

教育部 112 學年度中小學科學教育專案期末報告書

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 II

主持人：李政憲

E-mail：jenshian@yahoo.com.tw

共同主持人：謝熹鈴、賴韻竹、顏敏姿

執行學校：新北市林口國中

一、計畫執行摘要：

1. 是否為延續性計畫？ 是 否

2. 執行重點項目：

- 環境科學教育推廣活動
- 科學課程教材、教法及評量之研究發展
- 科學資賦優異學生教育研究及輔導
- 鄉土性科學教材之研發及推廣
- 學生科學創意活動之辦理及題材研發

3. 辦理活動或研習會等名稱：

(1) 林口國中跨縣市「玩每思·思完美」工作坊、

- 數學科展實作探究
- 「方圓之間」、「井字格解鎖」跨領域課程分享
- 「摺紙魔數桌遊趣」全國教師研習
- 「立體書製作」活化課程分享
- 「奇異骰子方塊與魔幻日曆」公開課
- 「三大基本圖形」公開課
- 數學週闖關與實境解謎社群分享
- 密室逃脫書籍共備與分享

(2) 山腳國中跨領域「山中藝科數」社群

- 「光影與透視」教案為桃園六大工作圈跨域與評鑑範例推廣
- 「勾股收納之 STEAM 教學」公開課並送件參加桃園市 112 年度國民中小學教師素養導向優良教學示例比賽。

(3) 藝數摺學 FB 社團母親節立體卡片實作分享活動

(4) 藝數摺學 FB 社團「藝數摺學」x 南一出版社「日曆魔方轉轉轉」、「碎碎平安」、「乘其體面」、「撲數迷離 I」、「撲數迷離 II」、康軒出版社《知書達體》教具包研習活動，北中南逾百位教師留言推廣

(5) 《藝數摺學》x La Vie 出版社《台灣摺紙動物園》、經濟新潮社《間諜解謎：

8 個密室逃脫場景，測試你解決犯罪案件的技巧！》、三民書局《數之軌跡 I+II》、臉譜出版社x數感實驗室《數學素養題型七上》、采實文化《小學 6 年一定要懂的數學概念》、時報出版社《請不要優先選擇誠實》+《你的話，傷到我了！》抽獎贈書活動辦理

(6) 於全台各縣市分享摺紙相關實作教學逾 50 場，相關檔案上傳至「藝數摺學共享平台」網站，並於「藝數摺學」FB 社團持續互動

(7) 「藝數摺學」寫作專區社團：

- 定期寫作文章發表共計 11 篇
- 實體共備辦理兩場（中壢高商、屏東陋室銘茶事舍）
- 國立海洋科學博物館「藝數摺學」第五屆年會

4.辦理活動或研習會對象：各縣市暨新北市國教數學輔導團以及國高中小教師學生暨一般民眾與親子工作坊

5.參加活動或研習會人數：每次社群、研習暨教師工作坊暨講座 5 至 100 人，對校內外教學、發表分享與帶動教師實作近三十場

6.參加執行計畫人數：8~16 人（含計畫暨協同主持人、研究助理暨社群種子教師團隊）

7.辦理/執行成效：本學年度包含與出版社合作的教具包「乘其體面」（如圖 1，見附件成果一），是筆者已發展多年的「乘法立方體」課程，加上更深入、完善的內容，讓現場教師、學生得以容易上手，除了於各地資優營隊實施，也有校內教師於夜間補校課程進行實作，實見其應用於差異化教學的成效（如圖 2、3），也於年底產出「碎碎平安」教具包（如圖 4，見附件成果二），並於線上帶領一百多位教師進行增能（如圖 5）。而「日曆魔方轉轉轉」教具包（如圖 6，見附件成果三）更是作為魔術方塊的基本課程，亦能從中學習不少數學相關知識，期中報告時頗受教授們的青睞（如圖 7），並已於全台辦理逾十場教師研習，並搭配簡報與學習單讓老師與學生們方便操作（如圖 8、9），也在今年國際數學日時與去年度已發展的井字格模型作為社團推廣的重要課程，並將於今年度台中辦理之第六屆藝數摺學年會進行實作工作坊（如圖 10、11）。而與興雅國中吳如皓老師合作出版「撲數迷離 I」、「撲數迷離 II」教具包，除了可供教師引起動機與釐清概念，也很適合有興趣的同學自學理解（如圖 12-13，見附件成果四、五）；亦辦理了北、中、南近十場的教師研習（如圖 14、15）。今年度更由社群老師與廠商合作出版「知書達體 II」教具包，頗獲老師好評，亦於北區辦理教師研習，將本來操作不易的立體書課程，藉由循序式的引導與學習單、模板設計，讓老師們便於教學、學生們容易上手，也有老師實際應用於課堂上分享回社團（如圖 16-18）。而「愛上數學」、「魔數術學」等科普閱讀相關書籍，目前亦指導學生完成相關介紹簡報，並由學生發表，與校內閱推老師進行共同指導（如圖 19-21）；此外，今年度亦與圖書館及國內紙

藝大師洪新富老師合作，辦理了本校第一場全校性的立體書展，也於本校辦理了洪老師「台灣摺紙動物園」新書發表會（如圖 22-25）。期待這些這些電子檔案與實體作品的共同產出，能夠使教師推動更易上手，學生學習更快聚焦，且藉由社團與平台的分享與回饋，讓教師能延續探究，加速今年度的計畫推動。加上今年度於海科館辦理的第五屆藝數摺學年會，亦頗得參與活動近百位老師的好評（如圖 26、27），有鑑於以上種種活動的推動辦理，筆者今年度獲邀擔任中華民國數學會的科普推動委員國中教師代表（如圖 28），可謂是任重而道遠。



圖1 「乘其體面」教具包



圖2 「乘其體面」教師研習



圖3 「乘其體面」學生課程



圖4 「碎碎平安」教具包

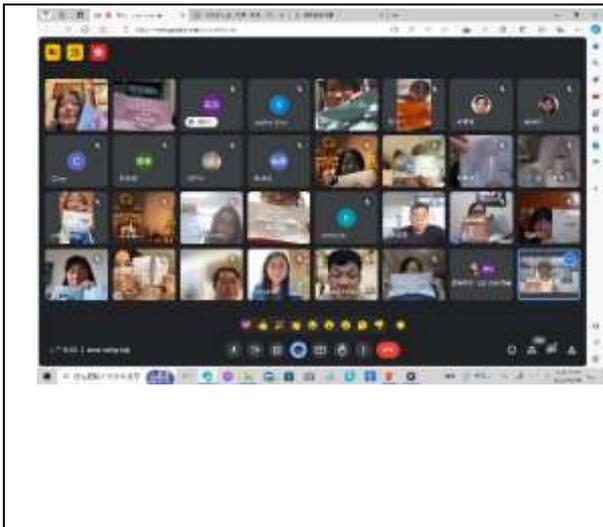


圖5 「碎碎平安」線上研習



圖6 「日曆魔方轉轉轉」教具包



圖7 「日曆魔方轉轉轉」期中報告



圖8 「日曆魔方轉轉轉」教師研習



圖9 「日曆魔方轉轉轉」學生營隊



圖10 「日曆魔方轉轉轉」數學日活動



圖11 「井字格解鎖」數學日活動



圖12 「撲數迷離 I」教具包



圖13 「撲數迷離 II」教具包



圖14 「撲數迷離 I」教師研習



圖15 「撲數迷離 II」教師研習



圖16 「知書達體 II」教具包



圖17 「知書達體」教師研習合照



圖18 「知書達體」教師實作回饋



圖19 「愛上數學」專書學生發表



圖20 「愛上數學」專書教師講評



圖21 「魔術數字」專書學生發表



圖22 林口國中「從台灣看世界」立體書展



圖23 林口國中「從台灣看世界」立體書展



圖24 林口國中「從台灣看世界」立體書展



圖25 林口國中台灣摺紙動物園新書發表



圖26 海科館第五屆「藝數摺學年會」辦理



圖27 海科館第五屆「藝數摺學年會」辦理



圖28 中華民國數學會科普推動委員證書

二、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（個人為學習的主體）、溝通互動（學習者應能廣泛運用各種工具）與社會參與（學習者參與行動與他人建立適切的合作模式與人際關係）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；當前的數學教學與學習概念強調建立概念理解的目標，同時數學的程序性技能不應該被忽視。但這些技能必須立足於靈活的知識基礎（林素微，2020）。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。本計畫建立於結合手作課程透過問題導向學習進行課程設計，與數學科普閱讀進行寫作，進一步應用於課堂。所設計的手作課程在執行兩年後，除了確定可增加學習者的身心素養自我精進，也發現透過團隊合作的活動安排，將加強學習者的社會參與程度，並且搭配科技資訊媒體使用，提昇其該方面的素養能力；至於科普閱讀寫作，本是教學互動的良好媒介，透過合適的教材與引導，除了可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。至於經由問題導向學習（Problem-based learning）所設計的課程內容與教案，經過兩年來的實施，我們發現不但可促進系統思考，進一步還可增加學習者創新應變的執行能力。

然而，數學教學研究顯示，欲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）；為避免學生學習的負荷過重，適當工具、教材與呈現方式是必要的。選擇筆者發展近十五年的數學手作課程，設計製作教學與課程分享簡報，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，將使老師易於上手、學生樂於學習。進而透過教材步驟化、區塊化與結構化（Step、Block & Structure）設計，以及激發式動態呈現（Trigger-base Animation）的開關應用，可適當增加教學成效並達到適性化學習；另結合動態幾何 GeoGebra 軟體，除了作動畫與3D 圖像呈現，進一步可利用所學，應用於時下正夯的3D 列印、雷射切割或紙雕設計，作成品的設計與輸出，更可達到所學於所用的目的。而選擇問題導向學習來設計課程，其原因在問題解決的過程中，將著重與他人合作時，可以激發出自己建構的知識與技能（計惠卿、張杏妃，2001），恰與數學寫作預定發展概念性理解並且精熟程序化技能的成效不謀而合。Barrett et al. (2011)認為問題導向學習法的方式，應以學生為設

計問題的中心，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，不積極的介入討論的過程當中；這種精神也與十二年國教希望讓學生的學習「自發、互動、共好」的理念完全相符。

根據美國數學教師協會(National Council of Teachers of Mathematics)所出版之「學校數學課程與評量標準」，強調二十一世紀的數學教育將特別強調溝通的能力，建議把數學寫作融入數學教學中，主張學生藉由數學寫作的溝通方式協助釐清自己的想法，加深既有的數學概念，以及協助他們連結新舊概念(NCTM, 1989)。NCTM(2000)後續更指出：「問題解決應是數學課程的核心、所有數學教學的主要目標及一切數學研究的統整。」，恰與我們想要發展 PBL 的手作課程理念相符合。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，因為數學寫作活動不但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，同時更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；而 Connolly 和 Vilardi (1989)更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。袁媛(2003)則提出，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。有鑑於此，今年度特別結合之前已發展過的數學科普閱讀，期待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。因為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)。根據葉淑雯(2016)的結論，學生經由數學寫作能有效提升對幾何論證單元的概念理解，且經由數學寫作進行補救教學後，學生在後測得分較前測提昇許多；而其針對各學者所提出的六種數學寫作類型綜合比較，本計畫針對學生較偏重於表達性寫作(expressive writing, 如書寫科普閱讀心得)與創造性寫作(creative writing, 如培養學生投稿數感盃寫作競賽)；而針對教師社群則兼顧以上兩者與闡述性寫作(expository writing, 多半實作活動的文章闡述歸類於此)。

因此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，即是今年度本計畫的主要目的，並已確認來年將持續申請。而數學手作與科普閱讀寫作看來似乎關聯性不大，也透過本計畫的執行，確認兩者的互通性，並可以進一步互相結合，以數學寫作撰寫手作課程，透過發表確認其專業性，再導入科普閱讀與實

作，進行問題導向課程設計。

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，也將搭配動態幾何軟體，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容易上手易於討論，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，讓老師們更容易上手。

本計畫預計於新北市林口國中暨社群老師桃園市中興國中、山腳國中，新北市安溪國中、碧華國中等相關學校，分別針對普通班或資優班學生，每次各約10至40位學生進行課程教學，並透過專家諮詢與定期的社群討論，再分享實作的相片與心得回社團；期待以教師影響教師，帶動各校的領域共備，讓更多的教師與學生受惠。

底下再針對目前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	課程設計結合數學概念	評量方式	結合領域
1	數學手作	井字格模型製作 切圓球模型製作 雙軸對稱立體書製作	圖形解構與軟體教學 同心圓半徑設定/圓 切球切割與軟體操作	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1 112學年度計畫發展課程列表

以上兩大主題共五類課程已於今年分別進行教材設計、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。

目前「井字格模型製作」已搭配軟體操作設計，分別設計了2x2與3x3模型，於寒假實體共備、跨縣市教師社群共備與2024年國際數學日分享針對教師與學生進行軟體、

實物組木的實作，並預定於今年度十月份辦理的第六屆藝數摺學年會進行跑攤工作坊。至於「切圓球模型製作」除了已設計的模式、原理設計簡報與實作示範影片，並已於桃園暨去年度年會辦理種子教師共備與實體教師研習，也在屏東、金門辦理了學生營隊與親子工作坊，目前正與出版社接洽討論明年度合作製作教具包出版事宜。而「雙軸對稱立體書製作」除了這兩個學年度由社群中興國中張怡雯老師與康軒出版社合作出版的「知書達體」教具包（共三冊），今年初於社團辦理的「雙軸對稱字」暨五月份辦理的「母親節矩陣卡片製作」也獲得社團團員的一致好評，讓社團參與人數目前突破三萬人，也確定與出版社於今年底合作出版「成雙成對」教具包。至於「科普文章寫作投稿」除了群組教師共同完成撰寫與校閱的「續『黏』市松紋—菱形多面體延伸」、「光之摺紙」、「當藝術遇上藝數—紙摺蒙德里安方塊」（如成果六）、「參考正三角形四疊合的作品來學習空間座標的建立」、「利用 IQ 燈破解六軸星」、「當摺紙成為建築設計的靈感來源：型式與結構的創新可能」、「正六面體的編織結構 1」、「N 角星繞線實作」與「當摺紙遇上天文」（如成果七）、「鑲嵌摺紙—以 BASKET WEAVE 為例」與「Origami Puzzle」共十一篇文章，平均每月一篇陸續進行投稿；而「續『黏』市松紋—菱形多面體延伸」、「光之摺紙」與「當摺紙遇上天文」（如圖 29-31）其中幾篇已刊登或確定確定，目前修改進稿中。而今年度帶領學生進行「愛上數學」與「魔數術學」的專書閱讀與分組報告，並鼓勵學生投稿；目前已由學生投稿，於中學生報刊登了「操場上的運算」一文（如圖 32），並有待接下來的學生持續創作。



圖29 「續『黏』市松紋—菱形多面體延伸」



圖30 「光之摺紙」定稿文章



圖31 「當摺紙遇上天文」定稿文章



圖32 中學生報「操場上的運算」學生文章

相關課程也將延伸以往的操作方式略作調整，透過下列研究步驟進行設計與修正（參考圖 33）：

(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。今年度發展的「日曆魔方轉轉轉」、「乘其體面」、「撲數迷離 I」、「撲數迷離 II」、「知書達體」等教具包均有搭配學習單的設計。

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，其中「井字格解鎖」課程即由本來要發展的4x4模型，降階為2x2模型與3x3模型搭配軟體實作，讓完成的效率與效果更佳。

(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，此次「奇異骰子方塊與魔幻日曆」與「三大基本圖形」課程採用課堂錄影、課後觀看填寫回饋單與議課的方式，讓公開課辦理更加彈性。
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」社團已累積逾三萬人加入，也有定期進行討論的線上共備群組，而從三年前成立的線上寫作共備社團目前仍持續產出文章，並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。前年起正式運作的「藝數摺學協作平台」，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；今年度群組教師們陸續完成的十一篇文章，目前其中三篇已公開投稿發表，其他的文章陸續安排進稿與投稿中。此外去年底辦理的「第五屆藝數摺學年會」更安排了張惟淳、吳佳興與連崇馨等三位群組老師分別針對其社團的實作與整理的課程進行發表，也邀請了金必耀、莊惟棟教授與洪新富老師分別針對其專業進行分享，得到近百位與會老師們平均高達 96.72% 的正向回饋（如表 2），顯見群組老師的成長與專業，以及社團的進步與茁壯大家有目共睹。而今年度由學生產出的高品質閱讀心得簡報與投稿成果，也確定將針對教師與學生寫作持續投入心力，期待明年產出更加豐碩。

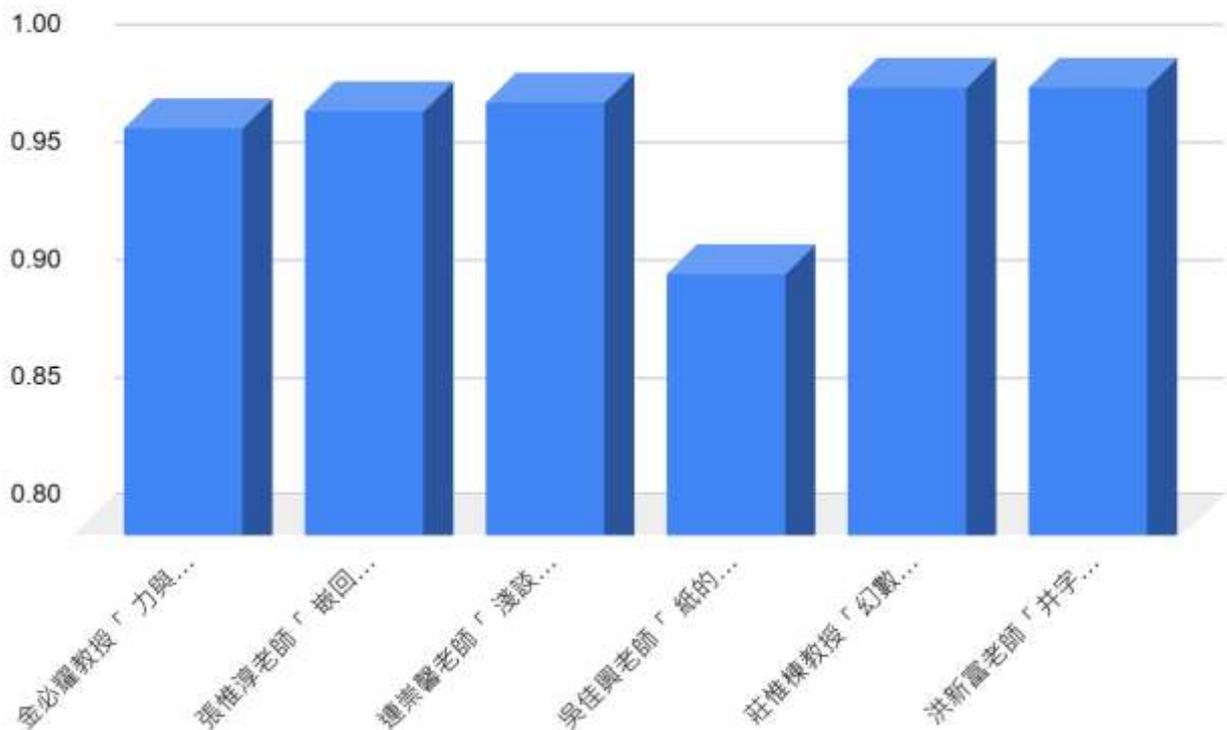


表 2 「第五屆藝數摺學年會」課程滿意度調查

綜上所述，數學手作課程在課前實施（含學習單設計、模型製作）、課中實施（含

授課錄影、學習單施作與共備)及課後分享(含回饋分析、分享互動暨寫作投稿)可以施力的部份較多,至於科普閱讀寫作則著重於課前的教學簡報製作設計、課中課堂互動與學習單施作,以及課後的心得發表與文章撰寫,此次七、八年級學生的閱讀製作簡報發表,並結合閱推老師進行指導,即是確認學生的學習狀況的一種評量方式。期待透過接下來明年度的課程設計與安排,可以持續讓參與的學生與老師更容易結合兩者,進一步有意願投入設計課程與創作的行列。



圖 33 課程設計修正模式

以上相關課程的設計主要利用課餘或課後發展,透過晚間與假日進行線上或實體的共備討論;至於針對學生的授課除了利用原授課時間(普通班數學課彈性課程、第八節、寒暑假輔導課或資優班數學課、個別指導及專題課)時間外,也可以透過活動(國中小科學營、科學日或闖關活動)中的部份課程,藉提供相關模型材料與實作簡報,以利施作討論。而透過桃園市與新北市輔導團到校訪視或分區座談等活動,也能適度進行教材推廣以及模型實作教學;並透過研習的舉辦或活動參與,讓教材與現場老師的互動更深入,了解相關設計理念、實施細節與進階應用;最後並透過網頁分享、整理與交流,書寫文章、撰寫教案或設計教具包,使有意使用於教學的老師或再行複習或練習的學生們更加方便。目前已完成相關工作的時程表列舉如下表3:

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 II	112年8月	112年9月	112年10月	112年11月	112年12月	113年1月	113年2月	113年3月	113年4月	113年5月	113年6月
(一)相關資料蒐集											
(二)關鍵提問、互動簡報製作											

(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 3 工作完成甘特圖

從資料蒐集、提問簡報製作、專家課程諮詢、學習單設計與互動教材施作，相關的進程已完成近 85%，而設計相關模型到團內與校外分享更是持續不斷進行，待期末報告完成後，僅剩將餘款進行核銷。並將透過網頁交流與共備群組互動，讓課程更臻完善。

四、研究成果：

綜上所述，筆者目前成果已頗豐碩，已達成效與接下來預定完成工作為以下十點（彙整如圖 34）：

1. 今年度與廠商合作出的「乘其體面」、「日曆魔方轉轉轉」、「碎碎平安」與「撲數迷離」教具包，都是結合手作課程的多元教材，也將於明年年度搭配課程持續發展其他教具包；
2. 以上手作課程發展的教具包，連同今年度發展的井字格/切圓球課程，均有搭配學習單或簡報作提問設計與問題解決探索，進而作延伸課程發展。
3. 今年度除了搭配教具包設計的各模型，井字格探索分別設計了 2x2 與 3x3 的組木模板，於今年度的國際數學日於科教館進行的攤位進行實作。而圓切球課程更是設計了「方·圓之間」模板與完整課程簡報，並已針對教師、學生暨親子場分別進行實作；
4. 除了上述教具包與模型的實作外，已預計安排今年度的第六屆藝數摺學年會進行「井字格解鎖」跑攤工作坊分享，而之前的「平面鑲嵌圖形探究」課程目前持續進化中，除了群組老師發展的鑲嵌方塊與正在設計研發的鑲嵌立體卡片外，今年度也實際帶畢業班學生進行鑲嵌課程，並製作畢業禮物贈送教師；
5. 今年度社群教師共計投稿十一篇文章，目前三篇文章已獲刊登或等待刊登；而學生作品也榮獲中學生報收錄，堪稱收穫豐碩；
6. 透過教師與閱推老師引導學生進行科普書籍閱讀與解構，進而培養自學能力，進行書籍內容整理與發表，可以深化學生對於內容的理解與應用；

7. 透過「藝數摺學」社團的發表與「藝數摺學」線上共享平台的整理，可使得所有課程與分享內容更迅速與聚焦，回饋更及時，整理更完整。
8. 今年度除了持續與洪新富、吳如皓、莊惟棟等課程專家持續諮詢請教，也同時多元發展，與積木相關（林義強）、桌遊相關（閔柏盛）暨紙藝相關（杜清祥）等專家請益，發展更多元的課程；
9. 透過以上課程內容與平台的整理分享，與各機關學校、出版社、民間基金會各項活動合作辦理，得以讓這些課程實作與推廣更為全面；
10. 藉由活動辦理後，社團老師的留言回饋與社群老師的分享實作，得以讓我們的課程不斷翻新、修正不足處，得以讓更多階段的學生與孩子們都有機會依著自己的需求，在課程中得到解決問題的成就，體會數學的實用與美。



圖 34 112 年計畫成果彙整

五、討論及建議（含遭遇之困難與解決方法）：

本計畫因想發展的課程不少，也因執行時的考量，對相關的進度作了微調；針對這兩年來所遭遇困難與目前的解決之道分別如下（如圖 35）：

1. 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。本年度陸續邀請了桌遊、獨立研究、數學魔術與數學摺紙等專家到校分享或諮詢。
- (3) 藉由社群教師分工合作，整理教材、書寫文章或與廠商合作出版教具包以加強推廣。這兩年教具包的豐富產出，也是我們將相關資料整理推廣的最佳寫照；
- (4) 課程微調或延後實作，如「方圓之間」與「井字格探索」課程，我們就透過簡單作品的製作，先理解基本結構，再作延伸作品的討論與製作。

2. 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) 利用營隊方式實施；
- (3) 切割實作與討論課程分別實施；
- (4) 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「乘其體面」、「日曆魔方轉轉轉」、「碎碎平安」、「撲數迷離」與「知書達體 II」等教具包，若以每位老師實際授課30位學生計，即搭配社團活動，受惠學生逾5000位。

3. 不易同步操作學習：為避免實作課程無法跟隨教學進度，按步就班完成相關作品，茲針對此問題，提供下列解決之道：

- (1) 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，如今年度發展的「方圓之間」與「井字格探索」課程，都有設計易於上手的簡化課程與模板；
- (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，「方圓之間」模板已委請社群老師分段錄製製作影片上傳，讓實作時更便於參考；
- (4) 結合其他軟體或實體課件對照學習，如透過 GGB 動態軟體進行圖形的繪製與動畫展示、使用多元的教具與成品，讓學生與學員對於結構更容易理解；
- (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；

4. 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，今年度「愛上數學」、「魔數術學」即安排不同年級分別分組針對各單元製作簡報發表與互評；

(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；

(4) 可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；

5. 課間操作推動不易：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，今年度與創藝文化基金會合作辦理教師研習、親子工作坊、偏鄉營隊與年會合計20場；

(2) 建立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) 成立「藝數摺學」寫作專區社團，與其他教師合作產出文章，讓想推動的老師們更容易上手，也帶領想進步的老師們一起成長。

6. 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。而今年度持續，則是透過實體或線上共備，課室的預錄到實體議課，讓社群教師公開課進行更加順遂。

7. 線上社群的互動度小：雖然成立線上共備社團，但互動度不高；可透過各主題專屬群組的成立，以及固定進度繳交文章的安排，發表各亮點課程。今年度各文章寫作教師群也會分別成立群組討論相關課程。



圖 35 計畫困難與修改建議

期待透過以上調整方式，使來年課程進行更為順遂，計畫推動更加完善。

六、參考資料

1. 十二年國民基本教育課程綱要，教育部，2014年11月。
2. 林素微：數學與閱讀的關聯，收錄於閱讀數學：文本、理解與教學，楊凱琳、左台益主編，2020年4月，高等教育出版。144頁。
3. 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。
4. 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。
5. 計惠卿、張杏妃(2001)。全方位的學習策略－問題導向學習的教學設計模式。教學科技與媒體，55，58-71。
6. 葉淑雯(2016)。運用數學寫作促進國中三年級學生幾何概念發展之研究
7. National Council of Teachers of Mathematics. (1989). Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics. Reston, VA: NCTM.
8. National Council of Teachers of Mathematics. (2000). Principles and standards for school mathematics. Reston, VA: Author.
9. Van de Walle, J.A. (1994). Elementary school mathematics: Teaching developmentally. NY: Longman.
10. Connolly, P., & Vilardi, T. (1989). Writing to learn mathematics and science. New York: Teachers College Press.
11. Liedtke, W. W., & Sales, J. (2001). Writing tasks. Mathematics Teaching in the Middle School, 6(6), 350-355.
12. 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.