

結合圖畫書與數學的教學方式 對幼兒數學能力之影響

張麗芬*

摘 要

本研究的目的是探討結合圖畫書與數學的教學方式對幼兒數學能力的影響。本研究採準實驗研究的不等組前後測設計，受試者為兩班混齡班中的 26 位中班幼兒。把兩班中班幼兒分為實驗組與控制組，實驗組幼兒接受十次結合圖畫書與數學教學方式的實驗處理，而控制組幼兒則只有聽老師念繪本故事。實驗組與控制組在接受實驗處理之前與實驗處理結束之後，接受研究者自編的「幼兒非正式數學能力測驗」的前後測。以前測分數為共變量，進行共變數分析，比較接受實驗處理的效果。研究結果發現，實驗組幼兒在「具體物件加法運算」及「加法應用題」的分數顯著高於控制組幼兒。而其他數學能力則兩組無顯差異，但實驗組的表現大多比控制組好。

關鍵詞：結合圖畫書與數學、圖畫書、數學能力

* 國立臺南大學幼兒教育學系副教授

結合圖畫書與數學的教學方式 對幼兒數學能力之影響

張麗芬

壹、緒論

一、研究背景與動機

幼兒在生活環境中接觸到許多與數學有關的經驗，使得他們的非正式數學（informal mathematics）經驗相當普遍。過去廿五年來，研究者已經對幼兒數學能力的發展累積了相當多的了解（Baroody, 2000; Clements & Sarama, 2007; Ginsburg, Choi, Lopez, Netley, & Chi, 1997; Ginsburg, Klein, & Starkey, 1998），這些研究發現，早在進入小學之前，幼兒就已經從日常活動中發展出豐富的非正式數學或生活數學（everyday mathematics）。非正式數學是指兒童在未進入正式學校教育之前，由生活中發展出來的豐富、大多是自發的、與情境有關（context bound）、潛在的、且個體常不自知、也不是來自系統教學的數學知識（Ginsburg, 2002, 2006）。

事實上，學前階段是許多重要數學知識發展的時期（National Council of Teachers of Mathematics, 2000），而且也是幼兒從非正式數學進入正式數學的轉換時期（Baroody, Lai, & Mix, 2006）。因此，好的數學教育應該及早開始（Baroody, 2000; Clements, Sarama, & DiBiase, 2004），學前的數學經驗對正式入小學後學習某些數學技巧很重要（Munn, 1994），也能讓幼兒在進入小學後避免產生學習困難（Griffin, 2004）。

基於這種重要性，美國兩大專業團體－全美幼教協會（National Association for the Education of Young Children, NAEYC）與美國數學教師協會（National Council of Teachers of Mathematics, NCTM）－在 2002 年共同提出對幼兒數學學

習的聯合聲明，主張為學前幼兒提供高品質、有挑戰性且幼兒能夠學習的數學教育是兒童未來數學學習的重要基礎，學前機構應該提供幼兒有效、以研究為基礎的數學課程與教學。更早之前，NCTM（2000）重新制定了兒童數學教育的原則與標準（Principles and Standards for School Mathematics），就首度把幼稚園之前的幼兒也納入，而形成學前到小二（Pre-K-2）的階段。這些做法都突顯出，符合幼兒發展的學前數學教育非常重要，也愈來愈受重視。

全美幼教協會與美國數學教師協會（2002）等專業組織所強調的數學教育是，利用幼兒每天的日常活動介紹並發展重要的數學概念，以便幼兒有真正的理解，並能用數學解決日常生活中的問題。方法上則須透過自發性的遊戲、教具及生活情境中成人的引導，並讓數學與其他領域結合，例如將數學統整到兒童文學（children's literature）、語言、科學、社會等經驗中，以具體操作且有意義的方式進行教學。

為了提供幼兒高品質的數學教育，近年來有許多學者提倡採用結合兒童文學與數學的方式來提升幼兒的數學能力（Brandon, Hall, & Taylor, 1993; Forbringer, 2004; Hong, 1995, 1996, 1999; Moyer, 2000; Schiro, 1997; Thatcher, 2001; Welchman-Tischer, 1992; Whitin, 1994; Whitin & Whitin, 2004, 2005）。甚至在 *Teaching Children Mathematics* 期刊中也有一個專欄 *Links to Literature*，讓老師分享或建議如何利用兒童圖畫書（picture books）設計數學課程。事實上，Schiro（1997）指出，圖畫書提供一個學習數學的有意義情境，透過故事情境、插圖及熟悉的語言，可以促進兒童發展並使用數學語言與溝通，也可以協助兒童學習數學概念與技巧、解決問題、推理與思考，這種有意義且有趣的方式不只可以提高學習數學的興趣，也符合幼兒統整的學習方式。因此圖畫書可以成為兒童探索數學的跳板（Thatcher, 2001）。

對兒童圖畫書的使用，以往在小學中應用得相當多，而幼稚園教師則常用它來教語文，或作為引起討論的題材。但是應用到教學上的實證研究則較少，而國內探討應用圖畫書對幼兒數學學習影響的實證研究就更少，只有林易青（2006）以課後照顧班幼兒進行以圖畫書融入數學教學的研究，以及張天慈（2005）研究繪本對大、中班幼兒算術與幾何概念學習的成效。

如果應用結合圖畫書與數學來進行數學教學是個可行的做法，應有更多研究支持並提供建議，但是目前對結合這兩者的教學效果所知仍有限。幼兒都喜歡繪本，如果在幼稚園階段，以結合圖畫書與數學的方式進行數學教學，這會對幼兒的數學能力產生何種影響？此乃本研究主要的研究背景與動機。

本研究擬以準實驗研究法，比較以結合圖畫書與數學進行幼兒數學教學及未以這種方式教學對幼兒數學能力的影響。本研究結果可以對這種教學方式提供更多實證證據，讓幼稚園教師了解這是個可行的方法，並提供教師使用圖畫書進行數學教學的具體建議。

二、研究目的與問題

詳細而言，本研究的研究目的如下：

- (一) 探討結合圖畫書與數學的教學方式對幼兒數概念的影響。
- (二) 探討結合圖畫書與數學的教學方式對幼兒數字運算能力的影響。

根據以上研究目的，本研究探討以下問題：

- (一) 結合圖畫書與數學的教學方式對幼兒數概念有何影響？
- (二) 結合圖畫書與數學的教學方式對幼兒數字運算能力有何影響？

根據本研究的研究問題，本研究作成以下假設：

- (一) 結合圖畫書與數學的教學方式能提高幼兒的數概念。
- (二) 結合圖畫書與數學的教學方式能提升幼兒的數字運算能力。

三、重要名詞釋義

- (一) 結合圖畫書與數學的教學方式：是指主要以結合圖畫書與數學概念的探索及數學技巧的學習，來進行幼兒數學教學的方式。在本研究中是指以七本圖畫書所設計的十次數學教學活動，本研究計以圖畫書講故事、進行討論及後續的延伸活動等方式進行教學。
- (二) 數學能力：指幼兒在數概念與數字運算的能力，本研究在綜合文獻後，將幼兒數學能力界定為包含數概念與數字運算兩部分，並以研究者自編的「幼

兒非正式數學能力測驗」加以測量。數概念內容包括唱數、倒數、跳數、計數具體物件、計數表徵物、數量的相對多少、認讀數字、數字的比較、序數、聽數詞取物、數保留概念、數的合成與分解及表徵數量等 13 項作業。數字運算內容包括加減意義的了解、具體物件加法運算、具體物件減法運算、加法應用題、減法應用題及具體物件的均分等 6 項作業。

貳、文獻探討

每個小孩都喜歡看、聽圖畫書，所以圖畫書不只有娛樂的功能，還能提供幼兒作為一種思考的媒介，引導幼兒領會其中的意義（黃郁嫻, 2005），提升幼兒對抽象概念的理解。而數學正是個抽象的概念，也是一種語言（Whitin, & Wilde, 1992; 引自 Schiro, 1997）。Pimm（1987；引自 Dowker, 2005, p.97）指出，學習數學與學習一種新語言有許多共同點，例如兩者都需使用一些有特定意義的符號（symbol），也都需要依照一些規則來組合、排列這些符號，才能顯示出意義。因此如果能結合圖畫書與數學，應該有助於幼兒對數學的理解。

一、結合圖畫書與數學的教學方式

（一）圖畫書

圖畫書（或稱繪本）就是「用圖畫說故事的兒童書」（黃郁嫻, 2005, 頁 105），主要是透過一組連貫的圖畫，來表達一個故事或主題，可以配合簡潔文字，也可以不需要文字，單從圖畫就可以說一個故事或主題（郝廣才, 2006; 蘇振明, 2002）。

圖畫書是為順應學前幼兒不識字或識字有限，而必須透過看插圖或聽故事的需求而產生的。所以圖畫書中，文字和圖畫同等重要，幼兒不只透過語文聽到這個故事，也可以從圖畫的安排看到故事發生的經過。圖畫書依不同年齡兒童的需求及不同的功能，可以分為：玩具書、概念書、無字書及圖畫故事書（黃郁嫻, 2005）。本研究中所指的圖畫書主要是指圖畫故事書或無字書而言。

(二)結合圖畫書與數學

由於幼兒的經驗是統整的，所以許多幼稚園教師會將圖畫書應用到教學設計上，以它來統整不同領域的學習。若能以幼兒都喜歡的圖畫書來引導，應該有助於幼兒對數學的理解。Schiro (1997) 曾提出以結合圖畫書與數學的方式協助幼兒學習數學的七個理由：(1)可以用有意義且有趣的方式協助兒童學習數學概念與技巧；(2)圖畫書提供一個學習數學的有意義情境，並且可以和日常生活產生連結；(3)透過故事情境、插圖及熟悉的語言，可以促進兒童發展並使用數學語言與溝通；(4)可以協助兒童學習數學解題、推理與思考；(5)可以讓兒童對數學本質與範圍有一個更豐富、更真實的觀點；(6)可以讓兒童在學習正式數學時不會有太多負面觀感，提高學習數學的興趣；(7)可以和其他領域連結，以統整方式進行教學，符合幼兒的學習方式。

若要結合圖畫書與數學進行教學，可以有以下幾種方式 (Hong, 1995, 1999; Welchman-Tischler, 1992)：(1)教師可以直接使用故事書提供的數學內容情境；(2)故事書提供進行數學活動的操作實物，可以提供幼兒以具體操作的方法探索數學；(3)利用直接介紹數學概念的故事書示範有創意的經驗；(4)利用故事書提出的探索問題，讓幼兒嘗試用不同的解決策略；(5)用故事書解釋或發展新的數學概念或技巧；(6)透過含有數學詞彙的圖畫書，鼓勵幼兒使用數學語言；(7)根據幼兒的興趣、發展程度與先前知識，修改故事書的語彙、內容或長度，以引起幼兒的數學思考。

利用以上的方式結合圖畫書與數學，老師並不需要放棄原有的教學法，也不會造成老師教學上的額外負擔 (Hong, 1996)，所以很容易就能與幼稚園現有課程統整，特別是對重視遊戲、活動的幼稚園，不管採行的是單元、主題、或方案課程，都可以適用，因此在進行型式上也可能有各種變化。

(三)結合圖畫書與數學的相關研究

結合圖畫書與數學進行數學教學的理由與方式如上所述，但是相關研究仍不多。雖然以幼兒有興趣的圖畫書引導幼兒進行數學的學習是個可行的做法，但是學前教師並不常使用這種方式。例如 Borden (1993; 引自 Pettig, 2002) 用問

卷調查賓州的托兒所老師，請老師列出所用的繪本及與數學結合的方式，結果發現，85%的老師表示從未使用過圖畫書進行數學教學。

如果教師採用結合圖畫書與數學的教學方式，透過圖畫書的媒介，應該能夠提升學前幼兒的數學能力。例如 Jenning 等人 (Jennings, Jennings, Richey, & Dixon-Krauss, 1992) 發現，使用故事書教數學使得幼兒的數學能力 (以「幼兒數學能力測驗」〔Test of Early Mathematics Ability, TEMA〕測量) 可以提升。Hong (1996) 在進行教學後，雖然發現接受這種教學的幼兒的標準化數學成就並未顯著優於控制組幼兒，但是實驗組幼兒在其他的分類、數字組合、形狀作業上的表現顯著優於控制組幼兒。而且這種效果還不只是立即的，也會有長期效果 (Young-Loveridge, 2004)。這種能力的提升還會表現在幼兒數學語彙量的增加 (Hong, 1996; Jenning, et al., 1992)、加減計算與心算能力的提升 (林易青, 2006; 張天慈, 2005)、運用多邊形創作圖案 (張天慈, 2005)、增加小二學生對倍數與分類整理的了解 (黃承諄, 2005)。

由於幼兒對圖畫書的喜愛，這種教學方式也能在情意方面有收穫，增加幼兒數學學習的興趣與動機。例如提高幼兒學習數學的興趣 (張天慈, 2005; Jenning, et al., 1992)、讓幼兒更喜歡進入數學角 (Hong, 1996)、對數學維持高度參與及動機 (林易青, 2006)、並對數學學習有正面評價 (黃承諄, 2005)，甚至幼兒自發的數學學習行為也增加了 (Hong, 1996)。

除對幼兒本身的影響之外，這種教學方式也有其他方面的收益，例如 Pettig (2002) 觀察三位小學教師在三種不同情形下的教學，結果發現，相較於一般的數學課，在結合文學與數學的課程中，這三位教師有逐漸增加使用建構論教學的趨勢，雖然這三位教師在使用方式上仍有差異，但是整體而言，老師逐漸採用互動式及學生中心的教學方式。因為當老師提供時間與空間，並選擇與數學有關的文學作品時，文學就提供了一個有意義的情境，可以讓學生談論故事中的數學概念 (Kosowsky, 2004)，可見這種教學也會對教師的數學教學產生改變。但是老師如何使用文學去統整教室中的數學？研究發現，教師選擇適當文學與數學內容的能力依老師對這兩者的內容知識而定，如果教師的知識不多，這種結合只會是表面的，所以數學概念就被當成獨立的技巧「傳遞」給學生 (Nolan, 1997)。

這些與結合圖畫書與數學進行數學教學相關的少數研究中，有的研究中實驗組與控制組所使用的故事書並不相同（Hong, 1996），以致於教學的效果很難作比較；或是以課後班幼兒為對象（林易青, 2006），而並非使用正式班級作較長時間的實驗處理；或是在介入方案中同時使用多種教學處理（Young-Loveridge, 2004），例如 Young-Loveridge 的實驗處理中同時使用數字書與遊戲，所以無法區分各種教學處理的個別效果；或是只比較幼兒在教學前後的數學活動表現（張天慈, 2005），並未使用系統化的評量。

以往這些研究的結果與其限制如以上所述，這些限制減低了結合圖畫書與數學這種教學處理效果的說服力。因此本研究擬作以下改進，首先，選取一般正式班級進行十週較長的實驗處理。其次，實驗組與控制組使用相同的圖畫書，只是教學方式不同。最後，使用系統化的方式評量教學效果。

二、幼兒的數學能力

雖然許多發展研究者都同意幼兒有廣泛的非正式數學知識，但是基於本研究的研究範圍，此處只回顧有關數概念及運算能力的文獻。對於非正式數學知識所包含的內容，以及幼兒上小學之前數學知識內容應該包含那些，學者的看法及不同研究採用的內容也不同。綜合這些不同的看法，可以發現內容大致可以分為兩部分：數概念與數字運算。數概念部分大致包括：唱數、數字接龍、倒數、跳數、計數（合理性數算）、相對大小概念、序數、認讀數字、聽數詞取物、表徵數量、數的合成與分解等；數字運算部分則包括：加減計算、應用問題等（許惠欣, 1997; 陳俞君、陳品華、陳英娥、曹純瓊、李錦雯, 2003; Baroody, 1987; Ginsburg, et al., 1997）。

幼兒的這些數概念起源得很早，例如出生幾天的嬰兒就能區分小集合數量的不同（Antell & Keating, 1983），學步兒能在不使用計數的情形下計算精確的和與差（Starkey, 1992）。三歲幼兒可以視知（subitizing）1 至 4 個物件，到四、五歲時則增加到 1 至 5 個物件（Ginsburg, et al., 1998）。

通常二歲幼兒會開始學習唱數（oral counting），而且中國幼兒的唱數表現就比同齡美國幼兒還好（Miller, Smith, Zhu & Zhang, 1995）。而大約在開始學

唱數後不久，幼兒就開始學習計數（counting），把數字與所代表的數量概念連接。他們喜歡計數，計數技巧也很成熟，甚至可以計數到很大的數字（Ginsburg, 2002），而且他們也了解計數是依照一些原則（Gelman & Gallistel, 1978），也知道可以用數字代表集合總數。依 Vygotsky（1978）的理論，幼兒在認識數字符號後，符號就成為思考的一部分，能協助幼兒表徵物件的數量（Mix, 1999），一開始時幼兒只是籠統地表示集合總數，接著能作一對一的表徵，到最後能以數字表示總數（Kato, Kamii, Ozaki, & Nagahiro, 2002），例如用「3」代表「3個人」。

當幼兒學會計數之後，他們就會以計數為基礎學習其他能力，例如統整唱數、計數、基數及序數等能力，作數量多少的比較及數字大小比較（Baroody, 1987）。他們也會以計數作非正式的加減運算，許多不同文化中都發現，大約四歲以後的幼兒會開始自發地使用計數技巧解決算術問題（Siegler & Jenkins, 1989）。他們會使用不同策略解決加法問題，例如使用具體實物或手指協助計算，或只以不同方式作口頭計數（verbal counting），甚至使用衍出策略（derived-facts strategy）、或提取策略（retrieval strategy, Geary, 1994）。甚至同時擁有不同策略解決不同類型問題，或發明新策略（Siegler & Jenkins, 1989）。

Ginsburg（2002, 2006）歸納幼兒的非正式數學知識，發現這些能力有一些特徵，例如幼兒所發展出的非正式數學知識內容廣泛；這些知識普遍存在每位幼兒身上，而且出現得很早，即使嬰兒也有這種能力；但是至少在某些情境下，幼兒的這種數學能力有一些限制，它可以很具體，但有時也很抽象，可以是口語的或非口語的；而且有個別差異，一般而言，中高社經地位幼兒的能力優於低社經地位幼兒，但是若能提供這些低社經地位幼兒適當的介入，他們的數學能力就能提高（Arnold, Fisher, Doctoroff, & Dobbs, 2002）。

綜合以上的文獻，本研究在研究的進行擬作以下改進，在實驗處理部分，擬選取一般正式班級進行十週較長的實驗處理，並在實驗組與控制組使用相同的圖畫書，只是教學方式不同，最後並使用系統化的方式評量教學效果。而在幼兒數學能力的評量方面，則根據以往研究者最常評量的項目：數概念與數字運算兩部分，設計研究工具，作為比較教學實驗處理效果的依據。

參、研究方法

一、研究設計

本研究採準實驗研究的不等組前後測設計，自變項為結合圖畫書與數學的教學方式的實驗處理，依變項則為幼兒的數學能力。

二、研究對象

本研究的對象來自高雄縣岡山區兩所國小附設幼稚園的中班幼兒，各有 13 位，研究對象的基本資料如表 1。本研究以中班幼兒為對象是因為，國內研究發現，部分中班幼兒已發展出一些數概念及數字運算能力，但是仍有些幼兒的能力較不足。

由表 1 可以看出兩組幼兒的家庭社經地位大致相似，幼兒的家庭社經地位是依 Hollingshead 設計的「兩因素的社會地位指數」區分法，將研究對象父親的職業等級與教育程度加權合併，得到社會經濟指數，再依指數區分為 I~V 五個等級，再進一步分為高、中、低三種社經地位（林生傳, 1994）。由表中可以發現，大部分幼兒都來自中上社經地位家庭。

這兩所附幼在學生組成（大中班混齡）、教師人數（各 2 位）與教育背景（皆幼教系畢業）、教學方式（主題教學）、作息安排、教室佈置（設有學習角）方面有許多相似。由於進行教學實驗約需三個月，經詢問老師意願，遂選定其中一班為實驗組，接受實驗處理，另一班為控制組，不接受實驗處理。

表 1 研究對象的基本資料

| | 平均年齡 (前測時) | 性 別 | | 社經地位 | | | 總計 |
|-----|---------------|-----|---|------|---|---|----|
| | | 男 | 女 | 上 | 中 | 下 | |
| 控制組 | 4 歲 11 個月 | 9 | 4 | 5 | 5 | 3 | 13 |
| 實驗組 | 4 歲 11 個月 | 4 | 9 | 6 | 3 | 4 | 13 |

三、研究工具

本研究的研究工具為「幼兒非正式數學能力測驗」，測驗目的在評量幼兒在接受正式數學教育前所學會的數學能力。本研究先參考許多文獻，特別是陳俞君等人（2003）、許惠欣（1997）、Ginsburg 等人（1997）、Young-Loveridge（2004）等研究後，歸納以往研究者最常評量的項目，包括數概念與數字運算兩部分，共設計 19 項作業。評量作業發展完成後，並請 2 位幼兒數學教育專家及 4 位現職幼教老師針對所編製作業的用語、內容恰當性、難度等提供意見，修改原先的作業。之後以 3 位中班幼兒作預試，以評估幼兒是否了解指導語，之後再將作業經過修改後完成。

「幼兒非正式數學能力測驗」共有 19 項與幼兒數學能力有關的作業，作業內容分為：數概念及數字運算兩部分，說明如下：

1. 數概念：指幼兒對數字概念的理解，內容包括：唱數、倒數、跳數、計數具體物件、計數表徵物、數量的相對多少、認讀數字、數字的比較、序數、聽數詞取物、數保留概念、數的合成與分解及表徵數量等 13 項作業。
2. 數字運算：指幼兒對數字所作的運算，內容包括：加減意義的了解、具體物件加法運算、具體物件減法運算、加法應用題、減法應用題及具體物件的均分等 6 項作業。

除少數作業外，每項作業大致有 3 或 4 題，每題數字大小或和以 15 以內為限，並以由易到難的順序出現，以提供幼兒成功經驗，呈現時也透過實物的方式來進行。

全部的 19 項作業以一個故事「羊咩咩的一天」來貫穿，描述羊咩咩在上幼稚園的一天所遇到的一些與數學有關的問題，將評量幼兒數學能力的作業穿插在故事中，比較不會讓幼兒覺得是在做測驗，各項作業的目的及實施內容說明如附錄一。施測時以個別方式施測，全部幼兒都以相同順序接受評量，並全程錄影、錄音，全程約需 25~30 分鐘。每一題在幼兒回答後，研究者不給予對錯的回饋，只給予口頭鼓勵，整個施測結束時並給幼兒貼紙作為答謝。

「幼兒非正式數學能力測驗」中有 15 項計分作業，包括倒數、計數具體物件、計數表徵物、數量的相對多少、認讀數字、數字的比較、序數、聽數詞取物、數的合成與分解、加減意義的了解、具體物件加法運算、具體物件減法運算、加法應用題、減法應用題及具體物件的均分，每項作業中正確回答則得 1 分，各項作業分開計分，分數範圍在 2 到 4 分之間。其他唱數、跳數、數保留及表徵數量等 4 項非計分作業，則不計算對錯，只記錄幼兒在各項作業的表現。

在效度與信度部分，本測驗採內容關聯效度論證，其程序是先從文獻中歸納以往研究者最常評量的項目，再經 2 位目前任教於幼教系及幼保系的幼兒數學教育專家，針對題目抽樣的代表性及適切性提供修改意見，以確認測驗的內容效度。信度部分，採內部一致性分析，得到全量表 Cronbach α 係數為 .89，表示題目間的同質性高。

四、研究材料

本研究所使用的材料主要為七本有關數概念的圖畫書，這些圖畫書主要不是為教數學概念而設計，但是故事中包含了許多數學概念，可以用來引發幼兒進行數學的探索。選擇圖畫書的主要標準是：(1)能與主題配合，實驗組本學期有二個主題「牛奶」與「戲劇」，與教學者討論後，規劃與戲劇結合的教學活動；(2)能發展出不同的數學活動，以便統整入幼稚園原有的教學型態，而不只是以圖畫書為工具介紹數學概念；(3)能配合圖畫書與數學的結合方式 (Welchman-Tischler, 1992)。基於這些考量，最後選定七本圖畫書，這些圖畫書中有關的數學概念及與數學的結合方式列於表 2。由於本研究希望透過這七本圖畫書及其引發的教學活動提升幼兒的數學能力，因此再將這七本圖畫書與研究工具所評量數學能力的對照列於表 3。

選定圖畫書之後，就開始著手規劃課程。實驗組老師目前就讀幼教所教學碩士班，教學經驗豐富。研究者事前多次與實驗組老師溝通本研究的目的與想法，確定老師了解研究者的想法後，就開始和老師討論課程與教學活動設計，初步設計之後再討論細節。教學活動設計原則是參考專業書籍在設計數學教學時的原則，活動由簡單到複雜、著重具體操作、兼顧各種活動類型（團體、分

組及個別活動)、強調溝通與推理等,詳細的課程與教學活動見附錄二。教學進行過程中也與老師溝通教學進行中的問題,以確保老師能掌握研究者的想法。

研究材料除了圖畫書之外,還根據圖畫書內容設計分組活動及個別活動,並且設計、製作可讓幼兒自行操作的教具,或購買相關教具,放在益智角供幼兒操作,作為這些圖畫書的延伸活動,最後並提供學習單讓幼兒練習,所以雖然只有十次教學,但全部教學進行約三個月。

表 2 本研究使用的圖畫書

| 書名 (譯者,出版社) | 書中有關的 數學概念 | 圖畫書與數學的結合方式 | 教學 次數 |
|----------------------------------|---------------|--------------------|----------|
| 十顆種子 (經典傳訊童書部,經典傳訊) | 漸減、倒數 | 故事書提供進行數學活動的操作實物 | 2 |
| 十個人快樂的搬家 (鄭明進,上誼) | 10 的分解與合成 | 故事書示範有創意的經驗 | 1 |
| 門鈴又響了 (林真美,遠流) | 計數、基數、均分、分數 | 故事書提出幼兒可以探索的問題 | 1 |
| 拔啊!拔啊!拔蘿蔔! (江坤山,天下遠見) | 計數、基數、加法、數字型式 | 用修改過的故事書發展數學思考 | 2 |
| 青蛙和蟾蜍好朋友— 一顆遺失的扣子 (黨英臺,上誼) | 比較、分類、計數、推理 | 故事書提供數學內容的情境 | 2 |
| 哎!貓咪數不完! (蔡青恩,遠流) | 計數、加法、減法 | 用故事書解釋或發展新的數學概念或技巧 | 1 |
| 兔子錢 (張淑瓊,上誼) | 減法、金錢的使用 | 用故事書鼓勵使用數學語言 | 1 |

教學的進行是每週一次,每次約一個上午,在幼兒吃完點心(約 9:20)後開始,一直到吃午餐。整個教學分為兩個時段(9:20~10:00, 10:15~11:00),中間會有 15 分鐘休息。每本圖畫書的進行方式,大致是先由老師講故事,接著進行討論,最後進行延伸活動。以下以「十顆種子」的兩次教學為例說明教學的進行過程。

首先老師先說故事，配合故事情節，請幼兒計數剩下的種子數目（漸減、倒數、計數、數字型式）。接著與幼兒討論故事情節，並用手指比出數量的遞減，此時有幼兒發現數字遞減的型式了。接著故事的結尾，和幼兒討論，如果一顆種子結出十顆種子，那…顆種子會再結出多少顆種子呢？（十的倍數），故事出現多少隻四隻腳的動物呢？（計數）。最後介紹新教具並作練習：(1)種子分類：分類各種不同的種子（分類）、(2)數字蛇：蛇形拼圖，上面有數字1~15（數字順序與比較、認讀數字）、(3)撲克牌遊戲—排七（數字順序與比較）。第二次教學時，老師先重述、回憶故事，並用教具表徵數量的漸減（漸減、倒數、計數、數字型式），並認識一及二位數字的寫法（認讀數字）。接著介紹新教具並作練習：(1)植物生長順序圖及進行植物生長過程的肢體律動（時間順序）。(2)數字項鍊：在項鍊一面寫上數字，另一面貼上相等數量的貼紙（數字與數量的配對）。(3)數字火車：幼兒依所戴的數字項鍊依序排列火車，並練習排奇偶數火車（奇偶數）。最後，介紹學習單：排七。

而控制組只請老師以相同圖畫書，念故事給幼兒聽，並不特別進行其他活動。

表 3 研究工具內容與研究材料對照表

| 研究工具內容 | 研究材料* |
|---------|---|
| 唱數 | 青蛙和蟾蜍好朋友——一顆遺失的扣子 |
| 倒數 | 十顆種子 |
| 跳數 | 十顆種子、門鈴又響了、哎！貓咪數不完！ |
| 計數具體物件 | 十顆種子、十個人快樂的搬家、門鈴又響了、拔啊！拔啊！拔蘿蔔！、青蛙和蟾蜍好朋友——一顆遺失的扣子、哎！貓咪數不完！ |
| 計數表徵物 | 十顆種子、十個人快樂的搬家、門鈴又響了、拔啊！拔啊！拔蘿蔔！、青蛙和蟾蜍好朋友——一顆遺失的扣子、哎！貓咪數不完！ |
| 數量的相對多少 | 十顆種子、哎！貓咪數不完！ |

表 3 研究工具內容與研究材料對照表 (續)

| 研究工具內容 | 研究材料* |
|----------|---------------------------|
| 認讀數字 | 十顆種子 |
| 數字的比較 | 十顆種子 |
| 序數 | 十顆種子、拔啊！拔啊！拔蘿蔔！ |
| 聽數詞取物 | 十顆種子、拔啊！拔啊！拔蘿蔔！ |
| 數保留概念 | 十個人快樂的搬家 |
| 數的合成與分解 | 十個人快樂的搬家、門鈴又響了 |
| 表徵數量 | 十個人快樂的搬家、青蛙和蟾蜍好朋友——顆遺失的扣子 |
| 加減意義的了解 | 十顆種子、哎！貓咪數不完！、兔子錢 |
| 具體物件加法運算 | 拔啊！拔啊！拔蘿蔔！、哎！貓咪數不完！、兔子錢 |
| 具體物件減法運算 | 哎！貓咪數不完！、兔子錢 |
| 加法應用題 | 拔啊！拔啊！拔蘿蔔！、哎！貓咪數不完！、兔子錢 |
| 減法應用題 | 哎！貓咪數不完！、兔子錢 |
| 具體物件的均分 | 門鈴又響了 |

*此處只列出圖畫書的書名，與圖畫書有關的課程與教學活動請見附錄二。

五、研究過程

本研究的進行過程，可分為以下幾個步驟：

1. 研究前準備：包括發展研究工具、預試、聯絡幼稚園、選擇圖畫書、規劃課程等。
2. 前測：2007年12月開始，對實驗組與控制組幼兒進行前測。
3. 教學實驗：實驗組在三個月期間內進行十次教學實驗，每週一次，每次一個上午。控制組則只請老師念故事給幼兒聽。
4. 後測：在教學實驗結束後，於2008年5、6月期間，對實驗組與控制組幼兒進行後測，後測與前測相距約六個月。
5. 撰寫報告：收集、整理、分析資料，並撰寫報告。

六、資料統計與分析

(一)資料收集

幼兒數學能力部分，計算幼兒在「幼兒非正式數學能力測驗」其中 15 項計分作業的前測與後測的得分，每項作業中正確回答則得 1 分，各項作業分開計分。

其他唱數、跳數、數保留及表徵數量等 4 項非計分作業，則不計算對錯。唱數及跳數作業統計幼兒所能唱數及跳數的最大數字，但是當幼兒數到 100 時，就不再鼓勵幼兒繼續。數保留作業則統計幼兒在數保留作業的通過與否及說明，表徵數量作業則統計幼兒使用的表徵方式。本研究參考 Kato 等人 (2002) 的方式，將數量表徵方式分為三種層次 (level)：(1)層次 I 數量的總體表徵：幼兒用符號籠統地表徵「很多」，但沒有一對一對應。(2)層次 II 一對一對應的表徵：幼兒使用自己發明的符號或數字正確表徵數量。(3)層次 III 數字表徵：幼兒只寫一個基數值數字或數字加上物體名稱或圖來表示總數。

(二)資料分析

本研究以共變數分析考驗假設一與假設二，分析程序如下：

1. 先以兩組幼兒在「幼兒非正式數學能力測驗」的前測分數為共變量，以後測分數為依變項，進行自變項與共變項的交互作用項（前測分數 x 組別），以考驗共變數的基本假定。
2. 若自變項與共變項交互作用項的 F 值未達.05 顯著水準，則表示共變數分析模式並未違反組內迴歸係數同質性的假設，然後再進行共變數分析。若 F 值達.05 顯著水準，則停止分析。
3. 進行共變數分析時，先將共變數（前測分數）對依變項（後測分數）的影響力剔除，之後比較兩組受試者在後測分數的差異，以考驗假設一與假設二。

肆、研究結果與討論

一、前測結果分析

表 4 列出實驗組與控制組幼兒在「幼兒非正式數學能力測驗」中數概念與數字運算計分作業的平均數與標準差，由表中可以看出，除了「數量的相對多少」與「具體物加法運算」二項外，實驗組幼兒的前測分數都比控制組幼兒高，而且在計數表徵物、認讀數字、序數、聽數詞取物、加減意義的了解及具體物均分等作業的分數也很接近上限。

在其他非計分項目方面，實驗組與控制組各有 61.54%及 23.08%的幼兒會唱數到 49，會唱數到 100 的幼兒各有 38.46%及 30.77%。在跳數部分，兩組幼兒大多表示不會，或只會以 2 跳數到 10，而 10 及 5 的跳數則絕大多數幼兒都不會。實驗組與控制組通過數保留作業的人數是 0 及 2 人，數量表徵方式則大多數是以層次Ⅲ數字表徵來表示數量，實驗組與控制組各有 79%及 67%，少數用一對一對應的表徵方式。

整體而言，實驗組的分數高於控制組，因此以兩組前測的分數為共變量，進行共變數分析，分析結果列於表 5 及表 6。而認讀數字、聽數詞取物、數的合成與分解、具體物件的均分等作業，因違反組內迴歸係數同質性的假設，因此不再作分析。

表 4 實驗組與控制組在「幼兒非正式數學能力測驗」計分作業的平均數與標準差

| 作業 | 控制組 | | | 實驗組 | | |
|----------------------|------------|------------|------------------------|------------|------------|-----------|
| | 前測 | 後測 | 調節後 | 前測 | 後測 | 調節後 |
| 數概念 | | | | | | |
| 倒數 ^a | 1.77(.93)* | 2.31(.63) | 2.41(.14) [#] | 2.31(.48) | 2.85(.38) | 2.79(.11) |
| 計數具體物件 ^a | 2.15(1.07) | 2.69(.63) | 2.79(.11) | 2.62(.65) | 2.85(.38) | 2.75(.11) |
| 計數表徵物 ^a | 2.31(1.03) | 2.62(.51) | 2.61(.11) | 2.85(.56) | 3.00(.00) | 3.00(.12) |
| 數量的相對多少 ^b | 3.54(.88) | 3.54(.78) | 3.65(.27) | 2.77(1.24) | 3.38(.96) | 3.45(.26) |
| 認讀數字 ^b | 3.46(.66) | 3.77(.44) | 3.84(.07) | 3.77(.44) | 4.00(.00) | 4.00(.07) |
| 數字的比較 ^b | 2.54(1.20) | 3.08(1.50) | 3.05(.33) | 2.46(1.27) | 3.46(1.20) | 3.47(.33) |
| 序數 ^a | 2.00(1.29) | 2.54(.97) | 2.73(.16) | 2.77(.44) | 3.00(.00) | 3.00(.20) |
| 聽數詞取物 ^a | 2.31(1.03) | 2.54(.78) | 2.66(.09) | 2.69(.48) | 3.00(.00) | 3.00(.10) |
| 數的合成與分解 ^c | 1.23(.83) | 1.69(.75) | 1.83(.18) | 1.69(.48) | 1.69(.63) | 1.80(.19) |
| 數字運算 | | | | | | |
| 加減意義的了解 ^c | 1.69(.63) | 1.54(.78) | 1.54(.19) | 1.85(.38) | 1.77(.60) | 1.70(.19) |
| 具體物加法運算 ^a | 1.54(1.27) | 1.54(1.13) | 1.51(.21) | 1.46(.98) | 2.31(.86) | 2.33(.21) |
| 具體物減法運算 ^a | 1.31(1.18) | 1.31(1.18) | 1.57(.22) | 2.00(1.00) | 2.08(.76) | 1.96(.22) |
| 加法應用題 ^a | .85(.99) | 1.00(1.29) | 1.16(.29) | 1.38(1.12) | 2.38(.76) | 2.33(.29) |
| 減法應用題 ^a | .85(.69) | 1.08(1.04) | 1.25(.20) | 1.28(1.01) | 1.92(.95) | 1.76(.20) |
| 具體物件的均分 ^a | 2.38(.87) | 3.00(.00) | 3.00(.00) | 2.77(.44) | 3.00(.00) | 3.00(.00) |

^a：最高分 3 分。

*平均數（標準差）

^b：高分 4 分。

[#]調節後的平均數（標準誤）

^c：最高分 2 分。

二、教學效果分析

(一)數概念部分

在計分項目方面，由表 4 可以看出，在倒數、計數具體物件、計數表徵物、數量的相對多少、數字的比較、序數等作業，共變數分析結果發現，兩組幼兒在後測的分數差異未達顯著水準，表示在排除前測分數的影響之後，實驗組幼兒在這些作業的表現並沒有顯著比控制組幼兒好。但從表 4 調節後的後測平均數可以發現，在大多數作業中，實驗組幼兒的後測分數仍比控制組幼兒高，而且在計數表徵物、認讀數字、序數、聽數詞取物等能力已達分數上限。

在非計分項目方面，實驗組與控制組幼兒在後測時唱數的表現都比前測時進步，有比較多幼兒可以唱數到 100（實驗組與控制組各有 61.54%及 46.15%），而且實驗組的幼兒進步比較多。在 10 的跳數部分，實驗組與控制組幼兒在前測

及後測的情形很相似，後測時都各有 69.23% 幼兒可以跳數到 100，但是在 5 的跳數部分，有 61.5% 的實驗組幼兒可以跳數到 100；而且不論是那一項跳數作業，表示不會的實驗組幼兒都比控制組少，這表示他們很願意嘗試。在數保留概念方面，後測時兩組幼兒大多尚未具有數保留概念（實驗組與控制組各有 46.15% 及 61.54%），處於過渡期的幼兒也不多，但實驗組有 4 位幼兒後測時已具有數保留概念，他們會說：「只是它（上排）比較分開，它（下排）比較接近。」。在表徵數量方面，實驗組在後測時使用層次Ⅲ數字表徵的幼兒更增加到 89%，而控制組只有 75% 幼兒，表示大多數幼兒知道用數字可以代表集合的數量。

表 5 實驗組與控制組在數概念計分作業的共變數分析摘要表

| 作業 | 變異來源 | 離均差方和 | 自由度 | 均方 | F | P | 事後比較 |
|-----------------|-----------|--------|-----|-------|--------|------|------|
| 倒數 | 共變項(前測分數) | .793 | 1 | .793 | 3.612 | .071 | |
| | 組別 | .205 | 1 | .205 | .935 | .344 | |
| | 誤差 | 4.832 | 22 | .220 | | | |
| 計數 具體物 | 共變項(前測分數) | 2.673 | 1 | 2.673 | 18.500 | .000 | |
| | 組別 | .007 | 1 | .007 | .047 | .830 | |
| | 誤差 | 3.178 | 22 | .144 | | | |
| 計數 表徵物 | 共變項(前測分數) | .004 | 1 | .004 | .027 | .871 | |
| | 組別 | .033 | 1 | .033 | .236 | .632 | |
| | 誤差 | 3.060 | 22 | .139 | | | |
| 數量的 相對多 少 | 共變項(前測分數) | .100 | 1 | .100 | .130 | .722 | |
| | 組別 | 1.485 | 1 | 1.485 | 1.929 | .179 | |
| | 誤差 | 16.934 | 22 | .770 | | | |
| 數字的 比較 | 共變項(前測分數) | 9.221 | 1 | 9.221 | 6.445 | .019 | |
| | 組別 | 5.240 | 1 | 5.240 | 3.663 | .069 | |
| | 誤差 | 31.474 | 22 | 1.431 | | | |
| 序數 | 共變項(前測分數) | .517 | 1 | .517 | 1.826 | .190 | |
| | 組別 | .581 | 1 | .581 | 2.051 | .166 | |
| | 誤差 | 6.231 | 22 | .283 | | | |

雖然在分數方面，兩組幼兒能力的差異不顯著，但在詳細分析資料後，也顯示出實驗組幼兒的進步。在計數具體物及表徵物的策略方面，前測時兩組幼兒大多用「用手指點數」策略，但是後測時，實驗組幼兒在計數小集合（3 或 4 個物件）時，已大多數改用「視知」策略，而不必再用手指點數。此外控制組幼兒最常見的計數錯誤是「無法以最後一個數字代表基數」，後測時雖然有減

少，但仍以這種錯誤最多。而實驗組幼兒在計數具體物時最常見的錯誤是「無法區隔數過與未數過的物件」，但在計數依序排列的表徵物時已無此種錯誤，可能是因為具體物件（糖果）是散亂排列，而幼兒又只以手指點數，未採移動方式區分數過與未數過的糖果，所以容易產生區隔錯誤。

在比較數量多少作業，前測時兩組中都有許多幼兒使用計數策略，但是到後測時，控制組使用計數的幼兒減少，但使用知覺（用看的，未計數）的幼兒卻增加了。而後測時實驗組使用計數的幼兒大符增加，再加上幼兒已了解基數的意義（由計數表現可知），可見實驗組幼兒在後測時大多改用比較可靠的計數策略比較集合大小。

在數字的比較方面，雖然兩組後測分數的差異並未達顯著水準，但已接近顯著水準（ $P=0.069$ ）。後測時，控制組有半數幼兒提出以心理數線（number line）的方式作說明，其次是無關的理由；而實驗組幼兒較常採用的理由是數量多少與心理數線的方式，例如「2 只有這樣（比出 2 隻手指），3 這樣（比出 3 隻手指）」（S2110）、「4 過來 5，過來 6。」（S2112）。

（二）數字運算部分

由表 6 共變數分析結果發現，實驗組與控制組幼兒在「具體物件加法運算」後測的分數差異已達顯著水準（ $F=5.031, p<.05$ ），在「加法應用題」後測的分數差異也達到顯著水準（ $F=7.473, p<.05$ ），表示在排除前測分數的影響之後，實驗組幼兒在這兩項作業的表現比控制組幼兒好。從表 4 調節後的後測平均數可以發現，實驗組幼兒的分數比控制組幼兒高（具體物件加法運算： $2.33>1.51$ ；加法應用題： $2.33>1.16$ ）。

表 6 實驗組與控制組在數字運算計分作業的共變數分析摘要表

| 作業 | 變異來源 | 離均差方和 | 自由度 | 均方 | <i>F</i> | <i>P</i> | 事後比較 |
|-----------------|-----------|--------|-----|--------|----------|----------|------|
| 加減意義的 了解 | 共變項(前測分數) | 1.107 | 1 | 1.107 | 2.403 | .135 | |
| | 組別 | .701 | 1 | .701 | 1.521 | .230 | |
| | 誤差 | 10.135 | 22 | .461 | | | |
| 具體物 加法運 算 | 共變項(前測分數) | 9.326 | 1 | 9.326 | 16.372 | .001 | 實>控* |
| | 組別 | 2.866 | 1 | 2.866 | 5.031* | .035 | |
| | 誤差 | 12.532 | 22 | .570 | | | |
| 具體物 減法運 算 | 共變項(前測分數) | 8.384 | 1 | 8.384 | 14.597 | .001 | |
| | 組別 | 2.048 | 1 | 2.048 | 3.565 | .072 | |
| | 誤差 | 12.636 | 22 | .574 | | | |
| 加法 應用題 | 共變項(前測分數) | 4.244 | 1 | 4.244 | 4.195 | .053 | 實>控* |
| | 組別 | 7.561 | 1 | 7.561 | 7.473* | .012 | |
| | 誤差 | 22.258 | 22 | 1.012 | | | |
| 減法 應用題 | 共變項(前測分數) | 11.739 | 1 | 11.739 | 24.191 | .000 | |
| | 組別 | .862 | 1 | .862 | 1.776 | .196 | |
| | 誤差 | 10.676 | 22 | .485 | | | |

**p*<.05

但在加減意義的了解、具體物件減法運算、減法應用題等能力，兩組後測的分數差異未達顯著水準，但從調節後的後測平均數可以發現，實驗組幼兒的分數仍比控制組幼兒高，但是似乎減法運算對幼兒很困難，而兩組幼兒在均分物件的分數都達到上限。

除了部分分數之外，雖然兩組幼兒的差異不顯著，但檢視資料後顯示出實驗組幼兒的進步，例如在加、減具體物及應用問題中，對於數字小的運算問題，兩組幼兒大多使用直接提取策略，但在數字較大的問題中，實驗組幼兒會使用具體策略（使用計數實物或數手指），而且策略也比較多樣，特別是在後測時，這應是造成實驗組幼兒後測分數比控制組高的原因。

三、綜合討論

本研究以準實驗研究法，探討結合圖畫書與數學的教學方式對幼兒數學能力的影響。本研究的主要發現可歸納如下，首先，研究假設一未得到支持，實驗組幼兒數概念分數並未顯著高於控制組幼兒。其次，研究假設二得到部分支持，實驗組幼兒在數字運算的「具體物件加法運算」及「加法應用題」的分數

顯著高於控制組幼兒。其他數概念及數字運算能力則兩組無顯差異，但實驗組的分數大多比控制組好，所採用的計數策略、運算策略也較控制組幼兒有效。針對這兩項發現，本研究作以下討論。

(一)結合圖畫書與數學的教學方式對幼兒數學能力的影響

本研究原先假設結合圖畫書與數學的教學方式可以提升幼兒的數學能力，但結果發現教學效果只出現在幼兒的「具體物件加法運算」及「加法應用題」兩項能力。針對這個結果，本研究從兩方面加以討論。

首先，以往研究發現，結合圖畫書與數學的教學方式可以提高幼兒的數學能力（林易青, 2006; 張天慈, 2005; 黃承諄, 2005; Hong, 1996; Jennings, et al., 1992），本研究結果與林易青（2006）以標準化測驗的研究發現相似，結合圖畫書與數學的教學方式可以提高幼兒的加法計算能力，但本研究中並未在減法也發現同樣效果，可能是對中班幼兒減法仍然太困難，因而未能顯示出差異。本研究結果與 Hong（1996）的發現也類似，Hong 研究中的實驗組幼兒雖然並未顯示在標準化數學能力測驗中有顯著進步，但在其他能力有較好的表現。本研究發現雖然教學效果只出現在較困難的加法計算問題，但是幼兒使用比較有效的策略，這與張天慈（2005）的發現也相同，表示結合圖畫書與數學的教學方式可以提高幼兒的某些數學能力。

但是本研究結果與 Jennings 等人（1992）的結果不同，由於 Jennings 等人是以標準化的 TEMA 測量數學能力，本研究的作業內容與其修訂版 TEMA-2 也頗多相似，為何會有不同結果？研究者認為除了可能是所用工具不同外，也可能是國情不同。Jennings 等人以美國幼兒為對象，本研究結果與以韓國幼兒為對象的研究結果（Hong, 1996）都發現，實驗組幼兒也並未在所有能力都有進步，是否因為亞洲國家家長大多會在家中提供各種數與運算經驗（陳俞君、陳品華, 2004），或是因為目前許多幼稚園從小班開始就安排許多數概念的學習（陳俞君等人, 2003），因而減少實驗處理的效果，則值得再研究，因為研究過程中，許多幼兒確實提到家人或之前所上的幼稚園對其數學能力的教導。

其次，如果結合圖畫書與數學的教學方式是有效的，為何效果只出現在「具體物件加法運算」及「加法應用題」兩項能力，而不是對所有能力都產生同樣效果？本研究認為可能有幾個原因，首先，可能是幼兒人數太少，本研究中實驗組與控制組各只有 13 位幼兒，即使有差異也無法達到統計顯著性。其次，可能是研究工具的問題，本研究的測驗包含 19 項作業，限於施測時間，每項作業只有 3 至 4 題，題目取樣太少；計分方式又採對、錯的二元方式計分，所以分數分散範圍小，致使無法顯現幼兒能力的個別差異。第三，也可能中班幼兒都已有很好的數概念，致使兩組的差異只顯示在比較困難的數字運算部分。事實上後測時兩組幼兒在許多作業的分數都很接近上限，實驗組在某些作業的後測分數甚至已達上限，已無進步空間，因而無法顯示出教學效果。不過這也表示學前幼兒確實有某些非正式數學能力（Ginsburg, et al., 1997; Ginsburg, et al., 1998）。最後，可能是教學時間的問題，由於數能力範圍涵蓋廣泛，本研究雖然進行十次教學，但是一週只有一次，可能仍無法涵蓋全部的數能力，更無法讓幼兒對每項能力再做練習。對照研究工具所測量的數學能力與附錄二的課程與教學活動可以發現，教學活動中對於數量的相對多少、數字比較、數保留及加減運算等能力的練習較少，也可能因此而未能顯示出兩組的差異。若能在每日活動中進行至少一項的數學活動介入，則可以提高幼兒的數學能力（Arnold, et al., 2002）。所以本研究雖然有延伸活動，但可能在某些能力上練習仍不足，而無法顯示實驗處理的效果。

(二)研究限制

本研究發現，圖畫書可以提供一個有意義情境，作為老師與幼兒討論數學的背景，再透過延伸活動的安排，有助於幼兒學習較困難的數學技巧。而且結合圖畫書與數學的教學方式在幼稚園是可行的，特別是與幼稚園原有課程結合。但本研究結果可能仍有以下限制，首先，因本研究的受試者不多，而且實驗組與控制組都只有一組，在結果推論時必須考慮。其次，每一種數能力的評量題數太少，可能無法顯示出幼兒能力的差異。第三，提供給實驗組幼兒的數學活動經驗可能太廣泛，未能集中在特定數學經驗上作較多練習，使得只有部分項目有效果。

伍、結論與建議

一、結論

- (一) 在接受過結合圖畫書與數學的教學之後，實驗組幼兒在數概念的分數並未顯著高於控制組幼兒，但實驗組的表現大多比控制組好。
- (二) 在接受過結合圖畫書與數學的教學之後，實驗組幼兒在數字運算的「具體物件加法運算」及「加法應用題」的分數顯著高於控制組幼兒，而其他數學能力則兩組無顯差異，但實驗組的表現大多比控制組好，所採用的計數策略、運算策略也較控制組幼兒有效。

二、建議

(一)對教學的建議

1. 本研究嘗試結合圖畫書與數學進行數學教學，發現這種方式可以結合園所原有的教學，而且也能提升幼兒某些數學能力。因此教師可以嘗試在原有教學活動中，加入故事書引導幼兒作數學思考。
2. 結合圖畫書與數學的教學方式最好能針特定數學能力，選擇適合的圖畫書，藉由圖畫書的故事情境與幼兒作討論、設計延伸活動，並以遊戲方式，增加重複練習機會。

(二)對未來研究的建議

1. 探討結合圖畫書與數學的教學方式對特定數學能力的影響

本研究提供太廣泛的數學活動經驗給實驗組幼兒，卻未能集中在特定數學經驗上，使得幼兒在某些能力上練習不夠，建議未來可以針對特定數學能力進行教學，探討其效果。

2. 以較多班級，使用較多受試者，進行教學實驗

本研究的實驗組與控制組都只有一組，雖然發現有部分教學效果，但建議未來研究可以在較多班級，使用較多受試者，或嘗試與其他不同課程模式結合，探討結合圖畫書與數學進行數學教學的效果。

3. 探討與結合圖畫書與數學的教學方式有關的因素

本研究並未探討與結合圖畫書與數學的教學方式有關的因素，例如教師（教師的特質、數學知識、教學能力、數學教育信念）、結合這兩者的方式、或是其他因素，建議未來研究可以探討不同因素的影響。

4. 探討結合圖畫書與數學的教學方式的長期效果

本研究只探討與結合圖畫書與數學教學方式的立即效果，未來研究可以嘗試探討這種方式是否有長期效果。

謝 誌

本文為國科會委託研究計畫（96-2413-H-024-009）成果的一部分，本文的完成要感謝國科會的經費補助，參與本研究的老師及幼兒所提供的協助，以及兩位匿名評審所提供的修改意見。

參考文獻

林生傳(1994)。教育社會學。高雄市：復文書局。

林易青(2006)。圖畫書融入數學教學對幼兒學習數概念效應之研究。臺北教育大學幼教所碩士論文，未出版，臺北市。

郝廣才(2006)。好繪本，如何好。臺北市：格林文化。

陳俞君、陳品華(2004)。幼兒家長數概念教導之研究。行政院國家科學委員會補助專題研究計畫（計畫編號：NSC92-2521-S-242-004），未出版。

陳俞君、陳品華、陳英娥、曹純瓊、李錦雯(2003)。營造幼兒數概念學習環境之研究(I)。行政院國家科學委員會補助專題研究計畫（計畫編號：NSC91-2521-S-242-001），未出版。

張天慈(2005)。繪本對幼兒算術與幾何概念學習成效之研究。中山大學教育所碩士論文，未出版，高雄市。

許惠欣(1997)。我國幼稚園幼兒數算策略之研究。臺南師院學報，30，339-372。

黃承諄(2005)。數學繪本教學對國小二年級學童數學學習成效之研究。中山大學教育所碩士論文，未出版，高雄市。

黃郁嫻(2005)。幼兒文學概論。臺北縣：光佑文化事業股份有限公司。

蘇振明(2002)。圖畫書的定義與要素。載於徐素霞(主編)，臺灣兒童圖畫書導賞(13-15 頁)。臺北市：國立臺灣藝術教育館。

Antell, S., & Keating, D. (1983). Perception of numerical invariance in neonates. *Child Development, 54*, 695-701.

Arnold, D. A., Fisher, P. H., Doctoroff, G. L., & Dobbs, J. (2002). Accelerating math development in Head Start classroom. *Journal of Educational Psychology, 94*(4), 762-770.

Baroody, A. J. (1987). *Children's mathematical thinking*. New York: Teachers College Press.

Baroody, A. J. (2000). Does mathematics instruction for three- to five-year-olds really make sense? *Young Children, 55*(4), 61-67.

Baroody, A. J., Lai, M., & Mix, K. S. (2006). The development of young children's early number and operation sense and its implications for early childhood

- education. In B. Spodek & O. Saracho (Eds.), *Handbook of research on the education of young children* (Vol. 2, pp.187-221). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Bradon, K. L., Hall, N. J., & Taylor, D. (1993). *Math through children's literature: Making the NCTM standards come alive*. Englewood, CO: Teacher Ideas Press.
- Clements, D. H., & Sarama, J. (2007). Early childhood mathematics learning. In F. K. Lester (Ed.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp.461-555). Charlotte, NC: Information Age Publishing.
- Clements, D. H., Sarama, J., & DiBiase, A. (2004). *Engaging young children in mathematics: Standards for early childhood mathematics education*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Dowker, A. (2005). *Individual differences in arithmetic : Implications for psychology, neuroscience, and education*. New York: Psychology Press.
- Forbringer, L. I. (2004). The thirteen days of Halloween: Using children's literature to differentiate instruction in the mathematics classroom. *Teaching Children Mathematics*, 11(2), 82-90.
- Gear, D. C. (1994). *Children's mathematical development: Research and practical applications*. Washington, DC: American Psychological Association.
- Gelman, R., & Gallistel, C. R. (1978). *The child's understanding of number*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Ginsburg, H. P. (2002). *Little children, big mathematics: Learning and teaching in the preschool*. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 476078)
- Ginsburg, H. P. (2006). Mathematical play and playful mathematics: A guide for early education. In D. G. Singer, R. M. Golinkoff, & K. Hirsh-Pasek (Eds.), *Play=Learning: How play motivates and enhances children's cognitive and social-emotional growth* (pp.145-165). Oxford: Oxford University Press.

- Ginsburg, H. P., Choi, Y. E., Lopez, L. S., Netley, R., & Chi, Chao-Yuan (1997). Happy birthday to you: Early mathematical thinking of Asian, South American, and U. S. children. In T. Nunes & P. Bryant (Eds.), *Learning and teaching mathematics : An international perspective* (pp.163-207). Hove, East Sussex: Psychology Press Ltd.
- Ginsburg, H. P., Klein, A., & Starkey, P. (1998). The development of children's mathematical thinking: Connecting research with practice. In I. E. Sigel & A. Renninger (Eds.), *Handbook of child psychology: Vol.4 Child psychology in practice* (5th ed.)(pp.401-476). Hoboken, N. J.: John Wiley & Sons, Inc.
- Griffin, S. (2004). Number Worlds: A research-based mathematics program for young children. In D. H. Clements, J. Sarama, & A. DiBiase (Eds.), *Engaging young children in mathematics: Standards for early childhood mathematics education* (pp.325-342). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Hong, H. (1995). Children's mathematics learning through literature. *Journal of Educational Research*, 33(1), 399-424.
- Hong, H. (1996). Effects of mathematics learning through children's literature on math achievement and dispositional outcomes. *Early Childhood Research Quarterly*, 11, 477-494.
- Hong, H. (1999). Using storybooks to help young children make sense of mathematics. In J. V. Copley (Ed.). *Mathematics in the early years* (pp.162-168). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Jennings, C. M., Jennings, J. E., Richey, J., & Dixon-Krauss, L. (1992). Increasing interest and achievement in mathematics through children's literature. *Early Childhood Research Quarterly*, 7, 263-276.
- Kato, Y., Kamii, C., Ozaki, K., & Nagahiro, M. (2002). Young children's representation of groups of objects: The relationship between abstraction and

- representation. *Journal of Research in Mathematics Education*, 33(1), 30-45.
- Kosowsky, C. (2004). *A case study analysis of an after-school mathematics program with a children's literature component*. Unpublished doctoral dissertation, New York University, New York.
- Miller, K. F., Smith, C. M., Zhu, J., & Zhang, H. (1995). Preschool origins of cross-national differences in mathematical competence: The role of number-naming systems. *Psychological Science*, 6, 56-60.
- Mix, K. S. (1999). Similarity and numerical equivalence: Appearances count. *Cognitive Development*, 14, 269-297.
- Moyer, P. (2000). Communicating mathematically: Children's literature as a natural connection. *The Reading Teacher*, 54(3), 246-255.
- Munn, P. (1994). The early development of early literacy and numeracy skills. *European Early Childhood Research Journal*, 2(1), 5-18.
- National Association for the Education of Young Children & National Council of Teachers of Mathematics. (2002). *Early childhood mathematics: Promoting good beginnings*. Joint position statement. Retrieved January, 16, 2003, from http://www.naeyc.org/resources/position_statements/psmath.htm.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Nolan, E. K. (1997). *Teachers' perceptions of the use of children's literature to create context for mathematics instruction*. Unpublished doctoral dissertation, University of Alabama, Tuscaloosa, Alabama.
- Pettig, K. L. (2002). *The influence of children's literature on instructional practices in mathematics*. Unpublished doctoral dissertation, University of Rochester, Rochester, New York.

- Schiro, M. (1997). *Integrating children's literature and mathematics in the classroom: Children as meaning makers, problem solvers, and literary critics*. New York: Teachers College Press.
- Siegler, R. S., & Jenkins, E. (1989). *How children discover strategies?* Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Starkey, P. (1992). The early development of numerical reasoning. *Cognition*, 43, 93-126.
- Thatcher, D. H. (2001). Reading in the math class: Selecting and using picture books for math investigations. *Young Children*, 56(4), 20-27.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Welchman-Tischler, R. W. (1992). *How to use children's literature to teach mathematics*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Whitin, D. J. (1994). Literature and mathematics in preschool and primary: The right connection. *Young Children*, 49(2), 4-11.
- Whitin, D., & Whitin, P. (2004). *New visions for linking literature and mathematics*. Urbana, IL: National Council of Teachers of English.
- Whitin, P., & Whitin, D. (2005). Pairing books for children's mathematical learning. *Young Children*, 60(2), 42-48.
- Young-Loveridge, J. M. (2004). Effects on early numeracy of a program using number books and games. *Early Childhood Research Quarterly*, 19, 82-98.

附錄一 幼兒非正式數學能力測驗

(一)數概念

1. 唱數：目的在了解幼兒的唱數能力，實施時請幼兒用口頭唱數到最大數字。
2. 倒數：目的在了解幼兒是否能由數字往前倒數，實施時請幼兒分別從 5,10,15 往前倒數。
3. 跳數：目的在了解幼兒是否能作 2,10,5 的跳數，實施時請幼兒作 2,10,5 的跳數。
4. 計數具體物件：目的在了解幼兒是否能以標準數詞序列對一組具體物件進行計數，並知道計數的最後一個數字代表集合的總數。實施時請幼兒計數 4,8,12 顆糖果，然後問他：「總共有幾顆糖果？」。
5. 計數表徵物：目的在了解幼兒是否能以標準數詞序列對卡片上直線排列的物件進行計數，並知道計數的最後一個數字代表集合的總數。實施時請幼兒計數圖片上畫的各有 3,7,14 個黃、藍、紅三色圓點。
6. 數量的相對多少：目的在了解幼兒是否能比較集合數量的多少，實施時請幼兒比較四張圖片中的圖案那邊比較多，其中 2 張圖片散亂貼上 5 與 6 個、12 與 10 個圖案，另 2 張則是排成垂直的二排圖案，各有 7 與 6 個、13 與 11 個圖案。
7. 認讀數字：目的在了解幼兒是否認識抽象數字，實施時請幼兒讀出 4,8,7,15 的數字卡。
8. 數字的比較：目的在了解幼兒是否能比較數字的相對大小，實施時用四對數字卡，3 與 2，4 與 6，9 與 7，12 與 9，請幼兒判斷那個數字較大。
9. 序數：目的在了解幼兒是否能以特定數字表示某物件在集合中的位置，實施時請幼兒指出某隻小動物所排的位置或排在某位置的是誰。

10. 聽數詞取物：目的在了解幼兒是否能取出符合數字個數的物件，實施時請幼兒幫忙拿出 3 個、6 個、13 個小積木。
11. 數保留概念：目的在了解幼兒是否具有數保留概念，實施時用標準數保留作業，研究者以紅黃色小積木各 7 個排成相等數列，待幼兒確認相等後，再將其中一數列拉長或縮短，請幼兒判斷何者較多或一樣多，並詢問理由。
12. 數的合成與分解：目的在了解幼兒是否知道集合中的物件可以分解為較小的集合，或合成較大的集合。實施時請幼兒將 5 條及 10 條魚分到兩個魚缸中。
13. 表徵數量：目的在了解幼兒是否能以圖形、符號表示集合的數量，實施時請幼兒以任何方式（線條、記號、圓圈或數字）將 3,5,7 個物件表示在紙上。

(二)數字運算

14. 加減意義的了解：目的在了解幼兒是否知道加、減的意義，實施時接在第 4 題後實施，請幼兒判斷集合中若加上 1 個或取出 2 個物件，集合的數量會變多或變少。
15. 具體物件加法的運算：目的在了解幼兒是否能以具體物件作簡單加法的計算，實施時以提供具體實物的方式，進行 $2+2$, $4+3$ 及 $5+8$ 的計算。
16. 具體物件減法的運算：目的在了解幼兒是否能以具體物件作簡單減法的計算，實施時以提供具體實物的方式，進行 $5-2$, $7-4$ 及 $12-7$ 的計算。
17. 加法應用題：目的在了解幼兒是否能解決簡單的加法應用題，實施時請幼兒計算 3 題加法應用題：「如果你原來有 3 張貼紙，老師又給你 2 張，你現在一共有幾張貼紙？」，以同方式進行「4 顆糖果加 5 顆糖果」及「7 隻金魚加 7 隻金魚」。允許幼兒以手指、小積木或其他方式計算。
18. 減法應用題：目的在了解幼兒是否能解決簡單的減法應用題。實施時請幼兒計算 3 題減法應用題：「如果媽媽給你 4 顆糖果，你吃掉 1 顆，現在你還剩下幾顆糖果呢？」，以同樣方式進行「8 顆氣球破掉 3 顆」及「13 顆彈珠丟掉 9 顆」。允許幼兒以手指、小積木或其他方式計算。

19. 具體物件的均分：目的在了解幼兒是否能以各種方法作具體物件的均分，實施時請幼兒將 6 塊餅乾均分給 3 隻玩偶、12 顆糖果均分給 4 隻玩偶、8 個巧克力均分給 2 隻玩偶。

附錄二 結合圖畫書與數學的課程與教學活動

| 書名 | 課程與教學活動摘要 | 延伸的數學概念 |
|------------------------|--|--|
| <p>十顆種子 (2次教學)</p> | <p>(一)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 說故事，配合故事情節，請幼兒計數剩下的種子。 2. 討論故事： <ol style="list-style-type: none"> (1) 用手指比出數量的遞減 (2) 如果一顆種子結出十顆種子，那…顆種子會再結出多少顆種子呢？ (3) 出現多少隻四隻腳的動物？ 3. 新教具介紹與練習： <ol style="list-style-type: none"> (1) 種子分類 (2) 數字蛇 (3) 撲克牌遊戲—排七 <p>(二)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 重述、回憶故事，並用教具表徵數量的漸減，並認識一及二位數字的寫法。 2. 新教具介紹與練習： <ol style="list-style-type: none"> (1) 植物生長順序圖及進行植物生長過程的肢體律動。 (2) 數字項鍊：數字與數量的配對 (3) 數字火車：依數字順序、奇偶數排列 3. 學習單：排七 | <p>漸減、倒數、計數、數字型式、時間順序、十的倍數、數字順序與比較、認讀數字、分類、數字與數量的配對、奇偶數*</p> |

| | | |
|------------------------------|---|------------------------------------|
| <p>十個人快樂的搬家 (1次教學)</p> | <ol style="list-style-type: none"> 1. 說故事，一邊配合情節把人從左邊房子搬到右邊房子。 2. 討論故事： <ol style="list-style-type: none"> (1)10個人可能的分解合成方式（男生女生、開窗與沒開窗、已搬家與未搬） (2)寫出10的各種可能組合方式 (3)用教具及手指呈現10的各種組合方式 3. 製作搬家書：孩子練習 4. 新教具介紹與練習：蘋果樹 5. 學習單：蘋果樹 | <p>10的分解與結合、計數、數字表徵、數保留</p> |
| <p>門鈴又響了 (1次教學)</p> | <ol style="list-style-type: none"> 1. 說故事 2. 請幼兒依故事情節分配餅乾，並討論是否公平。 3. 改編故事(改變人數及餅乾數)，讓幼兒分配餅乾。 4. 分配餅乾並記錄：把12塊餅乾分給2, 3, 4, 6個人，先用雪花片分好，再記錄。 5. 學習單：分分看 | <p>計數、基數、均分、分數、乘法、除法、數與量的合成與分解</p> |
| <p>拔啊！拔啊！拔蘿蔔！ (2次教學)</p> | <p>(一)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 說故事 2. 討論故事： <ol style="list-style-type: none"> (1)全部總共有多少動物來幫忙？ (2)全部有幾種動物？ <p>(二)</p> | <p>計數、基數、加法、數字型式、數字與數量的配對</p> |

| | | |
|-------------------------------------|---|--|
| | <ol style="list-style-type: none"> 1. 角色分配，之後排演故事 2. 計算不同動物的組合總共有多少隻？ 3. 新教具介紹與練習： <ol style="list-style-type: none"> (1) 數字接接排 (2) 盤面遊戲—踏腳石 (3) 兔寶寶歷險記 4. 學習單：一共有多少動物呢？ | |
| <p>青蛙和蟾蜍好朋友——一顆遺失的扣子 (2次教學)</p> | <p>(一)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 說故事 2. 討論故事： <ol style="list-style-type: none"> (1) 蟾蜍所遺失扣子的特徵 (2) 發扣子讓幼兒描述、比較 (向另一個孩子說、向全班說)。 (3) 計算全班有多少顆扣子。 4. 估計扣子數目 5. 新教具介紹與練習： <p>哪個不一樣？</p> <p>(二)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 介紹自己衣服上的扣子有何特徵 2. 猜猜我的扣子(由孩子發問，老師回答是或否，讓孩子猜，再由老師出題，幼兒發問) 3. 估計的扣子數目：計算扣子數目(比較誰的估計比較準確、差距是多少) 4. 學習單：哪個不一樣？ | <p>比較、分類、計數、推理、估計、加法、以十為基數的概念、數字表徵</p> |

| | | |
|--------------------------------|--|--|
| <p>哎！貓咪 數不完 (1次教學)</p> | <ol style="list-style-type: none"> 1. 說故事，每次數目有變動時，請幼兒用手指計算一次。 2. 討論故事： …隻貓咪有多少隻眼睛？多少隻爪子？(孩子說明如何計算) 3. 丟沙袋並計分 4. 新教具介紹與練習： 盤面遊戲—貓捉老鼠 5. 學習單：食物喜好大調查 | <p>計數、加法、減法、 -1 的計算、2 的倍數 、4 的倍數、加減符號的認識、 資料分析、加減意義的了解</p> |
| <p>兔子錢 (1次教學)</p> | <ol style="list-style-type: none"> 1. 說故事 2. 討論故事： (1)金錢的使用 (2)觀察、認識錢幣(1元、5元、10元、50元)的不同。 (3)練習不同幣值錢幣的兌換：1元、5元、10元間的兌換。 3. 買東西遊戲：用10元可以買那些東西(算錢、付錢) 4. 扮演遊戲：幼兒扮演老闆與顧客 5. 學習單：買東西了 | <p>加法、減法、金錢的使用、一對一對應、加減意義的了解</p> |

*新細明體字表示由教學活動中再延伸的數學概念。

Effects of Connecting Picture Books with Mathematics on Young Children's Mathematical Abilities

Li-Fen Chang*

Abstract

This study explored the effects of connecting picture books with mathematics to promote mathematical abilities in young children. The study was a pretest-posttest quasi-experimental design. Twenty six 5-year-olds from two classes were assigned to either an experimental group or a control group. The experimental group received mathematics instruction based on the connection of picture books with mathematics for ten weeks. The control group had ordinary storybook reading time. The Early Informal Mathematics Abilities Test was administered as pretest and posttest. The analysis of covariance was used to compare the effects of the treatment. Results showed that the experimental group performed significantly better than the control group in both concrete additions and addition word problems.

Key words: connection of picture books with mathematics, picture books, mathematical abilities

* Associate Professor, Department of Early Childhood Education, National University of Tainan