

教育科學研究期刊 第六十五卷第一期  
2020 年，65 (1)，221-246  
doi:10.6209/JORIES.202003\_65(1).0009



# 設計自我效能、設計興趣和 STEM 學習表現之相關分析：以時尚設計為例

范靜媛

臺南應用科技大學  
時尚設計系

葉建宏

國立臺灣師範大學  
工業教育學系暨學習科學跨國頂尖研究中心

## 摘要

近年來，科學、科技、工程與數學（STEM）教育在世界各地擴展，其學習重點主要分為四個方面，不同教育領域透過不同活動與課程設計推動 STEM 科際整合教育，然而，鮮少看到 STEM 教育理念被時尚設計領域採用。本研究基於興趣動機理論，考察了設計自我效能感，設計興趣和學習效果之間的相關性。本研究參與者來自臺灣南部地區某科技大學時尚設計系的 197 位大學生。在四週共計 8 小時內（即 2 小時／週），透過教學的引導，參與者自主學習有關時尚設計領域的 STEM 知識，並將 STEM 概念應用至袋包設計實務中；研究者採用 VirtualPLS 統計軟體驗證研究模型。研究結果顯示，設計自我效能感知較高的參與者具有較高的設計興趣（喜歡、享受和投入），且設計興趣感受較高的學生在學習 STEM 方面呈現更好的表現。此外，設計自我效能感對 STEM 學習表現呈現間接正向影響，亦即參與者的設計自我效能感愈高，將學習到愈高水平的 STEM 知識。

關鍵詞：STEM、時尚設計、設計自我效能、設計興趣

## 壹、前言

科學、技術、工程與數學 (Science, Technology, Engineering and Mathematics, STEM) 之科際整合教育是一項讓學生與學習鏈結更加密切的一種教育模式，因此，STEM 教育被視為對學生未來之成就至關重要 (Stohlmann, Moore, & Roehrig, 2012)。STEM 教育並不限於科學與工程領域，對於設計實務應用的教育亦有極大鏈結關係。設計產品是一項解決多方面複雜問題的活動，涉及各種認知能力 (如創造力) (Zeisel, 2006)，而複雜的問題需要複雜之問題解決技巧與創新能力，一個整合科學訓練與創造力發展的課程有助於促進大學生的創新認知能力 (Madden et al., 2013)；且 STEM 教育有助於提升學生之高階思維技能與技術素養，使其成為更佳的問題解決、創新與發明者 (Morrison, 2006; Stohlmann et al., 2012)。

近年來，結合課程和實務設計教授 STEM 相關主題之教學工具已蔚為主流 (Workosky & Willard, 2015)，Bybee (2010) 指出 STEM 教育意味著技術在學校課程中的重視程度愈來愈高。STEM 課程如火如荼地發展中，許多教育者發現 STEM 仍缺少協助創新的重要部分，而此部分可透過人文藝術 (Art) 來補足 (McAuliffe, 2016)，同時研究指出將藝術融入 STEM 領域中，將有助於培養個體的創造性思維 (Kim & Park, 2012)，而藝術與設計已被證明在催化 STEM 中發揮了重要作用，幫助培養學習者的創造力與創新思考 (Radziwill, Benton, & Moellers, 2015)，因此，藝術整合的倡導者將 STEM 及藝術設計的學習聯繫在一起 (Liao, 2016)。另外，Bell (2016) 認為設計與科技 (Design and Technology, D&T) 的專業中亦包含各類產品設計，如紡織品、時尚產品、視覺平面等。此外，教育工作者也開始於 STEM 教育中融入藝術或創意歷程，在藝術設計教育中，學習 STEM 能突破藝術框架，並提高學生的參與程度，同時消弭不同專業學科之間明確界限 (Bequette & Bequette, 2012)。Hu 與 Tian (2012) 認為，時尚設計乃工藝與工程之結合，由此可見，時尚設計領域與 STEM 具有高度關聯。設計教育是透過美學和實用性，研究吾人日常生活中的物品 (Zande, 2010)；兩者都對設計過程和創造性過程產生一定的影響，進而發展出獨特之想法和預期的結果。設計師代表一個通過媒介的想法、概念或對象等，在設計過程中使用各種步驟解決問題，進而憑藉各種技術能力得到所需結果，發展成為各種產品。然而，美學與工程的成功結合是一個長期存在的問題 (Montalto, Graziosi, Bordegoni, & Di Landro, 2018)，因此，時尚設計領域中已注意到培養具備藝術與工程應用知識的複合知識時尚設計人才的重要性 (Hu & Tian, 2012)。但目前多數的 STEM 教育仍側重於理工領域，時尚設計領域與 STEM 教育的結合鮮少被提及，有鑑於此，本研究以此作為實驗研究之主題。

學習是一種情感與認知體驗 (Frijda, 1986)。在傳統的動機理論中，興趣等有關情感動機的構面被認為是認知與社會認知動機之成果，且是受到自我效能所影響後的結果 (Hidi &

Renninger, 2006)。興趣的學習動機提供了最佳的學習成果 (Krapp & Ryan, 2002)，許多研究指出，動機有效預測學習者的學業成就 (Zimmerman & Schunk, 2008)，因學習者的動機被認為是學習歷程中的重要影響因素，研究證實其影響學習者之學習表現 (Kusurkar, Ten Cate, van Asperen, & Croiset, 2011; Ten Cate, Snell, Mann, & Vermunt, 2004)。

綜上所述，STEM 的科際整合概念應用於時尚設計應可帶來極大助益，然而，在目前的時尚設計教育中，對於相關的討論仍付之闕如，且對於影響 STEM 結合於時尚設計課程中的情意表現因素亦未獲得探討。基此，本研究目的旨在應用準實驗設計法，借鑑社會認知視角，探討設計自我效能、設計興趣和 STEM 表現之間的關係為何，進而提出一個研究模型，並探析學生於時尚設計教學實驗後 STEM 表現的進步情形。

## 貳、文獻探討

### 一、STEM 與時尚設計

STEM 教育起源於 1990 年代的美國國家科學基金會 (National Science Foundation) (Bybee, 2010)，發展 STEM 相關課程為近年來美國教育界高度矚目之議題，同時也廣泛受到先進國家之重視 (范斯淳、游光昭, 2016)，STEM 教育中的技術與工程直接涉及問題解決、創新與設計等面向 (Hernandez et al., 2014)，故 STEM 教育亦被公認為是全球頂尖的教育重點 (Sergis et al., 2017)，且在多種因素影響下，STEM 教育在國家、地區、地方及個人等諸多層面都非常重要 (National Mathematics Advisory Panel, 2008; Saxton et al., 2014)。

時尚是一種複雜、多維度的知識，它採用各種相互依存的表達方式，每種方式皆由特定的語境與權力關係所塑造，雖然時尚充滿不確定性，但時尚對於世界時尚產業而言仍至關重要，因為它有助於形成消費者偏好 (Weller, 2007)，而時尚設計包括三個形狀部分：輪廓、細節與剪裁 (Kim & Cho, 2000)，亦包含客觀要素必須與主觀要素相結合，以便為設計提供一系列可以大量生產的產品 (Montagna, 2015)。因此，時尚設計與工程一樣，必須全心關注找到問題的答案，並使用設計過程尋求各種解決方案，例如，類似的設計流程和處置會產生不同的審美觀，以及跨領域的設計創作等 (Zande, 2011)。時尚設計是一門需要複雜藝術與工程設計的專業領域，以時尚袋包為例，其製程繁複，在設計歷程中須考量袋包素材、袋包結構、人體工學、加工技術、外型美感、功能性等。因此，在這個領域中，設計著重於用途、款式、材質、功能及美學概念 (葉建宏、范靜媛、洪國哲, 2016)，而這些皆和 STEM 緊密扣合。在專題設計中，學習者應探索新知或反思其先備知識，積極運用它來解決問題，進而構建內化知識 (Han, Capraro, & Capraro, 2016)。因而，本研究探討時尚設計專題中 STEM 的內涵，並將其規劃成一個學習課程活動，以及探討學習者的學習表現。

## 二、設計自我效能

Bandura (1977) 首次提出自我效能 (self-efficacy) 之概念，其意指個體對於自身是否能完成所制定目標之認知判斷與個體信念 (Bandura, 2006)；自我效能為成功執行某一任務能力之信念 (Ersanli, 2015)。Carberry、Lee 與 Ohland (2010) 的研究亦提及自我效能影響個人之學習方式，且自我效能感在每個任務中都占有重要且獨立的位置 (Fryer, Ainley, & Thompson, 2016)。此外，自我效能已被普遍使用於各種不同背景的研究中 (Dietz, Carrozza, & Ritchey, 2003)，通常被理解為特定任務或領域 (Luszczynska, Scholz, & Schwarzer, 2005)，但在時尚設計的學習中，自我效能的討論仍較為匱乏。設計任務是工程學習體驗的一部分 (Carberry et al., 2010)，因此，本研究以自我效能來衡量學生對於完成時尚設計任務的信念。

## 三、學習興趣

興趣 (interest) 已成為教育心理學文獻中的核心議題 (Flowerday & Shell, 2015; Rotgans & Schmidt, 2017)，並被證實與動機有關 (Tsai, Lin, Hong, & Tai, 2018)，且有許多人覺得興趣和學習之間存在高度緊密的關係 (Rotgans & Schmidt, 2014)，興趣可以在外部和內部引起；廣義而言，研究人員將這兩種類型分為情境興趣 (situational interest) 及個人興趣 (individual interest) (Fryer & Ainley, 2019; Hidi, 1990, 2000)。Hidi 與 Baird (1986) 認為，興趣不僅僅是「喚醒」(引發)，且必須被視為是一項歷程。此外，愈來愈多研究經由社會認知理論 (social cognitive theory) 解釋興趣與學習表現 (Grigg, Perera, McIlveen, & Svetleff, 2018)，同時社會認知變量的研究長期以來一直關注數學與科學等 STEM 課程中的興趣、選擇及表現的預測 (Lent et al., 2018)。

興趣是一個人與特定內容之間相互作用的結果 (Schiefele, 2001)，是一個複雜且涉及情感體驗的組合，如享受 (Ainley & Hidi, 2014)；而個人對某一領域的興趣可以預測持續性，努力以及學習過程中反映出來的學習能力和實際成就 (Renninger & Hidi, 2002; Schiefele, 2009)。情境興趣是指由環境刺激所引發的心理傾向，情境興趣可引起學生參與學習過程的直接效果 (Zhu et al., 2009)，且可激發與保持內在動機，同時激發探索與學習，並保證個體參與環境 (Izard & Ackerman, 2000)。因而，本研究以情境興趣探討參與者在進行 STEM 融入袋包設計課程的興趣感受。

## 四、學習表現

學習者在特定學習主題上的知識成長，可成為學習的預測指標 (Carpenter et al., 2016)，而學習被認為是學習者經由教育歷程中所獲得的知識，學習表現 (academic achievement / learning performance / learning achievement) 則為學習者在課程中的知識、技能與在工作中應用的有效性 (Pham & Huynh, 2018)，是學習者如何處理、應對或完成教師給予的不同學習任務

(Masrek & Zainol, 2015)；而學習效果的衡量標準之一，即為學習者的學習表現 (Lu, Yu, & Liu, 2003)，是一個主要的因變量，可透過量化學術成就來衡量，包含 GPA 等級與考試成績、知識及技能獲取，以及自我報告的學術能力或難度來衡量，但不僅限於此 (Kates, Wu, & Coryn, 2018)。因此，本研究以學習表現來探討參與者在 STEM 融入袋包設計課程中的學習成效。

## 參、研究假設

### 一、設計自我效能對設計興趣之影響

自我效能是社會認知理論中的關鍵構面，尤值得關注在學習和技能發展方面 (Middleton, Hall, & Raeside, 2019; Young, Plotnikoff, Collins, Callister, & Morgan, 2014)。個體若自認具備良好的能力，則會使其表現愈佳 (Antoncic, Antoncic, & Aaltonen, 2016)，自我效能可以影響個人的學習興趣感知，但在評估學生於工程領域方面的學習時往往會被忽視 (Carberry et al., 2010)。為了充分瞭解參與者不同程度的興趣感知，過去研究表明，如「喜歡」與「享受」之類的感覺可能會影響一個人的興趣，且一個高度的心理狀態伴隨著在一段時間內與內容的「投入」(Roeser & Peck, 2009)，而 Hong、Hwang、Liu、Ho 與 Chen (2014) 進一步指出，興趣是個體喜歡或參與具體活動的程度，且參與活動時興趣可細分為喜歡、享受與投入三個層次的情意感受。相關研究指出，興趣受自我效能感的影響 (Lent, Brown, & Hackett, 1994)，亦與自我效能呈現互惠關係 (Fryer & Ainley, 2019)；洪榮昭與詹瓊華 (2018) 的研究顯示，自我效能和興趣呈現顯著正相關，根據上述文獻，本研究提出設計自我效能與設計興趣之研究假設如下：

H1：設計自我效能對喜歡興趣具有顯著正向影響。

H2：設計自我效能對享受興趣具有顯著正向影響。

H3：設計自我效能對投入興趣具有顯著正向影響。

### 二、設計興趣對 STEM 學習表現之影響

興趣對於達到成功的學習至關重要 (Lazarides, Gaspard, & Dicke, 2018)。相關研究證實，情境興趣直接或間接地影響學習 (Flowerday & Shell, 2015)，且興趣和學習有著正向的關係，興趣水平可提升學習能力 (Conard & Marsh, 2014)，同時興趣可能在指導學生選擇追求某些目標或幫助學生追求這些目標等面向發揮重要作用 (Hui & Bao, 2013)。Rotgans 與 Schmidt (2014) 強調，若學習者對學習感興趣時，學習系統與課程教材將更容易幫助學習者。興趣是影響成就的因素之一 (Schnell & Loerwald, 2019)，對知識追求的興趣亦有助於學生在學習中的學業成就 (Zhang et al., 2016)。興趣是針對某一特定內容具有學習功能 (Fryer & Ainley,

2017)，而興趣對於知識獲取具有正向的幫助，因此興趣愈高者，其學習成效愈佳（Hong et al., 2016）。據此，本研究提出設計興趣和 STEM 學習表現的研究假設如下：

H4：喜歡興趣對 STEM 學習表現具有顯著正向影響。

H5：享受興趣對 STEM 學習表現具有顯著正向影響。

H6：投入興趣對 STEM 學習表現具有顯著正向影響。

### 三、設計自我效能對 STEM 學習表現之影響

自我效能感對於成功學習之重要性已有詳細紀錄（Richardson, Abraham, & Bond, 2012），自我效能感有助於學習者經常保持概念上的改變，且正向地影響所有年齡層在學習時的注意力、學習目標設定與學習策略（Renninger & Pozos-Brewer, 2015）。自我效能是理解學習與成就的重要概念（Hatlevik, Throndsen, Loi, & Gudmundsdottir, 2018），自我效能的作用在研究學生的動機與學習成果方面，引起了相當大的關注（Hatlevik et al., 2018），Galyon、Blondin、Yaw、Nalls 與 Williams（2012）指出，大學生的自我效能感與學習成就之間存在關聯，學生的學習經歷對於自我效能感的發展至關重要，這可能會影響其成就（Hatlevik et al., 2018）。研究指出，自我效能可預測大學生的學業成績（Feldman & Kubota, 2015; Jung, Zhou, & Lee, 2017），在不同學科領域的研究中亦有諸多驗證結果。又如數學自我效能積極預測數學成就的變化（Grigg et al., 2018），計算機自我效能與學習成績呈現正相關（Chen, 2017）。而有關設計自我效能與 STEM 學習表現，本研究提出的研究假設如下：

H7：設計自我效能對 STEM 學習表現具有顯著的間接正向影響。

### 四、研究模型

社會認知理論（Bandura, 1991, 2001）確立對於學習歷程的重要因素，為相關研究提供了一個模型框架。其中自我效能作為社會認知理論的一個核心要素，可以被概念化為個體對其成功，採取實現期望目標的行動能力之感知評估（Bandura, 1977），且自我效能已成為學習的高效能預測指標（Zimmerman, 2000）。此外，對學科興趣等動機概念是教育過程的重要結果（Krapp & Prenzel, 2011），對於積極學習的正向成果，動機的質量具有決定性因素（Ryan & Deci, 2000），且情境興趣直接或間接影響學習（Flowerday & Shell, 2015）。綜上所述，本研究根據社會認知理論與動機理論，彙整自我效能、興趣、學習表現之相關文獻，將設計自我效能作為外在變項，以三種類型的設計興趣（喜歡興趣、享受興趣、投入興趣）及 STEM 學習表現，提出七項研究假設，建構研究假設模型（如圖 1）。

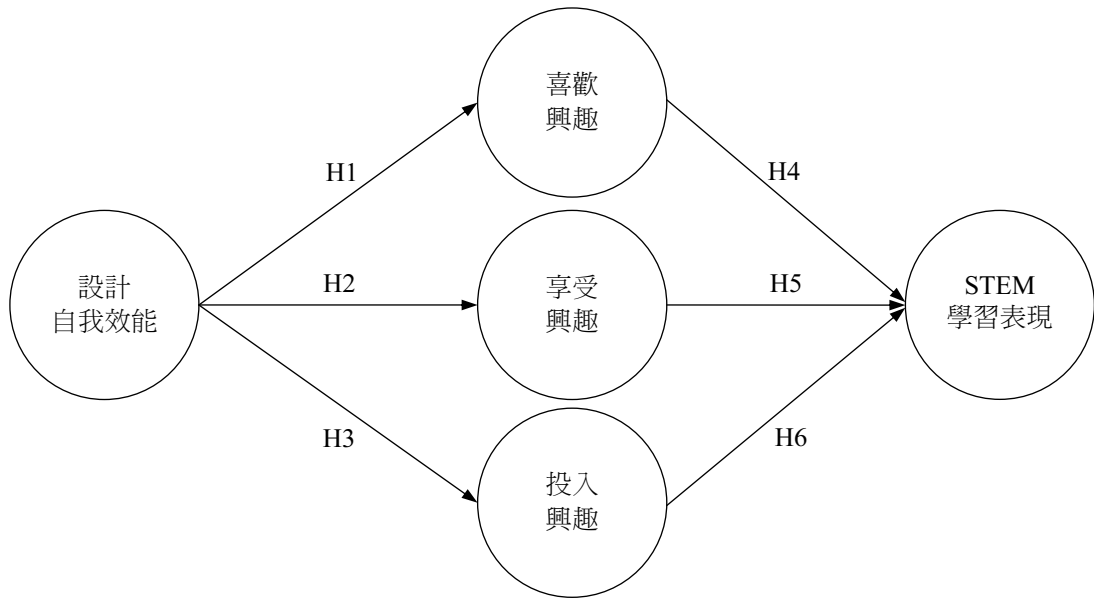


圖1. 研究模型

## 肆、研究設計

### 一、實驗內容

Vogt (2007) 證實立意抽樣是驗證性研究中最常見之抽樣方式。因此，本研究採立意抽樣方法，從時尚設計系中修習袋包設計課程的一年級與二年級大學生進行目標取樣。學科整合涉及各個領域的不同內容和方法，以教授課程概念與解決複雜問題 (Quigley & Herro, 2016)，而 STEM 教育的整合方法強調至少兩個 STEM 科目一起用於構建應用 (Liao, 2016)。本研究在為期四週的教學實驗研究，將 STEM 的核心概念傳遞給時尚設計系學生。

第一週，進行 STEM 知識測驗的前測，並教導 STEM 的概念，如袋包材料的應用與特性屬於科學，袋包加工技法與工具應用屬於科技，袋包結構補強與背帶尺寸的最佳比例屬於工程，袋包各部位尺寸的測量與單位轉換為數學，最後，如何將 STEM 與時尚設計的專業領域知識鏈結，如袋包的材料特性、加工技術（工具應用）、結構設計、尺寸丈量，以及印花設計遭遇相互制約時應如何反應。

第二週與第三週，大學生於課程期間透過網路資源進行 STEM 知識的自主學習，理解 STEM 知識如何應用於袋包設計，若仍無法將 STEM 知識整合於袋包設計，指導者則透過電子郵件為其解釋說明。第四週，完成袋包設計稿（如圖 2）。最後，進行問卷調查與 STEM 知識測驗之後測。

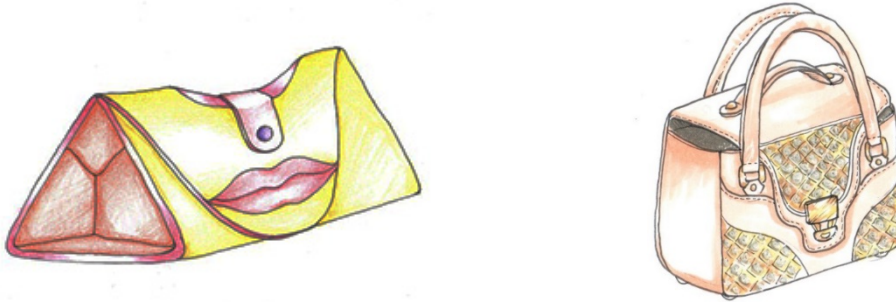


圖2. 袋包設計成果

## 二、參與者

本研究參與者為臺灣南部地區某科技大學的時尚設計系有修習袋包設計課程之學生，課程參與人數為 221 人，剔除無效問卷數 24 份，有效問卷為 197 份，有效樣本回收率為 89.1%。本研究參與者的平均年齡為 20.13 歲（標準差為 1.05），男性 18 人，女性 179 人。

## 三、測驗量表

本研究的調查問卷是根據過去的理論與研究進行構面的題項設計，並以 Likert 5 點量表（1~5 表示非常不同意到非常同意）進行評量設計，說明如下：

### （一）設計自我效能

關於自我效能是指成功執行特定任務能力之信念（Ersanlı, 2015），可以用來理解學生對自己執行特定任務或活動能力的信心和信念（Bandura, 1986）。因此，本研究的設計自我效能構面修改了 Hong 等（2016）的智慧手機自我效能量表，共計九個題項。而本研究所稱的設計自我效能（design self-efficacy）係指個體自身設計專業能力與專業表現的認知。

### （二）設計興趣

關於情境興趣是由環境刺激所引發的心理傾向（Zhu et al., 2009），且情境興趣具有觸發階段與維持階段之特性（Rotgans & Schmidt, 2011），而產生情境興趣之因素包括實作活動等（Palmer, Dixon, & Archer, 2016）。因此，本研究的設計興趣構面修改了 Hong 等（2014）的線上學習興趣量表，以衡量喜歡、享受與投入相關之興趣狀態。在本研究中，設計興趣為個體喜歡、享受與投入於 STEM 應用在時尚設計的課程活動之興趣感知程度。

### （三）STEM 知識測驗

本研究分別針對時尚設計領域中科學、科技、工程、數學四大領域知識，進行測驗設計，每一專業領域擬訂五個題項，共計 20 題。本項測驗業已經由時尚設計領域及 STEM 教育領域

專長之學者進行專家效度審查。

## 四、統計分析

結構方程模型 (Structural Equation Modeling, SEM) 為驗證潛在變量因果關係模型的主要分析工具 (Hair, Sarstedt, Hopkins, & Kuppelwieser, 2014), 被廣泛應用在心理學、社會學、教育等社會科學領域 (Teo, Tsai, & Yang, 2013), 而在眾多結構方程模型分析工具中, 偏最小平方法結構方程模型 (Partial Least Squares (PLS) path modeling) 被認為是一種良好的驗證分析方法, 因為它特別適用於驗證新的理論 (Streukens & Leroi-Werelds, 2016)。基此, 本研究應用 IBM SPSS 23.0 for Windows 統計分析軟體進行相關性分析, 以及信度與效度分析, 並以 PLS 進行結構方程模型之探析。

Hair、Sarstedt 等 (2014) 指出 PLS 模型的最小樣本量應等於測量構面最大數量的 10 倍, 而 Lei 與 Lomax (2005) 則建議使用 100 份或更多的樣本數進行精確的參數估計。而本研究的有效問卷數為 197 份, 明顯高於上述學者所建議的最低參與人數。

## 伍、研究工具

### 一、項目分析

一階驗證性分析依照 Hair、Black、Babin 與 Anderson (2014) 所提出因素負荷量 (Factor Loading, FL) 應大於 .50 之標準進行內部效度檢驗, 其中設計自我效能構面由 9 題刪為 4 題。檢驗內部效度後刪題, 將各構面之題項進行外部效度檢驗。評量題項的外部效度用於判別研究的可解釋範圍 (Cor, 2016), 若  $t$  值 (臨界比) 大於 3 ( $p < .001$ ), 則視為判別力達顯著標準。而表 1 顯示  $t$  值高於 60.70 ( $p < .001$ ), 顯示本研究的所有題項皆具有區別性, 亦即所有題項都能夠使用於不同樣本之反應情形 (Green & Salkind, 2004)。

### 二、構面信度與效度分析

在信度方面, 本研究係以 Cronbach's  $\alpha$  值及組合信度 (Composite Reliability, CR) 檢驗統計數據是否具備可信賴度, 依 Hancock 與 Mueller (2006) 所提建議, Cronbach's  $\alpha$  值應大於 .70 才代表研究之統計數據具有信度; 依據 Hair、Black 等 (2014) 建議, CR 值須達 .70 才代表此構面具有內部一致性信度。而本研究分析結果顯示, 各構面的 Cronbach's  $\alpha$  值介於 .74 ~ .83, CR 值介於 .75 ~ .91 (如表 2)。

在效度方面, 收斂效度可透過平均萃取變異量 (Average Variance Extracted, AVE) 與 FL 來檢驗其效度, 依 Hair、Black 等 (2014) 建議, FL 值與 AVE 值皆應超過 .50 才代表此構面具有收斂效度。設計自我效能的 FL 介於 .73 ~ .85, 喜歡興趣的 FL 介於 .83 ~ .93, 享受興

趣的 FL 介於 .62~ .75，投入興趣的 FL 介於 .67~ .75（如表 1）；AVE 值介於 .51~ .77（如表 2）。區別效度分析（discriminant validity analysis）被認為是驗證潛在變量關係前的重要條件（Henseler, Ringle, & Sarstedt, 2015），而區別效度的檢驗標準為每一個構面之 AVE 平方根值，應大於縱向欄位各構面之相關係數值，才代表具有構面區別效度（Chin, 1998），分析結果顯示，本研究各構面皆具有區別效度（如表 3）。

表 1  
題項信度與效度分析

題項	<i>M</i>	<i>SD</i>	FL	<i>t</i> -value
<b>設計自我效能</b>				
1. 只要努力，我就有辦法解決設計創作中所遭遇的難題	3.76	0.72	.85	66.27
2. 假如在設計創作過程中遭遇新的難題，我仍然有辦法解決	3.67	0.68	.85	68.14
3. 設定創作主題時，我樂於比較不同的創作方法，選擇最適合的一種執行	3.62	0.69	.83	66.14
4. 當設計創作過程中遭遇重大失誤時，我仍不輕言放棄	3.81	0.72	.73	67.03
<b>喜歡興趣</b>				
1. 我很喜歡這次的設計創作	3.64	0.74	.93	61.83
2. 我很喜歡這次的設計創作的方式	3.53	0.68	.83	65.32
3. 我很希望老師再讓我進行此類型的設計創作	3.86	0.79	.87	61.83
<b>享受興趣</b>				
1. 在進行這次設計創作的過程，我覺得很興奮	3.71	0.71	.62	66.30
2. 在進行這次設計創作的過程，我覺得很快樂	4.09	0.73	.75	70.38
3. 在進行這次設計創作的過程，我覺得很好玩	3.92	0.77	.75	64.08
<b>投入興趣</b>				
1. 在進行這次設計創作的過程，我不擔心出錯，想繼續	3.90	0.74	.75	66.50
2. 在進行這次設計創作的過程，我很專注	3.60	0.75	.67	60.70
3. 在進行這次設計創作的過程，我完全投入到忘了時間	3.62	0.74	.72	61.43

表 2

信度分析與描述性統計

構面	題項	<i>M</i>	<i>SD</i>	Cronbach's $\alpha$	AVE	CR
整份問卷	13	3.75	0.50	.91	—	—
設計自我效能	4	3.72	0.57	.83	.67	.89
喜歡興趣	3	3.68	0.61	.76	.77	.91
享受興趣	3	3.91	0.60	.74	.51	.75
投入興趣	3	3.71	0.61	.74	.51	.76
STEM學習表現	—	3.50	1.68	—	—	—

表 3

構面區別效度分析

構面	設計自我效能	喜歡興趣	享受興趣	投入興趣	STEM學習表現
設計自我效能	(.82)				
喜歡興趣	.73	(.88)			
享受興趣	.62	.56	(.71)		
投入興趣	.55	.45	.67	(.71)	
STEM學習表現	.40	.24	.45	.52	(1)

## 陸、研究結果

### 一、STEM 學習表現分析

本研究比較 STEM 知識測驗之前測與後測，已確定在實驗過程大學生所習得的知識進步程度。統計結果顯示，197 位大學生的 STEM 知識平均進步 3.57 分 ( $SD = 1.69$ )， $t = 27.42$ ， $p < .001$ ，達顯著水準（如表 4）。

表 4

STEM 學習表現分析 ( $N = 197$ )

	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>
前測	13.91	2.38	27.42***
後測	17.48	1.69	

\*\*\* $p < .001$ .

## 二、路徑分析

研究驗證結果顯示，設計自我效能對喜歡興趣具有顯著正向影響 ( $\beta = .51, t = 7.05, p < .001$ )；設計自我效能對享受興趣具有顯著正向影響 ( $\beta = .49, t = 6.63, p < .001$ )；設計自我效能對投入興趣具有顯著正向影響 ( $\beta = .48, t = 6.89, p < .001$ )；喜歡興趣對 STEM 學習表現具有顯著正向影響 ( $\beta = .19, t = 2.56, p < .05$ )；享受興趣對 STEM 學習表現具有顯著正向影響 ( $\beta = .22, t = 2.80, p < .01$ )；投入興趣對 STEM 學習表現具有顯著正向影響 ( $\beta = .32, t = 4.25, p < .001$ )。

設計自我效能對喜歡興趣的解釋力為 26%，對享受興趣的解釋力為 24%，對投入興趣的解釋力為 23%，喜歡、享受、投入興趣對 STEM 學習表現的解釋力為 36%（如圖 3）。

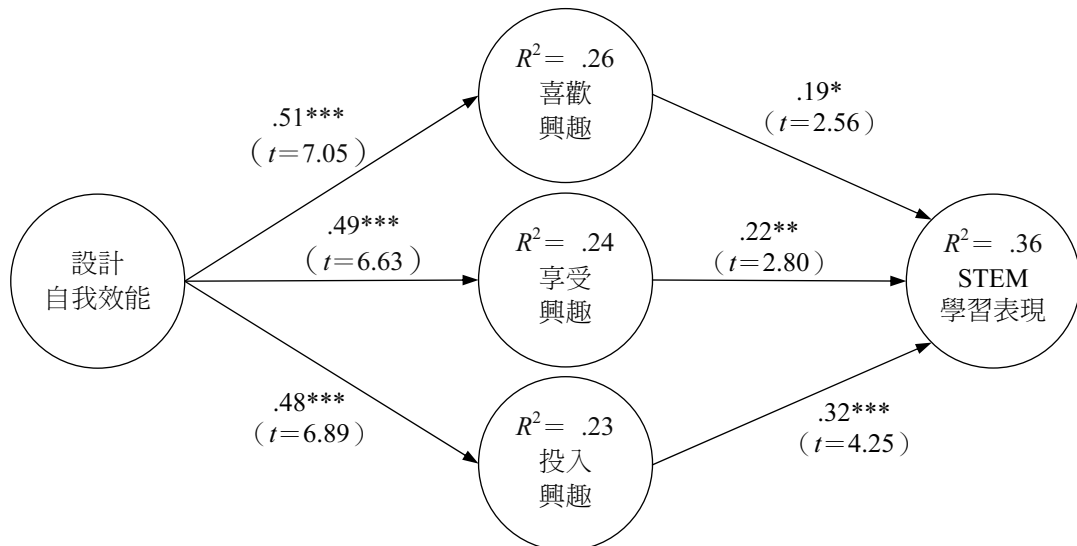


圖3. 研究模型驗證

\* $p < .05$ . \*\* $p < .01$ . \*\*\* $p < .001$ .

## 三、直接與間接效應分析

Thompson (2002) 表示良好的量化科學研究強調應用信賴區間 (Confidence Interval, CI)，而信賴界限 (confidence limit) 之數值須不橫跨零才代表統計驗證之分析結果具有統計學上的解釋意義 (Nakagawa & Cuthill, 2007)，而本研究驗證分析結果顯示，直接與間接效應的 95% CI 皆未橫跨零。在間接效應部分，設計自我效能對於 STEM 學習表現具有間接正向影響 ( $\beta = .45, p < .001$ )，如表 5。

表 5  
直接與間接效應分析

構面	設計自我效能		喜歡興趣		享受興趣		投入興趣	
	β	95% CI	β	95% CI	β	95% CI	β	95% CI
<b>直接效應</b>								
喜歡興趣	.51***	[.40, .76]						
享受興趣	.49***	[.52, .82]						
投入興趣	.48***	[.74, .98]						
STEM學習表現			.19*	[.01, .60]	.22**	[.23, .97]	.32***	[.17, .57]
<b>間接效應</b>								
STEM學習表現	.45***	[.29, .58]						

\**p* < .05. \*\**p* < .01. \*\*\**p* < .001.

## 柒、討論

本研究透過社會認知理論與動機理論，探討設計自我效能、設計興趣及 STEM 學習表現之關係；研究結果發現，設計自我效能對三種情感狀態的設計興趣呈現正向影響，三種情感狀態的設計興趣皆對 STEM 學習表現呈正向影響，而設計自我效能對 STEM 學習表現呈間接正向影響。

### 一、設計自我效能對設計興趣具有正向影響

Lent 等 (1994) 指出興趣受到自我效能所影響，而 Fryer 與 Ainley (2019) 亦表示興趣和自我效能之間呈現互惠關係。自我效能感和興趣有助於學習者保持概念上的改變 (Cordova, Sinatra, Jones, Taasobshirazi, & Lombardi, 2014)，在一項使用社交媒體進行樂器學習的研究顯示，自我效能感和學習興趣呈現正相關 (Hong et al., 2016)，更高水平的研究自我效能評分對研究和研究知識的興趣更高 (Lambie, Hayes, Griffith, Limberg, & Mullen, 2014)。洪榮昭與詹瓊華 (2018) 以遊戲式學習為主題的研究顯示，自我效能對於興趣具有正相關。本研究驗證結果顯示，設計自我效能對設計興趣（喜歡、享受、投入）呈現正向影響，亦符應上述相關研究之結果。

### 二、設計興趣對 STEM 學習表現具有正向影響

D’Mello、Lehman、Pekrun 與 Graesser (2014) 提出情感狀態可能有利於學習，如興趣；Schnell 與 Loerwald (2019) 表示興趣是影響學習成就的重要因素；Renninger 與 Hidi (2002)

及 Schiefele (2009) 指出個人對某一領域的興趣可以預測其學習能力與成就；Hong 等 (2016) 在社交媒體學習及其他的研究證實，興趣對於知識獲取具有正向助益；Zhu 等 (2009) 則在有關體育教育的研究中指出，情境興趣可以引起學生參與學習歷程之直接效果。而本研究驗證結果顯示，喜歡、享受、投入等不同層次的設計興趣對 STEM 學習表現呈正向影響，與相關研究結果所持觀點相同。

### 三、設計自我效能對 STEM 學習表現具有間接正向影響

Feldman 與 Kubota (2015) 及 Jung 等 (2017) 的研究指出，自我效能可預測大學生的學習成就成績；Hatlevik 等 (2018) 在有關資訊通信技術教育的研究中指出，自我效能是理解學習與成就的重要概念。另外，亦有諸多研究指出自我效能是促進學生參與和學習的關鍵 (Linnenbrink & Pintrich, 2003)，且自我效能感、學習表現與知識呈正相關 (Bell & Kozlowski, 2002)，自我效能感信念與考試成績顯著相關，並顯著受效力增強交流所影響 (Jackson, 2002; Turner, Chandler, & Heffer, 2009)。本研究驗證結果顯示，設計自我效能對 STEM 學習表現呈正向影響，與上述研究結果不謀而合。

## 捌、結論與建議

### 一、結論

本研究旨在瞭解 STEM 科際整合能力融入時尚設計領域後的學習表現，本研究以社會認知理論與動機理論作為研究模型基礎，設立七項研究假設。研究驗證結果顯示，設計自我效能對三種狀態的設計興趣（喜歡、享受、投入）呈正向影響，三種層次設計興趣（喜歡、享受、投入）對 STEM 學習表現呈正向影響，同時，設計自我效能對 STEM 學習表現呈間接正向影響。另外，經由四週 STEM 應用時尚設計的準實驗研究發現，大學生的學習表現，STEM 知識平均進步 3.57 分 ( $SD=1.69$ )，因此，若能將 STEM 普及至時尚設計教育，對於相關系所學生之設計整合能力將有極大助益。

根據研究結果，本研究有兩項貢獻：（一）國際時尚產業已發現在時尚設計中教授 STEM 的重要性，然而，現今各國正式的時尚設計教育中，仍尚未將 STEM 或 STEAM (A 為 Art) 結合於課程之中，對於相關研究更是付之闕如，因此，本研究驗證了 STEM 對於時尚設計的益處，應有助於此教育方式在時尚設計領域中的實施。例如，學生發展設計過程時，教師可以引領學生融入 STEM 概念，使用各種功能設計語言，提供基於問題之課程例子，進而邀請 STEM 相關人員合作。（二）STEM 教育中性別差距的問題始終備受關注。過去研究指出，女性參與 STEM 學習的人數明顯少於男性，且對於 STEM 的興趣亦較低 (Falk, Rottinghaus, Casanova, Borgen, & Betz, 2017)，但本研究的大學生因技術領域的特性，參與課程的多為女

性，且對於 STEM 結合於設計的活動具有良好的興趣感受。

## 二、建議

培養學生對綜合內容、技能和思維模式如何相互作用的理解，包括如何相互支持和互補，並非易事 (Honey, Pearson, & Schweingruber, 2014; Moore et al., 2014)，且以往的時尚設計教育大多側重於培養創造力，雖多是採用專題導向之教學內容，但卻未能引導學生強調落實 STEM 知識整合與綜合應用，故導致在許多學生的學習歷程中，未能實際練習應用整合性知識來解決問題。因此，設計教育之相關實務課程中，應大幅增加 STEM 概念的帶入，以及在學習歷程中強化學生對 STEM 知識能更精確地整合與應用。簡言之，教學者在教學歷程須能提供學生更多深入探究與學習 STEM 的機會，方能有效幫助學生養成良好之整合與知識應用能力。

另外，本次教學實驗中發現學生對於結合 STEM 的設計課程活動是有興趣的，然而如何維持興趣，仍是重要的課題之一。相關研究建議可以透過增加學習者的 STEM 課程與課外活動經驗，而這些經驗將有助於提升學習者對 STEM 的興趣 (Bottia, Stearns, Mickelson, Moller, & Parker, 2015)。

## 三、研究限制與後續研究建議

性別差距一直是時尚設計領域研究中較難克服的問題，因目前修習時尚設計專業的學習者主要是女性。因此，在本次研究中亦遭遇性別比例出現極大差異的情形，其中女性參與者達 90.9%，男性參與者僅有 9.1%。

另外，相關研究亦顯示，動手做的實踐活動可幫助學習者投入 STEM 項目相關的事物，可有效地促進或維持對 STEM 知識與職業的正向興趣 (Christensen, Knezek, & Tyler-Wood, 2015)。在本研究中，動手實踐的部分是以進行設計袋包款式的方式進行，建議後續研究或課程發展可加強動手實踐的部分，如實際製作袋包樣品或成品，並可將動手做影響 STEM 成效的相關因素納入探討。

## 誌謝

本研究感謝教育部補助國立臺灣師範大學學習科學跨國頂尖研究中心之高等教育深耕計畫經費。

## 參考文獻

### 一、中文文獻

- 洪榮昭、詹瓊華 (2018)。共變推理遊戲：遊戲自我效能與後設認知影響遊戲中的焦慮、興趣及表現之研究。《教育科學研究期刊》，**63** (3)，131-162。doi:10.6209/JORIES.201809\_63(3).0005
- 【Hong, J.-C., & Chan, C.-H. (2018). Game performance in covariation reasoning: The correlates between gameplay self-efficacy, and metacognition reflected gameplay anxiety and gameplay interest. *Journal of Research in Education Sciences*, 63(3), 131-162. doi:10.6209/JORIES.201809\_63(3).0005】
- 范斯淳、游光昭 (2016)。科技教育融入 STEM 課程的核心價值與實踐。《教育科學研究期刊》，**61** (2)，153-183。doi:10.6209/JORIES.2016.61(2).06
- 【Fan, S.-C., & Yu, K.-C. (2016). Core value and implementation of the science, technology, engineering, and mathematics curriculum in technology education. *Journal of Research in Education Sciences*, 61(2), 153-183. doi:10.6209/JORIES.2016.61(2).06】
- 葉建宏、范靜媛、洪國哲 (2016)。皮革袋包開版技術分析之研究—以臺灣業界製作規格為例。《紡織綜合研究期刊》，**26** (3)，26-33。
- 【Ye, J.-H., Fan, J.-Y., & Hung, K.-C. (2016). To analyze of techniques of leather bag-pattern making in bag industry in Taiwan. *Taiwan Textile Research Journal*, 26(3), 26-33.】

### 二、外文文獻

- Antonicic, B., Antonicic, J. A., & Aaltonen, H. M. (2016). Marketing self-efficacy and firm creation. *Journal of Small Business and Enterprise Development*, 23(1), 90-104. doi:10.1108/JSBED-07-2015-0093
- Ainley, M., & Hidi, S. (2014). Interest and enjoyment. In R. Pekrun & L. Linnenbrink-Garcia (Eds.), *International handbook of emotions in education* (pp. 205-227). Abingdon-on-Thames, UK: Routledge.
- Bandura, A. (1977). Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological Review*, 84(2), 191-215. doi:10.1037/0033-295X.84.2.191
- Bandura, A. (1986). *Social foundations of thought and action: A social cognitive theory*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Bandura, A. (1991). Social cognitive theory of self-regulation. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50(2), 248-287. doi:10.1016/0749-5978(91)90022-L
- Bandura, A. (2001). Social cognitive theory: An agentic perspective. *Annual Review of Psychology*, 52(1), 1-26. doi:10.1146/annurev.psych.52.1.1
- Bandura, A. (2006). Guide for constructing self-efficacy scales. In F. Pajares & T. Urdan (Eds.),

- Self-efficacy beliefs of adolescents* (Vol. 5, pp. 307-337). Greenwich, CT: Information Age.
- Bell, B. S., & Kozlowski, S. W. J. (2002). Goal orientation and ability: Interactive effects on self-efficacy, performance, and knowledge. *Journal of Applied Psychology*, 87(3), 497-505. doi:10.1037/0021-9010.87.3.497
- Bell, D. (2016). The reality of STEM education, design and technology teachers' perceptions: A phenomenographic study. *International Journal of Technology and Design Education*, 26(1), 61-79. doi:10.1007/s10798-015-9300-9
- Bequette, J. W., & Bequette, M. B. (2012). A place for art and design education in the STEM conversation. *Art Education*, 65(2), 40-47. doi:10.1080/00043125.2012.11519167
- Bottia, M. C., Stearns, E., Mickelson, R. A., Moller, S., & Parker, A. D. (2015). The relationships among high school STEM learning experiences and students' intent to declare and declaration of a STEM major in college. *Teachers College Record*, 117(3), 1-46.
- Bybee, R. W. (2010). Advancing STEM education: A 2020 vision. *Technology and Engineering Teacher*, 70(1), 30-35.
- Carberry, A. R., Lee, H.-S., & Ohland, M. W. (2010). Measuring engineering design self-efficacy. *Journal of Engineering Education*, 99(1), 71-79. doi:10.1002/j.2168-9830.2010.tb01043.x
- Carpenter, S. K., Lund, T. J. S., Coffman, C. R., Armstrong, P. I., Lamm, M. H., & Reason, R. D. (2016). A classroom study on the relationship between student achievement and retrieval-enhanced learning. *Educational Psychology Review*, 28(2), 353-375. doi:10.1007/s10648-015-9311-9
- Chen, I.-S. (2017). Computer self-efficacy, learning performance, and the mediating role of learning engagement. *Computers in Human Behavior*, 72, 362-370. doi:10.1016/j.chb.2017.02.059
- Chin, W. W. (1998). The partial least squares approach to structural equation modeling. In G. A. Marcoulides (Ed.), *Modern methods for business research* (pp. 295-336). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Christensen, R., Knezek, G., & Tyler-Wood, T. (2015). Alignment of hands-on STEM engagement activities with positive STEM dispositions in secondary school students. *Journal of Science Education and Technology*, 24(6), 898-909. doi:10.1007/s10956-015-9572-6
- Conard, M. A., & Marsh, R. F. (2014). Interest level improves learning but does not moderate the effects of interruptions: An experiment using simultaneous multitasking. *Learning and Individual Differences*, 30, 112-117. doi:10.1016/j.lindif.2013.11.004
- Cor, M. K. (2016). Trust me, it is valid: Research validity in pharmacy education research. *Currents in Pharmacy Teaching and Learning*, 8(3), 391-400. doi:10.1016/j.cptl.2016.02.014

- Cordova, J. R., Sinatra, G. M., Jones, S. H., Taasobshirazi, G., & Lombardi, D. (2014). Confidence in prior knowledge, self-efficacy, interest and prior knowledge: Influences on conceptual change. *Contemporary Educational Psychology, 39*(2), 164-174. doi:10.1016/j.cedpsych.2014.03.006
- D'Mello, S., Lehman, B., Pekrun, R., & Graesser, A. (2014). Confusion can be beneficial for learning. *Learning and Instruction, 29*, 153-170. doi:10.1016/j.learninstruc.2012.05.003
- Dietz, B. E., Carrozza, M., & Ritchey, P. N. (2003). Does financial self-efficacy explain gender differences in retirement saving strategies? *Journal of Women & Aging, 15*(4), 83-96. doi:10.1300/J074v15n04\_07
- Ersanlı, C. Y. (2015). The relationship between students' academic self-efficacy and language learning motivation: A study of 8th graders. *Procedia-Social and Behavioral Sciences, 199*, 472-478. doi:10.1016/j.sbspro.2015.07.534
- Falk, N. A., Rottinghaus, P. J., Casanova, T. N., Borgen, F. H., & Betz, N. E. (2017). Expanding women's participation in STEM: Insights from parallel measures of self-efficacy and interests. *Journal of Career Assessment, 25*(4), 571-584. doi:10.1177/1069072716665822
- Feldman, D. B., & Kubota, M. (2015). Hope, self-efficacy, optimism, and academic achievement: Distinguishing constructs and levels of specificity in predicting college grade-point average. *Learning and Individual Differences, 37*, 210-216. doi:10.1016/j.lindif.2014.11.022
- Flowerday, T., & Shell, D. F. (2015). Disentangling the effects of interest and choice on learning, engagement, and attitude. *Learning and Individual Differences, 40*, 134-140. doi:10.1016/j.lindif.2015.05.003
- Frijda, N. H. (1986). *The emotions*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Fryer, L. K., & Ainley, M. (2019). Supporting interest in a study domain: A longitudinal test of the interplay between interest, utility-value, and competence beliefs. *Learning and Instruction, 60*, 252-262. doi:10.1016/j.learninstruc.2017.11.002
- Fryer, L. K., Ainley, M., & Thompson, A. (2016). Modelling the links between students' interest in a domain, the tasks they experience and their interest in a course: Isn't interest what university is all about? *Learning and Individual Differences, 50*, 157-165. doi:10.1016/j.lindif.2016.08.011
- Galyon, C. E., Blondin, C. A., Yaw, J. S., Nalls, M. L., & Williams, R. L. (2012). The relationship of academic self-efficacy to class participation and exam performance. *Social Psychology of Education, 15*(2), 233-249. doi:10.1007/s11218-011-9175-x
- Green, S. B., & Salkind, N. I. (2004). *Using SPSS for Windows and Macintosh: Analyzing and understanding data* (4th ed.). Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

- Grigg, S., Perera, H. N., McIlveen, P., & Svetleff, Z. (2018). Relations among math self-efficacy, interest, intentions, and achievement: A social cognitive perspective. *Contemporary Educational Psychology, 53*, 73-86. doi:10.1016/j.cedpsych.2018.01.007
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2014). *Multivariate data analysis* (7th ed.). London, UK: Pearson Education Limited.
- Hair, J. F., Sarstedt, M., Hopkins, L., & Kuppelwieser, V. G. (2014). Partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM): An emerging tool in business research. *European Business Review, 26*(2), 106-121. doi:10.1108/EBR-10-2013-0128
- Han, S., Capraro, R. M., & Capraro, M. M. (2016). How science, technology, engineering, and mathematics project based learning affects high-need students in the U.S. *Learning and Individual Differences, 51*, 157-166. doi:10.1016/j.lindif.2016.08.045
- Hancock, G. R., & Mueller, R. O. (Eds.). (2006). *Structural equation modeling: A second course*. Greenwich, CT: Information Age.
- Hatlevik, O. E., Throndsen, I., Loi, M., & Gudmundsdottir, G. B. (2018). Students' ICT self-efficacy and computer and information literacy: Determinants and relationships. *Computers & Education, 118*, 107-119. doi:10.1016/j.compedu.2017.11.011
- Henseler, J., Ringle, C. M., & Sarstedt, M. (2015). A new criterion for assessing discriminant validity in variance-based structural equation modeling. *Journal of the Academy of Marketing Science, 43*(1), 115-135. doi:10.1007/s11747-014-0403-8
- Hernandez, P. R., Bodin, R., Elliott, J. W., Ibrahim, B., Rambo-Hernandez, K. E., Chen, T. W., & de Miranda, M. A. (2014). Connecting the STEM dots: Measuring the effect of an integrated engineering design intervention. *International Journal of Technology and Design Education, 24*(1), 107-120. doi:10.1007/s10798-013-9241-0
- Hidi, S. (1990). Interest and its contribution as a mental resource for learning. *Review of Educational Research, 60*(4), 549-571. doi:10.3102/00346543060004549
- Hidi, S. (2000). An interest researcher's perspective: The effects of extrinsic and intrinsic factors on motivation. In C. Sansone & J. M. Harackiewicz (Ed.), *Intrinsic and extrinsic motivation: The search for optimal motivation and performance* (pp. 309-339). New York, NY: Academic Press. doi:10.1016/B978-012619070-0/50033-7
- Hidi, S., & Baird, W. (1986). Interestingness – A neglected variable in discourse processing. *Cognitive Science, 10*(2), 179-194. doi:10.1016/S0364-0213(86)80003-9
- Hidi, S., & Renninger, K. A. (2006). The four-phase model of interest development. *Educational Psychologist, 41*(2), 111-127. doi:10.1207/s15326985ep4102\_4

- Honey, M., Pearson, G., & Schweingruber, H. (2014). *STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research*. Washington, DC: National Academies Press.
- Hong, J.-C., Hwang, M.-Y., Liu, M.-C., Ho, H.-Y., & Chen, Y.-L. (2014). Using a “prediction-observation-explanation” inquiry model to enhance student interest and intention to continue science learning predicted by their Internet cognitive failure. *Computers & Education*, 72, 110-120. doi:10.1016/j.compedu.2013.10.004
- Hong, J.-C., Hwang, M.-Y., Szeto, E., Tsai, C.-R., Kuo, Y.-C., & Hsu, W.-Y. (2016). Internet cognitive failure relevant to self-efficacy, learning interest, and satisfaction with social media learning. *Computers in Human Behavior*, 55, 214-222. doi:10.1016/j.chb.2015.09.010
- Hu, S., & Tian, B. (2012). Study on the reform and mode of local higher fashion design and engineering education which service industry development. *IERI Procedia*, 2, 437-443. doi:10.1016/j.ieri.2012.06.113
- Hui, E. C. M., & Bao, H. (2013). The logic behind conflicts in land acquisitions in contemporary China: A framework based upon game theory. *Land Use Policy*, 30(1), 373-380. doi:10.1016/j.landusepol.2012.04.001
- Izard, C. E., & Ackerman, B. P. (2000). Motivational, organizational, and regulatory functions of discrete emotions. In M. Lewis & J. Haviland-Jones (Eds.), *Handbook of emotions* (2nd ed., pp. 253-322). New York, NY: Guilford Press.
- Jackson, J. W. (2002). Enhancing self-efficacy and learning performance. *The Journal of Experimental Education*, 70(3), 243-254. doi:10.1080/00220970209599508
- Jung, K.-R., Zhou, A. Q., & Lee, R. M. (2017). Self-efficacy, self-discipline and academic performance: Testing a context-specific mediation model. *Learning and Individual Differences*, 60, 33-39. doi:10.1016/j.lindif.2017.10.004
- Kates, A. W., Wu, H., & Coryn, C. L. S. (2018). The effects of mobile phone use on academic performance: A meta-analysis. *Computers & Education*, 127, 107-112. doi:10.1016/j.compedu.2018.08.012
- Kim, H.-S., & Cho, S.-B. (2000). Application of interactive genetic algorithm to fashion design. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 13(6), 635-644. doi:10.1016/S0952-1976(00)00045-2
- Kim, Y., & Park, N. (2012). Development and application of STEAM teaching model based on the Rube Goldberg’s invention. In S.-S. Yeo, Y. Pan, Y.-S. Lee, & H.-B. Chang (Eds.), *Computer science and its applications* (pp. 693-698). Dordrecht, NL: Springer. doi:10.1007/978-94-007-5699-1\_70

- Krapp, A., & Prenzel, M. (2011). Research on interest in science: Theories, methods, and findings. *International Journal of Science Education, 33*(1), 27-50. doi:10.1080/09500693.2010.518645
- Krapp, A., & Ryan, R. M. (2002). Selbstwirksamkeit und lernmotivation. In M. Jerusalem & D. Hopf (Eds.), *Zeitschrift für Pädagogik. Selbstwirksamkeit und Motivationsprozesse in Bildungsinstitutionen* (pp. 54-82). Weinheim, DE: Beltz.
- Kusurkar, R. A., Ten Cate, T. J., van Asperen, M., & Croiset, G. (2011). Motivation as an independent and a dependent variable in medical education: A review of the literature. *Medical Teacher, 33*(5), e242-e262. doi:10.3109/0142159X.2011.558539
- Lambie, G. W., Hayes, B. G., Griffith, C., Limberg, D., & Mullen, P. R. (2014). An exploratory investigation of the research self-efficacy, interest in research, and research knowledge of Ph. D. in education students. *Innovative Higher Education, 39*(2), 139-153. doi:10.1007/s10755-013-9264-1
- Lazarides, R., Gaspard, H., & Dicke, A.-L. (2018). Dynamics of classroom motivation: Teacher enthusiasm and the development of math interest and teacher support. *Learning and Instruction, 60*, 126-137. doi:10.1016/j.learninstruc.2018.01.012
- Lei, M., & Lomax, R. G. (2005). The effect of varying degrees of nonnormality in structural equation modeling. *Structural Equation Modeling, 12*(1), 1-27. doi:10.1207/s15328007sem1201\_1
- Lent, R. W., Brown, S. D., & Hackett, G. (1994). Toward a unifying social cognitive theory of career and academic interest, choice, and performance. *Journal of Vocational Behavior, 45*(1), 79-122. doi:10.1006/jvbe.1994.1027
- Lent, R. W., Sheu, H.-B., Miller, M. J., Cusick, M. E., Penn, L. T., & Truong, N. N. (2018). Predictors of science, technology, engineering, and mathematics choice options: A meta-analytic path analysis of the social-cognitive choice model by gender and race/ethnicity. *Journal of Counseling Psychology, 65*(1), 17-35. doi:10.1037/cou0000243
- Liao, C. (2016). From interdisciplinary to transdisciplinary: An arts-integrated approach to STEAM education. *Art Education, 69*(6), 44-49. doi:10.1080/00043125.2016.1224873
- Linnenbrink, E. A., & Pintrich, P. R. (2003). The role of self-efficacy beliefs in student engagement and learning in the classroom. *Reading & Writing Quarterly, 19*(2), 119-137. doi:10.1080/10573560308223
- Lu, J., Yu, C.-S., & Liu, C. (2003). Learning style, learning patterns, and learning performance in a WebCT-based MIS course. *Information & Management, 40*(6), 497-507. doi:10.1016/S0378-7206(02)00064-2
- Luszczynska, A., Scholz, U., & Schwarzer, R. (2005). The general self-efficacy scale: Multicultural

- validation studies. *The Journal of Psychology*, 139(5), 439-457. doi:10.3200/JRLP.139.5.439-457
- Madden, M. E., Baxter, M., Beauchamp, H., Bouchard, K., Habermas, D., Huff, M., ...Plague, G. (2013). Rethinking STEM education: An interdisciplinary STEAM curriculum. *Procedia Computer Science*, 20, 541-546. doi:10.1016/j.procs.2013.09.316
- Masrek, M. N., & Zainol, N. Z. M. (2015). The relationship between knowledge conversion abilities and academic performance. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 174, 3603-3610. doi:10.1016/j.sbspro.2015.01.1078
- McAuliffe, M. (2016). The potential benefits of divergent thinking and metacognitive skills in STEAM learning: A discussion paper. *International Journal of Innovation, Creativity and Change*, 2(3), 1-13.
- Middleton, L., Hall, H., & Raeside, R. (2019). Applications and applicability of social cognitive theory in information science research. *Journal of Librarianship and Information Science*, 51(4), 927-937. doi:10.1177/096100061876998
- Montagna, G. (2015). Multi-dimensional consumers: Fashion and human factors. *Procedia Manufacturing*, 3, 6550-6556. doi:10.1016/j.promfg.2015.07.954
- Montalto, A., Graziosi, S., Bordegoni, M., & Di Landro, L. (2018). Combining aesthetics and engineering specifications for fashion-driven product design: A case study on spectacle frames. *Computers in Industry*, 95, 102-112. doi:10.1016/j.compind.2017.12.003
- Moore, T. J., Stohlmann, M. S., Wang, H.-H., Tank, K. M., Glancy, A. W., & Roehrig, G. H. (2014). Implementation and integration of engineering in K-12 STEM education: Synthesizing research, policy, and practices. In S. Purzer, J. Strobel, & M. Cardella (Eds.), *Engineering in pre-college settings: Research into practice* (pp. 35-60). West Lafayette, IN: Purdue University Press.
- Morrison, J. (2006). *TIES STEM education monograph series, attributes of STEM education*. Baltimore, MD: TIES.
- Nakagawa, S., & Cuthill, I. C. (2007). Effect size, confidence interval and statistical significance: A practical guide for biologists. *Biological Reviews*, 82(4), 591-605. doi:10.1111/j.1469-185X.2007.00027.x
- National Mathematics Advisory Panel. (2008). *Foundations for success: The final report of the national mathematics advisory panel*. Washington, DC: U.S. Department of Education.
- Palmer, D. H., Dixon, J., & Archer, J. (2016). Identifying underlying causes of situational interest in a science course for preservice elementary teachers. *Science Education*, 100(6), 1039-1061. doi:10.1002/sc.21244
- Pham, Q. T., & Huynh, M. C. (2018). Learning achievement and knowledge transfer: The impact

- factor of e-learning system at Bach Khoa University, Vietnam. *International Journal of Innovation*, 6(3), 194-206. doi:10.5585/iji.v6i2.235
- Quigley, C. F., & Herro, D. (2016). "Finding the Joy in the unknown": Implementation of STEAM teaching practices in middle school science and math classrooms. *Journal of Science Education and Technology*, 25(3), 410-426. doi:10.1007/s10956-016-9602-z
- Radziwill, N. M., Benton, M. C., & Moellers, C. (2015). From STEM to STEAM: Reframing what it means to learn. *The STEAM Journal*, 2(1), 1-7. doi:10.5642/steam.20150201.3
- Renninger, K. A., & Hidi, S. (2002). Student interest and achievement: Developmental issues raised by a case study. In A. Wigfield & J. S. Eccles (Eds.), *Development of achievement motivation* (pp. 173-195). Cambridge, MA: Academic Press.
- Renninger, K. A., & Pozos-Brewer, R. (2015). Interest, psychology of. In J. D. Wright (Ed.), *International encyclopedia of the social & behavioral sciences* (2nd ed., pp. 378-385). Oxford, UK: Elsevier.
- Richardson, M., Abraham, C., & Bond, R. (2012). Psychological correlates of university students' academic performance: A systematic review and meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 138(2), 353-387. doi:10.1037/a0026838
- Roeser, R. W., & Peck, S. C. (2009). An education in awareness: Self, motivation, and self-regulated learning in contemplative perspective. *Educational Psychologist*, 44(2), 119-136. doi:10.1080/00461520902832376
- Rotgans, J. I., & Schmidt, H. G. (2011). Situational interest and academic achievement in the active-learning classroom. *Learning and Instruction*, 21(1), 58-67. doi:10.1016/j.learninstruc.2009.11.001
- Rotgans, J. I., & Schmidt, H. G. (2014). Situational interest and learning: Thirst for knowledge. *Learning and Instruction*, 32, 37-50. doi:10.1016/j.learninstruc.2014.01.002
- Rotgans, J. I., & Schmidt, H. G. (2017). Interest development: Arousing situational interest affects the growth trajectory of individual interest. *Contemporary Educational Psychology*, 49, 175-184. doi:10.1016/j.cedpsych.2017.02.003
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Intrinsic and extrinsic motivations: Classic definitions and new directions. *Contemporary Educational Psychology*, 25(1), 54-67. doi:10.1006/ceps.1999.1020
- Saxton, E., Burns, R., Holveck, S., Kelley, S., Prince, D., Rigelman, N., & Skinner, E. A. (2014). A common measurement system for K-12 STEM education: Adopting an educational evaluation methodology that elevates theoretical foundations and systems thinking. *Studies in Educational Evaluation*, 40, 18-35. doi:10.1016/j.stueduc.2013.11.005

- Schiefele, U. (2001). The role of interest in motivation and learning. In J. M. Collis, S. J. Messick, & U. Schiefele (Eds.), *Intelligence and personality: Bridging the gap in theory and measurement* (pp. 163-194). New York, NY: Psychology Press.
- Schiefele, U. (2009). Situational and individual interest. In K. R. Wentzel & D. B. Miele (Eds.), *Handbook of motivation at school* (pp. 197-222). Abingdon-on-Thames, UK: Routledge.
- Schnell, C., & Loerwald, D. (2019). Interest as an influencing factor on student achievement in economics: Evidence from a study in secondary schools in Germany. *International Review of Economics Education*, 30, 1-10. doi:10.1016/j.iree.2018.03.005
- Sergis, S., Sampson, D. G., Rodriguez-Triana, M. J., Gillet, D., Pelliccione, L., & de Jong, T. (2019). Using educational data from teaching and learning to inform teachers' reflective educational design in inquiry-based STEM education. *Computers in Human Behavior*, 92, 724-738. doi:10.1016/j.chb.2017.12.014
- Stohlmann, M., Moore, T. J., & Roehrig, G. H. (2012). Considerations for teaching integrated STEM education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 2(1), 28-34. doi:10.5703/1288284314653
- Streukens, S., & Leroi-Werelds, S. (2016). Bootstrapping and PLS-SEM: A step-by-step guide to get more out of your bootstrap results. *European Management Journal*, 34(6), 618-632. doi:10.1016/j.emj.2016.06.003
- Ten Cate, O., Snell, L., Mann, K., & Vermunt, J. (2004). Orienting teaching toward the learning process. *Academic Medicine*, 79(3), 219-228. doi:10.1097/00001888-200403000-00005
- Teo, T., Tsai, L.-T., & Yang, C.-C. (2013). Applying structural equation modeling (SEM) in educational research. In M. S. Khine (Ed.), *Application of structural equation modeling in educational research and practice* (pp. 3-21). Rotterdam, NL: Sense.
- Thompson, B. (2002). What future quantitative social science research could look like: Confidence intervals for effect sizes. *Educational Researcher*, 31(3), 25-32. doi:10.3102/0013189X031003025
- Tsai, Y.-H., Lin, C.-H., Hong, J.-C., & Tai, K.-H. (2018). The effects of metacognition on online learning interest and continuance to learn with MOOCs. *Computers & Education*, 121, 18-29. doi:10.1016/j.compedu.2018.02.011
- Turner, E. A., Chandler, M., & Heffer, R. W. (2009). The influence of parenting styles, achievement motivation, and self-efficacy on academic performance in college students. *Journal of College Student Development*, 50(3), 337-346. doi:10.1353/csd.0.0073
- Vogt, P. W. (2007). *Quantitative research methods for professionals*. Toronto, CA: Pearson.

- Weller, S. (2007). Fashion as viscous knowledge: Fashion's role in shaping trans-national garment production. *Journal of Economic Geography*, 7(1), 39-66. doi:10.1093/jeg/lbl015
- Workosky, C., & Willard, T. (2015). Answers to teachers' questions about the next generation science standards. *Science Teacher*, 82(6), 29-31. doi:10.2505/4/tst15\_082\_06\_29
- Young, M. D., Plotnikoff, R. C., Collins, C. E., Callister, R., & Morgan, P. J. (2014). Social cognitive theory and physical activity: A systematic review and meta-analysis. *Obesity Reviews*, 15(12), 983-995. doi:10.1111/obr.12225
- Zande, R. V. (2010). Teaching design education for cultural, pedagogical, and economic aims. *Studies in Art Education*, 51(3), 248-261. doi:10.1080/00393541.2010.11518806
- Zande, R. V. (2011). Design issues group. *NAEA News*, 53(2), 17. doi:10.1080/01606395.2011.11518698
- Zeisel, J. (2006). *Inquiry by design: Environment/behavior/neuroscience in architecture, interiors, landscape and planning* (2nd ed.). New York, NY: Norton.
- Zhang, T., Chen, A., Yli-Piipari, S., Loflin, J., Wells, S., Schweighardt, R., ...Ennis, C. D. (2016). Prior knowledge determines interest in learning in physical education: A structural growth model perspective. *Learning and Individual Differences*, 51, 132-140. doi:10.1016/j.lindif.2016.08.039
- Zhu, X., Chen, A., Ennis, C., Sun, H., Hopple, C., Bonello, M., ...Kim, S. (2009). Situational interest, cognitive engagement, and achievement in physical education. *Contemporary Educational Psychology*, 34(3), 221-229. doi:10.1016/j.cedpsych.2009.05.002
- Zimmerman, B. J. (2000). Self-efficacy: An essential motive to learn. *Contemporary Educational Psychology*, 25(1), 82-91. doi:10.1006/ceps.1999.1016
- Zimmerman, B. J., & Schunk, D. H. (2008). Motivation: An essential dimension of self-regulated learning. In D. H. Schunk & B. J. Zimmerman (Eds.), *Motivation and self-regulated learning: Theory, research, and application* (pp. 1-30). Mahwah, NJ: Erlbaum.

Journal of Research in Education Sciences

2020, 65(1), 221-246

doi:10.6209/JORIES.202003\_65(1).0009

# Effectiveness of STEM Education for Design Self-Efficacy and Design Interest in Fashion Design

Jing-Yun Fan

Department of Fashion Design,  
Tainan University of Technology

Jian-Hong Ye

Department of Industrial Education and Institute for  
Research Excellence in Learning Sciences,  
National Taiwan Normal University

## Abstract

Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) education is increasingly important. Its importance can be separated into four dimensions. In design education, especially fashion design, STEM education is rare. In accordance with interest theory, this study examined the correlation between design self-efficacy, design interest, and learning effectiveness. An experiment was conducted in a department of fashion design at a technology college in Taiwan. Over four weeks, participants spent two hours weekly learning STEM topics related to fashion design and how to apply them in design practice. Data from questionnaire responses of 197 participants were used to test our research model. Results indicate that participants with higher design self-efficacy had stronger design interest (e.g., enjoyment and engagement). Moreover, better STEM learning was correlated with stronger design interest. In addition, design self-efficacy was positively correlated with STEM knowledge and it is mediated by design interests. Therefore, this study suggests that among students, learning STEM subjects increases design self-efficacy.

**Keywords:** STEM, fashion design, design self-efficacy, design interest