

桃園縣高中職數學教師信賴區間學科教學知識之研究

*李宛臻 **袁 媛

*桃園縣育達高級中學教師

**中原大學教育研究所副教授

摘要

本研究以桃園縣高中職數學科教師為母群體，依學校規模分層隨機抽取 11 所學校的 148 位教師為研究對象，以問卷調查法研究教師於信賴區間的學科教學知識與教學現況，經收集資料分析後得結果如下：一、教師對於信賴區間也存在著迷思概念，尤其是教科書外的延伸概念，如不能正確掌握重覆取樣的意義及相信信心水準即機率等；二、求學時期曾修過統計學課程及具統計內容教學經驗之教師，其信賴區間的學科知識認知情況表現較佳，亦較贊同數學課程引入新統計概念之教學；三、教師對信賴區間概念的教學信心覺知較低，顯示教師較不具信心教好信賴區間概念；四、教師自覺具有足夠的學科教學專業知能時，於信賴區間的學科知識表現也愈好，反之亦然。

國立中興大學 

National Chung Hsing University

關鍵詞：學科教學知識、信賴區間、信心水準、高中、數學教師

收件日期：2011 年 09 月 02 日

修正日期：2011 年 12 月 29 日

壹、緒論

當幾個簡單的數學原理湊在一起時，很少有人能夠從容地處理，以致於一般人遇到統計數字時多會缺乏判斷能力(Paulos, 1988)。報章雜誌或電視上常常讀到、看到一些「數字」，甚至學術界的論文與期刊亦會使用統計數值及相關的圖表，媒體尤其喜歡播送統計數據，因為數據就像事實真相，而大眾的想法多半也是一樣，認為統計數字千真萬確(張淑貞、何玉芳, 2008)，很少有人會去思考其真實性，而能明白其中涉及的概念及隱含意義的人可能更少(劉耕非, 2007)，有些人甚至會自動延伸數據的關聯性，妄下因果結論。因此我們必須明白，有時候數值並不見得是它們表面所顯現的，背後所隱藏的訊息可能比表面看到的要多，也可能少的多(鄭惟厚, 2005)。學生在求學過程中，課程安排是否培養人們在未來生活中面對數字時，具備賦予其意義，進而做出正確解釋與推論之能力？

在數學的領域中，傳統代數學及幾何學的發展皆有兩千多年的悠久歷史，很多名詞早已千錘百鍊，但現代統計學的發展時日只有幾百年，一般大眾對機率與統計的相關概念並不瞭解，在教材內容仍有爭議及師資養成教育背景不足的情形下，使得統計在傳統數學教育中較常被忽視(任眉眉, 2004)，且統計強調隨機的意義，以致許多教師無法跳脫傳統探討必然性問題的教學方式，學生在學習上亦容易產生誤解，對教師而言，不論其教學資歷的深淺，當面對自己不熟悉的課程議題和內容時，就形成了教學生涯中的一種挑戰(Wallace & Loudon, 2000)。相較於過去僅規劃敘述統計(descriptive statistics)，近年來國內的中學數學課程在教材編排上統計學的份量增加不少：如 2005 年頒布的《普通高級中學課程暫行綱要》(簡稱《95 暫綱》)，數學暫行綱要整體內容和先前教材內容無太大差異，惟在高二統計單元加入了一些推論統計的入門知識，增列了信賴區間(confidence interval)與信心水準(confidence level)的解讀(張海潮, 2008)，2008 年公布的《普通高級中學課程綱要》(簡稱《99 課綱》)更是於高三選修課程中新增「隨機的意義」，統計學在高中數學課程中的份量已不容小覷。因此教師對這些新增數學教學內容的了解及教學現況便值得探究。

教師專業成長首重教師的教學專業知能，然教師教學知識多與學科教學知識(pedagogical content knowledge, 簡稱 PCK)(Shulman, 1987)有關，學科教學知識又與學科內容知識有相關。過去數學科教學研究很少聚焦於高中職，且多偏重於機率單元，因此本研究把重心轉至統計單元，而「信賴區間」除了是課程所羅列的新概念外，更是結合集中趨勢與離散程度兩者之應用，因此本研究旨在以其作為主題，藉由對數學教師教學相關知識進行初探，同時進一步瞭解數學教師進行統計單元教學時，具備何種相關知能及對此教學現況進行探究，以瞭解目前桃園縣高中職數學教師對於信賴區間教材內容的認知程度及教學現況，希望能對未來高中階段的統計教學提出具體的教學建議，以期達到提升學生對統計的學習興趣。基此，本研究的目的及問題具體說明如下：

一、研究目的

- (一) 瞭解桃園縣高中職數學教師對信賴區間的認知現況。
- (二) 探究桃園縣高中職數學教師教授信賴區間概念的學科教學專業知能。

二、研究問題

- (一) 桃園縣高中職數學教師對信賴區間概念的認知現況為何？
- (二) 不同背景的桃園縣高中職數學教師信賴區間認知情況是否有所差異？
- (三) 桃園縣高中職數學教師在信賴區間概念的學科教學專業知能為何？
- (四) 不同背景的桃園縣高中職數學教師於信賴區間之學科教學專業知能是否有所差異？
- (五) 桃園縣高中職數學教師於信賴區間的學科教學專業知能與其學科知識的關係為何？

貳、文獻探討

一、信賴區間的意義與教學探討

(一) 信賴區間的意義

統計學的主要目的，在於由所欲研究之母體抽出少數樣本，藉以推論整體特徵值，並利用機率原理，決定應以何種樣本統計量來推測母體中某參數最為適當，此統計方法稱為估計，但其間誤差有多大？信賴程度又如何？為此，Neyman 於 1934 年提出了區間估計理論，用以判斷所得的估計值有多準確(引自 Salsburg, 2001)，根據點估計值及其抽樣分配尋求未知參數所在的可能範圍，此範圍即為信賴區間，建立信賴區間的方法稱為區間估計，而看似簡易的信賴區間，背後卻有著大數法則、中央極限定理、常態分配等理論支持著。

簡單地說，一件事重覆發生的次數很多時，實際觀測到的現象、發生的機率就會接近母體真實的情形，雖然大數法則並不保證長期實驗的比值 $\frac{x}{n}$ 一定會愈來愈

愈靠近原先假定的機率 p ，但至少保證這個比值靠近 p 值的機率，會隨著實驗次數的增加而增加，正因為有此保證，我們常以長期實驗所得的比值代替理想中的 p 值(曹亮吉，1985)；機率論中將關於論證「大量獨立隨機變量之和，其極限分布近似於常態分配」的一系列定理，統稱為中央極限定理，即是說明在特定條件下，大量獨立隨機變量的分布趨於常態分配，中央極限定理的重要意義即在於根據此一定理，決定其他機率分布亦近似於常態分配；「常態」則是抽樣推論的必要條件，常態分配曲線與橫軸所圍面積可視為機率值，平均值 μ 與標準差 σ 間所佔面積比例有一定關係，稱為常態分配的經驗法則，《95 暫綱》中的「68-95-99.7 規律」即源自於此。

相對於估計值，參數則是描述母體的數字，唯有觀察母體才能獲得其真實值，估計值與真實值間必然存在著隨機誤差，顯然點估計無法解決此問題，因此採用一個範圍去估計未知量所在位置，這類方法稱之為區間估計，區間估計中的

精確度(區間的長度)和可靠度(區間包含未知量的機率)是相互矛盾的。在實際問題中，人們總是在保證可靠度的條件下，盡可能地提高精確度，然而區間並非唯一，而是隨著樣本不同而變動，換了一組新樣本即有一個新的對應區間，不論這些區間中的某一個是否包含母體的真實值，樣本大小相同之全部樣本的平均數所得的信賴區間數目，有足夠的信心使這些信賴區間中包含母體平均數真實值之百分比，即稱為信心水準(Iversen & Gergen, 1997)，而信賴區間最明顯的難處就是在於如何去解釋「信心」意味著什麼(Smithson, 2003)。

以“0.95”為例為信心水準作一解釋：母體參數是未知的固定值，而抽樣所得的信賴區間卻是變動的，重複此作法會得到一些不同的區間，在此意義下的信賴區間為隨機區間，在取樣前有 0.95 的機率區間會包含母體參數(丁村成, 2010；黃文璋, 2003)，但抽樣後所得之區間已是固定，不再是隨機區間，母體參數要就落在裡面，要就不落在裡面，兩者必居其一，機率值非 1 即 0，此時從字面上看信心水準已無實質意義，這裡的 0.95 是指若不斷重複同樣地抽樣步驟，構造出許多個區間，這些區間包含母體真正參數值的機率近似於 0.95，而「95%的信心」是經過濃縮的說法，代表：使用同樣的方法對所有可能樣本做驗證，可使 95%的樣本得出之結果是正確的(鄭惟厚, 1998)，因此信心水準實際上是對構造信賴區間方法可靠度的整體評價。

綜上說明，統計學上假設做了足夠多次抽樣後，借助其近似於常態分配的法則探討信心水準，並創造出信賴區間這樣的名詞來描述(丁村成, 2010)，而信賴區間的應用相當廣泛，本研究僅限於高中數學教材中提及之「平均數」及「百分比」信賴區間。

(二) 信賴區間的教學研究

早期高中數學課程多著重代數與解析幾何，直到 1983 年的課程標準中首度將統計納入教材，而《95 暫綱》中的數學課程為顧及穩定性，保留先前各版共同部分，除原有敘述統計外，於高二引進機率頻率觀，增列了「信賴區間與信心水準的解讀」，並說明常態分配及 68-95-99.7 規律。《99 課綱》內容無太大改變，惟課程順序上有較大調動，同時於高三選修課程新增「隨機的意義」，希望能清楚交待現有教材中期望值、變異量及二項分布的概念。隨機變數曾於 1974 年的課程中納入，當時授課狀況連連，1985 年後便未再提起(賴敦生, 2008)。因此，要成功地實施統計教學，教師不僅要強調「隨機」觀念的建立，還必須讓學生瞭解它與確定性數學之差異(丁村成, 2005)，但信賴區間單元只是利用教學活動讓學生瞭解信賴區間與信心水準的解讀，缺乏隨機概念的介紹，並非真的讓學生接觸統計推論的部份，課程中再度納入隨機意義值得拭目以待(黃文璋, 2010)。

然而自一綱多本實施以來，各版本內容各自表述，基於數學課程多年來之穩定性，內容並無太大差異，惟新增的「信賴區間」概念，出現參差不齊的情況，教學重心主要放在信賴區間，以致於學生在理解與應用上的表現並不理想(江月雲, 2009)，課程在介紹推論統計前都會先引入機率論及敘述統計的學習，隨機變數和機率分布的強調就顯得格外重要(邱婉嘉, 2010)，可惜各版教科書中皆未

見強調隨機的概念，內容編排上也參差不齊，課程設計和教材編寫不但忽視學生認知，甚至存在一些錯誤概念(丁村成，2010)，例如：有些教科書將信心水準定義為母體百分比 p 會落在信賴區間的機率，這樣的錯誤觀念使得教師們於教學現場也無所適從。

Shaughnessy(1992)早年提出，當教師本身對教學缺乏經驗和知識背景，將使統計教學僵硬化，中學時期的統計課程長期以來都包含在數學課程中，師資大部分接受傳統數學教育訓練，許多教師對於統計教材不熟悉，且學生以數學的角度學習統計概念，過份強調計算不同統計量數的能力，反而忽略了這些統計量數代表的意義與應用(Vermette, Gattuso, & Bourdeau, 2005)，導致多數人只會用公式，不知背後意涵，進而影響未來在統計推論及應用的正確性。教師教學時，最重要的是讓學生知道信賴區間的意義，研究者綜合文獻(鄭惟厚，2002; Garfield, delMas, & Chance, 2000)與各版本教科書，整理學生常出現的迷思概念如下：

1. 信心水準只能使用 95%；
2. 母體參數落在某一樣本信賴區間內的機率為 95%；
3. 信賴區間有 95%的機率包括樣本估計值；
4. 區間內包含 95%抽樣所得資料；
5. 區間範圍愈廣意味著較缺乏信心；
6. 無論信心水準，信賴區間愈窄愈好；
7. 接近信賴區間兩端值為母體參數的可能性，較接近區間中間的值低。

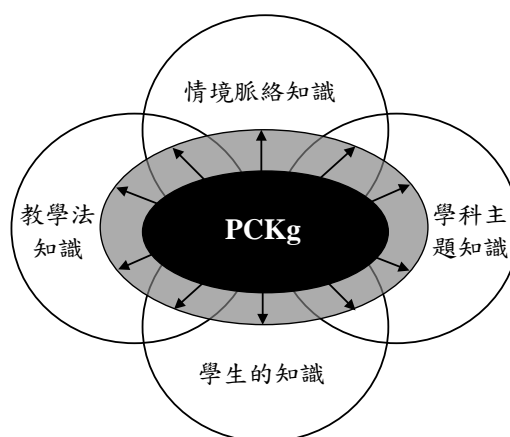
總而言之，信賴區間的意義即是重複實驗的結果，立基於隨機抽樣一個未知母體參數的區間估計，在說明誤差界限時，並未規定信心水準值，「95%的信心水準」只是個普遍用法，抽樣調查是可以選擇其他的信心水準，教師教學時最重要的是讓學生知道信賴區間的意義，教導學生解讀時必須強調信賴敘述所做的結論是針對母體而不是樣本，且對母體所做的推論不會是百分之百肯定的，因此區間是否包含母體參數不得而知。較窄的區間長度和較高的信心水準是人們想獲取的，然而這兩件事情互相牽動著，一些觀念也必須對學生加以釐清：對相同信心水準而言，估計值不變時，樣本數 n 愈大、誤差界限愈小，區間長度也愈窄；相同條件下，信心水準愈高，誤差界限愈大，區間長度也愈長；有鑑於此，本研究將上述迷思概念融入調查項目中，藉此探討教師是否存在相同之迷思概念。

二、教師的學科教學知識

高中職學校教育為因應新課程，教師必須配合新課程需要，發展各種專業能力，以茲面對新局面的挑戰與需求(何金針，2006)，而學科教學知識(PCK)則是用來評估教師專業非常重要的指標(張世忠、管世應、謝幸芬，2009)，具備 PCK 的教師在教學時能提升學生學習成效(張靜儀，2006；黃萬居、熊瑞棻，2004)。教師應具備將自己擁有的學科知識轉化成易於學生理解的知識，這正是教師有別於專家的關鍵。

面對教師學科知識與教學知識分割的情形，Shulman(1987)提出了 PCK 的觀念，他指出教師應包含七類有效知識：學科內容知識、一般教學法知識、課程知

識、學科教學知識、對學習者及其特質的知識、教育情境知識及對教育目標、價值及其哲學與歷史背景的知識，其中以學科教學知識最為重要。而 Cochran、DeRuiter 和 King(1993)融入建構主義觀點，定義 PCK 為教師對教學、教材、學生及學習情境的綜理解，且能針對特定情境，聯結教學法知識和學科內容創造教學策略，建構有效的理解，同時以覺知(knowing)取代知識(knowledge)，將靜態 PCK 轉換成動態的學科教學覺知(PCKg)，教師的教學含四要素：情境脈絡知識(context knowledge)、教學法知識(pedagogical knowledge)、學科主題知識(subject content knowledge)及學生知識(learner knowledge)，圖一即表示四要素間關係。PCKg 位於中心，模型中的箭頭代表教師 PCKg 將隨著教學經驗和學習活動的增加而擴大，新的教學經歷造就其持續成長(Angeli & Valanides, 2009)，PCKg 強調教師在教學歷程中主動學習建構知識，此四要素並無先後順序，而是教師對其同時進行理解，並持續擴展整合而成的結果，每一要素知識增加，重疊部分增多即表示教師 PCKg 發展了。



圖一 PCKg 的模型

資料來源：“Pedagogical content knowing: An integrative model for teacher preparation” by K. F. Cochran, J. A. DeRuiter, and R. A. King, 1993, *Journal of Teacher Education*, 44(4),268.

綜合上述，PCK是以CK與PK為基礎所延伸出來之知識，美國國家科學標準(National Research Council, 1996)亦將PCK列為教師專業能力的重要指標，強調教師學科內容知識及學科教學知識之發展運用，具備較佳學科知識的教師能較有效率傳輸知識，學生也較易接受(Carter & Doyle, 1987)。基於此，本研究以信賴區間概念為主題，將教師專業知能分為學科知識、教學法知識、學生知識及教學評量，教師若能有效融合運用四面向對教學必有所成效。本研究中教師於各面向應具備的條件說明如下：

(一) 學科知識：學科知識可謂一切教學活動之基礎，意指教師在實際教學情境中的教學內容，包含信賴區間的事實、概念及其間的交互關係，教師必須擁有正確的概念，清楚信賴區間的來龍去脈，才能辨別學生的概念是否正確，也才能選

擇適合學生的學習內容，重建並釐清學生先前的迷思概念，教師同時也必須清楚教學目標、相關理論及現實生活中之應用，才能將學科內容組織完整，有效地呈現給學生。

(二) 教學法知識：教學法包含教師的教學策略與表徵方式，教師應針對信賴區間的教學目標及內容，於課前選擇合適的教學策略、找到吸引及持續學生注意力的技巧，並安排教學活動流程，運用適當的實驗、恰當的舉例說明、圖形等方式清楚地解釋概念，在課堂實施時除使用豐富的教學策略引導學生獲得學科知識外，並要能監控課程的流暢性。

(三) 學生知識：良好的學習環境建構於師生相互瞭解之上，教師若要有能有效地教導信賴區間這個主題，需要確定學生在學習信賴區間所應具備基本的能力，如機率、常態分配等，也須掌握學生的文化背景、認知風格，以提供學生較多的活動和表現機會，並能評估學生學習過程中可能會碰到的困難點及迷思概念，並提出解決之道。

(四) 教學評量：教師應針對信賴區間內容及學習者特性選擇適當的評量方式，可以是口頭詢問、舉例說明，或是紙筆測驗等，目的在於運用評量檢測學生的學習狀況，並依此修正課程。

參、研究設計與實施

本研究採問卷調查法來探討高中職數學教師對信賴區間的認知與教學現況，以教師性別、年齡、任教類別、年資、教育訓練及教學經驗等變項作為研究背景變項，並依 Shulman 的 PCK 觀點將教師的學科教學專業知能分為學科知識、教學法知識、學生知識及教學評量四構面，探討不同背景變項的教師在學科教學專業知能的表現是否有所差異，同時引入課綱變項，討論教師對信賴區間課程目標內容的瞭解程度，以及對新課程引入此內容的看法。

一、研究對象

依據桃園縣政府教育局中等教育科「99 學年度桃園縣中小學名冊」公告，目前桃園縣境內計有 34 所高中職，排除桃園啟智學校、甫成立的縣立觀音高級中學，另外，國立龍潭高級農工職業學校及國立桃園高級農工職業學校，因其編制屬工科，使用教材於《95 暫綱》中教授之內容不含統計單元，無法回應本研究目的，予以排除。因此，本研究以其餘 30 所學校編制內之現職數學科教師作為研究對象，且為使研究對象具有代表性，先以學校規模分三層進行叢集抽樣，總計抽取出 11 所學校的數學教師為調查對象，正式樣本抽樣分配見表一。本研究最初以抽樣學校班級數預估數學教師人數為 168 人，因不確定各校正確的教師數，因此發放問卷時會多給各校一些問卷。總計於正式施測階段共計發出問卷 200 份，回收填答問卷計 164 份，剔除無效問卷(填答不完整之問卷)16 份後，有效問卷回收率為 74%。就本研究中之母群體而言，公私立學校數比為 7：8，公立學校數約佔 47%，抽樣結果公私立學校數比為 5：6，公立學校數約佔 45%，

與母群體比例接近。因此，實際的樣本與預定選取的對象之結構相當。

表一

正式研究樣本分配表

學校規模	所占比例	抽取學校數	預估人數	學校名稱
小型學校 (1 班~30 班)	30%	3	18	方曙商工、永豐高中、泉僑高中
中型學校 (31~60 班)	40%	4	72	大興高中、中壢高商、六和高中、平鎮高中
大型學校 (61 班以上)	30%	4	78	中壢高中、永平高中、育達高中、武陵高中
合計	100%	11	168	

註：預估人數之計算，大型學校學校數以 3 校為基數。

二、研究工具

(一) 預試問卷

本研究使用的量化工具為研究者自行編製的「高中職數學教師的信賴區間教學相關知識調查問卷」，量表分三部份：第一部份為基本資料，藉此探討教師進行教學時所應具備之知識是否受個人背景變項因素影響而有所差異。第二部份為教師學科教學專業知能，題型設計採 Likert 五點量表，由問卷填答者針對教學看法勾選最符合自己的選項，答題為「非常同意」者得 5 分，「同意」者得 4 分，「無意見」者得 3 分，「不同意」者得 2 分，「非常不同意」者得 1 分，反向題得分則以反轉計分。學科知識構面(1~7 題)得分愈高，表示教師對信賴區間概念愈清楚，教學法知識構面(8~16 題)得分愈高，表示教師對信賴區間概念教學方式愈多元，學生知識(17~20 題)及教學評量構面(21~22 題)得分愈高，表示教師較能使用評量診斷出學生問題所在並予以解決。第三部份為信賴區間知識，是由研究者參酌文獻整理出一些有關信賴區間容易混淆的迷思概念後，再參考大學學科能力測驗及指定科目考試歷屆試題，以及高中數學學科中心所研發的機率統計試題，以信賴區間與信心水準的解讀為主題來編製 9 題題目，題型設計為是非題。

擬定初稿後，為建立專家效度，將問卷郵寄六位教育及統計相關領域的專家們進行內容效度檢驗，後依據專家審查後提供之建議，修改問卷內容後完成預試問卷。接著以立意抽樣方式商請一所非樣本內之高中數學教師進行預試，以確定教師是否都能瞭解問卷中之題意，問卷回收後剔除無效問卷，共得有效問卷 18 份，針對量表第二部份進行項目分析，以極端組檢定法計算各試題之決斷值(CR 值)，再求各試題與總分間之積差相關係數，計算得本量表整體 Cronbach's α 係

數值.982，比較結果顯示各試題均達統計上的顯著水準($p < .01$)，同質性檢定結果亦顯示各試題與總分皆達高度相關，題間所欲測量的專業知能態度行為特質一致性頗高，各試題刪除後 α 係數與量表整體 α 係數相差不大，故 22 題皆予保留。

(二) 正式問卷

經預試後修正定稿為正式問卷(見附錄一)，正式問卷含三部分：第一部份基本資料，經專家建議刪除學歷、資訊融入教學、教科書版本等非本研究範疇之題目，共計 11 題；第二部份為問卷填答者之教師學科教學專業知能，試題與計分方式同預試問卷，採 Likert 五點量表，共計 22 題，分析時計算教師學科教學專業知能總得分(22 題)及四構面的得分平均值；第三部份為問卷填答者的信賴區間知識，以信賴區間與信心水準的解讀作為主題編製題目，共計 9 題，計分時答對一題得一分，因此最高分為 9 分。此外，為掌握教師們填答問卷之一致性，在發放問卷至各校時，均請各校協助盡量於領域教學研究會時統一發放問卷，並提醒教師勿參閱教科書，以冀將研究限制減至最低。

三、資料分析

本研究先以敘述性統計描述研究樣本的背景變項，分析教師基本資料及量表之實徵結果，以 $\alpha = .05$ 作為統計考驗的顯著水準，詳細統計分析法說明如下：

- (一) 使用變異數分析法比較不同背景變項的教師於信賴區間學科知識得分的差異情形，以及其對高中職課程引入統計單元新概念教學的看法是否一致？
- (二) 以教師學科教學專業知能四構面得分平均值，分別以各個背景變項進行變異數分析，以進一步探討不同背景的桃園縣高中職數學教師於信賴區間之教學專業知能有沒有差異？
- (三) 利用積差相關分析教師信賴區間知識與教師學科教學專業知能四構面的相關情形。

肆、結果與討論

本研究共計回收有效問卷 148 份，回收率 74%，其中公立學校教師 101 人，私立學校教師 47 人；男性教師 97 人，女性教師 51 人。問卷填答者年齡層大多介於 30 至 50 歲間；其中任教高中、高職、綜合高中的教師分別有 97、30、6 人，因跨類別教授之教師數量不多，因此合併於其他類計算；教育訓練方面，有 79.7% 的教師於求學時期曾修習過統計學、71.6% 的教師曾參加過統計相關課程研習；教學經驗部份，分別有 87.2% 及 85.1% 的教師教授過統計及信賴區間單元。

一、高中職教師對信賴區間的認知現況

問卷第三部份為信賴區間知識問題共 9 題，答對一題者得 1 分，總計滿分為 9 分。本研究樣本教師得分介於 2 分到 9 分間(見表二)，平均得分為 5.84 分，判讀結果顯示第 7 題及第 8 題答對率較低，其餘答對率皆有六成以上(見表三)。其中第 7 題題目係修改自學科中心 99 年度的機率統計的研發試題：「每一次調查都是獨立試驗，各會產生一個 \hat{p} 值，若以同樣方式重覆進行調查，所得到的觀測值

未必會落於第一次調查之區間內」；而第 8 題題目修改自 98 年學測考題，目的在評量信賴區間寬度會因 \hat{p} 與 n 的不同而有所不同，再次進行訪問所得 \hat{p} 值可能有所變動，即使增加人數為原人數 4 倍，因分子也會變動，並不能確定信賴區間寬度必定會減半。

表二

高中職數學教師在信賴區間知識的得分次數分配表

得 分	2	3	4	5	6	7	8	9	總和
次 數	1	13	27	20	26	37	16	8	148
百分比	0.7%	8.8%	18.2%	13.5%	17.6%	25.0%	10.8%	5.4%	100.0%

表三

高中職數學教師在信賴區間知識各子題判讀結果百分比

題號	1	2	3	4	5	6	7	8	9
答對	72.3%	72.3%	66.2%	68.9%	67.6%	66.2%	52.0%	55.4%	62.8%
答錯	27.2%	27.7%	33.8%	31.1%	32.4%	33.8%	48.0%	44.6%	37.2%

調查結果顯示，樣本教師於信賴區間知識的總答對率為 64.9%，且每道試題答對率均未達 80%，顯示教師亦可能有迷思概念。形成迷思概念的原因相當複雜，劉正湖(2000)指出這些原因可能是學科知識背景不足、教學誤導及大眾媒體誤導。在統計學裡雖有提及大數法則、中央極限定理，然而仍須修過數理統計方能明瞭其來龍去脈，但國內教師們未必修過此課程，在個人知識觀念未完善時，課綱突然地引入信賴區間概念，加上媒體、網路先入為主的錯誤概念(如信心水準 95%代表機率)之影響，授課教師們仍可能呈現一知半解的情況。正如丁村成(2010)指出，教科書錯誤觀念可能使老師無法建立正確的觀念。不過，因為本部分研究結果係樣本教師在未有研究者在場的情形下自由作答，其結果是否真正反應教師的實際知識，未來需有更多實證研究結果對此現象再做檢驗。

(一) 不同背景的數學教師於「信賴區間」知識得分之比較

以不同背景變項對樣本教師學科知識總得分進行變異數分析(見表四)，結果顯示學科知識總得分在「教育訓練」($F = 24.037$, $p = .000$)、「教授統計」($F = 8.612$, $p = .004$)及「教授信賴區間」($F = 10.679$, $p = .001$)有顯著差異，求學期間曾修習過統計學課程教師的學科內容知識平均得分($\bar{x} = 6.16$)高於未曾修習過的教師($\bar{x} = 4.57$)；而已教授過統計單元及信賴區間單元的教師平均得分(分別為 5.99 及 6.02)皆高於未曾教授過之教師(分別為 4.79 及 4.77)。

(二) 數學教師對高中職課程引入統計新概念教學的看法

本研究樣本教師中，有 74.3%的教師認為其了解《99 課綱》中有關信賴區間課程目標之內容，56.1%的教師表示贊同引入信賴區間概念的教學，而引入隨機

意義概念的教學則有 65.5% 的教師表示贊同。表五顯示不同背景教師對引入信賴區間教學看法之變異數分析結果，表六顯示不同背景教師對引入隨機意義教學看法之變異數分析。在信賴區間教學方面，「教育訓練」($F = 18.173$ ， $p = .000$)及「教授信賴區間」($F = 4.138$ ， $p = .044$)達顯著水準，即求學期間曾修習過統計學課程的教師贊成引入信賴區間教學的比例(64.4%)高於未曾修習過的教師(23.3%)，已教授過信賴區間單元的教師贊成比例(59.5%)高於未曾教授過之教師(36.4%)；在隨機意義教學方面，「教育訓練」($F = 19.302$ ， $p = .000$)、「教授統計」($F = 8.287$ ， $p = .005$)及「教授信賴區間」($F = 7.185$ ， $p = .008$)達顯著水準，即求學期間曾修習過統計學課程的教師，贊成引入隨機意義教學的比例(73.7%)高於未曾修習過的教師(33.3%)，已教授過統計單元及信賴區間單元的教師，贊成引入隨機意義教學的比例(分別為 69.8% 及 69.8%)皆高於未曾教授過之教師(分別為 36.8% 及 40.9%)。

通常教師無論在教學或教育方式轉變的學習，大都是建構在其自我直覺的詮釋之上，對於新的概念必須和自我的認知基模一致，才容易被考慮接受進而去實踐(Dale & Trish, 2001)。本研究顯示，修習過統計學課程及教授過此課程內容的數學教師，明顯地較接受高中職課程引入統計新概念的教學。而未修習過統計學課程及教授過此課程內容的數學教師，也許因個人本身不甚了解信賴區間及隨機的意義，再加上對教學一個新概念需備課的排斥性，因而出現接受比例較低的現象。

表四
不同背景教師學科知識得分之變異數分析摘要表

類別		平方和	df	均方	F值	事後比較	ω^2
性別	組間	.22	1	.22	.076		
	組內	429.89	146	2.94			
	總和	430.11	147				
年齡	組間	6.48	3	2.16	.734		
	組內	423.63	144	2.94			
	總和	430.11	147				
任教類別	組間	7.39	3	2.47	.840		
	組內	422.71	144	2.94			
	總和	430.11	147				
年資	組間	.54	3	.18	.061		
	組內	429.57	144	2.98			
	總和	430.11	147				
教育訓練	組間	60.80	1	60.80	24.037***	修過>未修	.135
	組內	369.31	146	2.530			
	總和	430.11	147				
統計研習	組間	11.00	1	11.00	3.831		
	組內	419.11	146	2.87			
	總和	430.11	147				

教授統計	組間	23.96	1	23.96	8.612**	教過>未教	.049
	組內	406.15	146	2.78			
	總和	430.11	147				
教授 CI	組間	29.32	1	29.32	10.679**	教過>未教	.062
	組內	400.79	146	2.75			
	總和	430.11	147				

註：** $p < .01$. *** $p < .001$.

表五

不同背景教師對引入信賴區間教學看法之變異數分析摘要表

類 別		平方和	df	均方	F 值	事後比較	ω^2
性 別	組間	.20	1	.20	.815		
	組內	36.25	146	.25			
	總和	36.45	147				
年 齡	組間	.70	3	.23	.934		
	組內	35.76	144	.25			
	總和	36.45	147				
任教類別	組間	1.36	3	.45	1.864		
	組內	35.09	144	.24			
	總和	36.45	147				
年 資	組間	.50	3	.17	.667		
	組內	35.95	144	.25			
	總和	36.453	147				
教育訓練	組間	4.04	1	4.04	18.173***	修過>未修	.105
	組內	32.42	146	.22			
	總和	36.45	147				
統計研習	組間	.08	1	.08	.322		
	組內	36.37	146	.25			
	總和	36.45	147				
教授統計	組間	.81	1	.81	3.305		
	組內	35.65	146	.24			
	總和	36.453	147				
教授 CI	組間	1.01	1	1.01	4.138*	教過>未教	.021
	組內	35.45	146	.24			
	總和	36.45	147				

註：* $p < .05$. *** $p < .001$.

二、高中職教師教授信賴區間概念的教學現況

(一) 數學教師於「信賴區間」概念的學科教學專業知能

表七顯示高中職教師在教師專業知能各構面的分數摘要表，表八為高中職教師在教師專業知能各子題分數摘要表。教師學科教學專業知能總平均得分為 3.62 分，各構面平均介於「無意見」到「同意」間，其中「學科知識」構面得分最高 ($\bar{x} = 3.73$, $s = .58$)，「學生知識」構面次之 ($\bar{x} = 3.70$, $s = .55$)，接著是「教學法知識」構面 ($\bar{x} = 3.52$, $s = .55$)，「教學評量」構面 ($\bar{x} = 3.54$, $s = .65$) 得分較低，各子題選項平均大多介於「無意見」到「同意」間，表示教師於「信賴區間」概念的專業知能上傾向正向的覺知。受限於本調查問卷所得的資料乃是教師個人的自陳結果，可能並不同於教師的實際教學現況，以下的解讀只以目前問卷結果的敘述統計結果加以說明。

表六

不同背景教師對引入隨機意義教學看法之變異數分析摘要表

類 別		平方和	df	均方	F 值	事後比較	ω^2
性 別	組間	.18	1	.18	.773		
	組內	33.25	146	.23			
	總和	33.43	147				
年 齡	組間	.20	3	.07	.285		
	組內	33.23	144	.23			
	總和	33.43	147				
任教類別	組間	.91	3	.30	1.337		
	組內	32.52	144	.23			
	總和	33.43	147				
年 資	組間	1.28	3	.43	1.914		
	組內	32.14	144	.22			
	總和	33.43	147				
教育訓練	組間	3.90	1	3.90	19.302***	修過>未修	.111
	組內	29.52	146	.20			
	總和	33.43	147				
統計研習	組間	.68	1	.68	3.038		
	組內	32.74	146	.22			
	總和	33.43	147				
教授統計	組間	1.80	1	1.80	8.287**	教過>未教	.047
	組內	31.63	146	.22			
	總和	33.43	147				
教授 CI	組間	1.57	1	1.57	7.185**	教過>未教	.040
	組內	31.86	146	.22			
	總和	33.43	147				

註：** $p < .01$ *** $p < .001$

表七

高中職教師在教師專業知能各構面分數摘要表

教師專業知能	平均得分	標準差	題數	每題平均得分	標準差
學科知識	26.14	4.09	7	3.73	.58
教學法知識	31.68	4.95	9	3.52	.55
學生知識	14.78	2.18	4	3.70	.55
教學評量	7.09	1.30	2	3.54	.65
總 分	79.70	10.11	22	3.62	.46

表八

高中職教師在教師專業知能各子題分數摘要表

	題號	問卷大意	平均數	標準差
學科知識	1	對信賴區間概念的教學有信心	3.27	1.01
	2	了解大數法則	3.68	.82
	3	了解中央極限定理	3.64	.79
	4	了解常態分布	4.05	.64
	5	了解經驗法則(68-95-99.7 規律)	3.97	.74
	6	清楚信賴區間理論建構過程	3.64	.91
	7	會與其他教師討論信賴區間概念教學	3.91	.76
教學法知識	8	要求學生僅以紙筆作為計算工具	3.23	.90
	9	藉由模擬實驗讓學生明白信賴區間意涵	3.40	.80
	10	知道有輔具可用來協助信賴區間教學	3.67	.84
	11	會使用輔具進行信賴區間教學活動	3.36	.94
	12	會使用電腦科技輔助信賴區間教學	3.45	.92
	13	會補充資料來充實信賴區間教學內容	3.71	.82
	14	知道不同呈現信賴區間的教學方法	3.49	.74
	15	會用生活中的例子來解釋信賴區間概念	3.91	.71
	16	同意學生使用計算機協助計算	3.47	.87
學生知識	17	課前會先檢核學生應具備的知識	3.65	.71
	18	會複習基礎技能，再進行信賴區間教學	3.80	.74
	19	知道學生學習信賴區間的迷思概念	3.66	.75
	20	能對學生的迷思概念提出解決策略	3.67	.65
教學評量	21	會使用紙筆測驗以外的方式評量學生對信賴區間概念的了解	3.65	.82
	22	能夠確實評量出學生對信賴區間的理解程度	3.44	.73

在「學科知識」構面，教師大多瞭解教授信賴區間所需的學科專業知識，即同意了解舊教材內容的常態分布及經驗法則，但對信賴區間概念的教學信心得分較低，其中有 24.3% 的教師表示不同意及非常不同意、33.1% 表示無意見，顯示逾半教師面對這新課題的教學沒有信心。在「教學法知識」構面，教師覺知能使用生活中的例子來解釋信賴區間概念，亦會補充資料來充實教學內容，但對多元化教學的覺知得分較低。在「學生知識」構面方面，教師覺知了解學生的認知程度及迷思所在，並會複習基礎技能再進行教學。而在「教學評量」構面方面，教師表示其評量是否能確實評量出學生理解程度的覺知，比其使用多元評量方式的覺知來得低。

(二) 不同背景的數學教師於「信賴區間」學科教學專業知能的差異

分析不同背景教師於信賴區間教學法知識四構面的差異，僅有學科知識構面中的「教育訓練」($F = 6.559, p = .011$)與「教授信賴區間」($F = 5.572, p = .020$)有顯著差異(見表九)，在其他三種知識構面皆未出現顯著差異，即求學期間曾修習過統計學課程的教師($\bar{x} = 3.80$)於學科知識平均得分高於未曾修習過的教師($\bar{x} = 3.50$)；已教授過信賴區間單元的教師($\bar{x} = 3.78$)於學科知識平均得分高於未曾教授過之教師($\bar{x} = 3.47$)。相較於學科知識及教學法知識構面，由於學生知識構面僅有 4 個問題，而教學評量構面只有 2 個問題，在調查數學教師的學生知能及教學評量知能方面，有可能產生測量上的誤差，這是本研究的一個可能限制。

(三) 數學教師的學科教學專業知能與其信賴區間知識的關係

利用積差相關分析教師信賴區間知識與教師學科教學專業知能四構面間的關係，其中學科知識構面及學生知識構面與教師信賴區間知識呈正相關(分別為.267 及.062)，教學法知識構面及教學評量構面與教師信賴區間知識呈負相關(分別為-.001 及-.070)。經由統計分析學科知識構面及學生知識構面的相關程度，兩者呈現顯著相關，表示教師學科知識覺知較高之教師，於信賴區間知識表現愈好，反之亦然。

這個相關分析所得的結果是與「修習過統計學課程及教授過信賴區間單元的教師，在學科知識構面的表現較佳」是一致的。張世忠、管世應和謝幸芬(2009)指出，影響教學成功的因素不單靠學科知識，還包括教師對學生先備知識與學習困難之瞭解、教學方法與策略、課程知識、教育情境、教育目標、價值與信念等層面。對教授過信賴區間單元的教師來說，透過教學歷程可使其了解學生可能的學習問題，更可能透過教學反思修正其教學方法，因此這些教師可能在學科知識構面表現較佳，進一步反應其較有信心教學此課程內容。

表九
不同背景教師對學科知識構面之變異數分析摘要表

類 別		平方和	df	均方	F 值	事後比較	ω^2
性 別	組間	.52	1	.52	1.536		
	組內	49.60	146	.34			
	總和	50.12	147				
年 齡	組間	.13	3	.04	.127		
	組內	49.99	144	.35			
	總和	50.12	147				
任教類別	組間	.23	3	.08	.222		
	組內	49.89	144	.35			
	總和	50.12	147				
年 資	組間	.90	3	.30	.874		
	組內	49.23	144	.34			
	總和	50.12	147				
教育訓練	組間	2.16	1	2.16	6.559*	修過>未修	.036
	組內	47.97	146	.33			
	總和	50.12	147				
(續下頁)							
統計研習	組間	.69	1	.69	2.047		
	組內	49.43	146	.34			
	總和	50.12	147				
教授統計	組間	1.16	1	1.16	3.462		
	組內	48.96	146	.34			
	總和	50.12	147				
教授 CI	組間	1.84	1	1.84	5.572*	教過>未教	.030
	組內	48.28	146	.33			
	總和	50.12	147				

註：* $p < .05$.

伍、結論與建議

一、結論

(一) 本研究樣本教師於信賴區間知識的總答對率為 64.9%，每一道試題答對率均未達 80%，尤其在跳脫教科書以外的延伸概念及推論部分表現欠佳，如：不能正確掌握重覆取樣的意義及相信信心水準即機率等，這顯示現職教師也存有迷思概念。

(二) 求學時期曾修習過統計學課程的教師，於信賴區間知識平均得分高於未曾修

習過的教師；已教授過統計單元或信賴區間單元的教師，於信賴區間知識平均得分亦高於未曾教授過之教師。數學教師的學科知識覺知愈高，其在信賴區間知識表現也愈好，反之亦然。

(三) 求學時期曾修習過統計學課程的教師或已教授過信賴區間單元的教師，贊成引入信賴區間教學的比例較高於未曾修習過或未曾教授過之教師。而求學期間曾修習過統計學課程或已教授過統計單元或信賴區間單元的教師，贊成引入隨機意義教學的比例亦高於未曾修習過或未曾教授過的教師。

(四) 桃園縣高中職數學教師對信賴區間概念的教學信心覺知較低，顯示教師較不具信心教好信賴區間概念。求學時期曾修習過統計學課程及已教授過信賴區間單元的教師，於學科知識構面平均得分高於未曾修過、未曾教授過之教師，即曾修習過統計學課程及教授過統計單元或信賴區間單元之教師，較了解大數法則、中央極限定理、常態分布、經驗法則(68-95-99.7 規律)等概念意涵，也較清楚信賴區間理論建構的過程，於信賴區間的教學也相對較有信心。

二、對統計教育及未來研究之建議

(一) 數學領域師資培育課程應加修數理統計

教師應具備比所教教材還高的知識，才能將觀念正確且有效地傳達給學生，尤其任教後期中等教育的老師，必須擁有完備的專業知識，才能答辯學生們蜂擁而至的疑問。Shaughnessy(1992)認為改善統計教學的真正障礙在於教師統計背景和概念的不足，早年統計學並未列入數學系必修科目，因此現職教師們未必修習過，但在統計學份量日益加重的現代，查看國內數學系之修課規定，大多已將統計學列為必修，但師資培育的中等教育學程並未將此課程列為數學科任教的專門科目，對於大學非數學系的畢業生而言，可能會欠缺此相關專業知能，因此建議教育部能將「數理統計」納為培育數學師資的專門科目之一，以提升教師們在統計學方面的專業知能。

(二) 協助並鼓勵在職老師進修

本研究結果發現，教師於信賴區間知識表現不甚理想，如何協助高中數學教師在學科內容知識上更深入明瞭統計領域，尤其一些較容易混淆的概念及信賴區間背後代表的意涵，不是短短幾小時研習便能說清楚的，教師自身需要自我加強，教育當局亦應多些關注在教師的進修上，如成立教學工作坊，透過短暫且密集的課程作為教育研討或交換資訊場所，或者是同儕教練，也是有效改善教學效能的方法，透過共同閱讀討論，在合作氛圍下相互學習，有助自我完善的在職進修專業活動，將教師的學科內容知識加強後，才能落實數學教育的發展。特別是根據國內外研究者的論述，學者一致建議學校統計的教學內容應以建立學生正確的統計思維為主，並非著重於公式的推導、證明以及計算(任眉眉，2004；鄭天澤，2000；謝哲仁，2002；Garfield & Ahlgren, 1988；Vermette, Gattuso, & Bourdeau, 2005)。研究者認為教師應擺脫傳統數學教育束縛，連結生活經驗以引起動機，透過生活中可能發生事物的模擬來介紹隨機之概念。因此教師透過教育當局舉辦增能研究活動，並積極參與以提升教學知能，教學法上才能多元發展，不再侷限

於課本講授，而能利用生動的教學營造良好學習環境。

(三) 推廣科技工具輔助統計教學

視覺化軟體可用於幫助學生理解抽象概念，也讓學生探索數據和學會統計緣由(Garfield & Ben-Zvi, 2007)，《99 課綱》中亦希望教師能以電腦協助統計課程之進行，但本研究過程中接觸部分教師，均表示不曾使用過科技工具協助教學，教師們表示不知如何使用。因此，建議教育部能夠透過研習活動示範，甚至開發相關軟體以推廣科技工具在統計教學上的應用，除了節省時間外，讓教師們能透過精心設計的模擬試驗(如利用 Excel 隨機試驗之模擬以協助建構信賴區間)，藉由與學生互動提高學生的學習能力，以幫助學生培養統計素養和認知推理。

(四) 對教師學科專業知能應有更多的研究

相較於國中小階段的教育文獻，以後期中等教育階段的教育研究並不多，且這些研究多為教師教學方式或以學生為對象之研究，鮮少關注到教師自身的專業學科知能，再觀看國內師資培育制度，修畢指定科目並通過教檢，即符合教師資格，但在培育過程是否已養成足夠的學科專業知識，亦是值得探討的一環，建議未來可以針對更多主題，如「隨機意義」或「對數學史的瞭解」等其他的專業主題進行探究。

(五) 尋求學科中心或相關單位協助

本研究原計畫以郵寄方式進行資料蒐集，但聯絡初期即遭部分學校婉拒，後又遭遇多數教師不願配合填寫問卷，造成問卷回收困難，且無法要求教師們立即作答，以致無法掌握教師們填答情形，是否參閱書籍或是相互討論不得而知，建議未來若實施類似研究時，研究者可商請學科中心協助，甚至在條件允許之下，研究者可親自前往學校向教師們進行說明並施測，以期問卷順利進行回收，得到較完整精確的研究全貌。

(六) 以教授過《99 課綱》中統計單元的教師為對象進行探究

本研究結果顯示教授過信賴區間之教師的信賴區間知識得分較高，而本研究進行時，課本內容編排參差不齊，符合《99 課綱》且含信賴區間概念之教科書尚未出版，教師們亦未教授過新綱要中的統計單元，相信新版教科書問世後，勢必將有一番修正，建議待教師們教授過新課綱中信賴區間概念後，可再次進行本主題的研究。

參考文獻

一、中文部份

- 丁村成(2005)。從標準差除以 n 或除以 $n-1$ 談起。**數學傳播季刊**，**29**(1)，9-17。
- 丁村成(2010)。談高中新教材中機率統計的缺失與改進。**數學傳播季刊**，**34**(4)，9-23。
- 任眉眉(2004)。**統計概念與應用網路學習研究**(3/3)。行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告(編號：NSC92-2521-S-006-001)。臺北市：行政院國家科學委員會。
- 江月雲(2009)。**高中數學常態分配教材設計與學習成效之研究**(未出版之碩士論文)。國立臺北大學，臺北市。
- 何金針(2006)。學校本位課程與高職教師專業發展。**北縣教育**，**56**，50-54。
- 邱婉嘉(2010)。**台灣與美國高中信賴區間單元教材內容之分析比較**(未出版之碩士論文)。國立臺灣師範大學，臺北市。
- 張世忠、管世應、謝幸芬(2009)。大學生知覺新進教師 PCK 之個案研究。**數理學科教學知能**，**1**，1-20。
- 張海潮(2008)。九五數學暫綱修訂的經過。**高中數學電子報**，**30**。取自 <http://mathcenter.ck.tp.edu.tw/Resources/Ctrl/ePaper/eArticleDetail.aspx?id=be9a61ab-b55d-46fb-89e3-0fc8db288ff2>
- 張淑貞、何玉芳(譯)(2008)。**統計數字：是事實還是謊言**(原作者：J. Best)。臺北市：商周。
- 張靜儀(2004)。以合作行動研究探討知識管理與科學教師專業成長團之運作。**臺北市立師範學院學報**，**35**(2)，231-258。
- 曹亮吉(1985)。二項分布與大數法則：理論與實際相連。**科學月刊**，**16**(6)，425-428。
- 黃文璋(2003)。**隨機思考論**。臺北市：華泰。
- 黃文璋(2010)。談高中數學裡的交叉分析。**高中數學電子報**，**45**。取自 <http://mathcenter.ck.tp.edu.tw/Resources/Ctrl/ePaper/eArticleDetail.aspx?id=d860bbfc-0c77-409f-b18e-8ce491af9e4d>
- 黃萬居、熊瑞棻(2004)。新世紀國小科學教師專業素養之研究。**臺北市立師範學院學報**，**35**(2)，201-230。
- 劉正湖(2000)。**國中自然地理迷思概念之探討**(未出版之碩士論文)。國立臺灣大學，臺北市。
- 劉耕非(2007)。解構數學權威的真面目。**科學月刊**，**38**(10)，770-773。
- 鄭天澤(2000)。**機率統計之概念暨網路學習研究—子計劃三：高中職教師對機率統計課程認知之現況了解及改進研究**。行政院國家科學委員會專題研究成果報告(編號：NSC 89-2511-S-004-001)。臺北市：行政院國家科學委員會。
- 鄭惟厚(譯)(1998)。**統計，讓數字說話！**(原作者：D. S. Moore)。臺北市：天下遠

見。

- 鄭惟厚(譯)(2002)。統計學的世界(原作者：D. S. Moore)。臺北市：天下遠見。
- 鄭惟厚(譯)(2005)。別讓統計數字騙了你(原作者：D. Huff)。臺北市：天下遠見。
- 謝哲仁(2002)。基本統計學之動態電腦教學設計。美和技術學院學報，20，142-160。
- 賴敦生(2008)。或然率、機率、隨機變數，高中數學 40 年教材變遷洛克史。建中學報，14，155-188。

二、英文部分

- Angeli, C., & Valanides, N. (2009). Epistemological and methodological issues for the conceptualization, development, and assessment of ICT-TPCK: Advances in technological pedagogical content knowledge (TPCK). *Computers & Education*, 52(1), 154-168.
- Carter, K., & Doyle, W. (1987). Teachers' knowledge structure and comprehension process. In J. Calder-head (Ed.), *Exploring teachers' thinking* (pp.147-160). London: Cassel.
- 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.
- Dale, S. N., & Trish, S. (2001). Teachers' instructional perspectives and use of educational software. *Teaching and Teacher Education*, 17, 15-31.
- Garfield, J., & Ben-Zvi, D. (2007). How students learn statistics revisited: A current review of research on teaching and learning statistics. *International Statistical Review*, 75 (3), 372-396.
- Garfield, J. B., delMas, R. C., & Chance, B. (2000). *Tools for teaching and assessing statistical inference*. Retrieved from http://www.tc.umn.edu/~delma001/stat_tools/
- Iversen, G. R., & Gergen, M. (1997). *Statistics: The conceptual approach*. New York: Springer.
- National Research Council. (1996). *The national science education standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- Paulos, J. A. (1988). *Innumeracy: Mathematical illiteracy and its consequences*. New York: Random House.
- Salsburg, D. (2001). *The lady tasting tea: How statistics revolutionized science in the twentieth century*. New York: Henry Holt and Company.
- Shaughnessy, J. M. (1992). Research in probability and statistics: Reflections and directions. In D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 465-494). New York: Macmillan.
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform.

Harvard Educational Review, 57, 1-22.

Smithson, M. (2003). *Confidence intervals*. Thousand Oaks, CA: Sage.

Vermette, S., Gattuso, L., & Bourdeau, M. (2005, May). Data analysis or how high school students “read” statistics. In B. Phillips (chair), *Statistics education and the communication of statistics*. Symposium conducted at the meeting of IASE satellite conferences, Sydney, Australia.

Wallace, J., & Louden, W. (2000). *Teachers' learning: Stories of science education*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.



附錄一

高中職數學教師的信賴區間教學相關知識調查問卷

敬愛的老師，您好：

自《95 暫綱》引入「信賴區間」單元後，坊間各版本教材編寫上出現參差不齊的情況。此份問卷採匿名方式，共計 3 頁，目的在瞭解目前高中職數學教師對於教學信賴區間單元的現況，研究結果僅供學術參考之用，請依實際情況與直覺作答，無須參閱書籍或與他人討論，您的意見相當寶貴，非常感謝您撥冗協助。

☞ 基本資料 ☞

1. 性別 男 女
2. 年齡 30 歲以下 30(含)~40 歲 40(含)~50 歲 50(含)歲以上
3. 目前任教類別(可複選) 普通高中 高職 綜合高中
4. 年資 5 年以下 5(含)~10 年 10(含)~20 年 20(含)年以上
5. 大學(研究所)是否修過統計學? 是 否
6. 是否參加過統計相關課程之研習? 是 否
7. 是否曾教授過「統計」單元? 是 否
8. 是否曾教授過「信賴區間」單元? 是 否
9. 是否了解 99 課綱中有關信賴區間課程目標之內容? 是 否
10. 是否贊同高中(職)課程引入統計單元新概念(信賴區間)的教學? 是 否
11. 是否贊同高中(職)課程引入統計單元新概念(隨機意義)的教學? 是 否

☞ 教師學科教學專業知能 ☞

請依您對「信賴區間」教學的看法，於右側的選項中，找到最符合您狀況的選項，並於中打勾。

非 同 無 不 非
常 意 意 同 常
同 意 見 意 意
意 意 見 意 意

1. 我對信賴區間概念的教學有信心
2. 我了解大數法則的概念意涵
3. 我了解中央極限定理的概念意涵
4. 我了解常態分布的概念意涵
5. 我了解經驗法則(68-95-99.7 規律)的概念意涵
6. 我清楚信賴區間理論建構的過程
7. 我會與其他數學教師討論信賴區間概念教學的相關問題
8. 我會要求學生僅以紙筆作為計算工具解答信賴區間相關問題

9. 我會藉由模擬實驗，讓學生明白信賴區間之意涵
10. 我知道有輔具(如 ppt、動畫、小程式等)可用來協助教學信賴區間概念
11. 我會使用輔具(如 ppt、動畫、小程式等)進行信賴區間教學活動
12. 我會使用電腦科技輔助教學信賴區間概念
13. 我會準備一些補充資料來充實信賴區間的教學內容
14. 我知道許多不同呈現信賴區間概念的教學方法
15. 我會利用生活中的例子來解釋信賴區間的概念
16. 學生在解信賴區間相關問題時，我同意學生使用計算機協助計算
17. 在信賴區間上課前，我會先檢核學生應具備的知識
18. 我會先幫助學生複習基礎技能，再進行信賴區間課程教學
19. 我知道學生學習信賴區間概念有哪些迷思概念
20. 我能對學生學習信賴區間產生的迷思概念提出解決策略
21. 我會使用紙筆測驗以外的方式(如討論、問答等)評量學生對信賴區間概念的了解
22. 我能確實評量出學生對信賴區間的理解程度

∞ 請閱讀方框內報導後，針對下列敘述做出判斷 ∞

某高中校長想要瞭解全校高三學生畢業後打算繼續升學的比率(p)，他以隨機抽樣的方式訪問了 100 名該校高三學生，調查結果有 79 人打算繼續升學，在 95% 信心

水準下，得到之信賴區間為 $[0.71, 0.87]$ 。

正確 不正確

1. 區間範圍愈廣，意味著較缺乏信心。
2. 此次受訪的高三學生中有 79% 畢業後打算繼續升學，抽樣誤差為正負 8 個百分點。
3. 我們有 95% 的信心確定全校高三學生畢業後打算繼續升學的比率 p 介於 0.71 與 0.87 之間。
4. 全校高三學生打算畢業後繼續升學的比率 p 介於 71% 與 87% 之間的機率為 0.95。
5. 全校有 79% 的高三學生畢業後打算繼續升學。
6. 若以同樣方式(隨機訪問 100 位高三學生)重覆進行多次調查，其中有 95% 的信賴區間會包含全校高三學生畢業後打算繼續升學之比率 p 。
7. 若以同樣方式(隨機訪問 100 位高三學生)重覆進行調查，可得到高三學生畢業後打算繼續升學之比率 p 有 95% 會落在區間 $[0.71, 0.87]$ 。
8. 如果再次進行訪問，並增加訪問人數為原人數的 4 倍，則在 95% 信心水準之下

之信賴區間寬度會減半。

9. 母體參數 p 接近信賴區間兩端值(例如：0.71 或 0.87)的可能性較接近區間中間值(例如：0.79)為低。

【問卷結束，請檢查是否有漏答題，非常感謝您的耐心填答】

High School Mathematics Teachers' Pedagogical Content Knowledge of Confidence Interval in Taoyuan County

Wan-chen Li

**Taoyuan Yu Da High School
Teacher**

Yuan Yuan

**Graduate School of Education
Chung Yuan Christian University
Associate Professor**

Abstract

This study examined high school mathematics teachers in Taoyuan County. Based on school size, this study used a random sampling method to select 148 teachers from 11 schools. A questionnaire was designed to investigate teachers' pedagogical content knowledge (PCK) and teaching present situations of confidence interval (CI), and several statistical analyses were employed, yielding the following results:

1. High school mathematics teachers exhibit misconceptions on confidence interval, such as repeated sampling and believing that a confidence level equals probability, especially when the concept of confidence interval was not covered in the textbook.
2. Teachers who previously enrolled in statistics courses or taught related statistical lessons perform higher on subject knowledge of CI. They also agree more frequently that random sampling concepts should be introduced in curricula.
3. High school mathematics teachers perceive a low level of teaching confidence in CI; that is, most teachers do not agree that they have the confidence to teach this concept.
4. Teachers who exhibited a higher level of awareness of professional subject matter demonstrate superior understanding of CI, and vice versa.

Keywords: Pedagogical Content Knowledge, Confidence Interval, Confidence Level, High School, Mathematics Teacher