

教育部 103 年度中小學科學教育計畫專案

期末報告大綱

計畫編號：069

計畫名稱：良師典範教學方案對國小資優生科學學習成效之研究

主持人：林雅慧

執行單位：彰化縣立中山國民小學

壹、計畫目的及內容：

資優學生因為其學習能力優異，其學習方式及學習風格有其偏好，需要針對其個性合其能力、速度、方式、風格的安置方式及教材教法，以滿足其學習需求。國外重要的資優教育方案，可分為三大類：充實(enrichment)、加速(acceleration)和能力分組(ability grouping)(吳武典，2009)。充實課程包括學習的加深(推理思考與問題解決)與加廣(水平思考與想像創造)，課程強調充實學生的課外經驗，鼓勵其自發學習，包括：獨立研究、夏冬令營(或週末營)、生涯課程與參訪活動等；加速課程則是根據學生本身的能力，跨越學生的年級限制，給予彈性及適性的教育，包括：跳級、縮短修業、提早入學、進階預修等方式；「能力分組」，指的是集中式與分散式的資優教育課程，國內資優教育都曾採用。

資優課程的設計首重尊重學習者的個別差異性。Feldhusen(1991)強調資優教學除提供專門知識的基礎外，應要著重科際整合的訓練、強調獨立研究與成果發表的能力，同時要能在學科教學中教導學生思考與後設認知的能力。而對於高能力的學生，Feldhusen 主張學校應提供進階、複雜、加速的學習及培養獨立、自我引導、自我評鑑的能力。依據中學資優科學網(2004)整理，資優教育大致著重於提供學生下述的學習機會：

1. 增加一般探索的機會，以能擴展學習經驗，發現學習興趣。
2. 採用多樣化的教學方式，以提高學習動機與學習效果。
3. 實施啟發式的教學方法，以培養創造思考的能力。
4. 鼓勵自動學習，以建立自己的學習目標。
5. 適應兒童個別差異，採用分組或個別化教學。

6. 重視研究態度的培養，提供方法的訓練。
7. 注重閱讀習慣的養成，訓練發表及報告能力。
8. 鼓勵發問，培養探究的精神及能力。
9. 鼓勵合作學習，提供良好的人際互動。
10. 提供加深加廣的教材，以充實專門知識。

平行課程模式 (Tomlinson, Kaplan, Renzulli, Purcell, Leppien, & Burns, 2002) 為國內資優課程設計時常參照的理論基礎。平行課程分別由四個互相關聯的課程所組成，包括核心課程 (The Core Curriculum)、連結課程 (The Connection Curriculum)、實務課程 (The Practice Curriculum) 與認同課程 (The Identity Curriculum)。核心課程是課程設計的基礎，目的在透過闡述某學科領域的本質與觀念原則，確保學生建立每個學科領域的知識基礎、內容，與基本技能；連結課程主在延伸核心課程中的資訊與技能，協助學生將知識轉移到事實、概念、原則、與方法的應用；實務課程旨在特定領域中幫助學生理解、使用和歸納知識，培養問題解決的能力，藉由與真實世界連結的問題情境，學生有機會展現某一領域的專業知識，了解某領域專家如何實踐工作；認同課程則在配合學生的目標、興趣及能力下，讓學生對某一領域學科增加了解的同時，也增加對自我的了解，並認識到自己與學科領域的關聯性 (廖淑芳，2009)。

研究者服務學校的資優課程係依據平行課程模式，分別針對人文、數理、研究與方法與特殊需求等四大領域，設計學習課程。每門課程均緊扣核心課程、連結課程、實務課程與認同課程做層級性的課程規劃，期望能提供資優學童更充實的學習經驗。

2. 小學資優

教育推動科學課程面臨的挑戰

目前國內小學資優教育多以分散式資優班的模式推動。普通班自然科學課程因須符應多數學習者的需求，學習內容對資優生可能較缺乏挑戰性，如此將無法激發資優生的學習潛能 (蔡典謨，2007)。事實上，科學課程應更接近學生的真實生活，藉由課程的組織與創新，激發資優生更具批判力、創造性，使其思考更具邏輯性，能應用知識來解決日常問題，發展其研究的興趣與潛能。故，資優班教師應利用學生對自然界、科學的好奇心，引導資優生進行科學探究。而這需要由老師在教學歷程中擔任「促進者」以提供鷹架，方能協助資優生提升其科學探究能力 (郭靜姿，1993；潘裕豐，1994)。

學科知識與學科教學知識是Shulman (1987)認為教師應當具有的知識體系中極為關鍵的部分。王美芬與熊召弟 (2005) 指出，國小自然科教師必須具備的學科背景知識，應包含：生命科學 (生物)、地質科學 (物理、化學)、地球科學與生活科技。老師必須具備各種教學法及十三種科學過程技能、課程設計、教室經營與多元評量等能力，才能提升老師科學教學的信心。研究指出，老師對學科知識的理解與其教學成效有極大的相關性 (林曉雯，1997；Magnusson, Krajcik, & Borko, 1999)。若老師未具備足夠的學科知識，極可能因為迷思概念而誤導學生，或因缺乏統整性的教學，導致學生無法理解正確的科學知識或概念 (王國華、段曉林、張惠博，1998；Hutchison & Padgett, 2007)。

吳武典、張玉佩和張靖卿 (2006) 的研究指出，國內合格的資優教師雖然具特教專業知能，但受限於修課計劃，部分學科教學能力可能未臻需求。當其進入國小擔任資優班的教學工作時，偶會因無法滿足資優生的學習需求，而感受壓力。國內研究指出，大多數資優班老師面對獨立研究，常覺得自己專業能力不足，需要專業人才的支援，解決指導獨立研究所遭遇的困擾 (柯麗卿和蔡典謨，2007)。詹秀玉 (2006) 認為，資優教師在師培課程中雖修習過指導資優生進行獨立研究的課程，但欠缺對科學探究能力的養成，因此很難有效引導資優生進行科學探究活動。

目前國小資優生的鑑定係屬一般智能資賦優異，因此資優生可能在語文或數理方面具有獨特的天分，須藉由資優課程的引導激發其潛能。研究者服務的學校，設有分散式資源班一班，學生共55名，編制有4名資優教師。其中，103年度上學期開設的數理領域的課程包括：廚房科學 (三年級)、環境科學 (四年級)、科展群傑廳 (五年級) 與獨立研究 (六年級)。資優教師群雖努力設計科學課程，但檢視資優班成立後近年來資優生在科展與科學類獨立研究的成績，可以發現，我們的資優科學課程，尚存有許多尚待努力充實與推動的空間。勵秀貞和黃萬居 (2010) 針對國小資優班教師的自然科學教學現況、能力及進修需求的研究結果指出，多數資優教師知覺到自己的科學教學能力不足。研究並建議，透過教育行政部分，結合資優班老師、自然領域教師及專家教授成立自然科學工作坊，透過共同討論、經驗傳承及分享交流，應當能有效促進資優班自然科學方面的教學知能。綜觀上述文獻可發現，將專業的良好師導入課程設計，對於提升資優教師的自然教學知能，紓解目前資優科學課程所面臨的困

境，是值得探究的向度。

3. 良師引導與資優生之學習

Levinson (1987) 指出，典型的「良師典範制」是在發展良師與學生一對一的互動關係。良師典範的目標是由一位在知識、情感、社會生活和工作領域等方面，已發展成熟或卓然有成者，幫助一位有天份的學生，開發其優異潛能與才華。良師扮演的角色，包括：老師、專家、指導者、顧問、朋友以及角色典範 (Alleman, Doverspire & Newman, 1984)。

陳昭儀 (1997) 整理文獻歸納出良師的功能，包括：提供學生鼓勵與支持；提供成人的角色楷模及社會互動的機會；拓展學生對於興趣及生涯之視野與展望；使學生能接觸到成人的世界及真實的生活經驗。金自強和蔡桂芳(2009)的實徵性研究指出，在「良師引導方案」中，受教者是主角，是整個教學的核心，課程應當環繞著受教者做設計，教師應由「知識的傳授者」轉變為「能力的引發者」，師生共同對話與分享，學生才能發展自己的批判思考能力，由被動學習達到「以學生為主體」的「主動學習」(邱韻如，2006)。

陳昭儀和林秋萍 (2012) 分析五篇在臺灣實施的「良師引導方案」實證研究，針對實施目的、對象、方式和成效等進行探究。結果顯示，不論是良師、家長或學生均認為良師引導方案對資優生的學習與成長均有很大的助益。其中，由苗栗縣政府教育處主導之「提升校外專家暨良師典範支援資優教育方案」，利用多元化的互動模式，包括：座談、經驗分享、現場示範等方式來推動資優教育活動。在實施活動的歷程中，良師獲得「價值型」的回饋與經驗，學校方面亦充分展現學校特色，讓方案獲得支持和肯定。苗栗縣政府認為該方案是一種「小投資大利市」且極具創新性的資優教育策略，有持續辦理的需要(陳昭儀、林秋萍、張傳源、林健豐、陳瑞芬，2011)。

良師引導方案的目標是三個「R」：責任(Responsibility)、關係(Relationship)與真實(Reality) (Runions, 1983)。推動方案的歷程中，呈現的便是這三個目標交互運作下所產生的成效。Reilly (1992) 曾為良師典範的實施訂出一些步驟。實施步驟可分為三階段十步驟 (Clasen & Hanson, 1987; Cox & Daniel, 1983; Prillaman & Richardson, 1989; Reilly, 1992; Zorman, 1993)：

第一階段為準備期：

- (1) 確定需要：評估良師典範制搭配一個學生或一組學生。
- (2) 尋找良師的成員：良師的成員可來自大學、商業、社區、和機構或組織等層面。
- (3) 選擇有潛能的良師。
- (4) 良師與學生的配對：利用問卷、傳記資料、教學和學習風格的評估單，可以配對出最佳的良師與學生搭檔。
- (5) 提供熟悉環境：當良師和學生之間的種族、文化、社經地位有差異時，需安排提供熟悉的環境。

第二階段為實施良師引導期：

- (6) 建立契約和工作計劃：契約與工作計劃係由良師和學生共同形成協議。在許多良師典範制中，亦常要求學生記錄與保持活動日誌、思考、和學習活動的經歷。
- (7) 安排有系統的回饋：回饋來自良師、父母與計劃的協調人（學校）。
- (8) 允許良師引導的自然發展：良師典範制除了包括一些有計劃的活動外，也得以就學生需求、興趣、良師與學生之間所討論的議題做調整。

第三階段為實施成果與評鑑期：

- (9) 成果與展示：利用寫作、撰寫報告、科學設計或藝術表示等模式呈現成果。
- (10) 評鑑：評鑑應涵蓋良師和學生雙方面。應包括形成良師典範制的過程、個案的研究、問卷分析與自我報告等多元評量。

成功的良師典範制需要相當付出相當多的時間與努力。當良師引導方案的推動可能超乎一般國中、小教師的負擔，或高中老師與大學教授亦無暇提供協助時，由大學教授督導大學生來進行此項工作是非常合適的（Stanley, 1987）。綜合以上文獻，本校目前推動資優教育的困境，正可藉由「良師引導」模式重新建構資優科學課程。推動方案的歷程中，資優生與良師透過互動彼此獲至學習成就與價值感；資優教師則可透過參與協助良師帶領的科學方案歷程，觀摩典範教師在科學層面的學科教學知識。

4. 資優科學課程數位化

獨立研究是資優教育課程設計的主要方式之一，其課程設計除須考慮資優學生加深加廣的需求外，亦需因應學生學習型態與興趣的個別化，對於資優生潛能的激發，方能

有實質助益（謝建全，2002）。目前，資優生的科學課程規劃，已外加許多動手做活動，學生對動手做科學的動機與興趣已被激發。然，對於學習、呈現完整的科學研究，尚缺乏統整性的帶領與課程規劃。若能針對科學領域，透過良師引導對科學感興趣的資優生進行科學探究活動。由良師帶領資優生經歷科學知識建構的歷程中，資優生不僅能形塑其科學素養，並能於歷程中，探索性向，建構自身之學習價值。

賴翠媛（2012）的研究指出，對資優學生而言，數位學習是能夠滿足其特殊學習需求的利器。利用電腦進行線上互動或許可較有效的處理推動良師引導方案所面臨的一些難題，如雙方溝通頻率與交通往返時間等問題。研究者於2010年帶領學生進行科學探究活動時曾引入線上共寫模式。研究結果顯示，利用線上共寫系統進行科學文本寫作時，學生能克服在紙本寫作時，寫作者僅能單打獨鬥與文本互動，欠缺閱聽者角色的實質功效。研究結果指出，線上共寫活動有助於學生在概念成就、寫作文本品質的提升。而透過共寫平台的建構與互動，不僅能擴展良師引導的時間與空間，資優同儕藉由共寫資料的互動與腦力激盪，應能型塑其更高層次的後設認知能力。

整合研究者先前研究經驗與學校推動資優課程之現況，本研究擬由推動「良師引導」方案協助資優生進行科學獨立研究，藉由方案推動的行動歷程，型塑未來可供參照的良師引導模式。研究者並會進一步分析學生利用共寫平台完成的獨立研究文本；最後，整體評估良師引導科學課程方案之成效。

資優學生因為其學習能力優異，其學習方式及學習風格有其偏好，需要針對其個殊性合其能力、速度、方式、風格的安置方式及教材教法，以滿足其學習需求。國外重要的資優教育方案，可分為三大類：充實(enrichment)、加速(acceleration)和能力分組(ability grouping)（吳武典，2009）。研究者服務學校的資優課程係依據平行課程模式，分別針對人文、數理、研究與方法與特殊需求等四大領域，設計學習課程。每門課程均緊扣核心課程、連結課程、實務課程與認同課程做層級性的課程規劃，期望能提供資優學童更充實的學習經驗。

目前國內小學資優教育多以分散式資優班的模式推動。普通班自然科學課程因須符應多數學習者的需求，學習內容對資優生可能較缺乏挑戰性，如此將無法激發資優生的學習潛能（蔡典謨，2007）。事實上，科學課程應更接近學生的真實生活，藉由課程的組織與創新，激

發資優生更具批判力、創造性，使其思考更具邏輯性，能應用知識來解決日常問題，發展其研究的興趣與潛能。故，資優班教師應利用學生對自然界、科學的好奇心，引導資優生進行科學探究。而這需要由老師在教學歷程中擔任「促進者」以提供鷹架，方能協助資優生提升其科學探究能力（郭靜姿，1993；潘裕豐，1994）。

學科知識與學科教學知識是Shulman (1987)認為教師應當具有的知識體系中極為關鍵的部分。王美芬與熊召弟（2005）指出，國小自然科教師必須具備的學科背景知識，應包含：生命科學（生物）、地質科學（物理、化學）、地球科學與生活科技。老師必須具備各種教學法及十三種科學過程技能、課程設計、教室經營與多元評量等能力，才能提升老師科學教學的信心。研究指出，老師對學科知識的理解與其教學成效有極大的相關性（林曉雯，1997；Magnusson, Krajcik, & Borko, 1999）。若老師未具備足夠的學科知識，極可能因為迷思概念而誤導學生，或因缺乏統整性的教學，導致學生無法理解正確的科學知識或概念（王國華、段曉林、張惠博，1998；Hutchison & Padgett, 2007）。

吳武典、張玉佩和張靖卿（2006）的研究指出，國內合格的資優教師雖然具特教專業知能，但受限於修課計劃，部分學科教學能力可能未臻需求。當其進入國小擔任資優班的教學工作時，偶會因無法滿足資優生的學習需求，而感受壓力。國內研究指出，大多數資優班老師面對獨立研究，常覺得自己專業能力不足，需要專業人才的支援，解決指導獨立研究所遭遇的困擾（柯麗卿和蔡典謨，2007）。詹秀玉（2006）認為，資優教師在師培課程中雖修習過指導資優生進行獨立研究的課程，但欠缺對科學探究能力的養成，因此很難有效引導資優生進行科學探究活動。

目前國小資優生的鑑定係屬一般智能資賦優異，因此資優生可能在語文或數理方面具有獨特的天分，須藉由資優課程的引導激發其潛能。研究者服務的學校，設有分散式資源班一班，學生共55名，編制有4名資優教師。其中，103年度上學期開設的數理領域的課程包括：廚房科學（三年級）、環境科學（四年級）、科展群傑廳（五年級）與獨立研究(六年級)。資優教師群雖努力設計科學課程，但檢視資優班成立後近年來資優生在科展與科學類獨立研究的成績，可以發現，我們的資優科學課程，尚存有許多尚待努力充實與推動的空間。勵秀貞和黃萬居（2010）針對國小資優班教師的自然科學教學現況、能力及進修需求的研究結果指

出，多數資優教師知覺到自己的科學教學能力不足。研究並建議，透過教育行政部分，結合資優班老師、自然領域教師及專家教授成立自然科學工作坊，透過共同討論、經驗傳承及分享交流，應當能有效促進資優班自然科學方面的教學知能。綜觀上述文獻可發現，將專業的良好師導入課程設計，對於提升資優教師的自然教學知能，紓解目前資優科學課程所面臨的困境，是值得探究的向度。

Levinson (1987) 指出，典型的「良師典範制」是在發展良師與學生一對一的互動關係。良師典範的目標是由一位在知識、情感、社會生活和工作領域等方面，已發展成熟或卓然有成者，幫助一位有天份的學生，開發其優異潛能與才華。良師扮演的角色，包括：老師、專家、指導者、顧問、朋友以及角色典範 (Alleman, Doverspire & Newman, 1984)。陳昭儀 (1997) 整理文獻歸納出良師的功能，包括：提供學生鼓勵與支持；提供成人的角色楷模及社會互動的機會；拓展學生對於興趣及生涯之視野與展望；使學生能接觸到成人的世界及真實的生活經驗。金自強和蔡桂芳 (2009) 的實徵性研究指出，在「良師引導方案」中，受教者是主角，是整個教學的核心，課程應當環繞著受教者做設計，教師應由「知識的傳授者」轉變為「能力的引發者」，師生共同對話與分享，學生才能發展自己的批判思考能力，由被動學習達到「以學生為主體」的「主動學習」(邱韻如，2006)。

整合研究者先前研究經驗與學校推動資優課程之現況，本研究擬由推動「良師引導」方案協助資優生進行科學獨立研究，藉由方案推動的行動歷程，型塑未來可供參照的良師引導模式。研究者藉由分析學生完成的獨立研究成果與回饋分析，整體評估良師引導科學課程方案之成效。

(二) 研究目的：

1. 在資優社群中形成良師引導課程的發展模式為何？
2. 良師引導科學課程方案之成效為何？

貳、研究方法及步驟：

(一) 研究對象與研究歷程概述：以參與研究教師所任教學校之三~六年級，對自然探究感興趣的資優生為研究對象 (粗估約 30 名資優生)。透過資優生的 IGP、問卷評估表等資料，將

學生依照興趣予以分組，粗估良師所屬領域與人數。藉由良師講座、小組帶領與個別指導等引導模式，引導資優生進行科學探究。

(二) 研究工具：

- 1.資優生科學興趣調查表：研究者自編之調查表，利用此調查表可以概分資優生的科學學習興趣與偏好之科學領域，供做良師分組參照資料。
- 2.FB 社群：良師與資優師生可利用 FB 社群，針對主題進行討論、修改，或上傳良師指派討論議題成果。
3. 質性資料：資優師生的知覺問卷、學生的筆記心得與學生專題成果等。

(三) 研究步驟：

1.形成良師引導課程之發展流程

- (1) 研究者依據資優生對科學學習之概況分析結果，擬定良師類別與人數。
 - (2) 研究者與大學教授接洽，由大學教授帶領教學團隊與大學生組成良師團隊。
 - (3) 利用座談會組織良師與資優教師群成為一個互動組織。
 - (4) 初步建構良師與資優教師對於帶領資優生學習的課程形成默契，形成良師引導模式。
 - (5) 良師引導資優生進行獨立研究與科展的實驗操弄。
 - (6) 良師與資優生透過線上互動模式，針對報告呈現與研究結果進行探討。
2. 藉由讓資優生填寫問卷及晤談等方式收集學生對良師引導進行科學學習之感受。研究並透過分析學生的獨立研究(科展)報告、互動論點發展等學生產出作品，以理解良師引導方案之成效。
- 3.資料分析方法：
- 針對學生的質性回饋分析資料、學生的學習歷程紀錄與獨立研究作品等質性資料進行分析。

參、目前研究成果

一、良師引導資優師生進行科學課程的發展模式

(一)良師教學課程的規劃與訂定

10 月 01 日 探究物理實驗(一)---數據整理、作圖與分析---吳仲卿教授(物理科)

- 10 月 08 日 如何尋找及擬定數學專題研究問題？--顏富明老師(數學科)
- 10 月 15 日 奈米碳粒尋蹤記 林泱蔚教授(化學科)
- 10 月 22 日 反應快捷的人體資訊網--楊素真教授(生物科)
- 10 月 29 日 如何擬定數學專題研究方法？--顏富明老師(數學科)
- 11 月 05 日 如何針對數學專題研究作品作自我評鑑？--顏富明老師(數學科)
- 11 月 12 日 力與交互作用力：金奈米粒子穩定度探討--林泱蔚教授(化學科)
- 11 月 19 日 心跳知多少--楊素真教授(生物科)
- 11 月 26 日 探究物理實驗(二)---尋找相關參數與驗證--吳仲卿教授(物理科)
- 12 月 03 日 你我大不同—認識遺傳法則--楊素真教授(生物科)
- 12 月 10 日 化學燈塔，搖啊七彩瓶--林泱蔚教授(化學科)
- 12 月 17 日 奇妙的種子世界--李戊益老師(生物科)
- 12 月 24 日 數學專題研究作品的呈現與評析--顏富明老師(數學科)
- 12 月 31 日 探究物理實驗(三) ---尋找相關參數與驗證--吳仲卿教授(物理科)
- 01 月 07 日 成果發表彩排(口頭報告、檔案修訂)--吳仲卿教授
- 01 月 24 日 成果發表

(二)良師與資優教師群組成學習社群

1. 定期召開課程討論會，藉由與良師群的討論互動，確認課程推動目標，並促進資優教師群省思。

(1)103 年 11 月 5 日會議紀錄大綱

①克服「學生缺乏團體討論時間」的問題：彈性調整資優班原擬定課程，讓學生在良師引導的探究主題能整合資優班原定訂數理領域、獨立研究與專題。達到良師引導學生、與資優教師群的目標。

②導入學生為核心的學習模式：學生自主決定獨立研究/專題研究，融入良師引導課程，藉此改變學生學習與教學指導模式，提升學生學習動機。

③修正師生互動模式：課程翻轉，透過師生討論的方式共訂步調，引導學生主動探索的興趣。

④暫定成果發表模式：依年級區分性教學呈現。四年級利用數理課時間，由瑩柔老師指導，運用良師課程與良師群進行進一步探討與研究；五、六年級針對各組獨立研究及專題研究主題分領域與良師更進一步討論。資優教師群隨時將研究報告上傳至 Facebook 平台。

(2) 103 年 12 月 5 日會議紀錄大綱

①擬定探究分組與主題

領域	數學領域	化學領域	生物領域	其他

指導良師	顏博士	林教授	楊教授	吳教授
主題(探究方向) 與學生名單	數學科展探究— 張○朋、洪○ 葳、莊○琳、 蔡○佑、李○ 芸	水質檢測--- 吳○睿、陳○ 安、林○蓁、曹 ○光	環保酵素--- 胡○翔	Ubike 遊彰化- 結合數據使用 流量---賴○ 璇、周○汝、 陳○亘
		蜂蜜研究---林 ○皓、侯○彰、 黃○晟、陳○ 晴、李○霖	蝸輪方程式 ---魏○儀	

二、良師與資優生師生互動模式之限制性與可修正方向

1. 資優教師群的建議：目前的服務模式類似於多元資優方案，服務對象較多，未來若再辦良師相關活動，建議可以根據學生性向以分組或個別等小團體方式進行，服務品質會更佳，能讓良師與資優班師生的互動更多更深入。

2. 原定良師與資優師生群在 FB 的互動模式，因學生上網限制性需略作調整修正

(1) 目前困境：資優班學生並無充裕時間可以連結上 FB 進行互動，因為在校很少有閒暇課餘時間，回家多數父母均會管制上線時間，很難有充裕時間上 FB 社團進行回應，造成對學生彼此間或學生與良師群間的互動有所受限。

(2) 問題解決方式：提供更多元的溝通模式

資優師生群在獨立探究課程上有良師指導需求，除了 FB 社群以外，增添 e-mail、電話或探訪良師所在的大學實驗室等請益溝通方式，提升資優教師群與良師群有更多的互動，讓學習動能由被動化為主動。

三、良師引導科學課程方案之成效為何？

(一) 學生完成預定的小研究並於期末舉辦專題發表會

學生依興趣選擇探究小組後，遊資優教師群組分工帶領這些探究小組進行接續的探究活動。探究歷程中，良師依各自領域專長提供各探究小組問題諮詢以及包括實驗設計流程規劃討論、實驗器材的借用與使用訓練等專業技術層面的協助與引導。期末成果發表時，包括教師與同儕均為評審者，利用檢核表(如附件一)提供量化評鑑資料，而評審們的質性描述與報

告者的自我回饋省思等則做為質性分析的資料來源。學生的探究主題與小組成員如表一。良師指導模式在學生逐漸釐清預探究的方向後，轉趨向為分組指導模式。良師轉為諮商者，學生由資優教師群帶領完成探究活動，並於最後進行獨立研究報導活動。

課程末期進行小組報導時，參與的師生均需進給與檢核，並提供回饋。由表二可知，學生在報導時能呈現合作分工、並能以圖表等多元方式來呈現結果；而建議部分，可看出學生除了內容的檢核外，還會關注簡報時的儀態，開始會注重利用數據提供支持等要素。但甚為可惜的是，學生給與質性評鑑的比例仍嫌不足。

表一：探究主題小組基本資料成員

研究主題	探究小組 組員	良師(指導諮 詢教授)	資優 教師
心跳百分百	于○庭 406、尤○淇 406、許○凱 406、劉○恆 404	楊教授	柏老師
奈米知多少	廖○辰 405、王○琳 405、陳○燁 405	林教授	賴老師
你我大不同	周○汝 609	楊教授	潘老師
每日一醉更環保	胡○翔 604	楊教授	柏老師
蝸輪方程	魏○儀 604	楊教授	賴老師
水質檢測	曹○光 507、陳○安 507	林教授	柏老師
破解摩斯「蜜」碼	林○皓 503、侯○彰 503、陳○晴 510、黃○晟 510、李○霖 510	林教授	潘老師
翻杯問題	張○朋 607、蔡○祐 405	顏博士	陳老師
掃雷奇兵	洪○葳 609、林○加 507、李○芸 405、莊○琳 404	顏博士	陳老師

表二：各小組進行探究報告時之質性評語

研究主題	評分者給予的肯定	評分者認為有待改進之處
心跳百分百	能上台報告時進行分工	研究目的須再精確定義
奈米知多少	能具體陳述研究步驟及流程	1. 可再增加圖表來輔助說明 2. 可多重操作變因更詳細的實驗探究
你我大不同	能明確呈現研究歷程與步驟	1. 須再定義清楚研究的名詞 2. 可針對美人尖母親的那一方，再做調查及資料補充 3. 可針對單一性狀作更深入的調查及探討
每日一酵更環保	能以圖表明確說明研究結果	研究結果須再對應研究目的做更詳細的探討
蝸輪方程式	無	1. 可以表格呈現輔以照片說明研究結果 2. 簡報配色可更明顯對比，資料結果推論可加入資料佐證
水質檢測	能運用多種方式及多樣化檢測水質	要控制變因與不同處
破解摩斯「蜜」碼	無	題目可再做修改
翻杯問題	無	無
掃雷奇兵	無	只看著簡報，沒有面對聽眾。解釋簡表不太好

表三呈現的是探究報告時的檢核平均分數一覽表。檢核表詳見附件一，為五等分檢核表。表三可知，探究小組在「清楚註明文獻資料的來源」這個項目裡有較低的得分；而在「能運用資料分析工具、軟體、圖表來彙整資料」這個項目裡則普遍有較佳的得分。良師群中的吳教授在指導歷程中，教授學生如何將數具整理程表格，並利用 Excel 跑出統計曲線後，能加以說明數據與圖表帶表的意義。最後，吳教授要求學生將圖表與說明上傳 FB，在 FB 群組中分別給予每個學生鼓勵與建議。從學生較能覺察到同儕在應用分析工具彙整資料的趨勢看來，可以窺見教師群對於學生的及時回應與互動對資優生的引導成效。

表三：教師與同儕檢核表平均得分一覽表

評量 向度	項目	你我大 不同	每日一 酵更環 保	奈米知 多少	水質檢 測	破解摩 斯「蜜」 碼	翻杯問 題	掃雷奇 兵	心跳百 分百	魏郡儀	平均
題目的 適切性	研究題目 能切合研 究目的	3.58	3.54	3.29	3.46	3.38	3.25	3.13	3.04	3.58	3.36
	研究題目 能呈現創 新思考	3.79	3.58	2.96	3.08	3.13	2.79	3.25	3.33	3.79	3.30
文獻的 統整	文獻的提 供對探究 主題得進 行能有所 幫助	3.29	3.29	3.17	3.09	3.25	2.63	2.88	3.17	3.29	3.12
	清楚註明 文獻資料 的來源	3.08	2.96	2.92	2.88	2.96	2.38	2.58	2.75	3.08	2.84
研究的 設計	能針對研 究主題選 擇適當的 研究方法	3.63	3.46	3.33	3.25	3.25	3.29	3.00	3.21	3.63	3.34
	能清楚的 說明研究 程序及步 驟	3.63	3.38	3.21	3.25	3.50	3.21	3.25	3.13	3.63	3.35
研究 資料的 收集與 分析	能收集第 一手的研 究資料	3.46	3.46	3.04	3.33	3.25	2.96	2.83	3.25	3.46	3.23
	能運用資 料分析工 具、軟 體、圖表 來彙整資 料。	3.71	3.63	3.04	3.54	3.33	3.29	3.25	3.29	3.71	3.42
	研究結果 能呼應並 回答研究 目的	3.58	3.50	3.17	3.21	3.42	3.04	3.00	3.29	3.58	3.31
研究 結果 與省 思	能對研究 過程與成 果做省思	3.42	3.25	2.96	3.13	3.00	2.75	2.75	2.96	3.42	3.07

(二) 資優生的成長與省思

利用學生的自我評鑑表的質性描述，研究者發現，透過良師典範的引導，資優生覺察到自己的成長並能省思未來可以努力的趨向。針對學生的反思類別，初略將學生省思與提升歸類為以下幾點：

1. 學會彙整資料的方法

如何整理資料、聽課做筆記、整理 ppt 的方法、學會畫統計圖 (○琳)

知道使用數學計算方程式、學會報告 ppt 的方法(○燁)

資料的呈現要有詳細的資料與圖表(○奕)

獨立研究必須善用表格、圖表來統整研究結果，讓觀眾一目了然(○晴)

利用圖表和表格將資料統整(○允)

學會利用公式說明；利用圖表表示數據、現象(○葳)

2. 了解可以利用主張、證據和推理來增強研究的結果

我學會要多加利用主張、證據與推理(○晴)

利用主張、證據和推理(○允)

不要過度推測要有證據(○庭)

3. 能省思未來研究方向

研究目的間要更有關連性；題目可以更吸引大家(○晴)

研究目的具有串連性，要加強實驗結果的準確度、明白度，減少誤差(○皓)

不需要到處研究，需注重每個連貫性不要太過複雜(○呈)

(三)獨立研究小組的再精進

結束完課程後，後續共有五組獨立研就繼續進行探究。其中「掃雷奇兵」與「翻杯問題」兩組學生對於數學探究的熱忱被啟迪後，自行利用課餘時間，由良師顏博士繼續帶領鑽研，並參與今年度的彰化縣科展，榮獲優等與特優佳績。「掃雷奇兵」組更取得全國科展門票，孩子的學習興趣與視野，勢必因此而獲得更大的拓展。摘錄他們的心得如下：

我們在數學競賽的題目中發現一個有趣的埋雷遊戲，遊戲規則是：在方格中置入地雷，依掃雷方式進行後，必須剩下至少一個地雷。我們覺得這個遊戲似乎可以運用在：手機解鎖、電腦遊戲，於是我們決定進行進一步的研究。這個研究的目的分為三點：找出置放地雷的最少個數、快速完成法、快速檢查法。研究中，我們遇到許多困難，像是一開始無法確定方格表中地雷是否為最少個數，也不知道要怎麼置放地雷。後來我們運用抽

屨原理及團隊合作找出在方格表中置放地雷的最少個數。此外，在練習報告時，我們不知道要怎麼在短時間內報告完，且還得讓別人聽懂。於是我們不斷的練習，還找了許多完全不了解研究的同學聽報告，最後終於成功了。我們非常榮幸能去參加全國科展繼續比賽，讓更多人了解我們的研究。

肆、討論與建議(含遭遇之困難與解決方法)

一、資優生空白時間少，原訂線上討論不易推動

從學生的回饋與實際觀察可知，及時互動(提問與修正)對於資優生的學習有甚佳的成效。但受限於上線的自由度與時間，很難呈現良師與資優生互動的延展性。往往回應一次即暫時告一個段落。若能整合資優生的資訊課程，擴大資優生在校使用電腦的時間，也許能更有效引導資優生進一步思考與學習。

二、良師帶領模式需因應小學現場做調整

良師引導模式若將學生群體縮小，應當會有更顯著的成效，本計劃中二組數學探究小組即為極佳的例子。當學生的探究方向與意圖都彰顯時，良師的引導的催化效果會更強烈。是以，未來可調整良師介入的時機，先由資優教師群引導學生進行初步探究，良師再行介入引導，良師將成為資優師生群的共同良師，共組一個學習體。

伍、參考資料

略

附錄一：參與課程學生自評表之一

彰化縣彰化市中山國民小學良師典範課程(獨立研究作品)檢核表

題目： 你我大不同(基因)--周亭汝

評分者：

評量向 度	評 量 項 目	評量標準				
		1 很差	2 欠佳	3 可	4 良	5 優
題目的	研究題目能切合研究目的					
適切性	研究題目能呈現創新思考					
文獻的 統整	文獻的提供對探究主題得進行能有所幫助					
	清楚註明文獻資料的來源					
研究的 設計 與進行	能針對研究主題選擇適當的研究方法					
	能清楚的說明研究程序及步驟					
研究資 料的 收集與 分析	能收集第一手的研究資料					
	能運用資料分析工具、軟體、圖表來彙整資料。					
	研究結果能呼應並回答研究目的					
研究結 果與省 思	能對研究過程與成果做省思					
優點描 述						
建議描 述						