

教育部 104 學年度中小學科學教育專案期中報告大綱

計畫名稱：數學與藝術課程之研發與實作（二）

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，有些老師更是具有讓學生「動手玩數學」的教學理念（曾志華，1995）。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）。由於數位科技、3D 列印等技術日臻成熟，近年來數學與藝術的結合比比皆是，去年度荷蘭藝術家 Escher 作品至台灣展出，引起廣大的迴響，並且使許多研究數學與藝術的教學者，有了共同對話的機會；另外交通大學的陳明璋教授，發展 AMA 外掛程式集結合於一般人常用的 PowerPoint 軟體中，可以迅速繪製包絡線、碎形與山水等圖形，使數學以藝術呈現的門檻得以降低，並且讓學生們更加理解其數學結構，在十二年國教因應數位時代並且鼓勵學生動手做的前提下，不啻是個極佳的演示與操作工具。

去年度中研院數學所舉辦的「數學藝術與遊戲研討會暨工作坊」，介紹許多鑲嵌藝術、創意碎形、遊戲與數學等主題；今年也因與會聽眾的熱烈迴響續辦了第二屆，更增加了立體幾何、摺紙藝術等主題，也讓筆者多了更多參考的想法，經由相關作品的實作與推廣，帶給社群與學生們結合數學與藝術的另類感受。

然而數學教學研究也顯示，欲藉由數學活動來發展教學思維，可能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。本計畫在去年度執行完畢，完成「立體幾何」與「鑲嵌圖形」等課程暨相關模型，實作後經學生與老師反應堪稱良好，於

本年度繼續於「平面造型」與「山水碎形」上研發相關課程。筆者於交通大學在職專班跟隨陳明璋教授學習AMA (Activate Mind Attention) 軟體，將傳統的PowerPoint可以轉化程式邏輯為操作程序的環境，並具備模糊操作、準確定位與掌握大量訊息的特性，因此除了在教學上讓學生可程序式學習，也可讓學生在呈現歷程中充滿驚喜，感受特別而無法預測之美，使其作品同時具備美學質感與數學結構；進一步希望能培養學生將看到美的感覺具體表達，以開啟數學與藝術的另一扇窗。有鑑於上述原因，故今年度以數學為基礎，持續與他校社群及藝術領域的教師結合，並以摺紙作品為媒介，發展更多可應用於課堂上的「藝數」課程，期盼激盪出更多創意，使學生在數學鑑賞及藝術設計上的能力得以提昇。

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。本年度計畫預定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. **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
3. **山腳國中** 謝熹鈺：山腳國中訓育組組長兼任數學科教師，山腳國中100年「藝術社群」、101年「摺紙藝數社群」暨104年數學教師專業社群主持人，計畫協同主持人，參與課程設計暨教學實施
4. **林口國中** 校長 徐淑芬/輔導主任 邵信慧/教務主任 陳志賢/人事主任 連虹媚/會計主任 楊小青/教學組長 林宛珊/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、王楷淇、余佳霖、黃思得 / 安溪國中 謝麗燕 / 碧華國中 劉冠億：AMA 北二區「教師社群」工作坊成員，協助教材施作分析暨相關課程設計諮詢
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. 福和國中 李進福：新北市數學輔導團專輔，協助簡報製作暨專業諮詢
11. 林口國中 八、九年級數理資優班 / 普通班 705、706 / 自然科學研究社 / 國小科學營 / 七年級美術課：教材施作對象
12. 石門國中、安溪國中、碧華國中、內湖國中、永和國中 數理資優班暨國小科學營：教材施作對象
13. 麗林國小 309、503：教材施作對象

三、研究方法

本計畫於新北市、台北、桃園、金門與高雄等學校或相關場地，分別針對普通班及資優班學生，每次各約 8 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「平面造型」與「山水碎形」兩類課程，設計學習單與摺紙模型，以利相關數學知識的理解。針對以上課程，教材開發後將於部份班級試行實施，並且針對主要內容分別於不同時段進行課程與評量，視學生反應與社群互動後作課程調整，視情況再進行部份的延伸課程。

接著針對課程內容、延伸課程暨評量方式分別說明如下：

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	平面造型	對稱摺紙與多角星形 剪紙 紙摺七巧板課程 萬花尺與多角星 平面造型設計介紹 平面造型設計實作	一刀剪平面圖形數學 概念討論 一刀剪平面圖形設計 實作	課間學習單 平面作品設計 實作作品 一刀剪圖形 模型設計	(普通班) 美術課 數學課 社團課 (資優班) 數學課 專題課 個別指導
2	山水碎形	摺出拋物線 碎形數學結構與實作 山水碎形數學結構與 實作	碎形數學概念延伸討 論	課間學習單 碎形作品設計 數學山水水 墨畫實作作 品	(普通班) 美術課 社團課 (資優班) 數學課 專題課 個別指導

以上課程並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。

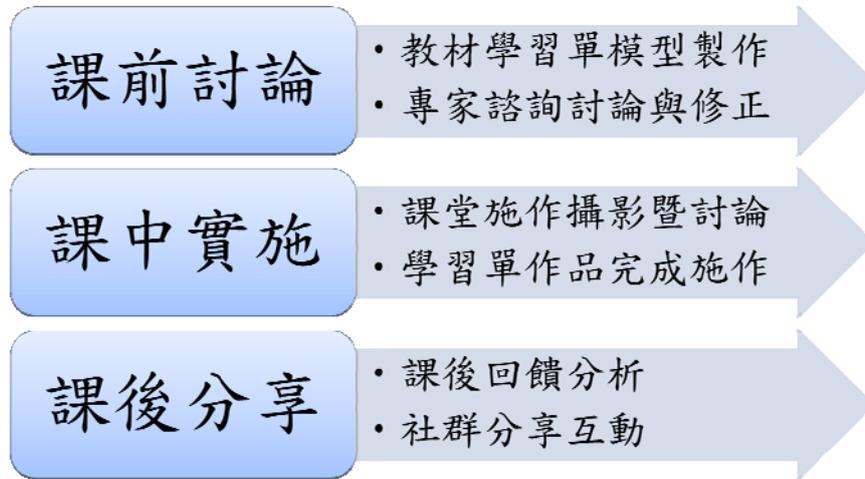
(二) 課中實施：

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，於社群與網站分享或投稿相關期刊暨研討會發表施作後心得。



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 40%；申請的經費十六萬元目前僅局端款項 48000 元核撥並完成核銷，下學期將依剩餘進度完成部款的核銷。

數學與藝術課程之研發與實作（二）	104年8月	104年9月	104年10月	104年11月	104年12月	105年1月	105年2月	105年3月	105年4月	105年5月	105年6月	105年7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)摺紙教材學習單設計												
(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，分別於科教館、科工館與台灣大學、台北大學、彰化師範大學、北門高中、新北市國中小科學園遊會暨社群各學校含林口國中、安溪國中、碧華國中；以及中正國中、北興國中、鷺江國中、永和國中、金湖國中、石門國中，以及西湖國小、

麗林國小等校進行分享，得到不少現場老師與學生的肯定與互動，讓更多有心想要參與施作的老師或深入研究的學生們得以受惠。

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「數學藝術」相關模型，並藉由與數學老師及藝術老師分享施作狀況、心得，讓更多老師體會數學與藝術結合之美。
2. 將「數學藝術」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中學習到「一堂有感覺的數學課」。
3. 建置一個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。
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諮詢，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與藝術研究的教材並不普遍且缺乏整合，相關資訊無法有效整理，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) 普通班安排於美術課、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，於討論完畢後進行發表；
 - (2) 配合模型轉換原課程為學生較易操作課程，如「平面鑲嵌課程」轉換為「藝數翻摺多邊形」課程，而「酸鹼指示立體根號 n 螺線作品」更是廣獲師生好評，目前已加版印製，並於社團中廣邀有興趣實作的學校老師們進行推廣；
 - (3) 利用社團課或營隊方式實施，如「翻滾吧！方塊」與「乘法立方體」課程即利用本校國小科學營進行課程設計、討論與施作；
 - (4) 切割實作與討論課程分別實施，如「藝數翻摺多邊形」與「萬花尺與多角星」等課程僅針對普通班進行實作，資優班進行完整實作與討論課程；
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「翻滾吧！方塊」與「藝數翻摺四邊形 II」與「一刀剪模型」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。
 - (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，如「摺出立體根號 n 螺線」、「翻摺多邊形」與「藝數翻摺多角盒」等作品，即透過 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；
 - (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；
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) 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「藝數翻摺多邊形」與「立體摺學」課程安排資優班期末發表或製作模型進行發表；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；
 - (2) 設計另類作業，使學生願意投入的意願性增高，如結合普通班圓形性質所設計的「小黑的故事」繪本設計以及「藝數摺學多面體」於資優班個別指導報告研究結果，可看到學生具巧思的結果；
5. 數學融入學習有限：部份學生反應於美術課進行數學科的學習不易，甚至少數抗拒數學的學生會影響其學習意願，故以底下課程調整方式進行教學：
- (1) 如「平面設計課程」於美術課即轉換為「卡片製作」暨「數位攝影與實作」課程，讓學習的學生們更易上手與實用；
 - (2) 如資優班專題課自然老師即輔以「乘法立方體」數學模型進行「kapa paper robot」課程實作，方便學生拆裝觀察，並節省學生自製立方體的時間。

期待透過上述相關調整的方式，可讓本計畫在接下來的半年執行更為順遂，裨益更多想要了解此議題的教師與學生們。