

教育研究集刊

第六十輯第一期 2014年3月 頁1-37

# 「幼兒數學教材教法」教學方案對 職前學前教師數學教學知識的影響

張麗芬

摘要



本研究目的在探討「幼兒數學教材教法」教學方案介入對職前學前教師數學教學知識的影響，教學方案中並加入晤談幼兒的現場經驗。研究者以影片分析方式蒐集37位職前學前教師在教學方案介入之前與之後對教學影片的評論，並將這些評論依數學教學知識的三個向度——學科內容知識、學習者認知的知識、教學方法知識——加以分析後，於學期末蒐集研究對象對整個教學方案的反省短文、對教材的討論與活動評析進行分析。結果發現，教學方案介入對職前學前教師數學教學知識有產生效果，後測時，職前教師在學科內容知識及教學方法知識兩個向度的教學知識層次有進步的比率顯著多於退步比率；而在學習者認知的知識向度，後測教學知識層次有變化的比率差異僅接近顯著水準。其次，職前教師對方案中的晤談幼兒經驗大多抱持正面態度，他們實際體驗幼兒的數學思考，並覺得晤談經驗對未來的學習與教學有幫助。

關鍵詞：教學方法知識、數學教學知識、學科內容知識、學習者認知的知識

---

張麗芬，國立臺南大學幼兒教育學系副教授

電子郵件：[lifen@mail.nutn.edu.tw](mailto:lifen@mail.nutn.edu.tw)

投稿日期：2013年3月14日；修改日期：2013年7月10日；採用日期：2014年1月9日

*Bulletin of Educational Research*  
*March, 2014, Vol. 60 No. 1 pp. 1-37*

# **The Teaching Plan “Methods and Materials of Teaching Early Childhood Mathematics” and Its Effects on Prejob/Preschool Teachers’ Mathematical Knowledge for Teaching**

Li-Fen Chang

## **Abstract**

This study aims to how the teaching plan “Methods and Materials of Teaching Early Childhood Mathematics” has exerted its influence on prejob/preschool teacher’s mathematical knowledge for. A task-based interview is also adopted. Thirty-seven prospective early childhood teachers enrolled in a mathematics methods course were required to view video clips of realistic classroom instruction. They then provided two written comments, respectively at the beginning and at the end of the 18-week course program. Teachers’ written responses are coded from three perspectives, content knowledge, knowledge of learners’ cognition, and pedagogical knowledge; each of them was on a 4-point scale. The prospective teachers’ reflections on the whole program, their discussion, and evaluation of mathematics activities were at the

---

Li-Fen Chang, Associate Professor, Department of Early Childhood Education, National University of Tainan

Email: lifen@mail.nutn.edu.tw

Manuscript received: Mar. 14, 2013; Modified: July 10, 2013; Accepted: Jan. 9, 2014.

end of the program collected for further analysis. The results show that the program had a positive effect. The prospective teachers' content knowledge and pedagogical knowledge were enhanced; their knowledge of learners' cognition, however, was not significantly improved. Secondly, the prospective teachers' reflections show that they appreciated the interview with the kids, which granted them a chance to actually experience young children's mode of mathematical thinking. They believed that the interview would be a great help for their learning and teaching in the future.

**Keywords: pedagogical knowledge, mathematical knowledge for teaching, content knowledge, knowledge of learners' cognition**

## 壹、緒論

### 一、研究背景與動機

數學成就對學生將來的職業、角色、甚至個人的自我實現都有很大的影響，因此，各國無不全力培養學生瞭解與使用數學的能力（National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], 2000）。最近美國、澳洲、紐西蘭所推動的數學教育改革，更不約而同地將焦點往下延伸到學前階段（Mulligan & Vergnaud, 2006）。這些作法凸顯出學前幼兒的數學教育愈來愈受重視，而這些對幼兒數學教育的重視，也使得如何提供幼兒高品質的數學經驗，成為幼兒數學教育的重要課題。

教師的教學知識是影響教學品質的要素（Lim-Teo, 2006），因此，若要重視學前數學教育的教學品質，就必須特別注意教師的教材與教學知識（Lee, 2010）。但是，以往大多數有關教師教學知識的研究都聚焦在小學或中學教師，很少有探討學前教師學科教學知識的研究，其主要原因在於學前教育並未區分不同學科，而且強調學習的過程甚於內容（Genishi, Ryan, & Ochsner, 2001），同時，學前教師也比較重視幼兒社會情緒發展的重要（Bowman, Donovan, & Burns, 2001）。不過，近來美國幼教協會（National Association for the Education of Young Children [NAEYC], 2009）也開始強調，學前教師要使用自己的學科知識去設計、實施學習活動，以建立對幼兒具挑戰性且有意義的課程。

學前教師需要具有哪些數學教學知識，才能提供幼兒高品質的數學教學？20多年前，Shulman（1986）首先提出，教師不只應該知道教學內容、教學方法，也必須要知道如何教導學生學習特定內容，即學科教學知識（pedagogical content knowledge, PCK）。之後，Fennema與Franke（1992）及Ball等人（Ball & Bass, 2003; Ball, Thames, & Phelps, 2008）進一步將這個架構擴展到數學教學，並提出其他模式與測量方法。但是，因為學前教育並不採用學科教學，因此，很少有研究者探討學前教師應該具有哪些數學教學知識。最近，有學者提出一些想法，例如：Baroody（2004）提到，數學教師的訓練須包括所要教的數學內容、教數學

的有效方法，以及有關兒童的數學思考與發展等三項內容；Lee、Meadows與Lee（2003）進一步將學科教學知識的原則應用到學前數學教育，認為幼兒數學教育的教學知識應該包括對數學內容的理解、對幼兒先前數學理解的知識、對幼兒數學解題歷程的知識，以及對數學環境組織的知識。從這些文獻大致可以歸納出，學前教師若要進行有效的數學教學，至少需要具備數學學科內容知識、學習者認知的知識及教學方法知識，本研究將以此三個向度做為學前教師數學教學知識的內涵。

然而，如何培養職前學前數學教師具備這些知識？文獻指出，許多學前教師認為數學是他們覺得最難教的領域（Copley, 2004），而且有些學前教師並不相信幼兒有能力學習發展學者所發現的那些數學能力（Klein, Starkey, & Wakeley, 1999）。顯然，在提供幼兒適當的數學教學與學前教師的準備，這兩者之間存在著差距（Bowman et al., 2001）。

造成這種現象的一個可能原因是職前訓練不足。在目前國內大多數的學前師資培育課程裡都只有一門（至多二門）與幼兒數學教材教法有關的課程，甚至還可能是選修課的情形下，可能不足以讓職前學前教師具備數學教學知識，等到進入職場，他們往往就依賴幼教社或練習本進行數學教學（國立新竹師範學院幼兒教育學系，1993），而且對於專業訓練不足的感受，也會影響他們教導幼兒學習數學的信心（張麗芬，2010），因此，提升職前學前教師的數學教學知識對提供幼兒高品質的數學學習經驗就顯得相當重要。由於幼兒園教學與國小教學方式不同，儘管國小部分的探討不少，但是，學前教育部分仍有待探究。本研究嘗試透過「幼兒數學教材教法」課程教學方案的介入，來提升職前學前教師的數學教學知識。

最近有一些研究探討使用不同方法協助職前教師發展數學教學知識，例如：提供真實作業（Kozar & Marcketti, 2008）、與現場實務教師合作（Linek, Fleener, Fazio, Raine, & Klakamp, 2003）、實際接觸學生（Moyer & Husman, 2006）、使用錄影案例影片（Santagata, Zannoni, & Stigler, 2007）、設計並實施數學活動（Kurz & Kocic, 2011）、對幼兒實施晤談（McDonough, Clarke, & Clarke, 2002）等方法，這些方法的共同點就在於提供教學實務現場經驗，以促使職前教師進行真實且主動的學習（Putnam & Borko, 2000）。因此，本研究在「幼兒數學教材

## 6 教育研究集刊 第60輯第1期

---

教法」課程教學方案中，先進行有關幼兒數學能力發展的教學與討論，之後安排職前學前教師對幼兒進行作業本位晤談（task-based interviews），增加他們觀察幼兒數學思考的實務現場經驗，進而提升他們的數學教學知識。

用作業本位晤談或晤談法來瞭解兒童的數學思考已有長久歷史，其目的在辨認兒童潛在的思考過程，因此，晤談法有助於瞭解兒童的思考，也可以讓在職教師因為瞭解學生的數學思考，進而改變自己的教學實務（Ginsburg, Jacobs, & Lopez, 1998）。事實上，晤談法對職前教師也有幫助，它不只提供職前教師瞭解兒童思考的機會（McDonough et al., 2002）、協助職前教師發展數學內容知識（Stewart, 2002），也可以提供職前教師一種真實經驗，因此，能改進自己的教學技巧（Dunphy, 2010）、知道如何對兒童提問（McDonough et al., 2002），並改進教學方法（Stewart, 2002）。然而，這些研究大多針對少數個案或使用職前教師的主觀感受去評量晤談法的效果，較少使用客觀方法評量晤談法對數學教學知識的影響。

## 二、研究目的與研究問題

基於以上的研究背景，本研究目的在探討接受一學期「幼兒數學教材教法」教學方案介入對於職前學前教師的數學教學知識的影響。本研究將從三方面探討此教學方案的影響：客觀評量職前教師的數學教學知識的改變、職前教師主觀的感受、及對教材的討論與活動評析。基於以上目的，本研究的研究問題為：

（一）「幼兒數學教材教法」的教學方案介入是否能提高職前學前教師的數學教學知識？

（二）「幼兒數學教材教法」的教學方案介入讓職前學前教師有何種收穫？

## 三、名詞釋義

本研究中使用的重要名詞，其意義說明如下：

### （一）「幼兒數學教材教法」教學方案

「幼兒數學教材教法」教學方案（以下簡稱教學方案）是一個18週的教學方案，目的在培養職前學前教師具有進行幼兒數學教學的知識與能力，方案內容包括提供對幼兒數學教育的認識、對幼兒數學能力發展的瞭解、幼兒數學教育的

實施、對幼兒進行作業本位晤談，以及晤談經驗分享等。其中，作業本位晤談法是指提供幼兒某些數學作業，對幼兒進行一對一晤談，藉由幼兒對這些作業的反應，來瞭解他們的數學思考與策略。

## （二）數學教學知識

數學教學知識是指學前教師在進行數學教學時所必須具備的知識。本研究歸納文獻（Ball et al., 2008; Fennema & Franke, 1992; Shulman, 1986, 1987），將數學教學知識界定為包含學科內容知識（教師對數學內容的知識）、學習者認知的知識（有關兒童的數學思考與發展的知識），以及教學方法知識（教數學的有效方法的知識）等三個向度，並以分析教學影片的方式加以測量，根據研究對象在觀看三段真實教學影片後對數學教學知識三個向度探查問題的反應。依據本研究發展的評分標準，將研究對象的回答加以分類為四個層次。

# 貳、文獻探討

文獻探討部分首先回顧教師所需的數學教學知識、數學教學知識的測量，最後說明有關提升職前學前教師數學教學知識的相關研究。

## 一、教師所需的數學教學知識

以下將先探討教師教學知識，再聚焦到學前教師的數學教學知識。

### （一）教師教學知識的內涵與模式

教師的教學知識是教學中的重要要素，它會影響學生的學習結果（Fennema & Franke, 1992; Hill, Rowan, & Ball, 2005）。有關教師教學知識的概念，首度由Shulman（1986, 1987）提出，他認為有效教學需要七種不同的教師知識，包括一般的教學法知識、學習者特徵的知識、教育情境的知識、教育目的與價值的知識、學科內容知識、課程知識，以及學科教學知識。後三種知識是Shulman研究的重點，其中，學科內容知識包括教師對任教學科及其組織結構的知識；課程知識就是設計來教授特定學科與主題的課程及教學材料；學科教學知識是指學科內容與教學法的特殊混合體，包括將教材內容進行表徵、類比、實例、解釋與說明，以便於讓別人能夠理解的知識（Shulman, 1986）。

## 8 教育研究集刊 第60輯第1期

---

之後，Fennema與Franke（1992）修正Shulman的模式說明教師如何進行數學教學，他們認為數學教學知識應包括：1. 數學內容知識（content of mathematics）：教師對所任教科目的概念、程序及問題解決過程的知識、相關領域的知識，以及組織知識的方式。2. 教學法知識（pedagogical knowledge）：指教師對教學過程的知識。3. 學習者認知的知識（learners' cognition）：瞭解學生如何思考與學習、學生會使用哪些方法，以及學生可能會發生哪些學習困難。

Michigan大學團隊建議，Shulman所謂的學科教學知識其實是個多向度的知識，他們分析現場進行數學教學工作的教師所必需的數學知識，發展了一個以實務為基礎的「教學的數學知識」理論（mathematical knowledge for teaching, MKT）（Ball, Hill, & Bass, 2005; Ball et al., 2008），「教學的數學知識」是指「用來執行數學教學這件工作所需要的數學知識」（Hill et al., 2005），可以分為兩個向度，即學科教材知識（subject matter knowledge, SMK）與學科教學知識（PCK）。

### （二）學前教師數學教學知識的內涵

Shulman提出有效教學的要素，Fennema與Franke及Ball等人更聚焦在數學教學的知識，他們的架構雖然不同，但是，都有提到教學內容、教學方法，以及學習者。本研究參考這些架構，以及專業機構與學者對學前教師數學教學知識的建議（如Baroody, 2004; Lee et al., 2003; NAEYC & NCTM, 2002; Sarama, DiBiase, Clements, & Spitler, 2004）整理於表1。由表中可看出這些觀點在內涵上有許多重疊，因此，本研究將學前教師在進行數學教學的知識歸納為以下三個要素：

#### 1. 學科內容知識

學前教師必須對所要教授的數學內容有廣泛的瞭解，例如：NCTM（2000）列出學前到12年級學生應學習的重要數學內容，包括數與運算、幾何與空間、測量、代數與資料分析等，認為學前教師必須要瞭解這些內容的重要概念（big ideas）與技巧，以及這些概念間的相關（NAEYC & NCTM, 2002）。不過，研究發現學前教師比較瞭解數與運算的概念，其他領域的知識則較為欠缺，而且教學經驗較多的教師其學科內容知識也較佳（Lee, 2010）。

表1  
教師數學教學知識內涵的比較

	學科內容知識	學習者認知的知識	教學方法知識	學科教學知識
Shulman (1986)	• 學科內容知識 • 課程知識	• 學習者特徵的知識	• 一般的教學知識 • 教育情境的知識 • 教育目的與價值的知識	• 學科教學知識
Fennema & Franke (1992)	• 數學內容知識	• 學習者認知的知識	• 教學法知識	
Ball等人 (2008)	• 學科教材知識			• 學科教學知識
NAEYC & NCTM (2002)	• 數學內容知識	• 兒童發展知識	• 教學法知識	
Sarama 等人 (2004)	• 與幼兒有關的數學內容與概念的知識	• 幼兒在其他領域學習與發展的知識	• 有效把數學教給所有幼兒的教學方法知識 • 觀察與記錄幼兒數學活動與理解的知識 • 促進數學能力與樂趣的資源與工具	
Baroody (2004)	• 所要教的數學內容	• 兒童的數學思考與發展	• 教數學的有效方法	
Lee等人 (2003)	• 對數學內容的理解	• 對幼兒先前數學理解的知識 • 對兒童數學解題歷程的知識	• 對數學環境組織的知識	

## 2. 學習者認知的知識

Marks (1990) 曾指出，對學生理解的知識包括教師知道學生的學習歷程、學生典型的理解、學生會犯的一般錯誤、哪些觀念、主題或作業對學生很容易或很困難，以及能推論特定學生的理解。An、Kulm與Wu (2004) 也曾列出四個因

素，即學生的先備知識、共同的迷失概念與訂正的策略、引發學生參與的方法，以及促進學生思考的方法。所以，學前教師要知道有關幼兒的數學思考與發展的知識、幼兒數學解題歷程的知識、幼兒可能會有的迷失概念，特別是幼兒在特定數學概念的思考與策略。

### 3. 教學方法知識

學前教師還必須知道如何有效地把數學概念教給所有幼兒的教學方法，包括組織數學學習環境、將數學與其他領域連結、設計教學活動、在不同學習區安排數學經驗、使用能促進數學能力與樂趣的資源與工具、結合生活中的數學活動，以及將數學經驗擴展到家庭。研究發現，幼兒園教師通常會透過遊戲與日常活動方式來呈現數學概念（Mosvold, Bjuland, Fauskanger, & Jakobsen, 2011）。此外，擁有較高學科教學知識的學前教師也能經常在教室中實施較高品質的數學教學（Lee et al., 2003）提供較多與數學相關的語言，因此，幼兒的學習效果也會比較好（McCray, 2008）。

本研究認為，以上三項要素是學前教師進行有效數學教學所必需的，而且這三項要素相互影響，只有任一要素並無法進行有效教學，因此，本研究將以這三個向度做為學前教師數學教學知識的內涵。

## 二、數學教學知識的測量

文獻指出多種測量學科教學知識的方法（Baxter & Lederman, 1999; Kersting, 2008），以下分別說明：

（一）聚斂與推論的技巧：聚斂與推論的技巧是指使用李克特式自陳量表、多選題及問答等紙筆測驗方式來測量教師的學科教學知識，例如：Ball等人所用的方法（Ball et al., 2005; Hill et al., 2005）。

（二）概念構圖（concept mapping）與卡片分類：概念構圖方法是請受試者寫出對自己有意義的概念或字詞，並以畫圖方式說明這些概念之間的關係。卡片分類作業是先由研究者提供一些寫有特別概念的卡片，然後再請受試者排列卡片以顯示出卡片上概念之間的關係。

（三）結構式晤談（structured interview）：近來有些研究者提供作業讓教師解決（Jenkins, 2010），或者提供數個有關教室場景的故事（McCray, 2008），

之後再以事先設計的問題訪談教師，來測量教師的學科教學知識。

(四) 分析教學影片 (video-analysis assessment)：也有些研究者使用分析教學影片的方法來評量，例如：Kersting等人 (Kersting, 2008; Kersting, Givvin, Sotelo, & Stigler, 2010) 認為，使用自陳量表方式所測量到的只有教師的數學內容知識，然而，只有數學內容知識並不一定能提高學生的學習成就 (Ball et al., 2005)。由於教師的教學知識是惰性的 (inert)，自陳量表式的紙筆測驗並不一定能評量到，而且教師即使知道這些教學知識，在真實教學情境中，通常也難以啟動並應用，所以，應該使用與教師將來被期待要應用該知識的情境 (即教室) 相關的方式，才能凸顯真正教室的複雜與脈絡本質。

因此，Kersting等人請教師分析真實教學情境的影片，之後將教師們對影片的評論分為四個向度依評量尺規化為分數 (Kersting, 2008; Kersting et al., 2010)。他們發現，這種評量方式有不錯的信度與效度，不只能測量到數學內容知識，也能測量到對學生數學思考的認知，以及教師們的知識與影片中教學事件的關係 (Kersting et al., 2010)。

### 三、職前教師數學教學知識的提升

發展教師的數學教學知識是專業發展中很重要的部分 (NAEYC & NCTM, 2002)，Ginsburg等人 (2006) 認為，培養職前教師進行數學教學的專業課程應該包括瞭解幼兒的數學能力與發展、分析數學概念與適當的學習活動、評量幼兒的數學思考、涵蓋廣泛的數學內容，以及教學現場經驗。其中，教學現場經驗的真實學習可以讓職前教師瞭解該用什麼方法引導兒童瞭解概念，並真正體驗到「教學」，而不只是「知道怎麼教學」 (Kozar & Marcketti, 2008)；同時，也能讓職前教師認識到，瞭解學生有何種概念，並以這些概念做成教學決定是很重要的 (Pringle, 2006)。

由於教師瞭解兒童的數學思考是成功教學的重要因素，本研究嘗試在職前學前教師的數學教材教法課程中加入晤談幼兒的經驗，以增加這些職前學前教師的現場經驗。主要原因是，晤談法的主要焦點是在思考過程，而不是答案的對錯 (Ginsburg et al., 1998)，因此，由晤談法蒐集的訊息會對教師的教學比較有幫助。而許多進行過晤談的在職教師表示，晤談學生的經驗讓他們的教學實務有了

以下的改變：更聚焦在教學、使用開放式問題、提供更多時間探索概念、提供更多機會讓學生分享解題策略、提供學生更多挑戰、在課程結束時更強調整合、更強調教室數學與生活數學的連結，而比較不強調符號與公式，並且允許有不同的記錄方式（Clarke, 2006）。

晤談法對職前教師也有相同作用，例如：McDonough等人（2002）讓職前教師以數學作業去晤談兒童，事後的問卷結果顯示，職前教師都覺得晤談經驗讓他們更瞭解兒童的數學思考，對兒童所知道與所能做的能力也有了更佳的瞭解，並注意到學生能力的差異。Dunphy（2010）也發現，即使晤談時職前學前教師有些緊張，但是，他們也都能克服，並能注意到幼兒在作業中的反應，也增加與幼兒一起工作的信心。晤談也有助於職前教師練習教學技巧，例如：可以讓職前教師練習並學習發問技巧、如何傾聽與回應、如何分析學生的作品，並對實務進行反省（Dunphy, 2010）。至於在數學教學知識部分，Stewart（2002）發現，臨床晤談經驗能協助職前教師有效地計畫、進行並分析臨床晤談資料，也能協助職前教師發展數學內容知識，同時也反映出職前教師在數學內容及教學法知識上建構論的觀點。Doyle與Alagic（2004）則發現，晤談經驗與之後的討論對小學職前教師的學科教學知識的提升有最大效果。Philipp、Thanheiser與Clement（2002）也發現，個別晤談兒童的經驗激發且協助職前教師統整數學與兒童的數學思考，瞭解到教與學數學是很複雜的，他們也實際經驗到兒童在學習上的困難。不過，晤談經驗似乎對職前教師未來規劃課程的幫助較小（McDonough et al., 2002）。

本研究根據Ginsburg等人（2006）提出的培養職前學前教師進行數學教學的專業課程要素，配合以晤談法讓職前學前教師實際體驗幼兒的數學思考，以增加現場的真實經驗，來提升職前學前教師的數學教學知識。

## 參、研究方法

### 一、研究對象

本研究的研究對象為選修幼兒數學教材教法課程的幼教系二年級37位職前學前教師（以下簡稱職前教師），其中有3位男生、34位女生。這門課程的目的在培養職前教師具備進行幼兒數學教學的知識與能力。

## 二、「幼兒數學教材教法」教學方案

本研究的教學方案於學期中，配合研究對象修習「幼兒數學教材教法」課程進行。方案目的在培養職前教師具有進行幼兒數學教學的知識與能力，為達成以上目的，研究者參考Ginsburg等人（2006）對學前教師進行數學教學的專業課程的要素，規劃18週、每週兩小時的課程，詳細課程內容、教材與教學方法見表2。前半學期著重在數學內容的講授，配合以案例及三段影片（如表3）讓研究對象佐證授課內容；也請研究對象評析幼兒數學教學活動，並在課堂中討論。學期中段則規劃讓研究對象對幼兒進行晤談，以晤談經驗讓他們統整前半學期的學習內容。有了晤談經驗後，再進行有關數學課程設計與教學方法的學習。

表2

「幼兒數學教材教法」教學方案的課程主題與內容

週次	課程主題	課程內容與教材	教學方法
1	課程介紹		
2	緒論	以往數學學習經驗分享、何謂數學？幼兒數學教育的內容與學習方法 「藏方塊」案例 <sup>#</sup> ：以老師提供線索，讓幼兒猜老師藏了什麼方塊，說明數學即解決問題的過程	分享、講授、案例討論
3	數學教育理論	吸收論、建構論的不同觀點與應用	講授、討論
4	幼兒數學能力的發展 數字與運算	皮亞傑學派觀點與數概念的教學 「組織家庭牌戲」案例 <sup>@</sup> ：描述一位老師帶領三位幼兒玩「組織家庭」遊戲的過程，以說明皮亞傑學派對數概念教學的觀點	講授、案例討論
5	數字與運算	近來觀點、數概念與運算能力的發展 教學活動「大家來釣魚」 <sup>§</sup> ：目的在透過釣魚遊戲，讓幼兒學習二數之和與數目的表徵	講授、影片A <sup>*</sup> 觀賞與討論、教學活動評論
6	幾何與空間	皮亞傑學派觀點、Van Hiele's的研究、近來研究的發現 教學活動「神秘寶箱」 <sup>§</sup> ：讓幼兒運用視覺與觸覺去辨識之體幾何圖形	講授、影片B <sup>*</sup> 觀賞與討論、教學活動評論

（續下頁）

14 教育研究集刊 第60輯第1期

週次	課程主題	課程內容與教材	教學方法
7	測量	測量概念與技巧的發展 教學活動「量量樂」 <sup>§</sup> ：讓幼兒學習用身體單位與隨意單位實際去測量物品，並體驗標準測量單位的必要	講授、教學活動 評論
8	函數與代數 資料分析	分類、序列、型式概念的發展、資料分析概念與技巧的發展 教學活動「玩具展覽」 <sup>§</sup> ：透過為玩具陳列展覽的過程，強化幼兒的分類邏輯思維	講授、影片C*觀 賞與討論、教學 活動評論
9	期中考		
10	晤談法、作業 說明	晤談法的理論基礎、功能、晤談原則與技巧，介紹晤談作業與指導語	講授、影片觀摩 與討論
11	晤談演練、班 級見習	練習進行晤談、安排到晤談班級見習	晤談實作演練
12	幼兒數學教學 課程設計	幼兒數學課程設計、教學活動規劃 「計畫數學課程」案例 <sup>#</sup> ：呈現五位幼兒園教師討論如何規劃數學課程的過程。	講授、案例討論
13	分組進行晤談	到見習班級進行晤談幼兒	晤談實作
14	幼兒數學教學 法	指導幼兒數學學習的方法	講授
15	數學教學評 量、環境規劃	評量幼兒數學學習的方法、數學學習環境規劃 「觀察和評量」案例 <sup>#</sup> ：呈現老師如何在教學過程中進行評量，瞭解不同幼兒的數學能力	講授、案例討論
16	分享晤談結果	各組分享晤談結果	分組報告、討論
17	分享晤談結果	各組分享晤談結果	分組報告、討論
18	總檢討	本學期課程回顧	分享、討論

註：<sup>#</sup>案例引自*The Young Child and Mathematics* (pp. 16-17, 25-27, 29-30), by J. V. Copley, 2000, Washington, DC: National Association for the Education of Young Children；<sup>§</sup>教學活動引自*幼兒數學新論：教材教法*，周淑惠（頁99-100，106-109，165-166，235-236），1999，臺北市；心理；<sup>®</sup>引自*Group Games in Early Education: Implications of Piaget's Theory* (pp. 173-187), by C. Kamii and R. DeVries, 1980, Washington, DC: National Association for the Education of Young Children；\*影片A、B、C的內容請見表3。

表3

「幼兒數學教材教法」教學方案中的影片內容

	影片A	影片B	影片C
影片長度	55秒	4分54秒	6分30秒
影片內容	一位中班女生在計數物件	一位大班幼兒在辨識幾種基本形狀	一位大班幼兒接受分類、序列、樣式的晤談

本研究晤談作業的設計與進行，主要是由研究者參考Ginsburg等人（1998）對發展晤談作業的建議來規劃。由於幼兒語言能力有限，因此，本研究設計有實物能操作、能引發多種反應、也能讓幼兒參與、能探究幼兒的數學理解，並且便於使用的開放式作業。經過預試、刪除太難作業後，考慮晤談幼兒的時間不宜太長，因此，將晤談作業減少為三個主題、九項作業，其中大部分是數與運算相關的作業，包括：

- （一）計數作業：包括數量比較、計數、聽數取物、數保留等四項作業。
- （二）運算作業：包括加減法計算題、加減法應用問題等四項作業。
- （三）幾何／空間作業：包括形狀辨識一項作業。

晤談的進行主要是採用半結構式晤談，這種方式比較適合新手（Ginsburg et al., 1998）。研究者事先設計好晤談作業的目的、材料、進行方式、晤談問題、指導語、晤談原則與技巧指引、觀察重點，提供給每組研究對象進行晤談。之後，觀摩晤談幼兒的影片，並讓研究對象進行晤談技巧演練。然後，研究對象以四人為一組，每人負責對一位中班或大班幼兒進行個別晤談。晤談結束後，研究對象整理晤談的逐字稿，並且全組一起討論所晤談的四位幼兒的數學思考、所使用策略或學習的困難。最後，分析晤談幼兒的數學能力，做成結論，並於課堂上分享。

### 三、資料蒐集與分析

#### （一）數學教學知識的測量

##### 1. 設計理念

本研究由文獻探討歸納職前教師在進行數學教學時必須具備的數學教學知識，並參考文獻（Kersting, 2008; Kersting et al., 2010），採用分析教學影片的方法

16 教育研究集刊 第60輯第1期

法來測量。這種模擬性的真實評量比較能提高在將來或擬似將來要應用的情境中應用，也與未來要應用的情境更有相關。

2. 內容效度與測量方式

研究者剪輯三段真實教室中教師對中班幼兒進行數學教學的影片做為材料（見表4），教學影片內容集中在數與運算，以便配合晤談作業內容，影片影像清楚且收音清晰，長度在5~14分鐘之間。在學期第一週及最後一週進行前測與後測，測量時間約50分鐘，研究者先簡介影片背景，請研究對象先閱讀探查問題（probe problems）（如表5所示，這些問題事先請一位研究數學教育的大學教師進行內容效度檢視），並在看完影片後針對探查問題寫下評論，研究者再針對研究對象的回答加以評分。

表4

測量數學教學知識的影片內容

	影片一	影片二	影片三
影片長度	13分30秒	5分	7分
影片內容	老師先以幼兒身上的數字引起動機，之後發給每位幼兒兩個上面寫有數字的圓盤，請幼兒根據圓盤上的數字貼上相等數量的糖果貼紙	老師發給每位幼兒兩顆鈕釦，請幼兒計算在場的所有人總共有多少顆鈕釦。幼兒各有不同算法，最後師請全部幼兒交回鈕釦時再算一次	老師用繪本講故事，故事中貓咪的數量因著故事情節產生加減的變化，教師原先讓幼兒以手指協助計算，後來改用磁鐵協助計算
學科內容知識	數與量的配對	解決加法問題	加減法計算
學習者認知的知識	幼兒大多使用計數作數與量的配對	幼兒用計數解決加法問題	幼兒大多使用手指幫助計算
教學方法知識	用實物讓幼兒認識數字的抽象意義	用鈕釦讓幼兒實際計算	當幼兒計算有困難，改用磁鐵協助計算

表5

測量數學教學知識的探查問題

數學教學知識	探查問題
學科內容知識	老師在教什麼數學內容（或主題）？
學習者認知的知識	請描述幼兒在教學過程中的反應，例如：幼兒對教學內容瞭解嗎？他們用了哪些方法？
教學方法知識	老師用什麼方法教這個主題？她的教學方法與她要教的內容有什麼關係？她的教學方法與幼兒的學習方式（或反應）有什麼關係？

### 3. 資料編碼與評分者信度

研究者在參閱有關教師教學知識的文獻後，將研究對象的數學教學知識分為學科內容知識、學習者認知的知識及教學方法知識等三個向度，並根據文獻中的定義，以及參考Kersting（2008）的分析方式，將研究對象對教學影片的回答資料初步擬訂分析資料的評分標準，並與一位研究數學教育的大學教師根據初步的評分標準分別獨立分析六位研究對象的回答，之後再針對定義不清楚的部分進行討論，並修改評分標準後，再次進行評分；於前後經過五次評量、討論的循環後，最終確定評分標準如表6。

原則上，層次0是指分析中未能提到影片中教師的數學教學內容、幼兒與數學相關的行為，以及教師的教學方法或策略。層次1是指分析中只是模糊提到或不正確地辨認影片中教師的數學教學內容、指出幼兒與數學相關的行為，以及教師的教學方法或策略。層次2是指在分析中正確指出影片中教師特定的教學內容、幼兒與數學相關的特定行為，以及教師的特定教學方法或策略。層次3是指分析中不只正確地指出影片中教師特定的教學內容、幼兒出現與數學相關的行為或策略，以及教師的教學方法或策略，而且還能說明這些內容與其他數學概念的關係、幼兒行為與策略背後的數學思考、或使用的教學策略的意義與理由。

評分標準確定後，再由研究者與協同分析教師個別獨立對所有研究對象的前後測資料進行分類，以Kappa一致性係數建立評分者信度，每個向度前後測的評分者信度Kappa係數在.80~.89之間，已達到可信任程度；對於不一致的分類，則再經過與評分者討論後確定其類別，最後達完全一致。

## 表6

### 正式的職前教師數學教學知識評分標準

---

#### 學科內容知識

層次0：未提到影片中特定的數學內容

（舉例：幼兒在貼貼紙。）

層次1：只提到模糊、廣泛的學習內容，或是提出錯誤的數學內容。

（舉例：數字概念。）

層次2：正確列舉影片中特定的數學內容，但只限於影片中所見到的內容、分離的技巧或概念、或部分的技巧或概念

（舉例：數字、計數、算數。）

層次3：不只正確提到影片中特定的數學內容，還提到這些重要概念與其他概念的關係、或完整的技巧及概念

（舉例：數字與數量的配對。）

#### 學習者認知的知識

層次0：未觀察到或未提到幼兒出現具有數學意義的行為。

（舉例：我認為幼兒對活動的內容是瞭解的。）

層次1：有觀察到或提到幼兒出現與數學有關的行為，但是，廣泛、籠統或錯誤地描述幼兒的數學思考，有使用數學用語

（舉例：……幼兒對數字已有初步的概念，懂得數數，會跟著老師一起數。）

層次2：正確描述幼兒特定的數學行為或策略，但只限於影片中所見到的幼兒行為或策略、重複幼兒的用語、或誤解幼兒的行為

（舉例：有一個小朋友懂得在每個小朋友頭上拍兩下以利他更快的數。）

層次3：正確描述幼兒特定的數學行為或策略，並能說明其意義，例如：將幼兒的思考（或策略）與特定數學概念連結，描述幼兒數學行為背後的意義或想法，描述幼兒使用的策略的意義，或檢驗幼兒概念的意義

（舉例：……幼兒已經可以領會加法的概念，是透過數數的方式。）

#### 教學方法知識

層次0：未提到教師的教學策略。

層次1：只描述教師的一般教學行為或一般性的教學策略，或所描述的教學策略並未針對教師的教學內容

（舉例：藉由繪本去進行加減運算的主題。）

層次2：只是描述與正確、特定數學概念有關的教學行為、教學策略或教學法，著重教學過程的描述，未提到其意義或理由。

（舉例：運用字卡與貼貼紙的方式對應，幼兒透過數貼紙得知兩數合（和）。）

層次3：不只描述與特定數學內容有關的教學策略，還說明其意義或使用該策略的理由，或提到教師的教學策略與特定數學概念或幼兒數學思考的關係。

（舉例：……教學方法是用數釘子的方式使小朋友能將抽象的數學邏輯概念具體化、生活化……）

---

## （二）職前教師對本教學介入方案的省思

研究者也在第17週時，請研究對象對整個教學介入方案進行反省，以短文說明自己從整學期的教學介入方案中學習到什麼？有哪些收穫？請研究對象將短文附在學習檔案中，第18週時再交回評閱。

## （三）職前教師對教材的討論與活動評析

本教學介入方案中也提供案例及影片讓研究對象佐證授課內容，也請研究對象評析幼兒數學教學活動，並在課堂中討論，因此，也蒐集研究對象的討論與評論資料。

## （四）資料分析

1. 本研究以影片分析方式評量研究對象的數學教學知識，之後根據表6的評分標準將職前教師的影片分析資料加以分類，之後再進行以下分析：

（1）描述性統計：分別統計職前教師前後測時在數學教學知識三向度不同知識層次的人數與比率。

（2）包卡爾對稱性考驗（Bowker's test of symmetry）：由於不論是前測或後測，職前教師的數學教學知識在層次0的人數都不多，因為 $\chi^2$ 檢定具可加性之性質，因此，將層次0與層次1合併為層次1，之後統計在教學方案介入之前與之後，將職前教師在每個向度三段影片的教學知識層次變化的次數與比率加總，進行包卡爾對稱性考驗，以檢驗教學方案介入前後職前教師的教學知識層次改變的比率是否達顯著水準。

2. 職前教師對本教學方案介入的省思短文，則參考Seidman（1998）所建議相互交織的四個步驟進行分析。首先反覆仔細閱讀研究對象的反省短文，標示與分析出有意義的陳述，給予暫時的名稱（減少資料）。在閱讀完資料後，嘗試解釋資料的意義（解釋資料），例如：文本資料中出現研究對象對分析架構的知識、資料與研究目的的關係，之後將相關段落給予主題，透過不斷地重讀資料，找尋單獨資料間的相關主題（產生主題），最後解釋分析這些主題，呈現資料（呈現資料）。

舉例而言，S19提到「……與小朋友晤談，心裡感覺還蠻緊張的，害怕如何與他們互動……」，研究者給予暫時的名稱「緊張」；另位S24寫到「……第一次到幼稚園晤談幼兒，很緊張也很期待……」，則暫時標示為「緊張與期待」；

S40寫到「……我很開心有機會和幼兒接觸……」，被暫時標示為「開心」，統整類似這些名稱成為類別「對晤談作業的正負情緒反應」，表示研究對象在晤談前的情緒反應。接著，與研究對象在開始進行晤談後的感受（類別「晤談過程漸入佳境」），結合成為相關主題「職前教師對晤談幼兒大多抱持正面態度」。

為建立資料的可信度，本研究採用持續閱讀與標示名稱的「持續比較法」（鈕文英，2013）。由於研究者對主題採開放態度，因此不適合計算編碼的一致性，而是採用同儕簡報（peer debriefing）進行外部檢核（鈕文英，2013）。因此，邀請一位研究數學教育的大學教師為協同分析者，研究者就所註解的名稱、統整之後的類別意義與主題向他簡報，透過其提供的回饋再檢視資料與解釋的適當性。

## 肆、研究結果與討論

本研究目的在瞭解「幼兒數學教材教法」教學方案介入對職前教師數學教學知識的影響，經蒐集、分析並比較職前教師在教學方案進行之前與之後對教學影片的分析資料，以及分析職前教師對本教學方案介入的反省短文，結果呈現如下。

### 一、教學方案介入前後職前教師在數學教學知識的效果分析

#### （一）教學方案介入前後職前教師在數學教學知識的初步分析

表7呈現職前教師在方案介入前後數學教學知識層次的初步分析結果。整體而言，前測與後測時大約有半數的職前教師的數學教學知識是處於層次2，但是，後測時層次1的人數減少，而層次3的人數有增加。分析而言，在學科內容知識方面，雖然前後測時層次2的人數都是最多，但後測時層次1的人數減少，而層次3的人數有增加。在學習者認知的知識方面，層次0的人數仍多，且前後測變化不大，但層次3的人數增加，而層次1的人數則減少。在教學方法知識方面，層次1與2的人數減少，而層次3的人數增加很多。

表7

職前教師在前測與後測數學教學知識各層次的人數 ( $N = 37$ )

影片	學科內容知識			學習者認知的知識			教學方法知識			總計	
	一	二	三	一	二	三	一	二	三	N	%
前測											
層次0	—	1	1	14	4	6	—	—	—	26	7.8
層次1	9	20	3	13	13	7	13	10	16	104	31.2
層次2	25	16	33	10	10	16	20	23	18	171	51.4
層次3	3	—	—	—	10	8	4	4	3	32	9.6
後測											
層次0	—	—	1	12	6	8	2	—	—	29	8.7
層次1	3	7	3	6	8	5	5	8	7	52	15.6
層次2	26	27	32	16	7	13	19	19	14	173	52.0
層次3	8	3	1	3	16	11	11	10	16	79	27.3

## (二) 教學方案介入前後職前教師數學教學知識的改變

由於除了學習者認知的知識向度外，職前教師的教學知識層次0的人數都很少，因此，將層次0與層次1合併為層次1。接著，進一步將職前教師在前測及後測的數學教學知識三個向度教學層次的變化，整理於表8至表10，並進行包卡爾對稱性考驗，以檢驗教學方案介入前後職前教師的知識層次的改變是否達顯著，結果說明如下。

### 1. 學科內容知識層次的改變

由表8可以看出，在教學方案介入前後，職前教師在學科內容知識層次變化的比率差異有達到顯著水準 ( $\chi^2 = 14.302, p < .01$ )，表示在前後測職前教師在學科內容知識層次有變化的比率有顯著差異。從表中可以看出，進步比率 (31.5%) 顯著多於退步比率 (9%)，而進步最多的是由層次1進步到層次2 (20.7%)。雖然維持原層次的比率很多 (59.5%)，但他們大多是在層次2 (51.4%)，所以在後測時，就有74.8%的職前教師能夠正確地指出幼兒所學習的數學內容 (層次2)，只不過，他們還無法進步到將這些概念與其他概念建立關係 (層次3)。

表8

職前教師在前測及後測的三段影片中學科內容知識變化情形

		後測			$\chi^2$
		層次1	層次2	層次3	
前測	層次1	9 (8.1) <sup>#</sup>	23 (20.7)	2 (1.8)	14.302**
	層次2	7 (6.3)	57 (51.4)	10 (9.0)	
	層次3	0	3 ( 2.7)	0	

註：#次數（%）。

\*\*  $p < .01$

### 2. 學習者認知的知識層次的改變

由表9可以看出，在教學方案介入前後，職前教師在學習者認知的知識層次變化的比率差異沒有達到顯著水準（ $\chi^2 = 7.125, p > .05$ ），但已接近.05顯著水準，表示在前後測職前教師在學習者認知的知識層次有變化的比率沒有顯著差異，雖然進步比率（33.3%）多於退步比率（17.1%）。而維持原來層次的比率有49.5%，以層次1最多。

表9

職前教師在前測及後測的三段影片中習者認知的知識變化情形

		後測			$\chi^2$
		層次1	層次2	層次3	
前測	層次1	29 (26.1) <sup>#</sup>	19 (17.1)	9 ( 8.1)	7.125
	層次2	13 (11.7)	14 (12.6)	9 ( 8.1)	
	層次3	3 ( 2.7)	3 ( 2.7)	12 (10.8)	

註：#次數（%）。

### 3. 教學方法知識層次的改變

由表10可以看出，在教學案介入前後，職前教師在教學方法知識層次變化的比率差異有達到顯著水準（ $\chi^2 = 19.765, p < .01$ ），表示在前後測職前教師在教學方法知識層次有變化的比率有顯著差異。從表中可以看出，後測時，進步比率（45.9%）多於退步比率（14.4%），而進步最多的是由層次2進步到層次3

(22.5%)，其次才是由層次1進步到層次2(15.3%)，有39.6%的職前教師維持在原層次。後測時，有46.8%的職前教師能夠指出影片中教師的特定教學行為或教學策略(層次2)，甚至有33.3%能進一步能指出教學策略的意義與理由(層次3)。相對於其他兩個向度，教學方案介入對這個向度的效果似乎比較大。

表10

職前教師在前測及後測的三段影片中教學方法知識變化情形

		後測			$\chi^2$
		層次1	層次2	層次3	
前	層次1	13 (11.7) <sup>#</sup>	17 (15.3)	9 ( 8.1)	19.765***
	層次2	8 ( 7.2)	28 (25.2)	25 (22.5)	
	測 層次3	3 ( 2.7)	7 ( 6.3)	3 ( 2.7)	

註：#次數(%)。

\*\*  $p < .01$

## 二、職前教師對本教學介入方案的反省

研究者也在學期結束時蒐集職前教師對本教學介入方案的反省，結果發現職前教師的反省大多是針對晤談幼兒的經驗，分析這些反省可以結合成以下三個主題：

### (一) 職前教師對晤談幼兒大多抱持正面態度

一開始，多數職前教師覺得晤談幼兒是有趣且新奇的經驗，且充滿挑戰性，很期待，但有些職前教師也有些焦慮。可是在經過實際晤談後，職前教師大多對這個經驗抱持正面態度(如S36)。

……此次晤談是種全新的體驗，從一開始的畏懼、焦躁，到最後的歡樂、興奮，種種的變化都反映出我對這次經驗的好感，很喜歡和幼兒這樣面對面單獨的相處……(S36)

## （二）職前教師實際體驗幼兒的數學思考

### 1. 瞭解幼兒的數學思考與策略

個別晤談幼兒確實讓職前教師對幼兒的數學能力有更多的瞭解，讓他們親自觀察到幼兒對許多數學作業的反應，雖然有職前教師只是做一般性的描述（如S29），有些則能清楚地描述幼兒的思考或使用的策略（如S18），或者推論幼兒反應的原因。

……在晤談過程中，可以發現他的能力其實還不錯，不僅能做正確的跳數，也可以運用策略來做加減法的運算，更可以清楚的用口語方式表達出來……（S29）

……當我……再問他哪邊比較多時，他很快地就回答我兩邊是一樣多的，並且可以說出原因：因為它們上下一對一排好，所以是一樣多的。（S18）

### 2. 對於某些幼兒的反應相當驚訝

有些職前教師很驚訝的發現，幼兒的數學能力超乎他們以往的認知，例如S30，但這樣的經驗也增加他們對幼兒數學能力的瞭解。

……接受我晤談的幼兒也讓我驚訝，原來大班的孩子有這種程度，已經可以相當快速的算出8加8等於16了。……（S30）

### 3. 驗證其他訊息來源對幼兒數學能力的描述

進行晤談之前，職前教師已經從課本、授課中學習幼兒數學能力的發展，因此有些職前教師提到，晤談幼兒的經驗不只讓他們對幼兒的數學思考有更深的瞭解，也讓他們有機會印證課本上的敘述，讓他們印象更深刻（如S12）。

……在課堂上所學的，再加上有晤談的經驗和之後的瞭解，對於幼兒的數學能力有更深的瞭解。……（S12）

#### 4. 發現幼兒數學能力的個別差異

晤談之後，各組的討論及後來的課堂分享也讓職前教師發現幼兒能力的差異，有些是同年齡幼兒之間能力的差異；有些差異是來自同一位幼兒在不同作業的差異（如S18）。

……他在點數時速度很快，……最後數出來的數字卻是相符的，所以我覺得他的數數能力算是不錯；加減法的運算對他來說可能就沒有那麼容易，……對於幾何圖形的概念似乎也不是很清楚……（S18）

### （三）晤談經驗對未來學習與教學有幫助

#### 1. 改進自己的晤談技巧

晤談經驗讓職前教師有機會看到如何進行晤談，加上職前教師事後必須聽錄音謄寫逐字稿，有半數以上的職前教師回顧了自己與個別幼兒互動的情形，提到自己晤談技巧需要改進的地方（如S49）。

……其實我覺得我的晤談……，有很多要改進的，像是語句沒有修飾好，問問題的方式沒有很好、很開放性，有一段訪談我還不小心把答案給說出來了，……還有沒有適度的給予讚美……（S49）

#### 2. 增進觀察能力，增加與幼兒互動的信心

除了注意到幼兒在晤談作業的反應，職前教師也注意到幼兒在晤談過程中的反應，觀察到幼兒一些細微的回應方式，這使他們對於將來與幼兒的互動更有信心（如S04）。

……經過了晤談，我更有信心去面對面與幼兒交談，也更能理解幼兒的思考與說話方式，這對我們是非常有幫助的……（S04）

#### 3. 有助於未來的課程規劃與教學

少數職前教師也提到晤談經驗對於未來的課程規劃或教學的幫助，例如：依

幼兒的發展程度設計課程、善用具體教具或遊戲等（如S08）。

……這次晤談時，我發現到同年齡的幼兒數學的能力有很大的差別，……所以在設計幼兒的活動時，要先知道每一位幼兒目前的發展，再去設計活動會比較適合。（S08）

### 三、職前教師對教材的討論與活動評析

#### （一）職前教師對案例與影片的討論

由職前教師對影片的討論可以發現，他們會以影片中幼兒的反應去印證課堂上或書本中所學習的內容。例如：對於影片B，

……若從范希樂幾何思維五層級來說的話，他則可能還是處在零層級的階段，但偶而能觸及到第一層級。（S02）

……當測驗到三角形的部分時，幼兒說因為它太扁不是三角形，可以瞭解到幼兒深深受視覺外觀所影響，若與自己概念中的圖形相差太多（太扁、太高、倒反過來等），便會判定其不為該圖形。（S40）

職前教師不只看到幼兒的數學行為，他們也會去推測幼兒行為可能的原因，例如：對於影片A，幼兒雖然計數正確，但是無法說出集合總數，

……推斷可能是單純的只會唱數，雖然能夠手指數幾件東西，但沒有將數字的意義內涵做相連接，真正將其運用到計算之中。……（S19）

有些職前教師對於案例的討論著重在活動的優點，有些著重在活動對幼兒學習的幫助（如S36），有些則強調自己從案例中學習到老師的教學（如S40）。

……這個遊戲讓幼兒學到……遵守遊戲規則……判斷力的培養……在競爭遊戲中與同儕互動……學習等待，不急躁……培養幼兒的邏輯……

(S36)

……從老師對幼兒行為所做的反應，我可以學到……敏銳的觀察力……

接納各式回答……有效的引導語……鼓勵正確行為…… (S40)

## (二) 職前教師對幼兒數學活動的評析

職前教師也被要求對幼兒數學活動做出評論，有些職前教師提到活動的優點，例如：「釣魚……能與幼兒的生活經驗作連結」(S32, 「大家來釣魚」)，「使幼兒能夠更具體地做實際運算」(S15, 「大家來釣魚」)，「幼兒能學習到單位及長度相關的語言能力」(S01, 「量量樂」)，「利用直接觸摸(幾何形狀)……讓幼兒實際且具體的感受幾何圖形」(S35, 「神秘寶箱」)。

有些職前教師也會考慮數學活動應用到實際幼兒園教學時可能會有的問題，例如：「(釣魚)遊戲讓幼兒等待的時間有點過長」(S39, 「大家來釣魚」)，或是懷疑當幼兒釣到魚去付錢時「(幼兒)幣值轉換的概念是否存在？幼兒是否知道一個10元等於十個1元？」(S22, 「大家來釣魚」)，「測量之前先讓幼兒預測大概的長度，有點太抽象」(S06, 「量量樂」)。因此，有些職前教師也會在討論時提出修改建議，例如：「必須確定每位小朋友都知道1元、5元、10元，也要知道彼此之間如何轉換」(S17, 「大家來釣魚」)，「在實際讓幼兒測量前，老師可以先教幼兒如何正確地測量記錄」(S33, 「量量樂」)，「在遊戲開始前可先和幼兒分享幾何模型，介紹它的形狀及大小」(S29, 「神秘寶箱」)。

## 四、綜合討論

本研究在探討「幼兒數學教材教法」教學方案介入對職前教師的數學教學知識的影響。經分析並比較職前教師在前後測的數學教學知識層次，分析職前教師的反省，以及對教材的討論與活動評析之後，得到以下結果。整體而言，教學方案之介入確實有產生效果，後測時，職前教師在學科內容知識及教學方法知識兩個向度的教學知識層次有進步的比率顯著比退步比率多；而在學習者認知的知識向度，前後測教學知識層次有變化的差異僅接近顯著水準。此外，由職前教師對

教學方案的反省中發現，他們對晤談幼兒大多抱持正面態度；職前教師也從晤談中實際體驗幼兒的數學思考，觀察到幼兒對數學作業的反應與策略，並覺得晤談經驗對未來的學習與教學有幫助。針對這個結果，以下從教學方案介入對職前教師數學教學知識的效果及主觀收穫兩方面來討論。

### （一）「幼兒數學教材教法」教學方案介入對職前教師數學教學知識的效果

本研究發現，「幼兒數學教材教法」教學方案的介入效果與數學教學知識的向度有關，因此分別就數學教學知識的三個向度加以討論。

#### 1. 學科內容知識

本研究發現，經過教學介入，有31.5%的職前教師在後測時比前測時更能正確指出影片中教師的教學內容，大多數有進步的職前教師都是由層次1進步到層次2（見表8）。本研究的教學方案介入中用了五週的時間，對幼兒各種數學能力發展進行教學，並觀賞、討論幼兒進行數學活動的影片，之後再配合幼兒晤談的實作，增加他們對適合幼兒學習的數學內容知識的瞭解，因而更能在影片中辨認出老師的教學主題。只是，本研究未發現全部職前教師的分析層次都有大幅進步，而且後測時維持在層次2的人數仍有51.4%。推測職前教師較少從層次2進步到層次3的原因之一，可能是由層次2的分離概念提升到整體概念關係的層次3比較困難，特別是對教學經驗不多的職前教師。另一個可能原因則是研究對象的選取，因為以往研究發現教學經驗會影響學前教師的學科內容知識（Lee, 2010），本研究的「幼兒數學教材教法」課程安排在大二下學期開課，這些職前教師還沒有很多實務經驗，現場經驗的不足可能也影響了他們對學科內容的瞭解。

#### 2. 學習者認知的知識

一般都認為晤談法是用來瞭解兒童的學習與思考的工具（Ginsburg et al., 1998），以往研究也發現，晤談經驗可以協助在職與職前教師瞭解幼兒的數學思考與學習困難（Dunphy, 2010; McDonough et al., 2002; Philipp et al., 2002）。本研究在教學方案中加入晤談幼兒的實作，但是，數學教學知識測量結果卻發現與這些以往研究結果不同，後測時，數學教學知識有進步與退步比率的差異僅接近顯著水準，進步情形並不明顯。這可能是因為本研究使用客觀方法測量職前教師對幼兒數學思考的認知，而以往研究是使用職前教師的主觀感受（Dunphy, 2010;

McDonough et al., 2002），研究方法並不相同。

雖然本研究發現維持原分析層次的職前教師仍多，而且大多是在層次1，然而，從有進步的比率稍多於退步的比率可以看到教學方案有小的正面效果。這些進步可能來自教學方案中對幼兒各種數學能力發展的教學與影片個案討論，也可能來自職前教師晤談幼兒的實作，或這兩者共同的影響。只是，能達到層次3的職前教師仍不多，推測可能的原因之一是因為描述幼兒的外顯行為比較容易（層次2），但是，要達到說明其意義或與更廣的教與學原則銜接（層次3）比較困難，特別是幼兒的數學思考又無法直接被觀察。另一個原因則可能與學習者認知的知識層次不夠細緻有關，且目前所分的三個層次似乎過於粗糙，可能不足以顯示出職前教師知識的進步。最後，因為表7中有許多職前教師在後測時仍停留在層次0，推測原因可能是評量使用的影片並非針對評量數學教學知識而拍攝，影片中的情境複雜、幼兒也比較多，致使職前教師無法聚焦在幼兒行為的意義。

### 3. 教學方法知識

本研究發現，經過教學方案介入，職前教師在後測時比前測時更能正確指出影片中教師的教學方法（層次2），或者是教師使用這些教學方法的意義與理由（層次3），而且職前教師在教學方法知識向度中的進步比率是三個向度中最多的（45.9%），似乎教學方案的介入對職前教師在教學方法知識的效果最大。這與以往研究發現相同，例如：Doyle與Alagic（2004）發現，加入晤談經驗讓職前教師更瞭解學科教學知識；Philipp等人（2002）也發現，晤談經驗增加職前教師對數學內容與教學法關係的認識。而本研究教學方案的效果可能來自課堂上對幼兒數學能力發展、評論教學活動，以及幼兒數學教育如何實施的教學，再配合親自晤談幼兒的實作經驗，讓許多職前教師更能瞭解教學策略與幼兒思考的關係或教學方法與教學內容的關係（層次3）。這也顯示，理論加上實作，讓職前教師瞭解教學的複雜性，並體驗到「教學」（Kozar & Marcketti, 2008），知道如何配合幼兒現有的數學能力引導幼兒學習不同的數學主題，或者因應不同教學內容採用適當教具或教學方法。

#### （二）職前教師在教學方案介入中的主觀收穫

職前教師在學期末對整個方案的省思大多針對晤談幼兒的經驗，雖然一開始，他們有些緊張，但是大多持正面態度，這些情緒反應與以往研究發現相似

(Dunphy, 2010)，都混雜著有趣、興奮、擔心與挑戰，他們擔心幼兒的反應或現場無法控制，然而，大多數職前教師對晤談幼兒仍然抱持著肯定態度，並覺得有收穫。

除此之外，職前教師也覺得晤談經驗讓他們親自見識到幼兒的數學思考與策略，也驗證課堂或課本中對幼兒數學能力的描述，這些都增加他們對幼兒數學思考的瞭解，並注意到幼兒的個別差異。所以，由職前教師主觀自我反省的結果和以往對在職教師 (Clarke, 2006) 與職前教師 (Dunphy, 2010; McDonough et al., 2002) 的發現相同，但是，卻與採用客觀的數學教學知識測量的結果不一致 (如前所述)。推測這些不同發現的原因，可能是研究方法的差異，因為在主觀的反省經驗中，職前教師只需瞭解組內四位個別幼兒的反應，但是，評量影片是真實教室中的教學，幼兒人數多且情況比較複雜，拍攝的角度不易呈現每位幼兒的反應，加上只放映一次，因此，可能讓職前教師失去觀察焦點，而無法注意到幼兒的反應。

最後，職前教師幾乎都未提及晤談經驗對數學內容的影響，由於研究發現職前教師進行自己設計作業的晤談可以發展數學內容知識 (Stewart, 2002)，因此，可能是因為晤談作業並不是自己所設計，所以，比較難考慮與數學內容的相關。此外，儘管職前教師認為晤談經驗增加自己未來與幼兒一起工作的信心，但是，在他們的反省中卻比較少提到晤談經驗對教學方法的影響，他們只提到一些較籠統的幫助，並不是很具體。這個結果也與McDonough等人 (2002) 的發現相同，或許是這些職前教師還沒有實習經驗，尚未實際接觸教學。

由職前教師在整個學期中對教材的學習可以發現，他們會以影片中幼兒的反應去印證課堂上或書本中所學習的內容，也會去推測幼兒行為可能的原因。有些職前教師對於案例的討論著重在活動的優點，或活動對幼兒學習的幫助，有些則強調自己學習到案例中教師的教學。職前教師也被要求對幼兒數學活動做出評論，有些職前教師提到活動的優點、應用到實際幼兒園教學時可能會有的問題，或提出修改建議。

### (三) 研究限制

本研究探討「幼兒數學教材教法」教學方案的介入對職前教師的數學教學知識的影響，結果發現，整體而言，一學期的教學方案對職前教師的數學教學知識

有正面效果，但是，教學方案介入效果的大小似乎與數學教學知識的向度及評量方式有關。雖然如此，本研究仍有一些限制，首先，由於本研究的研究對象人數不多，也欠缺對照組，在說明本研究的效果時較欠缺說服力。其次，整體教學方案包括課堂教學、案例討論、教學活動評論及晤談幼兒實作等要素，因此，難以區分不同要素造成的影響。最後，本研究因為研究對象人數不多，以致無法對研究對象的數學教學知識層次再做細分；或可能因為層次無法再細緻，以致對於職前教師在教學知識層次間的變化不夠敏感；或者因為探查問題過於簡單，使職前教師只針對探查問題做簡答，造成後測時未見職前教師有大幅度、全面的進步。

## 伍、結論與建議

### 一、結論

本研究在探討「幼兒數學教材教法」教學方案的介入對職前教師的數學教學知識的影響，經分析與比較職前教師在前測及後測的影片教學知識層次，分析職前教師對教學方案的反省，以及對教材的討論與活動評析後，有以下發現：

（一）在數學教學知識方面，整體而言，教學方案介入對職前教師有正面效果，後測時，職前教師在學科內容知識及教學方法知識兩個向度的教學知識層次有進步的比率顯著比退步比率多；但在學習者認知的知識向度，教學知識層次進步比率也較退步比率多，但差異僅接近顯著水準。然而，教學方案介入效果的大小似乎與數學教學知識的向度及評量方式有關。

（二）在職前教師對教學方案的反省方面，職前教師對方案中的晤談幼兒經驗大多抱持正面態度，也從晤談中實際體驗幼兒的數學思考，觀察到幼兒對數學作業的反應與策略，也覺得晤談經驗對未來的學習與教學有幫助。

### 二、建議

#### （一）對教育的建議

1. 本研究發現「幼兒數學教材教法」教學方案對職前教師的數學教學知識有正面效果，特別是教學方法知識。此外，方案中的晤談經驗也讓職前教師親自體

驗幼兒的數學思考，因此，晤談經驗不只可以做為瞭解幼兒學習與思考的工具，也能成為培育職前學前教師的工具，所以，建議師資培育者可以在師資培育課程中使用晤談法增加職前教師的現場經驗。

2. 幼教現場的實務教師也能自行設計開放性作業，對班上個別幼兒進行數學作業晤談，從中瞭解幼兒的數學思考，並根據晤談結果改進自己的數學教學。

## （二）對未來研究的建議

### 1. 研究設計方面

受限於研究對象同年級的班級只有一班，無法尋找到控制組，因此，本研究採用單組前後測設計，無法與控制組進行比較，因此，建議未來研究可以採用準實驗法，探討教學方案介入的影響及其長期效果。

### 2. 教學方案的設計方面

本研究安排的教學方案包含有不同要素，除課堂教學、影片觀賞與討論外，還讓研究對象對幼兒進行一次個別晤談實作，加上無法另外分出時間在晤談前後進行測量，因此，無法區分各個不同要素的效果。未來研究可再加以澄清，而且也可以考慮讓職前教師自行設計晤談作業進行晤談，探討這種方式對職前教師對數學內容知識的影響。

### 3. 在研究主題方面

本研究探討主題為數學教材教法方案對職前學前教師數學教學知識的影響，建議未來研究可以探討相關研究主題，例如：方案對職前教師數學教學信念、數學態度或教學效能的影響。

### 4. 研究對象方面

本研究邀請大二師資生為研究對象，這些職前教師的現場實務經驗比較不足，而且也未事先瞭解他們的數學素養或數學教學素養，都可能使得教學方案介入的效果比較小。建議未來可以先評量職前教師的數學素養，或以實務經驗較多的高年級學生、參加教育實習的學生或在職教師為研究對象，探討幼兒數學專業發展方案對教師數學教學知識的影響。

### 5. 在數學教學知識的評量方面

本研究採用影片分析方式測量職前教師的數學教學知識，使用影片分析方式比較真實，但是，必須注意影片的品質（如影片內容的教學主題要明顯、提供與

影片有關的訊息、多次放映)、設計詳細的探查問題、分析層次更細緻等,才能更有效地評量數學教學知識。

致謝:感謝行政院科技部提供研究經費補助(計畫編號: NSC99-2410-H-024-023)。

DOI: 10.3966/102887082014036001001

## 參考文獻

周淑惠(1999)。幼兒數學新論:教材教法。臺北市:心理。

[Chou, S.-H. (1999). *Early childhood mathematics teaching: Materials and methods*. Taipei, Taiwan: Psychological.]

國立新竹師範學院幼兒教育學系(1993)。我國坊間學前數學教材之評析研究(教育部委託研究計畫)。新竹市:作者。

[Department of Early Childhood Education of National Hsinchu Teachers College. (1993). *Analysis of pre-school mathematics teaching materials* (Unpublished manuscript of an MOU project report). Hsinchu, Taiwan: Author.]

張麗芬(2010)。幼稚園教師的數學教學實務之研究(國立臺南大學專題研究計畫補助案)。臺南市:國立臺南大學。

[Chang, L.-F. (2010). *A study of kindergarten teachers' mathematical teaching practices* (Unpublished report of National University of Tainan). Tainan, Taiwan: National University of Tainan.]

鈕文英(2013)。研究方法與論文寫作(第二版)。臺北市:雙葉書廊。

[Niou, W.-Y. (2013). *Research methods and thesis writing* (2nd ed.). Taipei, Taiwan: Yeh Yeh Book Gallery.]

An, S., Kulm, G., & Wu, J. (2004). The pedagogical content knowledge of middle school mathematics teachers in China and the U.S. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 7(2), 145-172.

Ball, D. L., & Bass, H. (2003). Toward practice-based theory of mathematical knowledge for teaching. In B. Davis & F. Simmt (Eds.), *Proceedings of the 2002 annual meeting of the Canadian mathematics education study group* (pp. 3-14). Edmonton, AB: CMESG/

GCEDM.

- Ball, D. L., Hill, H. C., & Bass, B. (2005). Knowing mathematics for teaching. *American Educator*, 29(1), 14-46.
- Ball, D. L., Thames, M. H., & Phelps, G. (2008). Content knowledge for teaching: What makes it special? *Journal of Teacher Education*, 59(5), 389-407.
- Baroody, A. J. (2004). The role of psychology in the development of early childhood mathematics standards. In D. H. Clements, J. Sarama, & A.-M. DiBiase (Eds.), *Engaging young children in mathematics: Standards for early childhood mathematics education* (pp. 149-172). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Baxter, J. A., & Lederman, N. G. (1999). Assessment and measurement of pedagogical content knowledge. In J. Gess-Newsome & N. G. Lederman (Eds.), *Examining pedagogical content knowledge: The construct and its implications for science education* (pp. 147-161). Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic.
- Bowman, B. T., Donovan, M. S., & Burns, M. S. (2001). *Eager to learn: Educating our preschoolers*. Washington, DC: National Academy Press.
- Clarke, D. (2006, June). *Professional development: An Australian case: The power of one-to-one assessment interviews*. Paper presented at the APEC International Symposium on Innovation and Good Practices for Teaching and Learning Mathematics through Lesson Study, Khon Kaen, Thailand.
- Copley, J. V. (2000). *The young child and mathematics*. Washington, DC: National Association for the Education of Young Children.
- Copley, J. V. (2004). The early childhood collaborative: A professional development model to communicate and implement the standards. In D. H. Clements, J. Sarama, & A.-M. DiBiase (Eds.), *Engaging young children in mathematics: Standards for early childhood mathematics education* (pp. 401-414). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Doyle, C., & Alagic, M. (2004). *Pre-service teachers' inquiry into children's thinking*. Retrieved from [http://education.wichita.edu/alagic/nextpage/AERA\\_04\\_TICKLE.doc](http://education.wichita.edu/alagic/nextpage/AERA_04_TICKLE.doc)
- Dunphy, E. (2010). Exploring young children's (mathematical) thinking: Preserve teachers reflect on the use of the one-to-one interview. *International Journal of Early Years Education*, 18(4), 331-347.
- Fennema, E., & Franke, L. M. (1992). Teachers' knowledge and its impact. In D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 147-164). New

York, NY: Macmillan.

- Genishi, C., Ryan, S., & Ochsner, M. (2001). Teaching in early childhood education: Understanding practices through research and theory. In V. Richardson (Ed.), *Handbook of research on teaching* (pp. 1175-1210). Washington, DC: American Educational Research Association.
- Ginsburg, H. P., Jacobs, S. F., & Lopez, L. S. (1998). *The teacher's guide to flexible interviewing in the classroom*. Boston, MA: Allyn & Bacon.
- Ginsburg, H. P., Kaplan, R. G., Cannon, J., Cordero, M. I., Eisenband, J. G., Galanter, M., & Morgenlander, M. (2006). Helping early childhood educators to teach mathematics. In M. Zaslow & I. Martinez-Beck (Eds.), *Critical issues in early childhood professional development* (pp. 171-202). Baltimore, MD: Paul H. Brookes.
- Hill, H. C., Rowan, B., & Ball, D. (2005). Effects of teachers' mathematical knowledge for teaching on student achievement. *American Educational Research Journal*, 42(2), 371-406.
- Jenkins, O. F. (2010). Developing teachers' knowledge of students as learners of mathematics through structured interviews. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 13(2), 141-154.
- Kamii, C., & DeVries, R. (1980). *Group games in early education: Implications of Piaget's theory*. Washington, DC: National Association for the Education of Young Children.
- Kersting, N. (2008). Using video clips of mathematics classroom instruction as item prompts to measure teachers' knowledge of teaching mathematics. *Educational and Psychological Measurement*, 68(5), 845-861.
- Kersting, N., Givvin, K. B., Sotelo, F. L., & Stigler, J. W. (2010). Teachers' analyses of classroom video predict student learning of mathematics: Further explorations of a novel measure of teacher knowledge. *Journal of Teacher Education*, 61(1-2), 172-181.
- Klein, A., Starkey, P., & Wakeley, A. (1999, June). *Supporting pre-kindergarten children's readiness for school mathematics*. Paper presented at the NIECDE Project Director's Meeting, Washington, DC.
- Kozar, J., & Marcketti, S. (2008). Utilizing field-based instruction as an effective teaching strategy. *College Student Journal*, 42(2), 305-311.
- Kurz, T. L., & Kocic, I. B. (2011). Preservice teachers' observations of children's learning during Family Math Night. *Journal of Research in Education*, 21(2), 24-36.
- Lee, J. (2010). Exploring kindergarten teachers' pedagogical content knowledge of mathematics. *International Journal of Early Childhood*, 42(1), 27-41.

- Lee, J., Meadows, M., & Lee, J. O. (2003, April). *What causes teachers to implement high-quality mathematics education more frequently: Focusing on teachers' pedagogical content knowledge*. Paper presented at the 2003 Association for Childhood Education International Annual Conference, Phoenix, AZ.
- Lim-Teo, S. K. (2006, November). *The measurement of mathematics pedagogical content knowledge*. Paper presented at the Asia-Pacific Education Research Association Conference, Hong Kong.
- Linek, W., Fleener, C., Fazio, M., Raine, I. L., & Klakamp, K. (2003). The impact of shifting from "how teachers teach" to "how children learn". *The Journal of Educational Research*, 97(2), 78-89.
- Marks, R. (1990). Pedagogical content knowledge: From a mathematical case to a modified conception. *Journal of Teacher Education*, 41(3), 3-11.
- McCray, J. S. (2008). *Pedagogical content knowledge for preschool mathematics: Relationships to teaching practices and child outcomes* (Unpublished doctoral dissertation). Loyola University, Chicago, IL.
- McDonough, A., Clarke, B., & Clarke, D. M. (2002). Understanding, assessing and developing children's mathematical thinking: The power of a one-to-one interview for preservice teachers in providing insights into appropriate pedagogical practices. *International Journal of Educational Research*, 37, 211-226.
- Mosvold, R., Bjuland, R., Fauskanger, J., & Jakobsen, A. (2011). *Similar but different: Investigating the use of MKT in a Norwegian kindergarten setting*. Retrieved from [http://www.cerme7.univ.rzeszow.pl/WG/13/CERME7\\_WG13\\_Mosvold.pdf](http://www.cerme7.univ.rzeszow.pl/WG/13/CERME7_WG13_Mosvold.pdf)
- Moyer, P. S., & Husman, J. (2006). Integrating coursework and field placements: The impact on preservice elementary mathematics teachers' connections to teaching. *Teacher Education Quarterly*, 33(1), 37-56.
- Mulligan, J., & Vergnaud, G. (2006). Research on children's early mathematical development. In A. Gutierrez & P. Boero (Eds.), *Handbook of research on the psychology of mathematics education: Past, present and future* (pp. 117-146). Rotterdam, Netherlands: Sense.
- National Association for the Education of Young Children. (2009). *NAEYC standards for early childhood professional preparation*. Retrieved from [http://www.naeyc.org/files/naeyc/files/2009%20Professional%20Prep%20stdsRevised%204\\_12.pdf](http://www.naeyc.org/files/naeyc/files/2009%20Professional%20Prep%20stdsRevised%204_12.pdf)
- National Association for the Education of Young Children & National Council of Teachers of

- Mathematics. (2002). *Early childhood mathematics: Promoting good beginnings*. Retrieved from [http://www.naeyc.org/resources/position\\_statements/psmath.htm](http://www.naeyc.org/resources/position_statements/psmath.htm)
- National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: Author.
- Philipp, R. A., Thanheiser, E., & Clement, L. (2002). The role of a children's mathematical thinking experience in the preparation of prospective elementary school teachers. *International Journal of Educational Research*, 37, 195-210.
- Pringle, R. M. (2006). Preservice teachers' exploration of children's alternative conceptions: Cornerstone for planning to teaching science. *Journal of Science Teacher Education*, 17(3), 291-307.
- Putnam, R., & Borko, H. (2000). What do new views of knowledge and thinking have to say about research on teacher learning? *Educational Researcher*, 29(1), 4-15.
- Santagata, R., Zannoni, C., & Stigler, J. W. (2007). The role of lesson analysis in pre-service teacher education: An empirical investigation of teacher learning from a virtual video-based field experience. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 10(2), 123-140.
- Sarama, J., DiBiase, A.-M., Clements, D. H., & Spitler, E. (2004). The professional development challenge in preschool mathematics. In D. H. Clements, J. Sarama, & A.-M. DiBiase (Eds.), *Engaging young children in mathematics: Standards for early childhood mathematics education* (pp. 415-446). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Seidman, I. (1998). *Interviewing as qualitative research: A guide for researchers in education and the social sciences*. New York, NY: Teachers College 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: Foundations of a new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1-22.
- Stewart, C. D. (2002). *Using clinical interviews to inform teaching: Three prospective k-8 teachers' experiences in a reform-based mathematics education course* (Unpublished doctoral dissertation). University of Virginia, Charlottesville, VA.

期刊徵稿：<http://www.edubook.com.tw/CallforPaper/BER/?f=oa>

高等教育出版：<http://www.edubook.com.tw/?f=oa>

高等教育知識庫：<http://www.ericdata.com/?f=oa>