

南華大學社會科學院國際事務與企業學系公共政策研究碩士班

碩士論文

Master Program in Public Policy Studies

Department of International Affairs and Business

College of Social Sciences

Nanhua University

Master Thesis

運用創客精神及多元策略融入國小五年級數學領域教學
之行動研究

An Action Research of Integrating Maker Spirit and Multiple
Strategies into Math Teaching for
Fifth-Grade Students in Elementary School

曹曉芸

Hsiao-Yun Tsao

指導教授：劉華宗 博士

Advisor: Hua-Tsung Liu, Ph.D.

中華民國 107 年 6 月

June 2018

南華大學

國際事務與企業學系公共政策研究碩士班

碩士學位論文

運用創客精神及多元策略融入國小五年級數學

領域教學之行動研究

An Action Research of Integrating Maker Spirit and

Multiple Strategies into Math Teaching for

Fifth-Grade Students in Elementary School

研究生：曹堯芸

經考試合格特此證明

口試委員：陳希益
劉華宗
彭文麗

指導教授：劉華宗

系主任(所長)：鍾志明

口試日期：中華民國 107 年 6 月 26 日

謝誌

即將卸下南華大學研究生的身分，在撰寫論文的過程中，有歡笑也有淚水。我是個有點完美主義的人，時常給自己壓力，在教學現場已經邁入第九個年頭，對我來說，教學是很快樂的事情，但卻對研究感到陌生，因此總是戰戰兢兢。我十分感激身邊每個幫助我的人能順利完成這項任務，我心中只有滿滿的感謝。

在撰寫論文的過程中，最要感謝的人是我的指導教授劉華宗博士，總是不厭其煩的給我建議，從中看出教授的細心。教授在我遇到瓶頸時給予我最大的鼓勵和肯定，給我繼續走下去的動力，讓我能夠克服心中的壓力，順利完成這項挑戰。

我也要感謝口試委員彭安麗教授、陳希宜教授，對我的論文指導花費精力，認真而仔細的校閱，給予我很多寶貴的建議，讓我的論文可以更加完善。也感謝所上所有的教授，讓我開拓視野，也讓我在學術研究上有很多的收穫。

在求學及寫論文的過程中，感謝研究所同學昀倫、瑤婕、詩蓉和伊琪的協助和鼓勵，謝謝好友欣蓉給予我英文翻譯的建議。每次和各位同學們一同搭小巴士，從樹林到嘉義求學的這段路程，有你們的陪伴，讓我覺得自己並不寂寞。這兩年的相伴相隨，是我人生中美好的回憶，相信我們能繼續延續這份情誼。

感謝我的父母，對我的照顧和支持，讓我無後顧之憂的讀書。妹妹在我心情低落時，總會給我溫暖的鼓勵。謝謝我的先生丞家，當我陷入寫作的低潮時，陪我一起度過難關，在我人生最重要的時刻，總有他陪伴，時時為我加油打氣。我也要感謝自己，願意挑戰自己，剛開始出來教書時，數學教學是自己很恐懼的科目，到現在以數學作為研究主題，並愛上數學，願意繼續為數學努力，期許自己在數學教學上能更精進。最後，以最誠摯的心，感謝所有幫助過我的人，因為有你們，讓我的人生更加美好！

曹曉芸 謹誌

中華民國一〇七年六月

摘要

本研究旨在探討教師應用創客精神與多元策略融入國小五年級數學領域教學的課程設計、規劃與實施歷程，以解決教師在教學現場所遭遇的問題。本研究之研究目的是想要瞭解創客精神及多元策略對於學生在數學領域的表現與成長，以及對學習動機之影響，並透過本研究探討教師的自我省思與教學成長。

本研究採用行動研究法，研究者即教學者，教學的實施對象為新北市某國小五年級，研究者任教的一個班級，該班學生一共 21 名，其中男生 10 位，女生 11 位，以異質分組的方式，實施融入創客精神之多元策略的數學教學，總計進行 21 週。研究者透過教學觀察紀錄、訪談、學生作品、學習單、數學日記本、問卷……等方式蒐集相關資料，並進行資料的整理與分析。

經由分析與討論，本研究的結果如下：

- 一、運用創客精神融入數學領域教學，有助於提升學生的學習動機，並改變學習態度。
- 二、運用多元策略的教學方式，能增進同儕和師生之間的互動，激發學生的學習動機，進而達到良好的學習表現。
- 三、透過此研究，教師在教學活動的省思及專業成長上的影響為教師角色的轉變、教師提升課程設計的能力、養成撰寫教學省思的習慣。

最後，研究者根據研究結論，針對提升教師專業方面、教師教學方面對國小班級應用創客精神進行教學提出建議。此外，研究者也針對有興趣從事相關研究方面提出建議供未來研究之參考。

關鍵字：數學領域、行動研究、創客精神、數學遊戲、小組合作學習

Abstract

The purpose of this study was to explore how teachers use maker spirit and multiple strategies of course design, and the process of implementation into math teaching for fifth-grade students in elementary school. The aim of this study was to understand the influences of using maker spirit and multiple strategies on the students' performance and growth in math, and the impacts on students' learning motivation. This study also attempted to learn how teachers improve professional growth through self-reflection, and some problems that teachers encountered with, and how they found the solutions to solve the problems.

An action research was utilized in this study. The subjects of this study were twenty-one fifth grade students from an elementary school in New Taipei city. There were ten boys and eleven girls in a class taught by the researcher. Twenty-one students received Math teaching with maker spirit and multiple strategies in heterogeneous groups for 21 weeks. The data were collected and analyzed with observation-records during classes, interview notes, student works, learning lists, math diary, questionnaire and other related documents in order to answer the research questions.

The main findings of the study are as follows:

1. Integrating the maker spirit into the teaching of mathematics improves students' motivation and changes their attitudes.
2. The use of multi-strategies teaching methods can enhance the interaction among peers and also between teachers and students, stimulate students' learning motivations, and achieve good learning performance.
3. Teachers' influence on the thinking and professional growth of teaching activities are the changing role of teachers, the ability of teachers to enhance curriculum

design, and the habit of writing teaching-reflection.

This study provides recommendations for applying maker spirit in the elementary school. Furthermore, it also provides some suggestions for further studies in this direction.

Keyword: mathematic, action research, maker spirit, mathematical game, cooperative learning



目錄

謝誌.....	I
摘要.....	II
Abstract.....	III
目錄.....	V
圖目錄.....	VII
表目錄.....	X
第一章 緒論.....	1
第一節 研究背景與動機.....	1
第二節 研究目的與研究問題.....	4
第三節 名詞解釋.....	5
第四節 研究對象、時間、教學內容與限制.....	7
第五節 文獻回顧.....	8
第二章 文獻探討.....	15
第一節 創客教育.....	15
第二節 多元策略的教學.....	23
第三節 數學領域教學研究.....	29
第三章 研究設計與架構.....	43
第一節 研究方法.....	43

第二節 研究架構與流程	50
第三節 研究情境.....	54
第四節 課程及教學設計實施	60
第四章 教學實施與成果	69
第一節 創客精神融入數學領域之成果	69
第二節 多元策略融入數學領域之影響	86
第三節 教師對教學活動的省思及專業成長	107
第五章 結論與建議	117
第一節 結論.....	117
第二節 建議.....	120
參考文獻.....	122
附件一 數學教學省思（2017.4.27）	128
附件二 訪談表格整理	132

圖目錄

圖 3-1 行動研究架構圖	51
圖 3-2 行動研究流程圖	53
圖 3-3 班級教室布置及座位安排	56
圖 3-4 課程架構圖	61
圖 3-5 數學主題圖	62
圖 4-1 小組思考題目意涵	71
圖 4-2 小組分工合作思考答案	71
圖 4-3 全班討論熱絡	71
圖 4-4 全班討論情形	71
圖 4-5 全組上臺分享成果	71
圖 4-6 臺下觀眾給予回饋和掌聲	71
圖 4-7 操作扣條(一).....	87
圖 4-8 操作扣條(二).....	87
圖 4-9 操作扣條(三).....	87
圖 4-10 小組討論題目(一)	88
圖 4-11 小組討論題目(二).....	88
圖 4-12 小組分享成果	88
圖 4-13 學生的學習單(一).....	89

圖 4-14 學生的學習單(二)	89
圖 4-15 學生的學習單(三)	89
圖 4-16 因數與倍數桌遊	90
圖 4-17 小組選拔賽	90
圖 4-18 最後挑戰賽	90
圖 4-19 摺出等值分數(一)	92
圖 4-20 摺出等值分數(二)	92
圖 4-21 摺出等值分數(三)	92
圖 4-22 設計航海旗	93
圖 4-23 繪製航海旗	93
圖 4-24 航海旗成品	93
圖 4-25 數學日記(一)	93
圖 4-26 數學日記(二)	93
圖 4-27 數學日記(三)	93
圖 4-28 具有「對話」特色的數學日記	94
圖 4-29 內容豐富的數學日記	94
圖 4-30 數學板的運用(一)	94
圖 4-31 數學板的運用(二)	94
圖 4-32 數學板的運用(三)	94

圖 4-33 期中考卷分析(一)	100
圖 4-34 期中考卷分析(二)	100
圖 4-35 數學期中考省思日記(一)	101
圖 4-36 數學期中考省思日記(二)	101



表目錄

表 1-1 創客相關研究彙整表	8
表 2-1 數學能力指標和十大基本能力之相關	30
表 2-2 學習表現	34
表 3-1 參與研究學生前測訪談記錄表	58
表 3-2 各單元之學習目標	60
表 3-3 各單元教學活動內容	62
表 4-1 學生藉由合作學習發表之歷程	70
表 4-2 各組航海旗之成果	72
表 4-3 創意玩具之介紹	74
表 4-4 教師省思記錄一	108
表 4-5 教師省思記錄二	110
表 4-6 學生最不喜歡的單元之原因	112

第一章 緒論

在國小學生所學的科目中，數學佔有舉足輕重的地位，學習節數不少。目前在國際上有兩種數學指標性測驗，分別為 PISA (Program for International Student Assessment) 國際學生能力評量計劃以及 TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) 國際數學與科學教育成就趨勢調查。臺灣學生在這兩種測驗的數學成就上名列前茅，在 PISA 的綜合成績達到全球第四名，在 TIMSS2015 公布臺灣四年級學生在全球近五十個國家裡，數學排名第四名，但對數學的興趣卻排名第四十八名，顯示學生在數學的熱情、興趣、自信心上敬陪末座。從中研究者發現，臺灣的學生雖然數學成績表現亮眼，但在學習動機的部分卻有待加強，這也是為什麼研究者想以數學為主題進行研究，希望學生不要痛苦的學習數學，或只是將計算當作無趣的例行公事，研究者期許學生能在課程中接受數學並愛上數學。

本章節共分為五節說明，第一節為研究背景與動機；第二節則為研究目的與研究問題；第三節為名詞解釋；第四節為研究對象、時間、教學內容與限制；第五節為文獻回顧。

第一節 研究背景與動機

壹、實現教育夢的旅程

每位學生在成長的過程中都有屬於自己的生命故事，等著別人來開啟與閱讀，而研究者本身也是。在國小五年級時，研究者遇到了生命中的明燈，班級導師很注重班級氣氛，重視每個人的需要，並傾聽學生的心聲，研究者覺得自己被同理，老師令人安心和放心，讓學生們感受到老師的用心和關心。研究者喜歡這種被幫助的感覺，那是無法用言語形容的喜悅，進而萌生想要付出和幫助其他人的想法，以班級導師為目標，所以在研究者十一歲的時候，就立志要當一位國小老師。憑著這股信念，研究者推甄上臺北市立教育大學，到了新北市樹林國小擔任代理教

師八年，秉持著「不放手，直到夢想到手」的精神，終於考上新北市正式教師。

能夠實現小時候的理想和夢想是很幸福的事情，研究者不會忘記想當老師的初衷，並傳承班導的精神，盡全力去閱讀每位學生的故事，盡自己所能來影響每位學生，讓他們有著良好的人格，找到自己的夢想，努力實踐並展翅飛翔。

貳、數學翻譯員的經歷

對許多學生來說，數學就像個可怕又難以理解的大魔王，而研究者本身就是學生和數學之間最好的翻譯員，帶領學生進入數學的世界。研究者會依照各單元的特性，用不同的方式教學，舉例來說，在教學中，研究者常用遊戲融入教學，當教到質數的概念時，曾請學生去找夥伴，兩人以上的號碼加起來是質數才可以過關。這堂課令研究者印象深刻，因為是在操場上進行課程，學生不但從做中學，也體會到數學的樂趣。此外，研究者還會製作教具來輔助教學，如：柱體的表面積、圓面積、放大圖和比例尺……等單元。運用圖像讓學生更理解概念。研究者也會運用小組合作學習，設計有趣的數學題目，讓小組討論並利用小白板作答，並利用分組競賽的活動，刺激學生學習的動力，讓他們覺得數學很好玩。研究者喜歡讓角色翻轉，使每位學生都有機會上臺講解數學題目，一旦知道自己有機會上臺，會讓他們更積極瞭解數學題目、互相討論或請教同學如何作答，養成主動學習、思考策略和找出答案的習慣。

參、創客精神正在發酵

新世紀的兒童處於變動極大的世界中，身為老師的我們，必須關心如何賦予兒童解決問題和面對挑戰的能力。創客運動是新興的議題，創客（Maker）希望孩子能夠從「動手做」中學習。研究者本身對於創客精神十分有興趣，想把此融入在數學教學中，因為數學對許多學生來說極富有挑戰性。本研究之研究目的是希望運用創客精神及多元策略對學生學習動機產生影響。研究者希望能夠用創新

的方式，在班級經營及教學中融合創客精神，並設計各種主題活動，讓學生能「玩數學」、「做數學」和「愛數學」。

「創客運動」(The Maker Movement)，對中小學創新教學的影響。美國總統歐巴馬編列一百二十億臺幣的預算、培育教師，在基礎教育系統中，大力推動、導入「動手做的學習」。在翻轉教室的風潮之下，創客 (Maker) 教育 (亦有稱之為「自造者教育」) 強調讓學生「動手做」，正可以培養學生創新、批判、解決問題、合作溝通的二十一世紀關鍵能力 (劉明洲，2016)。

在過去的教學中，課堂的主角是教師，學生則是坐在臺下的一群觀眾。創客精神就是希望讓孩子成為學習的主人，藉由做中學，建構自己的知識。研究者希望在課堂上是引領及協助學生學習的配角，他們可以在研究者的數學教室中主動學習。創客教學對研究者來說也是全新的體驗，研究者願意嘗試設計多元化的課程，陪伴學生們在創客世界裡一同成長！

肆、一起來創客，開啟研究路

本研究採用行動研究法，研究者即教學者，教學的實施對象為新北市樹林區某國小五年級，研究者任教的一個班級，該班學生一共21名，其中男生10位，女生11位。以主題教學的方式，預計進行一學期。將使用遊戲、桌遊等多元策略來進行教學，並透過教學觀察紀錄、訪談、學生作品、學習單、數學日記本、問卷……等方式蒐集相關資料，並進行資料的整理與分析。

此研究中的學生作品不再只是傳統的紙筆類作業，而是會讓學生嘗試製作立體模型以及平面設計。這學期他們會體驗到許多不同類型的作業，如：個人創作、小組合作產出……等多元的方式。希望孩子能從做中學，養成思考及手腦並用的習慣。也希望藉由這系列課程讓孩子拓展視野，了解數學不只侷限在計算上，而是可以結合語文、自然、健體等其他領域來進行學習。

研究者任教國小高年級多年，發現學生升上高年級後，對數學的懼怕程度越

來越深，因為高年級的數學有滿多單元的概念較為抽象，也是以往中年級從未碰過的議題，希望能用一系列的課程，讓孩子從動手操作中，敞開心胸愛上數學。研究者更希望能夠讓在數學的學習上較為落後的學生能夠找回自信，並願意主動學習數學。研究者希望在學生的成長過程中，成為他們的數學領航員，讓學生能夠學好數學，教師也要著重在自我省思與教學成長，在師生的互動下，共創美好的數學回憶！

第二節 研究目的與研究問題

根據上述的研究動機，本研究進行一學期，總共為二十一週的研究。以國小五年級，研究者的一個班級學生為觀察對象，透過行動研究的方式蒐集資料，在教育現場中實行創客精神的數學活動，並進行觀察、紀錄以及省思。研究者為班級導師，任教數學科，希望藉由一系列的活動以了解班級學生對數學的態度及學習的成果，並根據研究的結果提出發現與建議，作為五年級數學領域課程設計與教學之參考。

本研究的目的是如下：

- 一、瞭解創客精神融入五年級數學領域後，學生的表現與成長。
- 二、瞭解國小五年級數學領域利用多元策略後，學生的表現與成長。
- 三、透過一系列的活動，提升學生對數學的興趣，以及有主動學習的動機。
- 四、透過行動研究，探討教師對教學活動的省思及專業成長。

基於以上的目的，研究者欲解決的研究問題如下：

- 一、創客精神融入國小五年級數學領域的過程中，對學生的表現有什麼影響？
- 二、多元策略融入國小五年級數學領域的過程中，對學生的表現有什麼影響？
- 三、透過一系列的活動，對學生學習數學的態度及動機有什麼影響？
- 四、根據行動研究的過程，探討教師在教學活動中有什麼省思和專業成長？

第三節 名詞解釋

以下針對要釐清的觀念做進一步的說明，將本研究中重要的名詞解釋列出，分述如下：

壹、創客

依照張玉山(2016)的看法，他認為「創客」(Maker，或稱為自造者)是一群喜歡動手做的人，自發性的用工具和材料，做出作品，又聚在一起，分享創作經驗。也就是從以前我們說的自己動手做(Do It Yourself，DIY)，到一起做(Do It Together，DIT)。

根據哈佛大學教育研究所(Harvard Graduate School of Education)在2015年的研究與論述，創客教育帶給中小學學生的教育意義，除了機具操作、設計創新、以及STEM(科學、科技、工程、數學)知識之外，更重要的是透過實作體驗的學習，以及自我效能的強化、以及團體歸屬感的建立。此外，哈佛大學教育研究所期許創客經驗的學習，能以教育的觀點做探究與規劃，可以更為普及，並更加關照到種族、性別、社經文化不利等族群。所以，哈佛大學教育研究所對創客教育的界定，是針對所有學生，而不只是少數學生的專屬(張玉山，2016)。

研究者認為本文中的創客精神指的是讓學生有動手做的興趣和能力，能夠自動自發的創造作品，不侷限於個人創作，也可以團體合作，從做中學，理解數學的原理原則，並懂得如何在生活中運用數學。

貳、數學遊戲教學

數學遊戲教學乃是把數學領域的教學活動轉變成遊戲活動的教學方法，教師將教材與遊戲做結合，使數學科教學遊戲具有適度的挑戰性、競賽性與合作性、機遇性與趣味性、教育性，學童在遊戲中精熟各種基本的數學運算能力，並學習解決問題，藉由遊戲教學達到教學目標(饒見維，1996)。

參、數學學習成就

數學成就指學生學習數學課程後，在數學課程的表現（吳元良，1996）。

肆、數學學習態度

數學學習態度為學習者對數學科的想法、看法與做法（譚寧君，1992）。

伍、數學課程目標

教育部(2016)認為，進入21世紀，數學應用的發展越發蓬勃，科學、技術、資訊、金融各領域對數理人才的需求，也日益殷切。十二年國民基本教育數學課程配合前述基本理念與未來社會演變，考量個人生涯規劃、國家經濟發展、國際社會參與，希望提供優質的十二年基礎數學課程，為學生日後進入大學、職場與社會做充分的準備。從另一角度看，國民教育的重點在於學習對生涯有用的知識與能力。數學知識雖然本質抽象，卻具有廣大的應用面向與深刻的應用層級。如何讓學生在不同年齡、不同能力、不同興趣或領域，皆能獲得足以結合理論與應用的數學素養，是國民數學教育的重要目標。數學教育應能啟迪學生的學習動機，培養其好奇心、探索力、思考力、判斷力與行動力，願意以積極的態度、持續的動力進行探索與學習，從而體驗學習的喜悅，增益自我價值感。進而激發更多生命的潛能，達到健康且均衡的全人開展。

數學教育需提供學生充分的學習機會。為了達成上述願景，教育部對數學提出下列的課程目標：

- 一、提供所有學生公平受教、適性揚才的機會，培育其探索數學的信心與正向態度。
- 二、培養學生的好奇心及觀察規律、演算、抽象、推論、溝通和數學表述等各項能力。
- 三、培養學生使用工具，運用於數學程序及解決問題的正確態度。
- 四、培養學生運用數學思考問題、分析問題和解決問題的能力。
- 五、培養學生日常生活應用與學習其他領域/科目所需的數學知能。

六、培養學生欣賞數學的人文內涵中，以簡馭繁的精神與結構嚴謹完美的特質(教育部，2016)。

第四節 研究對象、時間、教學內容與限制

本研究旨在以創客精神及多元策略融入數學領域教學後，國小五年級學生對數學科學習成效及態度之改變的情況，因人力、物力及時間……等因素，造成諸多限制，以下就本研究的研究對象、時間、教學內容及限制做說明：

壹、研究對象

本研究以研究者任教的一個班級學生為對象，為五年級學生，全班共21人，該校為新北市樹林區某一所小型學校。研究者任教的班級學生，是由四年級升上五年級的暑假，經由S型常態分班，同班同學的素質並沒有太大的差異。

貳、教學內容與研究時間

本校五年級數學領域課程採用翰林出版事業股份有限公司出版的五上數學課本及習作。總共有十個單元，分別為：多位小數、因數與公因數、倍數與公倍數、平面圖形、多位數的乘除、擴分、約分和通分、異分母分數的加減、四則運算、面積、線對稱圖形。本研究因人力及時間的關係，無法做長時間的研究，僅從2017年9月至2018年1月，每週五堂課，每節40分鐘，為期一學期的時間。

參、研究限制

因研究者本身要進入數學教學課堂，在研究學生表現時容易有疏漏及盲點。因本研究採創客精神融入數學領域，但並非每個單元都適用於動手做的活動，部分單元會受到限制。因為研究的時間較短，沒辦法完整記錄每位學生進步及改變的過程。而研究對象為一個班級的學生，研究結果要推論到其他學生身上實有困

難，所以研究結果的推論會受到限制。

第五節 文獻回顧

本節旨在探討創客精神及多元策略融入國小數學領域之相關研究，藉此了解目前的趨勢，同時為本研究之參考。研究者從臺灣博碩士論文網從以關鍵字「創客」查詢，共有24筆資料，研究主題五花八門，不完全是以教育為主。其中和學校相關的主題，共有九筆資料。但如從關鍵字「創客」、「數學」查詢，則只有一筆資料。研究者將資料製作成表格作為匯整與說明如表1-1，並進一步做分析。

表1-1 創客相關研究彙整表

研究者/ 年代	研究主題	研究方法	研究發現
張舜芬 (2015)	迎接自造者時代—台灣創客空間建置現狀之研究	PEST分析 模型	政府應設置免費創客空間。建議將現有使用率低之公共圖書館，部分空間改為創客空間。既有創客空間供應者，可考慮提供住宿服務，以滿足創客期待。
盧煥錡 (2015)	智慧文創：整合互動設計與創客精神應用於互動體驗展場設計	問卷調查、 訪談	1.將智慧融入創客。 2.將智慧融入生活。 3.將智慧融入文創。
林誠展 (2015)	互動設計結合創客運動之研究	觀察法	設計導向團隊可結合創客專案進行原型製作與測試，以解決問題；技術導向團隊可透過服務設計所提供的工具，增加解決問題的互動性和趣味性。
陳立杰 (2016)	創客精神融入分組合作學習於數學科教學之成效—以一元二次方程式應用問題為例	學習成就評 量及學習態 度量表	本研究觀察到創客精神融入分組合作學習，對學生的學習成就以及學習態度皆有正相關，對學生的學習是有幫助的。
陳盈君 (2016)	教師創客教學能力培養研究	實驗法 問卷調查	教師經過創客教學能力培訓課程後，創客技術能力層級有所提升，創客實作與教學信心增長，

			並建立創客課程活動的設計知能，教師創客教學能力培訓模式可以依據目標加以規劃與實施。
黃詩云 (2016)	台灣創新創業政策研究－以創客創業為例	訪談	<ol style="list-style-type: none"> 1. 完善國家創業環境，必須整合民間資源，透過政府、民間、創業家齊力共創。 2. 要提升國家創新創業能力，須從心態開放與提高國際化能力著手。 3. 政策功能要發揮，成敗關鍵在政府的執行力。
吳毓純 (2017)	科工館創客環境之探討	訪談法 問卷調查法	創客工場使用者背景組成以女性為主……有參加課程者與沒有參加課程者與「整體感受」滿意度無顯著差異存在……
鐘琳 (2017)	應用模糊分析網路程序法於創客空間之行銷企劃評選準則－以南科3I自造者空間為例	FANP專家 問卷設計	本文建構的創客空間行銷企劃準則評估，可避免盲目探索風險，供經營者於行銷創客空間做為參考的依據，在有限資源中使創客空間之行銷企劃能順利進行。
黃雅麗 (2017)	中學教師對實施創客教育的預期壓力	半結構性訪談及問卷分析	創客教育對未來教師的教學方式可能影響教師壓力的因素，研究者試著去了解教師目前所存在的教學壓力及狀況，透過問卷調查，找出教師的壓力來源，進而找出一些對策減少壓力的方式，讓創客教育能讓教師找出適合的教學方式，並幫助孩子們面對未來的挑戰。
游傑安 (2017)	提升國小視覺藝術美感教育成效之行動研究－以智慧創客教育KTAV學習食譜為例	行動研究法	<ol style="list-style-type: none"> 1. 美感主題知識的選擇，宜以學生的程度、能力內是否有可操作、學得會的技術作為優先考量。 2. 美感表現技術宜多元探索，但必須聚焦學習。 3. 分析作品中的新技能模組以規劃主題知識、技術、能力、

			<p>價值。</p> <ol style="list-style-type: none"> 4. 討論分享與美的鑑賞有助於形塑學習的價值。 5. 建議以美的形式原理為主題下，可擴展到其他年級或區域。 6. 建議不同的領域都可以用KTAV教學模式與單元學習食譜來設計發展課程。
邱音皓 (2017)	國民中學圖書館與創客空間整合之探討	文獻探討、實地訪查、訪談討論	<p>圖書館結合創客空間存在四個主要的困難：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 分科教育的模式，學生難以綜整各科的能力。 2. 創客教育的政策實施，並沒有真正掌握創客精神，往往只是短暫的辦理活動而難有永續的正式課程。 3. 中學圖書館沒有像高中職和大專院校圖書館設置主任一職，申請模式可能導致計畫中斷，實難永續經營。 4. 學校領導者對於閱讀和創客教育推動的態度與支持度，影響圖書館未來整體的規畫與走向。
劉芳姵 (2017)	創客精神融入國小自然與生活科技教學之行動研究	行動研究	<ol style="list-style-type: none"> 1. 透過文獻資料和研究團隊討論創客之精神，並運用創客精神發展教材與教學活動，選用符合學生能力的題材進行創客活動，將能得到最好的創客成效。 2. 創客活動需要有適當的班級經營與課程設計才能發揮最大效益，同時以黑客松之小組合作方式進行，恰能收到創意激盪與合作學習的功效，促使學生呈現積極學習態度。

			<p>3. 創客精神可以增進學生知識的攝取與交流，學生對於曾經親手實作的活動具有認同與興趣，可以反饋於學習。</p> <p>4. 創客教學是多元具挑戰性的活動，教師需要先具備創客精神，學生需要教師引領，而各種教學困境是日後創客教學的最佳養分。</p>
黃聖皓 (2017)	影視媒體創客孵化器設計	案例分析	影視媒體創客孵化器使創作者與民眾聚集於此進行創作、分享與交流活動，最終影視創作者在台中市區周遭文化資產進行創作的成果透過網路影片傳達給大眾，藉以給予活化的能量。
魏賢照 (2017)	導入創客的核心思維以改善小型電子方案商的營運模式探討		創客的核心思維導入，改善突破小型電子方案商的營運模式，帶給電子商品更多創新創意的新產品。
戴沛吟 (2017)	整合CDIO專案導向學習的創客育成法之策略與實踐	問卷調查法 質性問答	為驗證創客育成法的理論架構，本研究先將其投入兩個短期模組化課程進行前導測試，得出改善的方法後，接續投入學期制模組課程，進行量化問卷與質性問答，評定創客育成法成效及學生學習成效，驗證其可行性並獲取反饋經驗，做為未來持續改進及高等教育架構改革的參考。
郭相利 (2017)	海洋教育之智慧創客學校研究－以新北市鼻頭國小使用KTAV學習食譜為例	個案研究法、同儕教師觀課紀錄、文件分析	<ol style="list-style-type: none"> 1. KTAV單元學習食譜幫助學生獲得致用知識。 2. KTAV單元學習食譜能夠有效解碼主題知識為學生可操作的技術。 3. KTAV教學能夠帶動學生有能力完成實物作品。 4. KTAV教學能夠幫助學生進行有價值的學習。 5. KTAV單元學習食譜可以有

			效導引海洋教育部分教學主題完備的教與學。
吳振豪 (2017)	創客實作中視訊學習行為之類型分析	實驗法	本研究發現經由此系統可以掌握學生觀看影片的過程所遭遇的困難點，並針對教學做出針對性的調整。
李松霖 (2017)	創客教育融入課程對資訊類大專生學習成效之影響－以人機介面設計課程為例	訪談法	<ol style="list-style-type: none"> 1. 男性在科學、工程與技術相較於女性仍有較高的興趣，但女性在學習成就測驗與技術測驗成績與男性皆無顯著差異。 2. 對於學習者之5C能力，本研究之所發展的課程在訓練創造力與問題解決能力之平均數上較控制組高；而溝通能力、團隊合作與獨立思辨則未達顯著差異。
葉育青 (2017)	創客職能分析之研究	德菲法問卷	經交錯探討「創客職能」之文獻論述與定義內涵，綜整創客於「三創」職能指標內涵建構。
賴信吉 (2017)	價值共創動機與方法之關係研究：以Thingiverse網路平台的創客使用者為例	文獻分析法、深度訪談法	創客族群的分享動機應與共創平台所提供的方法，會隨著創客涉入的時間程度和平台所提供初階至進階方法，呈現倒常態分佈關係圖，此關係於未來學術研究與實務應用提供了很重要之參考依據。
蘇浩翔 (2017)	技術型高中機械科學生對創客3D列印學習認知及其態度之研究-以台中地區為例	問卷調查法	研究針對教育主管機關、技術型高中機械科、教師、及未來研究之參考等，提出具體建議，供教育單位參考，建立更完善的創客3D列印教學。
魏米凰 (2017)	創客經濟對文創產業影響之研究－以智觀文創為例	競爭優勢與策略、破壞式創新與波特五力、訪談法	此份研究創客經濟的創新模式，對文創產業的創新力與競爭力的提升是相當有助益的。也使得產業以精準設計製造與行銷，並滿足現在使用者想要客製化，創新多樣化的即時需求，能

			對後來研究能在台灣產業面臨重大轉變的研究。
蒲欣澤 (2017)	應用模糊分析網路程序法於創客空間創業評選準則之探討－以南科3I自造者空間為例	專家訪談、模糊分析網路程序法、問卷設計	南科3I自造者空間在當前有限的資金及資源中，要先有固定的硬體設備後，再規劃出整個系列的特色課程，來進行創業的營運模式以及創客商業輔導，確實掌握創業的時間及效率，提升南科3I自造者空間永續經營的指標。
陳晏翎 (2017)	國小機器人創客課程成效之個案研究－以臺南市某國小為例	質性個案研究、訪談	<ol style="list-style-type: none"> 1. 國小孩童認為創客課程營造玩興學習氣氛。 2. 國小孩童認為創客有助於提升思考、程式設計的能力。 3. 國小孩童能夠從創客課程獲得學習成就感。 4. 參與創客孩童平日玩具選擇性皆與創客所具備能力相關。 5. 國小孩童對創客精神持正向態度。 6. 國小孩童尚未將創客精神實際運用至普通課程。 7. 國小孩童設計程式較不易得知具體目標性及立即性bug回饋。 8. 教師建議應讓孩童採取異質性分組、跨學科方式與提供仿作模板來輔助孩童。 9. 家長、級任教師與授課教師認為短期較難以看出孩童提升思考、設計程式的能力。

資料來源：研究者自行整理

有關國內以創客為主題之相關研究結果，在此分別由研究主題、研究方法進行分析，其結果如下：

壹、研究主題

以創客為主題的內容多元，可歸類為幾項：以商業管理為主題的有五篇，包括黃詩云（2016）、鐘琳（2017）、賴信吉（2017）、魏米凰（2017）、蒲欣澤（2017）；以工業工程或建築為主題的有三篇，包括張舜芬（2015）、邱音皓（2017）、黃聖皓（2017）；以資訊為主題的有三篇，包括魏賢照（2017）、吳振豪（2017）、李松霖（2017）；以設計、藝術、產業為主題的有五篇，包括盧煥錡（2015）、林誠展（2015）、吳毓純（2017）、戴沛吟（2017）、葉育青（2017）；以教育為主題的有八篇，包括陳立杰（2016）、陳盈君（2016）、游傑安（2017）、劉芳姩（2017）、郭相利（2017）、蘇浩翔（2017）、陳晏翎（2017）、黃雅麗（2017）。

從這些和創客相關的論文題目中可發現，從事教育工作者在這方面的研究不算多，有兩篇是以教師作為研究對象，了解教師創客教學能力的培養、實施創客教育預期的壓力。以國小為主題的科目有藝文、自然科學，但卻沒有以數學為主題的研究，唯一以數學為主題的研究對象是國中生。由此可見，目前並沒有以國小為對象、以創客為主題的研究。研究者看了幾位研究生的論文後，肯定他們的做法，從中讓研究者有所啟發，研究者認為學生在學習數學方面需要發揮「創客」精神，數學教學有其必要性和重要性，教師懂得創新與思考，能讓數學課變得更不一樣，因此研究者希望能將創客和數學融合在一起，激盪更多具備創意的教學。

貳、研究方法

研究者發現以量化研究為主的主要研究工具為問卷調查，而質性研究則是以訪談法為主，也有研究生同時運用量化和質化的方法進行研究。研究者則以行動研究的方法進行創客精神與多元策略融入國小數學領域教學之研究。

第二章 文獻探討

本研究旨在探討透過創客精神及多元策略融入國小五年級數學領域教學之行動研究。故本章分為三個部份來探討，第一節介紹創客教育的原理及內涵、創客教育的理論，創客教育的發展和困境，以及解決之道；第二節則是對多元策略的教學做舉例說明；第三節針對數學領域教學做介紹。

第一節 創客教育

所謂「創客」(Maker)是指懷抱創新、動手做，將創意落實並實體化。而近年「創客運動」(The Maker Movement)，對中小學創新教學的影響甚大，美國總統歐巴馬編列一百二十億臺幣的預算、培育教師，在基礎教育系統中，大力推動、導入「動手做學習」。在翻轉教室的風潮之下，創客教育強調讓學生「動手做」，正可以培養學生創新、批判、解決問題、合作溝通的二十一世紀關鍵能力。「動手做、建造、敲打、發明的能力」這些創造力無限的時代開始來臨，這股精神也正在改變全世界(黃國明、賴維祥，2016)！

壹、創客教育的定義

創客的目的是什麼？從產出品來看，創客所自造(製造)的作品，有些是純粹創作，是基於興趣或好玩，經過創意發想，再製作出來的(張玉山，2016)。

歐美DIY(Do-it-yourself)自己動手做的文化，演化成為與他人的群體創作DIWO(Do-it-with-others)，而且這些參與共同創作人可以是網路上不曾謀面的朋友，也很多借助網路上開源軟體(Open sources of software)。因此，動手實作、網路聯結、開源分享、創新創業等特質，構成了「創客運動」(The Maker Movement)的主要內涵(黃國明、賴維祥，2016)。

鄭崇趁(2017)認為創客有三個意涵：(1)創新知識的人；(2)能夠操作知識裡的技術之人；(3)有教育產品的師生。他認為「知識達創客」也有下列三個新的觀點：(1)能夠創新知識(作品)的人叫創客，創客的「客」指的是人，而不是知識本身，因此人要先學知識，然後做創客，再創造知識；(2)創

客教育強調「做中學」、「有產品（作品）」，從「真實、可操作」的知識（技術）入手，要比創新、創意更接近「知識」本質；（3）任何「知識」都可以剖析其成為可操作的「技術」，這些知識就能夠順利轉化為人帶得走的能力，也就是有能力完成新的作品。

「創客」已被視為是啟動未來創新教育的重要角色，從過去單從「想」的學習模式，欠缺「實作」的學校課程，到今日創意創新成為競爭主體的時代來到，重新翻轉了傳統的教育與思考觀念。現今，「動手做」，已被定調為教育與人才的關鍵內涵（黃國明、賴維祥，2016）！

教育事業就是經營創客的事業，教育的本質就是「有智慧的」「創客教師」編制的教學教具（作品模型），教導學生在操作中學習，並做出實務作品的「創客學生」；創客教創客，創客學創客就是「創客教育」。師生都能在教育歷程中，做出有價值的教育作品，師生真的都是教育的創客（鄭崇趁，2017）。

研究者認為，在這新世紀中，創客精神蔓延的速度很快，動手做更是不可或缺的能力，每個孩子都可嘗試做個創客，動手也動腦，相信可以充實學習，讓學習更有效率和效能。

貳、創客教育的理論

創客教育的精神是由許多理論集結而成的，以下四點是吳偉全(2016)針對創客教育的理論，分別論述和說明：

一、做中學：

創客教育，強調在動手探究的過程中運用知識進行實作驗證，為「動手操作、探究式體驗」學習方式，此種理念與現代教育之父Dewey所提倡的「做中學」不謀而合，因此是創客背後的核心理念。

二、探索式體驗：

創客教育注重問題的解決，是一種問題導向式的教育，讓學生發現生活中

的問題，尋求創意的解決方法並透過努力使之變成現實。此種探索式的學習體驗，相較於紙筆測驗尋求制式答案，讓學生解決生活情境中的問題。

三、知識管理與知識遞移：

創客教育提倡以創客活動為媒介，打破領域界線，讓學生進行跨領域的知識整合應用，對學生而言，可以養成個人的知識觀，進而建構自我心中量質兼具的知識系統，將所習得的知識，透過學習、整合、分享、實作、創造的過程，內化到自己的知識體系，形成個人智慧的循環累積，養成知識管理的能力。

四、勞作教育：

可以在國小科技教育（生活科技課程）中，加強實作課程的實施，讓學生從中獲得實際體驗的學習歷程。

五、學習共同體：

創客是一群熱愛分享的人，藉由網路上以及各式創客活動空間，相互交流程式原始碼、暢談創作理念，在分享互動中同學習與成長。將此概念引入課堂教學中，即與日本學者佐藤學所提倡的「學習共同體」所提倡的「傾聽」、「串聯」、「回歸」的學習理念不謀而合。

參、創客教育的發展現況

創客教育現今在全世界已蔚為潮流，國內外針對創客教育進行各種活動，以下分述說明：

黃國明、賴維祥（2016）指出美國總統歐巴馬於2014年6月18日舉辦第一屆「白宮創客市集」（White House Maker Faire）。全美150所大學、125間公立圖書館，以及90位市長都宣示，將採取行動，支持動手做教育、成立創客空間、市集，其目標是讓美國成為「創客大國」。「這股想得出來，就做得出來」的創客精神和主張，影響所及絕不僅是重視科學教育，也將重新定義對學習的看法，創客運動的熱潮將迅速地蔓延至全世界。現在，跟隨著創客教育意識的覺醒，台灣、

日本、韓國等國家，皆已開始積極發展創客運動。

黃國明和賴維祥（2016）認為，綜觀世界各國在國小階段皆已開始推行創客教育，教學內容則主要以S.T.E.A.M實作活動為主，在綜合活動或藝術課程中，融入科學、科技、工程、藝術美感設計和數學概念，以木材、塑膠瓦楞板和珍珠板等，設計製作彈力車或凸輪玩具。此外，各國小也開始成立機器人相關之社團，讓學生學習機器人組裝與問題解決，或是舉辦創客營隊，讓家長也一起參與製作與競賽，共同享受創作的樂趣。在活動中，可以看到孩子們的專注、主動學習、成就感和創意，也廣受家長認同與支持。

劉明洲（2016）指出創客運動正開始在國內被重視與推展。例如新北市教育局結合產、官、學界資源，推動「新北市高中職創客教室」，在中和高中建立全國第一所開放式自造者空間現有設備，包括數位導播機、攝影棚、群組科技教室、工藝手工機具、樂高機器人、ICT科技教育等，並擴充加入雷射雕刻機、3D列印機、圓鋸機、氣動工具、數位刺繡機等輔助設備，使學生在設備支援無虞的條件下讓創意或想法得以透過動手做的過程去具體實現。創客教育的理想雖高，但要具體落實以達到原先規劃以學生為主體的理想，包括（1）學生能發揮主動性，（2）以落實學生的點子為主要目標，（3）學生能了解自己的作品（能清楚解釋作品的來龍去脈），以及（4）學生能展現解決問題的能力和自信。

張玉山（2015）分幾個部分來說明台灣現在各階段在創客教育上的發展：

先從大學來看，許多科系尤其是工程科系或設計科系，常會在四年級時安排專題製作課程，讓學生進行研發與設計的工作，不但可以統整四年來所學，所發展出的創新成果也常被廠商看上，進而可能被商品化，成為踏入職場的第一張成績單。

在國高中的生活科技課程，透過創意設計與製作，讓學生用木材、金屬材料及電子零組件，自製機械獸或機器人等。臺北市有教師教導學生利用3D列印，設計坐椅模型或創意小夜燈，激發創造力與實作能力，並整合數學、科學和工程等學習，同時也能獲得產品設計或工業設計的體驗，對於職業生涯的探索，以及

職涯發展觀念的啟發，相當重要。

新北市有高中鼓勵科學、社會、藝術及科技等各科教師，共同使用創客教室，可以自行創作，也能製作創意教具，更鼓勵教師帶領學生前往製作專題或作品。

在國小階段，目前在臺北市有國小推行STEAM實作活動，在綜合活動或藝術統整課程中，融入科學、科技、工程、藝術美感設計和數學概念，以木材、塑膠瓦楞板和珍珠板等，設計製作彈力車或凸輪玩具。在活動中，可以看到學童的專注、主動學習、成就感和創意，家長也十分認同與支持。

新北市則有國小利用機器人社團的成立，讓學生學習機器人組裝與問題解決；或舉辦動手自造營隊與親子共創營隊，讓學童家長也一起參與製作水陸兩用車來競賽，共同享受創作的樂趣。

陳盈君（2016）指出台灣近年舉辦大型創客活動、創客大會及創客教育博覽會，如各城市Maker Faire、南臺灣創客教育博覽會等，各地區學校陸續增建創客教室，自2016年推動高中「創意自造」5年計畫等，將創客精神帶入生活與校園中。

在臺灣，創客教育已經縱橫發展，縱的面向從國小延伸到大專院校，橫的面向則在各種不同科目中都適用。看到很多學校都在為創客做努力，讓研究者更提振精神，將創客精神落實在任教的科目中，帶領孩子成為學習的主人！

肆、創客教育的困境

創客教育所面臨的問題可歸納成五點（陳盈君，2016）：

一、創客教育缺乏健全的教學設計模式：

基於創客教育處於萌芽階段，教材資源夠充足完備，教學活動的設計和實施有待改善。

二、創客教育人才缺乏：

教師在教學方法上需要轉變，且要結合多學科的知識跟技能，教師的相關培

訓需要更多資源。

三、校內創客空間建設有待完善：

創客空間除了是教學的新環境，亦是創客教育的培養環境，因此完善的設立準則需被擬訂。

四、傳統課堂班額受限：

美國的創客教育以小班、人數少進行，然而台灣動輒二、三十人的班級人數，創客教育於班級實施將受人數影響。

五、資源不足：

創客教育的落實不單是教育者的規劃與實施，亦需要相關政策的推動與配合，以制定健全的創客教育體制。

伍、創客教育的建議

黃國明和賴維祥(2016)引用美國創客運動推廣者蓋文·涂利(Gever Tulley)的想法，涂利認為需要培養學生的創意與問題解決能力，並且深化學習。涂利鼓勵學校、家長必須更勇敢的落實五件事：

一、讓學生成為自己學習的共同作者。鼓勵孩子發揮主動性、自己提出問題，並將這些問題化為學習目標。

二、給孩子最棒的回應就是「Yes！」當孩子有任何想進行的點子，盡量跟他們說「Yes！」讓他們保有好奇心、自由的探索空間，並真正落實它。當孩子有自主權時，他們的行為會超越我們的期待。

三、相信孩子！讓孩子能培養展現解決問題的能力和自信。涂利說，他在教完孩子鑽孔後，會把鑽頭、木板丟給學生，並告訴學生：「我相信你！」

四、強調好品格和好習慣的養成，而非成績！

五、設計情境，每件事情都能很有趣！若孩子們都能了解與解釋自己的作品的目的與方向。涂利說：就算連大家都最怕的數學都能很有趣，只要老師願意設計情

境，讓數學變得有意義！

涂利的教育理念是「用真工具、真材料，解決真問題」。他曾經帶領孩子用報廢除草機、紙板、水管等材料，從無到有製作船、摩托車、雲霄飛車，甚至滑翔翼。在完成這些大型計畫後的孩子，事隔多年，對於當初建造的原理、小故事都記憶猶新。涂利說：這就是所謂；「告訴我，我會忘記；給我看，我會記得；讓我做，我會了解。」

黃國明和賴維祥（2016）認為創客教育可以透過下列四種不同模式來融入教學：

一、融入正式課程：

其優點是每一名學生都能受惠，但需要教師妥善的規劃與準備。其中，生活科技課程是重要的創意實作課程，並可以扮演創客火車頭的角色，各個教育階段都應落實生活科技教學。其他如多媒材的藝術創作，地理科的桌遊製作，數學量具的製作，以及實作科學活動等，都是能激發創作力，並鼓勵動手做的教學設計。

二、透過社團活動教學：

優點是參與社團的學生普遍都是有興趣又願意花時間在社團中，可以安排業界專家帶領比較專業的學習內容，學生們也會較平常有高水準的學習表現，這也通常是參賽或參展隊伍的來源；社團社員並能擔任助教管理。創客社團的成立，是可行性較高，也較能產出亮點的策略。

三、舉辦研習課程與活動：

優點是較具彈性，較容易開辦。通常會由大學院校與週末假日或寒暑假所舉辦短期創客研習，主辦單位在準備教材與機具的負擔較輕，但是常因教學時間太短而較難深入，較適合未曾接觸過創客活動人士，來進行體驗！

四、開放創客空間：

完全自由參加，就像圖書館，只要在開放時間，隨時可以進入使用機具。此方式可鼓勵科學、社會、藝術及科技等各科教師或是一般社會大眾，共同使用創客空間，讓大家可以自行創作，互相激盪彼此的創意。

吳偉全(2016)對國小校園推動創客教育提出幾項建議，研究者選取和國小較有直接相關的內容做說明：

一、創新學校願景，型塑創客藍圖：

學校經營者應思索各校所處之地理環境、歷史發展脈絡、校園風氣與氛圍，進行學校發展之規劃，將創客運動之重要相關理念「做中學」、「分享」、「自由」、與學校長期發展作結合，最佳狀態是融入學校中長程發展計畫、校本特色課程計畫。

二、建構適用環境，便利創客發展：

對於創客發展有二種重要場所，其一是「創造者的集會空間」，其二「網際分享平台」，在學校端，可有效活化校內閒置空間，建置可以讓學生充分發揮的創造實踐空間，如：夢想空間、自造教室，另外創客強調社群與分享，校內應建置完善之網路分享平台，讓學生除了能盡情「動手做」、且能連結網際網路「樂於分享」。

三、重構課程體系，走向創客課程：

在適度的彈性範圍內，應調整校內課程結構，例如運用「彈性學習節數」發展校本創意課程，或打破文本教材迷思，進行跨領域、主題式的探索課程，例如：藝文領域、自然領域、數學領域、資訊課程皆有動手操作的課程特性，可結合其他領域建構學生知識後，進行設計與創作。

四、變革學習思維，在創造中學習：

創客講求「自造」，符應現代教育「以學生為中心」的翻轉教育思維，另應在學習過程中適時適度融入「動手操作」的課程，讓學生以優勢能力學習，學得有感覺。

五、打造創客教師，進行教學創思：

教師是教育的實踐者，創客價值之實踐，應當成為一位具創客精神的「創課者」，教師熱愛改變課堂風格、創造課程，學生即能感染，而師生共同並肩尋找創造靈感，創作品品，於實作中進行跨科知識整合，培養解決生活問題的行動力，

因此，我們應鼓勵現場教師成為學習者，發展實務性社群，成為引領學生成為小小創客的創課者。

吳偉全(2016)更針對未來的發展提出看法，他認為目前我國正推動十二年國民教育，其基本理念為「自發」、「互動」、「共好」，完全符合此刻正流行的創客運動，而十二年國教的核心素養「自主行動」、「溝通互動」、「社會參與」，同樣能展現一位創客所具備的素養，是以，身為小學現場教師，應結合我國教育政策與世界潮流，尊重學生的興趣，以實務為課程主要思維，提供學生快樂的學習歷程與環境，順此提升學習成效。

第二節 多元策略的教學

在進行數學教學時，可以使用各種不同的策略進行各單元或主題的教學活動，現今已不全然適用傳統的教師講述方式。數學教學策略種類多元化，分述如下：

壹、個別實作

個別實作就是老師在教學過程中，利用讓班上的每個學生獨自操作教具、獨自解題等方式進行教學。它的優點是老師可以在教學過程中隨時了解學生的學習狀況；培養學生獨立解答問題的能力；適應個別差異，使學生能按照其能力學習。缺點是程度好的學生很快做完，程度差的學生等著要答案，不想學。

它的使用時機是，當老師在課堂上想進行即時的評量，想要瞭解有多少學生會，有什麼特別的解法時，都可以利用個別實作的方式教學。

它應該注意的地方是老師應該下去巡堂。同時，有些老師會出好幾個題目，讓不同程度的學生都有挑戰性，同時老師可以巡堂適度瞭解學生的學習情形以及教學效果，必要時對全班或個人進行補救教學。有些老師出的題目比較少，且有要求學習狀況較佳的學生，試著幫忙學習狀況較差的學生，但不是告訴他答案，而是設法釐清觀念。

假如同學們的解法很多元，此時，老師可以請不同解法的同學把解法拿上臺

進行全班的溝通討論，除了讓大家瞭解自己的正確解法之外，也能欣賞別人的做法，瞭解不同做法間的異同（李源順，2017）。

貳、全班溝通討論

全班溝通討論是老師在班上讓一位學童發表他的想法，全班其他學童一起聽的方式。它的優點是全班都聚焦在同一件事情上，缺點是同一時間，只有一位同學發表而已。它的使用時機是，當老師想要讓全班同學都聚焦在某一概念上，引導同學在溝通討論的過程中澄清概念的時候；想要引導學生如何進行溝通討論的時候；甚至想要有意圖的點特定的學生，評量班上同學的先備知識、概念的瞭解或學習成效（李源順，2017）。

參、小組合作學習

小組合作學習是指老師將全班學童分組，讓每一組的同學共同討論、合作、實作來學習。它的優點是同一時間可以讓比較多的學童勇於溝通表達，大家培養更好的情誼，瞭解共同合作比一個人獨立思考來得有效。它的缺點是可能產生領導者，永遠獨占學習的機會，學習不佳的學童無法融入小組，獨自在旁邊玩。它的使用時機是，當老師要培養學生的溝通能力，彼此互助合作進行學習；所提列的問題對大部分的人有挑戰性，而且經由同學的互動可以解決的問題，都適合小組合作學習（李源順，2017）。

肆、數學遊戲教學

數學遊戲教學乃是把數學領域的教學活動變成遊戲活動的教學，教師有計畫的安排遊戲讓學生能從中獲得數學知識，進而達成特定的教學目標，而以遊戲的形式來達成特定的教學目標，才稱之為數學遊戲教學（饒見維，1996）。

響尾蛇（SNAKE）（2016）認為數學遊戲化設計與自製教具，有辦法化繁

為簡，使抽象的東西具體化，讓孩子們再也不懼怕數學，為了讓學生喜歡參與數學遊戲，就要滿足學生的好勝心以及成就感。所以數學遊戲就要有令人滿意的遊戲的規則，一個公平的遊戲規則是最基本的要求。設計數學遊戲的教具，活潑有趣的道具會引起參與者的興趣，所以平常收集一些實物圖片或是玩偶來展示，更能提昇學生的興趣。如果遊戲需要一些道具才能玩，一定比不需要道具的遊戲麻煩，所以如果有教具需要，可以簡單自製的教具，隨手可得紙、筆、紙牌、哨子、圍棋子、圍棋盤...等最為恰當。例如製作數字卡，只要到書局買名片紙就可以製作小張的數字卡，如果要製作大張的數字卡，可以使用其他科目不要的卡紙背面來製作。

饒見維（1996）認為數學遊戲教學有幾項優點：

- 一、激發學生學習數學的興趣及動機。
- 二、幫助學生從具體的經驗建立基本的數學概念與技巧。
- 三、培養學生解決問題時的靈活變通與深度推理思考能力。
- 四、幫助學生精熟基本計算方法與計算能力。
- 五、提供學生成功的經驗並幫助學生建立自信。
- 六、發揮聯絡教學與整體學習的效果。
- 七、提供即時的回饋與學習輔導。
- 八、遊戲的教學效果好，效率高。

伍、數學寫作

透過數學寫作，學生能將先前所擁有的數學知識加以整合、組織，再以能理解的表徵方式表達出其想法，有助於學生連結不同數學概念，學生透過相互觀摩、討論彼此的數學寫作，可得到更多的學習啟示，同時進行自我省思，使學習更加紮實，並有助於增進學生的後設認知。教師可透過公開展示優良的寫作作品，讓學生之間互相觀摩學習，也讓作品被展示出來的學生獲得成就感，教師藉由閱

讀學生的寫作作品，可以從中診斷學生的學習狀況，進而發現學生的問題癥結，而作出補救或改善，也可幫助教師反思自己的教學，當學生的寫作內容反映出大部分學生都有著共同的迷思時，教師應重新省思本身教學是否隱含某種迷思，又或者應於教學中加強澄清某些觀念，藉此作為改進教學，調整教學的方向與策略，可促進教師專業成長（蕭幸宜，2016）。

陸、數學板

溫美玉老師在數學課時會用到的數學板有三種：

一、全部空白的小白板。

二、方格小白板的千格板，及白板裡被畫上一格一格的格子，每一格為一平方公分。

三、圓形小白板，是在小白板上畫上不同刻度的四種不同類型圖：圓形圖、鐘面圖、一公斤秤面圖、三公斤秤面圖，以輔助孩子畫圖畫得更清楚。（溫美玉、王智琪，2018）

研究者在上數學課時滿常請學生使用數學板，有運用到全空白的小白板及方格小白板，讓學生將討論的結果寫上去，方便解說及展示使用。

柒、摺紙數學（Origamics）

芳賀知夫先生對摺紙很感興趣，有天無意間看到一張廣告紙，隨手摺出類似五邊形的形狀，經過不斷的計算後，他用摺紙的方式折出五邊形。以下是他的自述：於是，從五邊形開始，我的幾何摺紙遊戲繼續朝向更多其他多角形、多面體發展。此外，不只是摺幾何圖形，我也不斷地從折線的長度、角度、交叉點位置等，發現許多數理現象，進而產生更濃厚的興趣，其中的一部分也因此冠上我的名字，以「芳賀定理」的名稱而廣為人知。研究者認為，這種和數理有關的摺

紙教學，很適合用在數學課程中，讓學生在實際操作之下對數學幾何原理的概念更加瞭解（芳賀知夫，2016）。

捌、桌遊

Jamill Doghair(2006)認為桌上遊戲的分類標準很多，通常是依據遊戲的主題與機制在光譜上的分佈來區分，介紹幾個常見的遊戲類型：

一、策略遊戲：

就是「耍心機」的遊戲，遊戲的機制有時候很複雜，有時候很簡單，每個步驟都要經過仔細思考才能在爾虞我詐過程中生存。如遊戲卡坦島（Settlers of Catan）、瀑布淘金客（Niagara）、卡卡送（Carcassonne）都屬於此類。

二、技巧反應：

這類型的遊戲考驗的就是反應，這類型的遊戲考驗的就是你的反應，通常是透過眼睛、大腦最後由手來做動作，所以不管是搶牌、丟牌、按鈴等，手的動作都要快，但是只有快也不行，如果判斷錯誤快也沒用，所以大腦的反應必須要跟的上手的速度。然而有些技巧反應遊戲是快不得的，例如平衡天使（Bamboleo），玩家必須把積木從平衡的版子上拿起來，稍不注意就可能翻盤，因此動作慢沒關係，但是要平穩。

三、抽象棋奕：

這類型的遊戲就是純粹的遊戲，只有規則沒有什麼引人入勝的主題，傳統的棋奕及牌藝就是屬於這類型，如：圍棋、西洋棋、撲克牌等，其他德國遊戲像冰山棋（Zertz）以及機器人（Ricochet Robots）等。

四、戰略模擬：

以模擬真實為主，通常是模擬歷史上的有名戰役，所以常常是戰爭背景，因此又稱為戰爭遊戲。戰爭遊戲都是儘量複製當時的情景，試著讓玩家在當時的情境下做出自己的決定。如軸心&同盟國（Axis & Allies）以及沙漠之狐（Rommel

in the Desert) 等。

五、奇幻/扮演：

主題非常的明確，其目的在模擬一個奇幻的世界，通常是以中古世紀的歐洲為背景，但也有科幻背景的奇幻扮演。如從前從前 (Once Upon A Time)。

六、記憶遊戲：

有些遊戲的機制就是記憶，不管是記位置或記配對，只要記憶好，獲勝機率就高，例如拔毛運動會 (Zicke Zacke)。

七、運氣遊戲：

有一些遊戲勝負以運氣為主，如吹牛骰 (Bluff, Liar's Dice)。

李岳霞 (2015) 認為玩桌遊有 5 大益處，分述如下：

一、桌遊有助排解負面情緒：

研究指出，桌遊不僅只是打發時間的休閒，還可以幫助孩子抒發不愉快情緒、降低攻擊性與排解怨念。聯合國教科文組織 (UNESCO) 早自三十年前就開始推動兒童玩的權利，提倡桌遊促進社交、情緒發展的好處。UNESCO 在「二十一世紀教育」報告中，提出教育的四大核心目標：學會共處 (learning to live together)、學會認知 (learning to know)、學會做事 (learning to do)、學會做人 (learning to be)。「學會共處」及「學會做人」都與情緒教育有關。孩子能和其他人順利玩遊戲所需的社交和情緒技能，跟他未來在職場與人合作愉快，所需的技巧本質其實是一樣的。

桌遊是「主動出擊」的遊戲，需要玩家的身心參與，除了動手，更多的是「動腦做」，孩子會經常處於「絞盡腦汁」的狀態，遊戲會不斷挑戰他們發揮想像力和運用閱讀能力。

二、桌遊可延長專注力：

除了促進智能發展，就算孩子毫無目的享受玩桌遊的樂趣，也能在過程中習得重要的社交技巧。為了讓遊戲能順利進行，孩子必須和其他玩家互動、溝通確認遊戲內容與規則，分組機制或遊戲規定也讓孩子有機會練習分享訊息或資源，

學習輪流、等待。桌遊能訓練孩子專注。完成遊戲的決心加上勝負欲、運籌帷幄的策略思考及遊戲裡運氣的操弄，都能幫助孩子延長集中注意力的時間。

三、桌遊可以帶給孩子安全感：

在進入真實的遊戲場前，桌遊提供相對安全、有趣的情境，透過遊戲幫助孩子把奔放、不受控的那面，打理成能理解、遵守規則、界線，不去打擾、影響他人，能與他人正常互動的社交性格。

四、桌遊是安全的「情緒實驗室」：

在玩桌遊的過程中，社交上的種種難題（我要不要贏他？這樣會不會害到別人？）製造了許許多多真實且即時的應對機會，讓孩子練習情緒控制、與他人合作、以及自我反思，因此，桌遊可以是幫助孩子學會共處、學會做人極好的教具。療癒性的桌遊對於需要特別關心照顧的青少年，也是有效的介入方式。

五、桌遊能教孩子堅持不放棄：

桌遊也能幫助孩子學會不輕易放棄。多數桌遊設計的「中心思想」是希望玩家能堅持到最後一刻。遊戲裡的「運氣」元素，可以讓孩子體會到什麼叫「瞬息萬變」，以及世上也有如「運氣」這種難以預測掌握的東西。不論是好運或壞運都不會一直持續，即使覺得自己快輸了，只要願意堅持，說不準下一秒抽到寶物或機會，就逆勢翻轉，反敗為勝。

研究者在課堂上會運用這八種不同的策略進行數學教學，因此特別介紹各種策略之內涵。各種策略都具有不同的特色，相信能帶給學生不同的收穫。

第三節 數學領域教學研究

本節針對現今數學的基本理念與課程目標、學習重點、教學實施、教學遭遇的問題及發展趨勢分段探討及說明。

壹、數學的基本理念與課程目標

依據教育部提出的九年一貫課程綱要數學學習領域提到數學的學習注重循

序累進的邏輯結構，因此，過去國內外數學教材的演進，概遵循此邏輯結構，以保證數學教育的穩定性。再者，數學是較能進行國際性評比的學習領域，教學的成效亦有較客觀的標準，因此，數學教育成效的評估應有其客觀基礎。

數學之所以被納入國民教育的基礎課程，有三個重要的原因：

一、數學是人類最重要的資產之一：

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。數學結構之精美，不但體現在科學理論的內在結構中及各文明之建築、工技與藝術作品上，自身亦呈現一種獨特的美感。

二、數學是一種語言：

簡單的數學語言，融合在人類生活世界的諸多面向，宛如另一種母語。精鍊的數學語句，則是人類理性對話最精確的語言。從科學的發展史來看，數學更是理性與自然界對話時最自然的語言。

三、數學是人類天賦本能的延伸：

人類出生之後，即具備嘗試錯誤、尋求策略、解決問題的生存本能，並具備形與數的初等直覺。經過文明累積的陶冶與教育，使這些本能得以具體延伸為數學知識，並形成更有力量的思維能力（教育部，2003）。

依據上面描述的課程基本理念，數學能力指標和十大基本能力有所關連，可由表 2-1 做對照。

表2- 1數學能力指標和十大基本能力之相關

基本能力	能力指標
一、了解自我與發展潛能	1.瞭解自己在數量或形上的能力及思考型態的傾向。 2.挑戰並增加自我的數學能力。
二、欣賞、表現與創新	1.以數學眼光欣賞各學習領域中的規律。 2.領會數學本身的美。

	3.以數學有組織、有效地表現想法。
三、生涯規劃與終身學習	1.具有終身學習所需的數學基本知識。 2.養成凡事都能嘗試用數學的觀點或方法來切入的習慣。
四、表達、關懷與團隊合作	1.結合一般語言與數學語言說明情境及問題。 2.從數學的觀點推測及說明解答的屬性及其合理性。 3.與他人分享思考歷程與成果。
五、尊重、關懷與團隊合作	1.互相幫助解決問題。 2.尊重同儕解決數學問題的多元想法。 3.關懷同儕的數學學習。
六、文化學習與國際了解	1.連結數學發展與人類文化活動間的互動。 2.其他學習領域(語文、社會、自然與生活科技、藝術與人文、健康與體育、綜合活動)連結。
七、規劃、組織與實踐	1.組織數學材料。 2.以數學觀念組織材料。 3.以數學語言與數學思維做系統規劃。
八、運用科技與資訊	將各學習領域與數學相關的資料資訊化。
九、主動探索與研究	形成問題、蒐集、觀察、實驗、分類、歸納、類比、分析、轉化、臆測、推論、推理、監控、確認、反駁、特殊化、一般化。
十、獨立思考與解決問題	1.進行數學式思維。 2.以數、形、量的概念與方法探討並解決問題。

資料來源：教育部（2003）

根據十二年國民基本教育數學領域課程綱要草案中可得知十二年國民基本

教育課程綱要總綱，本於全人教育的精神，以「自發」、「互動」及「共好」為理念，以「成就每一個孩子—適性揚才、終身學習」為願景。數學領域課程綱要呼應《總綱》的理念與願景，從數學是一種語言、一種實用的規律科學、也是一種人文素養出發，課程設計和這些特質密切搭配，應提供每位學生有感的學習機會，培養學生正確使用工具的素養。其理念分述如下：

- 一、 數學是一種語言，宜由自然語言的題材導入學習。
- 二、 數學是一種實用的規律科學，其教學宜重視跨領域的統整。
- 三、 數學是一種人文素養，宜培養學生的文化美感。
- 四、 數學應提供每位學生有感的學習機會。
- 五、 數學教學應培養學生正確使用工具的素養（教育部，2016）。

而數學領域的課程目標，則分述如下：

- 一、提供所有學生公平受教、適性揚才的機會，培育其探索數學的信心與正向態度。
- 二、培養學生的好奇心及觀察規律、演算、抽象、推論、溝通和數學表述等各項能力。
- 三、培養學生使用工具，運用於數學程序及解決問題的正確態度。
- 四、培養學生運用數學思考問題、分析問題和解決問題的能力。
- 五、培養學生日常生活應用與學習其他領域/科目所需的數學知能。
- 六、培養學生欣賞數學的人文內涵中，以簡馭繁的精神與結構嚴謹完美的特質（教育部，2016）。

綜合上面所述，如何讓學生在不同的年齡、能力、興趣和領域，能夠結合理論和應用，使學生具備數學素養，是教師要付出努力和心力之處。期望學生能夠體會學習的樂趣，達到上述的各種課程目標。

貳、數學的學習重點

根據十二年國民基本教育數學領域課程綱要草案中提到，學習重點由「學習表現」與「學習內容」兩個向度所組成。學習重點用以引導課程設計、教材發展、教科用書審查及學習評量等，並配合教學加以實踐（教育部，2016）。

學習重點的呈現，分國民小學、國民中學、普通型高級中等學校必修課程（高二分 A、B 兩類）、普通型高級中等學校加深加廣選修課程（高三分甲、乙兩類）等類編寫（教育部，2016）。

學習重點可分成五個學習階段目標，因研究者研究對象為國小五年級學生，所以就先針對教育部列出的前三個階段做說明：

一、第一學習階段（國民小學一至二年級）：

能初步掌握數、量、形的概念，其重點在自然數及其運算、長度與簡單圖形的認識。

二、第二學習階段（國民小學三至四年級）：

在數方面，能確實掌握自然數的四則與混合運算，培養流暢的數字感，並初步學習分數與小數的概念。在量方面，以長度為基礎，學習量的常用單位及其計算。在幾何方面，發展以角、邊要素認識幾何圖形的能力，並能以操作認識幾何圖形的性質。

三、第三學習階段（國民小學五至六年級）：

確實掌握分數與小數的四則計算。能以常用的數量關係，解決日常生活的問題。能認識簡單平面與立體形體的幾何性質，並理解其面積與體積的計算。能製作簡單的統計圖表（教育部，2016）。

一、學習表現：

學習表現強調以學生為中心，重視認知（求知、應用、推理）與情意態度（賞識）的學習展現，代表「非內容」向度，具體展現或呼應核心素養。這些向度，由教育理論的描述，轉換為數學教師及一般人容易明白的描述（教育部，

2016)。

研究者將學習表現整理成表格以進行比較和對照，如表 2-2：

表2-2 學習表現

(一) 認識、理解、熟練	「認識」包含察覺。
	認識「理解」包含辨識、概念連結、理解。
	「熟練」包含可做應用解題、推理，以及程序課題上的熟練。
如果一個數學概念在一個階段可完成，學習表現以較成熟的學習階段來描述。因此，如果學習表現只有「理解」沒有「認識」，則表示「認識」已完成，或「認識」與「理解」必須在同一階段完成。	
(二) 情境	學生在理解概念或規律，以及解題應用時，經常需要連結於某經驗脈絡中，既可協助學習，亦有益於日後應用。課程綱要中常用到的情境，一種泛指這些經驗的脈絡特徵，例如：生活情境、具體情境；另一種則指某核心類型的學習經驗，例如：平分情境、測量情境。
(三) 具體情境	學生在學習時，經常需要先有恰當的範例、應用來提示與引導，這些情境泛稱為具體情境（對應於「認識」與「理解」）。 在國民小學的第一、二學習階段具體情境與生活情境不做區分。但隨著學生熟習數學概念、表徵（如乘法的排列模型）或較抽象的思考經驗（如數字感），從第三學習階段起，學生學習數學所

	<p>依賴的具體情境，就不限於生活情境。例如：學生在五、六年級學因數、倍數或質數課題時，最恰當的具體情境，就是學生對整數性質的熟悉，而非日常生活的問題。從第四學習階段起，具體情境甚至包括數學或其他領域的局部理論。</p>
(四) 解題	<p>在課程綱要中，數學的解題泛指能應用數學概念與程序，解決日常、數學、其他領域的應用問題。解題過程包括了解問題意義，選擇可能之策略，轉換該策略為數學問題，運用數學知識對該數學問題求解，能檢驗與詮釋這個解的意義，判斷是否完成解題之要求等。更進一步之反思、推廣與溝通則不在課程綱要必要要求之列。</p>
(五) 操作活動	<p>操作活動泛指由操作中察覺、形成概念，甚至簡單連結各概念的各種活動。在國民小學第一或第二學習階段，由於學生處於建立各種概念的基礎時期，且數學經驗不足，必須藉生活情境來引導，因此許多課題的教學宜先以操作活動進行。</p>
(六) 報讀	<p>指資料的閱讀，包括能正確理解資料呈現方式（表格、統計圖），也能回答關於資料的直接問題與簡單延伸的問題（如和其他數學概念連結的問題）。需要較成熟推理能力的問題不屬於「報讀」的範疇。</p>

資料來源：教育部（2016）

二、學習內容：

學習內容涵蓋數學基礎重要的事實、概念、原理原則、技能與後設認知等

知識，學校、地方政府或出版社得依其專業需求與特性，將學習內容做適當的轉化，以發展適當的教材（教育部，2016）。

李源順（2017）認為現有三個向度非常適合做為數學的教學、學習和評量的理論基礎，分別是數學內容（Content Strands）、數學能力（Mathematical Abilities）和數學威力（Mathematical Power）。

數學內容就是我們要學童學的題材、我們要教給學童的題材，數學內容知識就是我們所要教與學的主要內容；數學能力就是我們希望學童所學會並且應用出來的能力，可以看成是學童在特定的數學知識內展現出來的能力，數學能力包括概念性瞭解（Conceptual Understanding）、程序性知識（Procedural Knowledge）和解題三個因子；數學威力是幫助學童學會數學能力的方法與展現數學能力的power，是由推理（Reasoning）、連結（Connections）和溝通（Communication）三個因子組成（李源順，2017）。

從教育部和李源順教授所提出的數學學習內容中可得知，各階段中學生有不同的學習任務，而學生要學會的數學內容項目眾多，有賴於教師專業的教導，將各項數學內容帶給學生，培養學生的數學能力，展現學生的數學威力！

參、數學領域的教學實施

根據十二年國民基本教育數學領域課程綱要草案中提到的數學領域教學實施有以下十五點，分別條列如下：

一、學習重點的訂定，以該階段或年級結束時，學生應具備的數學素養為考量。教師應依課程重點及其說明，參照教科用書或《課程手冊》並衡量不同程度的學生規劃課程、設計教案或教學內容。教材選取應配合地方生活環境和學生實際生活，選擇適當而有趣的題材，並布置適當的學習環境，以利教學。

二、學習重點是離散的條目，但教學與學習是連續的過程。階段或年級的規定，強調在該階段或年級中，應以條目內容為重點進行發展並完成學習。基於

學習的需求，教師可以依自己的經驗，做部分跨階段或跨年級的前置處理，或做後續的補強教學。

三、教師教學應以學生為主體，以其數學能力發展為考量，鼓勵學生提出多元解法並和他人溝通解題想法。數學學習節奏的疏熟快慢，因人而異，教師應避免將全班學生，當做均值的整體，並應透過差異化的教學與評量，分析學生的學習準備度，做適當的診斷、導引與協助。

四、課程綱要的制定，並未預設特定的教學法，教師應能依學生的年齡、前置經驗、授課主題特性與教學現場的狀況，因時制宜，採用能提供學生充分有意義學習的方法，順暢地進行教學，例如：合作解題、探究教學等有效的教學方法。

五、教學活動的設計應注重不同階段的學習型態，並與教學目標配合，鼓勵與引導學生進行數學探究與合作解題。

六、數學教學應注重數、量、形的聯繫，讓學生在實作、實測與直覺中，精熟數、量、形及其相互關係的概念，並逐步抽象化與程序化成為精鍊有效的數學語言，再經由反思、論證、練習與解題，讓學生逐步穩定，達到精熟學習，掌握其概念，作為進一步學習的基礎。

七、教學過程可透過引導、啟發或教導，使學生能在具體問題情境中，運用先備的數學知識為基礎，形成解決問題所需的新數學概念，並有策略地選擇正確又有效率的解題程序。教師可提供啟發性的問題、關鍵性的問題、現實生活的應用問題，激發學生不同的想法。但應避免空洞的或無意義的開放式問題，也避免預設或過早提出解題方式和結果。

八、教師應引導學生體驗生活情境與數學的連結過程，培養學生能以數學觀點考察周遭事物的習慣，並培養學生觀察問題中的數學意涵、特性與關係，養成以數學的方式，將問題表徵為數學問題再加以解決的習慣，以提高應用數學知識的能力。同時在發展解題策略的過程中，加深對數學概念之理解。可以善用性別平等、人權、環境、與海洋教育等議題為觀察的問題，在發展解題策略的過程中，加深對數學概念之理解，同時提升自我認同及國際視野。

九、學生學習數學時，在生活應用解題與抽象形式能力兩課題間，必須來回往返地相互加強，才能真正順利地發展數學能力，不必過度執著於生活情境，干擾甚至忽略學生抽象形式能力的發展，也不應一味強調抽象程序的學習，妨礙學生將數學應用於日常生活解題的能力。

十、數學與其他領域/科目的差異，在於其結構層層累積，而其發展既依賴直覺又需要推理。教師應將學生的錯誤視為學習歷程，診斷學生發生問題的根源（例如：語言未溝通、肆意擴張約定、推理的謬誤等），並針對問題協助學生。教師教學時宜提供充足的時間，鼓勵學生說明其理由與想法，肯定其正確的巧思，或用關鍵的例子，釐清其錯誤。

十一、要學好數學，仰賴學生在各課題的學習，最後能收斂連結為對數學的整體感或直覺，作為下一個課題學習的基礎。整體感的自信，相當依賴於學生對於相關程序（例如：計算方式、解題方式等）的熟練，而這種熟練，則需要教師能給予學生有啟發性的練習，而非機械式的反覆練習，讓學生從這些練習中，沈澱自己新學的概念，並能夠與原先的數學知識相連結。

十二、為貫徹每一位學生導向卓越學習的目標，教師教學時，應儘量以全體學生能學好數學為標的，依據學生的學習表現，因材施教。針對未能達成階段性目標，有待加強的學生，應在正式課堂辦理補救教學，適時做補強措施。針對學習超前的學生，則可提供進階選修課程，以激發其學習熱忱。

十三、為落實培養學生使用計算機能力，學生在國民中學和高級中等學校教育階段時，應具備標準型計算機，教師亦需配合數學課程綱要內容，教導學生正確使用計算機的方法及態度。

十四、教師在教學過程中可適當介紹數學史、民族數學及數學家，引發學生興趣、培養其欣賞數學發展的素養，但不可將這些內容納入評量。

十五、教師可運用數學奠基與探索活動，鼓勵學生利用數學解決生活中的實際問題。數學教師可協同其他領域教師，發展出各領域使用數學的實例，幫助學生建立其他領域所需的數學素養（教育部，2016）。

綜合上面所述，教師要以學生為主體，在教學時要因材施教，並運用各種不同的教學策略，讓學生能夠利用數學解決生活中的問題，並培養學生的數學素養。

肆、數學領域教學與學習的困境

每個國家都有不同的數學教育問題，臺灣也不例外，雖然我國於 2003~2011 年在「國際數學與科學教育成就趨勢調查」（簡稱 TIMSS）排名大約在三、四名之間，但在 TIMSS2011 調查中卻顯示，臺灣學生雖然有高成就的表現，但四年級不喜歡數學的人數比例卻高達了近三分之一。在 2012 年 PISA 數學素養評量的調查報告顯示，我國 15 歲學生的表現亮眼，但後段學生的學習表現差距卻是倒數第一。從數學相關的評量中可以顯示出學生在學習數學時有些潛在的問題，影響著學生學習。

上述現象在在顯示臺灣學生在數學成就與自信心表現的差異，而對升學主義的重視以及課程與教科書設計不佳亦是造成此差異的重要因素，且這些問題造成許多學生數學學習產生困難，詹士宜、陳佩秀、卓曉園（2017）提出以下六點：

一、升學主義的重視導致評量強調自動化忽略理解：

臺灣對升學的重視，讓考試一直領導教學。許多家長、學校、補習班都在拚升學率，期望學生或子女能考上明星高中、明星大學等。為了強化學生在升學的表現，許多學校或補習班利用大量紙筆練習，來達到快速解題與自動化的反應，卻忽略理解對於解決問題的重要性。而傳統的教育觀點亦認為「勤能補拙」，殊不知如果學生在無法理解的情況下學習，就容易死記練習的結果，更甚者對數學問題感到害怕與挫折。這樣的評量方式，讓數學學習困難學生雪上加霜，進而更容易放棄數學。

二、教科書編排缺乏情境脈絡：

我國為配合課程改革將過去的課程標準改為課程綱要，讓數學教育變得更有

彈性及多元。從單一的國編版教科書改為採用「一綱多本」的方式，並由不同出版社出版教科書，讓學校、教師可選擇不同教科書作為教學使用，所以臺灣的數學教材大都採用教科書進行教學。目前的教科書都採用單元式的課程設計，每個單元以一個數學領域的主題包裝整理，並以應用問題的方式呈現。每個應用問題的例題間不相關聯，缺乏情境脈絡的編排，較不易讓學生對數學與真實情境產生有效的連結，也不易引起學生對數學學習的興趣與熱情(張英傑、張素宜,2008)。

三、教科書大量採封閉式課程設計：

楊德清、鄭婷芸(2015)就指出，我國的教科書設計有較高之比例採用封閉式的教材設計。我國教科書這種目標明確，但是一元化教學歷程的特質可能會讓教學流於僵化，而限縮學生在解題思考的表現(陳仁輝、楊德清,2010)。這些不同的教科書內容設計，不僅影響教師教學方式，同時亦影響學生對學習內容的理解。

如果只單純教導學生數學解題技巧，並且不斷的進行練習與複習，固然可能會增進學生的數學學習成就表現，但不一定能反映到可以解決他們真正在日常生活中與職場上的數學問題。

四、課程進度超乎學生負荷：

課程設計的時程更是牽動學生學習效能的重要關鍵。有些數學概念如果教學時數不足，教師就必須趕課，沒有時間讓學生討論，也沒有辦法針對學生的不同需求提供不同的支持與協助。如果教學內容太早學習，有些學生不僅需要花費更多的心力與時間去學習，同時也不見得容易理解。結果造成學生要花費許多時間練習去達成目標，亦會因為學習內容太難，而容易喪失學習的興趣與動機。對於數學程度較弱的數學困難學生，就可能因為聽不懂或是學不會數學，而提早放棄數學學習。

五、教學歷程未能考量個別需求：

我國數學教材的練習形式向來較偏向紙筆測驗，對於引導學童進行分析、比較、探索的活動明顯不足，較難引發學童的學習動機與興趣(胡蕙芬、張英傑，

2009)。多數教師在數學教學時，仍是採用同一步調的方式進行教學，較少去思考學生的個別需求。

六、數學師資培育課程過少與師資分配城鄉差距：

教師素質亦是影響教育品質的重要因素。許多研究指出，我國有很好的師資培育與素質，但是有關教師培育過程中，數學教學領域的學生仍偏少。由於我國小學採包班制，如果教師對數學的概念與數學的教學都不能充分與深入理解，他們可能只能依賴出版商出版的教師手冊，而不能彈性的調整教學策略來協助學生的數學學習。

在教學現場方面依李源順等人（2010）的調查，大約只有一成五的教師由主修數理或數理教育的系所畢業。而全體樣本中，有 40.5% 的教師不認為自己具有強而有力的數學背景。有近三成的教師表示數學是一門很困難的學科。顯見有許多教師對教導有數學困難的學生感到困難。

在偏遠地區中，教師的年資與流動性高也是值得關切的議題。據甄曉蘭（2007）的調查指出，偏鄉地區有超過一半的教師教學經驗未超過五年的時間，且流動率也高。雖然這些老師具備高度熱忱，但教學經驗就相對較為薄弱，而這種城鄉差距的師資分配也會對學生的數學表現帶來極大影響。

伍、數學教學的建議

詹士宜、陳佩秀、卓曉園（2017）針對數學教學提出三點建議：

一、課程與教材情境化－從生活情境教學：

一些學者反對將數學內容以各領域切割為零碎知識的教學方式，倡議數學應該從學生的日常生活經驗中萌芽。有學者倡議採用情境的數學教材來提升學生與數學經驗間的距離，幫助學生從非正式數學（informal mathematics）學習轉而發展到正式數學（formal mathematics）學習。在非正式數學學習中，教師提供許多的數學情境、教具操作、圖示表徵等，來強化與聯絡學生的經驗與學習，再逐漸

的發展到規律的、抽象的、數字的、符號的正式數學體系中。

二、教學適性化－從學生起點能力教數學：

許多數學理論都強調重視學生的學習初始能力，或是行為學派理論的「起始行為」，亦即教學設計需要符合學生的能力。沒有符合學生能力的教學，幾乎等於沒有教學。如果教師不能有效掌握學生的現有能力的，就不易設計符合學生學習數學的教材，且無法提供有效的教學介入或引導。因為課程教材太難，有再好的教學策略都不能彌補學生無法領略數學概念的困境。

三、評量多元化－從歷程和多種角度評量教學：

評量學生的數學學習表現，除了傳統的紙筆測驗以外，檔案評量、動態評量、實作評量等都是可以運用的方式。在評量中重視學生學習的歷程，分析學生學會了哪些，以及還需要學哪些內容，並以多元的角度看待學生的學習評量，善用學生的優勢能力，多以討論、操作、探索、開放性思考、解決實際問題的方式，讓學生從評量中感受挑戰而非挫敗，也能融入多媒體的方式提升學生操作的意願，保有學生的學習興趣。

第三章 研究設計與架構

本研究於研究者所任教的班級中實施，運用創客精神及多元策略融入於數學領域教學中，將創客精神融入數學教學，並運用多元策略的方式，希望能夠提升學生的學習動機、學業成績以及增進師生的互動。本研究的重點不在獲得可推論的結果，而是針對教學歷程做修正，使研究者對自己的教學進行反思。在教學現場中，研究者將研究過程分為幾個階段，分別為：發現問題、診斷問題、擬訂計畫、資料整理與分析、修正計畫、省思與結論。從研究過程中藉由各項觀察紀錄、學生學習成果及表現中，了解創客精神及多元策略對學生數學的影響。

因研究者為了尊重個人隱私權，凡是參與本研究的學校、班級、學生均以代號稱之。

本章共分為四節，第一節先論述研究方法；第二節說明研究架構與流程；第三節為研究情境，說明研究場域及背景、研究參與者之介紹；第四節為課程及教學設計之實施。

第一節 研究方法

壹、行動研究的定義與目的

周新富（2016）發現許多研究者對行動研究的定義做了不同的解釋，例如，Lewin（1947）認為行動研究是螺旋式的探究過程，其過程包括三個步驟：1.計畫行動包括勘查和實情調查；2.採取行動；3.審查行動的結果。Noffke（1997）認為行動研究通常由老師擔當重要角色，雖然不是唯一的執行者，老師可以通過行動研究制度和研究教育改革。蔡清田（2000）認為行動研究是將「行動」和「研究」二者合而為一，由實務工作者在實際工作情境當中，根據自己實務活動中所遭遇的實際問題進行研究，研擬解決問題的途徑與策略，並透過實際行動付諸執行，進而加以評鑑反省回饋修正，以解決實際問題。綜合以上學者所下的定義，所謂行動研究是教師在教學情境當中，尋找出自己在教學活動上所遭遇到的問題

來進行研究，並提出一套解決問題的策略，經過實施以後，對這套策略進行評鑑、反省、回饋、修正，以研判其可行性及適用性。行動研究雖然重視實務問題，但不只注意實務問題的解決，也不只重視行動能力的培養，同時更重視批判反省能力的培養，藉此增進實務工作者實踐智慧。

貳、行動研究的主要特徵

周新富（2016）根據學者的見解，將行動研究的主要特徵作如下的歸納(蔡清田，2000，Whyte，1987)：

一、以解決實務問題為主要導向：

行動研究最大特性，就是針對實際工作情境中所發生的問題，以可能解決的問題方法作為變數，並從研究過程中驗證這些問題解決的效度。行動研究主要的貢獻在於實際問題獲得解決，重視實用價值。

二、行動研究的環境就是真實的工作環境：

研究發生在實務工作者置身所在的實際工作情境，意即關心社會的實務工作者或參與者針對社會情境進行研究，它源自於每日實務工作中所產生的實際問題，企圖支持實務工作者與參與者有效因應實務工作中的挑戰，並解決一種反應思考的創新方式來改革困境。

三、研究、行動、評估相互連結：

行動研究是一種螺旋的週期，並非一個線性過程，這個過程是動態的，研究、行動如繩索般緊密連結、交互作用，正是行動研究的特色。

四、行動研究的過程重視協同合作：

強調團體成員間彼此的協同（collaboration）與合作進行研究。這是一種成員間彼此平等的協同合作研究，而不是發號司令的高壓強迫研究。行動研究就是由情境內的研究者與情境外的研究者採取一致的行動，分析、研究問題本質，再者擬定系統性的行動計劃方案，最後順利解決問題，讓工作情境更理想、更適合

人性的發展。

五、強調問題解決的立即性：

與一般基本研究不同之處，行動研究具有高度的實用取向，所重視是「即時應用」、「實用可行」的結果。行動研究的焦點，強調適切的融入脈絡情境當中，首重即時應用，提供可改進實際工作與實務工作情境的方法與策略，以便立即解決當前所面臨的實際問題。

六、行動研究的問題或對象具有情境特定性：

亦即行動研究具有特定的研究問題，它的研究樣本是具有特定限制且不具代表性。如一個班級、一個年級、一個學校或是性質相近的幾個學校，著眼於特定問題。它對自變項的控制成分較少，因此行動研究的研究發現在實際的情形中，行動研究的問題對象具有情境的特定性，雖然有其實用價值，但是無法直接運用到研究問題或對象以外的議題。

七、行動研究的計畫是屬於有彈性的計畫：

明確與特定的方法或技巧並不是行動研究的特色，相反地，行動研究是一種持續不斷的反省能力。行動研究具有探究反思的精神，不斷的進行規劃、行動、觀察、反省與再規劃的歷程。

八、所獲得的結論不作一般推論：

由於行動研究的對象是針對某一特定的問題情境上，其外在效度不高，只限定特定實務工作情境解放，而不能作問題情境以外的過度推論。因此行動研究的重點不在於抽象理論的發展，更不在於普遍應用與大量推廣。

九、可促進行動研究者的專業成長：

行動研究的主要研究人員就是實際工作的人員，同時研究人員也是應用研究結果的人員。行動研究讓教師可以在工作中進行研究，在行動上求進步，當研究告一段落而某一問題得到解決時，實際工作人員自身也獲得了研究與解決問題的經驗與知能。

參、行動研究的歷程

蔡清田（2015）認為反思的實務工作者，透過行動研究，結合行動與研究，願意勇敢地面對問題，培養敏於觀察搜尋（search）的研究能力與自我批判的內省反思搜尋（search）之研究（research）能力，看清楚所遭遇的問題，努力尋找可能的問題解決方案，或許真正的發現之旅，不只是在尋找新世界，更是以新的視野看世界，懂得轉換視野角度觀察事務，以看到別人或先前未發現的事物。

行動研究，需要經過系統規劃與慎思熟慮構想的精心設計，並不是任意隨興的，這種邏輯是一種持續不斷的行動與研究之互動循環（蔡清田，2013），重視理論與實務之間的對話與回饋（Schon, 1983），合乎歷程模式的程序原理

（Stenhouse, 1975）。一般而言，行動研究通常會經過下述步驟（Taba & Noel, 1992）：

一、問題的確定（problem identification）：亦即指出所確認的問題。

二、問題的分析（problem analysis）：

亦即分析問題與決定某些具有持久性的影響因素。

三、形成研究假設（formulating hypotheses）：

進行規劃，擬定發展計畫，以因應所遭遇的難題（difficulties），提出可能解決問題的假設性策略，亦即形成重要因素的暫時性觀念，而且蒐集並解釋資料，進一步釐清上述的暫時觀念，並發展行動的研究假設。

四、進行實驗與行動（experimentation and action）：亦即展開行動加以考驗。

五、評鑑（evaluation）：亦即評鑑行動的結果，是以行動研究提供解決實務問題的行動方案，具有井然有序的程序架構。

肆、資料蒐集方法

周新富（2016）認為蒐集資料在行動研究過程中屬於重要的而複雜的一環，有必要作詳細地說明。以下分質、量兩種資料說明之。

一、質性資料的蒐集方法（Freeman，1998；Miller，2002）：

（一）教師、學生的日記（journals）：

教師日記可記載教學、學校活動和教室事件，包括個人的想法、情感反應、反省和對周遭的觀察及解釋。教師的反省日記可以由以下三種途徑來撰寫：事後反思、社會互動反思以及行動中反思。事後反思屬於教師個人反省的層次；社會互動反思是與夥伴分享，屬於教師專業知識的討論、批判；行動中反思是觀察學童、對教室現場靈敏的體察，屬於後設認知的運思。學生的日記亦是行動研究的重要資料之一，教師可引導學生寫下自己對學習的知覺，徵求同意後適度引用到研究報告中。

（二）教學日誌（teaching logs）：

教學日誌或稱為研究日誌，是行動研究常用的方法之一，記錄上課中發生的事情，包含個人有關觀察、情感、反應、詮釋、反省、直覺、研究假設和解釋的相關紀錄，例如偶發事件、學生參與、資源使用、過程和結果等，其目的在讓教師瞭解自己的教學過程是如何進行。如能與老師的教學計畫合併使用效果最好，可比較教師對教學的期待和真實發生情況間的差異。

（三）文件蒐集：

有關研究主題的文件資料蒐集後加以分析；例如課程大綱、單元計畫、學生寫作、學生作品、教科書、評量工具、學生檔案、學生記錄等。

（四）軼事記錄（anecdotal records）：

教師對學生行為表現迅速寫下的紀錄，包括師生的行為互動、教學或學習情境下的表現，軼事記錄可協助教師歸納出學生行為和學習的模式。

（五）訪談：

半結構訪談與非結構性訪談所得到的書面記錄是質的研究的重要資料來源，如果教師有時間上的壓力，可以採用「兩分鐘訪談」，利用下課時間只問一或兩個問題，結束後立刻寫下訪談重點。

二、量化資料的蒐集方法（周新富，2016）：

（一）問卷調查：

問卷調查是老師設計一組集中在特殊主題或領域的問題，讓學生勾選個人的意見或是想法，例如李克特式五等量表、封閉式問卷。

（二）實施心理或成就測驗：

對特殊行為或心理問題的學生，可以適當的測驗施測之，以瞭解其未接受行動方案前的狀態，也就是建立行為的基準線，但老師要注意的是施測之前最好取得家長的同意。

（三）社交計量法：

為瞭解同儕之間的互動情形，老師可實施社交計量法，實施時老師先發一張紙給學生，然後再假設一些情境，如讓全班學生自由選擇座位，他願意（或不願意）和哪些同學坐在一起，同學可寫出三個人的姓名，再標上順位，並寫出原因，接著進行統計工作，畫出「社會關係圖」（sociogram）（張春興，1989）。老師可以改變問題讓學生回答，例如：誰是班上作文寫的最好的、誰的口才最好等。

（四）結構式訪談：

年幼或是智商較低的學生，可能文字理解不夠，無法直接填寫問卷，老師要採用這種方式蒐集資料，由老師問學生回答，再將答案作歸類，以統計分析解釋資料。

（五）考試成績：

學生的平時考試、定期考試成績，可拿來分析行動前後的進步情形，是行動方案成功與否的一項重要指標。

（六）檢核表：

老師將全班姓名及行為類型列出，由學生自行填寫或供教師上課觀察記錄，然後統計行為類型發生的次數。

伍、行動研究的功能與限制

蔡清田（2015）認為「行動研究」往往強調以學校或教室內亟待改進的實際教學活動為研究內容，以改進教育活動為目的。教師透過「行動研究」，可以在研究當中採取改革行動，在行動當中實施研究，極適合教師使用。

一、行動研究的功能：

行動研究的優點主要可以增進實務工作者的專業信心，更大的專業授權，更多的專業人員參與，更高的意願參與教育實驗，改進教學方法，增加研究過程的了解。綜合言之，行動研究的功能包括（黃政傑，1999）：

（一）解決教育實際問題：

協助解決特定之教育實際問題，例如，教室、學校或學區的實務問題。

（二）促進教師專業成長：

促進教師的在職進修教育，提升其教育和研究有關的知識、技能、方法、態度，並可增進其對自我之認識。

（三）促進教育改革：

促成教學的革新，由教學策略的試驗，並形成真正的教育變革。

（四）結合理論與實務：

改進學校教育實務工作人員和學術研究人員彼此之溝通，亦即破除實際與理論間的界限。

（五）累積教育智慧：

由教室及學校教育問題的研究，進而累積教育理論與實務的知識。

二、行動研究的限制：

蔡清田（2013）認為行動研究的功能雖多，要真正發揮出來，端賴校方行政單位和其他教師、學者專家的通力合作才能順利進行。天時、地利、人和是進行行動研究的必要條件。雖然實務工作者可以透過個人努力充實進行行動研究的態度，具備進行行動研究的態度技能、專業自覺與自信心，並獲得進行行動研究

的機會，但是行動研究本身也有許多其他的限制在。實務工作者進行行動研究，存在一些可能的限制。

傳統的研究法對於問題的探求不須研究者直接涉入其中，但在教育的行動研究中，強調教師本身必須就是研究者，如此才能在實際教學情境中發現問題；但是，一般教師很難在教學者與研究者兩種角色中保持平衡。雖然研究的目的是要改善教學，但教學的工作原本就繁雜、耗心神。教師在準備教材、設計課程、設計考題、批改作業、批改考卷與課程評鑑等工作之餘，若又必須同時花時間和精力去從事做研究工作，恐怕難以兼顧兩種角色。茲就實務的限制、價值的衝突、資料的蒐集等，茲分述如次（蔡清田，2013）：

（一）實務的限制：

教師在學校的主要任務是教導學生，而行動研究似乎是教師教學任務之外的事情，所以教師從事行動研究，便會遭遇到時間、經費、設備和能力的問題。

（二）價值的衝突：

研究人員強調「客觀」、「精確」、「可以複製」，並且希望研究結果能有類推性；但是教學強調的是「行動」，希望轉化原理原則為實際的動作。

（三）資料的搜集：

當教師肩負起研究角色的時候，他會需要向學校教師同事或是向上級行政人員搜集資料。但是，向同事蒐集資料的行為，可能會被認為是出賣同事。但是如果向上級蒐集資料則會被認為是「竄位者」。所以有關機關應該多多安排教師有進修的機會，使教師學習從事行動研究必備的種種能力。

第二節 研究架構與流程

壹、研究架構

本研究以「創客精神」教育為基礎，採用多元的教學策略來進行數學領域教學，發展促進學生有效學習數學教學的行動方案。研究者藉由教學中遇到的問題

和師生之間的互動歷程，對教學進行省思和改進。本研究以五年級學生為主，在數學領域教學中運用了創客精神及團體合作的方式，強調個別實作、團體創作、全班溝通討論、小組合作教學和數學遊戲教學等技巧，研究者透過課程計畫、教學觀察記錄、訪談內容記錄、文件分析和問卷調查等方式蒐集各種資料，進行創客教育對學生學習動機與態度、學習成效和師生的互動的影響，希冀此研究可以增進學生成長和教師省思。本研究架構圖如圖 3-1：

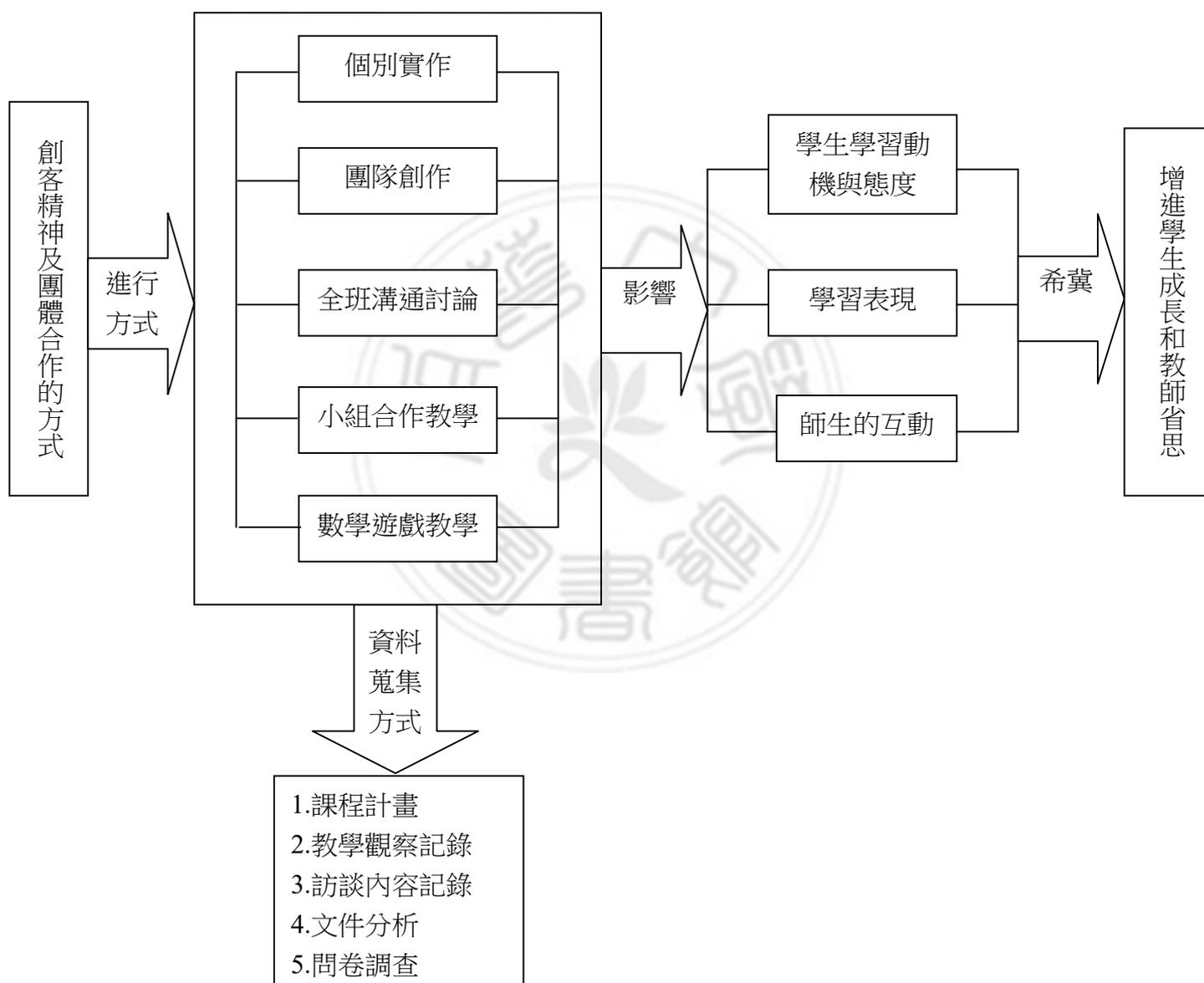


圖3- 1行動研究架構圖

資料來源：研究者自行編製

貳、研究流程

研究者希望藉由創客精神的教學方式，談討國小五年級的數學學習狀況，其目的是在解決教學中會遇到的問題，而不是在推論，因而選擇行動研究的方式來進行研究。研究者將研究過程分為幾個階段，如圖 3-2，分別為：發現問題、診斷問題、擬訂計畫、資料整理與分析、修正計畫、省思與結論。研究者針對班級學生為研究對象，利用觀察、問卷、訪談、學生省思日記……等方式來蒐集資料，以進行研究。

一、發現問題：

行動研究的最主要目的是要研究者從研究中發現問題，並解決問題，做為改善與反省。研究者希望能夠在班級內發現學生在數學科上遇到的問題，協助他們改善。

研究者自 2017 年八月到新北市樹林區某國小任教，發現學生對數學有恐懼感，學習數學的態度不夠積極。班級學生的程度呈現 M 型現象，在數學學習上呈現落後狀態的學生不少，因為對數學有挫敗感，導致學生上課時發問及主動發言的狀況不理想，導致學習成效不彰。

二、診斷問題：

在發現學生學習數學上有問題後，研究者運用簡單的兩題問題詢問學生對數學的感受，了解他們對數學的想法，研究者決定運用創客精神融入數學領域教學中，希望學生能夠從動手做中找到樂趣，以更多元、有趣的方式進行數學教學。

三、擬訂數學課程計畫：

實施教學前如能擬定計畫，對教學者來說有個目標，也更能精準的將各單元的內容交給學生。研究者設計了一系列的活動，讓學生體驗希望他們能從做中學更喜愛數學。

此課程計畫實施的期程從 2017 年 9 月至 2018 年 1 月展開為期 21 週的計畫，課程內容以翰林版國小五年級數學第一單元至第十單元，將同質性高及有相關的

單元結合在一起設計主題，是延伸課本內容的主題活動，共有六個主題，研究者想研究學生除了學習課本內容之外，額外設計的數學主題活動對學生有什麼影響？

四、資料蒐集、整理及分析：

展開教學後，研究者依照課程計畫進行教學，過程中會依學生在課堂中的參與程度、學習狀況調整教學內容，並以多元的教學方式進行分析，如：觀察、訪談、作品創作、評量成績、學生數學日記.....等方式。

五、修正教學及課程計畫：

有敏銳的觀察力對教學者來說是很重要的事情，在教學中不時的觀察學生的學習狀況，並進行教學上的修正。藉由修正自己的教學，讓自己的教學更精進。

六、結論及省思：

將研究的歷程進行資料分析，找出應答的問題，將成果撰寫成研究發現，最後寫成結論以及研究建議。

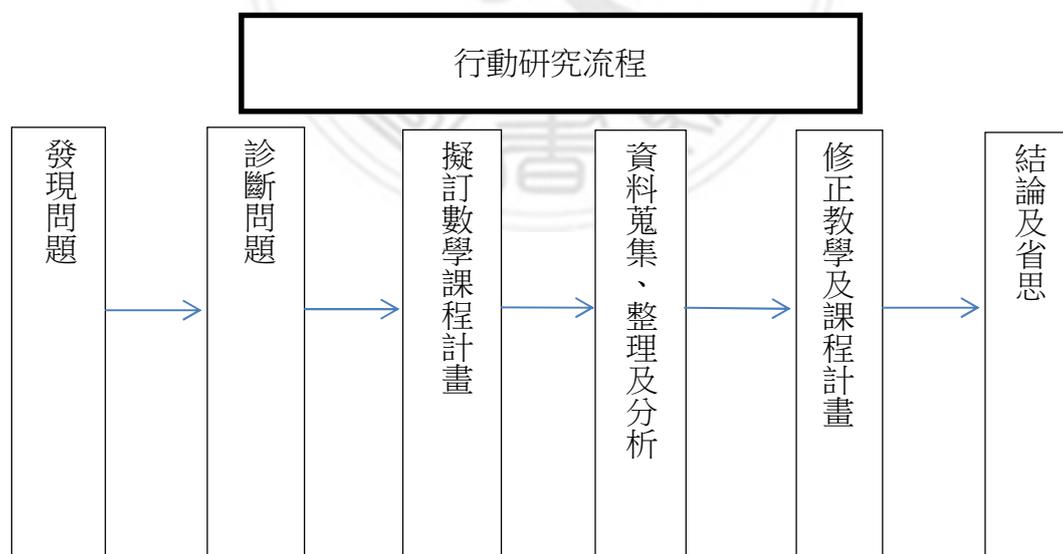


圖3- 2行動研究流程圖

資料來源：研究者自行編製

第三節 研究情境

壹、研究場域及背景

一、學校簡介及辦學理念：

本研究場域為研究者任教的學校—新北市樹林區某國小。所在位置離樹林火車站及南樹林火車站不遠，交通便利，周遭環境熱鬧，卻不失純樸感。附近有豐富的大自然教室，大同山坐落在旁，鹿角溪人工溼地距離也不遠，學生擁有遊憩的自然環境。目前班級數為 15 班，學生數為 357 人。教職員工有 38 人，教師方面漸趨年輕化，每年都有新進教師加入教學，教師們教學認真。

（一）辦學理念：

- 1.本土、國際、資訊的未來走向。
- 2.精緻、創新、超越的行政措施。
- 3.多元、適性、個別的教學策略。
- 4.專業、務實、團隊的教師形象。
- 5.參與、溝通、成長的親師關係。
- 6.快樂、關懷、充實的童年生活。

（二）三好校園：

本校是三好校園，秉持者做好事、說好話、存好心的精神，做有益於世間的好事，常說令人受用的好話，常懷祝福人的好心，能讓校園充滿善與愛。

（三）未來展望：

以兒童為中心，給孩子一個快樂的童年，也給孩子一個完整的學習，是本校校長及全體教師努力的目標。實踐『精緻、創新、超越』的教育理想。

二、教室情境及配置：

（一）教室布置：

研究者的班級經營融合了卡通航海王的精神，研究者的教室布置以航海王為主題，配合著獎勵制度希望學生學會了熱血的精神、不放棄的態度、團結的力量、

重視夥伴的情誼和追求夢想的心，將孩子視為夥伴，同在一艘船上，要互相扶持，而我是船長，帶領他們在教育航道上學習。

（二）座位安排：

研究者的班級學生人數為 21 人，男生 10 人，女生 11 人。將全班分成五組，有四組為 4 人，一組為 5 人。4 人的組別分配為 2 男 2 女，5 人的組別分配為 2 男 3 女。教室的課桌椅為兩兩相靠，方便兩兩討論及小組討論。座位排列稍微斜面，使各組間的走道及空間變大，教師巡堂時動線也較為流暢，可以觀察和照顧到每一位學生。中間組別的位子調整得後面一些，使得中間空出一塊空地，讓小組可在空地展示作品或是發表時空間較充裕。小組在討論時，可以將椅子轉到後面和組員進行意見交流，也可以離開位置，以方便討論及在小白板上書寫討論結果。各組不會都坐在固定的位置，每兩週整組會換一次座位，希望學生能坐在教室的不同位置，不會只在同一個點看黑板，希望藉此做到視力保健。每兩個月會換組員，希望學生能夠認識更多不同的同學，一起合作解決各種不同的學習挑戰。

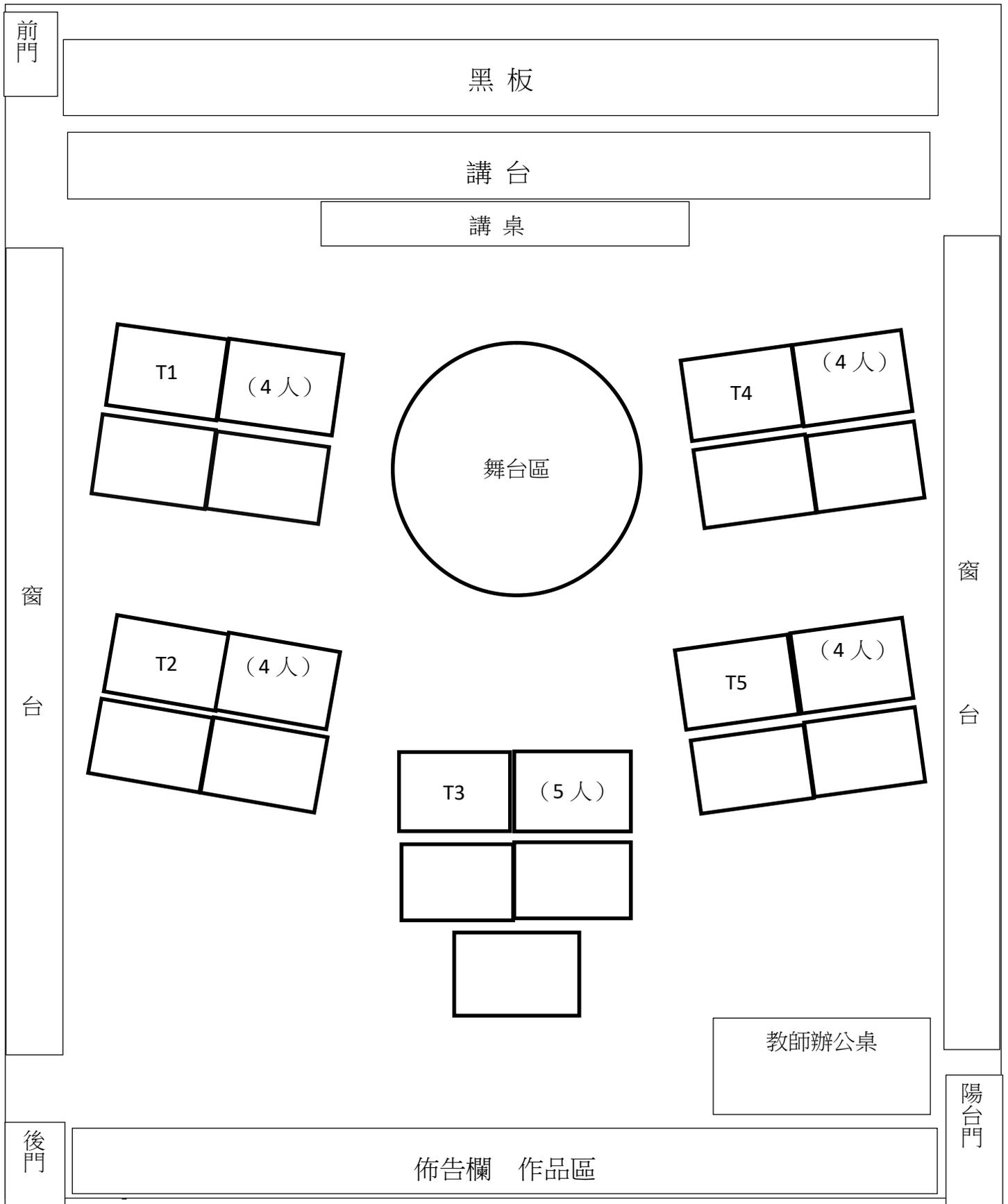


圖3- 3班級教室布置及座位安排

資料來源：研究者自行編製

貳、研究參與者介紹

一、研究者的學歷、教學經歷及教育理念：

(一) 踏上教育夢的路程：帶著熱血和理想進入教育的航道，成為最特別的教師

成為一位熱血教師是研究者從小的夢想，憑著這股信念，研究者順利推甄上臺北市立教育大學，進入校園後，成為「鳴鐸教育服務團」的一員，常利用寒暑假到國小服務。在求學之路中，研究者不斷累積教學知識和辦活動的經驗，為教師路打下扎實的基礎，也更確信踏上教師路是最正確的選擇。

(二) 實踐教育夢的態度：秉持著三顆心的教育理念，成為影響孩子生命的嚮導

進入國小服務後，研究者擔任過中高年級導師，至今已有九年的經驗，一直秉持著三顆心的教育理念：

1.用真心，接納與眾不同的孩子：每個孩子都有自己的故事，等待教師來閱讀他們、同理他們並關心他們。

2.用耐心，教導各有專長的孩子：研究者會發掘孩子的亮點，肯定他們的能力，讓他們在自己專屬的舞台上發光發熱。

3.用愛心，疼愛願意改變的孩子：研究者喜歡和孩子相處，並融入他們的生活，也願意引導孩子走向正確的路。看到孩子的轉變總是令我欣慰。

(三) 精實教育夢的能力：經過各種淬鍊，成為擁有十八般武藝的自己

要成為一位好老師，必須更精進自己的教學。研究者參加了不同的教師專業社群，和夥伴們共同設計及研發課程。在閱讀理解教學社群中，研究者學會了分析文本，並運用閱讀策略，讓學生理解文章的涵義。在數學亮點社群中，吸收了先進老師的教學精華，動手操作各種學具，增進自己的眼界，也激發了研究者在數學教學的創造力。研究者喜歡參加各種研習，開拓自己的視野，精進自我的教學能力，運用多元化的教學方式，帶領學生進入有趣的學習世界。希望學生們是擁有各項能力的人，提升品格力、語文力、創造力、自主力、體能力和團隊力。研究者會緊握手中教育的鑰匙，開啟學生成長之窗，成為影響學生的人！

二、參與研究的學生：

研究者在進行教學前，向學生提了兩個和數學有關的問題，藉此了解他們對數學的看法和感覺，以下表格是班級學生對數學問題的回答，由此可以知道他們的數學背景，如表 3-1。

表3- 1參與研究學生前測訪談記錄表

編號代碼	性別	問題一：你以前對數學的看法是什麼？	問題二：你喜歡數學嗎？為什麼？
S01	男	是比國語好寫的課程。	喜歡，雖然國語比數學重要，可是數學很好玩。
S02	男	很難、很複雜。	不喜歡，因為數學很難。
S03	男	面積是我學過最難的單元。	不喜歡，因為面積，所以我不喜歡數學。
S04	男	覺得很好玩，而且一到四年級的數學都很好算。	喜歡，因為每次都考得滿好的。
S05	男	有時候很簡單，有時候很難。	喜歡以前的，因為不會很難。
S06	男	我非常討厭數學，因為面積很難，所以我不喜歡。	非常的不喜歡，因為有些單元我都不會，雖然以前數學都考得很好，有到九十幾分。
S07	男	我覺得有點無聊。	喜歡，因為五上會學到面積。
S08	男	雖然有時要計算，但不會很難。	喜歡，因為我對數學有興趣。
S09	男	數學是我最厲害的科目，數學很簡單。	喜歡，因為很簡單。
S10	女	我覺得分數很難。	我覺得數學很恐怖，因為它很難，我對它很有陰影。
S11	女	我覺得很簡單，只是很常看錯。	喜歡，因為數學很有趣。
S12	女	好難、好討厭。	不喜歡，但是有時候寫完數學會有成就感。
S13	女	我覺得數學很難，因為在二年級要學乘法時，我都不會，我	我不喜歡數學，因為要一直算，很煩。

		到三年級才知道哪一個數要放在第一個。	
S14	女	我以為非常簡單，結果好難。	不喜歡，我發現數學很難。
S15	女	我覺得分數和小數很難，但是我還是很努力的撐過去了，不知道以後遇到的單元會不會很難？	我不是很喜歡數學，因為我覺得五年級可能很難。
S16	女	以前的數學很簡單，但我很粗心，所以都沒考好。	沒有很喜歡，因為現在的數學有點難。
S17	女	我覺得數學其實只要好好學，就不會太難。	我不是很愛數學，它就是我的小惡魔，因為我常在很簡單的題目中出錯。
S18	女	以前覺得數學很簡單，到了高年級覺得數學很難。	不喜歡，因為還要寫算式。
S19	女	有一些很簡單。	有一點不喜歡，因為我覺得我會粗心和考不好。
S20	女	我對數學的看法是：我覺得數學就像是病毒，我超怕的單元就是面積！	我不喜歡數學，因為我每次考數學時手都會抖得像毛毛蟲。
S21	男	很難，看到那些數字會暈倒，還有會很想吐。	不喜歡，因為那些算式和面積會讓人想翹課。

資料來源：研究者自行整理

從學生的回答中可以看出，班上只有六位學生喜歡數學，喜歡數學的學生幾乎都是男生，女生中只有一位喜歡數學，由此可見男生喜歡數學的比率較高。班上學生對數學的感覺，用了很強烈的形容，覺得數學很難，有位學生還想要翹課，從中可看出他們對數學的排斥感。從學生的回答中可看出他們對面積感到恐懼，研究者也發現學生的回答都很簡短、不完整。研究者希望將數學融入創客精神後，學生能夠不害怕數學，也願意接受數學，這是研究者要努力的目標。

第四節 課程及教學設計實施

壹、教材設計

研究者在設計教材時帶入班級情境，希望可以藉此提升學生學習的動機，以下是數學課的開場白：

我是曹船長，帶領我的船員們搭上我建造的梦想號，我的數學課融合了班級經營，船員們在通過各式各樣的關卡後，了解生活中處處有數學。藉由有趣的主题，讓船員們愛上數學！

一、上學期學習目標，如表 3-2。

表3- 2各單元之學習目標

單元名稱	學習目標
一、多位小數	介紹一般多位小數之意義與記法，並能做多位小數的比較和加減直式算則，且能做出分數和小數數線。
二、因數與公因數	能透過乘法和除法理解因數的概念，並理解公因數的意義。給定兩數，透過列出所有的公因數，找出最大公因數。
三、倍數與公倍數	能透過乘法和除法理解倍數的概念，並理解公倍數的意義，且能察覺 2、3、5、10 的倍數。給定兩數，透過列出一定範圍內的公倍數，找出其最小公倍數。
四、平面圖形	能透過操作，理解三角形兩邊和大於第三邊，並理解「三角形三角和等於 180 度」的性質，並認識正多邊形，知道正多邊形等邊又等角，且能認識圓心角、扇形，理解 180 度、360 度的意義。
五、多位數的乘除	能熟練四位數 \times 三位數的直式計算，並能熟練四位數 \div 三位數的直式計算。
六、擴分、約分和通分	由等分的步驟，理解由擴分找等值分數的方法，並做簡單的應用，並由擴分的經驗，理解如何用約分找等值分數，且學習通分的意義，並用來做異分母分數的比較。
七、異分母分數的加減	利用通分，學習異分母分數的加法，並做日常解題，並利用通分，學習異分母分數的減法，做日常解題。
八、四則運算	能運用「先乘再除與先除再乘的結果相同」、「連除兩數相當於除此兩數之積」的規則簡化計算，並能解決生活情境中的三步驟整數四則問題，且學習乘法對加減法的分配律。
九、面積	能運用切割重組，理解平行四邊形和梯形的面積公式，並理解三角形面積的求法，且能計算複合圖形的面積。
十、線對稱圖形	認識線對稱圖形與對稱軸的基本意義，並能應用於基本平

	面圖形，且介紹製作線對稱圖形的方法，並引入對稱點、對稱邊、對稱角的概念。
--	--------------------------------------

資料來源：翰林版數學教師備課用書

二、上學期課程架構：

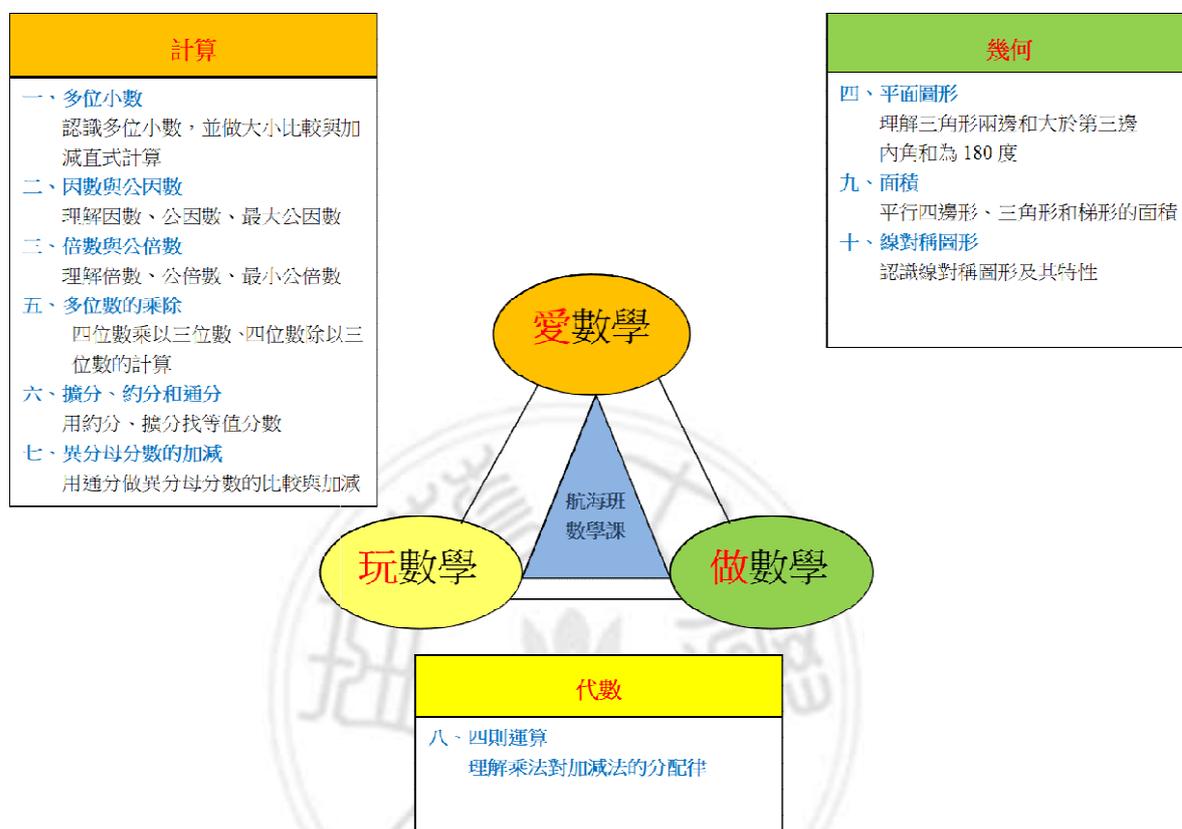


圖3- 4課程架構圖

資料來源：翰林版數學教師備課用書

(中間航海班數學課的鐵三角圖由研究者自行設計)

三、課程設計理念：

這是一套主題課程，學生在五、六年級兩年內要完成各個關卡，經由兩年的數學修練，成為身懷絕技的船員！五上的課程融合班級經營，第一單元融合多位小數和自我介紹、第二、三單元因數和倍數用活動來進行，讓學生從遊戲中更了解彼此。第四單元希望學生利用平面圖形的概念來設計自己的航海地圖，寫下未來的日子裡對自己的期望。第五、六、七、八單元則是透過練習，讓學生成為多位數乘除、分數及四則運算的精算師。第九單元則希望學生能利用面積的概念來設計自己的夢想島。第十單元則希望學生畫出代表自己的線對稱航海旗。

希望這套課程可以讓學生在有趣的活動中愛上數學，透過動手實作更了解數

學各單元。

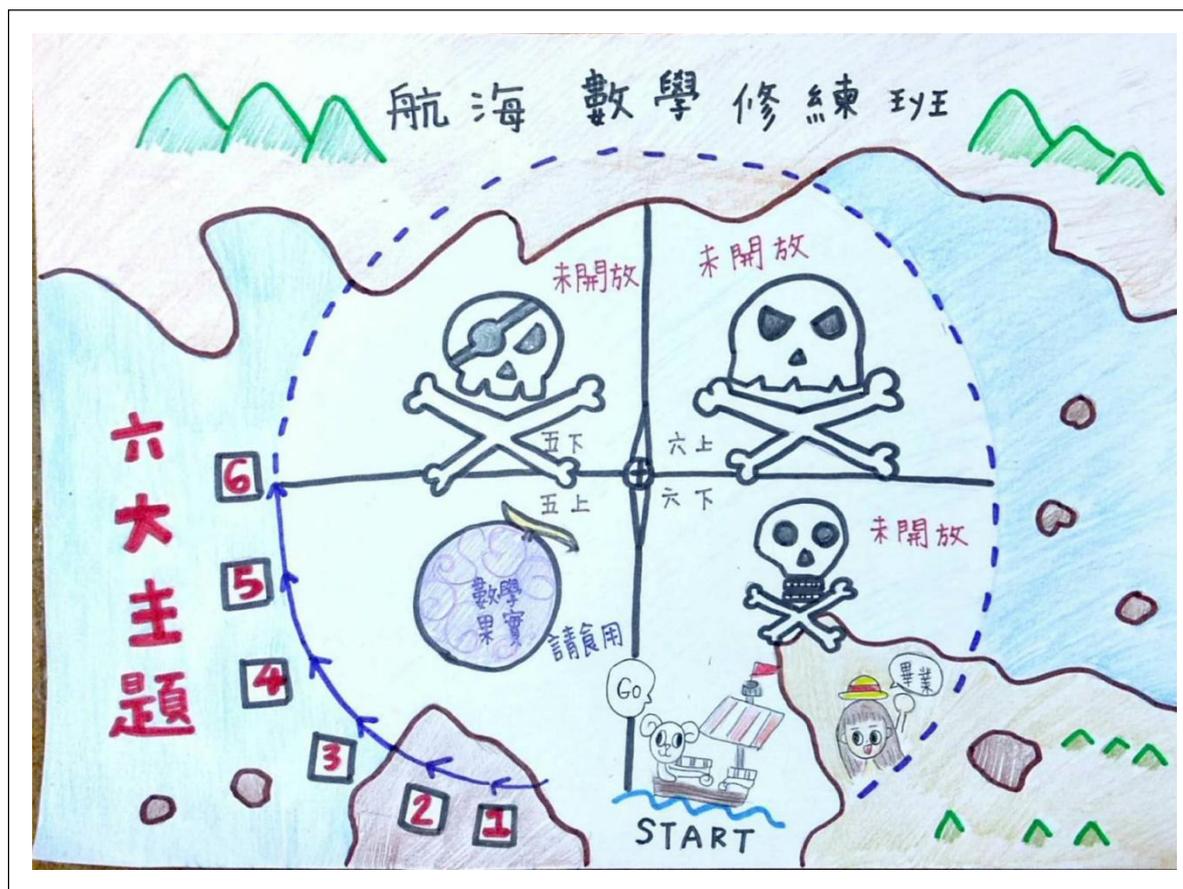


圖3- 5數學主題圖

資料來源：研究者自行設計及繪製

貳、課程計畫設計

研究者針對各單元設計了延伸活動，希望學生能跳脫課本內容，藉由多元方式來學習數學，以下是各單元的課程計畫的規劃，如表 3-3。

表3- 3各單元教學活動內容

單元關卡	教學活動內容
第一關：我的航海身分證 身為一位小船員，必須 要有一張專屬的自我	(活動一) 我是位值板小達人： 1.教師請學生拿出位值板，由老師出題，如十分位、百分位和千分位的題目，學生將聽到的題目寫在位

<p>介紹身分證，借由第一單元的課程內容，讓其他人更了解你的想法。</p>	<p>值板上，藉由練習達到熟練。</p> <p>2.換學生上臺出題目，同學們作答。</p> <p>(活動二) 小數密碼：</p> <p>教師給各組一包解密信件，請各組將小數的讀法寫出來，能夠全部破解的組別就獲勝。</p> <p>(活動三) 船員的航行里程數：</p> <p>1.學生設定自己的航海里程數是多少公尺。</p> <p>2.將公尺換算成公里。</p> <p>(活動四) 誰大誰小</p> <p>1.學生能夠和同組的學生比自己的航行里程數。</p> <p>2.說明如何判斷大小。</p> <p>(活動五) 最遙遠的距離</p> <p>學生兩兩一組，計算兩人里程數的距離差和總和</p> <p>(活動六) 我的lucky number</p> <p>1.每位學生會拿到一組幸運數字，分別是分數和小數。</p> <p>2.將這幾個數字畫在數線上。</p> <p>(活動七) 我的航海身分證</p> <p>請學生設計一張身分證，內容有：里程數和 lucky number 數線圖。</p>
<p>第二關：我的班級成員</p> <p>希望學生能藉由因數和倍數的遊戲，和同學們有更多的互動和認識。</p>	<p>(活動一) 因數你我他：</p> <p>教師抽出一個號碼球，如：28，請班上能夠整除28的號碼站起來，這些站起來的同學就是28的因數，再抽別的號碼，如：24，請24的因數號碼站起來，之後請站起來兩次的人舉手，他們就是28和24的公</p>

	<p>因數。玩幾輪以後請學生分享他們的發現，是誰每次都要站起來呢？</p> <p>（活動二）因數密碼：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 每位學生寫下自己號碼的因數。 2. 在學習單上填完全班同學號碼的因數。 3. 請每位學生揭曉自己的號碼有哪些因數。 4. 全班一起找出公因數。 <p>（活動三）倍數來報數：</p> <p>教師先簡單的帶學生玩報數的遊戲，先抽題目，如2的倍數，如果不是2的倍數的人就直接喊自己的號碼，座號是2的倍數的人則要用拍手的方式。接下來玩3的倍數、4的倍數...等慢慢增加難度。</p> <p>（活動四）倍數密碼：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 每位學生寫下自己號碼的倍數。（五個） 2. 在學習單上填完全班同學號碼的倍數。（各三個） 3. 請每位學生揭曉自己的號碼有哪些倍數。 4. 全班一起找出公倍數。
<p>第三關：航海地圖</p> <p>希望學生能藉由本單元學過的三角形、多邊形、扇形繪製自己專屬的地圖。</p>	<p>（活動一） 三角形建造師：</p> <p>教師準備三種不同長度和顏色的扣條，請各組動手操作，在什麼樣的情況下能組成一個三角形，各組的三角形有哪幾種，各組發現了什麼，把發現的內容寫在小白板上並上台發表。</p> <p>（活動二） 三角形掃描師：</p> <p>教師拿出各式各樣的三角形邊長表，請學生判斷每一組三角形的邊長是否能組成三角形。</p>

	<p>(活動三) 三角形解剖師：</p> <p>在進入課本課程前，教師發給各組一個三角形，請各組想辦法測出三個角度的總和，將討論好的做法記錄下來，上台報告。(用量角器測量、剪貼法……等)</p> <p>(活動四) 記憶拼圖：</p> <p>教師拿出各種正多邊形讓學生說出名稱、角度和特色。</p> <p>(活動五) 扇形 Yes or No：</p> <p>教師拿出各式各樣的圖形讓學生判斷是不是扇形，並說明是扇形和不是扇形的原因。</p> <p>(活動六) 我的航海地圖：</p> <p>請學生利用教過的三角形、多邊形及扇形的特性來設計自己的航海地圖，地圖上要用這些元素繪製，如：小島、建築物……等。</p>
<p>第四關：精算師養成班</p> <p>希望學生能藉由計算的方式熟練多位數的乘除、擴分及約分和通分、異分母分數的加減、四則運算，使自己成為名副其實的精算師。</p>	<p>(活動一) 我是多位數乘法快手：</p> <p>教師出多位數的乘法題目，請學生將答案寫在小白板上，請人上臺發表作法。</p> <p>(活動二) 我是多位數除法快手：</p> <p>教師出多位數的除法題目，請學生將答案寫在小白板上，注意商和餘數，請人上臺發表作法。</p> <p>(活動三) 色紙變變變：</p> <p>教師發給每位學生一張色紙，請學生對摺後一半著色，這代表$\frac{1}{2}$張，請學生再對摺，這樣代表$\frac{2}{4}$張，再繼續對摺後變成$\frac{4}{8}$張，但是色紙的大小有改變</p>

	<p>嗎？請各組討論並上台發表。</p> <p>(活動四) 分數大小眼：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.各組學生設計分數比大小的題目。 2.上臺揭示題目。 3.各組作答後抽籤上臺發表作法。 <p>(活動五) 分數大富翁：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.教師拿出數學大富翁題目單，每格都有分數。 2.請各組上臺抽牌（加法還是減法）。 3.請各組上臺擲骰子，從原點走到第幾格就是加（減）多少數，當場計算，臺下同學也一同計算在小白板上，由臺上組別揭曉答案。 4.總結分數和小組成績。 <p>(活動六)：四則運算快閃卡：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.教師從桶子裡抽出數字，接下來抽加減乘除卡。 2.學生將老師列出的題目計算在小白板上。 3.請學生上臺發表作法。
<p>第五關：心目中的夢想島</p> <p>希望學生能利用平行四邊形、三角形、梯形的面積公式計算自己的夢想島面積，做出夢想島的平面紙模型。</p>	<p>(活動一) 尋找平行四邊形裡的高先生：</p> <p>挑戰第一關：教師拿出多張平行四邊形的圖，上面有畫高，讓學生判斷高是否畫錯。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.教師拿出各式各樣的平行四邊形，請學生畫出平行四邊形的高。 2.計算平行四邊形的面積。 <p>(活動二) 尋找三角形裡的高先生：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.挑戰第二關：教師拿出多張三角形的圖，上面有畫高，讓學生判斷高是否畫錯。

	<p>2.教師拿出各式各樣的三角形，請學生畫出三角形的高。</p> <p>3.計算三角形的面積。</p> <p>(活動三) 尋找梯形裡的高先生：</p> <p>1.挑戰第三關：教師拿出多張梯形的圖，上面有畫高，讓學生判斷高是否畫錯。</p> <p>2.教師拿出各式各樣的梯形，請學生畫出梯形的高。</p> <p>3.計算梯形的面積。</p> <p>(活動四) 心目中的夢想島：</p> <p>1.學生能利用平行四邊形、三角形、梯形的面積公式計算自己的夢想島面積。</p> <p>2.做出夢想島的平面紙模型。</p>
<p>第六關：我的航海旗</p> <p>希望學生能藉由學過的線對稱圖形的知識，設計代表自己的個人專屬航海旗。</p>	<p>(活動一) 線對稱對對碰：</p> <p>1.教師拿出圖卡，讓學生判斷是否為線對稱圖形。</p> <p>2.如果是線對稱圖形則請學生雙手放頭上比圈，如果不是則比叉。</p> <p>3.請學生發表為何是線對稱圖形與不是線對稱圖形的原因。</p> <p>4.如果是線對稱圖形，請找出對稱點、對稱角和對稱邊。</p> <p>(活動二) 我的航海旗：</p> <p>1.請學生設計各組專屬的航海旗。</p> <p>2.請學生設計線對稱的圖形。</p> <p>3.繪製航海旗。</p> <p>4.上臺發表。</p>

	5.航海旗展示。
--	----------

資料來源：研究者自行編製與設計

以上的課程計畫設計為研究者於期初時所規劃，但在實際教學時，還是會視當時學生的學習狀況、教學進度……等因素作適當的調整，很有可能會更改活動的內容。研究者認為並不一定要完全遵照計畫進行教學，還是可以有彈性，因為計畫是在教學前設計，並無法預測學生實際在課堂上的所有狀況，所以視狀況做調整，對學生的學習應該會有幫助。



第四章 教學實施與成果

本研究是以行動研究法進行，研究者平日即觀察學生的學習狀況。研究者將創客精神融入數學領域教學中，以多元策略進行教學，紀錄並分析教學。本章分為三個部分，第一節探討創客精神融入數學領域之成果；第二節探討多元策略融入數學領域之影響；第三節探討教師對教學省思及專業成長之看法，以下分述說明：

第一節 創客精神融入數學領域之成果

創客教育是目前很熱門的教學方式，希望學生透過動手做去學數學。張玉山（2016）認為從產出品來看，創客所自造（製造）的作品，有些是純粹創作，是基於興趣或好玩，經過創意發想，再製作出來的。研究者以往在進行數學課時雖會用生動有趣的方式進行教學，但還是很難跳脫課本的框架，容易侷限在課本的內容設計及教學順序裡。研究者任教高年級已經邁入第七個年頭，希望自己在教數學上能有所突破，便決定從自身開始投入創客教育中。先改變自己，才能夠去改變學生，因此我在撰寫課程計畫上試著設計能讓學生能主動思考、發揮創意並動手做的數學活動，以下針對學生在創客數學中的表現做說明：

壹、運用合作學習的方式讓學生討論及動手寫下他們所創造出來有意義的答案

動手做不是侷限在作品上，研究者認為讓學生能思考數學題目，藉由和同儕討論，並在數學板上書寫下討論的內容，也算是動手產出共同的想法。研究者將學生藉由討論產出答案的歷程分為三個階段，如表4-1：

表4- 1學生藉由合作學習發表之歷程

名稱	發展歷程內容
初始期	<p>學生從四年級升上五年級遇到分班的狀況，彼此之間雖然以前曾經同班過，但是經過成員重組後，彼此的默契還不夠，便遇到幾項問題：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.由學習成就高的學生領導討論，學習低成就的孩子變成課堂的客人，選擇沉默不語。 2.學生習慣個人直接計算課本裡的題目，對他們來說要把數學說出來是很不容易的事情，明明就知道怎麼算，卻無法說出來，彷彿是遇到舌尖現象一般。 3.上臺發表的人員較為固定，安靜的人因害羞而不敢發表，活潑大膽的學生則是太常發表。 4.學生在發表時很多組別會直接將答案念過去，卻沒有用口語方式去說明如何解題。
醞釀期	<ol style="list-style-type: none"> 1.教師開始在平時課堂中先進行個別的訓練，給學生個別上臺解題的機會，讓他們了解數學不是只會算就好，也不是直接念答案就好而是要試著用自己的話說出算法。 2.增加小組合作學習的機會，請學生分配工作，有人負責書寫，有人負責上臺解說，但全組要一起討論及上臺，每次輪流做不同的工作。
穩定期	<ol style="list-style-type: none"> 1.學生經過一學期，已經了解及熟練討論的模式。 2.當教師教學切換成討論模式時，學生會自動討論並進行工作分配，落實合作學習模式。 3.班級即使進行重新分組，但學生還是能夠順暢地進行討論，學生能夠站上臺侃侃而談，不會只是把討論出的結果唸出來而已，而是可以說出組內成員的做法是什麼。

資料來源：由研究者自行整理

以下是學生進行合作學習時的現場照片(圖4-1至圖4-6)，學生得知題目後，會先思考題目的意涵，經過腦力激盪後能夠流暢的進行討論。在討論的過程中可以移動位置方便溝通和分享想法，並將結果寫在數學板上，整組一同上臺發表，發揮團隊合作的精神，而臺下的觀眾也會回以熱情的掌聲。如果遇到臺上的組別討論的內容有誤時，臺下學生會進行意見交流，臺上、臺下一同解出答案，而不會有嬉鬧、取笑的情況發生。



圖4- 1小組思考題目意涵



圖4- 2小組分工合作思考答案



圖4- 3全班討論熱絡



圖4- 4全班討論情形



圖4- 5全組上臺分享成果



圖4- 6臺下觀眾給予回饋和掌聲

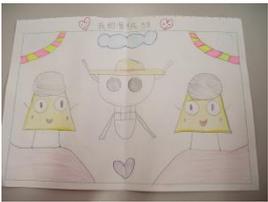
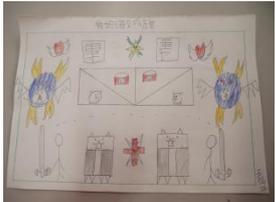
貳、藉由團隊合作創作作品

研究者進行到最後一單元線對稱圖形的課程時，帶著學生進行摺紙及剪紙，動手摺出線對稱圖形，並利用對稱原理剪出國字，學生也了解原來學數學可以那麼生活化。除此之外，研究者讓各組設計出代表小組的航海旗，要將線對稱的原理運用在其中，這面旗幟也要融入小組的特色。學生的創意讓研究者大開眼界，每一組都有不同的特色，仔細觀察他們的作品，還真的到處都有對稱，將對稱的點、邊呈現出來，讓研究者不禁佩服他們的想像力。也讓研究者驗證了線對稱這

個單元可以進行此活動，學生真的能夠將研究者設計的活動表現出來。學生在討論的過程中，雖然成員間會有不同的想法，對於主題的設定起先可能沒有達成共識，但經過老師的開導及協助下，各組都成功地完成代表各組的線對稱航海旗。

以下為表4-2：

表4-2各組航海旗之成果

第一組	第二組	第三組
		
海賊阿丁團	七彩夢幻熊	怪物總動員
第四組	第五組	
		
雙頭龍特攻隊	暗黑神怪團	

資料來源：研究者自行整理

研究者訪問全班學生，在本學期中進行六大主題活動中，學生對哪個活動最有興趣。以下是學生的回答，認為第十單元線對稱圖形這單元的活動最令人喜愛的回饋如下：

我最喜歡第十單元線對稱圖形，因為我們有玩剪紙。因為我覺得這個單元很簡單，而且計算的部分非常少，可以直接判斷出來，所以我對這單元很有興趣。(S02)

我最喜歡第十單元線對稱圖形，因為簡單有趣，不僅有活動，還有小組競賽。(S05)

我覺得第十單元線對稱圖形最好玩，因為我很喜歡老師設計的遊戲—我的航海旗。遊戲可以讓我對線對稱圖形的原理更加深刻。（S12）

我最喜歡第十單元線對稱圖形，因為可以玩附件和玩剪紙，還可以設計自己的航海旗，這單元不用一直計算，這是唯一不用計算的單元，我發現圖形類的單元比較可以動手操作，從動手操作中讓我更了解這個單元的內容，我也可以理解圖形的特性，讓我更加深印象，如果只有單純上課本的內容，我覺得我也很容易忘記。（S21）

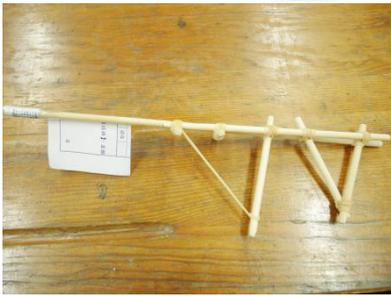
研究者發現喜歡此單元的學生，從 S02 和 S21 的回答中，可以看出他們是因為線對稱圖形中的題目不用計算，因而喜歡此單元。因為此單元大多是判斷的題目，只要觀念清楚就很容易作答。而從學生的回答中可以看出他們對剪紙和設計航海旗有高度的興趣，也認為這樣的教學方式對他們學習有幫助。

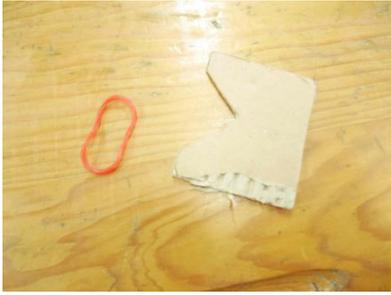
參、獨特的個人創客創作

黃國明和賴維祥（2016）認為，綜觀世界各國在國小階段皆已開始推行創客教育，教學內容則主要以S.T.E.A.M實作活動為主，在綜合活動或藝術課程中，融入科學、科技、工程、藝術美感設計和數學概念，以木材、塑膠瓦楞板和珍珠板等，設計製作彈力車或凸輪玩具。

研究者十分贊同黃國明和賴維祥的看法，研究者發現現在大多國小推行的創客教育以科學及藝術為主要發展的項目，但是以數學為主題的例子較少。研究者在開學初調查學生對數學的看法時，發現學生對面積這單元較為排斥。基於這個因素，加上學生對玩具很有興趣，教師決定讓學生動手做玩具，並融入面積的概念，以下是學生的作品，如表4-3。

表4- 3創意玩具之介紹

編號	作品名稱	作品照片	材料	介紹
S01	瘋瘋車	 <p>計算的面積位置：後輪藍色圓形。 $1.5 \times 1.5 \times 3.14 = 7.065$ (平方公分)</p>	寶特瓶、瓶蓋、竹筷、橡皮筋、吸管。	它可以用風來帶動車子。在竹筷子上綁橡皮筋，旋轉後面的風車，放手時車子就會自己向前進了。 * 因為此生的作品可計算面積部分是圓形。六年級才會學到圓面積的計算，教師先私下教導此生計算圓面積：半徑 \times 半徑 $\times 3.14$ 。
S02	彈「豬」臺	 <p>計算的面積位置：箱子內左下凹進去的正方形。 $2 \times 2 = 4$ (平方公分)</p>	紙箱、紙片、吸管、彈珠。	因為該生喜歡看人家玩彈珠臺，因此動手做了一臺。玩法是將彈珠彈起後看會落入哪一個凹進去的正方形內，再計算得分。
S03	槍槍命中	 <p>計算的面積位置：右下的三角形。 $4.5 \times 5 \times 0.5 = 11.25$ (平方公分)</p>	竹筷、橡皮筋	玩法是把一條橡皮筋從竹槍的前面拉動。

S04	彈力飛鏢	 <p>計算的面積位置：紙板。 $5.5 \times 5 = 27.5$ $4 \times 2 \times 0.5 = 4$ $27.5 - 4 = 23.5$ (平方公分)</p>	紙板、橡皮筋	<p>該生因為看到哥哥在玩飛鏢，所以就想到可以做這個玩具，玩法是把橡皮筋套在紙板的三角形位置，將紙板往後拉，再放開。</p> <p>原本以為此生會從中間切成兩個梯形來計算面積，但他選擇用填補法，用大的長方形減掉三角形。</p>
S05	沒有扭蛋機	 <p>計算的面積位置：透明塑膠片（平行四邊形）。 $12 \times 35 \times 0.5 = 210$ (平方公分)</p>	紙箱、書面紙、透明塑膠片、寶特瓶	<p>內部會建造可旋轉的紙板，寶特瓶旋轉時東西就會從洞口掉出來。</p>
S06	飲料販賣機	 <p>計算的面積位置：後面背部長方形。 $32 \times 24 = 768$ (平方公分)</p>	紙盒、飲料盒	<p>該生原本的是設計是希望按下按鈕飲料盒子就可以掉下來，但是外盒滿脆弱，很容易解體，教師建議他要將外盒黏牢。</p>

S07	DIY 扭蛋機	 <p>計算的面積位置：上面長方形。 $33 \times 15 = 495$（平方公分）</p>	紙箱、書面紙、寶特瓶	<p>該生製作扭蛋機是因為對這有興趣，並認為動手做扭蛋機滿好玩的。此生提供的製作步驟：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.找一個不要的紙箱。 2.切一個佔1/4大小的洞口。 3.做一個長5公分的紙板。 4.把一個大約30公分的寶特瓶切出大約占一半的小洞。 5.切一個小正方形，並把瓶子放入。 6.切一個可以放得下扭蛋的正方形。
S08	順風耳	 <p>計算的面積位置：一個紙杯上方圓形面積。 $3.5 \times 3.5 \times 3.14 = 38.465$（平方公分）</p>	紙杯、棉線	<p>該生利用兩個紙杯穿線製作傳聲工具，但是還沒交到圓面積，由導師先教他如何計算。</p>
S09	超級神之骰	 <p>計算的面積位置：骰子其中一面的面積。 $6 \times 6 = 36$（平方公分）</p>	色紙、奇異筆	<p>該生製作的骰子很特別，他是用色紙摺出來的，色紙本身很軟，需要極大的耐心和技巧才能製作完成。此骰子可以拿來作為下學期進行表面積教學時的計算的示範物。</p>

S10	沙包王	 <p>計算的面積位置：一個鐵罐上方的圓面積。 $3 \times 3 \times 3.14 = 28.26$ (平方公分)</p>	鐵罐、書面紙、紗布、米	該生覺得丟沙包是很刺激又好玩的遊戲，但是要計算的面積是圓形，導師也是先教導她如何計算圓面積。
S11	紙鶴池	 <p>計算的面積位置：紙盒內部正方形面積。 $13 \times 13 = 169$ (平方公分)</p>	竹筷、繩子、白紙、色紙、迴紋針	該生因為看到家裡有竹筷和繩子，就將他們結合成釣魚竿，來釣漂亮的紙鶴。
S12	瘋狂機器人	 <p>計算的面積位置：前面透明梯形板子。 $(5+16) \times 24 \times 0.5 = 252$ (平方公分)</p>	紙箱、書面紙、透明板子、寶特瓶	轉動手把，扭蛋就會跑出來。該生認為最神奇的部分就是在設計和製作手把的機關，居然能利用寶特瓶的轉動讓球掉下。

S13	扭蛋機	 <p>計算的面積位置：後面梯形板子。 $(3+9) \times 8 \times 0.5 = 48$ (平方公分)</p>	紙箱、扭蛋殼	<p>因為此生時常可以看到有扭蛋機，扭蛋很多元。此生的扭蛋機的玩法是：</p> <p>我的扭蛋機可以投錢，投錢進去後，轉瓶子就會有扭蛋跑出來。</p>
S14	骰箱	 <p>計算的面積位置：其中某一面的正方形面積。 $11 \times 11 = 121$ (平方公分)</p>	紙箱	<p>此生製作了六面的正方體骰子，雖然還不夠精準，但是已經能將立體形體製作出來。此骰子在五年級下學期的表面積單元可以派上用場。</p>
S15	幸運彈珠臺	 <p>計算的面積位置：後面長方形板子。 $30 \times 25 = 750$ (平方公分)</p>	紙箱、竹筷、橡皮筋	<p>因為此生很喜歡玩彈珠臺，藉由這次可以做創意玩具的機會，做一個專屬於自己的彈珠臺。玩法是：拉拉桿，彈珠會滾到洞裡。轉旁邊的圓圈，彈珠就會掉到下面。</p>

S16	神氣糖果機	 <p>計算的面積位置：上面的長方形面積。 $8 \times 3 = 24$ (平方公分)</p>	PP板、塑膠繩、貼紙、糖果。	該生是用不同的長方形和正方形拼成這臺糖果機，只要按壓中間三個小長方形按鈕，糖果就會掉下來。
S17	踩踩黑塊	 <p>計算的面積位置：中間籬空長方形。 $19 \times 9 = 171$ (平方公分)</p>	紙箱、木片、橡皮筋	該生說因為手機上也有類似的遊戲，她希望大家不要一直盯著3C產品，所以就設計這個玩具。這不但對眼睛好，還可以和朋友一起體驗玩此遊戲的樂趣。玩法是轉動右上方的握把，讓方塊移動。看到方塊在哪裡就按哪個鍵，可以和朋友比賽誰的分數高。
S18	幸運抽抽樂	 <p>計算的面積位置：外盒頂端的長方形。 $31 \times 29 = 899$ (平方公分)</p>	喜餅禮盒、貼紙	該生利用回收的喜餅禮盒製作一個有趣的驚喜，每個抽抽樂裡頭放置小玩具或是一些糖果。此遊戲的玩法是該生是關主，對手只要連續猜拳贏關主，即可戳一個洞。

S19	有誰投到我	 <p>計算的面積位置：後面長方形紙。 $32 \times 22 = 704$ (平方公分)</p>	紙箱、貼紙	該生設計的套圈圈有別於傳統的形式，此款套圈圈呈現垂直立起來的方式，圈圈不大，因此很有挑戰性。
S20	慢速心臟病	 <p>計算的面積位置：側面梯形。 $(3+8) \times 33 \times 0.5 = 181.5$ (平方公分)</p>	木板、鐵釘、彈珠、彈簧	該生說明此彈珠臺的玩法是：用彈簧讓手把有彈射的功能，可讓珠子在檯面上滾動。拉動手把讓珠子滾動到分數上。
S21	糖果屋	 <p>計算的面積位置：頂端長方形。 $13 \times 23 = 299$ (平方公分)</p>	鞋盒、糖果	該生利用紙盒製作抽抽樂，裡頭都是糖果。

資料來源：研究者自行整理

研究者當初設計這個活動，就是希望學生能夠從玩中動手做落實面積的原理，在生活中讓學生知道面積和生活並沒有脫節。生活中是處處都有數學，學生製作出來作品大部分都令人驚豔，看得出來他們有絞盡腦汁去設計專屬的創意玩具。

以下針對學生作品的類型、面積融入作品的效果、學生對此課程的回饋做說明：

一、學生作品的類型：

從玩具中可以看出創作者個性，有些學生將機關設計得很精細。這需要花時間思考機關如何製作，需要運用科學的原理，更需要極大的耐心。有些學生則是發揮創意，創作出較少人嘗試的作品。也有學生的作品是刺激類的玩具，深獲同學喜愛，有部分學生則是走簡約路線，作品的設計較為簡單。但不管是哪一類的主題，班上學生都親自動手做出頗富創客精神的作品。研究者將學生作品分為四大類：

(一)大型精緻類：

1.扭蛋機：

S05、S07、S12和S13都選擇製作扭蛋機，其原理不只要運用到數學，也和科學做連結，學生自發性查詢製作過程，雖然主題相同，但是每個學生做出來的作品卻不盡相同，彼此之間還會互相交流如何製作。

2.彈珠臺：

S02、S15和S20製作彈珠臺，不但外型設計精美，製作出來的彈珠臺堅固。學生有算準行徑的距離，才不會讓彈珠卡住。其中S02對數學很沒有信心，在書寫作業和考試上的動機不高，但這次在創作玩具上卻很投入，研究者發現跳脫課本的計算和內容時，似乎能提高該生的學習動機。

班上製作較大型複雜的玩具共有七位學生，也就是相當班級三分之一的人數。代表班上大部分學生願意嘗試做有挑戰性的玩具。

(二)創意無窮類：

班上大部分的學生製作扭蛋機和彈珠臺，作品雖然精緻，但主題容易和其他人重複。有些學生選擇製作頗富獨創性的主題，以下分述說明：

1.動力車：

S01用寶特瓶和橡皮筋製作動力車，運用轉動背後的螺旋槳來使車子前進，

班上只有他製作這項玩具。

2. 骰子：

S09和S14都做骰子，但是使用的材料卻不同。S09運用色紙摺出正方體，當他拿出紙骰子時，全班驚呼連連，這必須要有一定的空間感，也要有一雙巧手和耐心來完成作品。S14則是用紙箱的材料來製作骰子，各個面是用膠帶黏貼來呈現立體的形體，但較為特別的是骰子的點數也是以立體方式呈現。因為五年級下學期會學到表面積的計算，他們做的正方體剛好可以派上用場，作為上課的輔具。

3. 方塊遊戲機：

S17將手機裡的遊戲立體化，因為有鑑於現代人花太多時間玩手機裡的遊戲，加上學校不斷宣導視力保健，使該生想要將手機裡的遊戲製作成實體來玩。研究者很肯定該生的想法，該生發揮創意，花了不少時間研究和製作。運用卷軸的原理並加上木片，可以一邊拉卷軸、一邊壓木片，將原本虛擬遊戲實體化，這是很創新的想法和做法。

4. 神氣糖果機：

S16利用PP板製作成糖果機，打開機器內的設計也頗為複雜，此機器外面中間有三個按鈕，按下去糖果就會掉下來，類似販賣機的概念。

(三)有趣好玩類：

製作此類玩具的學生本身就喜歡有趣的活動，選了夜市常出現的遊戲來當作作品主題，以下分述說明：

1. 丟沙包：

S10蒐集幾個鐵罐後，在外面貼上書面紙做造型，並用透明布包米。當同學看到該生的作品時，玩得愛不釋手。

2. 套圈圈：

S19設計的套圈圈和外面平放在地的方式不同，此款套圈圈是利用垂直的板子玩，必須將圈圈套入直立式的凸出物上才算過關，是極為有難度的遊戲。該生

算是學習動機和成就較為薄弱的學生，但在創意玩具的設計上卻有獨特的想法，並能夠盡心完成，很值得鼓勵和肯定。

(四)輕巧簡約類：

班上有部分學生創作的作品較為小型，或是材料較為簡約，多半沒有再另外設計外觀，而是直接創作，以下分述說明：

1.竹槍：

S03說明因為手邊沒有其他材料，所以直接用竹筷進行創作，該生平時做事情較不積極，也比較沒有做深入思考。研究者有多鼓勵該生，提醒該生做事情不要怕困難，可以勇於嘗試並接受挑戰。

2.彈力飛鏢：

S04在班上的學業成績中等，也是個盡心盡力的孩子，但是這次的作品太過於簡單。研究者發現該生在讀書方面是認真的學生，但是在創造力方面還需要加強。

3.飲料販賣機：

S06的創作想法是希望按壓按鈕時，飲料紙盒會掉下來但是實際創作時，外觀黏不夠牢固，紙箱容易裂開，經研究者指導後外觀有較為牢固了。

4.傳聲筒：

S08利用紙杯和棉線製作傳聲筒，材料太過簡單，也沒有花太多時間製作。

5.釣魚：

S11設計釣魚的遊戲雖然魚製作得很精美，但是外面的容器是用紙摺成紙盒，這部分可以改成更堅固的材料製作。

6.抽抽樂：

S18和S21都是以抽抽樂為主題，S18是用喜餅盒來製作抽抽樂，有做設計和包裝。S21是用鞋盒製作，但卻沒有另外美化鞋盒，該生在學習數學的動機也較為低落，研究者會多鼓勵該生，並激發該生學習的動力。

綜上所述，班上有三分之一的學生嘗試做較為複雜的玩具，有三分之一的學

生選擇較為獨特的主題，有三分之一的學生在創作及動機上還需要努力。但經由這個活動，讓學生能夠體驗創客精神，自己選擇主題後進行構思和創作。

研究者起初在介紹這個活動時，並沒有規定學生創作的條件，導致學生的作品呈現有精緻也有簡約。下次如果要再進行類似的活動時，可以將條件訂得更詳細，學生也比較有創作的方向。學生的作品有符合創客的精神，研究者認為學生有無限潛能，藉由手作讓他們激發創意，對面積不會感到排斥。

二、面積融入作品的效果：

研究生發現藉由做玩具讓學生實際應用面積，對學生來說是新的體驗，學生很驚訝，原來可以這樣進行數學課。學生發現原來日常生活中，許多用具、物品或是玩具都有數學面積原理在裡頭。但是研究者也發現一些問題，這一單元是教平行四邊形、三角形和梯形的面積。但有不少學生計算長方形和正方形的面積，雖然學生還是有複習到以前教的公式，但可能符合目前教的單元內容會更好。還有學生創作的玩具是利用到圓形，但圓形面積公式是到六年級才會教到，研究者藉此先教導學生圓面積怎麼計算，讓學生先預習未來的課程。研究者在一開始並沒有限制他們創作的形狀，因為擔心他們的創意被侷限，而更不喜歡計算面積。研究者可以引導學生往此單元所教的內容去進行玩具設計，但大體來說，製作創意玩具能讓學生動手玩數學，並從中研究數學，讓學生更了解面積公式的運用，而不是只是紙本練習。

三、學生對此課程的回饋：

研究者訪問學生最喜歡哪個單元的活動，以下是學生針對面積這單元的回答：

我喜歡第九單元面積，因為做創意玩具非常有趣，也因此讓我們學到怎麼利用數學原理做玩具。因為我有利用面積原理實際動手做創意玩具，所以當我寫到面積的題目時，我就很清楚怎麼計算了。（S01）

我覺得第九單元面積最好玩，因為有創意玩具能將面積的原理動手做出來，

我覺得很神奇，所以我覺得這單元最好玩。(S04)

我喜歡第九單元面積，因為創意玩具可以讓我們動手做，而且看到其他人的作品，我覺得很厲害。我覺得計算實際玩具的面積比較有趣，如果只計算課本的題目讓我會想睡覺，但是動手做會讓我精神百倍！(S06)

我覺得最好玩的單元是第九單元面積，因為我很喜歡算面積，好玩又簡單。我本身平時就會下載和面積相關的遊戲，例如解謎遊戲，我會找方法練習數學。老師讓我們做創意玩具，我做扭蛋機我把每一個面的面積算出來，其實就已經在算表面積了。我認為這樣的作業對我的數學有幫助，因為可從製作的過程中實際去計算面積。(S07)

我喜歡第九單元面積，比較簡單而且不容易算錯，而且活動很有趣。(S09)

我喜歡第九單元面積，因為我從來沒有玩過這一類的遊戲，而且我也非常喜歡動手做玩具。藉由這個動手做的活動，讓我更了解面積公式怎麼運用。(S11)

我喜歡第九單元面積，因為老師讓我們自己DIY動手做面積的玩具，所以讓我永生難忘。(S16)

我喜歡第九單元面積，因為老師要我們做創意玩具，在算出某一部分的面積。因為老師讓我們可以實際動手算面積，而不是只是計算課本裡面的題目。(S18)

我喜歡第九單元面積，因為可以讓大腦思考，知道製作玩具的原理，可以運用數學，真是一舉兩得！我覺得可以動手做作品很好，讓我覺得那個單元變得很有創意，對我學數學很有幫助，讓我可以實際計算那個物體的實際的面積，而不是只是計算課本裡面的題目。(S20)

從學生的回答中，可以看出他們喜歡動手做玩具，也認為藉由這樣的活動可以讓他們不用背公式就能了解面積怎麼計算。這樣的結果很符合創客精神，讓學生藉由動手做，從做中學，能夠從創作中學數學。S06、S18和S20提到從創作玩具中學面積很好，因為不是只侷限在紙上計算面積。在開學初調查中，有幾位學生很明確地說出不喜歡計算面積，由此可見，學生之前不喜歡算面積是因為都是計算紙上的題目。研究者認為只讓學生計算課本內的題目，可能會和生活脫節，

學生會不清楚為何要學各種面積公式。但是藉由製作創意玩具的活動，會讓他們體會原來在生活周遭到處都是面積公式的運用。從學生的回饋中，研究者發現共有九位學生，也就是班上超過半數的學生，認為第九單元面積是他們最喜歡的單元，研究者認為所設計的活動是成功的。

第二節 多元策略融入數學領域之影響

研究者認為教學的方式不應該單一化，而是要依照各單元的屬性去設計不同的教學活動。研究者將多元策略融入在數學領域內，以下就各種策略做說明：

壹、多元策略融入數學領域的種類

一、個別實作：

李源順（2017）認為個別實作就是老師在教學過程中，利用讓班上的每個學生獨自操作教具、獨自解題等方式進行教學。研究者在教學中讓學生有很多時間可以親自操作各種學具和數學附件。因為研究者認為與其是教師在臺上操作給全班看，倒不如由學生親自從操作中去了解各單元的原理。舉例來說，當第四單元中有談到三角形三條邊的關係，研究者讓學生拿課本附件中的各種長度的邊去進行比較和歸納，到底怎樣的組合是符合三角形邊長的原理。研究者發現學生經由實際操作，在寫到這部分的習題時錯誤率極低，代表經由動手實際操作加深他們的印象，並真的了解三角形兩邊和大於第三邊的定理（如圖 4-7、圖 4-8、圖 4-9）。此外，當學生在忙著各自研究和觀察時，研究者便進行行間巡視，了解每個學生的狀況。當發現有需要協助的學生時，研究者會以提問的方式詢問該生，而不會直接給他答案，目的就是要激發學生的思考，並自己想辦法解決問題。



圖4- 7操作扣條(一)



圖4- 8操作扣條(二)



圖4- 9操作扣條(三)

二、全班溝通討論：

李源順（2017）全班溝通討論是老師在班上讓一位學童發表他的想法，全班其他學童一起聽的方式。它的優點是全班都聚焦在同一件事情上，缺點是同一時間，只有一位同學發表而已。研究者在課堂上會讓學生有許多溝通討論的機會，為了避免都是讓喜愛回答的學生發表，研究者會讓全班的學生都有機會上臺說出自己的想法。開學初有些學生站上臺時感到不自在，或是說不出話來，研究者不斷地給予鼓勵和肯定，並在給予練習的機會。讓學生了解，上臺發表做法和想法不要只著眼在答案對還是錯上面，更重要的是將自己心中的想法分享給大家。即使錯了也不會怎麼樣，我們一起共同解決這個問題就好。學生了解研究者的想法後上臺發表變得沒有壓力，也更願意分享自己的做法和想法。久而久之，對他們來說，上臺是溝通討論的一部分，是很稀鬆平常的事情，在這樣的氛圍下便達到討論的效果。臺下的學生也不會因為臺上說錯內容而取笑別人，反而是用正面態度一同想出更好的做法，研究者看到孩子們的轉變很替他們感到開心，代表他們的態度更加成熟了。

三、小組合作學習：

李源順（2017）認為小組合作學習是指老師將全班學童分組，讓每一組的同學共同討論、合作、實作來學習。它的優點是同一時間可以讓比較多的學童勇於溝通表達，大家培養更好的情誼，瞭解共同合作比一個人獨立思考來得有效。它的缺點是可能產生領導者，永遠獨占學習的機會，學習不佳的學童無法融入小組，獨自在旁邊玩。

研究者發現運用小組合作教學進行數學課，師生的互動變多學生之間的交

流，也增加大家的感情也越來越深厚，會懂得互相幫忙。研究者也擔心小組內會有領導者搶著得到主導權，容易陷入一人解題的窘境。而剛開始分組時的確會有這樣的狀況，而低成就的學生就容易淪落為小組內的客人。研究者的做法是讓每位學生在組內輪流擔任不同的角色，都要參與討論但有人負責當主持人、有人是紀錄、人要上臺報告，藉由每次輪動讓每位學生都有機會做不同的事情，較不會有霸佔學習的機會。此外，研究者給予小組獎勵，如果能夠提升組內學習動機和成就較低落的學生，那小組能夠加團結合作的分數，學生產生榮譽感和認同感，彼此之間都會成長。



四、數學遊戲教學：

饒見維（1996）認為數學遊戲教學乃是把數學領域的教學活動變成遊戲活動的教學，教師有計畫的安排遊戲讓學生能從中獲得數學知識，進而達成特定的教學目標，而以遊戲的形式來達成特定的教學目標，才稱之為數學遊戲教學。

研究者認為藉由數學遊戲來進行教學，不僅是讓課程變得更生動有趣，亦讓學生能夠更投入在課堂中，學生也會期待下一次的課程，有了期待感是他們學習的助力。研究者將數學內容融入遊戲，使得課程更加生活化，藉由遊戲來解決各種問題。學生能利用所學的數學概念來讓自己從遊戲中獲勝或是得到收穫，研究者也可以及時給予回饋，更了解學生的學習狀況。從遊戲中也可以幫助低成就孩子找回信心和學習數學的動力，看到學生們的笑容，研究者認為讓學生進行遊戲，讓他們更能有效率地把數學學好。以下是研究者設計的各種遊戲教學，分述說明：

(一) 我的航海身分證：

研究者以學習單的方式讓學生進行活動，學習單上設計了一連串的問題，學生兩兩一組互相合作。研究者將第一單元的內容變成五個關卡，以下分別說明：

1.第一關－我是位值版達人：

學生要自己設計一個五位小數，複習多位小數的概念。

2.第二關－我的里程數：

學生將設計出來的小數單位從公尺轉變為公里，這部分是考驗學生是否會轉換單位。

3.第三關－誰大誰小：

就是要兩兩互動了，相鄰兩位學生互相比較誰的里程數的值比較大，進行比大小的活動。

4.第四關－我們的差距：

第三關已經比較了大小，接下來請計算出來兩個人的里程數的總和和差距各是多少。

5.第五關－多位小數的數線圖：

請為對方設計幾個小數題目，讓夥伴能夠在數線上畫出來。

簡單的幾個關卡能夠讓學生對這一單元的印象更深刻，藉由實際操作更熟練技巧。班上學生在進行活動時互動熱絡，有投入在活動中。

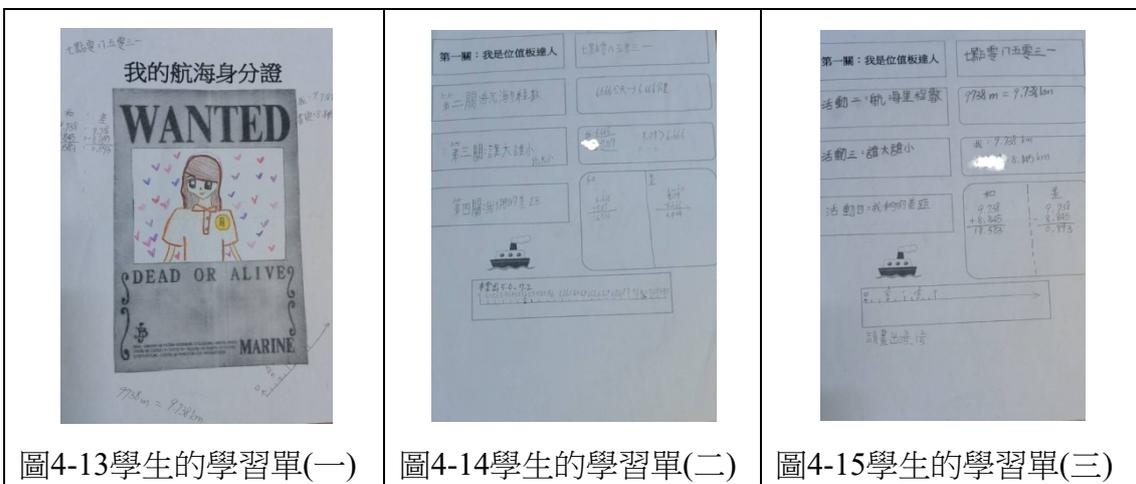


圖4-13學生的學習單(一)

圖4-14學生的學習單(二)

圖4-15學生的學習單(三)

(二) 因（倍）數心臟病：

研究者利用撲克牌來進行因倍數的活動，以各組為單位進行玩法如下：

1. 每一次派一位學生抽數字牌一位同學當發牌員。
2. 抽到哪個數字，當出現這個數字的因（倍）數時要趕快拍卡片。
3. 最慢拍牌的學生要把牌拿回去，最後看誰手上的牌最少的是贏家。
4. 各組的贏家再出來進行總冠軍賽。

學生經過幾輪的廝殺後，對於找因數和找倍數更為熟練，反應也越來越快。本來有不少學生是很害怕這兩個單元，對於找因數是感到頭痛的，但是經過活動後他們對因數和倍數改觀。以下是學生進行活動的照片：



研究者在進行訪談時問學生最喜歡哪個單元的活動，有不少學生提到他們最喜歡第二和三單元，就是因數與倍數，以下是學生訪談的回答：

我最喜歡第二、三單元因數與倍數，超好玩，老師讓我們玩桌遊，讓我玩得很開心又刺激。（S03）

我最喜歡第二、三單元因數與倍數，因為這個遊戲是大家一起玩桌遊心臟病，讓我覺得非常好玩。藉由玩桌遊的方式讓我能夠更快找到因數和倍數，會對兩者感到熟悉。因為這個遊戲是大家一起玩桌遊心臟病，讓我覺得非常好玩。藉由玩桌遊的方式讓我能夠更快找到因數和倍數，會對這兩者感到熟悉。（S08）

二、三單元因數與倍數比較好玩，找因數時，當數字比較小時，找因數就很簡單。（S13）

我最喜歡二、三單元因數與倍數，因倍密碼很好玩，雖然最後大PK時我還

是輸了，但至少贏了一些人。藉由玩因數心臟病的方式，我實際了解因數的應用，我也很喜歡這樣的上課方式。(S14)

二、三單元因數與倍數最好玩，因為我很喜歡桌遊，所以我很喜歡。(S15)

二、三單元因數與倍數最好玩，因為可以和班上同學互動，一起玩桌遊，我覺得很有趣。(S17)

二、三單元因數與倍數，因為老師給我們玩桌遊，我很喜歡玩桌遊。我從撲克牌的遊戲中真的有找出因數和倍數，但我覺得找倍數比較簡單，找因數比較難，有時候會少找。(S19)

研究者發現班上有三分之一的學生喜歡此活動，學生也清楚的說出這活動帶給他們什麼收穫，以及遇到了什麼困難。

(三) 色紙變變變：

研究者滿常運用色紙進行教學，如：教到等值分數時，請學生摺色紙去觀察其中的變化。譬如：先摺二分之一，在其中一等份塗顏色後再對摺，會變成四分之一。學生觀察到塗色的部分並沒有變，代表二分之一等於四分之一，這就是等值分數的義涵。研究者希望學生藉由實際操作了解其意義，因為對學生來說分數並不容易，而本學期滿多單元都要運用到分數的原理，所以研究者認為一定要讓學生真的理解，多花一點時間讓孩子實際操作是必要的，而學生也認為這樣讓他們更釐清概念。

在進行線對稱圖形這單元時，研究者也運用色紙進行教學。請學生觀察正方形的對稱軸有幾條，學生經由動手摺後，觀察到正方形有四條對稱軸。雖然課本有相同題目，但研究者認為對學生來說找對稱軸不是那麼容易，尤其是對空間感不那麼好的學生來說更是如此。讓他們動手做後，再去看課本，印象會更深刻。接下來讓他們再用一張正方形色紙進行剪紙，學生發現原來過年時的吊飾「春」字就是利用對稱的原理製作。學生更發現有很多國字，甚至英文字母都用到對稱的原理。研究者希望學生能了解生活中有數學，讓他們走進數學的世界，而不是只把數學當作一門學科。以下是班上學生進行色紙活動時的照片：



圖4-19摺出等值分數(一)



圖4-20摺出等值分數(二)



圖4-21摺出等值分數(三)

(四) 創意玩具：

研究者進行面積教學時讓學生利用面積的原理去設計創意玩具，其實學生中年級時就學過長方形和正方形的面積，學生已經有先備知識。但從聊天中得知學生並不喜歡面積，覺得較為抽象。研究者認為學生覺得面積離他們生活很遠，所以研究者改變教學計畫中原本設計的活動，改成更為吸引學生的主題。學生應該都對玩具很有興趣，而生活中很多東西都和面積息息相關，如果能將這兩者碰在一起，相信一定會激起很強大的火花，所以研究者就讓學生嘗試去產出和面積相結合的創意玩具。這份作業給他們比較長的時間製作，甚至邀請家長和學生一同完成，可以增進親子之間的關係。製作完成後每位學生要上臺報告，並接受同學的提問研究者設計了這個實做作業，也跳脫了以往的紙筆作業，學生恍然大悟，原來面積可以這樣玩。研究者統計訪談結果，發現最多學生喜歡這一單元的活動，即使剛開學滿多人對面積沒有信心，但經過活動後，他們對面積徹底改觀了（請參見表 4-3 創意玩具之介紹）。

(五) 我的航海旗：

研究者讓各組針對線對稱的原理去設計代表各組的航海旗，學生發揮小組合作學習的精神，另一方面運用創意繪製出精緻又符合對稱的圖形。學生的主題很多元，有可愛類，也有酷帥類。研究者看到時不禁會心一笑，學生真的有無限創意，期許他們創作出作品，他們也都如期完成，而且樂在其中，下圖是他們的創作照片：



圖4-22設計航海旗



圖4-23繪製航海旗

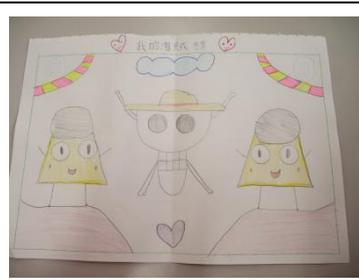


圖4-24航海旗成品

五、數學寫作：

蕭幸宜（2016）認為透過數學寫作，學生能將先前所擁有的數學知識加以整合、組織，再以能理解的表徵方式表達出其想法，有助於學生連結不同數學概念，學生透過相互觀摩、討論彼此的數學寫作，可得到更多的學習啟示，同時進行自我省思，使學習更加紮實，並有助於增進學生的後設認知。

研究者讓學生寫數學日記，學生用自己的話整理上課內容，並自己設計數學題目，最後寫下對各單元的心得。因為研究者認為讓學生思考後，寫下自己的想法，對研究者了解學生學習狀況有幫助，也讓學生有省思的機會。藉由數學日記了解自己學習了多少，研究者認為數學日記是很符合創客精神的產出品，讓學生動手將思考的內容產出，對學生的學習很有助益。以下是學生的作品，分述說明：



圖4-25數學日記(一)

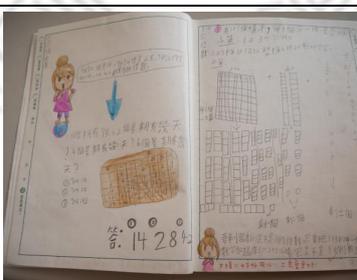


圖4-26數學日記(二)

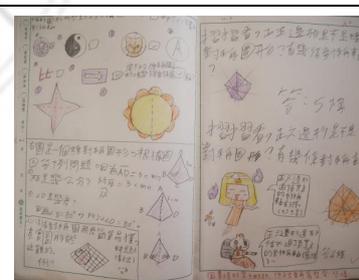


圖4-27數學日記(三)

研究者特別舉 S14 作例子，剛開學時，請學生就第一單元寫數學日記。當時該生只畫了兩張圖（圖 4-25），卻沒有任何文字說明和數字，該生似乎不知道怎麼寫數學日記，研究者趁這個機會再跟全班說明數學日記的書寫方式，並輔導該生，也不時鼓勵該生，漸漸的，該生抓到訣竅，開始會寫出數學公式、自己設計題目，也願意寫下自己對數學的感覺和心得(圖 4-26、圖 4-27)。看到該生配上精美的插圖，在數學日記的表現上越趨穩定，令研究者很感動，看到該生有那麼大

的轉變，相信研究者平日的教學和努力是有成果的。教師如園丁，學生如植物，只要教師願意給予愛和養分，學生就會成長，而且常出乎原本的意料之外。

以下為 S13 和 S18 的作品，S13 用詼諧的對話方式呈現數學內容，讓人有耳目一新的感覺(圖 4-28)。S18 的內容很豐富，研究者期望的數學筆記、出題目和心得都有呈現(圖 4-29)。其實每個學生的作品都各富特色，研究者尊重孩子的創意，相信學生在統整及思考後，對數學各單元的內容必定會更熟悉和理解。

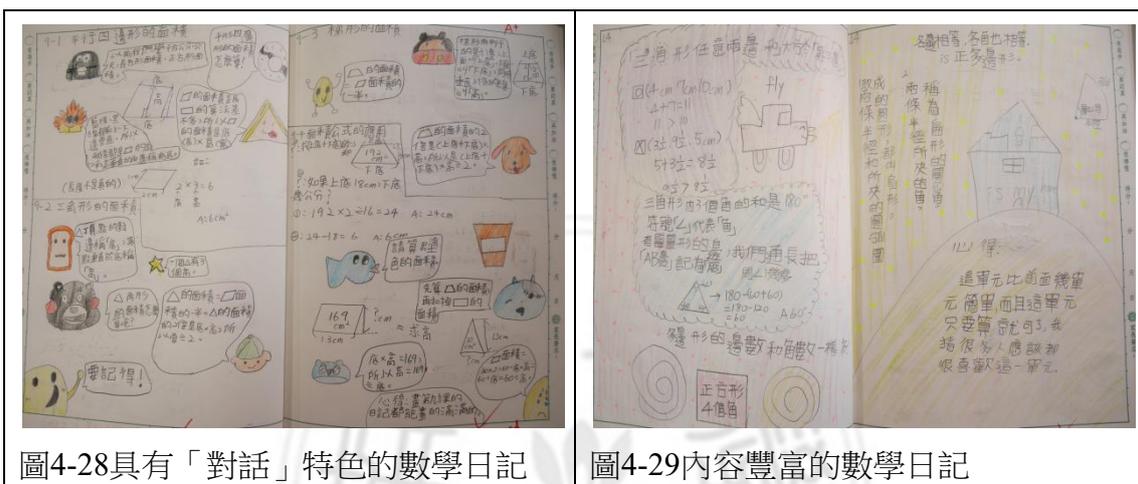


圖4-28具有「對話」特色的數學日記

圖4-29內容豐富的數學日記

六、數學板：

研究者在課堂上很常讓小組討論，並將討論成果記錄在數學板上(圖 4-30)，各組學生上臺發表時數學板可作為講解題目的輔助物，讓各組可以一目了然，看到他們的想法和作法(圖 4-31)。各組的數學板一字排開貼在黑板上，可以清楚看出各組解題的方式有何異同(圖 4-32)。班上學生對數學板並不陌生，和研究者也有默契。當要小組討論時，學生便會自動的去拿數學板來使用。



圖4-30數學板的運用(一)

圖4-31數學板的運用(二)

圖4-32數學板的運用(三)

貳、多元策略融入數學領域的影響

研究者認為能讓學生提升學習的動機，對學習的成效很有幫助。研究者想知道經過一學期的創客教育後，學生對數學的感受如何？創客教育及多元策略融入數學領域的影響為何？以下分為幾部分作說明：

一、創客精神及多元策略對學生學習動機與態度之影響：

在學期初時，班上大部分的人對數學呈現較負面的態度，對數學感到害怕，也比較有排斥感。經過一學期的課程，研究者訪談了全班學生，從中得知學生對數學的看法有所改變。他們願意接受數學，甚至覺得數學沒那麼可怕了！以下是研究者問的兩個問題及學生的回答：

問題一：你現在對數學的看法是什麼？（在上過曹老師的數學課後，現在對數學的看法、想法如何？）

我覺得曹老師的教學方式比我以前的老師教得方式還好。（S03）

很有趣，不會跟以前的老師一樣無聊的上課。（S06）

我覺得比之前好很多，不會像之前死板板的，而且老師也很用心的教學，還設計活動給我們體驗。（S08）

以前不喜歡數學，但上過老師的數學課後，開始喜歡上數學課了。（S14）

以上四位學生針對以前的經驗來分享自己對數學的感受，研究者發現學生其實是會比較的，這也提醒研究者要兢兢業業的設計好每一堂數學課，因為只照本宣科的方式教學，自己很可能也會變成被學生當成是教學死板的教師，藉此可作為警惕。

感想就是很有趣、很好玩，不會讓人覺得很無聊。（S02）

該生原先對數學是感到懼怕的，學習動機低落且消極，但該生卻對數學感

到有興趣了，對研究者來說是很大的鼓舞，更有動力陪伴該生學習數學。

我覺得以前無趣的數學開始變有趣了，讓我想學了！（S05）

我現在覺得數學很有趣，因為有很多好玩的遊戲，和好玩的上課方式，所以我現在比較喜歡數學。（S07）

感覺很好玩，因為有很活動，還有老師上課都會講有趣的內容。（S09）

我覺得數學有趣，我也更喜歡了。（S11）

遊戲很好玩，也對數學有更大的好奇心。（S12）

上過老師的數學課後，才發現數學也能這麼有趣，我也變得很喜歡數學。（S13）

我現在覺得數學沒有想像中的那麼難，透過玩遊戲來學數學，我覺得很有趣！（S15）

很好、有趣、好玩，沒有我想像中的難和無趣，學完之後我也覺得自己的數學變得更強了！（S16）

上數學課很有趣，除了課本上題目，老師還給我做了各單元的活動。（S18）

就是變得比較簡單一點，現在對數學的感想是很有趣。（S19）

很好玩，因為老師會辦活動，讓我們認識各單元在講什麼。（S21）

以上十二位學生認為現在的數學課好玩又有趣，這讓研究者發現對學生來說，有趣的課程能夠激起他們的學習動機，也更願意投入數學的世界中。研究者認為要先引導他們對數學有興趣，他們才願意學習進而學好數學。

我對它的看法就是：年級越高，數學題目就越難。（S10）
該生的回答頗獨特，針對數學題目的難易度來說明。

我覺得數學很好玩，因為數學可以將分數變成小數，而且數學還可以直接

用乘法就算出來了，不用用到加法慢慢加。(S04)

該生針對數學中小數和分數的做法來說明為什麼覺得數學好玩，從中可得知該生對數學很有心得。

還可以，因為在上課時老師都會讓我們用手去實際做做看，對我有很大的幫助。(S01)

雖然有些單元還是很複雜，不過覺得老師教數學的方式可以加深我的印象，比較不容易忘記。(S17)

以前很討厭數學，現在有一點喜歡了！老師也有將數學講得很細。(S20)

以上三位學生針對研究者的教學方式進行說明，他們認為研究者的教學方式不易忘記，也對數學有助益。研究者知道他們的想法後感到欣慰，因為其中有位學生的回答有符合創客精神。該生認為動手做對學數學有幫助，這就是研究者當初想要讓學生達到的目標。

問題二：你喜歡數學嗎？為什麼？（在上過曹老師的數學課後，還是覺得數學很難？數學變得有趣多了？開始喜歡上數學課？或其他...）

變得比較喜歡了，因為上了曹老師的數學後就覺得有比以前的數學有趣多了，所以又讓我們更喜歡數學了。(S01)

數學變得有趣多了，我喜歡上數學了，因為老師把數學上得很好玩。(S02)

研究者看到 S02 對數學態度的改變，心裡覺得很感動，研究者的努力有了成果。本來對數學的經驗是充滿挫折的該生，現在卻願意愛上數學，這是讓研究者繼續努力的最大動力，相信該生的數學一定會進步。

數學很難，因為有些單元以前沒有學好，所以才覺得難。(S03)

該生針對自己從前沒學好數學進行反省，研究者會多鼓勵該生，並督促該生是否有按部就班的學數學。

我非常喜歡數學，因為曹老師上課都會把數學上得很有趣，而且曹老師還會舉辦活動，讓我們對數學更有興趣。(S04)

數學變有趣多了！開始喜歡上！大多數的數學不會覺得無趣。(S05)
喜歡，因為一、二、三、四年級的老師很少這樣。(S06)

喜歡，因為我覺得現在上數學的活動變多了，也變得很有趣，數學變得比較簡單了。(S07)

變得很有趣，而且我們可以從玩樂中學到很多東西，上課也講得很仔細。(S08)

我喜歡數學，因為我原本就喜歡數學，給老師教了以後，我就更喜歡數學了！(S09)

我喜歡，因為老師會用不同的方式教我們，讓我更懂數學。我現在不覺得數學難，老師有用不同方法，讓我更喜歡數學。(S10)

喜歡，因為您在教新的單元時不會直接上課本的內容，而是先讓我們玩相關的小活動。(S11)

現在還算喜歡，因為老師都會設計一些很好玩的遊戲，現在不會覺得非常難。(S12)

喜歡，因為老師都會讓我們玩遊戲，讓我比較了解這個單元在講什麼，雖然有些比較難，但我還聽得懂。(S13)

沒太喜歡數學，因為我爸一直考，但數學還是很有趣。(S14)

我現在不覺得數學是我的『眼中釘』，反而越來越喜歡了！(S15)

我非常的喜愛老師的數學課，因為課堂上有豐富的遊戲和有趣的課程，所以我沒有不喜歡。(S16)

我在上過老師的數學課後，覺得數學變得比以前有趣，因為老師都會為我們設計許多好玩的活動。(S17)

我喜歡，因為老師上的每一個單元都很有趣，還做了小活動，讓我們可以對數學更了解。(S18)

喜歡，因為老師有給大家做 DIY，我覺得數學沒有很難，我覺得數學變有趣了！(S19)

S19 本來數學有習得無助感的狀況，但看到該生認為動手 DIY 後，覺得數學沒有很難。對學生來說數學變得不難，是很大的突破。研究者很开心看到該生的轉變，代表讓學生動手做數學是正確的做法。

還好，因為每次看到數字都會頭昏腦脹。以前覺得數學很難，現在有好一點點，很期待曹老師上的數學課。(S20)

喜歡，因為老師的數學課有很多活動，從活動中我們不只有玩，更了解了這一單元在上什麼。(S21)

研究者發現期初訪問學生對數學的看法時，只有六位學生持正面的意見，其他十五位持反面想法，甚至有學生說數學像病毒、寫題目時手抖得像毛毛蟲，還會出現想吐和想要翹課的症狀。但期末訪問時，共十九位學生認為他們現在喜歡數學，有一位學生說沒那麼喜歡，但是開始覺得有趣，代表該生已經沒有那麼排斥了。有一位學生則是覺得數學很難，研究者會繼續追蹤該生的表現，並適時給予鼓勵和協助，期許該生在面對數學時會慢慢進步。大致來說，班上的學生對數學的學習動機有提升，願意學數學了，對數學的態度也趨向正面，甚至有好感。研究者發現期初的訪談，學生的回答都很簡短有力，但到了期末，學生幾乎都可以侃侃而談了。有部分學生是更喜歡數學了，對研究者來說是無比的振奮人心，代表這一學期的策略奏效了

二、創客精神和多元策略對學生的學習表現：

(一) 學業表現：

學生在五上期中考的表現不是很理想，可能是因為剛升上高年級各單元都比中年級加深許多，加上有許多從未遇過的單元，所以成績並沒有很亮眼。期中考全班的平均成績為 71.74 分，是同學年中最高分。期中考後，研究者讓學生進行考卷分析，讓學生去分析自己錯在哪，希望藉由後設認知去了解自己的錯誤。期末考範圍的單元還是持續使用創客精神進行教學，而且活動的頻率增加，研究者想知道是否會有成效，期末考全班的平均成績提升到 78.9 分，學生的表現也還是同學年中最高分。雖然無法證明學生的成績進步是否和創客精神和多元策略融入數學領域教學有直接相關，但應該還是有影響。

(二) 學生省思：

1. 期中考卷分析：

研究者製作了一份期中考卷分析表，要學生針對自己錯誤的每一題進行分析，為什麼自己會寫錯，並將不該錯的分數做統計。研究者希望學生能夠去檢視自己出錯的部分和原因，而不是考過後知道分數及訂正完考卷就沒事了，更重要的是去面對錯誤，並作為下一次考試的警惕。

試題類型	我估計得分	我實際得分	我失分的原因
基礎題	76	72	後幾道基礎題，雖然把最大數次看公認動力所以這題就是一種運算粗心寫錯筆法
進階題	16	2	之前有時會粗心寫錯，但是現在高年級寫進階題是比較像在寫國算題
困難題	8	1	因為沒有看過這一道題所以會看不懂題目在說什麼意思
分數	100分	75分	

圖4-33期中考卷分析(一)

試題類型	我估計得分	我實際得分	我失分的原因
基礎題	78	69	因為我把印表機和插卡插錯，所以有些題目沒有到分
進階題	14	6	因為我在寫的時候有些數字，但我一直若題目有些題目是看不懂
困難題	8	2	因為我沒有把題目看清楚，而且這題真的真的很難，所以我才寫錯
分數	100分	77分	

圖4-34期中考卷分析(二)

2. 省思日記：

上述是客觀的去分析錯誤的每一個題目，此外，研究者要學生用文字書寫下對期中考數學考試的心得，寫下自己的看法，做為下一次考試的提醒記錄。令研究者較為詫異的是，學生能夠用文字表達出自己需要改進之處，真的不能小看學生，其實高年級的學生在思考的能力上已經漸趨穩定與成熟。

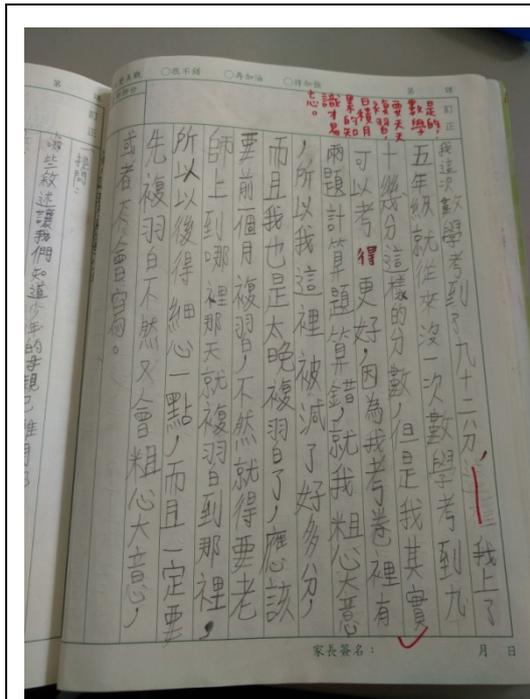


圖4-35數學期中考省思日記(一)

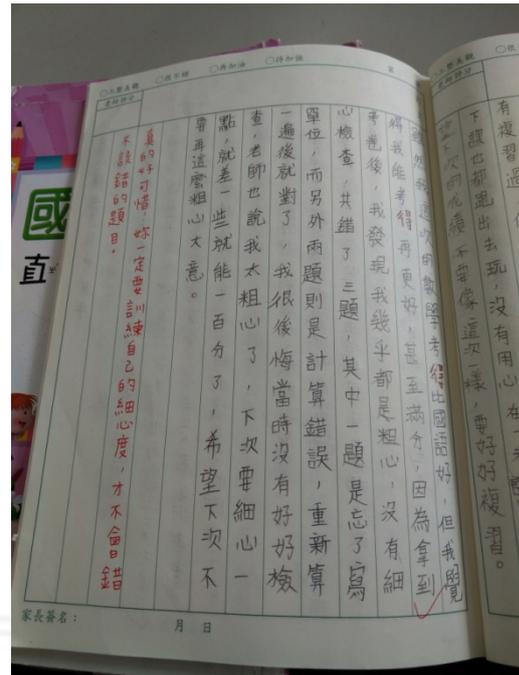


圖4-36數學期中考省思日記(二)

3.訪談記錄：

研究者對學生進行訪談，詢問學生認為上了一學期的數學課後，在課業和態度上是否有進步。以下為學生的回答：

有，課業有進步。我的心態也有轉變，我回家複習數學時，我變得比較主動，我也不覺得數學很難。我以前都會把數學想得太難了，但我現在已經克服這個問題，我現在會用比較輕鬆的心態去面對數學。(S01)

有，課業上有進步。功課上面我覺得寫數學習作有進步，我覺得現在上課聽得懂的部分變多了，所以我作業寫得比較好了。(S02)

我覺得成績沒有進步，要再加油一點，因為一、二年級時我的分數都很高，因為那時數學比較簡單，而且安親班老師會要求我背九九乘法表。但到高年級就分數就不高了，我目前沒有去上安親班，我給自己的目標是每天回家要複習數學，而且可以問老師問題，這樣數學應該會進步。(S03)

我覺得有進步，因為第一次考試考七十幾分，但第二次考試考了八十幾分，所以我應該有進步了幾分。(S04)

有！以前考不好，而且有一點不想學，可是現在不一樣了！老師現在用多

元的方式教學，會讓我覺得數學不會那麼無聊。我會更想學習數學了，以前中年級時我覺得學數學很難，我覺得以前數學就是一直死背，但是現在的數學課就是讓我們親身去動手做和動手算，我學會去仔細思考。(S05)

有，因為可以從遊戲中學習到一些知識。我覺得心態有進步，因為以前在上課時我會很想睡覺，但是有進行活動後，我覺得我會比較想學。(S06)

我覺得有，因為我的成績有進步。我之前的成績比較低，現在上課時我懂得思考，在作答時我也會想一下老師教過的內容，所以成績真的有進步了。(S07)

有，就成績來說我有進步，因為我一開始就很喜歡數學，我從小就對數字很敏感。(S08)

有，因為老師教得很好，而且活動很有趣，所以很好玩。我覺得動手做的課程讓我更深入了解數學單元的內容，透過操作讓我能夠思考以及和組員討論內容。以前幾乎都是背公式，但是現在思考時間變多了，我就不容易忘記各單元的內容了。(S09)

我在考試的方面有進步了，在上數學時的態度也進步了。因為老師上課我都聽得懂，而且我有養成複習的習慣。我以前有補習反而成績不好，現在沒補習成績卻變好了，因為補習班的老師很嚴厲，讓我很害怕，所以對數學沒信心，現在我自己花時間複習效果比較好。(S10)

有，因為曹老師上課時總會玩遊戲，讓我更了解。我覺得藉由玩遊戲或活動的方式，讓我對數學各單元的內容印象更深刻。(S11)

有，因為我不但學習態度有進步，我的成績也有進步。以前我學數學就一直寫題目，我覺得以前的數學比較難，現在反而變簡單了。(S12)

有，媽媽說升上五年級數學成績有變比較好，爸爸在問我數學時，我馬上就算出來了。老師會讓我們小組討論，讓我們討論出和別組不同的答案，然後全班再一起分析，我覺得這樣對我學數學很有幫助。(S13)

有，但我成績還是沒有太大的進步，但心態比之前還好。我現在會比較期待上數學課，這樣對我考試很有幫助。(S14)

我覺得我對數學的態度進步了，之前一聽到『數學』這兩個字，就嚇得落

荒而逃，現在就不會了。(S15)

有，在以前不會數學時我就很不喜歡，但現在喜歡數學了。我在數學的考試成績上有大大的進步。以前老師講課時都很少玩遊戲，就是直接打開課本講題目，方法比較單調，所以我對數學比較沒興趣。現在曹老師會讓我們動手做數學，比較容易記起來數學的體積或是面積怎麼計算，比較不容易忘記。(S16)

有，因為我的數學成績一次比一次還要進步，我很開心，也謝謝老師這麼用心的教我們。(S17)

有，因為老師想的活動讓我更深入數學的單元。我覺得我的成績有進步，以前老師雖然有做活動，但有些地方我還是不懂。但是現在老師進行的活動我有真的了解意思。(S18)

我覺得我數學有進步，我覺得我在計算的部分比以前進，我現在比較不容易算錯，因為我有比較細心了。以前我比較怕數學，因為我怕我會一直算錯，但是現在有信心了。(S19)

有，因為老師講的數學課我都聽得懂。我覺得跟之前的老師不太一樣，曹老師講解得很細。老師多元的方式讓我比較容易學會各單元的內容。(S20)

有，比以前好很多，自從上了老師的數學課後我就變很好。以前的老師不會辦活動，而且上課方式不活潑，所以我數學就學不好。可是上了曹老師的數學課就不會有這樣的情況，因為老師上課很活潑。(S21)

從學生的回答中可看出，經過一學期的課程，學生認為在態度和成績方面有進步。看在研究者的眼裡是無比欣慰，研究者認為創客精神和多元策略是適合融入在數學課程中。學生很肯定研究者的上課方式，也強調自己了解單元中要傳達的內容是什麼意思。其實只要心態改變，願意面對數學，學習成績也會跟著被帶起來。學生的反應讓研究者對研發課程更有興趣。雖然這個行動研究會有結束的一天，但研究者願意繼續設計課程和突破自己，和孩子一起成長。

三、創客精神及多元策略對師生關係之影響：

黃政傑（1977）認為「互動」是指產生於二人或二人以上接觸一段時間，透過語言、符號、手勢及其他溝通方式，彼此影響而產生行為改變。張春興（2000）在張氏心理學辭典中則認為互動（interaction）是人際間的情感互動關係。而曾心怡（1999）則認為師生互動關係則是指發生在教師與學生間，雙方經由語言、符號、非口語等溝通方式，互相影響、改變。

研究者很重視師生之間的關係及交流，也很注重班級經營，在研究者班上的學生，會懂得互相幫忙。但研究者想了解數學課在融入創客精神及多元策略後，師生之間的關係會有什麼影響。跳脫班級經營中師生的關係，研究者比較好奇的是侷限在數學領域中的師生關係，以下就研究者所觀察到的現象加以整理說明：

（一）採用創客精神和多元策略融入數學教學讓師生互動變得更頻繁：

在創客精神的教學中，學生有很多機會動手做數學。教師會經常到各組行間巡視，對學生進行指導，在日積月累之下，研究者和學生在數學課的互動變多了。學生在期初比較害羞，有滿多學生不太好意思主動來問研究者。但到了期末，學生已經能夠自然地和研究者分享他們的想法，也可以自然的和研究者互動，師生之間變得更為緊密。

（二）透過創客精神和多元策略融入數學教學讓師生對數學有共識和目標：

研究者對班上學生進行訪談，想了解他們對研究者的教學方式有什麼想法，藉由數學來了解他們對研究者的看法。

研究者設計的問題是：你喜歡老師上數學的方式嗎？（喜歡老師設計的活動嗎？）為什麼呢？對你有什麼幫助呢？

很喜歡，因為老師舉辦的活動都很好玩，會讓我印象深刻。因為老師運用很多種不同的方式教學，會刺激學生的思考，比較快想到要怎麼解決問題的算式或方法。我覺得我現在有花比較多時間思考，以前我容易用死背的方式去讀課本的內容，現在透過在課堂上動手去操作，我有真的比較了解數學各單元的內容。（S01）

我喜歡，因為可以讓我們印象深一點，而且很好玩。我覺得動手做可以刺激我的思考，我就不會只是一直看課本。那很無聊，我也不太想聽，因為一直用看的我也覺得看不懂。現在老師用多元的方式，我覺得有比較懂數學的內容。(S02)

喜歡，因為老師上數學課的方式很有趣，讓我覺得有些難的單元變有趣又簡單。我覺得老師讓我們上課動手做很好，因為很好玩，我覺得從玩樂中學數學，讓數學變得更簡單。我覺得動手做學數學讓我更了解各單元的內容。(S03)

喜歡，因為老師舉辦了那麼多活動，而且都非常有趣，所以對我很有幫助。因為可以動手做，從中讓我更了解面積的公式如何實際運用。動手做讓我印象最深刻，老師上課讓我們動手做的方式很好，因為上課不會無聊。上課有事情做讓我上課更專心。多元的上課方式對我來說很好，讓我更容易記得數學單元的內容，我也覺得對數學比較有興趣，數學課變得不會很死板。(S04)

我喜歡老師您設計的活動，因為可以讓大家進步。(S05)

喜歡，因為以前的老師很少會這樣（幾乎沒有），對我有幫助，會讓我變得更想學數學。動手做可以讓我去思考上課的內容，如果只是教課本的內容，我會不太想學。(S06)

喜歡，因為活動變多了，也變得比較好玩。我現在覺得數學不會只是純粹在計算上，玩過遊戲後我覺得數學變好算了，也比較容易記公式或原理。我覺得多元的方式比寫考卷計算還要更令人感興趣。我在計算我的作品時，還有運用到小數點，這樣很多元，也可以增進我的數學計算能力。(S07)

很喜歡，因為老師都會有很明瞭的方式讓我們知道內容，就算有不懂的地方，老師也會給予我們幫助，這樣我們可以很快地了解這課的重點。從快樂中學習可以對教材更熟悉，我也更了解數學的內容。(S08)

喜歡。因為老師很幽默，讓我更喜歡數學，而且活動也超好玩呢！(S09)

喜歡，因為老師上課很搞笑，然後也很認真，老師設計的活動我都很喜歡。我覺得老師的多元教學方式很好，讓我不會怕數學，也比較愛數學。我覺得動手做數學很有用，因為有親身親歷的感覺，真的會比較了解每一單元在做什麼。(S10)

喜歡，老師設計的活動可以讓上課變得更有趣。對我也很有幫助，因為可以讓我更了解這一單元在學什麼。動手做可以讓我印象深刻，我覺得以後我也還會記得這些內容，而不是靠死背。(S11)

很喜歡，因為老師用的遊戲可以讓我加深印象。藉由遊戲我了解各單元在說什麼，我也比較不容易忘記了！(S12)

很喜歡，能讓我多動動腦，老師給我們玩的活動也很有趣，也會讓我們有小組討論，我們也有上台表演。老師讓我們寫日記本，讓我們自己去整理重點，而玩遊戲則是讓我們對數學印象深刻。對我來說，我覺得老師的教學方式對我的數學有幫助。(S13)

喜歡老師的教法，比我知道的還要有趣，可以用玩樂來記住怎麼寫。比起硬背，我覺得實際玩遊戲或是動手操作各種教材，我真的有記起來各單元的內容。(S14)

我很喜歡老師上課的方式，本來有些不懂，但是經過老師的活動讓我更了解了！我覺得從玩遊戲玩數學會比直接上課還要好，因為我會覺得好像在硬記內容。透過玩遊戲很容易理解各單元的內容，我覺得這樣比較好學。動手做和玩遊戲對我來說是有幫助的。(S15)

喜歡，因為以前一、二年級時上數學課我會很想睡覺，但上了老師的課之後感覺精神乘以一百倍。(S16)

喜歡，因為老師設計的活動五花八門，都令我無法忘懷，而且這樣可以比較了解每一單元的重點，對我的幫助很大。我覺得藉由這樣的方式上課讓我印象深刻，比較可以記得內容。老師上課活潑多元，對我來說真的對學習很有幫助。(S17)

有，像我的班級成員活動中，可以知道第二、三單元在告訴我們它的意思。透過實際動手做數學，讓我更深入了解各單元要說明什麼，是真的對我有幫助。(S18)

我喜歡老師上數學的方式，因為老師有給大家玩一點玩具。而且老師讓大家實際玩活動，我有聽懂老師教的內容。(S19)

喜歡，因為曹老師會用比較生動的方式，讓我更了解每一單元主要是在講什麼。我覺得動手做讓我更理解數學，以前我的數學學得比較沒那麼好，但現

在有進步了。(S20)

喜歡，因為讓我不再覺得數學只是一直在計算，而且老師的數學課不會死死的。我覺得多元的教學方式讓我能夠真正理解，我有遇過數學老師都是一次就把單元的內容都講完了，也講得很快，我都聽不懂。從玩遊戲或是動手操作中我印象很深刻，而且比較有感覺。我在回顧這單元時，我可以想起當初玩遊戲時老師教了我們什麼，並從中去推敲答案。(S21)

從學生的回饋中，研究者更瞭解學生對研究者教學的看法，得知學生對研究者的教學持正面的看法，其實是很感動的。因為全班學生都喜歡這套課程，而且學生們有從做中學，在快樂的環境下學習。研究者和學生之間慢慢培養了深厚的情誼，師生在數學上有了共同的目標，一起為數學做努力，雙方都有成長。

能夠得到學生認同喜愛和肯定，是教師最珍貴的禮物，這也代表只要教師願意花時間在事前設計課程，讓學生跳脫課本的題目，動手投入在各種不同的數學活動中，這不僅是教師專業的展現，更重要的是帶動了班級學生喜愛及投入在數學活動的氛圍，學生也能感受到教師的用心。活動也培養了他們願意思考和面對數學，更願意解決各種數學問題。

研究者相信在充滿愛與正向的學習環境中，不僅師生關係更為密切，也因為有著良好的關係，促進學生在數學上有更札實和亮眼的表現。

第三節 教師對教學活動的省思及專業成長

壹、教師對教學活動的省思

一、教學省思記錄：

研究者過去進行教學後並沒有寫省思札記的習慣，但是會將需要改進的地方書寫在課本上做為記錄。但是既然要成為創客精神的教師，本身也要產出作品來，研究者試著寫下課堂的省思記錄，從紀錄中了解自己設計課程有什麼要改正的地方，也可以了解學生的上課情況和需要協助之處。撰寫教學省思是教師專業的表

現，研究者經過一學期的練習，在五年級下學期時的省思記錄比上學期來的精準，在附件一中呈現其成果。表4-4和表4-5是研究者上學期所寫的的兩篇省思記錄：

(一) 桌遊－因數倍數心臟病：教師希望可以藉由有趣又刺激的遊戲－撲克牌心臟病，讓學生能夠找出各數字的因數或倍數，藉由實際操作讓他們對找因數和倍數能更為熟練。

表4-4 教師省思記錄一

教學過程及所遇問題	教師教學省思紀錄	上課照片
<p>教師請學生將課本收起來，並在黑板上寫下今日活動名稱：因數倍數心臟病！</p>	<p>教師希望藉由玩遊戲的方式，讓學生能夠更了解因數與倍數的應用。</p>	
<p>教師介紹今日活動的道具：心臟病撲克牌、數字卡、因數卡、倍數卡。</p>	<p>學生看到這些道具時，情緒十分高昂，也對活動感到期待，迫不及待想趕快進行活動。</p>	
<p>教師說明第一回合暖身賽－我是倍數王，規則如下：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.將全班重新分成三組，進行活動。 2.每一次派一位學生抽數字牌，一位同學當發牌員。例如：如果抽到數字2，那撲克牌出現2的倍數時，就要趕快拍牌，最慢拍的學生要把牌拿回去，最後看誰手上的牌最少的 	<p>學生很投入在活動中，每個人都輪流當抽牌員和發牌員的角色。幾乎每位學生都能找出抽到數字的倍數。但因為牌的數字有限，最大的數字卡是13，（數字1抽起來了，不進行活動）練習到2、3、4、5、6的倍數時，能拍的倍數稍微多一點。但抽到7、8、9、10、11、12、13時的倍數只有自己，稍微少了一點。</p>	

<p>是贏家。</p>		
<p>第二回合是正式比賽—因數挑戰賽，請學生回到原本的五個組別進行活動，規則如下：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.每一次派一位學生抽數字牌一位同學當發牌員。 2.抽到哪個數字，當出現這個數字的因數時要趕快拍卡片。 3.最慢拍牌的學生要把牌拿回去，最後看誰手上的牌最少的是贏家。 	<p>因數對學生來說是比較困難的，我觀察到學生在這回合的反應會比第一回合慢，也因此增添了緊張刺激的感覺。不過受限於數字卡最大的數字是13，大部分的數字的因數都是1和自己。只有4、6、8、9、10、12的因數比較多。學生很容易漏掉因數，如：12的因數有1、2、3、4、6、12，要每次都答對雖有難度，但學生很投入在活動中。</p>	
<p>五個組別的學生在第二回合決勝負後，請每組派出贏家出來比第三回—我是因數王。總共有五個挑戰者要來進行驟死賽，進行最後一輪的因數心臟病，最後手上牌最少的人就獲勝。</p>	<p>五位挑戰者在進行因數心臟病時，班上其他人都靠攏過來觀賽，雖然他們沒有下場，但在旁邊很認真的看每次题目的因數有哪些，有些學生還會不小心把答案講出來，代表即使他們不是挑戰者，也都有在思考各數的因數有哪些。</p>	

		
<p>最後獲勝的學生上臺拍照。</p>	<p>藉由玩遊戲的方式讓學生對因數和倍數更為熟練，在玩樂中學數學，真的有提升他們對數學的興趣。因數和倍數這兩個單元對學生來說有難度，用桌遊的方式進行，讓學生的印象更深刻。</p>	

資料來源：研究者自行整理

(二) 線對稱圖形：教師希望藉由讓學生親手操作，尋找各種形狀的對稱軸有幾條，跳脫課本的框架，由實際剪紙中發現線對稱的原理。

表4- 5教師省思記錄二

教學過程及所遇問題	教師教學省思紀錄	上課照片
<p>教師和學生介紹今日的課程要利用色紙來進行活動。</p>	<p>教師發下色紙時學生顯得很興奮，教師發現學生們很喜歡上課本以外的課程，總是能吸引他們注意力。</p>	
<p>教師讓學生先利用色紙(正方形)摺出它的對稱軸有幾條。</p>	<p>學生透過摺紙，找出四條對稱軸。原本在課本的平面圖形中已經了解正方形有四條對稱軸，透過實際操作後更證實這個原理沒錯。</p>	

<p>教師接著帶領學生進行第二階段的線對稱活動—剪紙：春。</p>	<p>學生藉由剪紙，發現要剪出春這個字，需要利用四條對稱軸來進行。</p>	
<p>教師請學生展示自己的作品。請學生發表生活中有那些中文字和英文字母也是運用了線對稱的原理。</p>	<p>學生們踴躍分享自己所知道的中文字和英文字母，更了解生活中到處都有線對稱圖形。</p>	
<p>教師和學生說明今日的活動也是配合農曆新年，剪紙藝術就是運用線對稱的原理和方法呈現作品。</p>	<p>學生認為這一堂課讓他們印象深刻，也對剪紙感到有興趣。</p>	

資料來源：研究者自行整理

二、教師在數學領域教學之省思：

從訪談中研究者發現學生對有趣的活動感到興趣，因此研究者在設計課程上就是抓住學生的心理，希望讓他們在創客精神及多元策略中去「玩」數學。因為一個學期中要教的內容很多，也要顧及課本的題目，不可能每堂課都是動手操作。但只要在課程規劃上有讓學生操作最難理解或是容易有迷思的部分，讓學生的數學觀念很正確，那麼同一單元的後續發展就不會占用太多時間。。

研究者認為自己跨出「數學制式教學」的框架，在自己的教學生涯中是很大

的嘗試和突破，研究者認為這是個很好的開始。過去研究者都按照教學指引上的單元順序教學，但現在研究者會將有相關的單元放在一起教學，或是調整教學的順序。教學應當要有彈性和活化，有時候來個小轉變，更能激起學生學習，養成解決數學問題的能力。五年級上學期剛開始研究創客教育，對研究者來說，一切都還在起步中，因為上學期的累積，研究者覺得下學期的數學課運用了更多創客精神，班上動手做的機會更多了，研究者會繼續努力下去。當教師本身就是大創客，那麼學生各個都會是充滿創意和好奇心的小創客。研究者即使完成了本研究，未來的數學課還是會秉持著創客精神，讓此成為研究者的教學特色。

三、教師在數學教學上需要改進之處：

研究者針對訪談學生的內容來分析自己需要改進之處，研究者提出了一個問題：你不喜歡哪個單元？為什麼？以下是學生回答的內容，如表 4-6：

表4- 6學生最不喜歡的單元之原因

學生	不喜歡的單元	原因
S02	二、三單元	第二、三單元因數與倍數，因為我覺得很難又很複雜。我覺得題目很難懂，我會看不懂題目是要用因數去算，還是用倍數，我很容易搞混。
S05		第二、三單元因數與倍數，因為我常常把因數找成倍數，也就是寫反了。因為一開始是先學因數，後來才學倍數，所以我容易搞混。有時候我還是會忘記因數和倍數的意思，但是老師讓我們玩桌遊之後，我對因數和倍數的觀念有比較清楚了解。
S06		第二、三單元因數與倍數，因為這兩個單元要一直找因數、公因數、倍數和公倍數，我覺得非常麻煩。
S07		第二、三單元因數與倍數，因為這兩個單元很麻煩，又很容易錯，所以這是最不喜歡的單元。我在找因數時容易少找或是找錯，有時候是題目給的數字太大，我覺得很難找。倍數的部分是我也容易乘錯，我覺得要讀懂因數和倍數的應用題也有難度，因為我搞不太懂要怎麼運用因數或倍數，可能誤會題目的意思，那就全部都找錯。

S11		第二、三單元因數與倍數，因為我不喜歡找因數，而且考試的題目都把數字出很大，有時還會少找。
S12		我最不喜歡二、三單元因數與倍數，因為覺得要找出它的倍數很難。我覺得應用題很難，我有時會搞不清楚題目是要我找因數還是倍數。
S17	第五單元	第五單元多位數的乘除，因為是「多位數」，所以會有很多算式，我覺得很複雜，加上我很容易粗心大意和記錯錯誤，所以我不是很喜歡。
S18		第五單元多位數的乘除，因為乘法和除法的計算都需要時間，而且很麻煩。我其實是會算這些題目，但是計算過程太多了，有時會讓我計算錯誤。
S01	第六單元	第六單元擴分、約分和通分，因為我在寫的時候很頭痛。在計算時，如果需要約分的時候，我會不知道如何計算，我會找不到分子和分母的共同因數，而且我對約分和擴分的定義有點不清楚，很容易搞混。
S03		第六單元擴分、約分和通分很難，因為我有時候不知道怎麼約分，我也不太會通分或擴分。我不知道要用誰來當因數同時除以分子和分母。當題目考我通分時，我會把這兩者搞混。
S14		第六單元擴分、約分和通分，因為我每次的數學幾乎都沒擴分、約分，所以幾乎都錯了。有時候無法分辨出題目要我約分還是擴分。
S15		我最不喜歡第六單元擴分、約分和通分，當全部混在一起考的時候我容易搞混。我最不喜歡約分，因為我有時候我找錯因數，所以就約錯了。
S16		第六單元擴分、約分和通分，因為要一直想來想去，還要怎麼通分、擴分、約分，我覺得好難。我覺得計算這部分很麻煩，因為要先找出共同的分母。我會先在紙上找，這讓我覺得很麻煩，我最不喜歡擴分，因為分母會變很大，數字就會很難算。
S19		第六單元擴分、約分和通分，我會一個頭兩個大，我有時候還會忘記怎麼擴分。
S10	第七單元	第七單元異分母分數的加減，因為要變來變去加來加去，有點麻煩。我最怕這單元，因為我覺得約分和擴分很複雜。因為我有時會搞混約分和擴分的意思，有時候我會不知道用哪個因數進行約分。

S13		第七單元異分母分數的加減，要判斷怎麼樣的方法比較好算，有時還會算錯，因為數字太大。 因為是異分母的加減，所以會運用到擴分或是約分，但是有時擴分的數字很大，會要乘比較久，而約分要找分子和分母的因數，這部分是比較還好啦！
S20		第七單元異分母分數的加減，因為前一單元已經出現分數，這一單元又更進階，讓我覺得有點煩躁，我覺得要把分母擴分成一樣是一件很麻煩的事情，我也不是不會算，就是不太喜歡。
S04	第八單元	我不喜歡第八單元四則運算，因為要一直算，有點麻煩，而且數字太大就可能算錯了。
S09		第八單元四則運算，真的很麻煩，雖然它是整數的加減，但是我最怕麻煩。因為四則運算有很多數字，通常題目的數字都不是很漂亮，造成我粗心大意，有時我會看不出來四則運算可以先計算好算的部分，也有可能是我太急了，看到題目就馬上算，才容易算錯。
S21		我最不喜歡的單元第八單元四則運算，因為要一直算一直算，然後要先思考題目再說什麼才能算。我覺得這單元很難的地方是因為要先讀懂題目，然後才能列式子，而且式子都滿長的題目，給的數字都無法直接判斷，要列式子後才能找到答案。我有時候會判斷不出來好算的部分要先算，因為有時候會比較心急，就容易忘記四則運算的計算方法。
S08	第十單元	第十單元線對稱圖形，因為我對剪紙不太熟悉，所以我不喜歡，每次都剪得二二六六，讓我很頭痛。在畫線對稱圖形時，如果題目的圖形較為複雜，我會比較不喜歡。

資料來源：研究者自行整理

研究者發現班上很多學生喜歡第二、三單元因數與倍數的活動，但在訪談後發現還是有六位學生並不喜歡這一單元。研究者應去更深入了解學生遇到的困難在哪？協助他們釐清迷思，也可以私下輔導他們，讓他們對教材更為熟悉，就可以感到安心，不會再有排斥感。此外，研究者觀察到大部分的學生不喜歡以分數為主題的單元，因為在進行分數教學時，研究者帶的活動只有摺色紙。要設計分

數的活動對研究者來說頗有難度。學生都認為分數的概念較多、計算也容易出錯，因而不喜歡。但是分數在高年級中佔有重要的地位，研究者會再去蒐集題材，在下學期或下學年時讓學生體驗更多有趣的分數遊戲，並找出他們易錯之處，相信他們會越來越接受以分數為主題的單元。

研究者進行因倍數心臟病活動時，運用撲克牌來找因倍數，這樣的活動算是桌遊的一種。但這是用現成的桌遊來玩遊戲，研究者期許下學期或是學生六年級時，他們能夠自行創作出數學類的桌遊，這是研究者想要他們在畢業前達成的目標，研究者會帶領他們創作出獨一無二的數學桌遊。

貳、教師的專業成長

一、精進研發課程的能力：

研究者藉由這次的行動研究，激發自己設計將創客精神融入在數學課程中。研究者以往教學時比較侷限在課本題目中，雖然在課堂上偶爾會玩遊戲，但整體課程設記得不夠有結構性。但目前在設計課程上研究者有明確的方向，也越來越能設計適合學生的數學活動。

二、調整教師的角色定位：

研究者過去在數學時很容易淪為課堂中的主角，在臺上講得生動，臺下學生雖然專心聽課，但是很容易壓迫到他們思考，形成接受型的學習。近幾年來研究者不斷反省自己的教學，在一次教學觀摩中，前輩的建議影響我極深。她認為教師的班級經營和教學都沒有問題，但是學生討論和發表的時間不夠多，研究者才恍然大悟，課堂中的主人應該是學生，教師則是扮演學生的支持者和輔助者。現在研究者的課堂中，會讓學生有充分討論和發表的機會。

三、養成撰寫教學省思的習慣：

本研究的方法為行動研究，在平時教學就要注重學生的學習，並不斷修正教學形成教學的循環，撰寫教學省思對教師來說是很好的教學輔助方法，記錄著教

師在課堂上遇到的問題，也可以記下各別學生的學習狀況，作為了解學生學習歷程的參考。

四、能夠更精準的找出學生的迷思概念：

研究者利用創客精神及多元策略融入教學後，從各種活動中能有更多機會和學生互動，能夠即時找出學生的迷思，將觀念加以釐清，也可以替學生做補救教學。

五、能夠運用數學活動激發學生的學習動機和興趣：

從訪談中研究者深入了解學生的想法，也了解學生對教學活動感興趣，讓他們願意主動學習數學，進而使數學表現及成績上有進步，即使低成就的學生進步較慢，但相信在師生的努力之下，數學已內化在他們腦中，在未來的表現一定會突飛猛進。



第五章 結論與建議

本研究以國小五年級，研究者的班級學生為觀察對象，本研究進行一學期，總共為二十一週的研究。目的是希望瞭解運用創客精神及多元策略融入數學領域教學後，對學生的學習動機和成效是否有影響？透過行動研究的方式蒐集資料，並進行觀察、紀錄以及省思。研究者想藉由這一系列的研究瞭解在國小數學課堂上是否可行或遇到的困難為何？也希望因此增進教師專業成長。本章分為兩小節，第一節為結論，第二節為建議，分述如下：

第一節 結論

研究者根據研究目的、參考文獻和第四章的研究結果，歸納出以下的結論：

壹、創客精神融入數學領域教學後學生的學習態度及動機之影響

創客精神強調動手做，因此研究者在設計課程時，安排了不少能夠動手做數學的機會。研究者希望學生在上完數學課後能了解到不是只能學課本裡面的習題，數學是可以富有創客精神的。

在研究者的課堂上，學生有很多機會可以動動腦，發揮創意，將腦中思考的內容轉化成作品。在課堂上研究者運用小組合作學習的方式，讓學生有互相討論和合作的機會，研究者認為討論是很重要的課題，藉由討論才能產出想法。班上實施小組合作教學，使班級氣氛融洽，在正向的環境之下，學生會更有動力學習。

學生開學初對數學有些意興闌珊，經過研究者一學期的努力，學生越來越投入在課堂中，甚至會期待下一次研究者會帶來什麼活動，學生到了期末訪談中呈現的結果是：全班都喜歡數學課，而且幾乎所有人認為自己在面對數學時的態度及成績有進步。相信在充滿創意的教室裡，創客精神融入數學領域教學有提升學生的學習動機，並改變學習態度。

貳、多元策略融入數學領域教學後學生的學習態度及動機之影響

研究者的課程設計秉持著讓學生動手創作的創客精神，運用個別實作、團體創作、全班溝通討論、小組合作教學和數學遊戲教學等多元策略的方式，讓學生進行各單元的活動。研究者認為學生要有獨立思考的能力，所以安排了個別實作的課程，讓學生自行設計融合面積的創意玩具。本來班上有不少學生對面積感到反感，但運用有趣好玩的主題吸引他們學習，學生們很投入在創作玩具中，他們也了解原來學面積能用在生活上，學生的態度明顯有了轉變。研究者認為班級的學習氣氛很重要，研究者在課堂上運用小組合作學習，讓學生互相討論和分享想法，並共同產出作品。班上的 S19 過去在學習數學有習得無助感，也比較沒信心，研究者和學生們會時常關懷該生，並指導其數學。該生的成績到了期末有進步，該生自己也覺得自己有喜歡數學也願意學習。

研究者認為數學遊戲教學對學生學習來說是很大的誘因，學生對遊戲有高度的興趣，也喜歡這樣的教學方式。學生遇到個人競爭或小組競爭時會產生榮譽感，便十分投入在活動中，不知不覺中就把這單元的數學內容學會了。由此可見，教學的方式變得更貼近學生的需求時，能夠提升學生學習數學的興趣，因此專注力便會提升。遊戲也能增進同儕和師生之間的互動，學生為了榮譽感，便會激發他們的學習動機，進而達到良好的學習成效。

參、教師個人專業成長及省思

研究者在進行一學期的教學後，有很多心得分享，藉由行動研究，能夠瞭解自己在教學生時有什麼盲點，並對教學有更多不同的想法，針對教師個人專業成長，研究者分為三點來做說明：

一、教師角色的轉變：

創客教育的精神即是讓學生做學習的主人，教師的角色應該要從傳統的主導者退到教學的輔導者，把學習得主動權還給學生。過去的研究者就是舞臺型教

師，風趣幽默的教學不會有冷場，但是容易形成教師講述教學的局面，都是老師在獨撐大局，學生成為沉默的一群。近幾年來研究者開始思考這個問題，便慢慢給學生上臺發表的機會。研究者領悟到教師教學當然還是可以非常生動活潑，但是幫學生搭建舞臺，讓他們盡情研究、討論、動手和發表，才能讓學生主動學習數學，並對數學有興趣。

二、提升課程設計的能力：

研究者擔任高年級導師已經有幾年的經驗，對教材有熟悉感，但以往雖會用生動易懂的方式教學，但並沒有設計有結構性的課程。因為創客精神這兩年竄起，研究者很認同這個概念，便開始著手設計讓學生親身體驗的課程。研究者投入後有提升設計課程的能力，也讓研究者發現要學生思考並動手做，達到手腦並用的成果，那麼教師就要帶頭先做。教學指引應作為教學上的參考，但不是完全依賴。研究者在經過一學期的行動研究後，自己對數學課也產生高度的興趣，有時候師生進行活動時，還會有捨不得下課的情況。研究者現在上課已經習慣讓孩子進行主題活動後才看課本裡的習題，學生對各單元的觀念都很清楚後再進入課本可達成事半功倍的效果。身為二十一世紀的教師，擁有設計課程的能力將會是必備的條件，研究者很慶幸能夠投入在數學課程中，和學生一起成長。

三、讓省思變成習慣：

研究者以往教學後會簡單記錄當日的上課狀況，但是卻不夠扎實，現在在進行教學後會趕快用表格的方式，記下當日課堂中遇到的問題及解決的方式。上學期的紀錄內容還不夠純熟，在附錄中有加入下學期的教學省思，在內容的紀錄上有越趨完整的情況，這代表要時常進行省思，讓省思變成教學的習慣，當教師下次再進行到這單元時可以作為教學的參考就像資料庫一樣，收藏著教師教學的智慧結晶，對教學受益良多。

第二節 建議

壹、提升教師專業方面

一、教育現場可以增列更多相關圖書：

創客教育是新興的議題，市面上針對創客為主題的圖書並不多，即使有相關的書籍，較多是科學類的內容，以數學為主題的書籍目前還沒看到，希望有更多老師參與創客教育，也期待專家學者可以針對數學為主題，介紹創客精神可以如何融入數學課程中，相信對很多教師來說，會是很好的教學參考書籍。

二、辦理以創客教育為主題的研習活動：

教師平日工作繁忙，周三下午多為進修研習活動。學校可以辦理以創客教育為主題的研習，讓更多教師了解創客教育。可邀請專家學者到校座談，或是請有相關經驗的教師來做教學分享。相信對教師來說，可以獲得許多寶貴的教學經驗，將創客精神推廣給更多教師。

三、校內可成立創客教育社群：

可以找校內志同道合的教師一起組成創客教育的社群，教師們可以共同備課、一同設計課程。實際動手創造新的教學模式，能和志同道合的夥伴一起完成目標。對教師來說是很鼓舞人心的事情，也會增加自信心。當教學遇到困難時，社群中的教師就是智囊團，可以給教學上的建議，使教學更精進。

貳、教師教學方面

一、教學應是規畫中又不失彈性：

學校每學期的活動很多教師在安排課程時要仔細安排，又要兼顧到課程進度，但是也要給學生動手操作的時間，每一單元的手創活動不求多，而應該是重質不重量。教師事先要思考學生容易遇到的盲點和迷思是什麼，針對這個方向進行活動，必定能夠達到最好的學習效果。

二、善用適合學生程度的數學遊戲教材，激發學生的學習動機：

教師針對學生學習的程度及已有的先備知識，搭配各單元設計合適的數學遊戲教材。學生對遊戲有高度的興趣，會願意投入學習。尤其是較為複雜或抽象的單元，更適合以遊戲的方式進行教學。建議教師在進行活動前，將遊戲規則說明清楚，讓活動進行得更流暢。

參、未來有興趣從事相關研究方面

一、研究對象：

本研究的對象只有任教者的班級，五年級的班級人數只有二十一人。建議往後的研究者可以針對同一學年做研究，比較各個班級有何獨特性。也可以研究不同年級之間的結果為何，統整與分析出來的結果應能作為教學上的參考。

二、研究時間：

本研究的時間只有一學期，共二十一周的時間，如果可以將研究的時間拉長為一年，可能更可以清楚比較學生前後的差距。

三、課程內容：

創客教育能夠活化教學，如果想以此做主題研究，建議要先對數學課程有一定的了解，對於設計課程會有很助益。真心希望有更多人投入數學領域教學的課程設計，因為有太多學生害怕數學，越到高年級越容易從學習中逃走。假使能夠有更多教師夥伴投入具有創造力的創客教育，相信能提升數學教學。讓學生愛上數學，進而學好數學。讓數學不再只是個冰冷的科目，使數學變成生活中的一部分，融入學生的生活，那就沒有數學動機和學習成效低落的學生了！

參考文獻

中文部分：

- 李松霖（2017），《創客教育融入課程對資訊類大專生學習成效之影響－以人機介面設計課程為例》，國立臺中科技大學資訊管理系碩士班碩士論文。
- 李岳霞（2015），「讓孩子堅持不放棄！玩桌遊 5 大益處」，《親子天下》2018 年 6 月 2 日，取自 <https://www.parenting.com.tw/article/5067838>
- 李源順、林福來、菲珍梅、王品心、鄭雙慧、洪思雅（2010），「國小四年級數學教學錄影研究」，《科學教育學刊》，18（1）：63-84。
- 李源順（2017），「第一章 高觀點的數學感」，《數學這樣教國小數學感教育》。臺北：五南
- 吳元良（1996），《不同數學課程、性別，社經地位的國小學生在數學態度及成就上比較之研究》，屏東師範學院國民教育研究所碩士論文。
- 吳振豪（2017），《創客實作中視訊學習行為之類型分析》，中原大學資訊工程研究所碩士論文。
- 吳偉全（2016），「創客教育於國小校園推動與實踐」，《新北市教育季刊》，18：49-50。
- 吳毓純（2017），《科工館創客環境之探討》，國立高雄師範大學文化創意設計碩士學位學程碩士論文。
- 邱音皓（2017），《國民中學圖書館與創客空間整合之探討》，華梵大學建築系在職專班碩士論文。
- 芳賀知夫（2016），《摺紙玩數學：日本摺紙大師的幾何學教育》。新北：世茂
- 林誠展（2015），《互動設計結合創客運動之研究》，國立臺北科技大學互動設計系碩士論文。
- 周新富（2016），「第十二章行動研究」，《教育研究法》。臺北：五南

- 胡蕙芬、張英傑（2009），「從情境學習理論分析美國MIC教材與我國數學教材之課程設計：以「算式與公式」與「四則運算」單元為例」，《臺灣數學教師電子期刊》，17：1-19。
- 陳仁輝、楊德清（2010），「臺灣、美國與新加坡七年代數教材之比較研究」，《科學教育學刊》，18（1）：46-61。
- 陳立杰（2016），《創客精神融入分組合作學習於數學科教學之成效—以一元二次方程式應用問題為例》，育達科技大學資訊管理所碩士論文。
- 陳盈君（2016），《教師創客教學能力培養研究》，國立臺灣師範大學資訊工程研究所碩士論文。
- 陳晏翎（2017），《國小機器人創客課程成效之個案研究—以臺南市某國小為例》，國立臺南大學教育學系課程與教學碩博士班碩士論文。
- 郭相利（2017），《海洋教育之智慧創客學校研究—以新北市鼻頭國小使用KTAV學習食譜為例》，國立臺北教育大學教育經營與管理學系碩士論文。
- 張玉山（2015），「中小學訂定策略 落實創客教育」，《教育廣場—大家談教育》2018年2月18日，取自
<https://www.mdnkids.com/speak/detail.asp?sn=6164>
- 張玉山（2016），「從創客教育培養創造力、實踐力、以及承受力」，《新北市教育季刊》，18：14-15。
- 張英傑、張素宜（2008），「小寶貝，我把數學變簡單了！從情境學習理論談數學課程設計」，《科學教育月刊》，313：9-17。
- 張春興（1989），《張氏心理學辭典》。臺北市：東華。
- 張春興（2000），《張氏心理學辭典》。台北：東華。
- 張舜芬（2015），《迎接自造者時代—台灣創客空間建置現狀之研究》，國立臺灣大學工業工程學研究所碩士論文。
- 教育部（2003），《國民中小學九年一貫課程綱要數學學習領域》2018年3月9日，取自http://teach.eje.edu.tw/data/files/class_rules/math.pdf

- 教育部（2016），《十二年國民基本教育課程綱要 國民中小學暨普通型高級中等學校數學領域（草案）》2018年3月9日，取自
https://www.naer.edu.tw/ezfiles/0/1000/attach/37/pta_10147_1655251_02807.pdf
- 曾心怡（1999），《性別、班級組成型式、師生互動與學習動機：以高三自然組物理科為例》，國立花蓮師範教育學院國民教育所碩士論文
- 黃政傑（1977）。「團體歷程理論及其在教學上的應用」，《國立台灣師範大學教育研究所集刊》，20：563-567。
- 黃政傑（1999），《課程改革》。臺北市：漢文。
- 黃國明、賴維祥（2016），「創力時代之概述」，《Maker創力時代成為創客的第一堂課》（1）：1-6。臺北：佳魁。
- 黃雅麗（2017），《中學教師對實施創客教育的預期壓力》，元培醫事科技大學資訊管理系數位創新管理碩士班碩士論文
- 黃詩云（2016），《台灣創新創業政策研究以一創客創業為例》，國立臺中科技大學企業管理系碩士班碩士論文。
- 黃聖皓（2017），《影視媒體創客孵化器設計》，朝陽科技大學建築系建築及都市設計碩博士班碩士論文。
- 游傑安（2017），《提升國小視覺藝術美感教育成效之行動研究—以智慧創客教育KTAV學習食譜為例》，國立臺北教育大學教育經營與管理學系碩士論文。
- 詹士宜、楊淑蘭主編（2017），「第五章 社會學文化觀點的數學學習困難」，《突破數學學習困難 理論與實務》。新北：心理。
- 葉育青（2017），《創客職能分析之研究價值》，國立臺北教育大學文化創意產業經營學系碩士論文。
- 溫美玉、王智琪（2018），「第一章 這樣教數學，問題迎刃而解！」，《溫美玉數學趴》。臺北：親子天下。
- 楊德清、鄭婷芸（2015），「臺灣、美國與新加坡國中階段幾何教材內容分析比

- 較」，《教育科學研究期刊》，60（1）：33-72。
- 蒲欣澤（2017），《應用模糊分析網路程序法於創客空間創業評選準則之探討-以南科3I自造者空間為例》，遠東科技大學行銷與流通管理系碩士班碩士論文。
- 鄭崇趁（2017），「第六章 知識創客說」，《知識教育學：智慧人、做創客》。新北：心理。
- 甄曉蘭（2007），「偏遠國中教育機會不均等問題與相關教育政策初探」，《教育研究集刊》，53（3）：1-35。
- 劉芳姩（2017），《創客精神融入國小自然與生活科技教學之行動研究》，中原大學教育研究所碩士論文。
- 劉明洲（2016），「創客教育的理念與實踐～應該被關注的配套設計」，《臺灣教育評論月刊》，5（1）：158-159。
- 蔡清田（2000），「行動研究及其在教育研究上的應用」，《質的研究方法》。高雄：麗文。
- 蔡清田（2013），《教育行動研究》。臺北市：五南。
- 蔡清田（2015），「行動研究的功能限制與關鍵條件」，《臺灣文官學院T&D 飛訊》，209：1-19。
- 翰林版五年級上學期數學專用課本
翰林版五年級上學期數學教師手冊
- 賴信吉（2017），《價值共創動機與方法之關係研究：以Thingiverse網路平台的創客使用者為例》，國立清華大學科技管理研究所碩士論文。
- 蕭幸宜（2016），「搶救「數學」大作戰」，《新北市教育季刊》，18（23）：74-75。
- 盧煥錡（2015），《智慧文創：整合互動設計與創客精神應用於互動體驗展場設計》，逢甲大學創意設計碩士學位學程論文。
- 戴沛吟（2017），《整合CDIO專案導向學習的創客育成法之策略與實踐》，逢

甲大學創意設計碩士學位學程碩士論文。

魏米凰(2017)，《創客經濟對文創產業影響之研究－以智觀文創為例》，國立中山大學高階經營碩士班碩士論文。

魏賢照(2017)，《導入創客的核心思維以改善小型電子方案商的營運模式探討》，國立高雄第一科技大學電子工程系碩士在職專班碩士論文。

譚寧君(1992)，「兒童數學態度與解題能力之分析探討」，《國立台北師院學報》，5：619-688。

饒見維(1996)，《國小數學遊戲教學法》。臺北市：五南。

鐘琳(2017)，《應用模糊分析網路程序法於創客空間之行銷企劃評選準則－以南科3I自造者空間為例》，遠東科技大學行銷與流通管理系碩士班碩士論文。

蘇浩翔(2017)，《技術型高中機械科學生對創客3D列印學習認知及其態度之研究－以台中地區為例》，國立彰化師範大學工業教育與技術學系碩士論文。

響尾蛇(SNAKE)(2016)，「數學科遊戲化課程設計」，親子天下網站
2018年3月15日，取自 <https://flipedu.parenting.com.tw/article/2303>

外文部分：

Jamill Doghair (2006)，「淺談桌上遊戲的分類」，《天鵝桌遊報》，2018年6月2日，取自 <http://swanpanasia.com/blog/?p=23>

Freeman, D. (1998) *Doing Teacher Research: From Inquiry to Understanding*. Canada: Heinle&Heinle.

Henson, K. (1996) "Teachers as researchers." In John Sikula (Ed). *Handbook of Research on Teacher Education* (pp.53-66). New York: Macmillan Library Reference USA.

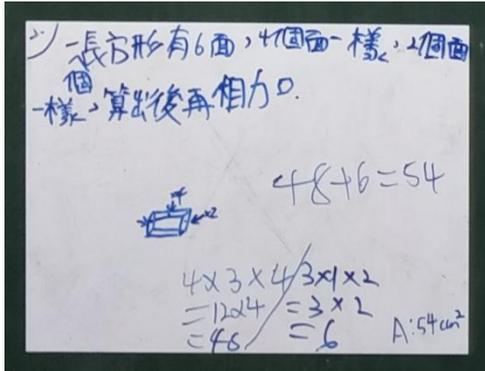
Lewin, K. (1947) "Group decisions and social change." In Newcomb, T.M. and

- Hartly, E.L. (Eds.) *Readings in Social Psychology*. New York: Henry Holt.
- Miller, A.C. (2002) *Action Research as a Framework for School Improvement*. Retrieved Nov. 21, 2002 from the World Wild Web: <http://www.fau.edu/divdept/coe/sfcel/default.htm>
- Noffke, S. (1997) "Professional, personal and political dimensions of action research." *Review of Research in Education*, 22, 305-343.
- Schon, D.A. (1983) *The Reflective Practitioner: How Professionals Think in Action*. New York: Basic Books.
- Stenhouse, L. (1975) *An Introduction to Curriculum Research and Development*. London: Heinemann.
- Taba, H. & Noel, E. (1992) "Steps in the action research process." In Deakin University. *The Action Research Reader* (pp. 67-73). Geelong, Victoria: Deakin University Press.
- Whyte, J.B. (1987) "Issues and dilemmas in action research." In Geoffrey Walford (Ed.), *Doing Sociology of Education* (pp. 139-159). NY: The Falmer Press.

附件一 數學教學省思 (2017.4.27)

教學過程及所遇問題	教師教學省思紀錄	上課照片
<p>教師請學生將課本收起來，並在黑板上畫了長方體的視圖。</p>	<p>教師不希望直接照本宣科，按照課本的指示上課，希望孩子能夠動頭腦思考解決的方法，相信藉此能夠加深對這部分的印象。</p>	
<p>教師請各組分工合作找出計算長方體的方法。</p> <p>配合獎勵制度，依照答題完成的程度給虛擬獎金：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.第一級：討論出計算過程。 2.第二級：討論出計算過程加上文字敘述。 3.第三級：討論出兩種以上的方法。 	<p>班上共分為五組，孩子在討論時很專注，有想法的會帶學習還需加強的同學，教師巡堂時有鼓勵每個孩子都要發言，但對學習落後的孩子來說還是有些困難，還需要多給他們發表的機會。</p>	
<p>給全班十分鐘時間討論</p>	<p>孩子們有了獎勵制度當作目標，都十分投入在討論之中。</p>	

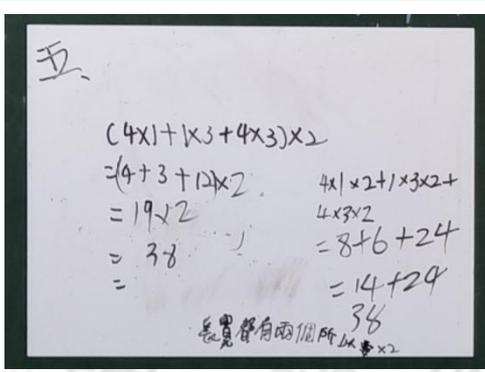
教師抽組別上台發表，但先不做評論。第二組上台發表：第二組發現長方形有六面，他們認為有四個面是一樣的，各自算完長方形面積後再相加。



這邊的寫法可改成長方體有六個面。孩子看成四個面一樣，導致答案算錯。



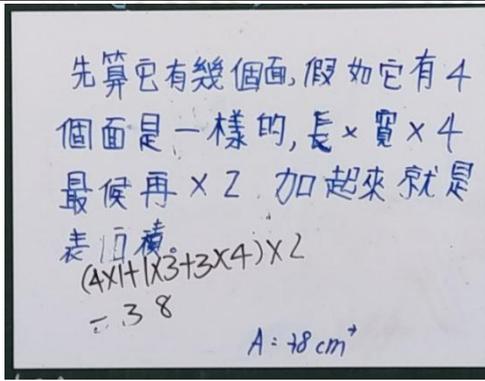
第五組上台發表：第五組發現了兩種計算方法。
1.分別算出三個長方形的面積，在相加×2
2.分別算出三組長方形的面積，再將三組做相加。



孩子能夠寫出計算的方法，但在口述時，要將數字轉成文字有困難，教師當時有協助他們進行說明。

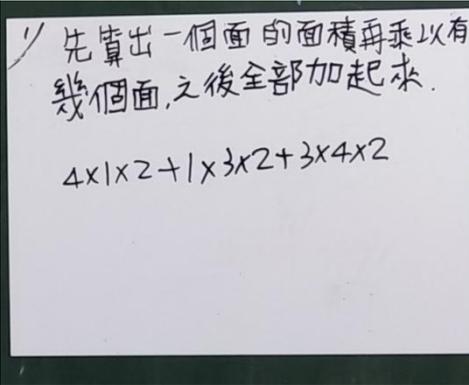
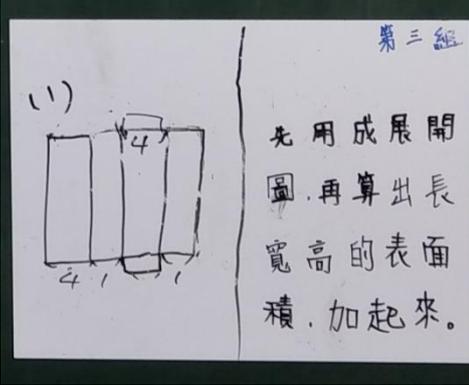


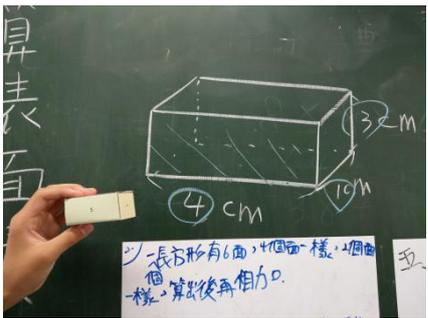
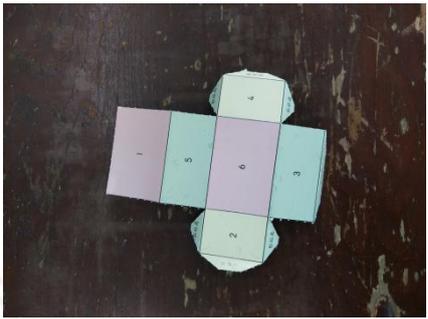
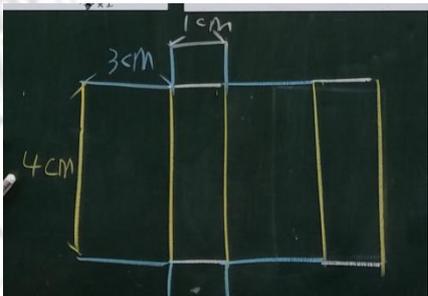
第四組上台發表：他們認為要先找出有幾個面，假如四個面相同，那就一起算，最後在×2，加起來就是表面積。



文字敘述和計算不符合。



<p>第一組上台發表：先算出一個面的面積再乘以有幾個面，之後全部加起來。</p>	 <p>文字敘述不夠完整，可修改成先算出某一組的一個面積，因為一組有兩個相同的面，所以要×2，共有三組，最後將三組的面積相加。</p>	
<p>第三組上台發表：先用展開圖，再算出長、寬、高的表面積，加起來。</p>	 <p>展開圖的形狀雖然畫出來了，但數字標示錯誤。此外，文字敘述需要修改成：利用長方體的長、寬、高計算三組面積，最後再相加。</p>	
<p>教師帶領全班一起看每一組的內容，並進行觀念釐清。</p>	<p>教師發現有兩組學生因為看到教師畫的立體圖形中有四個面相同，就認為是這樣，卻沒發現長寬高的組合共有三組不同的長方形。此外，孩子比較會寫算式，要他們用文字敘述或口頭描述時會無法精準的呈現腦中想的意思。</p>	 <p>*圖片說明：教師拿教室的紙箱做輔助，讓學生搭配看黑板的視圖，以釐清黑板上畫的視圖是由三組不同的長方形組成。各有兩個相同的面，而不是四</p>

<p>討論第三組畫的展開圖要如何修改。</p> <p>步驟：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 利用小型的附件，標上黑板上的長度。 2. 將長方體拆開，觀察剛才標上的長度位置。會發現相同組的長方形不會連在一起，上下那組長方形因為黏貼時有兩條邊會重疊，藉此知道長度。 3. 觀察好附件上的圖後，帶領孩子畫展開圖，用不同顏色標註不同的長度。 	<p>看到第三組用展開圖的方式來計算表面積，當下滿佩服他們的創造力。因為還沒遇到學生會用這個方法，因為長方體的展開圖超過百種，要在短時間內畫出來的確有難度。今日靈機一動，善用孩子們本來就做好的附件長方體，將數字套用在上面，因為原理相同，想說這樣孩子比較好理解。在將長方體拆開成展開圖，看到孩子們豁然開朗的表情，令我感到很有成就感。當下覺得自己反應算快，找出解題的方法，也謝謝孩子們讓我有新的體驗和成長！</p>	<p>個。</p>  <p>步驟一</p>  <p>步驟二</p>  <p>步驟三</p>
<p>下次出的回家作業： 數學日記</p>	<p>希望孩子能夠就今日所學寫下心得，並整理上課的內容。</p>	

附件二 訪談表格整理

編號	Q1 你現在對數學的看法是什麼？（在上過曹老師的數學課後，現在對數學的看法、想法如何？）	Q2 你喜歡數學嗎？為什麼？（在上過曹老師的數學課後，還是覺得數學很難？數學變得有趣多了？開始喜歡上數學課？或其他...）	Q3 你喜歡老師上數學的方式嗎？（喜歡老師設計的活動嗎？融入創客精神的教學方式）為什麼呢？對你有什麼幫助呢？
S01	還可以，因為在上課時老師都會讓我們用手去實際做做看，對我有很大的幫助。	變得比較喜歡了，因為上了曹老師的數學後就覺得有比以前的數學有趣了很多了，所以又讓我們更喜歡數學了。	很喜歡，因為老師舉辦的活動都很好玩，會讓我印象深刻。因為老師運用很多種不同的方式教學，會刺激學生的思考，比較快想到要怎麼解決問題的算是或方法。我覺得我現在有花比較多時間思考。以前我容易用死背的方式去讀課本的內容，現在透過在課堂上動手去操作，我有真的比較了解數學各單元的內容。
S02	感想就是很有趣、很好玩，不會讓人覺得很無聊。	數學變得有趣多了，我喜歡上數學了，因為老師把數學上得很好玩。	我喜歡，因為可以讓我們印象深一點，而且很好玩。我覺得動手做可以刺激我的思考，我就不會只是一直看課本。那很無聊，我也不太想聽，因為一直用看的我也覺得看不懂。現在老師用多元的方式我覺得有比較懂數學的內容。
S03	我覺得曹老師的教學方式比我以前的老師教得方式還好。	數學很難，因為有些單元以前沒有學好，所以才覺得難。	喜歡，因為老師上數學課的方式很有趣，讓我覺得有些難的單元變有趣又簡單。我覺得老師讓我們上課動手做很好，因為很好玩，我覺得從玩樂中學

			數學，讓數學變得更簡單。我覺得動手做學數學讓我更了解各單元的內容。
S04	我覺得數學很好玩，因為數學可以將分數變成小數，而且數學還可以直接用乘法就算出來了，不用用到加法慢慢加。	我非常喜歡數學，因為曹老師上課都會把數學上得很有趣，而且曹老師還會舉辦活動，讓我們對數學更有興趣。	喜歡，因為老師舉辦了那麼多活動，而且都非常有趣，所以對我很有幫助。因為可以動手做，從中讓我更了解面積的公式如何實際運用。動手做讓我印象最深刻，老師上課讓我們動手做的方式很好，因為上課不會無聊。上課有事情做讓我上課更專心。 多元的上課方式對我來說很好，讓我更容易記得數學單元的內容，我也覺得對數學比較有興趣，數學課變得不會很死板。
S05	我覺得以前無趣的數學開始變有趣了，讓我想學了！	數學變有趣多了！開始喜歡上！大多數的數學不會覺得無趣。	我喜歡老師您設計的活動，因為可以讓大家進步。
S06	很有趣，不會跟以前的老師一樣無聊的上課。	喜歡，因為一二三四年級的老師很少這樣。	喜歡，因為以前的老師很少會這樣（幾乎沒有），對我有幫助，會讓我變得更想學數學。 動手做可以讓我去思考上課的內容，如果只是教課本的內容，我會不太想學。
S07	我現在覺得數學很有趣，因為有很多好玩的遊戲，和好玩的上課方式，所以我現在比較喜歡數學。	喜歡，因為我覺得現在上數學的活動變多了，也變得很有趣，數學變得比較簡單了。	喜歡，因為活動變多了，也變得比較好玩。我現在覺得數學不會只是純粹在計算上，玩過遊戲後我覺得數學變好算了，也比較容易記公式或原理。我覺得多元的方式比寫考

			卷計算還要更令人感興趣。我在計算我的作品時還有運用到小數點，這樣很多元，也可以增進我的數學計算能力。
S08	我覺得比之前好很多，不會像之前死板板的，而且老師也很用心的教學，還設計活動給我們體驗。	變得很有趣，而且我們可以從玩樂中學到很多東西，上課也講得很仔細。	很喜歡，因為老師都會有很明瞭的方式讓我們知道內容，就算有不懂的地方，老師也會給予我們幫助，這樣我們可以很快地了解這課的重點。 從快樂中學習可以對教材更熟悉，我也更了解數學的內容。
S09	感覺很好玩，因為有很活動，還有老師上課都會講有趣的內容。	我喜歡數學，因為我原本就喜歡數學，給老師教了以後，我就更喜歡數學了！	喜歡。因為老師很幽默，讓我更喜歡數學，而且活動也超好玩呢！
S10	我對它的看法就是：年級越高，數學題目就越難。	我喜歡，因為老師會用不同的方式教我們，讓我更懂數學。我現在不覺得數學難，老師有用不同方法，讓我更喜歡數學。	喜歡，因為老師上課很搞笑，然後也很認真，老師設計的活動我都很喜歡。我覺得老師的多元教學方式很好，讓我不會怕數學，也比較愛數學。我覺得動手做數學很有用，因為有親身親歷的感覺，真的會比較了解每一單元在做什麼。
S11	我覺得數學有趣，我也更喜歡了。	喜歡，因為您在教新的單元時不會直接上課本的內容，而是先讓我們玩相關的小活動。	喜歡，老師設計的活動可以讓上課變得更有趣。對我也很有幫助，因為可以讓我更了解這一單元在學什麼。動手做可以讓我印象深刻，我覺得以後我也還會記得這些內容，而不是靠死背。
S12	遊戲很好玩，也對數學有更大的好奇心。	現在還算喜歡，因為老師都會設計一些很好玩的	很喜歡，因為老師用的遊戲可以讓我加深印象。

		遊戲，現在不會覺得非常難。	藉由遊戲我了解各單元在說什麼，我也比較不容易忘記了！
S13	上過老師的數學課後，才發現數學也能這麼有趣，我也變得很喜歡數學。	喜歡，因為老師都會讓我們玩遊戲，讓我比較了解這個單元在講什麼，雖然有些比較難，但我還聽得懂。	很喜歡，能讓我多動動腦，老師給我們玩的活動也很有趣，也會讓我們有小組討論，我們也有上台表演。 老師讓我們寫日記本，讓我們自己去整理重點，而玩遊戲則是讓我們對數學印象深刻。對我來說，我覺得老師的教學方式對我的數學有幫助。
S14	以前不喜歡數學，但上過老師的數學課後，開始喜歡上數學課了。	沒太喜歡數學，因為我爸一直考，但數學還是很有趣。	喜歡老師的教法，比我知道的還要有趣，可以用玩樂來記住怎麼寫。比起硬背，我覺得實際玩遊戲或是動手操作各種教材，我真的有記起來各單元的內容。
S15	我現在覺得數學沒有想像中的那麼難，透過玩遊戲來學數學，我覺得很有趣！	我現在不覺得數學是我的『眼中釘』，反而越來越喜歡了！	我很喜歡老師上課的方式，本來有些不懂，但是經過老師的活動讓我更了解了！ 我覺得從玩遊戲玩數學會比直接上課還要好，因為我會覺得好像在硬記內容。透過玩遊戲很容易理解各單元的內容，我覺得這樣比較好學。動手做和玩遊戲對我來說是有幫助的。
S16	很好、有趣、好玩，沒有我想像中的難和無趣，學完之後我也覺得自己的數學變得更強了！	我非常的喜愛老師的數學課，因為課堂上有豐富的遊戲和有趣的課程，所以我沒有不喜歡。	喜歡，因為以前一、二年級時上數學課我會很想睡覺，但上了老師的課之後感覺精神乘以一百倍。
S17	雖然有些單元還是很複	我在上過老師的數學課	喜歡，因為老師設計的活

	<p>雜，不過覺得老師教數學的方式可以加深我的印象，比較不容易忘記。</p>	<p>後，覺得數學變得比以前有趣，因為老師都會為我們設計許多好玩的活動。</p>	<p>動五花八門，都令我無法忘懷，而且這樣可以比較了解每一單元的重點，對我的幫助很大。</p> <p>我覺得藉由這樣的方式上課讓我印象深刻，比較可以記得內容。老師上課活潑多元，對我來說真的對學習很有幫助。</p>
S18	<p>上數學課很有趣，除了課本上題目，老師還給我做了各單元的活動。</p>	<p>我喜歡，因為老師上的每一個單元都很有趣，還做了小活動，讓我們可以對數學更了解。</p>	<p>有，像我的班級成員活動中，可以知道第二、三單元在告訴我們它的意思。透過實際動手做數學，讓我更深入了解各單元要說明什麼，是真的對我有幫助。</p>
S19	<p>就是變得比較簡單一點，現在對數學的感想是很有趣。</p>	<p>喜歡，因為老師有給大家做DIY，我覺得數學沒有很難，我覺得數學變有趣了！</p>	<p>我喜歡老師上數學的方式，因為老師有給大家玩一點玩具。而且老師讓大家實際玩活動，我有聽懂老師教的內容。</p>
S20	<p>以前很討厭數學，現在有一點喜歡了！老師也有將數學講得很細。</p>	<p>還好，因為每次看到數字都會頭昏腦脹。以前覺得數學很難，現在有好一點點，很期待曹老師上的數學課。</p>	<p>喜歡，因為曹老師會用比較生動的方式，讓我更了解每一單元主要是在講什麼。我覺得動手做讓我更理解數學，以前我的數學學得比較沒那麼好，但現在有進步了。</p>
S21	<p>很好玩，因為老師會辦活動讓我們認識各單元在講什麼。</p>	<p>喜歡，因為老師的數學課有很多活動，從活動中我們不只有玩，更了解了這一單元在上什麼。</p>	<p>喜歡，因為讓我不再覺得數學只是一直在計算，而且老師的數學課不會死死的。</p> <p>我覺得多元的教學方式讓我能夠真正理解，我有遇過數學老師都是一次就把單元的內容都講完了，也講得很快，我都聽不懂。從玩遊戲或是動手</p>

			<p>操作中我印象很深刻，而且比較有感覺。我在回顧這單元時，我可以想起當初玩遊戲時老師教了我們什麼，並從中去推敲答案。</p>
--	--	--	---

編號	Q4 你覺得哪個單元最好玩？為什麼？	Q5 你不喜歡哪個單元？為什麼？	Q6 你覺得數學有進步嗎？
S01	<p>我喜歡第九單元面積，因為做創意玩具非常有趣，也因此讓我們學到怎麼利用數學原理做玩具。因為我有利用面積原理實際動手做創意玩具，所以當我寫到面積的題目時，我就很清楚怎麼計算了。</p>	<p>第六單元擴分、約分和通分，因為我在寫的時候很頭痛。在計算時，如果需要約分的時候，我會不知道如何計算，我會找不到分子和分母的共同因數，而且我對約分和擴分的定義有點不清楚，很容易搞混。</p>	<p>有，課業有進步。我的心態也有轉變，我回家複習數學時，我變得比較主動，我也不覺得數學很難。我以前都會把數學想得太難了，但我現在已經克服這個問題，我現在會用比較輕鬆的心態去面對數學。</p>
S02	<p>我最喜歡第十單元線對稱圖形，因為我們有玩剪紙。因為我覺得這個單元很簡單，而且計算的部分非常少，可以直接判斷出來，所以我對這單元很有興趣。</p>	<p>第二、三單元因數與倍數，因為我覺得很難又很複雜。我覺得題目很難懂，我會看不懂題目是要用因數去算，還是用倍數，我很容易搞混。</p>	<p>有，課業上有進步。功課上面我覺得寫數學習作有進步，我覺得現在上課聽得懂的部分變多了，所以我作業寫得比較好了。</p>
S03	<p>我最喜歡第二、三單元因數與倍數，超好玩，老師讓我們玩桌遊，讓我玩得很開心又刺激。</p>	<p>第六單元擴分、約分和通分很難，因為我有時候不知道怎麼約分，我也不太會通分或擴分。我不知道要用誰來當因數同時除以分子和分母。當題目考我通分時，我會把這兩者搞混。</p>	<p>我覺得成績沒有進步，要再加油一點，因為一二年級時我的分數都很高，因為那時數學比較簡單，而且安親班老師會要求我背九九乘法表，但到高年級就分數就不高了，我目前沒有去上安親班，我給自己的目標是每天回家要複習數學，而且可以問老師問題，數學應該會進步。</p>
S04	<p>我覺得第九單元面積最</p>	<p>我不喜歡第八單元四則</p>	<p>我覺得有進步，因為第一</p>

	好玩，因為有創意玩具能將面積的原理動手做出來，我覺得很神奇，所以我覺得這單元最好玩。	運算，因為要一直算，有點麻煩，而且數字太大就可能算錯了。	次考試考七十幾分，但第二次考試考了八十幾分，所以我應該有進步了幾分。
S05	我最喜歡第十單元線對稱圖形，因為簡單有趣，不僅有活動，還有小組競賽。	第二、三單元因數與倍數，因為我常常把因數找成倍數，也就是寫反了。因為一開始是先學因數，後來才學倍數，所以我容易搞混。有時候我還是會忘記因數和倍數的意思，但是老師讓我們玩桌遊之後，我對因數和倍數的觀念有比較清楚了。	有！以前考不好而且有一點不想學，可是現在不一樣了！老師現在用多元的方式教學，會讓我覺得數學不會那麼無聊。我會更想學習數學了，以前中年級時我覺得學數學很難，我覺得以前數學就是一直死背，但是現在的數學課就是讓我們親身去動手做和動手算，我學會去仔細思考。
S06	我喜歡第九單元面積，因為創意玩具可以讓我們動手做，而且看到其他人的作品，我覺得很厲害。我覺得計算實際玩具的面積比較有趣，如果只計算課本的題目讓我會想睡覺，但是動手做會讓我精神百倍！	第二、三單元因數與倍數，因為這兩個單元要一直找因數、公因數、倍數和公倍數，我覺得非常麻煩。	有，因為可以從遊戲中學習到一些知識。我覺得心態有進步，因為以前在上課時我會很想睡覺，但是有進行活動後，我覺得我會比較想學。
S07	我覺得最好玩的單元是第九單元面積，因為我很喜歡算面積，好玩又簡單。 我本身平時就會下載和面積相關的遊戲，例如解謎遊戲，我會找方法練習數學。老師讓我們做創意玩具，我做扭蛋機我把每一個面的面積算出來，其實就已經在算表面積了。我認為這樣的作業對我的數學有幫助，因為	第二、三單元因數與倍數，因為這兩個單元很麻煩，又很容易錯，所以這是最不喜歡的單元。我在找因數時容易少找或是找錯，有時候是題目給的數字太大，我覺得很難找。倍數的部分是我也容易乘錯，我覺得要讀懂因數和倍數的應用題也有難度，因為我搞不太懂要怎麼運用因數或倍數，可能誤會題目的意思，那就	我覺得有，因為我的成績有進步。我之前的成績比較低，現在上課時我懂得思考，在作答時我也會想一下老師教過的內容，所以成績真的有進步了。

	可從製作的過程中實際去計算面積。	全部都找錯。	
S08	我最喜歡第二三單元因數與倍數，因為這個遊戲是大家一起玩桌遊心臟病，讓我覺得非常好玩。藉由玩桌遊的方式讓我能夠更快找到因數和倍數，會對這兩者感到熟悉。因為這個遊戲是大家一起玩桌遊心臟病，讓我覺得非常好玩。藉由玩桌遊的方式讓我能夠更快找到因數和倍數，會對這兩者感到熟悉。	第十單元線對稱圖形，因為我對剪紙不太熟悉，所以我不喜歡，每次都剪得二二六六，讓我很頭痛。在畫線對稱圖形時，如果題目的圖形較為複雜，我會比較不喜歡。	有，就成績來說我有進步，因為我一開始就很喜歡數學，我從小就對數字很敏感。
S09	我喜歡第九單元面積，比較簡單而且不容易算錯，而且活動很有趣。	第八單元四則運算，真的很麻煩，雖然它是整數的加減，但是我最怕麻煩。因為四則運算有很多數字，通常題目的數字都不是很漂亮，造成我粗心大意，有時我會看不出來四則運算可以先計算好算的部分，也有可能是我太急了，看到題目就馬上算，才容易算錯。	有，因為老師教得很好，而且活動很有趣，所以很好玩。我覺得動手做的課程讓我更深入了解數學單元的內容，透過操作讓我能夠思考以及和組員討論內容。以前幾乎都是背公式，但是現在思考時間變多了，我就不容易忘記各單元的內容了。
S10	我最喜歡第六單元擴分、約分和通分，因為透過色紙讓我更了解分數的原理，透過折色紙讓我了解等值分數，我也比較不容易忘記。	第七單元異分母分數的加減，因為要變來變去加來加去，有點麻煩。我最怕這單元，因為我覺得約分和擴分很複雜。因為我有時會搞混約分和擴分的意思，有時候我會不知道用哪個因數進行約分。	我在考試的方面有進步了，在上數學時的態度也進步了。因為老師上課我都聽得懂，而且我有養成複習的習慣。我以前有補習反而成績不好，現在沒補習成績卻變好了，因為補習班的老師很嚴厲，讓我很害怕，所以對數學沒信心。現在我自己花時間複習效果比較好。
S11	我喜歡第九單元面積，因	第二、三單元因數與倍	有，因為曹老師上課時總

	為我從來沒有玩過這一類的遊戲，而且我也非常喜歡動手做玩具。藉由這個動手做的活動，讓我更了解面積公式怎麼運用。	數，因為我不喜歡找因數，而且考試的題目都把數字出很大，有時還會少找。	會玩遊戲，讓我更了解。我覺得藉由玩遊戲或活動的方式讓我對數學各單元的內容印象更深刻。
S12	我覺得第十單元線對稱圖形最好玩，因為我很喜歡老師設計的遊戲—我的航海旗。遊戲可以讓我對線對稱圖形的原理更加深刻。	我最不喜歡二、三單元因數與倍數，因為覺得要找出它的倍數很難。我覺得應用題很難，我有時會搞不清楚題目是要我找因數還是倍數。	有，因為我不但學習態度有進步，我的成績也有進步。以前我學數學就一直寫題目，我覺得以前的數學比較難，現在反而變簡單了。
S13	二、三單元因數與倍數比較好玩，找因數時，當數字比較小時，找因數就很簡單。	第七單元異分母分數的加減，要判斷怎麼樣的方法比較好算，有時還會算錯，因為數字太大。因為是異分母的加減，所以會運用到擴分或是約分，但是有時擴分的數字很大，會要乘比較久，而約分要找分子和分母的因數，這部分是比較還好啦！	有，媽媽說升上五年級數學成績有變比較好，爸爸在問我數學時，我馬上就算出來了。老師會讓我們小組討論，讓我們討論出和別組不同的答案，然後全班再一起分析，我覺得這樣對我學數學很有幫助。
S14	我最喜歡二、三單元因數與倍數，因倍密碼很好玩，雖然最後大PK時我還是輸了，但至少贏了一些人。藉由玩因數心臟病的方式，我實際了解因數的應用，我也很喜歡這樣的上課方式。	第六單元擴分、約分和通分，因為我每次的數學幾乎都沒擴分、約分，所以幾乎都錯了。有時候無法分辨出題目要我約分還是擴分。	有，但我成績還是沒有太大的進步，但心態比之前還好。我現在會比較期待上數學課，這樣對我考試很有幫助。
S15	二、三單元因數與倍數最好玩，因為我很喜歡桌遊，所以我很喜歡。	我最不喜歡第六單元擴分、約分和通分，當全部混在一起考的時候我容易搞混。我最不喜歡約分，因為我有時候我找錯因數，所以就約錯了。	我覺得我對數學的態度進步了，之前一聽到『數學』這兩個字，就嚇得落荒而逃，現在的就不會了。
S16	我喜歡第九單元面積，因為老師讓我們自己DIY	第六單元擴分、約分和通分，因為要一直想來想	有，在以前不會數學時我就很不喜歡，但現在喜歡

	手做面積的玩具，所以讓我永生難忘。	去，還要想要怎麼通分、擴分、約分，我覺得好難。我覺得計算這部分很麻煩，因為要先找出共同的分母。我會先在紙上找，這讓我覺得很麻煩，我最不喜歡擴分，因為分母會變很大，數字就會很難算。	數學了。我在數學的考試成績上有大大的進步。以前老師講課時都很少玩遊戲，就是直接打開課本講題目，方法比較單調，所以我對數學比較沒興趣。現在曹老師會讓我們動手做數學，比較容易記起來數學的體積或是面積怎麼計算，比較不容易忘記。
S17	二、三單元因數與倍數最好玩，因為可以和班上同學互動，一起玩桌遊，我覺得很有趣。	第五單元多位數的乘除，因為是「多位數」，所以會有很多算式，我覺得很複雜，加上我很容易粗心大意和記錯錯誤，所以我不是很喜歡。	有，因為我的數學成績一次比一次還要進步，我很開心，也謝謝老師這麼用心的教我們。
S18	我喜歡第九單元面積，因為老師要我們做創意玩具，在算出某一部分的面積。因為老師讓我們可以實際動手算面積，而不是只是計算課本裡面的題目。	第五單元多位數的乘除，因為乘法和除法的計算都需要時間，而且很麻煩。我其實是會算這些題目，但是計算過程太多了，有時會讓我計算錯誤。	有，因為老師想的活動能夠深入數學的單元。我覺得我的成績有進步，以前老師雖然有做活動但有些地方我還是不懂。但是現在老師進行的活動，我有真的了解意思。
S19	二、三單元因數與倍數，因為老師給我們玩桌遊，我很喜歡玩桌遊。我從撲克牌的遊戲中真的有找出因數和倍數，但我覺得找倍數比較簡單，找因數比較難，有時候會少找。	第六單元擴分、約分和通分，我會一個頭兩個大，我有時候還會忘記怎麼擴分。	我覺得我數學有進步。我覺得我在計算的部分比以前進步，我現在比較不容易算錯，因為我有比較細心了。以前我比較怕數學因為我怕我會一直算錯，但是現在有信心了。
S20	我喜歡第九單元面積，因為可以讓大腦思考，知道製作玩具的原理，可以運用數學，真是一舉兩得！我覺得可以動手做作品很好，讓我覺得那個單元	第七單元異分母分數的加減，因為前一單元已經出現分數，這一單元又更進階，讓我覺得有點煩躁，我覺得要把分母擴分成一樣是一件很麻煩的	有，因為老師講的數學課我都聽得懂。我覺得跟之前的老師不太一樣，曹老師講解得很細老師多元的方式讓我比較容易學會各單元的內容。

	變得很有創意，對我學數學很有幫助，讓我可以實際計算那個物體的實際的面積，而不是只是計算課本裡面的題目。	事情，我也不是不會算，就是不太喜歡。	
S21	我最喜歡第十單元線對稱圖形，因為可以玩附件和玩剪紙，還可以設計自己的航海旗，這單元不用一直計算，這是唯一不用計算的單元，我發現圖形類的單元比較可以動手操作，從動手操作中讓我更了解這個單元的內容，我也可以理解圖形的特性，讓我更加深印象，如果只有單純上課本的內容，我覺得我也很容易忘記。	我最不喜歡的單元第八單元四則運算，因為要一直算一直算，然後要先思考題目再說什麼才能算。我覺得這單元很難的地方是因為要先讀懂題目，然後才能列式子，而且式子都滿長的題目，給的數字都無法直接判斷，要列式子後才能找到答案。我有時候會判斷不出來好算的部分要先算，因為有時候會比較心急，就容易忘記四則運算的計算方法。	有，比以前好很多，自從上了老師的數學課後我就變很好。以前的老師不會辦活動，而且上課方式不活潑，所以我數學就學不好，可是上了曹老師的數學課就不會有這樣的情況，因為老師上課很活潑。