

教育部113學年度中小學科學教育專案期中報告

計畫名稱：	數學手作問題導向課程與科普閱讀寫作設計之研發與實作 III	
主持人：	李政憲	電子信箱： jenshian@yahoo.com.tw
共同主持人：	謝熹鈴、賴韻竹、顏敏姿	
執行單位：	新北市林口國中	

一、計畫目的

十二年國教總綱強調以「核心素養」做為課程發展之主軸，秉持全人教育的理念，藉由自主行動、溝通互動與社會參與三者的結合，課程並能融入生活情境，使學生理解所學知識，跨領域整合運用以解決問題，成為與時俱進的終身學習者（如下圖1）；數學是一種實用的規律科學，本應提供每位學生有感的學習機會，因此如何設計課程實作時要討論的問題，是迫切且重要的。

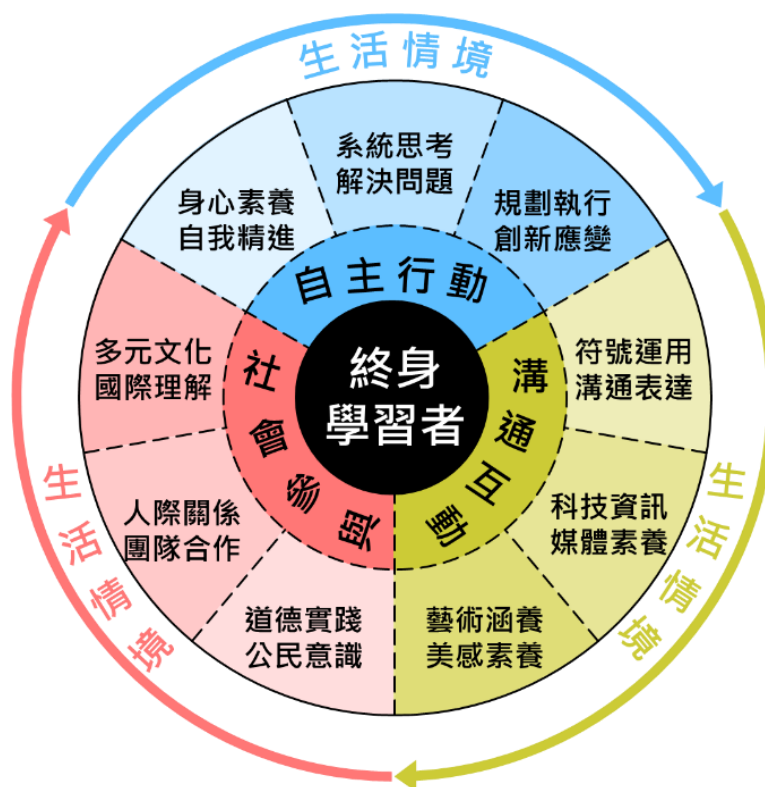


圖1 素養理念的課程設計（修改自教育部「十二年國民基本教育課程綱要」）

因應今年度 IDM2024「遊於數 (Play with math)」的主題，本計畫結合手作課程透過問題導向學習 (Problem-based learning，以下簡稱 PBL) 進行課程設計，與數學科普閱讀進行寫作，進一步應用於課堂。執行計畫十多年以來，所設計的手作課程，除了增加學習者的身心素養，也發現透過團隊合作可加強學習者的社會參與程度，並搭配科技資訊媒體提昇該方面的素養能力；至於科普閱讀寫作，透過合適的教材與引導，除了達到溝通表達的運用，更能增進媒體素養、提昇老師與學生們的問題解決能力。

為了避免學生學習時的負荷過重，從種種的數學教學研究顯示，需要使用適當的工具、教材與呈現方式。而藉由數學活動來發展教學思維，需要在素材和解題活動的難度上作適當的調整 (鄭英豪，2000)；此次計畫選擇筆者發展逾十年的數學手作課程，並結合陽明交通大學陳明璋教授開發的 AMA (Activate Mind Attention) 軟體來呈現教材，使得老師易於上手、上課較為彈性，學生適性學習、可差異化進行任務。所設計課程中的問題導向學習，除了設計相關的教案與學習單，更能依據課程，在教學簡報製作相關的動態開關與動畫使用，讓現場教師作彈性應用。

問題導向學習以生活化與真實問題為學習起點，使學生將學習與生活情境作連結，對於應用所學知識於實際生活中有所助益。在學習過程中由教師督促學生主動探討及建構知識，同時透過小組合作學習過程，培養合作學習與解決問題的能力。藉由問題本位學習可以培養學生主動探索與研究、獨立思考、解決問題和終生學習能力 (陳銘偉，2004)。而在整個學習中培養出學生自我學習能力，以成為終身學習者，方能面對未來現實世界的問題，也適應目前資訊快速增加的時代 (溫嘉榮、鄭國明、郭勝煌，2010)。而且種種研究也說明在數學學習透過 PBL 問題導向教學模式，比傳統講述教學法之數學教學模式，更能提升學生的數學學習成就 (張賢吉，2022)。就 Barrett et al.(2011)的觀點，認為問題導向學習法的方式，應以學生為設計問題的中心，而教師或是助教(Tutor)通當只在討論的過程，扮演引導者(Facilitator)的角色，並不積極的介入討論過程當中。因此筆者選擇將數學手作結合，以 PBL 方式進行課程與問題解決，期待符合 PBL 學習循環圖的模式 (如圖2)，從問題產出、反思議題，進一步提出假

設並形成想法、將問題一般化，最後匯聚結論並提出解決方案，接著產生新問題繼續同樣歷程。

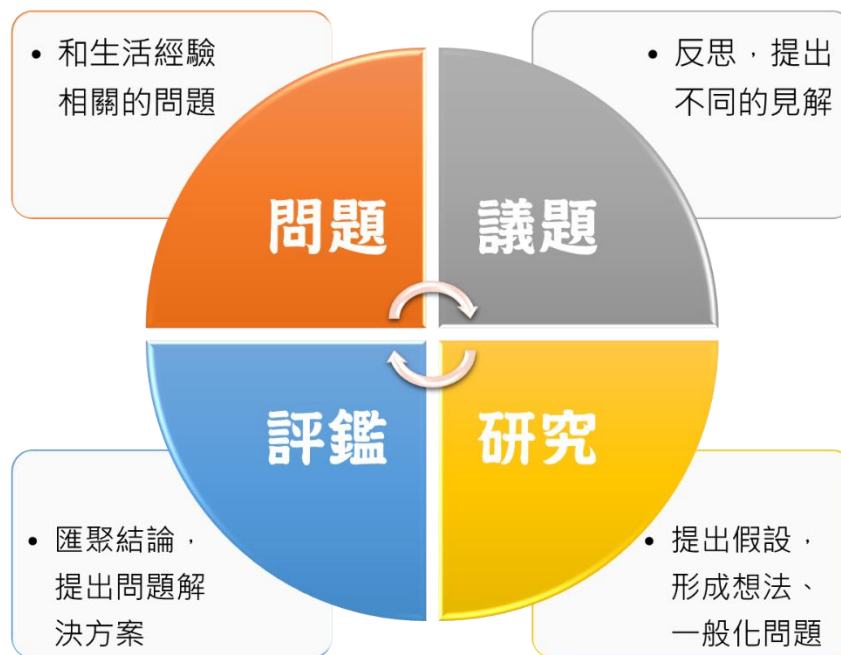


圖2 PBL 學習圈 (修改自: Raine, D., & Symons, S. (2012). Problem-based learning: undergraduate physics by research. Contemporary Physics, 53(1), 39-51.)

針對科普閱讀寫作，美國數學教師協會 (National Council of Teachers of Mathematics) 所出版之「學校數學課程與評量標準」一書中已建議把數學寫作融入數學教學中，並且強調二十一世紀的數學教育將特別強調溝通的能力，主張學生應藉由數學寫作的溝通方式來幫助他們釐清自己的想法，加深他們既有的數學概念，以及協助他們連結新舊概念 (NCTM, 1989)。袁媛(2003)指出在中學階段實施數學寫作活動，能有效增進學生對數學概念的理解，亦能提升中學生對數學學習的興趣與溝通能力。Van de Walle (1994)則認為，寫作活動在數學的教學與學習過程中，應該扮演相當重要的角色，因為數學寫作活動可以讓學生藉由寫作的方式自由表達數學學習的心得、想法與解決問題的思路過程，也能幫助學生發展概念性知識的理解以及促進程序性技能的精熟；透過數學寫作作為評量的方式，學生將有機會去證實自己對程序性知識及概念性知識的瞭

解，以及溝通與表達想法的能力（Liedtke & Sales，2001）。而 Connolly 和 Vilardi（1989）也指出數學寫作對學生的推理、溝通與連結之發展具有正面的幫助，而教師更能透過數學寫作的安排與課程設計，將知識聚焦於文字，有系統性的呈現教學脈絡。因此今年度特別延續去年已設計的數學科普閱讀，持續透過新教材的引進，讓現場教師學生透過書籍、影片、網站等媒介，搭配所安排的主題與設計的學習單，將所學訴諸文字，進一步進行發表與投稿。

綜上所述，針對上述數學手作設計合適問題製作教材，與結合科普閱讀進行寫作，進一步發展課程及教案，將是今年度本計畫的主要目的，而我們所設計的課程與執行過程，也與十二年國教所希望讓學生的學習「自發、互動、共好」的理念完全相符。

二、執行單位對計畫支持(援)情形與參與計畫人員

本校（新北市立林口國中）相關行政人員與社群教師，對於計畫的執行推動與推廣，都是全力支持與協助，包含：校長與主任對教材推廣與設計時需公假外出，教學組的排課需求，出納會計的協助核銷，以及進行相關課程的學生全力配合與協助等，都是計畫推行時的最大助力。本年度計畫之參與人員及協助計畫內容如下：

1. 林口國中 李政憲：計畫主持人，林口國中數學科教師兼任資優班導師暨新北市數學輔導團團員，交通大學 AMA 團隊講師，教育部 108 年師鐸獎得主
2. 山腳國中 謝熹鈺：山腳國中數學科教師兼任桃園數學輔導團專任輔導員，106~112 年「山中藝科數社群」教師專業學習社群主持人，計畫協同主持人，參與課程設計暨教學實施，榮獲桃園市 110 學年度教師專業學習社群-進階社群特優獎、桃園市 109 及 108 學年

度教師專業學習社群-進階社群甲等獎、桃園市107及104學年度教師學習社群績優團隊特優、桃園市105學年度教師學習社群績優團隊優等、桃園市112、108及106學年度教師優良教學示例特優、107年度桃園市師鐸獎獎項、桃園市105學年度優良教育人員、桃園市106及111 年度國民教育輔導團員傑出貢獻獎。

3. 林口國中 賴韻竹：林口國中美術科教師兼任導師，計畫協同主持人，參與課程與模型設計暨教學實施
4. 楠梓國中 顏敏姿：楠梓國中自造中心主任，高雄國教數學輔導團兼任輔導員，計畫協同主持人，協助課程推動與產出、帶領種子教師共備成長，國中教科書出版品編輯。
5. 林口國中 校長 劉銘恩/輔導主任 邵信慧/教務主任 黃桂玲/人事主任 呂旭卿/會計主任 吳亭頤/教學組長 郭于禎/設備組長 羅兆晉/出納組長 周佳蓉：提供執行計畫行政支持、課程安排、經費核銷等
6. 林口國中 葉麗珠、廖婉君、王雪芬、陳俊儒、王楷淇、林一川/ 安溪國中 謝麗燕/中興國中 李慧玲、陳怡雯：「玩每思，思完美」教師社群成員，協助教材施作分析暨課程設計諮詢
7. 交通大學 陳明璋：交通大學教授，提供資訊融入教學、數位教材設計暨模型製作意見諮詢
8. 師大附中 彭良禎 / 扶風文化 洪新富老師：提供立體圖形與摺紙教學模型製作議題分享暨專業諮詢

9. 羅東高中退休教師 官長壽，協助動態幾何軟體製作、獨立研究主題發想諮詢與指導
10. 興雅國中 吳如皓：提供數學實作課程諮詢，協助課程發展
11. 林口國中 七、八年級數理資優班/ 國小科學營：教材施作對象
12. 藝數摺學講師群暨所屬學校：含高雄鳳山高中連崇馨、台南北區文賢國中高國祥、屏東女中陳哲成、台中居仁國中游曉琦、桃園中壢高商吳淑惠、台南仁德文賢國中王儷娟、苗栗高商蔣小娃，協助推動科普文章編寫、課程實作與修正推廣。

三、研究方法

此次計畫除了選定一般授課常用的 PowerPoint 簡報軟體結合 AMA 外掛程式集製作課程簡報，進行教學設計與示範演練外，部份課程則搭配動態幾何軟體，作為教師教學呈現與學生作業研究工具，使得教師研究與學生學習時更方便上手且易於討論，進一步可延伸學習或進行補救教學；更將透過提問討論、問題解決、學習單撰寫與作品製作等方式，讓學生從中學習預定達到之教學目標，也透過文章的投稿與教具包的出版，讓現場老師們於教學時更容易上手。

底下再針對預定發展的兩類課程列表說明如下：

課程	課程主題	主要上課內容	課程設計基礎與延伸	評量方式	結合領域
1	數學手作	N×N 井字格模型製作 雙軸對稱字設計製作 摩爾紋製作探究	簡易圓切球設定製作 進階雙軸立體書製作 摩爾紋數學原理暨製作方式探討與卡片設計	問題導向課程提問與作品設計發表評量學習單	藝術與人文領域 語文領域 科技領域
2	科普閱讀寫作	科普閱讀心得發表 科普文章寫作投稿	依指定科普書籍製作相關簡報 文章整合數學概念	學習單 文章撰寫 簡報製作	語文領域

表1 113學年度計畫發展課程列表

以上兩大主題共五類課程預計於今年進行教材設計、實際施作與修正回饋，並視實施結果暨學生反應，進一步調整課程內容。

至於課程進行則比照前幾年的推動方式，透過下列研究步驟進行設計與修正（參考圖3）：

（一）課前討論：

1. 教材學習單提問設計：蒐集相關資料，根據提問設計，製作完整教學簡報與學習單或進階思考題設計。
2. 專家諮詢討論與修正：藉由相關領域專家與社群互動諮詢，討論修正後實施。
3. 線上共備群組模型製作：透過定期固定主題的課程討論設計課程相關模型，也將使有興趣推動這些課程的老師更聚焦且容易上手。

（二）課中實施：

1. 課堂施作攝影暨模板操作錄影上傳：協助引導學生理解，並藉由研究助理協助拍攝上課實施過程相片與攝影，彙集成光碟或上傳至網路。
2. 學習單作品完成施作：藉由學生完成的學習單回饋或所完成的作品，確認學生的接受與理解程度。
3. 線上社群交流與實體共備：藉由已實施課程的老師們分享，得以讓尚未實施的老師們了解可能會遇到的困難與其解決之道，也吸引更多有興趣的老師願意投入；目前「藝數摺學」社團已累積逾三萬三千人加入，定期進行討論的線上共備群組逾10個以上，而自2018年成立的線上寫作共備社團目前加入人數逾40位，仍按月持續產出文章；而本校所成立的跨校「玩每思·思完美」社群也會定期進行實體共備課程彼此增能。

（三）課後分享：

1. 課後回饋分析：整理學生的學習單、回饋與作品，並根據學生的回饋再行修正教材定稿。
2. 社群分享互動：蒐集學生的回饋結果，連同教材集結成冊或數位教材，於社群分享或投稿相關期刊暨研討會發表施作後心得。目前已正式運作的「藝數摺學協作平台」，新增關鍵字搜尋功能，也將課程相片紀錄與文字心得放於相關網頁內，可讓預實作的老師更容易上手。
3. 線上社團與實作分享：待討論或施作結束，邀請有意願的老師協助整理共備討論的內容書寫文章，並且挑選適當的章節再作討論分享與課

程設計；今年度群組教師們迄今陸續完成了「藏在十字花中的數學」、「一面兩體」、「正方體的編織結構II」、「三角測量立體圖型-教具製作」等文章，並已出版了「光之摺紙」（龍騰數亦優）與「當藝術遇上藝數－紙摺蒙德里安方塊」（科教月刊已接受）（如圖4、5），且筆者與出版社陸續合作出版了「弧形幻影」、「鑲嵌魔方」與「數說星盒」教具包（如圖6、7，南一出版社），並分別辦理了北、中、南的實體研習與全國的線上研習，讓這些課程可以讓老師們在課堂上推動的更順遂，也將部份經典課程陸續到國外推廣（如圖8、9）。而今年度仍持續指導學生進行科普閱讀、寫作與投稿，並且準備將這三年所發展的課程作一統整發表。



圖3 課程設計修正模式

一面兩體——正方體與等面四面體的多義展開圖

張惟淳 袁靜娟 翁條璇
張國淇 許恬瑜 曾延潔

前言

小學的時候，我們一定學過「正方體的展開圖」的製作方法：將一個正方體沿著棱邊剪開，就可以得到一個六個正方形相連的圖形；同樣地，將六個正方形以特定方式相接，就可以摺成一個正方體。

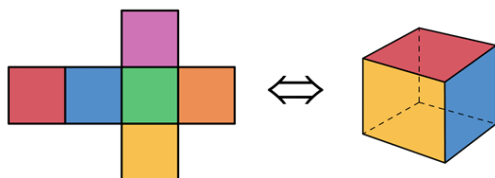


圖1. 正方體的展開圖

圖4 寫作群組完成文章

光之摺紙

蔣小娃／苗栗高商、李佩璇／新竹高工、吳佳駿／興國中學

一、前言

在所有摺紙作品中，筆者最喜歡鑲嵌作品，只用一張紙就能摺疊出各式各樣的幾何圖案平鋪整個平面，尤其是把鑲嵌作品放到燈光之下，會顯現出不一樣的迷人透光效果，看過的人很難不為此著迷。但鑲嵌作品門檻較高，不但耗時費工，不容易自學，且也不適合大班教學，而讓人有所退卻。

筆者有次在搜尋網路上的鑲嵌作品時，無意間發現一個日本素人分享的有趣作品，雖是透過組合而成，卻與鑲嵌摺紙有著相同迷人的透光效果，也因為是組合摺紙，每個單元件的步驟也都相對親民許多，因此整理成文章與各位分享。

二、製作流程

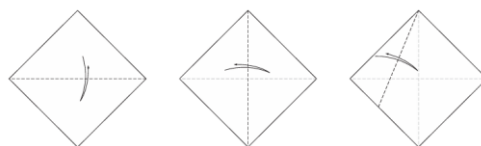


圖1 向上翻摺再攤開

圖2 向右翻摺再攤開

圖3 邊對齊中線翻摺再攤開

圖5 寫作群組出版文章



圖6 出版社出版教具包 I



圖7 出版社出版教具包 II

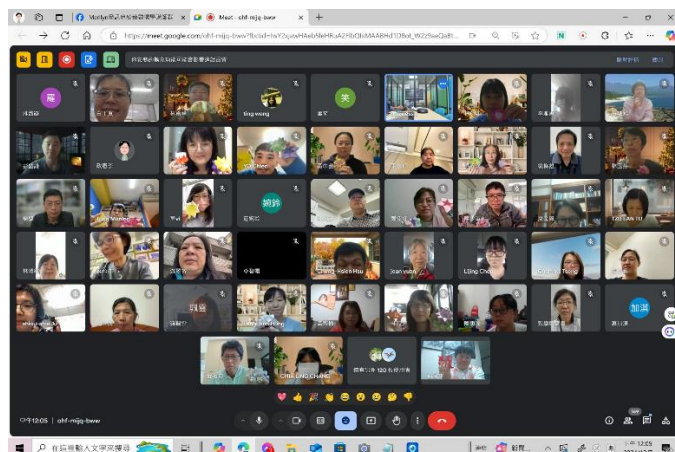


圖8 出版物全國線上研習

圖9 馬來西亞教師共備產出

四、執行進度（請評估目前完成的百分比）

這半年多以來，數學手作課程中， $N \times N$ 井字格模型製作課程是原來「切圓球模型製作」的延伸課程，除了簡易的 2×2 與 3×3 模型，搭配實體教具與數學軟體的教學與輔助，可以讓實作的老師與同學們更容易上手，今年度更搭配官長壽老師的諮詢，製作發表 $N \times N$ 圓切球網頁，讓想觀察作品與製作的老師更容易上手（如圖10）；去年十月份於台中雙十國中辦理的第六屆藝數摺學年會，則搭配 3×3 組木的設計，製作了龍年專屬的「六順龍」紀念品，廣受現場老師好評（如圖11）。而「雙軸對稱字設計製作」目前延續去年的課程，搭配社團活

動的辦理，設計了近30組對稱字的設計。有鑑於立體書製作不易，先設計簡報、進行實作，先完成對稱字的設計，除了去年年底協助杜清祥老師設計製作的「蛇報平安」聖誕立體卡片作社團推廣（如圖12），也特別設計製作「平安」、「大吉」與「喜樂」三組的組木發表（如圖13）；至於「摩爾紋製作探究」則是今年度新增的課程，目前僅完成步驟化設計圖樣簡報，相關的問題設計與課程進行尚待下學期進行。而科普閱讀心得發表除了原本設計的閱讀心得單，也將針對相關書籍製作引導簡報，訓練學生們按書中內容製作簡報、進行發表，目前已有學生投稿期刊獲刊登（如圖14，由本校閱推陳怡瑄老師協助指導）。若時間上有所不足，相關的課程內容完成，其施作也將視進度與執行狀況微調，於本學年盡數完成。

立體紙藝組合

作者：容長壽(longlife.kuan)

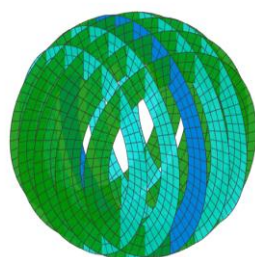
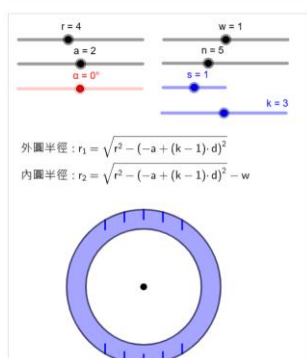


圖10 N x N 井字格線上網頁發表



圖11 「六順龍」紀念品製作



圖12 「蛇報平安」雙軸立體卡片

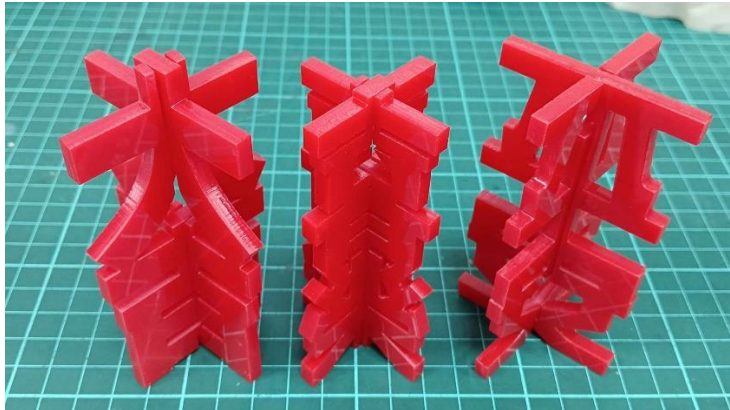


圖13 「平安、大吉、喜樂」雙軸組木



圖14 學生投稿期刊作品發表

目前相關工作時程表列舉如下，因配合局端來文較晚，目前整體完成進度約45%，已高於所申請的經費比例使用額度。接下來幾個月將依預定進度完成剩餘款項的核銷與計畫的執行：

數學手作問題導向課程與科普閱讀寫作 設計之研發與實作 III	113年8月	113年9月	113年10月	113年11月	113年12月
(一)相關資料蒐集					
(二)關鍵提問、課程簡報製作					
(三)專家諮詢、舉辦相關講座或研習					
(四)相關教材學習單設計					

(五)手作模型設計製作印刷					
(六)互動教材施作					
(七)輔導團團內或到校分享					
(八)網頁交流與共備群組社團互動					

表2 計畫工作完成甘特圖

五、預期成果

以下列舉本年度計畫已完成的成果：

1. 延續去年課程，發展更多元的教材與課程，讓數學與藝術、科技及語文等領域作結合，輔助相關知識的理解與應用；目前已完成的各篇文章、與廠商出版的教具包及學生產出的作品可見一斑。
2. 根據教案內容屬性，設計提問學習單、製作教學簡報、學習單方便教師上手，學生學習容易聚焦；目前已完成「N×N 井字格」及「雙軸對稱字」學習單，預計下學期施作，而科普閱讀寫作的學習單目前持續使用中，預計下學期由學生進行科普閱讀寫作發表。
3. 將發展出的數學手作與閱讀寫作教材，於課堂中實作，讓學生能從操作與討論中進行「有感覺的數學課」；也能藉由所學，將知識應用於解決問題，理解數學與生活結合的適切性，更能訴諸文字，具體呈現心得與素養能力。目前已陸續完成「乘其體面」、「影印紙比例探討」等公開課錄影回饋（如下圖 15、16），且預計於下學期持續進行其他手作課程與閱讀發表課的進行。
4. 設計研發製作數學手作相關模型，讓老師與學生們便於上手，並與現場老師分享施作方式與心得，吸引更多老師加入數學手作課

程設計與推動的行列。本年度出版的模型計有紙編藝數、菱形十二面體紙編暨童話四角盒模型，並已於去年辦理的數感暑假營隊暨科教館科學節、新北夢N暨藝數摺學年會進行發表。(如圖 17、18)

5. 結合科普閱讀與數學寫作，搭配問題導向設計專題課程，聚焦數學手作課程學習，培養學生自學能力，進而帶領學生進行發表；本學期預計針對七年級學生持續進行「博士熱愛的算式」科普心得閱讀，八年級學生則進行「塗鴉學數學」科普心得閱讀暨發表；而今年度也帶領學生於科教館科學節進行手作課程的發表。(如圖 19、20)
6. 針對課程成立線上共備群組與寫作社團，於適當時機邀請有意願加入推動的老師一起討論參與課程寫作或教案投稿；並將施作與研究的心得投稿相關科學或數學期刊，藉以驗證其專業與普及性。目前累積逾 40 位老師，且固定每月產出一篇文章，讓國內在手作推動的文章產出更加蓬勃。
7. 依據寫作社團暨社團活動參與程度，培訓有意協助推廣實作的種子教師，從助教到講師，讓推廣更快速與順遂。目前累積近十位講師，每年至全省各地分享逾 20 場。
8. 透過資源分享的雲端空間，整合相關成果，並將所發展與推廣的數位教材檔案放置於網路平台（藝數摺學社團、共享平台），讓

有興趣的學生或老師能方便使用與討論，達到線上共備的效能，進一步透過平台分享，裨益各地的老師與學生們。本學期目前於「藝數摺學」共享平台推廣放置的檔案已逾十場以上：

<https://reurl.cc/qnGdQR>

9. 聘相關領域的專家學者到校、社群或輔導團，針對老師或學生作演講及研討諮詢每學期至少四次，發展可以實際運用於課堂的教材，讓教材發展更多元。今年度已辦理的研習活動計有全市數學魔術研習一場（九月份）、數學桌遊暨 3D 建模社群增能研習各一場（十月、十二月），以及社群公開課與二次函數分享各一場（十一月、十二月）。以及暑假於台中光榮國中進行的社團實體共備，與洪新富、官長壽、吳如皓老師持續進行的專家學者諮詢。（如圖 21-24）

10. 購置專門性且與計畫直接相關數學科普專書與參考書籍，帶領學生閱讀書寫學習單製作專題，透過學生作品、學習單實作與回饋，檢驗教材設計的適切性，並根據學生學習狀況，進而修改出更適切的相關教材內容。今年度已購置書籍「塗鴉學數學」全班班書一套，並併入學校班書中，由八年級同學進行閱讀與發表。

11. 匯整所產出的課程，製作與廠商合作發展相關教具包與教材，也產出更多有意義的學生及教師科普寫作相關作品，讓有需要參考的老師與同學更容易上手。今年度已發表「弧形幻影」、「數說星

盒」與「鑲嵌魔方」教具包，以及寫作群組老師目前產出與發表的六篇文章，已達每月一篇的進度。

12. 與相關機構與民間基金會合作，辦理多元的工作坊，裨益更多地區的師生，培養更多的亮點種子教師，為台灣教育貢獻一己之力。除了去年度與創藝文化基金會完成全年度十八場的教師、親子、學生暨線上工作坊，今年度也將繼續合作，預計辦理十場的教師、親子工作坊與偏鄉營隊。(圖 25、26) 而去年十月 19 日與基金會、中華民國數學會、數推中心及雙十國中合辦的第六屆藝數摺學年會也圓滿落幕，獲得廣大參與老師們的肯定。(圖 27、28)

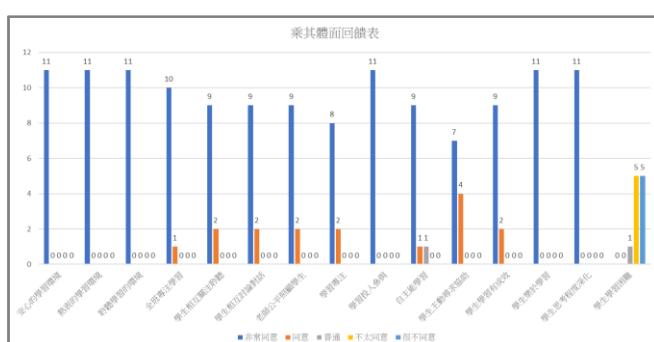


圖15 「乘其體面」公開課觀課回饋

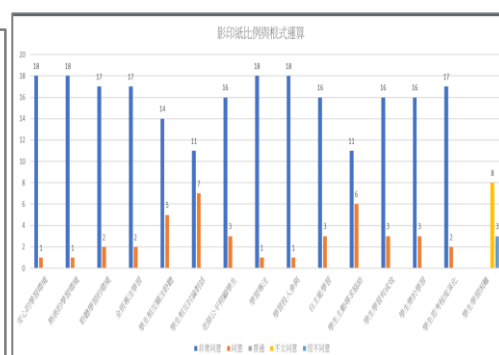


圖16 「影印紙比例探討」觀課回饋



圖17 紙編藝數模板營隊施作



圖18 「童畫翻摺四角盒」年會工作坊



圖19 林口國中科教館科學節活動參與 圖20 林口國中科教館科學節服務學習



圖21 社群全市數學魔術研習

圖22 數學桌遊社群內部增能研習



圖23 2024暑假寫作社團共備工作坊

圖24 扶風文化洪新富老師專家諮詢

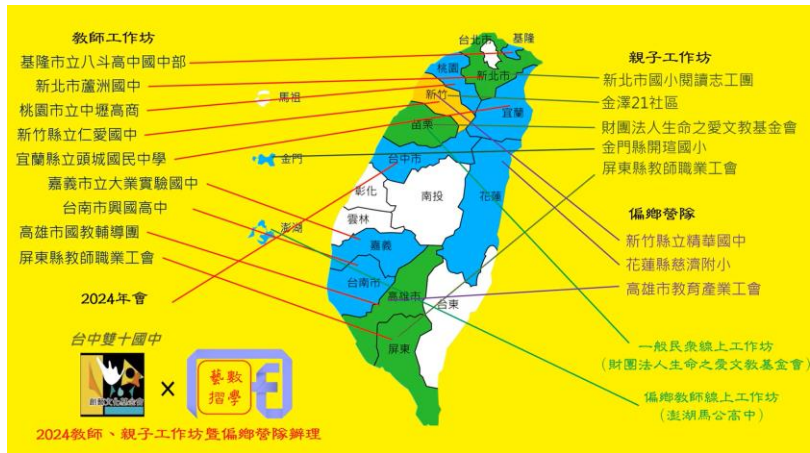


圖25 2024 藝數摺學x創藝文化基金會工作坊辦理



圖26 2025 藝數摺學x創藝文化基金會工作坊辦理



圖27 第六屆藝數摺學年會活動辦理



圖28 藝數摺學年會活動閉幕工作坊

六、檢討

這半年來所遭遇困難與目前的解決之道分別如下（如圖29）：

1. 經費到位稍晚，影響核銷進度；因此執行時以目前已發展的課程先行運作，待經費確認到位，再執行其他課程。
2. 資料取得整合困難，茲以底下方式進行調整：
 - （1）藉由經費挹注，購置相關書籍教具，以利課程設計與施作；
 - （2）經由專家諮詢提供意見，協助教材整合，並確認其正確性與實用性；
 - （3）藉由社群教師分工合作，整理教材、書寫文章並發展課程，進一步組成團隊參與競賽以加強推廣；
3. 無法配合進度實施，茲擬定相關配套措施如下：
 - （1）安排於輔導課與社團課施作，部份延伸內容改於個別指導選修深入討論，一方面不會耽擱原本進度，另一方面也可依照學生個別興趣，於討論完畢進行發表；
 - （2）配合模型轉換原課程為學生較易操作課程，提昇學生動機，引發其學習興趣，今年度發展的相關模板，都是讓現場教師與學生更容易上手的模板設計；
 - （3）利用營隊方式實施；
 - （4）切割實作與討論課程分別實施；
 - （5）搭配活動由學生設計課程、擔任關主，從分享中學習成長更迅

速；今年度學生們參與科教館設攤活動引發學生與家長的廣大迴響，預計明年數學日持續與相關單位合作辦理相關活動；

- (6) 搭配進度與出版社合作教具包，鼓勵教師投入實作：如今年與出版社合作出版的「數說星盒」、「弧形幻影」與「鑲嵌魔方」等教具包，即搭配出版社辦理研習與社團活動，北、中、南實體辦理與線上參與教師逾300位，而於台中雙十國中辦理的第六屆藝數摺學年會參與教師單場即超過100位；

4. 不易同步操作學習：實作課程最擔心的就是無法跟著教學進度，按部就班完成相關作品，茲針對此問題，提供下列解決之道：

- (1) 發展摺紙模型步驟化操作，設計實作教具，由自製到製模，增加實作精準度及增進學生操作；
- (2) 搭配實物投影機、大型教具同步學習，可使老師更易講解說明，學生印象更為深刻；
- (3) 使用網際網路預錄對照學習，透過 youtube 網站分享摺法使教師與學生可重覆學習；
- (4) 結合其他軟體或實體課件對照學習，如井字格模型製作，透過 GGB 動態軟體進行圖形的繪製與動畫展示可使操作者對其結構進行理解，並能自行列印圖檔，製作相關材料；
- (5) 透過小組合作學習模式進行，藉由討論與分組完成作業可增進學生互動，減輕學生完成指定作業的壓力；
- (6) 視人數安排助教進行教學協助，並於課後進行討論共備；

5. 學生反應不如預期：部份設計內容因設計時無法確認學生接受度與延伸學習的可能性，針對此問題所採取相關措施如下：

- (1) 降低作業門檻，或以分組方式進行發表；
- (2) 鼓勵有興趣深入研究同學於課堂或以其他形式發表，透過作品的發表可讓討論所得的結論更為具體；
- (3) 設計另類作業，使學生願意投入的意願性增高；今年寒假將設計數學徽章圖騰設計作業，並可搭配時下正夯的 AI 圖片生成，也期待學生的作品產出，可以應用於今年度的數學日攤位製作；

6. 課間操作推動受限：有鑑於多數課程，無法以個人之力全面推動或於正課中實施，茲安排以底下方式進行調整：
- (1) 與其他單位合作辦理假日研習與營隊；
 - (2) 線上共備群組互動討論；
 - (3) 培訓「藝數摺學」講師群；
 - (4) 調整課程內容，從簡單作品製作討論起；
 - (5) 錄製觀課影片，讓教師可以事後複習或擇期議課；
7. 社群教師鎖課不全：透過課程的切割與教務處的排課安排，使得有課務的老師也能部份或完整學習。這學期僅三位校內社群老師完全鎖課，所以外校社群老師需直接到校參與相關活動。
8. 線上社群互動度小：目前「藝數摺學」社團人數已滿34000人，且固定辦理相關活動，但會回應與互動的人數畢竟有限。故透過「藝數摺學寫作社團」，除鼓勵有興趣深入研究的老師們寫作聚焦，亦會定期辦理實體共備，並透過線上共備群組即時討論，讓課程發展更全面。期待透過以上調整方式，使後續半年課程進行更順遂，計畫推動更完善。

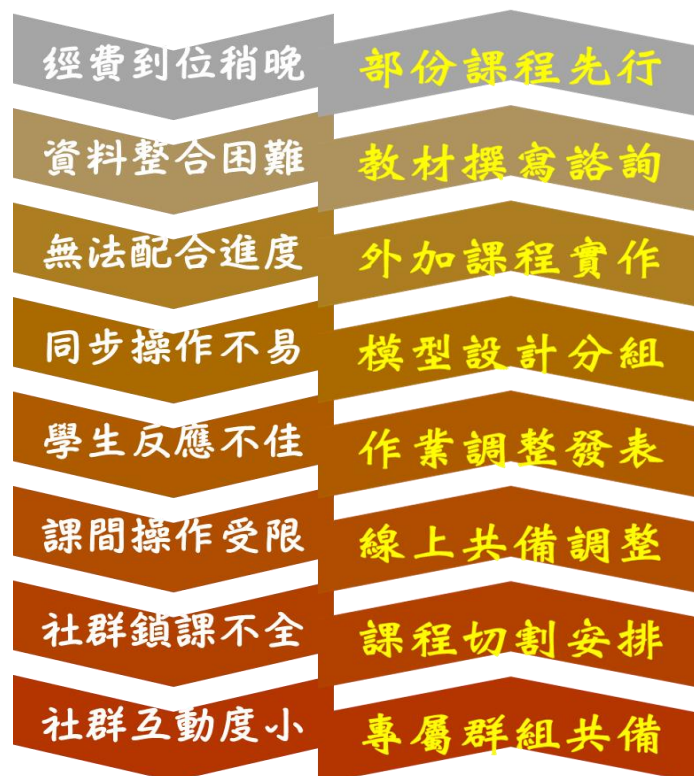


圖29

七、參考資料

1. 十二年國民基本教育國民中小學暨普通型高級中等學校數學領域課程綱要，教育部，2021 年修訂。
2. 鄭英豪(2000)：學生教師數學教學概念的學習：以「概念啟蒙例」的教學概念為例。國立台灣師範大學數學研究所。博士論文，14-17 頁。
3. 袁媛（2003）。高中網路數學寫作的實施與其對學生數學態度之影響研究。花蓮師院學報，17，190-210。
4. 溫嘉榮、鄭國明、郭勝煌（2010）。以 PBL 問題導向高層次思考之行動學習模式探討。工業科技教育學刊，(3)，9-15。
5. 張賢吉（2022）。運用 PBL 教學模式在技術型高中數學課程之研究。
6. Raine, D., & Symons, S. (2012). Problem-based learning: undergraduate physics by research. *Contemporary Physics*, 53(1), 39-51.
7. Barrett, Terry, Cashman, Diane, & Moore, Sarah. (2011). Designing problems and triggers in different media. In T. Barrett & S. Moore (Eds.), *New approaches to problem-based learning : revitalising your practice in higher education* (pp. 18-35). London: Routledge.
8. National Council of Teachers of Mathematics. (1989). *Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics*. Reston, VA: NCTM.
9. Van de Walle, J.A.(1994). *Elementary school mathematics: Teaching developmentally*. NY:Longman.
10. Liedtke, W. W., & Sales, J. (2001). Writing tasks. *Mathematics Teaching in the MiddleSchool*, 6(6), 350-355.
11. Connolly, P., & Vilardi, T. (1989). *Writing to learn mathematics and science*. New York: Teachers College Press.