領域(multidisciplinary)」(Glönnel, Schubert, & Czerwon, 1999)、「跨領域(interdisciplinary)」(Porter & Chubin, 1985)、「超領域(trans-disciplinary)」

(McCain, 1998; Tomov & Mutafov, 1996)，跨領域合作的對象幾乎都來自不同的科學領域，強調的指標是「知識交換」的模式與溝通的密度。由於「知識」主要是在「學科/領域」內組織起來而產生的，不同類型的跨領域合作，其主要差異也在於知識交換或整合的結果。



跨領域研究的三種模式(來源：<http://www.obesity-cancer.wustl.edu/en/About/What-Is-Transdisciplinary-Research>)

然而，設計是否能嚴謹的定義其知識範圍，或被視為一門科學仍有爭議。就如Norman在IASDR2009研討會(<http://www.iasdr2009.org/m41.asp>)的演說中所提出，設計包括：

1. 科學的設計(a science of design)
2. 可能是科學的設計(a science of design is possible)
3. 不可能也不適合科學的設計(a science of design is neither possible nor appropriate)

第一種指工程設計，有嚴謹的最佳化方法並需遵循嚴格的原理；第二種是互動設計實務，以人為中心途徑的設計，可經由科學驗

證其運作；第三種是具創意與藝術本質的設計，需從「未完整定義的問題(wicked problem)」中發展新奇的解答，同時還能夠具有美感與愉悅，這樣的創意和美學感受，其所依循的並不是科學。

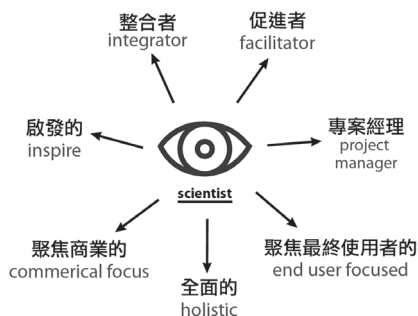
「未完整定義」的問題，即問題的架構在某種程度上欠缺定義，或問題與結果之間的關連未知(Simon, 1973)。Whelton & Ballard (2002)在探討這類問題的問題解決模式時，認為其特徵包括：

1. 沒有確定的表述方式(no definitive formulation)
2. 沒有終止規則(no stopping rule)
3. 解答並非真或假，而是好或壞(solutions not true or false, but good or bad)
4. 沒有立即或最終的測試(no immediate or ultimate test)
5. 解答會引發後果(solutions have consequences)，且每一個解答都是單次嘗試(one-shot operation)
6. 沒有可完整列舉的可能解答(no enumerable set of solution)
7. 問題的本質是獨特的(problem is essentially unique)
8. 問題可能是其它問題的徵兆(problem maybe a symptom of another problem)
9. 問題有許多解釋(numerous explanation of problems)
10. 設計者沒有錯的權力(designer has no right to be wrong)

此類問題本身包含複雜的變因，且要清楚瞭解問題本身的侷限與限制並不容易，因此設計問題的解決，需在知識理解可行的範圍內建構出問題與解答的合理配對方式，運用「問題空間」與「解答空間」的配對過程，形成設計的創意 (Dorst & Cross, 2001)。

顯然，當強調創意和美學的設計和強調科學的工程合作時，可能無法以跨不同工程領域的合作模式來看待。Driver, Peralta, & Moultrie (2011)探討工業設計師對於科學研究產生之貢獻的論文中，追蹤觀察包括氧氣罩(oxygen mask)、液體操作系統(fluid handling device)、多重穩態材料(multistable material)等三個設計與科技合作的個案，結果發現在科學家眼中，設計師所扮演的角色，包括：

1. 整合者(integrator)
2. 促進者(facilitator)
3. 專案經理(project manager)
4. 聚焦於最終使用者的(end user focus)
5. 全面的(holistic)
6. 聚焦於商業的(commercial focus)
7. 啟發的(inspire)



科學家眼中設計師所扮演的角色

不同科學家對設計師的描述，均呈現了設計所扮演商業導向、重視全面性、專案、使用者導向的本質。該文中進一步歸納工業設計師可產生貢獻，包括：

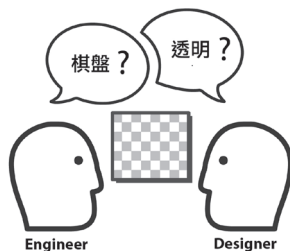
1. 協助研究的溝通(communication)與散播(dissemination)
2. 探索新科技的應用

3. 視覺化使用過程的腳本(scenario)
4. 產生技術的實地論證(demonstrator)
5. 挑戰科學家對於研究的認知

由於工業設計師擅長於製作原型以測試概念，或用一些簡單的草模來幫助瞭解與刺激概念，因此能夠產生一些輔助的裝置、程序或空間來協助提高科學研究的潛力。 前瞻概念設計計畫的團隊主要來自工業設計背景，過去許多研究，也說明了設計師與工程師/科學家的思考方式明顯不同，雙方會如何針對不同類型的專案，來定義主題與解決問題？有哪些合作模式與遭遇的限制與障礙？本章透過前瞻計畫的個案訪談，進一步瞭解設計與工程如何進行跨領域合作。以下首先釐清設計師與科學家/工程師在思考模式上的差異，其次再以訪談方式，瞭解五個設計團隊執行專案的方式，並歸納設計與科技合作的模式，以說明不同合作模式的優缺點與限制。

設計師與工程師/科學家的思考模式差異

許多研究指出，產品設計師與工程師或科學家追求的目的與思考模式並不相同。例如Bonsiepe (2007)認為科學家的目的在於創造「新知識 (new knowledge)」，設計師的目的則在於創造「新經驗 (new experience)」。另外，Krippendorff (2007)認為科學家追求普遍化(generalization)，並運用抽象的數學模型來解釋，且關心「已存在」且「可觀察的」的事物；而設計師則追求「具說服力的原因」以解釋其所發展的概念、圖像、象徵模型或產品原型，並投注在「即將存在 (will exist)」且「無法觀察(unobservable)」的事物。



設計師與工程師/科學家的思考模式差異

另一方面，設計與工程領域看待科技的角度並不相同。對工程領域而言，科技技術的發展有其動機與問題解決流程，也可視為特定問題的解答。但設計師卻將科技技術視為一種素材，嘗試可能的應用(Nordby, 2010)。Karana, Hekkert, & Kandachar (2007)曾提出四種設計師進行產品設計時會運用的素材，除了一般「五感感受得到的屬性(sensorial properties)」，如：看得到、摸得到、聽得到、聞得到、嘗得到的感覺；「看不到的屬性(intangible characteristics)」，如：感受到的價值、關聯、情緒、文化及趨勢意義外；也包括「技術屬性(technical properties)」，如：製造過程、量產、能否與現有製造科技結合、耐用性、生產成本等；以及「設計註釋(design notes)」，如：建議使用的環境、設計限制(包括：造形建立上的限制、素材組合的限制、安全與健康規定的限制等)。其研究亦說明，設計師會將技術視為一種素材來進行設計操作。而從Nordby (2010)探討如何將RFID技術轉換為設計師所能理解的語言研究中，其認為這些無形的科技技術，皆隱含「造形建構的屬性(form-making qualities)」，設計師是有意識的選擇與思考如何運用這些科技技術。

Moultrie, Livesey, Malvido, Beltagui, Pawar, & Riedel (2009)從企業組織的角度描述工業設計與工程設計的差異，其認為工程設計有清楚的角色定位，但工業設計可以橫跨不同的部門，像是研發、

產品發展與創新的一部分，也是行銷與企業功能的一部分。Rust (2004)認為，設計師的能力是經由如發展原型方式，讓概念能夠快速測試，並用新的方式呈現，以挑戰科學家對於既有資料的認知，並刺激科學家發展與評估新的概念。

Lawson (1979)研究科學與建築設計兩類學生的思考策略時，發現問題解決的策略，不外乎「問題導向(problem focused)」或「解答導向(solution focused)」，且其認為設計師比較屬於解答導向而非問題分析。Kruger & Cross (2006)進一步發現，在主題已知的狀況下(如：為荷蘭的火車設計一個垃圾處理系統)，其認為解答導向的策略，雖然整體的解答品質較低，但創意分數較高；而問題導向則較能獲得解答品質與創意較為平衡的結果；並歸納出四種設計師解決問題可能運用的策略，包括：

1. 問題導向(problem driven)
2. 解答導向(solution driven)
3. 資訊導向(information driven)
4. 知識導向(knowledge driven)

Kruger (1999)在其博士論文經由口語分析研究(protocol studies)，歸納出一個產品設計流程的概念模型。主要包括八個步驟，包括：(1)蒐集資料(gather data)、(2)評估資料的價值與有效性(assess value and validity of data)、(3)界定限制與需求(identify constraints and requirements)、(4)將行為與環境模式化(model behavior and environment)、(5)定義問題與可能性(define problems and possibilities)、(6)產生部分解答(generate partial solutions)、(7)評估解答(evaluate solutions)、(8)組合相關聯的解答(assemble a coherent solution)。此模型與Cross (2000)所提出的工程產品設計過程之模型的主要差異，在於「模式化行為與環境」，因其發現設計

師經常會形成所要設計物體以及所處環境的心像，並能用手繪草圖繪出，即設計師具有較視覺化表達工具，且較擅於處理物品、人的行為及與環境之間的關係。

而根據前述設計與工程師/科學家的思考模式差異，顯示雙方在專案目標、問題的定義方式、解決的方式與視覺化概念技能極為不同。特別是工程師/科學家對設計的瞭解其實相當少，且由於對於專案的目的與預期不同，追求深度知識與追求廣度合理性的商品化等兩種目標，經常背道而馳。因此，這樣的誤解也經常成為雙方合作的障礙。就如Driver et al. (2011)提到，設計師與科學家協同合作的障礙，包括：(1)科學家對於設計師的專業領域與技能並不了解；(2)欠缺共同的語言；(3)設計師欠缺科技技術的專業，因此不容易直接對基礎科學研究產生有意義的貢獻。

設計與科技的合作模式

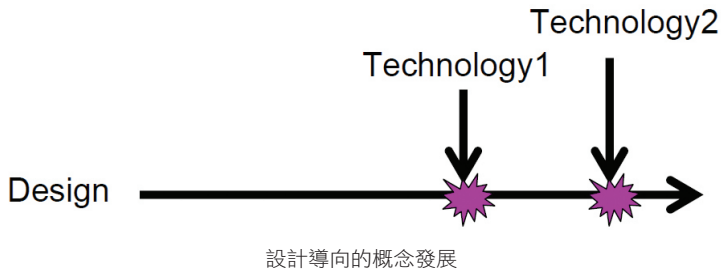
為瞭解前瞻概念設計計畫團隊與工程/科技團隊合作的模式，前瞻概念設計計畫總計畫在2011年5月，針對五個不同類型的代表性設計團隊進行訪談。所遴選的五個設計團隊，近三年(2009-2011年)皆曾於期末發表會中獲選最佳作品獎，且近三年成果皆曾獲得至少兩件國內外獎項。

訪談中，所有受訪團隊主持人都一致認為，前瞻概念設計專案最大的價值，是讓設計團隊能夠有機會與科技團隊對話，相互瞭解與進行溝通，強化設計成果的技術深度，並設法兼顧可行性以及商業性。其他優點則包括專案執行時程與學期吻合，可與課程結合，特別是概念設計階段的腦力激盪可讓更多人參與；期中發表會的形式，可促成不同設計團隊之間的良性競爭；期末發表會的

公開展覽，對於參與團隊的學生成員則是重要的激勵誘因，且為直接取得意見回饋的管道。

設計與科技合作的接觸點與時程，經歸納歷年設計團隊執行計畫的模式後，可以大致區分為三種。再與受訪五個設計團隊老師討論確認，老師們認同該三種模式，也認為在這三種模式下，都有機會產生好的創新概念，但各有需考量的關鍵因素與各自之優缺點。以下針對三種模式分別說明。

第一種模式：設計導向的概念發展 (design-driven concept development)



此模式係在概念發展過程中或概念定案後，再諮詢適當的工程或技術團隊尋求合作。此模式中，設計扮演創新的發動者，所應用的經常是相對較成熟的科技。此模式的關鍵在於設計團隊必需主動且深入地探索可能的技術解決方案，並設法找尋技術的替代方案，以降低執行複雜度到可以商品化的程度。由於成熟的科技通常已經有許多實施案例，設計團隊可以在蒐集與解讀後，以類比的方式探討其他可能的創新應用。應用此模式時，是否具有實施案例作參考，扮演相當重要的角色。此類模式的計畫前期並無任何工程團隊參與，設計一開始通常會設定一個廣泛而抽象的技術主題與範圍，如：綠能應用、雲端應用等，之後再由網路文獻或

專利公報，自行找尋各種可能的科技，並同時進行概念設計。在概念發展過程中，再陸續諮詢不同科技與不同領域的專家，或定案後針對不同概念所需的技術，委託工程團隊進行測試或實作。

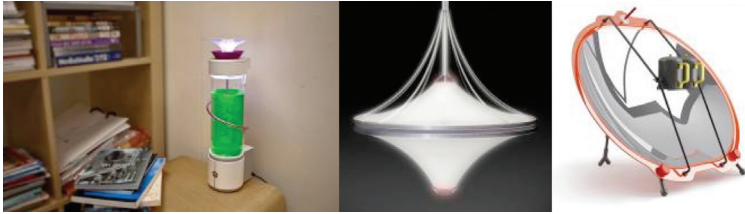
此模式的優點在於設計團隊的自主性極高，且團隊內多已歸納出自身的設計理念，可廣泛的瞭解與探討差異極大的技術類型。缺點在於設計團隊成員可能會用自己的方式來瞭解前瞻技術，但蒐集到的網路案例，相關技術細節與限制可能仍不明確，甚至某些技術可能只是宣稱可行但未驗證，容易導致天馬行空的概念設計。以下說明兩個運用此模式的團隊案例：

1. 鄭金典老師團隊(詳見第十章)

此團隊近三年計畫均以綠能科技為方向進行探討，主要策略係將「大的系統轉換為小的產品(macro to micro)」，概念發展方式係先蒐集資料與實驗測試，且在能夠掌握技術特點與限制後才進行設計。曾經運用過的技術，包括：諮詢外部的藍綠藻養殖專家探討生殖能應用(運用藍綠藻固碳技術將二氧化碳轉化為氧氣)，最後發展出適合於多人交談的會議室中使用的「藍綠藻空氣清淨機」。

另一概念是利用「太陽光能」來開發自然光室內照明燈具，合作團隊主要為同校電子系團隊所發展的光導纖維技術，其技術係運用光纖將光線由室外導入室內，避免電力儲存造成的轉換浪費。團隊最後發展出室內吊燈，而室外的集光器能夠在不同的太陽角度下收集到光線，同時也能夠均勻的將光線傳遞到室內，兼具功能與美學特質。

延續運用相同的太陽光能，團隊另發展出一系列的災區太陽能炊具，可於地震或海嘯摧毀公共設施後，運送到災區使用。其中一款太陽能爐，其特點在於能夠在半小時內燒滾一爐開水供災民飲食，且爐具上有一指針，讓太陽能的鏡面容易對焦(若沒有影子時就表示正對著太陽)，可增加使用的便利性與效率。



設計成果案例：藍綠藻空氣清淨機/自然光室內照明燈具/太陽能爐
(主持人：鄭金典老師)

2. 董芳武老師團隊(詳見第三章)

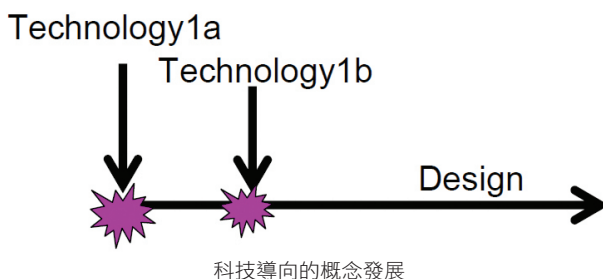
此團隊近兩年的計畫，皆與具台灣特色的地方工藝產業合作，第一年與苗栗山腳社區的藺草編織師傅合作。過去藺草僅應用在草蓆、袋子、帽子等用途，但隨著工業化的需求轉變，此技術的經濟價值也逐漸消失。此團隊重新運用藺草耐久堅韌的材質特性與獨特編織的技術，開發一系列3C產品與藺編椅子，將藺草獨特的質感應用於其他產品品項之中。成果除獲得相關工藝獎項外，現已少量生產，而經由設計的再詮釋，也為地方產業注入新活力。

另外，該團隊亦於探討三峽祖師廟的雕刻過程中，得知「龍生九子」的典故：九種龍形雕刻遍布在三峽祖師廟的各處，並具有不同涵義。為能表現出對比的質感，該團隊尋求與三義龍形雕刻師傅合作，結合木製品與白色塑膠，開發了一系列的文具，如「鼉屬」形體似龜，擅長負重，經常扛碑，因此將其造形轉換應用於記事板；而「狴犴」形體似虎，而有威力，有鎮壓之意，因而將其造形轉換應用於紙鎮。



設計成果案例：蘭編椅/龍生九子文具/龍生九子文具與對應涵義
(主持人：董芳武老師)

第二種模式：科技導向概念發展 (technology-driven concept development)



此模式建構於工程團隊既有的前瞻技術之上，於計畫執行前或初期，由設計團隊認養並與該工程團隊合作，將科技當作限制與前提來發展概念。在此模式中，科技扮演創新的發動者，應用之科技通常具有創新性與獨特性，如：皮膚傳導、螢光蛋白…等，但因為並非是一般常見的技术原理，因此雙方極易因為語言不同而

有認知上的差異。此模式的關鍵，在於該科技需要轉譯為設計師能夠理解的語言來表達，特別是在以前瞻科技為基礎，公開徵求設計團隊參與計畫的情況之下。若設計師無法瞭解或確認技術的關鍵特點，很可能會設計出文不對題的產品，因而失去探索出富涵義的概念機會。受訪團隊也認為，設計在應用科技時並不需要完全理解技術背後如何運作之原理，或是效率如何提升，只要能夠清楚瞭解其功能，輸入與輸出的介面與限制為何，即可思考設計如何操作。不同的是，在設計與工藝合作的案例中，並未發生過溝通語言認知上的差異，受訪老師認為，應該是因為設計與工藝技術有實體外形做為相同語言的溝通介面，因此領域間隔閡較小，跨領域合作較為容易。

受訪設計團隊認為此模式的優點，在於可提供清楚的操作元素與限制，讓團隊在開始發展概念時比較有目標，也節省設計團隊因為限制不清所耗費的時間；而此模式的缺點，在於很可能使得設計的貢獻在一開始即被限制，或設計成果不易被清楚辨識，導致設計的價值不易被認同。另一個狀況是，即使一開始就將科技視為限制，仍然可能發生需要轉換技術的情況。因設計團隊注重的是功能或使用者問題解決，在功能相同的情況下，會選擇成本較低、單純與成熟的科技，因而可能脫離了原先所選擇的技術範疇，且訪談中亦發現，此模式是一般設計團隊最不偏好的方式，以下為採用此模式的團隊案例。有關如何以科技為前提發展設計，在第二章將進一步說明。

范振能老師團隊(詳見第六章)

此團隊前二年的計畫係與資工團隊跨校合作，運用的技術以RFID為主，曾發展過一個能夠避免自行車於路口與其他車輛碰撞的系統。另外，也嘗試過運用電子鼻技術開發嬰幼兒尿布，讓尿布能

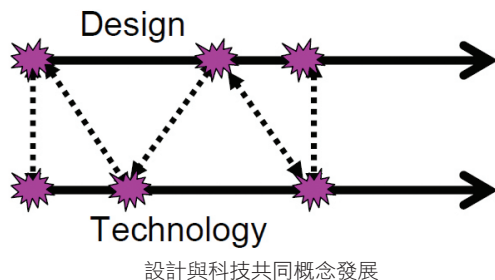
夠感應尿濕狀況。因為技術的尺寸限制與成本，過程中改採濕度感測器技術，應用於成人尿墊，提供尿濕時以聲音提示之功能。過去很多尿布專利，是將溼度偵測器放在尿墊裡，用完就一起丟掉，可能造成二次汙染。此概念則是將濕度感測器另外包覆，再裝置於尿墊上，除可減少安養中心護士在尿布未濕時無謂的更換，也可重複使用以減少浪費。此成果在達到相同功能與目的的情況下，採用了相對簡單的技術與方法，不僅具備商業價值，也獲得重要國際獎項認可。此團隊於第三年另探討結合工藝與文化議題的創新設計，運用摺紙技法，嘗試將4尺與8尺見方的PP板，摺出椅子與桌子等家具。其特色在於由設計師自己帶入技術限制，創作出兼具機能與美學的產品。



設計成果案例：折紙家具椅/折紙家具桌折合過程/成人尿墊(主持人：范振能老師)

第三種模式：設計與科技共同概念發展

(joint concept development)



此模式的情況係指設計與工程團隊，雙方同時從最初的概念發展階段開始，通常以進行軟體介面設計或服務設計的團隊較傾向此種作法。一開始並未預設特定的獨特核心技術，僅設定一個廣泛的範圍，如開發手機App，或運用無線通訊、無線感應等技術。工程團隊參與的目的，通常在於找尋是否有發展其他技術的可能性；設計團隊則是在找尋一個場域或議題，發展可能的技術應用。此模式的成功關鍵，在於合作模式的建立，雙方需要能夠在不預設前提，且透過較長時間的討論過程中，相互瞭解並建立發展方向的共識。本計畫的案例中，通常是透過共同參與每週讀書會的方式進行，科技與設計各自有自己的進度，但在讀書會中互相分享，例如設計團隊報告腦力激盪的概念方案，工程團隊報告廣泛彙整的科技技術資料與比較，以逐漸瞭解對方的語言，最後再由概念發展結果的需求，分別決定設計或科技的定位。此方式的優點，在於合作過程中，經由相互激盪，產生良好的教育價值；缺點在於雙方需有強烈的合作動機，且需較長的發展時間。以下說明兩個採用此模式的團隊案例。

1. 唐玄輝老師團隊(詳見第七章)

此團隊近三年的計畫，都是運用資工領域的軟硬體技術，主要包括影像辨識與投影等。例如，設計團隊觀察到不同世代習慣使用不同的操作介面：老一輩喜歡用手寫，但新一代擅長手機打簡訊。因此，團隊開發了一個Communi-Table產品，讓爺爺可以在桌上筆記本上寫字，而所寫的內容，透過檯燈上的攝影機拍攝，轉換為數位文字傳送給孫子；而孫子則用手機打字，將簡訊傳回，再透過檯燈上的微型投影機，將文字投射在爺爺的筆記本上，建立實體與虛擬空間的連結。



設計成果案例：Communi-Table/iListen(主持人：唐玄輝老師)

另外，該團隊考量到聽障者和自閉症與他人雙向溝通的問題，開發出不同尺寸手機與平板電腦上的App。例如，聾啞人士與一般人溝通時，可經由手機的App輸入簡訊，由手機轉換成聲音後再傳出去；對方的聲音回應，亦可透過語音辨識轉換回文字，讓聾啞人士能夠看到；同樣的，若周遭有救護車或狗叫聲時，亦可以震動或文字提醒注意。而對於自閉症兒童的學習幫助，係透過平板電腦的數位畫面，讓自閉症者可用實體照片拼圖以組合出句子，並經由重覆複誦，讓自閉症者可以有趣的自我學習。此系列設計充分的從使用者角度思考，並結合資訊工程科技，以軟體介面的型態提供服務，現已進入商品化的階段。

2. 宋同正老師團隊(詳見第八章)

此團隊近三年所合作與運用的技術，集中在無線感應與無線傳輸等技術，合作對象是跨校機械系團隊。其方式係運用服務設計的概念，先設定場域，以情境模擬方式，瞭解使用者經驗，並找尋能產生獨特經驗的接觸點進行設計。近一年的成果分別以萬華龍山寺、艋舺剝皮寮為場域，以提升外國旅客的旅遊經驗為目標。以該團隊設計成果擲筊機為例，兼具科技與文化的意義，擬想置放於龍山寺，類似於販賣紀念品的機器，以簡易的介面讓外國旅客以自助的方式，瞭解擲筊文化。(說明：擲筊杯是一種道教信仰問卜的儀式，筊杯兩個為一對，多用竹、木製成，呈現新月形狀且一面平坦一面凸出。儀式是先以兩手合住許願，再將筊杯擲出至地面以探測神鬼之意，若為一平一凸稱之為聖杯，表示神明認同或行事順利，若祈求的事相當慎重，要連三次聖杯才算數。)



設計成果案例：筊杯販賣機/筊杯販賣機操作流程圖(主持人：宋同正老師)

設計與科技合作時的認知差異與障礙

根據訪談結果，我們歸納出兩項概念發展過程中，團隊普遍提到的認知差異與障礙，需在合作前與合作過程中相互理解與克服。

1. 技術的認知差異不同

工程團隊通常認為，功能明確且已測試成功的科技、或申請到專利、原理可驗證的技術，即可公開尋求與設計的合作，以發展概念設計。然而這類技術往往仍無法完全確認所採用的輸出、輸入介面為何、尺寸是否能縮小到某種程度，效能是否能夠穩定達到目標？相對的，設計團隊認為可應用的技術，其前提在於技術需穩定且可重複運作，科技的特點與限制條件，必須像一般材料一樣，能夠清楚描述其特性。

另一方面，設計團隊普遍認為，在滿足使用者需求以及預設使用情境的功能下，技術越簡單、成本越低，越具有可行性。因此，可能在概念發展過程中，變更原本預設的科技技術，因此失去與最初工程團隊合作的必要性。也由於這類簡單、低成本的替代技術通常較成熟，工程團隊認為其技術含量與獨特性不高，因此失去與設計團隊合作的動機。例如電子鼻技術，團隊後來發現此技術還不夠成熟、介面與尺寸都還不明確，且價格極高，不易合理的運用於使用者需求情境之中。最後選擇功能相似的濕度感應器作為替代品，但由於技術含量較低，原本合作的工程團隊並不感興趣，也因此轉換了合作對象。

由於合作的工程團隊幾乎都來自學術界，並具有該領域的深入技術知識或專利，因此雖然是學術領域中設計與科技合作，實際上卻更像實務者與研究者之間的合作，雙方存在明顯的認知差異。

2. 概念發展時程與轉換的彈性不同

無論是設計或科技領域，都有概念發展的程序與時程。科學的目的是發展新知識，設計的目的是發展新經驗，但兩者都是透過實驗來達成(Bonsiepe, 2007)。一般而言，工程領域概念發展的時程較長，而設計領域概念發展時程較短。因此除了瞭解對方的語言與目的外，對於雙方發展程序與時程的瞭解亦非常重要。時程的安排應以最終成果的共識為目標，是在有限能力、有限資源下能夠採取的最佳解決方案，不應只為追求新知識反而將技術複雜化，或為追求新經驗而降低可行性，忽略可能的限制。

由於專案係由設計團隊主導，專案時間僅九個月，且成果需發展至可運作的原型。因此就設計結果而言，我們觀察到絕大部份團隊所運用的科技並不獨特。一方面，團隊認為獨特的前瞻技術應用，僅是最後設計成功的其中一個選項。設計在技術的選擇與替換，遠較工程團隊有彈性，尤其在緊迫時程與成果展覽要求下，設計會將技術問題納入影響概念設計時程的變數。相反的，工程團隊專注於領域的深度知識，技術替換的動機或彈性較低，且對於投入新技術或變更技術規格所需的時間與資源，均遠較設計更難控制與預期。因此，設計與前瞻科技合作創新時，對於功能與限制較多、發展時程較長的科技技術，需要優先界定清楚，選擇合適的技術，以降低時程不確定性，避免設計資源的耗費。

設計與科技合作時扮演的角色

根據前述五個代表性團隊的訪談結果，依據設計與科技接觸與銜接的方式，可歸納出「設計導向」、「科技導向」、「共同發展」三種模式。設計團隊往往將科技視為素材(Nordby, 2010)，由此觀點，則此三種模式可類比為：設計於概念完成後再找尋相對而言最適合的素材來套用、或將素材視為必要的限制來運用、或在初期一起共同發展素材。根據五個團隊的傑出成果，也可說明三種模式皆能夠產生創新的概念。

從本章敘述的案例中觀察到，設計團隊可依照不同類型產品來改變設計流程或轉換概念。如變形蟲一般，根據專案的時程與科技或技術的複雜度調整，並類似專案管理者，以九個月內可完成的概念設計目標為前提，發展專案。因此，設計團隊所扮演的角色，的確就如Driver et al. (2011)所述，包括整合者、促進者、專案經理，且是聚焦最終使用者的、全面的、聚焦商業的、啟發的。且就如許多研究認為，在產品發展初期納入工業設計，可以協助將技術商品化(Gemser & Leender, 2001; Hertenstein, Platt, & Veryzer, 2005)。由於前瞻概念設計計畫初始的目標，在於開發能夠於五年內實現的產品、系統、服務，本身即為隱含商品化訊息，因此設計團隊大多會事先考慮可行性，再聚焦在新產品開發流程中的概念設計階段，以更全面的角度，瞭解與探索問題，而設計與科技合作更像是彼此互補，而非典型的跨領域合作。

結語

本章以文獻研究，探討設計的定義，以及與科技之間的認知差異，並以案例探討設計與科技合作的模式與障礙。由於設計和科技領域，有不同的思考方式、概念發展的程序與時程，因此合作時，需要考量如何銜接，以及可能的認知差異與障礙，包括：技術可發展應用程度的認知差異、概念發展時程不一致、核心技術轉換彈性不同等。我們也認為，設計與科技的合作模式，不同於工程和工程之間的跨領域合作。工程科技之間的跨領域合作，由於各自具有獨立的領域特性，因此較容易如積木般排列組合，並更有機會各自發展深入的知識。但設計與科技的合作，更像是專案管理者，需考量不同目標，以商品化(或概念設計成果)為前提來進行整合，因此不適合以典型跨領域模式之分類方法，如：多領域(multidiscipline)、跨領域(interdiscipline)、超領域(transdiscipline) (OECD, 1998)來看待。設計的角色如同Driver et al. (2011)所提的「整合者」、「專案經理」角色，可銜接產品概念發展過程中不同領域的科技，並尋求可達到最後結果的可能替代方案。而科技的角色，如同一項有利的素材或催化劑，可強化最終設計的深度，並建立設計成果的競爭利基。

科技的知識發展與應用，像實務者與研究者的兩難，是垂直相交的兩個向度。當以特定的時程與資源專案方式進行時，深入就不易廣泛，廣泛就無法專精。若欠缺技術深度，設計易流於空泛；若堅持特定技術，也很難同時兼顧最後的商品化。由於設計的目標，在於發展與產品生命週期中可能的關係使用者(stakeholder)與環境中，找尋未被滿足的部分，並設法探索科技素材與產品造形或服務之間的關聯。若能夠在概念發展初期，先行釐清設計與科技雙方所扮演的角色與目標，並克服認知的差異與障礙，將有助於促成設計與科技的跨領域合作。

註釋

本章部分內容發表於2011年IDA設計大會之研討會。

Chen, L. L., Hung, W. K., Cheng C. -T., Yuen, C. -W., & Liang R. -H. (2011). Ideastorming: Design+Technology for Collaborative Innovation. In *Proceedings of the 2011 International Design Alliance (IDA) Congress Education Conference*. Taipei, Taiwan: IDA Congress.

參考文獻

1. Bonsiepe, G. (2007). The uneasy relationship between design and design research. In R. Michel (Ed.). *Design research now: Essays and selected projects* (pp.25-39). Basel, Switzerland: Birkhäuser.
2. Cross, N. (2000). *Engineering design methods: Strategies for product design* (3rd ed.). Chichester, UK: John Wiley & Sons.
3. Dorst, K., & Cross, N. (2001). Creativity in the design process: Co-evolution of problem-solution. *Design Studies*, 22(5), 425-437.
4. Driver, A., Peralta, C., & Moultrie, J. (2011). Exploring how industrial designers can contribute to scientific research. *International Journal of Design*, 5(1), 17-28.
5. Gemser, G., & Leenders, M. A. A. M. (2001). How integrating design in the product development process impacts on company performance. *The Journal of Product Innovation Management*, 18(1), 28-38.
6. Glözel, W., Schubert, A., & Czerwon, H. -J. (1999). An item-by-item subject classification of papers published in multidisciplinary and general journals using reference analysis. *Scientometrics*, 44, 427-439.
7. Hertenstein, J. H., Platt, M. B., & Veryzer, R. W. (2005). The impact of design effectiveness on corporate financial performance. *Journal of Product Innovation Management*, 22(1), 3-21.
8. Karana, E., Hekkert, P., & Kandachar, P. (2007). Material considerations in product design: A survey on crucial material aspects used by product designers. *Materials and Design*, 29(6), 1081-1089.
9. Krippendorff, K. (2007). Design research, an oxymoron? In R. Michel (Ed.), *Design research now: Essays and selected projects* (pp. 67-80). Basel, Switzerland: Birkhäuser.
10. Kruger, C. (1999). *Cognitive strategies in industrial design engineering*. Delft, the Netherlands: Delft University of Technology.
11. Kruger, C., & Cross, N. (2006). Solution driven versus problem driven design: Strategies and outcomes. *Design Studies*, 27(5), 527-548.

12. Lawson, B. (1979). Cognitive strategies in architectural design. *Ergonomics*, 22(1), 59-68.
13. McCain, K.W. (1998). Neural network research in context: A longitudinal journal cotitation analysis of an emerging interdisciplinary field. *Scientometrics*, 41, 389-410.
14. Moultrie, J., Livesey, F., Malvido, C., Beltagui, A., Pawar, K., & Riedel, J. (2009). Design funding in firms: A conceptual model of the role of design in industry. *Design Management Journal*, 4(1), 68-82.
15. Nordby, K. (2010). Conceptual designing and technology: Short-range RFID as design material. *International Journal of Design*, 4(1), 29-44.
16. OECD (1998). *Interdisciplinarity in science and technology*, directorate for science. Paris: Technology and Industry, OECD.
17. Porter, A. L., & Chubin, D. E. (1985). An indicator of cross-disciplinary research. *Scientometrics*, 8, 161-176.
18. Rust, C. (2004). Design enquiry: Tacit knowledge and invention in science. *Design Issues*, 20(4), 76-85.
19. Tomov, D. T., & Mutafov, H. G. (1996). Comparative indicators of interdisciplinarity in modern science. *Scientometrics*, 37, 267-278
20. Simon, H. A. (1973). The structure of ill-structured problems. *Artificial Intelligence*, 4(1), 181-201.
21. Whelton, M., & Ballard, G. (2002). Wicked problems in project definition. In *Proceedings of the International Group for Lean Construction 10th Annual Conference*. Porto Alegre, Brazil: Lean Construction Institute.
22. Wikipedia (n.d.). *Transdisciplinarity*. Retrieved May. 5, 2013, from <http://en.wikipedia.org/wiki/Transdisciplinarity>