科學教育學刊
1998, 第六卷第四期， 363-381

EJ51-1998-363

國中學生對科學教師學科教學之知覺

王國華[1]　段曉林[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：87 年 9 月 17 日，接受日期：87 年 12 月 30 日）

摘要： Shulman (1986, 1987) 認爲教師必須具備良好的學科教學知識 (pedagogical content knowledge)，其爲教師能否施行有效教學的重要指標。對於教師學科教學的研究，過去都以教師爲主要研究對象，而很少由學生的角度來探討，本研究的目的，即試圖探討學生在教室環境中對科學教師學科教學表現的感受，以了解我國科學課室教學的面貌。本研究統合收集和分析質與量的數據，以探討研究的主題。量的資料收集主要以問卷調查爲主，研究對象爲本省台北、台中、和高雄三都會區的國中學生，利用二階段叢集隨機取樣方式，抽出以上三都會區二十五所國中，共 50 班作爲施測的對象，受調查學生人數共計 1879 人。研究工具主要爲「學生對教師學科教學知覺」問卷，分別對受調查班級的學生進行調查。質的資料收集則選取生物教師三位、理化教師三位，以「學生對教師學科教學知覺」問卷爲主要參考架構，對上述六位科學教師上課情形進行教室觀察和錄影、師生晤談、及文件資料收集，所收集資料，經歸納、分析、和比較，以進一步印證量的資料結果。研究發現學生認爲科學教師的學識豐富可以肯定，但覺察到老師經常利用考試來檢查他們的學習情形，而老師所用之知識表徵方式和教學策略與活動等的多樣性較少；本研究也發現學生對教師的學科教學知覺隨教師性別、學科、學生性別、學校大小和地理位置等因素而有顯著不同。本研究的結果，除可供教師自我教學反省改進外，也可提供師資培育課程（包含課程內容與傳授方法）之參考，以協助未來科學教師獲得他們在教學中所需要的知能。

關鍵詞： 教師學科教學知識、質與量數據統合運用、學生的知覺。

前　言

影響學生學習的因素很多， Walberg (1991) 整理過去的有關研究，提出九個能增加學生學習的重要因素，並將這九者分爲三大類：即學生因素（包括學生的知識背景、心理發展、和學習動機等）、教學因素（包括指導學生專注學習的時間和教學品質等）、與學習的心理環境因素（包括家庭學習環境、教室學習環境、校外交友環境、和休閒環境）等等。其中教學因素是身爲教師所應特別注重的，因

爲有效的教學，對學生學習的提升幫助很大。

教師應如何進行有效教學，使學生能專注學習，一直都是教育研究的重點。早期研究的焦點較注重在教師的教學行爲，而最近則偏重於教師知識的研究。教師知識的研究歷史很短，最近幾十年才展開。很多學者認爲教師是一專業工作，需要專業知識背景 (Bellamy, Borko, &Lockard, 1992; Carlsen, 1987; Hashweh, 1987)，也需要實作經驗知識，更需要兩者之融合，教師的教學知識和學科知識對教學和學生的理解是很重要的 (Tobin & Garnett, 1988)。最近有關美國國家科學教育標準 (National Research Concil, [NRC], 1996) 和科學素養基準 (American Association for the Advancement of Science, [AAAS], 1993) 也同樣的在其內容中強調學科內容及其如何教的重要性。

其次教師知識的內涵是許多學者很有興趣的議題。Shulman (1986) 首先提出由學科知識 (subject matter content knowledge)、學科教學知識 (pedagogical content knowledge)、和課程知識 (curricular content knowledge) 共同組織完整教師知識的觀點。接著，Shulman (1987) 又提出教師需具備的知識體系有 (1) 學科知識 (2) 學科教學知識 (3) 一般教學知識 (4) 課程知識 (5) 學習者知識 (6) 教育的歷史與哲學，及 (7) 教育行政的知識等七種。其中 Shulman 所強調的學科教學知識，是使教學更爲有效的教師知識。學科教學知識是教師將其所理解的學科內容和教學融合後呈現出來，以使學生容易理解的知識。擁有學科教學知識的教師，能彈性的運用適當的教學策略或表徵方式，將學科教材的意義傳送給學生，讓學生知曉教材的意義，這樣的工作沒經過專業訓練無法擔任。自從 Shulman 提出這些觀念之後，許多學者紛紛表示其對學科教學知識的看法，及對其在教學上重要性的探討（邱美虹和江玉婷，1997；段曉林，1996；張惠博，1996；Carlsen, 1987; Grossman, Wilson, & Shulman, 1989; Lin & Yang, 1998; Marks, 1990）。

然而，過去對於教師學科教學知識的探究，都以教師爲主要研究對象，收集質或量的資料，予以直接詮釋與建議，這樣的結果似乎有所不足，如果，也可能由學生針對教師學科教學的表現進行反應，似乎更能顯示其實際的意義，對教師的教學改進應可提供很好的反省和啓示 (Fraser, 1991)。此種由環境中人對其所處環境的評量之觀念，原由 Murray (1938) 在研究人類環境時所提出，在教育研究方面，也有學者利用這種想法，來檢視教師之教學 (Duschl & Waxman, 1991; Loughram & Derry, 1995)。

綜合以上的論點，本研究的目的著重於由國中學生對科學教師學科教學之知覺，了解我國科學教師學科教學的面貌及其相關因素。本研究的待答問題如下：㈠、學生對科學教師學科教學之知覺如何？㈡、影響學生對教師學科教學知覺的相關因子爲何？

文獻探討

一、學科教學知識 (pedagogical content knowledge, PCK) 的內涵及其演變

學科教學知識爲教師知識的一種特殊形式，是 Shulman (1986, 1987) 首先提出來的，其意涵爲教師能以其對學科內容和教學的知解，以最佳的方式，例如類比、說明、範例、解說、和示範等等，呈現某一學科內容以使學生易於理解。換言之，教師能以多種方式呈現教學內容，使學生容易理解。因此 Shulman (1987) 所界定的 PCK 應是指教師能融合其學科內容知識和教學知識，針對學生的興趣和認知能力，以不同之方式組織、調整、和呈現特定學科內容，使學生容易學習。

自從 Shulman 提出 PCK 的觀念後，很

多學者也提出不同的界定。例如 Grossman (1988) 認爲 PCK 包括：教師對教學內容的信念、了解學生對教材內容的理解與錯誤、對課程內容的認識、及對學科教學方法與概念內容表徵方式的深刻了解與運用。 Kennedy (1990) 則強調 PCK 在了解如何呈現概念、了解學生如何學習和其困難， PCK 不是學科知識與教學知識的混合物而是化合物，其重點是融合 (blend) 不是加總。 Marks (1990) 提出 PCK 是教師在針對一群特殊學生教授一些特殊內容、概念、和技能時所用的教學策略，這些策略包括選擇、評鑑、接受、和利用教材與資源來教一些特殊的學科內容。 Tamir (1988) 則強調 PCK 是一種評量的策略和方法，可評量學科知識和了解學生。 Cochran, DeRuiter 和 King (1993) 以建構主義教與學的觀點認爲 PCK 整合了教學知識、學科內容知識、對學生背景理解知識、和情境知識等等，他們對 PCK 的內涵增加了教師對學生學習情境的社會、政治、文化、和物理的因素。國內學者邱美虹和江玉婷 (1997) 、 Lin 和 Yang (1998) 、和段曉林 (1996) 等對 PCK 的內涵也有其不同看法。

雖然，以上學者對 PCK 的看法不盡相同，不過大體上也多所重疊，主要的內涵還是以 Shulman 所建議的架構爲主，都在揭示教師要進行有效教學而使學生容易理解所應具備的知識。

二、教師學科教學知識的相關研究

最近有關教師 PCK 如何發展，其如何影響教師教學的過程，以及教師的 PCK 與學生的學習間之關係等等問題，引起很多學者的興趣。

㈠教師學科教學知識的發展

一些學者認爲教師 PCK 的發展與教師的專業工作性質、教學年資、學科知識、和教學反省能力等等因素有關。不同的專業工作，其 PCK 是有差異的，如 Gudmundsdottir (1987) 就提出 PCK 是使科學教師與科學家不同的一種知識。科學教師與科學家不同的地方，不須著重於其學科知識之質與量的不同，而在於其所具有之科學知識如何組織和利用。換言之，教師科學知識之利用是由教學之觀點，組織以幫助學生理解特定之科學內容。但科學家不同，其科學知識是由研究的角度，來組織利用，以增加在其領域的新知識。 Hauslein, Good 和 Cummins (1992) 等人也有相同觀點，他們對包括資深科學教師、資深科學家、初任科學教師、主修科學的大學生和 職前科學教師等四群人的學科內容知識結構進行比較研究，發現主修科學的大學生和職前科學教師擁有的學科內容知識較爲鬆散，而資深科學教師、資深科學家、初任科學教師的學科知識則較深入和複雜，但是科學家和科學教師也有不同，前者的學科知識較爲有彈性，後者則可能受限於課程的束縛，結構較爲固定無變化，此顯示教師與科學家的專業工作不同，其學科知識結構有差異。另外， Hashweh (1987) 研究三位物理教師和三位生物教師的科學知識和其對這些教師教學的影響，研究發現，當參與研究的教師如被問及非其專業領域的學科知識時，會顯示出較多的迷思概念、錯解、和較少的理解，然而在其專業領域，對教科書內即使是很偏僻的主題都較能深入了解，並能根據教學經驗給予組織修飾，而且較能發現學生的迷思概念並給予指導。這些教師也同樣會用一些例子和類比，但在其專業領域內其所用的例子和類比較爲正確和相關。

另外，研究也發現教師的 PCK 因教學年資而有所不同，例如， Gess-Newsome 和 Lederman (1993) 發現職前教師常顯示出無法關聯教學與學科內容，而 Carlsen (1987) 提到初任教師擁有低層次的學科教學知識，常問事實和簡單記憶的問題，另外，也有研究指出初任教師較容易直接呈現課本中的內容，而不會因學生的能力或程度加以修飾呈現較協調一致的架構，其教學決策也較籠統，不會針對

學生的先前知識、能力、和學習策略的不同而調整 (Carpenter, Fennema, Petersen, & Carey, 1988)。而在比較初任與資深教師知識差異的研究中，Clermont, Borko 和 Krajcik (1994) 發現生手教師和有經驗教師在學科知識與教學表徵知識有差異，邱美虹和江玉婷 (1997) 也發現資深地科教師比初任地科教師較能掌握教學目標並將之落實，較能補充課外知識，較能了解學生學習困難，而 Lin 和 Yang (1998) 也提出典範生物教師具有多種不同知識基礎可進行知識表徵。

也有一些學者從教師的學科知識著手，研究其 PCK 如何發展。一些研究 (Carter & Doyle, 1987; Happs, 1987; Tobin & Garnett, 1988) 主張有較佳學科知識的教師能較有效率的傳輸知識，學生也較容易接受。但是，Yager, Hidayat 和 Penick (1988) 的研究卻顯示有很好學科知識、與對科學的眞正理解、和與學生的溝通能力間的關係是很小的。而 Mason (1988) 的研究也顯示出有好的學科知識的初任和職前教師並不能進行有效的教學。

另外，教師的持續不斷教學反思對其 PCK 的發展也有關係，Espinet (1988) 檢驗教師如何由其學科知識發展學科教學知識，發現教室環境有結構性，以學生爲主，可以提供機會讓教師了解學生的學習和思考過程，以增進教師的學科教學知識。Gudmundsdottir (1987) 則提到 PCK 的發展是教學中不斷對學科內容再結構過程，Gess-Newsome 和 Lederman (1993) 也發現教師學科知識因教學的結果而不斷修正。

㈡教師的 PCK 如何影響其教學

研究指出教師的學科教學知識會影響其教材的選擇和教學的過程 (Grossman, 1988)。Hashweh (1987) 的研究顯示教師對教科書內容的選擇和修飾是與其學科知識有關的。Gallagher 和 Tobin (1985) 也提出教師的學科知識，不但影響其對教科書內容的選擇和利用，並且也影響其如何規劃教學流程和與學生的互動。另外，Carlsen (1991) 發現教師的學科知識不同，會影響其教學策略，學科知識豐富的教師多傾向於使用以教師主導全班的教學策略，相對的，以學生爲主的教學策略大多爲學科知識較不足的教師所喜歡採用。

然而，也有學者認爲教師的學科知識並不是教師做決策的主要影響因素，例如 Duschl 和 Wright (1989) 在檢驗教師做教學決策與教師的科學本質、科學結構、和科學內容知識間關係的研究，發現並無充分証據支持，教師的科學本質觀點會直接傳輸於課室教學中，其他的因素，例如學生概念發展的需要、課程目標、責任的壓力等，則是教師做教學決策時會較優先考慮的。

另外，Gess-Newsome (1992) 探討教師學科知識結構的本質和來源及其與課室教學之關係，得到兩個主要發現，第一，有六個主要因素影響教師轉換學科知識於實際教學中，這些因素包括教師的意圖、學科知識、教學知識、學生因素、教師的習慣、和時間。第二，參與研究教師報告說他們大學所學的學科內容和實際的教學經驗爲兩個影響其學科知識結構的主要因素。此結果與 Gess-Newsome & Lederman (1995) 的研究發現相同。

㈢教師的 PCK 對學生學習之影響

教師的 PCK 是否會影響學生的學習呢？Magnusson, Borko, Krajcik 和 Layman (1992) 利用電腦輔助實驗教學的環境探討教師知識與學生學習的關係，發現這二者間是有關聯的。研究結果指出如教師知識豐富，但以單調的方式呈現，學生的知識並無改善；而如果教師知識豐富，且以多種方式呈現，學生的知識則顯著改善；但是如果教師知識不足，而其呈現方式雖多樣化，學生的知識並無改善，且有些是不正確的。相同的結果也出現於 Bellamy, Borko 和 Lockard (1992) 等人的研究中，他們發現教師的遺傳學知識不足是無法促使學生理解遺傳概念的原因。而 Brick-

house (1990) 在探究三位理化教師對科學本質的看法如何影響到其教室教學的研究中，指出教師對於自然科學的看法可能表現在其教學中，也會影響學生對科學及如何學習科學的態度。Kennedy (1998) 則強調如果教師缺少合宜的 PCK ，不當的呈現科學，會讓學生誤以爲科學知識是已經完成的，不會繼續進展，對學生將是一種誤導。

三、學生知覺教師教學之相關研究

對於教室環境的研究， Murray (1938) 曾提出 alpha press 和 beta press 的觀念，alpha press 爲研究觀察者對環境的直接評估， beta press 則爲由處於該環境的當事者（例如學生和老師）對其環境的知覺描述，後來 Stern, Stein 和 Bloom (1956) 等人將 beta press 的觀念加以發展，而提出 private beta press 和 concensus beta press 的觀念，來描述環境中個人和團體對其所處環境之認知和感受。此種由環境中人對其所處環境評量之觀念，在過去幾十年教室環境的研究被引用頗多 (Chavez, 1984; Fraser, 1991) 。

另外，對於教師教學成效之評量一直爲教育學者的興趣。複雜的教學問題需要有彈性而多樣的有效反應，換言之，在教室複雜的情境，評估教師的教學成效需要多面向的評量系統，而學生的觀點，可以爲評估教師教學的一個參考面向 (Brophy & Good, 1986) 。一些學者 (Albrecht, Hanna, & Hoyt, 1986; Chavez, 1984) 都主張學生對於教室環境的知覺能有效的預測其學習成就和了解教學的過程，另外一些研究 (Clark, 1987; Duschl & Waxman, 1991) 也支持這種看法。

Kennedy (1998) 提到 PCK 是一種教師的特殊知識，是有別於教師對教學及教學內容的概念理解，教師擁有 PCK ，除了能抓住所要講授概念的意義之外，也要能藉由類比、隱喻、或其他方式，將之外顯出來，讓學生理解，因此，按照 Kennedy 的說法，學生應該對教師所外顯的 PCK 有所知覺才對。

由以上文獻的探討，歸納出與教師的 PCK 發展與呈現之相關因素很多，教師的 PCK 會影響其教學，也會影響學生的學習。而應用 Murray 的 beta press 觀念，即由學生的觀點對教師學科教學進行檢視，對教師教學之理解應有幫助。有鑒於此，本研究企圖由調查學生對科學教師學科教學的知覺，探究我國科學教學的一些面貌。

研究方法和步驟

本研究統合質與量的研究方法，量的資料收集主要以問卷調查爲主，研究工具主要爲「學生對教師學科教學知覺」問卷，分別對受調查班級的學生，及其理化和生物教師進行調查。質的資料收集以「學生對教師學科教學知覺」問卷爲主要參考架構，對六位個案科學教師上課情形進行教室觀察和錄影、師生晤談、及文件資料收集。以下爲量和質的資料搜集的方法和步驟：

一、量的資料收集方法和步驟

㈠研究工具

本研究主要採用問卷調查法，研究工具主要是利用「學生對教師學科教學知覺問卷 (Students Perceptions of Teacher's Knowledge Questionnaire, SPOTK) 」(Tuan, Chang, Wang, & Treagust, 1997)，此問卷之理論架構爲 Shulman (1986, 1987) 對教師知識的詮釋，而其中有關教師的學科教學知識，又經許多學者的探討，歸納爲七個類別，即教學策略知識、教學表徵知識、學科內容知識、對學生的知識、課程知識、評量知識、和教學情境與文化知識等。在考量其它相關研究與適合於國內之教育情境，本問卷由最初的以上七類經修正後得到五個類別，包括教師的課程知識 (curriculum knowledge, CK)、評量學生理解知識 (knowledge of how to

assess students' understanding, KSU)、教學策略知識(instructional repertoire, IR)、學科內容知識 (subject-matter knowledge, SMK)、和教學表徵知識 (representational repertoire, RR) 等（段曉林、王國華、張惠博，1998）。後來研究者再精簡題目，只保留評量學生理解知識 (KSU)、教學策略知識 (IR)、學科內容知識 (SMK)、和教學表徵知識 (RR) 等四個類別並編成四個分量表以作爲本研究探知教師學科教學呈現的工具。而這四個分量表的主要構念爲，IR 分量表在探知學生對老師所用之教學策略與方法之感受；RR 分量表在探知學生對老師所用之學科內容之表徵方式，如用比喻、示範、解說、媒體及活動等之理解；SMK 分量表在探知學生對老師之學科知識的感受，如老師知識是否豐富、統整、容易了解；KSU 分量表在探知學生對老師實施評量的感受。本問卷採 Likert scale 的方式，希望學生按各題題意對教師教學呈現之感受，以「從來沒有」、「很少發生」、「偶爾發生」、「經常發生」、和「總是如此」等五分法予於表示意見。本量表之信度測試，發現問卷各分量表的 α 值分佈於 0.94 至 0.97 之間，而因素分析的結果也支持四個因子的主結構 (Tuan, Chang, Wang, & Treagust, 1997)。本問卷因針對不同科目，而有「理化」、「生物」兩種版本，其中「生物」科版本之題目如附錄一。

㈡研究對象

本研究之調查對象主要爲台北、台中、高雄三都會區國民中學學生爲對象，調查其對科學教師（包括理化與生物教師）學科教學之感受情形。

㈢取樣方法

取樣範圍爲台北、台中、高雄三都會區國民中學。利用二階段叢集隨機取樣 (2 stage-cluster random sampling) 方式，第一階段在各都會區列出所有國中的累進總學生數，將學校分成 2.5 段，再由每一分段中，隨機抽樣選取學校，最後台北地區抽出 12 所，台中地區抽出 5 所，高雄地區抽出 8 所，總計 25 所國中，完成第一階段抽取。第二階段再由第一階段選出的每一國中隨機抽取一年級（生物）一班，和二年級（理化）一班，總計每一學校兩班，二十五所國中共 50 班，受調查學生人數共計 1879 人。

㈣資料收集

抽樣完畢後，經與受測學校聯絡，獲得同意後，正式進行施測，施測進行係由本研究群施測人員前往被抽樣學校的班級，對學生及其任課教師進行資料收集。接受調查之學生基本資料如下：

表 1：接受調查國中學生基本資料之人數、百分比

基本資料	人 數	百分比	基本資料	人 數	百分比
學生性別			學校大小		
男	913	48.6	小	686	36.7
女	966	51.4	中	621	33.2
			大	561	30.0
受教學科			學校位置		
生物	931	49.5	北	818	43.5
理化	948	50.5	中	415	22.1
			南	645	34.3
教師性別					
男	572	30.4			
女	1307	69.6			

㈤資料分析

施測完成，所有問卷回收後，由研究群人員先行核對各問卷之答題情形，如有不按規定答題之問卷，則先予以剔除。之後，進行問卷之編碼工作，以確定各變數欄位、變數名稱、及變數值等。再按規定之格式鍵入資料，並做雙重的比對，以避免資料輸入錯誤。因本問卷採 Likert scale 的方式，讓學生對各題以「從來沒有」、「很少發生」、「偶爾發生」、「經常發生」、和「總是如此」等五分法予於表示意見。故其計分方式乃依學生之勾選不同，分別給與 1 至 5 不等的分數，若爲反向敘述則予反轉計分。本研究所顯示之學生對教師學科教學感受之四個分量表（教學知識、表徵知識、學科內容知識、評量學生理解知識）之計分，則由各分量表之各題得分之合計而得。最後所獲得數據，利用 SAS 統計軟體，進行描述性統計、 t-test 和 F-test 等各項分析。

二、質的資料搜集方法和步驟

爲增加研究的效度以進一步印證量的資料結果，本研究也進行質的資料收集。而質的資料，主要有教室觀察、與師生之晤談、和文件資料等等。利用持續比較法 (constant comparison) 和三角校正法 (triangulation) (Denzin, 1978)，分析歸納形成研究發現和主張，以了解科學教師學科教學的呈現和其相關因素。

本研究在研究進行期間，選取生物教師三位、理化教師三位，及其班級，以「學生對教師學科教學知覺」問卷爲主要參考架構，對上述六位科學教師上課情形進行教室觀察和錄影、師生晤談、及文件資料收集，學生是老師選取，選取的樣本儘量的有代表性。學生被要求對教室進行中所發生的活動和事件發表看法，而且也問及其對問卷的問題，說出其感想。

研究結果

有關本研究結果，將以質與量資料混合的形式，呈現學生對科學教師學科教學之反應：

一、學生對科學教師學科教學之知覺

從問卷的數據做量的資料分析，結果如表 2 所示，學生對科學教師學科教學呈現之知覺，在 SPOTK 的四個分量表有顯著差異 ($F=285.18$, $p < 0.01$)，學生對教師的 SMK 得分最高 (M=36.07, SD=6.17)，其次爲 KSU (M=34.13, SD=7.14)、第三爲 RR (M=30.94, SD=7.25)，而 IR 最低 (M=29.94, SD=8.36)。如依各題之平均得分而言，學生對教師的 SMK 之感受 (M=4.03, SD=0.67)，都在「經常發生」以上，顯示學生經常認爲老師學科知識是豐富的、值得肯定的；而對教師的 KSU(M=3.80, SD=0.79) 也趨近於「經常發生」，表示學生常常覺得老師利用評量來檢查他們學習的情形。而學生對科學老師 RR (M=3.45, SD=0.80)、和 IR (M=3.34, SD=0.93) 的感受，則偏向於「偶爾發生」，顯示學生知覺到老師所用的教學表徵方式和教學策略的多樣性較少。

由於表 2 顯示，學生對教師學科教學知覺在 SPOTK 的四個分量表有顯著差異，其中又以對教師學科內容知識的知覺最高，教師的評量知識次之，而教學策略和教學表徵知識最低，因此，有必要依次將各分量表的主要內容進一步分析，以了解我國科學教師學科教學的詳細面貌。

㈠學生對科學教師「學科內容知識」的知覺

就問卷之各題得分進一步分析，如表 3 所示，發現各題之平均大多介於「偶爾發生」和「經常發生」之間（即 M=3.0~4.0 ）。而在「學科內容知識」這個分量表，學生之知覺分數高於這個值的爲第 19 至第 23 題，及第 27

表 2 ：學生在 SPOTK 之各分量表得分之平均與標準差

分量表	題數	人數	平均總分	標準差	各題平均	標準差	F值
IR	9	1879	29.94	8.36	3.34	0.93	285.18**
RR	9	1878	30.94	7.25	3.45	0.80	
SMK	9	1879	36.07	6.17	4.03	0.68	
KSU	9	1879	34.13	7.14	3.80	0.79	

**: $p < 0.01$

題等等，其內容爲「我的老師知道他（她）自己所要教授的科學概念」；「我的老師清楚說明科學概念」；「我的老師熟悉科學原理或理論發展的過程」；「我的老師無法回答我們所提出的科學問題」（反向題）；「我的老師知道我們所提的科學問題之答案」；「我的老師對他所教的內容並不熟悉」（反向題），換言之，顯示學生偏向於知覺到老師能熟悉和清楚的說明科學概念、理論、和教材內容，而且也能回答問題。但在此一分量表上，第 24 至 26 題是偏低的，其內容爲「我的老師瞭解科學與科技間的關聯」；「我的老師知道科學發現的歷史」；「我的老師解釋科學對社會的影響」，由此顯示在學生的感受中，其科學教師是較少呈現科學史、科學與科技間的關聯、及科學對社會的影響等方面。

整合與師生晤談和教室觀察的結果，進行資料比對分析，發現學生對教師「學科內容知識」之反應可由以下質的資料進一步詮釋：

我國學生對教師都表示尊敬的，學生認爲老師的學科知識豐富，老師知道很多學生不知道的事，老師爲知識的寶庫，可以從中獲得知識，學生很少質問老師的教學內容，學生學習有困難或被問到不會大多怪自己，而很少怪老師。以下摘錄一些學生對教師學識的看法：

> 「生物老師教全班很好，像他會教課外的東西……等等。」（生物科 1 號學生）
>
> 「…我覺得老師就像一個活化石，所以我喜歡上生物課。」（生物科 7 號學生）

表 3 ：學生在 SPOTK 各題得分之平均與標準差

分量表／題號	平均 (M)	標準差 (SD)
教學策略知識(IR)		
1	3.61	1.32
2	3.51	1.22
3	3.43	1.25
4	3.31	1.25
5	3.09	1.34
6	3.27	1.28
7	3.45	1.15
8	3.24	1.27
9	3.09	1.30
教學表徵知識(RR)		
10	3.89	1.07
11	3.77	1.10
12	3.58	1.15
13	3.70	1.17
14	2.93	1.29
15	3.61	1.12
16	3.69	1.11
17	3.92	1.09
18	1.93	1.27
學科內容知識(SMK)		
19	4.22	1.01
20	4.06	1.00
21	4.19	0.96
22	4.24	1.07
23	4.15	0.99
24	4.00	1.02
25	3.69	1.15
26	3.39	1.24
27	4.34	1.09
評量學生理解知識(KSU)		
28	4.00	1.10
29	3.92	1.07
30	3.97	1.09
31	3.76	1.15
32	3.42	1.16
33	3.58	1.12
34	4.15	0.97
35	3.98	1.05
36	3.57	1.14

「這學期的生物課，都上得蠻高興的，雖然老師講得很快，不好吸收，可是如果（自己）能專心聽講，生物一定會好的。」（生物科 15 號學生）

「…有些學生問他（老師），他都會回答。」（理化科 4 號學生）

而科學教師對於他們自己學科知識的反應，多表示出一些自信，雖然有時會對學生的問題不知如何回答，但大部分情形，都認爲自己能回答學生的問題。另外，由訪談中也發現個案教師認爲他們大學四年所學到的科學知識足夠來教國中學生，但該教師也承認在教學內容的某些部分，例如科學史是他們比較欠缺的，希望有資料可以參考，以讓教學更有趣，以下摘錄與個案教師的晤談，以供參考：

（R：研究者，T：教師）

R: 妳認爲妳大學四年的生物知識夠不夠妳在國中來教啊？

T2: 大概夠百分之七十。

R: 妳現在還比較需要哪一方面，妳不太了解的？

T2: 我還不是很了解的哦？就像科學史那個科學家的故事我就不了解啊。…

R: 對於（問卷上的題目）「我知道我所教的科學概念。」爲什麼你自己僅認爲「經常如此」。

T4（理化教師）：其實科學本身一直在發展，其中有些細節我覺得不是很清楚，但是若在學校裡，學生知道的很少，就以爲我知道的很多，其實我們不一定知道很多。

另外，從教室觀察和教師的教學計劃也發現，一般科學教師注重學科內容和概念講授，缺少與學生日常生活之關連，教學似乎顯得較忽略課外延伸，很少涉及概念的生活應用，及與社會的關係之討論。這也充分反應在學生的感覺中，學生感受到他們的科學老師是較少呈現科學史、科學與科技間的關聯、及科學對社會的影響等方面。

㈡學生對科學教師「評量學生理解知識」的知覺

學生知覺分數次高的一分量表爲「評量學生理解知識」，雖然如表三所示，這一分量表各題之平均大多介於「偶爾發生」和「經常發生」之間 (M=3.0~4.0)，但多數偏向於「經常發生」，顯示學生經常感受老師的評量行爲。而第 28 和 34 題更高於這個範圍，其內容爲「我的老師所出考試題，可評出我對該主題的了解程度」和「我的老師用考試來檢驗我的理解程度」，顯示學生感覺老師「經常」用考試來檢驗他們的學習情形，而學生也覺得這樣子可以評出他們的了解程度。

此點，可以由教室觀察的結果得到印證，依教室觀察發現多數科學教師在教完一個單元或章節後，多會以口頭問答或小考來評量學生學習結果。

另外，在與老師晤談也顯示，小考的主要目的是逼學生念書，給予方向，以應付更大的考試，例如段考或甚至聯考，以使他們得到好的成績。如此，老師可以應付學校和家長所給予之壓力。另外，老師會怪學生不用功，不去背，所以學不來。

R: 那妳剛才怎麼講說妳班級的成績都很濫？

T3: 可是我覺得就是有的人都不唸啊！

R: 哦！是因爲他們不唸，妳有出題給他們，給他們方向，可是他們都不唸，是不是這個樣子？

T3: 是啊！

R: 你的學生成績怎樣？

T2: 差不多吧。學生都蠻笨的，他們都不要背，考出來就很差，就沒辦法。

而國中一般都有段考，題目則由校內教師輪流命題或由附近中學聯合命題以測驗學生程度。某些學校並公佈班級成績，互相比較，造成教師某些壓力。學生對教師評量之感受可能都來自於這些大、小考試，及老師上課之問答。其他的方式，例如寫心得報告、作課外研究、或學習檔案之另類評量則較少，這也顯示教師對學生學習的理解，主要以考試和問答爲主，科學教學評量的目標太狹隘，評量之方法較單一。

T1: （家長）要求說成績要好啦！所以我們學校考試很多，我對我們學校比較深的印象就是考試很多，比如月考考完不到一個月，馬上就要會考，會考考完就接著下一次的月考，然後又會考，然後期末考的時候又要考整册的，就是一個學期大概會有至少五次的考試。

㈢學生對科學教師「教學表徵知識」的知覺

在教學表徵的分量表方面，如表 3 所示，各題之平均得分大多介於「偶爾發生」和「經常發生」之間 (M=3.0~4.0)，得分較偏向於「經常發生」的爲第 10 至 13 題和第 15 至 17 題，其內容爲「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」；「我的老師在解說科學概念時使用示範活動」；「我的老師使用眞實事物幫助我們瞭解科學的概念」；「我的老師使用我所熟悉的類比或比喻來解釋科學的概念」；「我的老師使用熟悉的事件描述科學的概念」；和「我的老師用我能瞭解的語言來解釋科學的概念」，顯示學生感覺科學教師「經常」利用例子、圖解和圖表、示範、實物、類比或比喻、熟悉的事件、能瞭解的語言來解說科學概念。但是，在這個分量表上有第 14 和 18 題偏低，其內容爲「我的老師用故事解釋科學的概念」和「我的老師解釋科學概念時使用錄影帶」，顯示科學教師利用科學的故事和錄影帶是偏低的。

而依教室觀察分析，科學教師的教學表徵方式，與學生所感受的大多相似，教師之教學大多爲概念解說，注重語文表達，講述配合板書，因此，教學上利用例子、圖解和圖表、類比或比喻、熟悉的事件、和學生能瞭解的語言來解說的機會較多，而媒體的運用較少。總而言之，研究發現科學教師教學表徵的方式很多，但主要以較容易方便的方式進行，而且主要在單向的傳輸，較缺少師生互動，學生大多被要求注意聽講、操寫筆記、和個人的解題練習，其他類似動手操作、發表意見、和小組討論的機會較少。

㈣學生對科學教師「教學策略知識」的知覺

如表 3 所示，在教學策略知識分量表上，各題之平均得分則都介於「偶爾發生」和「經常發生」之間 (M=3.0~4.0)，但偏向於「偶爾」發生，其內容爲「我的老師在上課時進行分組教學活動」；「我的老師所用的教學法使我對科學維持興趣」；「我的老師讓我有表達自己想法的機會」；「我的老師使用不同的教學活動提升我的學習興趣」；「我的老師運用有趣的教學法教各單元」；「我的老師所用教學法能使我認眞思考」；「我的老師使用不同的教學方式教不同的單元」，顯示學生覺得科學教師偏向於「偶爾」使用各種不同教學法和策略，來使他們感覺興趣和認眞思考。而在這個向度上，有第 5 和第 9 題平均得分較偏低，其內容爲「我的老師使用模型幫助我們瞭解科學的概念」和「我的老師提供一些科學活動，讓我能繼續研究科學主題」，顯示學生感覺教師較少安排課外的科學活動來延伸其學習。而使用模型教學，雖也可歸爲教學表徵的內涵，但也可視爲教學活動之項目，不過這項教學策略也是學生感覺較少使用的。

從教室觀察結果也印證此點，我國科學教室的活動主要仍是爲考試而教，教學的目的狹隘到變成爲有效的使學生成績進步，也由於如此，教師必須負起全責，以教師爲中心的教學

被認爲是最有效達到這個目標的方式，其他方式的教學並不受歡迎。學生的個別需要和興趣在這大班的教學下是被忽視的。教師掌控教學計劃、教學進度、教學設計、教學流程、教學方法，和教學評量等等，學生不被期望參與。因此，雖然由表面觀察，教師會使用各種不同教學方法和策略於教學中，但是這些方法與模式卻是固定缺少變化，傳輸知識是教學重點，教學活動多以教科書內容爲主，上課有進度，必須含考試範圍，時間常不夠。然而雖然教師掌控教學的一切，但又受限於大環境，幾乎沒有很多的教材選擇、課程進度、和教學計劃等自主權。而從以下的一些與個案教師的晤談，也可了解大概：

R: 你教學方法的運用，你說你都是用傳統的？

T3: 當然不是啊，中間有一些我可以帶活動，一些用磁鐵板，一些用掛圖。我能用到的資源我就盡量去用。那像投影片那是沒有辦法；那錄影帶我也是盡量安排時間出來讓他們看啊，可能看的次數就不多啦。而大部份部在課堂上講解啊。課程的安排很趕……，影響蠻大的。我覺得現在課程安排太雜太多了。

二、學生對教師學科教學知覺差異的因素

㈠學習科目

由大樣本問卷資料之分析，呈現出學生對不同科學科目教師教學呈現的感受是有不同的，如表 4 所示，學生對理化和生物教師的 IR ($t=16.06$, $p < 0.01$) 、 RR ($t=6.34$, $p < 0.01$) 、和 KSU ($t=4.93$, $p < 0.01$) 的感受都達到顯著差異，只有對教師的 SMK 之感受不隨教師學科背景之不同而有差異。而對於以上達到顯著差異之三個分量表：IR (M=32.87, SD=7.46) 、 RR (M=32.00, SD=7.23) 、和 KSU (M=34.95, SD=6.96) 的感受，都顯著高於對理化科教師的 IR (M=27.07, SD=8.19) 、 RR (M=29.90, SD=7.13) 、和 KSU(M=33.33, SD=7.23) 的感受，顯示生物教師的教學活動、教學法、知識表徵方式、和評量等方面都讓學生感覺較深刻。

㈡教師性別

另外，學生對男、女科學教師的學科教學感受在教師的 IR ($t=-5.74$, $p < 0.01$) 和 RR 方面 ($t=-2.09$, $p < 0.05$) 是有所差異的（如表 4 ）。學生對女科學教師之 IR (M=30.64, SD=8.53) 和 RR (M=31.17, SD=7.37) 的感受，顯然高於對男科學教師 IR (M=28.35, SD=7.71) 和 RR (M=30.41, SD=6.97) 的感受，此表示女科學教師的教學活動設計、教學法、和教學表徵等方面都讓學生感覺較深刻。但在對教師 SMK 和 KSU 方面之感受，並不隨教師性別之不同而有顯著差異。

㈢學生性別

如表 4 所示，學生對教師學科教學的感受，除在「 IR 」分量表外，在 RR ($t=-4.25$, $p < .01$) 、 SMK ($t=-6.89$, $p < .01$) 、和 KSU ($t=-2.81$, $p < .01$) 等方面均隨學生性別之不同而達顯著差異，而女生的感受都較男生爲高。顯示，女學生對老師的教學表徵、學科知識、和評量知識都較男生爲敏感。

㈣學校位置

由表 4 得知，學生對教師學科教學之知覺，依學校位置之不同，在教師的 IR ($F=5.77$, $p < .01$) 、 RR ($F=4.37$, $p < .05$) 、 SMR ($F=4.35$, $p < .05$) 、和 KSU ($F=5.55$, $p < .01$) 等方面都達顯著差異。而檢視各都會區學生對教師學科教學四個分量表之平均值，顯示在台北地區的學生，都大於高雄都會區的學生，而高雄的學生都高於台中的學生。此似乎顯示都會區越發達，學生對教師學科教學的感受就越高。

表 4 ：學生對科學教師教學知覺的差異因素

項目 ／ 分量表		IR		RR		SMK		KSU	
	人數	Mean (SD)	t值或F值	Mean (SD)	t值或F值	Mean (SD)	t值或F值	Mean (SD)	t值或F值
學科			t值		t值		t值		t值
生物	931	32.87 (7.46)	16.06**	32.00 (7.23)	6.34**	36.22 (6.22)	1.07	34.95 (6.96)	4.93**
理化	948	27.07 (8.19)		29.90 (7.13)		35.92 (6.12)		30.64 (8.53)	
教師性別			t值		t值		t值		t值
男	572	28.35 (7.71)	-5.74**	30.41 (6.97)	-2.09*	35.83 (6.26)	-1.12	33.67 (7.17)	-1.84
女	1307	30.64 (8.53)		31.17 (7.37)		36.17 (6.13)		30.64 (8.53)	
學生性別			t值		t值		t值		t值
男	913	30.24 (8.04)	1.51	30.21 (7.31)	-4.25**	35.06 (6.44)	-6.89**	33.66 (7.37)	-2.81**
女	966	29.66 (8.63)		31.62 (7.13)		37.01 (5.75)		34.58 (6.90)	
學校位置			F值		F值		F值		F值
台北	818	30.44 (8.41)	5.77**	31.31 (7.26)	4.37*	36.23 (6.08)	4.35**	34.74 (7.35)	5.55**
台中	415	28.75 (8.68)		30.04 (7.59)		35.29 (6.45)		33.45 (6.97)	
高雄	644	30.06 (8.02)		31.02 (6.98)		36.37 (6.05)		33.81 (6.94)	
學校大小			F值		F值		F值		F值
大	686	30.52 (8.03)	3.77*	31.20 (7.06)	19.33**	35.70 (6.20)	14.22**	34.17 (7.09)	8.92**
中	621	29.97 (8.94)		32.00 (6.98)		37.17 (5.56)		34.94 (6.92)	
小	561	29.21 (8.08)		29.45 (7.56)		35.45 (6.51)		33.19 (7.32)	

**p < .01 *p < .05

㈤學校大小

如表 4 所示，學生對教師學科教學之知覺，依學校大小之不同，在教師的 IR (F= 3.77, p < .05)、RR (F=19.33, p < .01)、SMR (F=14.23, p < .01)、和 KSU (F= 8.92, p < .01) 等方面都達顯著差異。而檢視在學校規模方面，學生對教師學科教學四個分量表之平均值，中等規模學校的學生對教師學科教學的感受，除在教學策略知識外，在其他三個分量表都高於大和小規模學校學生。此似乎顯示學校規模適中，學生對教師學科教學的感受較高。

結論及建議

一、結論

最近研究頗注意到如何描述教師的學科教

學知識，以及其如何影響教學的過程。探討教師的學科教學知識，其目的應在於了解進行有效教學的教師知識及行動應如何，而其可能之影響因素牽涉哪些？如果能予以釐清，對師資培育及教師的教學改進幫助應該很大。雖然目前對教師學科教學知識中的元素，尚未完全了解其如何發展與融合，以及應在職前和在職師資培育階段如何加強，以使老師具備這樣的知識。然而，有關教師學科教學知識的內涵 (Cochran, *et al.*, 1993; Shulman, 1986, 1987) 、發展 (Espinet, 1988; Gess-Newsome & Lederman,1993) ，如何影響老師的教學 (Gallagher & Tobin, 1985; Hashweh, 1987) ，以及對學生學習之影響 (Bellamy, *et al.*, 1992; Magnusson, *et al.*, 1992) 等方面，已有很多學者提供其研究之發現與建議，這些都可作爲有興趣探討教師學科教學知識之很好的參考文獻。本研究接續前人的研究，由身在其境學生的反應來探討教師學科教學的表現，也統合質與量的資料收集方式，以對科學課室教學做更深入的了解，對我國科學教學面貌可提供一些參考資料。

利用以上的方法，本研究對科學教師在教學策略、教學表徵、學科知識、和評量知識等四個學科教學分量表進行探討，綜合本研究的發現如下：

1. 學生覺得老師的知識是豐富的，而且肯定教師的教學能力。但是我國學生感覺科學教師較少呈現科學史、科學與科技間的關聯、及科學對社會的影響等方面，教學似乎顯得較忽略課外延伸，很少涉及概念的生活應用，及與社會的關係之討論。
2. 學生感受到老師的評量很頻繁；教師評量的主要目的是逼學生唸書，以應付較大的考試，平常以口頭問答或小考來檢視學生學習結果，另類評量方式較少使用，顯示教師對學生學習的理解，主要以考試和問答爲主，教學評量的目標太狹隘，評量之方法較單一。
3. 學生知覺科學教師的教學表徵較無多樣化；教學主要以較容易解說概念的方式（如舉例、圖解、實物、和類比等）進行，而像教學媒體（例如錄影帶和投影機等），卻常因設備缺乏或使用上的不方便，較少使用。至於科學故事，受限於教材資源的缺乏，以及教師的不注重，上課也是很少被提及。
4. 學生覺得教師的教學模式和策略變化較少；傳輸知識是教學重點，教學活動多以教科書內容爲主，課外學習活動的延伸是很少的。忽略學生個別的需要與興趣，也忽視運用各種不同的教學策略和活動，來建立師生間關係，和讓學生進行有意義的學習。
5. 學生對教師學科教學的感受，因教師專業科目、教師性別、學生性別、學校大小和學校位置而有顯著差異。

根據以上的研究結果，顯示我國科學教學的一些面貌，學生大致上都覺得老師的學識豐富，可以肯定，此點與 Clark (1987) 的研究發現是一致的。然而教學評量太頻繁，評量方法較單一，而教學表徵通常以容易解說概念的方式呈現，並且爲有效使學生成績好，教師掌控一切學習活動，以傳輸教科書知識爲主，學習的課外活動很少，這種現象值得進一步探討。我國教師大多爲國內師資培育機構所培養，應該都學過不同的教學策略和模式，而且由邱美虹和江玉婷 (1997) ，以及 Lin 和 Yang (1998) 的研究也發現資深科學教師都有好的學科教學基礎，但是在實際教學情境中，卻顯示因現實考量，大多回歸傳統，採取他們認爲較有效的教學方式。影響教師課室教學的因素很多 (Duschl & Wright, 1989; Gess-Newsome, 1992) ，我國科學教師的學科教學呈現受限於時間和進度，無法施展的很理想，而這似乎與國內過度重視學生成績，與升學競爭有關，國內 Lin 和 Yang (1998) 的

研究也討論到此點。然而有許多研究也發現，教師喜好傳統教學，並非單純因現實環境壓力，而是缺少教師專業素養，在教學的信念和教師知識與能力都不足，因此，無法進行有效教學 (Carlsen, 1987; Carpenter, *et al.*, 1988; Hashweh, 1987)。在這種情形之下，就要增加本身的專業素養，不斷進修改進。至於學生對教師學科教學的感受，因不同因素而有顯著差異，此種結果與其他有關學習環境的研究結果相似 (Fraser, 1991)，這些情境因素如何影響教師學科教學的呈現，以及其如何影響學生的學習，值得進一步探討。

二、建議

依據以上研究的發現，本研究建議如下：

1. 本研究結果顯示出我國科學教師 PCK 呈現有待改進之處，例如科學史、科技與社會、及科學的生活運用等，而在職或職前師資培育階段應如何加強，值得繼續研究。
2. 研究也發現，學生對教師學科教學的感受，因不同因素而有顯著差異。而這些因素中，有部份牽涉到教室環境，教師的學科教學與教室環境有何關聯，值得進一步研究。
3. 與教師學科教學知識的發展相關因素之一，為教師對自我教學的反省 (Espinet, 1988; Gess-Newsome & Lederman, 1993)，因此教師應該隨時收集課室教學的資料，進行分析反省。而其中學生對於教師教學的知覺是教師可參考的資料 (Brophy & Good, 1986; Chavez, 1984)，本研究結果可供科學教師教學之參考。

誌　謝

本研究承蒙行政院國家科學委員會經費補助（計劃編號：NSC 86-2513-S-007-SP），整合型計劃「中學科學教室環境之研究」總主持人楊榮祥教授的規劃指導，本研究群各子計劃同仁之合作與分享，以及期刊審查委員的斧正，始得以完成，謹此一併致謝。

參考文獻

1. 邱美虹和江玉婷（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。
2. 段曉林（1996）：學科教學知識對未來師資培育上的啓示。**第一屆數理教學及師資培育學術研討會論文彙編**。118-143。
3. 段曉林、張惠博和王國華（1998）：學生對教師學科教學知覺問卷之發展。**科學教育學刊**，6(2), 129-147。
4. 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。
5. Albrecht, J. D., Hanna, G. S., & Hoyt, D. P. (1986). A comparison of high school student ratings of teaching effectiveness with teacher self-ratings: factor analytic and multitrait-multimethod analysis. *Educational and Psychological Measurement*, 46, 223-231.
6. American Association for the Advancement of Science. (1993). *Benchmarks for Science Literacy*. New York: Oxford University Press.
7. Bellamy, M., Borko, H., & Lockard, D. (1992). *The role of three types of teacher knowledge-content knowledge, pedagogical knowledge, and pedagogical content knowledge-in the teaching of high school mendellian genetics.* Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Boston.
8. Brickhouse, N. W. (1990). Teachers' Beliefs about the Nature of Science and their relationship to classroom practice. *Journal of Teacher's Educa*

tion, 41(3), 53-62.
9. Brophy, J., & Good, T. L. (1986). Teacher behavior and student achievement. In M. C. Wittrock (Ed.). *Handbook of Research on Teaching: Third edition*. New York: Macmillan.
10. Carlsen, W. S. (1987). *Why do you ask? The effects of science teacher subject-matter knowledge on teacher questioning and classroom discourse.* Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association. (ERIC Document Reproduction Service NO. ED 293 181).
11. Carlsen, W. S. (1991). Effects of new biology teachers' subject-matter knowledge on curricular planning. *Science Education, 75*, 631-647.
12. Carpenter, T. P., Fennema, E., Petersen, P. & Carey, D. (1988). Teachers' pedagogical content knowledge of students problem solving in elementary arithmetic. *Journal for Research in Mathematics Education, 19*, 385-401.
13. Carter, K., & Doyle, W. (1987). Teachers' knowledge structure and comprehension process. In J. Calderhead (Ed.), *Exploring teachers' thinking* (pp.147-160). London: Cassel.
14. Chavez, R. C. (1984). The use of high-inference measures to study classroom climate: A Review. *Review of Educational Research, 54*, 237-261.
15. Clark, D. L. (1987). High school seniors react to their teachers and their schools. *Phi Delta Kappan, 68* (7), 503-509.
16. Clermont, C. P., Borko, H., & Krajcik, J. S. (1994). Comparative study of the pedagogical content knowledge of experience and novice chemical demonstrators. *Journal of Research in Science Teaching, 31*(4), 419-441.
17. Cochran, K. F., DeRuiter, J. A., & King, R. A. (1993). Pedagogical content knowledge: An integrative model for teacher preparation. *Journal of Teacher Education, 44*(4), 263-272.
18. Denzin, N. K. (1978). *The research act: A theoretical introduction to sociological methods*. New York: McGraw-Hill.
19. Duschl, R. A., & Wright, E. (1989). A case study of high school teachers' decision making models for planning and teaching science. *Journal of Research in Science Teaching, 26*, 467-502.
20. Duschl, R. A., & Waxman, H. C. (1991). Influencing the learning environments of student teaching. In B. J. Fraser and H. J. Walberg (Eds.). *Educational Environments: Evaluation, antecedents and consequences*. New york: Pergamon Press.
21. Espinet, M. (1988). *The development of pedagogical content knowledge of beginning high school chemistry teachers with a strong chemistry background but no formal training in education.* Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association, Lake of the Ozarks, MO.
22. Fraser, B. J. (1991). Two decades of clssroom environment research. In B. J. Fraser and H. J. Walberg (Eds.). *Educational Environments: Evaluation, antecedents and consequences*. New york: Pergamon Press.
23. Gallagher, J., & Tobin, K. (1985). *Teacher management and student engagement in high school science.* Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, French Lick Spring, IN.
24. Gess-Newsome, J. (1992). *Biology teachers' perceptions of subject matter structure and its relationship to class-*

room practice. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Boston.
25. Gess-Newsome, J. & Lederman, N. G. (1993). Preservice Biological Teachers' Knowledge Structures as a Function of Professional Teacher Education: A Year-long Assessment. *Science Teacher Education, 77*(1), 25-43.
26. Gess-Newsome, J. & Lederman, N. G. (1995). Biology teachers' perceptions of subject matter structure and its relationship to classroom practice. *Journal of Research in Science Teaching, 32* (3), 301-325.
27. Grossman, P. L. (1988). *A study in contrast: Sources of pedagoical content knowledge for secondary English.* Unpublished doctoral dissertation, Stanford University, Stanford, CA.
28. Grossman, P. L., Wilson, S. M. & Shulman, L. S. (1989). Teachers of substance: subject matter knowledge for teaching. In M. C. Reynolds (Ed.), *Knowledge base for the beginning teacher*, 23-36. Oxford: Pergamon Press.
29. Gudmundsdottir, S. (1987). *Pedagogical content knowledge: Teachers ways of knowing.* Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association, Washington, D.C.. (ERIC Document Reproduction Service NO. ED 290 701)
30. Happs, J. (1987). Good teaching of invalid information: Exemplary junior secondary science teachers outside their field of expertise. In K. Tobin & B. J. Fraser(Eds.), *Exemplary practice in science and mathematics teaching.* Perth: curtin University of Technology.
31. Hashweh, M. (1987). Effects of subject-matter knowledge in teaching of biology and physics. *Teaching and Teacher Education, 3*(2), 109-120.
32. Hauslein, P. L., Good, R. G., & Cummins, C. L. (1992). Biology content cognitive structure: From science student to science teacher. *Journal of Research in Science Teaching, 29*(9), 939-964.
33. Kennedy, M. M. (1990). Choosing a goal for professional education. In W. R. Housten (ED.), *Handbook of Research on Tearcher Education* (pp. 813-825). New York: MacMillan.
34. Kennedy, M. M. (1998). Education reform and subject knowledge. *Journal of Research in Science Teaching, 35* (3), 249-263.
35. Lin, S. W., & Yang, J. H. (1998). Biology teachers' knowledge base of instructional representations. *Proceedings of the National Science Council. Part D, 8*(1), 22-32.
36. Loughram, 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.
37. Magnusson, S., Borko, H., Krajcik, J., and Layman, J. (1992). *The relationship between teacher content knowledge of heat energy and temperature.* Paper presented at the annual meeting of the National association for Research in Science Teaching, Boston.
38. Marks, R. (1990). Pedagogical content knowledge: From a mathematical case to a modified conception. *Journal of Teacher Education, 41*(3), 3-11.
39. Mason, C. (1988). *A collaborative effort to effectively evolve pedagogical contnet knowledge in preservice teachers.* Paper presented at the annual metting of the nationall Association

for Research in Science Teaching, Lake of the Ozarks, MO.
40. Murray, H. A. (1938). *Explorations in personality*. New York: Oxford University Press.
41. National Research Concil (1996). *National Science Education Standards*. Washington, D.C.:National Academy Press.
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. Stern, G. G., Stein, M. J., & Bloom, B. S. (1956). *Methods in personality assessment*. Glencoe, Illinois: Free Press.
45. Tamir, P. (1988). Subject matter and related pedagogical knowledge in teacher education. *Teaching and Teacher Education, 4*, 99-110.
46. Tobin, K., & Garnett, P. (1988). Exemplary practice in science classroom. *Science Education, 72*, 197-208.
47. Tuan, H. L. Chang, H. P., Wang, K. H., & Treagust, D. F. (1997). *The development of a questionnaire for assessing student perceptions of teachers knowledge in Taiwan and Australia.* Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching. Chicago, IL. U.S.A.
48. Walberg, H. J. (1991). Educational productivity and talent development. In B.J.Fraser and H. J. Walberg (Eds.) *Educational Environments:Evaluation, antecedents and consequences*. New York: Pergamon Press.
49. Wilson, S. M., Shulman, L. S., & Richert, A. E. (1987). "150 different ways" of knowing: representation of knowledge in teaching. In J. Calderhead (Ed.), *Exploring teachers' thinking* (pp.104-124). Eastbourne, England: Cassell.
50. Yager, R., Hidayat, E., & Penick, J. (1988). Features which separate least effective from most effective science teachers. *Journal of Research in science Teaching, 25*, 165-177.

附錄一 「學生對教師學科教學知覺問卷 (Students Perceptions of Teacher's Knowledge Questionnaire, SPOTK)」題目

IR	從來沒有	很少發生	偶爾發生	經常發生	總是如此
在上生物課時：					
1.我的老師在上課時進行分組教學活動。	1	2	3	4	5
2.我的老師所用的教學法使我對科學維持興趣。	1	2	3	4	5
3.我的老師讓我有表達自己想法的機會。	1	2	3	4	5
4.我的老師使用不同的教學活動提升我的學習興趣。	1	2	3	4	5
5.我的老師使用模型幫助我們瞭解科學的概念。	1	2	3	4	5
6.我的老師運用有趣的教學法教各單元。	1	2	3	4	5
7.我的老師所用教學法能使我認眞思考。	1	2	3	4	5
8.我的老師使用不同的教學方式教不同的單元。	1	2	3	4	5
9.我的老師提供一些科學活動，讓我能繼續研究科學主題。	1	2	3	4	5
RR	**從來沒有**	**很少發生**	**偶爾發生**	**經常發生**	**總是如此**
在上生物課時：					
10.我的老師使用熟悉的例子解釋科學的概念。	1	2	3	4	5
11.我的老師使用適當的圖解和圖表來解釋科學的概念。	1	2	3	4	5
12.我的老師在解說科學概念時使用示範活動。	1	2	3	4	5
13.我的老師使用眞實事物幫助我們瞭解科學的概念。	1	2	3	4	5
14.我的老師用故事解釋科學的概念。	1	2	3	4	5
15.我的老師使用我所熟悉的類比或比喻來解釋科學的概念。	1	2	3	4	5
16.我的老師使用熟悉的事件描述科學的概念。	1	2	3	4	5
17.我的老師用我能瞭解的語言來解釋科學的概念。	1	2	3	4	5
18.我的老師解釋科學概念時使用錄影帶。	1	2	3	4	5
SMK	**從來沒有**	**很少發生**	**偶爾發生**	**經常發生**	**總是如此**
在上生物課時：					
19.我的老師知道他(她)自己所要教授的科學概念。	1	2	3	4	5
20.我的老師清楚說明科學概念。	1	2	3	4	5
21.我的老師熟悉科學原理或理論發展的過程。	1	2	3	4	5
22.我的老師無法回答我們所提出的科學問題。	1	2	3	4	5
23.我的老師知道我們所提的科學問題之答案。	1	2	3	4	5
24.我的老師瞭解科學與科技間的關聯。	1	2	3	4	5
25.我的老師知道科學發現的歷史。	1	2	3	4	5
26.我的老師解釋科學對社會的影響。	1	2	3	4	5
27.我的老師對他所教的內容並不熟悉。	1	2	3	4	5
KSU	**從來沒有**	**很少發生**	**偶爾發生**	**經常發生**	**總是如此**
在上生物課時：					
28.我的老師所出考試題，可評出我對該主題的了解程度。	1	2	3	4	5
29.我的老師所發問的問題，可評出我對該主題的了解程度。	1	2	3	4	5
30.我的老師所使用的評量方法，可測出我的理解程度。	1	2	3	4	5
31.我的老師用不同的評量取向（如發問或討論等）以測知我是否瞭解	1	2	3	4	5
32.我的老師知道我是否懂得他所教的內容。	1	2	3	4	5
33.我的老師能評量我對教材單元的了解程度。	1	2	3	4	5
34.我的老師用考試來檢驗我的理解程度。	1	2	3	4	5
35.我的老師所出的考題使我能檢查自己對所學概念的理解程度。	1	2	3	4	5
36.我的老師確認我對他所教內容的了解情形。	1	2	3	4	5

Secondary School Student Perceptions of Science Teacher's Knowledge

Kuo-Hua Wang[1], Hsiao-Lin Tuan[1], and Huey-Por Chang[2]

[1]Graduate Institute of Science education, National Changhua University of Education, Changhua, Taiwan

[2]Physics Department, National Changhua University of Education, Changhua, Taiwan

Pedagogical content knowledge (PCK) has been suggested by Shulman as one major indicator of a teacher's ability to implement an effective classroom strategies. Assessing teachers' knowledge form the students' points of view is suggested as reliable and valid. Therefore, the purpose of this study was to investigate what are students' perceptions of their science teacher's knowledge, and what factors influence students' perceptions of science teacher's knowledge. A combination of quantitative and qualitative data collection and analysis was used in this study. "The Student Perceptions of Teachers' Knowledge" (SPOTK) questionnaire was used to explore students' perceptions of their science teacher's teaching. A two-stages-cluster random sampling was used. The sample included fifty classes of students from the metropolitan areas of Tapei, Taichung, and Kaoshiung (N= 1879). The qualitative data were collected by using classroom observation, videotaping, and interviews. Six science teachers and their classes were observed. Study results indicate that the students perceived their science teachers as generally knowledgeable and competent. Students perceived that their teachers tested them frequently and used a limited variety of instructional strategies. The study also finds that the students' perception of their teachers' knowledge varied with such factors as subject matter, teacher sex, student sex, location of school, and size of school. It is argued that the findings from this study may help teachers in the following ways: (1) provide an opportunity to reflect their own teaching; (2) help to assess their classroom teaching, and (3) provide information for improving the PCK of preservice science teachers.

Key words: pedagogical content knowledge, combining qualitative and quantitative data, student perception