

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

李賢哲

國立屏東師範學院 自然科學教育學系

摘要

為了提升國家整體的競爭力，培養具有科學創造力的研究發展人才是刻不容緩，也是二十一世紀科學教育重要使命之一。目前，國內科學教育界對於學童科學創造力的特性與開發之研究不遺餘力，也期盼成果能真正提供師資培育機構及相關人士參考。

本文主要是歸納具科學創造力學童之人格特質，例如好奇，主動，喜愛動手做實驗，興趣較廣等，提供研究者於科學研究過程中的經驗，做為激發學童科學創造潛能，培養未來之科學創造能力，繼而能進行科學之研究與開發。科學之研發場所大多集中於實驗室，需要有實際動手做的歷練與膽識。因此，從培養國小學童動手做工藝的興趣，應可用來培養其將來具有科學創造力的人格特質。

關鍵詞：科學創造力，人格特質，動手做，競爭力

一、前言

多年來，科學教育學者不斷的進行科學教育活動的探討，不僅對於學童應具備之科學基本知識與技能試著建立共識，而且對於啟發學童科學創造力部分，不遺餘力。學童乃國家之國民，而國民個人創造力之提升，有助於國家整體競爭力的發展，其扮演於未來之重要角色，自是不可言喻。有鑑於此，近年來的國民教育發展，逐漸趨向於培養學童科學創造力之教學設計與活動方式。

民國 82 年，教育部公佈國民小學自然科學新課程標準，明定國民小學科學教育的總目標：「在於指導兒童接近自然，瞭解人與其周圍的環境和諧共存之需要，增進科學知能與科學情趣，熟練科學方法，以養成具有科學素養的國民。」(教育部，1997)由此可知，

培養具有科學素養的國民，是我國國小科學教育的主要目標。教育部(2001)公布國民中小學九年一貫課程暫行綱要，明確闡述了未來國民教育的重點，其中"自然與生活科技"的學習領域除了傳授學童基本的學科整合知識外，更著重於養成國民終身學習之能力。目前，九年一貫課程將於九十學年度全面實施，其目標在於實行"人性化，生活化，適性化，統整化與現代化"的課程，培養身心充分發展的健全國民與世界公民；其中符合了以發展學生創造性思考與解決問題的能力以面對未來的問題，這也是目前各國政府都強調的重要教育目標之一(江新合與唐偉成，1999)。

何謂科學素養(scientific literacy)呢？Colletta 及 Chiappetta (1989)把科學素養之特性

歸納為兩大屬性，分別在於能充分了解科學的本質(the nature of science)，以及知道如何將科學(Science)、技學(Technology)與社會(Society) (STS)三者相互結合在一起，亦即知道科學、技學、社會三者之間的交互關係(how science, technology, and society influence one another)，也就是所謂 STS 的科學教育的新理念。簡而言之，科學素養在於使學生能對科學本質充分地理解，以及知道科學、技學與社會三者相互結合在一起的關係。

所謂 STS 的意義，根據 Yager(1990)的定義：「將技學當作科學與社會間之橋樑；以地方、全國或全球性與科學有關的社會問題來設計科學課程，讓學生對這些與科學有關的社會問題，產生興趣及好奇心，而以科學的態度(attitude)、科學的探究過程(process)、和科學的概念知識(concept knowledge)尋找解決之道，讓學生有創造力(creativity)產生，並將之應用於(application)社會上」。

Yager 於 1990 年亦提出科學具有六大領域，認為能充分了解此六大領域，才算是具有科學素養的國民，此六大領域即上述所定義的 STS 理念：1. 科學的概念知識領域(concept domain)；2. 過程技能領域(process domain)；3. 創造力領域(creativity domain)；4. 態度領域(attitude domain)；5. 應用與結合領域(applications and connections domain)；6. 科學本質的世界觀領域(world view domain)。從這科學的六大領域中可知，創造力為科學重要領域之一，而且要培養具有科學素養的國民，必須重視創造力的培養。換言之，學童創造力的培養是科學素養中不可或缺的要

素，也是國中小科學教育的重要工作之一。

二十世紀是科技文明絢爛的時代，從舉目可見的日常家電用品到精密的電腦系統、資訊網路及奇妙的基因工程等，無一不是尖端科技的產品。由於人類不斷地創造發明，善用智慧，始有今日的科學進步、文化提昇與社會繁榮。其中創造力扮演重要角色，應是人類最寶貴的資源。在甫邁入二十一世紀的今日，科技的發展必然會更動人心弦，而社會的進步則更有待吾人發揮創造力(林幸台、王木榮，1994)。目前我國正積極邁向「亞太研發製造中心」和「亞太科技中心」，因此發掘及培養具有創造力的研發製造人才，是刻不容緩的事；尤其是科學創造力，對於提昇我國國際競爭力更有舉足輕重的影響。

雖然上述已提及國小科學教育的目標之一，在培養學童的創造力(Kruger, 1977; Moran, 1988)，唯目前國內中小學科學教育對於具有科學創造力的人才之發掘及培養之研究較少著墨。尤其關於學童個人動手做的興趣與愛好之培養與未來科學創造力間關連之部分。

二、相關文獻探討

個人的興趣愛好，激發個人的創造力之案例不勝枚舉，也曾在西方國家造成競爭力提昇及相關教育政策的改變等影響，謹舉以下數例與大家分享。Vesper (1979) 曾對上百間成功的企業 (enterprises) 進行創意及創新主意 (new-venture ideas) 之研究，除說明創新對成功企業的重要性之外，更闡述了與其漫無目的搜尋創意，企業者應可藉由檢視從事者的學經歷以及業餘的興趣愛好

(hobbies) 來著手，希能從其中尋得蛛絲馬跡，達到創新的目的。Wagner (1988) 針對模型飛機製作的愛好，說明建造模型飛機的過程可激發個人的創造力 (creativity) 與工藝技巧 (manual skills)，繼而能建造出質量輕、性能高的飛行藝術品。Braham (1992) 以美國目前大型的企業，例如惠普 (Hewlett Packard, HP)，杜邦 (Dupont) 及波音 (Boeing) 等為例，探究這些大型的機構如何藉著研究 (research) 與創新 (innovation)，建立世界領導地位的品牌與品質。其中非常重要且值得借鏡的一點，這些大企業對於員工創造力的訓練 (creativity training) 不遺餘力。以 HP 為例，HP 公司為鼓勵員工創造，允許他的工程師能自由運用 10% 的工作時間，進行非例行或非指定的工作項目，甚至於允許員工能以這些時間，運用公司內的機械設備，進行個人的休閒愛好 (weekend hobbies)，例如木工、板金工等。從這樣的變革看來，這些大企業的創造新點子，不僅愈來愈可觀，而且相對的，在全世界的大環境中，公司的競爭力也相對的愈來愈提昇。

Partow (1994) 於研究報告中說明許多創新的點子是受到愛好的興趣，例如操作電腦、攝影等，激發而來；而且人們創造力的培養是可以從提供腦部育成環境 (brain-nourishing environment) 來逐漸達成的。文中提供許多的想法，從意念的訓練 (mind exercising)，試著從傳統中尋求突破 (break through) 來建立新的想法。French (2001) 在他的一篇報導當中，說明當前日本的青年學子，由於學校教育中競爭激烈，許多學生終

日浸淫於課業當中，家長也恐子女課業不如他人，而鼓勵子女儘可能多學習。如此一來，導致學生終日疲憊不堪 (exhausted)，而且扼殺了學生的創造力。目前，日本教育改革為扭轉如此之劣勢，竟然與美國目前的教改方向大異其趣，日本教育單位設法降低學生修業內容，相對給予學生有較多自我的空間與時間，讓學生能在自己感興趣的領域中成長，而不是強迫學生留在學校，學習同樣的課程內容。這樣的改革，與目前我國政府實施九年一貫課程改革有著異曲同工之處，試著給予學生較多的機會訓練自己成為 "主動的學習者"，這對於整體的創造力提昇，應有正面的幫助，也期盼家長及社會能真正知悉其中精義，給予我們學子一個舒展的天空。

國內對於學生的創造才能與興趣之間對於人格特質的探討，較早可追溯到鄧運林 (1981) 的研究，透過學業成就測驗，科學興趣題本，創造思考測驗等工具，來探究小學學童人格特質與創造才能及科學興趣之間的關係；其研究結果顯示，具高科學創造才能之學童，在學科興趣方面，70% 學童在家或學校會自己動手做關於自然科學方面的東西。選項中更有高達 96% 學童選擇多做實驗。魏明通 (1981) 根據資料與實例發現大部份發明的起源之一是為興趣而發明，而發明的原動力就是創造能力。學校應安排生動、有趣並使學生能主動探究的科學教育活動，使學校成為培養創造能力的理想場所。楊訓庭 (1986) 於科學教育應努力的四個方向一文中，提出應提高學生科學學習的興趣與素

質，突顯出培養興趣於科學及學習上扮演的重要角色。陳龍安(1992)說明每個孩子都有創造力，建議父母及家長應肯定孩子的創意，並透過發現兒童的興趣來激發孩童的創造思考能力。蔡典謨(1992)也提出從孩子有興趣的活動來著手，可以用來培養幼兒的創造力。劉振源(1997)說明從美勞教育中可培養國小學童的健全人格，並能開發潛在的腦力，因此其教學方法必須富有創造性與啟發性，並能把握以兒童的興趣為重，著重性格的培養，尊重創造等原則。陳義勳(2000)於中小學科學展覽之析論與評論中，揭明從科學興趣的培養來提昇科學作品的創造性及完整性，並能更進一步潛移默化地影響學生，使之成為具備的優點科學素養的國民。

從以上的參考資料看來，國內的資料似乎較偏重於學校課業部份的興趣來著墨，尤其是在所謂"科學的興趣"方面。反觀西方的參照部份，較多有真正課業外的興趣愛好直接影響到創造力的實際案例，這與目前許多推動教改人士憂心的情況相去不遠。長久以來，國內的科學教育的努力與成就的確是有目共睹，但是在課業的壓力下，學童的適性發展，逐漸被統一的教材及課業的進度所覆蓋。跟隨而來的升學壓力，學校家長的期盼與希望，加諸於一身，真的有令學童喘不過氣的感覺，遑論課外興趣愛好的培養。這也是筆者期盼本短文能提供相關人士參考的重要動機。

三、研究經驗分享

從李賢哲(1999)對於國小學童科學創造力人格特質的研究中，發現其具備的人格

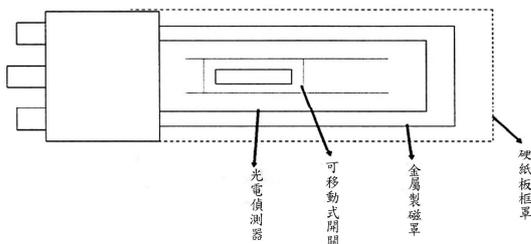
特質包含：求好心切；具有獨立自主、自信；面對困難時，能獨自解決問題並勇於接受挑戰；喜歡自然、數學和體育等科目；上課喜歡親自動手操作；和對科學方面有興趣等等，筆者此處想強調著眼於喜歡親自動手操作的人格特質部分。

科學發展的過程(Trefil, 1998)，其中包括了許多步驟。例如：收集資料、發現問題、實驗設計等等，其中實驗設計部份與動手做的興趣(DIY)應是一體兩面、相輔相成、相得益彰。所謂動手做的興趣，泛指包含木工、板金工及其他相關的工藝技能製造愛好。

學童個人興趣的培養，除了受學校教育的影響外，家庭的鼓勵與支持亦是非常重要的因素，而啟蒙的階段應可從小做起。筆者從小對於航空模型的喜好，幾可達到廢寢忘食之地步。起初是以橡皮筋、竹子、宣紙等來作為建造模型的材料。隨著年紀的增長與經驗的累積，漸漸進入以飛機模型燃料引擎、巴爾沙木(Balsa)、遙控電子設備等材料組合，達到遨遊天際的目的。這些從小累積的經驗，使得筆者對於機械及電子設備等常識，略知一二，這些經驗也促使筆者於日常生活中，許多自己可動手做的修護事件，例如：電器的檢修、汽車的維護等，大多可迎刃而解。

DIY除了於日常生活中扮演重要角色之外，動手做的興趣能發揮真正的功效，應是筆者於化學研究所，修習物理化學(physical chemistry)博士學位的留美歲月。當時研究進行的實驗是以雷射(laser)，做為半導體材

料表面加工的能量來源 (Lee, 1993; 李賢哲, 2000), 主要是以雷射研發新型之半導體清潔技術與其反應機制。由於實驗裝置需使用非常敏感之光電偵測器, 為使實驗順利進行, 除了必須於暗室中進行外, 環境外界光源的干擾也必須降低到最小。因此, 往往需要將此光電偵測器小心安裝於特製的黑色金屬罩框 (housing) 中。當時由於受限於研究經費, 而且除了訂購耗時外, 價格也頗貴 (數百元美金), 筆者總覺得應可自行設計出更人性化的裝置, 遂利用硬紙板噴上黑色油漆後, 再依照偵測器之尺寸大小, 量製功能相同的設計 (如圖一); 並在偵測器的進光口, 加上一個可移動式的窗戶當作開關, 平時關上亦可避免意外的受到外界光源影響而燒毀。這樣的規劃與設計除了花費一個晚上的設計、製造與多次測試外, 花費只需數美元。由於實驗研究中也曾有兢兢業業的焊接電子控制線路及許許多多的儀器維修歷練, 並且樂此不疲。也因此研究的過程中, 頗受到指導教授的好評。以上這些事例雖只是筆者個人的粗淺經驗, 但也證明了我們中華兒女的創意是可藉後天的培養與激發, 達到令人刮目相看的地步。



圖一、由筆者 DIY 設計之光電偵測器裝置

四、後記

興趣培養的多元化, 有助於學童在未來的生命旅程中, 觸類旁通的機運; 從動手做的興趣中, 更可激發學童未來在就學及就業中的創造潛力, 尤其是在講究動手做的科學實驗過程, 創造能力的發揮不僅使個人在學術的專研上, 有所建樹, 更可對於人類整個的科學發展貢獻一己之力。

時代的巨輪是不斷往前轉動的, 政府對於教育的改革, 尤其於國中小學童科學創造力的特性與開發的部份, 事例具有其正面的意義應值得嘉賞。能夠透過國小學童動手做的興趣培養來增進學童的科學創造潛力, 應有長遠的影響。期盼國內的科學教育能開創一個讓學生真正感興趣的部份, 不僅可達成國民科學素養的提昇, 更可於全民創造力的增長有所助益。

參考文獻

1. 江新合和唐偉成 (1999) : 開發科學創造力的 V-MAP 教學策略實徵研究。科學教育學刊, 7(4), 367-391。
2. 李賢哲 (1999) : 國小學童科學創造力特性及開發人格特質之研究 (NSC 87-2511-S-153-018) 行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告, 臺北, 臺灣: 行政院國家科學委員會。
3. 李賢哲 (2000) : 雷射清潔技術於半導體材料上之研發與應用。科儀新知, 23(3), 92-95。
4. 林幸台和王木榮 (1994) : 威廉斯創造力測驗。台北: 心理出版社。
5. 林幸台和王木榮 (1994) : 威廉斯創造力測

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

- 驗指導手冊。台北：心理出版社。
6. 教育部 (1997)：國民小學課程標準 (二版)。台北：教育部。
7. 教育部 (2001)：國民中小學九年一貫課程暫行綱要。台北：教育部。
8. 陳龍安 (1992)：增進兒童創造力的策略與活動。創造思考教育，4，8-12。
9. 陳義勳 (2000)：中小學科學展覽之析論與評論。國教新知，46(3)，21-30。
10. 楊訓庭 (1986)：科學教育應努力方向。教師研習簡訊，22，12-13。
11. 蔡典謨 (1992)：如何培養幼兒的創造力。國教之聲，26(1)，3-9。
12. 劉振源 (1997)：國小美勞教育之目標與實踐。國教學報，9，181-210。
13. 鄧運林 (1981)：小學生創造才能、科學興趣與人格特質之探討。今日教育，39，69-79。
14. 魏明通 (1981)：發現、發明與科學教育。科學教育，43，6-8。
15. Braham, J. (1992). Creativity: Eureka! Machine Design, 64(3), pp.32-36.
16. Colletta, A. T. & Chiappetta, E. L. (1989). Science Instruction in the Middle and Secondary School. Columbus, Ohio: Merrill Publishing Company.
17. French, H. W. (2001). More Sunshine for Japan's Overworked Students, The New York Times, Feb. 25.
18. Kruger, R. (1977). Guidelines for the Education of the Scientifically Creative Student : Preschool-5th Grade. Office of Education (DHEW), Washington, D.C. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 181654).
19. Lee, S. J., Imen, K. & Allen, S. D. (1993). Shock Wave Analysis of Laser Assisted Particle Removal, Journal of Applied Physics, 74, pp.7044.
20. Moran, J. (1988). Creativity in Young Children. Office of Education (DHEW), Washington, D. C. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 306008).
21. Partow, D. (1994). Great Ideas, Home Office Computing, 12(6), pp. 85-89.
22. Vesper, K. H. (1979). New-Venture Ideas: Do Not Overlook Experience Factor, Harvard Business Review, 57(4), pp.164.
23. Trefil, J. & Hazen, R. (1998). The Sciences: an integrated approach. New York, NY: John Wiley & Sons, Inc.
24. Wagner, J. (1988). Building Model Airplanes, Model Airplane News, 116(9), pp.24.
25. Yager, R. E. (1990). Workshop Science/Technology/Society As Reform in Science Education. Science Education Center, National Taiwan Normal University, Taipei, Taiwan, R.O.C.