

教育部109學年度中小學科學教育專案期末報告大綱

計畫名稱： (15) IBSE 探究為基的教學模式於科學資賦優異學生學習表現評量之應用研究

主持人： 曾文龍 校長 共同主持人：李美惠 主任

電子信箱： jUSD@jajh.tp.edu.tw

執行單位： 臺北市立仁愛國民中學

一、計畫執行摘要

1. 是否為延續性計畫？（請擇一勾選） 是 否

2. 執行重點項目（請擇一勾選）：

- 環境科學教育推廣活動
- 科學課程教材、教法及評量之研究發展
- 科學資賦優異學生教育研究及輔導
- 鄉土性科學教材之研發及推廣
- 學生科學創意活動之辦理及題材研發

3. 辦理活動或參與研習會發表活動表列如下：

(1) 校內活動或課程

項次	活動或研習會名稱	參加對象	人數
1	109/12/09科技輔助驗證式探究課程公開觀課（國教院蕭儒棠\陳姿潔、劉映彤研究員）-靜電	本市教師 公開觀課	25
2	109/12/16探究實作與評量（國教院蕭儒棠研究員）	本校團隊教師	8
3	109/12/18科技輔助驗證式探究課程公開觀課-簡單機械不簡單	本市教師 公開觀課	25
4	110/01/08仁愛科教專案交流會議	本校團隊教師	8
5	110/03/29素養導向教學與評量（國教院蕭儒棠研究員）（二）	本校團隊教師	8
6	110/05/11科教專案專家會議（一）李哲迪教授	本校團隊教師	8
7	110/06/07科教專案專家會議（二）國教院測評中心團隊	本校團隊教師	8

(2) 探究實作學生課程實施

項次	活動或研習會名稱	參加對象	人數
1	109/08/24~25智高車學生課程	仁愛國中資優班學生	15
2	110/01/21~22探究之始資優生科學營隊課程	本校七年級數理資優班學生	30
3	110/3/20水溶液性質探究	本校八年級數理資優班學生	8
4	地球的反撲系列課程	本校八年級數理資優班學生	8
5	110/4/10氧化還原-仙女棒探究	本校八年級數理資優班學生	8
6	電熱狗	本校九年級數理資優班學生	13
7	科學科技專題社團	本校八年級數理資優班學生	18

(3) 跨縣市跨校分享

項次	活動或研習會名稱	參加對象	人數
1	109/08/18跨領域的探究與實作	臺北市自然科學領域召集人	40
2	109/08/26跨校課程分享-智高車	新北市福和國中自然科學與科技跨領域教師	16
3	109/09/04自然科素養教學及評量	桃園市桃園國中	10
4	109/10/05以探究為基的教學與評量	基隆市教師及主任	50
5	109/10/22基隆市特殊教育參訪交流	基隆市特殊教育輔導團	16
6	109/10/27高中化學科探究實作工作坊	全國國高中自然科教師	25
7	109/11/05高中化學科探究實作工作坊	全國國高中自然科學教師	33
8	109/11/21桃園市國小自然領域探究實作課程分享	桃園市國小自然科學領域教師	45
9	109/12/02基隆市探究實作課程發展工作坊(一)	基隆市國中教師	23
10	109/12/09資優班教學公開觀課-靜電單元	臺北市教師	10
11	109/12/17全國科教年會於高雄科工館	全國自然科學教師	30
12	109/12/21城鄉交流~資優班教學觀摩	臺東東海國中資優班師生	30
13	109/12/30基隆市探究實作課程發展工作坊(二)	基隆市國中教師	23
14	110/01/05素養導向命題	新北市溪崑國中自然教師	20
15	110/01/06基隆市探究實作課程發展工作坊(三)	基隆市國中教師	23
16	110/01/09彰師大辦理之全國探究實作研習會	全國參加計畫之教師	60
17	110/01/22 探究實作課程分享	新北市貢寮國中全校教師	24
18	110/01/23 資優生的雙語科學課程	明德國中雙語資優營隊學生	36

19	110/01/25 資優學生科學營隊	新北市福和國中數理資優班學生	60
20	110/01/25 資優學生科學營隊	臺北市景興國中區域衛星方案數理資優學生	30
21	110/02/05 電熱狗教案分享	高雄自然科學領域輔導團	20
22	110/03/06科學專題教師研習營	全國國小自然專題指導教師	線上 80
23	110/03/22素養導向一貫化課程實踐(一)	臺中市自然科學領域輔導團	20
24	110/03/26資優生科技探索活動	臺北市龍安國小資優班學生	60
25	110/04/23探究實作課程分享	基隆市碇內國中社群教師	20
26	110/04/26素養導向一貫化課程實踐(二)	臺中市自然科學領域輔導團 臺北市自然科學探究團隊	20
27	110/05/06素養一貫化探究實作課程分享(二)	高雄自然科學領域輔導團	20

4.辦理活動或研習會對象：

本團隊辦理教師增能活動、課程開發與實踐，樂於與全國教師分享，積極參與社群工作坊，發表教學與評量示例，參與人員包括基隆、臺北、新北、桃園、臺中、新竹以及高雄、臺東等縣市教師及學生。團隊開發課程能引起參與的教師共鳴，共同發展已探究為基的教學模式，不僅應用於資賦優異學生，亦能提供一般學生延伸學習需求。

5.參加活動或研習會人數：

本計畫辦理或參與相關活動研習會等人員，除了本校團隊8人，本校資優班學生90位、普通班學生60位，亦邀請臺師大科技中心教授、國教院測評中心研究人員協助諮詢輔導，支持彰師大科教中心辦理全國探究實作教師研習活動、協助大考中心辦理國高中自然素養命題實作工作坊，支援跨縣市跨校探究實作與素養評量課程研發及推廣，校外分享的27場次，參加人員，844人。

6.參加執行計畫人數：158人

本計畫執行人員包括曾文龍校長、李美惠主任、鍾羚真主任、兼任助理盧光倩小姐、洪啟軒老師、徐知本老師、高筱雯老師、齊凌岫老師8位，以及七八年級普通班學生各一班計60人，七八九年級資優班學生90人。

7.辦理/執行成效：

臺北仁愛科教團隊教師共備研發以探究為基的課程模組，辦理教師增能研習活動5場以及公開觀課2場，開發數學、生物、物理、化學及科技課程模組計七套，主題包括基本原理、生活應用及全球環境議題，每一課程皆搭配評量學

習表現之素養試題，滾動式修正課程及試題與評量內涵。

在課程實踐部分，生物科應用於校本彈性課程、其他科別數理資優班學生則透過社團專題、或於假日參加加深加廣資優課程服務，參與計畫學生學業成績表現優異，期末更將藉由「學生科學動機量表（SMTSL）」（Tuan, Chin & Shieh, 2005）調查參與計畫之學生科學學習動機，提供本計畫預期之探究實作課堂有著提升學生科學學習動機之相關佐證。

團隊教師樂於分享，參與跨縣市、跨校探究實作課程發表，足跡踏及北中南三區，共備發展探究實作課程與評量，發揮促進全國教師實作增能的影響力。

二、計畫目的

整合已開發之資訊科技應用於國中數理資優班教學、善用自造教育及科技中心之新興科技運用於科學資優學生教材教法與教學評量，建立雲端教室供遠距學習需求，同步建立教學軟實力相關之資優課程核心或專題教材、資訊活化之教法以及檢核學習重點的實作評量，落實台灣探究實作的教學實踐。

本計劃的研究目的為：

- (一) 開發數學、物理、化學、生物及科技五科的實作評量工具各一篇，進行科學資賦優異學生教學及評量方法之研究。
- (二) 發展科學資賦優異學生跨科跨領域補充教材之編輯。
- (三) 科學資賦優異學生教學評量活動之辦理及實作評量成果分享。

三、研究方法

本研究之進行採行動研究模式，基於行動研究是基於研究者自己工作專業上的需要而進行研究。於透過科學方法的應用，以解決教室內問題；其所關注的是特定情境中特定的問題，不重視研究結果是否可以類推到其他不同情境，也不強調研究變項的控制及操弄的問題。

是以，本研究鼓勵團隊教師開發探究實作教學示例，並實踐於課室中，透過教學日誌，學生學習成果以為省思檢核參考依據。並透過從評量學生學習表現之紙筆測驗素養試題研發及學生評量之回饋、專家諮詢會議修正試題，分科發展適合的探究實作課堂實踐。

透過社群教師於研究期間共備對話的質性報告、對比學生成就測驗的學業成績以及科學學習動機量表的量化分析結果，提供現階段中學教師於數理資優班學生課程實踐探究實作及素養評量之參考。

研究流程如下：

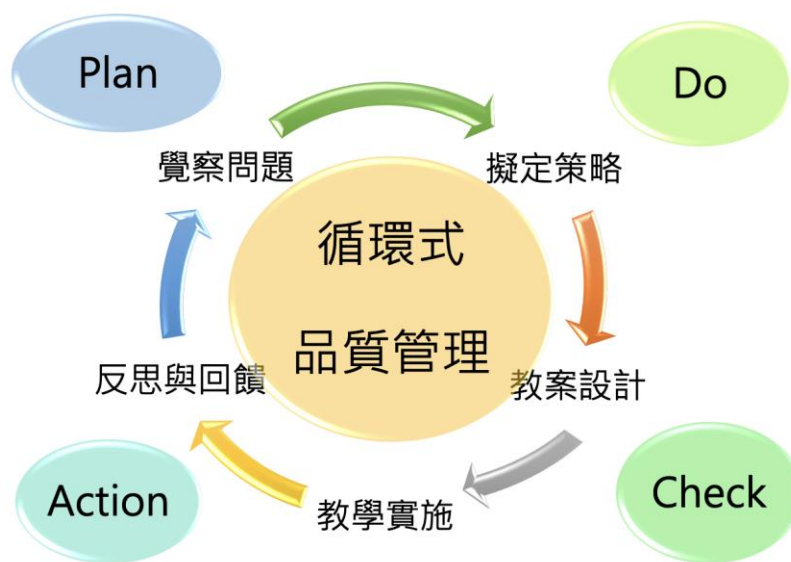


圖1. 與循環式品質管理 PDCA 相容的研究流程

四、研究成果

為探討 IBSE 探究為基的教學模式於科學資賦優異學生學習表現評量之應用研究，本校成立教師社群、開發符合新課綱素養導向以及資訊整合的教學與評量示例，且藉由推廣分享並收集教學回饋等行動研究策略，修改更適切的課程公開於雲端平台，如臺北酷課雲或中華未來學校素養素揚網站等。且課程實踐經共備、觀課及議課的教師社群運作，行動式修正教案、教材與評量工具。

根據本計畫目標，列述研究結果摘要如下：

(一) 開發數學、物理、化學、生物及科技五科的實作評量工具，進行科學資賦優異學生教學及評量方法之研究。

已開發課程主題列表如下：

課程主題	對應科目	對應年段	學科概念或議題融入	素養試題
燃燒吧！仙女棒	化學	八年級	氧化還原反應	2
電熱狗	物理	九年級	電流熱效應	2
浮空投影	科技、物理	八年級	結構、光的反射	2
簡單機械不簡單	科技	九年級	機構、槓桿原理應用	2

地球的反撲	數學、地科	八年級	環境教育、永續發展	2
智高車	物理	九年級	力與運動	1
溫室效應與生態	生物	七年級	環境教育、永續發展	1

每一課程模組皆實踐於學生課堂，素養試題經社群共備、專家諮詢意見提供，並持續在學生評量後，分析作答情形，再進行命題調整，滾動式修正以提高信度，經資深教師團體共同討論以其提高效率。

(二) 發展科學資賦優異學生跨科跨領域補充教材之編輯。

本團隊教師已有教師將課程設計成科技輔助自主學習模式，從參與理化科教學影片製作、規劃探究虛擬線上實驗活動、讓學生運用 Jamboard 或雲端簡報共編以呈現探究成果，到編輯線上評量，製作成課程包，公開於臺北市酷課雲，供教師們參考使用。

本研究主題式教案5篇，參考黃淳亮博士提供模板、科技輔助自主學習類別、資優班學生教案皆有呈現，教案及對應試題編輯成冊，可供老師們參考應用。另發展環境教育及永續議題之跨領域補充教材5篇，收編成冊以作為學生延伸學習教材。

(三) 科學資賦優異學生教學評量活動之辦理及實作評量成果分享。

本計畫開發之課程提供學生探究實作課程，也在課程結束時進行學習評量，各主題皆有對應之素養導向式紙筆評量試題，亦有實作活動多元評量自評互評表單。至於原計畫於學年末，進行學生探究實作活動之實作評量部分，隨著新冠疫情三級警戒而未能實踐。也就是說，本團隊教師於學期末辦理學生實作評量，並進行學生探究專題成果發表會，惟今年因為 covid-19 疫情發展，學生自五月中起即未能到校，原訂學生實作評量於六月中的活動，只能暫緩，僅以部分參加計畫的學生參加專題發表活動，以及參與全國探究這樣教我就懂的影片發表，作為計畫成果學習表現之溝通與傳達的評量參考。

(四) 活動歷程照片

本團隊教師參與科學教育活動積極熱忱，教師研習、學生課程、跨校分享與共備，增進以探究為基的課程教學實踐，僅摘要部分活動照片圖說如下：



圖2.學生與本團隊教師合影



圖3.(左)校內教師共備認識素養命題，(中)七年級學生課堂活動景(右)團隊教師到高雄課程發表



圖4.素養試題定義討論會議



圖5.科技輔助探究實作公開觀課-靜電



圖6.基隆特教輔導團蒞校交流



圖7.數理資優班探究教學關課



圖8.團隊教師參與數位教材製作專家會議



圖9.本團隊理化教師參與臺北酷課雲課程包製作

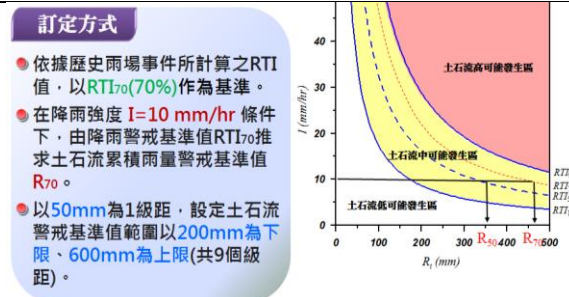
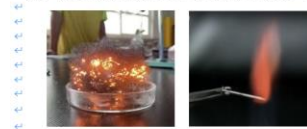


圖10.地球的反撲課程講義之一

◎不同的金屬燃燒，會產生不同的現象，有的金屬很快就起火燃燒，有的則需要較長的時間才會起火，有的甚至是完全沒有火焰。佩佩將鋼絲絨點火後，觀察到鋼絲絨瞬間開始燃燒。她將鋼絲絨改成相同材質的鋼釘進行點火，觀察到鋼釘卻怎麼加熱也燒不起來？



- B. 根據佩佩的實驗操作，她想探討的是什麼樣的問題？
- (答對率：4/8 * 100% = 50%)
- (A) 鋼絲絨和鋼釘的活性比較？
 - (B) 物質表面積大小對燃燒程度的影響？
 - (C) 鋼絲絨和鋼釘燃燒時的火焰大小？
 - (D) 燃燒是不是發生化學變化？

圖11.燃燒吧！仙女棒素養試題分析

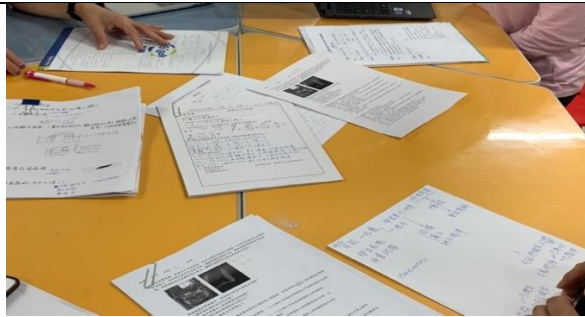


圖12.課程開發與試題討論



圖13.探索發展 VR 試題的可行性



圖14.團隊教師受邀基隆市碩內國中帶領社群教師共備探究與實作

五、討論及建議（含遭遇之困難與解決方法）

綜合109學年度本校執行此專案成果，進行以下討論：

（一）實踐新課綱素養教學、教師社群團體共備勢在所趨

今年八年級學生是我國推動十二年國民基本教育（以下簡稱十二年國教）第一屆學生，自然課堂應多注重實作時間取代傳統以老師講述為主的課程進行方式，在「中小學科學教育中程計畫」中，曾預測未來科學教育環境有以下三項特點：

1. 跨科的科學素養內涵，乃面對未來日常生活所需
2. 跨領域的統整學習，應變未來快速變遷的環境
3. 多元化檢核與入學方式，培養多元人才

但該計畫在現況問題分析部分亦曾提出以下問題：

1. 科教師資與教學之師資培育欠缺探究與實作；
2. 科學素養與學習部分之單一考試領導教學，跨科科學素養不足；
3. 本國學生的國際評比與表現，科學探究表現較弱、對科學的態度面向評比欠佳；
4. 國際數理競賽表現持平

是以，本團隊參考教育部「中小學科學教育中程計畫」優先強化科學教育教師專業知能，共創教師基本自然學科及實驗與探究實作之教學設計經驗。再者為達成提升學生之科學素養，包含發展探究實作課程、開發創意創新之生活課程，進而到高層次之跨科科學素養和卓越科學人才之培育。

（二）課程設計滾動式修正，教師社群行動研究以臻善美

本研究原定採用實驗研究法及內容分析法並進，期待實驗研究法能呈現課程改革對學生學習的影響，但由於學科屬性不同、課程設計的教師本身也是變動變項之一，故調整本研究原預期之實驗設計，改採行動研究之精神，透過社群教師教學研究共備會議、教學日誌及教學省思等提供教學質性分析資料，在學生學習量化的技巧以及質的分析，以客觀及系統的態度，對研究訪查結果進行研究與分析。

經過多次與國教院測評中心研究員對話與溝通、邀請臺師大科教中心專家蒞校分享素養評量應注意要項，逐漸讓本團隊教師皆能有關注學習表現的課程設計與命題概念，進而開發探究實作課程與素養命題。國中教師皆承受學生畢業時參加教育會考的期許與壓力，尤其是數理資優班學生的學習成就更是諸多成人關注

的焦點，數理資優班教師提供服優異學生的教學與輔導服務，確實需要教師社群團隊彼此相互交流、共同成長。本團隊教師五位，有三位具備資優教師資格，另兩位教師能願意提供資優課程服務，參與共同成長，值得支持與肯定，且透過課程共備、在討論過程中，檢視及省思，更能理解素養試題評量學習表現之命題模式。

(三) 滿足數理資優班學生的過度激動特質、探究實作展學習熱忱

參與本研究的學生在探究實作前後的科學能力或學習動機差異，相較於其他學生對科學學習參與度高，根據本研究所收集的文件，包括學生實作評量回饋、活動照片、教師對評量歷程結果分析、以及成果發表視聽媒介等。可看出學生對科學探索的積極與主動。參加本計畫學生提升科學資賦優異學生學習動能部分：

若以0~5分計算，0分為非常不相符，5分為非常符合，調查學生：八年級資優生和九年級資優生：

項 目	學生自評	教師評量
(1) 學生能主動利用網路或圖書等資源搜尋相關資料，並整理成個人報告。	4.8	4.5
(2) 學生經探究基本能力培養，能進行有意義觀察與科學筆記，並能發現問題、發揮想像創造能力。	3.8	3.6
(3) 學生在實做實驗歷程，能主動設計簡單實驗進行驗證，做中學、學中做，並整理成個人報告。	4.2	4.0
(4) 學生在執行計劃、報告撰寫中，能展現文字邏輯呈現、科學數據整理與科學術語的靈活運用。	3.8	4.1
(5) 學生在口語表達的說明分享中，能清楚表達自己的實驗歷程及報告、能合作、傾聽其他組同學的作品展現。	4.3	4.2

以上的成效自評，因為未讓研究參與者進行前測，也未進行其他對照組的調查分析，無法擴論本課程設計能提升學生探究能力，但是教師和學生對五項成效的自我檢核仍是相當肯定。本研究參與的七年級學生在生物科結合永續課程的學習表現，可以從小專題報告，看出學生的研究能力。

此外，注重學習表現的紙筆評量試題是新課綱的理想，也是本團隊教師的期待學生在學習表現探究能力之紙筆評量試題表現，在思考智能中的推理論證試題表現較佳、批判思辨類別居次。問題解決部分，分析與發現的試題學生表現較佳。觀察定題的作答情形此想像創造和建立模型類的試題不容易命題，也是通過率較

低的試題，其實在探究式課程的進行時，引導學生觀察、定題，需要教師更多的引導技巧，這也是另一個可以持續精進的教師曾能方向。

若以客觀學習成就表現評估參與本研究的學生學習表現，本校九年級資優班學生參加科學班甄試12人報名，5人過第一關初試，3人考上科學班。而110年會考成績表現，30位考生中，A++超過20位。我們期待參與本研究的七八年級科學資賦優異學生能藉由實作評量成果分析，提升後設認知能力，並發展自主學習、能藉各項媒材與他人溝通互動、以達社會共好的自我實現願景。

(四) 參與教師的回饋與省思

物理課程設計李老師：我們提供科學教育服務教師探究實作教學與評量示例、擴展優質成果分享。並於109年全國探究年會進行課程發表，頗受佳評！而且在全省北、中、南諸多的分享工作坊進行經驗交流時，能引起教師社群共鳴，有激勵跨校教師社群一起開發探究實作課程之實，但每一次都能再透過教師實作共備，再一次省思課程設計的適切性。素養導向試題也是如此，將學習表現融入紙筆評量比透過多元表現如專題發表、實作評量更難命題，過多試題文本將變成閱讀理解試題，過於傳統的選擇試題，只能評量學生推理論證和分析發現！以此，持續開發素養試題，以成題庫供老師們參考，仍需要有經驗的老師們持續努力！

科技課程設計洪老師：浮空投影討論及建議學生在探究過程中，常需要比較明確的任務目標，但是又不能給予太過步驟性的作法，教師在拿捏的角度上會比較需要注意。另外在時間的調整上，也會由於給予學生自行探究討論，所以會比一般操作上來得需要更多時間。以浮空投影的課程來說，我給予學生討論如何設計反射幕的大小，但學生對於反射幕的資訊掌握有限，且會超過原設定的範圍，教師需要再提供聚焦的線索，以免過於發散。

(五) 待完成的學生科學學習動機檢核

五月中旬，新冠疫情三級警戒，讓團隊教師必須立刻轉成線上遠距教學模式，不止本計畫的課程，原本普通課程的執行也是如此，本團隊教師須立即將時間放在班級經營遠距化、探究實作課程虛擬實驗化。但也因為學生未能進入實體實驗室，原計劃於六月中辦理的資優班學生實作評量、六月底的專題研究發表會，皆暫緩辦理，本計畫還要採行的「學生科學動機量表 (SMTSL)」(Tuan, Chin & Shieh, 2005)，包含「自我效能」(SE, 7題)，「主動學習策略」(ALS,

8 題)，「科學學習價值」(SLV, 5 題)，「表現目標導向」(PG, 4 題)，「成就目標」(AG, 5 題)，以及「學習環境誘因」(LES, 6 題)。問卷填答以李克特式五分等第分為非常同意(5)、同意(4)、無意見(3)、不同意(2)、非常不同意(1)等。尚未進行，期待在學生期末評量之後，七月初能收集到學生科學學習動機量表的自我效能檢核結果，以為本研究之成果依據。