

教育部 106 學年度中小學科學教育專案期中報告

計畫名稱：數學實作課程之研發實作 II

主持人：李政憲

電子信箱：jenshian@yahoo.com.tw

共同主持人：謝熹鈺、賴韻竹

執行單位：新北市林口國中

一、計畫目的：當今的數學教育，強調從做中學，培養學生帶的走的能力。如今教數學不一定只教會學生算出正確的答案，更重要的是幫助學生理解如何思考及解決數學問題（黃敏晃，1996）；近年來實作課程概念日益興盛，各領域強調自造的概念，期許教師研發手作課程，讓學生可以從實作中學習數學概念，進一步可帶領學生成為 Maker，創造出屬於自己獨一無二的作品；師大數學系的林福來教授主導的師大數學教育中心所開發設計「數學奠基模組」師資培訓課程以及提供培訓教師申請於假期所辦理之「好好玩數學」學生營隊，更是將數學課程與遊戲方式作翻轉。可見將數學課程與動手實作結合，確是有效並且刻不容緩的。

(一)欲藉由數學活動來發展教學思維，需要在素材和解題活動難度作適當調整；為避免學生在學習上的負荷過重，適當的工具、教材與呈現方式是必要且需慎重考慮的

1. AMA (Activate Mind Attention) 外掛程式集結合於一般人常用的 PowerPoint 軟體中，透過簡報軟體作教材呈現讓老師較易上手
2. 多元的繪圖功能讓老師們在使用時直接且便捷，進一步透過步驟化、區塊化且結構化 (Step、Block & Structure) 的理念傳達，讓設計的教材更具說服力，達到有效教學的成果
3. 透過激發式動態呈現 (Trigger - base Animation) 的開關應用，可以讓教材的使用更加適性化，達到差異化教學的目的

(二)近年來筆者申請教育部辦理的科教專案計畫，陸續發展許多與課程相關的摺紙模型與教案，更有幸至各校推廣，獲得與會教師與學生們的廣大迴響。

1. 透過相關檔案於「藝數摺學」與「林中生命藝數殿堂」等社群平台上的討論交流與無私分享，進一步讓這些老師願意在校推廣這些課程，讓更多學生得以獲益
2. 持續以數學為基礎，在前兩年已陸續發展的摺紙與藝術的課程後，進一步開發更多元且可以應用於課堂上的實作課程
3. 藉由相關資料參考與專家學者諮詢，期盼激盪出更多創意

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）對於過去五年來筆者執行科教專案計畫，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：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，計畫主持人
2. **山腳國中** 謝熹鈞：山腳國中數學科教師兼任桃園數學輔導團專任輔導員，山腳國中 100 年「藝術社群」、101 年「摺紙藝數社群」、104「山中愛數數社群」、105 年「山中愛科數社群」暨 106 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
3. **林口國中** 賴韻竹：林口國中專任美術科教師，計畫協同主持人，參與課程與模型設計暨教學實施
4. **林口國中** 校長 徐淑芬/輔導主任 邵信慧/教務主任 詹志偉/人事主任 連虹媚/會計主任 楊小青/教學組長 謝禮微/設備組長 羅兆晉/出納組長 張崇智：提供執行計畫相關行政支持、課程安排、經費核銷等
5. **林口國中** 葉麗珠、廖婉君、王雪芬、陳俊儒、胡勝彥 / **安溪國中** 謝麗燕/ **碧華國中** 劉冠億：「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
6. **交通大學** 陳明璋：交通大學副教授，提供資訊融入教學、數位教材設計暨模型製作意見諮詢
7. **師範大學** 許志農：師範大學教授，提供平面鑲嵌教材與模型製作意見諮詢
8. **師大附中** 彭良禎：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. **林口國中退休教師** 王樹文 / **江翠國中退休教師兼任新北市數學輔導團研究員暨特教輔導團團員** 陳彩鳳，參與課程設計專業諮詢
10. **林口國中** 八、九年級數理資優班 / 普通班 811 / 自然科學研究社 / 國小科學營：教材施作對象
11. **安溪國中、碧華國中** 數理資優班：教材施作對象
12. **麗林國小** 506：教材施作對象

三、研究方法

本計畫於新北市林口國中、桃園縣山腳國中、新北市安溪國中與碧華國中等學校，分別針對普通班及資優班學生，每次各約 20 至 40 位學生分別進行課程教學，並透過專家諮詢與社群討論，針對「藝數摺學」、「數學遊戲」、「數學魔術」等三類課程，分別設計課程簡報、學習單與相關模型教具，以利相關數學知識的理解與操作。針對以上課程，教材開發後將於部份班級試行與評量，視學生反應與社群互動調整，依時間進行部份延伸課程，以下針對課程內容、延伸課程暨評量方式分別進行說明：

課程	課程主題	主要上課內容	延伸課程內容	評量方式	備註
1	藝數摺學	立體根號 n 螺線 紙編菱形十二面體 藝數摺學立方體	色紙/影印紙摺根號 n 螺線 菱形十二面體體積與邊長比討論 紙摺立方體展開圖模型摺製	螺線作品 課間學習單 延伸問題討論發表	(普通班) 數學課 社團課 輔導課 科學營隊 (資優班) 數學課 專題課 個別指導
2	數學遊戲	紙摺七巧板 海霸王桌遊 補光捉影、如影隨形	巧板多邊形探討 數理邏輯訓練	自製七巧板 課間學習單 課後回饋單	(普通班) 數學課 輔導課 (資優班) 數學課 專題課 個別指導 資優營隊
3	數學魔術	奇異骰子方塊暨神算四面體	神算四面體與座標魔法	學習單 魔術演練 設計創作 實作發表	(普通班) 輔導課 社團課 數學營隊 (資優班) 數學課 專題課 個別指導

以上三類共七套課程預計於今年進行教材設計、實際施作與修正回饋，持續蒐集資料且進行專家學者諮詢，並視實施結果暨學生反應，

再持續申請接下來年的課程。

課前討論

- 教材學習單模型製作
- 專家諮詢討論與修正

課中實施

- 課堂施作攝影暨討論
- 學習單作品完成施作

課後分享

- 課後回饋分析
- 社群分享互動

相關課程依照前幾年筆者計畫推動的經驗，將透過下列研究步驟進行設計與修正：

(一) 課前討論：

1. 教材學習單模型製作：蒐集相關資料，製作完整教學簡報與學習單、課程相關模型或進階思考題設計；
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。

(二) 課中實施：

1. 課堂施作攝影暨討論：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。

(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光碟，於社群分享或投稿相關期刊暨研討會發表施作後心得。

至於其授課方式多利用原授課時間（普通班數學課、第八節、寒暑假輔導課、社團活動或資優班數學課、個別指導及專題課）時間，或是原訂完成的活動（國中小科學營、校慶或科學園遊會等）的部份

課程，並提供相關模型材料以利施作討論。

四、執行進度（請評估目前完成的百分比）

本計畫目前執行的進度如下，整體完成約 60%；申請的經費二十萬元目前僅局端款項 60000 元核撥並完成核銷，下學期將依剩餘進度完成部款的核銷。

數學實作課程之研發與實作(一)	106年8月	106年9月	106年10月	106年11月	106年12月	107年1月
(一)相關資料蒐集						
(二)互動簡報製作						
(三)專家諮詢、舉辦相關講座或研習						
(四)教材學習單設計						
(五)摺紙模型設計製作印刷						
(六)互動教材施作						
(七)輔導團團內或到校分享						
(八)網頁交流互動						

另外本學期已陸續將所設計研發的課程與模型，分別於台北、新北、桃園、新竹、台中、南投、桃園與屏東等縣市進行分享與實作推廣；並已藉由計畫與屏東教師產業工會、創意文化基金會與高雄市、台中市、桃園市及新北市等輔導團的經費挹注與場地提供，陸續辦理了「從百轉千摺到翻摺多角盒」、「數學軟體與藝數摺紙」、「從菱形十二面體談起」、「從螺線談起」、「星狀多角盒到翻摺多角盒」、「當科技

阿嬤(AMA)遇上數學摺紙—從開關談起」暨「從菱形十二面體到艾雪多面體」、「碎形有情來作畫」暨「搭組空間大師 II」、「從根號 n 螺線到翻摺多角盒」、「藝數摺學立方體」、「當紙編遇上桌遊」、「奇異骰子方塊到神算四面體」、「從立方體切割到百轉千摺」與「藝數翻摺六邊形」等跨校教師研習、親子講座與師資培訓，頗得現場教師與家長學生的好評，也陸續針對施作後的回饋作課程上的修正與再分享。

五、預期成果

針對此次計畫，筆者預期要完成的工作與達到的成果有六：

1. 研發並製作數學實作相關模型，並藉由與數學老師分享施作狀況、心得，吸引更多老師加入實作數學設計與推動的行列。
2. 將實作數學數位教材與相關模型，於課堂、輔導課、社團或資優班施作，讓學生能從操作與討論學習到「一堂有感覺的數學課」。
3. 透過資源分享的線上空間，整合相關成果，將數位教材檔案放置於網路平台，讓有興趣的學生或老師能方便使用與討論，達到雲端共備的效能。
4. 聘請專家學者到校、社群或輔導團，針對老師或學生作演講及研討論詢，發展可以實際運用於課堂的教材，讓教材發展更多元。
5. 透過學生回饋單與作品實作，檢驗教材設計的適切性並了解學生學習狀況，進而修改出更適切的相關教材內容。
6. 指導有興趣的學生進行研究，發表心得或作品，並將施作與研究的心得投稿相關科學期刊，藉以驗證其專業與普及性。



六、檢討

本計畫目前遭遇困難與預定的解決之道分別如下：

1. 資料取得整合困難：由於目前國內對於數學實作教材無法有效整理，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，整理教材或團隊參與競賽以進行推廣；
2. 無法配合進度實施：雖開學已於期初預排定相關課程於各校普通班與資優班課內或外加課程實施，仍因學生實作進度與學校行事略作調整，故擬定相關配套措施如下：
 - (1) 普通班安排於輔導課與社團課施作，資優班除原本預定進行的專題課程，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，如「紙編菱形十二面體」即透過模型設計，讓學生可以需要切割的紙編零件快速完成需要的

菱形十二面體作品；

- (3) 利用社團或營隊方式實施，如「摺紙一刀剪」課程即利用社團課進行課程設計、討論與施作，並後續再進行作品發表與模型製作；
 - (4) 切割實作與討論課程分別實施，如「艾雪多面體」與「藝數摺學立方體」即針對資優班先進行摺紙教學，再於第二堂課進行數學討論；
 - (5) 與其他科目合併進行，如「根號 n 螺線創作」即由數學課進行概念說明，美術課進行造型設計；
3. 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，例如「艾雪多面體」、「空間大師」與「百變金塔」、「藝數摺學立方體」等課程即設計為將相關摺線印製於模型上，以便學生進行操作，並與學生討論相關摺線的繪製方式；另外「藝數翻摺四邊形」與「立體根號 n 螺線」等作品，更是因應實際操作後修正，作二版甚至是三版以上再印刷；
 - (2) 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，如「補光捉影、如影隨形」課程；
 - (3) 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；
 - (4) 使用網際網路預錄對照學習，如「紙編菱形十二面體」、「藝數摺學立方體」與「紙摺立方體」等作品，即透過 youtube 網站分享摺法使教師與學生可重覆學習；
 - (5) 結合其他軟體課件對照學習，如資優生可透過 GSP 或 GGB 軟體進行圖形的繪製與驗證；
 - (6) 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；
 - (7) 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；

- (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，如「算24」、「一筆畫」與「碰撞機器人」即指導安排校內科展與資優班成果發表；而本校自然科學研究社「巧拼連方塊」與「一刀剪摺紙」課程討論，也能兼顧設計感與數學性；
 - (3) 設計另類作業，使學生願意投入的意願性增高，如資優班進行的「紙編多面體課程」於資優班個別指導進行，並可作為教師節與畢業前的禮物，亦可看到學生具巧思的結果；
5. 課間推動不易：有鑑於多數課程，無法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。

期待透過以上調整方式，能使接下來課程進行的更為順遂，計畫推動更加完善，也能裨益明年度此計畫的繼續申請。