

數學讀報遊戲結合「認知—後設認知」策略 對學生數學學習成效之探討

張琬翔

臺南市崇學國小教師

中文摘要

本文旨在探討數學讀報遊戲結合「認知—後設認知」策略對國小學生數學學業成就、學習態度和後設認知之影響。研究樣本為國小3個班六年級學生（69名），採2（數學讀報遊戲組、控制組）×2（性別）不等組前後測實驗控制組設計法。研究工具為數學定期評量和自編數學學習態度與後設認知量表，用共變數分析驗證假設；輔以研究討論、教室觀察及訪談記錄。研究發現：（1）數學讀報遊戲對數學學習成效無顯著差異；（2）學習方式×性別在數學學習成效上無交互作用存在，但學習型態仍有不同；（3）「讀、說」策略學習情形佳，「圖表文字作答」能力弱，易忽略「驗算」；（4）學習雙峰現象存在，低成就者即使懂得策略，受限先備能力無法成功解題。

關鍵字：數學遊戲、讀報教育、學業成就、學習態度、認知-後設認知策略

壹、緒論

一、研究背景與動機

遊戲是孩子最喜歡與熱衷的活動，然而數學卻是孩子最討厭與懼怕的科目。即使是數學優異的學生，也是不喜歡數學（侯禎塘、李香慧、張乃悅，2004），從而忽略數學的趣味性、實用性與益智性。另一方面，孩子們喜歡各種遊戲勝過上數學課。從廣義上來說，數學就是一種遊戲，遊戲也是數學的重要組成部分；遊戲與數學的關係非常密切，無論從數學知識本身、數學活動的過程以及活動的動機、方法等方面都可發現遊戲的因素（張維忠，2006）。Akinsola與Animasahun（2007）指出，學生在數學成績不佳，部分原因是所採用的教學方法。教學遊戲對不同科目都是合適的工具（Nejem & Muhanna, 2013）。教師選擇適合的數學遊戲能幫助學生減少學習挫敗，增加學生學習的成就感與參與感，培養積極與正向的學習態度，亦有助於概念和後設認知的學習，促進學業成就的提升（王慧勤，1995；侯禎塘、李香慧、張乃悅，2004；陳淑玲、吳月娥，2015；陳綵菁等人，2013；黃嫻樺、賴慶三，2009；賴勤薇、林碧珍，2011）讀報教育近年在國中小普遍受到重視，許多教師都利用國語日報推動閱讀理解教學。林文寶（2002）指出，如果能將閱讀轉化成一種遊戲，學生就能發揮本能充分享受閱讀的樂趣。換言之，讀報本身就如同是一種遊戲，藉由讀報遊戲能增進閱讀理解能力。然而讀報教育卻鮮少與數學結合，根據研究者多年推動讀報教育的經驗，國語日報定期都會以邏輯推理、空間幾何、數量觀念等數學核心概念撰寫「紙上動腦筋」數學遊戲文章（圖1），內容豐富多元且具趣味性及應用性，適合國小中高年級學生閱讀。

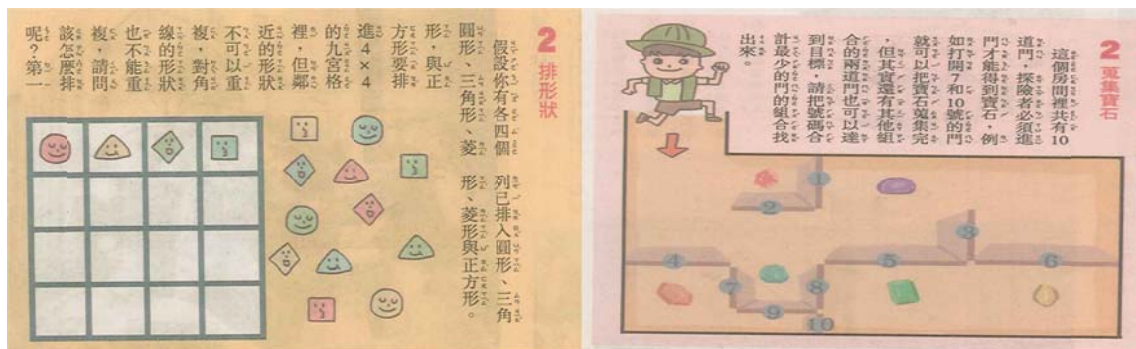


圖1 讀報數學遊戲示例

呂玉琴與石璋璞（2013）歸納Hellwig、Monroe與Jacobs（2000）、Hunsader（2004）、Moyer（2000）等研究後表示，數學讀物能提供學習情境，學生可以探究數學概念、樣式、解題和真實生活情境，讓數學概念發展之機會從其中自然產生；即協助學生將個人經驗與數學作連結，提供使用數學的解題脈絡。研究者歸納數學讀本閱讀教學的學習助益：一為有助於數學的閱讀理解與學業成就的提升（趙汶冠、楊憲明，2006；賴慶三，2012；鍾靜，2011；蘇意雯、陳政宏、王淑明和王美娟，2015；Conaway & Midkiff, 2004）；

二為有助於數學的學習信心、學習意願、學習興趣和數學有用性等態度的提升(賴慶三, 2012; Price, 2011; Whitin & Whitin, 2004)。故本研究以國語日報「紙上動腦筋」數學遊戲文章為內容, 瞭解數學讀報遊戲對數學學習成效之影響, 此為本研究動機之一。

此外, 性別研究普遍顯示不同性別的學習者在語文能力和數學能力上有差異(于富雲、陳玉欣, 2007)。首先學業成就方面, 張春興(2013)指出, 國小女生語文理解優於男生; 數學推理與空間關係方面, 則於男優於女。但羅廷瑛(2015)歸納國內研究後指出, 國小男生的科學學業成就優於女, 但男女在科學文章閱讀理解表現無顯著差異。其次, 不同性別國小學生在數學學習態度方面也有所差異, 吳明隆和葛建志(2006)的研究指出女生的數學焦慮顯著高於男生, 男生在數學學習信心的態度上顯著高於女生。最後在與數學解題有關的數學後設認知策略方面, 受到社會與文化框架下偏見的影響, 不同性別學童在數學學習形態與解題方式也有所差異, 男孩傾向運用抽象策略, 女孩則較運用具體策略(陳必卿, 2015; Lawton & Hatcher, 2005)。考量數學遊戲在多元智能中偏向數學推理與空間關係, 本質上男生優於女生。讀報教育則是培養學生對報紙內容評估和瞭解的閱讀能力, 偏向語文能力的展現, 女生可能優於男生。由於過去文獻發現不同性別在數學和語文能力上有不同的表現, 顯見在探討性別相關議題仍應留意其差異。因此, 本研究將進一步瞭解數學讀報遊戲對不同性別學生之學習成效的交互作用情形, 此為本研究動機之二。

數學讀物提供數學概念的問題背景情境, 藉此學生可以探究數學概念、樣式、解題和真實生活情境(呂玉琴、石璋璞, 2013; Moyer, 2000; Whitin, 2004)。但因數學讀報遊戲的文字敘述較一般數學課文的文字量較大, 學生需要閱讀理解和解題策略來輔助學習。江美娟和周台傑(2003)研究發現:後設認知策略教學能減少數學學習障礙學生在閱讀問題、分析問題上的錯誤, 增進對題意的瞭解及圖示策略的使用。鍾承均和呂翠華(2015)指出, 使用認知和後設認知策略能提升數學困難學生的學習成效, 幫助數學困難學生理解題意, 降低解題錯誤, 減少使用不當的解題方式。Salingay與Tan(2018)發現具體操作、畫圖和摘要策略有助於正向數學態度。換言之, 如學生會使用「認知－後設認知」策略來閱讀數學讀報遊戲, 對其數學學習成效應有助益, 此為本研究動機之三。

二、研究目的

(一) 探討國小高年級學童接受數學讀報遊戲結合「認知－後設認知」策略後, 對學習者數學學習成效之影響。

(二) 探討國小高年級學童接受數學讀報遊戲結合「認知－後設認知」策略後, 對不同性別學習者之學習成效的交互作用情形。

貳、文獻探討

一、遊戲對學生的助益

(一) 遊戲使學習產生樂趣，有助學習動機與專注力的提升，減少低成就者學習挫敗，培養積極與正向的學習態度

呂玉琴和石璋璞(2013)調查研究發現數學遊戲類書籍學生最能獲得樂趣，亦最能激發想像力。蘇秀玲和謝秀月(2007)發現，學童覺得科學遊戲是有趣的，喚起強烈學習動機，激發學童想要親自去了解，進一步解決問題。黃嫵樺和賴慶三(2009)指出，低成就學童在科學遊戲教學中比較有積極的學習慾望，更願意發表看法。遊戲融入教學有助於提高學生的學習興趣，減少學習挫折，增加學習成就感與參與感(王慧勤,1995)。

(二) 遊戲能產生學習成就感，促進理解記憶與認知發展，幫助概念學習和學業成就

陳綵菁等(2013)指出，遊戲能促進孩童的認知發展，透過遊戲孩童可以練習及熟悉新技能。黃嫵樺與賴慶三(2009)發現，遊戲幫助建構科學概念，這種過程讓學童有成功的喜悅與成就感，幫助理解與記憶。賴勤薇和林碧珍(2011)發現，「數學遊戲融入教學」的國中學生較「一般教學」的數學學習成就佳。陳淑玲和吳月娥(2015)以科學遊戲融入教學，能顯著提升國小四年級學生的科學概念。侯禎塘、李香慧和張乃悅(2004)發現，選擇適當的數學遊戲教學策略有助於學習困難學生提升數學學習成績。Akinsola 與 Animasahun(2007)指出，模擬遊戲環境可以提高數學成績和對的積極態度。Nejem 與 Muhanna(2013)表示，電腦遊戲對培養四年級學生的數字感有積極作用。Arsaythamby、Faizahani 與 Site(2017)指出，合作模擬遊戲環境對數學表現和態度有正向影響。

二、數學讀物與閱讀理解

(一) 數學閱讀理解的意涵

學科閱讀包含三種主要的技能，分別是一般讀寫技能、學科的先備知識與學科特殊的閱讀技巧，故數學閱讀理解是在一般閱讀理解的基礎上，輔以數學特有的學科閱讀技能，包含數學先備知識、數學圖示理解、數學詞彙符號理解和數學作圖程序理解(秦麗花、邱上真,2004;蘇意雯等人,2015)。

(二) 數學讀物的重要性

1. 數學讀物有助於數學閱讀的理解與學業成就的提升

數學讀物的閱讀可加強兒童數學的溝通能力，係連結語文和數學的管道，可以奠定數學觀念的理解(鍾靜,2011;Conaway & Midkiff,2004)，學生閱讀數學問題解題的書籍故事，有助於數學問題解題的加強，讓學生知道數學如何被應運用真實日常生活當中，有助於學生深入了解數學的意涵，(Harris,2004;Hellwig,Monroe, & Jacobs,2000)。趙旻冠、楊憲明(2006)以小一生為研究對象，發現閱讀理解能力是數學概念理解、數學推理能力及數學解題表現的影響因素，建議教師在提升閱讀缺陷/數學障礙學生的解題能力時，應優先注意其閱讀理解能力；非閱讀缺陷/數學障礙學生則需注意其數學概念理解能

力。Price (2011) 指出閱讀數學讀物，可以增進兒童的數學學習成就。賴慶三 (2012) 以國小三、五年級學生進行準實驗研究，發現科學閱讀教學模組之教學對學生科學閱讀理解能力呈現正面效果，增進學生的科學理解。故學生透過數學讀物閱讀教學後，應有助於數學的閱讀理解與學業成就的提升。

2. 數學讀物能正向幫助數學信心、意願、興趣等態度

優良的數學讀物能促進兒童正向的數學態度 (Whitin & Whitin, 2004)，閱讀數學讀物也會讓學生發現數學的有趣面 (Price, 2011) 並提升解題的自信心 (鍾靜, 2011)。賴慶三 (2012) 以國小三、五年級學生進行準實驗研究，發現科學閱讀教學模組之教學對學生的科學閱讀意願與科學態度，具有正面增強的效果，也有助於學生參與科學探究活動的能力與自信心。讓學生知道數學如何被應用於真實日常生活當中，有助於學生發現數學的有用性 (鍾靜, 2011; Harris, 2004; Hellwig, Monroe, & Jacobs, 2000)。

(三) 數學閱讀理解的學習策略

閱讀理解是數學文字解題的必要條件，教學者在教導學生解數學文字題時就必須從題意的理解著手，必要時可以利用圖示法或表徵法來協助學生理解題意 (黃志強, 2005)。Mayer (1992) 從認知心理學和閱讀理解的角度來探討數學解題的歷程，其解題歷程有問題表徵與問題解決兩階段和四個步驟：(1) 問題轉譯即了解句子的意義，道題目在問什麼；(2) 問題整合係懂得找出問題的類型；(3) 解題計畫與監控指運用合適的解題策略以擬定計畫；(4) 解題執行運用到程序性知識，應用算術法則得到答案 (引自鍾承均、呂翠華, 2015)。

Carter 與 Dean (2006) 指出教導學生閱讀數學文本的策略有三：一為「文字與符號解讀策略」，重複閱讀或讀出聲音，提供學生正確的文字與符號的解釋，避免學生對符號的誤解；二指「瞭解字彙意義策略」，幫助學生連結數學概念與數學用語，使學生看出文字與數學項目間的關係，建立概念性知識；三為「理解問題策略」，學生針對閱讀內容自我提問，或用自己的語言去重述、解釋或摘要題意。陳碧祥、魏佐容 (2011) 設計數學文字題閱讀理解策略教學法如後：一為理解文字題題意；二是養成重點標記的習慣；三則踢除不相關訊息；四指用畫圖技巧；五是驗算；六是設計類似的題目於小組中分享。

另一方面，無論是數學高成就或低成就的學生，在閱讀數學的歷程最常忽略的即是驗證和回顧的步驟，這意味學生雖然學會很多閱讀理解或解題策略，但缺乏閱讀監控及調整解題過程的技巧 (陳碧祥、魏佐容, 2011; 黃志強, 2005)。故除了認知策略之外，後設認知策略也是不可忽略的一塊。Montague (1992) 提出的認知和後設認知策略 (cognitive and metacognitive strategy) 頗受好評，其將後設認知成分 (自我指導、自我提問及自我監控) 與七大解題步驟 (讀題、釋義、圖示、假設、估計、計算及檢查) 結合；相關研究顯示：此數學解題模式不僅能幫助數學困難學生在學習上有立即成效，且保留與類化效果佳 (引自江美娟、周台傑, 2003; 鍾承均、呂翠華, 2015)。江美娟和周台傑 (2003) 修改 Montague 提出的認知和後設認知策略，並製成口訣「一讀、二說、三畫圖、四計畫、五計算、六檢查」來引導學生，不斷地以應用問題來練習此策略的運用方式；另外製成策略小卡，提供學生策略應用的對照。鍾承均和呂翠華 (2015) 則簡

化 Montague 認知和後設認知策略為五個步驟，分別是閱讀、釋義、畫圖、計算、檢查，利用「一讀、二想、三畫畫、四算、五檢查」的口訣，經由教師示範、教師引導到學生獨立操作，且配合後設認知策略教導學生使用計畫、執行及監控三種策略的使用。

參、研究方法

一、研究架構

以學習方式、性別為自變項，依變項為數學學業成就、數學學習態度與數學後設認知。因外來變項會對學生的前測成績產生影響，故以「前測成績」為共變項，進行共變數分析，排除外來變項所造成的影響。研究架構如圖2。

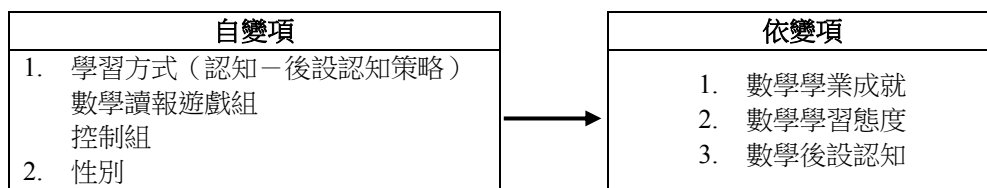


圖2 研究架構圖

二、研究對象、設計和資料蒐集分析

本研究對象係以臺南市某國小六年級3班共69位學童為研究對象，採用準實驗設計裡的2（數學讀報遊戲組、控制組）×2（性別）「不等組前後測設計」，數學讀報遊戲實驗組2班（45人）、控制組1班（24人）。實驗組接受為期11週的數學讀報遊戲課程，而控制組則不進行任何教學活動。在實驗處理前兩組都接受「數學學業成就」、「數學學習態度」和「數學後設認知」前測，之後實驗組接受實驗處理，而控制組則否。實驗處理後兩組再接受後測。所得資料以 SPSS 進行共變數分析（ANCOVA），以驗證研究假設；並透過研究討論、教室觀察及文件記錄來蒐集質性資料，進行討論與檢證。

三、研究工具

（一）數學科學業成就測驗

數學學業成就測驗採用研究對象學校的期中未定期評量紙筆測驗試題，總分為100，因定期評量為學校統一且正式的考試，事先無法進行信效度考驗，以免造成洩題。且考試內容題型未完全與實驗教學符合，對研究結果說服力可能折損，此為本研究之限制。

（二）數學學習態度量表

本研究之數學學習態度量表參考王雨棻（2014）、余民寧、韓珮華（2009）、洪秀珍、謝臥龍、駱慧文（2015）、郭文金、梁惠珍、柳賢（2015）、黃月純、楊德清（2011）、譚寧君、涂金堂（2000）等人編製而成，分為「數學有用性」4題、「數學信心」5題、「數學動機」3題、「數學興趣」4題、「數學焦慮」5題等五個構面，共21題。題目列舉：（1）有用－學好數學對未來工作有幫助，（2）信心－數學作業我自己都會寫，（3）動機－當數學題目很有趣，我會認真，（4）興趣－我希望學校多上些數學課，（5）焦慮－數學是讓我頭疼的科目。量表採李克特（Likert type）5點量表計分方式，從非常同意（5分）

到非常不同意(1分),總分為5至25間,受試者得分數愈高,表示其數學學習態度愈佳。另行選取與研究對象不同之153位六年級學生的資料進行經項目分析,各題 CR 值-4.35至-11.10間,與總分相關在 .42至 .72間,均達顯著水準。 α 係數為 .92,各題因素負荷量均大於 .50,解釋變異量為74.717%。

(三) 數學後設認知量表

數學後設認知量表參考王子華(2002)、涂金堂(2015)、譚寧君和涂金堂(2000)、曾月垣(2011)等人研究編製而成,分為「自我教導」4題、「自我提問」和「自我監控」3題等三構面,題目列舉:(1)教導—我會擬定數學的學習計畫,(2)提問—我會先確定是否了解題目的意思,(3)監控—我會驗算確定答案是否正確。採李克特5點量表計分方式,總分為3至15間,得分數愈高,表示數學後設認知能力愈佳。統計與取樣方式和前述量表相同。各題 CR 值-3.73至-18.32間,與總分之相關在 .34至 .85間,均達顯著水準。 α 係數為 .93,各題因素負荷量均大於 .50,解釋變異量為71.72%。

四、實驗教學步驟與內容

本研究實施 11 週,每週一節 2 到 4 則數學讀報遊戲。本研究數學閱讀理解教學修改至江美娟、周台傑(2003)和鍾承均、呂翠華(2015),依序為「閱讀、表達、畫圖表、列式計算、驗算」五個認知步驟和「讀、說、畫、算、驗」口訣,搭配「自我教導、自我提問、自我監控」三個後設認知策略步驟與「教、問、查」口訣(表 1)。提供學生閱讀理解策略和口訣的學習單幫助對照與操作。前三週教師示範,第四到七週為教師引導學生練習,第八到十週撤除教師與學習單的鷹架,學生能熟練說出或執行解題步驟時能自主運用數學閱讀理解策略。

表1

實驗教學內容與步驟

數學讀報遊戲 課程內容重點	認知的 閱讀理解策略	後設認知的 閱讀理解策略
1. 沙漏計時	閱讀（讀）	◆ 自我教導（教）：閱讀問題。如果我不瞭解，再閱讀一次。
2. 好多正方形	閱讀與理解題意	◆ 自我提問（問）：我懂得題目在說什麼了嗎？
3. 長鐵片畫長度		◆ 自我監控（查）：當我解答問題時，我已經瞭解題目。
4. 三隻手套		
5. 買糖果		
6. 去公園	表達（說）	◆ 自我教導（教）：標記重要文字數字，用自己的話把題目說出來
7. 找出正確線索	用自己的話解釋題意	◆ 自我提問（問）：我已圈出重要文字數字，並不重要的數字畫掉了嗎？我要找什麼答案？
8. 放骰子		◆ 自我監控（查）：剩下的數字是解答題目時要用到的。解釋語句與問題相符。
9. PPAP 水果串與 藍瘦香菇		
10. 剪紙	畫圖表（畫）	◆ 自我教導（教）：將題目畫成圖或表。
11. 零分考卷	用圖表轉化文字題意	◆ 自我提問（問）：圖表是否與問題相符？
12. 排形狀		◆ 自我監控（查）：用圖表對照問題。
13. 跨年人數		
14. 推棋子	列式計算（算）	◆ 自我教導（教）：寫下運算符號和算式，依正確的順序做計算
15. 星際雲霄飛車	列出算式並計算答案	◆ 自我提問（問）：我已經寫下所有的算式了嗎？我算出的答案和估計的差多少？我的答案合理嗎？
16. 接鐵鏈		◆ 自我監控（查）：列式和計算步驟是否正確。
17. 套紙袋		◆ 自我教導（教）：檢查計算過程
18. 擺棋子	驗算（驗）	◆ 自我提問（問）：是否已檢查了計算過程？答案是否正確？
19. 猜水果	驗算確定過程正確	◆ 自我監控（查）：所有步驟是否正確無誤，沒有，就從頭來一次。
20. 找出六角形		
21. 闖關遊戲		
22. 果汁和汽水		
23. 賺賠問題		
24. 蒐集寶石		

肆、研究結果與討論

一、數學讀報遊戲與控制組在數學學習成效上的差異情況

（一）數學讀報遊戲組與控制組在數學「學業成就」上的差異分析。

表2為數學讀報遊戲組（實驗組）和控制組在學業成就上之基本統計量，實驗組後測分數（ $M = 50.31$ ）高於控制組（ $M = 49.21$ ）。為了解兩組前測分數控制後，兩組的後測調整分數是否有顯著性的差異，進行單因子共變數分析。

進行共變數分析前，先進行細格內迴歸係數同質性檢定，以符合共變數分析之假定。由表3可知，不同組別*數學學業成就、學習態度和後設認知等前測的迴歸係數同質性考驗結果之 F 值皆未達顯著，故應接受虛無假設，即兩組的組內迴歸係數是同質，適合進行共變數分析。

表2

不同組別在前後測之基本統計量

變項	組別	人數 <i>n</i>	前測分數		後測分數		調整平均數 <i>M'</i>
			<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	
學業成就	實驗組	45	51.16	29.57	50.31	30.08	50.21
	控制組	24	50.83	30.76	49.21	30.11	49.39
學習態度	實驗組	45	17.64	2.58	16.99	2.94	16.94
	控制組	24	17.41	2.60	17.11	2.34	17.21
後設認知	實驗組	45	11.31	2.30	11.28	2.20	11.21
	控制組	24	10.99	1.70	11.06	2.01	11.19

表3

單因子共變數分析之迴歸係數同質性考驗摘要表

變項	變異來源	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	顯著性
學業成就	組間	93.44	1	93.44	0.40	.53
	組內	15045.91	65	231.48		
	全體	15139.35	66			
學習態度	組間	10.55	1	10.55	2.24	.14
	組內	306.56	65	4.72		
	全體	317.11	66			
後設認知	組間	0.06	1	0.06	0.02	.88
	組內	179.62	65	2.76		
	全體	179.68	66			

由共變數分析摘要表4得知，排除前測影響效果後，實驗組調整分數 ($M = 50.21$) 高於控制組 ($M = 49.39$)， $F(1, 66) = 0.05$ ， $p = .83 > .05$ ，代表實驗組和控制組間在數學學業成就上沒有顯著差異存在。這與張琬翔 (2017) 數學讀報遊戲對二年級學童數學學業成就沒有顯著差異之結果相同。亦與江美娟和周台傑 (2003) 的結果相似，數學學習障礙學生在接受後設認知策略教學後，其應用問題解題測驗的一步驟題型得分並未能顯著增加。但與賴勤薇和林碧珍 (2011) 數學遊戲融入教學能提升國中一年級學生數學學習成就、Price (2011) 閱讀數學讀物可以增進兒童的數學學習成就、鍾承均和呂翠華 (2015) 的認知－後設認知策略能提升數學困難學生的學習成效等人的研究結果不同。

表4

單因子共變數分析摘要表

變項	變異來源	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	顯著性
學業成就	組間	10.59	1	10.59	0.05	0.83
	組內	15139.35	66	229.38		
	全體	15149.94	67			
學習態度	組間	1.12	1	1.12	0.23	0.63
	組內	317.11	66	4.81		
	全體	318.23	67			
後設認知	組間	0.002	1	0.002	0.001	0.98
	組內	179.68	66	2.72		
	全體	179.68	67			

研究者究其原因，實驗組和控制組在數學學業成就不顯著之結果，可能與以定期評量為實驗前後的學習成就變化為依變項，但因為兩次定期評量所測量的學習成就內涵不相同有關；也可能與數學之自我概念、學習情緒、學習策略等因素有關。劉玉玲、沈淑芬（2015）指出，數學學業自我概念、數學學習策略與數學學業情緒直接影響數學學業成就；而且學生若不能有效調整自己的學習策略，情緒或動作的學習過程，也不易達到理想的學習結果。此外，由於數學讀報遊戲強調多步驟、開放性、創造性的思考歷程，偏向建構式教學，但傳統數學成就紙筆測驗無法測出這些高層次思考歷程；余民寧、韓珮華（2009）的研究就指出，教師中心式教學對於能力知覺、數學有效性與數學學習興趣等心理特質的正面影響效果不如建構式教學強烈，但是其對數學成就的直接與間接正向影響力，卻優於建構式教學的影響力。故是否因為本研究學業成就以定期評量為依變項有其不妥之處、或是實驗教學進行的時間不夠，亦或是傳統紙筆測驗無法檢測數學讀報遊戲實驗構念，仍有待後續研究探討。

（二）數學讀報遊戲組與控制組在數學「學習態度」上的差異分析。

實驗組後測分數（ $M = 16.99$ ）略低於控制組（ $M = 17.11$ ）。排除前測影響效果後，實驗組調整分數（ $M = 16.94$ ）低於控制組（ $M = 17.21$ ）， $F(1, 66) = 0.23$ ， $p = .63 > .05$ ，代表實驗組和控制組間在數學學習態度上沒有顯著差異存在。此結果和張琬翔（2017）數學讀報遊戲對國小二年級學童學習信心沒有顯著影響、陳淑玲和吳月娥（2015）科學遊戲融入POE教學無法顯著提升國小四年級學生的科學態度、孫扶志（1996）「認知綜合解題訓練課程」教學對於低成就學生在數學「動機信念」未能有明顯的效果提昇等研究之結果相似。但和賴慶三（2012）發現科學閱讀教學模組之教學對國小學生的科學閱讀意願與科學態度具有正面增強的效果及有助於增進自信心的結果不同。也與余民寧和韓珮華（2009）、侯禎塘、李香慧和張乃悅（2004）、黃嫻樺和賴慶三（2009）、蘇秀玲和謝秀月（2007）、Salingay與Tan（2018）等研究的結果不相符。

研究者究其原因，實驗組和控制組在數學學習態度不顯著之結果，可能與本實驗教學實施期程長短有關。吳耀明（2012）指出，欲降低學習焦慮，增進對學科的情感反應，宜施予一學期以上的相關實驗教學課程；但本研究僅進行11週，可能因此在學習態度上影響未達到顯著差異原因之一。

（三）數學讀報遊戲組與控制組在數學「後設認知」上的差異分析。

實驗組後測分數（ $M = 11.28$ ）略高於控制組（ $M = 11.06$ ）。排除前測影響效果後，實驗組調整分數（ $M = 11.21$ ）高於控制組（ $M = 11.19$ ）， $F(1, 66) = 0.001$ ， $p = .98 > .05$ ，代表實驗組和控制組間在數學學習態度上沒有顯著差異存在。此與孫扶志（1996）「認知綜合解題訓練課程」教學對於低成就學生在數學「後設認知」未能有明顯的效果提昇的結果類似。但和陳綵菁等人（2013）的結果不吻合，其發現遊戲融入教學，學生在面臨相關問題時，能以圖示的方式呈現解題過程，發展出合適的解題策略。也和江美娟、周台傑（2003）發現數學學習障礙學生在接受後設認知策略教學後，能增進其主動驗算和檢查答案的行為之結果不相同。比較江美娟和周台傑（2003）的研究，其每週進行四至五次實驗教學，但本研究僅每週一次的實驗處理，故實驗組和控制組在數學後設認知不顯著之結果可能和實驗教學頻率不夠密集有關。江美娟和周台傑表示，長期密集的教

學與練習有助於學生習得策略及累積經驗，因而產生較深刻的學習保留與記憶。

二、學習方式（數學讀報遊戲、控制組）×性別在數學學習成效上之交互作用分析結果

用分析結果

（一）學習方式（數學讀報遊戲、控制組）×性別在「學業成就」之交互作用情形

學習方式（數學讀報遊戲、控制組）×性別在數學「學業成就」之基本統計量如表5。利用二因子單變量共變數分析檢驗其組間差異是否達到統計顯著水準前，需先進行細格內迴歸係數同質性檢定（表6）， $F(3, 61) = .111, p = .95 > .05$ ，結果未達顯著，表示各細格內迴歸線平行，符合共變數分析之假定，可進行共變數分析。

實驗組女調整分數（ $M = 59.94$ ）的成績優於男（ $M = 43.72$ ），控制組女後測分數（ $M = 50.67$ ）高於男（ $M = 48.49$ ）。二因子多變量共變數分析發現（表7），學習方式（數學讀報遊戲、控制組）×性別之二因子並無交互作用存在， $F(1, 64) = 3.85, p = .054 > .05$ ，表示學習方式（數學讀報遊戲、控制組）與性別在數學學業成就上沒有交互作用存在。此與陳淑玲、吳月娥（2015）的研究結果相似，其發現接受科學遊戲融入POE教學後，學生不會因「性別」不同而在科學概念與科學態度上的表現有所差異；張琬翔（2017）遊戲教學、遊戲角與性別在數學學業成就後測上沒有交互作用存在；也與于富雲、陳玉欣（2007）、Lee等人（2007）、Nguyen等人（2006）研究結果相似。

就主要效果而言，組別之主要學習效果在數學學業成就上未達到顯著性差異， $F(1, 64) = 0.40, p = .53 > .05$ 。然而，性別在數學學業成就上達到顯著性差異， $F(1, 64) = 6.49, p = .01 < .05$ ，女生在數學學業成就之得分（ $M' = 51.05$ ）顯著高於男（ $M' = 48.80$ ）。

表5

學習方式×性別在學習成效上後測得分基本統計量摘要表

變項	組別	性別	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	調整後平均數
學業成就	實驗組	男	27	48.67	33.06	43.72
		女	18	52.78	25.68	59.94
	控制組	男	14	50.14	32.37	48.49
		女	10	47.90	28.29	50.67
學習態度	實驗組	男	27	17.24	2.58	17.36
		女	18	16.61	3.46	16.31
	控制組	男	14	17.38	2.38	17.12
		女	10	16.77	2.36	17.34
後設認知	實驗組	男	27	11.28	2.29	11.46
		女	18	11.27	2.13	10.82
	控制組	男	14	11.44	2.17	11.47
		女	10	10.53	1.72	10.81

表6

雙因子共變數分析之迴歸係數同質性考驗摘要表

變項	變異來源	SS	df	MS	F	顯著性
學業成就	組間 (回歸係數)	66.85	3	22.28	0.11	.95
	組內 (誤差)	12299.74	61	201.64		
	全體	12366.59	64			
學習態度	組間 (回歸係數)	26.08	3	8.69	1.90	.14
	組內 (誤差)	279.09	61	4.58		
	全體	305.17	64			
後設認知	組間 (回歸係數)	6.50	3	2.17	0.80	.50
	組內 (誤差)	166.17	61	2.72		
	全體	172.67	64			

表7

雙因子共變數分析摘要表

變項	變異來源	SS	df	MS	F	顯著性	事後比較
學業成就	組別 (A)	76.72	1	76.72	0.40	0.53	
	性別 (B)	1254.02	1	1254.02	6.49*	0.01	女 (51.05) 顯著高於男 (48.80)
	A × B	743.55	1	743.55	3.85	0.05	
	誤差	12366.60	64	193.23			
學習態度	組別 (A)	2.37	1	2.37	0.50	0.48	
	性別 (B)	2.52	1	2.52	0.53	0.48	
	A × B	5.95	1	5.95	1.28	0.27	
	誤差	305.17	64	4.77			
後設認知	組別 (A)	0.00	1	0.00	0.00	0.99	
	性別 (B)	6.48	1	6.48	2.40	0.13	
	A × B	0.001	1	0.001	0.00	0.96	
	誤差	172.70	64	2.70			

* $p < .05$

(二) 學習方式 (數學讀報遊戲、控制組) × 性別在「學習態度」之交互作用情形

學習方式 (數學讀報遊戲、控制組) × 性別在數學「學習態度」之基本統計量如表5。迴歸係數同質性檢定 (表6), $F(3, 61) = 1.90$, $p = .14 > .05$, 結果未達顯著, 符合共變數分析之假定。

實驗組男調整分數 ($M = 17.36$) 優於女 ($M = 16.31$), 控制組男後測分數 ($M = 17.12$) 低於女 ($M = 17.34$)。二因子多變量共變數分析發現 (表7), 學習方式 (數學讀報遊戲、控制組) × 性別之二因子並無交互作用存在, $F(1, 64) = 1.25$, $p = .27 > .05$, 表示學習方式 (數學讀報遊戲、控制組) 與性別在數學學習態度上沒有交互作用存在。就主要效果而言亦皆未達到顯著性水準。這和張琬翔 (2017) 數學讀報遊戲融入教學組、數學讀報遊戲學習角組與性別在學習興趣和信心等依變項上皆無交互作用存在的結果相同, 也與陳淑玲和吳月娥 (2015)、Lee 等人 (2007)、Nguyen 等人 (2006) 的研究結果相似, 但與吳明隆和葛建志 (2006) 結果不同。

(三) 學習方式 (數學讀報遊戲、控制組) × 性別在「後設認知」之交互作用情形

學習方式 (數學讀報遊戲、控制組) × 性別在數學「後設認知」之基本統計量如表5。

迴歸係數同質性檢定(表6), $F(3, 61) = 0.80$, $p = .50 > .05$, 結果未達顯著, 符合共變數分析之假定。

實驗組男生後測分數($M = 11.46$)略高於女($M = 10.82$), 控制組男後測分數的成績($M = 11.47$)高於女($M = 10.81$)。二因子多變量共變數分析發現(表7), 學習方式(數學讀報遊戲、控制組)×性別之二因子並無交互作用存在, $F(1, 64) = 0.00$, $p = .96 > .05$, 表示學習方式(數學讀報遊戲、控制組)與性別在數學後設認知上沒有交互作用存在。就主要效果而言亦皆未達到顯著性水準。此和涂金堂(2015)針對中小學男女生的後設認知發展情形進行潛在平均數差異考驗之沒有顯著性差異, 以及于富雲和陳玉欣(2007)的研究結果相似。

三、質性結果說明與討論

(一) 學生數學動機和興趣隨時間降低, 偏好動手操作題, 排斥計算或陌生題

整體而言, 教師觀察到學生的數學動機和興趣在實驗初期較高, 但隨著時間逐漸降低, 後半期學生出現像平時數學課堂寫作業的感覺, 動機和興趣沒有明顯的差異, 特別是中低成就學生更明顯缺乏動機(師A訪談: 學生大都一開始覺得讀報很有趣, 但後半期覺得無趣、變成作業, 特別是中低成就學生; 師B後半期學生的態度就沒有明顯差異, 感覺就是要完成這項作業)。這與張琬翔(2017)的質性觀察不同, 其發現不論在數學讀報遊戲融入教學組和學習角組的低年級學生都對於題目展現出高度的問題解決興致。也與王慧勤(1995)、蘇秀玲、謝秀月(2007)之結果不同, 其發現遊戲融入教學有助於提高學生的學習興趣, 減少學生的學習挫折, 增加學生學習的成就感與參與感。

不同類型的讀報遊戲, 學生表現出不同的學習態度。反覆嘗試、計算步驟多、陌生或需要不同思考的題型, 學生動機和興趣更弱(師A訪談: 跟題目也會有關, 有些題目學生覺得有趣, 有些題目仍無趣, 計算太多的題目, 或題型沒有接觸, 需要不同思考的題目, 或題目本身要太多嘗試的題目, 動機就會變弱; 師B訪談: 試很多次, 計算不喜歡, 這些題目學生不覺得有趣, 好像又來上數學)。研究者推測由於數學讀報遊戲跟平常學校數學課堂題目性質不同, 學生難度更高且無法立即知道如何作答, 對於在長年習慣制式學習的高年級學生產生挫折感, 不願意投入到解題當中, 出現類似「避敗」的學習傾向。即學生採用 Maatta、Stattin 與 Nurmi(2002)防禦性悲觀(defensive pessimism)策略, 為避免失敗而過度努力的價值保護策略, 會逃避或放棄努力的機會, 產生自我跛足(self handicapping)現象, 教師宜引導學生採用使用樂觀策略(optimistic strategy)訓練來調適心情, 使其接受事實而對於困難保持正面積極的態度, 告知只要不斷的耐心嘗試, 努力一定可以順利解題(李介至, 2007; 張琬翔, 2017)。

學生偏好類似動手操作的數學讀報遊戲, 諸如: 排火柴、移動棋子, 且不論高中低成就者都很踴躍作答與分享發表, 推測這些題目隱含遊戲成分較高所致(師B訪談: 如果結合時事會更好, 報紙中像是擺推棋子、移動火柴等, 可能跟桌遊類似, 遊戲性質較高, 學生就比較喜歡而且這一類, 而且這一類操作型遊戲, 學生很願意嘗試, 甚至會主動跟同學跟分享)。這再次驗證侯禎塘、李香慧、張乃悅(2004)的研究結果, 「做中學」的遊戲式、操作式學習, 對孩子具有頗大的興趣與吸引力, 孩子比較願意多花一些時間。

且低成就的學童在遊戲中比較有積極的學習慾望，更願意發表自己的看法（黃熾樺、賴慶三，2009）。

（二）學習雙峰現象存在，高成就者之學習策略融入解題、解題成功和態度均較佳

數學成就高者的學習態度、解題和融入策略的表現都較佳，成就低者表現不佳，平日數學課堂的雙峰現象（bimodal distribution）仍存在（師A 訪談：對於平常上課就學習態度偏差者，數學讀報遊戲課仍沒興趣，特別是沒耐心，...，有一半學生每次教師要提醒，這些本來數學就是低成就，...，高成就者本身配合度較高，興趣高；師C 觀察：程度好的會自己算和融入策略，兩班都是，一方面有興趣，一方面老師要求都有，程度差的不感興趣）。這與賴勤薇和林碧珍（2011）數學遊戲融入教學對於高分群學生有較好的成效，低分群學生在的立即學習效果提升不明顯之結果相似。即數學高、低成就學生在解數學文字題時的歷程差異很大，低成就學生無法擬定計畫來解題（黃志強，2005）。高低成就者解題習慣不同，可針對其特點因材施教；高成就學生鼓勵其擔任小老師，促進學以致用（師A 訪談：要請程度高的學生帶著做）；低成就學生著重其策略習慣的養成，增加語文字彙理解力（陳碧祥、魏佐容，2011）。

數學讀報遊戲題目的解題步驟跟推理思考的成分比課本題目多，比平常課堂內容更有挑戰性。但因現在多數孩子不喜歡思考，學生會覺得茫然，即使花很多時間思考，也不知道如何解題。數學程度好或成就高的學生解題成功率較高，能感受到數學讀報遊戲的樂趣；程度差或動機弱者，實驗後還是不喜歡數學跟思考，仍有習得無助（learned helplessness）的現象。（師A 訪談：成績好的很快可以完成，稍微覺得有趣，因為比課本有變化，題目的步驟跟推理比課本多，現在孩子不太思考，很容易卡住，所以程度高的才容易解題成功；師B 訪談：程度好的才容易解題，...，學生覺得比課本有趣，因為有挑戰...，程度差、動機不強，仍然習得無助，不喜歡數學和思考；師C 觀察：沒看過的題型會很茫然）。這也與張琬翔（2017）的質性發現相似，早期或長期解題失敗者，學習參與度低，出現典型的習得無助感，其建議對於低成就弱勢學生的補救教育，可以著力於強化學習習慣養成與面對挫折的容忍力（frustration tolerance），提供心理支持或獎勵肯定機制。或是提供學生公開分享的表現機會，增強其解決問題的信心（陳嘉皇，2005），關鍵還是如何建立學生對學習數學的動機和信心（侯禎塘、李香慧、張乃悅，2004）。

（三）「讀、說」策略學習情形佳，「畫圖表」能力弱，易忽略「驗算」

「讀、說、畫、算、驗」5步驟中，「讀、說」兩步驟在實驗處理後，學生普遍表現佳，不懂都會再讀一次，讀題時也會畫出關鍵字來輔理解題意，半數學生能重新詮釋題目敘述，用自己的話向鄰座同學說明題意（師A 訪談：不提醒約四五成可以獨自完成，教師鷹架提示重點後，六七成都會讀說，...，讀比較容易，學生都會教問查，先瀏覽，抓主要的重點，學生知道不懂要再讀，...，會找別人說，非自己說；師B 訪談：說和畫關鍵字表現較佳，這個步驟比較簡單，歸納重組語意一半一半，七八成有進步，但要根據題目）。這與江美娟（2002）、江美娟和周台傑（2003）、鍾承均和呂翠華（2015）的研究結果相同，「認知—後設認知」策略教學能減少學生在閱讀和分析問題上的錯誤，增進其對題意的瞭解，並減少使用不當的解題方式。

然而，畫重點也存在學習雙峰現象，有些同學把無關或支微末節的語句都用顏色註記，故無法正確理解題意進而解題失敗（師A訪談：畫重點的雙峰現象；師B訪談：沒找對就一定寫錯；師C觀察：幾乎全部都畫，...，全部數字都畫）。意即閱讀理解在數學文字題的解題歷程中扮演著舉足輕重的角色（黃志強，2005；蘇意雯等人，2015）。學生解題錯誤大多是因為對題意不了解，沒有弄清楚題目，甚至被應用題中無關的文字訊息干擾而無法解決解題，以致數學的應用解題表現錯誤百出（陳碧祥、魏佐容，2011）。

「畫圖表：用圖表轉化文字題意」是學生最缺乏的能力，學生即使讀懂題意，也無法轉化為圖表（師A訪談：畫很困難，不知道如何呈現圖表，學生懂得卻畫不出來，三分之一可以畫出，三分之二不能畫出，程度差的畫不出來）。這與江美娟和周台傑（2003）後設認知策略教學增進學生圖示策略的使用之結果不同。推測和既有課堂中的缺乏練習畫圖表有關（師B訪談：學生平常也很少在畫圖，在這自然也少畫）。

「驗算：驗算確定過程正確」是學生最容易忽略的步驟，兩位教師都表示學生「懶」得驗算，覺得寫完就好（師A訪談：驗算學生都懶得做這事情，覺得寫完就好。平常也沒有。不當一件事，其他步驟可能會做，但驗算很難；師B訪談：學生就是懶得再算一次）。無論是數學高成就或數學低成就的學生，在閱讀數學的歷程最常忽略的即是驗證和回顧的步驟，很少有學生會去驗證其答案是否合理（黃志強，2005；陳碧祥、魏佐容，2011）。但這和江美娟和周台傑（2003）數學學習障礙學生在接受後設認知策略教學後能增進其主動驗算與檢查答案的行為之結果不同。

（四）低成就生懷疑策略的效用，因僅有助題意理解、受限於資質無助於成功解題

低成就學生會懷疑「讀、說、畫、算、驗」這些策略對平常算數學有幫助嗎？（師A訪談：程度差的同學學生懂題意，但不會解；師B訪談：學生問我用這個，...，一步一步還是錯，即使用了這些步驟也不會解題，會懷疑策略的幫助）。即使學生具備「認知－後設認知」策略能力來解題，僅能對讀懂題意、計畫解題步驟、監控與自我調整等有幫助，但受限於本身的數學運算與思考能力較弱或缺乏先備知識，還是不可能解題成功（師B訪談：這些學生...你也知道...前面的洞太大，補不起來，他們的能力本來就差，提升有限）。趙叻冠和楊憲明（2006）指出，不同數學成就學生之數學解題表現，分別受閱讀理解能力、數學概念理解能力和數學推理能力的影響，解題困難往往是因為基本數學概念不清、缺乏先備的計算技能，抽象推理較弱無法想出解題步驟。

（五）分享或發表的合作學習有助於題意理解，同儕語言鷹架較師長佳

實驗組兩班教師不約而同都在「表達（說）」的步驟採用合作學習方式，讓孩子用自己的話解釋題意給同組或鄰座聽（教師C觀察：合作學習、配對、小組討論，原本實驗教學沒有規劃）。如果自己畫完重點後，和同儕相互討論，對照彼此對題目的看法，用自己的語言重新詮釋，有助於解題（師A訪談：畫完互相對照會比較好）。不論是實驗教學時與日常數學課堂，學生在沒有老師指示下會主動進行合作學習，減少答題失敗（師A訪談：學生知道不懂要再讀給別人聽，...學生會找別人說，非自己說；師B訪談：跟平常比較，會主動討論，不會整組都陣亡，...，平常上課也會找人討論）。這顯示學生在遊戲解題彼此互動的過程中，提供了新技巧習得與練習的機會，解題的成功亦增進了自我強化的力量（陳嘉皇，2005）。

換言之，認知策略要搭配合作學習會增加解題成功機會，學生兩兩配對討論或3-4人小組討論的學習效果佳。因為學生有自己的語言，會比老師講容易理解，同儕的語言鷹架也有助於激發多元想法（師B訪談：合作學習，...學生有自己的語言，會比老師講好，學生會用自己的方式換句話說，這樣互相說效果比較好，...，排圖形或答案有多樣性的反應）。這呼應侯禎塘、李香慧、張乃悅（2004）同儕從中觀摩、比較與溝通討論，孩子常有恍然大悟之感，學習效果反而比老師直接講述的效果還好。小組遊戲比賽的合作學習，能讓解題更順利（黃嫵樺、賴慶三，2009；蘇秀玲、謝秀月，2007），有助改善數學態度、興趣、動機和知識共享（Arsaythamby, Faizahani, & Sitie, 2017）。

（六）男生出現數理的優勢，男生各種題型掌握度高，女生擅長計算或熟習題型

根據教師的觀察發現，男生的學習成效較佳，對於課本沒出現過的題目也很有反應。女生對於步驟多的題型掌握度低，擅常反覆練習照步驟的題目（師C觀察：男討論互動多，敢發表；師A訪談：男生的表現較佳，整體狀況男生比較好。女生對於步驟多的理解力較弱，...，題目反覆操作或可照步驟來才會有反應）。這代表不同性別學童在數學學習形態與解題方式也有所差異，男孩傾向抽象，女孩則較具體，男生較女生在數學學習上有著更好的表現（陳必卿，2015；Lawton & Hatcher, 2005）。上台發表想法方面，實驗組兩班都是男生主動分享較多，女生通常要老師指定才願意上台（教師C觀察）。這呼應吳明隆和葛建志（2006）男生在數學學習信心的態度上顯著高於女生的結果。

（七）學生文字和畫圖答題能力薄弱，不論成就高低普遍有「會說不會寫（畫）」

題目回答如果需要文字書寫表達想法時，會發生「學生知道答案，但不會寫或描述不完整」的現象，「口頭說」會比「書面寫」稍好。（師B訪談：有的題目要文字回答，學生懂但不會寫，寫不完整，脈絡不清楚，說會比寫好；師A訪談：少數人會畫，大部分畫不出來，題目不能歸納，即使懂題意，也畫得不好）。實驗組教師B表示：這牽涉國語的能力，也再次驗證缺乏語言知識及閱讀理解力是數學學習困難學生不能理解完整題意的成因（侯禎塘、李香慧、張乃悅，2004；趙攸冠、楊憲明，2006；鍾承均、呂翠華，2015）。鍾承均和呂翠華（2015）表示，教師宜幫助學生從各種不同角度將問題情境意義化，用自己的話來表徵問題，回憶題目情境，能培養學生分析與統整題意的能力。

其次，學生覺得「用算才是數學，用畫或用寫不是數學」（師B訪談），即學生刻板印象認為數學的答案就是數字，不習慣數學答案為回應文字或圖表。另一方面，課本缺乏圖表作答練習題和坊間安親班偏好背公式等因素都會導致學生在圖表作答的能力不足（師B訪談：畫本來數學課和考題就很少在畫，都是列式比較多，安親班制式的解題，先備經驗較少，缺乏練習）。這呼應蘇意雯等人（2015）的看法，數學課本之敘述與閱讀理解在數學教學中常被忽略，而只重在計算、思考、解題技巧等方面的練習。而學生用圖表解題頻率高者，通常為作答速度快或一對一家教指導等類型的學生（師C觀察：速度快者畫圖佳，師B訪談：家教一對一或較有時間者才會畫）。教師要長期在平常數學課中多鼓勵學生用畫圖表和寫文字的方式來做答（師B訪談：但需要長時間練習策略，習慣養成要時間）。

伍、結論與建議

一、結論

(一) 高年級學童接受數學讀報遊戲教學沒有影響其數學學習成效

本研究發現，實驗組學生在數學學業成就、學習態度和後設認知上未顯著高於控制組，這與江美娟和周台傑（2003）、孫扶志（1996）、張琬翔（2017）、陳淑玲和吳月娥（2015）等人研究結果類似。

(二) 不同性別學童接受數學讀報遊戲教學沒有影響學習成效，但學習型態仍有不同

本研究發現，學習方式與性別在數學學業成就、學習態度與後設認知上沒有交互作用存在。這與張琬翔（2017）、陳淑玲和吳月娥（2015）、Lee 等人（2007）、Nguyen 等人（2006）等研究指出，性別對數學學業成就和學習態度沒有顯著差異，以及涂金堂（2015）、于富雲和陳玉欣（2007）發現男女生的後設認知情形沒有顯著性差異之研究結果相似。但教師質性觀察發現，男生各種題型掌握度高且會主動分享想法，女生則擅長計算或熟習題型但發表次數少，顯示數學信心和學習型態因有性別而有不同。

(三) 「讀、說」策略學習情形佳，「圖表文字作答」能力弱，易忽略「驗算」

學生實驗後習得畫關鍵字詞之閱讀與理解題意策略，半數學生具備重新詮釋題意向同儕說明的能力，代表「認知－後設認知」策略教學能減少學生在閱讀和分析問題上的錯誤；這與江美娟和周台傑（2003）、鍾承均和呂翠華（2015）的研究相同。其次，學生利用「圖表」和「文字」的作答能力較弱，因和日常缺乏相關練習、習慣背公式解題等因素有關。最後，學生普遍「懶」得驗算，很少有學生會去驗證其答案是否合理（黃志強，2005；陳碧祥、魏佐容，2011）。

(四) 學習雙峰現象存在，低成就者即使懂得策略，但受限先備能力無法成功解題

質性觀察發現，雙峰現象存在於在學業成就、學習態度、「認知－後設認知」策略使用，高成就者在讀報數學遊戲的學習成效表現較佳。低成就者畫不出關鍵重點，容易受到無關的文字訊息干擾而無法解決解題（陳碧祥、魏佐容，2011）。即使低成就學生懂得使用「認知－後設認知」策略解題，僅有助於讀懂題意、計畫解題步驟、監控與自我調整；囿於本身基本數學概念不清、缺乏先備的計算技能和抽象推理思維力較弱，仍無法解題成功（趙汶冠、楊憲明，2006）。

二、建議

(一) 增加數學讀報遊戲的實驗時間與頻率，幫助習得策略與保留

本實驗僅每週一次為期 11 週，對於學業成就、學習態度和後設認知的轉變無法馬上看出成效。建議將來相關研究可增長研究時間到一學期以上，並增加每週教學次數至四到五次，長期密集的教學與練習有助於習得策略，產生學習保留與記憶。

(二) 課堂增加動手操作題目，加強學生文字描述與圖表作答能力

質性觀察發現，不論高低成就者對於排火柴、移動棋子等動手操作題目的興致都很高，學生願意花時間思考作答與主動分享，這與過往研究發現相似，教師宜用動手

操作喚醒學習熱忱。其次，教師要長期在平常數學課中多鼓勵學生用畫圖表和寫文字的方式來作答，避免學生出現「會說不會寫（畫）」的窘境。

（三）「認知—後設認知」策略搭配「合作學習」，引導表達和樂觀策略建立信心

教師應鼓勵學生相互討論和彼此對照想法，因同儕語言鷹架有助於理解題意和激發思考，學習效果比老師直接講述的效果好，即同儕語言鷹架之合作學習，有助於策略應用、自我強化與有效解題。鼓勵高成就者幫助同學，給與低成就者公開發表機會或用一對一教學引導其使用樂觀策略，養成學習習慣與挫折容忍力，建立數學信心。

（四）自變項納入高低成就變因且分層探討依變項學習態度結果，或改為行動研究

過往文獻顯示，低成就學童在遊戲教學中比較有正向態度，有助於提升數學學習成績；日後研究可將高低成就者列入自變項探討其經實驗教學後之學習成效。其次，本研究之學習態度包含數學有用性、數學信心、數學動機、數學興趣和數學焦慮等五個不同層面，僅用態度總分說明結果可能無法凸顯學習態度的複雜情況，日後宜分別說明各層面的前後測比較結果。最後，因教學實務現場不易控制變因，後續研究方法若改以行動研究，從規劃、行動（教學）、觀察、反省及修正的步驟中蒐集師生質性資料，說明教學現場的問題解決方法，對於現場教師或許較有實務幫助與教學啟示。

參考文獻

一、中文部分

- 于富雲、陳玉欣（2007）。不同知識表徵建構的學習策略對自然科學習成效之影響。**科學教育學刊**，**15**（1），99-118。
- 王子華、王國華、王瑋龍、黃世傑（2002）。大學普通生物學後設認知量表的發展。**測驗統計年刊**，**10**，75-100。
- 王雨棻（2014）。屏東縣接受補救教學國中生數學態度與學習滿意度之研究（未出版之碩士論文）。國立屏東教育大學，屏東市。
- 王慧勤（1995）。遊戲教學法妙用無窮。**師友月刊**，**331**，48-51。
- 江美娟、周台傑（2003）。後設認知策略教學對國小數學學習障礙學生解題成效之研究。**特殊教育學報**，**18**，107-151。
- 余民寧、韓珮華（2009）。教學方式對數學學習興趣與數學成就之影響：以 TIMSS 2003 台灣資料為例。**測驗學刊**，**56**（1），19-48。
- 吳明隆、葛建志（2006）。國民小學學生數學歸因信念、數學態度、數學焦慮與數學成就之相關研究。**高雄師大學報**，**21**，1-18。
- 吳耀明（2012）。國小社會領域實施問題本位學習對提升學童學習成就之研究。**教育研究學報**，**46**（1），43-67
- 呂玉琴、石璋璞（2013）。國小四年級數學高成就學生閱讀數學讀物之調查研究。**臺北市立大學學報**，**44**（2），109-130。
- 李介至（2007）。以趨成避敗二向度四分法分類適應／不適應成就策略之可行性分析。**臺中教育大學學報：教育類**，**21**（1），75-97。

- 林文寶 (2002)。兒童、文學與閱讀。《兒童文學學刊》，7，1-59。
- 侯禎塘、李香慧、張乃悅 (2004)。透過數學遊戲教學提升國小一年級數學學習困難兒童的學習興趣與學習成效。《屏東師範學院特殊教育文集》，6，133-164。
- 涂金堂 (2015)。數學後設認知量表之發展與信效度考。《教育心理學報》，47(1)，109-131。
- 洪月女、楊雅斯 (2014)。讀報結合閱讀理解策略教學對國小四年級學童學習成效之研究。《教育科學研究期刊》，59(4)，1-26。
- 洪秀珍、謝臥龍、駱慧文 (2015)。科技大學女學生「數學領域認同」、「數學性別刻板」、「性別角色刻板」、「情境訊息」與「數學焦慮」之研究。《科學與人文研究》，3(3)，30-54。DOI: 10.6535/JSH2015123302。
- 孫扶志 (1996)。認知解題策略對國小數學低成就學童文字題解題能力之實驗研究。《測驗統計年刊》，4，71-124。
- 秦麗花、邱上真 (2004)。數學文本閱讀理解相關因素探討及其模式建立之研究。《特殊教育與復健學報》，12，99-121。
- 張春興 (2013)。《教育心理學》。臺北：東華。
- 張琬翔 (2017)。讀報數學遊戲對學童數學領域學業成就與學習態度之探討。「國立臺南大學第四屆師資培育精進素質與精緻特色研討會」發表，臺南。
- 張維忠 (2006)。論數學遊戲。《數學傳播》，30(4)，83-94。
- 郭文金、梁惠珍、柳賢 (2015)。數學動手做活動對六七年級女學生數學學習自我效能影響之初探。《科學教育》，1，54-82。
- 陳必卿 (2015)。學前幼兒於不同性別組合中的數學學習類型之研究。《人文社會學報》，11(4)，337-366。
- 陳淑玲、吳月娥 (2015)。以科學遊戲融入 POE 教學對學童學習成效影響之研究。《國教新知》，62(2)，44-56。
- 陳嘉皇 (2005)。數學遊戲及其在課堂上的應用。《台灣數學教師電子期刊》，1，22-29。
- 陳碧祥、魏佐容 (2011)。提升國小六年級學童數學文字題閱讀理解能力之研究。《台灣數學教師電子期刊》，27，31-56。
- 陳綵菁、邱榮輝、陳志豪、張宇樑 (2013)。數學遊戲融入教學在國小三年級學生除法概念學習之應用。《桃園創新學報》，33，313-330。
- 曾月垣 (2011)。國小高年級學生數學知識信念、後設認知與數學學業成就之研究 (未出版之碩士論文)。國立高雄師範大學，高雄市。
- 馮琮愛、邱銘心 (2004)。臺北市國小學童的讀報行為與對讀報成效的認知研究。《圖書資訊學刊》，12(1)，135-171。
- 黃月純、楊德清 (2011)。國小低年級弱勢學生數學學習興趣與信心之研究。《嘉大教育研究學刊》，26，113-145。
- 黃志強 (2005)。閱讀與數學文字題解題歷程關係之探究。《中華民國特殊教育學會年刊》，2005，57-73。
- 黃熾樺、賴慶三 (2009)。科學玩具遊戲教學對國小三年級學童「空氣」單元學習的影響。《科學教育月刊》，318，2-16。

- 趙旻冠、楊憲明 (2006)。數學障礙學生數學概念理解、數學推理能力與數學解題表現之關係分析研究。**特殊教育與復健學報**，**16**，73-97。
- 劉玉玲、沈淑芬 (2015)。數學自我概念、數學學習策略、數學學業情緒與數學學業成就之研究—自我提升模式觀點。**教育心理學報**，**46** (4)，491-516。
- 賴勤薇、林碧珍 (2011)。數學遊戲融入國中數學科函數單元教學成效之研究。「中華民國第27屆科學教育研討會」發表，高雄。
- 賴慶三 (2012)。國小科學閱讀教學模組之研究。**崑山科技大學人文暨社會科學學報**，**4**，27-42。
- 鍾承均、呂翠華 (2015)。認知—後設認知策略對提升國小五年級數學困難學生文字題解題學習成效之研究。**中華民國特殊教育學會年刊**，**2015**，111-134
- 鍾靜 (2011)。閱讀數學繪本學習生活數學。取自 academic2.wyes.tn.edu.tw/growth/reading/.../09_鍾靜教授_數學繪本閱讀與教學.pdf
- 羅廷瑛 (2015)。溝通式閱讀科學文本教學方案對國小四年級學生科學閱讀表現之影響。**新竹教育大學教育學報**，**32** (1)，93-126
- 譚寧君、涂金堂 (2000)。國小數學實驗班與非實驗班學生數學學習成效之比較研究。**國立臺北師範學院學報**，**13**，397-434。
- 蘇秀玲、謝秀月 (2007)。科學遊戲融入國小自然科教學學童科學態度之研究。**課程與教學季刊**，**10** (1)，111-130。
- 蘇意雯、陳政宏、王淑明、王美娟 (2015)。幾何文本閱讀理解的實作研究。**臺灣數學教育期刊**，**2** (2)，25-51。

二、西文部分

- Akinsola, K., & Animasahun, A. (2007). The Effect of Simulation-Games Environment on Students Achievement in and Attitudes to Mathematics in Secondary Schools. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 6(3), 113-119.
- Arsaythamby, V., Faizahani, A. R. & Site, C. (2017). Students' Mathematics Attitude towards Cooperative Learning Teams-Games-Tournament. *Advances in Social Science. Education and Humanities Research*, 125, 259-263.
- Carter, T. A., & Dean, E. O. (2006). Mathematics intervention for grades 5-11: Teaching mathematics, reading, or both? *Reading Psychology*, 27(2-3), 127-146.
- Conaway, B., & Midkiff, R. B. (2004). Connecting literature, language, and fractions. In D.Thiessen (Ed.), *Exploring mathematics through literature* (pp. 69-73). Virginia: National Council of Teachers of Mathematics.
- Harris, J. (2004). Using literature to investigate transformations. In D. Thiessen (Ed.), *Exploring mathematics through literature* (pp. 131-134). Virginia: National Council of Teachers of Mathematics.
- Hellwig, S. J., Monroe, E. E., & Jacobs, J. S. (2000). Making informed choice: Selecting children's trade books for mathematics instruction. *Teaching Children Mathematics*, 7(3), 138-143.

- Hunsader, P. D. (2004). Mathematics trade books: Establishing their value and assessing their quality. *The Reading Teacher*, 57(7), 618-629.
- Lawton, C. A., & Hatcher, D. W. (2005). Gender Differences in Integration of Images in Visuospatial Memory. *Sex Roles*, 53(9-10), 717-725.
- Lee, C. H., Yeh, D., Kung R. J., & Hsu, C. S. (2007). The influences of learning portfolios and attitudes on learning effects in blended E-learning for mathematics. *Journal of Educational Computing Research*. 37(4), 331-250.
- Maatta, S., Stattin, H., & Nurmi, J. E. (2002). Achievement strategies at school: Types and correlation. *Journal of Adolescence*, 25, 31-46.
- Mayer, R. E. (1992). *Thinking, problem solving, cognition*. New York: W. H. Freeman and Company.
- Montague, M. (1992). The effects of cognitive and metacognitive strategy instruction on mathematical problem solving of middle school students with learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 25, 230-248.
- Moyer, P. S. (2000). Communicating mathematically: Children's literature as a natural connection. *The Reading Teacher*, 54(3), 246-255.
- Nejem, K. M., & Muhanna, W. (2013). The effect of using computer games in teaching mathematics on developing the number sense of fourth grade students, *Educational Research and Reviews*, 8(16), 1477-1482.
- Nguyen, D. M., Yi-Chuan J. H., & Allen, D. (2006). The Impact of web-based assessment and practice on students' mathematics learning attitudes. *Journal of Computers in Mathematics & Science Teaching*, 25(3), 251-279.
- Price, R. R. (2011, July). *Using children's literature to teach mathematics*. Paper presented at Conference for the Advancement of Mathematics Teaching 2011. Grapevine, Texas.
- Salingay, N., & Tan, D. (2018). Concrete-Pictorial-Abstract Approach on Students' Attitude and Performance in Mathematics. *International Journal of Scientific & Technology Research*, 7(5), 90-111.
- Whitin, D. J. (2004). Exploring estimation through children's literature. In D. Thiessen (Ed.), *Exploring mathematics through literature* (pp. 21-27). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Whitin, D. J., & Whitin, P. (2004). *New visions for linking literature and mathematics*. Urbana, IL: National Council of Teachers of English.

投稿日期：2018年12月18日

修正日期：2019年01月27日

接受日期：2019年09月30日

The Effect of Newspaper Games on the Achievement and Attitudes for Learning Mathematics by Applying Cognitive and Meta-Cognitive Strategies

Wan-Hsiang Chang

Teacher, Tainan Municipal Chongsyue Elementary School

ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate the students' mathematical learning effectiveness of mathematical reading games on newspapers with instructions of cognitive and meta-cognitive strategies. The participants were three sixth grade classes of an elementary school in Tainan County, and a non-equivalent pre-posttest control group experiment was conducted. The instruments were quantitative data collected from students' assessments and self-designed mathematical learning attitude and meta-cognition scale, and the qualitative data were collected from research discussion, classroom observation and interview. Data collected were analyzed by ANCOVA in SPSS to test correlated research hypothesis. The results showed as follows. First, there was no significant effect on sixth graders' learning performances in mathematical reading games on newspaper. Secondly, males and females showed different learning styles, however, there was no relationship between learning styles, sex and mathematical learning effectiveness. Thirdly, Cognitive and meta-cognitive strategies instruction helped students clarify the question, comprehend problems, and express their ideas about mathematical tasks. However, students were poor at using the strategies of diagram and checking computation & problem-solving steps. Overall, the phenomenon of double-peak still existed, low achievers could not solve the problems successfully by using strategies. Finally, suggestions for classroom teachers and future studies were proposed.

Keywords: mathematical games, newspaper reading in education, academic achievement, learning attitude, cognitive-metacognitive strategies