

教育部九十六年度中小學科學教育專案期末報告大綱

計畫名稱：校園數學步道題材之研發、實施與推廣

主持人：台北市立興雅國中 林壽福老師

共同主持人：台北市立興雅國中 吳如皓老師

台北市立龍門國中 鄭勝鴻老師

參與人員：台北市立興雅國中 劉奕漢老師、張雨子老師、林俊傑老師

執行單位：臺北市立興雅國中

一、計畫目的

在考試文化的主導下，目前國中數學教育在教與學兩方面，出現了為人所熟知的幾項特點。在教學方面，老師們在課堂中比較重視學生學習行為的操練，包括大量習題練習和考試，在一定程度上忽略學生認知與情感的參與，同時，對於學生學習興趣之減退也視若無睹。在學生這一方面，由於他們背負或多或少的社會壓力、家長的期望和同學間的競爭，以致於對成績的過度追求上課。不過，這些學習動力主要來自外部，而不是學生的主動積極性使然。其實，這樣的學生即使對數學感到厭倦，也會努力學習。在這樣的脈絡下，不少老師和學生信奉「數學就是要多作習題」，使得「解題活動」成為數學教學的基本特點，因此，如果學生沒有真心投入，他們會越來越覺得數學學習的『苦』與『煩』。尤其為了應付頻繁考試和課程時數的不足問題，多數老師仍以傳統的講述方式進行教學，經常在趕進度、重複練習中度過。顯然，老師習慣於知識的提供，卻忽略了發展學生的思考和解決問題的能力。

本研究擬以校園數學步道為教學題材，提供學生周遭生活經驗的情境素材，應用多樣化的學習內容及學習方式，來充實、擴展其學習經驗，促進其才能發展。我們設計的數學步道題材，不僅融入偵探故事情節和周遭校園情境，也汲取數學史的材料，同時加入數學魔術和運用動態幾何軟體設計教學媒材，來活化教學，可謂「感性與理性」兼具，既能啟動學生情感與認知上的學習參與，在過程中也希望藉由發現的技巧，來刺激與保持學習的興趣，並培養學生直觀、類比、連結、逆向等創造性的思維能力，而這些對學生未來在數學上的成就發展極為重要，也

正是教育改革所強調的一帶得走的能力。

本計畫有下列目的：

- (一) 繼續開發新的數學步道主題教案，研擬和教科書單元內容相結合的數學步道素材，尤其特別關照相關數學知識結構的系統與完整。
- (二) 成立數學步道教學實驗班。透過實際教學，讓更多學生受惠，同時累積教學成果和學生作品，作為教學省思和題材內容修正的參考。
- (三) 暑假辦理跨校性數學營隊。普及科學教育活動，讓更多學生獲益。
- (四) 辦理教師研習營。介紹實驗教學成果、分享設計與教學經驗，給全市有興趣的數學教師。
- (五) 將新開發的題材連同近三年來延伸推廣的主題教案，編印成冊、流通分享。
- (六) 以網頁方式，作網路資源分享服務。

二、執行單位對計畫支持(援)情形與參與計畫人員

本學年校長、教務處、總務處、導師和數學老師都給予充分的支援，我們的實驗營隊利用週六早上上課，避開了需與正式課程作時間搭配的問題，所以整體運作相當順暢。除了平時週六的上課外，我們也開辦暑期營隊廣泛招收校內外學生，成效與口碑均相當良好。

我們計畫的全體成員或參與實驗教學、或負責步道與網頁之設計工作，這是依個人專長所採取的分工合作方式，每個人都能充分發揮所長。

三、研究方法

本研究是一個科學教育推廣活動，也順勢探究數學步道題材應用於國中學生之教學所產生的影響。我們將透過實驗教學以提升學生數學能力、培養積極的數學學習態度，並增進教師的教學專業能力。

本研究實施的步驟可分為：

1. 邀請對於本研究計畫目的有共識與願景的教師，共同組成研究團隊。
2. 蒐集並閱讀國內外相關文獻，豐富視野。進行校園環境勘查，運用數位相機紀錄影像。
3. 邀請對於校園學習步道有深入研究的專家學者，到校進行座談交流與經驗分享。
4. 選定研究對象與實驗場域。
5. 蒐集研究樣本之背景資料。

6. 編制步道題材看法問卷、數學步道學習單等研究工具。
7. 聘請專家學者對於研究團隊所設計的步道題材和問卷，提供修正意見。
8. 進行兩學期的教學實驗。
9. 舉辦暑期校際數學步道體驗營活動。
10. 辦理領域教師「數學步道設計與體驗研習」活動，收集教師回饋問卷。
11. 進行步道題材看法問卷施測。
12. 完成融合新舊校園數學步道題材的設計與整理，配合教學實驗之實施情形，進行修正、編撰、美編…等，匯集成冊。
13. 研究資料之分析與詮釋。
14. 撰寫研究報告。

研究者在決定提出實驗計畫時，便跟本校校長報告並徵求同意，決定七年級成立一班，共30位學生。對象成員由各班導師和數學老師推薦，以有意願參與實驗教學且能充分配合上課時間者為主，再由研究團隊教師進行口試篩選，確定錄取名單，安排在每週週六上午上課三小時，暑假再辦理為期3天之校際數學步道體驗營。原則上採異質性混合編組，並運用合作學習原理和動機理論來活化教學。研究進行的過程中，為求詳實，研究者將於每週教學後，立即完成教學省思與札記之整理工作，同時記錄學生表現成果，以及數學日記（/週記）之批改與回饋，對發現之主張作訪談、驗證，並撰寫成研究論文。

四、目前完成程度

季次	月份	預定工作	進度	經費分配
1	1~3	1. 組成研究團隊 2. 完成「研究對象」基本資料之收集與分析 3. 完成數學步道主題設計：〈謎題終結者——觀察與推理大考驗〉	20%	20%
2	4~6	1. 完成「數學步道主題」教學工作——〈鑲嵌飾的奧妙〉、〈謎題終結者——觀察與推理大考驗〉 2. 完成數學步道新題材與主題設計：〈地磚的啓示〉、〈棋盤上的數學〉、〈運動場上的數學〉、〈相似形Discovery〉 3. 完成上學期實驗教學資料分析、整理記錄 4. 完成暑期校際數學營規劃工作	50%	50%
3	7~9	1. 完成「暑期校際數學體驗營」教學工作——〈相似形Discovery〉 2. 完成數學步道新題材與主題式設計：〈跑道幾何〉、〈生活智慧王〉、〈校園生物的數學遊	80%	80%

		戲〉、〈地磚遊戲〉、〈ISBN之謎〉 3. 完成「步道題材看法問卷」設計 4. 完成體驗營資料分析、整理記錄		
4	9~11	1. 完成「數學步道主題」教學工作——〈生活智慧王〉、〈校園生物的數學遊戲〉、〈ISBN之謎〉 2. 完成「步道題材看法問卷」施測與整理 3. 完成下學期實驗教學資料分析、個別晤談、整理記錄 4. 進行研究報告撰寫	100%	100%

截至目前為止，已完成整體進度 95%。

五、成果分享

(一) 本年度完成之工作項目

◎研發

1. 將主題式數學步道增設結合課內單元的小主題學習單，以利未來常態班之運用。
2. 研發步道教學的創新教學法，包括GSP動態幾何的設計與教學、現場觀察實測的技術、討論式教學的經營等。
3. 設計針對數學步道的引起動機模式，包括數學魔術、伊克斯探長破案情境、感官與數學的思想衝突、Flash動畫、GSP動態效果等。
4. 研發步道題目，設計新的主題式數學步道教材，包括〈生活智慧王〉、〈校園生物的數學遊戲〉、〈ISBN之謎〉、〈相似形Discovery〉、〈謎題終結者——觀察與推理〉。
5. 編制數學步道題材的看法問卷，並完成統計分析和整理記錄。
6. 探討教學成效，提出數學步道設計之省思與改進，改良教材。

◎推廣

1. 完成兩學期的實驗教學。
2. 舉辦暑期校際數學營隊，推廣並收集更多學生表現之數據。
3. 辦理領域教師「數學步道設計與體驗研習」活動。
4. 架設網站將研究資料在網路上流通。

(二) 實施之具體成果及效益

1. 能有效提升學生們的數學能力和解決問題能力，陶冶其正向之數學態度，並提高其數學學習動機，激發學習潛能。
2. 這些教材能幫助學生，樹立起正確的數學學習的價值觀。
3. 提供國中數學教師作為輔導學生之補充教材，同時解決目前著重生活、趣味為訴求之主題式教材設計不足問題。
4. 這些教材可以作為教科書教學題材的應用和延伸，活化教學現場，帶動校園活潑之學習氣氛，並落實學校本位課程發展。
5. 提升參與研究教師的教學活動設計與教學能力。分享設計經驗於數學領域教師，也可以提升他們在教材設計和教學上的專業能力。
6. 藉由網路資源分享，讓更多外縣市教師豐富其教學內涵，提昇教學品質，也讓教學更多元化、趣味化。
7. 可以彈性取材普及於一般常態班級，而成功經驗也可以作為其他領域之參考。

8. 數學日記成效記錄如下：

當我們從學生的回饋問卷和數學週記中，發現學生的學習熱情和學習動力已經被我們所啟發，他們在學習中得到很大的滿足感和成就感，表現出對知識與真理鏗而不捨探索的心，這是我們在教學和研究上最引以為榮的事。

一、步道教學中數學日記的定位

在本研究之中，數學日記並不是課堂講解的抄錄本、也不是回家作業的習題簿，而是一塊留白的思考空間。數學日記在本研究中的定位應該是：在引發學生內在心理歷程的數學步道教學活動中，認知與情感緊密結合的探索紀錄。

二、從數學日記分析步道教學對學生的影響

我們在許多學生的數學日記上頻頻發現高層次數學思維、創造力、解題的成就感、學習心情的紀錄……等精彩表現。然而，在某些同學的數學日記中，我們也可以看到步道教學活動的缺點與限制。

(一) 正面表現

◎認知方面

1. 一題多解的創意

當學生沒有直接得到最佳解法時，學生會尋找自己的方法。

2. 自行修正解題方法但不被最佳解法的迷咒所侷限

3.運用「連結」與「推廣」的創造性思維能力

常常看到他們自行在數學日記裡做「連結」與「推廣」的動作。掌握這兩種能力，數學日記的精彩便能源源不絕地發展下去了。

4.養成數學思考的習慣與喜好

我們在很多地方發現，學生在數學日記裡面所得到的東西中，答案並不是重點，重點在於找尋答案的樂趣。數學思考逐漸成為學生的習慣，甚至更進一步，成為學生的喜好！

5.獨立學習與獨立思考的可能性

學生發現對與錯其實可以在自己的手中實際驗證，也感到到在學習之後獨立思考的可貴。

6.學生發現錯誤的價值與記錄分析的重要

當學生有充裕的時間置身於數學的蠻荒地帶，有些人就會很願意去找出自己解題方式。有學生還特別寫下「請老師注意我的分類方法！」得意的心情流露在字裡行間。

7.展現比較與批判的思維能力

資訊融入教學的利與弊，學生有了直接的感受，他們會把這樣的感受與想法記載數學日記裡。我們也從學生的反應中調整我們的教學。

8.在生活中融入數學的思考並解決生活問題

有時候學生會因為要蒐集數學日記的題材，而自然地在生活情境中得到數學的概念。這種在生活中融入數學的思考並解決生活問題的動作，學生做得很自然，也是因為數學步道的題材本身就做了很多生活與數學結合的範例。

9.在討論的過程中吸收並整理各種想法

我們在教學的過程中很重視討論，讓學生提出各種看法，並讓其他同學進行驗證或反駁。學生對這樣的學習方式十分願意熱衷投入，在討論的過程中學到了分享與溝通的重要。

◎情意方面

1.從對數學的投入中得到精神上的價值

「學習數學的意義」其實分成兩個層面：其一是步道教學讓學生直接感受到的數學生活化；另一個則是精神層次的提升。學生能發現數學的意義不在於它的用處，而在於自己忘我的投入！彷彿可以感受到數學在他生命中的力量。

2.在方法與技巧之外，會對數學作純粹的欣賞

而數學營的學生卻能在數學日記中記下對數學的欣賞，這其實是很重要的成長。

3.學習態度化被動為主動

學生會想要在「被告知數學知識」之前，先有所行動，這種「靠自己學到數學」的行動帶給學生很大的成就感。

4.體驗解題樂趣與獨立挑戰成功的滿足感

讓學生不斷有獨立挑戰成功的滿足感是我們教學目標的一大重點。可以從學生的日記裡面看到他們所得到的成就感

5.體會數學的神奇與對生活的重要性

在數學步道的學習之後，和過去看同樣的東西，卻會產生不一樣的視野，因為學生看到了生活事物背後的數學世界！

6.感受數學題材和上課的趣味

數學的魅力與神秘感讓學生越來越想學，也正因如此，正確的學習態度很容易因此建立！

7.體驗做數學時辛苦中的快樂

能從學生的數學日記中，找回了酸甜苦辣的感覺，雖然只有一點點甜，卻是一件美好的事。

（二）負面表現

1. 受到「寫考卷」的學習模式影響

看到某些同學把平時在課內學習時的功利心態轉移到數學日記上，這種被動的學習心態在數學日記中表露無遺。在我們的努力之下，這些同學的學習態度已經有所進步，不過在數學日記的學習成效上依然顯得薄弱許多。

2. 數學日記成為部分學生的負擔

即使在學習意願很高或有充分的靈感想寫下，但未必有這樣的時間。再加上有許多數學營的學生花大量的時間去補習，在重複學習保障課業成績的同時，必定減退了寫數學日記的熱忱與心力。因此對於認真的學生來說，寫數學日記也有某種程度的壓力與辛苦。

六、檢 討

今年在經費核撥上發生的小插曲，讓我們頗為擔心，並且有不安全的感覺。我們並沒有被事先告知，經費一半來自教育部，一半來自北市教育局。一開始我們還接到局裡公文，要我們自行籌措 8 萬元（一半），讓我們頗為錯愕！經過向相關單位求援後，總算獲得協助，衷心盼望往後不要再有這種打擊才好！