

國立政治大學「教育與心理研究」

2009年6月，32卷2期，頁1-25

高職高技術創造力學生團隊之創造歷程

吳明雄* 許碧珊** 張德正*** 張可立****

摘要

本研究旨在探討高職高技術創造力學生團隊的創造歷程，以做為發展高職學生技術創造力教育之參考。研究對象為獲得「全國高職學生技術創造力競賽」前三名的六隊優勝團隊，透過觀察、深度訪談與蒐集相關文件資料等方式進行研究。研究結果發現高職高技術創造力學生團隊的創造歷程以五個階段循環為主軸：一、創造靈感與動機；二、界定主題與構思設計；三、思考推演與最佳化評估；四、實物製作與實驗驗證；五、系統整合與實物完成。並於循環歷程中，持續透過團隊互動合作，連結統整團隊成員的知識、經驗資料庫，將歷程中的團隊學習成果對知識、經驗資料庫進行動態修正改善，成為可持續學習、成長的動態團隊創造歷程。

關鍵詞：技術創造力、創造歷程、團隊、高職學生

* 吳明雄：中華技術學院企業管理學系教授

** 許碧珊：經國管理暨健康學院人力資源發展學系副教授

*** 張德正：國立臺灣師範大學工業教育學系博士生

**** 張可立：輔英科技大學講師

誌謝：本研究為國科會補助專題研究計畫之部分研究成果（計畫編號：NSC 94-2515-S-003-004），承蒙參與本研究所有接受訪談者鼎力相助，特此一併致謝。

電子郵件：pshsu@ems.cku.edu.tw

收件日期：2008.05.13；修改日期：2008.07.24；接受日期：2008.09.25

The Creation Process of the Vocational High School Students with High Technological Creativity

Ming-Hsiung Wu^{*} Pi-Shan Hsu^{**} Te-Jeng Chang^{***} Ko-Li Chang^{****}

Abstract

The purpose of this study is to explore the creation process of the vocational high school students who have high technological creativity and operate in team base. The participants are the six teams of high school students who won the first three prizes in "National Technological Creativity Contest of Vocational High School Students." The data were collected via a qualitative method, including observation, in-depth interviews and literature review. The study found that the creation process of high technological creativity teams was a five-step cycle. The five-step cycle included: (1) idea creation and motivation, (2) identification of subjects and concept designs, (3) thinking derivation and evaluation of optimization, (4) fabrication and experimental verification, (5) system integration and accomplishment of works. The knowledge-experience databases of all

* Ming-Hsiung Wu: Professor, Department of Business Administration, China Institute of Technology

** Pi-Shan Hsu: Associate Professor, Department of Human Resource Development, Ching Kuo Institute of Management and Health

*** Te-Jeng Chang: Doctoral student, Department of Industrial Education, National Taiwan Normal University

**** Ko-Li Chang: Instructor, Fooyi Technology University

E-mail: pshsu@ems.cku.edu.tw

Manuscript received: 2008.05.13; Revised: 2008.07.24; Accepted: 2008.09.25

team members were linked and integrated through interaction and collaboration in the five-step cycle. It was constantly modified based on the learning results of the creation process and became a continuous and progressive team-based learning and creation process. The results of this study have pedagogical implications for the design of technological creativity education for vocational high school students.

Keywords: technological creativity, creation process, team, vocational high school students

壹、緒論

一、研究背景與動機

創造力人人皆有，是人類所獨具的特質，也是社會與個人進步的驅動力（毛連塢、郭有遜、林幸臺、陳龍安，2000；洪文東，1997；洪振方，1998；Guilford, 1986）。創造性的智慧不只是固定的性質，亦是具發展性的決策技術（Sternberg, 2000）。創造力可以展現在各種學科與情境，呈現在技術層面的謂之創新發明或創新設計，也就是技術創造力的發揮（Dasgupta, 1996）；蘇格拉底認為思想是透過練習而發展的，而創新發明或創新設計是一種思想的歷程，許多研究結果業已證實創造力可以經由訓練予以增強（吳靜吉，1976；林幸臺，1973）。我國高級職業學校的教育目標，不僅在於培養職場上的知識、技能、工作態度等傳統能力與素養，更將「增進創造思考及適應社會變遷之能力」明文列入職業學校教育目標（教育部，1998）。但無可諱言的是，目前在高級職業學校的教學，大都仍局限於對「知識技能」的傳授，倘若能在職業知識技能傳授的教學當中，輔以增強創造力的訓練，培養學生對創造的認知，習得創造的技巧，則所學的職業知識技能，不僅可以「變通」的運用，更可能產生好的創新發明或創新設計。如此一來，我國高級職業學校教育的輸入與輸

出比，將是「倍乘」的效果，達到「精緻教育」的要求。因此，高級職業學校學生技術領域創造力的增強，勢必可提高教育報酬率，若能擷取高職技術領域高創造力者之創造歷程，以精緻化建立高職學生技術創造力的適當教材與教法，必能落實高職學生技術創造力之培訓與發展。

Csikszentmihalyi（1988）以系統觀點指出創造力有領域（domain）、學門（field）與個人（individual）三個層次，足見創造力並非個體現象。因為創新特別地複雜並動態，需要更寬廣的技能、有效果並有效率地結合在一起才能完成，必須透過團隊整合的方式，才能完成創新的任務。

事實上，團隊的創新會來自一些極富創意的個人（Glynn, 1996），這些原創者將其感知（sense making）傳遞給團隊中的其他成員，而逐漸蘊釀成重大的創新（Gioia & Chittipeddi, 1991; Leonard-Barton & Sensiper, 1998; March, 1991），團隊必須不斷地同時學習探索新契機，以及學習開發新機會的各種知識或技能，這方面的能力對未來開創產業新局及迎接既有環境的挑戰都極具意義（Aldrich & Fiol, 1994; Cohen & Levinthal, 1990; March, 1991）。

Hoegl與Gemuenden（2001）曾提出團隊品質（teamwork quality）概念，強調團隊內互動的品質，藉以衡量

團隊的創新績效，研究結果發現團隊品質顯著關係著創新的成功與否，但仍未能完整地解釋團隊創新之歷程。經查閱國內外相關文獻也發現，針對「創造歷程」的研究，多為探討科學家、發明家或藝術家等成人個體創造力（陳昭儀，2000，2006；Ford, 1996; Slappendel, 1996; Woodman, Sawyer, & Griffin, 1993），而以高職學生團隊為對象，並鎖定在技術領域的創造歷程之研究並不多見。因此，本研究對技術創造力表現優秀的高職學生隊伍進行訪談，以探討傑出高職學生技術創造力團隊之創造歷程。

二、研究目的

綜上所述，本研究以參加「第三屆全國高職學生技術創造力培訓與競賽活動」的獲獎學生團隊為研究對象，研究目的有三：(一)探討高職高技術創造力團隊之創造歷程；(二)探討團隊技術創造之知識與經驗應用歷程；(三)提供未來發展高職學生技術創造力教育之參考。

三、研究限制

(一)本研究由於人力、時間、物力及經費等因素，無法同時對其他技術創造力相關競賽活動進行探討，僅以「第三屆全國高職技術創造力培訓與競賽活動」獲得前三名的六支學生團隊為研究

對象。因此，在資料的蒐集和分析上有其限制。

(二)本研究對象為高職學生，研究結果僅適於推論高職學生技術創造力之相關研究，至於能否推論至不同學制的學生，必須相當謹慎，尚待進一步的研究。

(三)本研究乃針對技術領域創造力之歷程進行探討，因此，研究結果未必能推論至其他領域的創造力歷程。

貳、文獻探討

一、技術創造力的意義

技術創造力是由多種能力和特性構成，包括創造性思維（發散性和聚斂性思維相結合）、空間推理能力、解決技術物理領域問題的能力，以及從事科技活動的動機和興趣的個性特徵（查子秀，1997）。技術創造力是想像、推理和毅力的結合，為使產生有效技術創造力，個人必須聚集資訊、產生新的構想、評估判斷構想、做決定與執行之能力（Chang, 1998）。簡言之，技術創造力是一種解決問題並執行新構想的能力。

技術創造力是個體在特定的知識領域（domain specific）中，產生一適當及具有原創性、適切性與實用價值的產品或技術之歷程。邱皓政、葉玉珠（1998）認為技術創造力是創造性技術的成功實現，並提出四點前提性的界

定：(一)技術創造力以技術為討論實體 (**entity**)；(二)技術創造力以個體創造力的發展為主要的動力架構；(三)技術創造力的產出，是具有適應性、原創性與價值性，且必須通過外在脈絡 (**external context**) 的檢證與接納；(四)技術創造力的實現過程，不論是從無到有的發明創造或是現有技術的革新，有其特定的時間軸線 (**time framework**) 與發展歷程。李賢哲 (2001) 更進一步指出技術創造力係指在技術知識、問題解決和創造活動過程中，根據一定的目的和任務，運用一切已知信息，產生或可能產生某種新穎、獨特、有社會或個人價值的產品或能力。

所有的創作，必須基於領域知識的建立，尤其是技術創造力，更須要豐富的背景領域知識 (洪文東, 1999; Dasgupta, 1996; Janssen, 1997; Ram & Leake, 1995)。李大偉、張玉山 (2000) 及洪榮昭、朱永裕、鄭廉鎧 (2002) 則指出技術創造力不只是多種意念的提出，亦包括工具的操作與材料的處理，最後則有具體成果 (發明) 的產出。足見專業的領域背景知識是技術創造發明成敗的重要關鍵。

綜上所述，技術創造力就是個體運用所學技術相關之知識、技能與經驗，產生發明創造或是對現有科技技術的革新，達到效率更佳、更實用之器物或更美觀之產品的一種能力。技術的創

意思維過程，必需經歷假設驗證的歷程，才能頓悟出創新產品。

二、團隊運作與創新

創新是創造力的結果，而隨著環境與工作愈來愈複雜，個人所能發揮的力量有限，必須藉由組織成員相互溝通、交換意見，相互刺激才能產生創新，因此團隊的重要性愈加明顯 (Weiss, 2002)。Plsek 與 Wilson (2001) 認為當組織中的各部分開始交流互動，才會產生新的、有價值的能力；正如Senge (1990) 在《第五項修鍊》(*The Fifth Discipline*) 一書中指出，當一個團體能整體搭配時，就更能匯聚出共同的方向，調和個別力量，使力量的抵銷或浪費減至最少，而發展出一種共鳴。Basadur與Head (2001) 就認為團隊存在的理由是，在複雜的環境中，單人的力量也無法解決問題，因此愈快、愈好的解決問題與創新就是要靠團隊。因為團隊的組合可以納入具備不同知識技能及功能背景的成員，複雜的任務需要團隊各功能的人出面解決。

在重視知識產生與運用的現代社會，儘管知識為個人所擁有，但知識的整合則依賴團隊運作 (Okhuysen & Eisenhardt, 2002)。團隊是組織學習的最佳單位 (Senge, 1990)。透過團隊合作之學習結構及組織成員彼此資訊共享，不僅能激發個人能力與發揮專長，

也能進而提升組織績效 (French & Bell, 1995)。

Shonk (1982) 將團隊定義為兩人或兩人以上，透過協調合作，完成共同的任務。Quick (1992) 認為成功團隊的明顯特徵是成員能將完成團隊目標列為優先地位。團員擁有專業技能、相互支持，彼此合作，並能清楚、公開地與其他成員溝通互動。Katzenbach 與 Smith (1993) 將有智慧的團隊界定為，由一群具備互賴工作技巧成員，大家認定共同目標，經由同心協力，互相提攜，一起為成果負責的機制。Larson 與 LaFasto (1989) 針對卓越團隊成員的訪問研究，將團隊界定為成員們具有特定工作目標，經由共同協調努力，才能完成目標。

Hattori 與 Wycoff (2002) 強調團隊互動品質對創新的重要性，提出組織創新的十大要素包括領導、核心價值觀、文化……等等，而溝通與承諾也在其中。溝通的目的在確保資訊、意見及情感的順暢，而創新產生於團隊互動運作的過程；組織承諾可以驅使個人貢獻，把不可能變成可能；當成員遇到的挑戰愈大、對組織的承諾愈多，創新的驅力與力量就會愈強。

創新團隊近年來逐漸受到重視，乃由於團隊成員來自不同的背景及專長，經過相互切磋與合作，透過團隊共有心智模式 (team mental model) 建

構，有效整合團隊成員的任務知識，可以激盪出更多不同的創意，執行複雜的任務 (Fiol, 1994; Klimoski & Mohammed, 1994)。然而，在眾多研究顯示團隊的組合確實有利於團隊創新的同時，卻未能了解團隊如何思考、交流、運作才能導致創新，實為遺憾，因此，本研究認為深入探討團隊之創造歷程確有其必要性。

三、創造歷程

創造力是創意點子產生的過程而非結果，所以創造力的模型是可以建立的。通過這個模型可以產生多樣的創意點子，而非複製出相同的點子 (Magee, 2005)。

鄭昭明 (1997) 指出創造力最根本的問題在「心理運作」的問題，個人的心智運作才是創造力的核心所在，因此，談及創造力，其根本重點在於強調創造思考及其歷程。事實上，就創造力的「歷程」而言，它是探討創造力產生於甚麼樣的心理運作過程。歷程的探索，即著重於「認知」心理歷程的探討，此與心理學研究範疇中的「訊息處理」(information processing) 或「認知模式」(cognitive model) 是息息相關的。早期如 Wallas (1926) 的創造歷程四階段模式觀點，指出創造的過程包含四個階段：準備期 (preparation)、醞釀期 (incubation)、豁朗期 (illumina-

tion) 及驗證期 (verification)。準備期是指發現問題、蒐集資料及從前人的經驗中獲取知識和啓示；醞釀期是指反覆思索或暫時懸置問題，對問題做試探性的解決；豁朗期是頓悟的時期，只有這階段才能擺脫束縛，產生超乎尋常的新觀念、新思想，長伴隨著非預期的靈光乍現；驗證期則是對所得初步輪廓的新想法，進行檢驗和證明，也就是利用邏輯的力量，檢驗其理論上的合理性與嚴密性，並利用觀察和實驗等方式，證實其可能性。

Torrance (1972) 認為創造是一系列思考歷程，包括對問題的缺陷、知識的鴻溝、遺漏的要素及不和諧等之察覺感受，進而發覺困難、尋求答案，再進一步求證；然後將獲得的結果提出報告，傳達給別人。

Campbell (1974) 則指出所有的創造歷程皆包含有三個基本要素：變化、選擇及轉換。Csikszentmihalyi (1996) 則認為創造是轉折的歷程，需歷經多少反覆、多少環節與多少見解，都取決於探討課題的深度與廣度。May (1975) 則提出創造的歷程不是非理性的，而是超理性的，是由智慧、意志力、情感等心智綜合作用的結果。

陳昭儀 (2006) 將創造歷程分為以下五個步驟：(一)問題的產生：包括準備期、發現問題或困難、洞察問題等；(二)尋求解決問題或困難的方法及

做法：包含醞釀期、尋找可應用的資料、資訊、資源、分析、記憶的儲存及評價、處理、腦力激盪、探索期、嘗試各種意見等；(三)尋獲最佳處理方案：豁朗期、綜合、確認、新答案的產生、發現解決方案、洞察階段等；(四)評估及驗證：包括驗證期、評價、竭力完成、接受的發現、形成理論或架構等；(五)發表、溝通與應用：溝通結果、付諸行動、說明及利用結果等。

整體而言，創造的歷程大抵以兩種思考方式來進行——「邏輯」與「非邏輯」。「邏輯」思考方式係指運用一般智力和邏輯思考，以線性、集中或收斂的方式，指向問題的解決，它主要在於創造過程的準備階段與驗證階段。而「非邏輯」思考方式係指運用創造思考，以非線性、發散性的思考方式指向尋求問題解決方案，它面臨無確切解決方案的情況，這正是創造過程中創新的部分，靈感、想像與直覺在此激盪奔馳。

參、研究方法

本研究以質性研究方式進行，經文獻蒐集與文件、作品分析，擬定半結構式訪談大綱，對研究對象進行團體深度訪談，並整理分析及歸納訪談資料，以探討高職學生高技術創造力團隊之創造歷程。茲將研究對象、研究步驟、研究工具、資料處理與分析、資料的信效度等內容分述如下。

一、研究對象

本研究以獲得「第三屆全國高職學生技術創造力培訓與競賽活動」前三名的創作團隊為研究對象，共計六支隊伍

（表1）。競賽題目採現場臨時公布，並限時五小時三十分，此次競賽題目為：設計並製作一個應用「機電」的組合機構，具備基本行進功能及各種動作、聲光表現的「科學布袋戲偶」。

表 1 第三屆全國高職學生技術創造力培訓與競賽活動前三名隊伍

學校	名次	作品名稱
大甲高工	冠軍	漂移女鬼
南港高工	亞軍	第一神拳
花蓮高工	亞軍	胖虎三人行
沙鹿高工	季軍	機構布偶
崇實高工	季軍	大頭目
臺中高工	季軍	搖搖布袋偶

二、研究步驟

本研究是採個案研究的質性研究形式進行，以深度訪談、撰寫訪談紀錄、競賽錄影觀察及優勝作品分析探討等方式蒐集資料。在「第三屆全國高職學生技術創造力培訓與競賽活動」得獎資料公告後，邀請前三名的六支隊伍參與本研究，經由電話、傳真及e-mail等方式與研究參與者聯繫安排訪談事宜。訪談採團隊訪談方式進行，每次針對選定團隊之全體隊員進行約兩小時的面對面訪談，訪談期間並以錄影、錄音、筆記方式記錄訪談過程，訪談完畢後，將錄音帶轉謄為逐字稿與整理稿，並請受訪者核對整理稿之真確性。研究者再根據理解資料的程度與研究需要，安排後續之再次訪談邀約，以力求真實無誤之

了解。

三、研究工具

本研究依據Wallas（1926）四階段創造歷程與陳昭儀（2006）五階段創造歷程編製半結構式訪談大綱，藉以了解各優勝隊伍的創造歷程，共計14個問題，訪談大綱及理念依據對照表如表2所示。

四、資料處理與分析

資料處理採用「分析歸納法」（analytic induction）來分析訪談資料，運用分析先前資料所得的結果，尋求暫時的分類項目，再以此分類做為下一步分析及蒐集資料方向的指引，然後將所得到的結果持續的比較概念類別及特性，最後發展出高職學生高技術創造

表 2 訪談大綱及理念依據對照表

訪談大綱	Wallas 四階段 創造歷程	陳昭儀五階段 創造歷程
1. 在本次創意競賽之決賽作品，是由多少個創意構想所組合而成的？	三	三
2. 每個創意構想是如何產生的（團體的腦力激盪或個人的突發奇想）？	二	二
3. 引發這些創意構想的來源有哪些？	二	二
4. 每個創意構想所應用到的專業知識與技術為何？而這些專業知識與技術從何處學習獲得的呢？	一	二
5. 每個創意構想產生的過程運用了哪些創意技法？	二	二
6. 在團隊之中，是如何進行分工來完成這項作品（包含草圖繪製、機構與電子電路部分的製作和組裝等）？	一	二
7. 在實務製作這項作品創作時，遇到哪些困難或瓶頸？而你們是如何解決這些困難或瓶頸？	三	三
8. 此次的技術創造力研習課程，哪一種課程對你這項作品最有助益？	一	二
9. 對於這項作品感到最滿意的地方有哪些？	四	四
10. 對於這項作品，你覺得還有哪些地方不是很滿意？	四	五
11. 對於不滿意的地方，你覺得該如何改進？	四	四
12. 此次的技術創造力研習課程，你覺得你增進了哪些技巧？	一	二
13. 你覺得要成爲一個發明人，應該具備哪些基本條件或特質？	三	三
14. 針對此活動，你覺得團體合作創作有何優點？	四	五

力團隊之創造歷程。整個分析資料的程序爲：閱讀資料－編碼－初步彙整－整合類目及向度－尋找主題－閱讀文獻－歸納形成概念或研究發現。

五、信度與效度

在效度方面，首先由研究者將訪談資料提供研究對象確認、檢核，以確定資料轉錄與分析結果的正確性，並邀集在技術創造力相關研究領域之三位大學教授與曾指導或輔導高職學生參加技術創造力相關競賽之三位高職教師進行兩次的專家會議，針對研究團隊所整理歸納後之資料初稿進行再檢視，獲得最終修正後，始納入研究結果分析之資

料。在信度方面，研究團隊蒐集多項第一手資料（觀察、訪談及作品文件等），以提高資訊的完整性，並運用「研究者三角檢證方法」（investigator triangulation method），亦即由四位研究者（教授一位，博士研究生三位，目前皆持續投入技術創造力相關研究）組成研究團隊，分別檢視訪談資料，進行共同討論，整理歸納資料初稿，以獲得分析者間信度。

肆、結果

本研究依各優勝團隊的訪談內容，整理分析歸納出高職高技術創造力學生團隊創造歷程運作的共同模式。茲

就高職高技術創造力學生團隊的創造歷程與相對應之團隊訪談內容摘要，結果整理如下。

一、創造靈感與動機

高職高技術創造力學生團隊進行創作之初，靈感如何產生？本研究透過深度訪談獲勝隊伍，探討其創造靈感來源，可透過腦力激盪討論出新的概念，或從生活經驗產生聯想及進行獨特性的考量等；而在創新動機來源方面，可分為獲得學校師長提供的創意環境支持與升學加分的切身利益誘因。這些創新動機來源皆為可察覺的經濟利益，對參與的學生產生實質上的動機，表現於自我投入創作活動。

(一)腦力激盪新概念

團隊成員間的腦力激盪活動，為各獲勝隊伍所普遍採用的方式，藉由團隊成員各自表述出對作品的構思，如外型、功能、劇情等，可以快速有效率地產生創新靈感。

通常我們每個人都會出一個主題，然後看那一個比較可行，再下去做。(大甲)

聲光效果原本要做在眼睛，後來經過討論後，做在手部比較好。(南港)

(二)生活經驗聯想

團隊成員透過聯想力，將儲放於腦中記憶庫裡所習得的各類知識與經

驗，進行快速篩選、判斷，由於聯想到實際生活經驗而連結組合出更多的新想法，如布袋戲偶和電影中的超人，皆運用到成品創作上，為創意靈感的來源。

想到布袋戲偶就想到人，想到人就想到用走的，所以就決定用腳走，而不是用輪子，頭部及眼睛部位則是聯想到「忍者龜」。(臺中)

因為想到超人在空中會上、下飛，所以如果在地上，就要做抖動。

(南港)

(三)獨特性考量

尋找與眾不同的獨特性是大多數獲勝隊伍重要的思考方向，例如，以間斷聲音呈現取代持續聲響方式、多向度動作變化取代直線運動方式、仿人行走取代輪子行進方式、特殊造型等方式，強調以獨特性展現其作品的創新。

接上電源，就一直持續相同聲音，感覺很吵，而且沒什麼特別，所以就是讓它斷斷續續的叫。(大甲)

如果每組都會呈現一樣的動作，就沒有創意，所以我們改成滾輪式，而且在輪子方面可以做一邊大輪一邊小輪，讓它可以旋轉或轉彎，而前輪剪成不規則的形狀，讓它可以上下行、抖動。(南港)

想到大家都是用輪子，做起來比較沒特色創意吧，所以我們是用走的。(臺中)

有努力去想一些與眾不同的點子，

不想太死板，例如：手臂、大小輪。(沙鹿)

布袋戲中沒有看過有原住民出現，所以別人應該不會想到，而且設計原住民的布袋戲偶更能顯示臺灣對於少數種族的重視，蠻特別的。

(崇實)

(四) 學校師長提供的創意環境支持

學校及師長提供的創造力研習活動，以及校長對於此創造力競賽活動的重視，對於大甲高工團隊的創新動機提供了強而有效地支持。而於臺中高工團隊也有類似的經驗，經由校外展覽參觀活動、校內外創意及發明比賽與社團活動等，皆建構起創意環境，讓學生得以獲得創新動機的來源。

學校曾辦過創造力的研習，也在日本青少年發明展得獎，校內老師在創造力方面都有專長，校長認為要不斷改變、創新，唯有在創造力上的提升努力。(大甲)

會去參觀一些相關的展覽，多看就比較了解，像去年的國際發明展，就還蠻不錯，學校也有辦創意比賽，還有成立社團，老師也是發明人，有自己的專利，今年的臺北國際發明展，我們就有派隊參加，是做鞋子的改良。(臺中)

(五) 升學加分的切身利益誘因

獲勝的所有團隊皆一致表示，對

於獲勝隊伍學生的升學加分機制，可直接影響學生本身利益，成為強而有利的創造動機來源。

比賽得名，未來升學有15%加分的激勵。(全部六隊)

二、界定主題與構思設計

本研究發現優勝各隊在界定主題及構思設計階段的創造流程為研判主題、掌握題意、擬定創新指標；進而評估自己可運用的專業知識、技術、資源、時間的範疇與限制；再根據需求與限制，發展出贏的策略與創新構思。

(一) 研判主題、掌握題意，擬定創新指標

各團隊一致表示研判主題、掌握題意的重要，因此，皆以競賽主題需求內容出發，研判創作品需要能夠活動、具備聲與光的效果或以劇情展示，進而根據這些主要需求來擬定創新的方向與方式，該以何種機構、電路來達成動作與聲光效果。

題目發下來的時候就已經給你一個方向，娃娃要會動、要有聲光效果，再加上材料有馬達，就想到這個。(大甲)

一拿到題目的時候，就想說要如何讓系統能動、有動作，之後就有想到兩個方式，一個是曲柄滑塊，一個是凸輪，凸輪的材料比較適合做固定是東西，所以我們就改用曲柄

滑塊。(南港)

題目有提到劇情，所以就朝著這個方向去想，若只有一個角色就無法構成劇情，接著想到電阻可以改變他的電流，加上馬達可以改變他的速度，跑的時候可以一快一慢，所以就想到哆啦A夢、大雄和胖虎一組三個來呈現。(花蓮)

以符合題目為原則去構想，要有聲光效果和動作，所以就想到馬達的一些裝置。(沙鹿)

拿到題目時，會想到一些燈光效果，然後想到用馬達來帶動這些東西，讓它用走的，一般來講就會想用馬達，因為裡面有輪子，要靠輪子來帶動。(臺中)

(二) 評估可運用之專業知識、技術、資源、時間的範疇與限制

各團隊皆以時間與資源（材料、工具）限制為範疇，考量採用何種可運用的技術與專業知識。其中以機構形式的技術知識與時間的有效運用兩者間的評估設計，最為團隊所重視。

給我們的是這個輪的材料，我們把這個軸的地方拿掉就變成凸輪，這樣就能跳躍，選擇凸輪是最簡單、最快速的方法。(大甲)

在連桿結構部分，採用多連桿結構，因為考慮到省時間、製作方便。(花蓮)

一切以簡單為主，時間對我們而言是一種限制，做成直立的話，還要克服讓它能夠行走而不跌倒，而爬行的方式，能夠很確實的呈現在地面上動作。(南港)

我們做到一個段落，就會衡量一下時間，進度不夠快就加快速度，看在什麼時間要完成到什麼地方。

(崇實)

我們都會想的很多，以現在的技術我們能不能做得出來。(臺中)

(三) 根據需求與限制，發展出贏的策略與創新構思

在材料資源的限制下，以凸輪取代圓輪及多連桿機構，完成主題於動作方面的需求，這些創新構思皆以獨特性之贏的策略為依歸。

利用軸不一樣長和凸輪，來達成上下飄移的目標。(大甲)

身體會前後擺動，手會上下擺動，多了很多的活潑性，也比較吸引人。(花蓮)

三、思考推演與最佳化評估

本研究發現在思考推演與最佳化評估階段，高職學生高技術創造力團隊透過持續思考、推演過程，進行可行性分析及最佳化評估。

(一) 推演、設計構思提案

團隊根據創作品的活動範圍限制需求，而進行推演，產生出以大小輪方

式的設計構思提案。

我們想布袋戲偶是由人所操縱的，都是在固定的範圍內，為了限制它的行進範圍，所以輪子一大一小。

(沙鹿)

(二) 可行性分析

團隊於展開實際設計工作前，會對於各種設計構思提案進行可行性分析，經由團隊的分析來認定可行的設計方案後，才開始投入人力。

同學想到這主題後，我們開始討論可行性，後來可行，我們就開始做。(大甲)

會先去篩選構思的可能性，因為每個人所想的提案，要把優缺點都要先想好，再來討論誰的優缺點多，然後大家都同意去採用。(花蓮)

首先口頭討論，然後把討論的記下來，最後綜合大家的意見，再進行可不可行。(崇實)

(三) 最佳化評估

當有多個設計方案時，團隊會於執行過程中將不可行的，或是有時間限制衝突的，或是技術知識不足操作的刪除，逐漸產生一個最佳的設計案，這過程即是最佳化評估。

有很多東西我們都先排除掉，做的過程中把東西送進去，在做的過程還會有新的東西進來，不可行、時間不夠，不然就是我們比較沒有那方面的知識。(大甲)

四、實物製作與實驗驗證

本研究發現在實物製作與實驗驗證階段，由於團隊成員各有不同專長領域，因此，在實務製作時，能透過團隊專長分工，整合專業知識，邊做邊想，以互動式討論進行設計與製作；當發現問題時，能大膽假設解決方案，以實驗驗證假設的解決方案，進行修正改善。

(一) 團隊分工配置

團隊成員間相互了解個人的專長，並且依據其專長而分工配置工作，如此可以有效結合團隊成員的技能，激發出多元想法與意見，增強創意的產生與完成有效率的專業分工合作。

一個人想一定比四個人想來的少，實做技術方面，我會的他不一定會，他會的我也不一定會。(大甲)

在訓練的時候，有事先了解大家的專長，進行分工配置，例如：負責畫立體圖、電路圖、組合馬達、焊接、電路和美工。(南港)

結構的問題都是交給機械科學生，電路的問題就由電子科的去負責。

(沙鹿)

(二) 以互動式討論，進行設計與製作

團隊成員以互動方式進行團隊討論，以開放思維態度，接納多元想法與意見，形成思想上的自由與無拘束空

間，沒有面子問題或獨裁控制等負面影響，而是在自然、積極、主動相互討論中達成共識，作出決議與行動。

各自分工負責的部分加進去的，在做的過程中，把想法講出來，例如，想到手要怎麼動，討論如果可行就加進去。(大甲)

誰先想出來就聽誰的，想到的人需要什麼就請其他人幫忙做，想到的人負責組裝，最後再問他們這樣可不可以，不可以再補，可以就交出去。通常很快就有構想了，不用20分鐘就開始做了。(花蓮)

(三) 邊做邊想、發現問題，大膽假設解決方案

各團隊以邊做邊想方式，進行團隊成員間的意見交流，創意也在這交流中持續產生，倘若發現問題，藉著大膽假設的解決方案，經由實驗驗證是否有效。

組裝的時候就有想到重量要怎麼分配與平衡的問題，高度儘量不要拉太高，不要讓它偏前面或後面，不要讓它倒下去，所以儘量不要集中在某一區。(大甲)

要在最短的時間內做好，不是很有把握，所以就做一步算一步，做多少算多少。(南港)

思考的同時也要開始動手做，然後想出來的東西也要去思考怎麼修改會比較好，做的過程中又不斷有點

子想出來。(沙鹿)

大家透過一邊發問，一邊討論要怎麼做，就會找到不錯的方法。(崇實)

(四) 實驗驗證假設的解決方案，並修正改善

各團隊藉著實驗來驗證假設的解決方案是否能夠有效解決問題，也從實驗失敗經驗中學習到該如何修正錯誤，改善設計。

因為我們很怕到時候整個組裝起來出問題，再找原因會很麻煩，而且要找很久才能找到原因，不如測試成功再做下一步。例如：原本這支電池放置後太高，會重心不穩，所以就把這裡鋸掉，還有手原本用繩子，發現太軟，整個手會垂下去，會卡到，後來測試發現鐵絲可行。

(大甲)

加電阻的目的是因為發現胖虎的真擔比較重，他在加速的時候，媽媽會一直緊跟他，如果他加了兩顆電阻，媽媽一顆電阻之後，他速度變快了，而媽媽是保持固定速度，所以就會有快慢的感覺。(花蓮)

聲光的部分當初想的是手部移動的時候，在它到達一個端點的時候，會有蜂鳴器的聲音，但是在蜂鳴器測試後發現，兩個蜂鳴器會出現不同的聲音，想說兩個都裝上去一隻手控制一個蜂鳴器，這樣就有兩個

聲音了。(南港)
板子以不卡住手臂的活動為原則，
事先估量要放多少，慢慢測試一塊
塊加上去。(崇實)

五、系統整合與實物完成

高職高技術創造力學生團隊在「系統整合與實物完成」的階段，能對完整系統實物進行測試，並將其表現與原先構思設計之需求功能表現目標對比，對於目標比對後有落差之功能表現，經由改變設計進行修正改善。

(一) 測試完整系統實物，並比對 測試結果與原先構思設計之 需求功能表現目標

一開始我們是把蜂鳴器鎖在板子上，結果發現木板吸震，聲音就會變很小聲，後來我們才將蜂鳴器懸空，用獨立的電池讓它叫。(大甲)

(二) 對於比對目標後有落差之功能表現，進行設計修正改善

原本想要用長頭髮把頭蓋住的，後來發現頭髮太長，會被捲進去，才把它剪掉。(大甲)

頭髮顏色應該可以多一點，整齊度也可以更好。頭的部分也可以多加耳朵，臉部的表情更細緻。(崇實)

六、知識、經驗資料庫

本研究發現各優勝隊伍在專業修習與實作練習上，皆付出不少的時間與努力，而師長的經驗與知識傳承及參加相關研習課程，也提供了相當的幫助與獲益，這些個人累積的知識與經驗透過團隊互動運作，成為創造歷程中重要的知識、經驗資料庫。

(一) 專業修習與實作練習

各團隊皆強調於平時實作練習所習得的技能與知識，實作訓練可強化學生於專業知識運用上的速度，並能有效地運用於競賽中，例如，減速電路設計、各類機械機構設計等。

手的部分使用連桿和馬達連桿驅動以鐵絲來帶動，都是我們曾經練習過的，剛好可以把它用上去。(大甲)

以前練習時有練習過減速，一個是加電阻，讓電通過比較少達到減速，後來發現成效沒有二極體來的大，因為二極體一通過會固定減0.7伏特的電壓，而電極器就不一定，要看後面馬達的負載有多大才能決定它能減多少速，也可能會造成電流過大造成電阻器燒掉。(南港)

在訓練過程中，有特別去蒐集了一些連桿機構的東西，特別是多連桿結構，在這次的作品就充分運用。

(花蓮)

因為手和腳已經用盡所有的馬達

了，所以我們就想以旋轉桿碰擊壓克力棒的方式，造成頭部的擺動，這是學校老師原本就有教的基本概念。(沙鹿)

我們把做的練習應用到作品上面，例如，兩隻手是用曲柄的結構、移動開關和正反轉。(崇實)

(二) 師長經驗與知識

師長的經驗與知識傳承，能夠成為團隊成員於競賽時的有效指引。

師長有傳承最重要的是時間，作品交不出來，就沒有用了，簡單就好；還有會動最重要，而且要符合主題及要求。(大甲)

老師的角色就是引導，還有就是告訴我們這樣做是可行或不可行的。

(臺中)

(三) 研習課程助益

競賽主辦單位於賽前對於所有參賽團隊舉辦的研習活動，確實能夠給予獲勝團隊成員實質上的腦力激盪工具與方法，並打破學生對於創造發明的迷思。

研習的時候有學到，有教大家把自己的想法說出來，不管好壞、達不達得到，都先寫出來，再修減可行不可行。(大甲)

研習讓我們了解發明和各種樣式的發明品，讓我們發現創意是不受限制的，所以就很大膽的做這項作品。(南港)

研習時，教每人利用便利貼，把自己想要做什麼東西寫下來，希望做出來有什麼樣的功能，集中每個人的想法後，再討論要做什麼東西，雖然想法寫的很簡陋，但是都是最即時的。(花蓮)

研習讓我們了解發明不是很困難的，發明是為了讓生活更便利、更美好。(沙鹿)

研習知道這個方法：大家想到什麼一起丟，不管好不好都先記錄寫下來，再來整理，討論要怎麼做。

(臺中)

七、團隊互動溝通

本研究發現團隊中必須要有強而有力的領導，方能達成有效溝通與意見充分整合。此外，在團隊互動溝通時，營造一個快樂又輕鬆的玩興氣氛，較能激發創新動能。

(一) 強而有力的團隊領導

強而有力的團隊領導機制是從平日團隊練習中建立起來的默契與互動規則。

大部分都是由我跟俊傑來負責，因為他對機械原理比較了解，所以就問他某種方法，我們團隊有沒有辦法做出來，之後我再加以修改細節內部構造，希望能達到更好的效果。(南港)

比賽前就先講好，誰先想出來就聽

誰的，想到的人需要什麼，就請其他人幫忙做，並由想到的人負責帶領。(花蓮)

平常練習時，通常意見都是某兩位同學先提出。(崇實)

(二) 有效溝通、意見整合

有效地溝通在團隊運作間扮演著重要角色，團隊成員間長期所培養出來的夥伴關係，形成絕佳的互動默契，決定能否整合意見、產生共識的關鍵。

溝通跟默契非常重要，因為訊息傳不出去，就沒有辦法讓大家有一樣的想法，像是每個人心中都有自己的一個設計圖，要是你的設計圖跟別人的不一樣或差太多的話，就沒辦法跟別人的想法組合。(南港)

團隊彼此的認識與默契是很重要的，像我們四個男生住在一起，晚上就會互相討論。(沙鹿)

(三) 營造一個快樂又輕鬆的玩興氣氛

團隊成員若是處在輕鬆玩興的環境氣氛中更能激發創造動能。

競賽時輕鬆不緊張、邊聊天邊做，氣氛融洽愉快。(大甲)

競賽需要不斷地思考，比較好玩，也比較可以創新。(崇實)

我覺得我們在快樂的狀況下工作，所以做很快，感覺競賽就像吃飯一樣，我們都邊做邊聊天、聽音樂。(花蓮)

伍、討論、結論與建議

一、討論

本研究乃是以參加「第三屆全國高職學生技術創造力培訓與競賽活動」獲得前三名的六隊優勝隊伍學生為研究對象，透過錄影觀察紀錄、作品分析與深度訪談，歸納分析出高職高技術創造力學生團隊的創造歷程。綜合本研究之結果，討論如下。

創造力源自想像力，知識固然重要，但是它需要伴隨創造思考，即使一位擁有豐富知識者，根據經驗來解決問題，但是很難以不同觀點去考慮問題(Li, Wang, Li, & Zhao, 2007)。在「創造靈感與動機」階段，各優勝團隊大多由腦力激盪出新的概念，或從生活經驗聯想，並能考量作品是否具有獨特性等方式來產生創新靈感；而學校能營造出創意的環境、獲得師長的充分支持與獲勝隊伍升學加分的誘因，皆是激勵各隊的創作動機，此研究發現正如Farr與Ford(1990)所指出個體可因創意點子產生期望報酬的動機而從事創作，愈大的可察覺經濟利益，導致投入更多努力與資源於創作活動。

Amabile(1983)曾提出三個影響創造力的範疇：領域相關技能、創造相關技能、工作動機，他並特別強調領域相關知識、技能的重要。對於技術領域創作者而言，領域相關技能即是技術領

域內的知識、技能。吳明雄（2007）更進一步指出技術創造力是個體藉著對機械內涵的了解，以及擁有的技術，在解決技術問題的過程中，所表現出來的技術創造的才能。因此，在「界定主題與構思設計」階段，各優勝團隊多能運用技術領域內的知識、技能，先研判主題、掌握題意，再評估可運用之專業知識、技術、資源、時間，發展出贏的策略與創新構思。

上述之「創造靈感與動機」、「界定主題與構思設計」兩個階段，涵蓋 Wallas（1926）提出的創造歷程四階段模式之「準備期」，以及陳昭儀（2006）提出的創造歷程五步驟之「問題的產生」。當高職學生高技術創造力團隊之初步創新構思產生後，隨即進入「思考推演與最佳化評估」階段，各優勝團隊在思考推演、設計構思提案歷程中，多能進行可行性分析與最佳化評估，此結果正與 Wallas 的創造歷程四階段模式之「醞釀期」與「豁朗期」，以及陳昭儀的創造歷程五步驟之「尋求解決問題或困難的方法及做法」與「尋獲最佳處理方案」相對應，並且也印證了有效技術創造力需有靈活的思考模式，以培養解決問題的能力（查子秀，1997）。

Parnes（1967）認為創造性思考的產生，必須基於下列三要素：知識、想像、評鑑，並指出缺乏知識為基礎的想像是空想；而沒有想像，則豐富的知識

亦無濟於現狀的改變；然而，即使兼備知識與想像而獨缺綜合評鑑能力，亦難獲得有效的創造。因此，在「實物製作與實驗驗證」階段，各優勝團隊皆注重團隊分工配置，並以互動討論方式進行設計與製作，且能邊做邊想，發現問題，大膽假設解決方案，實驗驗證假設的解決方案，加以修正改善，此階段正與 Wallas（1926）的創造歷程四階段模式之「驗證期」，以及陳昭儀（2006）的創造歷程五步驟之「評估與驗證」與「發表溝通與應用」相對應。

在「系統整合與實物完成」階段，各優勝團隊能對完整系統實物進行測試，並比對測試結果與原先構思設計之需求功能表現目標，對於比對目標後有落差之功能表現，進行設計修正改善。此階段則是有別於先前 Wallas（1926）與陳昭儀（2006）的創造歷程論述，著重於經由系統整合完成實物製作的具體作品完成，並測試成品，比對原先設定目標，進行設計修正改善，為一個封閉迴路的系統化歷程，具備回饋與比對差異的系統修正迴路；而強調經由系統整合，完成實物製作的具體作品，這正呼應了李大偉、張玉山（2000）及洪榮昭等人（2002）認為技術創造力不只是多種意念的提出，亦包括工具的操作與材料的處理，最後則有具體成果（發明）產出的重要觀念。

在「團隊互動溝通」方面，

Bettenhausen (1991) 認為團隊凝聚力是團隊行為中重要的預測因子，會影響團隊的生產力，凝聚力高時會產生高的生產力。高凝聚力則象徵團隊溝通品質佳 (Ridgeway, 1983)。本研究發現獲勝團隊皆擁有強而有力的領導者指揮帶領，包括確認資源有效運用、引導、訓練團員解決問題及激勵團員，使團隊發展得以達成目標 (Posey & Klein, 1990)。李青芬、李雅婷、趙慕芬 (2001) 認為領導 (leadership) 是一種影響團體達成目標的能力。領導者影響追隨者歷程，要讓追隨者了解什麼該做，以及如何去做。領導者藉此提升個人與團隊的努力，進而達成共享的目標 (Nahavandi, 2003; Yukl, 2002)。因此，透過強而有力的團隊領導，方能達成意見整合與有效溝通，正如 Katzenbach 與 Smith (1993) 之主張唯有團體成員發展出共享承諾，以及成員間努力的綜效時，才會變成真正的團隊。

Mokyr (2002) 肯定累積的經驗與知識對於創造力表現的重要性。技術創新是透過整併和重組知識來產生新創意點子的過程 (Li, Zhao, & Liu, 2006)，創新包含了產生新創意點與可以解決顯著新奇問題的點子 (Mumford & Gustafson, 1998)，透過研習與訓練能夠更快速地獲取知識及增加創新能力 (Chi, Bassock, Lewis, Reitman, &

Glaser, 1989)，具備廣泛知識與專業技能，生產更多的技術創新 (Mumford, 2000)。正如本研究結果發現，高技術創造力團隊成員能不斷地從知識、經驗資料庫搜索、擷取需求資料，更透過團隊互動溝通進行知識、經驗分享與修正改善，並經由驗證確認修正改善的有效性，回饋其中習得的新知識與經驗至知識、經驗資料庫，所以此知識、經驗資料庫使團隊具備學習能力，成為五階段循環歷程的關鍵核心，架構出一個可持續學習、成長的動態團隊創造歷程。

二、結論

本研究旨在探討高職高技術創造力學生團隊的創造歷程，依據本研究結果，歸納出下列結論：(一)高職高技術創造力學生團隊的創造歷程以五個階段循環為主軸；(二)此五個階段分別為：1.創造靈感與動機；2.界定主題與構思設計；3.思考推演與最佳化評估；4.實物製作與實驗驗證；5.系統整合與實物完成；(三)高職高技術創造力學生團隊成員在此五階段循環歷程運作中，不斷地透過彼此大腦裡的知識、經驗資料庫擷取所需資料，並經由互動溝通，產生修正改善方案，再返回創造五階段循環歷程，藉由驗證確認其修正改善方案的可行性與效能，並將其建構的知識與經驗回饋回每位成員大腦中的知識、經驗資料庫中；(四)經由前述的動態循環運

作歷程，團隊成員間的知識、經驗資料庫具備學習、成長能力，形成一個可持

續學習、成長的動態團隊創造歷程（圖 1）。

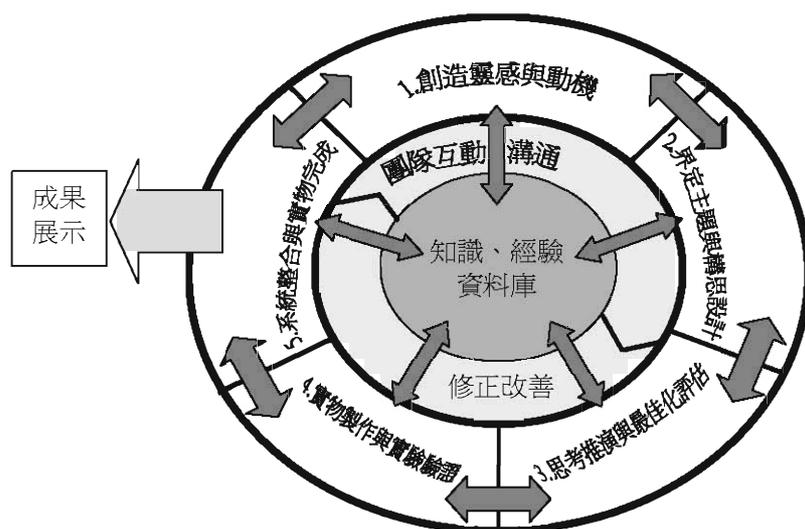


圖 1 高職高技術創造力學生團隊的創造歷程

三、建議

根據本研究之結論，分別就舉辦技術創造力培訓與競賽活動、培養高技術創造力學生能力特質、建立高技術創造力團隊準則及其後續研究方向等方面提出建議，以供各界參考。

(一) 舉辦技術創造力培訓與競賽活動

1. 建構玩興的競賽環境：以玩樂（play）方式進行競賽，造就輕鬆有趣無負擔的氣氛，使學生以「玩」的心情，樂於投入參與，主動積極地發揮創造力。

2. 提供創造思考訓練課程：實質的創造思考訓練，確實可以培養學生靈活

且豐富的思考，提升學生的創造力。

3. 加強實作練習的知能：以學習者做中學的經驗為基礎，培養學生實際動手解決問題，將專業知識與技能相連結，並能有效地運用在競賽中，落實創意的發揮。

(二) 培養高技術創造力學生能力特質

1. 溝通能力：由本次的競賽獲勝團隊可歸納出一個共同現象，即是能夠有效率地進行溝通並做出決定的團隊，才能於時間限制內成功完成作品。

2. 應變能力：本研究發現獲勝團隊成員皆能夠邊做邊想，隨時發現問題並做出改變，而不是束手無策、抱怨和放棄。

3.思考能力：透過競賽期間的觀察與賽後的深度訪談發現，所有獲勝團隊成員於競賽過程中皆能持續思考本身分配工作的問題、整體作品的設計構思、團隊同伴提出的問題。

(三) 建立高技術創造力團隊之準則

1.效率與執行績效：有別於創意，技術創造力是將創意透過實物實做展現於創作品，因此，效率與執行績效是高技術創造力團隊的準則。一個高技術創造力團隊必須能夠迅速有效地達成共識，且其結論為可執行的行動方案。

2.強有力的團隊領導：一位強有力的團隊領導能扮演多向資訊的傳達、溝通和整合角色，並且有效管控資源分配、運用與時間管理，發揮團隊綜效，提升創造力。

(四) 後續研究之方向

1.在研究對象方面：本研究僅以參加「第三屆全國高職學生技術創造力培訓與競賽活動」獲得前三名的六隊優勝隊伍學生做為研究對象，使得在研究結果的推論上會受到限制。因此，建議可選擇更多不同的研究對象，包括不同的學習階段或是學區作進一步的研究。

2.在研究範圍方面：本研究僅探討技術創造力的創造歷程，對於其他創造力的創造歷程並未探討。因此，建議可針對其他不同領域的創造力，如藝術、文學或科學等進行相關的研究。

3.在創造歷程模式的應用方面：高職高技術創造力學生團隊之創造歷程模式，若能應用於高職技術創造力教育課程規劃的參考，轉換或融入教師進行學生合作學習的教材，定能提升高職學生在發明創造的實力。

事實上，創造能力並非與生俱來，也無法一蹴可幾，由本研究所探討之技術創造力優勝隊伍創造歷程中，可以發現他們都付出了相當多的努力與訓練，因此，未來教育應引發學生具備高創造力特質，型塑創造氣氛環境，加強美學藝術涵養與實作練習，必能精緻化提升學生技術創造力，不斷創新、推動科技。

參考文獻

- 毛連塏、郭有適、林幸臺、陳龍安 (2000)。創造力研究。臺北市：心理。
- 吳靜吉 (1976)。分歧式和連鎖式的聯想訓練對創造思考的影響。國立政治大學學報，33，45-71。
- 吳明雄 (2007)。第十六章：技術創造力評量探討。2007年11月8日，取自 <http://3q.creativity.edu.tw/teach/3/madeg3.htm>
- 李賢哲 (2001)。以動手做 (DIY) 工藝的興趣培養中小學童具科學創造力之人格特質。科學教育月刊，243，1-7。
- 李大偉、張玉山 (2000)。科技創造力的意涵與教學 (上)。生活科技教育，33 (9)，7-14。
- 李青芬、李雅婷、趙慕芬 (譯) (2001)。

- S. P. Robbins著。組織行為 (Organizational behavior)。臺北市：華泰。
- 林幸臺 (1973)。創造性教學對資賦優異者創造力的影響。國立臺灣師範大學教育研究所碩士論文，未出版，臺北市。
- 邱皓政、葉玉珠 (1998)。技術創造力：概念與定義。2007年8月28日，取自 [http://tim.nccu.edu.tw/croci/outcome/87-B-reports--PDF/87-B%20%AA%F4%B5q%ACF%20\(revised\).pdf](http://tim.nccu.edu.tw/croci/outcome/87-B-reports--PDF/87-B%20%AA%F4%B5q%ACF%20(revised).pdf)
- 洪文東 (1997)。創造性思考與科學創造力的培養。國教天地，123，10-14。
- 洪文東 (1999)。科學的創造發明與發現。臺北市：臺灣書店。
- 洪振方 (1998)。科學創造力之探討。高師大學報，9，289-302。
- 洪榮昭、朱永裕、鄭廉鎧 (2002)。科技創作能力發展分析——以第二屆「POWER TECH：全國少年科技創作競賽」為例。臺灣教育，614，16-23。
- 查子秀 (1997)。中德兒童技術創造力跨文化研究。人民論壇，12，42-43。
- 教育部 (1998)。工業職業學校課程標準暨設備標準。臺北市：教育部技職司。
- 陳昭儀 (2000)。傑出理化科學家之人格特質及創造歷程之研究。師大學報：科學教育類，45 (1)，27-45。
- 陳昭儀 (2006)。傑出表演藝術家創作歷程之探析。師大學報：教育類，51，29-50。
- 鄭昭明 (1997，4月)。創造性思考的原理原則。載於張昭鼎紀念基金會舉辦之「張昭鼎紀念研討會」科學創意論文集 (頁1-6)，臺北市。
- Aldrich, H. E., & Fiol, C. M. (1994). Fools rush in? The institutional context of industry creation. *Academy of Management Review*, 19(4), 645-670.
- Amabile, T. M. (1983). *The social psychology of creativity*. New York: Springer-Verlag.
- Basadur, M., & Head, M. (2001). Team performance and satisfaction: A link to cognitive style within a process framework. *Journal of creative behavior*, 35(4), 227-245.
- Bettenhausen, K. (1991). Five years of groups' research: What we have learned and what needs to be addressed. *Journal of Management*, 17, 345-381.
- Campbell, D. T. (1974). Evolutionary epistemology. In P. A. Schilpp (Ed.), *The Philosophy of Karl Popper* (pp. 413-463). La Salle, PA: Open Court.
- Chang, I. F. (1998, December). *Teaching technological creativity-why and how*. Paper presented at International Conference on Technological Creativity Development, Taipei, Taiwan, R.O.C.
- Chi, M. T. H., Bassock, M., Lewis, M. U., Reitman, P., & Glaser, R. (1989). Self-explanations: How students study and use examples in learning to solve problems. *Cognitive Science*, 13, 145-182.
- Cohen, W. M., & Levinthal, D. A. (1990). Absorptive capability: A new perspective on learning and innovation. *Administrative Science Quarterly*, 35, 128-152.
- Csikszentmihalyi, M. (1988). Society, culture, and person: A systems view of creativity. In R. J. Sternberg (Ed.), *The nature of creativity: Contemporary psychological perspectives* (pp. 325-339). New York: Cambridge University Press.
- Csikszentmihalyi, M. (1996). *Creativity: Flow and the psychology of discovery and*

- invention*. New York: Harper Collins Publishers.
- Dasgupta, S. (1996). *Technology and creativity*. New York: Oxford University Press.
- Farr, J. L., & Ford, C. M. (1990). Individual innovation. In M. A. West & J. L. Farr (Eds.), *Innovation and creativity at work: Psychological and organizational strategies* (pp. 63-80). New York: John Wiley & Sons.
- Fiol, C. M. (1994). Consensus, diversity, and learning in organizations. *Organization Science*, 5A(3), 403-420.
- Ford, C. M. (1996). A theory of individual creative action in multiple social domain. *Academy of Management Review*, 21(4), 1112-1142.
- French, W., & Bell, C. J. (1995). *Organization development and transformation: Managing effective change*. Illinois: Richard D. Irwin, Inc.
- Gioia, D. A., & Chittipeddi, K. (1991). Sense-making and sense-giving in strategic change initiation. *Strategic Management Journal*, 12, 433-448.
- Guilford, J. P. (1986). *Creativity talents: Their nature uses and development*. New York: Bearly.
- Glynn, M. A. (1996). Innovative genius: A framework for relating individual and organizational intelligence to innovation. *Academy of Management Review*, 21, 1081-1111.
- Hattori, R. A., & Wycoff, J. (2002). Innovation DNA. *Training+Development*, 56(1), 25-30.
- Hoegl, M., & Gemuenden, H. G. (2001). Teamwork quality and the success of innovative projects: A theoretical concept and empirical evidence. *Organization Science*, 12(4), 435-449.
- Janssen, D. H. (1997). Instructional design models for well-structured and ill-structured problem solving learning outcomes. *Educational Technology Research & Development*, 45(1), 45-94.
- Katzenbach, J. R., & Smith, D. K. (1993). *The wisdom of teams—creating the high-performance organization*. Boston, MA: Harvard Business School Press.
- Klimoski, R., & Mohammed, S. (1994). Team mental model: Construct or metaphor. *Journal of Management*, 20(2), 403-437.
- Larson, C. E., & LaFasto, F. M. J. (1989). *Teamwork: What must go right/what can go wrong*. Newbury Park, CA: Sage.
- Li, Y., Wang, J., Li, X., & Zhao, W. (2007). Design creativity in product innovation. *International Journal Advance Manufacturing Technology*, 33, 213-222.
- Li, Y., Zhao, Y., & Liu, Y. (2006). The relationship between HRM, technology innovation and performance in China. *International Journal of Manpower*, 27(7), 679-697.
- Leonard-Barton, D., & Sensiper, S. (1998). The role of tacit knowledge in group innovation. *California Management Review*, 40(3), 112-132.
- Magee, G. B. (2005). Rethinking invention: Cognition and the economics of technological creativity. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 57, 29-48.
- March, J. G. (1991). Exploration and exploitation in organization learning. *Organization Science*, 2(1), 71-87.
- May, R. (1975). *The courage to create*. New

- York: Norton.
- Mokyr, J. (2002). *The gifts of Athena: Historical origins of the knowledge economy*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Mumford, M. D. (2000). Managing creative people: Strategies and tactics for innovation. *Human Resource Management Review, 10*(3), 313-351.
- Mumford, M. D., & Gustafson, S. B. (1998). Creativity syndrome: Integration, application, and innovation. *Psychological Bulletin, 103*, 27-43.
- Nahavandi, A. (2003). *The art and science of leadership*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Okhuysen, G. A., & Eisenhardt, K. M. (2002). Integrating knowledge in groups: How formal interventions enable flexibility. *Organization Science: A Journal of the Institute of Management Science, 13*(4), 370-387.
- Parnes, S. J. (1967). *Creative behavior guidebook*. New York: Charles Scribner's Sons.
- Plsek, P. E., & Wilson, T. (2001). Complexity, leadership, and management in health-care organizations. *British Medical Journal, 323*(7315), 746-750.
- Posey, P., & Klein, J. (1990). *Revitalizing manufacturing: Text and cases*. Irwin, GA: Homewood.
- Quick, T. L. (1992). *Successful team building*. New York: American Management Association.
- Ram, A., & Leake, D. B. (1995). *Goal-driven learning*. London: A Bradford Bood.
- Ridgeway, C. L. (1983). *The dynamics of small groups*. New York: St. Martin's Press.
- Senge, P. M. (1990). *The fifth discipline: The art and practice of the learning organization*. New York: Doubleday.
- Shonk, J. H. (1982). *Working in teams: A practical manual for improving work groups*. New York: AMACOM.
- Slappendel, C. (1996). Perspectives on innovation in organization. *Organization Studies, 17*, 107-124.
- Sternberg, R. J. (2000). Identifying and developing creative giftedness. *Roeper Review, 23*(2), 60-65.
- Torrance, E. P. (1972). Can we teach children to think creativity? *Journal of Creative Behavior, 6*, 114-143.
- Wallas, G. (1926). *The arts of thought*. New York: Harcour Brace and World.
- Weiss, J. (2002). Creativity in the workplace: A much needed (and valued) asset. *Women in Business, 54*(4), 40-45.
- Woodman, R. H., Sawyer, J. E., & Griffin, R. W. (1993). Toward a theory of organizational creativity. *Academy of Management Review, 18*(2), 293-321.
- Yukl, G. (2002). *Leadership in organizations*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.