

教育部 103 學年度中小學科學教育專案期中報告

計畫名稱：數學與藝術課程之研發與實作

主持人：李政憲

電子信箱：jenshi.an@yahoo.com.tw

共同主持人：葉麗珠、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）。人類天性好玩，教師如果能善用此種天性，把教學和遊戲加以結合，必能使學生更喜愛上學（饒見維，1996）。近年來數學與藝術的結合比比皆是，今年度荷蘭藝術家 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。

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。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，從發表論文迄今，一直持續產出數位教材融入數學課堂中，並與現場教師及班級學生有著密切的互動，頗得師生好評；由於 AMA 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，今年度將以數學為基礎，與他校社群及藝術領域的教師結合，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)對於過去四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** 葉麗珠：林口國中資優班導師兼任數學科教師，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 807 導師兼任美術科教師，計畫協同主持人，參與課程與模型設計暨教學實施
4. **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」暨 101 年「摺紙藝數社群」主持人，計畫協同主持人，參與課程設計暨教學實施
5. **林口國中** 校長 曾富明/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 余福銘/設備組長羅兆晉/出納組長 張麗觀：提供執行計畫相關行政支持、課程安排、經費核銷等
6. **林口國中** 廖婉君、王雪芬、姚逸韻、余明興、陳俊儒、盧宏遠 / **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
7. 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
 8. 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
 9. 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
 10. 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
 11. 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
 12. 林口國中 八、九年級數理資優班 / 普通班 907、810 / 自然科學研究社 / 國小科學營：教材施作對象
 13. 石門國中、安溪國中、碧華國中 數理資優班：教材施作對象
 14. 麗園國小 206、405：教材施作對象

三、研究方法

本計畫預計於新北市林口國中、桃園縣山腳國中、新北市安溪國中與碧華國中，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「立體圖形」與「圖形鑲嵌」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 圖形鑲嵌	Escher 的作品介紹 仿 Escher 作品實作 磁磚密鋪的數學結構	十七種數學對稱結構 Escher 作品電腦實作	手繪 Escher 作品 課間學習單 電腦自製 Escher 作品	(普通班) 美術課 數學課 社團課 輔導課 (資優班) 數學課 專題課 個別指導
	2 立體圖形	柏拉圖正多面體介紹 與實作 正多面體數學結構與 尤拉公式介紹 正多面體模型實作與 數學問題討論	阿基米德多面體數學 概念介紹 Zometool 模型實作與 數學問題討論 串珠實作多面體模型	多面體摺紙 作品 課間學習單 Zometool 多 面體 串珠多面體	(普通班) 美術課 數學課 輔導課 (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。

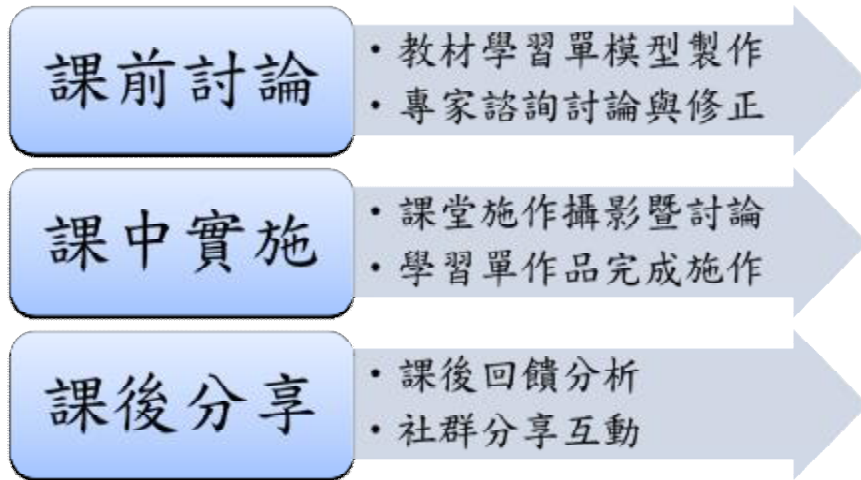
(二) 課中實施：

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 45%；申請的經費十三萬元目前僅局端款項 39000 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	103年8月	103年9月	103年10月	103年11月	103年12月	104年1月	104年2月	104年3月	104年4月	104年5月	104年6月	103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、師範大學與中原大學師培中心、台北大學、聖約翰大學、錦和高中、陽明高中、東莞台商子弟學校、新北市國中小科學園遊會與社群各學校含林口國中、安溪國中、碧華國中；以及大業國中、石門國中與麗林國小進行分享，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. 資料取得與整合不易：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，故相關資訊無法有效整理，茲以底下方式進行調整：
 - (1) 藉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；
 - (2) 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. 部份課程無法配合計畫實施：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深入討論，一方面不會耽擱原本進度，另一方面也可於討論完畢後進行發表；
- (2) 利用社團課或營隊方式實施，如「翻滾吧！方塊」課程即利用本校國小科學營進行課程設計、討論與施作；
- (3) 切割實作與討論課程分別實施，如「藝數翻摺多邊形」僅針對普通班進行實作課程，資優班進行完整實作與討論課程；

3. 部份學生無法同步操作與學習

- (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」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」與「翻摺多邊形」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「翻滾吧！方塊」課程安排於資優班期末發表的研究結果；而本校自然科學研究社的「巧拼連方塊」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，可看到學生具巧思的結果；

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。