

# 教育部 101 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

主持人：李政憲

E-mail：[jenshian@yahoo.com.tw](mailto:jenshian@yahoo.com.tw)

共同主持人：

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。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）。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；而郭慶章、彭良禎老師也曾於師大辦理的「摺紙學數學」工作坊分享摺紙如何應用於生活與考題中，獲得在場數學老師的廣大迴響。可見摺紙運用於數學教學，是可行且重要的；謝怡倫（2009）曾作過研究，以動態幾何軟體（The Geometer's Sketchpad）方式進行教學的學生學習態度與成效頗彰；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。

奉教育局核可，本校於 100 年正式成立數理資優班，筆者現在任教於七年級。有鑑於八年級的數學課程，將有大量的幾何相關單元引入，為了使資優生在延伸學習的概念上，更加完整與有系統，特別要將摺紙與動態幾何課程結合，配合課程安排進度，來設計與發展此一補充教材。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。因為國二上學期的乘法公式、根號引進到勾股定理，均已開始使用幾何表徵；而下學期的平面圖形、對稱圖形、尺規作圖、三角形全等與平行與四邊形等內容，更是學習幾何的重要章節，若學生能在上學期的幾何表徵就逐漸熟悉未來要學習的對稱、全等、平行與相似等概念，相信在下學期到九年級正式學習幾何相關概念時，將更容易上手，也有更充份的時間思考與研究；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。

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/**高雄大學** 游森棚教授/**中央研究院** 李國偉教授/ **M. I. T. Professor Erik Demaine**/**師大附中** 彭良禎：提供摺紙教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 / **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 / 羅東高中退休教師 官長壽老師 / 泰北高中 藍邦偉老師，參與課程設計暨專業諮詢
6. 林口國中 葉麗珠、王雪芬、余明興、楊梓 / 安溪國中 謝麗燕 / 碧華國中 劉冠億 / 淡水國中 陳麗華 / 北投國中 沈志龍：協助教材施作暨相關課程設計諮詢
  7. 林口國中 七、八年級數理資優班 / 普通班 913 / 自然科學研究社：教材施作對象
  8. 安溪國中 八年級數理資優班 / 福營國中 七、八年級數理資優班 / 琉球國中 普通班 901 / 新竹縣「解題思維數學競賽」參賽學生老師 / 北投國中 「與良師有約」課程與會學生 / 樹林國小 三、四年級數理資優班 / 天母國中 國小數學營 / 麗林國小 204 普通班、幼稚園太陽班：教材施作對象

### 三、研究方法

本計畫主要以前兩年《摺紙數學與資訊融入教學之課程研發、實作與推廣（一）、（二）》的教學檔案為基礎，配合教學進度，挑選部份已經完成的簡報，增加教學流程的說明並設計課間或課後練習與回饋；為了培養資優生主動學習，深入探索研究的目的，另並挑選這兩年礙於進度與學生程度無法完整學習的單元或課程，利用資優班學生課內加速或課外延伸學習的時間，進行完整的課程設計與討論。

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。

本年度主要選擇國中教材有直接或間接關聯性的六個單元，進行教材設計與實際施作，希望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。期待藉由此專案的實施，能給預定進行八年級資優生或主題式教學的老師們，提供一套完整而有系統的教材，並藉由網

路、成果光碟或手冊的分享，也讓更多有意願使用的老師更加便利與受惠。

#### 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 56%；申請的經費十二萬元目前剩餘款項約四萬八仟元尚未核銷，已核銷經費約佔整體 60%，與執行進度相去不大。

		摺紙學 乘法公式	摺紙學 無理數	摺紙學 勾股定理	摺出 畢氏數	摺出黃金 /白銀比	摺紙學 有理數
課前	教材設計	V	V	V	V	V	V
	教案製作						
討論	專家諮詢	V	V	V		V	V
	討論修正						
課中	課堂施作	V	V	V			
	攝影討論						
實施	學習單	V	V				
	評量施作						
課後	課後回饋	V	V				
	分析						
分享	社群分享	V	V				
	互動						

至於已完成施作與修正教案計有「摺紙學乘法公式」、「摺紙學無理數」課程（如附件一、二），並分別於林口國中、福營國中及安溪國中等學校資優班，進行教學實作與學習單書寫。「摺紙學勾股定理」課程（如附件三）則已施作完畢，但礙於進度，未能同步完成學習單及評量施作；至於剩餘

的三個課程，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。

## 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：目前學生已利用專題課程，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「乘法公式」、「畢氏定理」及「摺出無理數」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。此次「摺出無理數」教案經投稿「101 年數位創意教學設計徵稿」榮獲優等獎，另外「摺出黃金/白銀比」相關文章簡報及學習單，應出版社邀約出版相關文宣、手冊及光碟，得以裨益更多的中學老師。

## 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，如「摺出乘法公式」即彙整相關概念整理為海報，「摺出無理數」也進行相關討論投稿校內科展；
- (2) 切割實作與討論課程分別實施，如「摺出無理數」第三階段課程先於課堂完成作品，相關討論於隔週課程再作進行；

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；

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；
- (2) 結合其他軟體課件對照學習，如羅東高中官長壽老師與泰北高中藍邦偉老師配合「摺出無理數」所製作的GGB課件，可增進學生了解相關概念；
- (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；

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。