

幼兒數學創造力教學引導策略之分析研究

—以測量為例

馬祖琳* 葉佳容** 江淑卿* 許淑瑾**

本研究歷經探索、發展與精進三個階段之合作行動研究歷程，發展「幼兒數學創造力教學」之測量教學活動與引導策略。教學活動的模式為佈題、解題，及分享與評價。佈題設計架構，需與幼兒的長度測量概念層次及解題操作層次連結，而佈題的提問方式影響幼兒的解題思考與紀錄方式。在解題、分享與評價之教學歷程，輔以創意性思考、分析與實用性思考兩大引導策略。先經由變異方法的腦力激盪策略提問，再運用數學概念限定的策略提問，以鷹架出幼兒的創意思維。分析與實用性思考引導策略，是用以激發高層次的創意思考，經由尋求解釋、質疑、澄清、提示與突顯迷思的提問，激發幼兒解題之認知衝突，並調適迷思概念，進而精進數學測量概念。

關鍵字：幼兒數學、創造力教學、引導策略

*作者現職屏東科技大學幼兒保育系副教授

**作者現為屏東科技大學幼兒保育系研究生

壹、緒論

目前國內有關創造力的研究，多著重於藝術、音樂及肢體律動，鮮少研究是在數學領域中發展創造力活動（張華城，2003）；且研究對象多為國中小階段之學童，缺乏以學前幼兒為對象之研究（Charlesworth & Lind,1999），因此本研究嘗試在數學領域中探討幼兒創造力教學，並以多元面向觀點(multifacted view)為架構（Berk, 2000；Csikszentmihalyi, 1999；Sternberg & Lubert 1995；江淑卿、馬祖琳，2002），將創造力定義為一種能提出新概念、新事物的高層次問題解決能力（張世忠、高雅莉、鄭婷芸、彭欣茹，2002），並強調思考的動態歷程，而非僅注重創意的結果而已（蔡瓊賢、林乃馨，2003、魏美惠，1994）。此一概念正與台灣近年來數學學習領域所提倡，以問題解決為導向之建構教學模式（鄔瑞香、林文生，1999）的觀點相輔相成。因此，本研究結合創造力教學的「變異」、「選擇」歷程（Csikszentmihalyi, 1999）與建構教學模式，開發建構取向之數學創造力教學架構（馬祖琳、江淑卿、葉佳容、許淑瑾，2004）。

實施創造力教學的成敗關鍵在於教師（張世忠等，2002），教師的引導與提問，乃引發學生思考的重要途徑，對幼兒心智能力的發展有實質的影響力（張玉成，1988）。然目前有關教師引導策略的研究（Tan & Goh，2002；Willian，1991；Wragg & Brown，2001），多著重在低層次、記憶性的問話，較少出現高層次思考的引導，教師最感困難的是如何編擬高認

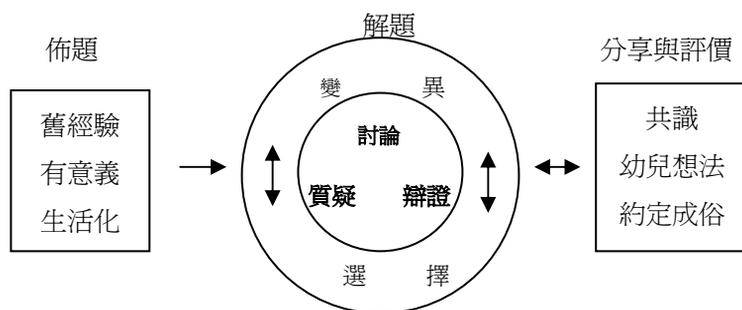
知層次問題。本研究為了突破上述困境與問題，藉由行動研究的歷程，發展兼顧數學知識與創意的「幼兒數學創造力教學」引導策略，並進一步分析該引導策略對幼兒數學概念與創造力發展之影響，以作為未來幼兒教師實施「幼兒數學創造力教學」之參考範例。本文以「測量」教學活動為例，進行引導策略之探討。

貳、文獻探討

一、幼兒數學創造力教學模式

知識在創造的歷程中，佔有一定的地位與基礎，不管創意或是問題解決，均須奠基於知識之上（Willian，1991；廖麗惠，2001；葉安琦，2000）。換言之，幼兒創造力教學，唯有以知識為基礎才能有更高創造力的產生（魏美惠，1994）。因此幼兒數學創造力教學必須奠基數學知識概念之上。

張華城(2003)指出，當個人以獨創性的解題策略解決數學問題歷程中所產生的能力，便是數學創造力。此一立論基礎與建構論所強調解題歷程（鄔瑞香等，1999）的教學精神相輔相成。鄔瑞香等（1999）所提出的建構教學模式，主要分為佈題、討論、質疑辯證與共識四個階段。Csikszentmihalyi（1999）以演化的觀點，提出創造力教學的兩個重要機制，即是「變異」（variation）與「選擇」（selection）。本研究將創造力教學的兩個重要機制與建構主義教學模式互相整合為，佈題、解題、分享與評價三個階段之教學模式(如圖一)。



圖一、「幼兒數學創造力教學」之教學模式

佈題在數學教學活動中扮演著極重要的關鍵角色，一個好的佈題不僅可以引發創造性的問題解決，亦可促進數學討論，誘發、擴展和挑戰學生的思考（詹志禹，2002、陳淑娟，2002）。佈題是一個不斷循環的歷程（陳淑娟，2002），教師的主要任務是設計一個有助於幼兒概念發展的情境（Cobb, Wood, & Yackel, 1993），教師應扮演好佈題者的角色，依據學生的舊經驗，提供有意義，且生活化、遊戲化的佈題情境，以激發學生學習動機（國立屏東師範學院，1992）。Piaget 主張，幼兒階段的學習非常倚賴感官，而知識的獲得，必須藉由實物的接觸與操作建立（魏美惠，1994），因此在佈題情境之設計，須多提供實物與具體的操作經驗，方能使幼兒獲取知識，發展創造力。再者，Kamii 博士曾提出，知識的成長是透過同化（assimilation）、調適（accommodation）及反省性抽象化（abstraction）等歷程逐漸發展而成；後續知識必須植基於先備知識，且受限於先備知識（邱文彬，2001，Kamii, 1982）。有此看來，創造力並非憑空想像，無中生有的，必須紮根於既有的知識結構之上，因此佈題時，除了須考量幼兒的經驗外，更應掌握住知識結構的本質，以數學知識概念為基礎，開發兼具知識與創意的生活問題。

解題是幼兒經過不斷思考、分析的主動建構歷程（龔玉春，2003；李文秀，2002），需藉由教師與同儕間的討論、質疑、辯證與互動中，「變異」各種解題方法與思考，並藉由「選擇」的歷程強化分析與理性溝通的能力，從社會互動過程中建立數學知識（李文秀，2002）。而教師的角色是引導者，而非解題示範者（邱文彬，2001），教師可藉由提問的方式，在全班討論出現旁雜無關議題或迷思概念時，適時的澄清與修正，提供幼兒思考的鷹架，讓幼兒重新檢視想法，不致迷亂方向，以協助幼兒的解題活動能順利進行（陳淑娟，2002）。可見教師的提問，可讓幼兒突破個人思考與學習的極限，啟發幼兒更多創意的空間，並提供幼兒選擇解題方法與驗證想法的方向。

在分享與評價階段中，幼兒在解題操作後，將個人的解題方法與紀錄做分享，並經由溝通、評價的歷程，對多樣性的解題策略進行澄清並形成、取得共識（鄔瑞香等，1999）。「形成共識」並非單指形成統一解題的方法與結果，而應強調幼兒參與討論、明確表達想法、理性溝通的歷程（李文秀，2002），因此，教師應對幼兒的解題方法作歸納、總結與回顧。而 Wragg 與 Brown（2001）也指出，教師只須歸納正確的、可接受的部分，其餘可略而不提或僅陳述已經有的幾種答案，提供幼兒自行選擇與判斷。簡言之，分享與評價之目的，是提供一個機會讓幼兒欣賞他人的解題方法，同時藉由同儕之間的相互討論、辯證、澄清而建構幼兒自己的知識體系。此外，教師可藉由幼兒的解題方法與解題紀錄之分享，檢視幼兒的數學概念發展與解題思考歷程，以修正引導策略之依據。

二、數學創造力教學引導策略

Sternberg 和 Lubert 指出(1995)，創意性思考、分析性思考、實用性思考，這三種能力必須同時並存方能產生創造力。Nickerson(1999)認為創造力的一體兩面是創意思考與批判思考，創造力教學要二者尋求平衡。傳統幼兒創造力教學往往著重引發幼兒新奇與變化的想法，經常忽略選擇、比較、判斷的歷程（馬祖琳等，2004）。所以本研究選擇並整合幾種較適合在幼兒階段實施的引導策略與相關提問技巧，分述如下：

（一）創意性思考

在引導創意性思考的策略上，教師需使用非結構性的開放性問題為開端，並搭配腦力激盪引導策略（李光烈，2000；黃意真，2003）。並掌握沒有對錯與標準答案的提問原則，讓幼兒能在支持性的環境中，藉由教師的鼓勵和肯定，安心激盪多元和彈性的創意性思考（馬祖琳等，2004）。

(二) 分析與實用性思考

分析與實用性思考乃屬於「重直思考」的範疇，引導該類型思考時，必須在學習者累積相當程度的水平發展經驗後，適時予以「鷹架教學」(Scaffolding instructions)，促進學習者認知結構的再平衡(引自邱文彬，2001)。提問方式，可運用張玉成(1988)所提出的批判性與推理性問題之編擬原則與策略，提供幼兒依據規範、常模或標準去比較事物，從而提出總結論點的歷程，再輔以檢視問題、質疑、澄清、挑戰、深入探究等方法循環搭配運用(王雅貞，2002、林琴芳，2001)。

簡言之，引導創意性思考最主要的關鍵在於善用腦力激盪略以激發水平式思考，而分析性與實用性思考策略，需運用較多的提示與循序的增加問題深度，以彌補幼兒先備知識與經驗不足的問題，從而發展出實用性思考的能力。

三、測量長度認知發展層次

教師在幫助幼兒搭建鷹架與運用上述引導策略時，必須先了解幼兒測量長度的發展層次，以該層次為架構，方能繼續以分析與實用性等引導策略精進幼兒長度測量的知識概念。本研究將參考教育部(2003)所提出的長度概念認知發展層次做介紹與說明。幼兒階段長度概念之發展主要可分為四個層次，第一個層次是長度量的初步認識，此階段的幼兒須以眼睛觀察、手觸摸等感官動作來認識長度。第二層次是長度量的間接比較，幼兒已能運用「長度的保留概念」透過媒介物或對實物的同類量加以直接比較，並描述比較的結果。第三層次為長度量的普遍單位比較，幼兒可利用某一量作為基準量，累積測量物長度之單位數量。例如一枝鉛筆有三個橡皮擦長，把每個「橡皮擦」視為個別單位。第四層次為長度量的測量單位制度概念：認識例如「公尺」與「公分」的關係及化聚(謝淨鈴，2003)。因此，測量活動的佈題，以及引導策略皆需以幼兒測量長度認知發展層次為架構，以鷹架幼兒測量概念

之發展。

參、研究方法

一、研究方法與程序

本研究採取以解決教育問題為核心及由教育實務工作者參與問題解決歷程之合作行動研究方法(吳芝儀，2002、甄曉蘭，1995)，以達成開發適合幼兒園所教學之「幼兒數學創造力教學」的測量教學活動，及嘗試解決教師不知如何引導高層次思考困境之目的。因此，本研究團隊經由實際實施教學活動，及不斷反省、修正與評鑑的行動研究循環歷程(蔡清田，2000)，發展數學創造力教學引導策略，並作為研究程序、行動步驟及研究結果呈現之依據。

本研究分為準備階段及探索、發展與精進三個教學階段。在各研究階段中，每次教學後團隊成員藉由腦力激盪、教學實踐、對話、溝通、辯證、討論與省思，以反省批判的方式，評鑑活動的實施與引導策略的發展，從而深化修正歷程，以及強化團隊成員教學及提問技巧。團隊成員係由二位大學教師、二位種子教師、兩位私立幼稚園教師、兩位公立幼稚園教師所組成。二位大學教授在行動研究歷程的各階段中，針對教學活動、引導策略之發展與修正擔任專家諮詢的角色。其他成員在兩年的研究歷程中(91年9月~93年8月)，依據各階段之需求，分別擔任教學者、諮詢者與觀察者的不同角色。在準備階段，大學教授與種子教師共同開發設計幼兒數學創造力教學活動與引導策略，做為各教學階段實施之基礎。在探索階段之教學以創意種子教師為主，輔以兩位私立幼稚園教師的觀摩教學方式進行，團隊成員透過觀察、省思札記、逐字稿等，討論修正課程與引導策略，以作為教學之發展階段的依據。在發展階段，兩位私立幼稚園教師轉為擔任教學的角色，而兩位種子教師在此階段則轉為觀察者、諮詢者與協助者的角色，針對兩位幼稚園教師的教學提供建議、澄清以及解決疑問。在精進階段，為了推廣此一教學，選擇一

所行政資源豐富，具有多項推廣工作坊經驗之公立幼稚園進行教學。受到園所教師教學工作負擔之限制，種子教師依據前階段之教學問題及修正成果，進行教學，兩位具有十年以上之教學經驗的資深公立幼稚園教師，則擔任觀察者、諮詢者之角色，針對引導策略、提問方式，提供質疑或建議。

基於教學歷程中，幼兒需進行溝通與對話，初步先以語言表達、數學操作經驗及認知發展較成熟之大班幼兒為教學對象，此外，為了能將所開發的課程與引導策略落實於一般幼兒園所，先於同一園所的两个不同班級進行教學，而教學次數與時間隨著幼兒的解題興趣與學習狀態彈性調整。在探索階段的四次教學活動，是以 24 人的大班為教學對象。發展階段則以同一園所的另一個 18 人的班級進行三次教學。在精進階段則以公立幼稚園一班 27 名幼兒的大班為對象，進行五次教學。

二、測量教學活動

測量教學活動以「幼兒數學創造力教學模式」為架構，將教學分為佈題、解題、分享與評價三個歷程。佈題的設計除了須掌握測量長度之長度比較與測量的核心概念外，並依據前述文獻的原理原則，佈置一個趣味化、擁有多種解題可能的情境，在探索階段的情境設計乃配合原班級「車子」的主題做延伸，在發展與精進階段，為了修正佈題及引導策略，因此繼續沿用該主題。教師提供大小不同的車子、馬路、停車位及各種測量工具，讓幼兒藉由操作與探索，找出車子可通過的路線及停車位（見圖二、圖三）。而解題、分享與評價兩個教學循環歷程則以測量長度之核心概念與幼兒認知發展層次為基礎，藉由本研究所研發之引導策略提問，製造認知衝突讓幼兒重新檢視解題想法，澄清迷思概念、深化創意性思考與數學概念。

教學時間隨著幼兒的學習特質、生理發展與解題興趣做彈性調整，每次約為 40~60 分鐘不等。教學活動的前 15~20 分鐘，以首次佈題

及後續活動的解題回顧為主，教師以提問、邀請幼兒示範等團體討論方式，激盪、變異幼兒多元解題方法，當幼兒有初步的解題經驗後，則進行個別操作之解題歷程，及活動單之紀錄。個別操作時間約為 20~30 分鐘，幼兒可就團體討論時自己或他人所提出的解題方法作個別探索與操作，教師可針對不同幼兒的狀況提問，以澄清、挑戰幼兒的解題方式。最後的總結與回顧約為 10~15 分鐘，以團體討論方式進行，教師針對個別操作時的狀況與問題做回應，預告或提問某個待解決之問題，以作為下一次活動之開端。

三、資料分析

本研究的資料分析與教學實踐過程同時進行，以「持續比較法」（黃瑞琴，1994）的方式，將各階段的資料進行分析及相互比較，將比較後之一致性結論，作為研究結果之說明及事件詮釋之依據。本研究之資料分析來源為，各階段之教學轉變歷程及師生對話之逐字稿，以及幼兒在活動歷程中所記錄的活動單。資料分析是以佈題以及解題分享與評價歷程之引導策略兩大方向進行：佈題的分析主要根據測量長度之數學概念、幼兒的解題類型與方式，幼兒的解題紀錄，以及幼兒數學創造力教學之目標等交互檢視，從而省思及歸納出佈題設計的原理原則，與佈題情境之說明與操作工具之觀察指引等；引導策略之省思、修正與歸納是依據創意性思考、分析與實用性思考兩大策略，將解題及分享與評價歷程中，幼兒的師生對話、口頭討論、幼兒的解題操作與紀錄，進行不同提問方式的細微分類，再對照幼兒的回應方式與解題狀態，從而審視及修正引導策略，並加以實踐，再將多次修正、實踐之引導策略教學事例，歸納出引導策略之轉變歷程，從而萃取引導策略之提問原則。此外，本研究以幼兒的解題紀錄，重新檢驗原本的佈題設計及佈題介紹與說明（鄔瑞香等，1999），以釐清佈題設計是否能使幼兒清楚呈現數學概念，以及達成測量活動之學習目標。

肆、研究結果

研究結果將依據本文所建構的教學模式為架構，以佈題設計理念與原則、解題分享與評價歷程之引導策略，以及幼兒的解題紀錄與佈題情境之指引三部分做說明。

一、測量活動的佈題設計理念與原則

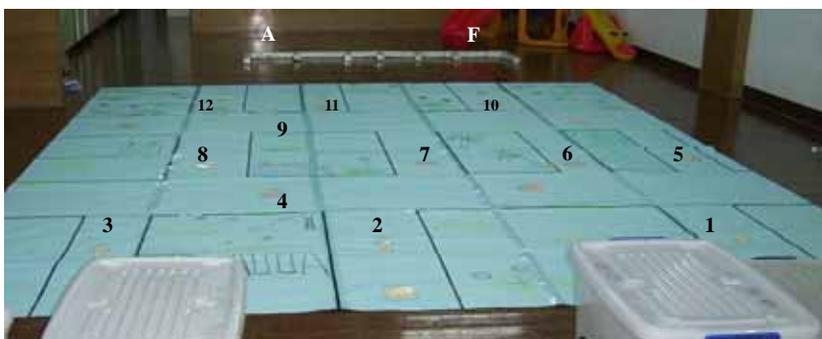
本研究活動的佈題為「車子可通過哪些馬路到達停車位」，其目標為，幼兒經由幫車子找到可以通過的馬路與適當停車位的歷程，建構與提昇其測量概念。由感官比較測量提昇至間接比較與單位比較之測量概念(教育部，2003)。因此，依據生活化、遊戲化的佈題原則(國立屏東師範學院，1992)，將四台由置物箱做成的車子，各張貼輪子、車牌與駕駛人等(如圖二)，並設計一個有多條馬路及大小不同停車位的街道仿照圖(如圖三)。以車子無法進入路線地圖的限制下，引發幼兒運用各種

工具和測量方法進行解題，並選擇與判斷出車子可以通過的馬路路線與停車位，且將解題歷程加以紀錄(活動記錄單)。

在創造力方面，這樣的佈題方式並沒有所謂的固定或單一的標準答案，解題的答案將隨著不同的測量方法與工具而有所不同。因此在工具的類別上，本研究提供非標準工具與標準工具兩大類。非標準工具包括大小不同的紙盒、紙張、繩子、筷子、膠帶卷等；標準工具則是具有刻度的尺〔如：15公分短尺〕。其中尺僅作為幼兒自由探索的工具，不刻意或事前教導幼兒認識公分或刻度。在正式進入佈題活動前，先進行「辨別車子大小」的預備活動(如圖四)，讓幼兒一起腦力激盪，運用及變異各種方法，來比較四輛不同車子之大小、長度、高度與寬度，建立幼兒測量之先備經驗(鄔瑞香等，1999)，以利測量解題概念之發展。



圖二、大小不同的車子



圖三、測量佈題設計

「車子可通過哪些馬路到達停車位」之解題歷程，並非只有單純的長度比較或測量，尚包含測量程序或路線圖記錄等問題。本研究之多數幼兒並未有類似測量程序與路線圖的記錄的經驗，因此會出現並非從入口處開始測量的情形，且測量馬路時也未考量所走路線的程序與邏輯性，例如他們在活動單上會記錄 33→7→1→2→10→C，代表 33 號車可以走 7 號馬路，然後走 1 號、2 號，接著再走 10 號，最後可以停在 C 停車位。從上述的記錄中可以發現，幼兒在進行測量時，並未依照車子進入的路線順序開始測量，這個部分教師必須花費很多時間和精力帶領幼兒有關測量程序與路線圖記錄的問題，因而容易忽略提昇幼兒測量解題的層次與繼續深化單位測量概念之引導。有學者指出，情境設計時需以遊戲化、趣味化的方式佈題（何雪芳、陳彥文，2003、國立屏東師範學院，1992），然而本研究發現，教師在設計測量長度之佈題情境時，不宜爲了趣味化，與企盼藉由多重路線的提供，使幼兒易於變異多重路線，而將解題歷程複雜化，如此反而容易模糊測量活動的焦點，使幼兒陷入測量程序限制之困境。建議將路線圖簡化，僅提供四到五條縱貫線馬路即可，如此教師不需要花費太多時間與幼兒討論測量程序與路線圖之記錄，而將焦點放在單位測量方面。

本研究，爲了吸引幼兒的專注與興趣，將佈題情境做一些擬人化的裝飾，例如在車子上張貼駕駛人物、輪子，以及在仿街道圖中，加入一些公園、花草、建築物之圖樣等。然過多擬人化與遊戲化的佈置，反而會模糊測量活動的焦點。在「辨別車子大小」的解題歷程中，出現一些如：「大人開大車，小人開小車」，爲了解決此一問題，本研究之教師，將車子上的物拆除，僅提供單純車子的結構。此種佈題情境修正後，上述幼兒自然想法的解題嘗試減少，而較能將思考與解題方法集中在測量與比較上。由此看來，教師在進行佈題情境設計時，須在遊戲化與實際知識概念之間取得平衡，否則易使幼兒的解題著眼在想像的變異上，無法提升其測量之數學概念。

在三階段的教學中均發現，幼兒最初始的解題方式大多使用感官直接比較，例如用眼睛看，將車子靠近馬路做比較等。再後續的解題歷程中，幼兒大多只做到，如：將由車子寬度比出的繩子長度，移轉至比較馬路寬度的「固定長度對應」的間接比較方式，尚未全面發展至「均等單位的接續測量」；例如：以數個相同長度與大小之牙膏盒連續排列。雖在教學精進階段有出現較多「接續測量」，但最後能完整找出路線與停車位的幼兒，大多仍使用「對應」的方式來解題。其可能原因爲所提供的測量物小（如馬路寬度與車子寬度等），而工具大（如面紙盒、筷子等）。換言之，由於馬路寬度較小，幼兒並不需要運用到工具的接續測量或單位複製〔重複使用單一工具〕，只要使用一段繩子或大面積的報紙即可解決問題，因此不易引發幼兒經驗接續測量或單位複製之操作。此外，在本研究中，大多數的幼兒皆認爲繩子是最好用的工具，其理由大概可歸納爲兩類，第一類的答案爲繩子易於剪裁的便利性，例如：「因爲可以剪掉，很方便」、「好剪」、「超過可以剪掉」，另一類是繩子可以拉長的特性，例如：「因爲可以拿來比很長的東西」、「用繩子拉開就可以測量了」、「因爲可以拉長很方便」，上述兩種原因反映出幼兒的「對應」方式解題思考。再者，當幼兒嘗試運用紙盒接續測量時，由於車子的寬度較短，大概只需要不到兩個紙盒接合的長度即可，如此幼兒又面臨活動單記錄之困境，到底是兩個紙盒長，還是一個半或兩個半紙盒呢？因而幼兒通常會選擇較容易解決問題的工具或方法。因此，爲了避免妨礙幼兒工具的選擇，或是延宕幼兒進入固定均等單位測量的探索經驗，在測量工具選擇方面，建議宜考量工具與測量物間之比例。在測量工具提供方面，一開始可以提供多元工具或整捆的繩子讓幼兒變異，但到了要精進幼兒單位測量之概念時，必須轉而提供多數量的同一工具〔固定均等單位〕之非標準工具，如：數根長短一致的吸管，若要提供繩子，宜將繩子剪裁成一段一段的均等單位，以引發幼兒進行接續測量之探索與操作，或進而嘗試單位複製測量（如：以一根筷子爲基準的累積

專論

測量)。

綜合上述，在設計佈題時，除了兼顧數學概念與創造力之特性，及考量有意義、生活化、遊戲化之佈題原則外，亦需時時反省，所設計的佈題是否會因為過於遊戲化，或考量過多變異的可能，因而忽略數學概念的深化或模糊原本數學活動的主軸。再者，在工具之提供上，亦需配合幼兒解題的經驗與層次做修正與限制，方能精進幼兒解題的策略與層次。

二、引導策略之轉變

幼兒在解決問題時，一開始大多會運用自由聯想與直接推理等方式來變異解題策略，教師必須依據活動主題與數學概念，適時限定與聚焦幼兒的解題，否則容易演變成自由遊戲，模糊教學目的。以下將說明創意性思考引導策略，以及分析與實用性思考引導策略的轉變與實施情形。

(一) 創意性思考策略

1. 開放式提問

本研究採用「腦力激盪」策略，並以提問非結構性的開放性問題(李光烈, 2000; 黃意真, 2003)，作為激發幼兒變異創意思考的方法。在教學的探索階段，教師過於開放的提問方式，造成花費許多時間與幼兒討論及辯證主題以外之議題，模糊了原本探討測量活動的焦點。例如：大多數幼兒對於「這四台車有哪些地方不一樣？」的回應，會出現「開車的人不一樣」、「號碼不一樣」、「顏色不一樣」等，無法針對測量主題，回答解題策略。教師提問為「怎麼知道這車子是大或小？」時，幼兒則出現如：「因為女生開車比較慢、男生開車比較快」，以及「男生要開大車，女生開小車」等自然解題之回應。因此，教學發展階段對於過於開放的提問，則具體的點出比較大小的訊息，提問修正為，如：「有什麼方法可以知道這四台車的大小不一樣？」「如果現在讓你來動手喔!你要用什麼方法知道他是大車還是小車？」「可以用哪些方法，知道哪一台是大車、

哪一台是小車？」等。對於此類修正後的提問，幼兒出現許多創意性的解題答案：如將車蓋打開比較蓋子、車體〔兩個收納盒〕重疊比較體積、搬搬看車子看哪個重、看底面積〔如圖五〕等。

雖然目前有關教師開放式提問，對教學成效正向影響之概念性及原則性的論述，日益受到重視(王千倬, 1999; 張玉成, 1988; 簡良平, 1999)。本研究之結果發現，過於開放之提問，並無法使討論聚焦於數學核心概念上，需適時的限定與聚焦在某一個問題點作變異，方能兼顧創意培養與數學知識之學習。

2. 創意與概念解題

為引導幼兒多元變異解題方式，在探索與發展教學階段中，教師不斷詢問幼兒：「除了…還有沒有別的方法？」、「還有沒有不一樣的方法呢？」，然而這樣的提問及引導方式，幼兒的解題方式類似，且大多停留在工具〔紙盒、繩子、筷子等〕的變異上，不易精進至測量方法的變異。因此，在教學精進階段的腦力激盪提問方式，著重於測量概念聚焦與限定；例如：「可以用什麼工具來量量看車子，知道車子是大小？」、「現在要請你們想想辦法，量量看哪一條馬路比較寬？」、「如果要比較這四台車到底是哪一台比較大，那還有沒有不一樣的方法？」、「每個人的答案都不一樣，有沒有什麼方法比較量的準？」等。這些提問具體表達問題的核心為測量馬路寬度，或是變異車子大小的方法，甚至是要激盪出比較準確的測量方法。然而，幼兒的解題方式無法出現如前兩階段的創意解題方法，解題多停留在車子與車子間長短的直接比較，高度比較等。因此過於聚焦或限定的提問，反而容易限制幼兒原有的創意，腦力激盪引導應先做方法的提問，待幼兒充分表達後，再以概念聚焦的方式提問，如此才能在創造力教學與數學概念層次上尋求平衡，並兼顧創造力發展與數學概念的精進。

3. 感官比較與單位比較

在教學發展階段中，幼兒多元工具的創意解題層次，多停留在運用工具後，再進行「感官比較」。例如：一位幼兒以四塊墊子接合成長條狀，橫放在四台車的上方，以此軟墊為一基準線，評估四台車子的高度距離與基準線的距離〔如圖六〕，以判斷車子的大小。另一位幼兒以相同大小、厚度一樣的軟墊，將墊子一個一個墊高，堆成各四個的兩堆墊子，來比較輪子的大小〔如圖七〕，該名幼兒認為右邊的

車子比較大，因為墊子一樣多，但右邊的墊子無法遮住全部的輪子。又有一位幼兒以兩塊已嵌合好的長條狀軟墊，平鋪在置物箱內的底部〔如圖八〕，然後看軟墊放入置物箱時的鬆緊程度，判斷車子的大小；幼兒認為，如果是小車，軟墊兩邊會被擠上來，如果是大車只有一邊會被擠上來。在上述的解題策略，幼兒已經開始嘗試運用工具(媒介物)來比較，但其解題層次仍是停留在運用工具後的感官比較，以眼睛來判斷。



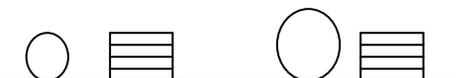
圖四、辨別車子大小



圖五、以繩子圍繞車子測量底面積



圖六、此軟墊為基準線作車子大小判斷



圖七、以軟墊比較兩台不同車子的輪子



圖八、以軟墊平鋪車子的底部做比較



圖九、以各種工具測量車子前方的面積

專論

本研究之教師在教學歷程中並未能提升幼兒「感官比較」的解題層次，因此建議，宜以測量概念聚焦與限定的提問，來引發幼兒建構「單位比較」的操作與探索經驗的解題層次。以使用軟墊來測量輪子的解題為例，當幼兒已經可以使用同一基準量(軟墊)來判斷大小，並說明兩台車同樣用了四塊墊子，但大台車的輪子還沒辦法遮住時，教師可以拋出「那大車子的輪子需要幾塊才夠呢？」的聚焦提問，來引導幼兒繼續將大車子旁的軟墊堆高，並進一步比較軟墊數量(例如：小車的輪子有四塊軟墊高，大車子的輪子有七塊軟墊高)，讓幼兒由均等單位比較的測量結果來做判斷，以提昇幼兒測量之概念。

測量概念的聚焦與限定之提問，不僅需聚焦於均等單位，亦需限定於單位接續測量概念之提升。在教學精進階段中，一名幼兒使用筷子測量馬路寬度時，教師拋出限定概念的提問：「用一根筷子可不可以量呢？」、「如果用一根筷子，還可以怎麼量？」，引導幼兒經驗「均等單位複製測量」的探索與操作，並經由教師、同儕之間的辨證、互動等群體的討論後，部分幼兒發展出藉由手指標記筷子單位長度的輔助，進行以一根筷子為基準量之單位累積測量，且當教師進一步詢問該名幼兒：「2號馬路有多寬？」，該名幼兒能回答出「2個筷子寬」之答案。

(二) 分析與實用性思考策略

為引導幼兒對於自己及他人多元及創新解題歷程，進行分析、判斷與選擇，並鷹架幼兒修正迷失概念及精進數學知識，本研究以「尋求解釋」策略，了解幼兒解題歷程的內在想法，再以質疑、澄清、提示與突顯迷失等策略，深化幼兒數學概念，各策略之使用無先後順序，是以循環運用與交叉提問方式進行。

本研究教師在教學歷程中，為瞭解幼兒的解題想法及概念層次，運用「尋求解釋」的提問方式，如：「你是怎麼量的？」、「為什麼這輛車可以通過5號馬路呢？」等。教學歷程中，

有幼兒一直停留在運用眼睛的感官比較時，教師詢問幼兒，「55號車，可以通過哪一條馬路？可以停在哪一個車庫？」，當幼兒指著一個他認為是大的停車庫說：「比較大的那一個」時，教師刻意提出一個與幼兒相反且明顯是有問題的答案，「可是我覺得最大的是這一個耶！」，幼兒隨即回答：「不對」，於是教師進一步以「尋求解釋」的提問：「你怎麼知道不對？」，來引導幼兒開始展開一個更精準的測量探索。

「突顯迷失」策略的提問原則為，刻意突顯幼兒邏輯的破綻，以作為幼兒主動調適(accommodation)迷思概念歷程的源頭，而非立即改變幼兒的迷思(Kamii, 1982)。例如：有幼兒提出藉由看駕駛人的年齡即可判斷是大車或小車的推理時，教師為了突顯車子並不會因為駕駛人的不同而影響車子大小的事實，教師採用兩種提問，其一為教師將有明顯年紀差異的駕駛人圖片調換，並提出：「有小朋友提到一個方法，是看開車的人是誰，如果是大人開的，那就是大車喔！所以這四台車這一台最大(體積最小的車)」的提問，以嘗試突顯有明顯破綻的解題思考，激發幼兒認知衝突，並引發師生、同儕之討論、辯證之經驗，以架構幼兒調整迷思概念之情境，用以催化幼兒展開主動建構知識概念的歷程。其二為，教師將車子上駕駛人的圖片移除，再詢問幼兒，「沒有人開耶！那要怎麼看呢？到底要用什麼方法測量，才能知道這四台車的大小啊？」，此提問強調測量方法，以引導幼兒再次回到測量主題之討論。

本研究教師試圖引導幼兒自己發現或連結工具的使用，運用「車子是這樣(直的)開進來的喔！他沒有辦法這樣(橫的)開」、「再看看這裡，有沒有別的工具可以用？」等之「提示」策略的提問。此類提示的提問，並無法與幼兒舊經驗或原本的解題概念層次聯結，因而大多幼兒對教師的提問，會運用一些想像和推理等方式解題，回答與測量主題無關的答案，如：「用推的」、「用小台車」、「叫鹹蛋超人來」等。

經由三階段教學發現，提示的提問，除了運用更具體的語言外，可加入一些動作或模擬實際狀況之提問。例如：當幼兒一直無法將測量面向鎖定在馬路寬度時，教師將一台車暫時開到一條馬路的入口處，直接詢問幼兒，「這台車可以開進去這條馬路嗎？」或是當幼兒只做到測量車子的寬度後，並未繼續測量馬路時，教師會先陳述幼兒原本的測量方式後，再直接將車子與馬路的關係做連結，如：「你是量車子這裡，那你覺得馬路應該量哪裡？」，以提供幼兒進行分析與實用的思考的語言與實物線索。提示策略可以為假設情況的提問；例如：教師希望幼兒注意到馬路與車子的寬度關係，提問：「如果說 55 號車能開進這條馬路，表示馬路是比車子怎樣？」以引導幼兒發現馬路寬度與車子寬度之比較。此外，以語言描述幼兒的操作動作的提示策略，可引導幼兒觀察到所運用的工具與其數量，同時作為示範以語言表徵數學邏輯思考之溝通方式（簡佳雯，2003）。例如：幼兒將兩個白色紙盒銜接測量車子的寬度，教師以複誦幼兒的操作方式：「他剛剛用了兩個白色的盒子喔！量車子的這裡（車子寬度）」，說明及示範單位數量的表達方式。

本研究發現，「質疑」策略的封閉式提問，如：「你量這裡可以知道車子能不能通過嗎？」、「要知道車子可不可以通過馬路，只要量車子而已嗎？」等，有否定幼兒解題嚐試的傾向。有效的「質疑」提問，應針對問題焦點具體指出疑問。例如：一名幼兒在測量車子擋風玻璃的整個面積時（如圖九），選擇用紙盒與膠帶卷填滿面積的方式測量，但忽略測量物頭尾的起訖點，均要對齊測量的原則，於是教師清楚的指出幼兒原測量方式沒有對齊之處：「這邊還有一點點沒有量到ㄋㄟ？這樣就可以知道嗎？」。當該名幼兒修正測量方法後，進入測量馬路時，又出現以不同工具分別測量車子與馬路的情形，於是教師先以「他用的方法不一樣，可以這樣比嗎？」質疑幼兒測量的方法，接著再提出有點提示與更具體的線索，如「這樣比的結果會不會不一樣？」、「你

這邊是用膠帶卷比的，這邊用紙盒子跟膠帶卷，那兩種不一樣的情形喔！」，藉由這些質疑與提示的提問，幫助幼兒檢視自己的測量方法。

各種策略之運用，並非固守著單一種策略，必須互相搭配與輔助，尤其「澄清」策略常常與「質疑」與「提示」合併使用。例如：在澄清與質疑的策略中，當幼兒出現記錄的路線與實際所走的路線不符時，教師便邀請幼兒先實際走一次他認為可以通過的路線，在此歷程中再提出質疑，「你記的號碼跟這個走的不一樣ㄋㄟ，那別人怎麼知道你是走哪一條路？」，接著再以提示與澄清的提問，引導幼兒正確的記錄方式。例如：教師可蹲下來詢問幼兒目前所在的馬路「這個是幾號馬路呢？」，並對其記錄方式做澄清「那你不是要記這種號碼，不是你自己編的號碼喔！」，如此幼兒不僅可清楚發現自己記錄上的迷失，亦可了解真正的記錄方法。

三、佈題活動與紀錄

本研究發現，幼兒呈現的解題紀錄內容，會因佈題情境設計、引導說明，以及所提供之解題工具種類的不同，而有所差異。

在探索階段，老師先佈置好車子及街道圖之情境後，再對幼兒簡單口頭說明活動內容：車子可通過哪些馬路到達停車位，但沒有說明街道圖上的線條、箭頭、號碼等抽象符號所代表的佈題情境。幼兒由於對佈題情境的不熟悉，出現只知道要測量，但不知道要測量什麼的困境。例如：教師詢問幼兒「如果我今天要開這台車，進去停車位休息，你覺得我要開哪一條路？」，一位幼兒指另一邊黑色框框內畫有房子的區塊(代表街道間的社區)說：「應該是那一條」，另一名幼兒亦同樣指著畫有盪鞦韆的黑色區塊說：「開這一條」，此類對話顯示，幼兒對佈題情境中，到底哪些是馬路，哪些是非馬路地區並不全然了解，於是出現測量馬路黑線的情形，甚至認為地圖內的框框是可以開進去的。

專論

在教學發展階段的佈題活動中，教師一開始介紹情境時，就以腦力激盪的提問方式，引導幼兒對情境內的物品進行變異思考，如：「我想要把車子開回停車位，你們在地圖上看到什麼？」、「你們覺得這是什麼？」、「還有人覺得他像火車，剛剛那個 C30(幼兒)覺得他像火車，還有呢？」，如此的提問方式，雖是在腦力激盪，但並非針對解題方法而激盪，花費許多時間在猜測和討論一些佈題情境的物品。因此，教師改以肯定的語句，清楚說明街道圖內的物品和標誌以及活動規則等。例如：框框代表如公園、住宅等地區，是不能開車進入的；數字是代表每條馬路的路名；箭頭則是開車要遵循的方向等等。

在精進階段的佈題活動中，教師除了簡單且具體的陳述佈題情境與規則外，亦在「辨別車子大小」預備的活動後，帶入「比較三條馬

路寬度」的活動。經由此類活動，幼兒較能分辨出佈題情境中哪些是馬路、哪些是框框或公園情境，及要測量車子的寬度。此階段幼兒的解題歷程，並無出現測量馬路黑線或車子長度與高度的問題，且能很快的進入測量活動的主題，大部分的幼兒皆能依照佈題方向，尋找出可以通過的馬路與路線。

因佈題情境未詳加說明及教師過於開放的提問方式，探索階段的幼兒較少有測量解題，幼兒所記錄的活動單的特色為，喜歡加入一些自己喜歡或想像的物品，且活動單的畫面大多比較混亂、繁雜。幼兒所紀錄的活動單可歸納為四種類型(如圖十、圖十一)，一種是不管主題，畫自己喜歡的東西；一種是畫出測量的方式或工具；另一種是畫出路線外，亦會加入自己喜愛的東西；最後一種是只有少部分的幼兒能清楚記錄車子所能走的路線。



畫自己喜歡的東西



內容豐富但混亂，依稀可看到路線



畫出工具



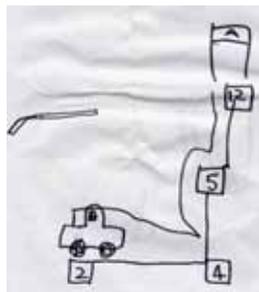
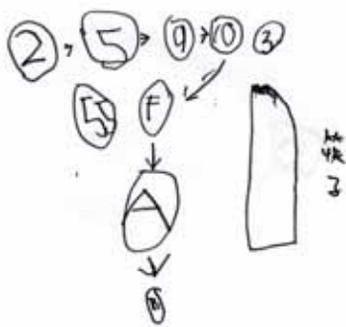
圖十、探索階段幼兒活動單記錄一

因教師佈題活動及引導策略的改進，發展階段的幼兒創造力表現較為出色，雖然有一、兩位幼兒仍會出現加入自己喜愛或想像物品的情形，其他幼兒大多能符合測量主題來記錄。記錄方式可歸納為以下幾種情形(如圖十

二、圖十三)：出現一些數字或字母；加入自己喜愛的物品；仿照畫地圖的記錄方式；只記錄測量結果；能以抽象符號記錄路線等情形。幼兒活動單的記錄方式頗具創意，但能找出路線圖的比率仍然很低。



雖畫出路線，但會加入一些自己喜愛的物品



能以抽象符號清楚記錄所走的路線

圖十一、探索階段幼兒活動單記錄二



出現一些數字或字母

加入自己喜愛的物品

圖十二、發展階段幼兒活動單記錄一



仿照畫地圖的記錄方式



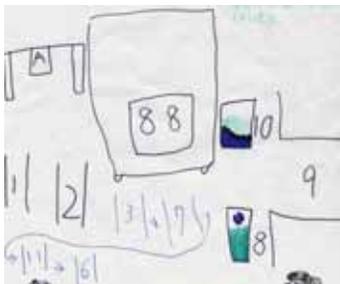
仿照地圖的記錄，清楚呈現路線



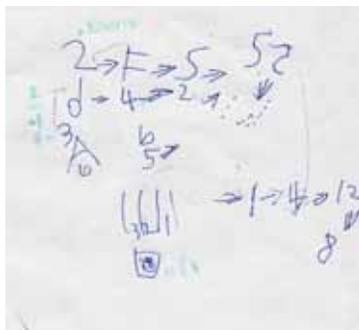
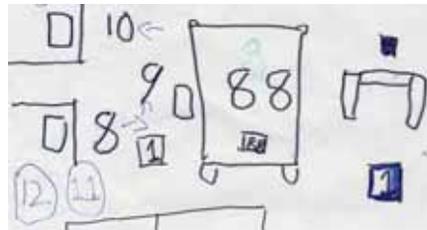
仿照畫地圖的記錄方式



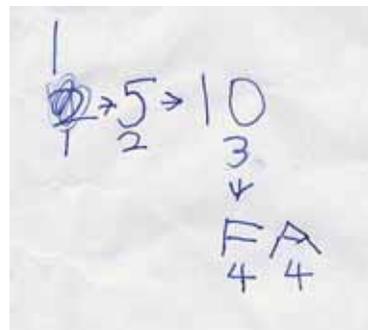
只記錄測量結果



初步能以抽象符號記錄路線



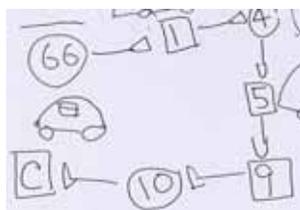
能以抽象符號記錄路線



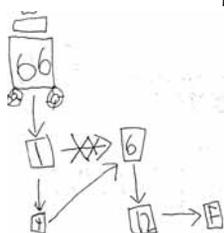
圖十三、發展階段幼兒活動單記錄一

在精進階段，多數幼兒已經能依照活動主題記錄路線圖，且大部分的幼兒皆能以抽象符號來記錄路線，並能清楚表達所走的路線。全班完成路線圖的比例相當高，約只有一、二位

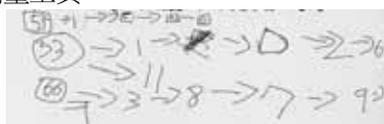
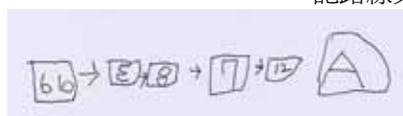
幼兒未能完成。其紀錄方式可歸納為記路線與測量工具；只記路線；另類記法三種如（圖十四、圖十五）。以下是他們的記錄方式。



記路線與測量工具

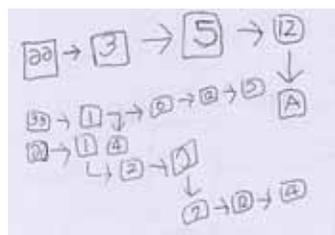
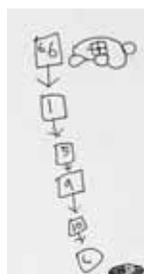


記路線與測量工具



只記路線

圖十四、精進階段幼兒活動單記錄一



只記路線



另類記法

圖十五、精進階段幼兒活動單記錄二

伍、結論與建議

「幼兒數學創造力教學」之測量活動的佈題設計，要兼顧生活化與趣味化之解題特性與測量數學概念之發展，以培養創造力及提升測量概念層次。教師由幼兒的解題歷程中，瞭解其先備經驗、及原有的測量概念層次、再綜合運用各項引導策略，才能提供幼兒有意義的數學創造力學習。腦力激盪策略的變異歷程及數學概念的聚焦與限定提問，能引導幼兒創造力思考及精進數學概念。尋求解釋、質疑、澄清、提示與突顯迷失等策略，若適當使用，能突破幼兒個人思考與學習的極限。教師在運用引導策略時，應避免爲了精進幼兒數學概念，而不斷追問幼兒或打斷其原本的操作，如此對於幼

兒自己建構其內在邏輯知識而言，並非全然有所幫助。因此教師在運用任何提問策略時，需謹慎小心使用，不斷省思提問的目的爲何？是要幫助幼兒創意性思考；亦或是要精進數學知識概念，以引導幼兒垂直性的思考。本論文之創造力引導策略較偏重於數學創造力之認知向度的引導，然而創造力多元面向觀點（江淑卿、馬祖琳，2002），強調創造力教學需兼顧情意、社會與文化三個向度，以型塑出開放與創意的團體氣氛與教室文化，除可提供「變異」與「選擇」之創造力發展動態歷程外，並可孕育出創造的動機與人格特質（張世忠等，2002）。（誌謝：本研究感謝教育部顧問室 93 年度中程發展計畫經費補助）

參考文獻

- 王雅貞(2002)。合作性對話學習歷程之行動研究~以一個幼稚園大班爲例。台北市立師範學院碩士論文，未出版，台北市。
- 王千倬(1999)。「合作學習」和「問題導向學習」—培養教師及學生的科學創造力。教育資料與研究，28，31-39。
- 江淑卿、馬祖琳（2002）多元面向論點對幼兒創造力與學習之啓示。台中師院幼兒發展與學習學術研討會論文集，142-151。台中：台中師院。
- 何雪芳、陳彥文（2003）。幼兒數學教材教法。台北：華泰。
- 李文秀（2002）。國小數學科專家教師及新手教師教學行爲分析研究。屏東師範學院數理教育研究所碩士論文，未出版，屏東市。
- 李光列（2000）。國小自然科教師應用創造性問題解決的教學策略之行動研究。國立高雄師範大學科學教育研究所碩士論文，未出版，高雄市。
- 吳芝儀(2002)。行動研究-生活實踐家的研究錦囊。台北：濤石。
- 邱文彬(2001)。創造力發展模型與教學觀：從全人生發生認識論與建構取向。嶺東學報，4，151-180頁。

- 林琴芳(2001)。**師生口語溝通之分析**。台北市立師範學院碩士論文，未出版，台北市。
- 陳淑娟(2002)。**數學教學活動的關鍵角色---布題**。翰林文教，31，取自：
<http://www.worldone.com.tw/magazine/magazine.htm>。
- 陳廣平、劉兆香(2003)。**兒童的數學與科學**。台北：紅葉。
- 國立屏東師範學院(1992)。**從學習心理談教學策略**。台灣省政府教育廳巡迴輔導團。
- 馬祖琳、江淑卿、葉佳容、許淑瑾(2004)。**第二屆創新與創造力研討會**，2月14-15日。台北：國立台灣科學教育館。
- 教育部(2003)。**九年一貫課程綱要**。
- 康士坦士·卡蜜(1999)。**幼兒數的教育**。(吳瓊洳、蔡明昌譯)。台北：五南。
- 張華城(2003)。**探討國小六年級學童數學創造力與科學創造力之相關性與差異性**。屏東師範師範教育所碩士論文，未出版，屏東市。
- 張世忠、高雅莉、鄭婷芸、彭欣茹(2002)。**創意教學之協同行動研究—以國中數學為例**。**師範院校教育學術論文發表會論文集**，1253-1273。
- 張玉成(1988)。**教師發問技巧**。台北：心理。
- 鄔瑞香、林文生(1999)。**數學教育的藝術與實務**。台北：心理。
- 黃意真(2003)。**國小教室言談之個案研究**。屏東師範國教所碩士論文，未出版，屏東市。
- 黃瑞琴(1994)。**質的研究方法**。台北：心理。
- 葉安琦(2000)。**促進國小學童創造性問題解決能力的個案研究~發展問題表徵**。國立高雄師範大學科學教育研究所碩士論文，未出版，高雄市。
- 詹志禹(2002)。**影響創造力的相關因素**。學生輔導，79，32-45。
- 甄曉蘭(1995)。**合作行動研究—進行教育研究的另一種方式**。嘉義師院學報，9，297-318。
- 廖麗惠(2001)。**以建構取向教學策略發展國小學生之科學推理**。高雄師範大學碩士論文，未出版，高雄市。
- 蔡清田(2000)。**教育行動研究**。台北：五南。
- 蔡瓊賢、林乃馨(2003)。**幼兒創造性教育與活動**。台北：華騰文化。
- 謝淨鈴(2003)。**問題發展融入國小二年級數學學習之個案研究**。台中師範學院數學教育系碩士論文，未出版，台中市。
- 魏美惠(1994)。**創造力的認識與培養**。台中師範學院幼兒教育年刊，7，117-129。

專論

- 簡佳雯 (2003)。談表徵對數學教學的重要性。翰林文教, 31, 取自：
<http://www.worldone.com.tw/magazine/magazine.htm>。
- 簡良平(1999)。科技整合之『問題-解決』教學策略可行性探討。課程與教學季刊, 2(3), p103~116。
- 龔玉春(2003)。國小教師認知教學策略與學生數學成就、數學自我效能之相關研究。屏東師範學院心理輔導教育研究所碩士論文, 未出版, 屏東市。
- Berk, L. E. (2000). *Child development*. (5th ed.). Needham Heights, Mass: Allyn and Bacon.
- Csikszentmihalyi, M. (1999). Implications of a systems perspective for the study of creativity. In R. J. Sternberg, (Eds.), *Handbook of Creativity*, 189- 212. United Kingdom: Cambridge University Press.
- Cobb, P., Wood T., & Yackel, E. (1993). Discourse, mathematical thinking, and classroom practice. In E. A. forman, N. Minick, & C. A. Stone(Eds.) , *Contexts for Learning: Sociocultural dynamics in children's development*(pp.91-119). New York: Oxford University Press.
- Charlesworth, R. & Lind, K. K. (1999). *Math and science for young children*. (3rd ed.). Albany, NY: Delmar Publishers.
- Kamii, C. (1982). *Number in preschool and kindergarten*. Washington, DC : National Association for the Education of children.
- Nickerson, R. S.(1999). Enhancing creativity. In R. J. Sternberg, (Eds.), *Handbook of Creativity*, 189- 212. United Kingdom: Cambridge University Press.
- Sternberg , R. J. & Lubert, T. I. (1995). *Defying the crowd: Cultivating creativity in a culture of conformity*. New York: Free Press.
- Tan A. G. & Goh S. C. (2002). Singaporean Student Teachers' Perception of Teacher Behaviors Important for Fostering Creativity. *Hong Kong: Education Journal*, 30(2), 107-131.
- Wragg, E. C. & Brown, G (2001). *Questioning in the Primary School*. New York : Routledge Falme.
- Willian W. W. (1991). *Questioning Skills, for Teachers*. Washington. D.C. : National Education .Association.

The Study on the Creativity Teaching Strategies of Cognitive Dimension: Measurement Activities

Tzu-Lin Ma* Chia-Jung Yeh Shwu-Ching Jiang* Shu-Chin His****

This action research has developed "the creative instruction of children mathematics". During the process of exploration, development and improvement of the instruction, the curricula and teaching strategies have been justified and verified. The framework of the question-pose has associated children's measurement concept and operation level of problem-solving. The pattern of question-pose has influenced on the presentation of children's thinking and drawing. Children's creative thinking has developed from the brainstorm strategy with varied operations and the restriction strategy with measurement concepts. Children's higher creative thinking level has been stimulated from the strategies of analysis and practice thinking that include explanation, examination, clarification, prompting and emphasizing misconception. These teaching strategies have provided children with opportunities and experiences to accommodate their misconceptions and refine mathematics concepts.

Keywords: children mathematics, creativity teaching, teaching strategy

* Associate Professor, Department of Child Care, NPUST

** Graduate Student, Department of Child Care, NPUST

專論