

ISSN 2312-7716
DOI 10.6610/TJMT

第 38 卷第 1 期
二〇一七年四月
VOL. 38 NO. 1
April 2017

臺灣數學教師

Taiwan Journal of Mathematics Teachers



國立臺灣師範大學數學系
Department of Mathematics,
National Taiwan Normal University



台灣數學教育學會
Taiwan Association
for Mathematics Education

發行單位 | 國立臺灣師範大學數學系
台灣數學教育學會

編輯委員會

主編	林原宏	國立臺中教育大學數學教育學系
副主編	林碧珍	國立清華大學數理教育研究所
	李源順	臺北市立大學數學系
編輯委員	林素微	國立臺南大學教育學系
(依姓氏筆劃排序)	徐偉民	國立屏東大學科普傳播學系
	秦爾聰	國立彰化師範大學科學教育研究所
	張淑怡	國立臺北教育大學數學暨資訊教育學系
	張煥泉	苗栗縣頭份鎮信德國民小學
	陳嘉皇	國立臺中教育大學數學教育學系
	楊凱琳	國立臺灣師範大學數學系
	廖惠儀	高雄市大仁國民中學
	劉祥通	國立嘉義大學數理教育研究所
	鄭章華	國家教育研究院
	鍾靜	國立臺北教育大學數學暨資訊教育學系

地址	臺北市汀州路四段 88 號國立臺灣師範大學數學系 《臺灣數學教師》
電話	886-2-7734-6576
傳真	886-2-2933-2342
電子郵件	tjmtedit@gmail.com
網址	http://tame.tw/forum.php?mod=forumdisplay&fid=74

附 啟

1. 本期刊自 2014 年 35 卷起每年出版二期。
2. 本期刊原名《台灣數學教師(電子)期刊》，自 2014 年 35 卷第 2 期起改名為《臺灣數學教師》。
3. 本期刊電子郵件由自 2015 年 36 卷第 1 期起改為 tjmtedit@gmail.com。

版權所有，轉載刊登本刊文章需先獲得本刊同意，翻印必究

主編的話

本期刊由國立臺灣師範大學數學系與台灣數學教育學會共同發行，此次發行第 38 卷第 1 期。這個期刊的論文主軸為數學教學與學習活動的實證研究，希冀成為數學教育實務研究論文發表與交流的園地，歡迎大家將數學教與學活動的研究發現與大家分享。近年來本期刊所刊登的研究論文，逐漸受到華人數學教師與數學教育研究者的重視。

本期論文共有三篇，第一篇是黎耀志所發表之〈於維基平台的學習活動中整合促進學習的評估策略：在小學教授周界的案例分析〉，這是一篇有關科技化數學教與學的實踐研究，研究者以小學的周界學習為案例，應用維基平台的線上學習與討論，整合提出有效的科技優化之教學模式和評估策略。第二篇是李俊賢、王儷儒、李政德所發表之〈創新教學教具教學：立體平面超連結、魔力吸管變變變〉，應用生活中常見的吸管和迴紋針，設計多功能數學教具，可以協助學童提升立體與平面互相轉換的空間能力，這是相當實用的數學創課研發。第三篇是簡嘉慧、鍾靜所發表〈探討兩位組長在數學工作坊的教學領導行為〉，這篇論文以個案研究方法，根據數學工作坊的活動歷程，分析組長和組員的交流與互動，據以探討數學教學領導行為。這篇論文的發現相當新穎，可做為推動教師數學教學專業發展的參考

本期刊能順利出版完成，要感謝的人實在很多。首先，非常感謝所有審查委員協助審查論文並提供寶貴審查意見，讓論文品質更臻完善。同時，由衷感謝兩位副主編和編輯委員會委員的鼎力協助，以及編輯助理的辛勞奉獻。由於大家的參與，才能使本期刊維持良好品質並不斷精進。最後，尚祈教育先進繼續給予本期刊寶貴建議與指導，您的支持與鼓勵，是本期刊精益求精的原動力。

《臺灣數學教師》主編

林原宏 謹誌

臺灣數學教師

第 38 卷 第 1 期

2005 年 3 月創刊

2017 年 4 月出刊

目錄

- 於維基平台的學習活動中整合促進學習的評估策略：在小學
教授周界的案例分析 1
／黎耀志
- 創新教學教具教學：立體平面超連結、魔力吸管變變變 23
／李俊賢、王儷儒、李政德
- 探討兩位組長在數學工作坊的教學領導行為 39
／簡嘉慧、鍾靜

Taiwan Journal of Mathematics Teachers

Vol. 38 No. 1

First Issue: March 2005

Current Issue: April 2017

CONTENTS

- Integrating Assessment for Learning (AfL) Strategies in Wiki-based Learning Activities: A Case Study of Teaching Perimeter in Primary School 1
/Yiu Chi Lai
- Innovatory Teaching and Manipulatives Teaching: A Hyperlink between Solid and Plane and Application of Magic Straw 23
/Chun-Hsien Li 、 Li-Ju Wang 、 Cheng-Te Lee
- The study on the two leaders in the mathematics workshop of leadership behavior 39
/Jia-Hui Jian 、 Jing Chung

黎耀志 (2017)。

於維基平台的學習活動中整合促進學習的評估策略：在小學教授周界的案例分析。

臺灣數學教師, 38 (1), 1-22

doi: 10.6610/TJMT.20161030.01

於維基平台的學習活動中整合促進學習的評估 策略：在小學教授周界的案例分析

黎耀志¹

¹ 香港教育大學數學與資訊科技學系

文中以一個小學周界教學活動個案為例，探討如何運用促進學習評估的教學策略在維基平台上進行協作，從而有效地將其運用在教學活動中。本文通過分析案例，總結出實施這個教學模式的學習活動步驟，以及持續改善教學方法的研究流程，並歸納出了一套評估策略。老師可採用資訊科技優化評估方法，照顧學習差異；可讓學生參與評估，在網上進行探討；並可持續實施進展性評估，根據學生在網上的學習表現，給予適當的反饋輔導學生學習。從學生及教師訪問了解到，在學校環境整合評估活動與維基平台的優點，例如：彌補課堂交流時間的不足，增加師生之間的交流機會。與此同時，維基平台在實際運用時亦有限制，本文亦會有所探討。

關鍵詞：周界；促進學習的評估；維基平台

壹、引言

促進學習的評估 (Assessment for Learning 以下簡稱 AfL) 是指以促進學生學習為目的的評估方法。該理念指出老師需透過評估了解學生情況，根據學生需要給予反饋，從而提升學生的學習 (Assessment Reform Group, 1999, 2002 ; 李坤崇, 1999)。研究結果表明，AfL 對提升教學效能甚有幫助。如果教師要提高學生的水平，就應該讓 AfL 成為課堂教學的重要部分 (Berry, 2008, Black et al, 2003, 2004)。與此同時，近年維基網絡服務 (wikis) 在教學上的應用也備受關注，其提供了一個有效開展協助學習活動的網絡平台。一個對香港職前教師進行初步的研究 (Lai & Ng, 2011)，指出維基平台能增強多種 AfL 策略，例如反饋、自評、互評，及多面向評估等。而維基平台讓學生課餘也能一起學習，探索共同興趣，實現互相交流，並分享彼此的經驗。

基於上述研究背景，本研究計劃嘗試於以維基平台為基礎的學習活動中整合 AfL 策略，從而探討適用於中、小學的電子學習教學法，發展出一套以維基平台為基礎整合 AfL 的指導原則。本研究計劃主要探討以下三個研究問題：1. 哪些促進學習的評估原則能與維基平台的學習活動有效地整合？2. 怎樣運用評估支援維基平台上的學習活動？3. 在學校環境整合評估活動與維基平台有哪些優勢與限制？文中會以一個循環個案的教學活動為例，探討如何在教學中運用維基平台及 AfL 去提高教學效能。個案會透過一個在小學四年級進行的周界學習活動，說明如何應用這些新時代的教學模式在數學科之中。

貳、文獻回顧

香港小學數學課程指引 (課程發展議會, 2000、2002) 規定小學四年級學生需要認識周界的概念，以及學習計算簡單平面圖形周界的技能。周界是指封閉圖形外圍一周的長度，在小學數學課程中屬度量範疇，即是與長度有關的數學概念。學生在此範疇除了需要學習以公式計算規則圖形的周界外，還需要建立構解圖形想像的思維能力，打破「面積不同，周長就不同」的謬誤，學習「改變形狀不變周長」，通過平移、重組等方法來計算不規則圖形的周界 (蘇琬淳, 2004 ; Beaumont, Curtis & Smart, 1986)。小學數學科的教學目標，除了要協助學生理解及掌握這些數學的基本知識和技能，還需要讓學生學習通過觀察身邊事物作出判斷，透過向學生提供不同的學習情境，發展學生的共通能力，如溝通能力、解難能力等，從而建構新知識和加深對事物的理解。尤其是類似圖形周界

這種常識性課題，和生活息息相關，教師在教學時需要將這些概念聯繫到日常生活。(課程發展議會，2002；Beaumont, Curtis & Smart, 1986)

而在實際教學上，學生對計算周界會有不同程度的理解和技能。例如，小學四年級是具體運思期向形式運思期轉換的發展階段 (Piaget, 1977)，有些學生發展較慢，還處於具體運思期，有些學生發展較快，已經有一定的抽象思維能力，如此便引致了學習成果的差異。若要更好地處理差異問題，在教學前，教師有需要通過評估了解學生對內容的理解程度，由此便可更準確地判斷學生在學習周界時遇到的問題，幫助他們更好地掌握學習內容。

維基平台可以是協助教師實施評估的一種工具。學生可以輕易在維基平台上留言，或發佈自己的網頁，從而促進學生的協作學習 (黎耀志、吳永水，2011)。維基平台一般有記錄功能，而且還可以允許追溯之前修正的內容，教師則可以運用維基平台的這些功能，了解學生的學習情況和建構知識的過程 (Flowers & Wieland, 2006)，這正切合了促進學習評估理念的核心，讓教師可以更好地實施進展性評估，通過收集多元化的資料，選擇更切合學生狀況的教學方法，從而提升學生的學習效能 (Eddy & Lawrence, 2012)。

參、研究設計

本文為一個關於整合維基平台及 AfL 的研究計劃的其中一個個案，主要採用設計研究法 (design-based research)，通過實踐與分析，調整教學設計 (Design-Based Research Collective, 2003)。設計研究法的特點是將教育研究理論和教學環境及實踐融為一體 (Design-Based Research Collective, 2003)。Barab (2006) 指出，設計研究不只是一種研究工具，還是一種結合自然教學環境的活動。其通過在多樣化的環境中實踐教學活動及評估教學的有效性，以建立適合不同學習環境並有利於學生的教學模式 (Anderson & Shattuck 2012; Cobb et al. 2003)。設計研究法中的每個循環包括設計、應用、分析和再設計四個步驟 (Collins, Joseph & Bielaczyc, 2004; Strobel, Jonassen & Ionas, 2008)。如圖 1 所示，本研究依據設計研究法的模式，在每個循環中實施此四個步驟。在設計階段，老師會定立學習目標，設計以新教學模式為基礎的學習活動；在應用階段，老師會實施學習活動，並進行前後測、學生面談等，以檢視學生的學習態度及成效；在分析階段，研究組員和老師會根據收集的數據進行分析，然後開會分享，以商討優化教學的策略，再設計出更好教學方案。

維基平台教學應用的相關研究中，研究焦點多為維基平台對學生學習的影響，對教學實踐步驟流程的研究並不多。根據維基平台教學實踐的研究經驗所得（黎耀志、吳永水，2011；Ng & Lai, 2012; Lai & Lum, 2012），維基平台學習活動可結合設計研究法。本研究以上述研究為藍本，融合了設計研究法的模式，對設計維基平台教學定立了具體的準備工作及循環進程。表 1 為整個教學過程的規劃，如表 1 所示，本研究首先進行一系列準備工作，包括初擬校本工作進程，準備校本導引資源並提供相關導引，進行校本小組導引工作坊，並選擇合適的數學課題等，然後便進入研究循環的四個步驟。在設計階段，參與計劃的學校會設計一個基於維基平台的網上協作學習活動，學校可以因應本身需要自行決定在每一個循環內進行活動的科目，而本次以小學數學的周界課題為研究內容。在應用階段實踐每個基於維基平台的學習活動過程中，參與教師會探討如何有效地將促進學習評估與電子學習結合起來，從而提昇教與學的成效。在分析階段，教師會評估學生的學習成效，進而根據分析結果再設計學習活動，透過多個循環去反覆改善教學，讓參與教師可以找到適合所教授學科的教學模式。

除此之外，本研究還採取了「單組前後測」設計（Gary, 2009），在進行學習活動之前，預先測試學生對課題的認識，在融入 AfL 的教學完成之後，再用後測檢視學生的學習成效。不過，收集此量化數據僅為了增加檢視學生學習表現的證據，而學生訪問則為了檢視學生對本次教學的態度。在研究分析階段，我們會結合質性和量性數據，進行三角檢驗，為持續改善維基平台學習活動並整合促進學習評估的策略提供依據。圖 2 為研究分析的過程中，質性與量性數據的關係。

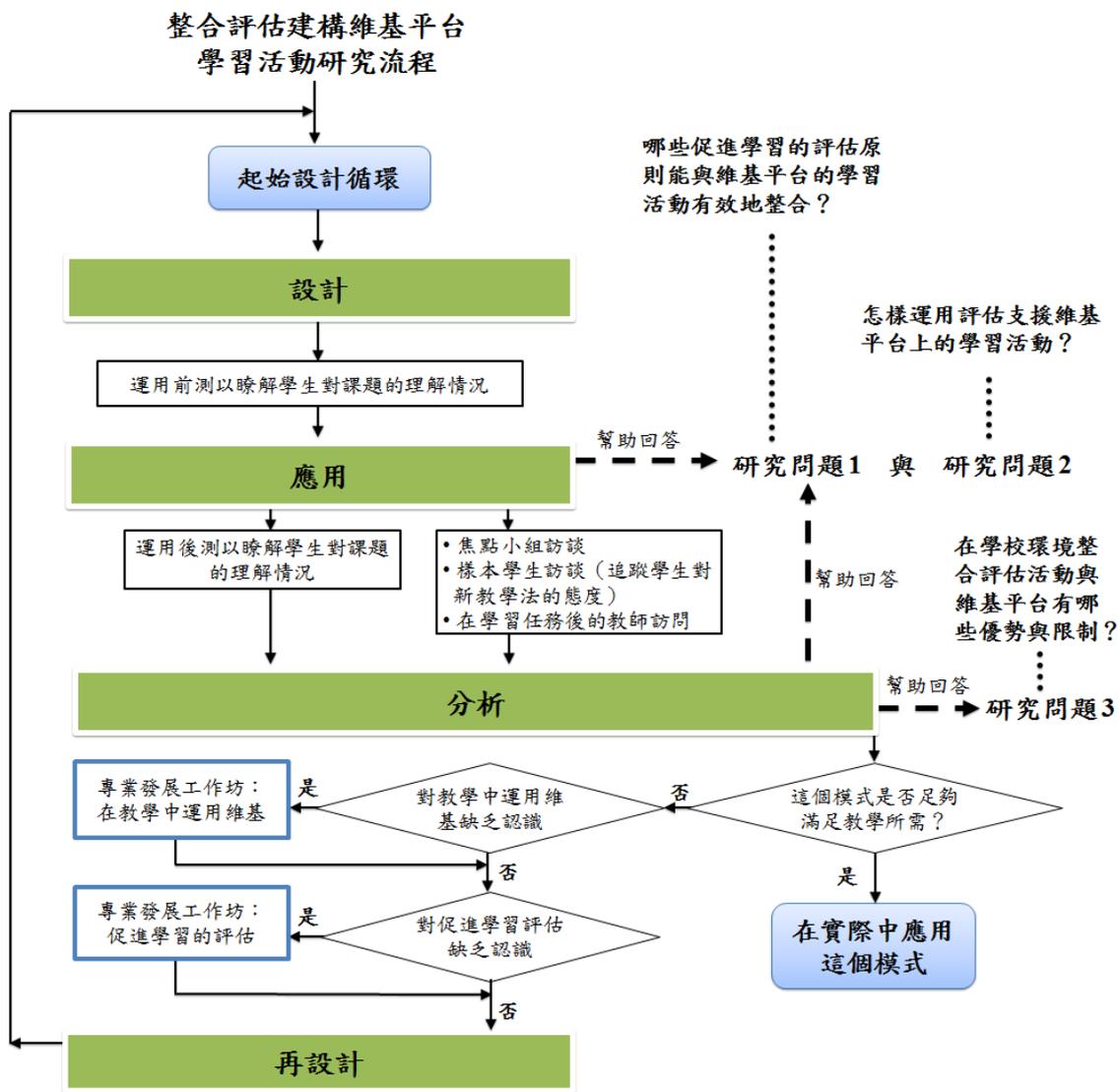


圖 1 研究流程和理念框架圖

表 1
研究項目準備工作及循環進程

	工作	參與者	參與學生
準	● 初擬校本工作進程	● 聯絡老師、研究小組	
備	● 準備校本導引資源	● 研究小組	

表 1 (續)

準備	<ul style="list-style-type: none"> ● 研究小組會為參與的教師，提供有關維基平台和Afl在課堂應用的基本技巧的導引，讓參與教師先掌握相關的基本概念 ● 校本小組導引工作坊 ● 選擇合適的數學課題及進行研究的年級，例如：是次我們選擇了小學數學的周界課題為研究內容 	<ul style="list-style-type: none"> ● 計劃教師 ● 計劃教師、研究小組
一個循環個案的工作		
設計	<ul style="list-style-type: none"> ● 定立學習目標，例如： <ul style="list-style-type: none"> ➢ 讓學生能夠思考計算周界的方法 ● 設計校本基於維基平台的學習活動，例如： <ul style="list-style-type: none"> ➢ 設置數學教學影片讓學生自學 ➢ 設置數學問題讓學生討論解答 	<ul style="list-style-type: none"> ● 計劃教師
應用	<ul style="list-style-type: none"> ● 活動前測：題目由老師自行決定，旨在檢測學生學習情況，例如簡單的數學運算 ● 進行基於維基平台的學習活動 ● 活動後測：和前測一樣，旨在檢測學生學習成效，例如開放題或解難題 ● 學生面談：抽取4-6個學生進行集體訪問，時間為15-20分鐘，以了解是次活動對學習數學是否有所幫助 ● 其他工作，如教師面談等 	<ul style="list-style-type: none"> ● 計劃教師（教學） ● 研究小組（收集數據） <p>*參與教師在不同循環活動可以選擇不同的參與角色（主持人、協作老師、觀察者）</p> <p>每間學校最少一班學生</p>
分析	<ul style="list-style-type: none"> ● 分析數據（學生、教師、平台） ● 分享會議 ● 優化教學 ● 維基平台/Afl工作坊（如有需要） 	<ul style="list-style-type: none"> ● 研究小組 ● 研究小組、計劃教師

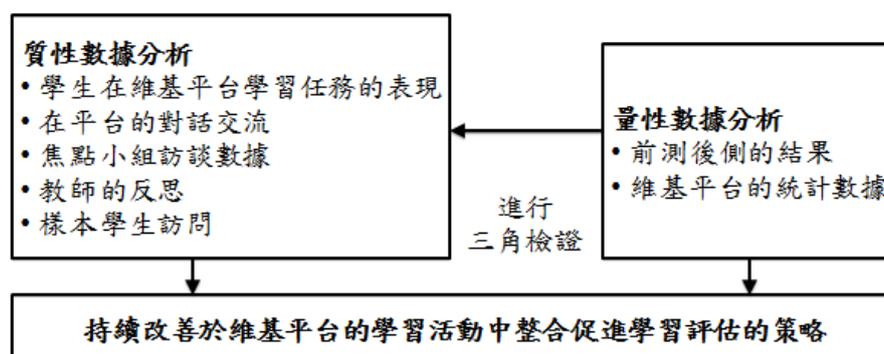


圖 2 研究分析中質性與量性數據的關係

肆、教學案例

是次案例是一個完整的教學循環，所選課題是小學四年級的周界。由於每個循環的目標是尋找更佳的教学模式，而不是對教學內容再教授，所以下一個課題不再以周界為課題。Google sites 是一個免費的維基平台服務，它能提供的功能包括設置網頁、發佈公告、留言評論、文件櫃、嵌入影片、測驗或問卷、訪問控制、權限設置、查閱最近活動等。

鑒於 Google sites 不但免費，也較易使用，所以本計劃選用了此維基平台開展網上學習活動。是次學習活動的網址為：<https://sites.google.com/site/carmenmshui/zhou>。

一、教學設計

(一) 學習目標

是次教學活動旨在讓教師熟習維基平台的基本操作及嘗試在平台上進行簡單的教學活動。其教學目標是讓學生能夠：

1. 明白周界的定義；
2. 了解周界的在日常生活的用處；
3. 思考計算周界的方法。

(二) 學習任務

老師要求學生在上課前約兩週開始研習事先放在維基平台上的教學資源（例如影片），然後讓學生在維基平台上回答、討論與周長相關的問題（見圖 3，網址為：<https://sites.google.com/site/carmenmshui/zhou/perimeter>）：

8 臺灣數學教師

1. 周界對我們日常生活有甚麼用處？
2. 周界是甚麼？
3. 怎樣可以聰明地計算平面圖形的周界呀？
4. 許老師、李老師和詹老師以下圖的三條路線由小學走到西村，你認為誰走得最短？為什麼？（見圖 4）。



圖 3 在維基平台上共享學習資料（檢自 <https://www.youtube.com/watch?v=r8Ct4TGQYxU>）

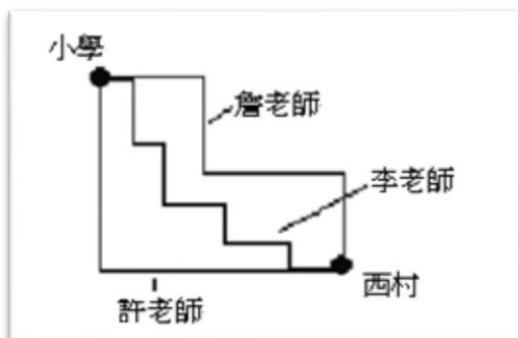


圖 4 周長練習題插圖

二、教學成效分析

以上網上教學活動的設計與一般教師為主導的授課式教學模式不同，是讓學生為主導的自主學習。老師在維基平台上傳相關影片引導學生自主學習，讓學生參與討論、互相學習，從而在討論中增長對周界的認識；當看到學生出現困難時，會以反饋輔導學生學習。老師先把一些學習問題放上維基平台，讓學生思考討論、一起解答，這些問題包

括開放式問題以及不同難度的應用題，體現了評估的多樣化，其中。老師還會在網上給予適當的反饋，以促進學生學習。表 2 是此次學習活動之後，研究小組對參與網上留言及討論的學生人數統計分析。

表 2

參與人數統計與教師反饋記錄（共 35 個學生，表內括弧中的數字為參與人數百分比）

題號	總回覆	發表意見或補充說明	表示贊同	提出反對	提問	教師反饋
1	14 (40%)	4 (11%)	4 (11%)	0	0	<ul style="list-style-type: none"> ● 各位同學，可否試舉一些日常例子呀？ ● X X，妳的意思是否這樣便可以找出圍繞著每件物件的繩子的長度？ ● X X，可否告訴老師為甚麼要知道它們的周界呀？
2	10 (29%)	9 (26%)	0	0	1 (3%)	<ul style="list-style-type: none"> ● 解釋得很清楚！若一個圖形內有其它的圖案，那麼此圖形的周界怎樣計算？是否需要計算圖形內其它圖案的周界？為甚麼？
3	12 (34%)	10 (29%)	0	0	1 (3%)	<ul style="list-style-type: none"> ● 如要找一些不規則圖形的周界，例如樹葉，我們可利用繩子圍繞樹葉的外圍，再運用直尺來量度此繩子的長度便可知道樹葉的周界了。 ● 同時要留意平行四邊形的特性！ ● 除了對邊平行，平行四邊形還有甚麼特性？ ● X X，X X，你們都正確！那麼可以用公式找出平行四邊形的周界嗎？
4	20 (57%)	18 (51%)	5 (14%)	4 (11%)	1 (3%)	/

從上表中可以看出，第4題解難應用題的學生參與度為57%，討論活躍度相對較高。由此可見，學生在維基平台的學習過程中，對具體的解難題更有興趣，更願意參與討論。其他題傾向考核學生對概念、方法和應用的表述，討論空間相對不多，學生參與度相對不高，由此需要老師更多介入，留意學生的困難之處，給予適當的反饋和提示，從而引導學生思考，協助學生學習。研究小組通過分析網上留言討論，發現此次教學活動有以下學習成效：

(一) 教師在網上反饋可協助學生學習

教師可以在網上瀏覽學生回答問題的情況，並給予反饋以協助學生學習。如圖5，學生在維基平台上回答問題「周界對我們日常生活有甚麼用處？」，有學生回答「可以量度身邊的物件邊界的長度。」此答案不太具體，老師便給予反饋，追問開放式的問題，引起討論：「各位同學，可否試舉一些日常例子呀？」激發學生將抽象的數學概念和生活環境聯繫起來。此外，老師還會進一步反饋追問，以便更深入了解學生的想法，例如：「XX，你的意思是否這樣便可以找出圍繞著每件物件的繩子的長度？」。教師如此便可和學生互動，協助學生學習。



圖 5 教師在網上反饋以協助學生學習

(二) 學生通過網上討論進行學習

學生可以在網上對問題進行討論，互相學習，在此過程中逐步找到正確答案。如圖 6，張同學和周同學開始對問題 4 的答案有不同的見解，張同學覺得轉彎越少路線越短，而周同學覺得直觀上另一條路線更短。後來，張同學用平移的方法，初步得出三段路程一樣長的結論，並且將思路在維基平台表述出來，周同學看到張同學的留言之後，開始動搖原來的想法，並表示認同。維基平台可供學生進行互相討論，以此協助學生學習。

chow [redacted] 下午8:54 2012年5月7日
真係有d一樣!
回復

張 [redacted] 下午9:37 2012年5月6日
no其實真係d三位老師嘅路程距離都一樣!只要將李老師and徐老師路程打橫嘅就拉去橫線度,打直嘅就拉去直線度,就會發現三位老師嘅路程距離都一樣!(我家姐俾靈感我but我唔知有冇推斷錯)>^<
回復

張 [redacted] 下午9:21 2012年5月6日
呀!!!唔係真係三位老師路程距離都係一樣
回復

張 [redacted] 下午9:15 2012年5月6日
我不同意!李老師有好多轉彎位!!!雖然李老師的線在中間,但係不一定是最短的!!!所以我覺得.....
我覺得每一個人的想法可能不一樣!!!?^~8(=_=)
回復

chow [redacted] 下午8:00 2012年5月6日
我好同意 [redacted] 的答案。
回復

張 [redacted] 下午8:35 2012年5月4日
Why?
回復

chow [redacted] 下午10:31 2012年4月30日
路程最短的是李老師,因為她是距離最近。
回復

afis409 下午8:30 2012年4月29日
是李老師
回復

afis409 下午8:28 2012年4月29日
no
回復

張 [redacted] 上午9:56 2012年4月28日
許老師因為許老師走的路只有一個轉彎位!(是不是)UvU
回復

學生通過討論逐漸找到答案

(較新)

留言次序

(較舊)

圖 6 學生通過網上討論進行學習

伍、研究結果

一、與維基平台學習活動有效整合的 AfL 原則

針對研究問題 1「哪些促進學習的評估原則能與維基平台的學習活動有效地整合？」，在此次維基平台學習活動中，研究組員嘗試參考及修訂 Berry (2008) 提出的 10 個 AfL 原則，並選擇其中合適的原則與教學設計整合，包括：採用多元化的評估方法；持續評估學生；讓學生參與評估過程；以反饋輔導學生學習。我們通過教學實踐，並結合維基平台的特點，總結出以下幾項能與維基平台學習活動有效整合的 AfL 原則，以指引老師更好地應用維基平台：

(一) 善用資訊科技評估學生學習情況

在一般的教學中，老師通常會在課堂上用口頭提問，課後批改作業和測驗作評估。而在維基平台學習活動中，則可以善用資訊科技來評估學生學習情況。如上述案例圖 5 所示，老師發現學生在維基平台留言的答案不夠具體，便追問開放式的問題，引起討論。老師不僅能在平台上看到學生的回應，而且能看到學生在討論中呈現的思考過程，用收集到的資料協助學生學習。此外，在維基平台上還可以嵌入 Google Form 測驗卷，並且可以自動評分並統計結果，老師可善用科技協助自己高效進行評估。

(二) 在維基平台上持續實施進展性評估

教師實施循序漸進的進展性評估，一邊觀察、判斷，一邊鼓勵、引導和指正，對學生甚有幫助。如上述案例圖 6 所示，此次教學活動持續兩週，老師可以持續觀察學生在維基平台在不同時間的回應，以評估他們的學習過程。此外，Google 維基平台有查閱活動記錄功能，方便搜尋評估記錄，即使學習活動已經結束，老師和學生只要能夠上網就可以隨時翻查和作新的回覆，有助於持續評估學生的學習歷程。

(三) 讓學生在維基平台進行互評

維基平台有留言討論功能，老師可以善用維基平台的這項功能，讓學生通過留言進行互評。學生在討論過程中會對其他同學的答案進行評論，發表不一樣的答案或觀點，這些同儕的評價和建議可刺激學生思考。如上述案例圖 6 所示，其中一位學生在看了其他同學的評論之後，發現了自己「轉彎越少路線越短」的判斷是錯誤的，進而從新尋找更好的解法及正確的答案。維基平台便可由此通過互評協助學生學習。

(四) 運用互聯網反饋輔導學生學習

老師除了可以觀察學生在維基平台的表現之外，還可以到維基平台上留言，給予反饋輔導學生學習。如上述案例圖 5 所示，老師通過評估了解學生的需要，追問開放式的問題，提示學生回答更具體的答案。老師的反饋能讓學生在出現困難時獲得適當的引導，從而找到解決問題的方向。老師在維基平台的反饋可以讓更多學生看到，讓更多學生獲得啟發。老師除了可以用網上留言的方式回饋學生，老師還可以根據學生需要在維基平台上補充學習資料。而無法在互聯網上回饋的內容，則可以留在課堂再面對面回饋學生。

二、運用評估支援維基平台學習活動的流程

針對研究問題 2「怎樣運用評估支援維基平台上的學習活動？」，本研究通過此次教學實踐並結合了設計研究法的模式，總結了建構維基平台學習活動的步驟和流程。圖 7 為建構維基平台學習活動流程圖，是基於表 1 所列工序，並根據教師教學的實際操作轉化而成，方便老師在建構維基平台學習活動時作參考。如圖 7 所示，流程包括三個階段，第一階段為準備階段，即研究循環的設計階段；第二階段為實施階段，即研究循環的應用階段；第三階段為調整階段，即研究循環的分析及再設計階段。在教學準備階段，老師應先確定教學目標，這是指導教學與評估的核心。然後根據教學目標整理學習資源，包括將原有的教學材料，和根據需要在網絡搜尋更豐富的學習資源，例如 Youtube、教育部門提供的學習資源、各種教學網站等。接著便可根據教學目標和已有的學習資源設計學習活動，例如選取簡明的網上數學教學影片，以翻轉教室的教學模式授課，或在網上設置討論問題和測試題。另外，老師還需要在學習活動前為學生參與網上活動提供必要的準備，例如向學生說明網絡言論倫理，規定學生要維護網上和諧交流，不能使用帶攻擊性的語言等。然後，將設計好的學習活動建構在維基平台上。在教學實施階段，學生根據老師的安排參與協作學習或同儕互評的活動，老師則善用資訊科技了解學生學習情況，持續評估學生在維基平台上的學習表現，在學生遇到困難時給予反饋，引導學生突破困難。到最後在調整階段，教師可根據評估結果改善教學。

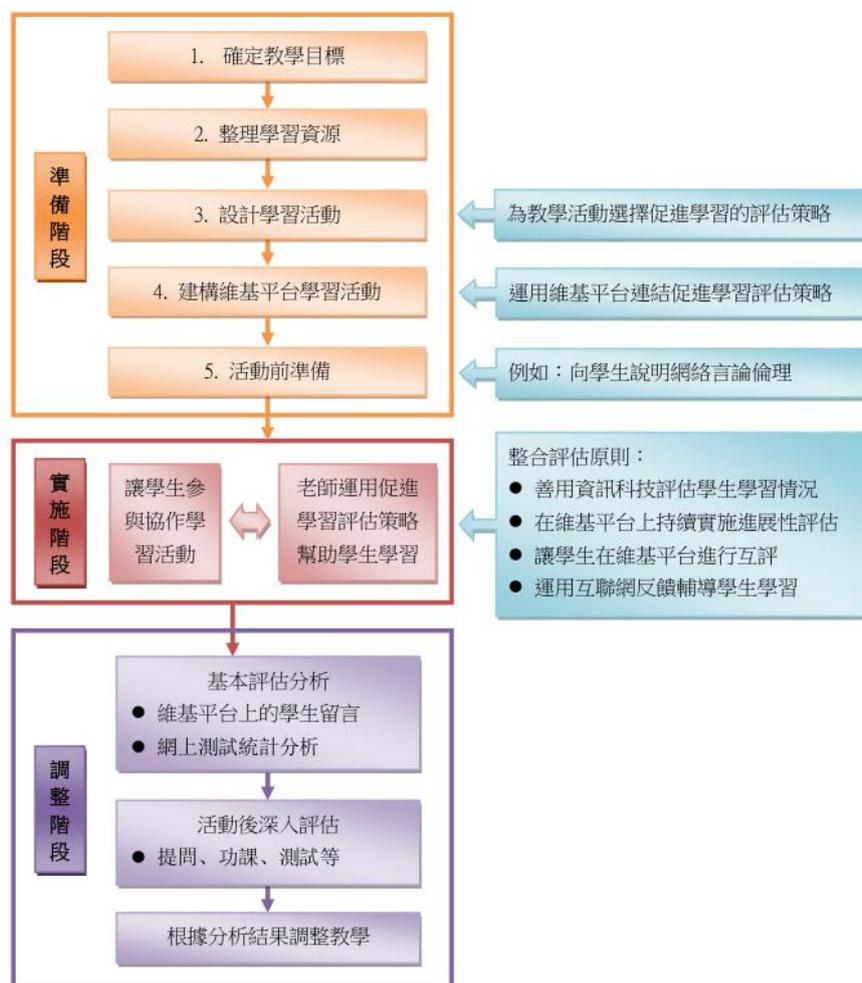


圖 7 建構維基平台學習活動流程圖

三、整合評估活動與維基平台的優點

是次研究「單組前後測」中有關周界題目的成績未有明顯差異，通過分析發現：此次測驗題目較少、難度較大，未能全面評估學生。而研究小組在課後對學生和老師所做的訪問，卻可體現師生對此教學模式的感受。研究小組通過分析此次教學經驗及訪問所得的質性數據，歸納出整合評估活動與維基平台的幾項優點：

(一) 為喜歡在網上交流的學生提供一個方便的渠道

現今科技時代，越來越多學生懂得使用電腦，並且喜歡及習慣用電腦獲得資訊，並在網絡進行討論和交流。黃燦霖與張立明（2010）的研究發現：學生在網上維基平台開放合作的環境下學習，學生對學習數學的態度會略為提高。本研究亦有類似的發現，在

訪問中，有學生對網上交流持肯定的態度，表示維基平台上的學習活動能照顧喜歡使用電腦在網上交流的學生的需要：

平常上課大都是老師講的比較多，可是在網上，同學們可以任意發表意見。這能幫助同學之間互相學習。因為當有一道題目很深時候，可能有很多同學一起回答，其中肯定有錯，那我們就一起討論，從中學習到更多的知識。

平常不敢請教老師，可以到網上發問，知道答案。

老師在訪問中也表示，在實施本次教學的過程中感受到了學生對使用電腦的喜愛，學生由此對學習的興趣亦有所提高：

他們很感興趣，似乎只要能接觸電腦，什麼都變得很有趣似的。如果他們可以自己控制的話，學習的自主性很高。有參與的學生也告訴我他們很喜歡。不同的方法可以豐富他們的不同的學習模式。

老師還在教學中觀察到兩名女學生，在維基平台表現得比平時較積極，由此看出維基平台學習活動能照顧到更喜歡在網上交流的學生的需要：

學生當中，難免有些比較內斂，有兩位女同學，她們平常上課不說話，不是表現不好，而實在是很內斂，不怎麼舉手，可能說話比較慢，生怕被同學嘲笑她說很久。但她們在網上卻回應很快，寫很多東西，我感覺她很享受在這個平台發問，跟同學們分享。但是在課堂上，有些男同學十分雀躍，不斷地舉手發言，她就會覺得比下去，又擔心會說錯了，可是在平台上，她便得以發揮。這個平台可以幫助某一類學習類型的學生。

(二) 融入豐富的網上學習資源

現今科技時代的教學，越來越能突破書本和課程的局限，互聯網絡有豐富的學習資源，可融入維基平台學習活動中，讓學生可以接觸更全面的多元化的知識，資訊以不同多媒體的形式展現，可提升學生的學習興趣。在訪問中，有學生對網上學習持肯定的態度：

因為網上有很多資料和有些題目在課本上找不到，看網上這些資料時，就可以檢視我在課堂上學到的知識。

(三) 彌補課堂交流時間的不足

一般的課堂教育有預設的時段，老師又要講課又要進行學習活動，時間是很大的限制，老師未必有足夠的時間和學生交流，照顧學習差異。而在維基平台，就可以彌補課堂交流時間的不足，老師可以在課後回應學生的問題，和學生進行互動，而且還可以促進學生之間的交流。老師在訪問中也道出了這個優點：

如果我在課堂上，回應一個同學的問題，其他同學是不聽的。而在網上，即便是假期也會有交流。他們經常說我回覆太慢，其實我回覆地已經很快，但也不夠他們快。因為他們經常對著電腦，一定會比我快的。我覺得我跟他們的交流多了。還有就是，學生之間的交流也增加了。在課室，學生也只能圍繞著小組的成員去討論。如果是在這個平台上，就不僅是這6位學生，可以全部35個人一起討論。而且，同一時間我還可以同時回應幾個同學的問題。

除了增加了師生及學生之間的交流，學生還可以更自由自主地參與學習，自己安排什麼時候上網留言和看別人的留言，時間運用更寬鬆。在訪問中，有學生也表示了喜歡網上學習活動的這個優點：

我喜歡的原因是有時在上課時間不夠，在家中開機時可以看看老師的回答。
有時候上課時間不夠，老師答不了你的問題，便可以在網上問老師。

(四) 可實踐翻轉教室的教學模式

維基平台還有嵌入影片的功能，老師可以利用這個功能實踐翻轉教室的教學模式。老師可以將教學影片放在維基平台上，讓學生在上課之前觀看，由此便可節省了在課堂上講解的時間，從而留出更多的空間組織課堂活動，增加師生在課堂的互動，讓老師更有空間照顧個別差異。參與本計劃的老師也分享了她的心得：

以前我上課時告訴他們知識，課後他們就會忘記了，可現在我再問他們，他們的印象還是很深刻，因為他們在課前有先思考過這個問題。

在訪問中，有學生也表示很喜歡這種教學模式：

我覺得在這個學習平台看影片很有趣！因為我們平常上課的時間不多，老師可能來不及教我們，那我們可以上維基平台，就好像在上課一樣。

四、整合評估活動與維基平台的限制

在維基平台上進行學習活動，雖然有上述優點，但是也有一定的限制。通過本研究的教學實踐及訪問數據，歸納了以下幾點：

(一) 受技術和功能的限制，對不善於使用電腦的學生會有困難

雖然如今資訊科技發展日新月異，功能越來越強大，但還是會有很多未完善的部份。即使有足夠的功能，對於某些不善於運用電腦的學生，還是會有困難。例如，在訪問中有學生表示：

有時打字的時候不知道某些字怎麼打，例如一些數學符號。

所以，老師在進行教學活動時，要評估學習活動是否有足夠的技術支撐，以及學生是否有足夠的電腦條件和使用電腦的能力。老師可以對能力不足的學生進行指導，確保學生有基本的電腦能力，可以順利參與維基平台的學習活動。

(二) 對數學信心不足的學生參與度較低

在這次維基平台活動中，較為積極參與討論的學生偏向數學學習較好的學生，對數學信心不足的學生參與度較低，部份項目參與討論的學生百分比低於 50%。除此之外，個別同學會出現模仿他人回應的情況。針對這些問題，老師和研究員商討了以下網上評估策略，以保證信心不足的學生不會因為怕被別人看見自己的答案而拒絕參與：老師可在維基平台上嵌入 Google Form 小測驗，作為網上學習功課，測試學生對教學影片所講解的知識的理解。測驗答案只有老師可以查閱，便可確保學生回答無法抄襲。

(三) 難以即時反饋，反饋內容受到一定限制

老師在維基平台上進行反饋雖然有其優點，同時也有限制。例如，老師在課後不定時瀏覽平台，難以即時對學生提出的問題給予反饋。有學生在訪問中也反映了這樣的情

況：

我覺得上課反饋會好些，因為一有不懂就可以問。而網上就要等老師回覆。

除此之外，老師在維基平台上的反饋內容受到功能的限制，只能用文字表達，未必能達到深入具體的效果。老師在訪問中提到：

電腦上的回應，未必能很回答得很深入，課堂上回答會更深刻……有時他們問的問題，我要等到上課才回應，就是想讓他們更深入掌握。

所以，老師在善用資訊科技所帶來的便利的同時，不能摒棄課堂教學的優點，而是應該將兩者有機結合、互相補充，從而讓教學達至更好的效果，讓學生有更大的收穫。

陸、總結

是次學習活動中，老師將學習問題上載到維基平台，讓學生思考探討，在互相討論的過程中學習。老師善用了維基平台的功能，開展網上數學解題學習活動，提供豐富的網上學習資源，通過閱覽學生在維基平台上的留言記錄，了解學生的解題思考和探討過程，從而有效地評估學生是否能掌握相關知識，不但可讓學生在網上探討的過程中參與評估，還根據學生需要，以反饋輔導學生學習。

這次教學經驗對如何運用資訊科技協助實施數學教學與評量提供了有意義的參考。從學生及教師訪問便可了解到，在學校環境整合評估活動與維基平台有其優點，例如有助實現資訊科技評估策略，為喜歡在網上交流的學生提供一個方便的渠道；除此之外，網絡學習資源讓學習內容更豐富，有助加強學習動機，增加學生學習興趣；並且還能完善教學設計，彌補課堂時間的不足，讓學習時間更充裕，增加師生之間的交流機會。而且，維基平台是實施翻轉教室的一個很好的工具，老師可將相關的教學影片放上維基平台，讓學生在上課之前先看教學影片，並在平台上留言、提問、討論，進行自主學習，回到課堂時，老師便可減省很多教學時間，有更多空間與學生作更深入的交流。

與此同時，維基平台在應用中亦有限制，例如受限於電腦功能以及學生應用資訊科技的能力，操作電腦能力較弱的學生可能會遇到困難，對數學信心不足的學生參與度較

低，需要老師的額外指導。另外，教師在維基平台亦難以即時反饋，反饋內容亦受到一定限制，老師應將維基平台和課室教學進行有機結合，發揮兩者的優勢。基於此案例的經驗，參與計劃的老師在之後教授「面積」、「體積」等課題時，還會繼續運用這個教學模式，以協助學生學習。

鳴謝：本計劃能順利完成，有賴大學教育資助委員會優配研究金（計劃編號：842411）的資助，本研究組謹在此致以衷心感謝！

參考文獻

- 李坤崇（1999）。**多元化教學評量**。台北：心理出版社股份有限公司。
- 黃燦霖、張立明（2010）。Wiki環境下學生參與學習與數學學習成效的相關研究。**遠程教育雜誌**，28(6)，70-75。
- 課程發展議會（2000）。**數學課程指引（小一至小六）**。香港：政府印務局。
- 課程發展議會（2002）。**數學教育——學習領域課程指引**。香港：政府印務局。
- 黎耀志、吳永水（2011）。透過網上協作學習活動培育幼兒教師的資訊素養。**香港幼兒學報**，10 (1)，77-83。
- 蘇琬淳（2004）。**資訊科技融入國小五年級數學教學成效之研究—以面積與周長為例**。（未出版之碩士論文）。國立臺北師範學院。
- Anderson, T., & Shattuck, J. (2012). Design-based research: A decade of progress in education research? *Educational Researcher*, 41(1), 16-25. doi: 10.3102/0013189X11428813
- Assessment Reform Group. (1999). *Assessment for learning: Beyond the black box*. Cambridge: University of Cambridge School of Education
- Assessment Reform Group. (2002). *Assessment for learning: 10 Principles*. Cambridge: University of Cambridge School of Education.
- Barab, S. (2006). *Design-Based Research: A Methodological Toolkit for the Learning Scientist*. In R.K. Sawyer (Ed.), *The Cambridge handbook of learning sciences* (pp.153-169). Cambridge, UK: Cambridge University Press.

- Beaumont, V., Curtis, R., & Smart, J. (1986). *How to Teach Perimeter, Area, and Volume*. Reston, Va.: National Council of Teachers of Mathematics.
- Berry, R. (2008). *Assessment for learning*: Hong Kong University Press. doi: 10.3102/0013189X11428813
- Black, P., Harrison, C., Lee, C., Marshall, B., & Wiliam, D. (2003). *Assessment for learning in the classroom: putting it into practice*. Maidenhead: Open University Press.
- Black, P., Harrison, C., Lee, C., Marshall, B., & Wiliam, D. (2004). Working inside the blackbox: Assessment for learning in the classroom. *Phi Delta Kappan*, 86(1), 8-21. doi: 10.1177/003172170408600105
- Cobb, P., Confrey, J., diSessa, A., Lehrer, R., & Schauble, L. (2003). Design experiments in educational research. *Educational Researcher*, 32(1), 9-13. doi: 10.3102/0013189X032001009
- Collins, A., Joseph, D. & Bielaczyc, K. (2004). Design research: Theoretical and methodological issues. *The Journal of Learning Sciences*, 13(1), 15-42. doi: 10.1207/s15327809jls1301_2
- Design-based Research Collective (2003). Design-based research: An emerging paradigm for educational inquiry. *Educational Researcher*, 32(1), 5-8. doi: 10.3102/0013189X032001005
- Eddy, P. L., & Lawrence, A. (2012). Wikis as platforms for authentic assessment. *Innovative Higher Education*, 38(4), 253-265. doi: 10.1007/s10755-012-9239-7
- Flowers, P., & Wieland, K. (2006). *Wikis as an assessment tool for measuring the development of shared conceptual models*. IADIS International Conference on Cognition and Exploratory Learning in Digital Age, Barcelona.
- Gray, D. E. (2009). *Doing research in the real World*. London: SAGE.
- Lai, Y. C. & Ng, E. M. W. (2011). Using wikis to develop student teachers' learning, teaching and assessment capabilities. *The Internet and Higher Education*, 14(1), 15-26. doi: 10.1016/j.iheduc.2010.06.001
- Lai, Y.C. & Lum, E.K.L. (2012). Enhancing teaching and learning of Home Economics in secondary schools with wikis: An action research study. *Themes in Science and*

Technology Education, 5(1/2), 43-58.

Ng, E. M. W., & Lai, Y. C. (2012). An Exploratory Study on Using Wiki to Foster Student Teachers' Learner-centered Learning and Self and Peer Assessment. *Journal of Information Technology Education: Innovations in Practices*, 11, 71-84.

Piaget, J. (1977). *The Development of Thought: Equilibration of Cognitive Structures*. New York: Viking Press.

Strobel, J., Jonassen, D.H., & Ionas, I.G. (2008). The evolution of a collaborative authoring system for non-linear hypertext: A design-based research study. *Computers & Education*, 51, 67-85. doi: 10.1016/j.compedu.2007.04.008

李俊賢、王儷儒、李政德（2017）。
創新教學教具教學：立體平面超連結、魔力吸管變變變。
臺灣數學教師，38（1），23-38
doi: 10.6610/TJMT.20161013.01

創新教學教具教學：立體平面超連結、魔力吸管 變變變

李俊賢^{1,2} 王儷儒¹ 李政德³

¹ 中華生活數學推廣學會

² 臺北市立大學數學系

³ 中國文化大學國際貿易學系

本文旨在強調應用數學教具輔助數學教學之重要性。一般的觀念總認為數學教具之取得需要大筆經費挹注，為了打破此一迷思，本研究首創之「魔力吸管變變變，立體平面超連結」係採用日常生活中隨處可得的吸管與迴紋針，設計一個低成本且具備多功能的數學教具，幫助學童明瞭數學觀念以及數學觀念的連結性，尤其是提升學童們三維立體與二維平面互相轉換的空間幾何能力。透過學童們親手做教具的方式，自然輕鬆地玩數學，更是培養學童專注力與提升學習興趣的最佳利器。本研究團隊極力推廣經濟實惠的「魔力吸管變變變，立體平面超連結」，希望能幫助教師們廣為應用於數學教學中。學童們數學能力之培育並非一蹴可幾，著實需要數學老師費盡心力教導之，若能善用教具教學，不但能提升學習興趣，對於數學能力之培養，更能達事半功倍之成效。

關鍵詞：數學教具；數學教學法；魔力吸管

壹、前言

數學被公認為科學、技術及思想發展的基石，文明演進的指標與推手。其中，空間能力（spatial ability）的培養一直是教育界所關注的重要議題。空間能力的養成有助於問題解決能力與數學成就的提升，更能應用於工程、機械、物理、設計與藝術...等領域，其重要性可見一般（Fennema & Sherman, 1977; Battista et al., 1982; Fennema & Tartre, 1985; McKenzie & Padilla, 1986; Humphreys et al., 1993; Keig & Rubba, 1993; Habraken, 1996; Bannatyne, 2003; Hartman & Bertoline, 2005; Alkan & Erdem, 2011）。

有鑑於此，【國民中小學九年一貫課程綱要數學學習領域】中明定「幾何」為數學內容的五大主題之一，更強調為了提升學生的數學學習興趣，讓學生專注於數學學習，減少學生失誤的挫折，教育工作者應該著重於數學課程的規劃、教科書呈現的方式以及教學方法的創新等三個面向加以鑽研。¹雖然如此重視「幾何」教學，Mullis et al.（2004）與 Mullis et al.（2008）卻在「國際數學與科學成就趨勢調查」（Trend in International Mathematics and Science Study）的測驗中，發現台灣學生在幾何部分的得分表現較差。第一線的數學教師亦普遍認為，中小學生數學能力的最大弱點在於幾何的學習，其中空間能力的學習尤其不足，特別是學習內容為二維平面與三維立體互相轉換的空間幾何能力，更突顯出同學們學習的困難。

究其原委，不外乎三維立體教具之取材不易，實務上，數學教師會利用教科書廠商提供精緻的立方體、長方體塑膠材質之教具，課堂上同學們只能看著老師的示範教學，而且這些教具無法與二維平面圖形連結，自然導致空間幾何學習成效不佳的結果。

職是之故，如何讓孩子們對於空間幾何能力的學習能夠陶醉在其中而樂此不疲，進而解決同學們空間幾何能力學習困難的問題，將是本文所欲探討的主題。透過數學教具教學，我們首先提出「魔力吸管變變變，立體平面超連結」的概念，利用日常生活中隨手可得的吸管與迴紋針，設計做中學（learning by doing）與玩數學的數學教室²，讓學童們對於「學幾何」一事能樂在其中，進而大幅提升學習幾何之興趣；更在做中學的過程中，經由實物操作的訓練，使得學童們皆能提升二維平面與三維立體互相轉換的空間幾何能力。最後，希望藉由「魔力吸管變變變，立體平面超連結」的概念對於教具教學略盡棉薄之力；相信唯有每位數學老師皆發揮創意教學的理念，才能達成提升每一位學

¹ 請參閱教育部（2008）。

² 類似的概念請參閱李俊賢、譚曉雯與李政德（2015）。

生數學能力的教育目標。

本文行文如下：第貳節為文獻探討；第參節針對魔力吸管變變變，立體平面超連結之設計理念加以分析與討論；第肆節則為結論與建議。

貳、文獻探討

空間能力的範疇包括：空間知覺、空間定位、空間關係、空間組織與推理、空間儲存等五項。³唯有透過看的見、摸得著，有形的數學教具（mathematics manipulatives）才能將抽象的空間幾何概念具體化或簡單化。

數學教具的使用有利於學習績效的提升。廣泛地使用數學教具輔助教學，有助於學童們提升抽象數學觀念的理解（Hunt et al., 2011; Kelly, 2006; Ojose, 2008; Ojose & Sexton, 2009; Thompson, 1994）。正因為數學教具的使用能幫助學生快速理解抽象的數學觀念，並以抽象的數學觀念思考問題，進而針對數學問題激發許多不同的解題技巧，因而大幅增加同學們的學習績效（Ball, 1992; Driscoll, 1981; Heddens, 2005; Raphael & Wahlstrom, 1989; Sowell, 1989; Suydam, 1986; Suydam & Higgins, 1976; Thompson, 1994; Toptaş et al., 2012）。

觀察老師們針對幾何教學所採用的數學教具，包括：七巧板的使用可使學童瞭解各種不同的平面幾何圖形並且任意發揮想像力排出許多不同的平面幾何形狀；扣條的應用除了介紹平面幾何圖形，更能導入平面幾何圖形中邊長與角的觀念；透過積木的操作可讓學童瞭解立體的概念，譬如：正立方體、長方體與錐體。這些數學教具的使用雖立意良善且成效良好，卻不能同時傳達二維平面與三維立體的空間幾何觀念；換言之，七巧板與扣條僅能應用於平面幾何圖形之介紹，積木僅能傳達立體的概念。因此，若能由老師們發揮創意與巧思，設計能夠連結立體與平面的創新數學教具教學，則不但能使學童瞭解立體與平面的關聯性，更能提升同學們二維平面與三維立體互相轉換的空間幾何能力。

有鑑於此，本文的主要目的係發展一個能夠超連結立體與平面的創意數學教具教學，此一創意教具我們命名為：「魔力吸管變變變，立體平面超連結」。難能可貴之處在於作

³ 另有學者將空間能力分類為：「形體外觀之辨識與建製」、「形體組成要素之辨識、發現與應用」、「形體性質之探究並運用其性質解題」、「形體之切割、重組與變換」與「空間概念」等五項，其與本文之分類有異曲同工之妙。請參見莊月嬌與張英傑（2006）。

者們運用生活中隨處可得的吸管和迴紋針，設計數學教具的操作，使得國小學童在遊戲中快樂地學習，特別是三維幾何圖形直觀感受的建構。下一節將介紹「魔力吸管變變變，立體平面超連結」的製作過程、教學方法與教學目標。

參、分析與討論

援用日常生活中隨處可得的吸管與迴紋針，設計一個好的數學教具，幫助學童明瞭數學觀念以及數學觀念的連結性，尤其是提升學童們三維立體與二維平面互相轉換的空間幾何能力；並且，透過親手作教具的方式，自然輕鬆的玩數學，將是本文所提創新數學教具教學的重要理念。以下將分兩小節進行討論，第一小節為「魔力吸管變變變，立體平面超連結」基本元件之介紹；第二小節為創新數學教具教學之介紹。

一、「魔力吸管變變變，立體平面超連結」基本元件之介紹

製作「魔力吸管變變變，立體平面超連結」的基本元件係為日常生活中隨手可得的吸管與迴紋針。吸管的功用為三維立體與二維平面的邊；吸管的長度即為三維立體與二維平面的邊長，可由教師或學童任意決定吸管的長度並自行裁剪；為了使學童方便對照三維立體與二維平面邊長的相對位置，教師可選擇不同顏色的吸管進行教學。另外，迴紋針將扮演連結點的角色，連結三維立體與二維平面的邊長，亦可視為三維立體的角。然而，迴紋針形成的連結點，基本上可分為三種情形，如圖 1 至圖 3 所示：⁴

圖 1 顯示連結兩個邊的連結點係由兩個迴紋針所組成，一個迴紋針穿入吸管的一邊，兩個迴紋針可穿入兩根吸管，故可連結幾何圖形的兩個邊。圖 2 顯示連結三個邊的連結點係由三個迴紋針所組成，請注意這三個迴紋針必須同時扣在一起，故可連結立體的三個邊，例如：立方體的一個角。同理類推，圖 3 顯示連結四個邊的連結點係由四個迴紋針所組成，請注意這四個迴紋針必須同時扣在一起。學童們必須熟練圖 1 至圖 3 基本連結點的製作，才能進入第二小節之教具操作。

⁴ 有關迴紋針形成的連結點，本文僅介紹基本的三種情形，當然，為了製作多邊的立體時，學童可自行增加迴紋針的數量。

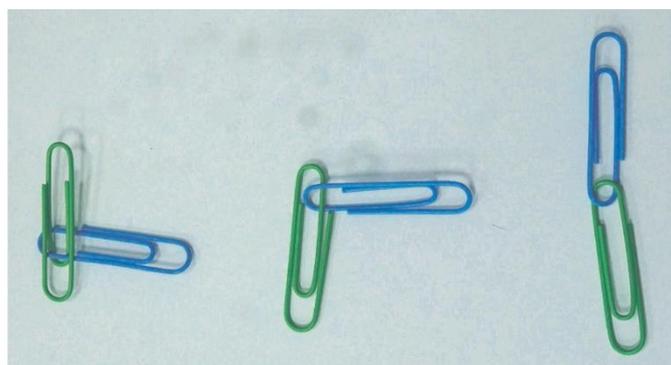


圖 1 連結兩個邊的連結點

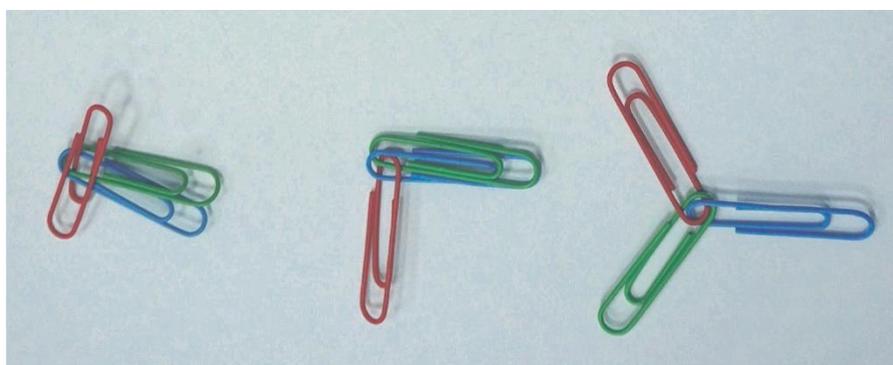


圖 2 連結三個邊的連結點



圖 3 連結四個邊的連結點

二、創新數學教具教學之介紹

本小節將以實際個案的方式介紹「魔力吸管變變變，立體平面超連結」的操作步驟，教學時同學們每人皆有一套吸管和迴紋針，跟著老師操作並記錄。個案一與個案二將說明長方體的例子，若同學們將吸管的長度裁剪成相同長度，則可用來說明立方體的例子，如個案三。個案四將說明三角柱體的情況。

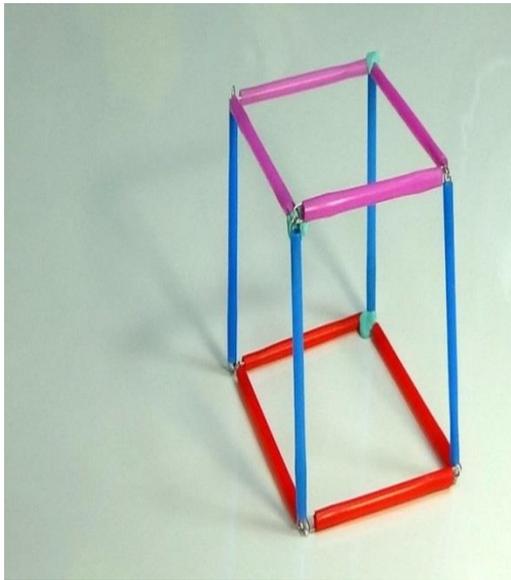
個案一：長方體凸顯上方面和下方面

因為長方體(或正方體)有八個角和十二個邊，所以需要八個連結點和十二根吸管。同學們首先準備八個連結三個邊的連結點(如圖 2)，接著裁剪八根長度相同的吸管，其中四根紫色吸管、另四根紅色吸管；再裁剪四根長度相同的藍色吸管，若三種顏色的吸管長度皆相同則可討論正方體的情況。

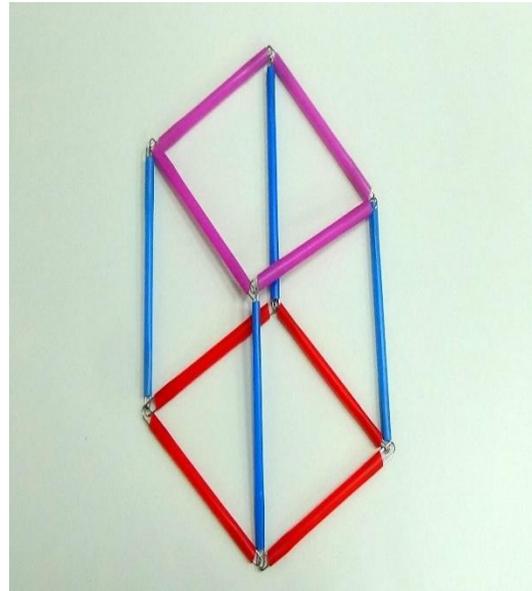
備齊前述之元件，即可組裝成圖(4a)長方體，明顯地，上方面為紫色正方形，下方面為紅色正方形，為使其自行站立，作者於對角輔以黏土支撐(由圖(4a)中左邊的影子可確認長方體是自行站立)，在課堂教學時教師和學童可用雙手提起使其站立形成長方體。接下來即為操作重點，教師和學童可將雙手往長方體的前方推出，即可得到圖(4b)長方體的平面圖(因為圖(4b)中沒有影子，故可確認其為平面圖形)；反之，將圖(4b)長方體的平面圖(2D 概念)以雙手提起，即可得到圖(4a)的長方體(3D 概念)。⁵

藉此反覆來回操作，學童們可觀察三維立體與二維平面間如何互相轉換，並瞭解上方面(紫色正方形)與下方面(紅色正方形)在立體與平面中的相對位置。最後再讓學童將所觀察的事物畫在學習單中，同樣地，以三種顏色呈現，如圖(4c)之透視圖。如此一來，同學們對於三維立體與二維平面間的關係，必有更深一層的認識。

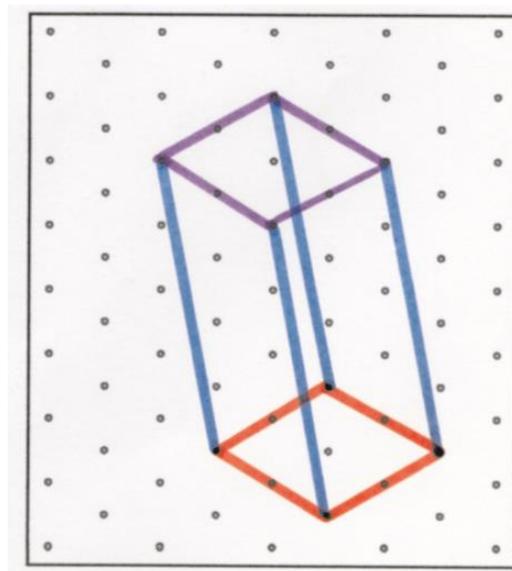
⁵ 專家學者們一致認為數學教具操作對於學童的數學學習扮演著舉足輕重的角色(Cain-Caston, 1996; Castro, 2006; Freer, 2006; Kelly, 2006; Moch, 2001; Peavler *et al.*, 1987; Smith, 2009; Swan & Marshall, 2010; Uttal *et al.*, 1997)。



(4a) 立體



(4b) 平面



(4c) 學習單

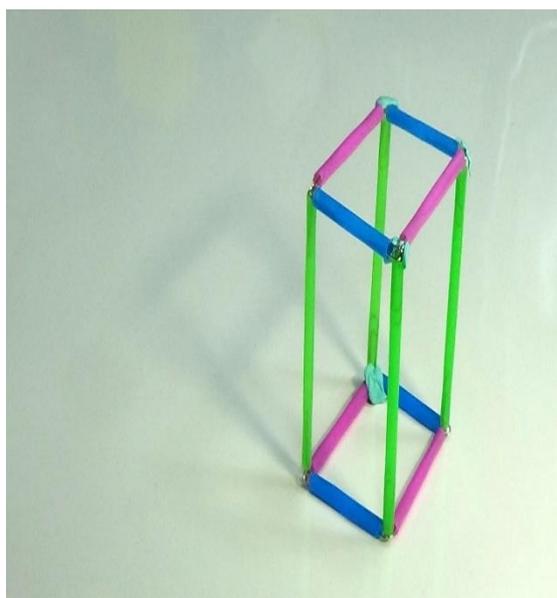
圖 4 長方體凸顯上方面和下方面

個案二：長方體凸顯平行邊

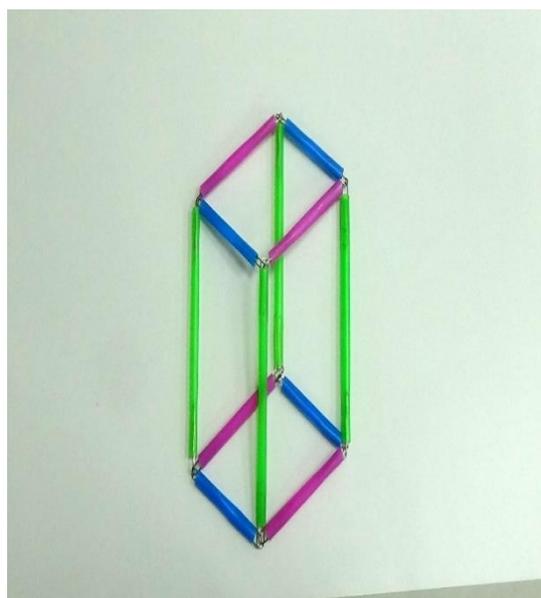
相同地，個案二需要八個連結點和十二根吸管。同學們首先準備八個連結三個邊的連結點(如圖 2)，接著裁剪八根長度相同的吸管，其中四根紫色吸管、另四根藍色吸管；再裁剪四根長度相同的綠色吸管，若三種顏色的吸管長度皆相同則可討論正方體的情

況。

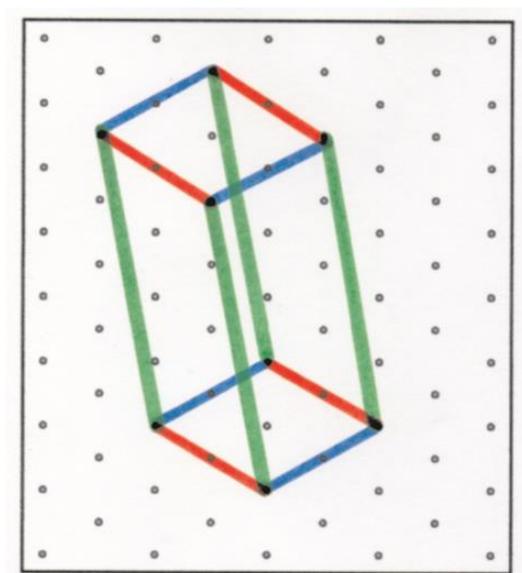
依循個案一的操作方式，藉由反覆來回操作並比較圖（5a）與圖（5b），學童們可觀察三維立體與二維平面間如何互相轉換，並瞭解平行邊在立體與平面中的相對位置。最後，再讓學童將所觀察的事物畫在學習單中，同樣地，以三種顏色呈現，如圖（5c）所示。



(5a) 立體



(5b) 平面

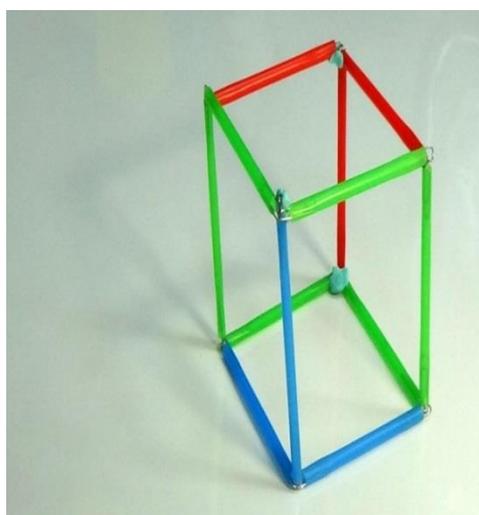


(5c) 學習單

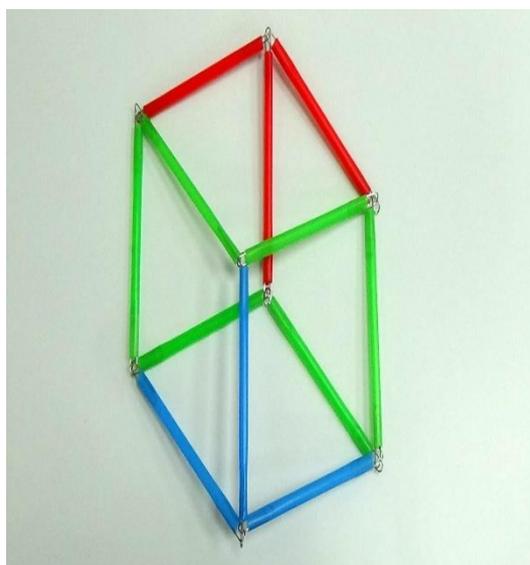
圖 5 長方體凸顯平行邊

個案三：立方體凸顯對角

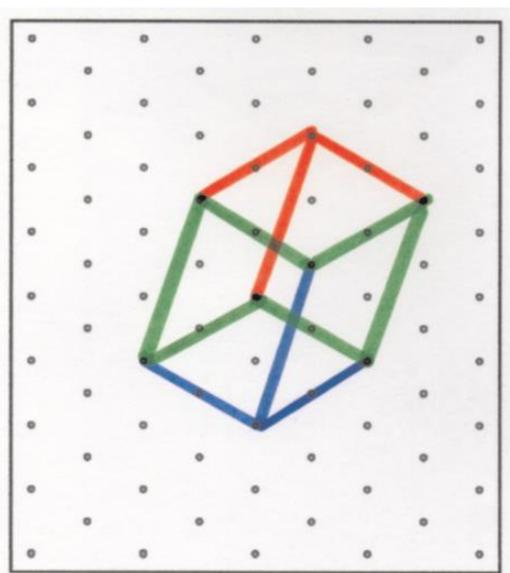
個案三一樣需要八個連結點和十二根吸管。同學們首先準備八個連結三個邊的連結點（如圖 2），接著裁剪十二根長度相同的吸管，其中三根紅色吸管、三根藍色吸管以及六根綠色吸管。三根紅色吸管與三根藍色吸管恰恰形成立方體的對角，如圖（6a）所示。再次依循個案一的操作方式，藉由反覆來回操作並比較圖（6a）與圖（6b），學童們可瞭解對角在立體與平面中的相對位置。最後，再讓學童將所觀察的事物畫在學習單中，同樣地，以三種顏色呈現，如圖（6c）所示。



（6a） 立體



（6b） 平面

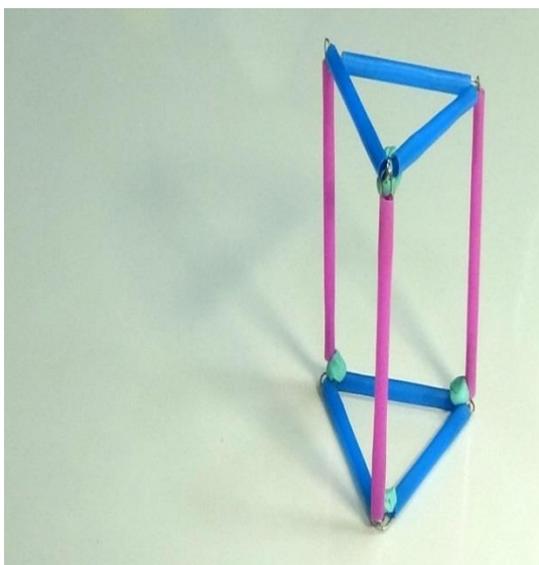


（6c） 學習單

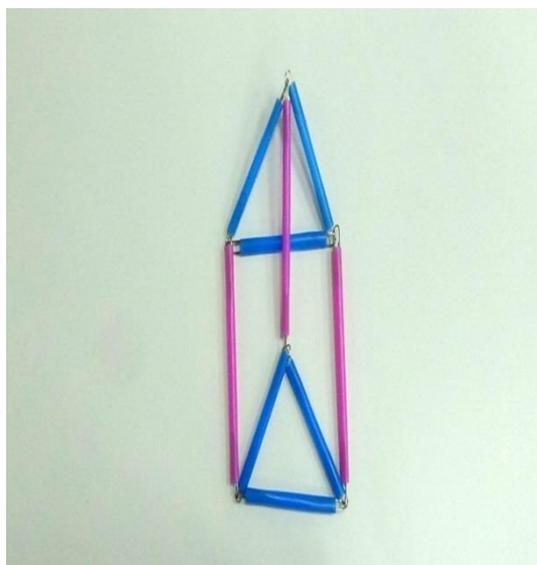
圖 6 立方體凸顯對角

個案四：三角柱體凸顯上方面與下方面

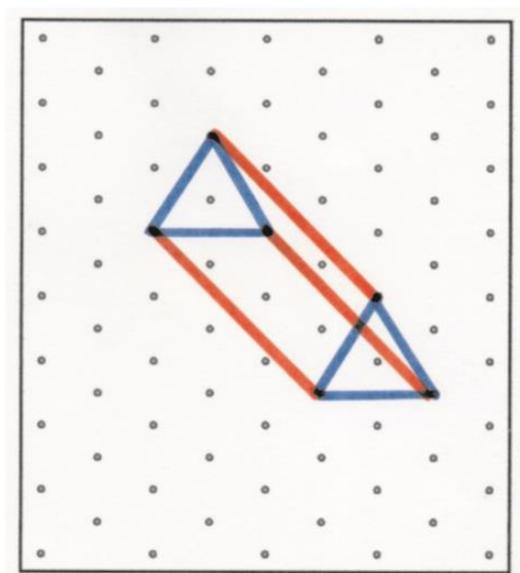
因為三角柱體有六個角和九個邊，所以需要六個連結點和九根吸管。同學們首先準備六個連結三個邊的連結點（如圖 2），接著裁剪六根長度相同的藍色吸管；再裁剪三根長度相同的紫色吸管，組裝完成如圖（7a）所示，此一三角柱體上方面與下方面皆為藍色正三角形。再次依循個案一的操作方式，藉由反覆來回操作並比較圖（7a）與圖（7b），學童們可瞭解三角柱體之上方面與下方面在立體與平面中的相對位置。最後，再讓學童將所觀察的事物畫在學習單中，如圖（7c）所示。



(7a) 立體



(7b) 平面



(7c) 學習單

圖 7 三角柱體凸顯上方面與下方面

接下來介紹三角錐體和四角錐體。

個案五：三角錐體

因為三角錐體有四個角和六個邊，所以需要四個連結點和六根吸管。同學們首先準備四個連結三個邊的連結點（如圖 2），接著裁剪三根長度相同的紫色吸管；再裁剪三根長度相同的藍色吸管，若兩種顏色的吸管長度皆相同則可討論正四面體的情況。組裝完成如圖 8 所示，三角錐體能夠自行站立，不須黏土或雙手輔助站立。

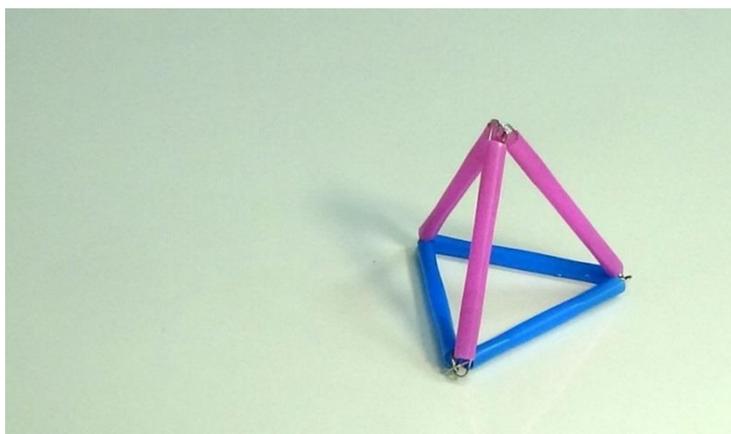


圖 8 三角錐體

個案六：四角錐體

因為四角錐體有五個角和八個邊，所以需要五個連結點和八根吸管。同學們首先準備一個連結四個邊的連結點（如圖 3）和四個連結三個邊的連結點（如圖 2），接著裁剪四根長度相同的紫色吸管；再裁剪四根長度相同的藍色吸管，組裝完成如圖 9 所示，四角錐體能夠自行站立，不須黏土或雙手輔助站立。

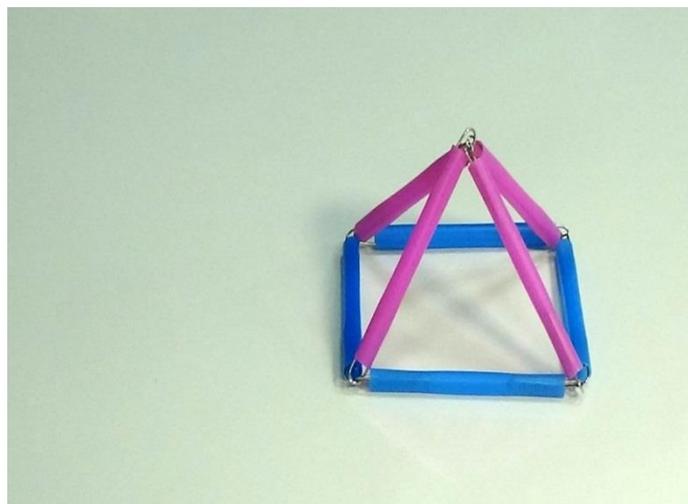


圖 9 四角錐體

個案七：正八面體

因為正八面體有六個角和十二個邊，所以需要六個連結點和十二根吸管。同學們首先準備六個連結四個邊的連結點（如圖 3），接著裁剪十二根長度相同的吸管，為了方便比較，其中八根紅色吸管、四根藍色吸管，組裝完成如圖 10 所示，正八面體能夠自行站立，不須黏土或雙手輔助站立。

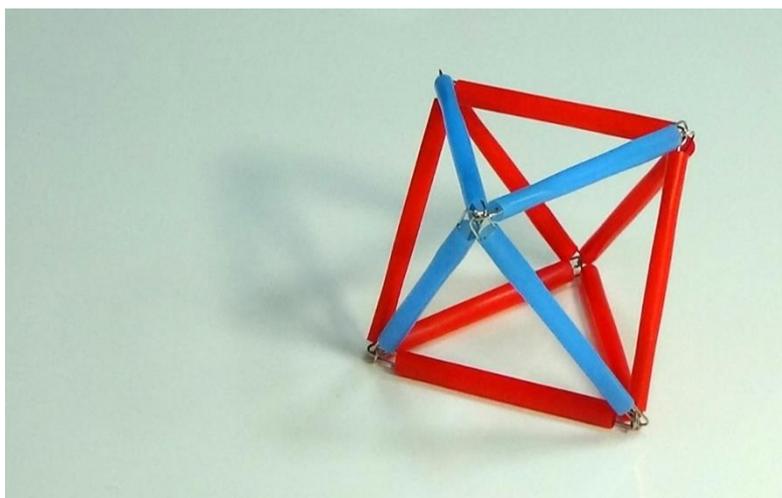


圖 10 正八面體

以個案一為例說明如下，圖（4c）學習單（2D 概念）係由學童觀察圖（4a）之立體圖（3D 概念）後，再將立體圖中不同顏色的邊對應地畫在學習單上，這種藉由觀察立體圖再畫出平面圖的學習過程，將能幫助學生幾何能力的培養。同樣的觀念亦適用於個案二至個案四。當然，個案五至個案七，學童們亦可舉一反三，藉由觀察圖 8 至圖 10 之立體圖（3D 概念）後，再將所觀察之立體圖畫在學習單（2D 概念）上，此一部分就留給同學們自行練習了。值得一提的是，除了本文所列之七個個案外，實務教學上亦可自行創造其他不同的三維幾何形體，此一部分更有待教師們的創意加以補充。⁶

肆、結論與建議

一般的觀念總認為數學教具之取得需要大筆經費挹注，為了打破此一迷思，本研究首創之「魔力吸管變變變，立體平面超連結」係採用日常生活中隨處可得的吸管與迴紋針，設計一個低成本且具備多功能的數學教具，幫助學童明瞭數學觀念以及數學觀念的

⁶ 感謝匿名評審委員提供具有建設性的建議。

連結性，尤其是提升學童們三維立體與二維平面互相轉換的空間幾何能力。透過學童們親手做教具的方式，自然輕鬆地玩數學，更是培養學童專注力與提升學習興趣的最佳利器。本研究團隊極力推廣經濟實惠的「魔力吸管變變變，立體平面超連結」，希望能幫助教師們廣為應用於數學教學中，亦歡迎教師們不吝給予指教。

數學能力之培育並非一蹴可幾，著實需要數學老師費盡心力教導之，若能善用教具教學，不但能提升學習興趣，對於數學能力之培養，更能達事半功倍之成效。⁷

參考文獻

- 李俊賢、譚曉雯、李政德（2015）。創新數學教具教學法：幾何九九乘法表。臺灣數學教師，36（2），1-12。doi: 10.6610/TJMT.20150622.01
- 莊月嬌、張英傑（2006）。九年一貫課程小學幾何教材內容與份量之分析。國立臺北教育大學學報，19（1），33-66。
- 教育部（2008）。國民中小學九年一貫課程綱要數學學習領域。台北：教育部。
- Alkan, F. and Erdem, E. (2011). A study on developing candidate teachers' spatial visualization and graphing abilities. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 15, 3446-3450. doi: 10.1016/j.sbspro.2011.04.316
- Ball, D. L. (1992). Magical hopes: Manipulatives and the reform of math education. *American Educator*, 16 (2), 14-18.
- Bannatyne, A. (2003). *Bannatyne reading, writing, spelling and language program- Multiple intelligences*. Retrieved December 02, 2010, from <http://www.bannatynereadingprogram.com/BP12MULT.htm>.
- Battista, M. T., Wheatley, G. H. and Talsma, G. (1982). The importance of spatial visualization and cognitive development for geometry learning in preservice elementary teachers. *Journal for Research in Mathematics Education*, 13, 332-340. doi: 10.2307/749007

⁷ 高中數學教學中，三維幾何形體建構的基底（basis）問題是重要的基本概念。然而，本文的目的係提供國小中、低年級教師們不同的思維，採用生活中隨處可得的吸管和迴紋針，透過實物操作，建立國小學童三維幾何圖形的直觀感受。感謝匿名評審委員提供具有建設性的建議。

- Cain-Caston, M. (1996). Manipulative queen [electronic version]. *Journal of Instructional Psychology*, 23 (4), 270-274.
- Castro, M. A. (2006). Preparing elementary pre-service teachers to use mathematics curriculum materials. *The Mathematics Educator*, 16 (2), 14-24.
- Driscoll, M. J. (1981). *Research Within Reach: Elementary School Mathematics*. Reston VA: National Council of Teachers of Mathematics & CEMREL, Inc.
- Fennema, E. and Sherman, J. (1977). Sex-related differences in mathematics achievement, spatial visualization and affective factors. *American Educational Research Journal*, 14, 51-71. doi: 10.3102/00028312014001051
- Fennema, E. and Tartre, L. A. (1985). The use of spatial visualization in mathematics by girls and boys. *Journal for Research in Mathematics Education*, 16, 184-206. doi: 10.2307/748393
- Freer, W. D. M. (2006). Keeping it real: The rationale for using manipulatives in the middle grades. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 11 (5), 238-242.
- Habraken, C. L. (1996). Perceptions of chemistry: Why is the common perception of chemistry, the most visual of sciences, so distorted? *Journal of Science Education and Technology*, 5, 193-201. doi: 10.1007/BF01575303
- Hartman, N. W. and Bertoline, G. R. (2005). *Spatial abilities and virtual technologies: Examining the computer graphics learning environment*. Proceedings of the Ninth International Conference on Information Visualisation, 992-997. doi: 10.1109/IV.2005.120.
- Heddens, J. W. (2005). *Improving Mathematics Teaching by Using Manipulatives*. Accessed on September 2005 on site <http://www.fed.cuhk.edu.hk/~fllee/mathfor/edumath/9706/13hedden.html>.
- Humphreys, L. G., Lubinski, D. and Yao, G. (1993). Utility of predicting group membership and the role of spatial visualization in becoming an engineer, physical scientist, or artist. *Journal of Applied Psychology*, 78, 250-261. doi: 10.1037/0021-9010.78.2.250
- Hunt, A. W., Nipper, K. L. and Nash, L. E. (2011). Virtual vs. concrete manipulatives in mathematics teacher education: Is one type more effective than the other? *Current Issues*

- in Middle Level Education*, 16 (2), 1-6.
- Keig, P. F. and Rubba, P. A. (1993). Translation of representations of the structure of matter and its relationship to reasoning, gender, spatial reasoning, and specific prior knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 30, 883-903. doi: 10.1002/tea.3660300807
- Kelly, C. A. (2006). Using manipulatives in mathematical problem solving: A performance based analysis. *The Montana Mathematics Enthusiast*, 3 (2), 184-193.
- McKenzie, D. L. and Padilla, M. J. (1986). The construction and validation of the “Test of Graphing in Science” (TOGS). *Journal of Research in Science Teaching*, 23, 571-579. doi: 10.1002/tea.3660230702
- Moch, P. L. (2001). Manipulatives work! *Educational Forum*, 66 (1), 81-87. doi: 10.1080/00131720108984802
- Mullis, I. V. S., Martin, M. O. and Foy, P. (2008). *TIMSS 2007 International Mathematics Report: Findings from IEA’s Treads in International Mathematics and Science Study at the Fourth and Eighth Grades*. Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College.
- Mullis, I. V. S., Martin, M. O., Gonzales, E. J. and Chrostowski, S. J. (2004). *TIMSS 2003 International Mathematics Report: Findings from IEA’s Treads in International Mathematics and Science Study at the Fourth and Eighth Grades*. Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College.
- Ojose, B. (2008). Applying Piaget’s theory of cognitive development to mathematics instruction. *The Mathematics Educator*, 18 (1), 26-30.
- Ojose, B. and Sexton, L. (2009). The effect of manipulative materials on mathematics achievement of first grade students. *The Mathematics Educator*, 12 (1), 3-14.
- Peavler, C., DeValcourt, R., Montalto, B., and Hopkins, B. (1987). The mathematics program: An overview and explanation. *Focus on Learning Problems in Mathematics*, 9, 39-50.
- Raphael, D. and Wahlstrom, M. (1989). The influence of instructional aids on mathematics achievement. *Journal for Research in Mathematics Education*, 20 (2), 173-190. doi: 10.2307/749281
- Smith, S. S. (2009). Using manipulatives. In *Early Childhood Mathematics* (4th ed.). Boston:

Pearson Education.

- Sowell, E. J. (1989). Effects of manipulative materials in mathematics instruction. *Journal for Research in Mathematics Education*, 20 (5), 498-505. doi: 10.2307/749423
- Suydam, M. N. (1986). Research report: Manipulative materials and achievement. *Arithmetic Teacher*, 33 (6), 10-32.
- Suydam, M. N. and Higgins, J. L. (1976). Review and synthesis of studies of Activity-Based Approaches to Mathematics Teaching. Final Report, NIE Contract No. 400-75-0063.
- Swan, P. and Marshall, L. (2010). Revisiting mathematics manipulative materials. *Australian Primary Mathematics Classroom*, 15 (2), 13-19.
- Thompson, P. W. (1994). Concrete materials and teaching for mathematical understanding. *Arithmetic Teacher*, 41 (9), 556-558.
- Toptaş, V., Çelik, S. and Karaca, E. T. (2012). Pedagogical materials use of primary grade teachers in mathematics education. *Elementary Education Online*, 11 (4), 1121-1130.
- Uttal, D. H., Scudder, K. V. and Deloache, J. S. (1997). Manipulatives as symbol: A new perspective on the use of concrete objects to teach mathematics. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 18 (1), 37-54. doi: 10.1016/S0193-3973(97)90013-7

簡嘉慧、鍾靜（2017）。
探討兩位組長在數學工作坊的教學領導行為。
臺灣數學教師，38（1），39-57
doi: 10.6610/TJMT.20170308.01

探討兩位組長在數學工作坊的教學領導行為

簡嘉慧¹ 鍾靜¹

¹ 國立臺北教育大學數學暨資訊教育學系

本研究旨在探討以建構反應題研發為主，在課室中運用為輔的「數學課室形成性評量實踐」工作坊中，組長的教學領導行為，藉由分析數學工作坊活動、工作會議與訪談的錄音、錄影資料等，探究組長和組員之間的交流與互動，並進一步了解組長的教學領導行為。本研究採個案研究法，研究發現兩位組長的教學領導行為有四個面向：（一）發展任務與目標：相同行為是明確說明工作坊的任務，並帶領組員完成任務；相異行為是總結組員討論事項的方式不同。（二）確認組員題目品質及討論課室運用方式：相同行為是研發建構反應題時尋求教授協助和帶領組員探討在課室中運用建構反應題的狀況；相異行為是提供組員修改建構反應題的意見方式不同。（三）提升組員參與活動和學習氣氛：相同行為是組織組員發言的順序和具體提出讚賞組員的地方；相異行為是組員提供意見的方式不同，組長會有不同的因應。（四）協助組員專業成長：相同行為是在研發建構反應題的過程中，會反覆提問使題目精進；相異行為是討論數學單元教材時，發想建構反應題的方式不同。因此，在工作坊中隨著組長的教學領導行為，帶領組員研發及運用建構反應題，同時促進了組長與組員的專業成長。

關鍵詞：教學領導行為；領導教師；數學工作坊

壹、緒論

近年來，科技日新月異，教師不再是唯一提供知識的角色，更重要的是需要引導學生整合在多方位下吸收的知識，並啟發學生有系統的和學習；因此教師社群開始備受重視，許多教師學習社群漸漸成立，提供在職教師參與進修的機會，以提升教師自我專業成長。Barth (2001) 提到透過專業學習社群教師們得以集體合作的方式互相學習、分享、解決問題，而領導便在自然而然的情況下產生，讓社群與教師間有密切的關聯。在教師社群中領導教師，能發揮職位影響力使教師之間互相交流分享、引導同儕共同合作與專業分享，塑造一個提供專業知能、資源共享的環境，進而提升學生學習及成就之歷程。

本研究之「數學課室形成性評量實踐」工作坊即為教師社群，並從中觀察組長帶領組員了解建構反應題 (constructed-response items) 與形成性評量，並發現其交流互動方式各具特色，因此本研究探討組長之教學領導行為，期望從中了解做為一名組長有哪些教學領導行為。基於以上所述，本研究目的為探討數學課室形成性評量實踐工作坊組長教學領導行為。根據研究目的，欲探討的研究問題：組長在數學課室形成性評量實踐工作坊中教學領導行為的異同。

貳、文獻探討

本研究「數學課室形成性評量實踐」工作坊是以研發建構反應題為主，進行形成性評量為輔。而組長擔任領導教師角色，在工作坊中帶領組員研發及運用建構反應題，期盼能形成專業學習社群；因此，本段將以工作坊與專業學習社群、建構反應題與形成性評量、領導教師與教學領導行為來論述。

一、工作坊與專業學習社群

比起過去教師關起門來自己備課和教學，現在提倡教師應走出教室與他人互動，促進專業發展。歐勇柳 (2011) 提到教師社群是一種協助教師間可以相互學習、持續教學專業發展，讓教師彼此擁有高品質的專業互動。因此教師在社群中互動不僅是提供彼此知識增長、學習與反省的機會，還提供情感上的支持氛圍 (楊智先, 2007)。在 2011 年中小學教師專業發展研發中心提出「教師專業學習社群」的興起，並說明教師專業學習社群旨在促進教師專業成長，其運作方式包括 14 項，例如：協同備課、教學觀察與回

饋、同儕省思對話、主題經驗分享、主題探討、教學媒材研發、教學方法創新、專題講座...等等，這說明教師專業學習社群的運作模式雖然有許多樣貌，但促進教師專業成長皆為運作社群的首要目的。而本研究工作坊為零起點並藉由安排理論與實務逐步交流的滾動式學習方式，採取做中學、學中用的產出方式（鍾靜，2015），讓參與的教師了解建構反應題的研發與應用，並向教師專業學習社群邁進，讓參與的教師彼此間相互協助、分享知識，成為具有共同經驗的夥伴，一起成長，一起思考並解決問題，以助教師精進教學、促進專業成長，提升學生學習成效。

二、建構反應題與形成性評量

在國際大型測驗如學生能力國際評量計畫（the Programme for International Student Assessment [PISA]）、國際數學與科學教育成就趨勢調查（Trends in International Mathematics and Science Study [TIMSS]）的試題中除了選擇題之外，均有建構反應題，其目的在於讓學生提出自己的解題觀點與論證，以了解學生解題的思維與詮釋數學的能力。且自民國 96 年度起，臺北市國民小學數學基本學力檢測命題中增加了建構反應題，用以了解學生數學解題思考的歷程，推理與數學表徵能力（楊美伶，2011）。所以不僅是國際上的大型評量，國內也逐漸重視建構反應題。現在的課室也越來越重視形成性評量，形成性評量於教學中是持續不斷地循環，經過慎密的設計與安排、提問和觀察並給予學生任務與回饋，以學生學習為中心達到有效的教學與良好的學習成果。Ebby 和 Sirinides（2015）也指出有效的形成性評量，在教學指導的形式上提供回饋給學生，並不斷努力減少學生的表現和教學目標之間的差距。形成性評量可以透過觀察（observation）、任務（task）及提問（clinical interview）三種方式實施（Ginsburg, 2009），鍾靜（2016）認為在數學課室中，形成性評量的「任務」相較「觀察」、「提問」可引發學童思考或探究；故以延伸式建構反應題作為小型任務，進行「先評量、後討論」的教學，藉由收集全體學生的評量結果，再透過學生討論、教師回饋，來鞏固和修補學童的數學概念。而鍾靜（2015）對「延伸式建構反應題」命題原則與建議有以下五點，分別是（一）評量目標單一且明確，（二）題意及文字清楚明白，（三）可呈現學生的解題想法或高階思考，（四）不要類似課本、習作或測驗卷常見的題型，（五）解題時間大多數學生不超過 5~10 分鐘（小型任務）較佳。因此本工作坊中參與的教師要研發建構反應題並在數學課室中實施。

三、領導教師與教學領導行為

在社群中領導者是最重要的核心人物，李佳陵與鍾靜（2007）提到教學領導者可以是年級主任、課程整合教師、專家教師、學科領導者或是學科輔導員。本研究的領導教師為工作坊的組長且皆為國小數學科輔導員，帶領著組員研發建構反應題等。Barth(2001)提到透過專業學習社群教師們得以集體合作的方式互相學習、分享、解決問題，而領導便在自然而然的情況下產生。所以領導教師的行為、與社群成員互動皆會影響組員的思考和行動；而 Duke（1987）指出一位好的教學領導者，要能有效處理七種情境包括：教師視導與發展、教師評鑑、教學管理與支援、資源管理、品質控制、協調、解決困難；李安明（1999）也整合教育專家的看法與學校實務工作者的經驗，將校長的教學領導概分為六大層面：發展教學任務與目標、確保課程品質、確保教學品質、促進教師專業成長、增進學生學習氣氛、發展支持之工作環境；蔡進雄（2007）將國中學習領域召集人教學領導之行為歸納為以下五個層面：發展學習領域教學任務與目標、確保學習領域教學與課程品質、協助學習領域教師專業成長、提升學習領域學生的學習氣氛、創造支持性的教學環境。而研究者藉由整理教學領導行為相關的文獻（李安明，1999；黃文三，2004；蔡進雄，2007；魯先華，1994；簡杏娟、賴志峰，2014；Duke, 1987；Murphy, 1990），歸納出：（一）發展任務與目標；（二）確認組員題目品質及討論課室運用方式；（三）提升組員參與活動和學習氣氛；（四）協助組員專業成長，並以這四項作為分析組長之教學領導行為層面的參考架構。

參、研究設計

本研究為科技部計畫「建構反應題在國小數學課室運用之研究」（計畫編號：MOST103-2511-S-152-002-MY3）第一年所組成的「數學課室形成性評量之實踐」工作坊，為期一年。此計畫公開招募國小一至六年級級任教師或數學科任教師共 24 名，且邀請 8 位現任或曾任縣市國小數學輔導員擔任組長，並安排十次工作坊活動與十次組長的工作會議；其中參與工作坊的教師每學期擇二數學單元，研發相關之建構反應題在數學課室進行形成性評量（鍾靜，2015）。而每次工作坊活動進行流程均分為三階段，第一階段為分享理論或實務，第二階段由各小組針對議題進行組內討論，第三階段為全體成員進行交流與回饋。

在工作坊活動中全程進行錄音錄影，但在小組討論時因為場地的限制，只於六年級

中 E1 組、E3 組收集錄音錄影資料，因此將比較這兩位組長在小組討論時的教學領導行為異同。E1、E3 組的組長 R601 與 R603 兩位組長皆為數理研究所畢業，任教 15 年以上，並擔任縣市之輔導團員，因此具有相當豐富數學教育背景與領導能力，表 1 為 E1、E3 組組長與組員的背景描述，其中組長的代碼為「R」，組員為「T」：

表 1

E1、E3 組組長與組員的背景描述

組別	教學年資			
	代理代課教師	合格初任教師 (5年以下)	合格專任教師 (5年~15)	合格專任教師 (15年以上)
E1	T605	T602	—	R601、T603
E3	T613	T610、T611	T612	R603

本研究考慮適切性，採用個案研究 (case study) 並以觀察工作坊、工作會議與訪談為主要研究方式，透過參與「數學課室形成性評量之實踐」工作坊，分析十次工作坊、十次工作會議與期中期末兩次訪談的錄音、錄影資料與研究者札記，以及工作坊成員填寫的問卷、表單，探討兩位組長於工作坊中帶領組員研發建構反應題時的教學領導行為，表 2 為資料代碼說明表。

表 2

資料代碼說明表

資料代碼範例	代表意義
141003坊組E1	第一次工作坊第二階段時E1組的組內討論
140926會	組長在第一次工作會議時的發言。
150130訪中601	104年1月30日工作坊期中訪談R601

肆、研究發現

本工作坊在上學期進行六次、下學期進行四次，共十次的活動後，進行了四題建構反應題的命題，並鼓勵在數學課室中實施形成性評量；但大多數老師反應無法在評量後立即進行教學處理，只能在課後分析學生表現，然後再進行補救。因此，本研究分析工作坊、工作會議與期中、期末訪談的錄音、錄影資料與研究者札記，比較兩位組長在發

展工作坊任務與目標、確認組員題目品質及討論課室運用方式、提升組員參與活動和學習氣氛與協助組員專業成長；並以呈現建構反應題研發為主，課室運用為輔，探討四個教學領導行為的異同。

一、發展任務與目標

組長為發展工作坊任務及目標會明確與組員說明工作坊任務的內容以及提醒組員需要達成工作坊任務。

(一) 相同行為：明確說明工作坊的任務，並帶領組員完成任務

R601 在小組討論時會提醒組員需要進行的任務或應填寫的表單，以下為相關對話內容：

R601: 下一次工作坊會帶著大家討論我們第一題研發的建構反應題，所以我們請T603、T605、還有T604三位一起討論，假設你們現在要命一個題目，要針對什麼樣子的教學內容或學習動機來命題，或是什麼樣的教學目標和學習狀態來命題！那因為T602跟我選的單元比較有相關，所以我會比較聚焦在那邊討論，那T604要不要先坐到這個位置和他們一起做討論比較方便？

T603: 嗯！所以現在我們要自己在這一個單元中討論要針對哪一個目標或概念出一題建構反應題。

(141003坊組E1)

R603 在與組員討論時也會提醒組員需要完成的任務內容，例如：「現在有...事情」、「我們還...工作要做」，以下為相關的對話內容：

R603: 現在有一件事情就是，你用建構反應題去評量學生以後，學生的答題類型有沒有需要我們幫忙分類，分析學生的作答是兩分、一分、或零分，你有沒有需要幫忙？

T613: 在寫評分規準之前這個需要先分類嘛？還是說學生評量完後我們再來分類寫評分規準？

R603: 你可以先預想學生寫「對」的是怎樣，然後評量完學生後再去補，準確度之類的你會更有感覺。

(150116坊組E3)

因此，兩位組長在小組討論時，皆會提醒組員當次需要進行的任務或請組員確認、填寫的表單，藉此掌握組內的討論節奏引領組員一同檢視進行任務。

(二) 相異行為：總結組員討論事項的方式不同

R601 在組員們討論建構反應題命題的主題或補充建構反應題命題原則時，會在討論到一個階段後給予總結性的回饋或歸納組員提出的建議，以下節錄的相關對話：

T603:我的題目是如果用滾輪在版畫上不同的點滾動3次，如果是不重複的點滾動3次，是否可以將整個版畫塗滿？為什麼？...然後20公分是滾輪下面整個的長度，旁邊直徑是4公分。

R601:我覺得這個題目設計的情境是蠻有趣的，而且跟課本上都不大一樣。但我在想「用滾輪在版畫上不重疊滾動3次」，小朋友看不看的懂？

T603:...但是基本上我這邊是圓周要滾完才算一次。

T602:我想請問一下，面積是要算什麼？你的目標是什麼？

T604:學生一定要知道圓柱的側面積是圓周長！

T602:關鍵點是學生一定要知道圓周長的計算方法。

R601:所以說圓柱細分起來會是有這麼多的小目標，然後總體來講就是需要算出圓柱側面積。

(141205 坊組 E1)

而 R603 雖然在組內討論時沒有明確的話語歸納組員的發言，但 R603 在與組員討論的過程中會問組員「懂嗎？」、「清楚嗎？」等等的問題來確認組員在每個討論的階段都有了解討論的內容。

綜合上述，R601 與 R603 在小組發展工作坊任務與目標時，會提醒組員當次任務的相關行為，而 R601 與 R603 曾經或現任國小數學輔導員，帶領大大小小的教師社群已有許多經驗，因此兩位組長在帶領小組時皆會掌握組內活動的進度與需完成的事項。而相較 R601 在組內討論到一個段落時有總結性的歸納，R603 雖然未在組內有明確的話語作總結，但會常常確認組員有無了解討論內容。

二、確認組員題目品質及討論課室運用方式

工作坊中組長帶領組員研發建構反應題與討論、思考可能影響題目設計的縱向與橫向因素並提出修改建議，以提升建構反應題目的品質。

(一) 相同行為

1. 研發建構反應題時尋求教授協助

訪談時 R601 覺得：「尋求支援跟資源...這兩件事情其實對一個組長是非常重要的」(150210 訪中 R601)，因此 R601 與組員討論時遇到困難會請教授協助，以下節錄相關訪談內容：

R601:大家來討論一下T603老師的題目，他這題的認知向度是致知、應用還是推理？

T603:...我想說，這個致知和應用就很難分。

R601:我覺得至少是應用，應該不是致知，我們要不要請教教授？...

教授:這個跟一般的試題很像，就是求解，學生在算一個計算題，從甲地到乙的距離是1.8公里走了9分鐘，然後再從10公里換成每秒公尺!...這一題是程序性，按步驟解題，學生只要公里跟公尺會轉換，分跟秒會轉換，所以這種題目就是在求解，我覺得我們可能要換一個方式來命題，你們自己討論看看要怎麼修改這題。

(141024 坊組 E1)

R603 與組員討論數學概念時遇到困難會向教授尋求協助，以釐清設計試題時需要評量的概念，以下節錄相關訪談內容：

R603:速率是每小時走多少距離，所以是總距離除以總時間。

T610:所以我每小時走3公里跟走2公里，不代表我一小時會合起來走5公里。

T612:不能用這樣，兩小時走5公里這樣子。

T611:可是速率可以相加嗎？...

R603:你一小時走5公里，我一小時走3公里，然後我們兩個一小時走8公里嗎？...所以我們現在的癥結是有沒有速率差、速率加減?...那我們來請問教授看看。

(150313 坊組 E3)

因此兩位組長與組員討論建構反應題的評量概念時遇到問題都會尋求教授的協助，以釐清在設計建構反應題時的評量概念。

2. 帶領組員探討在課室中運用建構反應題的狀況

在組員運用建構反應題評量學生後，R601 會詢問組員在課室運用的狀況，學生評量的情形，以下節錄相關對話：

R601:先請T602這邊分享一下用建構反應題評量學生後的情形。

T602:我的題目是韋凱向學校領了15份噴漆，足不夠噴滿下面的圖形？說說看你是怎麼知道。

我們班有11個學生，做完之後學生的表現還不錯，有4個是全對的。其實主要的目標就是要算扇形面積，然後知道15罐不夠噴。...

R601:學生們主要的錯誤在哪？

T602:比較容易錯的，比如說學生剛看到題目的時候不知道要噴滿缺角還是要噴滿那個扇形。

所以像這個類型學生算出來的是缺角的面積，所以他就說夠噴。

R601:我想學生可能覺得這個圖呈現的角度超過180度，所以不認為是扇形。

(141205 坊組 E1)

R603 也會與組員討論運用建構反應題評量學生情況，了解學生觀念上哪裡需要再進行加強、補救，以下節錄相關對話：

R603:T612說一下你用的建構反應題？

T612:我發現當初在教時學生好像都懂，那是因為課本題型單純，他們懂放大縮小比例，然後

地圖比例尺也都很清楚。但當兩種問題綜合在一起時，學生就不知道怎麼解，只會從題目裡面去找數字，兩個圖或數字不搭，他們還是把它混在一起去算。

R603:...所以T612用建構反應題評量學生後告訴我們了甚麼？建構反應題，是學生沒有見過，

跟課本上面比較不一樣，對學生來講有一點點甚麼呢？

T610:難度。

(141227 坊組 E3)

兩位組長皆會傾聽、提供建議了解組員在數學課室運用建構反應題評量學生的情況，並一同與組員討論學生的學習狀況以及可能錯誤的原因。但是根據研究者上學期的觀察，組員只在課堂中評量學生，並未進行形成性評量所期盼的立即回饋等（141227 坊札）；而研究者觀察的這兩組皆是六年級，在下學期需忙畢業相關事宜，所以組員均未能評量學生或無暇作教學處理（150515 坊札）；總之，組長只帶著組員討論建構反應題為主，

並未涉及太多課室運用的討論。

(二) 相異行為：提供組員修改建構反應題的意見方式不同

R601 在與組員討論題目時會對建構反應題的題目敘述、數學概念提出疑問，讓組員思考數學概念對學生的影響與可能產生的困難，以下節錄了部分對話：

T602:我題目大概的想法是希望學生可以去算出扇形面積，然後再判斷10罐噴漆夠不夠噴，大概題目是這樣設計的。...

R601:我在想一個問題，「角度」要不要給？

T602:我覺得要給。

R601:如果不給可以嗎？

T603:不給小朋友會不會說老師我算不出來。

(141114 坊組 E1)

R603 則與組員討論题目的敘述、數學概念與組員如何運用在課室中時，給予明確需要修改的建議，讓組員具體的了解題目需要修改的部分，以下節錄了部分對話：

T611:我這個題目要讓學生算出這半圓形的面積，然後跟這個雙層巴士的截面去比較大小，就會需要考慮到它的高度...

R603:...我覺得這一題的數據要給學生「9」。

T610:數字？

R603:對，我覺得要 $9 \times 9 = 81$ 。

(141205 坊組 E3)

兩位組長雖然都會與組員討論题目的題目敘述、數學概念等，但給予組員建議的方式卻不相同，R601 會讓組員思考「可以」與「不可以」的原因，R603 則會明確的直接給予組員建議，讓組員清楚明白修改的地方與方法。

綜合上述，R601 與 R603 在確認工作坊學員題目品質及討論課室運用方式中，會幫助組員評量分析學生的學習狀況，且在與組員討論時遇到困難會請求教授的支援，即時回饋給組員。而兩位組長均會與組員一同討論修改研發的建構反應題，但兩位組長給予

建議的方式卻不相同，R601 會提出疑問讓組員進行思考，由組員主動提出題目鋪成的內容對學生的影響，促進組員思考，而 R603 則直接指出題目需要修改的地方，並給予組員具體的建議，讓組員明確的瞭解需要改進的方向。

三、提升組員參與活動與學習氣氛

工作坊的組員來自各個學校，多數組員是初次見面，因此在小組討論時組長除了要鼓勵組員完成工作坊的任務外，也需促進組員間的交流和互動，以提升組內的學習氣氛。

(一) 相同行為

1. 組織組員發言的順序

R601 會組織組員發言順序，讓每位組員都可以分享設計的題目或提出疑問，以下為相關內容：

R601:T602請你說明一下的建構反應題。

T602: 這個圓圈表示沙袋，然後三角形代表1克的砝碼，三個沙袋代表四個砝碼，然後現在知道這兩個等重，所以一個沙袋重量是多少，我要知道學生會怎麼去推理這題目。

(150313 坊組 E1)

R603 在組內討論也會引導組員先後分享設計的題目，使組員可以思考修正設計的建構反應題，以下為相關內容：

R603:T611要不要先討論你的題目？讓我們一起幫你修改。

T611: 我的題目是有三塊高度一樣的蛋糕，一塊是長方形，長為25公分，寬為3公分，一塊是半徑5公分的圓形，另一塊是邊長5公分的正方形。

R603:你現在敘述的都是底面，但是應該讓學生感覺這是一個柱體，我建議你要不要畫個圖？畫這三塊蛋糕，高度一樣，你覺得呢？

(141024 坊組 E3)

因此兩位組長在組內討論時皆會組織組員先後發言順序，讓每位組員都有可以分享

設計題目的權利，並使組員可以藉由提出疑問與題目修正設計的內容。

2. 具體提出讚賞組員的地方

R601 在組員研發、運用建構反應題時有好的想法或作為時會具體的說出組員修改的地方，並稱讚組員，以下節錄相關對話：

T602:我依照教授上次提到的「誰來挑戰」，在教室後面的白板做一個「誰敢來挑戰」，那題難度就不一樣，就跟學生說誰敢來挑戰比較難，要挑戰的話試試看！...

R601:T602把台北市的建構反應題，寫在教室後面的一個白板，然後一個學生就上去寫，寫完第二個學生就會指說他哪裡不對。...我感覺他就是已經把小朋友當成是數學家，教室整個那種文化的形式是有出來的，所以我覺得滿好的！

(141205 坊組 E1)

R601 在組員有好的想法或作為時也會讚賞、正向的肯定組員，以提升組員的信心，以下節錄相關對話：

R603:T611你先做研發出了兩題建構反應題，真棒！

T611:但是我還沒有用這兩題評量學生！

(150424 坊組 E3)

兩位組長在組員研發、運用建構反應題時有好的想法或作為時都會具體的說出組員好的地方與作為，並稱讚、肯定組員，以提升組員的信心。

(二) 相異行為：組員提供意見的方式不同，組長會有不同的因應

組員將設計的建構反應題在工作坊討論時，R601 會請組員相互給意見例如：「我們夥伴有沒有要給 T604 一些建議？」，且訪談時 R601 也提到會讓組員分享對於題目的建議與看法或相互建議需要注意學生哪些觀念，以下節錄相關對話：

R601:當我想不出要評量學生甚麼概念時，...T603會想一下，T604會想一下，T602也會幫忙想一下，然後這幾個就湊出一個建構反應題出來，所以就覺得這是一個共組的過程，研發題目就是一個共生的過程，不是一個人單獨研發出來的題目。

(150210 訪中 R601)

而在 E3 組中組員互相都會很主動的提出自己對建構反應題的看法，並提供他人修改的建議，R603 在訪談時也提到「我們這組都很認真，每個人都有出題目，小組互動彼此之間都會給意見」(141128 會)，所以 R603 於組內扮演傾聽的角色，也會適時的給予組員修改題目的建議。

綜合上述，R601 與 R603 在提升工作坊學員參與活動與學習氣氛時，能夠分配組員發言的順序、給予組員具體的讚賞與肯定，但 R601 在小組討論時會特別點名請組員給予彼此建議，促進組員間的交流與互動。此工作坊組員因為皆從不同的學校來到此工作坊參與研發題目，所以對環境、組長、同伴甚至是建構反應題等都是陌生的。在這情況下，組員即使有想法也會因為不熟悉而不敢發言，因此 R601 與 R603 兩位組長就扮演一個引導組員們交流互動的角色，藉由組長指定發言和肯定組員的作為，讓組員有機會、有信心的分享自己的題目。且相較於 E3 組的組員會主動相互給予彼此建議，E1 組的組長 R601 會更進一步以點名的方式讓組員可以分享自己對他人題目的看法，促進每位組員皆有表達想法的舞台，讓組員有參與感。

四、協助組員專業成長

R601 與其組員討論建構反應題的設計和在課室中實施的成果皆幫助組員更了解建構反應題與其在課室中運用的情況。除此之外 R601 也會向組員提出有關建構反應題與數學內容知識相關的問題，讓組員進行思考，以增加組員對建構反應題和數學內容知識的認識。

(一) 相同行為：在研發建構反應題的過程中，會反覆提問使題目精進

R601 在工作坊中組員對「建構反應題」的設計運用都不清楚時，會提出與建構反應題相關的問題，並讓組員思考甚麼是建構反應題，以下節錄相關對話：

R601:其實我剛才一直在想一個問題，建構反應題跟好的題目，好的題目跟建構反應題，到底有甚麼差異？填充題算不算建構反應題？

T604:建構反應題它應該是學生除了解題，它應該還有一些溝通的意涵在裡面。

(141024 坊組 E1)

R603 與組員討論建構反應題時也會提出建構反應題跟課本題有甚麼不同的疑問詢問組員，或是建構反應題對學生的影響有哪些，讓組員思考，以下節錄相關對話：

R603:建構反應題它應該是學生除了解題，它應該還有一些溝通的意涵在裡面，想想看在課室中應用題跟建構反應題對學生產生甚麼樣的反應？

T611:需要討論？

R603:有一定要討論嗎？再想想看。

(141227 坊組 E3)

因此可以發現兩位組長在組內皆會讓組員思考建構反應題對學生的影響、跟一般的題目哪裡不同，讓組員思考與建構反應題相關的問題，進而增進組員對建構反應題的認識。

(二) 相異行為：討論數學單元教材時，發想建構反應題的方式不同

R601 會帶領組員了解數學課程與脈絡的重點，讓組員不僅了解單一數學概念，還包含橫向、縱向的相關發展以提升組員對數學科專業的知識，以下節錄相關對話：

T604:我的題目是，一個自行車選手，他騎自行車平均時速是54公里每小時，他可以在10秒裡面把學校400公尺的跑道騎完，問學生說可能嗎？...我想到一個學生把時速換成秒速，就會發現一秒只能騎 15公尺，所以10秒頂多是150公尺，所以不可能。

R601:我在想一個問題就是我們的教材裡面，不曉得有沒有就是跨兩個單位？... 因為是直接秒跨到時，跨兩階去比較它們之間的關係。

T604:在生活上其實我們很少去處理到分速，這是一件很有趣的事情，我也有想過這個問題，在日常生活中我們會講時速跟秒速，但是其實分速很少。

(141024 坊組 E1)

但 R603 在與組員討論選用建構反應題出題單元時，會快速的選用研發建構反應題的單元，並聚焦在選用的單元上做概念的細部討論，讓組員決定要針對相同單元中哪部分的概念做研發。

綜合上述，兩位組長都能夠讓組員思考與反思建構反應題對學生和教師的影響，也

使組員可以發現建構反應題與課本題的差異，增進組員對建構反應題的了解，因此兩組的組長已在討論建構反應題的過程中不斷的形成與鞏固組員對建構反應題的了解。且在 E3 組中討論的數學概念時較圍繞在組員設計建構反應題的評量概念上，而 E1 組也會討論設計建構反應題的評量概念，但 R601 會提出與其數學概念縱向與橫向的概念讓組員思考，例如：「有種椎體有一點斜的，這個算不算錐體大家思考一下」(141205 坊組 E1) 等等，引發教師對於數學知識的思考與了解。

伍、研究討論

本節根據兩位組長在以建構反應題研發為主，課室運用為輔的數學工作坊中，產生發展任務與目標、確認組員題目品質及討論課室運用方式、提升組員參與活動和學習氣氛、協助組員專業成長的教學領導行為異同之研究結果；以及工作坊全體成員填寫期末的五等第量表問卷（5：非常同意~1：非常不同意）、工作坊相關的錄影與錄音資料，來進一步探討工作坊的活動流程與組員態度對組長領導行為的影響、組員在組長的領導下進行專業成長等三點討論。

一、工作坊的活動流程引導組長帶領組員

工作坊的活動流程主要是讓組員從選用數學單元，討論題目品質與運用建構反應題評量及了解學生的學習狀況，並使組員更加認識建構反應題研發的過程與應用的意義。而在問卷中全體成員對工作坊安排先分享理論或實務，再小組針對議題討論，最後全體進行交流與回饋的三段式活動平均滿意度達 4.621；對工作坊安排理論與實務逐步交流的滾動式學習方式平均滿意度更達 4.862；可以發現全體成員皆很滿意工作坊的進行方式。因此 R601、R603 兩位組長在帶領組員完成工作坊任務時主要是依照每次工作坊預定的目標進行，兩位領導教師在帶領組員時會有相同行為產生，例如：在工作坊進行當中，兩位組長皆會明確地跟組員說明當次工作坊的任務與目標讓組員可以了解當次需要完成的任務；在確認組員題目品質及討論課室運用方式時，兩位組長皆會尋求教授協助並和組員討論在課室中運用建構反應題的情形；與組員的討論過程中兩位組長會組織組員發言的順序並具體將組員優秀的地方提出以茲鼓勵；且為了協助組員專業成長，兩位組長會不時提問讓組員了解建構反應題的意義與應用方式。而本研究與蔡進雄（2007）歸納國中學習領域召集人教學領導之行為的五個層面有異曲同工之妙，說明領導者在社

群裡的教學領導行為均需要說明、發展任務與目標，且確認討論內容的品質，並顧及社群氛圍促進成員互動，進而協助成員專業成長。因此可以了解組長的領導行為與一個社群或工作坊的活動流程和目標有極大的關係，本研究的工作坊主要為研發建構反應題並在數學課室中評量學生的學習狀況，所以組長會藉由發展工作坊任務與目標、確認組員題目品質及討論課室運用方式、提升組員參與活動和學習氣氛與協助組員專業成長，幫助組員了解建構反應題的意義與應用。

二、組員參與工作坊的態度與反應影響組長的教學領導行為

雖然工作坊的組員來自不同的國小，彼此之間相互不熟悉，而隨著工作坊從選用數學概念到研發建構反應題，並在課室中用建構反應題評量學生的進行下；參與的成員之間互動越來越來熱絡，期末問卷也反應組員對參加工作坊時，樂於參與小組和全體的對話及互動的平均滿意度達 4.762。而組長在組內與的討論時也因組員參與工作坊的態度或回饋而教學領導行為有所不同，像是在提升組員參與活動與學習氣氛時，因 E3 組的組員在討論同儕的建構反應題的題目內容或數學概念時皆很主動的相互分享建議與看法，這讓 R603 能不用一直提醒組員分享看法給予建議，反而可以作為一個傾聽者的角色注意每位組員的發言，並可以適時的補充修改建議。因此相較於 E1 組中組員也是會分享建構反應題並相互提供建議，其組長 R601 會提醒組員要相互給予建議。所以可以了解組員參與工作坊的主動性或是回饋的反應等等，皆會影響組長在帶領組員時有不同的領導行為。因此可以了解在一個團體中，組員與組長之間是互相的關係，組長的領導的行為可以影響組員的思考與作為，而組員的反應與回饋會為組長帶來思考並改變領導行為。

三、組長的教學領導行為促進組員專業成長

參與工作坊的組員隨著活動的進行，從了解形成性評量與建構反應題的關係與重要性，到研發建構反應題在課室中評量學生的學習狀況；其中多數組員對建構反應題的認識是從零開始，尤其在問卷中反應組員使用自編的建構反應題進行數學課室評量，從參加工作坊前平均值 2.552 到參加工作坊後平均值 4.483 看來，組員平均有明顯的提升。而且在工作坊小組討論時，組長協助和引導組員研發與運用建構反應題，也讓組員對工作坊安排組長帶領各組討論及分享平均滿意度達 4.857。並在第九次工作坊分享時，E1 組的 T605 提到參與工作坊時組長的協助幫助其成長：「我們的組長、組員都給我很好的

建議，也給我一些信心...他們都會給我一些正向的支持，在參加工作坊的過程中我自己也學到很多，像是在出題的時候...漸漸可以學習站在小朋友的角度上去思考，確認小孩能不能達到老師的教學目標，我在這過程中學到很多」(150424 坊全)，且 E3 組的 T611 也提到：「我其實滿期待來工作坊，聽了一些理論，然後在實作上有一些經驗，加上我們這一組成員的建議和討論，然後從 R603 老師給的一些指正的部分，我就覺得真的是一個好棒的工作坊」(150515 坊全)。不僅是組員認為參與工作坊自身有專業上的成長，期末問卷中反應組長與組員參加工作坊後，更有自信設計與實施建構反應題平均值分別為 4.875 與 4.048；由此可以發現組長在協助、引導組員研發與運用建構反應題時，除了使組員有實質上的專業成長和提供心靈上的支持外，組長也經由帶領組員研發建構反應題促進了自我的專業成長，進而一同與組員運用建構反應題評量學生的學習狀況，促進學生學習。

陸、結語

本研究發現組員的反應與回饋或活動進行的流程，雖然會影響組長作為，讓組長發展不同的領導行為；但兩位組長帶領組員研發及應用建構反應題的過程中，皆會明確說明工作坊的任務，且啟發組員思考以修改建構反應題；在與組員互動時會組織組員發言的順序和讚賞組員的作為，並進而協助組員了解建構反應題的研發與應用。在十次工作坊中，組長帶領組員是以研發建構反應題為主，有關探討在數學課室中要落實形成性評量的部分則較少。隨著工作坊的進行，組員跟著活動前進，在組長的帶領下做中學、學中做，以精進教師研發建構反應題，並將其運用在數學課室中評量學生的學習狀況。整體而言，組長的教學領導行為促進了組員在建構反應題設計與學生解題表現分析上的專業成長，且組長本身對此兩部分也有專業成長。因此，在「數學課室形成性評量之實踐」工作坊中藉由組長的教學領導行為，帶領組員研發及運用建構反應題，同時促進了組長與組員的專業成長。

參考文獻

- 李安明 (1999)。「為教學而行政」的校長教學領導：理論與實務。教育政策論壇，2(2)，158-203。
- 李佳陵、鍾靜 (2007)。數學種子教師專業知能內涵知探討。師大學報科學教育類，

52 (1), 23-47。 doi: 10.6300/JNTNU.2007.52.02

- 教育部 (2009)。中小學教師專業學習社群手冊(再版)。台北市：教育部。
- 黃文三 (2004)。從知識管理談教學領導的實施。國立編譯館館刊, 32 (3), 62-69。
- 楊美伶 (2011)。數學建構反應題與學生解題表現分析。臺北市：福德國小。
- 楊智先 (2007)。教師社群互動、工作希望感受與創造性轉化之關係：量化模式建構與典範案例分析。國立政治大學教育研究所博士論文，未出版，台北。
- 歐勇柳 (2011)。數學教師社群專業成長運作歷程之研究~以對話式形成性評量實務為例。慈濟大學碩士論文，未出版，花蓮市。
- 蔡進雄 (2007)。國民中學教師教學領導之建構與發展—以學習領域召集人為例。學校行政雙月刊, 52, 20-43。
- 魯先華 (1994)。國民中學校長教學領導之研究。國立臺灣師範大學教育研究所碩士論文，未出版，臺北市。
- 鍾靜 (2015)。建構反應題在國小數學課室運用之研究(第1年)期中進度報告。科技部補助專題研究計畫(編號：MOST 103-2511-S-152-002-MY3)，未出版。
- 鍾靜 (2016)。建構反應題在國小數學課室運用之研究(第2年)期中進度報告。科技部補助專題研究計畫(編號：MOST 103-2511-S-152-002-MY3)，未出版。
- 簡杏娟、賴志峰 (2014)。國民小學教師領導促進專業學習社群建構之個案研究。學校行政, 90, 172-193。 doi: 10.3966/160683002014030090009
- Barth, R.S. (2001). Teacher leader, *Phi Delta Kappan*, 82 (6), 443-449. doi: 10.1177/003172170108200607
- Duke, D. L. (1987). *School Leadership and Instructional Improvement*. New York: Random House.
- Ebby, C. B., & Sirinides, P. M. (2015). Conceptualizing teachers' capacity for learning trajectory-oriented formative assessment in mathematics. In Middleton, J., A., Cai, J., & Hwang, S. (Eds.), *Large-Scale Studies in Mathematics Education* (pp. 159-176). Springer International Publishing. doi: 10.1007/978-3-319-07716-1_8
- Ginsburg, H.P. (2009). The challenge of formative assessment in mathematics education: children's minds, teachers' minds. *Human Development*, 52 (2), 109-128. doi:

10.1159/000202729

Murphy, K.J. (1990). Performance Pay and Top-Management Incentives. *Journal of Political Economy*, 98 (2), 225-264. <http://dx.doi.org/10.1086/261677>. doi: 10.1086/261677

《臺灣數學教師》稿約

2013.09.27 編審委員會會議通過
2014.09.04 編審委員會會議修訂通過
2015.05.24 編輯委員會會議修訂通過
2016.05.15 編輯委員會會議修訂通過

- 壹、《臺灣數學教師》（原名為《台灣數學教師(電子)期刊》）（*Taiwan Journal of Mathematics Teachers*）（以下簡稱本刊）是國立臺灣師範大學數學系及台灣數學教育學會共同發行之期刊，內容以出版數學教育領域相關議題的原創性論文為宗旨。本刊徵求符合宗旨之教學實務文稿，內容包含探討數學教學策略、學生迷思概念之教學引導、數學教育課程、教材與教法等實務經驗分享、研究問題評析、數學教育之構想、書評、論文批判、數學教學與應用性研究、數學教育研究趨勢介紹、專題演講講稿、數學學習評量、電子媒材設計、數學教師專業發展及其他數學教育相關議題等內容。
- 貳、本刊每年發行兩期，分別於四月、十月出刊，並採電子方式發行。全年徵稿，隨收隨審。
- 參、本刊所刊之文稿須為原創性的教學實務文章，即未曾投遞或以全論文形式刊登於其他期刊、研討會彙編或書籍。若文稿在送審後自行撤稿，或出現一稿多投、修正稿回覆逾期、侵犯著作權等違反學術倫理等情況，將依下列規則處理：
- 一、來稿一經送審，不得撤稿。因特殊理由而提出撤稿申請者，案送主編決定；非特殊理由而自行撤稿者，一年內將不再接受該作者的投稿。
 - 二、若文稿被發現一稿多投、侵犯著作權或違反學術倫理等情況，除文稿隨即被拒絕刊登外，一切責任由作者自負，且本刊於三年內不接受該作者來稿，並視情節嚴重程度求償。
 - 三、作者應於發出文稿修正通知的二週內回傳修正稿及修正回覆說明書，逾期視同撤稿。若有特殊情況請先與本刊聯絡。
- 肆、未經本刊同意，已獲本刊接受之文章不得再於他處發表。投遞本刊之文稿須經編審委員會送請專家學者審查通過後予以刊登，被刊登文章之著作財產權歸國立臺灣師範大學數學系及台灣數學教育學會共同擁有，文責由作者自負。
- 伍、文稿請以中文撰寫，以8,000字為原則（包含摘要、文章全文、圖表、附註、參考文獻、附錄等）。文稿的呈現請使用單行間距之12級字新細明體或Times New Roman字體，以橫書方式於A4規格紙張上，文稿上下左右各留2.5公分空白，並以Microsoft Word 98以上之繁體中文文書軟體處理。

陸、文稿格式請參考《臺灣數學教師》期刊論文撰寫體例的說明或已發行之文稿，若有需要引用英文文獻以及數學符號、公式等請參考APA第六版出版手冊。交遞稿件時需注意下列事項：

一、提交投稿基本資料表

(一) 文稿基本資料。

(二) 通訊作者之姓名、服務單位、職稱、通訊地址、聯絡電話和電子郵件地址。

一位以上作者時，非通訊作者只需填寫姓名、服務單位和職稱。

(三) 任職機構及單位：請寫正式名稱，分別就每位作者寫明所屬系所或單位。

(四) 頁首短題（running head）：以不超過15個字為原則。

(五) 作者註（author note）：說明與本篇研究相關的資訊。

二、提交已簽署的《臺灣數學教師》著作財產權讓與同意書。

三、文稿除正文外，還需包含中文摘要，摘要請獨立一頁呈現，並置於正文之前。

摘要頁內容包括論文題目（粗體20級字、置中）、摘要（不分段，限500字以內）、與關鍵詞（以五個為上限，並依筆畫順序由少到多排列）。

四、若為修正稿，遞交修正的文稿上請以色字標示修改處，並需提交「修正回覆說明書」，依審查意見逐項說明修改內容或提出答辯。作者應於發出文稿修正通知的二週內回傳修正稿及修正回覆說明書，若有特殊情況請先與本刊聯絡。

柒、文稿以電子郵件方式投遞，包括作者基本資料表、著作財產權讓與同意書與全文共三份資料。作者應負論文排版完成後的校對之責，編輯委員僅負責格式上之校對。

捌、投稿電子郵箱：tjmtedit@gmail.com

《臺灣數學教師》投稿基本資料表

篇名	(中文)		
	(英文)		
總字數	稿件全文 (含中英文摘要、正文、參考文獻、附錄等) 共_____字。		
關鍵詞 (最多五個)	(中文)		
	(英文)		
頁首短題 (running head)	(請以不超過15個中文字或40個英文字元為原則。)		
通訊作者資料	姓名	(中文)	(英文)
	職稱		
	服務單位 (或就讀校系)	(中文)	
		(英文)	
	E-mail		
	通訊地址		
	電話	辦公室：() 分機	
行動電話：			
如為共同著作，請詳填以下共同著作人欄位，非共同著作則不需填寫。(以下欄位不敷填寫時請自行增加)			
共同著作人	姓名	服務單位 (或就讀校系)	職稱
第一作者 (<input type="checkbox"/> 通訊作者)	(中文)	(中文)	
	(英文)	(英文)	
第二作者 (<input type="checkbox"/> 通訊作者)	(中文)	(中文)	
	(英文)	(英文)	
第三作者 (<input type="checkbox"/> 通訊作者)	(中文)	(中文)	
	(英文)	(英文)	
作者註 (可複選)	<input type="checkbox"/> 本篇論文為碩、博士論文改寫，指導教授為_____。 <input type="checkbox"/> 本篇論文曾於_____發表。 <input type="checkbox"/> 本篇論文獲科技部補助，計劃編號：_____。		
1.茲保證本論文符合研究倫理。 2.茲保證所填基本資料正確，文稿未曾以任何方式出版或發行，且無一稿多投、違反學術倫理，或違反著作權相關法令等事情。 3.茲瞭解並同意貴刊著作權授權規範，並保證有權依此規範進行相關授權。 4.茲保證文稿已經所有作者同意投稿至《臺灣數學教師》。 填表人：_____ 填表日期：_____年_____月_____日			

《臺灣數學教師》著作財產權讓與同意書

茲同意投稿至國立臺灣師範大學數學系與台灣數學教育學會共同發行的《臺灣數學教師》之一文，名稱為：

立書人聲明及保證本著作為從未出版之原創性著作，所引用之文字、圖表及照片均符合著作權法及相關學術倫理規範，如果本著作之內容有使用他人以具有著作權之資料，皆已獲得著作權所有者之（書面）同意，並於本著作中註明其來源出處。著作人並擔保本著作未含有毀謗或不法之內容，且絕未侵害他人之智慧財產權，並同意無償授權國立臺灣師範大學數學系與台灣數學教育學會於本著作通過審查後，以論文集、期刊、網路電子資料庫等各種不同方法形式，不限地域、時間、次數及內容利用本著作，並得進行格式之變更，且得將本著作透過各種公開傳輸方式供公眾檢索、瀏覽、下載、傳輸及列印等各項服務。國立臺灣師範大學數學系與台灣數學教育學會並得再授權他人行使上述發行之權利。惟著作人保有下列之權利：

- 1.本著作相關之商標權及專利權。
- 2.本著作之全部或部份著作人教學用之重製權。
- 3.出版後，本著作之全部或部份用於著作人之書中或論文集中之使用權。
- 4.本著作用於著作人受僱機關內部分送之重製權或推銷用之使用權。
- 5.本著作及其所含資料之公開口述權。

著作人同意上述任何情形下之重製品應註明著作財產權所屬，以及引自《臺灣數學教師》。

如果本著作為二人以上之共同著作，下列簽署之著作人已通知其他共同著作人本同意書之條款，並經各共同著作人全體同意，且獲得授權代為簽署本同意書。如果本著作係著作人於受僱期間為雇用機構所作，而著作權為讓機構所有，則該機構亦同意上述條款，並在下面簽署。

本著作之著作財產權係屬（請勾選一項）

- 著作人所有
 著作人之僱用機構所有

立同意書人（著作人或僱用機構代表人）簽章：_____

著作人姓名或僱用機構名稱：_____

（正楷書寫）

中華民國 年 月 日

Publisher | Department of Mathematics, National Taiwan Normal University
Taiwan Association for Mathematics Education

Editorial Board

Chief Editor | Yuan-Horng Lin (Department of Mathematics Education,
National Taichung University of Education)

Vice Chief Editor | Pi-Jen Lin (Graduate Institute of Mathematics and Science Education,
National Tsing Hua University)

Editorial Panel | Yuan-Shun Lee (Department of Mathematics, University of Taipei)

Su-Wei Lin (Department of Education ,
National University of Tainan)

Wei-Min Hsu (Department of Science Communication,
National Pingtung University)

Erh-Tsung Chin (Graduate Institute of Science Education,
National Changhua University of Education)

Shu-Yi Chang (Department of Mathematics Education and Information Education,
National Taipei University of Education)

Huan-Chuan Chang (Sinde Elementary School, Toufen, Miaoli)

Chia-Huang Chen (Department of Mathematics Education,
National Taichung University of Education)

Kai-Lin Yang (Department of Mathematics, National Taiwan Normal University)

Hui-I Liao (Tai-jen Junior High School, Kaohsiung City)

Shiang-Tung Liu (Graduate school of Math and Science Education ,
National Chiayi University)

Chang-Hua Chen (National Academy for Educational Research)

Jing Chung (Department of Mathematics Education and Information Education,
National Taipei University of Education)

Address | No.88 Sec. 4, Ting-Chou Rd., Taipei City, Taiwan, R.O.C.
Department of Mathematics, National Taiwan Normal University
"Taiwan Journal of Mathematics Teachers"

TEL | 886-2-7734-6576

FAX | 886-2-2933-2342

E-mail | tjmteedit@gmail.com

Website | <http://tame.tw/forum.php?mod=forumdisplay&fid=74>

1 於維基平台的學習活動中整合促進學習的評估策略：在小學教授周界的案例分析
/ 黎耀志

Integrating Assessment for Learning (AfL) Strategies in Wiki-based Learning Activities: A Case Study of Teaching Perimeter in Primary School
/ Yiu Chi Lai

23 創新教學教具教學：立體平面超連結、魔力吸管變變變
/ 李俊賢、王儷儒、李政德

Innovatory Teaching and Manipulatives Teaching: A Hyperlink between Solid and Plane and Application of Magic Straw
/ Chun-Hsien Li、Li-Ju Wang、Cheng-Te Lee

39 探討兩位組長在數學工作坊的教學領導行為
/ 簡嘉慧、鍾靜

The study on the two leaders in the mathematics workshop of leadership behavior
/ Jia-Hui Jian、Jing Chung

