行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

運用電子撥珠盤促進幼兒數字概念發展之個案研究
研究成果報告(精簡版)

計 畫 類 別 ：個別型
計 畫 編 號 ：NSC 96-2614-S-041-002-
執 行 期 間 ：96 年 08 月 01 日至 97 年 07 月 31 日
執 行 單 位 ：嘉南藥理科技大學嬰幼兒保育系

計 畫 主 持 人 ：江世豪

計畫參與人員：大專生-兼任助理人員：游雅雯
大專生-兼任助理人員：施欣儀
大專生-兼任助理人員：林佳蓉

處 理 方 式 ：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 97 年 10 月 30 日

壹、緒論

回顧國內珠算課程歷史，民國六十四年前的國校課程綱要(教育部, 民51, 民57, 民64)規定小學三到六年級均需學習珠算，將珠算能力視為「實測與計算」的教學目標之一；惟在計算機、電腦科技迅速發展，以及對數學教育課程目標的看法有所轉變之條件下，八十二年後的國民小學數學課程標準已排除了珠算單元。

台灣目前珠算教育的重心是遍佈在坊間各地的才藝班、安親班、課輔班或專業補習班，這些民間教育中心配合學校上課外時間予以教導國小及幼稚園學童，每週約上課兩次，每次九十分鐘之珠/心算教育；全台灣大多數安親課輔班都有教授珠心算這門學科，適齡兒童(五足歲至十二足歲)中約有百分之三十以上學習過珠心算，平均每位學童學習壽命約為一年至一年半之間，是所有兒童才藝(含美術、書法、美語、數學、音樂、舞蹈)中，學習人數最多、學習層最普及的才藝(葉宗義, 日期未詳)。自2000年至2005年總生育率大幅下降百分之三十三(幼改會, 2006)顯示出台灣社會正面臨少子化的轉變，而幼兒在進入小學教育前學習珠算技能之現況，更突顯了潛在有相當程度的學童，其對數字、算則之先前概念受到此部分學習經驗所影響之教育問題。Baroody(1987)認為兒童在學前所學的非正式數學知識，可以成為將來正式化數學知識獲得的基礎，若此兩種知識在聯結上失敗的話，則可能導致數學學習問題的發生，故國內的數學教育不應忽略幼兒學習珠算此等現實問題之探討。

本研究目的在於重新檢視算盤這種結合數形的工具，對於運思前期（pre-operational stage）幼兒學習數字概念可能具有的發展意涵。雖然在運算的功能上，珠算受到電腦的影響而日趨式微，但是珠算的功能不應只侷限於運算的使用上，宜擴展其在啟發心智的貢獻上而予以新意(黃國榮、康龍魁、陳聰文、張勝成、楊渠宏和蕭金土, 2000)。若要將珠算應用在「心智啟發」方面且有所發展，相較於受到近來西方課程改革的影響，國內外評估以「計算器」啟發幼兒數學概念學習之許多相關文獻(例如：周筱亭, 1990;楊國泉, 2003; 劉祥通, 1994; 蘇惠貞, 2005; Cavanagh, 2005, Cloke, Ewing, &Stevens, 2002; Higgins, 1990; Huinker, 2002; Shuard, Walsh, Goodwin, & Worcester, 1991)，顯然地比應用具有傳統文化特徵的算盤作為數學教具之研究著墨來得多。

值得關注的是現今國內珠算/珠心算的學習群有70%以上是幼稚園以上至小學階段的幼齡兒童，呈現「低齡化現象」(廖正輝, 2002)。基於目前國內缺乏有關針對「運思前期」幼兒如何以傳統算盤的可操弄特徵，作為數概念啟蒙教具之實徵性研究，研究者將透過探究傳統珠算教學實務面向來理解。針對前述研究目的，具體的研究問題分述如下：

一、珠算學習活動的引導方式與過程為何？

二、珠算教師的教學實務知識與信念為何？

三、幼兒初學者在學習珠算/珠心算時所面臨的困難為何？

貳、文獻探討

根據Piaget認知發展階段理論，處於「運思前期」約二至七歲的幼兒能對簡單的文字、數字和圖形產生學習與發展，並利用這些較為抽象的符號去從事思考活動，但需透過具體實物操作來促成 (Piaget & Inhelder, 1969)。Pollio和Whitacre(1970)認為，數數(counting)是最早出現的一種數字能力，且這項能力可以用來預測兒童其他的數字能力(number skills)。Saxe和Kaplan(1981)研究發現，手指點算策略隨幼兒年齡之發展而遞減；Aplan(1985)的研究發現

四歲幼兒以手指點算為數算正確性之必要條件，七歲兒童不一定需藉助手指點算求得正確答案。

後皮亞傑學派(Post-Piagetian)學者對兒童的數字概念有一些新的想法，例如，Gelman和Gallistel(1978)認為，只是判斷出學前兒童能否通過數字保留概念測驗之意義不大，畢竟沒有通過測驗並不代表兒童不具備數字能力。Gelman 和 Gallistel從另一種角度來看學前兒童的數字知識和技巧，分為兩種型態：一、數字抽象能力(number abstraction abilities)；二、數字推理原則(numerical-reasoning principle)。Flavell(1985)認為，數字抽象能力是幫助兒童建立數字的量，而數字推理原則是幫助兒童對數量做進一步的運作(e.g. 加、減法)，得到有效的推論。此外，能進行數字比較也是兒童重要的基礎能力，理由有二：首先，瞭解數量之間的大小關係是數字保留概念的基礎能力之一；其次，當兒童能夠不靠具體物的幫助而直接判斷數字的相對大小時，才是真正地瞭解數字所具有的運作意義，而非將所看到的數字視為一群不相干的符號(Schaeffer, Eggleston & Scott, 1974)。

NCTM 主張，只要能與「讓學生有自行估算的能力」這類的基本教學技巧合而為一，應當在所有年級的教室中使用(Cavanagh, 2005)；甚且，應該讓計算器變成對從幼稚園到大學等，對任何年級的學生而言都是可取得並加以利用的工具(Knight, Luft & Nagel, 2003)。蘇惠貞(2005)認為，計算器輔助運算的功能對幼兒而言作用較小，因此，設計幼兒的計算器活動，應可朝向記錄數字、計數裝置、探索數學概念、調查數學規律，以及解決生活問題等方面來著手。儘管計算器並不能流暢地(fluency)取代基本的數字合成、概念理解、利用公式表示等能力，以及使用有效率與準確的方法進行計算，但可以經由計算器的刺激以及增加學習來支持這些目標(Cloke, Eeing & Stevens, 2002)。這樣的看法即又回歸到幼兒對於抽象的數字符號表徵意義之理解應如何啟蒙的問題。

中國學者郭啓庶指出，阿拉伯數碼本身沒有計算功能。例如，「6＋2=？」這個問題並不能憑藉符號「6」、「2」本身得出符號「8」，只能靠死記硬背。然而，算盤上的珠碼符號有計算功能，將 與 兩個符號拼在一起就是符號 ，這是其最突出的優越性；此外，阿拉伯數碼沒有表示幾何圖形的功能，操作阿拉伯數碼符號，不能體現「數形結合」的思想與方法。珠算符號、模型能表示幾何圖形的功能；操作珠算符號運算，從幾何的角度看就是在進行圖形變換，透徹地體現數形結合的思想方法，還特別能夠體現數位化幾何的思想方法(引自劉芹英, 2005)。由於珠算包含了靈活的肢體運作（尤其是手指關節的操作及小肌肉的協調），有正確的運算邏輯（含加、減、乘、除的構造組合），有穩定的學習情緒（含定力、耐心、注意力、理解力、反應力，甚至挫折的處理等），其他還包括興趣、年齡、動機，能夠達到身心協調的地步，自然是學習的最佳狀態。綜合來說，一般建議年齡6～9歲（幼稚園大班至小學三年級） 為珠算最適宜學習的階段(廖正輝, 2002)。

如同晚近西方數學教育提倡以「計算器」作為輔助幼兒理解數字概念的工具，以算盤啟發幼兒數字能力可謂具有異曲同工之妙。但劉芹英(2005)批判地主張，計算器只是一個「黑箱」，按照說明書照章操作就是了，如同查計算表一樣，既不能使孩子看到電腦制、明白計算道理，也不能培養他們的腦算能力；珠算相對於計算器而言是「白箱」，把其電腦制和道理體現得淋漓盡致。

目前國內較欠缺針對「運思前期」幼兒，如何以傳統算盤的可操弄特徵作為啟蒙數概念教具之相關實徵性研究。因此有關幼兒學習珠算與數字能力的問題，研究者推斷或許可以從

傳統珠算教學實務面向來理解。在本研究中有關幼兒對數字相關的概念之外顯行為，將透過幼兒利用算盤進行算術能力培養的活動過程中，觀察幼兒其對數數、數物、比較數字等的表現，並輔以晤談方式理解其能力之所在與學習之問題。

參、研究方法

本研究採質性方法，對象為商專會計統計科畢業之女性個案教師(W老師)，具有商業計算乙級證照，珠算教學年資為13年；立意取樣台南市某托兒所才藝班幼兒五位--三男童(代號M1、M2、M3)，兩女童(代號F1、F2)，年齡分佈為三到五歲間，對於數數、數物、比較數字能力不盡相同，但全為珠算初學者。

表1 個案幼兒入學珠算班年齡與其數數能力彙整

幼童代碼	M1	M2	M3	F1	F2
年齡	四歲三個月（51 個月）	四歲三個月（51 個月）	三歲兩個月（38 個月）	四歲五個月（53 個月）	三歲八個月（44 個月）
數數表現	能夠數到 50 左右	能夠數到 70 以內	能夠數到 20 以內	能夠數到 50 間	能夠數到 40 以內
鷹架協助			需藉助手指頭與他人提示進行		需藉助手指頭或他人提示進行

研究觀察歷程約七個月，觀察總時數144小時。本研究以Weinstein 和 Mayer (1986)所提出之「教學歷程分析架構」(Framework for Analyzing the Teaching-Learning Process)為參照，觀察課室數學活動之師生互動，也應用作為晤談題綱之設計依據。

表 2 教學歷程分析架構

Teacher Characteristics (what the teacher knows) **Teaching Strategy** (What the teacher does during teaching)		**Learner Characteristics** (What the learner knows) **Learning Strategy** (What the learner does during learning)
	Encoding Process (How information is processed) **Learning Outcome** (What is learned) **Performance** (How learning is evaluated)	

Cited from Weinstein & Mayer (1986). The Teaching of Learning Strategies. In. M. Wittrock (Ed.). The Handbook of Research on Teaching. New York: Macmillan.

本研究於珠算課室觀察記錄過程中，依照上述架構分析珠算學習階段的教師知識/學生知識、教師策略/學生策略、教學/學習歷程、幼兒學習的成果等，據此進一步進行階段晤談並將錄音資料轉錄成逐字稿，最後依據質性之料分析方式進行編碼、歸納類別與比對。

肆、結果與討論

透過課室教學歷程的觀察記錄與資料分析，本研究將 W 老師的珠算訓練之實務引導、

教學知識與信念，以及個案幼兒的學習歷程、感受及學習成果等方面的觀察分析結果分項回答如下：

一、珠算學習活動的引導方式與過程

個案教師利用算盤引導幼兒建立數字能力之教學活動階段陳述如下：

(一)先建立數量與對應數字符號的能力

此階段並未實際應用到算盤，與一般傳統教學方式類似。

1、圖示數量與阿拉伯數字表徵的對應練習

個案教師先引導幼兒看數量圖示，進行 10 以內的實際數物、練習數數的流暢度，以及讓幼兒能夠寫出阿拉伯數字的符號並且正確對應題目的圖示數量。

2、熟悉特定算珠圖示代表數量的劃記，且同時建立算珠、位值代表的數量意義

題本逐漸展開算珠的圖示。幼兒根據圖示中的算珠排列，反覆練習寫出對應所代表的阿拉伯數字；反之，給予任意一組的阿拉伯數字，幼兒則要能夠畫出以算珠表示的分佈排列圖案（如圖 1)。

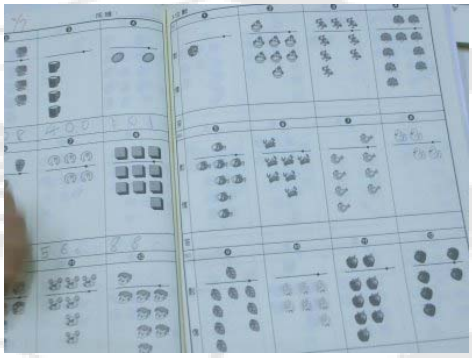


圖 1 幼兒進行算珠數量與數字對應訓練

(二)算盤的引介與操作規則的認識

1、使用算盤進行具體操作

當幼兒能運用紙筆將所熟悉的數字與數量之間對應無虞，進一步則要操弄真實的算珠作為表徵方法。在初期階段，幼兒運珠過程會產生手指不協調或撥珠動作較為遲緩之情形。

2 利用撥珠口訣與算盤操作來建立加、減法的觀念

當幼兒能夠以算珠隨心所欲表示心中的數量時，透過算珠位置的排列表徵逐漸引入加法與減法的觀念與闡釋，讓幼兒習慣這種半具體操作工具。

(三)以算盤圖卡及運珠口訣發展珠心算能力

1. 先利用算盤圖卡練習建立算盤心像

在 12 級程度(初級)的珠算練習階段結束前，幼兒即可開始著手練習 12 級程度的珠心算。個案教師是以「算盤圖卡」替代真實算盤，輔之以自創的意義化口訣幫助學生針對算題產生如何運珠的操作想像，手指則懸空對應撥珠的動作(如圖 2 所示)。

圖 2 幼兒進行算盤圖卡訓練

2. 珠心算能力養成是否需持續藉助圖卡先或唸出口訣得視個別化發展情形決定

學習過程中，幼兒呈現該能力發展的不同情形。有些幼兒是先捨棄口訣提供的語言思考，但需要持用算盤圖卡來進行珠心算；部分些則相反，不需要算盤圖卡的輔助，直接從題目數字進行解題，但是必須唸出來其運珠過程的口訣來引導自己的心算步驟。無論如何，在最終的能力成熟階段，這兩項鷹架的輔助最後都會自然地消失而將表現出更為流暢、正確的心算技能。

（四）交替運用實體算盤與算盤心像，以培養心像解題能力為目標

隨著算術題型的難度增加，從事算盤實體操作扮演著精熟算珠應對進退的先驅；珠心算練習，則扮演著強化視知覺能力與將運算口訣變成內化語言的功能。兩者隨著題型難度過程交互運用熟練，最終目標欲達到隨時能喚出算盤心像作為心算的工具。

二、珠算教師的教學實務知識與信念

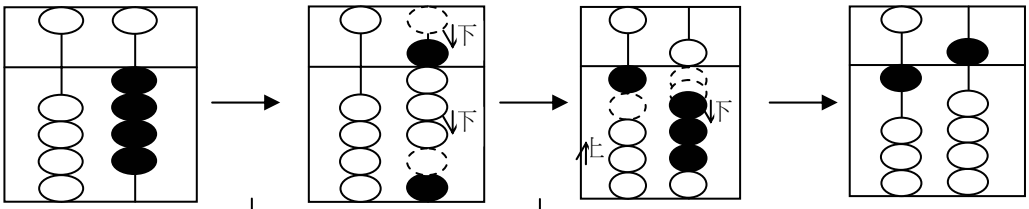
(一)將艱澀傳統口訣轉化童趣語彙以提高幼兒接受感

步驟口訣即為珠算操作之規則，因此，理解口訣意義對於正確操作算盤有其必要性。W 老師利用幼兒習慣的手指數數為基礎，透過童趣語言轉化文化傳承的文言文口訣，將遇十進位和上珠(代表量為 5)的觀念，讓幼兒先熟悉數量在算盤上可分解的各形式。W 老師以雙手共十根手指頭稱為「十個好朋友」，即是闡釋在算盤上十進位的數目組合。以 $9 \xleftrightarrow{\text{喜歡}}$?(1) ；$8 \xleftrightarrow{\text{喜歡}}$?(2) ； … $1 \xleftrightarrow{\text{喜歡}}$?(9)等九組情形，視為好朋友彼此「**喜歡**」的數對，應用到如「9＋9」必須產生進位的問題。此外，還必須理解使用上珠時的四種情況，即 $4\frac{5}{找}$?(1) ；$3\frac{5}{找}$?(2) ；$2\frac{5}{找}$?(3) ；$1\frac{5}{找}$?(4)，就此對幼兒的解說方式為**「樓下已經沒有位置，樓上有位置，所以哥哥(大數)找小朋友(小數)/或小朋友(小數)找哥哥(大數) 住樓上」；減法的說法類似但相反，即「找哥哥下來幫忙」**。

進階運算的部份，首先以＋6 為例，在算盤上先把樓上的珠子 5 撥下來，以「**喜歡**」的口訣檢索上述之情況(i.e.喜歡 4)，但是樓下並沒有 4 顆珠子可以讓 6 進位，故無法配成「**喜歡**」的珠子，產生「**抓尾巴**」的條件。「**抓尾巴**」的定義是以 6、7、8、9 這四個數字在算盤對應樓(樑)下有幾顆珠子排列，就稱「抓幾個尾巴」(e.g. 6⇒在算盤部分，樓下有一顆珠子，所以是抓一個尾巴；7⇒樓下有兩顆珠子，所以抓兩個尾巴)。以此類推，8 抓 3 個尾巴，9

抓 4 個尾巴。接著是「**踢皮球**」部分，欲把抓尾巴的部分往上推，但是 5 的位置已滿，所以就如同「**喜歡**」進位到十位數，把代表 5 的珠子往上撥，換到十位數撥一顆珠子上去，而這動作就是「**搬[去]大房子**」。茲列舉兩題計算題幼兒應用 W 老師改編的口訣進行撥珠的解題程序：(1)「4＋4＋7」及(2)「4＋6＋7＋6」。

(1)「4＋4＋7=?」口訣為「**找哥哥住樓上/找喜歡的好朋友/搬去大房子**」



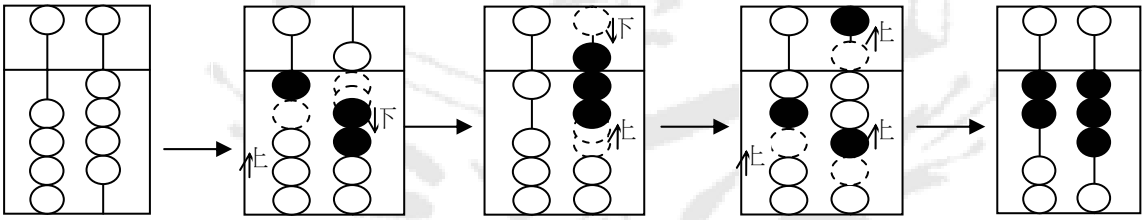
4 ＋ 4 ＋ 7 ＝ 15

（4 找 1 個哥哥住樓上）　（7 喜歡 3 搬大房子）

加 4 但不夠位置，所以要進位到上面。（因為上面有空位）以上珠⑤進位找哥哥住樓上。

當第二個 4 進位到上面了，再加 7 卻不夠位置，所以用十進位，喜歡的口訣進位。

(2)「4＋6＋7＋6」口訣為「**找喜歡的好朋友/搬去大房子/[再]抓 1 個尾巴踢皮球/搬去大房子**」。



4 ＋ 6 ＋ 7 ＋ 6 ＝ 23

（6 喜歡 4 蓋大房子）　（抓 1 個尾巴踢皮球搬大房子）

因為加了 4，當要加 6 時，沒有位置可以再撥 6，所以採喜歡的口訣。

要加 6 時卻無位置可撥 6，如果從喜歡的口訣來看，並沒有 4 顆珠子可以去掉，故採用抓尾巴。

(二)以培養幼兒理解數-量之對應和運算規則為先之教學信念

幼教工作者常以學者蒙特梭利(Montessori)主張零到三歲的幼兒是「無意識階段」，而此階段的心智為「吸收性心智」（absorbent mind），作為其教學實務所稟持的信念基礎。W 老師對於幼兒學習珠算也有類似如此之信念，儘管這些孩子已經都超過理論主張的三歲，她認為只要是對初學幼兒而言，珠算就是全新的體驗。

> **「其實小孩子學習珠算很快，他們打簿子練習不同的進度，很容易就可以吸收到珠算的這些訣竅，但問題是小朋友學習時的耐性、恆心通常比較不夠，所以我認為家長的配合和支持非常重要了。」**(FN 961121)

另外，學習珠算技能與數學能力發展之間的看法，W 老師看法是珠算/珠心算能力可作為基礎，但數學能力的發展又牽涉更廣，她表示：

「**具備心算能力不代表具備數學能力。但是學習珠/心算是可以增強計算能力，進而對數學產生興趣。當小朋友計算出來的答案比別人快又正確，會產生優越感及榮譽感，所以比較不會排斥學習數學。**」(QN970615#4)

「**…小朋友觀念或常識較差即無法解數學題，像[在]一堆數字中，要找出奇數跟偶數或單數跟雙數，不懂奇數或何為偶數，要他如何解題？或三隻雞[和]兩隻豬共有幾隻腳，如果不知道雞有幾隻腳、豬有幾隻腳，要他如何下手？數學不好的另一個原因是對文字的意思不懂。**」(QN970615#4)

三、幼兒初學者在學習珠算/珠心算時所面臨的困難

(一)幼兒在課室中從事的是平行非遊戲活動型態，初期難以持續專注投入

珠算教學的目標在於通過檢定。因此，透過課室觀察記錄分析架構 (i.e. Rubin, 2001) 來看，幼兒學習的活動型態多呈現平行活動（parallel）之非遊戲(non play)項目--探索(exploratory)算盤與閱讀(reading)習題。幼兒各有其學習進度，W 老師多採個別指導，當完成練習簿的計算單元後，每一位都要依題目難度進行對應的單元計時測驗，最後則回家完成分派的練習題。幼兒初學者通常難以靜下心來，或專注力難以持續而呈現分心行為，如「觀看鄰座幼兒在做些什麼題目」（i.e. F1、M3）之旁觀者行為(onlooker)或「把算盤翻過來當小車在桌上推著玩」(i.e. M1、M3)的跳脫式行為(transition)等。例如，當 M3 幼兒在初學時期經常在練習過程中停擺下來，開始分心看其他人解題或搗蛋時，他表示「**我要休息一下…因為太多[題目]了啦**」。獨自練習活動過於單調所產生的枯燥感，令他得產生與上課無關的調適行為；然而，研究者再追問「**W 老師等一下要檢查你的簿子怎麼辦呢？**」M3 幼兒則摸摸頭笑一笑不表示意見，立刻又拿起桌前的算盤，展開預備動作開始繼續打簿子(FN 961218)。幼兒在這樣的平行非遊戲的甚少互動的活動過程當中，必須同時培養相當的自律感，否則將很容易放棄數字技能的學習。

（二）幼兒的撥珠動作協調性不足與口訣遺忘或誤用為學習必經之過程

W 老師教導幼兒學習運用算盤前，必須先使其認識算盤結構、算珠意義以及運作規則。幫幼兒的個人算盤上貼上明顯圓貼紙為定位點，標示為個位，認識位值左邊十位、百位等。培養行禮如儀的使用習慣(i.e.左手拿算盤、右手拿鉛筆、算盤敬個禮（教珠子向下方式）、食指把上珠排開清盤等使用前的基本步驟)。W 老師也經常跟初學的小朋友玩大姆哥及食指遊戲，為瞭解幼兒的手指協調動作，她也會當場下指令讓幼兒在算盤上練習自己的食指、拇指轉換之靈活度。

研究者彙整研究歷程之現場觀察紀錄，發現幼兒進行珠算或珠心算發生的基本問題有：1.將上珠(代表量為 5)當成數量為 1 的下珠操作，而無法正確對應題目給的數值；2.幼兒初期必須透過唸出口訣才能正確引導手部撥珠；3.對老師教導的口訣意義不理解或未能自行意義化而造成錯誤的撥珠動作；4.幼兒手指撥珠動作經常不夠確實(即漂珠或帶珠)而必須重新操作算盤解題。5.使用「算盤圖卡」培養珠心算(即自腦中浮現算盤心像，並想像著算盤變動進行心算的過程)能力之初，幼兒解題表現皆不如使用實體算盤操作結果，突顯了幼兒從實體操作轉化為心像運作的難度。

(三)缺乏幼兒社會性分享活動及對實物與自身生活經驗連結之討論

當一般 3-5 歲的小朋友在數數、數物，或比較數量時還會有疏漏之情況，尚無法處理百位數字的加減，習慣於閱讀圖文並茂的繪本之際；另一方面，學習珠算近七個月的同齡小朋友在課室閱讀的是內容只有單調的數字與運算符號之練習簿，並已經開始邁向百位數的加減習題(珠算九級程度)。究竟學珠算的幼兒對於處理百位數時對量的多寡知覺為何？Piaget 曾對「知覺數字」（perceptual）和「數字」（numbers）進行區分（Kamii, 1982）。「知覺數字」傾向針對小於 5 等較小的數字而言，因為，這些數是經由視知覺就可以直接辨識出來，並不需要依賴邏輯數學的結構過程。若是數字超過 5 以上，即非知覺數字可得到答案的範圍。例如，研究者以一袋彈珠(100 顆)、兩盒撲克牌(104 張) 進行幼兒對數量的知覺與數量守恆判斷的項目。幼兒觀察操弄並試著估計其數量，結果「有四位學童預測數值過少，『**不相信數量 100 件的東西看起來有這麼多(i.e.** F1、F2、M1、M3)』；預測數值接近，且『**感覺合理**』的只有一位(M2)」(INT970506)。顯示學生對於數量的經驗知覺並不深刻；然而，在要求幼兒數物驗證答案過程中，學童無論是數數、數物對應表現都非常流暢，對數字運用的掌握則沒有遲疑之情形。W 老師表示：

> **「數學[問題]在生活中常常出現，有時家庭教育更勝一星期的上課，生活中數字無所不在...購物時要小朋友加加看？拿錢給別人買了多少錢該找回多少錢？爸爸的年齡跟小朋友的年齡相差幾歲？看時鐘，1 格 5 分鐘，5 格 25 分鐘...其實數學的應用[題]要參加比賽或數學教材才會出現，只是在珠心算教材中較少接觸，偶爾上課有機會再給他們基礎概念吧！**」(INT970422)

W 老師承認珠算課程裡提到生活中的數學應用極少，但意味著這部分學習空缺若能由家長配合幼兒珠算學習進度來引導連結至生活情境，效果會更佳。

伍、結論與建議

一、研究結論

在《美國國家未來數學教育報告書》(*Everybody Counts: A Report to Nation on the Future of Mathematics Education*) (NRC, 1989) 中曾嚴厲批判「數學就是計算」這種主張。對幼兒而言，數學概念的發展應是從整體性來考量，各種學習領域應強調更多的關連性而非傳統的分科學習，因此，晚近的教育改革也從生活化經驗出發，不再側重數學的機械式技巧。從認知心理學之訊息處理觀點來說，擁有數學能力所需具備的全面性知識類型可分為--自動化技能(automated skills)、概念理解(conceptual understanding)、解題策略(strategies)等三類(Gagne, Yekovich, & Yekovich, 1993, p.349)，其中自動化技能，即是培養算術 (algorithms) 能力之核心。Gagne, Yekovich 和 Yekovich(1993)指出自動化技能可涵蓋：(一)對文本(文字、符號、圖像、聲音等)閱讀理解的解碼(decoding)能力，包含配對(matching)與編碼(recoding)；(二)對數目事實(number facts)（即對簡單或常見的和、差、積之量）有基本的認識與印象，和進行這種具備程序性知識之算術能力。

幼兒以珠算的方式進行算術時，在確認訊息相符的條件下，便能迅速應用而不需額外加以審視，且能自覺順利地檢視與除錯，發展其進行珠算的運算規則之口語思考(verbal thinking)以及語言內化歷程；若學習者進一步掌握珠心算的能力時，近來相關研究(e.g.呂敏如,2002; 王子昌等人, 2008)指出珠心算學習者在大腦工作記憶區中的視覺空間模版優於一般人，但在語音環部分與一般人無異。珠心算訓練需要視覺空間模版的參與，接受這種想像算盤心像的訓練可能可以改善視覺空間模版的容量。因此，若主張數學教學應從「概念理解」的知識取向

出發，認為幼兒對加、減法的意義進行建構後，便自然能擁有算數能力，這是傾向支持數學探索導向課程的看法者；但這與幼兒初學者在珠算過程中，所養成的基本「自動化技能」之面向並不相同。就促進幼兒數學能力整體發展目標而言，兩者應可視為互補的面向，而非彼此對立或互斥的學習範疇。

二、研究建議

根據研究資料的分析顯示，在教材方面，一般幼兒啟蒙的數學教材多呈現大型字語、活潑的字體和色彩豐富的說明圖示；珠算教材排版則相對顯得很單調，黑白色彩的文字內容，就是難度日有漸進的數字變化與計算題型；在研究情境的課室觀察中，每一階段的練習題本稱之為「簿子」，師—生解練習題則稱之為「打簿子」。研究者認為，儘管算盤這種計算工具本身可以強化一部份的數字與運算之學習情境，但傳統教材(即練習題本)中所呈現的，對幼兒的學習感受來說，極可能認為數學是一種獨立反覆練習的活動、挑戰難度漸深的「打簿子」學習任務、課本中充滿乏味的數字符號，以及無關生活問題等等，在進入正式學習前先產生負面的學習印象。

本研究基於對珠算啟蒙幼兒算術的傳統教學實務分析，建議未來研究可以朝向發展「電子撥珠盤」教具，例如，將電腦鍵盤中的數字輸入部分，以撥珠的進退訊息取代作為指令輸入的工具，結合現行電腦作業環境研發多媒體軟體設計，達到在幼兒的撥珠同時能在電腦螢幕呈現出數字理解的操作提示或進行算術時之佈題情境，如此將可以豐富現行傳統紙本內容全以算術題為導向之單一面向，以及平衡對數字概念詮釋說明不足之問題。未來，更進一步可以考量發展互動式取向之多媒體教材，讓珠算與珠心算技能也能夠自學，且學習準備度的條件門檻能夠更為簡化與方便學習者。

綜上所述，凡事過猶不及，本研究並不贊同將提升公民素養的數學教育變成一種菁英或選手式的機械化訓練過程，亦即展示專以追求計算的難度、迅速、正確性的珠算技巧與價值。然而，珠心算活動對於人類認知技能發展的特殊作用也確有其功能，珠算/珠心算如何能夠融合當今數學思潮，透過課程改革的規劃與設計，轉化為我國教育體制下數字啟蒙工具或國民特有的認知技能，誠可為再考慮的方向。

六、計畫成果自評

本研究原為整合型計畫之子計畫，由於研究工具之一的「電子撥珠盤」屬於原創概念作品，針對構思此教具/輔具應具備的內涵以及訊號控制技術方面目前可參考的文獻資料甚少，故第一年原先預定將針對傳統算盤與珠算教學如何改良作為年齡較小普通幼兒的數字概念學習教具，透過研究歷程提出教學實務面的需求與建議，以回饋另一子計畫作為設計與發展「電子撥珠盤」之考量。但全案因總計畫與負責技術發展之子計畫提案未能同時通過，故研究者最後僅能針對年齡較小的幼兒學習珠算之過程、能力發展與教學實務現況等問題進行探究。

研究者一年來進入托育機構的實地觀察，發現父母投資在幼兒身上學習才藝已是社會常態，更甚著，在觀察個案中亦有幼童同時要趕場學習兩、三項不同的才藝。換言之，幼兒學前的學習經驗(如才藝班的項目)之實質影響不容忽視，關心幼兒數理教育的研究社群或可積極投入探討有關幼兒數理學習問題此面向之影響。本研究對幼兒學習珠算的分析與探討，除了呈現珠算實質教學的引導方式與階段步驟，也分析了幼兒學習時的潛在困難與問題。儘管

本計畫目前無法透過整合型的方式，將構想中電子撥珠盤具體設計出原型成品，但就研究結果的分析與實質建議做為未來相關研究發展的基礎，應已達到計畫的預期目標。

參考文獻

呂敏如(2003): 珠心算訓練對視覺空間工作記憶的影響。國立中正大學心理學研究所碩士論文，未出版，嘉義。

黃國榮、康龍魁、陳聰文、張勝成、楊渠宏和蕭金土(2000)：珠算教育對兒童數學能力、認知能力與學業成績影響之研究。兒童珠算年刊, 3-91。

廖正輝 (2001) ： 台灣心算教育的探討。線上檢索日期： 2006 年10 月27 日。網址：http://www.abacus.org.tw/abacus_4/001/001-5.htm。

劉芹英 (2005)：**中國傳統數學算法化、機械化的現代意義與科學珠算觀**。線上檢索日期：2006年10 月27 日。網址: http://www.abacus.org.tw/abacus_4/001/001-51.htm

蘇惠貞(2004):**利用計算器幫助幼兒數字能力發展之準實驗研究**。市立師範學院國民教育研究所碩士論文，未出版，臺北市。

Baroody, A. J.（1987）. *Children's mathematical thinking: a development framework for preschool, primary, and special education teachers*. New York: Teachers College.

Flavell, J. H. (1985).*Cognitive Development*. (2nd ed.). Englewood Cliffs,N. J.: Prentice-Hall.

Gagne,E.D., Yekovich,C. W. ,& Yekovich,F. R.(1993). *The Psychology of School Learning* (2nd ed.). New York, NY: HarperCollins College Publisher.

Gelman, R., Gallistel, C. R. (1978). *The Children's Understanding of Number*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Kamii（1982）. *Number in preschool and kindergarten: educational implications of Piaget's theory*. Washington, D. C. : National Association for the Education of Young Children.

Knight. J., Luft, E. V.D., & Nagel, M. C.（2003）.Should mathematics be pursued for its own sake，not for its social utility. Science in Dispute, 3, 176-183.

National Council of Teachers of Mathematics (2000). *The Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, VA: NCTM.

Piaget, J. & Inhelder, B. (1969). The Psychology of the Child. NY: Basic Books.

Pollio, H. R. & Whitacre, J. (1970). Some observations on the use of natural numbers by preschool children. *Perceptual and Motor Skills*, 30, 167-174.

Rubin, K. H. (2001).*The Play observation scale*. Retrieved August 20, 2006, from http://www.rubin-lab.umd.edu/Coding%20Schemes/POS%20Coding%20Scheme%202001.pdf

Weinstein, C.E. and Mayer, R.E. (1986). The Teaching of Learning Strategies. In M.C.Wittrock(Ed.), *Handbook of Research on Teaching.* (3rd ed.) (pp. 315-327). New York: MacMillan.