

吳宛柔、楊凱琳 (2019)。
奠基進教室活動設計與成效評估：縮放繪。
臺灣數學教師，**40** (1)，32-49
doi: 10.6610/TJMT.201904_40(1).0002

奠基進教室活動設計與成效評估：縮放繪

吳宛柔¹ 楊凱琳²

¹臺北市立東湖國中

²國立臺灣師範大學數學系

本研究對象為 24 名八年級學生，學生透過「縮放繪」的活動發展相似形的觀念。為瞭解學生在活動中的學習歷程，資料蒐集包括前測、後測的測驗卷、情意問卷量表、一節課的教學錄影與課後的質性訪談資料。研究結果顯示，此活動有助於深化學生對相似形基本概念與性質的理解，並提升其學習興趣。透過學生表現的分析，也進一步提出如何改善此活動以達到更好的成效。

關鍵詞：ARCS、相似形、奠基活動

壹、前言

國際學生能力評量計畫(Programme for International Student Assessment, 簡稱 PISA) 以素養為號召, 定義數學素養為個人在各種情境下形成、應用和詮釋數學的能力, 這包括數學推理和使用數學概念、程序、事實和工具來描述、解釋與預測現象(OECD, 2010)。十二年國民基本教育以「自主」、「互動」、「共好」為課程的核心理念, 國家教育研究院擬定十二年國教核心素養的架構與內涵, 提出三面九項的核心素養, 做為學生所應具備的基本且共同的素養(國家教育研究院, 2014)。然而在 PISA 測驗中, 臺灣高低分組學生成績落差大(中華民國科技部, 2015), 為提升學生學習數學的動機, 亦發展學生的數學想法, 數學奠基活動由林福來教授提出的「就是要學好數學」計畫核心產出(Lin, 2015)。數學奠基活動透過寒暑假或周末舉辦以數學奠基活動為主的「好好玩數學營」以提昇學生的數學學習準備度, 且十二年國教素養導向的課程亦如火如荼發展中, 林福來教授延續此理念, 提出應讓奠基活動進教室以發揮更大的影響。

我們知道學生在學習相似形概念會受到語意的影響, 常遺漏利用定義來檢驗圖形(陳創義, 2003)。陳建亨和楊凱琳(2014)亦指出, 學生在解相似形問題則容易有用直觀做判斷、誤用已知條件、拼湊數字等錯誤。故本研究透過奠基進教室的活動「縮放繪」, 希望學生在課堂上學習相似形時, 先奠定學生相似形的觀念。

雖然國小已學過放大縮小圖, 但國小是利用數格子繪製, 學生在學習此觀念時, 圖形間的比例關係是學習重點。與國小不同, 國中學習相似形是以幾何變換的想法出發, 兩圖形間存在一個相似變換, 即透過平移、旋轉、鏡射後, 仍保有原圖形的形狀, 故推得多邊形相似的性質: 若兩多邊形相似, 則對應角相等且對應邊成比例。我們用變換的想法作為此活動的基礎與奠基原理。以「縮放中心可以是任意點」、「縮放中心與縮放圖所有對應點成一直線」、「放大縮小圖任意對應長度成比例」, 作為「縮放繪」活動的奠基, 以 ARCS(Keller, 1987)的架構來設計兼顧學生認知與情意的「縮放繪」活動, 且設計符合此活動的測驗卷及情意問卷, 評估檢驗此活動的成效。

本研究探討的研究問題為:「縮放繪」活動後, 學生對相似形的概念理解有何改變? 學生在情意面向有何改變?

貳、文獻探討

培養學生的數學素養, 需先引起學生的學習動機。動機與學生的學習成績相關, 被

認為是學生學習的主要因素之一 (Paas et al., 2005)。Keller (1987) 將心理學動機理論與教學設計整合，提出 ARCS 動機模式，定義有效提升學生學習動機的四個要素與其對應的教學策略 Keller (2010)：

一、引起注意 (Attention)

學習的第一步即要能引起學生的興趣和維持學生的專注力，要如何讓學生的專注力持續在課堂上是教師的挑戰。Keller (2010) 指出教師可從以下的教學策略著手。

(一) 感官的吸引 (Perceptual arousal)

利用不同音調、不同色彩或與平常不同的畫面刺激學生的感官進而引起學生的注意，成功吸引學生注意後，教師可利用下面兩個教學策略維持學生的專注力。

(二) 問題的探究 (Inquiry arousal)

善用不同的詢問技巧，提出適合學生思考的問題，激發學生的好奇心，使得學生進入解決問題的情境中，保持求知的興趣。

(三) 多變的方法 (Variability)

除了上述的兩個策略，教師亦可變化教學方式，讓學生更容易投入學習。例如：使用不同的教學媒體、進行小組活動。

二、切身相關 (Relevance)

此要素能滿足學生個人的需求與目標，使他產生積極的學習態度，有以下三種教學策略能增強學生的學習動機。

(一) 目標導向 (Goal orientation)

提供與學生相關性的目標，是該要素重要的關鍵。教師可於上課時告知學生該堂課的教學目標、教學大綱或該課程與學生自身的相關性等。

(二) 動機配合學習者特性 (Motive matching)

不同學習者有不同的特質，因此教師須提供不同的教學策略以增強提高學生的學習動機。

(三) 連結熟悉事務 (Familiarity)

與學生熟悉的事物或相關的經驗作結合，能提高學生對課程的熟悉度，產生親切感。

三、建立信心（**Confidence**）

可運用以下三種策略協助學生創造正向的成功與期望，使學生相信成功取決於自我，保持學生的學習信心。

（一）學習必備的條件（**Learning requirements**）

告知學生若要成功完成該堂課需完成哪些條件。例如：該堂課的學習目標、要求或評量規準等。

（二）提供成功的機會（**Success opportunities**）

學生明白成功的必備條件後，教師亦須給予難易適中的學習機會，幫助學生獲得成功的經驗，增強自信心。

（三）提供自我掌握的機會（**Personal Responsibility**）

教師可利用適合學生程度的問題，引導學生成功是來自本身的努力。

四、獲得滿足（**Satisfaction**）

滿足感的獲得促使學生能繼續保有學習動機，以下策略能激發學生的滿足感。

（一）Natural consequences（自然的結果）

教師於課堂中提供學生學以致用的機會。

（二）Positive consequences（正向的結果）

課堂進行時，給予學生正面的內、外在回饋與增強。

（三）Equity（維持公正）

維持一致性的評量標準，吻合學習結果與課程的初始目標。

ARCS 模型廣泛應用於不同教育環境在不同學科領域中（Li & Keller, 2018），如社會學（Astleitner & Lintner, 2004）、經濟學（Moller and Russell, 1994）、STEM（Aşıksoy and Özdamli, 2016）等。教學對象包括 k-12 的學生（Feng & Tuan, 2005；Karakis, Karamete &

Okçu, 2016)、大學生(Chen, 2014; Zhang, 2017)、技職學校的學生(Liao & Wang, 2008)等。

Liao & Wang (2008) 將 ARCS 應用於技職課程的教學設計，教師使用各種視覺影像或媒體吸引學生注意 (Attention)，激發學生的興趣與好奇心，運用教材連結學生的先備知識、興趣與未來期望 (Relevance)，利用活動滿足每位學生的需求和目標，且設計學生可接受的挑戰難度促進其信心 (Confidence)，為保持學生學習過程的積極性，教師即時回饋解決學生問題，減少學生學習困惑，使學生對自己的表現感到滿意 (Satisfaction)。亦有研究指出使用 ARCS 設計的文本比沒有使用 ARCS 的文本更能影響學生的學習 (Astleitner & Lintner, 2004)。雖然 ARCS 較少使用於數學教學設計上，但 ARCS 與奠基活動皆能兼顧學生的情意與認知，讓學生在操作過程中帶入數學思考，故本研究使用 ARCS 來設計奠基進教室活動是可行且合適。

參、研究方法

本研究為單組前-後測的實驗研究法 (Campbell & Stanley, 1963)，在進行教學活動前後，以問卷檢測研究對象在活動後，相似形認知改變的情形；並以情意問卷與訪談，探討此活動對研究對象學習的影響。蒐集的資料包含前、後測、情意問卷量表、一堂課的教學錄影與課後的質性訪談資料。

一、學校情境與研究對象

該活動以融入九年級課程作為設計目標，比例推理為學生的先備知識。此研究採便利取樣，以某城市某校一個班八年級 24 名學生進行教學與施測。施測學校地處縣市交界處，學生程度分佈為雙峰現象。

二、活動設計

(一)奠基目標：本奠基活動目標分為認知面向與情意面向

1. 認知面向的奠基目標

學生在學習此單元前，已學過簡單的幾何圖形、長度與角度，並能使用工具測量長度與角度，且已學過比例推理。我們根據此先備知識發展本研究的奠基目標：「放大縮小圖任意對應長度成比例」；且利用相似形變換幾何的特性，奠定學生「縮放中心與縮

放圖所有對應點成一直線」這個觀念；我們亦以學生的生活經驗，將「縮放中心可以是任意點」融入活動設計中。奠基目標設計如下：

(1) 縮放中心可以是任意點

透過教師示範滑手機得到縮放圖，詢問學生在滑手機的過程中，若要得到放大縮小圖，應將手指放在哪個位置，藉此引入縮放圖可由任一定點縮放。

(2) 放大縮小圖任意對應長度成比例

學生用尺量測原圖與縮放後截圖之間的關係，教師於學生量測後帶入縮放倍率公式，讓學生理解放大縮小圖的各對應部分成比例，且釐清學生對縮放倍率用詞的迷思概念。

(3) 縮放中心與縮放圖任意對應點成一直線

原打算輔以每位學生一台平板電腦，自行做放大、縮小圖，考量平板電腦在教學現場尚不算普遍，且班級經營不易，經與專家學者討論後，把活動內容修改成「邊邊角角拉一拉」，將此活動以電腦呈現。教師於活動時詢問學生拉動哪些方向可做出放大縮小圖，亦把迷思概念「拉動 45 度角方向可得放大縮小圖」放入學習單中，待由學生討論後，請一位學生上台用電腦拉動圖片，引導其他學生觀察不動點和對應點的關係，奠定學生不動點和其縮放圖對應點成一直線的觀念。

2. 情意面向的奠基目標

在情意面向，我們以「發展學生主動思考的策略與態度」為設計理念。

本活動結合學生的經驗與生活情境，利用課堂中的問答，促使學生在解答的過程中發展出主動思考的策略。例如，在「邊邊角角拉一拉」的活動中，教師透過詢問學生：「對角線與 45 度角線差別在哪？」並拉動電腦的圖片讓學生觀察縮放中心與縮放圖對應點的關係，引導學生思考為什麼拉動 45 度角無法得到縮放圖。接著，教師亦詢問學生為什麼拉動某些方向能得到縮放圖，而有些方向卻不行，讓學生與同儕討論後反思修正想法，培養學習的正向態度。

(二) ARCS 設計教學活動

「奠基」是一種兼具數學認知與動機的學習活動，引導學生自動性的發現數學想法。ARCS (Keller, 1987) 模式整合心理學動機理論的研究結果與教學設計，幫助教師進行課程設計，故我們以此架構來設計本活動。

1. 引起注意 (Attention)

該活動設計以擬真的故事情境「消失的金牌」，利用吸引學生目光的貓咪卡片引起學生興趣（感官的吸引 **Perceptual arousal**），於活動過程中提出具有適度挑戰性的問題：「為什麼警察伯伯能夠知道金牌的大小？」（問題的探究 **Inquiry arousal**）使學生產生好奇進而融入課堂學習，並適時使用電腦教學讓學生對活動保有興趣（多變的方法 **Variability**）。

2. 切身相關 (Relevance)

活動一開始我們讓學生明白該堂課的任務：「確認找到的金牌即為消失的金牌」（目標導向 **Goal orientation**），我們亦以學生每天滑手機的切身經驗（連結熟悉事務 **Familiarity**），使學生感受放大縮小與自己生活息息相關，進一步要求學生量測原圖與縮放後截圖長度的關係，連結學生國小的舊經驗，使學生對學習內容不陌生，並給予不同的任務，提供符合學生的學習機會（動機配合學習者特性 **Motive matching**），例如：量測計算縮放倍率，與同儕討論拉動哪條線能得到放大縮小圖。

3. 建立信心 (Confidence)

活動中的不同任務明確指出須完成哪些事情（學習必備的條件 **Learning requirements**），例如量測兩圖形間的關係是利用國小的先備知識—數格子繪製放大縮小圖，學生只要願意量測兩圖形的邊長，便能回答該問題（提供自我掌握的機會 **Personal Responsibility**），此活動能建立學生的學習信心（提供成功的機會 **Success opportunities**），讓學生有機會成功達到目標。

4. 獲得滿足 (Satisfaction)

在「邊邊角角拉一拉」活動，學生思考學習單上的各種方向拉動，教師針對迷思概念「拉動 45 度角方向可得放大縮小圖」實際操作電腦，讓學生與同儕間討論，並自行修正想法，找出正確答案，獲得成就與滿足（正向的結果 **Positive consequences**）。我們亦利用學習單請學生繪製金牌的縮小圖，記錄學生的探索成果與推理的過程，吻合該堂課的學習目標（維持公正 **Equity**）。活動最後，我們引導學生思考該堂課一開始的問題：「為什麼警察伯伯能夠知道金牌的大小？」，使學生獲得學以致用的機會（自然的結果 **Natural consequences**）。

三、資料收集

(一)量表工具

本研究使用的量表工具為「縮放繪活動測驗卷」與「縮放繪活動情意問卷」量表兩部分。

「縮放繪活動測驗卷」我們將測驗目的分為：圖形的直觀判斷（3 題）、兩相似形對應角相等，對應邊成比例（2 題）、縮放中心可以是任意點（2 題）、縮放中心與縮放圖所有對應點成一直線（2 題）。有 4 題因題目中的專有名詞「縮放中心」是活動前學生尚未學過，故只出現在後測題目中（表 1）。

「奠基進教室活動情意問卷」量表共計 20 題，採六點計分，探索性因素分析呈現四個因子：「學習興趣」5 題、「活動投入」4 題、「對活動的評估」4 題與「對自我的自信評估」6 題來探討（楊凱琳，2017）。其中「學習興趣」是指對該活動的學習感受，以及活動後對數學的看法；「活動投入」指的是活動後對未來上課投入情形；「對活動的評估」是對該活動的想法；「對自我的自信評估」則是活動後對自我的評估。本研究採用同樣的問項架構，只把活動名稱改為縮放繪；以本研究參與者計算各因子問項的内部一致性 Cronbach's α 係數，分別是 .85、.78、.81、.91。

表 1

「縮放繪活動測驗卷」題目分布表

| 測驗目的 | 測驗內容 | 前測 | 後測 |
|-----------------|-------------------|----|----|
| 圖形的直觀判斷 | 圖形旋轉、翻轉後是否相似 | ✓ | ✓ |
| | 封閉曲線的放大縮小圖 | ✓ | ✓ |
| | 非封閉曲線的放大縮小圖 | ✓ | ✓ |
| 兩相似形邊長成比例 | 利用格子點找相似形 | ✓ | ✓ |
| | 利用相似形性質判斷圖形 | ✓ | ✓ |
| 縮放中心可以是任意的點 | 判斷圖形的縮放中心 | | ✓ |
| | 利用縮放倍率畫相似圖 | | ✓ |
| 縮放中心與縮放圖對應點成一直線 | 不同圖形縮放中心與圖形對應點的關係 | | ✓ |
| | 同一圖形縮放中心與圖形對應點的關係 | | ✓ |

(二)質性資料

為評估奠基進教室對學生的影響，本研究以半結構式問題隨機訪談六名學生，分別是學生對活動內容的感受、活動中的參與和思考、遇到的困難之處與原因，以及活動後總結性的評價（表 2）。

表 2

半結構式訪談表

| 訪談問題 | 目的 |
|--|---------------------|
| ● 今天上課的感覺如何？ | 創造適合學生分享的情境 |
| ● 你覺得剛剛的活動中，哪一個讓你的印象最深刻？ 2-1 為什麼你覺得這個活動讓你印象深刻呢？ 2-2 你還記得這個活動在做什麼嗎？ 2-3 你在這個活動有沒有學到什麼呢？試著說說看你學到的這個是什麼？ | 引導學生說出對活動內容的感受 |
| ● 你剛剛有沒有動手參與活動呢？ 3-1 那你動手做了什麼？ 3-2 動手的時候，你在想些什麼？ 3-3 還有沒有（什麼其他動手動腦的時候？） | 注重學生在活動中的參與和思考 |
| ● 在活動過程中有沒有遇到什麼困難？ | 引導學生描述活動中遇到的困難之處與原因 |
| ● 你會不會推薦學弟妹上這堂課？原因是？ | 讓學生進行總結性的評估 |

肆、研究結果與討論

此次的「縮放繪活動測驗卷」與「縮放繪活動情意問卷」量表在排除缺考與回答不全的無效試卷後，收回有效問卷共 21 份。我們在每題利用部分的方式計算了「縮放繪活動測驗卷」的答對率（表 3），以及「縮放繪活動情意問卷」量表各向度的平均得分（表 4）。

一、認知改變

本小節將由表 3「縮放繪活動測驗卷」統計檢定量表，回答研究問題：奠基活動後，學生相似形的概念理解有何改變？

表 3

「縮放繪活動測驗卷」統計檢定量表

| 測驗目的 | 測驗內容 | 前測 答對率 (%) | 後測 答對率 (%) |
|------------------|-------------------|---------------|---------------|
| 圖形的直觀判斷 | 圖形旋轉後是否相似 | 90.48 | 95.24 |
| | 圖形翻轉後是否相似 | 42.86 | 28.57 |
| | 封閉曲線的放大縮小圖 | 91.27 | 94.44 |
| | 非封閉曲線的放大縮小圖 | 52.38 | 47.62 |
| 兩相似形邊長成比例 | 利用格子點找相似形 | 85.71 | 90.48 |
| | 利用相似形性質判斷圖形 | 85.71 | 100.00 |
| 縮放中心可以是任意的點 | 縮放中心在圖形內 | | 76.19 |
| | 縮放中心在圖形外 | | 14.29 |
| | 縮放中心在圖形邊上 | | 33.33 |
| | 縮放中心在圖形頂點上 | | 57.14 |
| | 利用縮放倍率畫相似圖 | | 33.33 |
| 縮放中心與圖形所有對應點成一直線 | 不同圖形縮放中心與圖形對應點的關係 | | 67.86 |
| 縮放中心與圖形所有對應點成一直線 | 同一圖形縮放中心與圖形對應點的關係 | | 61.90 |

(一)圖形直觀看法改變

在「圖形旋轉、翻轉後是否相似」的測驗內容中，我們分成「圖形旋轉」與「圖形翻轉」計算學生答對率，在「圖形旋轉是否相似」，後測答對率高於前測。但「圖形翻轉是否相似」，活動前，原有 42.86%的學生能正確選出大小相同左右相反的字母，是原字母的相似圖。活動後，剩 28.57%的學生答對，即有 71.43%的學生未正確辨認經過鏡射或左右相反的字母是相似形。原因可能是我們的活動主要先聚焦於平移、旋轉的圖形，尚未讓學生有機會思考鏡射後的圖形。

而「非封閉曲線的放大縮小圖」的測驗內容中，原本 52.38%的學生認為所有圖形皆可放大縮小，活動後，剩 47.62%的學生答對，代表 52.38%的學生認為只有封閉曲線的圖形才有放大縮小圖，猜測是因為活動中的圖形皆為封閉曲線，故導致學生有此誤解。

「封閉曲線的放大縮小圖」的測驗內容中，有 91.27% 的學生原本只用圖形直觀判斷放大縮小圖，活動後，學生會使用直尺量測，確認兩圖形的對應邊長度是否成比例，答對率提高到 94.44%。

(二)兩相似形邊長成比例

在這個測驗目的中，「利用格子點找相似形」與「利用相似形性質判斷圖形」後測答對率皆高於前測，其中「利用相似形性質判斷圖形」，後測答對率為 100%，前測學生答對率為 85.71%，表示 14.29% 的學生認為邊長不同但角度相同的菱形，並不是相似形，活動後，學生學到兩圖形邊長成比例且角度相同，則兩圖形相似，數學知識產生改變。

(三)縮放中心可以是任意的點

在「判斷圖形的縮放中心」的測驗內容中，詢問學生哪些點可當成圖形的縮放中心。只有 14.29% 的學生選擇縮放中心可以是圖形外的點，33.33% 的學生選擇縮放中心在圖形邊上的點，但縮放中心在圖形頂點上與圖形內，則分別有 57.14% 與 76.19% 的學生答對，表示部分學生因滑手機時只能滑螢幕內部，沒辦法滑到手機外或手機邊上，故認為縮放中心不可以在圖形外與圖形邊上。

在「利用縮放倍率畫相似圖」，我們給定圖形上一點，請學生以該點為縮放中心，畫出縮放倍率為 $\frac{1}{2}$ 的圖，僅 33.33% 的學生能正確使用縮放中心畫出縮小圖，但若不以給定的縮放中心，而是以對應邊成比例，對應角相等，則有 76.19% 的學生能正確畫出縮小圖，代表學生在作圖時，會利用國小已學過的方格紙作圖，因此，需有更明確的活動來奠定「縮放中心可以是任意的點」，亦須將繪圖融入活動設計中。

(四)縮放中心與縮放圖任意對應點成一直線

活動前學生並沒有「縮放中心與圖形所有對應點成一直線」的觀念，活動後，在「不同圖形縮放中心與圖形對應點的關係」有 67.86% 的學生答對，在這 67.88% 的學生中，有 28.57% 的學生能將此觀念遠遷移到五邊形的放大縮小圖，即不只一條對應直線。在「同一圖形縮放中心與圖形對應點的關係」則有 61.90% 的學生答對，表示經由電腦操作，判斷拉動哪個方向可得到放大縮小圖的活動，讓學生印象深刻。除了量表資料，從訪談資料亦可得到此結論：

SA：原本以為拉3和8可以等比例，後來老師在台上示範的時候發現不是，因為它們不是對

角線。只拉一邊會變形。

SE：有五條線，哪一條線可以正確放大縮小。沿著哪一條拉不會變胖變瘦。一開始大家都猜測(45度)的這兩條，但其實要畫新的，不然也會變肥。

二、情意面向改變

本小節將由表 4「縮放繪活動情意問卷」統計得分表，以及學生的訪談資料來回答研究問題：奠基活動後，學生的情意面向有何改變？

我們以 1~6 分來表示「縮放繪活動情意問卷」中各選項的得分，「完全不同意」得 1 分，「很不同意」得 2 分，以此類推，「完全同意」得 6 分，並將各面向的分數與 $\mu = 3.5$ 做檢定看是否有顯著性。

表 4

「縮放繪活動情意問卷」統計得分表

| 面向 | 題目內容 | 題號 | 各題平均得分 | 平均得分 | 顯著性 ($\mu = 3.5$) |
|----------|-------------------------|--------|--------|------|------------------------|
| 學習興趣 | ●我喜歡《縮放繪》裡的數學。 | 第 1 題 | 4.39 | 4.32 | .000 |
| | ●我覺得《縮放繪》很有趣。 | 第 5 題 | 4.48 | | |
| | ●上過《縮放繪》後，我更喜歡利用教具學習數學。 | 第 8 題 | 4.35 | | |
| | ●在上《縮放繪》時我喜歡動腦想。 | 第 16 題 | 4.43 | | |
| | ●上過《縮放繪》後，我更喜歡數學了。 | 第 19 題 | 3.96 | | |
| 對自我的自信評估 | ●上過《縮放繪》後，我的理解能力變好了。 | 第 2 題 | 4.22 | 4.04 | .017 |
| | ●上過《縮放繪》後，我的數學能力增強了。 | 第 3 題 | 4.13 | | |
| | ●上過《縮放繪》後，我更會思考了。 | 第 4 題 | 4.35 | | |
| | ●上過《縮放繪》後，我更會推理了。 | 第 7 題 | 3.91 | | |
| | ●上過《縮放繪》後，我比較能學數學了。 | 第 18 題 | 3.65 | | |
| | ●上《縮放繪》對我了解數學有幫助。 | 第 20 題 | 4.00 | | |

表 4 (續)

| | | | | | |
|------------------------|-----------------------------|--------|------|------|------|
| 活動後 對未來 課堂 投入 | ●上過《縮放繪》後，我在數學課時更主動學習了。 | 第 6 題 | 3.70 | 3.95 | .053 |
| | ●上過《縮放繪》後，我更常和同學討論數學了。 | 第 9 題 | 3.96 | | |
| | ●上過《縮放繪》後，我更敢在數學課發問了。 | 第 10 題 | 3.96 | | |
| 對該活 動的 評估 | ●未來我想要繼續參與類似《縮放繪》的活動。 | 第 17 題 | 4.17 | 4.13 | .012 |
| | ●我希望像《縮放繪》這樣的活動以後可以多一點觀念講解。 | 第 12 題 | 4.22 | | |
| | ●我希望像《縮放繪》這樣的活動以後可以多一點題目練習。 | 第 13 題 | 3.65 | | |
| | ●我希望數學課都可以有像《縮放繪》這樣的活動。 | 第 14 題 | 4.39 | | |
| | ●我覺得《縮放繪》的內容豐富。 | 第 15 題 | 4.26 | | |

(一)量表中各面向的比較

1. 學習興趣

學生在「學習興趣」這向度，平均超過 4 分，顯示學生認為該活動有趣。但第 19 題「上過《縮放繪》後，我更喜歡數學了」只有 3.96 分，說明學生並沒有因為這樣的一堂課，帶來很強烈的對數學喜好的改變。

我們亦從學生的訪談，得知情境融入活動確實帶來學生興趣的提升，引起學生的學習動機 (Attention)。例如：

SB：覺得課程內容很有趣，像是到了新環境一樣，很有新鮮感。

SC：金牌不見的故事讓我印象深刻。因為貓咪很可愛。貓咪真的太可愛了。

2. 對自我的自信評估

在「對自我的自信評估」面向平均得分為 4.04 分，即該活動能促進學生的自信心，提高學生的學習興趣。其中第 4 題「上過《縮放繪》後，我更會思考了。」為 4.35 分，第 7 題「上過《縮放繪》後，我更會推理了。」只有 3.91 分，學生認為該活動可以促進思考，但對自己的推理能力仍沒有信心。第 3 題「上過《縮放繪》後，我的數學能力增

強了。」得到 4.13 分，第 18 題「上過《縮放繪》後，我比較能學數學了。」剩 3.65 分，表示學生雖覺得活動後，自己的數學能力增強，卻仍不認為自己能學好數學。

透過與學生的訪談，可知活動有助建立學生的信心（Confidence）亦能讓學生獲得滿足（Satisfaction）。例如：

SB：覺得自己變得像偵探一樣聰明。

SD：「邊邊角角拉一拉」讓我印象深刻。因為我們（後來）答對了。

3. 活動後對未來課堂投入

在「活動後對未來課堂投入」面向平均得分為 3.95 分，雖然學生認為該活動有趣，但未來課堂仍會有許多未知的數學內容，學生對課堂的投入持保留態度。第 6 題「上過《縮放繪》後，我在數學課時更主動學習了。」只有 3.70 分，第 9 題「上過《縮放繪》後，我更常與同學討論數學了。」與第 10 題「上過《縮放繪》後，我更敢在數學課發問了。」兩題得分皆為 3.96 分，顯示仍有部分的學生較無法主動學習參與課程。

然而從學生的訪談中，我們知道若未來的數學課能兼顧情意與認知，學生投入課堂的意願會大幅提高。例如：

SF：我會推薦學弟妹上這堂課，因為很好玩。有些人數學不太好，但上了這堂課可以更聽得懂，因為這個內容比較有情境，可以自己想一下，但沒想到其實這樣的情境就是數學，可能就對數學比較有興趣，不像平常數學課，不懂的地方還是不懂，而放棄了。

4. 對活動的評估

在「對該活動的評估」面向平均得分為 4.13 分，學生對該活動大多持有正向的肯定，唯獨第 13 題「我希望像《縮放繪》這樣的活動以後可以多一點題目練習。」得分 3.65，說明學生雖喜歡該活動，但不喜歡做題目。

與學生訪談後，我們得知好的活動設計可以讓學生從做中學，與同儕討論，亦可促進思考，增加學生解題的信心（Confidence）。例如：

SC：像是在做一件很簡單的事情，跟著做就學會了縮放的概念。

SE：大家可以互相討論，有意見不同的時候，可以一起找出答案，同時也可以動腦。

伍、結論與建議

本研究以「縮放繪」作為奠基進教室的活動之一，並評估檢驗此活動成效。

一、結論

我們依據本研究的奠基目標討論其活動成效，說明如下：

(一)縮放中心可以是任意點

原本預期學生可由活動設計，滑手機將圖片放大縮小，學到「縮放中心可以是任意點」，但由於設計過於隱晦，測驗結果看來成效不佳。

(二)放大縮小圖的任意對應長度成比例

在「手機縮放圖」活動中，學生需多選幾個部分來量測原圖與縮放後截圖的關係，且教師於學生量測後介紹「縮放倍率」的定義，有助於學生發現放大縮小圖的任意對應長度成比例。

(三)縮放中心與縮放圖的任意對應點成一直線例

學生透過動態的影像觀察到拉動「45 度角線」無法得到縮放圖，並於教師拖拉圖片的過程中，發現須拉動「對角線」才能得到縮放圖。教師亦詢問學生該對角線與 45 度角線有何不同，提示學生觀察縮放中心與其所有對應點的關係，奠定學生縮放中心與其所有對應點成一直線的觀念，我們亦從訪談的資料中，得知該活動讓學生印象深刻。

(四)發展主動思考的策略與態度

教師於課堂中利用提問促進學生解答的過程中主動思考，且學生透過與同儕間討論反思，培養正向的學習態度。我們從問卷結果知道該活動有助於提升學生的學習興趣與自信。例如，學生在問卷第 3 題：「上過《縮放繪》後，我的數學能力增強了。」與第 4 題：「上過《縮放繪》後，我更會思考了。」分別拿到 4.13 分與 4.35 分。

二、建議

基於上述的研究結果與學生的訪談資料，我們對未來的教學建議如下：

(一)可加強「縮放中心可以是任意點」的觀念

由於該設計沒有將此觀念明確帶給學生，於後測的作圖中，我們發現大部分學生無

法利用縮放中心作圖，未來活動可增加相似形繪圖。

(二)需考慮活動中概念發展的限制

因活動設計並沒有討論鏡射後的圖形是否為相似形，以至於學生活動後不敢選鏡射後的圖形，且活動內容的圖形皆為封閉曲線，學生誤以為只有封閉曲線才有放大縮小圖，不是封閉曲線則沒有放大縮小圖，學生被侷限於活動的內容中。建議可於活動後面增加鏡射且非封閉曲線的圖形讓學生觀察。

(三)活動設計讓學生可以操作動態呈現

活動只有一位學生上台操作電腦，其餘學生則看著電腦螢幕體會「縮放中心與縮放圖所有對應點成一直線」，建議至少每組一台 iPad，由學生自行操作，體會拉動不同方向與圖形放大縮小的關係，由動態過程加深學生印象。

(四)情境融入教學文字量多時可配合閱讀理解教學

第一次試教縮放繪活動的學生在訪談中有提到，因平常數學課不太會閱讀這麼長的內容，課本上題目皆很簡單明瞭，一開始閱讀「消失的金牌」的敘述時，不清楚題目問題是什麼。第二次試教時，我們搭配辨識再製、解釋連結與反思推理的閱讀理解提問，不僅能協助學生閱讀理解情境，也能引起學生的學習興趣（問學生：警察是男的還是女的呢？有些學生回答：它沒寫。另一些學生笑答：它有寫，警察伯伯。）

本研究為相似形提供有效的教學方式，不過分析學生表現後，發現活動仍有些需改進的地方。未來會將本研究的設計活動加以修改，使其相似形的觀念更加完整，以達到更好的成效。

誌謝

特別感謝提供設計意見的專家學者們、協助訪談學生的助理與研究生們，以及感謝審查者提供修改建議，讓本文得以更加完善。本研究亦感謝教育部「就是要學好數學：數學奠基進教室模組開發與推廣」計畫與科技部專題研究計畫的經費補助（MOST 106-2511-S-003-003）。

參考文獻

- 中華民國科技部 (2015)。臺灣 PISA 2012 結果報告。檢自<http://www.most.gov.tw/>
- 國家教育研究院 (2014)。十二年國民基本教育課程發展指引。新北市：國家教育研究院。
- 陳建亨、楊凱琳 (2014)。題型對學生解題表現的影響—以相似形內容為例。中華民國第三十屆科學教育年會論文發表，臺北市：國立臺灣師範大學科學教育研究所，12月5-6日。
- 陳創義 (2003)。青少年的數學概念學習研究-子計劃六：青少年的幾何形狀概念發展研究。行政院國家科學委員會專題研究計畫。
- 楊凱琳 (2017)。子計畫一：創新的課前奠基與課中建築活動模組之發展性研究 (計畫編號：MOST 106-2511-S-003-003)。臺北市：國立臺灣師範大學數學系 (所)。
- Astleitner, H., & Lintner, P. (2004). The effects of ARCS-strategies on self-regulated learning with instructional texts. *E-Journal of Instructional Science and Technology*, 7(1).
- Aşıksoy, G., & Özdamlı, F. (2016). Flipped classroom adapted to the ARCS model of motivation and applied to a physics course. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12(6), 1589–1603.
- Campbell, D. T., & Stanley, J. C. (1963). *Experimental and quasi-experimental designs for research*. Boston: Houghton Mifflin.
- Chen, Y.-T. (2014). A study to explore the effects of self-regulated learning environment for hearing-impaired students. *Journal of Computer Assisted Learning*, 30(2), 97–109. doi: 10.1111/jcal.12023
- Feng, S.-L., & Tuan, H.-L. (2005). Using ARCS model to promote 11th graders' motivation and achievement in learning about acids and bases. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 3(3), 463–484. doi: 10.1007/s10763-004-6828-7
- Karakis, H., Karamete, A., & Okçu, A. (2016). The effects of a computer-assisted teaching material, designed according to the ASSURE instructional design and the ARCS model of motivation, on students' achievement levels in a mathematics lesson and their resulting attitudes. *European Journal of Contemporary Education*, 15(1), 105–113. doi: 10.13187/ejced.2016.15.105
- Keller, J. M. (1987). Development and use of the ARCS model of instructional design.

- Journal of Instructional Development*, 10(3), 2–10. doi: 10.1007/BF02905780
- Keller, J. M. (2010). *Motivational Design for Learning and Performance : the ARCS Model Approach*. New York : Springer. doi: 10.1007/978-1-4419-1250-3
- Lin, F.-L. (2015). *Just do math Project proposal of Ministry of Education Unpublished*.
- Li, k., & Keller, J. M. (2018). Use of the ARCS model in education: A literature review. *Journal of Computer & Education*, 122, 54–62.
- Liao, H.-C., & Wang, Y. (2008). Applying the ARCS motivation model in technological and vocational education. *Contemporary Issues In Education Research*, 1(2), 53– 58.
- Moller, L., & Russell, J. D. (1994). An application of the ARCS model design process and confidence-building strategies. *Performance Improvement Quarterly*, 7(4),54–69.
- OECD (2010). PISA 2012 Mathematics Framework. OECD, Paris. Retrieved from <http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/46961598.pdf>
- Paas, F., Tuovinen, J. E., Merriënboer, J. J. G., & van and Darabi, A. A. (2005). A moti-vational perspective on the relation between mental effort and performance: Optimizing learner involvement in instruction. *Educational Technology Research & Development*, 53(3), 25–34. doi: 10.1007/BF02504795
- Zhang, W. (2017). Design a civil engineering micro-lecture platform based on the ARCS model perspective. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*, 12(01), 107–118. doi: 10.3991/ijet.v12i01.6487