

# 想像力融入工程教育之研究：以工程材料學為例

## **A study of integrated imagination into engineering education:**

### **An example of engineering materials**

第一作者 鄧鈞文 Chun-Wen Teng

逢甲大學公共政策研究所暨教學資源中心

Feng Chia University, Graduate Institute of Public Policy & Center for Teaching and Learning Resources

[cwteng1@gmail.com](mailto:cwteng1@gmail.com)

第二作者 洪榮洲 Jung-Chou Hung

逢甲大學機械與電腦輔助工程學系

Feng Chia University, Department of Mechanical and Computer Aided Engineering

[hungjc@fcu.edu.tw](mailto:hungjc@fcu.edu.tw)

通訊作者 李靜儀 Ching-Yi Lee

逢甲大學教學資源中心

Feng Chia University, Center for Teaching and Learning Resources

[cyilee@fcu.edu.tw](mailto:cyilee@fcu.edu.tw)

第四作者 陳俊廷 Jyun-Ting Chen

逢甲大學機械與電腦輔助工程學系

Feng Chia University, Department of Mechanical and Computer Aided Engineering

[tim6996251@yahoo.com.tw](mailto:tim6996251@yahoo.com.tw)

## 摘要

本研究旨在利用工程材料學，建構想像力融入工程教育之課程規劃模式並驗證此課程模式之成效。本研究將45位大一學生分為9組，並以「智慧型服務科技」為主題，進行9週，每週共2小時的想像力引導課程。想像力融入工程材料學之教學流程，共分為五個階段，分別為「刺激」、「想像」、「實作」、「評量」及「反思」等。課程結束後，針對學生設計的創意成品進行評分，以及對修課學生進行訪談。其中在成品部份，邀請四位評審，針對創意特色、實用價值、造形呈現、與整體表現等四個向度進行成效檢核，期望透過該課程之架構與流程，分析學生學習結果，探究與解決未來想像力課程融入工程教育所遭遇到的問題，並針對評量實務以及未來研究方向提出建議，以供後續課程之參考。

**關鍵詞：**想像力、成品實作評量、工程教育、工程材料學

### Abstract

The aim of the research was to construct the curriculum planning model and explore the effectiveness in engineering materials. There were 45 freshman divided into nine groups, and arranged "smart services technology" for nine weeks and two hours per class. In this study, imagination integrated into engineering education in five stages, namely "stimulus", "imagination", "implement", "assessment" and "reflection" and so on. In the end of the class, there were four judge from different areas to assess the products for creative features, practical value, form presented, and the overall performance of the four dimensions, etc. The findings provided substantial implications for designing and implementing teaching and learning strategies in imagination integrated into engineering education.

*Keywords: imagination, product assessment, engineering education, engineering materials*

## 壹、研究背景與動機

彼得杜拉克曾說：「預測未來的最好方式，就是去創造它」。學習與教育，本質上就是創造未來，包括創造未來的人才、未來的發展與未來的命運。而想像力與創造力是未來工作者必要條件，我們的下一代將生活在以腦力為競爭要素，以知識為生產要素的知識經濟時代中，亟需培養對未來想像的能力和創新創造、勇於嘗試冒險、積極開拓的精神（李婉鈺，2012）。同時，Robinson（2006）也指出，當我們教育我們的學生，重要的是「我們需要教育他們為未來做好準備」，因此，未來教育的重點不再只是強調知識的授予，學校教育更應比以往強調培養「動手做」的核心能力。

愛因斯坦曾言：「想像力比知識重要」。想像力是個人經驗與知識的重組，豐富的想像力是創造的重要條件，需要多元刺激的情境、豐富的經驗、一般知識與特殊領域的知識(Cropley & Urban, 2000)。想像力的發展可透過任何天馬行空的想法，不需要特別觸發，重點在引導和激發的環境（戴旭璋、王裕德，2013）。從教育的觀點，未來想像的重點不在於「答案」，而在於「發現好的問題」（詹志禹、陳玉樺，2011）。

Abraham、Schubotz與von Cramon (2008)指出想像未來以刺激開始，想像不是憑空而來的，它牽涉到過往的經驗及記憶。Vygotsky（2004）在其研究中指出，想像力需仰賴個人生活體驗與過去經驗的累積與結合才能產生，因此，適度與適當的刺激，將是激發想像力的重要催化劑。

鄭玉卿（2012）提到，人類透過雙手實地操作，掌握經驗，並將獲得的具體經驗保存於頭

腦之中，形成有用的知識，學校教育應以雙手操作的社會性的手工活動，作為學習和發展社會習慣的媒介。而這也符合了美國總統歐巴馬所提出的「教育創新」十年計畫，他建議教師取法創客（maker）的精神，透過實際給予任務，引導學生透過隨手可得的材料，實地進行操作以獲得具體的生活經驗，進而形成實用知識，讓學生發揮「想得出來，就做得出來」的創客目的（賓靜孫，2014）。

面對全球化的競爭，為了培養學生面對未來可能面臨的問題與挑戰，未來想像的能力成為未來準備的基礎，因此世界各國開始積極推廣未來想像的教育。例如：香港理工大學「挑戰的21世紀的工程解決方案」之課程，參加本課程的學生將解決21世紀面臨的重大挑戰和所相關問題的案例。2009年，經濟合作暨發展組織（Organization of Economic Cooperation and Development，簡稱OECD）就曾經展開一個「國際未來方案」（The International Futures Program），進行許多未來趨勢的分析，提供各國政府決策者參考，他們所分析的未來趨勢包括：到2030年的硬體建設、生物經濟（bioeconomy）與家庭，以及能源危機、糧食危機、全球震盪、風險管理、空間經濟、國際移民、跨洲資訊連結建設等各種大趨勢。歐洲委員會（European Commission, 2009）也提出「2025 未來世界」（The World in 2025）的報告，在「趨勢」方面預測了：亞洲崛起、貧富差距擴大、洲際移民增加、平均健康水準增加但同時新的疾病威脅也增加、自然資源更稀少、地球更容易受傷害。

臺灣在教育部與國科會的規畫下，積極推動未來想像的教育，培育學生想像未來的能力，幫助學生為不可知的未來做準備。另外，教育部顧問室於100年至103年推動「未來想像與創意人才培育中程個案計畫」，旨在培育學生想像可能的未來、創造期望的未來，以及適應多變的未來之能力與動力（教育部，2011）。再者，行政院研究發展考核委員會的「願景2020」計畫主張：「臺灣不缺人才，但缺乏夢想、缺乏願景、缺乏立場」（研考會，2009）。然而，在第八次全國科技會議總結報告中提到透過未來想像教育，能豐富學子的思想資源，提升核心價值問題的思考能力，從而引導出社會整體之多元角度的科技與人文素養，以及整體性地思考未來與未來想像的能力（行政院，2009）。

透過各國想像力教育的推動，可知目前的教育政策重視培育未來想像的人才，而課程與教學是否能同時具備未來想像的元素、學習者能否培養想像未來、適應未來、創造未來等能力，都值得進一步深思。因此，本研究旨在透過工程材料學專業知識的教導，將想像力融入該課程，輔以學生實作等學習活動，讓學生投入解決個人身邊存在的問題，以及面對21世紀全球性重大議題的學習機會，使學生有能力迎接尚不存在、還無法清楚說明的工作挑戰。

## 貳、文獻探討

### 一、想像力之意涵與特徵

想像力在未來思考中具有舉足輕重的地位，因為未來世界的變化往往出乎意料，就連在各個專屬領域的成功人士，都很難對於未來做出精確的預測與想像（邱發忠、陳學志、林耀南，2013）。當我們在進行未來思考的想像時，可以天馬行空、超越一切現實的想像，未必要有實質性或有意義的產出，而想像的概念擴展範圍較不受限制（邱發忠、林耀南、陳學志，2009）。

想像力意旨某個我們所擁有的東西，而「某個我們所擁有的東西」也就是我們腦海中的內隱情境(O' Connor & Aardema, 2005)，此內隱情境能透過外顯情境的感知而產生，其能豐富腦中的內隱情境，亦能豐富想像力。想像力被認為是一股能夠幫助人類發展想法的強大力量，而想像力被視為人類的一種思想活動，它不受限於任何規則和思考模式（陳坤淼、沈思岑，2011）。另外，Vygotsky(2004)指出兩種不同的想像行為：第一，只有個體過去的經驗，並沒有創造力的內涵；第二，其源自於個體中能夠利用、連結記憶或經驗中元素的能力，也就是想像力。綜合上述，想像力是無遠弗屆的，不受限於任何形式，透過想像力的強大力量，能夠使我們發展出新的想法與思維。

邱發忠、陳學志、林耀南、涂莉萃（2012）的研究中，提出想像力具有以下特徵：1.心智的想像這作，如兩個物件進行結合成一個新的物品；2.並非過去記憶的再現或提取，而是產生超越現實的事物；3.若以創造的歷程來看，其為創造的早期發想；4.想像力擴展的概念、知識範疇較創造力為廣。

Reichling (1990)將想像區分為三個階層：奇幻想像（fantasy or magical Imagination）、再生想像（reproductive or literal imagination），以及隱喻式與自相矛盾的想像（metaphorical and paradoxical imagination）。李璞珉（1996）認為想像力是根據想像過程中的獨立性、新穎性和創造性的高低程度，將想像分為：「再造性想像」、「創造性想像」，與「幻想」（fantasy）等三種類型。另外，Trotman (2006)指出有六種促動想像的情境實務，其中包含：獨思(solitary)、自覺性運思(contemplative)、向外試探(correspondence)、外顯(contributory)、不和諧(dissonance)，集體互惠(collective-reciprocal or reciprocal collective)，從獨思擴展到集體互惠，都是相互關連與依存的。

## 二、想像力教學歷程

陳以亨、林思吟與李芸蘋（2013）參考Morosini(2010)與Hicks(2012)的研究，進一步提出未來想像教育課程的三階段與四種歷程，在教師實際課程操作上，將三階段定義為「想像(imagining)」、「醞釀(nurturing)」與「轉變(transforming)」，同時結合未來想像的四種歷程-刺激、想像、創造力與創新，並且不同歷程應搭配不一樣的教學內容才有效果。

陳文玲、陳郁馨、游惠婷、陳唯捷、蘇益賢等人（2013）邀請大專校院的老師與學生組成異質化團體，結合在地文化與日常生活中尋找小革命議題，透過創新課程、人才培育與創作實驗，將大學小革命的發展歷程定義為一個從狂想(Faked Future)→構思(Conceptualizing)→實做(Modeling)→評量(Assessment)，並在過程中不斷反思(Reflection)的歷程。詹志禹、陳玉樺（2011）提到透過發展校際共學社群，可以促進想像力經驗的分享與擴散。

吳可久、蘇于倫、曹筱玥(2013)有鑑於以往台灣的設計教育常忽略想像力開發的重要性，於是作者將產品、建築與室內設計等授課內容，採用Imaginative Education Research Group (IERG)的教學理念，並以大自然為議題進行想像力設計課程教學，包含舞蹈(肢體理解)、音樂(神話理解)、劇場(浪漫理解)、美學(哲學理解)、文學(諷刺理解)等單元，並讓學生學習跨領域之課程，藉此提升想像力之發展，達到培育T型人才之目標。

Parker(1989)在構思未來學課程與教學時，提出四個階段分別為：第一階段考慮未來、第二階段想像未來、第三階段選擇未來、第四階段建立未來。「考慮未來」階段，主要在引導學生理解過去與現在之關連，理解過去與現在之因果關係並培養其預期改變的能力；第二階段想像未來，則植基於第一階段的思考，透過其想像力，發展各種可能的未來；第三階段選擇未來，則是透過其批判思考、價值澄清與做決定的能力，選擇一個可欲的(desirable)未來；第四階段建立未來，則是激發學生的創造性想像力，用以建立一個美麗且璀璨的未來想像，並付諸實行。

### 三、創意成品評量方式

近年來大多學者多以創意產品觀點對創造力進行研究，原因是因為就目前的心理理論與研究而言，以過程取向的定義進行創造思考的歷程與內容難以清楚測量，再者思考過程究竟是否具有創造力，最終仍需依賴所產出的作品或其他結果而得知(邱皓政，2005)。劉世南與郭志光(2003)提出評量一個人創造力高低的直接依據，便是以產品作為創造力評量的途徑。Sternberg和Lubart(1999)亦不贊成傳統的創造力測驗，而強調以作品為中心(Product-based)的取向來評量創造力(林琳，2006)。Rodneyet 等人(2001)指出，在設計活動中，學生需要藉由詳細而一致的評估方法來解決設計方案。而教師的評量模式則能考驗學生設計活動之過程及結果。而常見的成品創造力評量方法為以下四種，分述如下(嚴貞、郭志誠，2003)：

(一)非結構式評量法：又可稱為直接評量法或主觀評量法，藉由評量者直接觀察成品，將成品表現和綜合主觀的標準做一標準，接著給予產品一個分數。非結構式評量通常由具有決定性的決策者做主觀的評定，如設計競賽的評分與教師評分。

(二)綜合比較法：將作品依某種規則做互相比較，最後依規則將產品之優劣順序排序，接著給予產品一個評定的等級或名次。

(三)討論會議法：由評量的相關人員組成評量會議，針對創意產品提出看法，並提出具爭議的議題討論，以作為評量的依據以及決策的參考。此種方法通常應用於學校期末的共同評圖、公司內部評量，以及競賽決選的評量方式。此方法能夠深入討論，針對個別的作品做質化的作品評量，以更進一步的分析、思考，但在執行上，無法適用於大規模的設計作品。

(四)結構式評量法：又可稱為檢核表法，對創意產品的相關準則所組合而成的一個要素參照表，並對各個設計要素給予相對程度的判斷，如重要性、好壞程度等，通常是給予量尺或配分，再對於各問題做綜合的判斷，此種方法有時也針對要素的分類作加權的判斷。其方法可將作品

視為獨立效標所構成的集合體，並能精確的描述作品的整體表現。

## 參、研究設計

為達研究目的，以下將分別敘述本次研究所採用的研究方法與選取的研究對象，接著描述該課程的教學流程，該課程輔以學生實作的學習活動，最後，再以創意成品評分量表，瞭解學生經過課程實施後，專業知識融入想像力的具備程度。

### 一、研究方法與對象

本研究選取本校修習工程材料學之逢甲大學精密系統設計學位學程的45位大一學生為對象，分為9組，以「智慧型服務科技」為主題，探討學生經過9週，每週共2小時的想像力引導課程後，並藉由想像力、創意思考與專業課程的激盪中，透過授課教師之專業引導，讓學生可根據現有的知識想像未來的生活服務設計與次世代科技發展之成品設計，從過程中提升學生之專業知識並融入想像力概念，使學生具備專業知識與想像力之素養。

### 二、教學流程

本研究透過想像力融入工程材料學之教學流程，觀察學生學習結果且進行分析，從中引導學生透過自我反思，進而提升學習的經驗，如圖1所示。

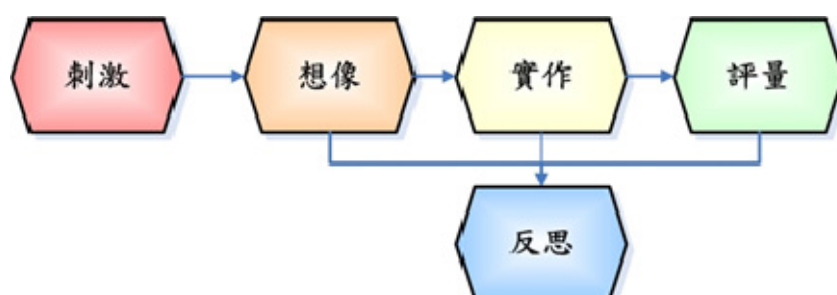


圖1 想像力課程教學步驟與流程

1. 刺激：授課教師於課堂中，導入工程材料學專業知識，並建構設計思考學習體系系列課程，導引學生發想與收斂，迅速構思用來解決問題的創新思維。
2. 想像：以「智慧型服務科技」為主題，讓學生在課程中發揮想像力，亦即利用想像力設計未來所需要的智慧科技，想像未來的智慧科技的圖像，並將學生分組，進行自由討論，再讓各組輪流上台發表各組的創意專題，讓同儕間互相提問，進而激盪其想像力。
3. 實作：先讓學生以黏土、樂高、或紙板等材料，進行創意專題模型之建模，從中融入專業知識，進而提升模型的完整性，在過程中可提升學生的團隊合作與問題解決等軟實力。
4. 評量：課程結束後，各組需提供實作模型、海報、說明資料與創意說明書，並於學習成果發表時，邀請專業教師與業界相關人士針對學生創意專題模型提供指導與相關建議，從中使參與學生提升對創意的相關知識，並提升自我之想像力啟發。而評審委員依據創意成品評分量表之向度，進行作品之評分。

5. 反思：教育的成敗在於學生是否具備思考能力，學生透過評審委員之建議，針對自己的作品進行自我評鑑，藉由反思提昇自我察覺和促進問題解決的能力。

### 三、研究工具

#### (一) 創意成品評分量表

雖然普遍知道創意產品的重要性，然而，產品評量的量化研究卻相當有限，至今創意成品的評量方式，大部分藉由直接測量之評定量表評量產品創造力 (Plucker & Renzulli, 1999)。Amabile從「產品」的角度來定義創造力，認為創造力的表現是由專家評量相關領域的作品，並發展出共識評量技術作為評量創造力的方式。共識評量法即為運用專家對於創造力主觀的定義評量產品創造力之技術，該領域的專家認定該創意產品具有創造力，此產品即符合創造力的要求。而共識評量的程序也應符合下列五點要項：

1. 所有評審皆對該領域具有經驗且熟悉該領域。
2. 評審需要獨立的評量產品，避免互相影響，並避免協調。
3. 除了創造力面向外，評審應評量技術、藝術呈現等其他面向。
4. 評審應用相對比較方式評量產品，而非運用特定絕對標準去評量。
5. 每位評審評量產品時，要用不同與隨機的順序評量，使用的評量面向也要用不同隨機的排列方式。

Hennessey 和 Amabile (1988) 認為評鑑同一件作品是否具有創造力時，應由兩人以上來評判，且產品的呈現次序要隨機。本研究邀請四位評審針對創意特色 (40%)、實用價值 (含設計商品化之可能性) (30%)、造形呈現 (20%)、與整體表現 (10%) 等四個向度進行創意成品評分，各構面分數越高者，表示學生對智慧型服務科技成品的創造力越高。信度部份，則由上述四位評分者各自評分，四位評分者分別為一位業界人士，另外兩位為工程材料學之專家學者，最後一位為工程教育之研究員，希冀透過不同領域之專家學者的看法，對智慧型服務科技成品進行評分，並透過不同觀點之角度，給予學生多元的意見，期望藉由與跨領域專家學者之交流，改善其成品，最後再以四位評分者所評之分數，進行肯德爾和諧係數，考驗評分者信度。

#### (二) 上課錄影

以完整、全面性的上課錄影作為資料蒐集的輔助工具。

#### (三) 訪談紀錄

本研究於課程結束後，選取「多用途杯座」與「太陽能玻璃」的製作團隊，以開放性的問題對修課學生進行訪談，以了解學生創作時的想想法。訪談大綱如下：

1. 您為什麼會產生智慧型服務科技成品的設計想法及引發這些構想的來源為何？
2. 每個構想所應用到的專業知識與技術為何？又該從何處學習？
3. 對於您的智慧型服務科技作品感到最滿意的地方為何？
4. 對於您的智慧型服務科技作品，還有哪些地方不滿意？你覺得該如何改進？

## 肆、研究結果

### 一、「想像力融入工程材料學」成品製作訪談結果分析

### (一) 專業知識與想像力之權衡

對產生想像力的想法而言，設計多用途杯座的學生表示「杯子可能在不小心的時候傾倒；特別是冷飲，會在杯子外面有水珠，造成有水漬在桌面上，這會使人感到不方便，需要衛生紙擦拭桌面上的水，才能方便下一位桌子使用者有乾淨的桌面，所以希望作出一個杯座，它不僅能夠防止打翻杯子，更能夠使在杯子外面的水不會流到桌面上，還能夠方便攜帶且環保的多用途杯座」。另外，設計太陽能玻璃的學生表示「構想是源自於現有的太陽能板，要是我們能把太陽能板和玻璃結合，就能解決沒有空間架設太陽能板的問題，且能廣泛使用於一般大眾。而且爲了因應節能減碳、天氣炎熱要開冷氣且夏天電費昂貴，希望透過這種設計能控制花費，所以天馬行空，慢慢找出是否可能實現的可能性。」

然而，將想像力的想法，實踐爲成品時，卻遭遇專業知識上的衝擊，設計多用途杯座的學生表示「原本想說用3D立體技術，但沒辦法，所以後來使用手作的方式」，另外設計太陽能玻璃的學生表示「材料的選用、配電、功率轉換、吸收效能、測試方法，但現在都只能初步規劃，因爲很多都還沒學到，除非有人幫忙，否則要實作的話不太容易」。

因此，綜合上述兩組學生的訪談結果可知，專業知識與想像力兩者之間，專業知識是想像力想法的枷鎖，抑或是輔助的角色，則有待更進一步的實證。

### (二) 生手與專家對智慧型服務科技產品之看法的差異性

設計多用途杯座的學生表示「用到的專業技能不夠多，代表這成品被替代性很高，可能我們想到的東西早就有人用；或是使用價值不高不會像他們那樣有科技性的使用性；或者是可能家家戶戶都需要之類的，變成說需要的部分就比較少，未來改良希望可以做得更小、方便攜帶、更多功能性。」，另外，設計太陽能玻璃的學生表示「因爲學得不夠多，所以其實很多東西都是只能受限在這個框架裡面，因爲很多東西我們都還沒學過，只能從現有的東西去拼湊出來，但是拼湊那個東西對於業界來講，是只是像小孩子在玩東西，不符合大眾使用及他們的期待」。

## 二、「想像力融入工程材料學」成品製作分析

本研究將各組設計的智慧型服務科技成品，針對創意特色、實用價值（含設計商品化之可能性）、造形呈現、與整體表現等四個向度進行創意成品評分，研究結果顯示，創意特色與整體表現達顯著水準，其值分別爲.527與.536 ( $p<.05$ )，表示評審對於成品的創意特色與整體表現較有一致性的看法，然而，學生在設計成品時，因爲較缺乏專業知識，以致於成品設計僅停留在水平思考轉換階段，Benner（1984）以經驗學習理論提出「從生手到專家」五階段生涯發展途徑，包括生手（Novice）、進階學習（Advanced Beginner）、勝任（Competent）、精通（Proficient）與專家（Expert），而這也是「實用價值」與「造型呈現」評分結果不一致的原因，研究結果如表1所示。



表1 智慧型服務科技創意成品評量分析表

評分向度	Kendall
創意特色	.527*
實用價值	.425
造形呈現	.402
整體表現	.536*

\* $p < .05$

## 伍、結論

教育部（2009）在「未來想像與創意人才培育」中程計畫中，提出「未來想像」結合了想像力、創造力以及未來思考能力，最終並期望能夠產生有創意的想像力作品，並創造出有價值的未來。Jang（2009）研究發現把科技結合在實際經驗活動之設計中，這種教學方法能引導學生的創造力，在學生的思想裡培養客觀的科學概念（戴旭璋、王裕德，2013）。因此，綜合上述資料分析結果，提出以下結論，以供後續課程之參考。

### 一、透過專題式導向學習可將想像力融入工程材料學，埋下想像力的種子

創作一個成品的思考程序會決定成品的好壞，Cynthia等人（1999）指出，創作成品為一個複雜的決策過程，包括確認問題、蒐集資訊、資訊研判、創作與決策。本研究將想像力融入工程材料學之教學流程，分為「刺激」、「想像」、「實作」、「評量」及「反思」等五個階段，而這也正符合Vygotsky所提出的「鷹架理論」，該理論強調教育學生如同建築房屋，得了解學生原有之背景知識以及特性，適時給予外在協助，讓學生可以不斷地透過與外在環境協商、互動與反思，逐漸培養出學生解決問題的能力。換言之，本研究此教學歷程中，便讓學生自由討論，並藉由同儕間的相互提問，共同激盪學生的想像力，讓學生課堂中，由教師或同儕經驗的扶持之下，有效激發潛能，達到學習目標。因此，本研究亦建議，未來在進行相關教學設計時，可採用鷹架理論的概念，讓同儕間相互教學、提出疑問、反思等方式，讓學習更加穩固。

### 二、專業知識與想像力在想像力融入工程教育課程中的競爭與合作

本研究以逢甲大學精密系統設計學位學程的學生為對象，該學程旨在培養具備精密系統設計之整合性人才，課程設計強化學生之競爭力與就業力，畢業後並能確實與產業接軌，進而促進台灣精密機械產業之升級及永續發展。劉曼君（2010）提到，在成果導向教育的架構下，工程科系的學生除專業知識外，也同時應具備工程設計的知識與能力。

然而。本研究卻發現，評審對於各組設計的智慧型服務科技成品之實用價值（含設計商品化之可能性）與造形呈現的看法較不一致，設計理念與成品有落差，肇因於專業知識或加工技

術的不足，導致這樣的結果，可能是學生剛接觸該課程，且成品設計需全面考量未來商品化的可能性，另外，由訪談中，可發現學生尚未學習其他相關知識，導致設計的成品僅能受限於原有的框架。陳慧霞、游萬來（2007）提到，在設計領域中，設計師會以相關的設計知識及經驗，解決面臨的設計問題；然而必須具備多少專業知識，要有什麼樣的知識結構，才能成爲一個可解決某一特定設計問題的專家等議題，值得後續研究者進行探討。再者，針對成品的評分量表，後續建議可採用想像力的Rubric評分工具，能協助教師更細緻地促進學生達成其預期的學習目標，協助學生具體瞭解其學習目標及學習成效（Adler-Kassner, Rutz, & Harrington, 2010）。

## 陸、參考文獻

- 行政院（2009）。**第八次全國科學技術會議總結報告**。取自：<http://www.nsc.gov.tw/pla/tc/8th/formal.asp>。
- 吳可久、蘇于倫、曹筱玥（2013）。由激發想像力思維探索設計課程教學方式。**建築學報**，**83**，19-35。
- 李璞珉（1996）。**心理學與藝術**。北京：首都師範大學。
- 邱發忠、林耀南、陳學志（2009）。**創造想像力機制暨師資課程設計及效果評估研究**。行政院國家科學委員會專題研究成果報告（編號：NSC 98-2511-S-606 -001 -MY2），未出版。
- 邱發忠、陳學志、林耀南、涂莉萃（2012）。想像力構念之初探。**教育心理學報**，**44(2)**，389-410。
- 研考會（2009）。「**願景2020**」計畫。2013年9月12日，取自：<http://www.rdec.gov.tw/mp100.htm>
- 教育部（2009）。**未來想像與創意人才培育中程計畫書**。台北：教育部顧問室。
- 教育部（2011）。**未來想像與創意人才培育中程個案計畫**。2013年9月12日，取自：<http://future.nccu.edu.tw/main.php>
- 陳以亨、林思吟、李芸蘋（2013）。未來想像與未來教育。**創意學刊**，**3(1)**，5-18。
- 陳佩英（2008）。一起學習、一起領導：專業學習社群的建構與實踐。**中華教育**，**60(3)**，68-88。
- 陳坤淼、沈思岑（2011）。設計想像力之探討-以個案創意設計分析爲例。**文化創意產業研究學報**，**1(1)**，1-12。
- 陳慧霞、游萬來（2007）。紙筆與電腦工具對設計專家與設計生手草圖行爲的評估與分析。**藝術教育研究**，**14**，61-95。
- 詹志禹、陳玉樺（2011）。發揮想像力共創臺灣未來—教育系統能扮演的角色。**教育資料與研究雙月刊**，**100**，頁23-52。
- 賓靜孫（2014）。未來人才關鍵字：創客。**天下雜誌**，154-159。
- 劉曼君（2010）。工程科技領域畢業生專業核心能力。評鑑雙月刊，27。
- 鄭玉卿（2012）。杜威芝加哥實驗學校道德實踐課程之探析。**教育實踐與研究**，**25（1）**，1-28。
- 戴旭璋、王裕德（2013）。「未來社會」創意專題競賽對高中職學生未來想像力影響之研究。**創造學刊**，**4（1）**，51-71。
- Adler-Kassner, L., Rutz, C., & Harrington, S.(2010). A guide for how faculty can get started using the VALUE rubrics. In T. L. Rhodes (Ed.), *Assessing outcomes and improving achievement tips and tools for using rubrics*(p.19). Washington, DC: Association of American Colleges and Universities.
- Beaney, M. (2005). *Imagination and creativity*. Milton Keynes. UK: Open University.
- Craft, A. (2002). *Creativity and Early Years Education: A Lifewide Foundation*. New York: Continuum.
- Cropley, A. J. & Urban, K. K. (2000). Programs and strategies for nurturing creativity. Em K. A. Heller, F. J. Monks, R. J. Sternberg & R. F. Subotnik (Orgs.), *International handbook of giftedness and talent* (pp. 485-498). Kidlington, Oxford: Elsevier Science.

- Hicks, D. (2001). *Citizenship for the Future: A Practical Classroom Guide*. Godalming: World Wide Fund for Nature UK.
- Morosini, P. (2010). *Seven Keys to Imagination : Creating the future by imagining the unthinkable and delivering it*. London: Marshall Cavendish.
- O'Connor, K.P., & Aardema, F.(2005). The imagination: Cognitive, Pre-cognitive, and Meta-cognitive Aspects. *Consciousness and Cognition*, 14(2), 234-256.
- O'Connor, K.P., & Aardema, F.(2005). The imagination: Cognitive, Pre-cognitive, and Meta-cognitive Aspects. *Consciousness and Cognition*, 14(2), 234-256.
- Parker, J. P. (1989). *Instruction strategies for teaching and gifted*. Boston: Allyn & Bacon
- Parker, J. P. (1989). *Instruction strategies for teaching and gifted*. Boston: Allyn & Bacon
- Roberts, M. S., & Pruitt, Z. E. (2003). *School as professional learning communities: Collaborative & activities and strategies for professional development*. Thousand Oaks, California: Corwin Press. Inc. Sergiovanni, T. J. (5<sup>th</sup> ed.). Boston: Allyn & Bacon.
- Singer, J. L. (1999). Imagination. In M. A. Runco & R. S. Albert (Eds.), *Encyclopedia of Creativity* (pp. 12). San Diego, CA: Academic Press.
- Strauss, A., & Corbin, J. (1998). *Basics of qualitative research: Techniques and procedures for developing grounded theory*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Trotman, D. (2006). Evaluating the imaginative: Situated practice and the conditions for professional judgment in imaginative education. *International Journal of Education & the Arts*, 7(3), 1-19.
- Trotman, D. (2006). Evaluating the imaginative: Situated practice and the conditions for professional judgment in imaginative education. *International Journal of Education & the Arts*, 7(3), 1-19.
- Vygotsky, L. S. (2004). Imagination and creativity in childhood. *Journal of Russian and East European Psychology*, 42, 7-97.