

屏東縣國小科學教師人力結構的現況與初探 —以參與推廣研習教師為例

劉寶元¹、劉嘉茹²

¹屏東縣新興國小教師、屏東縣自然與生活科技領域國教輔導員

²國立高雄師範大學科學教育研究所教授

摘要

師資培育制度轉變與教師人力資源利用，影響國小科學教師的來源與人力結構。本研究以問卷調查法，從教師教學背景的外顯特性中探討國小科學教師的人力結構。研究對象為參與輔導團分區研習之正式教師，共 73 人。研究結果顯示科學教師平均年資為 15.9 年；但是自然科的教學年資為 6.1 年。科學教師有 53.4% 是文法商背景；只有 46.6% 為理工相關背景，且有 41.4% 的自然教師兼任行政職務。調查結果顯示，國小自然與生活領域課程的授課安排較不重視，未達到專才專用。為了使國小科學教育正常化，建議針對國小科學教師在職進修的規劃與安排，應著重科學學科知識(CK)與科學學科教學知識(PCK)的專業成長，增強其專業知能。

關鍵字：人力結構、師資培育、國小科學教師

劉嘉茹（通訊作者）

壹、研究背景與動機

教育是培養國家人才主要的途徑，世界各國無不把學校教育的普及與進步視為國力的養成與象徵。然而一切教育工作之成敗關鍵，均以師資的良窳為依歸，舉凡國家人力資源之開發，國民道德素養之增進，以及科技水準之提昇，端賴各級教育之有效實施。學校教育除了受到國家教育政策導向的影響，教育的品質仰賴優秀的教育人才，如果沒有優秀的教育人才，學校教育也只是一個空殼的學校，無法提供學生優良的教育服務。行政院教育改革審議委員會（1996）更主張：「投資教育，就是投資未來」。

台灣曾經有三所師大、九所師範校院以及政大，是台灣過去培育教育人才的主要機構，每年為全台灣的各級學校，提供數以萬計的專業教師，充實學校教育裡最重要的人力資源，是我國最重要的教育資產。但是受到社會經濟、政治、就業等因素的影響，促使原來的「師範教育法」在1994年修正後改名為「師資培育法」，傳統的師資培育由一元化轉變為多元化、由計畫式培育改為儲備式培育、由教師派任制轉變為教師聘任制，培育機構由原師範校院擴大為各大學校院經核准開設教育學程及學士後教育學分班。台灣師資培育制度，朝向多元化、卓越化、精緻化、未來化、國際化的發展方向（王瑞璦，2008；吳清山，2006）。

國小科學教師在師範教育法時代亦是由九所師範校院培育，在師資培育法之後國小科學教師的來源也是更加的多元化。李田英教授在『我國師資培育的優勢與問題』一文中針對師資培育四個階段，以自己從師範大學畢業，任職師專、師院到目前在台師大服務的經驗，提出精闢的看法與建議（李田英，2009）。李教授有感於師資多元化之後人才招募及師資之養成未見其利，反而失去過去的優勢而感到憂心。以筆者就讀師院公費生時期，當時計畫性的師資培育制度，同年級的其他系所共有十個班級；數理系只有一個班級，可見大多數的師院生在高中時都是修讀社會組，在師院時只有修讀基礎的自然科學概論及自然科教材教法。在筆者進入屏東縣國教輔導團到各校教學輔導服務時也發現，大多數的自然課都是由主任、組長來擔任，有許多老師都是因為擔任行政職務之後才開始教自然，此現象

在 12 班以下的小學校更為常見，而屏東縣目前 12 班以下的學校約佔 60%。因此，屏東縣科學教師的人力結構更是值得探討的議題。有鑑於此，筆者希望了解屏東縣國小科學教師的人力結構，因此在 2010 年屏東縣自然領域輔導團承辦國立高雄師範大學科學教育網推廣研習活動時，在縣內三個視導區（此三個視導區分別為屏東、潮州及東港，屏東縣共區分為五個視導區）辦理推廣研習時進行屏東縣科學教師人力結構的背景調查，然而，由於研究對象為參與推廣研習的教師，在研究對象方面並未進行抽樣的選取，因此本研究為初探性的調查研究，在研究結果的推論與應用上需要更加謹慎。

貳、文獻探討

教育發展即要體察國內需求，也要順應世界潮流，才能培養具有在地思維又有國際觀的公民。優秀的教育專業人才是學校教育的品質保證，從事中小學科學教育的教師素養更攸關科學教育成效，教師素養主要需經由『師資培育』及專業發展的優質化來達成。教育部和國科會（2002）在科學教育白皮書中指出：科學教育是教育的一部分，其理念即為：科學教育是一項全民教育，涵概所有的國民；強調培養全民的科學素養，發展每個人的「創新、創造能力」與「關心、關懷態度」。我國的科學教育目標擬定為：使每位國民能夠樂於學習科學並了解科學之用，喜歡科學之奇，欣賞科學之美。欲達成此教育改革的目標，除了課程的改革，良好的科學師資更為重要。郭重吉（2006）指出在整體科學教育之改革歷程中，良好的科學師資攸關科學教育之成敗，目前師資培育多元化的制度下，肩負「國小科學教育」使命的科學師資培育則呈現被忽略、不受重視的趨勢。國科會科教處也注意到師資多元化制度下培育出來的數理師資問題，因此開始推動「中小學科學教師與師資教育研究」的重點研究，期望能針對「中小學科學教師培育的學程課程、教師、教學、評量，以及實習教師的輔導系統進行評鑑模式及工具的研究」（郭重吉，2007；吳麗珍、鄭碧雉、段曉林、郭重吉，2011）。從培育、實習、專業進修與在職發展的種種面向的考量，才能培育出優質的科學教師，推動卓越的科學教育。

良好的師資除了個人的人格特質與教學熱誠，最重要的是教學的專業

能力。Shulman (1986) 指出教師的專業知識可分三大類：教育學知識 (pedagogy knowledge, PK)、學科知識 (content knowledge, CK) 和學科教學知識 (pedagogical content knowledge, PCK)。Shulman (1986, 1987) 提出了學科教學知識的概念，不僅強調學科內容知識與教育學或教授法同等重要，也主張學科內容知識與教育學需要更進一步的連結，使教師在教學過程傳達學科內容概念時，能以最有效的方式教學。國小自然與生活科技領域包含的學科內容十分廣泛，有物理、化學、地球科學、生物、與生活科技，教師要在職前教育的過程中學習相關的科學知識已經十分不易。有關科學教師學科知識與學科教學知識對教學的影響在國內外有許多的研究，研究結果發現學科背景知識較弱的教師，上課較缺乏信心，且會以教師講述為主的教學，避免遇到無法回答的問題 (Carlsen, 1987; Dobey & Schafer, 1984)。Grossman、Wilson 和 Shulman (1989) 的研究指出教師若對學科內容不精熟，他不是照著課本唸書就是只講授非常表面性的知識，而且怕學生問問題。Abell 和 Roth (1992) 也主張有限的學科內容知識和學科教學知識可能是初任教師在國小科學教學中最大的負擔，特別是對一些非自願的初任科學教師。Baxter、Richert 和 Saylor (1985) 研究初任科學教師的教學時指出：科學背景較強的初任教師在教學中會強調科學的探究過程。學科知識 (CK) 是發展學科教學知識 (PCK) 最需要的基本知識，具有學科教學知識的教師更能正確的呈現教學表徵內容、注意學生的了解、回應適合的解釋、舉例、隱喻或多重的教學策略，這些研究顯示了學科知識是幫助教師形成學科教學知識的基礎，有良好的學科教學知識才能夠達成課程目標與教學目標。當初實行九年一貫時，多數國中為了排課方便，除了數學教師仍教授數學外，理化教師要兼教地球科學或生物，讓老師去教授自己不熟悉的學科，造成老師們莫大的困擾，凸顯中學之課程與大學的師資培育學程之不一致。對於國小科學教師而言，師資的培育方式已經讓國小具有科學背景的教師是少數族群，再者，學校為了班級能夠正常的運作，常以班級導師為優先考量，自然課程長期是以行政配課的方式來思維，因此由非數理背景的教師擔任國小自然科學師資的現象更甚於國中科學教師教授非自己專長的科目的情形。科學教師的學科知識與學科教學知識可從其受教育的背景變項中作初步的探究，因此在本研究中主要針對樣本的背景變項進行探討。

受到企業界人力資源管理的相關研究的影響，教育人員的人力資源議題，越來越受到教育主管機關與學者們的重視（王瑞璦，2008；吳麗珍、鄭碧雉、段曉林、郭重吉，2011）。因此在師資培育與教師專業發展均強調優秀的教育人才培育的重要性。但是如果我們擁有專業的教育人才，卻缺乏對於促進教育人才達到『人盡其才』的理念，則會使教育人才無法發揮所長，更會使教育人才在學校教育的價值打折，也間接影響學校教育的品質與功能（李田英，2009；李田英等人，2008）。由以上的文獻已經發現國小具有數理背景的教師已經是少數的專業教師，但是因為班級導師、配課等種種行政因素的考量，讓具有專業背景的教師無法擔任自然課程的教學，實是非教育之福。而此現象在國小教育中又是另一個問題，在本研究中主要探討此現象對國小科學教師人力結構的影響。

許榮富（1989）觀察科學教師之行為或表現，將科學教師特性分為外顯特性與內隱特性。所謂外顯特性包含教師的年齡、性別、教學年資、學歷及所受之訓練；內隱特性包含教師的科學素養、科學態度、科學教學能力…等。外顯特性是比較容易客觀調查的特性。在本研究中希望作為大樣本調查的初探研究，因此擬定容易進行客觀調查與統計分析的外顯特性進行調查研究，以瞭解目前屏東縣國小科學教師人力結構的情形，做為未來相關研究之參考。

參、研究方法

本研究採用「調查研究法」進行資料的蒐集，之後運用統計分析考驗變項間之相關及差異情形，從研究分析結果，提出結論及建議。資料收集是以參與九十九年屏東縣自然領域輔導團承辦科學教育網推廣研習活動的教師為資料收集對象，共 73 位教師。此研習活動共計在三個視導區（此三個視導區分別為屏東、潮州及東港，屏東縣共區分為五個視導區）各辦理一場研習活動，問卷回收之後，進行統計分析。

一、研究對象

本研究之取樣範圍為屏東縣公立國民小學正式教師，包含主任、組長、導師及自然科任教師，發出問卷 73 份，回收問卷 73 份，回收率 100%，

有效問卷份 73 份，由於一般擔任導師者均沒有教授自然領域課程，因此本研究在分析時剔除擔任導師及非任教自然科之教師的問卷共 25 份，實際進行資料分析的問卷共 58 份，佔全部問卷的 79.5%（以屏東縣的國小規模及科任教師授課節數粗估，約有 400 位左右的科學教師，約佔全部國小科學教師的 15%）。

二、研究工具

研究工具為筆者自編之「國小科學教師基本資料調查表」，問卷內容如下：

表 1 國小科學教師基本資料調查表

題號	基本資料	勾選項目			
1	性別	☐ 男	☐ 女		
2	年齡	☐ 30 歲以下	☐ 31-40 歲	☐ 41-50 歲	☐ 50 歲以上
3	教學年資	☐ 5 年以內	☐ 6-10 年	☐ 11-15 年	☐ 16-20 年 ☐ 20 年以上
4	任教自然科年資	☐ 5 年以內	☐ 6-10 年	☐ 11-15 年	☐ 16-20 年 ☐ 20 年以上
5	教育程度	☐ 師專	☐ 大學	☐ 研究所及以上	
6	學歷背景	☐ 理工相關科系		☐ 文法商相關科系	
7	任教學校規模	☐ 6 班含以下	☐ 6-12 班	☐ 13-24 班	☐ 24 班以上
8	職務類別	☐ 主任	☐ 組長	☐ 導師	☐ 科任（科別：）

肆、分析結果與討論

研究結果分析共分為二部分。第一部分以描述性統計，探討各背景變項之調查結果；第二部分以列聯的交叉表作更進一步的探討，研究結果分析如下：

一、國小科學教師外顯特性結果

性別變項：男性科學教師的比例為 65.5%，比女性科學教師 34.5% 的比例高，由教育部 2010 年國小教師學校所在地與性別分類的統計資料結果：屏東縣國小女性教師的比例為 58.2%。但在本研究中發現國小女性科學教師比例只有 34.5%，比屏東縣國小女性教師的比例低很多，由此可知，在

屏東縣男性教師有較高的比例擔任自然科教師。此研究結果與張靜儀(2001)針對高屏地區國小科學教師所做的研究結果指出男性國小科學教師佔36%，女性國小科學教師佔64%的研究結果也有很大的差異，但是與游柏隆(2007)對台灣東北角地區國小科學教師的訪談研究中發現國小男性科學教師佔64.5%，女性科學教師佔35.5%的結果相近。造成此結果的差異是因為師資培育制度改變或是社會環境的影響是值得我們進一步加以探討的問題。

年齡變項：30歲以下只有1.7%；31-40歲有37.9%；在41-50歲有46.6%；在50歲以上有13.8%；在教學年資的背景變項：5年內的教師有5.2%；6-10年有17.2%；11-15年有19%；16-20年有31%；20年以上有27.6%。由教育部2010年國小教師教學年資與性別分類的統計資料結果：教學年資未滿5年有12%；6-10年有23%；11-15年有23%；16-20年有19%；20年以上有27.6%。兩者比較發現屏東縣科學教師在教學年資在未滿5年以及6-10年的比例比全國國小教師的比例約都少了6%，此結果也反映出屏東縣因為少子化與教師超額的影響，已經有很多年未辦理國小教師的甄試，只有極少數的公費生分發到屏東縣的偏鄉服務有很大的關係。未補充年輕的教師進入屏東縣教師的行列，此現象也反映在屏東縣國小科學教師的教學年資上的比例差異，而此結果是否會造成未來教學年資較長的教師退休之後，教師人力資源的斷層，是值得關切的課題。

任教自然科教學年資變項：5年內的教師有60.3%；6-10年有27.6%；11-15年有5.2%；16-20年有3.4%；20年以上有3.4%。在科學教學年資的統計結果卻發現自然科教學年資在5年內的教師比例高達60.3%；6-10年內的比例也有27.6%，顯示研究的樣本任教自然科年資都十分的淺，比較研究樣本的教學年資統計結果發現教師的年資普遍較為資深的現象。此特異的現象值得進一步加以探討。若就國中領域分科的教師而言，登記科學領域的教師從踏入教職之後就從事科學相關類科的教學，理應教學年資與科學教學年資應該相同的，但是國小教師在培育的過程中是以包班制的思維進行培育，因此未進行分科的認證與培育。以筆者在教學現場的觀察發現，大多數的資淺教師都是帶班的導師，但是教學年資在一定的程度之後就可能擔任組長或主任的行政工作職務，此時因為配課的方式，教師就可能開始教授自然與生活科技的課程。

教育程度變項：師專有 1.7%；大學有 62.1%；研究所以上有 36.2%。由教育部 2010 年國小教師學歷與性別分類的統計資料結果：師專有 1.59%；大學有 68.23%；研究所以上有 30.18%，屏東縣國小科學教師進修研究所的比例還比全國教師進修研究所的比例高，此結果與李田英等人（2008）針對『中學科學教師之教育學程修習狀況與成效』的研究發現國中科學教師進修獲得較高學歷的比例比一般教師高很多的結果相似。

學歷變項：理工相關科系的教師有 46.6%；文法商相關科系畢業的教師有 53.4%。由此可見理工與文法商背景的教師比例差異不大，此結果與筆者在大學讀書時約只有 10% 的數理系學生而言，比例可以說提升很多，可推論師資多元化之後，讓國小教師中具有理工背景的教師比例提升很多。

教師職務類別變項：主任有 8.6%；組長有 32.8%；純自然科任教師 58.6%。統計結果發現有 41% 左右的科學教師具有行政職務，進一步分析具有行政職的自然教師的學歷背景，發現有 45.8% 的教師具有理工相關科系的背景；相對的有 54.2% 具有行政職的自然教師的學歷是文法商的背景。

任教學校規模類別變項：研究對象的學校規模在 6 班及以下有 24.1%；6 班到 12 班的教師 31%；13 班到 24 班的教師 20.7%；24 班以上的教師 24.1%。此分析結果顯示研究對象雖然並未進行抽樣，但是不同學校規模的教師比例相當。

表 2 屏東縣國小科學教師背景資料統計表

題號	基本資料	人數（百分比）				
1	性別	男	女			
		38（65.5%）	20（34.5%）			
2	年齡	30 歲以下	31-40 歲	41-50 歲	50 歲以上	
		1（1.7%）	22（37.9%）	27（46.6%）	8（13.8%）	
3	教學年資	5 年以內	6-10 年	11-15 年	16-20 年	20 年以上
		3（5.2%）	10（17.2%）	11（19%）	18（31%）	16（27.6%）
4	教自然科 年資	5 年以內	6-10 年	11-15 年	16-20 年	20 年以上
		35（60.3%）	16（27.6%）	3（5.2%）	2（3.4%）	2（3.4%）

5	教育程度	師專	大學	研究所及以上	
		1（1.7%）	36（62.1%）	21（36.2%）	
6	學歷背景	理工相關科系	文法商相關科系		
		27（46.6%）	31（53.4%）		
7	任教學校 規模	6 班含以下	6-12 班	13-24 班	24 班以上
		14（24.1%）	18（31%）	12（20.7%）	14（24.1%）
8	職務類別	主任	組長	科任	
		5（8.6%）	19（32.8%）	34（58.6%）	

二、國小科學教師教學年資深，自然科教學年資卻淺

由表 3 的交叉表可以發現自然科教學年資 5 年內的教師，教學年資在 5-10 年佔 13.79%、11-15 年佔 10.34%、16-20 年佔 18.97%以及 20 年以上佔 12.07%，已經是全部的 55.18%了，也可以說教學年資深，但是卻是科學的生手有很高的比例。自然與生活科技領域包含的學科內容十分廣泛，有物理、化學、地球科學、生物與生活科技，因此具有專業的國小科學教師的養成是一段漫長的歷程。Shulman (1986) 指出教師的專業知識包含學科知識 (CK)、教育學知識 (PK) 與學科教學知識 (PCK)，對於非理科背景的教師學科知識已經十分缺乏，而在師資培育過程中只有一門「自然科學概論」與「自然與生活科技領域教材教法」很難培養一位優秀的科學教師。由表 3 的調查結果發現雖然教學年資在十年以上的教師佔了 77% 以上，應該具有豐富的教育學知識 (PK)，但是由調查發現有 53.4% 的教師是文法商背景畢業的教師，本身具有的科學知識已經十分薄弱；甚至任教多年教師因為沒有接觸自然科學的教學對於科學學科背景知識已經淡忘的，更遑論能形成有效的學科教學知識 (PCK) 進行教學。我國九年一貫課程強調培養學生帶著走的能力，在自然與生活科技領域的教學更加強調培養全民的科學素養以及探究能力的養成，使學生能夠學習問題解決與探索生活議題主動的學習模式。然而，若我們的科學教師本身就缺乏科學探究的能力與素養，如何教導學生帶著走的能力。

表 3 屏東縣國小科學教師教學年資與自然科教學年資交叉表

		自然科教學年資					總和
		5 年以內	5-10 年	11-15 年	16-20 年	20 年以上	
教學年資	5 年以內	個數	3	0	0	0	3
		總和 %	5.17%	0	0	0	5.17%
	5-10 年	個數	8	2	0	0	10
		總和 %	13.79%	3.45%	0	0	17.24%
	11-15 年	個數	6	5	0	0	11
		總和 %	10.34%	8.62%	0	0	18.97%
	16-20 年	個數	11	6	1	0	18
		總和 %	18.97%	10.34%	1.72%	0	31.03%
	20 年以上	個數	7	3	2	2	16
		總和 %	12.07%	5.17%	3.45%	3.45%	27.59%
	總和	個數	35	16	3	2	
		總和 %	60.35%	27.59%	5.17%	3.45%	

伍、結論與建議

國小的自然科教學是每一個學生科學教育的啟蒙，其教育品質不容忽視。由於國民小學教師人力資源錯置的情況嚴重，造成大多數國民小學教師有著學非所用的情況。若要提升國小科學教師的素養，建立科學教師證照制度是最直接的方法。就理論上而言，國小教師是以包班制的方式來培育。但是自然學科領域的特定性與特殊性，是否需要以其他的方式進行教師的培育與專業任用，是值得我們思考的問題。

研究結果發現屏東縣國小自然科教師有 60% 的自然科教學年資在五年以內，屬於資淺教師，且有 40% 以上的自然科教師是兼任行政職務的教師擔任而不是科任教師。顯示屏東縣國小科學教師人力結構存在著相當大的問題與困境，然以目前的教育環境實難進行教師人力結構的改變，唯有透過整體的規劃與協助，才能幫助國小科學教學正常化。因此如何提升教師科學教學的專業是十分迫切的課題。筆者參考教師在職進修、教師專業發

展、師資培育政策及相關的研究，將具體改善建議就教育政策、師資培育及行政措施等面向提供建議。

一、就教育政策面向的建議：

- (一) 國小自然科教師資格應參考國中領域教師認證的方式，需要經過特別的認證，認證的方式可以修習科學課或通過自然科的檢定考試為之，且在教師資格檢定，不應只考教育科目，數學及自然學科專業知識都應一併檢定，才能提供具有科學知識與素養的自然科師資。
- (二) 目前國小各年段還是以包班制為主，造成人力資源沒有專才專用，教育主管機關應該訂定國小教學授課規準，規定中、高年級的自然領域教師應該由經過認證的教師擔任，才能達到專才專用的人力分配。

二、就師資培育面向的建議：

- (一) 師資培育機構應與國小優質教師成立師培聯盟，讓職前教師在師資培育階段達到理論與實務同時並進的效果，使職前教師在進入職場時同時具備自然科的學科專業知識(CK)及學科教學知識(PCK)。
- (二) 師資培育法通過之後，師範校院轉型與合併已經不再具有師資培育的優勢，試問當師資培育的教授退休之後，是否還有可以培育科學專業教師(李田英，2009)，若能夠利用師範校院教授規劃國小科學教師的在職進修課程與授課，不但能使這些教授發揮所長，亦能幫助資淺的科學教師發展科學教學的專業素養。

三、就行政措施面向的建議：

- (一) 以區域性的方式進行策略聯盟，結合在職自然教師、國教輔導員及專業教授成立自然科學教學工作坊，配合教師在職進修時間，透過共同討論、分享交流，促進在職自然教師自然科學教學的知能。
- (二) 學校行政單位應鼓勵非專業授課教師在職進修自然教學相關研習，提升自我教學專業發展，以提昇整體自然科教師之教學專業能力。

參考文獻

- 王瑞璦（2008）。人口結構變遷下我國師資培育現況之分析。**台東大學教育學報**，19（2），143-182。
- 行政院教育改革審議委員會（1996）。**第三期諮議報告書**。行政院教育改革審議委員會。
- 李田英（2009）。我國師資培育的優勢與問題。**科學教育月刊**，321，12-26。
- 李田英、曹博盛、左台益、謝豐瑞、黃福坤、陸健榮、張俊彥、楊芳瑩、洪志明、黃芳裕、張文華、張永達、童麗珠、楊文金、羅珮華（2008）。中學科學教師之教育學程修習狀況與成效。**科學教育月刊**，311，2-16。
- 吳清山（2006）。師資培育的理念與實踐。**教育研究與發展期刊**，2（1），1-32。
- 吳麗珍、鄭碧雉、段曉林、郭重吉（2011）。全國國中小數理教師背景現況分析。**科學教育研究與發展季刊**，63，69-9。
- 游柏隆（2007）。台灣東北角地區國民小學自然教師教學背景之探究。國立台北教育大學自然科學教育學系碩士班碩士論文，未出版，台北市。
- 許榮富（1989）。科學師資培育的理念與實務設計。**教育資料集刊**，14，241-261。
- 郭重吉（2006）科學師資的培育。**教育研究月刊**，152，5-11。
- 郭重吉（2007）。科學教師之路：由實習輔導到專業成長。臺北：心理。
- 教育部、國科會（2002）。科學教育白皮書。科學教育發展處。上網日期：97年8月30日，檢自：<http://www.nsc.gov.tw/sci/lp.asp?ctNode=2532&CtUnit=1559&BaseDSD=7>
- 張靜儀（2001）。國小自然科教師教學個案研究－教師背景與教學之探討。**屏東師院學報**，14，899-932。
- 鄭湧涇（2005）。我國科學教育改革的回顧與展望。**科學教育月刊**，284，2-22。
- Abell, S. K. & Roth, M. (1992). Constraints to Teaching Elementary Science: A Case Study of a Science Enthusiast Student Teacher. *Science Education*, 76(6), 581-595.

- Baxter, J., Richert, A. & Saylor, C. (1985). *Science group : Content and processes of biology*. A paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association.
- Carlsen, W. S. (1987). *Why do you ask? The effects of science teachers subject matter knowledge on teacher questioning and classroom discourse*. A paper presented at the Annual meeting of the American Educational Research Association, Washington D. C.
- Dobey, D. C. and Shafer, L. E. (1984). The effects of knowledge on elementary science inquiry teaching. *Science Education*, 68(1), 39-51.
- Grossman, P. L., Wilson, S.M. & Shulman, L.S. (1989). Teachers of substance : Subject matter knowledge for teaching in Reynolds, M. C. (ed). *Knowledge Base for the Beginning Teachers* (pp. 23-36). Pergamon Press.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
- Shulman, L. S. (1987). *Knowledge and teaching : Foundation of the new reform*. Harvard Educational Review, 57(1), 1-22.