EJ51-1995-1

生物認知偏好與學業成就的關係

鄭湧涇
國立臺灣師範大學生物學系
楊坤原
國立臺灣師範大學科學教育研究所

（投稿日期：83年9月1日，接受日期：84年1月10日）

摘要：本研究以臺北市、縣的國中一年級學生為研究對象，採分層隨機取樣與集群取樣並行的方法，由大、中、小型學校中，抽取九所學校之 1632 位學生為樣本，應用「生物認知偏好測驗(TBCP)」探究生物認知偏好與生物、數學及學期總平均成績三項學業成就的關係。研究結果顯示，全體樣本之生物認知偏好取向為 P(原理原則) > A(應用) > Q(發問質疑) >R(回憶)。男女生的生物認知偏好取向有明顯差異，男生為 P > A > R > Q, 女生則為 P, A > Q > R。

研究的結果亦顯示，國一兩個學期之生物、數學兩科的學期成績和學期總平均成績的平均與 R 認知偏好型式之間呈顯著之負相關($p<0.01$), 而與Q認知偏好型式之間則呈顯著之正相關 ($p<0.01$)，與 P 和 A 認知偏好型式之間則無顯著的相關存在。學業成就較佳的學生，表現較強的 Q 偏好和較弱的 R 偏好，其生物認知偏好取向為 Q > P > A > R ，即偏好對所習得之生物學知識批判、質疑，也比較偏好學習生物學知識之原理原則，而對記憶生物學知識的偏好則最低。相反的，學業成就較差的學生則表現較強的 R 偏好和較弱的 Q 偏好，其生物認知偏好取向為 R > P, A > Q。

關鍵詞：生物認知偏好、生物認知偏好測驗、學業成就。

壹、緒言

一. 研究的背景和理念

自1960年代科學教育改革運動勃興以來，科學教育學者們的研究即指出，科學教學必須切合科學的本質與科學的過程，學生才能習得真正的科學(Robinson, 1969)，才能了解科學探討的意義與科學的極限，了解科學對人類社會和文化的影響等。就科學素養的養成而言，學生是否能對所學的科學知識表現批判的能力，以及是否能真正了解科學知識在人類生活上的應用和對文化發展的影響，遠比學生是否能夠清晰記誦科學事實、科學概念和知識重要。因此，欲探究科學教學是否達成培養基本科學素養的目標，首要之務則在了解學生如何在心智上(Intellectually)處理其所學得的科學知識。

基於上述的科學教育理念，在 1960 年代先進各國發展的「新科學課程」，如 BSCS、PSSC 等，乃特別重視科學就是探討，並強調科學過程的學習。這些「新科學課程」的設計理念，不但重視科學知識的理解，同時更強調科學家探討科學的過程與方法的學習。假若「新科學課程」的實施成效的確達成其預期的目標，則學生不但應習得科學知識，掌握科學知識的原理原則，而且，更可習得科學的本質和科學的過程，而在心智思考上，對所學習的科學資訊能適當表現質疑、批判的想法。亦即，學習「新科學課程」的學生與學習傳統科學課程的學生比較，其處理科學資訊的方式便應有所不同。為驗證這個想法是否真確，Heath 乃於 1964 年提出「認知偏好」(Cognitive preference) 這項構念(Construct)，並以之做為探討 PSSC 課程實施成效的重要指標。

Heath 認為，學生在學習科學時，除了學習科學知識之外，同時也會在學習和處理科學知識的過程中，發展出對各種不同型式(Modes)知識的想法或偏好(Preferences)，這種對某一種型式科學知識的特殊想法及認知上的偏好稱為「科學認知偏好」(Science cognitive preference)。在該研究中，他將「科學認知偏好」分為四種，即:

(1) 記憶事實或名詞(Memory),

(2) 應用知識(Applicaton),

(3) 批判質疑資訊(Questioning),

(4) 鑑識原理原則(Principles)。

研究結果發現，學習 PSSC 新課程的學生，處理科學資訊的型式與學習「傳統課程」的學生有顯著不同，正如課程目標所預期的，前者表現喜好掌握原理原則與批判質疑的認知偏好。近年來的研究顯示，科學認知偏好不但可以代表一個人內在思考或處理科學資訊的型式，同時也是形之於外的認知上的風格(Cognitive style)(van den Berg, 1978; van den Berg *et al.*, 1982)。Okebukola & Jegede (1988) 也指出，認知偏好是一個人在心智上組織其對外在環境的知覺和資訊的策略，也就是一個人用以接收、記憶概念知識，思考和解決問題的方式。此外，過去的研究的結果亦發現，學生科學認知偏好取向的表現，往往和其對於科學知識內容的熟稔程度有關(Jungwirth, 1980; Tamir, 1977a)。亦即，唯有在學生了解科學知識內容的情況下，才能真正表現對該知識內容的偏好。綜合以上所述可知，科學認知偏好的研究，不但可以做為課程實施成效評鑑的指標，同時亦是評測學生是否真正了解科學的本質的方法之一，故其是課程與學習成就評鑑中十分重要的一環。

自 Heath (1964) 提出「認知偏好」的構念迄今雖已屆三十年，惟相關的研究仍極為有限，因此，有些學者乃質疑這項構念的真實性(Brown, 1975;Jungwirth, 1980)。為解決這項質疑， van den Berg *et al.*, (1978) 乃針對科學認知偏好的構念效度(Construct validity)做了詳盡的探討，並彙整了相關的研究證據以支持科學認知偏好的構念效度。 van den Berg (1978)在效化(Validate)科學認知偏好的研究中，更就 Heath 所提出之四種認知偏好型式，具體、明確的加以詮釋，以嚴謹界定四種認知偏好型式的特性，本研究再將其界定更進一步修訂如下:

(1)回憶(Recall), 簡稱 (R):

表現這種認知偏好者，偏好記憶科學資訊，並將資訊依原樣儲存於記憶之中，而未將資訊適當歸類、相互關聯或抽取其原理原則，同時也不深究資訊的效度，即加以儲存。具有此種認知偏好者，偏好記憶名詞、數目、公式、定義、方程式或其他觀察到的事實。

(2)原理原則(Principles), 簡稱 (P):

表現這種認知偏好者，偏好由所習得的科學資訊中，鑑識變項或事實之

間的關係，歸納原理原則。並將抽取的原理原則應用於各種物象或變項間的解釋，亦即，偏好以一般性概念和學說來解釋各種現象。

(3)發問質疑(Questioning)，簡稱（Q)：

表現這種認知偏好者，偏好批判、評鑑、質疑所習得的科學資訊，以找出其極限及過度推論之處或提出將來繼續研究的建議。具有此種認知偏好者，常表現批判思考、分析、質疑的特徵，也偏好提出建議或假說，供更進一步的探討。

(4)應用(Application)，簡稱（A)：

表現這種認知偏好者，常以科學資訊之是否具有應用性來評鑑或判斷其價值，對科學在技術方面或解決問題上的應用，諸如解決商業、工業、農業甚至日常生活上的問題等，最有興趣。

綜合言之，「科學認知偏好取向」是一種認知風格(Witkin *et al.*,1977)，是學生用來處理科學資訊的心智過程(Intellectual process)和認知型式(Tamir, 1985；Okebukola & Jegede, 1988)。其是學生在學習科學知識的過程中，發展形成的思考和處理知識之認知上的偏好，代表一個人的"Does Do"，而非 "Can Do" (Tamir, 1981)。因此，科學認知偏好的評測可以作為評鑑科學學習成就的另一個向度，而且是更為重要的一個向度。

二. 研究的重要性

自科學認知偏好這項構念提出後，近二十餘年來便有許多學者試圖深入探討科學認知偏好的本質、組成、特性和形成的機制等，以了解其在學生學習科學的過程中所扮演的角色，以及與各項學習成就的關係。迄目前為止，研究的結果顯示，學生的科學認知偏好取向似乎與其所修習的科學學科、學科內容領域、學校特性、學校大小、學習經驗、教師對課程的看法、學生的背景特性、學習成就和學習環境等變項有關（鄭湧涇等, 1993a; 1993b; Cheng, 1991; Fazio & Zambotti, 1977; McNaught,1982; Okebukola & Jegede, 1988; Tamir, 1975; 1976; 1977b; 1985; 1988; Tamir & Kempa, 1978)。惟由於有關認知偏好的研究迄今不過三十年，研究文獻仍極為有限，因此，究竟上述個人、家庭和學校等相關因素與認知偏好之間的關係為何？這些因素與科學認知偏好的形成有何關係？科學認知偏好是否會以及如何影響科學學習？以及科學認知偏好於學生學習

科學的過程中，究竟扮演何種角色?等問題，現有的研究結果尚未臻一致，仍無定論，而亟待積極研究。

由於科學認知偏好是學生於學習科學的過程中，所形塑的認知上的偏好，因此，其與科學學習成就之間，究竟有何關係存在，頗值得探討。惟近二十年來，相關的研究結果卻頗為分歧。有些研究發現，科學學習成就較高的學生似乎表現較為顯著的 P（原理原則)和 Q（批判質疑)偏好型式，相對的，其亦表現較低的 R（記憶）偏好型式(Kempa & Dube, 1973; Tamir, 1985; 1988; Tamir & Yamamoto, 1977)；而有些研究卻顯示，高生物成就與 A(應用)偏好型式之間有較為顯著的相關存在，與 Q 偏好型式則並無顯著相關(Barnett, 1974)。另外，Tamir（1976）於探究高中學生的認知偏好與生物成就的關係之研究中則發現，認知偏好與學習成就的相關有因教材內容的不同而異的現象。故有關認知偏好與科學學習成就之間的關係之研究，結果可謂頗為分歧並不一致，而亟待更深入加以研究。惟由上述的研究結果至少可以肯定，似乎學習成就較差的學生，往往有表現較強的 R 偏好型式的現象。

在國內，迄目前為止，有關科學認知偏好的研究仍甚為缺乏，有關科學認知偏好與學習成就之間的關係除 Cheng（1991）外亦鮮有研究。前項以職前生物教師為對象的研究發現，生物認知偏好與學業成就之間並無顯著相關存在。至於在中等學校學生部分的研究則尚缺知，而亟待探索。

其次，就社會對科學教育興革的期望言，一套新的科學課程是否真正達成課程設計者所預期的目標，應是評鑑該課程實施成效的重要指標之一。現行的國中生物課程自民國七十三年施行以來，迄今已屆十餘載，該項課程之設計理念聲稱，學生可經由探討的過程，培養基本的科學素養及學習探討生命科學的方法，因此，在教材的編排上，要求學生能理解教材內容，掌握基本原理原則，俾將之應用於其他生物學概念之學習，而不是僅僅記憶單純的生物學名詞和概念而已。在該項課程實施多年之後，學生的學習是否果如課程之設計理念所言，可掌握原理原則以應用到其他知識的學習，以及表現批判思考的探討精神，實有加以檢驗的必要。事實上，就課程評鑑的適切性言，欲了解課程之實施成效是否切合課程的理念和課程目標，探討學生的生物認知偏好並研究其與一般學習成就的關係，應是一項適當的指標。因為假若學生之學習的確達成課程目標，則學生便應表現較強的 P 和 Q 偏好型式，亦即較高的學習成就，應與 P、Q 偏好有相當程度的

連結(Association)。因此，在學生修畢國中生物課程之後，探究其所持之「生物認知偏好」取向，並研究生物認知偏好取向與學習成就的關係，不但可以做為評鑑國中生物課程實施成效的依據，而且可以做為改進課程與教學，促進學生學習的重要參考。

三. 研究的目的

本研究的目的在探究臺北地區國中一年級學生的生物認知偏好型式，以及生物認知偏好型式是否會因性別的不同而異，同時並探討學生之生物認知偏好取向與生物、數學及學期總平均成績三項學業成就的關係。

貳、文獻評述

自科學認知偏好這項構念提出以來，迄今不過三十年，因此，相關的研究報告不過百篇左右(Tamir, 1985)，可以說是一個亟待積極投注更多人力物力加以探索的研究領域。在國外的研究方面，大部分研究均集中於以色列、美、加、澳和英等國(Tamir, 1985)。

在 Heath (1964) 提出認知偏好構念的同時，亦發展了一項認知偏好測驗工具：The Cognitive Preference Test：High School Physics，以探究修習 PSSC 課程的學生與修習傳統物理課程的學生在科學認知偏好型式上的差異。後來，陸續有許多科學教育的學者，根據 Heath 所提出的構念進行研究，同時也發展了一些涵蓋了生物(Barnett, 1974; Tamir, 1975)、化學 (Atwood, 1968; Fazio & Zambotti, 1977; Kempa & Dube, 1973)、 物理(Mackay, 1972)和一般科學及社會科學(Atwood, 1971)等學科的認知偏好評測工具，以研究各階段學生之科學認知偏好取向。在上述研究中所發展的工具，採用的作答方式大略可分為「常模式」(Normative procedure)和「自比式」(Ipsative procedure) 兩類，為了解應用這兩種作答方式所產生的結果是否相同，Tamir & Lunetta (1978) 乃以這兩種作答方式進行研究，結果顯示兩者所獲致的結論並無差異；因為「自比式」的作答方式，可以使每一試題中代表 R、P、Q、A 四種不同認知偏好型式的敘述，均能對整體量表的分數有所貢獻，構念效度亦可無慮(Hicks, 1970; Kempa & Dube, 1973;Tamir & Lunetta, 1978)，因此，至 1985 年為止，絕大部份的科學認知偏好測驗均採「自比式」的作答方式(Tamir, 1975; 1985)。

至於有關科學認知偏好與其他相關變項的研究方面，數十年來，已有一些研究探討了科學認知偏好取向與科學學習成就之間的關係，略述如下。Kempa & Dube (1973) 的研究發現，學業成就較佳的學生往往表現較高的 P和 Q 偏好，和較低的 R 偏好；學業成就較低的學生則反之。Atwood(1968)則發現，表現 R 偏好型式的學生，化學科的學習成就較表現 P、Q 和 A 三種偏好型式者為差。Barnett (1974) 也指出，具 A 認知偏好型式的學生比表現 R 認知偏好型式的學生有較佳的學習成就。此外，Okebukola & Jegede(1988) 的研究結果則發現，表現 P 認知偏好型式的學生，其學業成就比表現 Q、A 認知偏好型式的學生為佳，而表現 R 認知偏好型式的學生，學業成就則最差。Tamir (1975; 1976; 1977b) 研究以色列高三學生的生物認知偏好，結果顯示，生物認知偏好取向與生物學業成就有相當明顯的相關存在，生物學業成就較佳的學生有表現較高 Q 和 P 型式偏好，和表現較低 R型式認知偏好的傾向；另外，相同的學生對生物學中的不同主題，表現的認知偏好取向亦不同；此外，Tamir (1975) 的研究亦發現，若比較採用 BSCS課程並以探討式教學導向進行教學的學生，與採用非 BSCS 課程並以非探討式教學導向進行教學的學生所具有的認知偏好型式，則修習 BSCS 課程的學生表現較高的 Q 和 A 認知偏好型式。此外，現有的研究亦顯示，學生的認知偏好取向也深受課程的性質、教材的組織和呈現方式及教師的教學特性等之影響。另外，Fzaio & Zambotti (1977) 的研究發現，在非主修和主修科學的大學生中，前者表現較強的 R 型式認知偏好，而後者則表現較強的Q型式認知偏好。這個結果表示科學認知偏好型式與學生的主修科目及其學習內容也有密切的相關。

Tamir (1985) 在一項 Meta-analysis 的研究中也指出，學生的學習成就與 P 和 Q 型式認知偏好之間有低度正相關存在，但與 R 型式認知偏好之間則呈低度負相關。該項 Meta-analysis 亦指出學生對不同的科學學科如: 生物、化學、物理等也表現出不同的認知偏好風格。故學生的認知偏好取向與科學學習之間，有非常密切的關係存在。

除上述的研究結果外，也有少數的研究，應用不同的科學認知偏好評測工具，探討不同年級學生的科學認知偏好風格，並研究科學認知偏好型式與其他科學教育屬性，諸如：科學過程技能成就(Atwood & Stevens, 1978)、創造性(Tamir *et al.*, 1982)、學生的背景和特性(鄭湧涇, 1993a; 1993b; Tamir,

1988)以及教師的科學認知偏好(Tamir, 1977b)、學生對科學的興趣和好奇心(Tamir, 1985)、IQ (Ben-Zvi *et al.*, 1979)、學校的類型(鄭湧涇, 1993a; 1993b; Tamir, 1975)等的關係。不過，這些研究均未對關係的性質和彼此的交互作用做更進一步的探究，所以，研究的結論均尚未有定論，而亟待更深入研究。

在國內方面，至目前為止，有關科學認知偏好的研究仍極為有限已如前述，現簡述如下。Cheng (1991) 的研究主要在發展「生物認知偏好調查表」(BCPI)，並以之探究職前生物教師的生物認知偏好型式，及其與學習成就等變項的關係。近年來，鄭湧涇等(1993a; 1993b)更發展國中學生適用之「科學認知偏好測驗(TSCP)」與「生物認知偏好測驗(TBCP)」，並以之探究國中一年級學生的科學和生物認知偏好取向，以及認知偏好與學生性別、學校類型、家長職業等因素間的關係。結果發現，國一學生的科學認知偏好並不因性別、家長職業的不同而異，但有因學校類型的不同而異的現象。而國一學生的生物認知偏好則有因性別和學校類型的不同而異的現象，就生物認知偏好的取向言，男生表現最強的 P 偏好型式，而女生則表現最強的 A 偏好型式。同一項研究亦顯示，生物認知偏好取向也有因家長職業的不同而異的現象。此外，智力測驗分數與 Q 偏好型式之間呈顯著的正相關，而與 R 偏好型式之間則呈顯著之負相關。

鑑於科學認知偏好在科學教學與學習、學習成就評量和課程評鑑上的重要性及應用價值，有關科學認知偏好的研究確實值得科學教育學者們給予更多關注，並投注更多人力及物力，進行更深入、更廣泛的研究。

參、研究方法

一. 研究的樣本

本研究以臺北地區(臺北市、臺北縣)的國中一年級學生為研究對象，採「分層隨機取樣」(Stratified random sampling)與「集群取樣」(Cluster sampling) 的方式，進行抽樣。先將研究對象分為臺北市、縣兩群，再將其所含國中依班級數的多寡，分為大(76 班以上)、中(31～75班)、小(30 班以下)三類型，然後再由三類型學校中，依班級數的比例抽取適當的班級數為樣本，抽到的班級所有學生

均為研究的對象，總共抽取九所國中的學生為樣本進行研究。施測完畢，於剔除資料不全的無效樣本後，用於資料分析的樣本數總共為1632位。

由於本研究之對象族群為臺北地區之國中一年級學生，故研究結果如欲推論至臺北地區以外之國中一年級學生，必須十分審慎。

二. 研究方法

1. 生物認知偏好的評測

本研究採用鄭湧涇等(1993b) 所發展之「生物認知偏好測驗(TBCP)」來評測生物認知偏好，在該研究中，TBCP 的信度和效度考驗均十分理想。TBCP 含 32 題四選項選擇題式試題，試題以前述經修訂之 van den Berg (1978) 對四種認知偏好型式的界定為編製依據。題幹內容由國中生物主概念所組成，四個選目的內容在學理上均是正確的，且內容與題幹有密切關連，而型式上則分別以 R(記憶)、P(原理原則)、Q(批判質疑)和 A(應用)的認知偏好敘述呈現。施測時採「自比式」的方式作答，要求受試者就每一試題所含的四個選目(分別代表 R、P、Q、A 四種認知偏好型式)，依喜好的程度加以排序(Ranking)。 TBCP 之試題實例如下:

◎ 小分子物質可以經由擴散作用而進出細胞。

R (A) 只有像 H_2O、O_2、葡萄糖等小分子才能通過細胞膜。

Q (B) 分子除了以擴散作用進出細胞外，是否還有其他方法。

P (C) 當分子運動時，會由濃度高的地方向濃度低的地方移動。

A (D) 在客廳可以聞到廚房的炒菜香，就是分子進行擴散作用的實例。

2. 資料之處理和分析

TBCP 施測所得之原始數據，經以自行設計之「答案卷數據轉換程式」(Data Transformation Program) 進行轉換，將「最喜好」之選目以 4分計，依次類推，「最不喜好」之選目以 1 分計後，進行資料分析。

3. 學業成就之評測

本研究所稱之學業成就，是以受試學生國一兩個學期之生物和數學兩科學期成績的平均，以及學期總平均成績的平均共三項學業成績來代表。

肆、結果與討論

一. 生物認知偏好測驗(TBCP)的信度

「生物認知偏好測驗」(TBCP) 共含 32 題，每一試題各含四個選項，分別代表 R、P、Q、A 四種認知偏好型式，學生之生物認知偏好風格，就是以比較四種認知偏好型式得分的高低來表示。TBCP 於發展和效化(Validation)時，R、P、Q、A 四項認知偏好型式的 Cronbach α 內部均質性信度值分別為 0.86, 0.79, 0.90, 和 0.67 (鄭湧涇等, 1993b)。由於 TBCP 除了於效化時以大樣本考驗過信度、效度外，尚未於其他研究中應用，故其信度是否穩定，內部結構(Internal structure)的考驗結果是否恆一，有必要於本研究中再次加以考驗。在本研究中，信度考驗的結果如表 1 所示，TBCP 之R、P、Q、A 四項認知偏好型式的 Cronbach α 內部均質性信度值分別為0.88, 0.81, 0.91,和 0.68, 與前述 TBCP 於效化時所得之信度相若。上述的信度值與一般文獻上所報導之同類工具的信度值比較，堪稱十分理想 (Tamir, 1985)。

TBCP 之 R、P、Q、A 四種認知偏好型式的分數之間的相關型態亦如表1 所示, R 和 P 型式與 Q 和 A 型式的得分之間, 均呈現顯著之正相關,相關係數值分別為 0.34 和 0.15; 而 R、P 與 Q、A 之間則呈現顯著之負相關, 相關係值的範圍為 -0.41～-0.82 。由於 TBCP 是以「自比式」的方式作答計分，R、P、Q、A 四種認知偏好型式的分數之間乃有相依(Inter-dependent)的現象，因此，於考量上述的相關時，應將此一因素考慮在內。上述的相關型態和以職前生物教師(Cheng, 1991)和國中學生(鄭湧涇等, 1993b)為對象的「生物認知偏好」的研究結果尚稱相符；而與鄭湧涇等(1993a)的「科學認知偏好」研究的結果則略有不同, 後者的研究發現，剛由小學畢業進入國中就讀的學生，其科學認知偏好的 Q 與 A 型式之間則呈顯著之負相關。這個差異是否由於學科的不同所致，以及是否為生物科教學所產生的影響，則有待進一步探究。

表 1: TBCP 四項認知偏好型式之 Cronbach α 係數和相互相關

Table 1: Coefficient α and Intercorrelations of Scores of the Four Cognitive Preference Areas of the TBCP (N=1632)

Preference Areas		R	P	Q	A
Cronbach		0.88	0.81	0.91	0.68
	P	0.34**			
	Q	-0.82**	-0.63**		
	A	-0.41**	-0.54**	0.15**	

** Significant at the 0.01 level.

當以「主成分分析法」(Principal components analysis) 進行因素分析(Factor analysis)來檢視 TBCP 之內部結構時，結果顯示, TBCP 之 R、P、Q、A 四項認知偏好型式的分數可以抽取出兩個主要因素, 因素 1 解釋了大約 61.7% 的變異量(Variance), 因素 2 則解釋了大約 23.6% 的變異量。經再以 Varimax 方法直交轉軸(Orthogonal rotation) 之後, 四項認知偏好型式分數在兩個因素的「因素負荷量」(Factor loadings) 如表 2所示。因素 1 在 R 和 Q 兩認知偏好型式有極高之負荷量, 故因素 1 可以代表 Q-R 量表(Scale), 這個因素可稱之為「批判質疑」(Critical questioning)因素; 而因素 2 在 P 和 A 兩認知偏好型式的負荷量較大,故因素 2 可以代表 A-P 量表, 這個因素可稱之為「知識的應用」(Knowledge application)因素。這個結果與鄭湧涇等(1993b) 應用 TBCP 為評測工具, 以國中一年級學生為對象的研究結果極為符合，因此，就 TBCP 所產生的生物認知偏好分數言，顯然具有 Q-R（批判質疑-記憶）和 A-P（應用-原理原則）兩個「兩極軸」(Bipolar axes)的存在。這兩個因素與國外有些研究(Kempa & Dube, 1973; Tamir, 1985)所鑑別之「好奇心」(Curiosity)和「應用性」(Utility)兩因素相當。不過, 過去也有一些研究進行因素分析的結果發現, 科學認知偏好可以抽取三個甚至三個以上的因素(鄭湧涇等, 1993a; Tamir, 1988; Tamir & Jungwirth, 1984), 故認知偏好型式分數的內在因素，似乎有因學科、工具或研究對象的不同而略有差異的現象。綜合國內三項生物認知偏好研究的結果亦可發現，Q-R 量表所代表的因素 1 (批判質疑)在認知偏好的研究中, 堪稱十分顯著而穩定, 至於 A-P 量表則有因研究內容的不同而異的現象, 而亟待更進一步探討驗證。

表 2: TBCP 分數之因素分析結果(Varimax 轉軸)
Table 2: Results of Factor Analysis with Varimax Rotation of the TBCP Scores (N=1632)

Cognitive Preference Modes	Rotated Factor Loadings	
	Factor 1	Factor
R	0.878	-0.224
P	0.448	-0.724
Q	-0.975	0.151
A	-0.063	0.943
Percentage of Variance Explained	61.7	23.6

二. 生物認知偏好與學業成就的關係

本研究全體樣本的 R、P、Q、A 四種認知偏好型式分數之平均數和標準差如表 3 所示，由表中的資料可知，國中一年級學生之生物認知偏好取向,依對四項認知偏好型式的喜好程度順序排列，為 P(原理原則) > A(應用)> Q(批判質疑) > R(記憶)；亦即學生於處理所習得之生物學知識時，喜好掌握原理原則，講究知識是否具有應用性，而最不喜記憶知識。就現行國中生物課程所宣示的主要目標:「培養學生習得基本原理與探討的技能以解決生物學問題」言，上述的結果也表示，國中的生物科教學至少已達成部分課程目標。

資料分析的結果顯示，男女生的生物認知偏好取向有明顯差異，依四項認知偏好型式的喜好程度順序排列時，男生為 P > A > R > Q； 女生則為P, A > Q > R 。此外，男女生在 R、Q、A 三種認知偏好型式的分數亦有顯著差異，男生表現較高 R 偏好型式，而女生則表現較高的 Q 和 A 偏好型式，至於 P 偏好型式則無顯著差異(表 3)，這個結果與鄭湧涇等(1993b)的研究結果相似。表 3 的資料亦顯示，男女生的 Q-R 和 A-P 的差亦均有顯著差異，就 Q-R 量表言，男生的 Q-R 為負值，而女生則為正值，故男生對R 認知偏好型式的喜好較 Q 認知偏好型式為高，女生則反是。而男女生的A-P 的差則皆為負值，惟男生對 P 認知偏好型式的喜好程度顯然較對 A 認知偏好型式大得多。此外，表 3 的資料亦顯示，男女學生樣本的生物、數學和學期總平均成績也有顯著的差異存在，且均為女生優於男生，故國中一年級的學業成就，似乎有女生優於男生的現象。

表 3:TBCP 和學業成就分數的平均數和標準差以及男女生之間的比較
Table 3: Means and Standard Deviations of the TBCP and Academic Achievement Scores and Comparisons Between Male and Female Subjects

		Total		Male		Female		t-Test Prob. Between Sex
		Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	
	N	1632		753		879		
	R	2.39	0.50	2.45	0.48	2.34	0.52	0.00**
TBCP	P	2.59	0.39	2.61	0.38	2.57	0.41	0.08
	Q	2.47	0.61	2.42	0.61	2.52	0.61	0.00**
	A	2.55	0.32	2.53	0.29	2.56	0.35	0.03*
	Q-R	0.08	1.06	-0.02	1.03	0.18	1.08	0.00**
	A-P	-0.04	0.63	-0.08	0.57	-0.01	0.67	0.03*
	N	1632		753		879		
Bio#		77.72	14.05	76.64	14.39	78.66	13.70	0.00**
	N	1631		752		879		
Math#		70.28	20.21	69.00	21.02	71.38	19.42	0.02*
	N	1536		701		835		
SAS#		75.89	15.00	73.03	16.09	78.29	13.56	0.00**

* Significant at the 0.05 level.
** Significant at the 0.01 level.
\# Bio : Average of biology achievement scores for two semesters.
Math: Average of mathematics achievement scores for two semesters.
SAS : Average of semester average scores for two semesters.

迄目前為止有關認知偏好與學習成就的相關研究顯示，學習成就與 P和 Q 偏好型式之間有低度的正相關存在，而與 R 偏好型式之間有低度的負相關存在，與 A 偏好型式之間則無顯著的相關存在(Tamir, 1985; 1988)。而國內以職前生物教師為對象之研究，則發現生物認知偏好與學業成就之間並無顯著相關(Cheng, 1991)。因此，究竟國中學生之生物認知偏好與學業成就之間的關係為何，頗值得探究。由於國中一年級的數理學科課程僅有生物和數學兩科，因此，本研究乃以這兩科的上下學期成績的平均，和兩個學期的學期總平均成績的平均來代表學生的學業成就。由於學期總平均成績包括三次段考、平時成績與作業成績等，而段考的試題更因學校的不同而異，平時成績和作業成績的評量也會因學校和任課教師的不同而有差別，因此，在求取生物認知偏好分數與學業成就的相關時，除了求取全部樣本的相關之外，也將分別求取各抽樣學校樣本的相關以供

比較。

資料分析的結果如表 4 所示，就全體樣本言，R 偏好型式的分數與生物、數學和學期總平均成績三項學業成就之間，呈顯著之負相關，r 值分別為 -0.28, -0.23 和 -0.25; 九所抽樣學校學生之 R 偏好型式分數與生物、數學和學期總平均成績相關值的中數分別為 -0.24, -0.17 和 -0.23，這個相關值顯然較 Tamir (1985) 的 Meta-analysis 研究中所得之平均 r 值(-0.14)為大。Q 偏好型式的分數與生物、數學和學期總平均成績之間呈顯著之正相關，r 值分別為 0.20, 0.19 和 0.19，九所學校學生所得之 r 值中數均為 0.17 (表 4)，這個相關值亦較 Meta-analysis 研究所得之平均r 值(0.12)為大。至於 P 和 A 偏好型式的分數，與三項學業成績之間則無顯著相關存在，這個結果，與 Meta-analysis 及後來的研究 (Tamir, 1988)所得的結果顯然不同，在 Meta-analysis 的研究中，學習成就與 P 偏好型式之間呈現顯著之正相關。故就國中一年級學生言，高學習成就與 Q 偏好型式似有相當程度的相互關連，而低學習成就則似與 R 偏好型式有相當程度之關連。由於上述 Meta-analysis 所分析之研究，包括了各項認知偏好及各種學習成就，研究對象亦非侷限於國中學生，因此，上述的差異是否由於學科或研究對象的不同所致，是否與文化背景、教育文化環境、課程、教學環境、學習經驗等的不同有關?值得更進一步的深入探究。此外，使用的認知偏好評測工具不同，是否也會造成上述的差異，亦仍有待深入探究。

Lewis (1988) 於分析生物學的發展史後指出，生物學並非僅是一門描述性的科學，其發展與研究常需要應用假說-演繹思考 (Hypothetico-deductive)。表現 Q 認知偏好型式的學生，因其所具有之批判質疑的心智思考方式，較符合生物學的本質，也切合數學學習的特性，在生物和數學兩科的學習上，成就自然要比表現 R 認知偏好型式的學生為佳。這個想法也解釋了為何生物、數學兩科的學業成績和學期總平均成績均與 Q 偏好型式呈顯著的正相關，而與 R 偏好型式則呈負相關。

其次，若將樣本依生物科成績的高低，分為高(H)、中(M)和低(L)學業成就群，高成就群為生物成績在 +0.5 標準差(SD) 以上者；中成就群為介於±0.5 SD 之間者，而低成就群為在 -0.5 SD 以下者，然後分別比較三群學生之生物認知偏好取向。結果如表 5 所示，就 Q 和 R 兩種認知偏好型式的得分而言，H、

M 和 L 三群樣本相互間均有顯著的差異存在（$p<0.05$）。而在 P 和 A 兩種認知偏好型式的得分方面，在三群學生之間，除了中成就群的學生之 P 認知偏好型式的分數顯著高於低成就群者外，其他並無顯著的差異。學業成就較高的學生，表現較強的 Q 偏好和較弱的 R 偏好，其生物認知偏好取向為 Q > P > A > R；中成就群的學生，生物認知偏好取向為P > A > Q, R；而低成就群學生則表現最強的 R 偏好和較弱的 Q 偏好，其生物認知偏好取向為 R > P, A > Q 。由此結果觀之，生物科學業成就較高的學生對習得之生物學知識，較偏好批判、質疑，也比較偏好掌握生物學知識之原理原則，而對記憶生物學知識的偏好最弱。生物科學業成就較差的學生則對記憶生物學知識有最強的偏好，而對質疑、批判所學得之生物學知識的偏好則最弱。

伍、結語

至目前為止，有關生物認知偏好與學習方面的研究，仍極為有限，因此，究竟認知偏好與生物科學習之間有何關係存在，科學教育學者們所知仍極為有限。本研究以國中學生為對象所得的研究結果指出，似乎 Q 和 P 偏好與學習成就之間有相當程度的連結，不過對於此種連結的性質以及其因果關係，則並未深究，究竟是認知偏好影響學習，抑或是學習成就影響認知偏好的塑成，仍未可知而亟待積極探究。由於認知偏好可以代表學生思考和處理所習得之科學知識的方式，其在生物科教學與學習成就的評測上的重要性自不待言，為期能深入了解認知偏好與科學教學與學習的關係，並圖改進學生的學習成效，建議在未來的研究中，應儘速先行探討科學認知偏好與各項科學學習成就之間的關係及其性質，俾對教師的教學和學生的學習科學，乃至師資教育等的改進有所裨益。

陸、誌謝

本研究之進行，承蒙國家科學委員會補助經費(計畫編號：NSC80-0111-S-003-34)，乃得完成，謹致謝忱。

表 4: TBCP 分數與三種學業成就之間的相關

Table 4: Correlations Between TBCP Scores and Three Achievement Scores

	Total Subjects			Median of Correlation Coefficient for 9 Schools		
	Biology	Math	SAS#	Biology	Math	SAS#
N	1632	1631	1536			
R	-0.28**	-0.23**	-0.25**	-0.24	-0.17	-0.23
P	0.03	0.01	0.04	0.01	-0.02	-0.01
Q	0.20**	0.19**	0.19**	0.17	0.17	0.17
A	0.02	-0.00	-0.01	0.05	0.04	0.05
Q-R	0.25**	0.22**	0.23**	0.21	0.17	0.21
A-P	-0.01	-0.00	-0.03	0.03	0.04	0.03

* Significant at the 0.05 level.
** Significant at the 0.01 level.
# SAS: Average of semester average scores for two semesters.

表 5: 生物學業成就不同的三群樣本，生物認知偏好的差異

Table 5: Differences in Biology Cognitive Preferences among Three Groups of Subjects Categoried by Biology Achievement Scores

Preference Area		Biology Achievement Category# H (N=608)	M (N=598)	L (N=426)	F Prob. (df:2,1629)	MRT*
R	Mean	2.23	2.42	2.58		H:M, H:L,
	SD	0.54	0.49	0.38	0.000	M:L
P	Mean	2.59	2.61	2.55		
	SD	0.43	0.39	0.34	0.065	M:L
Q	Mean	2.62	2.43	2.32		H:M, H:L,
	SD	0.67	0.62	0.45	0.000	M:L
A	Mean	2.56	2.54	2.55		
	SD	0.35	0.33	0.28	0.671	NS
Bio	Mean	90.72	78.30	58.37		H:M, H:L,
	SD	3.72	4.10	9.86	0.000	M:L

H, L, and M represent the student groups which the biology achievement scores were above +0.5 SD, below -0.5 SD, and in between, respectively.
* In MRT (Multiple Range Test), only pairs of groups significantly different at the 0.05 level are reported.
NS : No significant differences were found.
Bio: Average of biology achievement scores for two semesters.

柒、參考文獻

1. 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), 51-67.
2. 鄭湧涇、蔡在壽、黃秋純、廖碧珠. (1993b). 國中學生生物認知偏好之研究. *國立台灣師範大學學報, 38*, 223-249.
3. Atwood, R.K. (1968). A cognitive preference examination using chemistry content. *JRST, 5*(1), 34-35.
4. Atwood, R.K. (1971). Development of a cognitive preference examination utilizing general science and social science. *JRST, 8*, 273-275.
5. Atwood, R.K., & Stevens, J.T. (1978). Do cognitive preferences of 9th-grade students influence science process achievement? *JRST, 15*(4), 277-280.
6. Barnett, H.C. (1974). An investigation of relationships among biology achievement, perception of teacher style, and cognitive preferences. *JRST, 11*(2), 141-147.
7. Ben-Zvi, A.H., Salomon, Y., & Samuel, D. (1979). Cognitive preferences and modes of instruction in high school chemistry. *JRST, 16*(6), 569-574.
8. Brown, S.A. (1975). Cognitive preferences in science: Their nature and analysis. *Studies in Science Education, 2*, 43-65.
9. Cheng, Y.J. (1991). Biology cognitive preferences of preservice biology teachers. *Proceedings of the National Science Council, Part D, 1*(1), 32-40.
10. Fazio, F. & Zambotti, G. (1977). Some cognitive style variables and their relationships to chemisty achievement. *Journal of College Science Teaching, 6*(3), 154-155.
11. Heath, R.W. (1964). Curriculum, cognition and educational measurement. *Educational & Psychological Measurement, 24*(2), 239-253.
12. Hicks, L.E. (1970). Some properties of Ipsatiive, Normative, and Forced-choice Normative measures. *Psychological Bulletin, 74*(3), 167-184.
13. Jungwirth, E. (1980). Alternative interpretations of findings in cognitive preference research in science education. *Science Education, 64*(1), 85-94.

14. Kempa, R.F. & Dube, G.E. (1973). Cognitive preference orientations in students of chemisty. *British J. of Educational Psychology, 43*, 279-288.
15. Lewis, R.W. (1988). Biology: A hypothetico-deductive science. *The American Biology Teacher, 50*(6), 362-366.
16. Mackay, L.D. (1972). Changes in cognitive preferences during two years of study in Victorian schools. *Australian Science Teacher J. 18*, 63-66.
17. McNaught, C. (1982). Relationship between cognitive preferences and achievement in chemistry. *JRST, 19*(2), 177-186.
18. 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.
19. Robinson, J.T. (1969). Philosophy of science: Implications for teacher education. *JRST, 6*, 99-104.
20. Tamir, P. (1975). The relationship among cognitive preference, school environment, teachers' curricular bias, curriculum, and subject matter. *AERJ, 12*(3), 235-264.
21. Tamir, P. (1976). The relationship between achievement in biology and cognitive preference style in high school students. *British J. Educational Psycholology, 46*, 57-67.
22. Tamir, P. (1977a). A note on cognitive preferences in science. *Studies in Science Education, 4*, 111-121.
23. Tamir, P. (1977b). The relationship between cognitive preferences of students and their teachers. *Curriculum Studies, 9*(1), 67-74.
24. Tamir, P. (1981). Validation of cognitive preferences. *British Educational Research Journal, 7*(1), 37-49.
25. Tamir, P. (1985). Meta-analysis of cognitive preference and learning. *JRST, 22*(1), 1-17.
26. Tamir, P. (1988). The relationship between cognitive preferences, student background and achievement in science. *JRST, 25*(3), 201-216.

27. Tamir, P., & Kempa, R.F. (1978). Cognitive preferences styles across three science disciplines. *Science Education, 62*(2), 143-152.
28. Tamir, P., & Lunetta V.N. (1977). A comparison of ipsative and normative procedures in the study of cognitive preferences. *The Journal of Educational Research, 71*, 86-92.
29. Tamir, P., & Lunetta V.N. (1978). Cognitive preference in biology of a group of talented high school students. *JRST, 15*(1), 59-64.
30. Tamir, P., & Jungwrith, E. (1984). Test scores and associations as measures of cognitive preferences. *Studies in Educational Evaluation, 10*, 149-158.
31. Tamir, P., & Yamamoto, K. (1977). The effects of the junior high "FAST" program on student achievement and preferences in high school biology. *Studies in Educational Evaluation, 3*(1), 7-17.
32. Tamir, P., Penick, J.E., & Lunetta, V.N. (1982). Cognitive preferences and creativity: An exploratory study. *JRST, 19*, 123-132.
33. van den Berg, E. (1978). *Cogintive Preferences: A Validation Study.* Unpublished Doctoral Dissertation. The University of Iowa. Iowa City, Iowa.
34. van den Berg, E., Lunetta, V.N., & Tamir, P. (1982). The convergent validity of the cognitive preference construct. *JRST, 19*(5), 417-424.
35. 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.

The Relationships Between Biology Cognitive Preference and Academic Achievement

Yeong-Jing Cheng* Kun-Yeng Yang**
* Department of Biology
** Graduate Institude of Science Education
National Taiwan Normal University

ABSTRACT

In this study, the *Test of Biology Cognitive Preference* (*TBCP*) was employed to assess the biology cognitive preference of 7th grade students in Taipei area. The relationships between biology cognitive preferences and academic achievement were investigated. The results showed that the reliability of the TBCP was satisfactory. The internal consistency reliabilities of the R, P, Q, A modes were 0.88, 0.81, 0.91 and 0.68 respectively. Two factors were extracted when TBCP scores were subjected to principal components factor analysis. Factor 1 represents "Critical questioning", while factor 2 represents "Knowledge application". Both the intercorrelation among the four preference modes and factor analysis supported the existence of Q-R and A-P bipolar axes. The biology cognitive preference style of the subjects was P > A > Q > R. Significant differences in biology cognitive preferences were found between male and female subjects. The males exhibited a preference order of P > A > R >Q, and the females exhibited a preference order of P,A > Q > R.

Biology, mathematics achievement scores and semester average scores correlated positively with Q preference mode but negatively with R preference mode ($p<0.01$). No statistically significant correlations were found between the three achievement scores listed above and P and A preference modes. The subjects with higher academic achievement scores exhibited strongest preference for Q mode and weakest preference for R mode. The cognitive preference style was Q > P > A > R. Conversely, low achievers exhibited strongest R preference and weakest Q preference. The cognitive preference style was R > P,A >Q. This indicated that high achievers preferred critical

questioning and identifying principles when dealing with the biological information presented to them, and exhibited low preference for memorizing biological facts. Conversely, low achievers exhibited high preference for memorizing biological facts and low preference for critical questioning.

Keywords: Biology Cognitive Preferences; Test of Biology Cognitive Preference (TBCP); Academic Achievement