

## 國中數學素養導向教學設計與學習成效之行動研究

郭明田

國立彰化師範大學科學教育所博士生

溫嫩純

國立彰化師範大學科學教育所副教授

### 中文摘要

本研究採行動研究法，依據「OSCP 核心素養教學設計模式」，設計數學素養導向教學教材，對國中學生實施二循環行動研究，探討數學素養教學實施歷程與學生學習成效。結果顯示：在第一循環行動研究中，數學素養導向教學教材內容，並未針對國中第四冊學習內容進行教材設計，未符合「C：學習內容」因而無法幫助提升學生的數學學習成就與數學學習態度。針對第一循環的缺失，與學習成效未達顯著差異原因，修正改善研究設計後，對相同的學生實施第二循環行動研究，結果發現教學教材設計完全符合「OSCP 核心素養教學設計模式」，學生數學學習態度、數學學習成就達顯著提升。

關鍵詞：數學素養導向教學、數學學習態度、數學學習成就

## Action Research on Mathematics Literacy-oriented Teaching Design and Learning Effectiveness in Junior Middle Schools

Ming-Tien Kuo

National Changhua University of Education/ Graduate Institute of Science Education/  
PhD student

Meichun Lydia Wen

National Changhua University of Education/ Graduate Institute of Science Education/  
Associate Professor

### Abstract

This research adopts the action research method, based on the "OSCP core literacy teaching design model" to design mathematics literacy-oriented teaching materials. Implementation of two-cycle action research on middle school students to explore the implementation process of mathematics literacy teaching and the effectiveness of students' learning. The results show that in the first cycle of action research, the content of mathematics literacy-oriented teaching materials did not design the teaching materials for the fourth volume of junior high school, and did not meet the "C: learning content" and therefore could not help improve students' mathematics learning achievement and mathematics learning attitude. In view of the lack of the first cycle, and the lack of significant differences in learning effectiveness, after revising and improving the research design, the second cycle of action research was carried out on the same students, and it was found that the design of teaching materials was in full compliance with the "OSCP core literacy teaching design model". Mathematics learning attitude and mathematics learning achievements have been significantly improved.

Keywords: mathematics literacy-oriented teaching, mathematics learning attitude, mathematics learning achievement

## 壹、緒論

十二年國民基本教育（簡稱十二年國教）於 103 年啟動，於 108 學年正式實施，課程綱要以「核心素養」為發展主軸，課程綱要目標以「自發」、「互動」及「共好」為理念，強調學生是自發主動的學習者，學校教育應善誘學生的學習動機與熱情，引導學生學習開展各種能力。課程綱要中的「核心素養」是指：一個人為適應現在生活及面對未來挑戰，所應具備的知識、能力與態度，強調學習不宜以學科知識及技能為限，而應關注學習與生活的結合，彰顯知識、能力與態度對「素養學習」的重要性（教育部，2018）。

經濟合作發展組織（Organisation for Economic Co-operation and Development，簡稱 OECD）關注學生「素養」，推動的國際學生評量計畫（the Programme for International Student Assessment，簡稱 PISA），每三年舉行一次，評量科目包含數學、科學、閱讀等三種「素養」，評量內容包含知識、能力、態度。在數學素養評量部分以生活情境為主，讓學生思考、探索、解釋數學，並定義數學素養是：學生有能力去辨識、理解、探索數學在這個世界上的意義，能夠解決各種不同情境的數學問題（OECD，2013）。

十二年國教數學領域課程學習目標，包括：1.提供學生公平受教、適性揚才機會，培育其探索數學的信心與正向態度。2.培養學生觀察規律、演算、抽象、推論及溝通等各項能力。3.培養學生使用工具，運用於數學程序及解決問題的正確態度。4.培養學生運用數學思考問題、分析問題和解決問題的能力。5.培養學生日常生活應用與學習其他學科所需的數學知能。6.培養學生欣賞數學的人文內涵（教育部，2018）。由此可知，新課綱數學領域包含知識、能力與態度三個面向，即對學生的「數學素養」的要求與重視，

研究者在臺灣中部鄉下國中任教數學科多年，發現數學科是大部分學生不感興趣和學習困擾的科目，近幾年，學生參加國中教育會考數學科表現不佳，有將近四成學生是「待加強：C 級」，學校為此需要提出「教育會考成績提升方案計畫」，顯示提升學生教育會考數學科成績為刻不容緩、且迫切需要改善的事情。

要改善學生的數學學習態度和數學學習成就，提升學生教育會考數學科成績，「改變教學方法」是一種可行的方法，參考過去有關數學素養教學研究，研究者設計包含：(1)理解問題、(2)分析+解題、(3)發表+修正、(4)心得感想與延伸討論等，四個教學步驟的「數學素養導向教學方法」，並以「計畫」、「行動」、「觀察」和「反思」為循環的「行動研究」，隨時掌控學生學習情況、隨時修正調整上課教學方式，在研究過程中可幫助學生學習探究數學，從生活情境中去發掘數學問題和解決問題，並學習過程中提升學生的數學學習態度與數學學習成

就，進而改善學生參加國中會考數學成績。

基於上述研究動機與研究目的，本研究待答問題如下：

- (1) 第一循環數學素養導向教學之實施歷程為何？
- (2) 第一循環數學素養導向教學實施後，學生學習成效為何？
- (3) 第一循環實施數學素養導向教學，遭遇問題與修正教學設計為何？
- (4) 修正教學設計後，第二循環數學素養導向教學之實施歷程為何？
- (5) 第二循環數學素養導向教學實施後，學生學習成效為何？
- (6) 分析比較二次行動研究結果？

## 貳、文獻探討

### 一、數學素養

「素養」對應的英文有許多意義相近的字，最廣泛使用的是「Literacy」或「Competence」，單維彰（2016）指出：不論 Competence 還是 Literacy，都是指「能力」；Competence 較為綜合性與一般性（知識、技能與行為表現），而 Literacy 傾向於特定基礎能力（識、讀、寫、算）。蔡清田（2012）說明「素養」是：係指個人為了健全發展，發展成為一個健全個體，必須因應社會之複雜生活情境需求，所不可或缺的知識（knowledge）、能力（ability）與態度（attitude）。

「數學素養」一詞，因強調的重點不同、發展的脈絡不同，而有不同的英文名詞，最廣泛使用的是 Mathematical Literacy 或 Mathematical Competence，經濟合作發展組織（OECD）所推動的國際學生評量計畫（PISA），用 Mathematical Literacy 代表「數學素養」，並對數學素養作出明確的定義：數學素養是個人在各種脈絡裡形成（formulate）、使用（employ）和詮釋（interpret）數學的能力。其中包括數學推理，以及使用數學概念、程序、事實和工具來描述、解釋和預測現象。數學素養輔助個人辨識數學在世界上扮演的角色，能做出有所依據的判斷與決定，是具建設性、參與性和反思性的公民所需具備的（OECD，2013）。

十二年國教依據 OECD 舉辦的 PISA 測驗理論與觀點，於「數學科課程綱要」中，明確說明數學素養的內涵是：如何讓學生在不同年齡、不同能力、不同興趣或領域，皆能獲得足以結合理論與應用的數學素養，並列舉六項數學領域課程目標，分別為：(1)提供所有學生公平受教、適性揚才的機會。(2)培養學生觀察規律、演算、抽象、推論及溝通等各項能力。(3)培養學生使用工具的正确態度。

(4)培養學生運用數學思考問題、分析問題和解決問題的能力。(5)培養學生日常生活應用與學習其他學科所需的數學知能。(6)培養學生欣賞數學的人文內涵(教育部，2018)。

Niss 和 Højgaard (2011) 以「Mathematical Competence」表示數學素養，並做出明確定義：數學素養指在各式各樣數學脈絡中，和數學能發揮功能的情境中，去理解、判斷、從事、和使用數學的能力。

並以 KOM 花瓣來說明「數學素養」，如圖 1 所示：外圈為：“to ask and answer in, with, about mathematics” 和 “to deal mathematical language and tools”，明確說明「數學素養」是使用數學語言和數學工具，來處理與數學有關的問題與答案。內圈部分則說明「數學素養」包含的八種能力，分別為：掌握數學思維模式、提出及解決數學問題、分析及建立數學模型、數學推理、表徵數學情況、處理數學符號及演繹方法、使用數學進行溝通及工具使用。這八種數學素養能力涵蓋數學思維、數學推理、數學溝通、擬題與解題、分析與發展數學模式與工具使用，面對生活上與數學有關的各式各樣問題，都可以運用這八種能力來處理和解答。

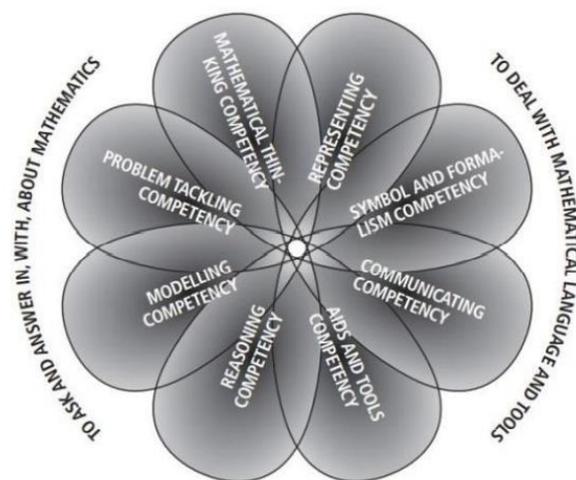


圖 1 數學素養意涵和包含的八種能力

資料來源：Niss & Højgaard (2011), 51.

綜合上述，「素養」是一種教育理念、也是一種教育成果，是為了的適應生活情境，所需具備的知識、能力與態度。「數學素養」著重與現實生活的連結，強調數學的應用性與實用性，並且與社會文化或人與人之間的互動有密切關係。

## 二、數學素養導向教學

在九年一貫課程綱要自然與生活科技學習領域，明確說明「探究」的理念為：科學學習要學會如何去進行探究活動：觀察、詢問、規劃、實驗、歸納、研判，也培養批判、創造等能力（教育部，2003）。之後，十二年國教新課程綱要，將自然科學領域課程的「探究」分為「思考智能」與「問題解決」兩類能力，思考智能包括：想像創造、推理論證、批判思辨、建立模型。問題解決包括：觀察與定題、計劃與執行、分析與發現、討論與傳達（教育部，2018）。而探究過程所培養學生的能力，即十二年國教新課程綱要所強調的「素養」。

「探究」的精神和主要意義是在於尋求知識，而不是被教授知識或告知知識，是學生主動參與獲得知識的過程，而非教師把現成的答案知識直接提供給學生。十二年國教課程改革強調「探究」教學與學習，強調探究不只是單純做教科書中固定的實驗步驟，探究也可以在自然情境中進行，由此培養每位學生的「素養」。

上述自然領域提到的探究，與數學領域的素養教學也有一致之處。美國數學教師協會（NCTM）認為：學生可經由探索、臆測、溝通、推理、邏輯等方式來學習數學，學生學到的不只是課本內的數學知識，還包括與人溝通互動、解決問題的能力，如同十二年國教的目標培養發展學生的「數學素養」，而這種數學學習就是「數學探究」：使用探索方式去瞭解數學主題，以情境方式去型塑描述問題，應用多樣的策略去解決問題，並將得到的解題答案運用延伸到新問題情境上，在探究數學過程中學生將統整所學數學知識，進而獲得新知識和自信心（NCTM，1989）。

「數學探究」是一種數學知識發展的過程與方法，老師的任務是創造探究的環境，引起學生觀察、討論與論證，進而提出自己的想法，並接受其他同學的挑戰，數學探究教學步驟與教學模型有：

1. Siegel、Borasi & Fonzi（1998）提出四教學步驟的數學探究學習環，包括：
  - (1) 準備與聚焦探究：透過老師介紹，引起學生動機與興趣，用探究主題挑戰學生的原始想法，聚焦在探究議題上。
  - (2) 執行探究：決定探究問題後，學生進行臆測、分析、推理等探究行為，經討論後，得初步的結果。
  - (3) 綜合和溝通：得初步的結果後與他人溝通討論、辨證後獲得最後結果。
  - (4) 評估與延伸：核心是「反思」，反思在探究過程中所獲得的數學知識，開啟下一個新的探究循環。

2. Chapman（2007）提出四階數學段探究教學模式，包括：
- (1) 引入階段：了解學生的先備知識，介紹數學概念，說明任務及解釋新概念。
  - (2) 探索階段：針對問題和提示，完成小組間的任務。
  - (3) 分享與討論階段：學生分享和發表他們的研究結果，。
  - (4) 結論階段：指導學生思考、反思學到的新概念和精緻化學習成果。
3. 洪振方（2003）提出四步驟的「創造性探究模式」，認為探究式教學的核心為：探索、解釋、交流與評價，如圖 2 所示。

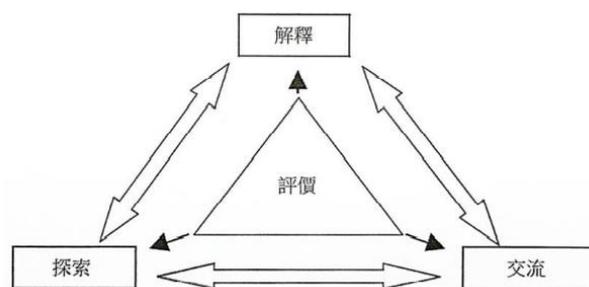


圖 2 創造性探究循環模式  
資料來源：洪振方（2003），657。

數學探究是一種數學知識發展的過程與方法，老師的任務是創造探究的環境，引起學生觀察、討論與論證，進而提出自己的想法，並接受其他同學的挑戰。研究者依據上述數學探究精神，設計「數學素養導向教學，包含：(1)理解問題、(2)分析+解題、(3)發表+修正、(4)心得感想與延伸討論等四個教學步驟，與數學探究教學理論對應，如表 1 所示。

表 1 數學素養導向教學與數學探究理論各階段對應表

本研究之數學素養導向教學的四步驟	Siegel、Borasi 與 Fonzi（1998）四階段數學探究	Chapman（2007）四階段之數學探究模式	洪振方（2003）四步驟的創造性探究模式
(1)理解問題	1 準備與聚焦探究	1 引入階段	1.探索
(2)分析+解題	2 執行探究	2 探索階段	2.解釋
(3)發表+修正	3 綜合和溝通	3 分享與討論階段	3.交流
(4)心得感想與延伸討論	4 評估與延伸	4.結論階段	4.評價

### 三、數學素養導向教學設計原則

因應十二年國教新課綱於 108 學年正式實施，新課綱強調「核心素養」，應透過多元化教學，並輔以多元化評量，吳正新（2019）提出四個「數學素養導向教學」試題的命題原則：(1)試題不能僅評量學習內容；(2)素養導向試題需要包含情境；(3)有情境的試題仍可評量基本的數學知識和學習內容；(4)素養導向試題要結合學習表現或核心素養。

任宗浩（2018）也提出「數學素養導向教學設計與實施」的四項原則：(1)整合知識、能力(技能)與態度；(2)重視情境與脈絡的學習；(3)重視學習的歷程、方法及策略；(4)強調實踐力行的表現，如圖3所示：



圖3 數學素養導向教學設計與實施的基本原則  
資料來源：任宗浩（2018），75-82。

蔡清田教授（2018）因應新課綱於 108 年實施，提出「素養導向教學」的四個基本原則，分別為：(1)整合知識、能力與態度；(2)情境脈絡化的學習；(3)強調學習歷程、學習方法及策略；(4)活動實踐的表現。並以此提出「OSCP 核心素養教學設計模式」，其中：

- (1) O 學習目標 Objectives，指同時包含知識、能力、態度的學習目標，即新課綱的核心素養轉換而來的學習目標。
- (2) S 學習情境 Situation，指情境化、脈絡化的教學，可藉此引發學生的學習動機與學習興趣。
- (3) C 學習內容 Content，指新課綱裡面條列的「學習內容」，八年級有 29 項，九年級有 20 項。
- (4) P 學習表現 Performance，評量教學之後的學習效果，新課綱條列 38 項，當作要引導出學生應該有的「學習表現」。

本研究之「數學素養導向教學」教材，命題原則與試題實施注意事項，參考上述「OSCP 核心素養教學設計模式」，即教學教材搭配真實生活情境，並結合課綱核心素養的學習內容和學習表現，讓學生在此情境中學習數學。

## 四、數學素養導向教學相關實徵研究

侯雪卿（2019）以奠基進教室為取向的數學素養教學設計與實施：以國小柱體和錐體為例。說明十二年國教數學素養導向教學，希望將知識、能力與態度融合在一起，以數學奠基進教室為取向，選用國小柱體和錐體設計為數學素養教學案例，以五個活動鋪成可體現的學習情境，全程觀看了解學生學習的脈絡，運用的數學教素養導向教學策略有：(1)動手做、(2)遊戲、(3)有目標的系統性觀察活動、(4)表達與溝通等四種，以不同形式的學習活動來促成學生在知識、能力與情意面向的均衡統整。

結果發現：城堡情境與遊戲激發了學生的學習興趣與正向態度；幾何立體素材的體現，培養學生正確使用工具的學習態度；透過觀察、分類與推理的學習歷程，引動學生主動思考和各項數學能力的涵養，形成有感的學習，促進學生在幾何概念層次的提升，和幾何語言發展的精緻性。

## 五、數學學習態度

### 1. 數學學習態度的意涵

數學學習態度（Mathematics learning attitude），是指學生對數學學習的興趣與喜歡、鑑賞、瞭解與看法、動機和傾向，又因態度是一種內在的心理歷程，無法直接測量，必須靠學生的一些明顯的反應來推斷，最常使用評量態度的方法為評量受測者，對一組事物或情況同意或不同意的意見。Aiken（1977）以「鑑賞」（enjoyment）、「動機」（motivation）、「重要性」（importance）和「無恐懼性」（free from fear）等四個層次表徵，來評量學生的數學學習態度。

綜和來說，數學學習態度對學生往後是否繼續研讀數學、或從事有關數學方面工作，扮演一個重要的角色，持較樂觀數學學習態度者，往往會有較高的學習成就；持消極的數學學習態度，就會產生排斥及被動的學習。

### 2. 影響數學學習態度的因素

數學學習態度是由個體不斷的接觸與數學有關的人、事、物，在後天的社會環境中逐漸形成的具有持久性的經驗，影響「數學學習態度」的成因，心理學者認為態度是學習而得，並非與生俱來的（張春興，1995）。

Aiken（1974）研究指出：教師對學生的數學焦慮、數學學習態度與數學學習成就之影響重大，分析影響數學學習態度形成的因素有下列五個：

(1) 性別因素：研究發現男生比女生喜歡數學，性別角色的形成與社會文化

的期望和增強有關。

- (2) 人格因素：人格特質與數學學習態度的形成關係密切，如高成就動機的人對數學比較有積極的態度。
- (3) 社會因素：人際、團體動力對學生數學學習的態度有高的影響力。
- (4) 教師因素：教師本身對數學的態度會直接影響學生數學態度之形成。如教師本身喜歡數學，對數學教學充滿熱忱與耐心，學生受其影響產生正向態度。
- (5) 教學與課程因素：數學科教學方法與數學課程的安排也會產生影響。

前兩項性別因素與人格因素，是屬於先天的不易改變，後三項的社會因素、教師因素及教學與課程因素，皆屬後天環境的影響，透過改變教學設計的方式，將有助於提升學生的數學學習態度。

### 3. 數學學習態度評量工具

數學學習態度是一種內在的心理歷程，很難有一種測量工具可以完全有效的表達這種內在的心理歷程，而研究者研究重點的不同，對於學生數學學習態度的定義也會有差異，本研究目的是提升學生數學學習成就，改善學生參加國中教育會考數學成績，研究對象屬大多數屬於低學習成就，因此，選用李默英（1983）自 Fennema 和 Sherman（1977）編訂的「Fennema-Sherman 數學態度量表」，包含：教師、信心、成功、動機、有用性和焦慮等六個分量表，量表如附錄一：其內涵說明如下：

- (1) 教師：教師本身對數學的態度，教師的教學方式、對數學教學的熱忱與耐心。
- (2) 信心：包含喜歡數學及挑戰難題，高學習信心對數學學習有正向態度。
- (3) 成功：指成功學習數學計畫，包含預習課程、完成作業及練習解題。
- (4) 動機：對數學學習活動的接受或逃避，高學習動機對數學學習有積極態度。
- (5) 有用性：包含提升自我能力、認為數學對未來有幫助。
- (6) 焦慮：包含數學帶來的緊張、困惑及壓力。

## 參、研究方法

### 一、行動研究法

在教育領域中，行動研究定義為「嘗試改變及改善教育實務的系統化研究」（郭重吉、江武雄、張文華，1997）。本研究是研究者教學現場遇到的問題，想要改善教學，因此採用行動研究為本研究之研究方法。行動研究的研究目的，不強調理論的發展及研究結果的普遍應用性，而是一種針對特定的時間、地點及情境中的問題特性，配合相關教育理論所結合的一種研究設計（蔡清田，2004）。

行動研究是一種「計劃」、「行動」、「觀察」、「反思」的系統化循環探究過程，如圖 4 所示，最後藉由這樣的循環過程，達到解決教學現場面臨的問題，同時又促進研究者的專業成長。

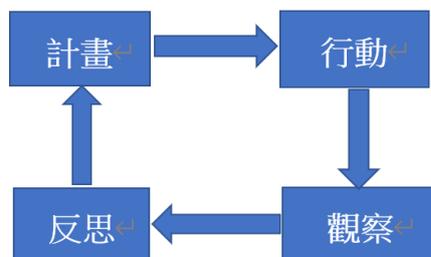


圖 4 行動研究是一種系統化循環探究過程

### 二、研究流程

本研究目的是探討「數學素養導向教學」之實施歷程為何？及實施後，學生的學習成效為何？將研究流程分為五部分，如表 2 所示：

表 2 研究流程

流程	實施日期	實施內容
第一部分	107 年 2 月至 12 月	研究者在教學現場發現問題、分析情境、閱讀文獻後、確定研究問題與研究目的
第二部分	108 年 3 月至 6 月	實施第一循環行動研究
第三部分	108 年 7 月至 12 月	依據第一循環行動研究結果與研究發現，修正、改善研究設計與教學流程
第四部分	109 年 2 月至 5 月	實施第二循環行動研究
第五部分	109 年 7 月至今	撰寫研究結果、提出研究結論與建議

### 三、研究情境與研究對象

#### (一) 研究情境

研究者任教學校，近幾年學校參加國中教育會考，數學科成績表現不佳，如表 3 所示：在 106、107、108 學年，超過四成以上學生是「待加強：C 級」，高於全國「待加強：C 級」人數比率甚多，迫切需要改善。在 109 學年，研究者設計「數學素養導向教學」新教學方法，在研究者任教班級實施，有 27 位學生參與，該年學校會考數學成績「待加強：C 級」比率為 38.41%，略為降低。

表 3 國中教育會考與研究者任教學校數學科待加強人數比例（%）

年度	106	107	108	109
研究者任教學校人數	207	170	172	151
待加強（C 級）人數	87	71	70	58
待加強人數比例（%）	42.03	41.76	40.70	38.41
全國待加強人數比例（%）	30.15	28.72	27.35	27.63

資料來源：國中教育會考網站。<https://cap.rcpet.edu.tw/history.html>

當「傳統教學方式」造成學生數學學習態度低落、數學學習成就表現不佳，學生害怕、討厭上數學課，研究者閱讀相關文獻後，採行動研究法，設計「數學素養導向教學」教材，當研究對象為八下時，利用外加的第八節，隔週實施一次，探討實施歷程為何？以及實施後對學生學習成效影響。之後，根據學生表現修正改善研究設計與實施過程，當究對象為九下時，再次實施「數學素養導向教學」，分析比較二次循環行動研究的實施歷程為何？

#### (二) 研究對象

為避免影響學校行政運作與正常教學，本研究選用研究者服務的學校、任教的班級進行研究，任教學校每個年級有 6 班，每班有 25 至 29 位學生，班級分班是常態分班，學生除部分是隔代教養與外籍配偶子女外，大多學生的家長是農民或勞工，對學生課業關注、要求與指導有限，使得學校參加全國教育會考的學習表現低於全國平均甚多，有極大的空間需要努力與改善。

研究對象有 27 人，其中男生 12 人、女生 15 人，依據 8 上數學學期成績，採異質性分組分成四組，其中：A 組有 1 男 6 女共 7 人；B 組有 0 男 7 女共 7 人；C 組有 6 男 1 女共 7 人；D 組有 5 男 1 女共 6 人；以數學成績最優者為該組組長，負責引導該組進行數學學習。

## 四、教學設計與實施方式

本研究使用數學素養導向教學教材內容，是研究者依據林福來教授（2011）編製《臺灣 2011 數學素養評量樣本試題》，與經濟合作發展組織（OECD）舉辦的國際評量測驗（PISA）試題，選取改編 12 題符合國中學生程度的數學素養試題，作為實施數學素養導向教學的教材，編制方法是參考蔡清田教授（2018）因應十二年國教新課綱的實施，提出的「OSCP 核心素養教學設計模式」。並請數學專家學者提供意見外。

數學素養導向教學設計與實施流程，參考表 4 範例說明：

表 4 數學素養導向教學設計與實施流程範例

一、老師提供「數學素養導向教學教材」--生活情境數學問題	
二、判斷是否符合「OSCP 核心素養教學模式」	
O 學習目標、S 學習情境、C 學習內容、P 學習表現	
三、依據「數學素養導向教學」四教學步驟流程實施教學，蒐集學生學習單、觀察學生上課表現，判斷學生學習成效。	
1 理解問題	將生活中遇到的問題，能用文字、數字來說明和表達，且能將題意轉化成數學概念或數學算式。
2 分析+解題	利用分組討論、運用所學的數學「知識」，解答上述問題。
3 發表+修正	依據上步驟解出的答案，與其他組分享溝通、說明，同時解釋理由，並接受其他同學的質疑與挑戰。
4 心得感想與延伸討論	針對上課的學習內容，描述解題過程，寫出學習心得感想。以後，在相似的問題情境中，也能正確無誤解答。

## 五、研究工具

### （一）數學素養導向學習單

以培養學生的知識、能力、態度為目的，探討數學素養導向教學之實施歷程，包含(1)理解問題、(2)分析+解題、(3)發表+修正、(4)心得感想與延伸討論等四部分，如附錄一。

### （二）數學學習態度量表

有「信心」、「成功」、「教師」、「有用性」、「動機」、「焦慮」六個分量表，每分量表有 6 題，共有 36 題，分量表題號，如表5所示。分數統計採用李克特五點量表，計分方式由「非常不同意」計1分，逐次增加至「非常同意」5分，量表見於附錄二。數學學習態度量表是比較前測、後測平均分數是否差異，

使用成對樣本  $t$  檢定 (Paired Sample  $t$ -test) 來分析。

表5 數學態度分量表題號表

分量表名稱	題號
教師量表	5、13、17、23、29、34
信心量表	6、8、14、18、20、31
成功量表	1、4、12、16、19、25
動機量表	7、10、21、24、27、36
有用性量表	3、11、15、22、28、33
焦慮量表	2、9、26、30、32、35

### (三) 數學學習成就

學生的二次期中考與期末考成績，代表學生的「數學學習成就」，並以全校八年級 151 位學生的平均數、標準差，計算每位學生的「標準分數」，標準分數

$$(Z) = \frac{\text{原始分數} - \text{平均分數}}{\text{標準差}}$$

再利用統計軟體 SPSS，統計方法「變異數分析」的「重複量數」，判斷學生各項考試成績間是否有差異，作為學生數學學習成就的依據。最後參考學生參加國中教育會考成績，輔助說明學生的數學學習成就表現。

### (四) 群組學生訪談

參與本研究學生有 27 人，分成四組，每組 6-7 人，實施探究式數學素養導向教學下課後，會輪流訪談其中一組全部學生，每組訪談 2 次共 8 次，每次訪談時間 10-20 分鐘，訪談目的：了解每位學生在分組內擔任的角色、組內數學活動進行方式、每位學生學習情況、學習困難點，作為修正改善教學、調整實施方式與編製符合學生程度的數學素養教材的依據，群組學生訪談日期如表 6 所示。

表 6 群組訪談各小組群組訪談實施時間

	第一小組	第二小組	第三小組	第四小組
第一循環 行動研究	第 2 次上課 (108年3月14日)	第 3 次上課 (108年4月4日)	第 4 次上課 (108年4月25日)	第 5 次上課 (108年5月16日)
第二循環 行動研究	第 2 次上課 (109年2月27日)	第 3 次上課 (109年3月19日)	第 4 次上課 (109年4月9日)	第 5 次上課 (109年4月30日)

## (五) 研究者本身與研究日誌

在本研究中，研究者的角色有下列四項：(1)問卷的施測者與分析者、(2)課室內的參與觀察者、(3)群組訪談施測者、(4)文件分析者，並在研究過程中將研究者的感受與想法，都詳細紀錄「研究日誌」中，視為一種質性研究資料。

## 肆、研究發現

本研究有六項研究發現，分述如下：

## 一、第一循環數學素養導向教學之實施歷程

第一循環數學素養導向教學，於 108 年 3 月至 6 月進行，此時研究對象為八年級，採分組教學，共進行 6 次上課，數學素養導向教學教材設計如下：

## 問題一 超商折扣

夏天來臨天氣炎熱，汽水、果汁、飲料是學生的最愛，超商推出買飲料享折扣大贈送，在不同的超商有不同的折扣優惠：

A 超商：第二件半價

B 超商：全部打八折

C 超商：每件折扣 10 元

請問：(1) 汽水每瓶 30 元，小田一次買二瓶，在哪一家買最便宜？

(2) 果汁每瓶 50 元，小田一次買二瓶，在哪一家買最便宜？

## 問題二 獎學金

大田國中準備 2000 元，用來獎勵八年級全校前五名學生，獎勵方式有 A、B 二種方案，如下表：

	A 方案	B 方案
第一名比第二名多出獎金	200 元	100 元
第二名比第三名多出獎金	150 元	100 元
第三名比第四名多出獎金	100 元	100 元
第四名比第五名多出獎金	50 元	100 元

請問：

(1) 哪一種方案，第一名獎金較多？

(2) 哪一種方案，第三名獎金較多？

(3) 哪一種方案，第五名獎金較多？

---

**問題三 服務費**

---

到餐廳享受美食是很令人開心的事情，由於餐廳的服務良好，因此除了用餐的費用外，通常要加收一成服務費。但持餐廳會員卡可以優惠打九折。某日小田與太太前去餐廳吃 1000 元的大餐，用餐後結帳，小田太太將會員卡交給店員，店員回答：「可以扣掉原本要加的服務費，直接付餐費即可。」小田認為這樣的付費不合理。

請問：

- (1) 小田說法正確嗎？請說明理由。
  - (2) 先算服務費一成，再算優惠打九折。與先算優惠打九折，再算服務費一成。二者價錢一樣嗎？請說明理由。
- 

---

**問題四 動物園門票**

---

假日的時候，許多家庭都會帶著孩子前往動物園遊玩，動物園票價分為兩種，全票 60 元一張，兒童票（12 歲以下）30 元一張，對於團體或其他身分沒有其他優惠。

請問

- (1) 小田家有 4 個人，花了 150 元買四張票，請問小田一家共買了幾張全票與幾張優惠票？
  - (2) 小明一家人花了 180 元買全票及優惠票，請問小明家的大人與小孩可能各有幾人？
  - (3) 小郭一家人總共花了 250 元買門票，你認為小郭的話是否合理？
- 

---

**問題五 橢圓面積**

---

讀國中二年級的小田，想知道自己臉有多大，請同學幫忙用直尺測量，得到上下長約 25 公分，左右寬約 20 公分，如下圖所示。

請問小田臉的面積用何種圖形去估算會最準確？

- (A) 邊長 25 公分×20 公分的長方形
- (B) 直徑 20 公分的圓形
- (C) 邊長 20 公分的正方形
- (D) 無法估算



## 問題六 BMI 指數

身體質量指數（Body Mass Index，縮寫為 BMI）計算方式如下：

$BMI = \text{體重 (kg)} / \text{身高平方 (m}^2\text{)}$ ，體重單位公斤，身高單位公尺。請問

成人的體重分級與標準	
分 級	身體質量指數
體重過輕	$BMI < 18.5$
<b>正常範圍</b>	<b><math>18.5 \leq BMI &lt; 24</math></b>
過 重	$24 \leq BMI < 27$
輕度肥胖	$27 \leq BMI < 30$
中度肥胖	$30 \leq BMI < 35$
重度肥胖	$BMI \geq 35$

資料來源：衛生署食品資訊網／肥胖及體重控制

(1) 小田的身高 170 公分，希望 BMI 指數維持在正常範圍內，則小田的體重需控制在什麼範圍內？

(2) 小明身高 160 公分，BMI 指數「輕度肥胖」，小明體重在什麼範圍內？

(3) 延伸題：計算自己的 BMI 指數

## (一) 數學素養導向教學教材未符合「OSCP 核心素養教學模式」

從表 7 可看出，六個問題皆符合 O 學習目標、S 學習情境和其對應的 P 學習表現，但六個問題皆不是國中第四冊學習內容，所以全部未符合 C 學習內容，使得學生學到的數學知識與數學概念，與學校的考試內容不同，因而無法幫助提升學生的數學學習成就。

表 7 第一循環數學素養導向教學教材「OSCP」統計表

	O 學習目標 Objectives	S 學習情境 Situation	C 學習內容 Content	P 學習表現 Performance
問題一 超商折扣	六個問題，	六個問題，皆	未符合	a-IV-1 理解並應用符號 表達概念
問題二 獎學金	皆符合 A2 系統思考與	符合 生活情境問題	未符合	a-IV-2 理解一元一次方 程式
問題三 服務費	解決問題 B1 符號運用與		未符合	a-IV-1 理解並應用符號 表達概念
問題四 動物園門票	溝通表達 C2 人際關係與		未符合	a-IV-4 理解二元一次聯 立方程式
問題五 橢圓面積	團隊合作		未符合	s-IV-1 理解幾何形體定 義、性質
問題六 BMI 指數			未符合	a-IV-3 理解一元一次不 等式意義

(二) 第一循環數學素養導向教學教實施歷程

問題一運用「算式的運算」，來求解「最便宜」飲料，是真實情境的數學問題，學生學會之後可以幫助買到「最便宜」飲料，因此能引起學生學習數學的動機。問題二獎學金，是「一元一次方程式」的數學問題。問題三服務費是「算式的運算順序」的問題，問題四是「二元一次聯立方程式」，其答案有唯一解、多組解、無解三種情形，剛好是三個小題的題型，問題五計算「橢圓形面積」。問題六運用「不等式」來求解，所得答案是「範圍」，學生學會以後可以計算自己的身體質量指數（BMI），從學生自身的健康問題，來幫助學生算數學，學會之後也可以幫家人計算，對的數學學素養學習有正向幫助。

從表 8 學習單可看出，依循數學素養導向教學步驟，學生分組討論，上台分享報告後，四組學生都可以正確無誤的算出正確答案。

表 8 第一循環學生學習單

2 分析+解題：和組員討論，嘗試解出正確答案，能： 不能：

設 A 的第 5 名為 x  
B 的：為 y

$$x+x+50+x+150+x+300+x+500=2000$$

$$5x=1000$$

$$x=200$$

$$y+y+100+y+200+y+300+y+400=2000$$

$$5y=1000$$

$$y=200$$

(1) A 方案的第 1 名：200+500 = 700  
B：第 1 名：200+400 = 600  
所以 A 的第 1 名較多錢

(2) A 方案的第 3 名：200+150 = 350  
B：第 3 名：200+200 = 400  
所以 B 的第 3 名較多錢

(3) 依照假設的計算結果：x=y  
所以 A、B 的第 5 名一樣多錢

---

2 分析+解題：和組員討論，嘗試解出正確答案，能： 不能：

(1) 設全票 x 張，優惠 y 張

$$\begin{cases} 60x+30y=150 \rightarrow (1) \times 3 \\ x+y=4 \\ 2x+y=5 \end{cases}$$

$$\frac{x}{1} \quad \frac{y}{3} \quad \frac{150}{3}$$

$$\frac{x}{1} \quad \frac{y}{3} \quad \frac{150}{3}$$

$$\frac{x}{1} \quad \frac{y}{3} \quad \frac{150}{3}$$

$$x=1, y=3$$

小田一家買了 1 張全票，3 張優惠票。

(2)  $60x+30y=180$   
 $\rightarrow 2x+y=6$   
\* 小孩各有  
0 或 6 人  
1 或 4 人  
2 或 2 人  
3 或 0 人

(3)  $60x+30y=250$   
 $6x+3y=25$   
 $\frac{x}{1} \quad \frac{y}{3} \quad \frac{25}{3}$   
 $\frac{x}{1} \quad \frac{y}{3} \quad \frac{25}{3}$   
 $\frac{x}{1} \quad \frac{y}{3} \quad \frac{25}{3}$   
y 不能為分數，故不合理。

---

2 分析+解題：和組員討論，嘗試解出正確答案，能： 不能：

m 正確，因為會員打 (2) 一樣  
折後服務費也會改變

$$1000 \times 1.1 = 1100$$

$$1000 \times \frac{11}{10} = 1100$$

$$1000 \times 0.9 = 900$$

$$900 \times 1.1 = 990$$

$$1000 \times \frac{9}{10} = 900$$

$$900 \times 1.1 = 990$$

A：一樣  
差 10 元

3 發表+修正：上台發表，接受其他組別的挑戰，結果正確： 修正：

(2) 我和他發表的答案一樣。

(1) 講得很好。

## 二、第一循環行動研究學生學習成效

(一) 數學學習態度在總量表、教師、信心、動機與焦慮四個分量表皆未達顯著差異，僅成功與有用性二個分量表達顯著差異

本研究在「數學學習態度」方面，是以相依樣本  $t$  檢定，分析比較學生「數學學習態度」的前測、後測表現，研究結果如表 9 所示：

表 9 第一循環數學學習態度統計表

	前測		後測		$t$	$p$
	平均數	標準差	平均數	標準差		
教師	3.12	.44	3.27	.44	1.824	.080
信心	3.04	.79	3.03	.84	.066	.948
成功	3.32	.51	.69	.52	3.566	.001
動機	3.22	.69	3.29	.71	.518	.609
有用性	3.23	.59	3.55	.74	2.118	.044
焦慮	3.07	.74	3.11	.83	.308	.760
總量表	3.17	.54	3.32	.58	1.699	.101

在教師、信心、動機與焦慮四個分量，和總量表皆未達顯著差異 ( $p > .05$ )，表示實施一學期的數學素養導向教學後，對學生的數學學習態度沒有顯著影響，依舊無法引起學生的學習動機與學習興趣、也無法提升學生學習數學的信心，學生覺得數學問題很難，對學習數學依舊充滿焦慮。

僅僅在「成功」與「有用性」分量表達統計上的顯著差異，表示實施數學素養導向教學，經過分組討論、同學間的分組報告，每次上課都能成功算出正確答案，同時是生活上的數學問題，讓學生覺得學數學是有用的，學會之後對自己的生活幫助很大。分析「成功」與「有用性」分量表達顯著差異，可能原因有二點，繼續使用於第二循環行動研究中：

1. 數學素養教材與生活情境為例，讓學生容易產生連結，讓學生學習後對生活上是有幫助的，因而認為學習數學是有用的。
2. 以組為單位分組討論，縱使自己不懂不會算，可以請教組長、組員，分工合作力量大，幾乎每次上課都能成功解出答案。

根據上述數學學習態度在教師、信心、動機與焦慮等四個分量表，與總量表未達顯著差異，分析可能原因有下述二點：

1. 對未學過的知識內容，無法馬上產生連結，會直覺數學很難，造成低學習動機與低學習信心，同時產生學習焦慮。
2. 之前數學課是傳統式教法，對老師依賴大，轉換成以學生為主的上課方式，需要時間來適應。

## (二) 數學學習成就無顯著差異

以二次期中考、期末考等三次全校性考試成績，當作學生的「數學學習成就」。結果如表 10 所示：未達顯著水準（ $F = .636 > .05$ ），表示實施一學期數學素養導向教學，無法明顯提升學生的數學學習成就。

表 10 第一循環數學學習成就統計表

	個數	平均數	標準差	F	顯著值
期中考一	27	-.0003	.9506		
期中考二	27	.2217	1.0219	.636	.594
期末考	27	.2933	.9104		

根據上述「數學學習成就」無顯著差異，研究者觀察學生上課表現，與學生學習單心得感想，分析可能原因有下述三點：

1. 組長主導數學解題、分組討論與上台報告，組長收穫大其他組員則收穫小，教學過程中無法同時提升每位學生的數學學習成就
2. 數學素養導向教學內容，與國中八下數學教學考試內容不同，使得學生學到的數學知識，無法應用在考試上，因此無法提升學生數學學習成就
3. 缺法統整學習內容，所學知識零碎，無法深入探究應用學到的數學知識，進而提升數學學習成就。

## 三、第一循環行動研究後修正教學設計

依據上述影響學生數學學習態度、數學學習成就無顯著差異原因，做修正與改善，具體作法有下述三項，並實施於第二循環行動研究中：

1. 教學內容與考試內容相符，讓學生學到的數學知識，可以應用在考試上，進而提升學生數學學習成就

國中九下數學教學內容為：二次曲線、空間圖形、統計圖表與機率，依據上述數學教學內容，設計數學素養導向教學教材，使得學生學習內容與考試內容相

同，讓學生學到的數學知識，可以直接應用在考試上，進而提升學生數學學習成就。

## 2. 注每位學生學習情況，讓每位學生都有學習收穫

在第一循環教學過程中，由組長主導所有學習活動，使得組長收穫大，組員收穫小，更改督促每位學生積極參與每項學習活動，原本每組完成一張學習單，改成每位學生都要完成一張學習單。上台報告原本是組長報告，改由每組學生輪流報告，可以 2-3 人協同報告，督促每位學生參與學習，讓每位學生都有學習收穫。

## 3. 課結束前會統整學習內容，與九下數學課程內容作連結，讓學生深入探究學到的數學知識

第二循環教學教材內容，是依據國中九下數學內容設計，在上課結束前五分鐘，研究者會統整學習內容，讓學生在數學素養導向教學中學到的數學知識，與九下數學課程內容作連結，使學生深入探究學到的數學知識，進而提升學生數學學習成就。

## 四、第二循環數學素養導向教學之實施歷程

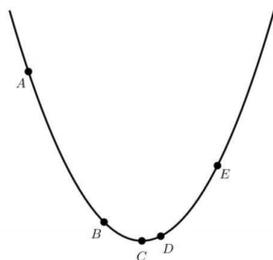
修正教學設計後，於 109 年 2 月至 5 月進行第二循環數學素養導向教學，此時研究對象為九下，進行六次上課，數學素養導向教學教材設計如下：

### 問題一 彗星軌跡

一顆彗星繞太陽運行，其軌跡為拋物線，關係式為  $y = \frac{1}{16}x^2$ ，如下圖，請問

(1) 如果太陽的位置為座標(0, 4)，彗星經過 B、D 二點時，測得的 x 座標分別並為 -2, +1，請問 A、B、C、D、E 哪一點距離太陽最遠？

(2) 如果太陽的位置為座標(0, 4)，彗星經過 B、E 二點時，測得的 y 座標分別並為  $+\frac{1}{4}$ , +1，請問 A、B、C、D、E 哪一點距離太陽最近？

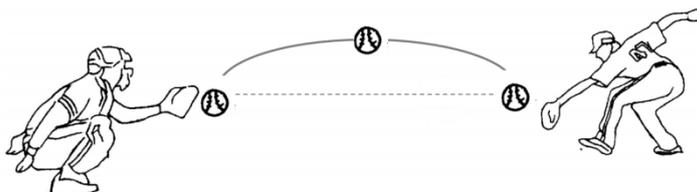


## 問題二 職業棒球

職業棒球在國內是很受歡迎的運動之一，小明是一位投手，已知他投球的軌跡是拋物線，關係式為  $y = -\frac{1}{16}x^2$ ，投球位置與捕手接球位置的高度相同，都是

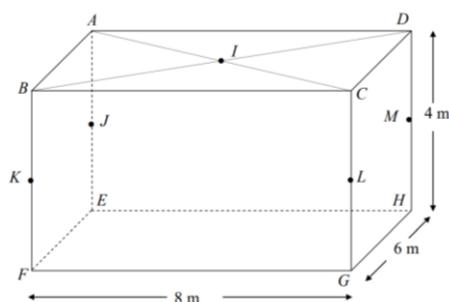
距離地面 1 公尺，球最高點距離地面 2 公尺，請問：

- (1) 投手投球位置與捕手接球位置，距離幾公尺？
- (2) 如果小明每次投球時間約 0.25 秒，則球速每秒幾公尺？



## 問題三 同樂會

小田班上要舉辦同樂會，班上同學委託他買布置用的彩帶，教室為一長方體，用皮尺測量長度為：長：8m、寬：6m、高：4m，如下圖所示，其中 J、K、L、M 為各邊的中點，請問：



- (1) 小田打算用 4 條彩帶，從 I 分別拉直連接到 J、K、L、M 四點，請問彩帶的長度為幾公尺？
- (2) 書局販賣的彩帶有：12 公尺 15 元，20 公尺 24 元，45 公尺 50 元，假設班上要使用 120 公尺彩帶，要如何購買最划算？

## 問題四 老師的獎勵

小田老師為了獎勵班上期中考數學、英文進步的同學，提出獎勵方法如下：數學及格同學請吃雞排，英文及格同學請吃薯條。班上有 40 位同學，其中有

$\frac{3}{5}$  同學數學及格，有  $\frac{3}{8}$  同學理化及格，有  $\frac{1}{4}$  同學二科都及格，請問：

- (1) 老師一共獎勵多少位同學？
- (2) 雞排一份 50 元，薯條一份 30 元，一次買雞排、薯條各一份可以折扣 5 元，請問小田老師要花多少錢？
- (3) 小田老師還準備三份小禮物，給沒有獎勵同學抽獎，請問中獎機率？

## 問題五 郵件費用

下表是中華郵政郵件的費用表：請問：

(1) 小明要寄二份「普通」郵件，分別為 80 公克、180 公克，分開寄與裝在一起寄，哪一種較便宜？便宜多少錢？

(2) 小明要寄一份資料給班上 20 位學生，每份資料 80 公克，用「普通」函件與「掛號」函件，相差多少錢？

中華郵政的郵件費用是以重量(公克)計算，國內函件資費表如下：

	信函			
	普通	限時	掛號	限時掛號
不逾 20 公克	5	12	25	32
21-50 公克	10	17	30	37
51-100 公克	15	22	35	42
101-250 公克	25	32	45	52
251-500 公克	45	52	65	72
501-1000 公克	80	87	100	107
1001-2000 公克	130	137	150	157

## 問題六 班級旅遊

小田班上要舉辦兩天一夜班級旅遊，以下是可供選擇的行程方案。

第一天的景點，有三個可選，第二天的景點，也有兩個可供選擇。至於住宿地點，也有三個飯店可以選擇。

第一天景點(價錢)	第一天住宿(價錢)	第二天景點(價錢)
樂眉遊樂區(\$500)	意大飯店(\$1800)	意大遊樂區(\$800)
健瑚山遊樂區(\$600)	常榮飯店(\$2500)	墾丁國家公園(\$250)
八福村遊樂區(\$400)	芙蓉大飯店(\$3000)	

請問

- (1) 班級旅遊的景點及住宿飯店，可有多少種組合可以選擇？
- (2) 此旅遊行程中，意大飯店與意大遊樂區同時被票選中的機率為多少？
- (3) 小田的爸爸提供他旅遊行程費用 3500 元，若有超出的費用，必須由小田的零用錢支出。請寫出小田必須用零用錢支出的行程有哪些？

(一) 教材完全符合「OSCP 核心素養教學模式」。

問題一彗星軌跡與問題二職業棒球，是運用「二次函數」的數學概念，問題三同樂會是「空間中的線與平面」，問題四老師的獎勵、問題五郵件費用、問題六班及旅遊，運用的數學概念為「統計圖表與機率」，剛好與國中九下數學學習內容：二次函數、空間圖形、統計圖表與機率完全相符，學生學會之後，剛好可以運用在期中考與期末考，直接幫助學生提升數學學習成就，同時也修正改善第一循環行動研究的缺點。

從表 11 可看出，六個數學素養導向教材設計，都可以找到對應的 O 學習目標、S 學習情境、C 學習內容與 P 學習表現，教材設計完全符合「OSCP 核心素養教學模式」，適合學生學習，幫助學生提升數學素養。

表 11 第二循環數學素養導向教學教材「OSCP」統計表

	O 學習目標 Objectives	S 學習情境 Situation	C 學習內容 Content	P 學習表現 Performance
問題一 彗星軌跡	六個問題， 皆符合	六個問題， 皆符合	F-9-1 二次函數意義 F-9-2 二次函數圖形 與極值	f-IV-2 理解二次函數意義 f-IV-3 理解二次函數標準式
問題二 職業棒球	A2 系統思考 與解決問題 B1 符號運用	生活情境問 題	F-9-1 二次函數意義 F-9-2 二次函數圖形 與極值	f-IV-2 理解二次函數意義 f-IV-3 理解二次函數標準式
問題三 同學會	與溝通表達 C2 人際關係		S-9-13 空間中的線 與平面	s-IV-15 理解空間中的線、平 面
問題四 老師獎勵	與團隊合作		D-9-2 認識機率 D-9-3 古典機率	d-IV-1 理解統計圖表 d-IV-2 理解機率意義
問題五 郵件費用			D-9-1 統計數據	d-IV-1 理解統計圖表
問題六 班級旅遊			D-9-2 認識機率 D-9-3 古典機率	d-IV-1 理解統計圖表 d-IV-2 理解機率意義

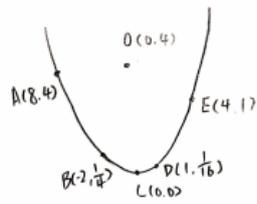
## (二) 第二循環數學素養導向教學教實施歷程

從表 12 學生學習單可發現，數學素養導向教學教材與九下數學內容相符，學生對於剛學過的數學概念，掌握度很高，縱使九下數學內容較艱難，六題教材問題，學生依舊可以能依據解題步驟，算出正確答案。觀察學生上課表現，發現學生輪流上台分享報告時，可看出充分準備、專注報告，表示學生有學到新知識，對學生的數學學素養學習有正向幫助。

表 12 第二循環學生學習單與專注報告



2 分析+解題：和組員討論，嘗試解出正確答案，能： 不能：



顯係式 $y=16x^2$ ，太陽在0點  
 $8 > 5 > 4.5$   
 $OC = 4$   
 $OD = \sqrt{1+16} = 4.2$   
 $OE = \sqrt{4+3} = 5$   
 $OA = 8$ ， $OB = \sqrt{2+4} = \frac{\sqrt{6}}{2} \approx 4.5$   
 最遠的為A點\*  
 最近的為C點\*

3 發表+修正：上台發表，並接受其他組的挑戰，結果正確： 修正：

我原本想不到該怎麼算，  
 但聽了其他人的解法後，  
 我馬上就學會了~

1 理解題目：對題目能否理解，能： 不能：

我們組能理解題目，  
 機率在生活中很有用處，  
 我們前幾天剛上完，  
 結果今天就運用了機率，  
 讓大家懂得如何算關於機率的題目。  
 有

2 分析+解題：和組員討論，嘗試解出正確答案，能： 不能：

①  $40 \times \frac{3}{5} = 24$      $24 + 15 - 10 = 29$     ②  $45 + 30 - 5 = 70$     ③  $40 - 29 = 11$   
 $40 \times \frac{3}{8} = 15$      $70 - 15 = 9$      $9 \times 15 = 1050$      $3 \div 11 = \frac{3}{11}$  #  
 $40 \times \frac{1}{4} = 10$      $9 \times 45 = 405$      $1050 + 405 = 1455$

## 五、第二循環行動研究學生學習成效

依據第一循環行動研究結果，修正改善研究設計與實施方式，於 109 年 2 月至 5 月實施第二循環行動研究，此時研究對象為九年級，共實施 6 次上課，學生有二項學習成效分述如下：

### (一) 學生「數學學習態度」顯著改變

使用相依樣本  $t$  檢定，比較學生「數學學習態度」前測、後測表現，結果如表 13 所示：數學學習態度的總量表、六個分量表中的信心、成功、動機與有用性四個分量表皆達顯著水準，表示使用「數學素養導向教學」新的教學方式，對學生的數學學習態度有顯著提升。

表 13 第二循環數學學習態度統計表

	前測		後測		$t$	$p$
	平均數	標準差	平均數	標準差		
教師	19.07	3.41	20.59	4.00	1.705	.100
信心	16.48	4.80	19.00	4.61	2.124	.043
成功	20.44	4.74	23.07	3.21	3.127	.004

動機	16.78	3.96	19.67	3.19	3.227	.003
有用性	19.11	3.67	21.41	3.38	2.479	.019
焦慮	16.48	4.61	18.37	4.07	1.543	.134
總量表	108.15	19.04	121.89	15.84	3.367	.002

分析學生「數學學習態度」能有顯著提升，原因有三點：

### 1. 小組討論變熱烈

原本是組長主導其他同學配合，每組只需完成一張學習單，改變成人人參與討論，每人都要完成一張學習單，小組討論變熱烈，從圖 5：觀察學生上課表現可以發現，每位學生都有認真參與討論，學生學習動機、學習信心明顯提升。



圖 5 觀察學生上課表現小組討論熱烈

### 2. 能主動深入探究問題

第二循環數學素養導向教學教材內容，是依據九下數學課程內容設計，學生已經學過有先備知識，容易產生學習連結，在解題過程中學生會主動查閱課本，深入探究問題，連結九下數學內容深入探究問題。

### 3. 學生輪流上台報告，會積極準備反覆練習將學的數學知識精緻化

從圖 6 觀察學生上台報告表現，可以發現每位上台學生都有認真準備，積極參與，學生的學習信心、學習動機明顯提升，其他組同學報告時，也能仔細聆聽，將學會的數學知識精緻化，對學生的數學學習態度與數學學習成就都有正向幫助。

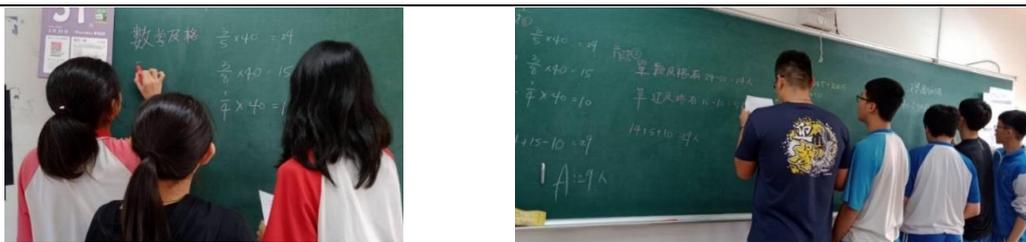


圖 6 觀察學生上台報告

## (二) 學生「數學學習成就」顯著改變

以二次期中考與期末考，代表學生「數學學習成就」，結果如表 14 所示：數學學習成就達顯著改變，事後比較是期中考一與期末考達顯著改變，表示學生數學學習成就有進步。分析學生「數學學習成就」顯著進步，原因有三點：

表 14 第二循環數學學習成就統計表

	個數	平均數	標準差	F	顯著值	事後比較
期中考一	27	-.1880	.9809			期中考一與
期中考二	27	.2870	.7856	4.471	.015	期末考達顯
期末考	27	.5163	.8709			著

1. 教學教材與國中九下數學考試內容相符合，使學生學習的教材內容，能運用在考試上，進而提升學生數學學習成就。
2. 能用文字、表格、數學算式等不同表徵方式，來說明解題過程與答案，表示學生對數學問題能充分理解、能深入討論研究，從過中學會數學知識。
3. 藉由小組合作讓學生充分討論，會的同學教不會的同學，有鷹架效果，讓每位學生都能學到數學知識，進而提升學生數學學習成就，如圖 7 所示。

我們組都會分工合作，  
 組長也嚴密的算出了全部題目，  
 大家都幫忙一起算，  
 使這組很快就算完了！  
 我們也訂正了其他組的答案，  
 他們也很快就修正了！



圖 7 學生利用分組討論來學習數學

## 六、比較二次行動研究結果

## (一) 關於 OSCP 核心素養教學模式

第一循環六個問題皆符合 O 學習目標、S 學習情境、P 學習表現，而 C 學習內容則全部未符合。修正研究設計後，第二循環六個問題的 O 學習目標、S 學習情境、C 學習內容、P 學習表現則全部符合。

## (二) 關於數學素養導向教學步驟

第二循環修正研究設計部分有：

- (1) 學習單由「每組」完成、改成「每人」完成一張。
- (2) 上台分享報告，由「組長」上台、更改為「全部組員」輪流上台報告。
- (3) 第二循環每次下課前五分鐘，老師會做學習內容統整，並九下課本內容連結。

### (三) 關於數學學習態度

第一循環僅「成功」、「有用性」二個分量達顯著差異。修正研究設計後，第二循環的「信心」、「成功」、「動機」與「有用性」四個分量與「總量表」達顯著差異，顯示「數學素養導向教學」對學生的數學學態度就是有幫助的。

### (四) 關於數學學習成就

第一循環二次期中考與期末考，三次成績沒有顯著差異。修正研究設計後，第二循環的第一次期中考與期末考，達顯著差異，表示「數學素養導向教學」能提升學生的數學學習成就。

## 伍、討論

歷時二年的行動研究，在學生考完 109 年國中會考後結束，參與本研究 27 人的會考成績表現相當亮眼，如表 15 所示：「待加強 C」人數比率為 19%，相較於全國學生比率 28%，全校學生比率 38%，參與本研究的「待加強 C」人數比率明顯偏低，表示「數學素養導向教學」，對於低學習態度、低學習成就學生有明顯幫助，對降低會考「待加強 C」人數比率，有明顯效果。

表 15 學生參加 109 學年數學科會考成績

	人數	精熟 A	基礎 B	待加強 C
全國學生	20 萬 9 千	22%	50%	28%
研究者學校	151	13% (19 人)	49% (74 人)	38% (58 人)
參與本研究學生	27	11% (3 人)	70% (19 人)	19% (5 人)

### 參考文獻

- 洪振方（2003）。探究式教學的歷史回顧與創造性探究模式之初探。高雄師大學報，15，641-662。
- 林福來（2011）。臺灣 2011 數學素養評量樣本試題（上、下）及科學素養評

量，行政院國家科學委員會。

- 吳正新（2019）。數學素養導向評量試題研發策略。中等教育，70(3)，11-35。
- 任宗浩（2018）。教育部素養導向教學與評量培力共識營。協作中心墊子報，7(9)，臺北。
- 單維彰（2016）。素養、課程與教材：以數學為例。教育脈動，5，1-19。
- 張春興（1995）。教育心理學。臺北：東華出版社。
- 李默英（1983）。性別、年級、數學科學習態度、性別角色與數學成就之關係。國立政治大學教育研究所碩士論文，未出版，臺北。
- 郭重吉、江武雄、張文華（1997）。中學數理教師在職進修課程設計之行動研究（I）-教師轉變與課程調整。科學教育學刊，5(3)，295-320。
- 侯雪卿（2019）。以奠基進教室為取向的數學素養教學設計與實施：以國小柱體和錐體為例。臺灣數學教師，40(1)，50-67。
- 教育部（2003）。國民中小學九年一貫課程綱要數學學習領域。臺北市：教育部。
- 教育部（2003）。國民中小學九年一貫課程綱要自然與生活科技學習領域。臺北市：教育部。
- 教育部（2018）。十二年國民基本教育課程綱要—總綱。臺北市：教育部。
- 教育部（2018）。十二年國民基本教育課程綱要—數學領域。臺北市：教育部。
- 教育部（2018）。十二年國民基本教育課程綱要—自然領域。臺北市：教育部。
- 譚寧君（1992）。兒童數學態度與解題能力之分析探討。國立臺北師範學院學報，5，621-677。

- 蔡清田（2012）。課程發展與設計的關鍵 DNA：核心素養。臺北市：高等教育。
- 蔡清田（2004）。課程發展行動研究，臺北：五南。
- 蔡清田（2018）。核心素養的課程發展。臺北市：五南。
- Aiken, L. R. (1974). Attitudes toward mathematics. *Review of Educational Research*, 40(4), 551-596.
- Aiken, L.R. (1977). Attitude toward Mathematics and Science in Iranian Middle Schools, *School science and Mathematics*, April, 229-234.
- Chapman, O. (2007). Preservice Secondary Mathematics Teachers' Knowledge and Inquiry Teaching Approaches. In Woo, J.H., Lew, H.C., Park, K.S. & Seo, D.Y.(Eds.). *Proceedings of the 31st Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, 2, 97-104. Seoul, Republic of Korea.
- National Council of Teachers of Mathematics. (1989). *Curriculum and evaluation standards for school mathematics*. Reston, VA: Author.
- Niss, M., & Højgaard, T. (Eds.). (2011). *Competencies and mathematical learning-Ideas and inspiration for the development of mathematics teaching and learning in Denmark*. Roskilde, Denmark: Roskilde University.
- OECD. (2013). *PISA 2012 results: Ready to learn: Students' engagement, drive and self-beliefs (Vol. III)*. Paris, France: OECD Publishing.
- Siegel, M., Borasi, R., & Fonzi, J. (1998). Supporting students' mathematical inquiries through reading. *Journal for Research in Mathematics Education*, 29(4), 378-413.

附錄一：數學素養導向學習單

單元名稱：\_\_\_\_\_ 日期：\_\_\_\_\_

組別：\_\_\_\_\_ 組長：\_\_\_\_\_ 組員：\_\_\_\_\_

1 理解題目：對題目能否理解，能：\_\_\_\_\_ 不能：\_\_\_\_\_

2 分析+解題：和組員討論，嘗試解出正確答案，能：\_\_\_\_\_ 不能：\_\_\_\_\_

3 發表+修正：上台發表，並接受其他組的挑戰，結果正確：\_\_\_\_\_ 修正：\_\_\_\_\_

4 心得感想與延伸討論：寫出此次問題的討論、報告流程、分工情形、心得與學習情況，25%會：\_\_\_\_\_ 50%：\_\_\_\_\_ 75%：\_\_\_\_\_ 100%：\_\_\_\_\_

## 附錄二：數學學習態度量表

親愛的同學您好：為瞭解同學們的數學學習態度，請同學看完每一題敘述之後，根據你(妳)自己的想法選擇適切的回答，並在□內打勾。這份問卷沒有標準答案，也不會列入成績計算，請放心作答。若有不了解的題目，可舉手問老師。 班級：\_\_\_\_ 性別：\_\_\_\_\_

Mathematics learning attitudes scale	非常同意	同意	沒意見	不同意	非常不同意
1.數學成績名列前茅令我很高興。	<input type="checkbox"/>				
2.學習數學通常不會令我感到太擔心。	<input type="checkbox"/>				
3.為了我未來的的工作，我需要數學。	<input type="checkbox"/>				
4.在數學競賽中獲得第一名會令我很高興。	<input type="checkbox"/>				
5.老師曾鼓勵我念更多的數學。	<input type="checkbox"/>				
6.對於數學我有很大的信心。	<input type="checkbox"/>				
7.一旦我開始解數學難題時，我發現很難停下來。	<input type="checkbox"/>				
8.我確信我有學習數學的能力。	<input type="checkbox"/>				
9.數學一點也不令我感到害怕。	<input type="checkbox"/>				
10.不能立即解出的數學題目對我來說是一項很好的挑戰。	<input type="checkbox"/>				
11.因為我覺得數學多麼有用，所以我學數學。	<input type="checkbox"/>				
12.在數學方面被視為是突出的，是一件了不起的事。	<input type="checkbox"/>				
13.老師認為我是念數學的料子。	<input type="checkbox"/>				
14.我認為我可以處理更難的數學。	<input type="checkbox"/>				
15.懂得數學對謀生的幫助。	<input type="checkbox"/>				
16.如果人家認為我在數學方面很優秀我會很高興。	<input type="checkbox"/>				
17.數學老師使我認為我有能力繼續學習數學。	<input type="checkbox"/>				
18.我能獲得好的數學成績。	<input type="checkbox"/>				
19.我認為在數學方面得到獎賞是了不起的。	<input type="checkbox"/>				
20.我確信我可以做更深的數學題目。	<input type="checkbox"/>				

21.當數學課上有未解答的數學題目時，在課後我會繼續想它。	<input type="checkbox"/>				
22.為了我未來的工作，我必須對數學十分精通。	<input type="checkbox"/>				
23.數學老師鼓勵我多學數學。	<input type="checkbox"/>				
24.當我遇到不能立即解答的數學難題時，我會一直想，直到解出答案為止。	<input type="checkbox"/>				
25.在數學上表現傑出令我覺得很光榮。	<input type="checkbox"/>				
26.在數學考試中，我幾乎從未感到慌亂。	<input type="checkbox"/>				
27.我喜歡解數學難題。	<input type="checkbox"/>				
28.長大以後在很多地方都用得上數學。	<input type="checkbox"/>				
29.數學老師對我數學方面的進步很感興趣。	<input type="checkbox"/>				
30.在數學課程裡，我覺得輕鬆自在。	<input type="checkbox"/>				
31.在數學考試中，我常感到輕鬆自在。	<input type="checkbox"/>				
32.上較多的數學課一點也不會令我感到煩悶。	<input type="checkbox"/>				
33.數學是一門值得花時間的必要科目。	<input type="checkbox"/>				
34.我將與數學老師討論有關數學的職業。	<input type="checkbox"/>				
35.我不常為我解決數學的能力而感到擔心。	<input type="checkbox"/>				
36.數學是有趣的，而且對我很有激發作用。	<input type="checkbox"/>				

