# 兩位國小自然科教師學科教學知識發展與比較之個案研究

許綾娟
中原大學教育研究所研究生
chuan@cycu.edu.tw

張世忠
中原大學教育研究所教授
jang@cycu.edu.tw

## 摘　要

本研究採個案研究質性為主量化為輔，探討自然科教師發展PCK，學生對兩位教師PCK改變之知覺與改變內涵。研究結果發現:學生知覺兩位教師PCK有四個向度有顯著差異，分別為「鼓勵學生參與」、「學科與課程」、「評量與了解學生」與「教學表徵」，但「使用教學媒體」未達顯著。教學改變內涵差異如下:**A**教師使用多元策略；自然科知識豐富；提問監控學生學習；教學表徵愈來愈多樣化。**B**教師利用衝突想法引起學生思考；使用前體組織知識豐富；結合遊戲評量學生學習；講解科學史幫助學生理解。

兩位教師發展PCK透過學生回饋與不斷反思改進提昇他們的PCK。

關鍵詞: 自然科教師，學生的知覺，學科教學知識。

## 壹、緒論

國小中高年級的自然科教學，已邁向專業化，教師職前的教育背景卻未考量任教科目的範圍內，多數的自然科教師是由非數理背景的教師擔任(張靜儀，1992)。教師不應該是封閉的、保守的，應是屬於轉化型的知識份子(Giroux,1988；引自歐用生，2000)。教師要對自己所處教育脈絡作一番反省。因此，身為一位專業科學教師面對九年一貫課程的改革就必須不斷地成長。簡紅珠（1991）進一步說明教師不反省思考，教學將變成枯燥乏味、了無新意的例行公事。林樹聲(2007)認為教師應具備主動學習意願和特質是促進教師專業改變最根本且最重要因素。Loughran、Mulhall 與 Berry(2004)強調教學經驗和教師反思都促進PCK成長重要因素。因此，研究者認為教師進行反思除了促進自我專業成長外，同時也提高教師教學熱忱，進而享受教學的樂趣。

目前國內透過 PCK 量表了解學生知覺教師的教學研究，進行質與量混合研究在國中有林美淑(2005)應用於理化與張世忠和羅慧英(2009)應用於地球科學。而研究國小自

然科教師的學科教學知識(簡稱，PCK)屬於質性居多，即使有量化輔助也僅是詢問學生動機(張靜儀,2001;蔡添財,2003)及科學本質問卷(陳筱雯,2004)。謝甫佩與洪振方(2004)研究量表修改自王國華等人編製問卷，此研究屬於調查研究可惜沒質性資料輔助，不能完整呈現學生的知覺和想法。

本研究特色如下:1.在自然科領域的 PCK 研究，國中已有段曉林等人(1998)發展量表並有實證研究,而國小雖有張靜儀與戴翠華(2003)量表但顯少有實證研究。2.國外 PCK 研究都以質性資料為主，無量表輔助。教學現場高年級學生對教師 PCK 知覺較清楚可用量表施測。3.比較兩位教學年資八年背景接近的自然科教師，透過教學反思與學生量表回饋的兩位教師 PCK 的差異。本研究探討質性與量化互相相輔相成與教師教學反思期能完整呈現教師 PCK，目前國小 PCK 研究更是鳳毛麟角，爰此，本研究有實施之必要。

綜合上述論點，本研究目的如下: 1.瞭解國小學生對兩位自然科教師學科教學知識的知覺，經過教學前後的差異。2.瞭解兩位自然科教師經過教學前後其改變內涵。研究問題如下：

(一) 探討兩位自然科教師 PCK 於教學前後，其 PCK 發展是否有顯著差異？

(二) 探討兩位自然科教師學科教學知識於教學前後，其改變的內涵為何？

## 貳、文獻探討

### 一、學科教學知識之內涵

Shulman（1987）是研究教師知識的代表人物，將教師具備知識歸類為七大領域：1.學科內容知識；2.一般的教學知識；3.課程知識；4.有關學習者的知識；5.教育情境知識；6.學科教學知識；7.教育目標的知識。在這些知識內容中，以「學科教學知識」最為重要，因為它融合了學科知識與教學法的知識，是指特定學科獨有的教學知識，也因此使教師專業地位得以建立。

近年Van Driel、De Jong和Verloop（2002）認為PCK含學科知識表徵、教學策略、學生特定概念和學習困難瞭解。Henze、Van Driel 和 Verloop（2008）強調PCK指教學策略、學生評量知識、瞭解學生知識和課程知識。Lee和Luft（2008）PCK觀點含科學知識、目標知識、學生知識、課程組織、評量與教學和資源。

De Jong、Van Driel與Verloop（2005）更設計一個從師資培育教學中學習的化學單元，認為學習是一個有效的教學經驗與工作坊的連結。透過實際教學中的學習，雖然個人發展會依據教師本身而異，然而教師發展出自身在模型教學上的PCK。

### 二、學生知覺教師的學科教學知識

教學屬於複雜的情境，所以評估教師的教學成效需要多方面評量，針對學生的觀點，是可以作為評估教師教學的面向之一（Brophy＆Good,1986）。Kennedy（1998）提到PCK是教師一種特殊知識，除必須抓住所要講授概念的意義外，還要藉由類比、隱喻或其他方式讓學生理解，誠如 Kennedy 的看法，學生應可對教師外顯出PCK有所知覺才對。劉嘉茹、蔡夙勛和黃琴扉(2006)探討研究使用監控模組進行教學在加入「學生回饋」後，在職教師更有效率地瞭解學生需求，教師反思自己的PCK，進而進行調整與修正。

## 三、國內學科教學知識之實證研究

目前在科學教育領域中，以研究PCK觀點提昇教師教學方面專業成長探討，已有豐富的研究成果（邱美虹、江玉婷，1997；林美淑，2005；張世忠、羅慧英，2009；張靜儀，2001；陳國泰，2007；陳筱雯，2004；蔡添財，2003；潘靜儀，2007）。林美淑(2005)研究發現教師初始學科教學原貌較凌亂且無組織架構，但經歷了三次的教學改變後，能針對不同單元設計不同的教學法激發學生，教學表徵趨多樣化。學生感受教師豐富學識和多樣化學習評量。張世忠與羅慧英(2009)研究發現協同教學有助資深教師多運用資訊的教學方式提昇學生學習興趣；教師更常使用動畫並增加故事、生活實例方式解釋科學概念並在科學與科技間之關聯知識有明顯進步。

許多研究指出教師經由教學反思(刑月航、畢雪萍，2009；徐綺穗，2009；張麗娟，2008)能提升教師專業成長。本研究以教師「教學反思」作為改變方法來提升 PCK。張麗娟(2008)特別強調「教學反思」是教師累積、反省、內化、沉澱和昇華的成長與進步過程。它能加深教師對教學進一步理解、不斷調整、充實和完善教學行為。不僅有利於提高教學品質，而且能促使教師儘快成長為專家型教師。

綜合上述，本研究特色為探討兩位國小自然科教師背景與歷程相當，但因個人教學的反思與學生問卷回饋的差異，而產生不同的 PCK 改變內涵。

## 參、研究方法

本研究採個案研究法，以質性資料為主量化為輔。參與研究為兩位自然科學教師A教師與B教師自然科教學年資八年，大學背景為理工科後修習師資班。研究場域中壢市一所大型學校規模有54班分班採常態編班，因此選任何班級不會有太大差異。以A老師任教六年A班(34人)與B老師六年B班(34人)為研究對象，研究者以非參與式觀察教師教學。

先觀察兩位教師教學一個月接著請學生知覺教師的PCK，填寫第一次PCK量表作為前測，透過學生量表回饋跟兩位教師進行晤談與反思改進，教師教學改變後到學期末時，再進行第二次PCK量表填寫作為後測。研究工具採張靜儀和戴翠華(2003)與Chang(2004)所發展的國小學童感知自然老師PCK量表(PPSTPCK)有五個向度，「鼓勵學生參與」7題、「使用教學媒體」5題、「學科與課程」6題、「評量與瞭解學生」9題和「教學表徵」5題共32題，填答以Likert scale五點量表按題意對教師教學呈現之感受，以「從來沒有」、「很少發生」、「偶而發生」、「經常發生」和「總是如此」表示意見，質性資料來源有教室觀察錄音與錄影、晤談教師和學生、學生學習單與研究者札記。

## 肆、研究結果與討論

### 一、教師的學科教學知識改變之情形

學生知覺兩位自然科教師教學改變前與改變後之 PCK 面貌整體結果在表 1，如下:

表 1 學生在各向度前與後測之平均數、標準差及 t 檢定結果

| 教師 | PCK 向度 | 前測 | | 後測 | | t | p(雙尾) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 平均值 | 標準差 | 平均值 | 標準差 | | |
| **A** | 鼓勵學生參與 | 3.19 | 0.51 | 3.80 | 0.52 | -8.049 | .000* |
| | 使用教學媒體 | 2.41 | 0.80 | 2.58 | 0.68 | -1.691 | .166 |
| | 學科與課程 | 3.32 | 0.21 | 3.85 | 0.32 | -4.245 | .008* |
| | 評量與了解學生 | 2.92 | 0.25 | 3.28 | 0.35 | -4.109 | .003* |
| | 教學表徵 | 3.71 | 0.28 | 4.30 | 0.30 | -8.349 | .001* |
| **B** | 鼓勵學生參與 | 2.95 | 0.28 | 3.48 | 0.31 | -4.933 | .003* |
| | 使用教學媒體 | 2.05 | 0.55 | 2.20 | 0.55 | -1.297 | .264 |
| | 學科與課程 | 3.20 | 0.08 | 3.62 | 0.38 | -2.824 | .037* |
| | 評量與了解學生 | 2.77 | 0.25 | 3.13 | 0.32 | -6.044 | .000* |
| | 教學表徵 | 3.52 | 0.27 | 3.89 | 0.27 | -3.814 | .019* |

*p<.05

由表 1 研究結果顯示，學生對兩位教師PCK知覺在整體的得分上有達到顯著差異水準。在五個向度中，分別為「鼓勵學生參與」、「學科與課程」、「評量與瞭解學生」與「教學表徵」有四個向度皆達顯著差異水準，其中僅「使用教學媒體」未達到顯著差異水準，但平均分數有上揚。

本研究發現學生知覺兩位教師之 PCK 中，可以從 PCK 量表前後測和深入晤談學生發現學生對於教師的「學科知識」和「教學表徵」這兩向度較容易察覺可從表 1 的後側平均分數得分很高可知。雖然學生知覺兩位教師的「使用教學媒體」向度，教學前後沒有達顯著差異。原因經晤談得知兩位教師會搭配單元斟酌上課進度決定撥放影片的次數。

## 二、教師改變之內涵

兩位教師透過學生量表回饋進行教學反思，調整與改變教學，研究者透過量表、晤談教師與學生和撰寫研究者札記歸納兩位教師PCK改變其內涵如下:

### (一)學生對教師在「鼓勵學生參與」向度之知覺

1.A教師使用多元教學策略，增加學生學習興趣，讓學生主動參與

發現A教師進行教學，讓學生有成功之經驗可以提昇學生的學生興趣，使用不同方式上課學生較容易專心。對不同單元設計多元教學策略，多元教學策略有透過有趣、生活的例子、親身經驗和舉班上的同學的例子，引發學生的共鳴。

「老師非常風趣，常常舉例、喜歡開玩笑，讓我們大笑……講解很仔細。因爲這樣就能使上課很有趣又能讓我們瞭解自然的意義，所以我就能專心的上課…」(晤談 AS20971218)

「老師會用課本的場景套用在班上的同學上，例如:王小明(化名)、李小玉(化名)…等，然後會用風趣的方式說給我們聽，所以我們才會很專心去聽…」(晤談 AS07971120)

「A 教師在問學生問題時，先從簡單問題開始問，題目也由簡入難。簡單的題目老師會先問低成就的學生，比較難的題目會讓高成就的學生回答，不會答的學生老師會引導學生回答…」(研究札記 A971105)

2.B教師利用衝突的想法引起學生的思考

發現B教師進行教學，設計一連串的問題製造衝突激發學生的思考。老師方法也讓學生增加學習興趣，將最近發生新聞時事分享結合課本內容引發共鳴。

「老師可以在短時間內出幾個問題就把大家問垮……」(晤談 BS23971118)

「B 老師在上『防鏽與防腐』這單元時，在討論食物如何防腐?食物如何保存的方法，學生回答:低溫冷藏、醃漬、真空、防腐劑等，B 教師特別補充在新聞看的方法跟學生分享，教師提到雲南為了將食物保存透過『煙燻』的方法將剩下的食物做醃燻的處理…」(研究札記 B971111)

「除了課本的教學，我會斟酌補充課外資料像是『科學遊戲闖通關』、『科學妙點子-水和空氣』，裡面幾個不錯的實驗會融入課本中…」(晤談 TB980507)

## (二)學生對教師在「使用教學媒體」向度之知覺

從表1察覺「使用教學媒體」此向度沒達顯著差異，但平均有進步，其內涵如下:

1.A教師利用影片在單元結束後，作為複習喚起學生的記憶

A教師利用影片在單元結束後作為複習喚起學生的記憶，可清楚了解學生學習狀況。

「等一課的課程教完之後，就會放給我們看有關那一課的影片，然後會講解影片的內容，最後會放一些課外影片來教導不同的知識…」(晤談 AS07971120)

2.B 教師利用影片吸引學生的注意和單元結束後作為複習

發現B教師利用影片吸引學生的注意和單元結束後作為複習喚起學生的記憶；在教新單元時，運用電腦媒體來吸引學生的目光，引發學生的學習興趣。

「影片欣賞會在每一單元的開始或是結束時…」(晤談 BS08971223)

## (三)學生對教師在「學科與課程」向度之知覺

1.A 教師的自然專業知識很厲害，學生感受很明顯

學生感受很明顯A教師的學識豐富有專業的自然知識，對於學生問老師的問題，老師都會給學生滿意的答案。

「我認為老師還滿厲害，因為我們不懂的老師能幫我們說明清楚，或者是一下子就可以把題目解開…」(晤談 AS32971211)

「A 教師在上氧氣與二氧化碳的單元中，結合不久前發生的新聞時事跟學生分享，加油站失火是屬於哪一種火災，要使用哪一種滅火器滅火；以及實驗室失火是屬於哪一種火災…跟學生討論」(研究札記 A971027)

「我定期參加自然領域的會議、研討會和自然領域研習還有指導學生參加科展。之前參加研習學到的用寶特瓶做的水火箭，也教導學生一起玩…」(晤談 TA980108)

2.B教師使用前導組織說明課程內容

察覺B教師特別將學生的先備知識跟新知識相結合使用前導組織說明課程內容。而且學生感受很明顯B教師的學識豐富有專業的自然知識。

「剛教新的單元，老師會給我們先了解這一單元，先讓我們了解這一課到底要上甚麼..」(晤談 BS20971223)

「厲害，從老師上槓桿這一單元的時候，可以看出來，因為自己的數學能力不好，在這一單元又有跟數學相關的題目，在看老師飛快的把題目解出來時，真覺得老師很厲害..」(晤談 BS29980106)

## (四)學生對教師在「評量與了解學生」向度之知覺

1.A 教師瞭解學生的迷思，使用不同教學方式讓學生了解

察覺A教師清楚學生學習自然會遇到迷思和問題。老師於課堂教學過程常常使用提問，藉由提問監控學生學習狀況除了紙筆測驗、問答、實際操作…等評量。

「老師會自己出考卷考試測試我們會不會、實驗的做法自己會做、回家找自然的資料…可以讓我知道我這單元學習的好不好……」(晤談 AS07971120)

「每年教學生自然科解釋科學概念時，學生不懂就會想辦法如何才能讓學生了解，我會不斷地換方法希望學生都能瞭解……」(晤談 TA971216)

2.B 教師結合遊戲評量學生學習成效

察覺B教師透過玩遊戲複習學生對於課程的了解。教師能及時之到學生哪些觀念不清楚，可以馬上澄清不懂的觀念。

「老師每到快考試前都會跟我們玩一個遊戲，老師會叫全班站起來，對的比圈，錯的比叉，老師出題目男生和女生比賽，最後人數最多誰就獲勝，錯的同學要坐下，對的同學繼續回答問題……」(晤談 BS20971223)

「TB:我們來玩遊戲複習自然，全班站起來眼睛閉上，回答問題時不可出聲音，比動作對的比圈，錯的比叉，題目答錯的同學就坐下。..... TB:水蒸氣變成水叫做蒸發?對還是錯?　S:錯(比叉的動作)
TB:錯是叫做凝結，比圈的同學坐下。TB:由固態變成氣態叫作蒸發?對還是錯?　S:錯(比叉的動作)
TB:錯是叫做昇華，比圈的同學坐下，這題比較容易搞混，很多同學都坐下…」(錄影 B971104)

「在教『熱與我們的生活』這單元，爲了學生清楚什麼是對流與傳導，我會讓學生兩人一組，玩互動的遊戲去了解抽象的對流與傳導…」(晤談 TB980507)

## (五)學生對教師在「教學表徵」向度之知覺

1.A 教師教學表徵趨於多樣化，融合教師中心和學生中心的學科教學表徵

發現A教師靈活解釋抽象概念教學策略，瞭解學生不懂科學概念適時使用教學表徵。例如:操作實驗說明(比如:圖解熱空氣上升、冷空氣下降的原理)、舉例說明(比如:冷空氣下降的原理好比冰箱裡的氣體)。教師會配合課程，使用教師和學生中心的教學表徵穿插，學生中心教學表徵有小組討論、小組實驗、動手操作…等，而教師中心教學表徵是使用解說、圖表說明和示範說明。

「老師講解氣體的課中，舉例:熱空氣上升、冷空氣下降，老師就會說:「將冰箱打開來，白色的煙往下飄。」…」(晤談 AS19971120)

「自然老師會實際讓我們做實驗、分組討論使我們比較瞭解實驗內容、主旨和爲何要做實驗。當然老師會先示範，說明是否有危險性，或親自示範較危險的地方…」(晤談 AS24980108)

「教師在介紹防鏽與防腐的單元中，將已經發黴的米飯和麵包請各組觀察與討論，教師用問題引導和提問問題做一些討論，並在黑板上做歸納…」(研究札記 A971125)

2. B 教師講解科學史的方式幫助學生理解，學生從做實驗中獲得樂趣

發覺B教師會用舉例讓學生了解課本的知識，因為學生很喜歡聽故事B老師總會盡量跟學生說一些科學史的故事，引發學生的學習興趣。

「老師說到腳踏車的演進史時，老師會用演戲的方式，以及自己的例子，例如腳踏車，老師說一個自己的例子和搭配課本，然後請同學自願上台表演，非常有趣而且好記憶……」(晤談 BS20980331)

「B 老師上課會配合課程內容跟學生說故事(科學史)，也會在『奇妙的電磁世界』這單元提到電磁學之父的故事……」(研究札記 B980319)

「我認爲動手做比照著課本教來的好，學生也比較有樂趣盡量讓學生動手做。但讓學生動手做，學生就要具備足夠的先備知識才行……」(晤談 TB971230)

## 伍、結論

本研究的兩位教師透過學生的量表回饋促進教學反思。教學反思是教師必備的能力，教師應時時反思自己教學方式，處理學生面對課程所遇到的困難和迷思。更重要教師要不斷持續進修，使得理論與實務取得平衡，調整教學步伐。未來研究，從本研究可知學生知覺教師的PCK是可行，期望進而應用於教師的評鑑上，學生的回饋可以作為教師改善教學品質和提升教師專業知能的依據。

## 參考文獻

林美淑（2005）。**國中自然科教師學科教學知識成長之行動研究**。國立彰化師範大學數理教育研究所碩士論文，未出版，彰化。

張世忠、羅慧英（2009）。協同教學對國中學生所知覺的科學教師 PCK 之影響。**科學教育學刊**，**17**（1），49-68。

張靜儀、戴翠華（2003）。「國小學童感知自然老師PCK量表」之效化研究。**國立台北師範學院學報**，**16**（2），187-212。

張麗娟(2008)。做好教學反思促進教師成長。**教育實踐與研究**，**12B**，17-18。

Chang, C. Y. (2004). *The study of designing "Pupils' Perceptions of Science Teachers' PCK" Instrument.* A paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Vancouver, BC.

De Jong, O., Van Driel, J.H., & Verloop, N. (2005). Preservice teachers' pedagogical content knowledge of using particle models in teaching chemistry. *Journal of Research in Science Teaching, 42*(8), 947–964.

Henze, I; van Driel, J. H.; Verloop, N. (2008). Development of experienced science teachers' pedagogical content knowledge of models of the solar system and the universe. *International Journal of Science Education , 30*(10), 1321-1342.

Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundation of the new reform. *Harvard Educational Review, 57*(1), 1-22.

Van Driel, J.H., De Jong, O.,&Verloop, N. (2002). The development of preservice chemistry teachers' PCK. *Science Education, 86*, 572–590.