

教育部 102 學年度中小學科學教育專案期中報告

計畫名稱：摺紙數學與動態幾何之資優生補充教材編輯與研發 II

主持人：李政憲

E-mail：jenshi an@yahoo. com. tw

共同主持人：葉麗珠

執行單位：新北市林口國中

一、計畫目的

林福來等（1997）統整國內外有關數學教學的研究，認為「培養數學感」與「診斷教學」是培育數學師資的兩個主軸。其中數學感的目的著眼於數學思維的培養，要發展學生數學化及適當使用數學工具的能力，也就是建立對數學物件的感覺（Shoenfeld, 1992）。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）。當今的數學教育，強調從做中學，培養學生帶的走的能力。數學家已經證明尺規作圖和平面幾何問題，可以透過摺紙、剪紙來學習。可見摺紙運用於數學教學，是可行且重要的；而李俊儀（2004）的研究更指出高數學成就水準學生，透過動態幾何軟體的學習，除了提昇其學習意願與思考能力外，在學習成就測驗延後測的得分上也顯著較高。

有鑑於國中階段在 Van Hiele 的幾何思考層次應屬從第二階段的非型式歸納（Informal Deduction）進到第三階段的型式歸納（Formal Deduction），而其中最關鍵的時間點正是國二；故筆者於去年將八年級的數學課程，以摺紙與動態幾何課程結合，配合課程安排進度，設計與發展共計六套教材，於本校與他校資優班暨普通班進行實作，期待學生對於八年級上學期的幾何表徵，逐漸熟悉未來學習的對稱、全等、平行與相似等概念，以便下學期到九年級正式學習幾何相關概念更易上手，與更充份的時間思考研究；而透過摺紙活動與動態幾何軟體的學習與實作，正是作為這個階段幾何學習時，極為適合的工具；而今年更將針對其餘四個課程進行設計，並將去年未能施作完畢課程執行完成，進一步

修正相關教案、學習單或課程簡報，進一步將施作結果整理發表或投稿。

本計畫預定進行的教材編輯與研發工作，包括教學簡報的完整製作，教學過程的流程說明，到實際教學的施作與學生回饋或評量。研發過程將由教師社群定期討論與試做後，修訂相關教學檔案，編撰成冊或製作數位光碟，並放置網路平台以供各校教師間流通使用。

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）對於本計畫的協助頗多，包含校長與主任對教材推廣與設計時需公假外出，教學組協助社群教師週一下午不排課，出納會計的協助核銷，以及所指導的資優班學生與自然科學研究社社員配合與協助等，都是計畫推行時裨益許多的最大助力。底下並針對計畫參與、諮詢人員及協助內容簡要介紹：

1. **林口國中** 李政憲：林口國中資優班導師，計畫主持人兼任新北市數學輔導團團員
2. **山腳國中** 謝熹鈞：山腳國中教師，協助教材簡報暨學習單設計
3. **交通大學** 陳明璋：交通大學副教授 / **西松高中退休教師** 黃振順，提供資訊融入教學暨數位教材設計意見諮詢
4. **師範大學** 許志農教授、洪萬生教授 / **高雄大學** 游森棚教授 / **師大附中** 彭良禎老師 / **大安國小退休** 陳若男老師：提供摺紙、資優數學相關議題及資訊分享暨專業諮詢
5. **林口國中退休教師** 王樹文老師 / **江翠國中退休教師** 陳彩鳳老師 / **新北市數學輔導團專輔** 李進福老師，參與課程設計暨專業諮詢
6. **林口國中** 葉麗珠、廖婉君、余明興、徐詩媛 / **安溪國中** 謝麗燕、林淑蓉 / **碧華國中** 劉冠億：協助教材施作暨相關課程設計諮詢
7. **林口國中** 七、八、九年級數理資優班 / 普通班 913、807 / 自然科學研究社：教材施作對象
8. **天母國中** 國小數學營：教材施作對象

三、研究方法

本計畫主要以去年《摺紙數學與動態幾何之資優生補充教材編輯與

研發》所研發的教學檔案「摺紙學乘法公式」、「摺出無理數」、「摺出勾股定理」、「摺出畢氏數」、「黃金白銀比」與「摺出有理數」為基礎繼續執行，並且配合今年要接著進行的「畢氏三元數」、「對稱摺紙」、「摺紙與尺規作圖」與「平行八角星」等課程作設計，並以本校資優班學生為課程進行的主要對象，其餘本校普通班或其他學校資優班的學生為試作對象。而為了培養資優生主動學習，深入探索研究的目的，主要是利用資優班學生課內加速或課外延伸學習時間，進行完整課程設計與討論，並指定相關課程學習單或課後延伸作業作為檢核方式與練習。

而為使學生在研究與學習時能有更方便討論的工具，進一步作其餘延伸的學習，特別選定了動態幾何軟體，作為教師教學呈現與學生作業研究的工具，並透過作業回饋或評量方式，讓學生從中學習預定達到之教學目標。

本年度的四個單元，在進行教材設計與實際施作後，希望能透過筆者的設計與分析，可使有意使用的教師方便上手，並能針對學生的學習反應進行了解，透過社群互動、專家意見以及學生回饋進行教材的修正。連同去年度六個單元的發表，期待藉由此專案的實施，給預定進行八年級資優生或主題式教學的老師，提供一套完整而有系統的教材，並藉由網路或成果光碟的分享，也讓更多有意願使用的老師更加便利與受惠，讓更多資優生或一般的學生獲益。

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 57%；申請的經費十六萬元目前剩餘款項約七萬五千元尚未核銷，已核銷經費約佔整體 53%，與執行進度相去不大。

至於已完成施作與修正教案計有「摺紙學有理數」課程（去年度未能進行施作），另「畢氏三元數」與「對稱摺紙」課程已完成教案編寫並設計相關學習單（如附件一、二），並於本校資優班進行教學實作與學習單書寫；至於剩餘的兩個課程，則分別在學習單設計與教案製作階段，部份課程已與專家諮詢，並將進行討論修正。

		摺紙學 有理數	畢氏三 元數	對稱 摺紙	摺紙與 尺規作圖	平行八角星 與翻轉摺紙
課前 討論	教材設計 教案製作	V	V	V	V	V
	專家諮詢 討論修正	V	V	V		V
課中 實施	課堂施作 攝影討論	V	V	V		
	學習單 評量施作	V	V			
課後 分享	課後回饋 分析	V	V			
	社群分享 互動	V				

另外本學期已陸續將去年度與今年度的課程，分別於宜蘭縣羅東國中全縣教師研習、中原大學師培中心、建中學科中心與社群各校含林口國中、安溪國中暨碧華國中進行分享，得到不少現場老師的互動與肯定，讓更多有心想要參與施作的老師們得以受惠。

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五，並分別說明如下：

1. 延伸學習教學檔案設計：目前已完成的教案，皆經由專業社群討論或學者專家諮詢，並經各校的實際施作與學生回饋，確認其可行性並進行修正；

2. 學生工具軟體課程教學：下學期學生將利用專題課程，進行 GSP 動態幾何軟體初階課程 4 節，進階課程 4 節並指定相關作業，期能協助學生完成接下來所設計的進階作業或延伸思考題；
3. 教學實況錄影拍攝：目前已經完成「摺紙學有理數」、「畢氏三元數」及「對稱摺紙」三段教學錄影，並將製作影音光碟或上傳至網路以供分享；
4. 學生回饋評量分析：將蒐集目前已集結的學生回饋及學習單，並於教師社群及各校推廣、本校教學研究會或輔導團相關場合分享，以推動摺紙暨動態幾何的主題式教學；
5. 彙集光碟手冊投稿：將陸續修正相關教案學習單，並連同教學錄影彙集成光碟或手冊進行分享。去年度「摺出無理數」課程經整理後已發表於教育部活化教學列車，並應出版社邀約出版了相關文宣與手冊，相信得以裨益更多的中學老師；另外「談摺紙融入乘法公式教學」文章亦發表於新北市教育電子報 117 期，而「淺談多元評量——從摺紙中學習實作評量」一文已完成修稿回覆，預計發表於本年度的科教月刊中。

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. 教材信度效度不易評估：由於所實施的教材與學習單，多為筆者自行設計施作，為使相關信度效度更加提升，採以底下兩個方法輔助實施：
 - (1) 藉由專業社群暨專家諮詢提供意見，提高教材的正確性與實用性；
 - (2) 藉由學生施作後的回饋修正教案學習單，確認相關檔案的接受度與可行性；
2. 部份課程無法配合進度實施：由於本學期八年級基本課程每週四節除課本內容，尚有其餘概念與進階題型需補充；另專題課程排定，也需配合其餘課程及活動（如校外教學或演講）作調整，故擬定相關配套

措施如下：

- (1) 安排於專題課、個別指導施作，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) 切割實作與討論課程分別實施，如「摺出無理數」即針對 807 普通班直接進行「摺出根號 n 螺線」實作課程；
 - (3) 利用輔導課或社團課外加課程實施，如「對稱摺紙」課程即利用九年級課後輔導課進行施作；
3. 學生反應不如預期：部份設計內容因初次設計，無法確認學生接受度與延伸學習的可能性，針對此問題，已採取相關措施如下：
- (1) 於個別指導加強討論互動，確認學生的了解程度與有意願深入研究的課題；
 - (2) 鼓勵有興趣深入研究同學個別發表，透過作品的發表可讓討論所得的結論更為具體，如「摺出有理數」的部份課程，在教學完畢後，尚能讓學生於本校的國小科學營進行實作教學發表；
 - (3) 結合故事暨生命教育課程實施加深印象，如「對稱摺紙」課程一開始的引起動機課程設計，期待學生能對整個活動進行更有感覺，並能透過成果海報的發表，彙集各組學生的優良作品與個別創意；
4. 部份學生無法同步操作與學習
- (1) 搭配實物投影機、大型教具同步學習，如「摺出無理數」的大型教具製作搭配使用，可使老師更易講解說明，學生印象更為深刻；
 - (2) 結合其他軟體課件對照學習；
 - (3) 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) 發展摺紙模型步驟化操作，例如「貝殼螺線摺紙」與「摺紙一刀剪」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。

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。