

科學認知偏好與科學學習的關係

楊坤原

中原大學 人文社會教育中心

摘要：「認知偏好」係代表學習者所偏好之訊息處理方式，由Heath於1964年提出，後經van den Berg (1978)效化與許多研究結果的支持，已成為廣被接受的一個構念。本文主旨在探討科學認知偏好與科學學習的關係。全文共分四個部份。緒論部份說明「認知偏好」構念的緣起、背景與重要性。第二部份介紹科學認知偏好的意義及其特性。第三部份探討科學認知偏好與科學學業成就、影響科學學習成就諸變項和其他變項之間的關係。第四部份依建構論與認知心理學的觀點，描述科學認知偏好在科學學習、評量、課程評鑑與師資培育等方面的含意。

由文獻探討的結果顯示，具備發問質疑型（Q型）或原理原則型（P型）科學認知偏好之學生的科學學業成就顯著優於記憶型（R型）或應用型（A型）的學生。Q型與P型科學認知偏好的學生在科學過程技能、語文創造力、科學態度、對科學的態度、對科學的興趣、好奇心與智商等方面均較R型學生為優。學生的科學認知偏好表現會因科學教師的教學風格及教學策略、課程目標、科學學科領域、學習任務的性質、學校類型、學生的社經地位背景與性別等因素而有所差異。

關鍵詞：科學認知偏好；生物認知偏好；科學學習；科學學業成就

壹、緒論

1957年蘇俄的第一顆人造衛星史波尼克(Sputnik)號成功升空，震撼了美國朝野各界，而科學與數學教育的成效不彰，則被視為導致科學落後的主因。有鑑於此，美國國家科學基金會(National Science Foundation, NSF)遂投資鉅款，著手進行一連串科學課程的發展與教學方法的改進，編製出包括 PSSC(Physical Science Study Committee)、BSCS(Biological Science Curriculum Study)和 CHEM(Chemical Education Material Study Program)等「新科學課程」(楊冠政, 1977)。這些科學課程均反映出當時大多數科學教育學者強調「科學就是探究(inquiry)」的主張。根據此一理念，科學教育不但需促進學生對科學知識的理解，同時更應重視科學家用以進行科學探究之方法與過程的學習。換言之，這些新科學課程的目標除了教導學生學習必備的科學事實與術語等的知識外，尚且還需傳授其如何獲得、檢索和評鑑知識的方法。因此，若此等新科學課程的實施果能達到所預期的目標，則接受這些課程的學生與未接受者在處理科學訊息的方式上，就該有所不同。為了驗證此一結果，Heath於1964年便提出「認知偏好」(cognitive preferences)的構念，作為評鑑 PSSC 課程實施成效的一個指標(Heath, 1964)。

自1960年代迄今，以「培養具有科學素養的公民」為科學教育目標的觀點普獲各學者

一致認同，並以之作爲科學課程設計的主要準據之一(American Association for the Advancement of Science, 1990)。雖然「科學素養」的內涵歷經 30 年的變革而有所更迭，但「科學知識」和「科學探究技能」始終被列爲科學素養所涵蓋的成分，其中「統整科學訊息」與「瞭解和使用科學的程序與過程作爲求知的方法」二項則較「科學事實與術語的記憶」更爲當前許多學者所強調(Bybee, 1995)。由於學生所具有的科學認知偏好(science cognitive preferences) 類型與其科學學業成就、對科學的態度、科學過程技能和科學興趣等的表現彼此相關(Atwood, 1968; Barnett, 1974; Tamir, 1975; Atwood & Stevens, 1978; van den Berg, 1978; Tamir, 1985; Cheng, 1991; 鄭湧涇, 1992)。因此，若能在科學教學的過程中配合課程內容的設計與教法，幫助學生養成較有益於正確學習科學的科學認知偏好，當有助於增進其科學素養，達成科學教育的目標。

貳、「科學認知偏好」的意義與特性

「科學認知偏好」自提出迄今已有三十餘年。在 Heath(1964)首倡此一構念之後，已有不少學者均曾對之進行研究(Boehlke, 1984)。雖然其間有些學者對此構念具有不同的看法，甚至質疑其存在性(Brown, 1975; Jungwirth, 1980)，但更多證據的支持已使得科學教育的學者們大都認同「科學認知偏好」構念的嚴謹性和具體性(Williams, 1975; van den Berg, 1978; van den Berg *et al.*, 1982; Tamir, 1985)。

一、「科學認知偏好」的意義

根據 Heath(1964)的主張，學生對科學知識呈現型式的「認知偏好」，共可區分爲：

- (一)記憶事實或名詞(Memory)
- (二)應用知識(Application)
- (三)批判質疑訊息(Questioning)和
- (四)鑑識原理原則(Principles)。

等四種類型。若由學習科學的觀點來看，表現不同科學認知偏好類型的學生，對上述四種呈現科學知識的型式，會有不同的選擇偏好。爲了進一步澄清本構念的內涵，並因應一些學者所提的疑問(Brown, 1975; Jungwirth, 1980)，van den Berg 本人及其同好(van den Berg, 1978; van den Berg, Lunetta, & Tamir, 1982)便針對科學認知偏好的構念效度(construct validity)進行更深入的探討。經過其效化的研究之後，van den Berg(1978)重新對原先由 Heath(1964)所提的四種認知偏好之涵義，作一較爲具體明確的詮釋。修訂後的四種科學認知偏好的型式如下(van den Berg, 1978; Cheng, 1991)：

(一)事實或記憶(Factual information or Recall)，簡稱 (R)：

表現此一科學認知偏好者，喜記憶科學訊息，並將科學訊息依原樣儲存於記憶之中。這種記憶和儲存並未將訊息作更進一步的處理，亦即沒有歷經訊息的分類、統整或歸納便加以儲存，因此無法慮及訊息的有效性。屬於此類的學習者偏好記憶科學名詞、數目、公式、定義、方程式或其他科學事實。

(二)原理原則(Principles)，簡稱 (P)：

表現此類科學認知偏好者，喜由習得的科學訊息中歸納出原理原則或找尋訊息間的相互關係。這類型的學習者擅長於鑑識變項或事實間的關係，喜歡學習及抽取原理原則，並將之用於解釋各種事物、現象或變項之間的關係，或以通則性概念和學說來解釋各種現象。

(三)發問質疑(Questioning)，簡稱 (Q)：

表現這種科學認知偏好者，對於科學訊息喜作批判思考、質疑或評鑑，以探討科學知識的極限及過度推論之處或提出將來繼續研究之建議。此類學習者常表現出批判思考、分析或質疑的特徵，也傾向於提出建議或假說以供進一步探討。

(四)應用(Application)，簡稱 (A)：

表現此種科學認知偏好者，喜以科學訊息的應用性來評鑑或判斷其價值，對於應用科學於解決技術上和日常生活方面所面臨的問題最感興趣。

根據Heath(1964)與van den Berg(1978)所列舉之四種科學認知偏好類型的界定可以得知，「科學認知偏好」即為學習者對所接受之科學訊息進行思考或反應的型式。Tamir(1985)以及Okebukola和Jedege(1988)也認為「科學認知偏好」是一種心智過程(intellectual processes)，是學生用來處理科學訊息的認知型式。

二、「科學認知偏好」的特性

綜合諸多學者所進行的相關研究所獲得之結果，可歸納出「科學認知偏好」具有下述幾項特性：

(一)是一種「認知風格」(cognitive style) (Tamir, 1985; Okebukola & Jegede, 1988)。

根據Witkin等人(Witkin, Moore, Goodenough & Cox, 1977)的定義，所謂「風格」是指一個人在知覺或人格方面所表現差異性的特徵；而由於其涉及到一個人的知覺與心智活動之行為，故稱之為「認知風格」。認知風格可視為學習者在處理訊息時所慣用的方法，具有不同認知風格的人對於訊息知覺和處理的方式則有差異(Witkin et al., 1977; Witkin &

Goodenough, 1981)。因科學認知偏好是指學習者對所接受之科學訊息進行思考或反應的模式(Tamir, 1985; Okebukola & Jegede, 1988)，故基本上也可算是一種認知風格。

一般而言，認知風格的特性之一是具有兩極性(Witkin et al., 1977)，但以往一些研究經以因素分析的結果發現，科學認知偏好可抽出二個、三個或三個以上的因素(Kempa & Dube, 1973; Tamir & Jungwirth, 1984; Tamir, 1988; 鄭湧涇、黃秋純、蔡在壽、廖碧珠, 1993a; 鄭湧涇和楊坤原, 1995)，故可能不止兩極而已，此一特性與認知風格並不完全相同。此外，Williams(1975)與Blake(1977)在其研究中亦發現，認知偏好與場地獨立性(Field-dependence)的認知風格之間並無相關性存在，由此也可推知，科學認知偏好應與Witkin等人(Witkin et al., 1977)所提之認知風格有別。

(二)是學習者在學習科學知識的過程中發展而得(Tamir, 1981; 1985)。

根據Heath(1964)的觀點，學生在學習科學時，除了學習科學知識外，在學習與處理科學資訊的過程，同時也會發展出其對不同型式知識的想法或偏好。Tamir(1981)則指出，科學認知偏好是學習者在學習科學知識的過程中所發展出來的一種認知上的偏好，代表學習者在訊息處理時「實際所做的」(does do)，而非「所能做的」(can do)。

由上述各學者的主張觀之，科學認知偏好應具有若干程度的可學習性。它既是學習者的一種特性，也是學習成就之一，故其兼具輸入(input)變項與輸出(output)結果兩種性質。

(三)具有學科或領域專門性(domain-specificity) (Fazio & Zambotti, 1977; Tamir & Kempa, 1978; Jungwirth, 1980; Tamir, 1985)。

學生的科學認知偏好表現與其主修的科目、學習的內容和對於學科知識內容的熟稔程度有關(Fazio & Zambotti, 1977; Tamir, 1977a; Tamir & Kempa, 1978; Jungwirth, 1980)。即使在同一個學科(生物)中，學生對不同主題的內容，也有不同的科學認知偏好出現(Tamir, 1975; 1976; 1977a; 1985)。而此一特性也與Witkin等(Witkin et al., 1977)所提之認知風格具有價值中立(value-free)性有所區別。

參、「科學認知偏好」與科學學習相關變項的關係

截至目前為止，科學教育各領域中有關科學認知偏好的研究為數不多，且大多集中於以色列、美、加、澳和英等國(Tamir, 1985)。儘管如此，以往的研究結果已顯示，由於科學認知偏好與一些影響科學教學與學習之變項間，均有不同程度的相關存在(Tamir, 1975; 1988; Fazio & Zambotti, 1977; McNaught, 1982; Okebukola & Jegede, 1988; Cheng, 1991; 鄭湧涇等, 1993a; 1993b)，因此，在許多影響科學學業成就的研究中，科學認知偏好應是

值得加以考慮的變項之一。尤其此時正逢我國科學課程進行修訂之際，若能參考以往的研究發現，將科學認知偏好的培育一併融入課程的目標中，應有助於提升學生學習科學的成效。

以往關於科學認知偏好研究取向，大都採「測驗研究法」與「相關研究法」，藉由各人自編或經修訂的評測工具來探討學習者的科學認知偏好表現與其他變項的關係。在綜合回顧各相關文獻後發現，科學認知偏好與科學學習的研究可大致歸類如下：

一、「科學認知偏好」與科學學業成就(science academic achievement)的關係

Atwood(1968)的研究發現，學生的化學學業成就與記憶型認知偏好具有顯著的負相關，且記憶型認知偏好者的化學學業成就亦較原理原則型、發問質疑型與應用型認知偏好的學生差。Kempa & Dube(1973)的研究顯示，高化學學業成就的學生表現出明顯的原理原則型和發問質疑型的認知偏好，而低學業成就者則大都屬於記憶型和應用型認知偏好者。Barnett(1974)以高一學生為對象的研究也發現，具應用型認知偏好者比具記憶型認知偏好者有較好的生物學業成就。Tamir(1975; 1976; 1977b) 研究以色列高三學生的生物認知偏好之結果得知，學生的生物認知偏好取向與其生物科學業成就的表現之間有極顯著的相關性存在。生物學業成就較好的學生多傾向於表現發問質疑型與原理原則型科學認知偏好。此外，Tamir 亦發現相同學生對生物學科內不同的主題也具有不同的認知偏好。Tamir(1985)在進行Meta-analysis後，歸結出學生的學業成就與原理原則型及發問質疑型認知偏好之間呈正相關，而與記憶型認知偏好則呈負相關。Okebukola & Jedege(1988)最近的研究則指出，高中學生的生物認知偏好表現與其學習方式具有顯著的交互作用，而表現原理原則型認知偏好的學生具有最佳的生物學業成就，但表現記憶型認知偏好者則最差。鄭湧涇和楊坤原(1995)在探討我國國一學生的生物認知偏好與學業成就的研究中也發現，學生生物與數學兩科的學期成績和學期總平均成績與記憶型認知偏好呈顯著的負相關，而與發問質疑型認知偏好則呈顯著的正相關。學業成就較佳的學生，表現較強的發問質疑型認知偏好和較弱的記憶型認知偏好；學業成就較差者則反之。

綜觀上述國內外各研究，儘管學科互異、受測學生的年級階層不同、各研究所用的評量工具也不一樣，但所獲得的結果可謂相當一致。即使在不同的文化環境中，學生的科學學業成就均與原理原則型、發問質疑型認知偏好有正相關存在，而與記憶型認知偏好呈負相關。換言之，科學學業成就較佳的學生大都表現較強的原理原則型與發問質疑型認知偏好及較弱的記憶型認知偏好；然學業成就較差者則出現相反的情況。

二、「科學認知偏好」與影響科學學業成就諸變項的關係

Atwood和Stevens(1978)及鄭湧涇(1992)發現國中學生的科學認知偏好類型與其科學過程技能的表現有關。van den Berg(1978)的研究得知學生對科學的態度與發問質疑型認知偏好呈正相關，與記憶型認知偏好呈負相關。Novak和Voss(1981)以及 Ben-Zvi、Salomon和Samuse(1979)等的研究指出，較高智商的學生傾向於表現發問質疑型認知偏好，而智商較低者則多表現記憶型認知偏好。Tamir、Penick和Lunetta(1982)發現認知偏好與語文創作能力存在顯著的正相關。Tamir(1985)從研究得知，學生對科學的興趣與好奇心和發問質疑型認知偏好呈正相關，而與記憶型認知偏好呈負相關。鄭湧涇(1993)的研究指出，我國國一學生的科學態度及對學習生物學的態度與發問質疑型和原理原則型認知偏好呈顯著正相關，而與記憶型和應用型認知偏好呈顯著的負相關。

由以上的研究顯示，學習者的科學認知偏好與其科學過程技能、對科學的態度、智商（智力）、語文創造力、對科學的興趣、好奇心、科學態度及對學習生物學的態度等認知與情意的變項均有關係。據科學認知偏好的特性(Tamir, 1985)推知，科學認知偏好可能會透過與這些變項的交互作用，而對學習者訊息處理的歷程造成影響，共同決定其學業表現的優劣。若依最近的一些學者(Sternberg, 1985; Martindale, 1989)從訊息處理的觀點對智商（智力）與創造力的意義所作的詮釋來看，則更在訊息處理的基礎上，顯示出科學認知偏好與這些變項具有相關性的因由。

三、「科學認知偏好」與其他變項的關係

除了前述研究之外，學生的科學認知偏好之表現亦因教師對課程的偏見(Tamir, 1976)、課程目標(Tamir, 1975)、學科領域(Tamir & Kempa, 1978; Jungwirth, 1980)、教師的教學策略(van den Berg & Lunetta, 1978)、教學風格(Boehlke, 1984)、教師的科學認知偏好(鄭湧涇, 1992; 1993)、是否主修科學(Fazio & Zambotti, 1977)、學習任務（作業）的性質(McNaught, 1982)、學校類型(Tamir, 1975; 鄭湧涇等, 1993a; 1993b)、學生的社經地位背景(Tamir, 1988)、學生的性別(鄭湧涇等, 1993a; 1993b; 鄭湧涇和楊坤原, 1995)等變項的影響而有差異。

經由科學認知偏好與科學學業成就、學習者特性與其他諸變項的研究，可以確知，「科學認知偏好」構念在眾多研究結果的支持下，應可獲得肯定。此外，科學認知偏好對科學學習與教學的確具有值得注意的影響，足以為科學教師及學者在教學實務與研究上之參考。

肆、「科學認知偏好」在科學教育上的含意

「科學認知偏好」構念的研究歷史迄今雖僅三十餘年，但從累積的研究文獻中已顯示，與「科學認知偏好」相關且會影響學生科學學習成就的因素甚多，涵蓋了課程、教師、教學、學習者與評量等層面。鑑於國內外於此方面的研究為數不多，然「科學認知偏好」與諸變項間的交互作用又十分廣泛，因此，如何進一步釐清其間的關係，應是未來值得研究的方向之一。

經由歸納國內外文獻得知，科學認知偏好在科學教育上的含意，可分為如下幾方面：

一、科學學習方面

從「科學認知偏好」與科學學業成就的各研究報告中可清楚看到，在科學學業成就上表現較佳的學生，其科學認知偏好均屬發問質疑型或原理原則型；相對地，成就較差的學生則一致屬於記憶型或應用型。此一現象對學生的學習而言頗具意義。van den Berg(1978)指出，發問質疑型認知偏好的學習者喜對所接受的科學訊息進行批判、質疑或評鑑；而原理原則型認知偏好者則喜由所習得的科學訊息中歸納出原理原則，或尋找訊息間的相互關係。可見，這兩類學習者之所以有較好的表現，乃是因其能主動處理習得的科學訊息，將這些訊息加以分析、綜合與批判，進而統整為有組織的知識，達成有意義的學習(meaningful learning)。是故，這兩類科學認知偏好與當前建構論(constructivism)與訊息處理(information processing)的認知心理學者所主張的學習觀十分符合，是最有助於科學學習的一種特性。基於科學認知偏好的可學習性，教師若能妥善運用教學環境中的各種條件，養成學生偏好以原理原則或發問質疑的方式來學習科學，當對學生的科學學習有所助益。

二、科學教學方面

根據定義(Heath, 1964; van den Berg 1978)，「科學認知偏好」是學生在接受科學教師參照科學課程實施科學教學的過程中，與科學知識的學習同時形成的一種訊息處理上的偏好。Tamir和Kempa (1982)的研究則指出，學生的認知偏好的形成與其學習經驗有關。由此可見，學生之科學認知偏好類型應可藉由教學來加以培養。由於我國的中學科學課程目標均一致強調科學方法、科學態度與科學精神等相關科學素養的培育(教育部中教司，1995)，因此，科學教師在平時與實驗教學上，應多採用探究式、引導發現式等取向的教學方法，多提供學生有實際動手操作(hands-on)的機會，使學生透過主動的發問、彼此的討論與互動，以培養其具備發問質疑或統整原理原則的能力。尤其對於表現記憶型科學認知偏好的學生，更應助其由學習活動中，多經歷實際操作與探究過程，逐步導引其轉向發問質疑或原理原則型的科學認知偏好來發展。

三、科學評量方面

基本上，「科學認知偏好」亦可算是一種學習成就(Tamir, 1985)，而其表現也與學習者對學科知識的熟稔度有關(Tamir, 1977a; Jungwirth, 1980)。因此，科學認知偏好不失可作為有別於傳統成就測驗的另一種評量學生科學學習成就的指標。從現今主張訊息處理理論的學者(Weinstein & Meyer, 1991) 強調學習策略(learning strategies)對學習的影響與在評量上的重要性觀之，以涉及訊息處理方式之優劣的「科學認知偏好」作為評測項目，不僅可間接反映出學習者科學學習的情形，也可引導學生正確的學習方式，可謂更具教育意義。再由前述各「科學認知偏好」與學習者的認知與情意特性之相關研究結果所提供的證據可知，「科學認知偏好」的評測結果對預測學生的學習表現而言，亦應頗為合適(McDaniel & Barnes, 1982)。

四、科學課程方面

「認知偏好」構念最初發展的緣起，是Heath(1964)為瞭解接受PSSC新物理課程的學生在訊息處理的方式上，是否優於接受傳統課程者。因此，「科學認知偏好」本身就是實施課程評鑑的要項之一，且其重要性至今仍未稍減。除了國外科學教育學者與協會的提倡之外(AAAS, 1990; Bybee, 1995)，我國現行之高中科學課程目標，也十分強調使學生能理解科學知識、能從學習的過程中熟練基本科學方法，並培養其正確的科學態度與解決問題能力(教育部中等教育司, 1983)，故若欲得知這些課程目標是否真能落實，在日後進行課程評鑑時，或可將「科學認知偏好」列入考量，如此將有助於顯示課程實施的成效。

五、科學師資培育方面

研究顯示，科學教師的教學策略與教學風格也會依其所具的「科學認知偏好」類型而異(van den Berg & Lunetta, 1978; Boehlke, 1984)。而教師的科學認知偏好型式對其學生的科學認知偏好類型的塑成亦具有明顯的影響(鄭湧涇, 1993)。儘管學生得以主動建構自己的知識體系，但教師於教室中仍必須提供一部份的學習材料以供學生學習。因此，教師如何將學習材料呈獻給學生，以使學生能獲得最佳的學習效果，便成為決定學生學習成就的一個重要關鍵。Boehlke(1984)指出，一位記憶型認知偏好的教師可能傾向於將其所記憶或蒐集而得的資訊依樣的教給學生，故其學生在學習時就較少有進行高層思考的機會。此外，教材的選擇與教學過程的安排，也同樣有因教師的科學認知偏好而受影響的可能。此一現象對於師資培育而言值得注意。如果科學課程的設計與科學教材的編排均以培養學生的科學素養為目標，則執行教學的科學教師實應多提供學生組織與應用知識的機會。故師資培育機構如何教導職前教師具備適當的科學認知偏好(發問質疑型或原理原則型)，以利日後的科學教學之需，也是一個重要的課題。

參考文獻

- 1.教育部中等教育司。(1983). 高級中學課程標準. 台北市：正中書局.
- 2.楊冠政。(1977). 各國科學課程發展趨勢. 科學教育月刊, 6,42-53.
- 3.鄭湧涇。(1992). 國中學生生物認知偏好與相關變項的關係(II). 行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告.
- 4.鄭湧涇。(1993). 國中學生生物認知偏好與相關變項的關係(III). 行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告.
- 5.鄭湧涇、黃秋純、蔡在壽、廖碧珠。(1993a). 國中一年級學生的科學認知偏好. 科學教育學刊, 1(1),51-76.
- 6.鄭湧涇、黃秋純、蔡在壽、廖碧珠。(1993b). 國中學生生物認知偏好之研究. 師大學報, 38,223-249.
- 7.鄭湧涇和楊坤原。(1995). 生物認知偏好與學業成就的關係. 科學教育學刊, 3(1),1-21.
- 8.American Association for the Advancement of Science. (1990). Project 2061. Science for all Americans. New York: Oxford University Press.
- 9.Atwood,R.K. (1968). A cognitive preference examination using chemistry content. Journal of Research in Science Teaching, 5(1),34-35.
- 10.Atwood,R.K. (1971). Development of a cognitive preference examination utilizing general science and social science. Journal of Research in Science Teaching, 8(2),273-285.
- 11.Atwood,R.K.,& Stevens,J.T. (1978). Do cognitive preferences of 9th-grade students influence science process achievement ? Journal of Research in Science Teaching, 15(4),277-280.
- 12.Barnett,H.C. (1974). An investigation of relationships among biology achievement, perception of teacher style, and cognitive preferences. Journal of Research in Science Teaching, 11(2),141-147.
- 13.Ben-Zvi,A.H.,Salomon,Y.,& Samuel,D. (1979). Cognitive preferences and modes of instruction in high school chemistry. Journal of Research in Science Teaching, 16(6),569-574.
- 14.Blake,A.J.D. (1976). An examination of relationships between cognitive preferences, field-dependence and level of intellectual development. Research in Science Education, 6,89-96.

- 15.Boehlke,P.R. (1984). Cognitive preferences and science teaching behavior. Unpublished doctoral dissertation. The University of Iowa, Iowa City, Iowa.
- 16.Brown,S.A. (1975). Cognitive preferences in science: Their nature and analysis. Studies in Science Education, 2,43-65.
- 17.Bybee,R.W. (1995). Achieving scientific literacy. The Science Teacher, 62(7),28- 33.
- 18.Cheng,Y.J. (1991). Biology cognitive preferences of preservice biology teachers. Proceedings of the National Science Council, Part D, 1(1),32-40.
- 19.Fazio,F.,& Zambotti,G. (1977). Some cognitive style variables and their relation- ships to chemistry achievement. Journal of College Science Teaching, 1,154-155.
- 20.Heath,R.W. (1964). Curriculum, cognition, and educational measurement. Educational and Psychological Measurement, 24(2),239-253.
- 21.Jungwirth,E. (1980). Alternative interpretations of findings in cognitive preference research in science education. Science Education, 64(1),85-94.
- 22.Kempa,R.F.,& Dube,G.E. (1973). Cognitive preference orientation in students of chemistry. British Journal of Educational Psychology, 43,279-288.
- 23.Mackay, L.D. (1972). Changes in cognitive preferences during two years of study in Victorian schools. Australian Science Teacher Journal, 18,63-66.
- 24.McDaniel,E.D.,& Barnes,S. (1982). Cognitive preference and student performance. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 228 594)
- 25.McNaught,C. (1982). Relationship between cognitive preferences and achieve- ment in chemistry. Journal of Research in Science Teaching, 19(2),177-186.
- 26.Novak,J.A.,& Voss,B.E. (1981). An investigation of relationships between cognitive preference orientation and jungian (MBTI) personality types of eighth- grade science students. Paper presented at the 54th Annual Meeting of the National Association for research in Science Teaching.Grossinger's in the Catskills, April 5-8.
- 27.Okebukola,P.A.,& Jegede,O.J. (1988). Cognitive preference and learning mode as determinants of meaningful learning through concept mapping. Science Education, 72(4),489-500.
- 28.Tamir,P. (1975). The relationship among cognitive preference, school environment, teacher's curricular bias, curriculum, and subject matter. American Educational Research Journal, 12(3), 235-264.

29. Tamir, P. (1976). The relationship between achievement in biology and cognitive preference styles in high school students. British Journal of Educational Psychology, 46, 57-67.
30. Tamir, P. (1977a). A note on cognitive preferences in science. Studies in Science Education, 4, 111-121.
31. Tamir, P. (1977b). The relationship between cognitive preferences of students and their teachers. Curriculum Studies, 9(1), 67-74.
32. Tamir, P. (1985). Meta-analysis of cognitive preferences and learning. Journal of Research in Science Teaching, 22(1), 1-17.
33. Tamir, P. (1988). The relationship between cognitive preferences, students background and achievement in science. Journal of Research in Science Teaching, 25(3), 201-216.
34. Tamir, P., & Kempa, R.F. (1978). Cognitive preference styles across three disciplines. Science Education, 62(2), 143-152.
35. Tamir, P., & Lunetta, V.N. (1978). Cognitive preferences in biology of a group of talented high school students. Journal of Research in Science Teaching, 15(1), 59-64.
36. Tamir, P., & Jungwirth, E. (1984). Test scores and associations as measures of cognitive preferences. Studies in Educational Evaluation, 10, 149-158.
37. van den Berg, E. (1978). Cognitive preferences: A validation study. Unpublished doctoral dissertation. The University of Iowa, Iowa City, Iowa.
38. van den Berg, E., Lunetta, V.N., & Tamir, P. (1982). The convergent validity of the cognitive preference construct. Journal of Research in Science Teaching, 19(5), 417-424.
39. Weinstein, C.E., & Meyer, D.K. (1991). Implications of cognitive psychology for testing: Contributions from work in learning strategies. In M.C. Wittrock & E.L. Baker (Eds.), Testing and cognition. New Jersey: Prentice Hall.
40. Williams, C. (1975). A study of cognitive preferences. Journal of Experimental Education, 43, 61-77.
41. Witkin, H.A., Moore, C.A., Goodenough, D.R., & Cox, P.W. (1977). Field dependent and field independent cognitive styles and their educational implications. Review of Educational Research, 47, 1-64.
42. Witkin, H.A., & Goodenough, D.R. (1981). Cognitive styles: Essence and origins. New York: International Universities Press, Inc.

The relationship between cognitive preferences and science learning

Kun-Yuan Yang
Humanity, Society and Education Center
Chung Yuan Christian University

Abstract

The construct of cognitive preferences was first introduced by Heath(1964) as an preferred information processing way of learners. After it was validated by van den Berg(1978) and supported by many researchers, this construct has been accepted extensively. The main purpose of this paper is to inquire the relationship between science cognitive preferences and science learning. This paper was organized into four sections. The first section clarified the origin, background and importance of cognitive preferences. The second section introduced the meaning and characteristics of science cognitive preferences. The third section inquired the relationships among science cognitive preferences, science academic achievement, factors that affect science learning achievement and other variables. According to the views of constructivism and cognitive psychology, the final section described the implications of science cognitive preferences on science learning, assessment, curriculum evaluation and teacher education.

The result of literature review showed that the science academic achievement of students who perform cognitive preferences of Q mode and P mode were better than that of R mode or A mode significantly. The performances of the Q mode and P mode students were better than that of R mode students in the respects of science process skills, verbal creativity, science attitude, attitude toward science, interest toward science, curiosity and IQ. The teaching styles and teaching strategies of science teachers, curriculum goals, science domain, the nature of learning tasks, school type, the socioeconomic background and status of students and gender are the factors that affect the performance of students' science cognitive preferences.

Key words: Science cognitive preferences, Biology cognitive preferences,
Science learning, Science academic achievement.