

青少年創意自我效能、競賽投入與參加 競賽的價值之關係－以 IEYI 世界青少 年創客發明展選拔賽為例*

洪榮昭

國立臺灣師範大學工業教育學系、
學習科學跨國頂尖研究中心

陳美蓮

國立臺灣師範大學
工業教育學系

葉建宏

國立臺灣師範大學工業教育學系、
學習科學跨國頂尖研究中心

陳柏熹

國立臺灣師範大學教育心理與輔導學系、
學習科學跨國頂尖研究中心

創新是將創意轉換成價值，創新能力日益重要，在當前的教育環境中特別需被重視和提倡。目前少有的研究多集中在學生參與激烈賽事中的態度和相關信念，因此本研究旨在了解學生如何克服發明展中出現的挑戰，能持續投入及肯定參加競賽的價值。研究從成就感控制價值理論的角度出發，提出相關研究問題，以理解學生的創意自我效能在實踐競賽中的作用，並探討其與學生積極競賽投入構面間的相關性以及參加世界青少年創客發明展選拔賽的競賽價值相關性。參賽者選擇賦予價值的作品類別，並於作品與所選擇的類別間產生創意，透過自我效能和學習投入，肯定競賽的價值。本研究收集來自 254 位學生的數據，並通過 AMOS 20 進行驗證性因子分析和結構方程模型。結果顯示青少年創意自我效能、競賽投入與參加競賽的價值間具有良好的適配度與信效度，驗證此研究模式可使用性。這項研究的含義表明，學生的創意自我效能可以在參與競爭的動手製作過程中引起。本研究通過顯示三類的競賽投入可以促進或抑制參與者的競賽價值，進一步增加了我們對關係動力學的理解。與先前的研究相比，這項研究的結果似乎對參與競賽的價值產生更有意義的組合影響。綜合言之，本研究突破過去的研究成果，而對創造研究相關領域做出理論與實務性的貢獻，其主要貢獻有：一、本研究所建構模式適配度良好，且各構面之信度與效度俱佳，可解釋發明創作的競賽價值；二、研究驗證創意自我效能這項重要的特質，可分別增強對競賽的認知、情感與行為的投入，並且也能提升參加競賽的價值。

* 1. 本文通訊作者：陳美蓮，通訊方式：lyt129@lygsh.ilc.edu.tw。

2. 致謝：本研究感謝教育部「高等教育深耕計畫」，以及國立臺灣師範大學「學習科學跨國頂尖研究中心」支持。[This research is partially supported by the “Higher Education Sprout Project”, sponsored by the Ministry of Education, Taiwan, R.O.C., and the “Institute for Research Excellence in Learning Sciences” of National Taiwan Normal University (NTNU).]

關鍵詞：青少年創客發明展、創意自我效能、競賽投入、競賽價值

邁入新世代，知識創新成為核心競爭力，有創意的心靈與智能，是人類文明進步的原動力。世界各國無不積極培育創新能量，期待藉由創新將國家帶往創意的新國度。IEYI 世界青少年創客發明展臺灣選拔賽計畫乃因運而生（洪榮昭，2019），其主旨在於鼓勵青少年發揮想像力、啟發創造力及開發創意續航力，透過競賽活動，以落實青少年發明家的想像空間，具體運用團隊合作進行分析評估，以解決複雜多元的種種問題，化虛擬想像為具體可行的創作與發明。在 IEYI 創客發明展的選拔過程中若要成為賽中的強大競爭者，學生需對創意發明競賽要求的創意發明、學習策略的運用與成果產出進行追求，以贏得比賽。然而，有限的研究集中在學生參與此競爭激烈賽事中的態度和活動相關信念，因此，本研究旨在了解學生經由克服發明展中出現的挑戰，能持續投入及肯定參加競賽的價值，以此做為學生參加相關競賽時的參考。

在競賽中有關改變過程變化的推論顯得明確，學生可藉由培養認知能力和控制活動成果產生正向情感（Pekrun, 2006），或者提升其產品的價值（Pargar, Kujala, Aaltonen, & Ruutu, 2019），特別是改變過程於完成任務後會持續發展。Goetz、Frenzel、Hall 與 Pekrun（2008）注意到當控制或價值相關是最有效能的投資時，不斷修正方案可以增強正向情感而改變其歷程。與控制價值理論不謀而合之處是透過感知行為控制和感知價值的正向積極影響（Pekrun, 2006; Pekrun & Stephens, 2010），研究指出設計發明項目中贏得獎勵對改變歷程是必要的。換言之，方案設計有價值的創造過程會隨著時間的演進而發展至關重要（Pargar, et al., 2019）。至於學生在競爭激烈情形下如何存在控制價值的評估過程，其關係仍不明確，因此，本研究以曾經參加 IEYI 世界青少年發明展的學生做為探究對象。

控制價值理論（control-value theory）認為主觀控制和主觀價值兩種認知評價是成就感的主要來源（Pekrun, 2006），主觀控制是指個體對自我感知的因果影響，而非成就活動和成果，可採用因果關係與成敗預期的回顧形式作為自我效能運作（Goetz, Pekrun, Hall, & Haag, 2006）。兩種主觀價值類型：一為內在價值，指來自學術參與本身的任務；另一為外在價值，指個人實現目標之感知實用性或行動成效。作為控制價值理論的核心，大多數研究只報告了這兩種價值與一種或多種成就感之間是零相關，且和各種成就感間幾乎是沒有經驗證據（Luo, Ng, Lee, & Aye, 2016），正如 Pekrun（2006）報告指出，成就感可以在某特定時間點根據特定情況或背景來衡量。能力信念、自我概念和任務自我效能都是與控制相關的構面，價值被定義為對其成就與成果的重要個人評價（Garn, Simonton, Dasingert, & Simonton, 2017），方案制定過程的有效性受其關聯的創造價值的能力和動機所影響（Pargar et al., 2019）。本研究從 Pekrun 主張的成就感控制價值理論（control value theory of achievement emotion，以下簡稱 CVTAE）的角度出發，提出兩個研究問題：一是創意自我效能和價值如何與成就感聯合促進在 IEYI 競賽活動中的投入；其二是從事發明工作時，競賽投入對於創意自我效能與感知價值是否具備中介角色的預測關係。基此，本研究先將感知價值與 IEYI 情境的正向成效產生關聯，再將學生在 IEYI 實踐中探究的價值與行為、認知和情感等投入之成就感變化進行關聯。

一、文獻探討

（一）創意自我效能之意涵

創意自我效能（creative-self efficacy, CSE）指個體期待自己能夠產生創造性成果的堅定想法（Tierney & Farmer, 2002），此概念引發不同領域面向及各類取樣間相當多的探究關注。Beghetto（2006）認為學生的創意自我效能與學生的年齡、家庭語言、掌握信念、表現信念等呈正相關。如同 Plucker 與 Rutkowski（2011）指出，華人學校非常注重創造力和解決問題，以極力確保最優秀和最聰明的學生達到國際競賽水準是無庸置疑的。先前的研究亦指出，亞洲學校目前將創意實作融入教室課程中（Cheng, 2010; Cheung, 2010; Hui & Yuen, 2010）。研究證明創意自我效能積極預測創意表現和創意產品的產出（Chang, Chen, Chuang, & Chou, 2019; Gong, Huang, & Farh, 2009; Tierney & Farmer, 2002）。考量創意自我效能的潛在重要性，Chang、Wang 與 Lee（2016）研究創意自我效能與獲獎經驗之間的關聯，發現其與創意設計呈正相關。並且創意自我效能也是參賽者

長期創意表現強而有力的預測因素 (Chai, Liang, Tsai, & Dong, 2019; Liu, Lu, Wu, & Tsai, 2016; Newman, Tse, Schwarz, & Nielsen, 2018)。越來越多的研究顯示創意自我效能與競爭情境脈絡相關，參賽者需藉此不斷改進發明。然而運用創意自我效能解決在競爭環境中的發明實務尚未被研究。因此，本研究特別針對發明競賽中創意自我效能概念來進行了解。

根據 Hutchins (2004) 研究表示學習者是否能經由學習來習得專業技能，且有效維持該項技能，關鍵在於學習者的自我效能。自我效能是與自信、學習行為、學習成果及學習環境中相關的關鍵因素 (李堅萍, 2006; 洪榮昭、詹瓊華, 2018; 彭淑玲, 2019; Hong, Tai, & Ye, 2019; Hong, Hwang, & Tai, 2017; Stankov, Lee, Luo, & Hogan, 2012)，同時 Jerusalem 與 Schwarzer (1992) 強調自我效能在評價的過程中就像是一個導致結果的資源因素。過去研究多著重於探析自我效能及創意行為之間的相關性，然而在自我效能架構中，包含整體自我效能及特定領域自我效能等，而創造力本身概念有其特殊性，因此應發展創意性自我效能量表 (林妙貞, 2007)。根據研究發現 (Tierney & Farmer, 2002)，自我效能與創意自我效能可以代表不同的構面，尤其創意自我效能對於學習者的創造能力具備有較佳的預測效果。也有研究指出，創意自我效能對個人本身之生活經驗扮演重要的創新功能，一般人所呈現之創造力的控制權是由自己所決定 (洪素蘋、黃宏宇、林珊如, 2008)。創意自我效能業已證明可於不同環境中，與員工個人 (Tierney & Farmer, 2004) 與工作團隊 (Shin & Zhou, 2007) 之創造力有關，如教育、製造、運營、金融、保險服務及研發等 (Tierney & Farmer, 2011)。當個人認為自己可以產生創造性結果時，自我效能應被視為創造性的自我效能 (Karwowski, 2011, 2012; Mathisen, & Bronnick, 2009; Yang, & Cheng, 2009)。

(二) 競賽投入之意涵

學習投入 (Engagement) 被認為是學生在學校取得成功的關鍵因素 (Fredricks, Blumenfeld, & Paris, 2004)，它代表個人積極、努力、目標導向並與學習環境間互動 (Skinner, Furrer, Marchand, & Kindermann, 2008)。正如 McCormick、Kinzie 與 Gonyea (2013) 指出，學生學習投入並非單一構面，而是攸關任務時間、努力品質、參與、學術與社會整合，以及教育上良好實踐原則之相關結構群。如同 Zepke (2014) 所言：行為的、情感的和認知的投入指標與多個投入促進者的融合為思考有關學生投入提供了一個有用的框架。Fredricks 等人 (2004) 闡述了三種類型的投入：行為投入是指積極行為、學習上投入和參加課外活動，例如上課時遵守課堂規則、提問、集中注意力，以及參與學生組織；認知投入表明學生使用深度學習方法；情感投入指的是關於樂趣、對任務的興趣，以及對教師、同學與管理者鼓勵他們熱愛學習的反應和關係。

學習投入程度與一系列適應性成果有關，例如學習和成就的提昇 (King & Gaerlan, 2014; Skinner et al., 2008) 以及出勤率和續留率的改進 (Sinclair, Christenson, Lehr, & Anderson, 2003)。因為學習投入應該與手邊任務需求保持一致，因此高學習投入度也會因參與風險行為而產生緩衝 (O'Farrell & Morrison, 2003)。由於 IEYI 在 500 項發明中有 50 項獲得該獎項的潛在挑戰具高度不確定性，目前對學生投入發明競賽的理解有限。因此，學生投入參加比賽製作發明的角色是非常必要的，但先前的研究卻仍未清楚。Zusho (2017) 結論主張：不論是理論上或實務上都應該將三種學生學習投入關聯起來。本研究將競賽投入做為學生參加發明課程之學習投入，並將三類投入與參加競爭性發明展產生關聯。

本研究所謂的競賽投入概念係指學習者參加創意競賽活動所需使用的時間、體力和精神，同時對參加此活動所展現出的正向態度與積極應對之參賽歷程。本研究進一步將競賽投入分成三類構面，包含有認知 (cognitive) 投入、情感 (emotional) 投入與行為 (behavioral) 投入。若參與研究者所填答的得分越高，即表示其投入的程度越積極深入；反之，則表示其投入較為被動薄弱。

張鈿富、林松柏與周文菁 (2012) 研究指出，學習投入理論強調學習者投入的學習動機、歷程，以及自我的期許等，此理論常被學術界廣泛地引用。然而，以學習投入理論作為研究架構，並以青少年做為研究對象的研究分析則較闕如。基此，分析青少年的創意活動投入之研究分析相對迫切。此外，相關研究亦顯示 (Hudley, Daoud, Polanco, Wright-Castro, & Hershberg, 2003)，學習投入明顯影響著學習成就表現，不管是國小或國中階段，其研究結果都極為類似。再者，許多研究也顯示，以地區或國家分類的不同群體學習者或學校之比較研究，也同樣顯示出學習投入對於學習表現會呈現出正向的關聯性 (Committee on Increasing High School Students' Engagement and

Motivation to Learn, 2004)。綜合上述，本研究探討青少年參與創意發明競賽影響因素之關係，了解各類創意競賽投入情形乃至關重要。

(三) 參加 IEYI 競賽的價值

近年來臺灣的發明家經常在國際性展覽競賽中擁有傑出的表現，其研發產品具創意且實用，深獲評審青睞與好評，高度受到世界各國的關注，臺灣地區 IEYI 世界青少年發明展選拔賽計畫因此展開 (洪榮昭, 2019)。此項常態性競賽活動不僅兼具培育國家創意與創新的新能量，也為下一代開展立足臺灣、放眼世界的競合能力，其目的在於提供一個讓青少年能夠恣意展現科技創意的舞臺。每年從初審辦理開始、經複審選拔出國家代表隊，再赴各個主辦國家參加展覽與競賽，對於青少年從事創意發想深具鼓舞作用，獲選參與國際創造交流對視野提升亦至為重要，此競賽活動不僅是激發青少年運用想像力、發揮實作能力，還需運用其分析、評估能力來解決問題，並且將創意融入在發明實體之中。選拔過程青少年不僅需付諸行動，更需運用學習策略來產出創意成果，才有機會從激烈的賽事中脫穎而出。然而，有限的競賽研究多集中在學生參與此類賽事中的態度與相關信念 (Hong, Hwang, Szeto, Tai, & Tsai, 2016; Hong, Chang, Tsai, & Tai, 2019)，本研究主要目的在於瞭解青少年參與發明展過程中對其活動挑戰產生的創意自我效能，能否持續將認知、情感與行為的投入運用在競賽準備之中，並肯定參加發明展賽事之價值。

期望值理論 (expectancy-valence theory, EVT) 關注學生對學習成功的信念以及任務內容的價值 (Eccles, 1983; Eccles, Barber, Updegraff, & O'Brien, 1998)。EVT 提供全面的研究個體心理因素的理論框架與自我導向環境中的學術動機和表現之關聯 (Wigfield & Eccles, 2000)。意即 EVT 提供了一個視角，從中探索學生如何選擇自己的目標，用以描述自身對學術任務及其變量的態度、感知價值、影響成就行為等，如努力與堅持。此情感網絡與動機有關 (DeBacker & Nelson, 1999)，說明較低的效用價值可以預測學生較低的學習期待 (Guo, Marsh, Parker, Morin & Yeung, 2015)，並且可以預測教育中的參與和表現。Bøe 與 Henriksen (2015) 也應用 EVT 來詳述任務價值如何影響學生成就相關的選擇和表現 (Huang, Chiu, & Hong, 2016; Hong et al., 2016; Hong, Tai, & Ye, 2019)。因此，本研究採用 EVT 來探索參加 IEYI 競賽的價值觀，以及參賽者之創意自我效能，與認知、情感和行為投入，及參加競賽價值的相關性。

二、研究假設

(一) 創意自我效能與競賽投入

與控制相關的評估和信念對行動和成果的感知交互影響 (Pekrun, 2006)，且感知與成就相關的行動和成果具有可控性 (Pekrun & Stephens, 2010)。根據 Pintrich 與 Schunk (2002) 的說法，控制方面的關鍵問題是：「我能做到嗎？」。控制包括諸如學術自我概念，自我效能信念等構面 (King & Gaerlan, 2014)。在 Reschly 與 Christenson (2012) 的學習投入框架的引導下，情感和認知投入被用來研究學生的感知信念和學習投入之間的關聯。Chong、Liem、Huan、Kit 與 Ang (2018) 發現自我效能透過不同的投入途徑積極地表現出不同的直接關係。新的證據進一步顯示，效能信念在科學活動和情境下，對學校環境中的投入產生直接和間接的影響 (Eccles & Roeser, 2011; Ben-Eliyahu, Moore, Dorph, & Schunn, 2018)。因此，於 IEYI 情境下之相關性假設提出如下：

假設 1：創意自我效能與認知投入具正向關聯。

假設 2：創意自我效能與情感投入具正向關聯。

假設 3：創意自我效能與行為投入具正向關聯。

(二) 競賽投入和參加 IEYI 的感知價值

成就感控制價值理論 (CVTAE) (Pekrun, 2006) 為定位預測和成效提供了理論依據，研究結果同時強調了有關投入 STEM 競賽的重要初步信息。情感被認為是投入的關鍵組成因素 (Fredricks et al., 2004; Pekrun, 2006, 2009)。基於 CVTAE 理論，由於與促進行為、實作、學習和成就的關鍵機制密切相關，因此投入被認為是重要產出 (Pekrun, 2009; Pekrun, Elliot, & Maier, 2006, 2009)。也就是說，活動是指在成就情境下投入正在進行的活動 (Pekrun et al., 2006)。例如，當學生處於控

制和價值評估較低或未得到滿足的成就環境中時，例如競賽失敗，他們的負面情緒可能會發生 (Daschmann, Goetz, & Stupinsky, 2014)，並且感知的價值將是負面的 (Pekrun, Goetz, Daniels, Stupinsky, & Perry, 2010)。實證研究旨在了解學生科學相關態度的本質和意義，以及那些具有不同態度的人如何實際投入科學學習。Koretsky、Vauras、Jones、Iiskala 與 Volet (in press) 研究了學生對學習科學的投入態度並發現積極的投入態度可以增強他們的學習過程，如探索和鞏固知識，意即學生可以透過初始和後續產生的投入來貢獻更多的知識，接著掌握參加該活動的價值觀 (Volet, Jones, & Vauras, 2019)。因此，參加 IEYI 的競賽投入與學生感知的價值如何相關，其假設如下：

假設 4：認知投入與競賽價值具正向關聯。

假設 5：情感投入與競賽價值具正向關聯。

假設 6：行為投入與競賽價值具正向關聯。

(三) 創意自我效能與參加 IEYI 的競賽價值

自我效能在評價的過程中就像是一個導致結果的資源因素 (Jerusalem & Schwarzer, 1992)，且被廣泛被應用在教育研究中 (如 Chang et al., 2019; Hong, et al., 2019; Hsu, Chen, Chang, & Hu, 2016; Lee et al., 2017; Yuan et al., 2017)。而創意自我效能 (CSE) 指的是學習者能激發本身展現創造性產出的信仰或想法 (Tierney & Farmer, 2002)，為參賽者長期創意表現強而有力的預測因素 (Newman et al., 2018)。越來愈多的研究顯示創意自我效能與競爭情境脈絡相關，參賽者需藉此不斷改進發明，然而運用創意自我效能解決在競爭環境中的發明實務尚未被研究，所以本研究特別針對發明競賽中創意自我效能與競賽價值來進行了解，檢視創意自我效能與競賽價值之間是否具有著中介的效果呢？且創意自我效能與青少年感知的競賽價值究竟如何相關？本研究提出的假設如下：

假設 7：創意自我效能與競賽價值具間接正向關聯。

(四) 研究模式

成就感控制價值理論 (CVTAE) (Pekrun, 2006, 2009) 屬於整合架構，可用以解釋成就感與學習投入之間的關聯。以 CVTAE 的論點來看 (Pekrun, Frenzel, Goetz & Perry, 2007)，投入與一系列合適成果相關，隨著學習過程的改善而變得更好 (King & Gaerlan, 2014)，同時說明主觀控制和主觀評價已成為成就情感的兩種認知評估 (Pekrun, 2006)。主觀控制指的是個人對成就活動與成果自我感知的交互影響，可採取回顧性因果歸因和對成功或失敗的預期期望之形式，通常以自我效能、學術自我概念或學術控制，亦即學習投入的方式運作 (Pekrun, Goetz, Frenzel, Barchfeld & Perry, 2011)，而主觀價值來自愉悅感或滿足感。本研究強調整合 CSE 的重要性，以投入和價值作為架構雖仍屬廣泛而綜合的深化理論本質 (Wang & Degol, 2014)，然而此架構卻提供了前瞻性的概念模型，集結獨特的個別化動機特點與核心情境因素，以解釋學生投入的不同層次和模式，並得理解其價值觀。延續此架構，本研究旨在透過 IEYI 參賽者進一步了解其韌性。據此，本研究模型提出如下：

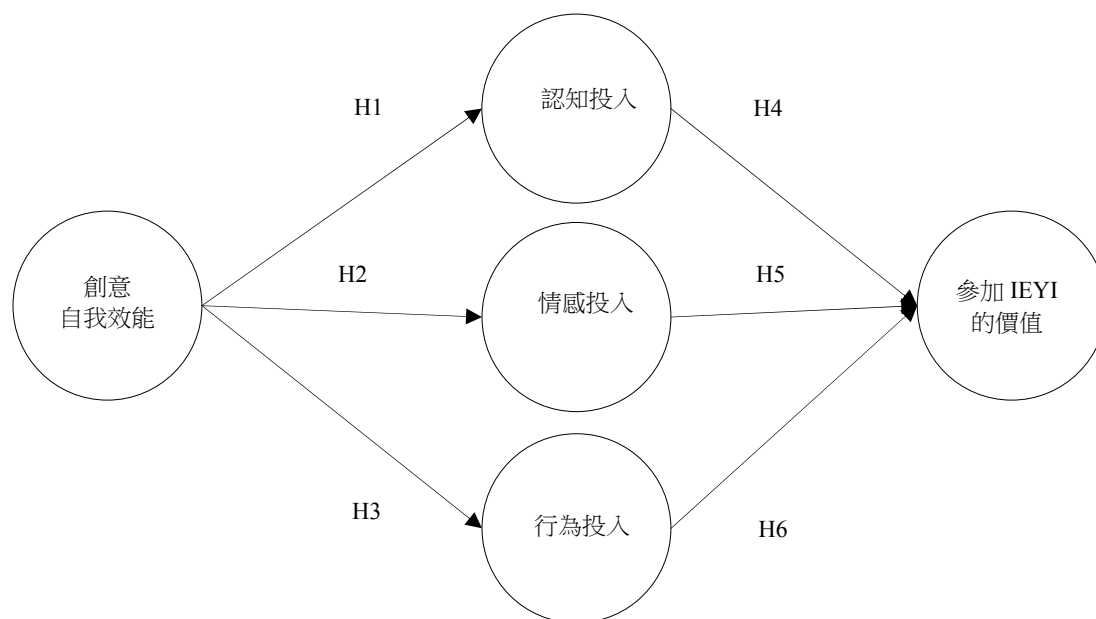


圖 1 研究模式

方法

一、研究實施

本研究根據所彙整的相關文獻，提出假設，運用問卷調查方法蒐集資料，用以瞭解青少年創意自我效能、競賽投入與參加競賽的價值間之相關性。綜合文獻探討的彙整與實證支持，創意自我效能與認知投入、情感投入、行為投入皆為正相關，而競賽投入與參加競賽的價值亦呈現正相關，並稱之為青少年的創意發明投入策略模式，如圖 1 所示，希望透過此實證資料的處理與分析來探討各個構面的相關性，以檢驗 H1：創意自我效能與認知投入具正向關聯；H2：創意自我效能與情感投入具正向關聯；H3：創意自我效能與行為投入具正向關聯；H4：認知投入與競賽價值具正向關聯；H5：情感投入與競賽價值具正向關聯；H6：行為投入與競賽價值具正向關聯；H7：創意自我效能與競賽價值具間接正向關聯。

二、研究參與者

本研究參與者為參加 108 年 1 月 26、27 日所舉辦之 2018 年 IEYI 發明展臺灣選拔賽的國中組與高中組學生，在選拔賽活動簡章上已事先註明將發放問卷，且除了問卷上具有研究聲明及填寫問卷視同參與本研究外，在選拔賽活動期間，在活動現場亦有主持人進行口頭指導語的填寫說明，而不願意協助填寫問卷的參與者也不會影響選拔成績。參與者的年齡在 13~18 歲間 ($M = 14.74$ ，

$SD = 1.44$)，共收到 325 份問卷，經刪除填答不完整或有缺漏的 71 份無效卷後，有效問卷共有 254 份，回收率為 78.2%，男生 161 人 (63.4%)，女生 93 人 (36.6%)。

三、研究工具

(一) 問卷量表

本研究問卷內容為參考先前研究的問卷並經修改而成，其所採用之問卷如下：

1. **創意自我效能**。調查問卷之設計係參考及改編自前人研究 (Li & Wu, 2011; Wang, Zhang & Martocchio, 2011; Hong, Ye & Fan, 2019)，包括：自我評價，其他人對自我一般創造力的看法。

2. **競賽投入**。調查問卷之設計係修正自 Fredricks 等人 (2004) 訂定之構面的操作型定義，包括認知、情感與行為三種類型的學習投入。(1) 認知投入是運用投資理念，包含了體貼、願意付出及努力，以理解複雜的思維和掌握困難的技能；(2) 情感投入則是對師生與校方的正負面反應，或與活動大會聯繫，衍生出影響投入意願之情緒反應等；(3) 行為投入則是基於參與的想法，包括涉略學術、社交或課外活動，被認為對取得積極的學術成果及避免中輟至關重要。

3. **競賽價值**。調查問卷之設計係修正自 Wang 與 Eccles (2012) 訂定之構面的操作型定義，包括青少年認知、情感與行為投入及其與教育成功的關係。

(二) 題數

本原始問卷創意自我效能有 8 題、認知投入 8 題、情感投入 9 題、行為投入 9 題和參加 IEYI 的價值 6 題，經專家檢視及預測後，發放正式問卷對參加 2018 年 IEYI 世界青少年創客發明展臺灣選拔賽之國高中組選手進行施測，所有構面之原始題項於項目分析 (一階驗證性因素分析, first-order confirmatory factor analysis, CFA) 進行簡化。

(三) 計分方式

問卷使用 Likert 五點量表來計算分數，選項分別由非常不同意到非常同意共包含五個選項，讓學生自我評估完成作答，問卷的計分方式以 1~5 分來採計。

四、項目分析

首先以一階驗證性因素分析 (CFA) 進行項目的內部效度分析，對每一個構面的原始題項進行簡化。參考 Hair、Black、Babin 與 Anderson (2010) 之標準，如表 1 所示之卡方值與自由度比 (χ^2/df) 值應小於 5 的標準值，近似均方根誤差 (RMSEA) 數值應小於 .10 的標準值、而合適指標 (GFI, AGFI) 的數值亦須大於 .80 的標準值，同時因素負荷 (factor loading, FL) 數值亦須大於 .50 的標準值 (Kenny, Kaniskan, & McCoach, 2014)，分析結果顯示於表 2。因此，本研究原始問卷中的創意自我效能從 8 個題項刪減為 5 個；認知投入從 8 個題項刪減為 4 個；情感投入從 9 個題項刪減為 5 個；行為投入從 9 個題項刪減為 5 個；參加 IEYI 的價值從 6 個題項刪減為 5 個，綜整如下表 2。

表 1 驗證性分析 (CFA)

適配程度	閾值	創意自我效能	認知投入	情感投入	行為投入	參加 IEYI 的價值
卡方值	--	1.1	1.4	6.2	8.1	2.9
自由度	--	5	2	2	5	5
χ^2/df 比值	< 5.0	.22	.70	3.1	1.6	.58
RMSEA 誤差	< .10	.00	.00	.09	.05	.00
GFI 指標	> .90	.99	.99	.99	.99	.99
AGFI 指標	> .90	.99	.98	.94	.96	.99

五、信度與效度分析

基於創意自我效能、競賽投入與競賽價值的研究模式，問卷的信、效度於研究中重新驗證。

(一) 效度分析

本研究所使用之效度檢驗標準包含：1. 各個構面的平均變異之抽取量 (AVE) 數值必須至少大於 .50 (Hair, Ringle, & Sarstedt, 2011); 2. 各題項的 FL 數值要大於 .50。由研究結果顯示, AVE 數值介於 .57 至 .66 之間, 大於 .50; 各題項的 FL 數值介於 .65 至 .87 之間, 大於 .50。由上可見, 本研究中的構面或題項, 具備良好的收斂效度及建構效度 (Byrne, 2001)。

根據 Cor (2016) 之研究, 將各構面之題項進行外部效度檢驗, 以診斷題項的外部效度以判別研究的可解釋範圍。若 t 值 (臨界比) 若高於 3, 即達顯著水準 ($***p < .001$), 亦即可視為具有外部效度。由表 2 得知, 所有題項 t 值皆大於 67.81, 顯著超乎標準, 即本研究的構面或題項都具備良好效度 (Green & Salkind, 2004)。

(二) 信度分析

本研究分析所使用的信度檢驗標準：1. 各個構面的組合信度 (component reliability, CR) 數值須大於 .70 (Hair et al., 2010); 2. 各個構面之 Cronbach's α 值以大於 .70 為佳 (Tabbakh & Freeland-Graves, 2016)。經數據分析, 顯示本研究之各個構面的組合信度出現在 .86 至 .91 之間, 而各個構面的 α 值出現在 .86 至 .91 之間, 符合信度接受標準, 如表 2 所示。

表 2 各構面與題項的信度與效度之分析

題目	<i>M</i>	<i>SD</i>	FL	<i>t</i> value
創意自我效能 $M = 4.05, SD = .73, \text{Cronbach's } \alpha = .91, CR = .90, AVE = .65$				
1. 假如在創新設計過程中遭遇到新難題, 我依然有辦法處理。	3.96	.84	.79	75.34
2. 我在發明練習競賽過程中, 能找出問題的細節, 並想辦法解決。	4.13	.83	.87	79.21
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	4.09	.87	.81	75.14
4. 當碰到創新設計上的難題, 我會擬出多元的解決方法。	4.01	.85	.78	74.90
5. 在進行創新設計時, 我會不斷修正創作內容。	4.09	.86	.79	75.94
認知投入 $M = 3.77, SD = .70, \text{Cronbach's } \alpha = .86, CR = .86, AVE = .61$				
1. 在做發明設計之前, 我會事先做好規劃。	3.78	.86	.73	70.12
2. 在發明過程中與同學討論時, 我能抓到重點, 不會常偏離話題。	3.79	.82	.75	73.96
3. 我相信魔鬼在細節中, 所以凡事打破砂鍋問到底探究細節。	3.76	.86	.81	70.03
4. 在發明過程中與同學討論時, 我總能全神貫注。	3.77	.81	.82	73.84
情感投入 $M = 3.86, SD = .64, \text{Cronbach's } \alpha = .87, CR = .87, AVE = .57$				
1. 我喜歡花時間投入在做發明上面。	3.79	.85	.77	71.07
2. 如果犯錯, 我會勇敢向他人認錯。	3.84	.73	.78	83.62
3. 若參賽產品完成後, 作品功能未達理想, 我還是樂意進行修正。	3.91	.82	.80	75.55
4. 在發明過程中, 對不熟悉的事物, 我會喜歡去探索。	3.90	.77	.66	80.61
5. 在發明過程中, 出現狀況, 比起和同學討論誰的責任, 我喜歡討論如何因應或問題解決。	3.84	.78	.76	78.57
行為投入 $M = 3.90, SD = .65, \text{Cronbach's } \alpha = .87, CR = .87, AVE = .58$				
1. 我每次會負責完成自己負責的資料蒐集部分。	4.01	.79	.84	80.83
2. 我通常會在預期時間內完成發明的組裝。	3.90	.79	.76	78.77
3. 我習慣把產品製作做到一個段落才休息。	3.97	.81	.77	78.44
4. 我做事會注意與伙伴合作無間。	3.86	.78	.76	79.37
5. 碰到問題我會廢寢忘食想解決若未解決會不安。	3.73	.88	.65	67.81
競賽價值 $M = 4.17, SD = .72, \text{Cronbach's } \alpha = .91, CR = .91, AVE = .66$				
1. 我覺得創作發明產品, 可以增加科學知識的理解。	4.22	.83	.84	81.19
2. 我覺得發明產品, 比其他課業學習更重要。	3.97	.92	.72	68.49
3. 我覺得發明產品, 讓科技學習變得很實用。	4.26	.82	.83	83.15
4. 我覺得發明產品, 有助於我學校其他相關課業學習。	4.15	.87	.83	76.18
5. 我覺得發明產品, 培養「肯思考」的態度。	4.27	.79	.85	86.12

六、構面區別效度分析

Chin (1998) 研究指出當某一構面的 AVE 根號值，高於其他構面的皮爾森相關係數值，即代表此構面呈現良好的構面區別效度，而結果顯示，所有五個構面都具有極佳的構面區別效度，如下表 3 可知。

表 3 各構面的區別效度之分析

構面	1	2	3	4	5
1. 創意自我效能	(.81)				
2. 認知投入	.66	(.78)			
3. 情感投入	.71	.65	(.75)		
4. 行為投入	.74	.67	.72	(.76)	
5. 競賽價值	.76	.68	.71	.73	(.81)

註：粗體字代表 AVE 的平方根數值，其餘為相關係數值。

七、整體適配程度之分析

透過 AMOS 20.0 統計套裝軟體驗證本研究關聯之假設結構方程模式，並以之檢驗各個構面的相關情形，及進一步框架出青少年創意自我效能、競賽投入與競賽價值之關係模組。再者，本研究分析採用 Hair 等人 (2010) 建議之適配度規範分別為：1. 卡方值與自由度比 (χ^2/df) 數值須小於 5；2. 近似均方根誤差 (RMSEA) 的數值須小於 .08；3. CFI、IFI、NFI、RFI 等合適指標數值必須大於 .90；4. PGFI 與 PNFI 之合適指標數值須大於 .50；5. AGFI 與 GFI 之合適指標數值應大於 .80 (黃芳銘, 2006)。本研究經統計分析得到各指標如下：1. $\chi^2 = 497.1$ 、 $df = 246$ 、 $\chi^2/df = 2.02 < 0.5$ ；2. RMSEA = .06 < .08；3. CFI = .94、IFI = .94、NFI = .91、RFI = .91 > .90；4. PGFI = .71、PNFI = .79 > .50；5. AGFI = .83、GFI = .86 > .80。綜上得知，本相關模式研究分析具備優良的適配度。

結果

由圖 2 可知，本研究所提出之 H1 至 H6 等六條研究假設皆成立。青少年的創意自我效能與認知投入具正相關 ($\beta = .79^{***}$, $t = 9.95$)，創意自我效能與情感投入具正相關 ($\beta = .86^{***}$, $t = 11.59$)，創意自我效能與行為投入具正相關 ($\beta = .89^{***}$, $t = 12.98$)，簡言之，創意自我效能對於三種類型的競賽投入皆為正向相關，其影響程度若由高到低依序排列為行為投入 > 情感投入 > 認知投入。另外，認知投入與競賽價值具正相關 ($\beta = .27^{***}$, $t = 3.65$)，情感投入與競賽價值具正相關 ($\beta = .28^{**}$, $t = 2.87$)，行為投入與競賽價值一樣也具有正相關 ($\beta = .41^{***}$, $t = 3.90$)，三種競賽投入對於競賽價值的影響也都呈現正向相關，其影響程度由高到低一樣是行為投入 > 情感投入 > 認知投入。此外，Hair 等人 (2010) 指出，解釋力數值為 .25、.50 與 .75 的間距時，各代表弱、中、強等三種強度的解釋力，本研究的認知投入解釋力為 62%，情感投入的解釋力為 73%，行為投入的解釋力為 79%，參加 IEYI 的價值之解釋力為 76%，綜上可知，表示本研究具備中、強程度以上的解釋力。

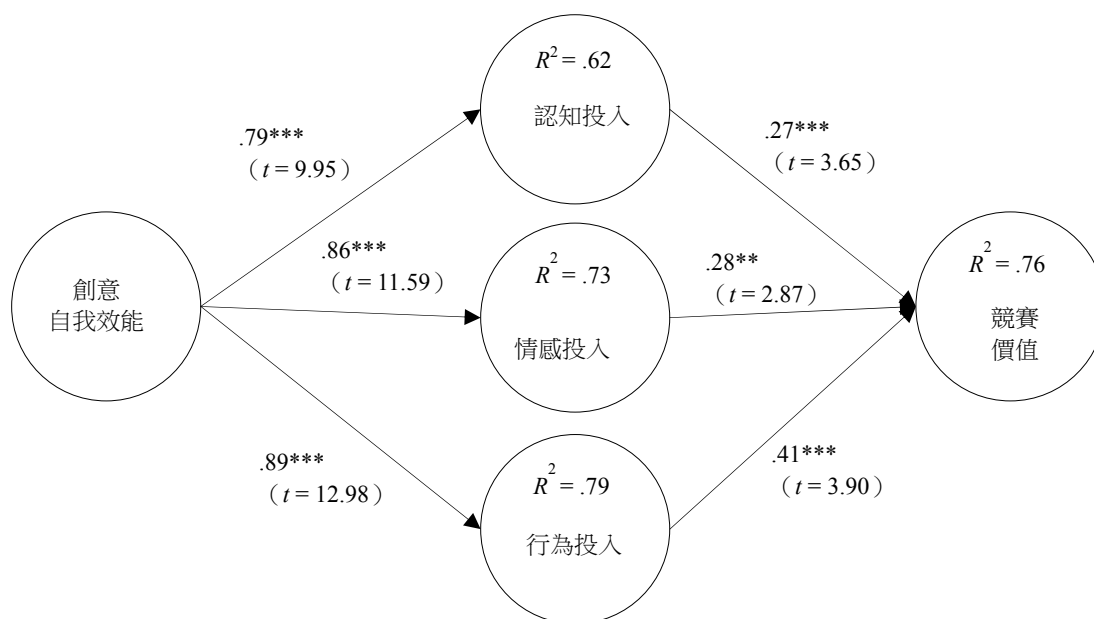


圖 2 研究模式驗證

** $p < .01$. *** $p < .001$.

由間接效應分析結果顯示（如表 4），可知創意自我效能與競賽價值具有間接非常顯著的正向相關（ $\beta = .82^{***}$ ），且 CI 值為 95%：[0.82, 0.88]，95%的信賴區間（CI）不包括零，表示沒有直接效應存在於研究模型中，意即創意自我效能與競賽價值間存在著中介效果，兩者呈現間接顯著正向相關。

表 4 間接效應分析

構面	創意自我效能	
	β	95%CI
間接效應		
競賽價值	.82***	[.82, .88]

*** $p < .001$.

討論

當學生在競爭環境中獲取經驗時，可以使他們更有動力去創意學習和學習投入（Kernis, 2003）。經由認知評估轉換為行為意圖，作為與積極認知投入、情感投入和行為投入的主要因素。基此，本研究的主要目的有二：一為制定創意自我效能的框架，以確認創意發明競賽中的認知、情感與行為投入對學習策略的應用方針，進一步反映到參加創意發明競賽活動的價值認同；其二是通過測試學生的積極認知、情感與行為的投入中介，導出與參加競賽的價值間之相關性來確定該途徑的有效性。

本研究藉參加 IEYI 世界青少年創客發明展選拔賽，讓學生學習創意自我效能提升學習的策略，並驗證與競賽投入構面間的相關性，Tierney 與 Farmer (2002) 認為，藉由創意自我效能的展現對學習者的創造潛能具有預測功能。本研究調查參加競賽學生的認知投入、情感投入及行為投入與競賽價值間的相關性。根據 SEM 分析，創意自我效能與認知投入、情感投入及行為投入三種競賽投入均呈現正相關，H1、H2 和 H3 被接受。此外，認知投入、情感投入及行為投入三種競賽投入也都與參加 IEYI 競賽的價值呈現正相關，H4、H5 和 H6 亦皆被接受。綜合看來，本研究經驗證分析後得到以下七個論點，僅分別討論之。

一、創意自我效能與認知投入具正向關聯

自我效能在評價的過程中就像是一個導致結果的資源因素 (Jerusalem & Schwarzer, 1992)。從 Bandura (1997) 所主張的社會認知理論 (Social cognitive theory, 縮寫 SCT) 觀點來說，創意自我效能對於創造性歷程扮演著重要的角色。相關研究發現 (Tierney & Farmer, 2002)，創意自我效能對於學習者的創造能力具備預測性，Beefink、Van Eerde、Rutte 與 Bertrand (2012) 也假設驗證創造性自我效能可以成功地為創新設計領航。創意自我效能證明於不同環境中，與個人和工作團隊的創造力有關 (Tierney & Farmer, 2002; Shin & Zhou, 2007)。而本研究檢視結果亦指出，具備較高水平創意自我效能的參與者，其認知投入亦較高。因此，本研究結果與前述的研究結論相互印證，表示青少年的創意自我效能與認知投入具顯著正向關聯。

二、創意自我效能與情感投入具正向關聯

研究指出自我效能的評估深受人際情境所給予的言語說服所影響 (Bandura & Wood, 1989)。洪素蘋等人 (2008) 研究也指出重要他人給予的正向反思對於創意內在動機雖不具直接顯著影響效果，如果經由創意自我效能中介導入則會對創意內在動機產生影響效果。Edgar、Wilmar 與 Marisa (2011) 隨後說明創意自我效能影響競賽投入的動機過程與效能信念，間接亦影響活力的持續和對競賽的投入，內在動機與自我效能間具備正向關聯 (Jeraj & Marič, 2013)。從本研究驗證亦得知，當創意自我效能愈高的參與者，其情感投入也愈高，呼應前述的研究，學生的創意自我效能與情感投入間具備顯著正向關聯，因此，本研究結果顯示假設獲得支持。

三、創意自我效能與行為投入具正向關聯

如 Bandura (1997) 所言，學習者的行為係在動態歷程下產生。是以，探討影響學習者創意行為之因素及瞭解因素之間的關係性，有其必要性。而研究指出，創意自我效能對於創意行為的展示與顯現蔚為重要 (洪素蘋等人, 2008)。而鼓勵學習者發展其自身能力、並給予充足的知識，協助增長期領域之相關技能，並給予執行任務表現之機會時，即足以作出具有創意的行為。本研究驗證發現，具備較高創意自我效能的學生，其行為投入也就會愈高，呼應前人之研究結論，青少年的創意自我效能與行為投入具顯著正向關聯。

四、認知投入與競賽價值具正向關聯

認知投入被定義為學習者對於完成學業要求之精熟度、應用學習策略及學習成效之追求，又被稱為「心智投入」(Yazzie-Mintz, 2010)。而 Walker 與 Greene (2009) 研究指出當學習者可以有

效掌握認知策略時，對於學習的理解與學習成效均有正向地影響性。而許多實證研究亦發現，愈是具備良好學習表現的學習者，愈能營造屬於他個人需求的學習策略框架，所以學習策略與學習成就具備正向關聯 (Thiessen & Blasius, 2008)。本研究結果亦顯示，認知投入高的學生，競賽價值亦高，呼應前人的研究結論，得知青少年的認知投入與參加競賽的價值具顯著正向關聯。

五、情感投入與競賽價值具正向關聯

情感投入係指學習者對於師長、同學和學習教材的正面與負面之感知，包括學習者對學校環境通盤管控的覺知，以及對校方整體團隊的觀感，並考慮學習者對於學習動機與定位等諸多因子 (Fredricks et al., 2004)。而研究顯示，學習者的學習興趣與學習成就具有相當程度之關聯性，故過去研究顯示，促使學習者擁有愈積極主動之學習初衷，可提升學習者之學習動能，並能有效提高其學習意圖，此將有助學習者在學習活動歷程中，展現絕佳的學習成就 (William, Williams, Kastberg & Jocelyn, 2005)。本研究結果也顯示，情感投入愈高的青少年，其含蘊的競賽價值亦愈高，符合前述之研究結論，意即青少年的情感投入與參加競賽的價值具正向關聯。

六、行為投入與競賽價值具正向關聯

近年來，在教育及心理學領域的相關研究顯示，行為投入構面係可以預測學習者的學習成就之重要指標 (Downer, Rimm-Kaufman, & Pianta, 2007)，而行為投入主要用於探析學習者的學習活動之效能。通常學習者投入在學習活動的頻率如果愈高，或者學習時間愈長，其學習表現也會愈好 (Greene, Marti, & McClenney, 2008; Kuh, Kinzie, Schuh, & Whitt., 2005)。本研究結果顯示，行為投入愈高的學生，其競賽價值亦愈高，符合前述之研究結論，意即青少年行為投入與參加競賽的價值具正向關聯。

七、創意自我效能與競賽價值具間接正向關聯

良好的量化分析強調使用信賴區間 (confidence interval, CI) (Thompson, 2002)，95%CI 標準被廣泛應用於報告研究數據的統計分析，通常 CI 的信賴界限 (confidence limit) 之數值不橫跨 0 代表驗證分析結果具有統計學意義 (Nakagawa & Cuthill, 2007)。從表 5 間接效應分析結果可知，本研究之創意自我效能與競賽價值具有間接非常顯著的正相關 ($\beta = .82^{***}$)，而且其 95%CI 為 [.82, .88]，即 95%的信賴區間不包括零，顯示沒有直接效應存在於研究模型中，意即創意自我效能與競賽價值存在著中介效果並具間接正向關聯，因此本研究之驗證分析結果在統計學上具有解釋意義。

結論與建議

一、結論與貢獻

透過青少年創意自我效能、競賽投入與價值之關係模式建立，本研究之檢驗結果，不僅具備良好的適配度與信效度，更驗證出此研究模式之可使用性。研究結果對於解釋創意自我效能與競賽投入相關的認知、情感、行為因素以及參加競賽的價值具顯著正向關聯。本研究通過顯示三類

的競賽投入可以促進或抑制參與者的競賽價值，進一步增加了我們對關係動力學的理解。與先前的研究相比，這項研究的結果似乎對參與競賽的價值具有更有意義的組合影響。

因此，作為一個價值目標導向，青少年創客發明展選拔賽激勵學生創意自我效能的提升，這構成了競賽認知、情感與行為的投入過程改進的創作發明的產出，使其能夠在競賽中提高持續的投入。因此，通過發明作品展覽，學生可以通過他們的投入來尋求和驗證他們的 STEM 知識。實際意義是教師可以透過發明展選拔的中介作用或類似的活動作為教學誘因而來提升學生在科學學習中的創新能力。

綜上論述，本研究突破過去的研究成果，對創造研究相關領域做出理論與實務性的貢獻：一是本研究所建構模式適配度良好，各構面之信度與效度俱佳，可解釋發明創作的競賽價值；二是創意自我效能是一項重要特質，研究證實創意自我效能可分別增強對競賽的認知、情感與行為投入，同時也可提升參加競賽的價值。

二、研究限制與建議

Hudley 等人（2003）指出，學習者的學習投入與學習表現呈現明顯正向相關。學生若有較高的創意自我效能，通常也明顯有較多的競賽投入。此部分在未來可進一步再鑑定，並在創作發明的認知、情感與行為關係上加入不同因素一起探討。

許多動機理論都是基於一種專注於個人思想，評價和信仰的認知框架（Meyer & Turner, 2002）。儘管本研究將參加競賽視為價值，但可以對其他目標導向因素進行進一步研究，例如與參加 IEYI 發明展選拔賽價值建構相關的研究推理，如持續改善態度、持續參與發明競賽的意圖等。

本研究是從自我效能與競賽投入面向來做研究，將來可再檢視自我管理與自我控制面向，並加入性別、競賽成果等構面分析，以驗證影響創作發明之其他構面。將來也可採用同質、異質性分組，以及針對持續改善態度做分析，以讓未來研究能更加完整。

參考文獻

- 李堅萍（2006）：自我效能與技能課程學習成效之相關性與差異性研究：以陶藝技能為例。*國教學報*, 18, 103-125。[Lee, J.-P. (2006). Research on the Correlation and Differences of Self-efficacy and Skills Learning Effectiveness: Taking Ceramic Skills as an Example. *Journal of National Education*, 18, 103-125.]
- 林妙貞（2007）：國小學童創意自我效能、目標導向、依附關係與創意活動投入及創意表現之關係——以科展團隊為例。國立臺北教育大學國民教育學系碩士論文。[Lin, M. C. (2007). *The relationship between creative self-efficacy, goal orientation, dependency relationship and creative activity investment and creative performance of primary school children in China-take the science exhibition team as an example* (Master's thesis). National Taipei University of Education, Taipei, Taiwan.]
- 洪榮昭（2019）：2019 IEYI 世界青少年創客發明展暨臺灣選拔賽簡章。臺北市：國立臺灣師範大學。[Hong, J.-C. (2019). *2019 IEYI international exhibition for young inventors and Taiwan selection competition*. Taipei: National Taiwan Normal University.]

- 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。[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.]
- 洪素蘋、黃宏宇、林珊如 (2008)：重要他人回饋影響創意生活經驗？：以模式競爭方式檢驗創意自我效能與創意動機的中介效果。《教育心理學報》，**40** (2)，303-322。[Hong S.-P., Huang H.-Y., & Lin S.-J. (2008). Do significant others' feedback influence one's creative behavior? - Using structural equation Modeling to examine creativity self-efficacy and creativity motivation mediation effect. *Bulletion of Education Psychology*, 2008, 40(2), 303-322.]
- 彭淑玲 (2019)：知覺教師回饋、個人成就目標、學業自我效能與無聊之關係：中介效果與條件間接化效果分析。《教育心理學報》，**51** (1)，83-108。[Peng, S.-L. (2019). Attachment, coping, and adolescent adjustment problems: Examining three competing mediation models. *Bulletin of Educational Psychology*, 51(1), 83-108.]
- 張鈿富、林松柏、周文菁 (2012)：臺灣高中學生學習投入影響因素之研究。《教育資料集刊》，**54**，23-58。[Chang, D.-F., Lin, S.-P., & Chou, W.-C. (2012). A study of the factors determining the engagement of high school students. *Educational Materials Collection*, 54, 23-58.]
- 黃芳銘 (2006)：《社會科學統計方法學結構方程模式 (修訂版)》。臺北市：五南。[Huang, F.-M. (2006). *Social science statistical methodology structural equation model* (revised edition). Taipei: Wunan.]
- Bandura, A. & Wood, R. (1989). Effect of perceived controllability and performance standards on self-regulation of complex decision making. *Journal of Personality and Social Psychology*, 56(5), 805-814.
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. New York, NY: Freeman.
- Beefink, F., Van Eerde, W., Rutte, C. G., & Bertrand, J. W. M. (2012). Being successful in a creative profession: The role of innovative cognitive style, self-regulation, and self-efficacy. *Journal of Business and Psychology*, 27(1), 71-81. DOI: 10.1007/s10869-011-9214-9
- Beghetto, R. A. (2006). Creative self-efficacy: Correlates in middle and secondary students. *Creativity Research Journal*, 18(4), 447-457. DOI: 10.1207/s15326934crj1804-4
- Ben-Eliyahu, A., Moore, D., Dorph, R., & Schunn, C. D. (2018). Investigating the multidimensionality of engagement: Affective, behavioral, and cognitive engagement across science activities and contexts. *Contemporary Educational Psychology*, 53, 87-105

- Bøe, M. V. & Henriksen, E. K. (2015). Expectancy-value perspectives on choice of science and technology education in late-modern societies. In E. K. Henriksen, J. Dillon, & J. Ryder (Eds.), *Understanding student participation and choice in science and technology education* (pp. 17-29). Singapore, SG: Springer.
- Byrne, B. M. (2001). *Structural equation modeling with AMOS: Basic concepts, applications, and programming*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Chai, C. S., Liang, J. C., Tsai, C. C., & Dong, Y. (2019). Surveying and modelling China high school students' experience of and preferences for twenty-first-century learning and their academic and knowledge creation efficacy. *Educational Studies*. DOI: 10.1080/03055698.2019.1627662
- Chang, S. H., Wang, C. L., & Lee, J. C. (2016). Do award-winning experiences benefit students' creative self-efficacy and creativity? The moderated mediation effects of perceived school support for creativity. *Learning and Individual Differences, 51*, 291-298.
- Chang, Y. S., Chen, M. Y. C., Chuang, M. J., & Chou, C. H. (2019). Improving creative self-efficacy and performance through computer-aided design application. *Thinking Skills and Creativity, 31*, 103-111. DOI: 10.1016/j.tsc.2018.11.007
- Cheng, V. M. Y. (2010). Tensions and dilemmas of teachers in creativity reform in a Chinese context. *Thinking Skills and Creativity, 5*, 120-137. DOI: 10.1016/j.tsc.2010.09.005
- Cheung, R. H. P. (2010). Designing movement activities to develop children's creativity in early childhood education. *Early Child Development and Care, 180*(3), 377-385. DOI: 10.1080/03004430801931196
- Chin, W. W. (1998). The partial least squares approach to structural equation modeling. *Modern Methods for Business Research, 295*(2), 295-336.
- Chong, W. H., Liem, G. A. D., Huan, V. S., Kit, P. L., & Ang, R. P. (2018). Student perceptions of self-efficacy and teacher support for learning in fostering youth competencies: Roles of affective and cognitive engagement. *Journal of Adolescence, 68*, 1-11.
- Committee on Increasing High School Students' Engagement and Motivation to Learn. (2004). *Engaging schools: Fostering high school students' motivation to learn*. Washington, DC: The National Academies Press.
- 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
- Daschmann, E. C., Goetz, T., & Stupinsky, R. H. (2014). Exploring the antecedents of boredom: Do teachers know why students are bored? *Teaching and Teacher Education, 39*, 22-30.

- DeBacker, T. K. & Nelson, R. M. (1999). Variations on an expectancy-value model of motivation in science. *Contemporary Educational Psychology, 24*(2), 71-94.
- Downer, J. T., Rimm-Kaufman, S. E., & Pianta, R. C. (2007). How do classroom conditions and children's risk for school problems contribute to children's behavioral engagement in learning? *School Psychology Review, 36*(3), 413-432.
- Eccles, J. S. (1983). Expectancies, values, and academic behaviors. In J. T. Spence (Ed.), *Achievement and achievement motives: Psychological and sociological approaches* (pp. 75-146). San Francisco, CA: W. H. Freeman.
- Eccles, J. S., & Roeser, R. W. (2011). Schools as developmental contexts during adolescence. *Journal of Research on Adolescence, 21*, 225-241. DOI: 10.1111/j.1532-7795.2010.00725.x
- Eccles, J. S., Barber, B. L., Updegraff, K. & O'Brien, K. M. (1998). An expectancy-value model of achievement choices: The role of ability self-concepts, perceived task utility and interest in predicting activity choice and course enrollment. In L. Hoffman, A. Krapp, K. A. Renninger & J. Baumert (Eds.), *Interest and learning: Proceedings of the Secon conference on interest and gender* (pp. 267-280). Kiel, BRD: IPN.
- Edgar, B., Wilmar, B. S., & Marisa, S (2011). Can a self-efficacy-based intervention decrease burnout, increase engagement, and enhance performance? A quasi-experimental study. *Higher Education, 61*(4), 339-355. DOI: 10.1007/s10734-010-9334-6
- Fredricks, J. A., Blumenfeld, P. C., & Paris, A. H. (2004). School engagement: Potential of the concept, state of the evidence. *Review of Educational Research, 74*(1), 59-109.
- Garn, A. C., Simonton, K., Dasingert, T., & Simonton, A. (2017). Predicting changes in student engagement in university physical education: Application of control-value theory of achievement emotions. *Psychology of Sport and Exercise, 29*, 93-102.
- Goetz, T., Frenzel, A. C., Hall, N. C., & Pekrun, R. (2008). Antecedents of academic emotions: Testing the internal/external frame of reference model for academic enjoyment. *Contemporary Educational Psychology, 33*, 9-33.
- Goetz, T., Pekrun, R., Hall, N., & Haag, L. (2006). Academic emotions from a social-cognitive perspective: Antecedents and domain specificity of students' affect in the context of Latin instruction. *British Journal of Educational Psychology, 76*, 289-308.
- Gong, Y., Huang, J. C., & Farh, J. L. (2009). Employee learning orientation, transformational leadership, and employee creativity: The mediating role of employee creative self-efficacy. *Academy of Management Journal, 52*(4), 765-778.

- Green, S. B., & Salkind, N. (2004). *Using SPSS for Windows and Macintosh: Analyzing and understanding data* (4th ed.). Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Greene, T. G., Marti, C. N., & McClenney, K. (2008). The effort-outcome gap: Differences for African American and Hispanic community college students in student engagement and academic achievement. *The Journal of Higher Education*, 79(5), 513-539.
- Guo, J., Marsh, H. W., Parker, P. D., Morin, A. J. S. & Yeung, A. S. (2015). Expectancy-value in mathematics, gender and socioeconomic background as predictors of achievement and aspirations: A multi-cohort study. *Learning and Individual Differences*, 37, 161-168.
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2010). *Multivariate data analysis* (7th ed.). Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall.
- Hair, J. F., Ringle, C M., & Sarstedt, M. (2011). PLS-SEM: Indeed a silver bullet. *Journal of Marketing Theory and Practice*, 19(2), 139-152. DOI: 10.2753/MTP1069-6679190202
- Hong, J. C., Chang, C. H., Tsai, C. R., & Tai, K. H. (2019). How situational interest affects individual interest in a STEAM competition. *International Journal of Science Education*, 41(12), 1667-1681. DOI: 10.1080/09500693.2019.1624992
- Hong, J. C., Hwang, M. Y., & Tai, K. H. (2017). Intrinsic motivation of Chinese learning in predicting online learning self-efficacy and flow experience relevant to students' learning progress. *Computer Assisted Language Learning*, 30(6), 552-574.
- Hong, J. C., Hwang, M. Y., Szeto, E., Tai, K. H., & Tsai, C. R. (2016). Positive affect relevant to epistemic curiosity to reflect continuance intention to join a hands-on making contest. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12(9), 2267-2279.
- Hong, J. C., Tai, K. H. & Ye, J. H. (2019). Playing a Chinese Remote Associated Game: The correlation among flow, self-efficacy, collective self-esteem, and competitive anxiety. *British Journal of Educational Technology*, 50(5), 2720-2735. DOI: 10.1111/bjet.12721
- Hong, J. C., Ye, J., & Fan, J. (2019). STEM in fashion design: The roles of creative self-efficacy and epistemic curiosity in creative performance. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 15(9), em1742. DOI: 10.29333/ejmste/108455
- Hsu, S. D., Chen, C. J., Chang, W. K., & Hu, Y. J. (2016). An investigation of the outcomes of PGY students' cognition of and persistent behavior in learning through the intervention of the flipped classroom in Taiwan. *Plos One*, 11(12), e0167598.
- Huang, N. T., Chiu, L.C., & Hong, J. C. (2016). Relationship amongst students' problem-solving attitude, perceived value, behavioral attitude, and intention to participate in a science and technology contest. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 14, 1419-1435.

- Hudley, C., Daoud, A., Polanco, T., Wright-Castro, R., & Hershberg, R. (2003, April). *Student engagement, school climate, and future expectations in high school*. Paper presented at the 2003 Biennial meeting of the society for research in child development. Tampa, Florida, USA.
- Hui, A., & Yuen, T. (2010). The blossoming of creativity in education in Asia: Changing views and challenging practices. *Thinking Skills and Creativity*, 5(3), 155-158. DOI: 10.1016/j.tsc.2010.10.003
- Hutchins, H. M. (2004). *Enhancing skill maintenance through relapse prevention strategies: A comparison of two models*. (Doctoral dissertation). University of North Texas, Denton.
- Jeraj, M., & Marič, M. (2013). Relation between entrepreneurial curiosity and entrepreneurial self-efficacy: A multi-country empirical validation. *Organizacija*, 46, 264-273. DOI: 10.2478/Zor-ga-2013-0027
- Jerusalem, M., & Schwarzer, R. (1992). Self-efficacy as a resource factor in stress appraisal processes. In R. Schwarzer (Ed.), *Self-efficacy: Thought control of action* (pp. 195-213). Washington, DC: Hemisphere.
- Karwowski, M. (2011). Doesn't hurt to ask . . . but sometimes it hurts to believe: Polish students' creative self-efficacy and its predictors. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 5(2), 154-164. DOI: 10.1037/a0021427
- Karwowski, M. (2012). Relationship between trait curiosity, creative self-efficacy and creative personal identity. *Europe's Journal of Psychology*, 8(4), 547. DOI: 10.5964/ejop.v8i4.513
- Kenny, D. A., Kaniskan, B., & McCoach, D. B. (2014). The performance of RMSEA in models with small degrees of freedom. *Sociological Methods & Research*, 44(3), 486-507. DOI: 10.1177/0049124114543236
- Kernis, M. H. (2003). Toward a conceptualization of optimal self-esteem. *Psychological Inquiry*, 14, 1-26. DOI: 10.1207/S15327965PLI1401_01
- King, R. B., & Gaerlan, M. J. M. (2014). High self-control predicts more positive emotions, better engagement, and higher achievement in school. *European Journal of Psychology and Education*, 29, 81-100.
- Koretsky, M., Vauras, M., Jones, C., Iiskala, T., & Volet, S. (in press). Productive disciplinary engagement in high- and low-outcome student groups: Observations from three collaborative science learning contexts. *Research in Science Education*. Retrieved from <https://doi.org/10.1007/s11165-019-9829-9>
- Kuh, G. D., Kinzie, J., Schuh, J. H., & Whitt, E. J. (2005). *Assessing conditions to enhance educational effectiveness: The inventory for student engagement and success*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.

- Lee, C. H., Chang, F. C., Hsu, S. D., Chi, H. Y., Huang, L. J., & Yeh, M. K. (2017). Inappropriate self-medication among adolescents and its association with lower medication literacy and substance use. *PLoS ONE*, *12*(12), e0189199. DOI: 10.1371/journal.pone.0189199
- Li, C., & Wu, J. (2011). The structural relationships between optimism and innovative behavior: Understanding potential antecedents and mediating effects. *Creativity Research Journal*, *23*(2), 119-128. DOI: 10.1080/10400419.2011.571184
- Liu, C. C., Lu, K. H., Wu, L. Y., & Tsai, C. C. (2016). The impact of peer review on creative self-efficacy and learning performance in Web 2.0 learning activities. *Educational Technology and Society*, *19*(2), 286-297.
- Luo, W., Ng, P. T., Lee, K., & Aye, K. M. (2016). Self-efficacy, value, and achievement emotions as mediators between parenting practice and homework behavior: A control-value theory perspective. *Learning and Individual Differences*, *50*, 275-282.
- Mathisen, G. E., & Bronnick, K. S. (2009). Creative self-efficacy: An intervention study. *International Journal of Educational Research*, *48*(1), 21-29. DOI: 10.1016/j.ijer.2009.02.009
- McCormick, A., Kinzie, J., & Gonyea, R. M. (2013). Bridging research and practice to improve the quality of undergraduate education. *Higher Education: Handbook of Theory and Research*, *28*, 47-92.
- Meyer, D. K., & Turner, J. C. (2002). Discovering emotion in classroom motivation research. *Educational Psychologist*, *37*, 107-114. DOI: 0.1207/S15326985EP3702_5
- 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
- Newman, A., Tse, H. H.M., Schwarz, G., & Nielsen, I. (2018). The effects of employees' creative self-efficacy on innovative behavior: The role of entrepreneurial leadership. *Journal of Business Research*, *89*, 1-9.
- O'Farrell, S. L., & Morrison, G. M. (2003). A factor analysis exploring school bonding and related constructs among upper elementary students. *California School Psychologist*, *8*, 53-72.
- Pargar, F., Kujala, J., Aaltonen, K., & Ruutu, S. (2019). Value creation dynamics in a project alliance. *International Journal of Project Management*, *37*, 716-730.
- Pekrun, R. (2006). The control-value theory of achievement emotions: Assumptions, corollaries, and implications for educational research and practice. *Educational Psychology Review*, *18*, 315-341.
- Pekrun, R. (2009). Emotions at school. In K. R. Wentzel, & A. Wigfield (Eds.), *Handbook of motivation at school* (pp. 575-604). New York, NY: Routledge.

- Pekrun, R., & Stephens, E. J. (2010). Achievement emotions: A control-value approach. *Social and Personality Psychology Compass*, 4, 238-255
- Pekrun, R., Elliot, A. J., & Maier, M. A. (2006). Achievement goals and discrete achievement emotions: A theoretical model and prospective test. *Journal of Educational Psychology*, 98, 583-597.
- Pekrun, R., Elliot, A. J., & Maier, M. A. (2009). Achievement goals and achievement emotions: Testing a model of their joint relations with academic performance. *Journal of Educational Psychology*, 101, 115-135.
- Pekrun, R., Frenzel, A. C., Goetz, T. & Perry, R. P. (2007). The Control-Value Theory of Achievement Emotions: An Integrative Approach to Emotions in Education. In Schutz, P. A. & Pekrun, R (Eds), *Emotion in Education* (pp. 13-36). Amsterdam: Academic press.
- Pekrun, R., Goetz, T., Daniels, L. M., Stupinsky, R. H., & Perry, R. P. (2010). Boredom in achievement settings: Exploring control-value antecedents and performance outcomes of a neglected emotion. *Journal of Educational Psychology*, 102, 531-549.
- Pekrun, R., Goetz, T., Frenzel, A. C., Barchfeld, P. & Perry, R. P. (2011) Measuring emotions in students' learning and performance: The Achievement Emotions Questionnaire (AEQ). *Contemporary Educational Psychology*, 36, 36-48.
- Pintrich, P.R., & Schunk, D.H. (2002). *Motivation in education: Theory, research, and applications*. Upper Saddle River, NJ: Pearson Education.
- Plucker, J. A., & Rutkowski, D. (2011). *Running a race against ourselves*. Retrieved from <http://www.edweek.org/ew/articles/2011/07/05/36plucker.h30.html>
- Reschly, A. L., & Christenson, S. L. (2012). Jingle, jangle, and conceptual haziness: Evolution and future directions of the engagement construct. In S. L. Christenson, A. L. Reschly, & C. Wylie (Eds.). *Handbook of research on student engagement* (pp. 3-20). Now York, NY: Springer.
- Shin, S. J., & Zhou, J. (2007). When is educational specialization heterogeneity related to creativity in research and development teams? Transformational leadership as a moderator. *Journal of Applied Psychology*, 92, 1709-1721. DOI: 10.1037/0021-9010.92.6.1709
- Sinclair, M. F., Christenson, S. L., Lehr, C. A., & Anderson, A. R. (2003). Facilitating school engagement: Lessons learned from Check & Connect longitudinal studies. *California School Psychologist*, 8, 29-41.
- Skinner, E., Furrer, C., Marchand, G., & Kindermann, T. (2008). Engagement and disaffection in the classroom: Part of a larger motivational dynamic? *Journal of Educational Psychology*, 100(4), 765-781.

- Skinner, E., Kindermann, T. A., & Furrer, C. J. (2008). A motivational perspective on engagement and disaffection. *Educational and Psychological Measurement, 69*, 493-525.
- Stankov, L., Lee, J., Luo, W., & Hogan, D. J. (2012). Confidence: A better predictor of academic achievement than self-efficacy, self-concept and anxiety? *Learning and Individual Differences, 22*(6), 747-758. DOI: 10.1016/j.lindif.2012.05.013
- Tabbakh, T., & Freeland-Graves, J. (2016). Development and validation of the multidimensional home environment scale (MHES) for adolescents and their mothers. *Eating Behaviors, 22*, 76-82.
- Thiessen, V., & Blasius, J. (2008). Mathematics achievement and mathematics learning strategies: Cognitive competencies and construct differentiation. *International Journal of Educational Research, 47*, 362-371.
- 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
- Tierney, P., & Farmer, S. M. (2002). Creative self-Efficacy: Its potential antecedents and relationship to creative performance. *The Academy of Management Journal, 45*(6), 1137-1148.
- Tierney, P., & Farmer, S. M. (2011). Creative self-efficacy development and creative performance over time. *Journal of Applied Psychology, 96*(2), 277-293. DOI: 10.1037/a0020952
- Volet, S., Jones, C., & Vauras, M. (2019). Attitude-, group- and activity-related differences in the quality of preservice teacher students' engagement in collaborative science learning. *Learning and Individual Differences, 73*, 79-91.
- Walker, C. O., & Greene, B. A. (2009). The relations between student motivational beliefs and cognitive engagement in high school. *Journal of Educational Research, 102*(6), 463-472.
- Wang, M. T., & Degol, J. (2014). Staying engaged: Knowledge and research needs in student engagement. *Child Development Perspectives, 8*, 137-143. DOI: 10.1111/cdep.12073
- Wang, M. T., & Eccles, J. S. (2012). Adolescent behavioral, emotional, and cognitive engagement trajectories in school and their differential relations to educational success. *Journal of Research on Adolescence, 22*(1), 31-39.
- Wang, S., Zhang, X., & Martocchio, J. (2011). Thinking outside of the box when the box is missing: Role ambiguity and its linkage to creativity. *Creativity Research Journal, 23*(3), 211-221. DOI: 10.1080/10400419.2011.595661
- Wigfield, A., & Eccles, J. S. (2000). Expectancy-value theory of motivation. *Contemporary Educational Psychology, 25*, 68-81.
- Williams, T., Williams, K., Kastberg, D., & Jocelyn, L. (2005). Achievement and affect in OECD nations. *Oxford Review of Education, 31*(4), 517-545.

- Yang, H. L., & Cheng, H. H. (2009). Creative self-efficacy and its factors: An empirical study of information system analysts and programmers. *Computers in Human Behavior, 25*(2), 429-438. DOI: 10.1016/j.chb.2008.10.005
- Yazzie-Mintz, E. (2010). Charting the path from engagement to achievement: A report on the 2009 high school survey of student engagement. Bloomington, IN: Center for Evaluation & Education Policy.
- Yuan, Y. H., Tsai, S. B., Dai, C. Y., Chen, H. M., Chen, W. F., Wu, C. H., Li, G., & Wang, J. (2017). An empirical research on relationships between subjective judgement, technology acceptance tendency and knowledge transfer. *Plos One, 12*(9), e0183994. DOI: 10.1371/journal.pone.0183994
- Zepke, N. (2014). Student engagement research in higher education: Questioning an academic orthodoxy. *Teaching in Higher Education, 19*(6), 697-708.
- Zusho, A. (2017). Toward an integrated model of student learning in the college classroom. *Educational Psychology Review, 29*, 301-324.

收稿日期：2019年08月21日
一稿修訂日期：2019年08月22日
二稿修訂日期：2019年10月17日
三稿修訂日期：2019年10月29日
接受刊登日期：2019年10月29日

Bulletin of Educational Psychology, 2020, 51(3), 457-481

National Taiwan Normal University, Taipei, Taiwan, R.O.C.

The Relationship between Adolescents' Creative Self-efficacy, Competition Engagements and the Value of Participating in Competition-making the IEYI International Exhibition for Young Inventors as an Example

Jon-Chao Hong

Department of Industrial Education

Institute for Research Excellence in Learning

Sciences

National Taiwan Normal University

Mei-Lien Chen

Department of Industrial Education

National Taiwan Normal University

Jian-Hong Ye

Department of Industrial Education

Institute for Research Excellence in Learning

Sciences

National Taiwan Normal University

Po-Hsi Chen

Department of Educational Psychology and

Counseling

Institute for Research Excellence in Learning

Sciences

National Taiwan Normal University

Innovation entails the transformation of creativity into value. Innovation abilities are increasingly important and need to be valued and promoted in the current educational environment. To understand the role of students' creative self-efficacy in practical competitions, this study explored the relevance of students' participation in active competition and participation in the International Exhibition for Young Inventors (IEYI).

Participants chose the work category attached to the value and created ideas between the work and the selected category, affirming the competition's value through self-efficacy and engagements. This study collected data from 254 students and performed confirmatory factor analysis (CFA) and structural equation modeling (SEM) through AMOS 20. All items in this study were different, that is, they could be used to investigate the response of the study sample. The average variation

extraction ranged from 0.57 to 0.66, which was greater than 0.50; the factor load of each item ranged from 0.65 to 0.87, which was greater than 0.50. Therefore, the study data all met the test criteria of convergence validity and construct validity. In the study data, the combined reliability of each facet was above 0.899, which was greater than 0.70; the Cronbach's α value of each facet ranged from 0.896 to 0.923, which met the criteria of internal consistency reliability. The acceptability model constructed in this study had statistically obtained indicators of $\chi^2 = 497.1$, $df = 246$, $\chi^2/df = 2.02$, RMSEA = 0.06, GFI = 0.86, AGF I = 0.83, NFI = 0.91, CFI = 0.94, IFI = 0.94, RFI = 0.91, PNFI = 0.79, PGFI = 0.71. The aforementioned indicators were in line with the verification criteria, showing that this model is suitable for analyzing all paths of this data construction. The hypotheses established in this study were all accepted; the creative self-efficacy was positively correlated with three types of competition engagement, comprising cognition, emotion, and behavior. Additionally, the three types of competition engagement were positively correlated with competition value. The cognitive input explanatory power was 62%, the emotional input explanatory power was 73%, the behavior input explanatory power was 79%, and the value explanatory power of participating in IEYI was 76%. The results showed that young peoples' creative self-efficacy, competition engagements, and the value of competition participation had a good fit and intrinsic quality, which verified the relevant acceptance model.

The study findings suggest that students' creative self-efficacy can be caused by the hands-on process of competition participation, such as participation in IEYI. This study further improves our understanding of relationship dynamics by showing that three types of competition engagement can promote or inhibit participants' competition value. Compared with previous studies, this study's results seem to have a more meaningful combined impact on the value of competition participation. The study results have two main contributions: first, the research proposes that creative self-efficacy of invention creation is an important trait; second, previous research has confirmed that creative self-efficacy can improve cognitive, emotional, and behavioral engagement of competition and enhance the value of competition participation.

KEY WORDS: Competition engagements, Competition value, Creative self-efficacy, International Exhibition for Young Inventors

