

學生對教師之學科教學知覺問卷之發展

段曉林¹ 王國華¹ 張惠博²

¹ 國立彰化師範大學 科學教育研究所

² 國立彰化師範大學 物理系

(投稿日期：86年3月20日，接受日期：87年5月1日)

摘要：自 Shulman (1986, 1987) 倡導學科教學知識的概念後，學者們紛紛將此概念運用在師資培育的研究中。Shulman 認為學科教學知識的重點之一，在於教師所傳達的學科知識必須是學生所能理解的，然而過去的研究卻鮮少從學生對課室教學之知覺來探討教師學科教學的表現。有鑑於此，本研究的目的有三：利用質與量的研究方法，發展出一份適合國中生所使用的「學生對教師之學科教學知覺問卷」；藉由問卷編製與效化過程探究學科教學知識內涵；提供科學教師利用此份問卷做為自我反省與改進科學教學的方向。

本份問卷發展的方式為，收集學科教學知識相關研究以建立本份問卷的構念類別與題目；再經由專家、有經驗的老師、與學生分別做專家與表面效度的檢核；選擇中部縣市 7 所國中 15 個班級共 634 名學生為對象進行前測；前測資料經分析與修改後，再以中部縣市 10 所國中 24 個班級共 935 名學生進行正式施測；問卷回收後分別進行信效度檢驗。

資料分析結果顯示整份問卷的 α 值為 0.95，各分量表 α 值分佈於 0.70 至 0.90 之間，各班級在各類分量表的得分達顯著差異，因素分析結果能確認原先所歸納之問卷構念。如何利用本份問卷進行教學改進亦將於文中提及。

關鍵詞：學科教學知識、問卷發展、科學教學、學生的知覺。

緒 論

在過去的課程改革中，科學教師扮演影響課程改革與學生學習的關鍵角色。因此如何讓教師具備與表現出科學教學的專業素養，是科教學者一直努力的方向。事實上，Shulman (1986, 1987) 所倡導的學科教學知識 (Pedagogical Content Knowledge, 簡稱 PCK)，最能將教育學者所強調的教學知識與科教學者所強調的科學專業知識做一結合。因此，

PCK 理念也最適合用來說明科學教師所應具備的專業素養。過去十年中，國內外學者分別就學科教學知識之內涵與本質、教師學科教學知識之特徵與發展、以及將學科教學知識實行於師資培育課程之改進等議題進行相關研究 (林曉雯, 1996; 邱美虹, 1997; 張惠博, 1996; 段曉林, 1996; 賴慶三, 1997; Clermont, Borko, & Krajcik, 1994; Cochran, DeRuiter, & King, 1993; Geddis, 1993; Grossman, 1988; Gee & Gabel, 1996; Shulman, 1986, 1987;

Steele, 1994; Tamir, 1988; Tobin, Tippins, & Gallard, 1994)。

綜合過去學科教學知識的相關研究有兩項特點：(一)著重的焦點均置於教師身上，(二)各學者對於學科教學知識的關注焦點存在著許多的差異。以 Shulman 的觀點而論，PCK 的特徵之一在於，教師所傳達的學科知識必須是學生所能理解的，然而過去的研究卻鮮少從學生的角度，來觀察教師 PCK 的合宜性。段曉林 (1996) 曾建議未來的研究方向可著重於連結教師的 PCK 與學生的觀點，期使科教研究者對於學科知識、教師與學生三者之關聯做更進一步的理解。事實上，若就學生學習的觀點檢視教師的教學，已在過去的一些研究中略有著墨 (Eash & Waxman, 1982; LaBonty & Danielson, 1988; Loughran & Derry, 1995; Magnusson, Borko, & Krajcik, 1992; Maroufic, 1989)。但是，至今仍缺乏一份經由教師的教學內涵做為參考架構，以發展有關學生對於教師教學的知覺問卷。因此，如何協助教師瞭解學生對其學科教學的知覺，做為教學改進之方針，實屬值得重視的議題。

根據美國國家科學基金會 (National Science Foundation) 所提出的科學教學標準 (National Research Council, 1996) 指出，科學教師必須具備的能力包括：(1) 規劃與設計教材，(2) 將教材轉變為學生的學習活動，(3) 評量學生學習成果，(4) 引導並協助學生學習，(5) 設計並經營學習的環境，(6) 協助發展科學學習者的團體，和 (7) 主動參與計畫以及協助學校課程發展等七項。這些教學素養隱含著教師必須瞭解學生科學學習的特性，並將教材 (學科知識) 轉換為學生能理解的教學活動，在教學過程中要時時檢視與診斷學生的學科學習，以及營造一個好的學習環境 (情境) 協助學生學習。由此觀之，這些專業素養與 PCK 的內涵有不少神似之處。又由於許多職前與初任教師在學習教學中，常僅注重一般的

教學法與情意的向度 (如：關照學生，熱忱耐心)，而忽略教學中有關學業與學科知識的考量，因此 Geddis (1993) 建議初任教師應該了解學科教學知識的重要性，以使教學能經由學科知識的傳達過程來關心學生，進而增進其學科學習的成效。故而未來的研究若能發展一份，由學生的角度覺知教師 PCK 的問卷，相信更能協助初任與在職教師，將其反省內涵由關切自身的表現轉移至學科教學上。

由於一般的問卷編製過程主要屬於量的研究方法，基本上其程序是透過文獻或理論建立構念 (或稱之為類別)，由研究者設計每一構念內的題目，經過專家審查核閱問卷之內容與表面效度，後經預測後再進行大量施測，以便由統計結果驗證問卷的信效度。在此種研究程序中研究者必須抽離研究情境，按照一定的規則以保持所謂研究過程與結果的客觀性。然而若以質性研究的角度而言，研究者與其所處的情境及研究的過程與結果是息息相關的；對於控制質性研究主觀性之方式，並不在於脫離情境，而是研究者能交代其研究過程中的理念與思考方式。事實上問卷設計中仍舊保有質性研究的特色：例如，構念與題目的建立、題目經施測後的篩選與保存等，皆需要由研究者本身從事判斷方能決定。Fry, Chantavanich 和 Chantavanich (1981) 曾指出質與量的研究技術合併有許多的優點：質的研究對於建立與檢驗概念架構，較量的研究易於施行；質的研究較能找出另有的解釋變項；且可協助量的研究產出更多新的想法、假設與理解。Tobin (1993) 與 Fraser (1994a) 亦建議，質與量的研究可以合併使用，以增加研究的深度與廣度。例如，透過問卷調查的結果，可迅速瞭解全班學生的趨中值與提供選樣單位 (Grain Size)，亦可由量的資料分析結果驗證質的研究發現。

Munby (1986) 曾利用質性與量性研究合併的方法，探求教師的教學信念。Munby 首先利用晤談的方式，收集教師對其理想教學

情境所能看到的事件及其背後的理由，再而根據教師所提供的教學事件與理由，建立分析的表格，交由教師填答，由此計算表格內理由與事件的相關值，接著根據此數據進行因素分析。研究者再依據各因素內所聚集的教學理由晤談教師，以便確認因素的名稱，而此因素的名稱即為教師的教學信念。Munby 所採用的質、量合併之研究方式，不但能迅速找出教師的教學信念，且對教師教學信念的探究更較一般問卷調查法來的深入。由上述質與量合併研究法的建議，本研究乃試圖以質性研究的精神為核心，配合量化的研究方法學，發展一份有關學生對教師之 PCK 知覺問卷（以下簡稱 SPOTPCK）。

綜合上述的論點，本研究的目的有三：(一)利用質與量的研究方法發展一份適合國中生所使用的 SPOTPCK，並討論在問卷發展中所遭遇到的困難；(二)藉由問卷編製與效化過程中探究 PCK 的內涵；以及(三)提供科學教師如何利用此份問卷做為自我反省與改進科學教學的方向。

文獻探討

一、學科教學知識的內涵

有關 PCK 的構想最早係由 Shulman (1986) 所提出，他認為學科知識中有一種屬於可以教授 (teachable) 的形式稱之為學科教學知識。Shulman 原先對 PCK 的界定如下：

學科教學知識所強調的是在學科專門領域內，與教學能力有關的部份。我所提的這個範疇，是指在某個學科領域中最有系統的教學，或是呈現這些概念的最佳形式，可能是最有說服力的類比、圖解、舉例、解釋、展示等，換言之，就是能讓學生瞭解概念的所有呈現方式。(p.6)

在此，Shulman 強調：教師必須要利用各種學科知識的表徵方式，幫助學生理解概念。事實上，PCK 並不僅止於教學表徵的各種形式，它還包含了許多重要的概念。由以下 Shulman 與 Sykes (1986) 的說明，可以幫助吾人更加瞭解 PCK 所應涵蓋的範疇：

(教師應)了解學科的中心主題，並能使用一般的方式教導特定年級的學生。能對每一主題提出下列問題：有哪些主要的概念、技巧和態度需傳達給學生？…此主題中那一部份是學生較難懂的？什麼是學生最大的內在動機（興趣）？對於一些具有特定先備知識或背景的學生，有那些類比、譬喻、例子、直喻 (simile)、示範、模擬、操作等能夠有效的溝通此主題的觀念或態度？…學生在學習的過程中會有那些原有概念？

由上述定義可知，Shulman (1986) 所倡導的 PCK，亟需教師先對特定的學科單元進行內容的釐清；再而判斷學生的背景知識、學生對此單元的先備概念與班級文化的特色；隨後則依學生的程度就本單元的內容，訂定合宜的教學目標；並在呈現學科概念的過程中，決定使用何種表徵方式，俾使學生易於理解；最後，在教學的過程中，教師必須檢驗學生對其所教授內容的理解。

Coble 和 Koballa (1996) 認為 PCK 是統整教學、學生、學科內容與課程之知識。此知識包含瞭解學生概念學習的困難，選擇合宜的類比、隱喻和教材，以協助學生學科的學習。Murray 和 Porter (1996) 提出 PCK 是教師能將學科知識轉移到學校的課程，並使學生能理解學科的邏輯與架構。Carter (1990) 詮釋 PCK 為教師將其學科知識轉移到教室課程事件中之知識。它是根植於學科領域中，爾後在學校課程中累積專業領域之智慧漸漸形成的知識。

邱美虹和江玉婷 (1997) 將 Cochran、

Wilson 等學者對 PCK 的觀點分做六類：教學的知識、學科知識、教學情境的知識、課程的知識、學習者的知識及其他（如媒體、評量等）。林曉雯 (1996) 對 PCK 的界定強調教師如何在教學情境中，將學科專門知識轉型為教學中的學科知識，以幫助學生建構重要學科知識。

段曉林 (1996) 曾對 PCK 的相關內涵進行探討，並綜合各學者的看法後，將 PCK 的內涵分為下列類別：(1) 學科知識：如教師能對單元學科知識，選擇適合學生程度的部份教授，並能了解特定單元的學科教學目標等 (Cochran, DeRuiter & King, 1993; Reynolds, 1992; Grossman, 1988)。(2) 學生對特定單元的學習知識：例如學生的先備概念，學生對此單元的學習困難等 (簡紅珠, 1993; Cochran *et al.*, 1993; Geddis, 1993; Grossman, 1988; Tobin, Tippins & Gallard, 1994; Reynolds, 1992)。(3) 表徵方式與教學策略：教師能利用類比、隱喻、圖示等有效的表徵方式或教學策略等，呈現學科知識 (Cochran *et al.*, 1993; Geddis, 1993; Grossman, 1988; McDiarmid, Ball, & Anderson, 1989; Reynolds, 1992)。(4) 課程知識：教師能選擇適合學生程度的課程資源或教材，並能評論概念呈現方式（橫向與縱向的連結）的適當性 (簡紅珠, 1993; Grossman, 1988; Reynolds, 1992; Tamir, 1988)。(5) 評量知識：教師能運用適當的評量方式診斷學生在學習此單元的狀況 (Tamir, 1988)。(6) 情境與文化之知識：教師能了解特定學生群的文化，所面對學生群的課室情境，以因應之合宜之教學法 (Cochran *et al.*, 1993; Tobin, Tippins, & Gallard, 1994)。

由於上述的 PCK 文獻主要針對 PCK 概念進行理論性探討，因此研究者乃再依據國內外有關 PCK 內涵的實徵性研究結果進行探究，一則為確認 PCK 構念的合宜性，再則所

歸納之 PCK 內涵實徵結果可做為問卷題目編製的參考。

二、教師學科教學知識內涵的實徵性研究

Tuan 和 Kaou (1997) 利用質的研究法，探究一位初任化學教師，在大四至大五實習期間 PCK 的發展。結果顯示，個案教師的 PCK 內涵中最明顯的類別為教學策略與教學表徵二者。有關教學表徵的部份，個案所採用的方式計有：提出名詞、舉出現象、引發動機、概念與公式的介紹、舉例印證、定義解釋、概念介紹、解題或應用、評鑑等。而研究者將這些表徵的組織方式稱做為教學策略。基本上，個案的概念呈現方式屬於接受中心的概念達成模式。在研究的過程中，個案教師所使用的教學策略變化不大，各種教學表徵在出現頻率上有所差異。此一研究結果，雖未刻意對其他 PCK 之相關類別（如評量、課程等）進行探討，但仍可看出教學表徵與教學策略兩項類別在 PCK 中所佔的重要性。研究結果除顯示初任教師的教學表徵貧乏外，其所採用的方式仍多採傳統的講述教學法，並未如 Shulman (1986, 1987), Geddis (1993) 等學者所建議的概念改變教學法。

Tuan (1996) 探究三位職前化學教師，在大四一年的實習課中，其學科知識、教學知識與 PCK 的成長過程後指出，在一年的實習課期間，個案教師的學科知識已漸淺化，然其教學知識的內涵卻較一年前豐富。三位個案教師的 PCK 特色皆為介紹概念名詞，解釋名詞定義，教導學生如何將概念應用在日常生活與計算題中。他們雖不甚瞭解學生的迷思概念，但仍能用自己過去的學習經驗預估學生在特定單元中的學習困難。至於其解決學生學習困難的教學方式是反覆的使用相同的解釋。經過一年的實習課程，三位職前教師開始思考化學與教學的關聯，但是此種思考並未直接的影響其在課室教學中的表現。此結果與 Tuan 和

Kaou 所指初任教師所具備的教學表徵相去不遠。事實上 Geddis, Onslow, Beynon 和 Oesch (1993) 也認為初任教師對學生學習本單元之先前概念並不瞭解，且常以課本的單元目標為主，著重於名詞定義的介紹。

林曉雯 (1996) 利用質性研究法探究一位資深生物教師的 PCK 內涵。結果顯示教師的 PCK 包含四部份：關於生物目標的知識、關於學生學習生物知識的知識、關於生物課程及教學媒體的知識與關於教學表徵的知識。有關生物教學目標的知識包含：幫助學生了解、提供學生體驗生物學中美學部份的經驗、建立學生深一層生物學習的基礎、滿足學生的好奇心、因應考試的需要、因應學生生活所需等內涵。有關學生學習生物知識的部份則包括學生學習生物學的過程、學生是否了解的指標、學生的迷思概念、學生學習某一概念時需具備的知識與能力、學生學習困難與學習容易的單元、學生學習的動機、學生學習個別差異等。有關生物課程知識方面則包含：主題、主題的結構、理想的生物課程、每堂課的結構。至於有關生物教學媒體的知識則包含教科書對生物學的處理、補充教材。最後有關生物教學表徵的知識則包含：教學表徵形式的多樣性、多重表徵、使用模式、使用情境及對學習可能的影響。

邱美虹和江玉婷 (1997) 就五位初任及資深的理化教師針對「空氣與水」單元中，透過觀察與晤談進行 PCK 的資料收集，再利用既定之 PCK 類別進行分析。研究結果顯示資深教師較能合理掌握單元的學習目標，且單元目標的設定較為生活化。在學科知識部份，資深教師較能掌握課本或教材中所未提供之學科內涵，而初任教師則過於依賴課本內的知識。在教學情境知識部份，資深教師較初任教師更能掌握學生學習狀況與班級氣氛。初任教師則著重於教學時間與班級經營的掌控。在課程部份，資深教師較能將生活化的課程目標具體的落實於課室教學中。而在學生知識部份，資深

教師則較能掌握學生的學習困難，並能採用合宜的教法克服學生的學習障礙。不論資深或初任教師大都以紙筆測驗診斷學生的理解。有關教師們在教學中所使用的表徵類別計有因果關係的講解、名詞定義、類比、圖表說明、使用方程式、影片、示範實驗、問題引導、問題討論、學生自由討論、上台演示、課堂作業、範例、陳述、生活實例等部份。

Clermont, Borko 和 Krajcik (1994) 也曾以密度與壓力的實驗示範單元，比較有經驗與生手教師有關 PCK 的差異。經質與量的資料分析結果顯示，有經驗與生手教師對於示範實驗有下列相異處：對於特定概念的化學示範知識、示範活動的變異性 (variations)、額外的例子、化學示範系統的複雜性、分析關鍵的教學事件、探究的示範教學法、概念解釋的正確性與提出示範教學活動之建議等。換言之，生手與有經驗教師在學科知識、教學表徵兩類別中有所差異。

由上述教師 PCK 內涵之實徵性研究，可歸納出下列重點：(一)教學策略與教學表徵的類別可區分；(二)教師的教學策略中並不一定都屬於概念改變的教學法，但是教師對學生發生困難的概念有其補救教學方式；(三)職前與初任教師並沒有文獻中所言，教師能理解學生在特定單元中的迷思概念，但是教師確實能略評估學生可能的學習困難；(四)有經驗教師在 PCK 各類別中的表現較初任教師豐富。這些實徵資料可做為問卷題目編製之參考。

三、學生對教師教學知覺之研究

過去有關學生對教師教學表現的研究領域包含，學生對教學的特定元素 (specific teaching elements)、有效的教學、對精熟學習與合作學習的觀點、教師教學活動的公平性、一般的教學表現與學習環境之知覺等方面 (Turley, 1994)。這些研究主要的重點均探求由學生的觀點知覺教師的一般教學表現、或所營造的教學環境。但是對於由教師知識，尤

其是教師的學科教學知識對學生學習的影響著墨不多。然而教師的學科教學知識是突顯其教學專業化的重要指標，因此探討學生對教師學科教學之觀點，益發顯示其重要性。本段的主要目的在探討學生對於教師的教學表現的觀點。

Lloyd 和 Lloyd (1986) 利用晤談方式對 12 位學生訪談其對教師教學的期許。學生指出教師應使用正面的方式教學、營造友善的教學環境、本身顯示教學熱誠、能利用講解或示範的方式協助學生將上課中許多的活動串聯以便理解本節課的重心。

Olson 和 Moore (1984) 利用問卷調查 2670 名中學學生與 137 名教師對教師的特質與教學品質的觀點。結果發現，學生認為一個好的老師必須理解其學科知識、講述清楚、使學生對此學科產生興趣、提供定期的回饋、提供學生額外的協助、具幽默感與公平方式處理教室事務。至於學生對不好的老師的評語是教師不瞭解學科內容、不能回答學生的問題、對學生所提出的需求不進行協助、不能掌控教室、使學生困窘、喜愛目標學生等。

Turley (1994) 利用晤談方式收集八位高中學生對有效教學特質的詮釋。研究結果顯示，有五種因素說明學生認為教師的教學屬有效的教學。(1) 教學法有效的原因有多種，包含教師的教學能減輕學生的壓力，使學生參與學習，激發學生的興趣，作業交代清楚。(2) 教師在設計課程時應考慮的因素，如符合不同學生的需求、班級人數的多寡、視學生反應改變上課教學策略、教師應具備多種教學策略。(3) 教師所扮演的角色，視教學目的而訂。如果教師在傳達新的知識與訊息，則應扮演知識的權威者；當學生須根據一些議題或說法建構自己的知識時，老師應扮演被動的訊息提供者。(4) 教師的人格特質對學生學習的影響，如開放 (Openness)、公平、有耐心、聆聽學生的需求、幽默、關懷等，對學生的學習均有正面的影響。(5) 學生喜愛全班與個別的學習

方式勝於小組學習，主要在於小組學習常會被調皮學生打斷活動的進行。由上述三篇研究可看出，學生對教師教學表現的評估中，仍然對教師學科教學的呈現有所知覺與期許。

Loughram 和 Derry (1995) 在教授一班九年級學生電流單元教學中運用概念改變的教學策略，並於課程結束後對全班 28 名學生進行問卷調查與晤談，以便收集學生對於此種教法對其學習果效的知覺。研究結果顯示雖然學生知覺到以學習為中心的教學法與一般的教學法有很大的差異，但是學生未必真的具有自己學習的能力。由此研究可看出學生能知覺出教師教學策略的差異對其學習成效的影響。

Duschl 和 Waxman (1991) 曾利用 Fraser 等學者 (Fraser, 1990; Rentoul & Fraser, 1979) 所發展出的「個別化的教學環境量表」(Individualized Classroom Environment Questionnaire, ICEQ) 與「我們的教室和活動問卷」(Our Class and Its Work, OCIW, Eash & Waxman, 1982) 測量出學生對教師的一般性教學策略，與其是否進行以學生為中心的教學。有關於 ICEQ 問卷中的主要構念包含個別化 (Personalization)、參與 (Participation)、獨立性 (Independence)、探究 (Investigation)、與區別性 (Differentiation)。至於 OCIW 的構念則包含回饋 (Feedback)、教學時間 (Instructional Time)、學習的機會 (Opportunity to Learn)、速度 (Pacing)、結構化的建議 (Structuring Comments)、與活動導向 (Task Orientation)。研究結果顯示學生對教師在課室教學中的知覺，確實可協助教師進行教學的反省。尤其對職前與初任教師而言，其教學的反省往往過於以自我表現為中心，如果研究能透過學生的觀點檢測教師所營造出的學習環境，則教師們的教學改進方向將更能符合學生的需求。

由上述的研究結果可證明，學生能知覺到教師教法的改變與教師的學科教學對其學習的

影響。在 Duschl 與 Waxman 的研究中雖採用 OCIW 問卷，但此份問卷僅著重於一般有效的教學策略。有鑑於此，本研究擬發展一份由學生的觀點探求其對教師之學科教學知覺問卷。

研究方法

一、研究工具

(一) SPOTPCK 的發展與效化

根據實徵研究的文獻探討，界定本研究的 PCK 之類別，說明如下：

1. 教學策略知識—此一向度在探知學生對老師所用之一般教學策略與方法的知覺，例如學習興趣之引發、艱澀概念的教法、教學方式的變換等。
2. 教學表徵知識—此一向度在探知學生對老師所用之學科內容之表徵方式，例如使用比喻、示範、解說、媒體及活動等，有助學生理解學科內容之表徵方式。
3. 學科內容知識—此一向度在探知學生對老師本身學科知識理解程度的感受，如教師的學科知識是否豐富、正確、本身的理解是否清楚等。
4. 對學生的知識—此一向度在探知學生對老師瞭解他們學習程度的感受，包括：老師是否瞭解學生的能力、學習態度、動機、先前概念、學習的特質、特定單元的學習方式與學習困難等方面。
5. 課程知識—此一向度在探知學生對老師所具備的課程知識之感受，例如：課外教學資源的提供、選擇適合學生程度的教材等項目。
6. 評量知識—此一向度在探知學生對老師評量知識之感受，例如教師是否使用各種評量方式偵測學生的學習成果、所使用的評量方式能否反應學生的真實學習

成果。

7. 教學情境與文化知識—此一向度，旨在探知學生對有關老師對班級的學習環境與文化，以及教師對學生背後之社會與學校文化因素的感受。例如教師能否瞭解我們班的次級文化（如語言、風氣、習慣等）、及本校的特色與家庭的社經背景等項目。

在界定問卷的內容類別之後，研究人員即分別針對這些類別，依據過去相關的實徵研究結果與研究者過去從事此領域的研究心得，在每類別內設計五至十個題目，共計 61 題。接著由研究群人員共同選擇與修正題目，使每一題的語句與題意能符合所隸屬之類別，經修訂後題數降為 58 題，作答以各題出現的頻率，如「從來沒有」、「很少發生」、「偶爾發生」、「經常發生」、「總是如此」做為選項。初稿再經由專家學者與有經驗的國中理化及生物老師，共同確認內容與題目語詞上的合宜性。本份問卷亦邀請三位國中同學閱讀，以提供文句修正的方向。經過上述人員的確認後，研究群人員開始進入量化的數據收集，以便驗證研究所建構出的 PCK 內涵。

二、預測

(一) 樣本

在預測階段，研究群人員利用方便取樣的方式，選擇中部縣市七所國中，共 15 個班級，其中國二升國三學生計 489 名 (77.1%)，國一升國二學生計 145 名 (22.9%)，共計 634 名學生。總人數中男生 315 名，女生 315 名，另有 4 名學生未填答性別。

(二) 資料分析

問卷回收後，依據問卷編製的規則進行信度與效度的考驗。首先就信度部份，研究群人員進行整份問卷之 α 值檢驗，各類別之 α 值檢驗，以及各題與整份問卷之關聯度。數據資料亦進行因素分析以便確認本問卷之構念效度（周文欽等，1995）。施測後，一個月內，

研究群人員由上述的 15 個班級中，選擇兩班中等程度班級學生，由教師推薦理化課業成績高、中、低，表達能力佳的十八位同學進行晤談，以確認學生對題意的理解。進行方式是根據學生所填答的問卷，晤談其所填答的理由，與其對問卷題意的觀點。

本份問卷經施測 634 名樣本後，所得信度考驗就出現頻率部份整體 α 值為 0.93，各分量表之 α 值界於 0.71 至 0.89 之間。就問卷效度部份，依原先所設計的題目經過預選之七個因素做為分析標準之後，研究者發覺所做出之結果，除了教學表徵、教學策略、教師學科知識、教學評量之四類別的內涵仍保留之外，其餘有關教學情境、課程知識、與學生學習之知識等三類別中的題目已分散在其它類別中而不在原先所設定的類別內。換言之，研究前所設定的構念與因素分析後題目的分佈情形有所差異。有鑑於此，研究者重新進行 Scree Test，由此結果再配合因素內所附屬的題目做一對照，重新建構 58 題題目所涵蓋的類別，如表 1。

雖然在預試的結果中（段曉林、張惠博和王國華，1996），研究者依題目的內涵重新

建構六類的 PCK 類別，但在進行正式施測前，再一次的修改問卷類別與題意，修改方向如下所列：

1. 由於教師引發學生學科學習動機的策略與教學策略，從理論上與問題的內涵而言，均歸屬於教學策略部份，因此擬將兩者合併。
2. 教師對學生學科學習的理解與教師的評量知識，在構念上與題目的內涵也有重疊之處，亦可於正式問卷中再進行整合。
3. 教師的學科知識部份，由問卷與晤談的結果發現，學生不易發覺教師學科內的實質與章法結構知識 (Shulman, 1986)，因此，在此構念的內涵改為學生對教師所陳述出學科知識的清晰度而定。
4. 教師對課程與教材的掌握度在 PCK 實徵性研究中佔重要的地位，因此擬在正式問卷中重新界定。

研究者依據上述的思考，再一次的修正問卷的構念與題目的語意，將原先 58 題題目修改為 45 題。經修正後新的構念與代表題目如表 2。

表 1：前測結果所建構之因素與其代表性題目

| | |
|----------------------|--|
| 因素 1 教師對學生學科學習的理解 | <ul style="list-style-type: none"> • 我的老師知道我是否懂得他所教的內容 • 我的老師有評量我對本單元的了解程度 |
| 因素 2 教師的學科知識 | <ul style="list-style-type: none"> • 我的老師知道我們所提的科學問題之答案 • 我的老師瞭解科學與科技之關聯 |
| 因素 3 教師的教學策略 | <ul style="list-style-type: none"> • 我的老師使用相同的步驟教不同的單元 • 我的老師上課進行分組教學 |
| 因素 4 教師的教學表徵 | <ul style="list-style-type: none"> • 我的老師使用熟悉的例子解釋科學的概念 • 我的老師使用適當的圖解和圖表來解釋科學的概念 |
| 因素 5 教師的評量知識 | <ul style="list-style-type: none"> • 我的老師所設計出的考題可評量我對單元內容的了解程度 • 我的老師所發問的問題可評量我對本單元內容的了解程度 |
| 因素 6 教師引發學生學科學習動機的策略 | <ul style="list-style-type: none"> • 我的老師使用的教學法保持我對科學的興趣 • 我的老師提供機會使我表達自己的想法 |

表2：修正後的問卷構念與所代表的題目

| | |
|---|---|
| 教師的課程知識 (CK)：教師對單元目標的說明與延伸，提供適合學生程度的課外資源。 | <ul style="list-style-type: none"> • 我的老師會告訴我學習每個單元的目的。 • 我的老師提供的課外補充教材對我的學習有幫助。 |
| 教師對學生學習的理解 (KSU)：教師運用各種評量策略診斷學生的理解。 | <ul style="list-style-type: none"> • 我的老師出的考題能使我檢查出自己對科學概念的理解。 • 我的老師瞭解我對某些科學概念的想法。 |
| 教師的教學策略 (IR)：教師運用各種策略澄清學生對概念的理解，並激發學生的學習動機。 | <ul style="list-style-type: none"> • 我的老師提供機會讓我發現原有錯誤的概念。 • 我的老師的教法讓我保持對科學的興趣。 |
| 教師的學科知識 (SMK)：教師所闡釋之學科知識是學生易於理解的。 | <ul style="list-style-type: none"> • 我的老師無法回答我們所提出的科學問題。 • 我的老師講課的內容很零碎。 |
| 教師的教學表徵 (RR)：教師運用各種教學表徵，如圖解，範例等清楚說明概念或公式。 | <ul style="list-style-type: none"> • 我的老師使用圖解或圖表來解釋科學概念。 • 我的老師使用我所熟悉的例子解釋科學概念。 |

三、正式施測

(一)樣本

本研究以中部地區（包括彰化縣、台中縣市）之國中一、二、三年級學生為母群體，利用方便取樣的方式進行抽樣。共計有 10 所中部地區學校，24 班 935 份有效樣本進行問卷填答。其中男生 577 名 (61.7%)，女生 358 名 (38.3%)。填答生物與理化教師教學之樣本數分別為 411 名 (44.9%) 與 524 名 (56%)。

(二)資料分析

問卷回收後，就信度部份，研究群人員進行整份問卷之 α 值檢驗，各類別之 α 值檢驗，以及各題與整份問卷之關聯度。效度部份則進行因素分析，F 檢驗與鑑別效度。研究結果列於表 3 至表 6。

研究結果與討論

一、對於 PCK 的構念與成份之探討

界定一份好的問卷工具與否，端視其在發

展過程中所依據的理論構念是否明確而定（鄭湧涇、楊坤原，1995; Borg & Gall, 1989）。因此在發展本份 SPOTPCK 時，研究者依據文獻中各學者對 PCK 的理論界定，與許多實徵研究探討 PCK 的內涵為依據，以便界定出 PCK 的構念與內涵。經文獻與實証結果之分析後，發覺 PCK 本身的內涵，並不易區分為數個類別。因學者們本身對此概念的包含範疇不一，且經質性的實徵研究結果亦顯示，各類別之間有重疊性的特性（林曉雯，1996；黃永和，1996；Marks, 1990）。此外，由師資培育學者所建構的 PCK 理論架構是否符合學生所能知覺的角度，值得再加探討。

由上述的研究結果，本研究從學生的角度所能界定出的 PCK 內涵為：

1. 課程知識 (CK)：學生對教師在課堂中提供其對單元學習的資源之觀點。
2. 學科知識 (SMK)：學生對教師在課堂中對學科知識闡述清晰度之觀點。
3. 教學策略 (IR)：學生對教師在課堂中所採用的教法或策略，以協助其對單元學習之喜好與理解之觀點。

表3：SPOTPCK因素分析結果(varimax)

| 分量表 | 題號 | 因素 1 | 因素 2 | 因素 3 | 因素 4 | 因素 5 |
|-----|----|------|------|------|------|------|
| CK | 1 | 0.38 | 0.34 | | | |
| | 10 | 0.43 | | | | |
| | 11 | 0.44 | | | | |
| | 17 | 0.54 | 0.32 | | | |
| | 24 | 0.54 | | | | |
| | 25 | 0.45 | | | | |
| | 31 | 0.52 | | | | |
| | 40 | 0.45 | | | | |
| | 41 | 0.55 | | | | |
| | 42 | 0.53 | | | | |
| | 43 | 0.46 | | | | |
| | 44 | 0.68 | | | | |
| | 45 | 0.64 | | | | |
| KSU | 29 | | 0.31 | | | |
| | 32 | | 0.63 | | | |
| | 33 | | 0.62 | | | |
| | 34 | | 0.52 | | | |
| | 35 | 0.35 | 0.44 | | | |
| | 36 | | 0.55 | | | |
| | 37 | 0.43 | 0.50 | 0.33 | | |
| | 38 | | 0.50 | | | |
| | 39 | | 0.48 | | | |
| IR | 2 | | | 0.38 | | |
| | 3 | 0.46 | | 0.50 | | |
| | 4 | | | 0.48 | | |
| | 5 | 0.34 | | 0.53 | | |
| | 6 | | | 0.62 | | |
| | 7 | | 0.32 | 0.59 | | |
| | 8 | | | 0.52 | | |
| | 9 | 0.32 | | 0.63 | | |
| | 12 | | | 0.32 | | |
| | 16 | | 0.33 | 0.43 | | |
| SMK | 19 | 0.31 | 0.35 | 0.43 | | |
| | 23 | | | | 0.48 | |
| | 26 | | | | 0.48 | |
| | 27 | | | | 0.57 | |
| | 28 | | | | 0.46 | |
| RR | 30 | | | | 0.48 | |
| | 13 | | | | | 0.37 |
| | 14 | 0.39 | | | | 0.41 |
| | 15 | | | | | 0.48 |
| | 18 | | | | | 0.34 |
| | 20 | | | | | 0.42 |
| | 21 | | | 0.35 | | 0.45 |
| | 22 | 0.34 | | | | 0.42 |

表 4：SPOTPCK 各試題的平均數、標準差、各試題與分量表 (r_{is}) 與各試題與總量表 (r_{it}) 的相關係數、刪除此試題後總量表之 Cronbach α 係數

| 分量表 | 題次 | 平均數 | 標準差 | r_{is} | r_{it} | α if item deleted |
|-----|----|------|------|----------|----------|--------------------------|
| KSU | 29 | 3.82 | 1.17 | 0.54 | 0.53 | 0.95 |
| | 32 | 3.78 | 1.13 | 0.66 | 0.54 | 0.95 |
| | 33 | 3.74 | 1.14 | 0.69 | 0.60 | 0.95 |
| | 34 | 3.22 | 1.18 | 0.70 | 0.64 | 0.95 |
| | 35 | 3.47 | 1.37 | 0.63 | 0.57 | 0.95 |
| | 36 | 3.63 | 1.13 | 0.69 | 0.64 | 0.95 |
| | 37 | 2.95 | 1.19 | 0.69 | 0.64 | 0.95 |
| | 38 | 3.63 | 1.27 | 0.69 | 0.63 | 0.95 |
| | 39 | 3.67 | 1.25 | 0.52 | 0.40 | 0.95 |
| CK | 1 | 2.92 | 1.30 | 0.49 | 0.41 | 0.95 |
| | 10 | 3.06 | 1.23 | 0.56 | 0.51 | 0.95 |
| | 11 | 3.14 | 1.41 | 0.57 | 0.48 | 0.95 |
| | 17 | 2.67 | 1.21 | 0.65 | 0.57 | 0.95 |
| | 24 | 2.90 | 1.22 | 0.59 | 0.49 | 0.95 |
| | 25 | 3.41 | 1.26 | 0.58 | 0.56 | 0.95 |
| | 31 | 2.93 | 1.24 | 0.56 | 0.46 | 0.95 |
| | 40 | 3.36 | 1.13 | 0.64 | 0.65 | 0.95 |
| | 41 | 3.67 | 1.20 | 0.65 | 0.60 | 0.95 |
| | 42 | 3.79 | 1.16 | 0.68 | 0.68 | 0.95 |
| | 43 | 3.64 | 1.14 | 0.63 | 0.64 | 0.95 |
| | 44 | 2.85 | 1.27 | 0.71 | 0.61 | 0.95 |
| | 45 | 3.07 | 1.27 | 0.65 | 0.54 | 0.95 |
| IR | 2 | 3.42 | 1.14 | 0.55 | 0.49 | 0.95 |
| | 3 | 3.20 | 1.19 | 0.68 | 0.63 | 0.95 |
| | 4 | 3.72 | 1.05 | 0.64 | 0.57 | 0.95 |
| | 5 | 3.25 | 1.18 | 0.67 | 0.60 | 0.95 |
| | 6 | 3.55 | 1.08 | 0.73 | 0.66 | 0.95 |
| | 7 | 3.47 | 1.12 | 0.69 | 0.61 | 0.95 |
| | 8 | 3.50 | 1.18 | 0.70 | 0.64 | 0.95 |
| | 9 | 3.39 | 1.21 | 0.73 | 0.66 | 0.95 |
| | 12 | 3.56 | 1.23 | 0.57 | 0.53 | 0.95 |
| | 16 | 3.70 | 1.09 | 0.69 | 0.69 | 0.95 |
| | 19 | 3.50 | 1.19 | 0.69 | 0.69 | 0.95 |
| SMK | 23 | 4.31 | 0.95 | 0.50 | 0.12 | 0.96 |
| | 26 | 4.42 | 0.95 | 0.56 | 0.21 | 0.95 |
| | 27 | 4.29 | 0.91 | 0.66 | 0.45 | 0.95 |
| | 28 | 3.78 | 0.99 | 0.57 | 0.46 | 0.95 |
| | 30 | 4.15 | 1.06 | 0.61 | 0.30 | 0.95 |
| RR | 13 | 3.71 | 1.14 | 0.60 | 0.49 | 0.95 |
| | 14 | 3.54 | 1.21 | 0.62 | 0.58 | 0.95 |
| | 15 | 3.84 | 1.07 | 0.68 | 0.57 | 0.95 |
| | 18 | 3.79 | 1.10 | 0.67 | 0.64 | 0.95 |
| | 20 | 3.90 | 1.07 | 0.72 | 0.65 | 0.95 |
| | 21 | 4.09 | 1.06 | 0.62 | 0.51 | 0.95 |
| | 22 | 3.66 | 1.15 | 0.62 | 0.53 | 0.95 |

4. 教學表徵 (RR)：學生對教師在課堂中呈現特定概念方式之觀點。

5. 對學生學習的理解 (KSU)：學生對教師在課堂中所採用診斷其學科理解方式之觀點。

其中前四類符合 Shulman (1986, 1987) 所謂 PCK 內涵，換言之，教師將其所理解的學科知識表達給學生理解的方式。而教師對學生學習的理解則符合學者們 (簡紅珠, 1993; Grossman, 1988; Reynolds, 1992; Tamir, 1988) 對學科教學知識內涵的建議。

原先在 PCK 中所列出的學習者知識與情境知識，在此份問卷中並未出現。究其原因為此類題目已散佈於其它類別中，例如學習者之知識已分佈於「教師的評量知識」與「教師的教學策略」中。Tobin, Tippins 和 Gallard (1994) 依建構主義的觀點強調，PCK 需重視教學中學生的背景與教學情境，因此問卷中無教學情境與學生學習之資料，或許亦說明著教師的教學表徵、策略與引發動機之方式，是為已先將學生與教學情境考量過後之外顯行為。

在兩次的問卷效化過程中，研究者發現一些題目在數個構念中均含有大於 0.3 的因素負荷值 (見表 3)。此結果再一次的驗證 Marks (1990), Cochran *et al.* (1993), 林曉雯 (1996), 與黃永和 (1996) 認為之 PCK 內各領域間的知識並無明顯界線。而此種特質在問卷的編製過程中確實造成兩難的情境，從問卷編製的角度而言，構念間的釐清是非常重要的工作。但就構念形成的過程當中，有些題目會在數個構念當中出現。

二、SPOTPCK 的效化

從問卷編製的角度而言，一份問卷是否可信、可靠，端視其信、效度的考驗是否滿意與嚴謹而定。信度的考驗常藉試題分析與觀察測驗分數之「內部均質性」，以及組成該測驗的各試題所評測的「構念」是否一致來判定 (鄭

湧涇、楊坤原, 1995)。

1. 試題分析

SPOTPCK 由 45 題與教師對學科教學有關的敘述組成，分為五個分量表，題數由 5 題至 13 題之分佈。試題分析的結果如表 4 所示，表中的平均數代表學生對該試題敘述的看法，分數越高表示其對該項敘述的出現次數持肯定的看法。由表中所列之各試題得分與該試題所屬的分量表分數與整份問卷總分間的相關係數值來分析，除 23 題「我的老師無法回答我們所提出的科學問題」與整份問卷中的相關係數略低 (但仍與其分量表中各題的相關值高)，每一題的相關係數均達 0.30 以上，已達顯著之效果。此外，表 4 顯示，當將各題的分數剔除後，整份問卷的 α 值並無明顯的變化，此結果顯示，SPOTPCK 所含的每一試題對整份量表的內部均質性均有貢獻。由上述之分析結果可知 SPOTPCK 與五個分量表之「內部均質性信度」達滿意之程度。

2. 信度考驗

SPOTPCK 與五個分量表之「內部均質性信度」值如表 5 所示，整份量表的 α 值為 0.95，五個分量表之信度係數亦界於 0.90 ~ 0.70。這些數值已達一般對問卷量表的需求。

3. 效度考驗

由於 SPOTPCK 是一份在 PCK 研究領域中首創的問卷，因此在效度的分析上首重問卷本身構念效度、內容效度、表面效度與鑑別效度的確認 (Borg & Gall, 1989)。在內容效度的考驗上，研究者首先經由文獻探討找出學者對 PCK 的界定，再透過研究者與其他學者過去所進行的 PCK 實徵研究進行內涵的探討，將 PCK 的分類確定，再依理論與實徵性研究結果界定題目。研究

表 5：SPOTPCK 和五個分量表之內部均質性信度與鑑別效度 (N=935)

| | SPOTPCK | CK | KSU | IR | SMK | RR |
|-------------------|---------|------|------|------|------|------|
| 題數 | 45 | 13 | 9 | 11 | 5 | 7 |
| Cronbach α | 0.95 | 0.88 | 0.86 | 0.90 | 0.70 | 0.80 |
| 鑑別效度 | | 0.49 | 0.53 | 0.53 | 0.38 | 0.34 |

者所編製的題目分別送與專家審核，以便確認各試題所歸屬的分量表之合宜性。

對於表面效度的檢驗，研究者將前測與正式測驗的問卷分別晤談有經驗的科學教師與國中學生，以確認其表面效度。至於構念效度的考驗，主要以因素分析方式進行。本研究採「主成份分析法」，以分析因素結構。SPOTPCK 先經 Scree Test 來判斷，可抽取出五個因素，此五因素共解釋了 20% 的變異量。在此變異量有偏低的現象，這表示研究者所選訂的五個因素佔總變異量的 20%（楊國樞等，1989），顯示仍然有一些因素並未考量在當初所選定的因素內，這是本研究在利用質的研究主觀判斷 PCK 內涵與量的研究方法中所採用之資料分析結果，所產生的兩難情境。經 Varimax 直交轉軸後，SPOTPCK 的五個分量表之各試題分數在五個因素上的因素負荷量如表 3 所示。由表 3 中可知，因素負荷量大於 0.30 者，在因素一有 20 題，因素二有 14 題，因素三有 12 題，因素四有 6 題，因素五有 7 題。在 45 題的題目中，有 11 題同時在兩個因素上，有 2 題同時出現在三個因素上。

在各分量表中，因素一屬於教師的課程知識，其中有兩題亦附屬在因素二（教師對學生的理解）中。在因素二教師對學生的理解中，亦有兩題附屬於因素一，一題附屬於因素三中（教師教學策

略）。在因素三中除有 12 題具因素負荷量外，其中有四題在因素一中有負荷量，有三題在因素二中有負荷量。在因素四教師的學科知識中，五個題目僅在此因素中有因素負荷量。在教學表徵中，共計有七題具因素負荷量，其中兩題亦在因素一中具負荷量，一題在因素四中具因素負荷量。就因素分析的結果而言，SPOTPCK 所含的五個分量表中，CK, SMK, RR, KSU 四個分量表所評測的構念，與問卷編製時所依據的構念內涵尚稱吻合。其中 IR 與 CK, KSU 的重疊度較大，日後可再就此重疊處加以釐清。

若從 PCK 的內涵而言，課程知識 (CK) 與教師對學生學習的理解 (KSU)，教師對學生學習的理解 (KSU) 與課程知識 (CK)，教師的教學策略 (IR) 之間，教師的教學表徵 (RR) 與課程知識 (CK) 和學科知識 (SMK) 之重疊更證明過去學者（林曉雯，1996；黃永和，1996；Marks, 1990）所強調其類別間重疊性與不易切割性的內涵。

在鑑別效度部份，主要在檢核各分量表之間的關聯性，以確認此分量表在整份問卷中是否為獨立的量表。從表 5 的資料顯示五個分量表之鑑別效度界於 0.30 至 0.34 之間，此結果可支持各分量表之間的獨立性。

除上述所採用檢驗效度之方式外，另一驗證效度的方式為比較各班級間在各分量表之間的差異。經 F-test 檢驗結果

表 6：國中學生在 SPOTPCK 中各分量表分數與各班級之間的變異數分析

| Source of Variation | SS | DF | MS | F | P |
|---------------------|-----------|-----|------------------|-------|-------|
| CK 分量表 | | | | | |
| 班級 | 28541.51 | 23 | 1240.94 79.79 | 15.55 | .00** |
| 殘餘誤差 | 72687.65 | 911 | | | |
| 全部 | 101229.16 | 934 | | | |
| KSU 分量表 | | | | | |
| 班級 | 10077.10 | 23 | 438.13 46.44 | 9.44 | .00** |
| 殘餘誤差 | 42303.89 | 911 | | | |
| 全部 | 52380.98 | 934 | | | |
| IR 分量表 | | | | | |
| 班級 | 18519.39 | 23 | 805.19 60.96 | 13.21 | .00** |
| 殘餘誤差 | 55538.22 | 911 | | | |
| 全部 | 74057.61 | 934 | | | |
| SMK 分量表 | | | | | |
| 班級 | 1889.75 | 23 | 82.16 8.98 | 9.15 | .00** |
| 殘餘誤差 | 8180.65 | 911 | | | |
| 全部 | 10070.40 | 934 | | | |
| RR 分量表 | | | | | |
| 班級 | 3841.45 | 23 | 167.02 13.51 | 12.36 | .00** |
| 殘餘誤差 | 12310.04 | 911 | | | |
| 全部 | 16151.49 | 934 | | | |

**P < 0.001

(參見表 6)，各分量表在各班得分上有顯著差異 ($p < 0.01$)，由此可證明各個教師在不同班級中所採用的學科教學確實不同。此結果足可證明教師的學科教學依不同班級、不同情境所呈現出的方式有所差異之論點。

結論與建議

本研究企圖將質的研究方法與過去學科教學內涵的實証研究結果，配合量的資料分析法設計出一份 SPOTPCK 問卷。在研究的過程中發現，將研究的構念由研究者的角度，轉移至學生的理解程度，這中間有許多的差距，例

如透過學生的觀點所做的回答，使得題目所歸屬的類別與原先設計的類別有所差異；研究者依據 PCK 理論與質性實徵研究所歸納出的類別，在因素分析中所佔的變異量未必非常的大；再加上 PCK 本身類別間的重疊性。這些議題皆屬質量研究合併中的困難處。

本研究所發展的 STOTPCK 問卷，就中部地區（彰化縣、台中縣市）國中 1,2,3 年級樣本而言，信效度考量的結果大體理想。唯在問卷中所設定的五個類別所佔的變異量略低，值得日後再一次的確認 PCK 之類別，做進一步的探究。

在協助科學教師改進自身之教學表現中，一直欠缺一些工具能快速的協助教師瞭解其學

生之觀點。雖然有些研究者 (Eash & Waxman, 1982; Fraser, 1990; Rentoul & Fraser, 1979) 發展一些測量學生對教室或教師教學表現知覺的量表, 但是這些問卷都未具體檢核教師的學科教學表徵、學科教學策略、教師的學科知識等向度。本份問卷的設計可協助教師與研究者得知全班與個別學生對其學科教學表現的反應外, 並能了解不同班級學生對教師的學科教學表現, 及在不同單元中教師學科教學表現等資料。此等資訊足以做為科學教師自我學科教學反省之診斷工具, 並得以做為研究者深入收集質性資料的輔助工具。

由於, 近年來科學教學的研究已由微觀的觀點 (如何影響學生認知學習的教學策略), 發展成由巨觀的觀點 (營造好的學習環境) 來提升學生的科學學習。事實上教師營造的學習環境應包含物質、教育與心理等三個面向。Fraser 等學者也指出教師的知識亦為影響學習環境的因素之一 (Fraser, Rennie, & Tobin, 1990; Tobin & Fraser, 1989; Tobin, Kahle, & Fraser, 1990)。Fraser (1994b) 提出, 目前雖已建立出一系列的教學環境量表, 唯這些量表僅測出教師所營造之一般性教學情境, 而與學科教學並無太大關聯, 他建議研究者可依據自己的目標設計教學環境量表。本研究所設計出的量表, 或許可得到有關教師營造出的學科教育環境與心理環境方面的資料, 然此部份之結論應由日後所得之資料, 分析本份問卷與學習環境問卷之關聯性來確認。

未來的研究方向宜將問卷結果做為選擇單位 (Fraser, 1994a), 以便能利用量表所得之結果做深入的晤談。此外, 就狹義的 PCK 觀點而言 (段曉林, 1996), 應指教師在特定學科單元中的教學。因此使用者可將題目中有關科學之字眼改為特定學科之概念, 以便能配合個人之需求, 得到有關學生對教師學科教學觀感之具體回饋。最後, 本份問卷量表僅就教師現有的學科教學做一呈現, 未來宜增加學生理想中的教師學科教學表現填答表, 以便使教

師反省與改進的方向更能符合學生的期盼。

謝 辭

本研究承蒙國科會八十五學年度專題計畫經費補助 (NSC 86-2513-S-018-007), 復蒙期刊審查委員的悉心指正, 在此一併致謝。

參考文獻

1. 周文欽、歐滄和、許擇基、盧欽銘、金樹人、范德鑫 (1995): 心理與教育測驗。台北: 心理出版社。
2. 邱美虹、江玉婷 (1997): 初任與資深國中地球科學教師學科教學知識之比較。科學教育學刊, 5(4), 419-460。
3. 邱美虹 (1997): 國中科學教師特質與其檢定之研究 (I): 比較初任科學教師與資深科學教師知識與技能表現。國科會專題研究成果報告 (NSC-84-2513-S-003-004)。台北: 國立台灣師範大學。
4. 林曉雯 (1996): 國中生物教師教學內容知識的詮釋性研究。屏東師院學報, 9, 263-290。
5. 段曉林、張惠博、王國華 (1996): 學生對教師學科教學知覺問卷之發展。文章發表於中華民國第十二屆科學教育學術研討會, 台中, 台灣, 民八十五年十二月二十八、二十九日。
6. 段曉林 (1996): 學科教學知識對未來科教師資培育上的啓示。第一屆數理教學及師資培育學術研討會論文彙編, 118-143。
7. 張惠博 (1996): 職前科學教師學科教學知識發展之研究。科學教育學刊, 4(1), 59-92。
8. 黃永和 (1996): 國小實習教師數學學科教學知識之個案研究。文章發表於中華民國第十二屆科學教育學術研討會, 台中, 台灣, 民八十五年十二月二十八、二十九日。
9. 楊國樞、文崇一、吳聰賢、李亦園 (1989): 社會及為科學研究法。台北: 東華書局。
10. 賴慶三 (1997): 國小實習教師數學學科教學知識之個案研究。台北師院學報, 10,

- 455-500。
11. 簡紅珠 (1993) : 師範生學科與學科教學的知識基礎。師範教育多元化與師資素質學術研討會會編, 15-30。
 12. 鄭湧涇、楊坤原 (1995) : 對生物學的態度量表之發展與效化。科學教育學刊, 3(2), 189-211。
 13. Borg, W. R. & Gall, M. D. (1989). *Educational research* (5th ed.). New York : Longman.
 14. Carter, K. (1990). Teachers' knowledge and learning to teach. In Houston, W. R., Haberman, M., & Kikula, J. (Eds.). *Handbook of research on teacher education* (291-310). Macmillan: New York.
 15. Clermont, C. P., Borko, H., & Krajcik, J. S. (1994). Comparative study of the pedagogical content knowledge of experienced and novice chemical demonstrators. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(4), 419-441.
 16. Coble, C. R. & Koballa, T. R. (1996). Science education. In Sikula, J. (Ed.). *Handbook of research on teacher education* (2nd ed.)(459-484). New York: Macmillan.
 17. Cochran, K. F., DeRuiter, J. A. & King, R. A. (1993). Pedagogical content knowing: An integrative model for teacher preparation. *Journal of Teacher Education*, 44(4), 263-272.
 18. Duschl, R. A. & Waxman, H. C. (1991). Influencing the learning environments of student teaching. In Fraser, B. J. & Walberg, H. J. (Eds.). *Educational Environments* (255-270). New York: Pergamon Press.
 19. Eash, M. J. & Waxman, H. C. (1982). *Evaluating teacher behavior with student perceptions: A manual for the our class and its work questionnaire*. Unpublished document, University of Illinois at Chicago.
 20. Fraser, B. J. (1990). *Individualized classroom environment questionnaire (ICEQ)*. Melbourne: Australian Council for Educational Research.
 21. Fraser, B. J. (1994a). *A quarter of century of research on classroom environment*. Invited paper presented at the International Symposium on Research of Science Instruction. June 20-21, 1994, Taipei.
 22. Fraser, B. J. (1994b). Research classroom and school climate. In Gabel, D. L. (Ed.). *Handbook of research on science teaching and learning* (493-541). New York: Macmillan Publishing Company.
 23. Fraser, B. J., Rennie, L. J. & Tobin, K. (1990). The learning environment as a focus in a study of higher-level cognitive learning. *International Journal of Science Education*, 12, 531-548.
 24. Fry, G., Chantavanich, S. & Chantavanich, A. (1981). Merging qualitative and qualitative research techniques: Toward a new research paradigm. *Anthropology and Education Quarterly*, 52(2), 145-158.
 25. Geddis, A. N. (1993). Transforming subject-matter knowledge : The role of pedagogical content knowledge in learning to reflect on teaching. *International Journal of Science Education*, 15(6), 673-683.
 26. Geddis, A. N., Onslow, B., Beynon, C., & Oesch, J. (1993). Transforming content knowledge: Learning to teach about isotopes. *Science Education*, 77 (6), 575-591.
 27. Gee, C. J. & Gabel, D. L. (1996). *The first year of teaching: Science in the elementary school*. Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching. St Louis, MO, March 31 - April 3.
 28. Grossman, P. L. (1988). *A study in contrast: Sources of pedagogical content knowledge for secondary*

- English teacher*. Unpublished doctoral dissertation, Stanford University, Stanford.
29. LaBonty, J. & Danielson, K. E. (1988). Effective teaching: What do kids say? *The Clearing House*, 61, 394-398.
30. Lloyd, B. A. & Lloyd, R. C. (1986). Teaching/learning: The student viewpoint. *Reading Horizon*, 26(4), 266-269.
31. Loughran, J. & Derry, N. (1995). *Researching teaching for understanding: the students' perspective*. Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association. San Francisco, Ca, April 18-22.
32. Magnusson, S., Borko, H. & Krajcik, J. S. (1992). *The relationship between teacher content and pedagogical content knowledge and student content knowledge of heat energy and temperature*. Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching. Boston, Massachusetts, March, 1992.
33. Marks, R. (1990). Pedagogical content knowledge: From a mathematical case to a modified conception. *Journal of Teacher Education*, 41(3), 3-11.
34. Maroufic, C. (1989). A study of student attitudes toward traditional and generative models of instruction. *Adolescence*, 24(3), 65-72.
35. McDiarmid, G. W., Ball, D. L. & Anderson, C. W. (1989). Why staying one chapter ahead doesn't really work: Subject-specific pedagogy. In M. C. Reynolds (Ed.), *Knowledge base for the beginning teacher* (185-192). Oxford: Pergamon.
36. Munby, H. (1986). *A qualitative study of teachers' beliefs and principles*. Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association, Montreal, Canada.
37. Murray, F. B. & Porter, A. (1996). Pathway from the liberal arts curriculum to lessons in the schools. In Murray, F. B. (Ed.). *The teacher educator's handbook* (155-178). San Francisco: Jossey-Bass.
38. National Research Council (1996). *National Science Education Standards*. Washington, D. C.: National Academy Press.
39. Olson, L. & Moore, M. (1984). *Voices from the classroom: Students and teachers speaking out on the quality of teaching in our schools*. Oakland, CA: A Report of the Students for Quality Teaching Project, Citizens Policy center. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 252 497)
40. Rentoul, A. J., & Fraser, B. J. (1979). Conceptualization of inquiry-based on open classroom learning environments. *Journal of Curriculum Studies*, 11, 233-245.
41. Reynolds, A. (1992). What is competent beginning teaching? A review of the literature. *Review of Educational Research*, 62(1), 1-35.
42. Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15 (1), 4-14.
43. Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1-22.
44. Shulman, L. S. & Skyes, G. (1986). *A national board for teaching? In search of a bold standard*. Paper presented at the Task Force on Teaching as a Profession, Carnegie Forum on Education and Economy, Stanford, CA.
45. Steele, D. F. (1994). *Helping preservice teachers confront their conceptions about mathematics and mathematics teaching and learning*. Paper presented

- at the Annual Meeting of the American Educational Research Association. New Orleans, LA, April 4-8.
46. Tamir, P. (1988). Subject matter and related pedagogical knowledge in teacher education. *Teaching and Teacher Education*, 4, 99-110.
 47. Tobin, K. (1993). *Applications of qualitative and quantitative data in interpretive research*. Paper presented at the 1993 International Conference on Interpretative Research in Science Education. Taipei, Taiwan, November 25-28.
 48. Tobin, K., Tippins, D. J. & Gallard, A. J. (1994). Research on instructional strategies for teaching science. In Gabel, D. (Ed.), *Handbook of Research on Science Teaching and Learning* (45-93). New York: Macmillan Publishing company.
 49. Tobin, J., Kahle, J. B. & Fraser, B. J. (Ed.) (1990). *Windows into science classes: Problems associated with higher-level cognitive learning*. London: Falmer.
 50. Tobin, K. & Fraser, B. J. (1989). Barriers to higher-level cognitive learning in high school science. *Science Education*, 73, 659-682.
 51. Tuan, H. L. (1996). Investigating the nature and development of pre-service chemistry teachers' content knowledge, pedagogical knowledge and pedagogical content knowledge. *Proceedings of the National Science Council Part D: Mathematics, Science, and Technology Education*, 6(2), 101-112.
 52. Tuan, H. L. & Kaou, R. C. (1997). A study of a beginning Taiwanese eighth grader physical science teacher's pedagogical content knowledge development. *Proceedings of the National Science Council Part D: Mathematics, Science, and Technology Education*, 7 (3), 135-154.
 53. Turley, S. (1994). *The way teachers teach is, like, totally whacked: The student voice on classroom practice*. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association. New Orleans, LA, April 4-8.

Development of Students Perceptions of Teacher's Pedagogical Content Knowledge Questionnaire

Hsiao-lin Tuan¹, Kuo-Hua Wang¹, and Hui-Po Chang²

¹Graduate Institute of Science Education, National Changhua University of Education

²Physics Department, National Changhua University of Education

Abstract

Ever since Shulman introduced the concept of pedagogical content knowledge (PCK), in 1986, many scholars have been interested in studying the effects and implications of a teacher's PCK on student learning. But few research have investigated the appropriateness of PCK from students' perspective. The purpose of this study was to develop a students' perceptions of teacher's pedagogical content knowledge (SPOTPCK) questionnaire to investigate the nature of PCK.

Theoretical claims and empirical research in PCK were used to design questions and sub-scales for the SPOTPCK. Expert science teachers and students and face validity of the instrument were established. An initial version of the instrument was administered to 634 students and five subscales were derived based on factor analysis of the data. The final version of SPOTPCK was administered to 935 students in 10 schools in central Taiwan. Analysis of these data showed students were able to identify aspects of teachers' PCK. The total Cronbach of the SPOTPCK was 0.95, α arranged from 0.30 to 0.90 among the five subscales. Implications and applications of the SPOTPCK are discussed.

Key word: Pedagogical content knowledge, questionnaire development, science teaching, students' perceptions.