

輔導偏鄉國中學生學習飛行科學知識之成效分析： 以培訓參與競賽活動為策略

王裕宏¹ 劉佳儒¹ 張美珍^{2,*}

¹國立科學工藝博物館 科技教育組

²國立高雄師範大學 工業科技教育學系

摘要

由於偏鄉地區遠離都會區域，交通不便及人口逐漸流失，學童的學習動機相對較弱，再加上經濟、家庭因素及學校條件不良，更不利於偏鄉教育的發展。對於科學教育，偏鄉學校更是處於弱勢，需要各界投入更多協助與關心，包含教材、軟體的開發與人力的投入，以及多元的學習方式及刺激等。本研究以輔導偏鄉國中學生參與競賽活動為策略，探究學生在為期四個月的飛行科學教學與實作活動之學習歷程與飛行科學知識的學習成效。本研究採個案研究法，以南部某偏鄉國民中學10名學生為研究對象，輔導其參加「全國手擲機飛行競賽」為目標，進行課程活動設計並實施培訓。研究者透過活動歷程觀察紀錄及學習單評量學生的學習歷程與學習成效，另分析概念圖的結構進行計分，探究學生概念圖結構及知識改變情形。研究結果顯示：本輔導活動中透過概念圖的繪製教學及評量顯示有助於個案學生在飛行知識概念的建構；透過參與競賽為學習的策略，可以促進偏鄉學生的學習動機，並可加深科學知識的理解；偏鄉學校雖有諸多不利條件，提供合宜的輔導與配套仍可實施飛行科學探索活動。

關鍵詞：飛行科學、偏鄉教育、概念圖、競賽活動

壹、前言

偏鄉學校常被定義為資源不利的學習環境，源自多種因素，包含學校結構行政面，如學校結構過於僵化、管理不佳、抗拒教學的改變，甚至老師對任職於偏鄉學校的薪水和福利不滿意等因素(Goodpaster, Adedokun, & Weaver, 2012)；還有地理位置的先天不利，因學校位置偏僻、人口少，意味著學生與同

年齡層社交互動及參與校外的活動機會減少(如觀賞藝術文化活動、參觀博物館等)，且專家的資源也不易獲得(黃昭勳，2019；Lamb, Glover, & Walstab, 2014)。因而許多偏鄉教育相關研究著力於如何改善資源不利的問題，思考如何運用不同教學策略促進學童的學習。偏鄉學校的學生易因成績較差較無學習動力，若運用傳統講述法來教學的策略，

*通訊作者：張美珍，mchen0040@nkn.edu.tw

(投稿日期：民國109年7月10日，修訂日期：民國109年11月20日，接受日期：民國109年11月20日)

無法刺激其學習動機，部分的研究文獻指出若以小組合作方式，營造競爭的環境，教師適時給予鼓勵與協助，學生在挑戰的過程中，明顯可以提升學習知識的成效(黃玉幸，2017)。侯采伶(2016)也指出，若學生能夠接觸好玩且可以動手實作的競賽，適時融入學科知識，歷程中可以增強學生的學習動機、激盪創造力與問題解決能力，尤其是針對低成就的學生，藉由競賽活動能夠有效提升自我學習效能。因此要促進偏鄉學生的學習動機，則較都市的學校更為複雜，教學的內容更需有較彈性的學習策略(Corbett, 2016)。

近年來，輔導偏鄉學生的學習成效研究也越來越受到重視，如經由具互動性的科學教具或活動輔導偏鄉學生學習，有助於提升科學學習態度及興趣(張美珍、莊楊峻偉、王裕宏，2017；黃元彥、劉旨峰、林俊閔，2019)；另外，運用如專題導向教學法(洪萱芳、林英杰、顏瓊芬，2019)、網路課輔教學策略(陳麒、高台茜，2019)等，都是透過活動設計或不同的教學策略，討論如何提高偏鄉學生學習成效的研究，但是以輔導偏鄉學生參與競賽為策略來刺激學習的研究主題，則較為少見，尤其是針對參與科學性的競賽。而關於競賽議題的研究，大多以探討最終競賽的表現居多(王裕宏、劉佳儒、張美珍，2019；洪榮昭、康鳳梅、林展立，2003)，較少針對準備競賽的過程中，觀察或是評量學生運用學科知識、技能或解決問題等歷程進行探討，尤其是針對偏鄉學校的學生。另外，在學習成效評量方面，多數研究著重在課程學習單、參與課程前及課程後的問卷調查或是訪談等方式進行，而較少結合以繪製概念圖的方式且透過結構計分的方式來分析課程學習成效，本研究除透過活動歷程觀察紀錄及學習單來評量學習成效，另分析概念

圖的結構，透過計分的方式來探究學生概念圖結構及知識改變情形。

科學博物館裡的教育規劃工作主要就是建構非制式科學教育情境與制式教育情境互補，以促進並引發學習科學的興趣(葉蓉樺，2016)。因此，本研究就由非制式教育機構的科學博物館與某國立大學航空與太空學系教授(以下簡稱課程設計團隊)共同合作，以輔導偏鄉國中學生參加全國性大型的競賽「全國手擲機飛行競賽」為策略，規劃飛行科學專案學習活動，安排每個月兩次的活動，至南部地區某偏鄉國中進行輔導教學。為期四個月的參賽選手培訓，研究團隊透過上述的研究工具，記錄學生的學習歷程，並檢驗以參與競賽的策略是否有助於提升學生學習飛行科學的興趣及學習成效，同時探討本策略之活動規劃在偏鄉學校實施的困難與解決之道，以作為後續偏鄉國中推展飛行相關活動的重要參考。本研究目的共有三項分別為：

- 一、規劃設計以輔導參加全國性大型的競賽為策略的教學活動。
- 二、透過概念圖的評量驗證，探討偏鄉學生在飛行科學知識之增長。
- 三、探討輔導偏鄉國中實施飛行科學探索專案學習活動的困難與解決之道。

貳、文獻探討

一、偏鄉學校科學知識學習

近年來政府雖然重視偏鄉教育，為了提升學生學習成效及激發學校整體的動能，投入了很多硬體設備資源及教育實驗方案等政策(陳延興、朱秀麗，2018)，尤其是科學教育，至今也未能有效改善(郭俊呈、侯雅雯，2017)。由於偏鄉地區遠離都會區域，

交通不便及人口逐漸流失，學童的學習動機相對較弱，再加上經濟、家庭因素及學校條件不良，更不利於偏鄉教育的發展。在這樣的環境下，教師比較喜歡選擇在都市的學校任教，也因此流動率越來越高，長期恐會造成偏鄉地區的學校規模越來越小，學生更不願意學習(Beach, Johansson, Öhrn, Rönnlund, & Per-Åke, 2019; Qian, Youngs, Hu, & Prawat, 2019)。過去也有相當多的文獻研究指出，由於常無法給予平等的教育環境，偏鄉學校的學生成績與都市相較具有相當程度的落差(Alokan & Arijesuyo, 2013; Jalak & Nasri, 2019)。對於科學教育，與城市對應相比，可用的資源差距很大，偏鄉學校更是處於極弱勢(Rude & Miller, 2018)，受限於師資不足、刺激不足、學生間互動不足等因素，需要各界投入更多協助與關心，包含教材、軟體的開發與人力的投入，以及透過多元的學習方式及刺激等，藉以提升對科學學習的態度(張美珍等，2017；Chen, Wang, Lin, Lawrenz, & Hong, 2014; Goodpaster et al., 2012)。

大部分偏鄉學校的學生喜愛動手操作的學習方式，儘管在學校的學習成績差，但往往在製作方面有相當不錯的表現(Chen & Lin, 2019)。若少一點的書本內容學習而有更多動手體驗進行探究，對偏鄉學生們來說更具吸引力，並且能有效地提高學習興趣及瞭解更多抽象的科學概念，以及減少他們對於學習科學的焦慮(Ramnarain & Hlatswayo, 2018)。偏鄉學校與科學類博物館合作，亦是可提升學習科學知識的方式，因為博物館的課程最常利用的方式是「探索式」及「動手做」的教學，結合展示與活動的學習策略，常可補足學校資源不足的部分(張美珍等，2017)。張美珍、王裕宏與沈益丞(2018)就針對偏鄉國小學生參與學博物館所辦理的能源教育活動，進行前、後測驗的量化分析，研究發現參與

活動後對於其太陽能的認知與能源的態度等向度均有正面影響，顯現結合科學博物館展示廳的參觀及有趣的動手做活動，確實可以提升偏鄉學童學習科學的興趣。

本研究的活動設計是考量偏鄉地區學校學生缺乏資源，與都市學校相較容易受到限制不利學習，藉由科學博物館屬非制式科學教育機構的特色，且與某國立大學合作開發與飛行科學有關之專案式動手做活動，可以在學校教育體制外，另外提供偏鄉學生科學學習機會(楊家豪、張美珍、謝百淇，2016)，而學生、家長及學校也樂於配合積極參與，因此藉由科學博物館、大學及偏鄉學校互相合作模式及整合外來的資源，相信可以協助提升偏鄉學生的科學教育(黃育真，2016)。

二、以競賽策略促進知識的學習

在學校課程中的學習，多半是平凡的，較缺乏挑戰性，尤其是在中學的階段，對於科學的學習會逐漸失去興趣(Sharaabi-Naor, Kesner, & Shwartz, 2014)，但是許多研究證明，參與科學類競賽，不但可以學習獨立研究、多樣性的知識和技能、發掘自己的潛力並提升學習自信心(Schafft, 2016)。另一方面，在創作的歷程中也可提升解決問題及創新的能力(Larripa & Mazzag, 2018; Steils & Hanine, 2016)。訓練學生參與競賽，有如專案式學習(project-based learning)的過程，因專案式學習的內涵強調以學生為主，訓練學生設計、思考及解決問題能力為方向，並以完成實際作品或發表為最後的目標(Thomas, 2000)。這種學習模式，教師擔任的是一位促進者，主要協助學生在學習時思考問題的情況及如何嘗試解決問題，鼓勵學生以小組合作方式來完成實作的作品(Simamora, Sidabutar, & Surya, 2017)。在國內，每年投入

大量資源舉辦許多競賽活動，這些競賽吸引了許多有良好潛力的中學生參加，過程中透過學校的訓練課程或是解決問題的經驗，往後對於相關的升學或是就業都非常的實用(柳金佑、朱益賢，2010)。若獲得學校的支持，將學習的過程與學科內容整合至活動之中，透過觀察與動手操作方式發展新的理解，學生在參與歷程中不但可以學習如何解決問題的技能，亦可從中獲得豐富的科學知識(范斯淳、游光昭，2016；Huang, Chiu, & Hong, 2016)。

然而，參加科學類的競賽不應只針對有天賦的學生，而且也適合引起許多不同學生群體對科學的興趣(Sharaabi-Naor et al., 2014)，如針對偏鄉學生或是學習興趣較低落的學生等(Chen et al., 2014; Schafft, 2016)，學校也應協助學生選擇適合的主題參與，如機器人、科技、化學或甚至是數學等類型的競賽活動(Blankenburg, Höffler, Peters, & Parchmann, 2016)。因參加競賽本身即是一種學習活動，可以促進學生科學知識的學習及動機，同時也會間接影響未參與競賽的學生社群、家長社群等對科學的認知、態度與價值判斷(洪榮昭、蔡志敏、李岷憲，2011；Sahin, Gulacar, & Stuessy, 2015)。Blankenburg等針對在學的國小六年級學生進行研究，在學校推動科學「競賽日」時，研究發現原先有意願參加科學競賽的學生，表示他們想學習新事物，接受挑戰，而原先未有意願參與競賽的學生，因受到刺激及感染，也發現對於競賽的內容也想進一步瞭解及嘗試，大多表達願意下次嘗試一起參與，這些結果證實競賽是可以吸引和培養學生喜愛科學的策略。因此，若以專案式學習的模式結合競賽的策略鼓勵偏鄉學校的學生參加，透過動手實作培訓探究其中運用之原理及知識，相信可以促進相關知識學習的興趣。

三、概念圖教學及成效評量

概念圖通常利用某種類型的圓或框圍起來的概念，以及兩個概念之間的關係並用連接詞來表示，概念應以階層的方式表示，一個好的概念圖可以同時具有層次的結構及概念交叉鏈接的能力，以協助理解圖中表示的某些知識領域是如何相互關聯(Novak & Gowin, 1984)，而構建概念圖的歷程比完成一個概念圖更為重要(Cañas, Reiska, & Möllits, 2017)，因學生可以隨著活動的歷程，以及利用先前的知識及過去的經驗，累加產生新的知識概念(Pruett & Weigel, 2020)。這種學習的方法，使得學生在瞭解概念之間的關係變得更明確，可以促進有意義的學習，教師可以將概念圖用於直接教學，作為課程的組織者，甚至作為評估工具(Apodaca, McInerney, Sala, Katinas, & Crisci, 2019; Sun et al., 2018)。

運用概念圖來教學，是促進創造性思考中是有效且同時提高學生思維能力的好策略(Cañas et al., 2017)，也幫助學習者辨識他們認知的架構，使其更有威力的整合模式(Mintzes, Wandersee, & Novak, 1998／黃臺珠等譯，2002)。很多研究也指出，將概念圖的教學應用在科學探究的課程上，將可幫助學生建構和整合新知識概念的能力，也有助於澄清學習者的迷思概念及對概念知識的理解(Cheema & Mirza, 2013; Eggert, Nitsch, Boone, Nückles, & Bögeholz, 2016)。尤其是針對學習低落的學生，如果在教學中使用概念圖，並且要求學生在學習時繪製概念圖，有可能成功有效地對於相關科學主題的理解，並從中獲得成就感(Novak, 1991)。

概念圖的用途之一不僅是作為一種學習工具，而且還是一種評估工具，從而鼓勵學生使用有意義的學習模式(Mintzes, Wandersee, & Novak, 2000; Novak, 1990; Novak & Gowin,

1984)。傳統的課程評量大部分透過紙筆的測驗，如選擇題或問答方式進行，雖然能夠得到客觀及可信的評量結果，但受測學生的答案是藉由題目的暗示而去喚起學習的歷程，其結果可以看出強烈的受到題目上下文的脈絡影響而回答問題(McClure, Sonak, & Suen, 1999)，且傳統的筆紙成就測驗其無法充分展現知識結構的特性(Hoz, Tomer, & Tamir, 1990)。專案式學習手冊中亦建議應遠離傳統的紙筆測驗，趨向更為生活化、真實情境的評量，目標應該是來評量實作練習，評量的方式必須能同時記錄到學習的過程及最後的結果(Markham, Mergendoller, Larmer, & Ravitz, 2003／臺灣國際教育資源網學會編譯小組譯，2007)。若利用概念圖進行評量，還可以有效地識別學生持有的有效和無效的概念想法，教師可以藉由學生所繪製概念圖之知識概念組織與結構變化情形進行檢討及提出修正建議(Chiou, 2009; Pruett & Weigel, 2020)。在實施概念圖的評量中，過程確實較困難，因為學習者首先要瞭解如何建構概念圖，而在繪製的過程中，為讓知識概念結構更準確，需由教師協助學生進行講解，對於評量的過程需要更多的時間，但透過計算各結構分數的方法，確實可以達到很好的評量效果(Fatawi, Degeng, Setyosari, Ulfa, & Hirashima, 2020; Schwendimann & Linn, 2016)。

對於概念圖評量的計分，雖然有許多種方式，如Novak與Gowin (1984)提出以概念圖結構計分方式；Besterfield-Sacre, Gerchak, Lyons, Shuman與Wolfe (2004)提出整體評分方法，透過三點量表來評估全面性，組織性和正確性；另外Segalas, Ferrer-Balas與Mulder (2010)提出，利用概念圖的分類複雜度及內部連結的數量來計分(Watson, Pelkey, Noyes, & Rodgers, 2016)。但由被採納的情形可以發現Novak與

Gowin的方法是較被肯定的，且被許多研究所引用(江憲坤、黃華山、王怡舜、施威佑、蔡佳芳，2013)。Novak與Gowin及McClure等(1999)建議可將概念圖分成包含關係、階層、交叉連結和舉例等四個結構分別計分，藉此從中更深入看出學生對某主題知識結構的瞭解程度及學習情形。Watson等針對大學生參與投石器動手做的課程，驗證了此種計分方式，根據活動前及活動後學生所繪製的概念圖進行整體計分，研究結果發現具有良好的信度、效度，在概念圖的結構分析方面，概念知識的數量活動前後具有顯著性的成長，但在概念知識的階層及交叉連結則無發現有顯著性的變化，此分析結果顯現出學生參與活動後知識的廣度具有較佳的表現，但欠缺概念知識深度的成長。

綜合上述，偏鄉學校常因學童家庭經濟處於弱勢，部分家長忽視教育的重要性，又面臨少子化的社會，學校規模縮小、教育成本墊高等因素，學童的表現學習動機明顯較都市為低，導致學校的課業成績易表現不佳。鼓勵學童以參加動手做為精神的實作競賽，成為可以刺激他們學習的動機與提升興趣的策略之一。而在評量學習成效，利用概念圖作為評量工具雖不是最新的方法，但它可以看出學生理解過程中的改變，學生在繪製概念圖時還可以利用先前的知識及過去的經驗，透過訓練產生屬於自己新的知識概念。

參、研究方法

一、研究對象

本研究採個案研究法，係針對預計參加科學博物館舉辦「全國手擲機飛行競賽」之南部某偏鄉國民中學為研究個案校，該偏鄉學校的學生總數只有50多人，經校長轉述，學校不只有學習的問題，另外全校約有七成的學生還有原生家庭的照顧問題，如隔代教

養、單親等，家庭的社經地位普遍不高。參與本計畫的10位國中學生均為自願參與者，所有學生皆參與「飛行科學探索營」的輔導，且皆是對於動手做活動或是對飛行有興趣的學生，但大多對於學校制式的學科表現較為低落，希望透過參與競賽活動的培訓增加學習信心。另外，校長在研究對象的學校已經服務第八年，對於每位學生的特質皆非常瞭解，認為這些非常適合操作型的活動，也非常支持本次活動，每次辦理活動時皆親自到場協助管理及輔導學生學習，更身兼帶領學生參與競賽之指導教師，因此本研究特針對校長以半結構式訪談方式輔以瞭解學習成效及活動內容是否符合期待等。

二、研究設計

本研究規劃「飛行科學探索」專案學習活動，輔導學生學習飛行相關科學知識，並安排實作活動實際製作手擲機。教學活動由課程設計團隊共同規劃設計，課程內容包含飛行相關的原理與概念知識，活動目標為參加在科學博物館所舉辦之「全國手擲機飛行競賽」活動，經由設計與製作手擲機的歷程，激發學生的創造力與深入探討各項原理的研究精神。另外，為引導學生運用概念圖建構有系統知識架構，同時作為其學習成效的評量工具，特於課堂間安排概念圖的繪製的教學活動，兩項活動課程內容、相關知識內涵及办理流程分別詳述如下。

(一)「飛行科學探索」專案學習活動

專案式學習活動是提供學習者機會去「主動地」運用已知的知識去探索、創造進而建構他們的新知識。根據專案式學習手冊建議，一個專案式活動規劃開始的步驟，應該先構思專案主題、決定專案的範圍及目標(Markham et al., 2003/臺灣國際教育資源網學

會編譯小組譯，2007)。因此，本研究的專案式課程設計以飛行科學為主題，並搭配108新課綱中在國中教育階段新增科技領域為專案範圍，強調提供學生動手實作的機會，引導學生學習繪製設計圖、選擇合適的材料並善用工具進行加工處理。除搭配既有之學科知識，同時也要具有面對問題、解決問題的思考歷程。在學科知識方面，並融入國中自然科學及科技領域課綱的學習內容與表現的內涵，課程設計團隊規劃之課程內容分三階段進行，第一階段教授如空氣的奧妙、伯努力原理及牛頓第三運動定律等學科知識，課程內容與生活情境案例結合，建立學習的興趣與信心。第二階段課程著重在設計飛機構造，先選用珍珠板為材料製作第一架手擲機，由過程中獲得影響飛行的關鍵知識。第三階段，再改以巴沙木為材料，製作新的手擲機，除認識不同材料的特性外，需自行設計及製作手擲機、學習投擲技巧、解決手擲機飛行問題等，這個階段必須學習如何運用材料、面對問題及解決問題，以調適應付競賽時之情境。每單元規劃三小時的課程內容，安排每個月兩次至偏鄉國民中學進行輔導教學，共計輔導教學八堂課，相關課程探討之主題、內容及知識內涵對照表如表1說明。

(二)概念圖繪製教學步驟

本研究利用概念圖引導學生進行有系統的知識建構，同時也作為學生學習的評量工具。研究者參考Mintzes等(1998/黃臺珠等譯，2002)之概念圖繪製過程，活動開始時，即透過輔導教師訓練偏鄉學生如何繪製概念圖，並從小的圖開始討論，再依活動進度慢慢拓展成大圖，每位學生在學習歷程中須完成三張概念圖，繪製歷程配合活動教學，共計歷經四個月，相關建構概念圖步驟如下：

- 1.教師解釋何謂「概念」，舉凡可以是字、符號、物件、事件等，並以身體之循環系

表1：「飛行科學探索」專案學習活動內容、知識內涵與課程課綱對應表

課程主題	課程內容	知識內涵	課綱學習內容及表現
飛機為什麼會飛	認識飛行的原理、生活中的案例與飛行原理的結合、飛機的結構介紹、操作飛機的技巧等。	學習飛行原理、飛機各部位之特有名詞概念、知識。	動手實作解決問題或驗證自己想法，而獲得成就感。(自ai-IV-1)
初階手擲機	珍珠板材料手擲機設計及製作、學習找尋飛機的重心、試飛及調整。	材料知識概念、概念及原理的認知與運用、設計圖的繪製、手工具的操作與使用。	能在實作活動中展現創新思考的能力。(設c-IV-2)
進階手擲機I	認識巴沙木材料的特性、巴沙木手擲機設計、學習使用及正確操作製作工具。	材料知識概念、設計圖的繪製、創意發想、手工具的操作與使用。	能具備與人溝通、協調、合作的能力。(設c-IV-3)
進階手擲機II	製作巴沙木飛機、重心及配重調整教學、直線飛行試飛及調整。	設計圖的繪製、創意發想、探究及問題解決。	設計圖的繪製。(生P-IV-2)
手擲機競賽探究I	製作巴沙木飛機、直線及滯空試飛及調整、競賽規則重點整理、競賽模擬。	統整飛行科學知識、材料特性的理解、探究及解決問題。	手工具的操作與使用。(生P-IV-3)
手擲機競賽探究II	手擲機飛行競賽臨場模擬、飛行科學知識概念總結。	統整飛行科學知識、材料特性的理解、探究及解決問題。	材料的選用與加工處理。(生P-IV-5)

註：表內括號標示係引用課綱學習內容與學習表現的編碼，第一碼為科目與主題，第二碼為學習階段，第三碼為流水號。「生P-IV-2」表示生活科技科「設計與製作」學習主題國中學習階段的學習內容。

統之概念圖案例，並教授概念圖的分層，上層的概念稱為「上位概念」，下層的概念稱為「下位概念」。

2. 連接詞的介紹，教師說明連接詞可以是包含以下用詞：為、是、可分、包含、組成、例……等。
3. 教師提供與「飛機」有關的五個種子概念，請學生畫出概念詞間的線條，並在連接線上以文字表示兩種概念的關係，學生可以自由延伸多個概念。
4. 教師進行飛行原理的教學，教學過程運用包含：電腦、講義、影片、教具、飛機模型等，第一次概念圖檢討。
5. 學生再度進行概念圖繪製，並鼓勵加入更多概念詞。
6. 教師進行手擲機製作教學，並進行試飛及調整，進行第二次概念圖製作。

7. 模擬手擲機飛行競賽歷程，教師進行飛行知識概念總結，並進行第三次概念圖繪製。

8. 教師評鑑及檢核學生的概念圖。

三、資料收集與分析

本研究包含量化及質性的研究工具，收集的資料包括：概念圖、飛行概念知識測驗卷、觀察紀錄及訪談資料，詳述如下。

(一) 學習單資料收集及分析

學習單係配合飛行科學探索營活動內容所發展，先由航空與太空學系教授針對飛行原理、手擲機製作及投擲技巧等內容設計出題目，再由科學博物館研究人員進行改編適合國中學生填答之內容，包含從圖形中找尋答案、填空及選擇題型之題項。學習單共分為飛行原理的基本知識、手擲機的設計與原理運用，以及手擲機投擲技巧及問題解決

等三個面向，每個面向均有四個題目，偏鄉學生參與輔導活動前，皆須接受活動學習單的測驗，以瞭解對於飛行概念知識瞭解的程度。輔導學習活動後，再進行一次學習單的後測。學習單前、後測之內容皆一樣，測驗時間間隔為四個月，藉此瞭解學生在參與輔導教學後，對於學習相關飛行科學知識的成效，題目大綱如表2所示。

(二)概念圖資料收集與分析

概念圖的資料分析主要依據Novak與Gowin (1984)及McClure等(1999)所提出的評量計分方式，為探知學生在學習科學知識之理解及改變，活動前對於受測學生先進行概念構圖教學，第一次繪製完成後，對於使用概念圖有困難之學生進行輔導，並針對概念圖的繪製進行評論，再經輔導教學後，於課堂上再繪製第二張概念圖，直至輔導教學結束後，每位受測學生共繪製三張概念圖。每一張概念圖分為四個結構成分，分別是有有效的階層、有效的連接詞、有效的交叉連結，以及有效的舉例等的標準，將概念圖的評分分為四個觀察項目，根據不同的概念圖特

徵而給予不同的計分權重，各項目計分方式為關係連接詞：檢驗每個概念詞間有效的連結，每一個有效的連結給1分；階層：提供知識結構上、下分層的關係，整體以最長的階層級中，每一個有效的階層連結給5分；交叉連結：不同層次結構中的概念詞間的關係，每一個交叉連結分支給10分；例子：表現領域知識的特殊性，每一個例子給1分(圖1)。

(三)質性資料收集及分析

研究者參考文獻探討之偏鄉學校經營之問題、偏鄉學生學習特質，以及非制式教育的活動策略等，建構成本研究欲蒐集之構面因素。活動前，研究團隊先至該偏鄉學校觀察及與帶隊教師(校長)預訪，以利編製課程內容及研究工具，因而符合「明顯效度」(apparent validity)，即測量工具與觀察現象有非常密切的結合。本研究透過課程中的觀察紀錄及帶領參與競賽隊教師訪談資料分析，藉以瞭解學生參與課程學習之情形，觀察的內容以專案式學習活動的要旨，包含三個大項：1.課室內的學習：學生上課參與、小組合作及教師的互動情形；2.製作手擲機的過

表2：飛行科學知識概念學習單題目對照表

題目大綱	概念知識內涵
請將飛機主要構造的部位填入圖中空格。	認識飛機的構造、飛行
一般飛機在飛行中最主要受下列哪四種力量影響？並請將這四種力量正確填入圖中。	基礎原理
你認為飛機的主要機翼橫切面形狀應是下列何者較能幫助飛行？	
與鳥類的飛行比較，你覺得飛機是否一定要有尾翼？為什麼？	
一般設計飛機時，主機翼兩邊如圖所示會微微向上翹，你覺得原因是什麼？	手擲機的設計、飛行原
設計一架手擲機時，重心位置的設計需要適當才能飛得穩健，請問重心應該落在圖中哪一個位置？	理運用
你覺得圖中何種路線是投擲手擲機時重心設計良好的飛行路線？為什麼？	
設計一架手擲機時，下列圖中哪一種尾翼模式，可以幫助拉高機頭，向上飛行？	
準備投擲時，手應該抓在圖中飛機哪一個部位較好？為什麼？	手擲機投擲技巧、問題
投擲手擲機時，手是否用力越大，就能夠飛得又高又遠？請寫出原因。	解決能力
練習投擲手擲機時，若發現飛行器往右邊滑行，你認為原因是？	
練習投擲手擲機時，若發現飛行器的機頭部位很快就朝下並降落，你認為原因是？	

程紀錄，如工具運用及材料加工；3.試飛調整的問題解決。在訪談方面，研究團隊參考文獻探討所述影響偏鄉學校的因素，如偏鄉學校經營困境，影響學生學習的因素等，定義出本研究欲蒐集之訪談面向，以利編製研究工具，擬定訪談大綱後，並透過兩位專家審定(某國立大學教授、科學博物館研究員)，訪談執行時間在輔導教學完後進行，以瞭解校長對於偏鄉學校經營的看法、對於本次活

動的成效與活動建議等，本次研究訪談大綱及對應之面向因素如表3。

質性資料經過研究團隊一同整理與分析，並進行三角校正，藉由不同研究者就各資料來源分別從事分析，隨後進行討論後，以呈現最後主張的共識。研究者先將錄音檔及觀察紀錄轉謄為逐字稿，資料整理完畢之後再進行編碼。為方便日後研究之分析，校長代碼為P，訪談形式代碼為I；學生代碼為

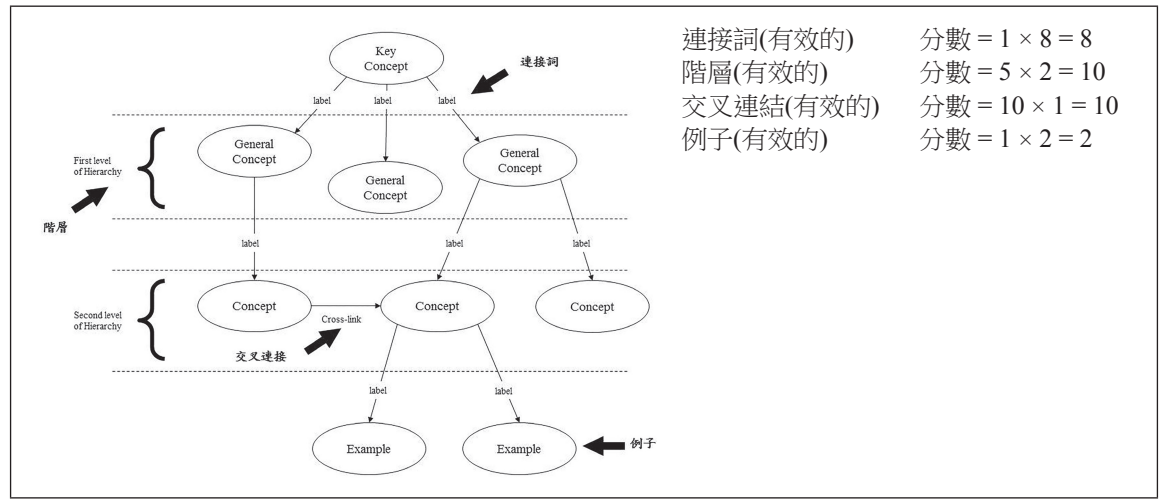


圖1：概念圖評量方式分數計算圖

資料來源：“Concept map assessment of classroom learning: Reliability, validity, and logistical practicality,” by J. R. McClure, B. Sonak, & H. K. Suen, 1999, *Journal of Research in Science Teaching*, 36(4), p. 483.

表3：校長訪談大綱

編號	大綱內容	面向
1	以目前學校的經營方面您認為遇到的困境是什麼？（如教師的資源不足？學生數不足？）	學校經營困境
2	學校的學生在制式教育的環境下，學生的學習在課堂上的表現，是否有達到您的期望？或是需要加以改進的地方？	學生學習表現與特質
3	學生除了學校的課堂學習，您是否鼓勵參加非制式的課程活動，你期望學生能夠從中獲得什麼？（技能、升學管道，或是培養團隊精神……）	非制式的教育活動
4	就您的觀察，經過這幾個月的手擲機課程，您覺得學生的表現是否有達到您的想法？（如學習手擲機的飛行原理？培養動手做的興趣？參加比賽的動機？）	活動學習成效
5	針對這次的活動，您是否有什麼建議？	活動內容的建議

S，觀察形式代碼為O，本研究所蒐集資料編號方式如表4所示。

肆、研究結果與討論

一、研究對象基本資料分析

本次參與之研究對象為南部某偏鄉國中學校，共計10位學生參與活動，在學生的性別方面，經分析以男性居多(共有八位)；年級方面，八年級有五位，七年級的新生有二位學生參與，因學校的全體學生數不多，校長是採鼓勵的性質，希望各年級都有學生，因此九年級的學生亦有三位參與，也期望藉此參與競賽經驗爭取優勝，可作為後續升學助益；而平時在學校較喜歡的課程中，體育課程是最多人選擇(共有五位)，其次是生活科技課程(共有四位)，語文及音樂課程則有一位，但對於數學、理化或是地球科學等課程，則無任何人選擇，因此參與活動的學生們，偏向動態類及可動手操作的課程較感興趣；而對於飛行概念知

識的來源，因大多有參與學校無人機社團(共有七位)的經驗，與飛行有關原理或概念來源大都來自於學校社團，顯現參與活動的學生們大都已有一些基礎的飛行概念知識。

二、飛行概念知識學習單分析

本研究為分析參與活動之偏鄉國中學生對於飛行概念知識改變情形，分別依「飛行基礎概念知識」、「手擲機設計與原理運用」、「手擲機投擲及解決問題」等三個因素進行活動前、後測，學生成績表現詳如表5所示。在「飛行基礎概念知識」方面，答對率皆為最高(活動前70.0%、活動後87.5%)，顯現出這些參與活動的偏鄉學生由於大多具有參與無人機社團活動的經驗，對於飛機的構造及飛行的基本原理等皆有較高的認知，另一方面在參與活動時，由於輔導老師透過模型飛機介紹、飛行姿態的影片及實驗探究(如伯努力原理實驗)等，加深學生對於飛行基礎概念知識的理解，在活動後其答對率也有

表4：質性資料編號引用示例表

引用資料	資料編號
偏鄉學校很麻煩的是，若你沒有發展出這些額外的輔助課程及有趣的課程，他們真的覺得學習很沒有趣，就不想來，他的原生家庭也無法照顧他們，問題更惡化。(P-I-7-4)	本資料為校長受訪者代碼P，訪談形式代碼I，回答資料編號7第4段落。
按照老師所建議的，自己設計出上反角的飛機，但刚开始飛不好，但經過多次調整與測試，最後在課程結束前，在直線飛行飛得不錯。(S4-O-2-1)	本資料為學生代碼S4，觀察形式代碼O，記錄時間為第2堂課程第1段資料。
主翼跟尾翼中間那一段要磨圓的。(S1-I-2-31)	本資料為學生代碼S1，訪談形式代碼I，訪談逐字稿第2頁第31行資料。

表5：飛行概念知識學習單測驗成績分析表(N = 10)

知識內涵	前測		後測	
	平均數	答對率(%)	平均數	答對率(%)
飛機的基本構造及基本原理認知	2.80	70.0	3.50	87.5
手擲機設計／原理運用	2.30	57.5	3.20	80.0
手擲機投擲／解決問題	2.00	50.0	3.40	85.0

顯著性的成長。但從學習單的題項發現，學生在填答飛機飛行中所受的力量，如在飛行時受空氣影響產生的阻力，以及飛行器所產生的推力，部分學生無法填入正確的位置及受力方向；另外在填答飛行器尾翼的功用，雖然上課時，輔導老師有透過模型飛機及搭配影片來完整說明如何控制飛行方向，但仍有少部分同學無法完整回答分為垂直尾翼與水平尾翼分別控制升降及左右方向的功能。

而在手擲機投擲設計及製作的學習方面，由於所有學生皆為第一次參與製作手擲機的活動，活動前在整體學習單的答對率較低(分別為57.5%及50.0%)，如無法知道如何找尋手擲機的重心位置，以及選擇手擲機正確的飛行路線，且對於如何修正手擲機的飛行姿態也無正確回答，但經過六梯次活動的參與，輔導老師透過試飛及競賽模擬，過程中教導學生如何調整投擲姿勢、修正飛行的重心及偏向問題，其答對率則能提升至85.0%，這些成長亦可以從觀察紀錄中得知，學生在學習歷程中為求得競賽時的成績，不斷地練習投擲及修正，也因此提升團隊合作與解決問題的能力。從飛行概念知識學習單測驗成績顯示，在飛行原理、概念知識及手擲機的設計製作與投擲技巧等部分均有明顯的進步。

三、飛行科學知識概念圖評量之分析

參與學生繪製完成概念圖後，經由兩位教師進行評分，為求評分一致性，本研究採用Spearman等級相關(Spearman rank correlation)求信度指標。Spearman等級相關適用於兩位以上評分者評多個人的成績，代表評分者的信度指標，亦即評審之間的一致性(吳明隆、涂金堂，2006)。本研究經由計算三張概念圖的整體分數，經檢定結果，從第一張概念圖至第三張概念圖的Spearman等級

相關係數分別為.820、.675與.725， p 值分別為.004、.032與.018皆小於.05，達顯著水準，顯示兩位評審者的評分間有顯著相關存在，亦即評分者間的評分結果頗為一致。

為瞭解學生對於參與活動後偏鄉學生對於飛行科學概念的成長，本研究透過課程前後的三張概念圖的總成績，算出期間之差異性，並經由相依樣本檢定，分析第一張概念圖(活動前)及第三張概念圖(活動後)之各項觀察項目及整體總分差異性，藉以瞭解課程學習的成效。從表6的分析資料得知，從第一張概念圖的平均數(20.1)、第二張概念圖的平均數(30.7)至第三張概念圖的平均數(36.8)呈現漸進的增加，可以得知其中學生對於飛行科學概念知識具有顯著的成長。

因本次受測學生人數為10人，屬小樣本數，且測量資料為間斷變數，為探知課程前後偏鄉學生之學習效果，本研究依吳明隆(2010)建議採無母數統計相依樣本檢定，透過活動前所繪製之第一張概念圖與活動後繪製之第三張概念進行比較，運用魏克遜符號等級檢定(Wilcoxon signed-rank test)檢定結果如表7所示，得知包含概念連接詞、最高階層以及交叉連結數量等觀察項目，學生在參與活動後皆有顯著之成效($p < .05$)。為進一步量測顯著性的關聯強度，本研究採用Field (2013)建議的方法，計算各結構面的效果量(r)，並依據Cohen (1992)判斷效果量的標準，顯示各結構皆具有較大之效果量($r \geq .5$)。但探究其觀察項目，發現在階層及交叉連結的數量課

表6：概念圖評量總成績分數表($N = 10$)

概念圖	平均數	標準差	最小值	最大值
第一張	20.1	7.18	5	28.5
第二張	30.7	9.48	16	49.5
第三張	36.8	11.87	18	52.5

程前後成長較少，如活動前概念圖對於交叉連結的數量中位數為0.00，但參與活動後中位數只成長為0.50；另外，活動前最高的階層數中位數為2.00，活動後僅成長至3.00個階層，活動中雖經輔導老師概念圖的教學及檢討，偏鄉學生仍無法畫出較多的數量，顯現偏鄉學生對於飛行認知概念跨越至另一個階層的概念連結性較低，亦即缺少多元之創意思考。

以S8學生的概念圖為例，研究團隊發現上課之前對於具備飛機的概念知識較少，僅能畫出與飛機構造有關的部位，包含主翼、機身、輪子、方向舵等有效的基本概念詞(圖2)，

無法連結更多與飛行原理或影響飛行姿態相關之關鍵詞句，但經由四個月的輔導課程活動後，S8學生(圖3)的第三張概念圖除能描述出包含飛機組成部位及影響飛行的各種力量，亦能指出在機翼上方製作出「上反角」以增加飛機飛行的穩定度等概念詞句，但缺少跨階層之交叉連結。另外，亦可發現S8學生知道在練習投擲手擲機時，如何修正飛行姿勢的技巧及解決問題的技巧，如飛機偏右或是機頭偏重時，適當的調整尾翼角度或是配重等。從上述S8學生概念圖的繪製成果，對應飛行科學探索專案學習活動，由於第四次活動開始，內容安排包含製作巴沙木飛

表7：活動前後概念圖各項觀察項目檢定分析表

評量項目	中位數		相依樣本檢定(活動後－活動前)			效果量
	活動前	活動後	Z	p	r	
連接詞	9.25	16.25	-2.805	.005	.627	較大
最高階層	2.00	3.00	-2.481	.013	.555	較大
交叉連結	0.00	0.50	-2.460	.014	.550	較大
概念圖整體總分	20.50	37.50	-2.805	.005	.627	較大

註：Z值採用魏克遜符號等級檢定(根據負等級)；r值為效果量($r = Z/\sqrt{N}$ ，其中N = 20為參與前、後測的學生總數)。

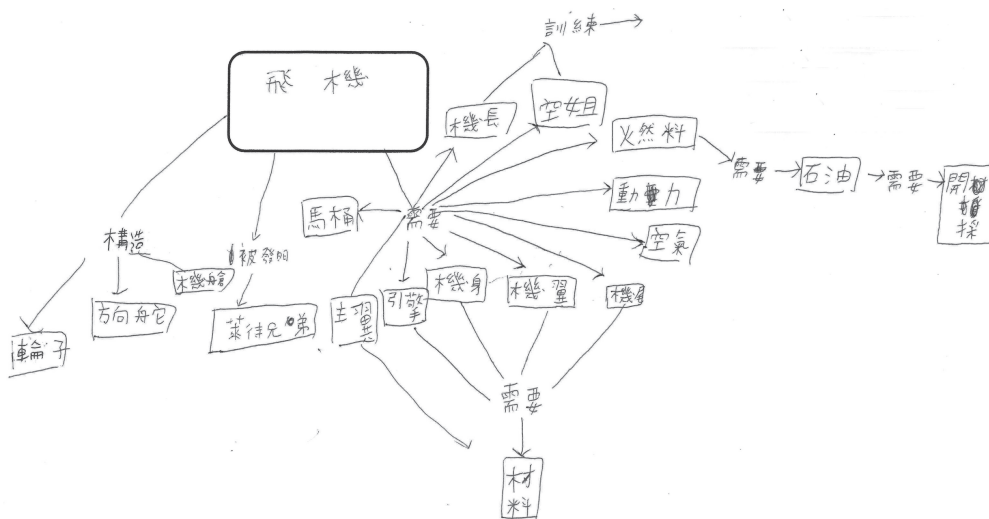
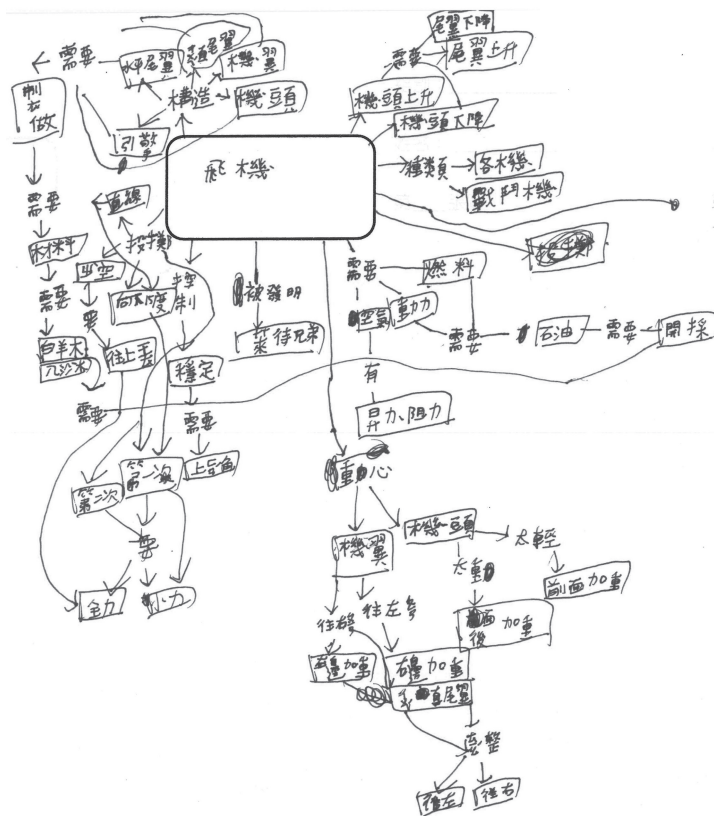


圖2：S8學生的第一張概念圖



機、飛行試飛及調整及模擬競賽等，輔導老師讓學生動手實際完成作品，並透過測試及試飛來修正問題，這些學習成效確實能反應在概念圖的繪製中。

在繪製概念圖的歷程中，輔導老師雖然期望學生在每次繪製上能夠增加概念詞的數量，且能有跨越階層的概念出現，但仍發現部分學生對於繪製概念圖仍有局限，且有很多錯誤的連接詞用法，如以S3學生繪製的概念圖為例(圖4)，將飛機的「機頭」與「阻力」之間，及「垂直尾翼」與「控制方向」之間皆以「需要」為連接詞，但經比對S3學生的飛行概念學習單對於影響飛行的四種力量卻是能夠正確表達，顯然在繪製概念圖中，對於概念詞的上、下位階，以及概念詞

句的連結用法不甚瞭解，導致亦無法表達正確的飛行原理與概念。另針對概念學習的部分透過訪談(飛機怎麼飛？如何控制飛機？)，從S3學生的訪談回饋中發現，他對飛行原理的沒有興趣，無法回應相關的概念學習，僅記得要找重心「讓他平衡……找飛機的重心啦！」(S-I-2-20)

綜合歸納本研究團隊教導偏鄉學生繪製概念圖，繪製的過程比一般的評量確實較困難，除花費較多的時間進行輔導教學，並且需與學生多次提醒、討論及修正建議 (Fatawi et al., 2020)。但在繪製的結果上，研究團隊者發現偏鄉國中學生透過動手做的學習活動，結合先前的背景知識，在飛行科學概念知識上，對於飛機飛行原理、設計製作

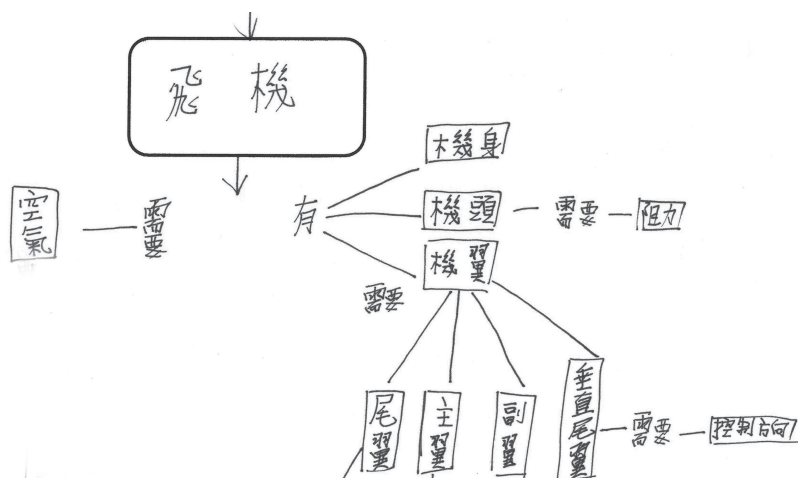


圖4：S3學生錯誤使用連接詞的概念圖例

及解決問題能力有明顯的增長，這個結果與Apodaca等(2019)及Sun等(2018)提出的論點相似，透過繪製概念圖的過程，可以促進學生在概念知識間的理解，是一種具有意義的學習方法，此結果亦可確認達到本次專案學習活動的學習目標。另外，在歷經繪圖歷程中，雖然發現飛行概念知識有顯著的增加，但亦發現對於概念圖中的交叉連結及階層的數量增加較少，由於具有層次的結構以及概念交叉連結的能力，可以協助圖中的某些概念知識的深入詮釋及理解跨層次的關聯性，與Watson等(2016)的研究結果相似，顯示學生參與短期的活動後，整體的概念知識廣度有較佳的表現，但較欠缺深度的成長。

四、課程觀察紀錄及訪談資料分析

本研究除透過概念圖及學習單分析輔導過程中學生的學習成效外，另輔以研究團隊的觀察紀錄、學生及帶隊參與競賽的校長訪談，採析個案學校在本活動實施歷程中的問題與因應之道，期能將本輔導經驗作為後續偏鄉國中推展飛行相關活動的重要參考，相關研究質性資料分析成果如下。

(一)個案學校學生對正規課程的學習成就較低落，透過操作型的實作課程，可增進其學習興趣

學生對於制式課程學習較不喜歡，大都屬於喜歡操作型的學習，傳統的學科教學方式容易造成學習意願低落甚至逃學。從觀察紀錄及訪談中發現，當輔導老師著重在飛行原理或知識教學時，大多學生顯得較無興趣，但在動手製作手擲機時就顯得很積極參與，「跟著試飛是最喜歡的，老師上課講些原理不喜歡……我喜歡自己做，看到自己的成績」(S3-I-4-13)、「因為可以動手，也可以下去試飛」(S6-I-4-2)。從這些訪談資料分析發現與Chen與Lin (2019)所提出的觀察結果很類似，雖然制式學科的學習動機及成績較差，大部分偏鄉學校的學生喜愛動手操作的學習方式，期望在競賽有相當不錯的表現。而亦和Ramnarain與Hlatswayo (2018)對於偏鄉教育的觀點相同，少一點的書本內容學習而有更多動手體驗進行探究，對偏鄉學生們來說更具吸引力。因此，利用實作為主的競賽活動融入學科的學習，變成吸引他們學習的另類策略之一。

我們學校的學生正常學習成就大都很低落，大都屬於操作型的學習，必須反覆的操作達到學習技巧經驗，傳統的學科，書籍大家都用一樣的教材，可能遇到障礙，學習效率會很低，例如學生對於閱讀及文字理解，與市區的學校相比差很多。(P-I-7-1)

偏鄉學校很麻煩的是，若你沒有發展出一些輔助及有趣的課程，他們真的覺得學習很沒有趣，就不想來，他的原生家庭也無法照顧他們，問題更惡化。(P-I-7-4)

首堂課程在介紹飛機原理或相關知識時不太有興趣，上課亦容易不專心及趴在桌上，只有在開始動手製作珍珠板手擲機時，則較有興趣，使用工具方面，美工刀也有基礎，也能在時間內完成。(S9-O-1-1)

(二)以培訓參與競賽的策略，確實可以達到提升學習的正向態度及問題解決的能力

經過四個月期間，包含假日的輔導課程及平日的自行練習，校長觀察學生的變化，發現他們在製作時非常的投入，遇到問題時亦會自己去尋找解決問題的方法，因為有參賽的挑戰與激勵，部分的同學甚至利用平日午休的時間至社團教室練習製作，也認為這些學習態度的改變與成效，雖然無法於短時間看出來，但在未來一定能夠促進他們在學校學科的學習。例如從校長的訪談及觀察資料發現，在製作手擲機時，學生們找尋適當的工具或方法來縮短製作的時間；而面對飛行姿態有問題時，就會利用課程所學調整機翼角度，且不斷地去調整與測試，這些學習成效和Schafft (2016)、Steils與Hanine

(2016)、Larripa與Mazzag (2018)等的研究結果相似，參與競賽的好處，不但可以學習多樣性的知識和技能，歷程也可提升解決問題的能力。此也呼應Sharaabi-Naor等(2014)所述，認為參加科學類的競賽不應只針對有天賦的學生，也適合引起許多不同學生群體對科學的興趣。

我有在觀察孩子的變化，這個課程對孩子有很多好處，他們非常的投入，給他們一個學習的機會及經驗的累積，透過這個學習經驗，再回歸到傳統學習的時候，就比較能夠適應。(P-I-12)

我發現他們學習如何製作或是投擲手擲機的時候，他們就會思考，為何他的手擲機飛成這樣？產生問題後，他們會主動回去找他們的問題點，自己去找他們的解答，那這些就是訓練亦是學習。(P-I-10)

學生會改良且自己想出省力的方法，增加切割的速度，縮短手擲機製作時間，亦會運用尺來調整主機翼的高度及上反角的角度，並協助旁邊的學生進行調整。(S6-O-3-1)

按照老師所建議的自己設計出上反角的飛機，剛開始飛不好，但經過多次調整與測試，最後在課程結束前，在直線飛行的成績表現得不錯。(S4-O-2-1)

(三)校長期望學生能夠盡力發揮參與競賽即可，同時希望藉由這個機會能成立社團長期經營，部分參與學生也表達返校協助的意願

校長希望學生都能夠知道學校或是師長對他們的投資，除了輔導課程外，平常也會訓練他們的比賽的膽量，且要盡力表現，

至於競賽有無得獎則是其次：「我們學校的學生必須反覆的操作達到學習技巧經驗，若參加競賽前，會請全校的學生來看，建立臨場的經驗，怕會怯場」(P-I-4)；「我要跟他們講一個觀念，校長負責幫他們把舞臺搭起來，一但你站上舞臺，就要盡力表現出你能夠做到的，這是你的責任，我的孩子盡力表現後，我就很滿足了」(P-I-14)。

校長對於學校的學生能夠藉由參與這次的輔導教學活動，進一步能夠參加規模較大的競賽，這樣的策略感到非常喜愛，期望能藉由此次活動讓學生把經驗傳承下來成立手擲機社團，長久經營。另外，訪談中詢問學生對學校成立社團的態度及未來是否繼續參加，部分學生表達返校幫忙的意願「會回來啊！請假回來承接，然後教導他們」(S3-I-5-7)。

這個課程剛好也可訓練他們包含心理素質的提升(挫折的承受能力)、做事的態度改變及一些技能等，我個人非常喜歡他們參與這次的活動。這次的課程結束後，後續我們希望能夠成長久。(P-I-6)

對學生參與這次活動的期望，我的看法是要做一個長期性的經營，未來就有一個手擲機社團，不會把它當作一次性的活動，跟其他多元主題的社團一樣，讓學生去摸索，但我需要專業的老師或人員，固定來這裡看孩子有沒有需要改進，或是社團的運作需要加強的。(P-I-8)

本研究透過上述校長的訪談分析資料發現，偏鄉學校的學生成績與都市相較具有相當程度的落差等困境，這些訪談資料分析的結果和Beach等(2019)、Rude與Miller (2018)、Alokan與Arijesuyo (2013)等對於偏鄉科學教育的認知雷同。而運用參與競賽的策略，尤其

是強調動手做科學類的競賽活動，確實能夠引發學生學習的動機及興趣，從中獲得科學知識，進一步可以提升自信心，這項結果也和Schafft (2016)、范斯淳與游光昭(2016)、Sahin等(2015)、Huang等(2016)的研究成果相同。

伍、研究結論與建議

本研究以輔導偏鄉國中學生參加全國性競賽為策略，規劃飛行科學探索專案學習活動，於南部偏鄉國中進行為期四個月的實驗教學，記錄學生的學習歷程，並以概念圖繪製及學習單(測驗)分析學生學習飛行科學學習成效，同時探討本策略之活動規劃在偏鄉學校實施的困難與解決之道，期能以作為後續偏鄉國中推展飛行相關活動的重要參考。依研究結果與討論提出下列結論及建議，同時提出本研究設計上的限制。

一、結論

(一)透過參與競賽的策略所設計的專案式學習活動，可以促進偏鄉學生的學習動機，並可增進其科學與科技的學習

本研究以輔導偏鄉國中學生參加全國性競賽為策略，由於個案學校對於正常學科教育的學習動機大都很低落，但對於操作型的活動則非常熱衷。個案學校的校長更認為一個提供學生學習的機會及舞臺，是學校應該積極配合的任務。尤其在觀察學生準備競賽的歷程中，找尋資源解決問題，也不斷地反覆練習操作，學生最後皆能自行設計製作完成屬於自己的手擲機，不僅反應出其對飛機各部位功能、結構及飛行原理的學習，從其解決手擲機製作與投擲不順的問題上也可顯示其透過動手實作的過程進行問題解決的學習成效，這種專案式的學習活動，確實能刺激學習，尤其針對學習低落的學生，可以改

變對學科學習的態度提升興趣。因為學習過程獲得成就，加上對參與競賽的憧憬，也提升了學生的學習信心。

(二)本輔導活動中透過概念圖的繪製教學及評量顯示有助於個案學生在飛行知識概念的建構

本研究發現學生先前對於飛行科學知識的概念來源，皆是自行從網路或是學校的社團活動中獲得，但是所獲得的知識無法深入瞭解其原理，且甚至部分為錯誤之觀念，如不正確的上、下位概念連結，或是部分概念未做關聯性等。尤其在交叉連結及階層的數量無發現有顯著性的變化，大多學生在參與短期的活動中，概念知識的數量在活動後有明顯增加，代表概念知識的廣度具有較佳的表現，證實學生努力的投入與學習，但欠缺概念知識深度的成長。另外，雖然概念圖的繪製在本研究中有部分實施上的難處，如部分學生對於繪製概念圖並不感興趣，輔導教師須花費較多時間進行概念圖教學及檢討，但仍不失為一個記錄學生成長及評量學習成效的良策。

(三)偏鄉學校雖有諸多不利條件，提供合宜的輔導與配套仍可實施飛行科學探索專案式學習活動

由於偏鄉學校因交通不便，外部給予的教學支援多為短暫性，當活動告一階段，往往留下來的只有硬體設備，相關的教材與教學策略是否能持續被偏鄉學校教師使用仍是一個很大的考驗，然這樣的學習往往容易流於曇花一現，剛發展的學習興趣因此停擺，在學習成效上造成很大的阻礙。然此次飛行科學探索專案式課程雖屬於短期的活動，卻經由校長的訪談資料得知，期望能藉由此次活動讓參與訓練的學生把經驗傳承下來成立一個持續性的社團，並將每年參與競賽定為

目標。顯現本次的活動雖然只是短期競賽培訓，但因為專案式課程的教案受到學生與教師的認同，而產生成立社團持續推動的做法，也讓教材及教學策略得以延用，此為本次研究具價值之處。此外，校長也期待能有專業的專家持續來輔導教學，發展成偏鄉學校特有的專案式的探究學習模式。

二、建議

(一)活動的內涵應朝更有趣的方向設計並加入多元影響因素加以深究

本次研究的場域以鼓勵學生透過實作並參與競賽為策略，過程中雖然學生非常投入的製作與學習，但透過研究者在旁觀察，發現遇有需要講解與學科知識有關的教學時，部分學生似乎不太有興趣，就如校長提到學生大都是屬於「操作型」的學習，後續規劃偏鄉學校的活動時，建議考慮以互動性或教具操作教學輔助原理解說，以吸引學生注意。另一方面，對於本次活動的影響因素，包含上課學員滿意度、教師的概念圖及對於解決學員問題之扮演角色等影響因素，建議未來可再深入探討。

(二)課程中應加強概念圖的教學內容及增加訓練學生繪製的能力

利用概念圖為評量工具方面，偏鄉的國中學生雖經學習繪製概念圖，描繪出與飛行科學知識有關的概念，雖經教師鼓勵、檢討及提供範例等，但有些學生還是沒有興趣繪製，過程中亦出現不正確的概念或連結，研究團隊亦很難從概念圖中找出橫向的交叉連結，顯示出對概念圖缺乏深入的瞭解，缺乏跨層次的創意思考。因此，在未來相關活動設計時，建議應再加強輔導學生學習繪製概念圖的正確方法與規則，也可考慮透過團隊合作及相互討論方式，引發繪製的興趣。

三、研究限制

本研究因偏鄉學校學生人數有限，且以志願參與的方式募集參加的對象，實難安排對照組進行教學，只能採單組前、後測設計，以研究對象作為自身的對照，在研究設計上確有局限，研究者透過多元的研究資料收集策略包含歷程觀察紀錄、半結構式訪談等，分析學生的學習表現，期能完整呈現本研究教學策略對學生學習的影響，本研究結

果可作為其他偏鄉學校實施相關學習活動的參考，但不宜推論至不同情境或其他學校。

誌謝

本研究受科技部計畫補助「科普活動：全國手擲機飛行競賽暨飛行科學探索營」，計畫編號：MOST 108-2515-S-359-003-，另感謝審查委員提供寶貴意見，對本文裨益良多，特致謝忱。

參考文獻

1. 王裕宏、劉佳儒、張美珍(2019)。以結構方程模式探討影響高中學生團隊參加創意競賽表現之因素。*科學教育學刊*，27(2)，73-95。doi:10.6173/CJSE.201906_27(2).0001
[Wang, Y.-H., Liou, J.-R., & Chang, M.-C. (2019). Study on the factors affecting the team performance of senior high school students in the creative contest by using structure equation modeling. *Chinese Journal of Science Education*, 27(2), 73-95. doi:10.6173/CJSE.201906_27(2).0001]
2. 江憲坤、黃華山、王怡舜、施威佑、蔡佳芳(2013)。以概念構圖評量方式探討多維度概念圖學習成效之研究，*資訊管理學報*，20(3)，315-340。
[Chiang, H.-K., Huang, H.-S., Wang, Y.-S., Shih, W.-Y., & Tsai, C.-F. (2013). The study of learning effects by using multidimensional concept map with concept mapping assessment. *Journal of Information Management*, 20(3), 315-340.]
3. 吳明隆(2010)。*SPSS操作與應用：變異數分析實務*。臺北市：五南。
[Wu, M.-L. (2010). *SPSS operation and application—Practice & analysis of variance*. Taipei, Taiwan: Wu-Nan.]
4. 吳明隆、涂金堂(2006)。*SPSS與統計應用分析*。臺北市：五南。
[Wu, M.-L., & Tu, C.-T. (2006). *SPSS & the application and analysis of statistics*. Taipei, Taiwan: Wu-Nan.]
5. 侯采伶(2016)。用桌遊來翻轉學習——以國中數學質數為例。*臺灣教育評論月刊*，5(5)，132-137。
[Hou, C.-L. (2016). Yong zhuoyou lai fanzhuan xuexi—Yi guozhong shuxue zhishu wei li. *Taiwan Educational Review Monthly*, 5(5), 132-137.]
6. 柳金佑、朱益賢(2010)。國中生與高中生在班級科技競賽中之參賽表現與問題解決能力差異之研究。*臺東大學教育學報*，21(1)，31-55。doi:10.6778/NTTUERJ.201006.0031
[Liu, C.-Y., & Chu, Y.-H. (2010). The differences of problem-solving ability and performance

- between junior and senior high school students in technology competition. *NTTU Educational Research Journal*, 21(1), 31-55. doi:10.6778/NTTUERJ.201006.0031]
7. 范斯淳、游光昭(2016)。科技教育融入STEM課程的核心價值與實踐。《教育科學研究期刊》，61(2)，153-183。doi:10.6209/JORIES.2016.61(2).06
- [Fan, S.-C., & Yu, K.-C. (2016). Core value and implementation of the science, technology, engineering, and mathematics curriculum in technology education. *Journal of Research in Education Science*, 61(2), 153-183. doi:10.6209/JORIES.2016.61(2).06]
8. 洪萱芳、林英杰、顏瓊芬(2019)。偏鄉學生面臨科學探究式專題導向教學法之學習挑戰。《科學教育學刊》，27(2)，121-145。doi:10.6173/CJSE.201906_27(2).0003
- [Hung, H.-F., Lin, Y.-C., & Yen, C.-F. (2019). Challenges in adopting place-based science-inquiry project-based learning pedagogy in rural schools. *Chinese Journal of Science Education*, 27(2), 121-145. doi:10.6173/CJSE.201906_27(2).0003]
9. 洪榮昭、康鳳梅、林展立(2003)。傑出科技創作學童創造特質分析——以機器人競賽為例。《師大學報：科學教育類》，48(2)，239-254。doi:10.6300/JNTNU.2003.48(2).05
- [Hong, J.-C., Kang, F.-M., & Lin, C.-L. (2003). An analysis of technological creativity in Taiwan's primary school students. *Journal of Taiwan Normal University: Mathematics & Science Education*, 48(2), 239-254. doi:10.6300/JNTNU.2003.48(2).05]
10. 洪榮昭、蔡志敏、李岷憲(2011)。科學與科技競賽相關活動之辦理——以活動理論觀點進行分析。《教育資料與研究》，101，159-192。
- [Hong, J.-C., Tsai, C.-M., & Li, M.-H. (2011). The organization of sciences and technology competition—Based on the activity theory. *Educational Resources and Research*, 101, 159-192.]
11. 陳延興、朱秀麗(2018)。一所學校型態創新混齡實驗教育學校的成長與蛻變。《師資培育與教師專業發展期刊》，11(3)，109-135。doi:10.3966/207136492018121103005
- [Chen, Y.-H., & Chu, H.-L. (2018). The growth and change process of a school implementing the innovative multi-grade experimental project. *Journal of Teacher Education and Professional Development*, 11(3), 109-135. doi:10.3966/207136492018121103005]
12. 陳麒、高台茜(2019)。翻轉教學應用於偏鄉網路課輔國小高年級數學之成效。《當代教育研究季刊》，27(2)，1-37。doi:10.6151/CERQ.201906_27(2).0001
- [Chen, Q., & Kao, T.-C. (2019). Applying the flipped classroom instructional model to the rural online tutoring program in upper elementary mathematics. *Contemporary Educational Research Quarterly*, 27(2), 1-37. doi:10.6151/CERQ.201906_27(2).0001]
13. 郭俊呈、侯雅雯(2017)。翻轉教室觀點融入偏鄉教育之省思。《師資培育與教師專業發展期刊》，10(1)，33-47。doi:10.3966/207136492017041001002
- [Kuo, C.-C., & Hou, Y.-W. (2017). Considering flipped classrooms in rural schools. *Journal of*

- Teacher Education and Professional Development*, 10(1), 33-47. doi:10.3966/207136492017041001002]
14. 張美珍、王裕宏、沈益丞(2018)。科學博物館能源教育活動對於國小學童能源知識與態度影響。高雄師大學報：自然科學與科技類，44，19-41。
[Chang, M.-C., Wang, Y.-H., & Shen, I.-C. (2018). The influence of museum energy education program on elementary pupils' knowledge and attitude. *Kaohsiung Normal University Journal: Sciences and Technology*, 44, 19-41.]
 15. 張美珍、莊楊峻偉、王裕宏(2017)。科學博物館辦理偏鄉科普推廣活動之成效分析。科技博物，21(2)，5-26。
[Chang, M.-C., Chuang Yang, C.-W., & Wang, Y.-H. (2017). The impacts of science museum outreach program in schools in remote areas. *Technology Museum Review*, 21(2), 5-26.]
 16. 黃元彥、劉旨峰、林俊閔(2019)。機器人學習活動中的程式學習困境：以南投縣偏鄉機器人中學社團為例。數位學習科技期刊，11(2)，1-35。doi:10.3966/2071260X2019041102001
[Huang, Y.-Y., Liu, Z.-F., & Lin, C.-H. (2019). The difficulty of programming learning in the robotics learning at the rural area: An example from Nantou junior high school. *International Journal on Digital Learning Technology*, 11(2), 1-35. doi:10.3966/2071260X2019041102001]
 17. 黃玉幸(2017)。偏鄉小校補救教學師資之省思。臺灣教育評論月刊，6(9)，93-96。
[Huang, Y. S. (2017). Pianxiang xiaoxiao bujiu jiaoxue shizi zhi xingsi. *Taiwan Educational Review Monthly*, 6(9), 93-96.]
 18. 黃育真(2016)。科學學習生態系統之民族誌研究：博物館-大學-學校-部落合作模式。未出版之碩士論文，國立中山大學教育研究所，高雄市。
[Huang, Y.-c. (2016). *An ethnography of a museum-university-school-indigenous community (MUSIC) in a science learning ecosystem*. Unpublished master thesis, National Sun Yat-sen University Institute of Education, Kaohsiung, Taiwan.]
 19. 黃昭勳(2019)。從「教育機會均等」觀點檢視偏鄉教育發展現況。臺灣教育評論月刊，8(4)，127-134。
[Huang, C.-H. (2019). Cong "jiaoyu jihui jundeng" guandian jianshi pianxiang jiaoyu fazhan xiankuang. *Taiwan Educational Review Monthly*, 8(4), 127-134.]
 20. 楊家豪、張美珍、謝百淇(2016)。偏遠地區教師帶領學生參觀博物館之信念：以參與科工館科學趴趴GO的個案教師為例。科技博物，20(1)，53-73。
[Young, J.-H., Chang, M.-C., & Shein, P. P.-C. (2016). Teacher's perceptions of taking under-privileged students on field trips to National Science and Technology Museum. *Technology Museum Review*, 20(1), 53-73.]
 21. 葉蓉樺(2016)。以教育學三角關係模型進行博物館學習理論與科普實務整合——同類型

機構與異類型機構合作案例分析。科技博物，20(1)，95-115。

[Yeh, J.-H. (2016). Integration museum learning theory into the practice for popularization of science by didactic triangle: Analytic case study for hetero-style institutions cooperation. *Technology Museum Review*, 20(1), 95-115.]

22. Markham, T., Mergendoller, J., Larmer, J., & Ravitz, J. (2007)。專案式學習手冊——給全國教師的卓越教學寶典(*Project based learning handbook*；臺灣國際教育資源網學會編譯小組譯)。高雄市：臺灣國際教育資源網學會。(原作出版於2003年)

[Markham, T., Mergendoller, J., Larmer, J., & Ravitz, J. (2007). *Project based learning handbook* (International Education and Resource Network Taiwan Editorial Group, Trans.). Kaohsiung, Taiwan: International Education and Resource Network Taiwan. (Original work published 2003).]

23. Mintzes, J. J., Wandersee, J. H., & Novak, J. D. (2002)。促進理解之科學教學：人本建構取向觀點(*Teaching science for understanding: A human constructivist view*；黃臺珠、熊召弟、王美芬、余曉清、靳知勤、段曉林等譯)。臺北市：心理。(原作出版於1998)

[Mintzes, J. J., Wandersee, J. H., & Novak, J. D. (2002). *Teaching science for understanding: A human constructivist view* (T.-C. Huang, C.-T. Hsiung, M.-F. Wang, H.-C. She, C.-C. Ching, & H.-L. Tuan, et al., Trans.). Taipei, Taiwan: Psychological. (Original work published 1998).]

24. Alokun, F. B., & Arijesuyo, A. E. (2013). Rural and urban differential in student's academic performance among secondary school students in Ondo State, Nigeria. *Journal of Educational and Social Research*, 3(3), 213-217. doi:10.5901/jesr.2013.v4n3p213

25. Apodaca, M. J., McInerney, J. D., Sala, O. E., Katinas, L., & Crisci, J. V. (2019). A concept map of evolutionary biology to promote meaningful learning in biology. *The American Biology Teacher*, 81(2), 79-87. doi:10.1525/abt.2019.81.2.79

26. Beach, D., Johansson, M., Öhrn, E., Rönnlund, M., & Per-Åke, R. (2019). Rurality and education relations: Metro-centricity and local values in rural communities and rural schools. *European Educational Research Journal*, 18(1), 19-33. doi.org/10.1177/1474904118780420

27. Besterfield-Sacre, M., Gerchak, J., Lyons, M. R., Shuman, L. J., & Wolfe, H. (2004). Scoring concept maps: An integrated rubric for assessing engineering education. *Journal of Engineering Education*, 93(2), 105-115. doi:10.1002/j.2168-9830.2004.tb00795.x

28. Blankenburg, J. S., Höffler, T. N., Peters, H., & Parchmann, I. (2016). The effectiveness of a project day to introduce sixth grade students to science competitions. *Research in Science & Technological Education*, 34(3), 342-358. doi:10.1080/02635143.2016.1222361

29. Cañas, A. J., Reiska, P., & Möllits, A. (2017). Developing higher-order thinking skills with concept mapping: A case of pedagogic frailty. *Knowledge Management & E-Learning*, 9(3), 348-365. doi:10.34105/j.kmel.2017.09.021

30. Cheema, A. B., & Mirza, M. B. (2013). Effect of concept mapping on students' academic

- achievement. *Journal of Research and Reflections in Education*, 7(2), 125-132.
31. Chen, C.-S., & Lin, J.-W. (2019). A practical action research study of the impact of maker-centered STEM-PjBL on a rural middle school in Taiwan. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 17, 85-104. doi:10.1007/s10763-019-09961-8
 32. Chen, H.-T., Wang, H.-H., Lin, H.-S., Lawrenz, F. P., & Hong, Z.-R. (2014). Longitudinal study of an after-school, inquiry-based science intervention on low-achieving children's affective perceptions of learning science. *International Journal of Science Education*, 36(13), 2133-2156. doi:10.1080/09500693.2014.910630
 33. Chiou, C.-C. (2009). Effects of concept mapping strategy on learning performance in business and economics statistics. *Teaching in Higher Education*, 14(1), 55-69. doi:10.1080/13562510802602582
 34. Cohen, J. (1992). A power primer. *Psychological Bulletin*, 112(1), 155-159. doi:10.1037/0033-2909.112.1.155
 35. Corbett, M. (2016). Reading lefebvre from the periphery: Thinking globally about the rural. In A. K. Schulte & B. Walker-Gibbs (Eds.), *Self-studies in rural teacher education* (pp. 141-156). Cham, Switzerland: Springer. doi:10.1007/978-3-319-17488-4_8
 36. Eggert, S., Nitsch, A., Boone, W. J., Nückles, M., & Bögeholz, S. (2016). Supporting students' learning and socioscientific reasoning about climate change—The effect of computer-based concept mapping scaffolds. *Research in Science Education*, 47(1), 137-159. doi:10.1007/s11165-015-9493-7
 37. Fatawi, I., Degeng, I. N. S., Setyosari, P., Ulfa, S., & Hirashima, T. (2020). Effect of online-based concept map on student engagement and learning outcome. *International Journal of Distance Education Technologies*, 18(3), 42-56.
 38. Field, A. (2013). *Discovering statistics using IBM SPSS Statistics*. Thousand Oaks, CA: Sage.
 39. Goodpaster, K. P. S., Adedokun, O. A., & Weaver, G. C. (2012). Teachers' perceptions of rural STEM teaching: Implications for rural teacher retention. *The Rural Educator*, 33(3), 9-22. doi:10.35608/ruraled.v33i3.408
 40. Hoz, R., Tomer, Y., & Tamir, P. (1990). The relations between disciplinary and pedagogical knowledge and the length of teaching experience of biology and geography teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(10), 973-985. doi:10.1002/tea.3660271006
 41. Huang, N.-T. N., Chiu, L.-J., & Hong, J.-C. (2016). Relationship among students' problem-solving attitude, perceived value, behavioral attitude, and intention to participate in a science and technology contest. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 14(8), 1419-1435. doi:10.1007/s10763-015-9665-y
 42. Jalak, J. T., & Nasri, N. M. (2019). Systematic review: The impact of pedagogy on equity in science education in rural schools. *Creative Education*, 10(12), 3243-3254. doi:10.4236/

ce.2019.1012248

43. Lamb, S., Glover, S., & Walstab, A. (2014). *Educational disadvantage and regional and rural schools*. Retrieved February 15, 2020, from http://research.acer.edu.au/research_conference/RC2014/4august/14
44. Larripa, K., & Mazzag, B. (2018). Leveraging the mathematical contest in modeling to enhance the undergraduate STEM experience. *Problems, Resources, and Issues in Mathematics Undergraduate Studies*, 29(10), 1119-1139. doi:10.1080/10511970.2018.1490359
45. McClure, J. R., Sonak, B., & Suen, H. K. (1999). Concept map assessment of classroom learning: Reliability, validity, and logistical practicality. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(4), 475-492. doi:10.1002/(SICI)1098-2736(199904)36:4<475::AID-TEA5>3.0.CO;2-O
46. Mintzes, J., Wandersee, J., & Novak, J. (2000). *Assessing science understanding*. San Diego, CA: Academic Press.
47. Novak, J. D. (1990). Concept maps and Vee diagrams: Two metacognitive tools to facilitate meaningful learning. *Instructional Science*, 19, 29-52. doi:10.1007/BF00377984
48. Novak, J. D. (1991). Clarify with concept maps. *The Science Teacher*, 58(7), 44-49.
49. Novak, J. D., & Gowin, D. B. (1984). *Learning how to learn*. New York, NY: Cambridge University Press.
50. Pruett, J. L., & Weigel, E. G. (2020). Concept map assessment reveals short-term community-engaged fieldwork enhances sustainability knowledge. *CBE—Life Sciences Education*, 19(3), ar38. doi:10.1187/cbe.20-02-0031
51. Qian, H., Youngs, P., Hu, S., & Prawat, X. J. (2019). Will China's free teacher education policy address teacher shortages in rural schools or reproduce existing inequality? *Compare: A Journal of Comparative and International Education*, 50(5), 713-725. doi:10.1080/03057925.2018.1559037
52. Ramnarain, U., & Hlatswayo, M. (2018). Teacher beliefs and attitudes about inquiry-based learning in a rural school district in South Africa. *South African Journal of Education*, 38(1), 1-10. doi:10.15700/saje.v38n1a1431
53. Rude, H., & Miller, K. J. (2018). Policy challenges and opportunities for rural special education. *Rural Special Education Quarterly*, 37(1), 21-29. doi:10.1177/8756870517748662
54. Sahin, A., Gulacar, O., & Stuessy, C. (2015). High school students' perceptions of the effects of international science Olympiad on their STEM career aspirations and twenty-first century skill Development. *Research in Science Education*, 45(6), 785-805. doi:10.1007/s11165-014-9439-5
55. Schafft, K. A. (2016). Rural education as rural development: Understanding the rural school-community well-being linkage in a 21st-century policy context. *Peabody Journal of Education*, 91(2), 137-154. doi:10.1080/0161956x.2016.1151734
56. Schwendimann, B. A., & Linn, M. C. (2016). Comparing two forms of concept map critique

- activities to facilitate knowledge integration processes in evolution education. *Journal of Research in Science Teaching*, 53(1), 70-94. doi:10.1002/tea.21244
57. Segalas, J., Ferrer-Balas, D., & Mulder, K. F. (2010). What do engineering students learn in sustainability courses? The effect of the pedagogical approach. *Journal of Cleaner Production*, 18(3), 275-284. doi:10.1016/j.jclepro.2009.09.012
58. Sharaabi-Naor, Y., Kesner, M., & Shwartz, Y. (2014). Enhancing students' motivation to learn chemistry. *Sisyphus—Journal of Education*, 2(2), 100-123. doi:10.25749/sis.4068
59. Simamora, R. E., Sidabutar, D. R., & Surya, E. (2017). Improving learning activity and students' problem solving skill through problem based learning (PBL) in junior high school. *International Journal of Sciences: Basic and Applied Research*, 33(2), 321-331.
60. Steils, N., & Hanine, S. (2016). Creative contests: Knowledge generation and underlying learning dynamics for idea generation. *Journal of Marketing Management*, 32(17-18), 1647-1669. doi:10.1080/0267257x.2016.1251956
61. Sun, J. C.-Y., Hwang, G.-J., Lin, Y.-Y., Yu, S.-J., Pan, L.-C., & Chen, A. Y.-Z. (2018). A votable concept mapping approach to promoting students' attentional behavior: An analysis of sequential behavioral patterns and brainwave data. *Journal of Educational Technology & Society*, 21(2), 177-191.
62. Thomas, J. W. (2000). *A review of research on project-based learning*. Retrieved October 1, 2020, from https://documents.sd61.bc.ca/ANED/educationalResources/StudentSuccess/A_Review_of_Research_on_Project_Based_Learning.pdf
63. Watson, M. K., Pelkey, J., Noyes, C. R., & Rodgers, M. O. (2016). Assessing conceptual knowledge using three concept map scoring methods. *Journal of Engineering Education*, 105(1), 118-146. doi:10.1002/jee.20111

Analyzing the Outcomes of Guided Learning of Aviation Science Among Rural Junior High School Students: Based on the Strategy of Training for Competition Participation

Yu-Hung Wang¹, Jia-Ru Liou¹ and Mei-Chen Chang^{2,*}

¹Division of Technology Education, National Science and Technology Museum

²Department of Industrial Technology Education, National Kaohsiung Normal University

Abstract

Students in rural areas tend to be less motivated to learn because of their geographical remoteness from metropolitan regions. Economic background, familial factors, and schooling conditions have also added to the constraints on the development of rural education. When it comes to science education, specifically, rural schools are placed in a difficult situation, because of their need for additional assistance and attention from all sectors of society. This study explored rural junior high school students' learning process and learning outcomes during four months of teaching hands-on activities related to the field of aeronautics. A case study was adopted to target 10 students from a rural junior high school in Southern Taiwan. This study designed curricular activities and conducted training with the objective of guiding students' participation in the Hand Launch Glider Flying Competition. Researchers assessed the learning process and learning outcomes using activity observation logs and worksheets. Students were scored on the structures of their concept maps that analyzed changes in these structures and their knowledge of the instructional content. Results showed the application of concept mapping to teaching and knowledge assessment during the guiding activities were conducive to students' construction of flight knowledge. Moreover, students' participation in learning competitions were an effective strategy to improve their learning interest and deepen their understanding of scientific knowledge. Despite many unfavorable conditions, schools in rural areas can still provide appropriate guidance and supporting facilities for exploration activities about flight science.

Key words: Aviation Science, Rural Education, Concept Maps, Competition Activities

* Corresponding author: Mei-Chen Chang, mchen0040@nknknu.edu.tw