

# 教育部108年度中小學科學教育計畫專案

## 期末報告大綱

計畫編號：66

計畫名稱：維校探險趣——探究式教學融入高年級數學素養課程研發

主持人：黃峰文

執行單位：雲林縣維多利亞國小

### 壹、計畫目的及內容：

數學是一條通往獨立思考的途徑：數學活動確實有一種潛能，可使從小發展更有責任心及獨立的思考。『數學是一種領域，在其中即使是年幼的學童可以解決問題，並有信心答案是正確的——不只因為老師這麼說，內在的邏輯也是很清楚。』（National Research Council，1989，p3）

本研究旨在研發數學探究式教材設計，能夠開啟學生在數學學習上的熱忱及自主研究動力，透過教材設計及實驗分析的過程，進而建立模組提供教師參考使用。

（一）根據高年級數學課程挑選單元規劃設計探究式教學活動。

（二）結合數學教具操作及探究教學流程，達到學生自發、同儕互動、師生共好的素養精神內涵，再由學生的解題歷程、教具操作模式、探究教學流程修正、多元動態評量設計。

（三）依據單元目標擬定探究教學流程提供教師參考，研擬修正探究佈題及教具操作情境，避免教師教學產生的疑慮及課堂數較少產生執行的困難。

### 貳、研究方法及步驟：

#### （一）研究方法

本研究從「教學主導性轉移」、「學生參與」、「評量方式」三大層面進行全面性的改變，透過實際的課程實施方式，將課綱精神更確實地融入於教學課堂中。

『個案研究法（Case Study）』：參與專案之老師協助班級低成就學生在數學學習遇到的困難之處，進行訪談記錄。以事實的收集、精密診斷、適當處理、正確記錄為步驟。

訪談法（Interviewing）結構式的訪談（Structured Interview）：運用一系列預先設定的結構式的問題，進行資料收集的工作。主概念課程進行時，訪談進行探究式教學法前後，學生對於數學概念學習的差異。

觀察法（Observation）參與觀察（Participant Observation）研究者為了了解一特定之現象，運用科學的步驟，並輔以特定之工具，對所觀察的現象或行為，進行有系統的觀察與記錄。

#### （二）研究對象

本研究擬以維多利亞小學高年級學生為研究對象。維多利亞國小位處於斗六郊區，鄰近78號東西向交流道，學生包含嘉義、彰化。學校辦理多元數學活動競賽，學生參與度極高，且願意討論分析。

五年級兩個班級皆為全新班級，亦即非原來學生的授課老師，藉由探究式教學的進行來分析比較。六年級兩班則已經實施過探究式教學一年的班級，針對學生能力上的提升部份進行晤談及記錄。

### (三) 研究工具

#### 1、探究記錄單：(探究分析海報、學習單、回饋思考單)

探究教學內容活動進行後，部份有安排設計學習單進行延伸分析記錄，活動操作式的部份則另外填寫回饋思考單，針對思考歷程進行分析記錄。**驗證性探究(confirmation inquiry)**會有小組海報記錄或者學習單記錄。**引導性探究(guided inquiry)**會有數學回饋思考單。

#### 2、質性資料分析 (Qualitative Data Analysis)

以 Kilpatrick et.al. (2001) 五股數學素養為主，並參考美國國家評量指導委員會所訂定之 NAEP 數學評量架構 (National Assessment Governing Board [NAGB], 2002)、NCTM (2000) 和 Niss (2003) 數學學習核心能力等標準，形成數學素養五股能力檢核表進行質性分析。

(探討七年級學生在以臆測為中心的數學探究教學脈絡下 其數學素養展現情形，秦爾聰、劉致演、尤昭奇，2015)

表 1 數學素養五股能力檢核表

數學素養	編碼	內容
概念理解 (C)	C1	能充分了解數學概念的定義
	C2	能理解做數學的過程，如演算、公式等所表達的含意
	C3	能以不同的表徵呈現數學概念
	C4	能理解不同概念或表徵之間的關連性
程序流暢 (P)	P1	能運用基本數學定義和性質進行演算
	P2	能熟練地使用各種數學演算流程
	P3	能解釋運算程序中蘊含的數學概念
	P4	能根據問題情境靈活運用不同的演算程序
策略應用 (S)	S1	能運用以前的數學知識和經驗進行解題
	S2	能建構一個或多個數學表徵以呈現問題的數學關係
	S3	會選擇比較有效的方法解題
	S4	能看出不同問題的共同數學結構，將問題一般化
適性推論 (A)	A1	會檢驗自己或他人的想法
	A2	能為自己或他人的想法進行解釋與辯證
	A3	能根據數學知識對自己或他人的想法提出質疑
	A4	能比較不同的解題策略並進行修正或得出結論
建設性傾向 (D)	D1	會主動參與數學活動
	D2	只要持續努力，相信自己能學好數學
	D3	認為數學對日常生活有幫助
	D4	會將數學學習經驗應用在其它學習領域

## 參、目前研究成果：

依據本計畫主軸為探究式教學融入高年級課程研發，及依據CPS 類比及轉移至科學探究的模式，將能發展出可以培養學生探究過程、創造思考、以及問題解決等能力的探究模式。(如圖1)

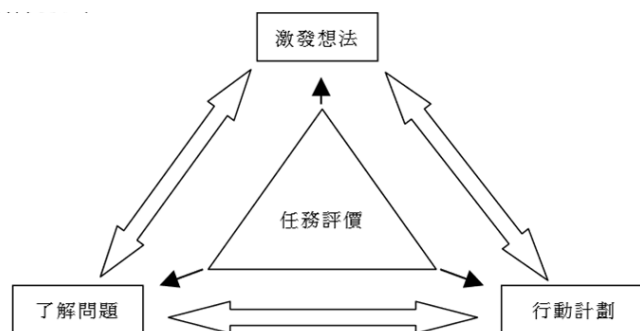


圖 1 CPS 的循環模式(Treffinger, Isaksen, Dorval, 1994)

如圖1所呈現三向循環，學生可以透過探究教學產生更多元創造思考及問題解決之能力。而本研究在素養導向課程內涵中，也是以此為研發課程目標。

採用初期，很多時會花費不少時間幫助學生適應不同的學習模式，教師亦難免要改變教學習慣，著重發展學生的思考能力，啟發學生能自主地發現問題、搜集資料、分析資料和歸納結論，從促進學習者學習的角度，幫助學生集中思維和行動去理解新事物，發展共通能力和培養探究精神或思考習慣，成為自我導向的獨立學習者 (Marsh, 2008)。

因此，考量課程進度內容及概念分成兩個主軸教材研發，思考模式改變的『思考分析學習任務』及『數學探究教學任務』。探究教學任務依據相關文獻及學習的自主性或教學介入程度分成驗證性探究(confirmation inquiry)、結構化探究(structured inquiry)、引導性探究(guided inquiry)、開放性探究(open inquiry)（楊秀停、王國華 (2007)。實施引導式探究教學對於國小學童學習成效之影響。）

探究式教學課程研發成果如下：點選連結開放雲端下載

五年級思考分析學習任務	
乘法與除法	<a href="#">怪奇拍賣所 整數乘法</a>
整數四則計算	<a href="#">四則屠龍任務</a>

五年級探究教學任務	
多邊形內角和	<a href="#">蛋糕任務大挑戰</a>
對稱圖形	<a href="#">對稱圖形大比拼</a>

六年級思考分析學習任務	
小數除法	<a href="#">小樹除蟲任務</a>
比和比值	<a href="#">回收獎勵任務</a>

六年級探究教學任務	
質因數分解	<a href="#">因倍數急轉彎</a>
表面積	<a href="#">體積與表面積之間的關係</a>

針對引導性探究(guided inquiry)『數學探究教學任務』部份依據『數學素養五股能力檢核表』進行質性分析。目前研究成果完成質性分析及量化分析為五年級多邊形內角和『[蛋糕任務大挑戰](#)』。

五年級多邊形內角和（SA：表示A班學生 SB：表示B班學生 數字為班級座號）

數學素養	編碼	學生質性對應內容
概念理解（C）	C2	SA02、SA21 原來多邊形內角和公式不是只有一種推導方式啊！ SA07、SB13、SB21 公式當中-2是因為切割三角形的個數。
	C3	SA14多邊形內角和不一定要用三角形切割方式，可以利用類推方式，四邊形來推導五邊形、五邊形來推導六邊形。 SB15、SA29多邊形內角和切割要注意多餘角度的扣除，所以標記顏色是很重要的。
	C4	SA12 多邊形內角和公式只是精簡的公式歸納，公式的推導有多元方式。 SB24 多邊形內角合用三角形推導是為了可以建立公式規律性
程序流暢（P）	P3	SA07、SB11、SB12 多餘角度並沒有標記顏色，必須扣除。但是在未知角度之下，要利用組合平角周角方式扣除。
	P4	SA06、SB19、SB13 多餘角度很多都是平角或周角，所以先算三角形個數後，再來扣除多餘角。
策略應用（S）	S3	SA07、SB22、SB28多邊形內角和當可以切割成兩個或多個相同邊數多邊形時，就可以加快計算。所以利用切割成三角形是最有效率的。
	S4	SA12、SB24 多邊形切割成三角形的個數恰好有其規律性為邊數-2。
適性推論（A）	A2	SA26、SB09 小組組員切蛋糕上的草莓是老師故意要製造多邊形內角和的多種切法。
	A3	SA23、SB18、SB27 多邊形切割成數個三角形時，部分小組組員未確實理解塗色部分才是內角的一部份，而產生計算錯誤。
	A4	SA24 多邊形內角和推導切割時，對角線相交越少則越簡單。
建設性傾向（D）	D2	（量化分析）多邊形內角和公式推導兩班五年級學生共計58位，有52位皆能透過組內討論後，完成公式推導。
	D3	（量化分析）針對公式推導的多元可能分析班上有補習、家教或者已經預習過的學生，約有二十五位對於原來公式是推導方式的精簡過程而非唯一解題方式，有著深刻的反思。重新理解公式產生的原因是精簡推導，這樣精簡過程並不一定是唯一解題證明方式。

學生晤談部分：針對兩類學生挑選晤談，希望瞭解探究課程對兩類學生數學學習上的影響。

第一類是起點知識為零的學生（未預習或者未被預先指導公式的學生）

第二類是已經預習或者預先被指導過公式的學生。

第一類學生表示一開始並不知道老師要如何透過這樣的切蛋糕方式證明公式。（應該說根本連公式是什麼都不知道），但是切完蛋糕後，理解多邊形內角就是塗果醬（上色區域），那麼自然而然要算內角和便是要把這些塗色角度相加，但是又要如何計算呢？小組在討論分析時，發現原來各種切法會產生許多三角形，這些三角形當中有的內角有塗色有的沒有，如果把所有三角形的總數乘上180度再去減掉沒有塗色的角度總和，便可以算出多邊形內角和，而沒有塗色的部分非常神奇的都可以組和成平角或周角。而且小組組員即便是都切五邊形，每個人的切法也因為水果數量而產生不同切法，因此，當小組組員算出內角和時，便可以發現原來多邊形內角和的算法有多種可能，接下來依據不同切法發現有一種全部切成最少三角形的方法最精簡，而公式的推導也進入收斂一般化。

第二類學生表示公式就是切最少三角形，但是沒有想過為何要切最少三角形，亦或者不曉得其他的切法，也有學生表示為何要這麼麻煩。由於在這樣的情境包裝之下，小組必須合作一起完成不同的切法（因為水果數量不同，又一定要切三角形）。學生後來發現水果會限制三角形切法，於是有些圖形是無法切最少三角形的。學生表示因為這樣的活動他們才深刻感受到即便是知道公式，但是如果情境改變時，他們反而無法解決問題，而且他們並沒有能夠善用三角形內角和及周角平角的概念。

## 肆、目前完成進度

- (一) 邀請專家學者舉辦教師增能研習  
資優班探究教學專家何鳳珠老師：探究活動的引導及學生探究歷程。  
桌遊研習魏光亮老師：桌遊機制與數學概念的探究分析。  
奠基探究侯雪卿老師：奠基活動的探究教學流程及學生分析記錄。
- (二) 邀請校內教師舉辦教學對談及反思  
黃峰文老師：數學探究初探課例分類。陳信源老師：多邊形內角和探究課例分析。  
陳信源老師：縮圖比例尺探究課例分析。黃峰文老師：對稱圖形探究課例分析。  
陳信源老師：體積與表面積關係探究課例。黃峰文老師：探究課程執行歷程心得
- (三) 組成教師社群研討編修教材（教案編寫及課例教學流程修正）
- (四) 建置部落格 [數學探險趣](#) 提供教師參考運用。
- (五) 教材編輯及實驗。
- (六) 探究式牌卡設計及實驗
- (七) 探究式教學活動質性分析（其他部分保留學習單內容）

## 伍、討論與建議(含遭遇之困難與解決方法)

- (一) 遭遇困難：課程教材研發及實驗產出很順利，但是在量的分析部份有執行的困難，許多學生探究分析的歷程都無法用的量化方式去分析，只能以質性記錄及晤談。而前測後測部份在量化呈現探究歷程改變也有其困難，僅能在數學學習興趣作量化分析。  
解決方案：期中報告經教授指導採用五股素養檢核表進行質性分析，並佐以晤談記錄瞭解學生學習歷程及探究教學模式對學生產生的影響。
- (二) 遭遇困難：課程執行試驗僅限於本校班級學生，較難收集檢核修正課程執行的可行性，且教師教學專業也不盡相同，因此，原本希冀將教材研發協助更多教師，這方面的執行有其困難。  
解決方案：建立部落格開放教師使用。未來提供相關研究學校經驗及教學分享。

## 陸、參考資料

Anselm Strauss, Juliet Corbin 徐宗國譯(1997)。質性研究概論。

湯偉君、邱美虹(1999)。創造性問題解決(CPS)模式的沿革與應用。科學教育月刊。第二二三期 2-20。

潘淑滿(2003)。質性研究理論與應用

Cox-Petersen, 2001; Crawford, 2000; Keys & Bryan, 2001; Hogan, & Berkowitz, 2000  
楊秀停、王國華(2007)。實施引導式探究教學對於國小學童學習成效之影響。科學教育學刊，15(4)，439-459。

秦爾聰、劉致演、尤昭奇，2015。探討七年級學生在以臆測為中心的數學探究教學脈絡下其數學素養展現情形