

論述科學的問題解決與創造思考、批判思考之 關係

黃秋敏

高雄市翠屏國民中小學教師

壹、前言

資訊科技的快速發展，使得二十一世紀成為知識經濟時代，處處充斥著資訊轉變與競爭，書本中的知識已不足以讓我們面對與解決生活問題所需，在面對如此快速更新與轉變的競爭中，具有創造及判斷選擇知識的能力將成為現今最重要的課題。

科學是一種廣大基礎的人類事業與智慧的結晶。科學不僅是瞭解、解釋自然現象的研究，也是一種應用所瞭解的知識，企圖發展有用的產品來改善人類生活的學問。美國科學教育 STS 的教育理念、目標說明了：科學教育在利用科學知能來改進人類生活，解決社會議題、作為未來職業選擇與學術研究的準備。今日，科學與科技的不斷進步為人類帶來了更多的福祉，為了人類福祉的追求與生活問題的解決，又促進了科學的發展，由此可知，科學進步的起源，在於追求更完美生活與解決問題的需求。

科學最終目的是為了幫助人類關懷社會、主動探索與解決生活之中的問題，進而尋求更完美的生活。在面對文明發展過程中，如何創新想法、運用智慧判斷知識的陳述及論證的真實性、正確性與價值性而進一步解決問題，這都需要有思考能力的人才可以做得到的。因應於此，培養能自學，會思考、判斷，建立自我價值觀，養成自主能力，隨時反省的學生，使之能在抉擇之中做正確判斷、與決定，而避免人云亦云，失去自我，方能在未來科技社會與資訊時代裡繼續生存。

貳、科學是一種思考方式

自古以來，人類藉由觀察自然，探索未知現象的活動，而產生了科學。科學是人類在對自然世界所產生的好奇心驅使下，運用想像力、推理、創造、判斷等思考方式，試圖解釋與解決問題的一種探究過程之心智運作能力，而隨著時間與科學家經驗的累積，使得現今科學已成為證實過結果的知識綜合體。因此，科學可以視為將心中想法和企圖將這些想法予以解釋、解決問題的一種人類的思考活動。

只要思考，智慧就會隨之而來。早在 1933 年，Dewey 就將思考視為問題解決的心理歷程，學者 Beyer（1988）曾提及：思考乃是人類解決問題的心理活動歷程，是心智操作的活動，其歷程由感官介入，並經由知覺記憶，進而從事構思、推理或判斷等步驟，而思考智能助長個人獲取知識並據以推理應用，不受時空或知識類別限制。國內學者張玉成（1993）說明：思考是個體運用智力以現有知識經驗為經，眼前資訊為緯，從事問題解決或新知探究的過程。所以科學家在著手解決問題時，思考是開啓關於科學知識、科學方法的重要之門。

問題解決與思考之關係為何？學者 Dewey（1933）則針對思考能力發展提出二項主張，一是培養「反省思考」能力即自我批判能力；二是發展解決問題的能力。而 Dewey 將創造視為問題解決的心理歷程，認為創造力是一種問題解決的能力，是當人類對事務存有困惑、不滿，進一步提出質疑、批判內容時，創造隨之而生了！在問題解決歷程中，批判思考和創造思考互相配合，相輔相成。由此，可以知道創造思考、批判思考在問題解決中是扮演很重要的角色。以下我們先來探討創造思考與批判思考：

一、創造思考

創造原指「推陳出新」，發明前所未有事物或產生具有價值新構想的能力，簡言之，是一種無中生有的能力。最早，創造力是由 Guilford 在「智力結構」中所提出的，創造能力是人類心智能力之一，是屬於高層次認知歷程。創造思考的過程首重求新求變、冒險探究精神，表現出敏捷、流暢、變通、獨創和精進等特質，將常用的思考方式轉變成特殊、不同以往的思考方式，也有人將創造的過程和靈機一動、茅塞頓開的想法與經驗結合。有些學者把創造的歷程視為問題解決的歷程，指出創造思考是含有一序列

的過程，包括覺察問題的缺陷、知識的鴻溝、要素的遺漏等，進而提出困難，試圖尋求答案，提出假設、驗證及再驗證假設，最後報告結果（Torrance,1969）。

二、批判思考

一般人提及批判思考，即認為批判是指從事審慎判斷、評鑑，含有譴責的、吹毛求疵的意思。學者 De Bono（1971）認為批判思維原指透過攻擊對方，去除一切偽裝來顯露事實，讓真理得以昭示。而 Russell（1979）說：批判思考是依據客觀證據檢視資料，依憑規範，常模或標準去比較事物或言論內容，從而提出總結能力。Beyer（1988）指出：批判思考並非消極批評或挑毛病，從事準確、持續和客觀的分析、做出精確、適當而且有價值的判斷，並具有評鑑功能。因此，當我們在判斷、分析任何訊息資料，進而做出抉擇選擇接受或拒絕時，即在運用批判思考。

參、問題解決與創造思考、批判思考之關係

創造思考與批判思考同是問題解決歷程中重要的思考技巧，創造思考的過程可以視為問題解決的歷程，而在判斷問題的訊息資訊與作出抉擇時即是使用批判思考，問題解決、創造思考與批判思考三者之間的關係似乎是互相牽引著。因此，我們就問題解決、創造思考與批判思考三者的觀點，來說明彼此之間的關係。

一、問題解決與創造思考關係

創造是促進人類進步不可或缺的要素，人類為了滿足生活物理需求，提高生活品質必須不斷以創新方法發明新穎事物以解決問題。創造力是所有思考智能的關鍵所在，而最終目標是在面對問題時，能以自我思考模式解決問題。

從認知心理學的觀點來看，創造力是問題解決的關鍵，創造的過程也可視為一種問題解決的過程（洪文東，2000）。張玉成（1993）認為創造的發生始於對問題的覺察及確定，繼以心智活動的探索，方案的提出，而終於問題的解決與驗證。

而 Guilford 曾指出創造思考是個體產生新知之心理歷程，與問題解決所需心理現象相同，具有下列六項特質：

- (一) 敏於感知問題：對事情缺點、需求、偏失能發現的能力。
- (二) 流暢性：能提出方案、問題、反應、結果、產品、作品等數量的多寡，為見解流暢性；能類推相關性的事例，找出關係多寡之能力，為聯想流暢性；能想出新見解，歸納而構成體系或理論的能力，為表達流暢性。
- (三) 變通性：改變做事風格、思考模式與解決策略，對產品或問題性質與屬性多方考慮而做出不同反應與改變。
- (四) 獨創性：產生不尋常、新奇、精美想法或問題解決的方法。
- (五) 精進性：精益求精，將一計畫、方法能更加力求完善。
- (六) 重新界定：能跳脫固有思維，以異乎常識觀點去知覺、界定，而表現出另一新的型式。

Torrance (1970) 曾對 Guilford 的智力結構論中的發散思考提出三方面特質：流暢性、變通性、獨創性。從創新觀點而言，變通性是流暢條件，是獨創的前提。所以要開發創造思考，首先培養思考的變通性，也就是解決問題過程中思維的靈活性及應變能力 (洪振方，1998)。

簡而言之，創造思考是個人在解決科學問題的歷程中，以個人的科學知識為基礎，發揮流暢、變通、獨創等創造思考去發現問題、激發解決策略，產生一具有獨創、適切的想法與事物，以解決問題。

二、問題解決與批判思考關係

批判思考是利用已有知識、經驗來判斷問題及辨識爭議，以尋求證據進而做出抉擇以解決問題。批判思考不僅是提出質疑、形成假設、設計解決問題的各種途徑等探索性的活動，也是做決定、付諸行動的行為依據。批判思考是指個人在解決問題或作決定時，能廣泛客觀地蒐集證據、瞭解事實，並依所得的證據或事實來決定何者可信與何者可為的合理與反思的思考。

學者 Ennis (1985) 認為批判思考是自遭遇問題為出發，最後歸結到信念或行動的決定以解決問題，亦即批判思考的歷程即為問題解決歷程。Kurfman (1967)、Russell (1979) 和 Ruggiero(1980)等學者也認為批判思考包含於問題解決之中。盧

玉玲和連啓瑞（1999）認為批判思考不是憑空想像，應是發現問題、加以分析、評估，最終以解決人類生活上的問題。

批判思考技巧與問題解決過程，二者在認知過程皆有分析、比較、推論、評鑑，問題解決中含有批判思考的策略。批判思考是一種高層次的思考，用邏輯推理、理性自主、質疑反省、開放胸襟、評鑑情境做出最適宜決定，進而解決個人所處脈絡環境所遭遇問題。個體從事批判思考起源自解決問題的動機，個人須從本身或與他人交互作用中，將所獲取的資訊作為批判思考知識的基礎，再以此進一步作推論、演繹、歸納與價值判斷等批判思考技巧的運用，最後個人才能導出結論作為決定的準則。因此，批判思考始自解決問題的動機開始，最後到達解決問題的目標，問題解決與批判思考這兩者可謂息息相關。

三、創造思考與批判思考關係

創造力的開發，其主要的目標是訓練學生的解難能力，解決問題必須是擴散性及聚斂性思維兼顧並重，創造性與批判性思維並存，才能助學生發揮潛能，所以兩者應被均等重視不能有所偏廢，以能達致教學的目標（陳龍安，1994）。

從心理學的觀點而言，人類的創造思考與批判思考是一種將內在的運思過程表現於外在認知行為中，是一種利用外顯的行為表現，使該行為表現的結果富有新奇、價值並富有評斷分析特質，可以作為日常生活中對未來行為表現的推論依據。

以思考特質而言，創造思考著重於合理、多產的、非評鑑的思考，而批判思考則著重於合理的、反省的與評鑑的思考，在解決問題過程中，創造思考與批判思考常是交錯運用的，在解決問題歷程中是同等重要，也同屬於高層次認知心理運作與綜合能力的表現。

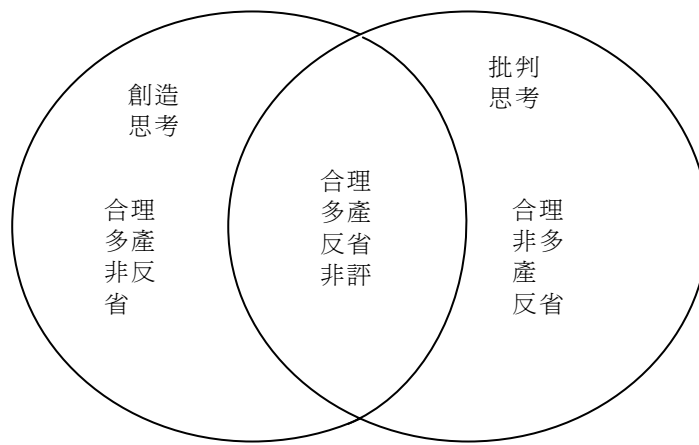


圖 1 創造思考與批判思考的關係
(資料來源：Norris 和 Ennis，1989)

Guilford (1967) 的智力結構中，指出批判思考屬於聚斂性與評鑑性運作型態，創造思考則相近於擴散性運作型態，Kurfman (1967) 指出好奇並想像提出問題，形成假設乃探究行為及意見主張或構思之源，是創造思考作用。針對問題及其答案或意見主張不斷分析探討，進而得以澄清或測試、驗證此乃批判思考之作用，二者相輔相成，合而為「有效思考」。

Eisner (1965) 認為批判思考乃包容創造思考四種認知行為：

- (一) 探詢：表現出對知識追求熱愛，提出問題可疑、新奇之處予以探討。
- (二) 沉思：運用想像、思考能力構思創新方法去尋求解析現象或解決問題。
- (三) 鑑賞：依據邏輯原則，對言論主張從事檢視與評審的歷程。
- (四) 建構：認知瞭解不同事物間關係的歷程。

陳膺宇 (1994) 進一步指出批判思考是需要某種形式的創造思考，批判思考是一種評估過程，需要運用創造思考以其新的組合方式來評估某些意念，做一價值判斷。

張玉成 (2002) 則認為人類批判的對象，來自人的創造，即創造思考作用的結果。創造思考滋生點子、方法，批判思考加以評鑑、分析，二者交相為用，才是良好的思考歷程。

由多位學者的觀點而言，良好的思考歷程是由創造思考與批判思考二者交互作用影響之下的結果。依據 Guilford 的觀點，創造思考是屬於發散式，批判思考是屬於收斂式，是截然不同性質的思考特性，但二者在思考的本質上是互相扶持、彼此制衡的，在人類思考過程中，創造思考與批判思考，都佔有相當重要的地位。

四、問題解決與創造思考、批判思考三者關係

從問題解決歷程而言，江芳盛（1990）認為問題解決是一個連續的過程，在此過程中，首先需要創造思考，繼而需要狹義的批判思考，而這全包含於廣義批判思考，從遭遇問題出發至行動決定以解決問題的過程，亦即批判思考的歷程。如圖 2：

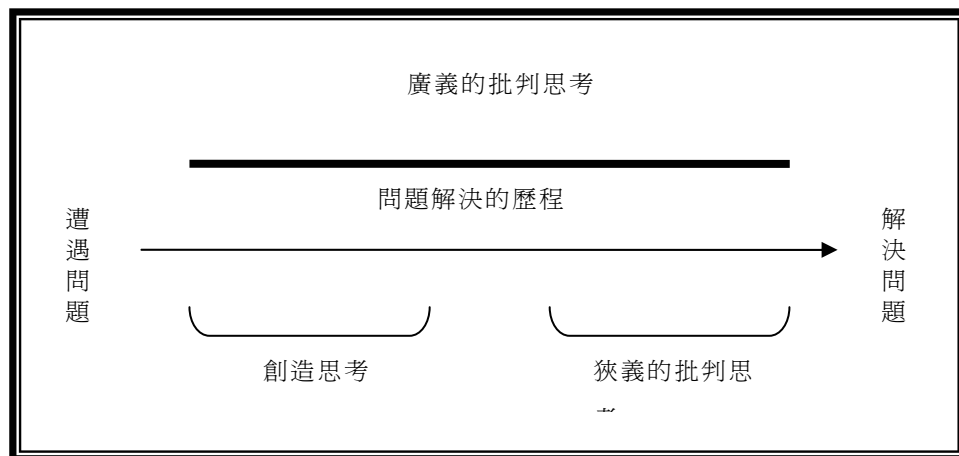


圖 2 批判思考、創造思考、問題解決的概念關係圖（資料來源：江芳盛，1990）

而陳龍安（1991）在對「問題解決」過程的說明，認為問題解決所用的思考策略即是運用創造性思考與批判性思考兩者，如圖 3：

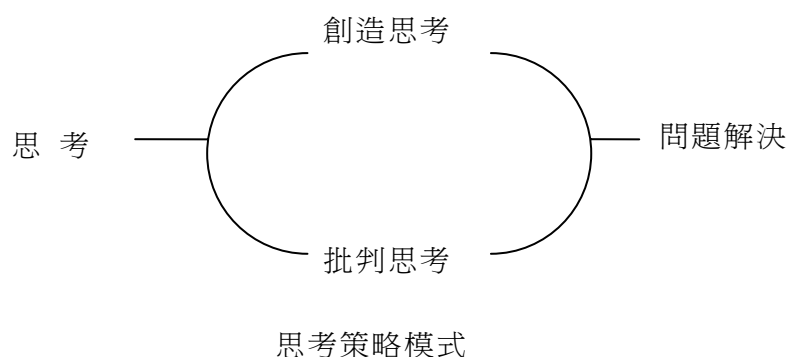


圖 3 問題解決思考策略（陳龍安，1991）

此外，根據 Treffinger 和 Isaksen 所提出的創造性問題解決歷程 CPS 的觀點來看，問題解決需要運用創造思考、批判思考及推理思考。在 1988 年，英國牛津技巧教學計畫中以促進兒童思考能力為目的，思考是指個體從事決定時的心智活動，包括批判思考、創造思考、問題解決和推理思考。而學者洪文東（2000）更進一步提出「問題解決能力」須具備：創造思考、批判思考和推理思考。

從問題解決歷程的觀點來說，多位學者認為在對問題提出新穎、創新的想法過程中，需要不斷檢視成果，並在反思中進行最好評估與反應而做出解決問題最佳的抉擇，整個過程皆需要運用創造思考與批判思考。

另一方面，部分學者從批判思考的觀點來說明與問題解決、創造思考的關係：

Yinger（1980）認為：批判思考乃與評鑑思考的成果有關的認知活動，在解決問題的過程中與創造思考同時出現。

國內學者葉玉珠（2000）認為批判思考乃是與評估、判斷思考成果有關的認知活動，具有目的性與自我調整判斷的認知過程，並結合創造思考用以解決問題之需。

Paul（1997）則強調批判思考是以界定澄清問題以客觀、公正合理的判斷提出解決方法的思考歷程，是利用批判思考以提升創造力、記憶術和解決問題，批判思考具有提升思考能力與解決問題的重要功能。

把科學視為是一種思考的方法，思考的產生起於有待解決的問題，在問題解決中，解題者運用創造思考衍生出新穎想法與事物，運用批判思考分析現況與理想差距關係、分析事物因果關係，辨別訊息可信度、判斷法子適切性，評估想法可行性，作一解決策略的價值判斷。因此，創造思考與批判思考在問題解決歷程中是相輔相成的，是為增進問題解決能力的必要因素。

肆、結語

人類處於自然界中，為了適應環境變遷，並解決生活中所面臨問題與疑惑時，運用其心智，試圖去思考與解決問題，在解決問題過程中，其個體須先運用創造性思考激發出各種可能方法，再運用批判思考評估方法的可行性，逐步漸進地尋求問題之答案。個體必須同時具備創造思考與批判思考兩種思考才能成功解決各種問題，也才能使知識成長、擴充使之更具適用性。

「人類文明史即是創意發展累積的成果」，在日益創新的時代裡，人類從同中求異的心理當然會渴望尋找出新穎觀念，思考出新穎成果，這是創造性思考的結果所在。在面對文明發展過程中，如何運用智慧判斷知識的陳述及論證的真實性、正確性與價值而進一步解決問題，這就需要有批判思考能力的人才可做到了。

二十一世紀是需要思考、創新的時代，惟有豐富創意的想法、批判的分析、謹慎懷疑的態度、冒險不畏懼的精神，才是解決問題所必須具備的能力，也才可以為人類帶來新的契機、創新與文明的變革！

參考書目

- 江芳盛（1990）。批判思考教學研究的必要性。高雄文教，39。34-35。
- 洪文東（2000）。從問題解決的過程培養學生的科學創造力。屏師科學教育，11，52-62。
- 洪振方（1998）。科學創造力之探討。高師大學報，9，289-302。
- 陳龍安（1991）。智能結構模式的思考教學策略～聚斂思考與擴散性思考能力的培養。創造思考教育，3，19-31。
- 陳龍安（1994）。創造思考的理論與實際。台北市：心理出版社。
- 陳膺宇（1994）。批判性思考運動初探。國立政治大學學報，69，141-169。
- 張玉成（1993）。思考技巧與教學。台北市：心理出版社。

- 張玉成（2002）。**思考技巧與教學（第六版）**。台北市：心理出版社。
- 葉玉珠（2000）。智能與批判思考。**國立中山大學社會科學季刊**，2（1），1-28。
- 盧玉玲、連啓瑞（1999）。批判思考潮流下的科學教育。**國民教育**。38卷，4，12-15。
- 蘇明勇（2003）。批判思考之思考批判：科學教育中的批判思考教學與評量。**科學教育研究與發展專刊**，88-115。
- Beyer, B. K.（1988）。 *Developing a thinking skills course: Handbook*. Oxford: Basil Blackwell.
- De Bono, E.（1971）。 *Practical Thinking*. London: Penguin Books.
- Dewey, J.（1933）。 *How we think*. Boston: P.C. Heath.
- Ennis, R. H.（1985）。Critical thinking and the curriculum. *National Forum: hi-Kappa-Phi-Journal*, 65（1）, 28-31.
- Guilford, J. P.（1967）。 *The nature of human intelligence*. New York: McGraw-Hill, Inc.
- Kurfman, D.（1967）。 *The evaluation of effective thinking*. In J. Fair & F.R. Shaftel（Eds.），*Effective thinking in the social studies：37th yearbook* Washington, DC：National Council for the Social Studies, a Department of the National Education Association. 231-253.
- Norris, S. P. & Ennis, R. H.（1989）。 *Evaluating critical thinking*. CA.：Midwest Publications.
- Paul, R.（1997）。 “*Critical Thinking and the State of Education Today：Background Information for Presents*”，paper presents to The 17th International Conference on Critical thinking and Educational Reformation. California: Sonoma State University.
- Ruggiero, V.R.（1980）。 *The Art of Thinking: a guide to critical and creative*. London: Den. 台北：雙葉書局翻印。
- Russell, B.（1979）。 *A History of Western Philosophy*. London: Unwin.
- Torrance, E. P.（1965）。Scientific view of creativity and factors affecting its growth. *Daedalus*, 94, 663-664.
- Torrance, E. P. et al.,（1972）。 *Creativity：Its educational implications*. John Wiley and Sons.
- Yinger, R. J.（1980）。 *A study of Teacher Planning Elementary School Journal*，80（3），107-127.