

## The Study of Learning Achievement on Multiplication(2) for Second Graders Using Magic Board as Teaching Aid

I-Ru Lo<sup>1</sup> and Chien-Chung Huang<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Anshun Elementary High School, Tainan, Taiwan

<sup>2</sup>Department of Applied Mathematics, National University of Tainan, Taiwan

### Abstract

This study was to investigate using the Magic Board as teaching aids to understand the effects of performance and learning achievement among the second graders for the concept of multiplication(2) in mathematics. Meanwhile, we want to know the differences between problem-solving abilities of students of different levels of achievement. This study adopted mixed-methods designs that mainly quantitative data analysis, supplemented by semi-structured interview data to evaluate learning effectiveness. The participants were 49 second graders from two classes of public elementary school in Annan District of Tainan City. One class was experimental group receiving the quasi-experimental research of nonequivalent pretest-posttest design, while the other was the controlled group receiving traditional teaching method. After teaching, both groups of students completed the "Multiplication Achievement Test" designed by the researcher. The researcher used statistical analysis package software SPSS 21.0 to analyze quantitative data such as descriptive statistics, one-way ANCOVA, and dependent sample t-test, and conducted semi-structured interviews with experimental group students to collect qualitative data.

The research results were as follows:

1. The second graders' performance of solving multiplication math achievement test was different in five subscales of questions. The result showed that all the participants' performance did best on subscales of "Multiplicative Comparison" followed by the type of "Equal Groups". The worst performance type was the "Multiplication Concept". Among the problem-solving dimensionalities, the experimental group has better outcomes than the control group, especially in the type of "Multiplication Concept" that the best of five subscales.
2. Comparing using Magic Board as teaching aid with traditional teaching, there were significant difference between the experimental class and the controlled class on their performance of "Multiplication Achievement Test".
3. Second graders had positive learning attitude after learning the unit of multiplication(2) with the Magic Board.

**Keywords:** Second Graders, Magic Board, multiplication

---

\* Corresponding author: yiru81877@gmail.com

DOI : 10.3966/222344892021041101007

# 以萬用揭示板為輔具融入教學對國小二年級學童 「乘法(二)」單元表現之研究

羅衣汝\*

台南市立安順國小

黃建中

國立臺南大學應用數學系

## 摘要

本研究為探討以萬用揭示板為教學輔具融入國小二年級「乘法(二)」單元對學童之學習表現概況與學習成就之影響，以及瞭解不同程度學生解題表現與學習動機之差異。研究者採混合研究設計方式，以量化資料分析為主，輔以半結構性晤談資料評估學習成效，樣本取自台南市安南區某國小二年級兩個班級共 49 位學童，採用不等組前後測設計之準實驗研究，一班為實驗組，另一班為控制組進行實驗教學。教學後，兩組學童皆完成研究者自編的「乘法成就測驗」，研究者以統計分析套裝軟體 SPSS 21.0 進行描述性統計、單因子共變數分析和相依樣本  $t$  檢定等方法分析量化資料，並對實驗組學童進行半結構性晤談蒐集質性資料。研究結果如下：

1. 國小二年級學童在五種類型題目表現各有差異：以全體受試者而言，在「比較型題型」表現最佳，「等組型題型」表現次之，而「乘法意義題型」表現最差。實驗組在類型題型表現皆比控制組表現佳，在「乘法意義題型」中，實驗組得分表現比控制組高出最多，為五個類型中差距最大。
2. 以萬用揭示板融入教學和傳統講述教學法比較，對國小二年級學童在「乘法成就測驗」表現達顯著差異。
3. 使用萬用揭示板融入國小二年級「乘法(二)」單元教學後，學童對萬用揭示板融入教學抱持著正向學習態度。

**關鍵字：**國小二年級學童、萬用揭示板、乘法

## 壹、前言

### 一、數學焦慮影響學童學習動機與學習成就

你是否也被「數學焦慮」困擾著呢?數學焦慮即在數學學習或是面臨數學題目時,心裡會產生緊張、心跳加速甚至害怕的心理狀態,每當看到數字或參與數學課堂,心中的紅燈隨即亮起。魏麗敏(1988)認為數學焦慮即在使用數學概念或是處理數字時,心中感受之緊張、不安的情緒狀態。Fennema 和 Sherman(1976)(引自葛建志,2005)也指出在運算數學的過程中的產生焦慮、害怕等情緒甚至引起身體症狀的反應,阻礙個人數學學習即數學焦慮。

羅淑香(2011)研究指出國小學童中,年級越高,對於數學焦慮的程度就越高。目前世界各國的學童普遍在數學學習上都遭遇困難,而數學學習成就低之學童比率偏高(Battista,1990)。魏麗敏(1996)的研究也發現,學習動機高之學童其數學成就顯著高於學習動機低之學童,數學焦慮高之學童其數學成就則顯著低於數學焦慮低之學童。許多研究文獻上(余淑如,2011;黃量意,2007;葛建志,2005)研究結果也顯示數學焦慮與數學成就呈現負相關。

### 二、教具對低年級學童數學學習發展助益

回首過往,對於數學課堂的記憶僅停留在數學課本與板書抄寫,一張張的考卷與反覆的習題演算搭建起似懂非懂的數學概念。然而,《數學領域課程綱要》(教育部,2018)提及數學並非僅是單一學科知識,在日常生活、自然探究、財經與科技發展等方面數學皆被廣泛的應用,所以在數學學習上更應該以學習者為主體,連結學習者的生活經驗,應用多元學習方式建構學習者的數學概念,才能使數學活用於生活之中。《數學領域課程綱要》(教育部,2018)中強調如何依照學童之年齡、能力、興趣或領域,使其獲得能結合理論與應用的數學素養,為現階段數學教育重要之目標。如此而言,處於具體運思期階段的低年級學童無法單獨進行抽象思考,仍需在學習過程中透過具體實物操演進行運思,教具的使用有助學生建構抽象的數學義涵,提供多元的情境連結知識(Drickey,2000)。因此教師在進行數學教學時應適時搭配教具,並引導學生從中了解並掌握數學概念。而Clements(1999)也提及教師在數學課堂上使用實體教具進行教學,可以強化學生思考並建立、發展知識,增進學生的學習成就。

### 三、萬用揭示板解決教學現場問題

#### (一)實體教具資源少

進行數學課前備課時,教學者常苦於實體教具資源少、教具資源取得不易之問題,且取得之教具也不一定能符合學生生活經驗。

#### (二)教具操作易影響課堂秩序

由於研究者任教於低年級,常在教學現場發現低年級學生在操作教具時易因情緒高漲或將學習教具視為玩具而忽略學習重點,且低年級學童專注力時間不長,部分學童易因專注力不集中無法跟上課堂操作教具步驟。

#### (三)教具收納不易

多數教具為了能永續利用，故教學者需有足夠空間收納，也因此教具收納就成為教學者一大問題。

#### (四)教具使用不易保留學習軌跡

一堂完整的數學教學，概念與概念間需連貫，若無連續課堂，一節課結束學童收拾教具後，不僅無法保留學童當時學習歷程，下一次課程開始又需多花時間回溯上次學習重點。

隨著科技不斷進步，資訊融入教學是現今教學者必然面對的教學趨勢，資訊時代下諸如計算機 (calculator)、電腦 (computer)、網際網路、多媒體工具及行動工具等皆能成為學習工具 (教育部, 2018)，而虛擬教具 (virtual manipulatives) 即是結合電腦與實體教具所創造出之新教具 (張漢宜, 2002)。虛擬教具具有可連結圖像與抽象符號、不受空間與時間之限制、可改變且易分配與清除物件等特性 (鍾萌芬, 2012)，另外，虛擬教具只需有軟體即可於課堂供多數學童同時使用，解決實體教具資源不足、教具收納等問題。近年來各類虛擬教具紛紛興起，萬用揭示板此套虛擬教具軟體除了有簡單易上手的特點，其也以當前教科書為藍本，設計保留實體教具效能的虛擬教具，不僅如此，教學者還能透過萬用揭示板之網路平台設計屬於自己的教學教材。許多研究文獻上 (林嘉惠, 2015; 周淑君, 2018; 胡長銘, 2009; 孫佳吟, 2015; 陳鴻珊, 2020; 熊貴蓮, 2014) 的研究結果也認為以萬用揭示板為教學輔具融入數學教學中對學童的學習有正向的學習幫助，故此次研究將選擇萬用揭示板進行實驗。

## 貳、虛擬教具

### 一、虛擬教具介紹

隨著科技日新月異，資訊科技融入教學已成必然之趨勢，而虛擬教具 (virtual manipulatives) 即是利用數位科技模擬實體教具所設計出之教學軟體，將抽象概念具體化，其雖然無法擁有像實際操作實體教具般的觸覺感受，但卻如同實體教具一樣具有影像、色彩、可移動和排列組合的特性。

虛擬教具有別於傳統實體教具，可透過互動式、網頁式和動態的視覺表徵圖像，提供學童更豐富的視覺印象進而建構數學知識 (胡長銘, 2009)，除了解決實體教具資源不足、難以隨著教學內容更新等問題，其在操作上也更具彈性，也能提供學童更即時的回饋，Moyer, Bolyard 及 Spikell (2002) 更指出虛擬教具可能將成為新世代最適切的數學學習工具。

#### (一) 虛擬教具特性

教學者若欲透過課堂教學提升學習者的學習動機與學習興趣，進而提升學習成效，則需瞭解虛擬教具的特性和優點，並加以整合融入用至教學活動中，不但可以豐富教學資源，更可進一步強化、創新其課程教材與教法 (林以德, 2014)。施保成 (2011) 在其研究中提到虛擬教具具備以下幾點利於教學特性：

1. 適合大班教學 (great assets for classroom use)
2. 可連結圖像與抽象符號 (Link iconic and symbolic notation)

- 3.可以方便任何人取用，不受空間與時間之限制(Anywhere, anytime, to anyone)
- 4.具更可改變性(Potential for alteration)
- 5.容易分配與回收教具 (Distribution and clean up for materials)

參考 Izydorczak (2003)和王智弘(2006)的文獻整理出虛擬教具的八大優點：

- 1.虛擬教具可監控教學中進行之學習活動
- 2.虛擬教具比實體教具更有擴張性
- 3.虛擬教具能呈現出比起實體教具更細微的概念
- 4.虛擬教具比實體教具操作更容易
- 5.虛擬教具比實體教具更適合用於大團體的教學
- 6.透過輔助說明的連結，虛擬教具可以更清楚的表徵數學符號和程序。
- 7.實體教具購買有經費上的考量與限制
- 8.減少班級管理問題

## (二)虛擬教具分類

Spicer(2000)將網路上的虛擬教具分為兩大類，一類是靜態虛擬教具 (static visual representation of concrete manipulatives)；另外一類則是動態虛擬教具 (dynamic visual representations of concrete manipulatives)：

1. 靜態虛擬教具 (static visual representations of concrete manipulatives)：其呈現方式即將圖像繪製於黑板，或者投射在投影幕上，透過電腦軟體技術所繪製出的虛擬影像進行表徵，學生無法對靜態的虛擬影像進行操作。
2. 動態虛擬教具 (dynamic visual representations of concrete manipulatives)：可透過軟、硬體設備繪製出的物件 (objects) 呈現於布幕或螢幕，並藉由鍵盤、滑鼠進行操作。

綜觀以上敘述，虛擬教具除了保有實體教具的優點與更加入資訊科技在操作上的彈性，著實展現了其在教學上的優勢。近年來，許多學術單位與 NCTM 致力於虛擬教具的開發並提供教學說明指導，以利教學現場教師使用，而有關虛擬教具的研究報告也陸續的出現(林嘉惠，2015)，可見虛擬教具融入教學是未來教育不可抵擋之勢。

## 二、萬用揭示板

萬用揭示板是國內一個適合國小教師在進行數學教學時使用之教學平台，設計者以現今數學教材為藍本，將教學現場所需之實體教具以數位化方式呈現，教學者可透過軟體中多樣化的教學元件設計並建置教材，是一套多功能的教學軟件。萬用揭示板是經 95 年度國科會計畫補助建置，計畫編號 95-2520-S-033-003，是由中原大學袁媛教授計畫主持，其帶領研究團隊利用 Flash MX 2004 研發出「萬用揭示板」軟體(賴盈秀，2015)，網站全名為「萬用揭示板數學教學網」，系統維護者是張世明老師。

### (一)萬用揭示板開發緣由

目前多數研究也顯示利用實體教具能有效引導學童學習數學概念，故操弄教具對於此階段的學童在數學學習歷程上是有相當大的助益。

但實際上在教學現場使用實體教具的狀況卻不如預期，因教學者常面臨教具資源短缺、無法取得真正想用的教具、教學使用教具的過程中秩序難以管控或者教具收納空間不足等問題(袁媛、魏敏媛、陳敏慧，2012)，且教具使用時教學

者若缺乏有效引導，學童多半是進行與學習工作無關之遊戲，此時教具則易淪為玩具(Toney, 1968)(引自林秀姿，2015)，使得教學現場越來越多教學者放棄使用實體教具進行教學。

萬用揭示板開發團隊試著將實體教具數位化及元件化，並整合於一個軟體，開發者希望透過萬用揭示板，能幫助教學者動態且清楚的呈現數學學習概念，進一步幫助學習者透過不同表徵的連結學習數學抽象概念(袁媛、魏敏媛、陳敏慧，2012)。

## (二)萬用揭示板內容架構

萬用揭示板操作簡單，對於一般不擅資訊科技的教學者而言是相當方便且好上手的教學網站，其不需要安裝任何軟體，只需有網路及瀏覽器便可以於網上操作使用，教學者設計教材時，工具的輸出可用直接拖曳的方式來呈現元件，不必經由任何執行上的限制。(袁媛、陳國龍、張世明，2007)以下分別就萬用揭示板軟體操作介面、布題中心及教材中心進行說明：

- 1.萬用揭示板軟體操作介面：萬用揭示板的介面分為元件庫、揭示區以及按鈕控制區。
- 2.布題檢索及教材檢索：布題檢索是以單一布題進行儲存使用；而教材檢索是教學者可將選取好的數個布題合成同一單元教材，方便日後課堂使用。

## (三)萬用揭示板特色

袁媛、魏敏媛、陳敏慧(2012)指出萬用揭示板有以下幾點特色：

- 1.簡單且容易上手。
- 2.可培養檢索運用教材或自編教材之能力。
- 3.配合國小數學單元進行教學。
- 4.萬用揭示板具備傳統黑板的功能與動態教學過程。
- 5.萬用揭示板的動態元件能簡化視覺畫面，使學生更專注於課堂內容之探討。
- 6.萬用揭示板以平面及立體視覺輔助呈現所需效果。

## (三)萬用揭示板相關實證研究

許新鳳(2012)在運用「萬用揭示板」發展國小二年級等號概念教材之行動研究中發現學童對等號之意義認知上有明顯的成長與改變。林嘉惠(2015)以萬用揭示板融入分數教學對國小三年級學童同分母分數加減問題解題表現之研究結果顯示以萬用揭示板融入分數教學對於國小三年級學童在同分母分數加減的解題表現上和傳統講述教學有顯著差異，實驗班學童在解題表現方面優於對照班學童。

## 參、乘法概念

### 一、暗隱模式

#### (一)暗隱模式意涵

Greer(1992)認為在乘除概念發展上，當乘除概念由整數發展到有理數時，數學結構與真實情境逐漸缺乏連結，學生在解決有理數乘除問題時，直覺上仍會使用在整數學習時建構之解題策略，因而產生迷思錯誤，例如：乘變大、除變小等。

Fischbein 等人(1985)(引自阮正誼, 2002) 以 628 位義大利國小 5、7 和 9 年級的學生為研究對象, 對乘除文字題的解題研究中, 證實了「暗隱模式」, 其研究指出, 每一種基本的算術運算都連接著潛意識的(unconscious)、暗隱的(implicit)模式, 它是源於直覺的(intuitive)。以乘法而言, 假設學生學習乘法的原始行為模式是由「連加」作為先備知識, 那麼其對於乘法的暗隱模式就是「連加」, 因此當乘數為小數時, 學童易受「連加」影響而認為「乘會使結果變大」。

Fischbein 等人(1985)(引自阮正誼, 2002)指出暗隱模式可能形成之因有兩種可能: 一方面是整數運算教學中的概念不完整, 因此學生學習過程無法產生適當的同化 (assimilation)與調適(accommodation), 導致難以重整建構根深蒂固的觀念, 另一方面是反映了人類心靈活動之原始、基本的一面。

## (二)暗隱模式相關研究

Ekenstam & Geoger (1983)(引自陳淑芳, 2007) 探究 12 至 13 歲學生數學問題解決能力。研究發現, 學生對選擇運算策略深受「乘法使結果變大, 除法使結果變小」影響。劉湘川等人 (1994) 由研究中「試題關聯結構」和「無參數試題反應理論」分析結果, 支持「暗隱模式」的存在。阮正誼(2002) 研究中確立在乘除概念中「暗隱模式」對迷思學生乘除問題表現產生影響。

## 二、乘法結構

### (一)Schwartz (1988) 模式(引自汪雅惠, 2010)

Schwartz (1988) 以外延量(E)、內涵量(I)及常數(S)將乘法分為【I, E, E'】(分為等組型、包含除、等分除)、【E, E', E''】(直積型)、【I, I', I''】(陣列型)及【S, E, E'】(比較型)的結構。

### (二) Vergnaud (1983) 模式(引自汪雅惠, 2010)

Vergnaud (1983) 從向量空間和向度來討論, 將乘法的結構分為: 量數同構型(isomorphisms of measures)、叉積型(product of measures)、多重比例型(multiple proportion)。

### (三) Usiskin & Bell (1983) 模式(引自汪雅惠, 2010)

Usiskin & Bell (1983) 在乘法應用的觀點上對乘除法問題進行分析並分為三類: 比例因子類(rate factor)、交叉乘積(cross product)、大小改變類(size change)即倍數問題(scalar problem)等項。

(四) Greer (1992) 根據問題情境將正整數乘除法問題分成四類: 等組型(equal groups)、比較型(multiplicative comparison)、直積型(Cartesian product)與陣列型/矩形面積(rectangular area)。

1. 等組型(equal groups): 指含有相同個數或次數之物體集成總量之情境問題, 這類問題又可分為離散量、連續量兩種。
2. 比較型(multiplicative comparison): 這類型問題常以「n 倍有多少?」敘述應用於問題情境。
3. 直積型(Cartesian product): 即為笛卡兒積, 此問題應用在二個不同集合物件的配對或組合。

4. 陣列型/矩形面積(rectangular area)：即將物件以方陣排列方式設定情境問題，即為一排有幾個

(單位量)，有幾排(單位數)的方式計數，此亦可計算面積。

Greer 的乘法結構問題舉例說明，如表一所示。

表一 Greer 的乘法結構問題舉例說明

| 類型               | 舉例   |
|------------------|--|
| 等組型              | 1 位小朋友有 3 枝筆，5 位小朋友共有枝筆?<br>$3 \times 5 = ( )$                     |
| 比較型              | 哥哥有 5 張貼紙，妹妹的貼紙是哥哥的 2 倍，請問妹妹有幾張貼紙?<br>$5 \times 2 = ( )$           |
| 直積型              | 媽媽有 7 件不同顏色的裙子和 4 件不同顏色的上衣，請問媽媽可以搭配出幾種不同的款式?<br>$7 \times 4 = ( )$ |
| 陣列型/<br>矩形面<br>積 | 餐桌上奇異果蘋排成 6 排，每排有 4 顆，請問共有多少顆?<br>$4 \times 6 = ( )$               |

綜合上述的乘法模式可知，乘法類型依據不同觀點，分類方式也各有所異，基於研究考量，Greer 模式較符合國小數學教材內容，本研究擬以 Greer 模式作為編製測驗卷的依據。

## 肆、研究方法

### 一、研究設計

研究者採混合研究設計(mixed-methods designs)為研究方法，以兩階段進行，研究對象為二年級學生，為了能給予教師在教學上最直接的建議，因此在實際的班級中進行實驗。第一階段為紙筆測驗蒐集量化資料，第二階段進行質化資料蒐集、驗證。

第一階段採取準實驗設計(quasi-experimental design)中的不等組前後測設計(nonequivalent pretest-posttest design)，研究樣本以班級為單位，分為實驗組和控制組。以一年級下學期的數學總平均成績作為前測，接著經由研究者以萬用揭示板作為教學輔具融入國小二年級「乘法(二)」單元對實驗組進行教學，教學結束後，同時以研究者自編之「乘法成就測驗」對實驗組和控制組進行後測，以探討使用萬用揭示板作為教學輔具，對於學童在國小二年級「乘法(二)」單元的學習成就表現之影響，

表二為研究設計架構表。

表二研究設計架構

| 組別  | 前測             | 實驗處理 | 後測             |
|-----|----------------|------|----------------|
| 實驗組 | O <sub>1</sub> | X    | O <sub>3</sub> |
| 控制組 | O <sub>2</sub> | C    | O <sub>4</sub> |

O<sub>1</sub>、O<sub>2</sub>：實驗組和控制組均以一年級下學期數學總平均成績為起點行為。X：實驗組以萬用揭示板融入國小二年級「乘法(二)」單元進行教學。C：控制組班級以傳統講述教學進行國小二年級「乘法(二)」單元教學。O<sub>3</sub>、O<sub>4</sub>：實驗結束後，實驗組與控制組同時接受「乘法數學解題成就測驗」。

第二階段之半結構式晤談，研究者設計訪談提問，並由第一階段實驗結果挑選晤談人員，晤談過程中進行錄影及錄音，並轉為文字檔，作為質性分析的研究內容。

## 二、研究對象

表三乘法成就測驗預試樣本人數分配表

| 學校     | 台南市安南區某國小 |      |
|--------|-----------|------|
| 班級     | 二年甲班      | 二年乙班 |
| 男生人數   | 15        | 14   |
| 女生人數   | 12        | 11   |
| 人數合計   | 27        | 25   |
| 無效樣本   | 0         | 0    |
| 實際有效樣本 | 27        | 25   |

以同校二年級兩個班級共 52 位學生進行預試，見表三的預試樣本人數分配表。回收樣本共 52 份，其中有效樣本為 52 份。本次「乘法成就測驗」預試之測驗時間為 40 分鐘，預試主要目的在於蒐集學童答題資料，以確立本研究工具之信、效度，並以預試結果之試題難易度及鑑別度數據，做為正式乘法成就測驗是否修正與刪減之依據。

表四乘法成就測驗預試樣本人數分配表

| 學校     | 台南市安南區某國小       |                 |
|--------|-----------------|-----------------|
| 班級     | 二年 A 班<br>(實驗組) | 二年 B 班<br>(控制組) |
| 男生人數   | 14              | 11              |
| 女生人數   | 11              | 13              |
| 人數合計   | 25              | 24              |
| 無效樣本   | 0               | 0               |
| 實際有效樣本 | 25              | 24              |

本研究因考量人力、教學時間和研究目的上的限制，研究者挑選台南市安南區某國小二年級兩班學童，其中一班為研究者任教班級，以此班為實驗組，總計

人數為 25 人，另外於同校二年級其餘班級挑選一班作為控制組，總計人數為 24 人，兩班實際有效樣本共計 49 人為正式施測樣本。實驗組以萬用揭示板為教學輔具，進行國小二年級「乘法(二)」單元教學；控制組則為一般傳統的講述教學。

表五晤談樣本人數分配表

| 組別  | 總人數 | 選取人數 |
|-----|-----|------|
| 低分組 | 8   | 2    |
| 高分組 | 8   | 2    |
| 合計  | 16  | 4    |

在質性資料的蒐集方面，研究者於正式施測後，根據「乘法成就測驗」上的得分表現，由高至低依序排列，其中高分組取成績排序前 33%，低分組取成績排序後 33%，其餘為中分組，再由高分組和低分組中各取 2 位學童，共 4 位學童，針對「乘法成就測驗」內容進行半結構式晤談，以進一步了解不同程度學童在使用「萬用揭示板」後的學習最大差異，表五為晤談樣本人數分配表。

### 三、研究場域

本研究樣本所在之學校屬工業區 50 班以上大型學校，全校 6 個學年，共計 51 班，學童人數約為 1380 名，而二年級共有 10 班。該校編班制度採常態編班，因此施測樣本具公正性。校內教師專業自主性高，教學上常會依班級學童學習樣態設計教學活動。另外，該校家長多從事工、商和服務業為主，多數家長因工作忙碌的關係，學童課業多由安親班協助完成，對學童學習參與度不高。

### 四、研究工具

本測驗編制係依據教育部頒布之國民小學二年級九年一貫數學學習領域 97 課程綱要，以及翰林版 108 學年度第三冊數學課程教材，並參考教材中的教學內容及相關試題編制成「乘法成就測驗」。

研究者測驗編制完畢後，惠請具有多年相關教學經驗的國小教師，針對測驗內容提供意見，再請三位國小二年級學童進行測驗試做，並於試做後修改題意不清或不適當的題目，將本研究工具更臻完善，表六為「乘法成就測驗」預試題目類型分配表。

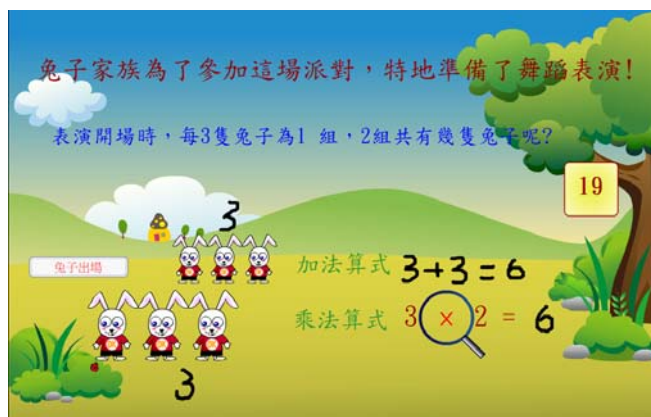
表六「乘法成就測驗」預試題目類型分配表

| 題目類型   | 題號                   | 題數 |
|--------|----------------------|----|
| 等組型題型  | Q1、Q9、Q10            | 3  |
| 比較型題型  | Q2、Q3、Q4、Q11、<br>Q13 | 5  |
| 直積型題型  | Q12、Q14、Q17          | 3  |
| 陣列型題型  | Q5、Q6、Q7、Q8          | 4  |
| 乘法意義題型 | Q15、Q16              | 2  |

本研究工具的計分方式為每題 1 分，答案答對方可得到 1 分，答案錯誤或做法錯誤符合其一者均得 0 分。實驗組與控制組分別在各自班級由研究者和班級導師監測考試，為了公平起見，施測過程監考老師不做任何講解或引導。

### 五、教學設計

本研究在教學活動設計上，研究者應用萬用揭示板教學軟體設計國小二年級「乘法(二)」教學單元之教材，並透過課程上的教學互動，輔助學童學習。教學過程中，教師隨機挑選學童上台操作萬用揭示板「教學工具」中之教學元件，透過操作過程讓學童看見需學習之數學概念，如圖一所示。



圖一 教學布題設計

### 六、信度與效度考驗

本測驗在信度考驗採用統計分析軟體 SPSS 21.0 求得測驗之 Cronbach  $\alpha$  值，以分析其內部一致性。一般而言，量表的信度最好高於 0.8，至少高於 0.7（涂金堂，2009）。本研究之預試以二年級兩個班學童，共 52 人進行測驗，經由統計分析軟體 SPSS 21.0 進行 Cronbach  $\alpha$  內部一致性分析，所得  $\alpha$  值為 0.76，於此，本研究試卷具有良好之信度。

效度方面，本測驗採用專家效度，研究工具發展初期以民國九十七年教育部發布之「國民小學二年級九年一貫數學學習領域課程綱要」，及 108 學年度翰林版第三冊數學科教材內容及相關試題為參考藍本，確定教學目標與教學內容後，建立雙向細目表作為測驗編寫依據，再與指導教授及具有多年任教低年級經驗之教師討論，針對內容及題型進行修改，以取得更佳的專家效度。

### 七、難易度和鑑別度

難易度主要在分析題目的難易程度，以公式為  $P = \frac{PH+PL}{2}$ （PH 為高成就學生答對該題的百分率，PL 為低成就學生答對該題的百分率）計算。當 P 值越小，表示試題難度越高；反之，P 值越大，表示試題較簡單。許多專家認為問答題理想的難度值為 0.5 以上，因此保留難度值 0.5 以上的題目。

鑑別度能分析試題是否可以區分出學生能力高低，以公式  $D = PH - PL$  計算。當 D 值越大時，表示試題的鑑別度越高；反之，D 值越小時，表示試題的鑑別度越低。

測驗學者 Ebel(1979)(引自郭生玉, 2004)曾提出鑑別度.40 以上的試題屬極佳試題, .30~.39 則為優良試題, .20~.29 屬尚可的試題, 因此建議保留鑑別度 0.2 以上的試題。

表七預試題目難易度及鑑別度分析統計表

| 題號  | 難易度<br>(P) | 鑑別度<br>(D) | 題目篩選 | 正式問<br>卷題號 |
|-----|------------|------------|------|------------|
| 1   | 0.94       | 0.12       | 刪除   |            |
| 2   | 0.82       | 0.35       | 保留   | Q1         |
| 3   | 0.68       | 0.65       | 保留   | Q2         |
| 4   | 0.76       | 0.24       | 保留   | Q3         |
| 5   | 0.74       | 0.41       | 保留   | Q5         |
| 6   | 0.74       | 0.53       | 保留   | Q6         |
| 7   | 0.91       | 0.18       | 刪除   |            |
| 8   | 0.94       | 0.12       | 刪除   |            |
| 9   | 0.76       | 0.35       | 保留   | Q4         |
| 10  | 0.53       | 0.59       | 保留   | Q8         |
| 11  | 0.17       | 0.24       | 保留   | Q7         |
| 12  | 0.17       | 0.24       | 保留   | Q9         |
| 13  | 0.71       | 0.59       | 保留   | Q10        |
| 14  | 0.74       | 0.41       | 保留   | Q12        |
| 15  | 0.88       | 0.24       | 保留   | Q11        |
| 16  | 0.68       | 0.65       | 保留   | Q13        |
| Q17 | 0.79       | 0.41       | 保留   | Q14        |
| Q18 | 0.62       | 0.41       | 保留   | Q15        |
| Q19 | 0.74       | 0.41       | 保留   | Q16        |
| Q20 | 0.82       | 0.24       | 保留   | Q17        |

評鑑試題優劣通常是選擇鑑別力較高的試題, 再從中挑選出難度指數適中的題目。綜合上述, 本測驗試題經預試及試題分析後, 多數題目難以同時兼具優良的難易度與鑑別度, 但因低年級題型設計需符合學生生活經驗, 題目偏易, 且為了使測驗題型能夠具代表性, 因此還是需要保留那些相當容易或相當困難的試題, 故決定刪除鑑別度低於 0.2 之試題, 其餘試題予以保留, 結果請見表七。

#### 八、晤談設計

為補足量化資料的不足, 本研究於實驗過後另外設計半結構式的開放性晤談, 來深入探討學生對於教師使用萬用揭示板教學的學習感受、以及使用萬用揭

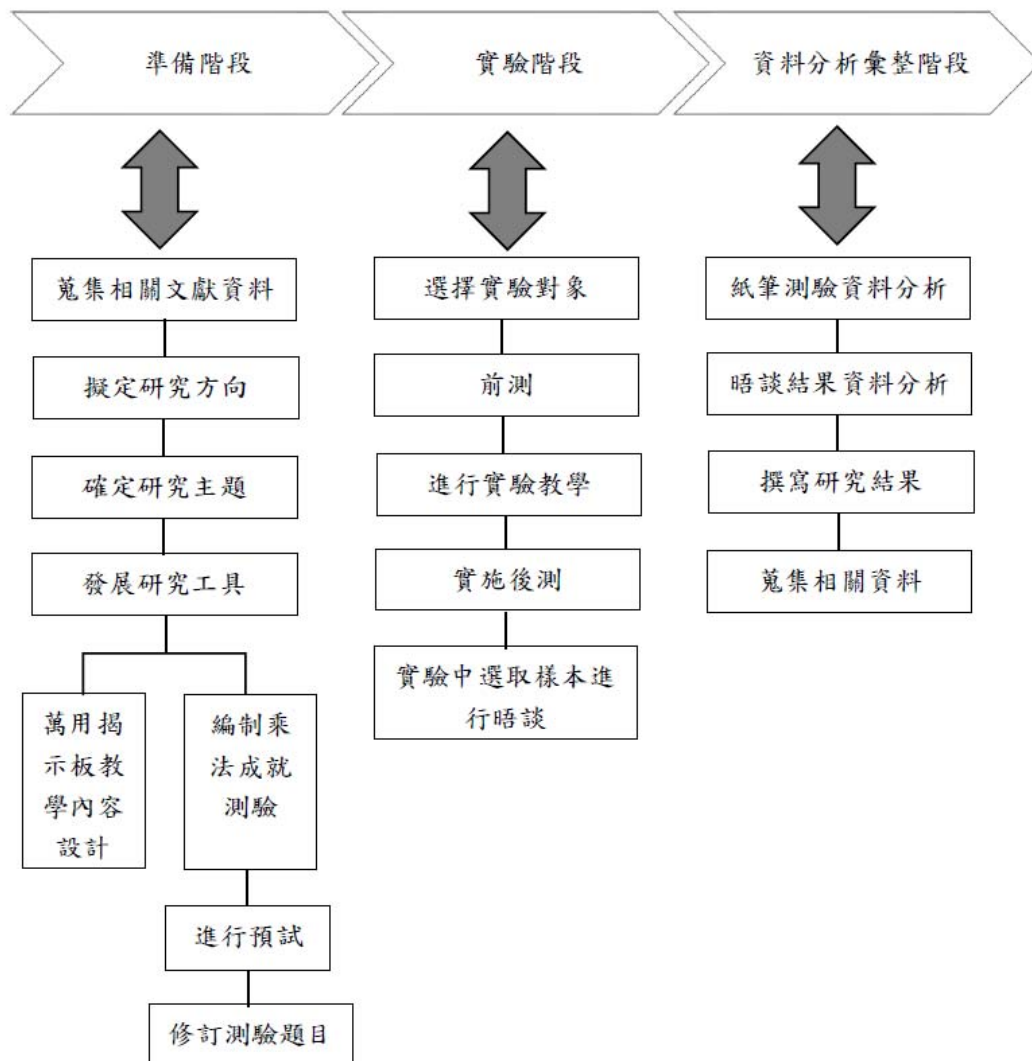
示板後學生在「乘法成就測驗」的解題表現之轉變。

本研究樣本為二年級學童，研究者根據實驗組班級「乘法成就測驗」成績高低依序排列，取成績前 33% 學生分為高分組，成績後 33% 為低分組，並於高分組與低分組中各選取學童 2 人，共 4 人進行晤談。

晤談內容從「乘法成就測驗」中分別依據試題五項度各挑選一題進行晤談，了解不同程度學生的解題歷程。因晤談對象為低年級學童，故在晤談過程中，為了使受訪學童更了解晤談問題，研究者將視情況加入引導延伸問題，或以不同提問方式詮釋問題。為讓學童能在無壓力狀態受訪，晤談進行均為研究者與晤談對象一對一進行，同時錄影、錄音，並選擇單獨空間進行晤談，事後再進行逐字稿的轉譯。

### 九、研究流程

本實驗實施分為三大階段：準備階段、實驗階段和資料分析彙整階段；三大階段又細分為八個流程：準備、預試、前測、實驗教學、後測、半結構式晤談、資料統計分析及研究結果撰寫。



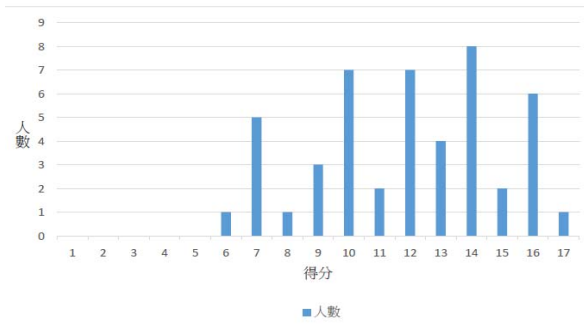
圖二 研究流程

## 伍、結果分析與討論

### 一、國小二年級學童在「乘法成就測驗」解題表現

#### (一)全部樣本評量結果

本次施測之有效樣本共計 49 人，測驗的結果以總分 14 分的人數 8 人最多，其次為總分 10 分和 12 分的人數 7 人，再其次為總分 16 分的人數 6 人，最少的以總分為 6 分、8 分、17 分的人數 1 人，全部受試者得分分布於 6~17 分之間，主要的得分分布於 10~16 分之間。



圖二 全部樣本成就測驗總分分布圖

本研究將國小二年級乘法(二)單元學習重點分為五個向度：「等組型題型」、「比較型題型」、「直積型題型」、「陣列型題型」和「乘法意義題型」為分類的總分、平均數、標準差、答對率。測驗表現如下表：

表八 全部樣本於各題型測驗結果的總分、平均分數、標準差、答對率 (N=49)

| 題目類型       | 題號                       | 平均數  | 標準差  | 答對率 |
|------------|--------------------------|------|------|-----|
| 等組型題型      | Q1、Q9、<br>Q10            | 2.37 | 0.91 | 79% |
| 比較型題型      | Q2、Q3、<br>Q4、Q11、<br>Q13 | 3.82 | 1.35 | 76% |
| 直積型題型      | Q12、Q<br>14、Q17          | 2.22 | 0.87 | 74% |
| 陣列型題型      | Q5、Q6、<br>Q7、Q8          | 2.31 | 1.10 | 58% |
| 乘法意義題<br>型 | Q15、Q16                  | 1.43 | 0.87 | 71% |

由表七可知，全部樣本在「等組型題型」之答題正確率為 79%，為測驗表現最佳的向度；在「比較型題型」之答題正確率為 76%，測驗表現中上。而在「陣列型題型」之答題正確率為 58%，為此測驗表現較不理想的向度。

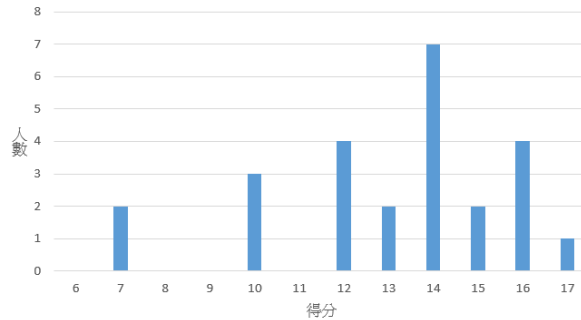
#### (二)實驗組和控制組測驗結果

本次在「乘法成就測驗」的表現，實驗組的整體答對率為 77%，控制組的

整體答對率為 64%。

1. 實驗組：

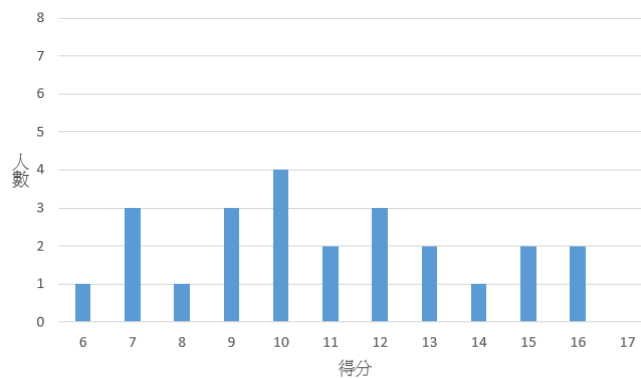
- (1) 最高總得分：17 分，有 1 人。
- (2) 最低總得分：7 分，有 2 人。
- (3) 人數最多之總得分：14 分，有 8 人。
- (4) 次多人數之總得分：12 分和 16 分，各有 4 人



圖三 實驗組乘法成就測驗得分分布圖

2. 對照組：

- (1) 最高總得分：16 分，有 2 人。
- (2) 最低總得分：6 分，有 1 人。
- (3) 人數最多之總得分：10 分，有 4 人。
- (4) 次多人數之總得分：14 分、9 分和 12 分，各有 3 人。



圖四 控制組乘法成就測驗得分分布圖

各類題型測驗結果，實驗組與控制組受試者在「乘法成就測驗」各類題型測驗結果的總分、平均分數、標準差。

表九 實驗組與控制組受試者在「乘法成就測驗」各類題型測驗結果的總分、平均分數、標準差

| 題目<br>類型 | 題號  | 實驗組<br>(N=25) |         | 控制組<br>(N=24) |         |
|----------|-----|---------------|---------|---------------|---------|
|          |     | 平均<br>分數      | 標準<br>差 | 平均<br>分數      | 標準<br>差 |
| 等組       | Q1、 | 2.64          | 0.57    | 2.08          | 1.10    |

|    |         |      |      |      |      |
|----|---------|------|------|------|------|
| 型題 | Q9、Q10  |      |      |      |      |
| 型  |         |      |      |      |      |
| 比較 | Q2、     | 3.96 | 1.34 | 3.67 | 1.37 |
| 型題 | Q3、Q4、  |      |      |      |      |
| 型  | Q11、Q13 |      |      |      |      |
| 直積 | Q12、Q   | 2.24 | 0.78 | 2.20 | 0.98 |
| 型題 | 14、     |      |      |      |      |
| 型  | Q17     |      |      |      |      |
| 陣列 | Q5、Q6、  | 2.52 | 1.12 | 2.08 | 1.06 |
| 題型 | Q7、Q8   |      |      |      |      |
| 乘法 | Q15、Q16 | 1.72 | 0.68 | 1.13 | 0.95 |
| 意義 |         |      |      |      |      |
| 題型 |         |      |      |      |      |

由表九可知，實驗組在各類題型的得分表現皆比控制組的學習成就佳，分述如下：

- (1)「等組型題型」：實驗組學習成就優於控制組，平均得分高 0.56 分。
- (2)「比較型題型」：實驗組學習成就優於控制組，平均得分高 0.29 分。
- (3)「直積型題型」：實驗組學習成就優於控制組，平均得分高 0.04 分。
- (4)「陣列型題型」：實驗組學習成就優於控制組，平均得分高 0.44 分。
- (5)「乘法意義題型」：實驗組學習成就優於控制組，平均得分高 0.59 分。

## 二、國小二年級學童在「乘法成就測驗」解題表現結果分析

### (一) 組內迴歸係數同質性

研究者以國小一年級下學期數學總成績為共變項，教學方法為自變項，以「乘法成就測驗」得分為依變項，以 SPSS 21.0 進行單因子共變數分析。

- 1、考驗結果未達顯著水準：組內迴歸係數同質性考驗結果（班級\*前測），測驗得  $p = 0.151 > 0.05$ 。
- 2、表示各組內的共變數與依變數之線性關係有一致性。
- 3、可進行共變試分析：共變項（一年級下學期數學總成績）與依變項（「乘法成就測驗」得分），兩者不因自變項不同而有差異。

表十 「乘法成就測驗」之同質性檢定

| 來源    | 型III平方和  | 自由度 | F     | 顯著性   |
|-------|----------|-----|-------|-------|
| 班級    | 18.206   | 1   | 2.424 | 0.126 |
| 前測    | 11.796   | 1   | 1.571 | 0.217 |
| 班級*前測 | 16.053   | 1   | 2.138 | 0.151 |
| 誤差    | 337.930  | 45  |       |       |
| 總數    | 7684.000 | 49  |       |       |
| 校正後總數 | 434.694  | 48  |       |       |

## (二) 共變數分析

本研究自變項有兩組，比較其調整後平均數（如表 4-8）得知，實驗組的「乘法成就測驗」平均分數（調整後平均數為 13.103）高於控制組（調整後平均數為 11.184）。

表十一 「乘法成就測驗」調整後平均數及標準誤（ $N=49$ ）

| 組別  | 調整後<br>平均數          | 標準誤   | 95%信賴區間 |        |
|-----|---------------------|-------|---------|--------|
|     |                     |       | 下界      | 上界     |
| 實驗組 | 13.103 <sup>a</sup> | 0.555 | 11.986  | 14.220 |
| 控制組 | 11.184 <sup>a</sup> | 0.566 | 10.044  | 12.324 |

下一步進行共變數分析，結果如表 4-9。在排除共變項（一年級下學期數學總成績）對依變項（「乘法成就測驗」得分）的影響後，自變項對依變項造成的實驗處理效果顯著性， $p=0.020 < 0.05$ ，顯示已達顯著水準，表示兩組在後測整體得分上有明顯差異，亦即經過實驗教學後，實驗組（以萬用揭示板為教學輔具）學童在「乘法成就測驗」得分表現優於控制組（傳統教學法）學童。

表十二 「乘法成就測驗」共變數分析（ $N=49$ ）

| 來源 | 型 III 平方和 | 自由度 | $F$   | 顯著性   |
|----|-----------|-----|-------|-------|
| 前測 | 33.990    | 1   | 4.417 | 0.041 |
| 組別 | 45.089    | 1   | 5.859 | 0.020 |
| 誤差 | 3533.983  | 46  |       |       |

國內以萬用揭示板為教學輔具融入教學的研究文獻很多，茲先以同為二年級之文獻進行分析比較，第二部分再參照其他年級融入萬用揭示板之教學研究文獻進行探討。

綜合以上統計分析結果：比較以萬用揭示板為教學輔具融入國小二年級「乘法(二)」單元教學與傳統講述教學法，學童在學習上的成效達顯著的差異，亦即在「乘法(二)」單元實施「以萬用揭示板為教學輔具」比「傳統講述教學法」較可提升學童的學習成效。本研究與文獻（邱靜宜，2012；徐千惠，2012；許欣鳳，2012；郭淑慈，2012）結果相符。邱靜宜(2012)「運用萬用揭示板發展國小二年級比較型加減文字題教材之行動研究」中表示課堂中實際操作萬用揭示板可提升學生學習興趣以及動機，並且增加學生學習數學之信心，減低學習數學的恐懼。徐千惠(2012)「運用萬用揭示板發展國小二年級等化型加減文字題教材之行動研究」研究顯示運用萬用揭示板所設計之教材融入 Polya 解題策略，對於學生理解等化型加減文字題的題意有幫助，且能改變學生的驗算行為。許欣鳳(2012)「運用萬用揭示板發展國小二年級等號概念教材之行動研究」研究結果顯示，學童對等號意義的認知有明顯的改變與成長。郭淑慈(2012)「運用萬用揭示板發展國小二年級認識一星期順序與週期教材之行動研究」研究認為運用萬用揭示板能引發學童對學習熱度與深度，且能協助學童達到良好的學習成效。

其他年級使用萬用揭示板融入數學教學之文獻(李沁慧，2011；周淑君，

2018；林嘉惠，2015；孫佳吟，2015；陳鴻珊，2020)與本研究結果相符。李沁慧(2011)「結合互動式電子白板與萬用揭示板於國小數學補救教學之研究」，研究結果得知運用萬用揭示板教學後，所有受試者的數學加減法文字題後測之表現達顯著差異，且平均答對題數進步，學習成效明顯。周淑君(2018)「萬用揭示板融入國小三年級分數單元對學童學習成就之影響研究」研究顯示以萬用揭示板為教學輔具應用在國小三年級分數之教學，實驗組學童和對照組學童對於分數概念成就測驗得分有顯著差異，實驗組學童在分數概念上的表現優於對照組學童。林嘉惠(2015)「以萬用揭示板融入分數教學對國小三年級學童同分母分數加減問題解題表現之研究」，研究結果顯示，以萬用揭示板融入分數教學對於國小三年級學童，在同分母分數加減的解題表現上實驗班學童的解題表現優於對照班學童。孫佳吟(2015)「以萬用揭示板為教學輔具探討國小四年級等值分數概念教學成效」，研究結果得知，以萬用揭示板為教學輔具融入四年級等值分數單元教學，學童的學習成效優於傳統講述學，且達到顯著差異。陳鴻珊(2020)「以萬用揭示板為輔具融入教學對國小一年級學童 18 以內的加法單元表現之研究」研究結果顯示使用萬用揭示板融入教學之學童其在「18 以內的加法」成就測驗表現優於傳統教學之學童，且單元教學後使用萬用揭示板融入教學之學童學習動機有明顯提升，對於萬用揭示板大多抱持肯定的態度。

綜合上述研究結果，以萬用揭示板為教學輔具融入數學領域的教學，可有效提升學生學習成就、澄清迷思概念，且在學習過程引發學生學習共鳴，進而增強其學習意願，對學生學習有確實的幫助。

三、國小二年級學童在接受以萬用揭示板融入教學後「乘法成就測驗」的解題表現之轉變。

晤談進行方式為教學實驗結束後，依實驗組班級學童「乘法成就測驗」結果中之低分組與高分組各挑選學生 2 人，共 4 人進行晤談，時間約為 5-10 分鐘，晤談時全程錄影、錄音，研究者再將錄音內容轉為文字檔。晤談內容中，以 R 代表研究者，H1、H2 分別為實驗組高分組 2 位學童；L1、L2 分別為低分組 2 位學童，結果分析及學童之晤談回答結果如下：

表十二 晤談學生之學習特質

| 晤談學生代號 | 總分    | 學生學習特質                                     |
|--------|-------|--|
| 高分組    | H1 16 | 學習專注較持久，類推能力良好，邏輯推理清晰，思考靈活，能用多種方式解題。       |
|        | H2 17 | 學習能力強，理解能力優異，善於分析和處理訊息，容易掌握數學概念。           |
| 低分組    | L1 9  | 記憶力較差，注意力不集中，對於操作性課程較感興趣，學習上需反覆不停練習才能達到學習成 |

效。

L2 7 學習態度較被動，欠缺學習遷移能力，閱讀理解困難，但具有基本計算能力。

(一)以萬用揭示板為輔具融入「乘法(二)」單元教

學後對不同程度學童題策略表現

1. 「等組型題型」(以第 1 題為例)之學童解題策略表現分析：

在「等組型題型」的題目中，高分組與低分組四位學童皆能正確理解題意，找出題目中關鍵線索。此題四位學童算式紀錄與答案皆正確，高分組兩位學童(HI和H2)能僅需透過題目文字上的線索了解題意，紀錄算式和答案；低分組兩位學童(LI和L2)則需透過題目上的圖片，協助理解題目文字意義並記錄算式與答案，其中LI學童更透由題目圖片確認算式答案。透過晤談了解，高分組與低分組四位學童在解題時，皆能連結上課使用萬用揭示板學習之類似題型，且高分組兩位學童(HI和H2)更能確實敘述同為等組型題型之題目。

2. 「比較型題型」(以第 4 題為例)之學童解題策略表現分析：

在「比較型題型」的題目中，高分組與低分組四位學童皆能正確理解題意，找出題目中關鍵線索。此題四位學童算式紀錄與答案皆正確，透由晤談中了解，高分組兩位學童(HI和H2)在思考算式和答案時，皆能連結上課使用萬用揭示板學習之類似題型，尤其HI學童能連結操作萬用揭示板的過程，並且在解題時進行類推，把題目文字圖像化；低分組兩位學生(LI和L2)在解題時，則僅利用課堂上的課堂結論進行解題，無明確表示是否連結萬用揭示板課堂內容。

3. 「直積型題型」(以第 17 題為例)之學童解題策略表現分析：

在「直積型題型」的題目中，此題高分組與低分組四位學童算式紀錄與答案皆正確，且四位學童皆需透過題目圖示理解題意，找出題目中關鍵線索。透過晤談發現，僅有高分組兩位學童(HI和H2)能透過研究者提問引導完整且正確表達解題想法；低分組兩位學童(LI和L2)雖然寫出正確算式與答案，但是晤談時卻無法明確表達正確的乘法概念，推估低分組兩位學童認為本份試卷為乘法概念試題，故記錄乘法算式，並未真正解決題目問題。高分組兩位學童(HI和H2)在解題時，皆能連結上課使用萬用揭示板學習之類似題型，且高分組兩位學童(HI和H2)更能整合課堂內容與此題例題關聯；而低分組兩位學童(LI和L2)推估並未真正理解題意，故無法連結課堂使用萬用揭示板之教學情況。

4. 「陣列型題型」(以第 6 題為例)之學童解題策略表現分析：

在「陣列型題型」的題目中，此題高分組與低分組四位學童算式紀錄與答案皆正確，但是透過晤談了解，僅有高分組兩位學童(HI和H2)與低分組一位學童(LI)能正確理解題意，找出題目中關鍵線索。低分組學童(L2)能了解題目欲解決之問題，但是在解題時無法找到關鍵線索，僅透過題目圖示了解全部共有 21 隻瓢蟲，並透過背誦九九乘法知道  $3 \times 7$  和  $7 \times 3$  為 21，故寫出算式與答案。在解題過程中，低分組一位學童(LI)能直觀連結上課使用萬用揭示板之類題內容，而高

分組兩位學童(HI 和 H2)則連結此題之陣列型題型學習概念與等組型題型學習概念，將兩類型題目之學習概念整合。

5. 「乘法意義題型」(以第 15 題為例)之學童解題策略表現分析：

在「乘法意義題型」的題目中，高分組與低分組四位學童算式紀錄與答案皆正確，且四位學童皆能理解題意，找出題目中關鍵線索。透過晤談發現，高分組兩位學童(HI 和 H2)和低分組一位學童(LI)能連結上課使用萬用揭示板學習之類似題型協助解題；低分組另一位學童(L2)雖然寫出正確算式與答案，但是晤談時比較無法明確表達出解題時與課堂學習之連結，推估 L2 學童因表達能力之限制，故無法完整表達其想法。

## 陸、結論與建議

研究者以國小二年級「乘法(二)」單元為教學主軸，探討以萬用揭示板為輔具融入教學和傳統講述教學對於學童在學習成效上的差異，並透過研究者自編之「乘法成就測驗」和半結構式晤談，分析不同程度的學童之解題表現，歸納出研究結果以做為教師進行乘法教學、課程教材編製以及後續研究方向上的參考依據。

### 一、結論

- (一)國小二年級學童在「乘法成就測驗」之五種類型題目表現結果各有差異。
- (二)以萬用揭示板融入教學和傳統講述教學法，對國小二年級學童在「乘法(二)」單元學習成就有顯著差異。
- (三)國小二年級學童在教師使用萬用揭示板融入「乘法(二)」單元教學後，學童能更快速理解學習內容。

### 二、建議

研究者基於研究結果與實驗教學過程中的反思，分別在教學上與未來研究上提出想法與建議，做為日後研究者在教學上和未來研究之參考。

#### (一)教學上的建議

1. 教材編制：教學教材需與學童產生共鳴，才能發揮教學最大效益，故編制教材前宜先了解學童的先備經驗與單元學習重點，並將教材內容結合學童生活時事。若備課時間緊縮，建議可至萬用揭示板教學網站瀏覽其他優秀老師分享之教學教材，再進行編纂，如此不僅更可掌握教學重點，也能節省更多備課時間。
2. 課堂中操作萬用揭示板：萬用揭示板中有許多數學學習科技輔具，透過操弄虛擬教具能讓學童更清楚數學概念，故建議教師除了利用萬用揭示板設計多樣化之教材，也可於課堂中引導學童實際操作元件，學童在操作過程中不僅能加深學習印象，更提升學生學習動機與學習專注力。
3. 硬體設備：萬用揭示板是在電腦上使用之虛擬教學平台，故使用萬用揭示板融入教學之教師在課堂開始前，務必確認所需之硬體設備，包括：電腦、單槍、投影幕、喇叭等等是否能正常運作，並於課堂前熟悉操作方法，以利課堂流程順利進行。

4.掌握學生學習動態：透過萬用揭示板融入課堂教學，除了讓孩子能跳脫以往靜態的學習模式，更能讓學童在學習過程中產生學習動力，但是教師仍需了解學童的學習特質，尤其對於低成就學童可以在解題過程中設計具互動性答題機制，例如：利用元件庫中「解答檢核」元件設計答題回饋，不僅可以吸引學童學習注意，也可藉此給學童正向鼓勵，強化其學習動機與意願。

## 二、未來研究的建議

1.研究對象及場域：本次研究僅以臺南市安南區某國小二年級之兩班級學童為研究對象，建議未來

相關研究可以擴大研究範圍、突破地域限制，延伸至全區或至其他縣市，蒐集更多樣本，則可利於研究推論。研究對象也可跳脫國小學童，改以師資培育學生或現職教師為研究對象，針對師資培育學生或現職教師對於萬用揭示板此套虛擬教具之教學使用情況與教學成效進行探討。

2.實驗週期：本次實驗為期6節課，共240分鐘，因此次實驗使用萬用揭示板融入教學，而萬用揭示板是學童從未接觸過的學習模式，故建議未來研究可以延長實驗週期，讓學童能在實驗初期有從容的時間可以適應此教學模式，教師也才能有效控制實驗中干擾因素，如此，實驗獲得之回饋更能聚焦於學生學習與教師教學。

3.晤談：本實驗晤談樣本為國小二年級學童，由於二年級學童語彙與口語表達能力尚未發展完整，尤其低成就學童在晤談時常因語言限制無法聚焦且具體完整回答，或者答非所問，不僅加深研究者晤談之困難度，也影響實驗進度進行。故建議未來研究對象若為低年級學童，可以設計問句短且字彙簡單之問卷量表，如此可解決研究者晤談困難之問題，也可蒐集更多有效資料佐證實驗結果。

## 柒、參考文獻

- [1] 王智弘 (2006)。多方塊虛擬教具的開發與教學研究(未出版之碩士論文)。國立交通大學，新竹市。
- [2] 朱敬先 (2000)。教育心理學。臺北市：五南。
- [3] 余淑如 (2011)。基隆市八年級學生學習動機、數學焦慮與數學學業成就之相關研究(未出版之碩士論文)。經國管理暨健康學院碩士論文，基隆市。
- [4] 李沁慧 (2011)。結合互動式電子白板與萬用揭示板於國小數學補救教學之研究(未出版之碩士論文)。亞洲大學，臺中市。
- [5] 阮正誼(2002)。認知衝突融入教學對解決學童小數乘除問題暗隱模式迷思之研究(未出版之碩士論文)。國立臺南大學，臺南市。
- [6] 汪雅惠 (2010)。以經驗察覺與歸納配合後設認知策略對多類型乘除題型的概念連結與教學之學習歷程及成效的研究—以國小二年級學童為例(未出版之碩士論文)。國立臺南大學數學教育學系碩士班碩士論文，台南市。
- [7] 林嘉惠 (2015)。以萬用揭示板融入分數教學對國小三年級學童同分母分數加減問題解題表現之研究(未出版之碩士論文)。國立臺南大學，臺南市。

- [8] 林以德 (2014)。第七種語言：行動網路時代兒童的「閱讀」、「遊戲」與「學習」(未出版之碩士論文)。國立臺東大學，臺東。
- [9] 林秀姿 (2015)。實體教具與虛擬教具在數學學習態度與學習成效之研究：以國小六年級數學領域為例(未出版之碩士論文)。南華大學資訊管理學系碩士論文，嘉義縣。
- [10] 周淑君 (2018)。萬用揭示板融入國小三年級分數單元對學童學習成就之影響研究(未出版之碩士論文)。國立臺南大學，臺南市。
- [11] 邱靜宜 (2012)。運用萬用揭示板發展國小二年級比較型加減文字題教材之行動研究(未出版之碩士論文)。中原大學，桃園市。
- [12] 胡長銘 (2009)。虛擬教具應用於國小四年級角度概念教學之影響研究(未出版之碩士論文)。國立交通大學，新竹市。
- [13] 涂金堂 (2009)。教育測驗與評量。臺北：三民。
- [14] 施保成 (2011)。以 3D 電腦輔助設計軟體 google sketchup 融入國小複合形體表面積教學對學生數學學習成效之研究(未出版之碩士論文)。國立臺灣師範大學，臺北市。
- [15] 孫佳吟 (2015)。以萬用揭示板為教學輔具探討國小四年級等值分數概念教學成效(未出版之碩士論文)。國立臺南大學，臺南市。
- [16] 徐千惠 (2012)。運用萬用揭示板發展國小二年級等化型加減文字題教材之行動研究(未出版之碩士論文)。中原大學，桃園市。
- [17] 袁媛、魏敏媛、陳敏慧 (2012)。國小數學課室動起來--萬用揭示板怎麼用與怎麼教。臺北市：活石文化。
- [18] 袁媛、陳國龍、張世明 (2007)。萬用揭示板 (Magic Board) ——國小特教老師的數學教學好幫手。特教論壇，3，1-13。
- [19] 教育部 (2018)。十二年國民基本教育課程綱要國民中小學暨普通型高級中等學校——數學領域。臺北市：教育部。
- [20] 許欣鳳 (2012)。運用萬用揭示板發展國小二年級等號概念教材之行動研究(未出版之碩士論文)。中原大學，桃園市。
- [21] 陳鴻珊 (2020)。以萬用揭示板為輔具融入教學對國小一年級學童「18以內的加法」單元表現之研究(未出版之碩士論文)。國立臺南大學，臺南市。
- [22] 陳淑芳 (2007)。擬題活動融入小數乘除問題補救教學之研究~以受暗隱模式影響之迷思概念為例(未出版之碩士論文)。國立屏東教育大學數理教育研究所碩士論文，屏東縣。
- [23] 張漢宜 (2002)。教導兒童學習數學的新工具-虛擬教具。國教輔導，42(1)，33-37。
- [24] 許欣鳳 (2012)。運用萬用揭示板發展國小二年級等號概念教材之行動研究(未出版之碩士論文)。中原大學，桃園市。
- [25] 張春興 (2007)。張氏心理學辭典。臺北：東華。
- [26] 張春興 (1996)。現代心理學。臺北：東華。
- [27] 張春興 (2001)。教育心理學—三化取向的理論與實踐。臺北：東華。
- [28] 郭生玉 (2004)。教育測驗與評量。臺北市：精華。

- [29] 郭淑慈 (2012)。運用萬用揭示板發展國小二年級認識一星期順序與週期教材之行動研究(未出版之碩士論文)。中原大學，桃園市。
- [30] 黃量意 (2007)。國小學童數學學習策略、數學焦慮與數學學業成就相關之研究(未出版之碩士論文)。國立臺南大學數學教育學系教學碩士班碩士論文，台南。
- [31] 葛建志 (2005)。國民小學五年級學生數學歸因信念、數學態度、數學焦慮與數學成就之相關研究(未出版之碩士論文)。國立台南大學教育經營與管理研究所碩士論文，台南市。
- [32] 熊貴蓮 (2014)。萬用揭示板運用在國小五年級學童等值分數補救教學之行動研究(未出版之碩士論文)。中原大學，桃園縣。
- [33] 劉湘川、簡茂發、林原宏 (1994)。試題關聯結構與試題反應理論之聯合分析研究—以乘法概念之暗隱模式為探討基礎。測驗統計年刊，2，53-143。
- [34] 賴盈秀 (2015)。以科技接受模式探討國小師資生對萬用揭示板的使用意圖(未出版之碩士論文)。國立臺北教育大學，臺北市。
- [35] 鍾萌芬(2012)。虛擬教具教學對國小多重障礙兒童錢幣使用學習成效之研究(未出版之碩士論文)。國立臺北教育大學特殊教育學系碩士班碩士論文，台北。
- [36] 魏麗敏 (1988)。國小學生數學焦慮、數學態度與數學成就之關係暨數學學習團體諮商之效果研究(未出版之碩士論文)。國立台灣師範大學教育心理與輔導研究所碩士論文，台北。
- [37] 魏麗敏 (1996)。國小學生學習動機、數學焦慮與數學成就之研究。國民教育研究集刊，4，135-155。
- [38] 羅淑香(2011)。國小學童數學焦慮、數學態度與數學成就關係之研究-以苗栗縣頭份地區為例(未出版之碩士論文)。國立新竹教育大學人資處數學教育碩士班碩士論文，新竹市。
- [39] Battista(1990).Spatial visualization and gender differences in high school geometry. *Journal for Research in Mathematics Education*, 21, 47-60.
- [40] Clements, D. H.(1999). Concrete' manipulatives, concrete ideas. *Contemporary Issues in Early Childhood*, 1(1), 45-60.
- [41] Drickey, N.(2000). *A comparison of virtual and physical manipulatives in teaching visualization and spatial reasoning to middle school mathematics students*. Unpublished doctoral dissertation. Utah State University.
- [42] Ekenstam, A., & Geoger, K. (1983). Some aspects of Childrens' ability to solve Mathematical problems. *Educational studies in Mathemaics*,14,pp. 369-384.
- [43] Ebel, R. (1979). *Essentials of educational measurement*. Englewood cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- [44] Fennema, E. & Sherman, J. (1976). Fennema - Sherman Mathematics Attitudes Scales. *JSAS Catalog of Selected Documents in Psychology*, 6, 1-39.

- [45] Fischbein, E., Deri, M., Nello, M. S., & Marino, M.S. (1985). The role of implicit models in solving decimal problems in multiplication and division. *Journal for Research in Mathematics Education*, 16, 3-17.
- [46] Greer, B. (1992). Multiplication and division as models of situations. In D. Grouws(Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 276-295). New York: Macmillan.
- [47] Izydorczak, A. E. (2003). *A study of virtual manipulatives for elementary mathematics*. Retrieved from <http://search.proquest.com/docview/305276508/abstract>.
- [48] Moyer, P. S., Bolyard, J. J., & Spikell, M. A. (2002). "What are virtual manipulatives". *Teaching Children Mathematics*, 8, 372-377.
- [49] Spicer, J.(2000). Virtual manipulatives: A New Tool for Hands-On Mach. *ENC Focus*, 7(4),14-15.
- [50] Schwartz, J. T. (1988) . *Intensive quantity and referent transforming arithmetic operations in the middle grades* (pp.41-52) .Reston, VA : NCTM ; NJ : Lawrence Erlbaum.
- [51] Toney, J. S.(1968). The effectiveness of individual manipulation of instructional materials as compared to a teacher demonstration in developing understanding in mathematics *Dissertation Abstracts International*: Indiana University.
- [52] Usiskin, Z. & Bell, M. (1983). *Applying arithmetic: A handbook of applications of arithmetic*. Chicago: University of Chicago, Department of Education.
- [53] Vergnaud, G. (1983). Multiplicative structures. In R. Lesh & M. Landau(Eds.). *Acquisition of mathematics concepts and processes* (pp. 127-174). New York: Academic Press.

## BIOGRAPHIES



**I-Ru Lo** received the B.Ed. from the Department of Education, National University of Tainan, Taiwan, in 2010. Now, I am an elementary school teacher teaching in Anshun elementary school, Tainan, Taiwan. My teaching interests are different teaching instruction into mathematics for elementary school students.



**Chien-Chung Huang** received the PH.D. degree from University of Northern Colorado, Colorado, U.S.A. Now, he is an associate professor of the Department of Applied Mathematics, National University of Tainan, Taiwan. His research interests are Pre-service teacher professional development, mathematics education, mathematics analysis etc..