

「瑞芳山系探索」行動學習之 設計與實施

張文斌

研究生

國立臺北教育大學課程與教學傳播科技研究所博士班

E-mail: apin101@gmail.com

張原禎

研究生

國立臺北教育大學課程與教學傳播科技研究所博士班

E-mail: biglearner@gmail.com

吳佳娣

研究生

國立臺北教育大學課程與教學傳播科技研究所博士班

E-mail: charity1113s@gmail.com

李宗薇

教授

國立臺北教育大學課程與教學傳播科技研究所

E-mail: lisky@tea.ntue.edu.tw

摘要

近來因資訊與傳播科技的進展，行動學習（mobile learning）已成為國中、國小運用學習的新媒介與工具。本研究首先建置瑞芳山系探索數位學習網，並以國中生及國小學生為對象，進行一個學期的教學實踐。透過瑞芳山系探索之專題學習、生態導覽解說培訓及平板夏令營等行動學習活動，除培養學生對在地「瑞芳山系」的瞭解，亦能清楚行動學習實施的成效，以及適用的策略等。本研究目的在於探討國中與國小學生，對於應用行動載具於瑞芳山系探索課程的實施成效，並進一步瞭解國中小行動學習的有效策略，以強化學生的互動與討論。

研究結果顯示國中生對於應用行動載具進行「瑞芳山系探索」成效較國小學生為佳；為克服國小學生對於行動載具應用先備能力不足，乃先進行生態導覽解說培訓與平板夏令營，以提升學生基礎知識與資訊素養，此亦為後續行動學習之奠基。因本研究的參與者少於100人，研究者建議未來的研究可增加更多的學生和老師參與，學習活動的主題可讓學生與在地的自然、地理、歷史或現象的環境做更多的聯結。

關鍵字：瑞芳山系、瑞芳山系探索、探索課程、行動學習、先備知識、發表式導覽解說活動、探索專題、合作模式

壹、前言

進入二十一世紀，由於資訊科技的進展，使得學校教育的教與學受到衝擊，從早期課堂面授、體驗學習、合作學習，到應用數位媒體、行動載具進行學習，尤其包括地理、歷史等自然與社會領域。

瑞芳山系位於臺灣新北市東北方，在基隆河與深澳港之間，包括龍潭山、瑞芳山和秀崎山。山系包括兩部分，一為稜線以南的低海拔闊葉林區，其中植被茂盛、生態豐富；另一為山頭裸露的稜線區，該區受到強烈東北季風吹拂，有特殊物種並具山河海景觀。瑞芳山系因產煤，步道早在日據時代即有，然山林也因採礦工事而滿目瘡痍。1978年煤礦停採闢為公園，讓山林得以休養生息，因而展現了豐富的生態與人文史蹟。因此，引發瑞芳山系旁六所國中小結為「瑞芳山系生態聯盟」，一起設計、研發瑞芳山系學習課程與活動，拓展為學生學習的場域。

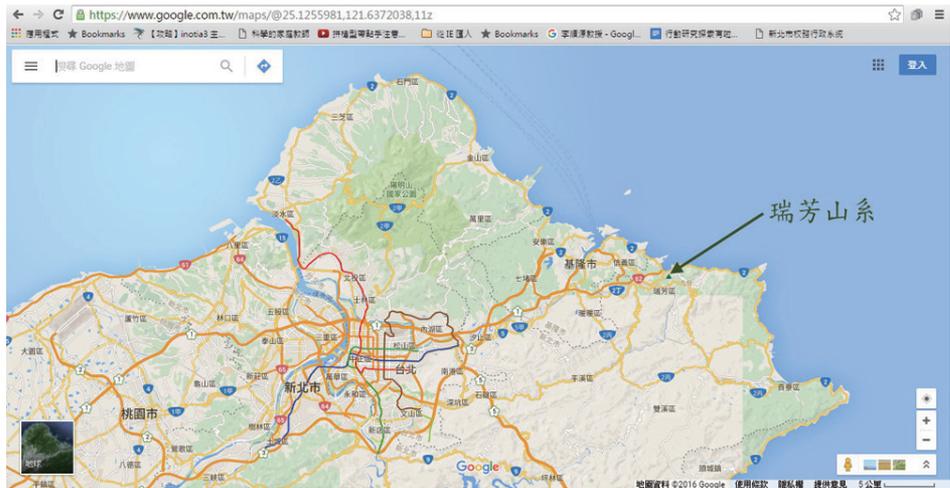


圖 1 瑞芳山系位置圖

六校之一的 A 國小（化名），其中五位教師深感瑞芳山系素材豐富，在思考怎麼教導學生時想到不妨運用新科技，藉由行動載具平板與無線網路通訊技術，進行「瑞芳山系探索」之行動學習（mobile learning），教師團隊乃著手完整的規劃，包括設計教材、建置數位學習網站，設計導覽與自然體驗等活動，使學生的學習走到山系中，落實擴充至任何時間、任何地點（anytime, anywhere），不受學校圍牆的限制。如張瓊穗、李容萱（2011）所說，行動學習不是要取代傳統教學，而是利用科技來彌補傳統教學的不足，讓學生能適時、適地與適性地學習。

本研究設計應用行動載具的「瑞芳山系探索」完整的學習活動。除本文作者為研究團隊，另有 A 校教師五人組成教學團隊，兩團隊除設置「瑞芳山系探索」數位學習網，還設計行動學習的教學單元與活動。因探索活動強調實地的探索，

故團隊接洽國中、小，將上述設計的探索學習活動付諸實施，對象為國中、小學生。國中生為應用平板進行八次探索活動，國小則有導覽解說培訓及平板夏令營。具體而言，本研究目的如下：

- 一、設計國中、小之「瑞芳山系探索」學習活動，包括建置數位學習網。
- 二、實際進行國中生「瑞芳山系探索」之行動學習活動。
- 三、實施國小學生的瑞芳山系探索導覽課程與平板研習營。
- 四、省思並探討國中、小行動學習活動的實施成效。

貳、文獻探討

瑞芳山系探索的行動學習方案與三方面的文獻有關：包括行動學習的特性與限制、建構觀的學習環境及教學設計的應用。以下分述如後：

一、行動學習的特性與限制

由於行動載具的進步與日趨普遍，使得遠距學習、數位學習在學習工具的應用上更便捷，實現了「隨時隨地學習」的可能。以下就其特性與限制說明如後：

(一) 行動學習的界定與特性

行動學習是利用可連結到網路的行動載具進行學習的方式。行動學習是行動計算技術（mobile-computing）與數位學習的結合，建置的學習環境可突破場域的限制，能讓學習者在任何時間、地點存取學習教材，並在任何空間皆能使用資訊科技與網路學習，也就是學習者可根據自己的興趣、能力與步調，利用掌上型設備隨時隨地以一人一機（one-to-one）的方式學習（Vinu, Sherimon & Reshmy, 2012）。

行動載具包括智慧手機、筆電、平板、PDA 等。學者認為行動學習包含三個要素：行動學習裝置、通訊基本設備及學習活動模式。通訊基本設備即無線網路，用來和其他學習者或學習系統溝通，如 GPRS、3.5G 及相關網路技術等；學習活動模式則是行動學習的重點，可分為個人室內、個人戶外、群組室內和群組戶外學習這四種模式（Chang、Sheu & Chan, 2003）。換言之，如「網路學習」的主要設備是桌上型電腦，那麼「行動學習」的主要設備就是平板電腦、智慧型手機、PDA 等。學者認為結合無線網路的行動載具，如能加上老師的課程設計，讓學生手持著行動載具到校園中觀察動植物的生態，行動學習的樣貌就更加豐富（黃國禎、朱蕙君、賴秋琳，2014）。蕭顯勝、蔡福興、游光昭（2005）認為行動學習比數位學習更邁進一步，因其輕便的行動裝置及無線網路環境，不受桌上型電腦環境的限制，提供隨手可得資訊的機會。

行動學習可應用在任何時間、任何地點，除可強化學習者和教師、同儕的

互動，立即的反應與回饋支持學生，而學生的回應，使其不僅是知識的使用者，還是知識的生產者，形成良好的循環圈。行動學習的核心特色是無所不在（ubiquitous）、讓學習者在對的地方、對的時間學習，體驗學習的樂趣（Ozdamlı & Cavus, 2011）。進一步說，行動學習的特性，更能因應學習者個人獨特的需求，落實個人化學習。這些有助於培養學生成為知識和資訊的生產者，透過同步和非同步的溝通促進合作，甚至促進全球化素養與全球化知識的能力。

研究指出，使用行動載具為教學工具有助於提升學生參與動機、創造知識、促進語言發展與學習、引發合作學習，以及全球覺察和時間管理等好處（Lahiri & Moseley, 2012）。大多數的行動科技透過教師創造學習環境，讓學生與環境、同儕及教師互動與合作，並透過回饋、支持等系統，提升學生理解和創造新知（Lahiri & Moseley, 2012）。如進一步檢視，這些新的行動科技背後蘊含的理念與會發生在以學生為中心，營造互動且提升成效的學習理念契合；而與學習理論，尤其建構觀點的學習理論相一致。

Uluyol 和 Agca（2012）探討多媒體的行動學習若整合進二維條碼能否提升學習的成效？結果顯示，行動學習整合二維條碼可提供一些額外的圖形、影像及動畫，可提升學習成效。Zhang 等人（2010）研究指出，自然科學教育的改革中，利用行動科技的優勢已成為不可或缺的一環，教學媒體由單方面的傳播學習，進展到利用行動科技無所不在的學習。該研究提出新加坡的學校如何發展自然科課程，透過行動化自然課程的開發，讓自然科從教室內走到教室外。

經整理歸納，行動學習具有下列特性：

1. 自發性（Spontaneous）：行動學習比起其他學習類型更具有自發性，此是行動學習的本質。
2. 無所不在（Ubiquitous）：行動學習是情境感知，意味著學生可以無所不在的學習。筆電、掌上型電腦，以及智慧手機等工具，將傳統課堂的教學轉變為任何時間、任何地點均可進行的教學（Cavus & Ibrahim, 2009）。
3. 便於攜帶：行動學習工具（或行動載具）體積小、便於攜帶，有利學生隨處可學習。
4. 個人化：個人化是指通常一次僅有一個學習者透過行動工具進行存取，不需與他人共同存取資訊連結與下載。
5. 互動性：行動學習帶來一個互動的學習環境（Cavus & Uzunboylu, 2009），並可允許與不同層次物件進行互動，如在學習過程，利用電腦與智慧手機互動。
6. 合作性（Collaborative）：行動科技支援學生與老師之間的通訊。故行動科技在教育上可以用於合作學習的活動上。

綜合上述，本研究使用行動載具與無線傳輸，更配合教師對「瑞芳山系探索」行動學習方案完整的教學設計，以及學習過程中的引導，發揮行動學習的特性，並提升學生的學習動機與學習成效。

（二）行動學習的限制

凡事為一體兩面，行動學習確實為教學帶來了無限可能與想像，但從另外一方面，行動學習在教學現場的應用與實踐也受到挑戰。例如：行動學習的教材缺乏而不易設計、行動學習缺乏連貫性、行動載具的功能不足，及行動載具的使用效益不高（陳祺祐、林弘昌，2007）。行動學習碰到的問題有下列幾項：

1. 行動學習的教材缺乏且不易設計

若僅是將原先的書面教材或數位的教材，轉移到行動載具上，並無法發揮行動學習的優勢。因此，行動載具的教材開發除了以往傳統教材開發的重點外，更須考慮到行動載具的特性。相較於其他數位教材製作，行動載具較缺乏簡單的教材製作平台，使得教材製作門檻較高以及製作成本高昂。另外，由於商業上的考量，多數廠商均以開發電子書、電子辭典、導航地圖等具有泛用性的軟體為主，而少有針對特定科目所製作的行動學習教材，造成真正運用行動載具特性的學習軟體數量不足現象。

（2）行動學習缺乏連貫性

行動學習的特色之一是「學習的迫切性」，亦即能夠「隨時隨地」、「立刻」提供使用者所需的資訊，但是往往是不具連貫性的獨立訊息。例如：這種植物學名是什麼？那個文物是哪一個朝代製造？缺乏整體的一貫性，致使取得的資訊不容易被記憶，亦難以進行整體性的學習。

（3）行動載具的功能不足

由行動學習載具的螢幕來看，多數的學習都離不開閱讀，但小型的行動載具由於體積的限制，螢幕表現的資訊有限，也造成閱讀上的困難；而由行動學習的硬體來說，電池的使用長度也會是一個仍須克服的問題。

（4）行動載具的使用效益不高

即使是資訊普及的今日，各種行動載具所帶來的效益仍舊偏低，比較高檔的平板電腦平均市價仍然較高，而較便宜的 PDA 或是智慧型手機，其具備的運算性能又無法符合需求。

此外，家長的擔心也是行動學習的限制之一。如家長會擔心因為上網的問題而影響學生的其他學習，也有家長擔心學生視力問題，但 90% 的家長均肯定

學校參與行動學習的實驗方案（蕭福生等人，2013）。家長認為在目前的科技時代，行動學習有推行的必要性，但在他們孩子身上，目前還看不到顯著的成效（賴宗聖，2015）。如果學校和老師可以和家長溝通及反應學生在學校學習的內容與成果，家長是會支持孩子及在家建置行動學習的軟硬體環境，學生行動學習的成果是有可能被大家看到，家長就會從行動學習的限制者轉變成為行動學習的支持者。

綜合上述，我們希望突破行動學習的限制，透過行動學習的環境優勢，帶領學生在瑞芳山系進行主動的知識獲取、機動的 APP 學習情境的設置，引發學生的學習動機，再透過專題式的互動學習過程、教學活絡的情境，整合相關教學內容，引領孩子進行一場瑞芳山系的探險活動之旅。

二、建構主義的學習環境

「瑞芳山系探索」之教學活動，參照建構主義理論之學習環境設計，提供學生透過行動載具進行自然體驗的學習活動。

（一）建構主義教學設計原則

建構主義強調學習者透過「親自直接參與」的方式完成學習過程，從「實踐中學習」，不受干擾地去探索發現，進一步推論、結論。教師除了觀察學童學習外，也適時引導他們；不僅為發現而驚呼，並設計提問引發高層次思維（DeVries, Zan, Hildebrandt, Edmiaston, & Sales, 2002）。

知識的建構是學習者在一定的情境下，透過教師、同儕等的協助，取用適當的學習材料，經歷意義之建構方式而獲得。Wilson（1996）歸納建構主義教學設計原則：

1. 以問題為核心驅動學習，問題可以是專題、案例或真實生活裡的矛盾；
2. 強調以學生為中心，支持學習者自主學習，以問題刺激學習活動；
3. 學習問題必須於實際情境中展開，是一項真實的任務；
4. 強調學習任務的複雜性；
5. 強調協作學習的重要性，學習環境必須支援協作學習；
6. 強調非量化的整體評量，反對過度細微的標準式參照評量；
7. 學習環境與學習任務都必須提供學習資源、認知工具與說明，以反映學習環境的複雜性，提供學習者於其中進行學習活動；
8. 設計多種自主學習策略，符合應以學生為主體的學習推展。

本研究規劃國中學生進行小組合作式專題學習，為國小學生設計瑞芳山系導覽解說培訓，即遵循上述原則進行設計。

(二) 建構主義學習環境設計與目標

建構主義教學設計強調學習環境之設計，即打造出建構主義學習環境 (Constructivist Learning Environments, CLEs)。Wilson (1996) 提出 CLEs 之定義：學習者在達成學習目標和問題解決活動中，可以使用多樣工具和資訊資源，並能相互合作和彼此支持的場域。

Jonassen (1999) 認為 CLEs 是以科技為支援的學習環境，學習者在此環境中展開有意義的學習過程中，科技成為探索、實驗、建構與反思的工具，幫助學習者從經驗中學習。Jonassen (1999) 進一步提出建構主義學習環境設計模型，以「問題、提問或專題」作為建構主義學習環境的核心，有多種支援系統（工具與方法）環繞在周圍：

1. 學習者的目標是解釋和解決問題，或是完成專題；
2. 提供相關案例和資訊來源以支援學習者對問題加以理解，並建議可行的解決方案；
3. 提供認知工具幫助學習者解釋和操弄問題，工具包括問題/任務表徵工具、動靜態知識建模工具、績效支援工具和訊息搜集工具；
4. 提供對話與協作工具，讓學習共同體可以協商和共同建構關於問題的意義；
5. 提供社會/脈絡支援系統來幫助學習者，並且支持教學活動。

Perkins (1991) 提出建構主義學習環境含有五項要素。第一是資訊庫 (Information banks)，提供學習主題的外部資訊資源；第二是符號板 (Symbol pads) 與建構工具 (Construction kits)，主要提供學習者建構知識和操弄物件與資訊，如筆記本、電腦程式、科技工具；第三是需要有任務情境 (Phenomenaria)，並力求任務的真實性，讓學生在任務情境下應用知識、技能實際解決問題；最後是任務管理者 (Task managers)，如教師可為學習者設置學習活動和學習任務，並提供指導、回饋與進行評量。

本研究之學習環境設計與活動規劃實施，即結合瑞芳山系自然資源，規劃設計教學活動，善用數位工具之便，在教師的活動帶領與引導下，提供學生面對真實情境的專題開展與問題解決機會，進而主動探索、相互支持合作，期能達成建構主義學習環境設計的七項目標 (Honebein, 1996)：在知識建構過程中提供經驗，提供多角度的體驗和欣賞，將學習嵌入於真實和相關脈絡中，鼓勵在學習過程中的擁有權和發言權，嵌入學習社會經驗，鼓勵運用多元模式展現及在知識建構過程中的自我覺察。

(三) 行動學習的教學設計

教學是有計畫、有意向，而非偶發、隨機的學習活動。影響教學成效的因素

很多，但我們可說經過縝密、完整的教學設計，達成預期教學目標的機率較高。

Glaser (1965) 認為所有教學的活動雖然千變萬化，但基本上都包含了教學目標、預估、教學程式、評鑑四部份。Kibler (1978) 提出一般教學模式 (General Model of Instruction, GMI)，其中也包括了教學目標、起點行為、教學歷程、教學評量四部份。Dick 和 Carey 提出教學設計系統模式 (systems approach model for design instruction)，此模式包含了確定教學目標、進行教學分析、檢查起點行為、訂定作業目標、擬定測驗題目、提出教學策略、選定教學內容、形成性評量、總結性評量九個步驟。而 Heinich、Molenda、Russell 和 Smaldino (1999) 提出 ASSURE 模式，包括分析學習者，撰寫學習目標，選擇方法、媒體與教材，使用媒體與教材，激發學習者參與，評量與修正六個步驟。至於常聽到的 AD-DIE，是取其英文第一個英文字母之簡稱，其代表的意義分別為分析 (Analysis)、設計 (Design)、發展 (Development)、實施 (Implementation)、評鑑 (Evaluation)。

「設計」(Design) 是指事物發展或計畫執行之先的系統規劃過程。而教學設計定義雖多，但簡單而言，教學設計是指「對教學的目標與學習者的特性，進行一系列分析、規劃、執行與評估的過程」(李宗薇, 1997)。教學傳遞的方式，無論是師生面對面的面授或透過媒體、網路進行，大體均不出上述的過程。

Gedik、Hanci-Karademirci、Kursun 和 Cagiltay (2012) 的研究顯示，行動學習對青少年學生有更高的吸引力，增加學習彈性；然行動學習的焦點應放在教學設計，其成效與教學設計關連緊密，教師或教學設計者應注意行動學習之學習者的參與、對行動學習的滿意度、行動學習的實施過程、教材展現的型態等議題。

在傳統學習環境中，卡片、字典、圖鑑、相機與筆記本等都是行動學習的工具，因目前的智慧型手機與平板這些載具都可將傳統的字典、筆、相機、錄音機、錄影機，甚至是將網站、電子書、雲端運算等系統整合在一起，成為新的學習型態，且非常地讓人流暢的使用，但這不代表學習成效會提高，也不保證一定會比傳統學習學得比較好，其學習成效還是要依賴有效能的教學設計及教學本質來決定(賴阿福, 2014)。

劉遠楨 (2013) 在行動學習與創新學習的演講簡報，提出圖形輔助、測驗輔助、同儕互評、遊戲學習、即時回饋、線上互動討論、影片教學、動畫輔助、資料蒐集以及簡報發表等為教師進行行動學習的十大教學策略，可以融入到每一個教學活動中。

但掌握以上的行動學習教學設計，老師就可順利進行教學嗎？學生使用行動載具就可產生出神奇的學習成效嗎？事實上，老師在實施行動學習之前就會碰到教學準備負擔會變重、需花更多時間處理教學資源、老師需提升自己的資訊能力來解決上課的突發狀況等問題(洪珮真, 2004；蕭顯勝, 2014)；如何提升老師

使用行動載具的使用意願，認知有用性與易用性（黃喜美，2015）；至於如何讓行動載具做為學習者的心智工具（賴阿福，2014）、培養學生資訊素養與資訊運用的能力（方淑姿，2015），讓學習者花費心思建構知識或創作成品，而非只是用來進行數位遊戲和社群聊天的工具，這也是家長最在意的地方。

為提升行動學習的成效，讓老師知覺行動載具的易學和好用，學校必須透過研習、社群去鼓勵老師使用行動載具，再針對提升教學績效、軟硬體設備更新等方向努力，才能有效提升老師的教學意願與達成行動學習的目的（林俊穎，2014）。因為科技不會影響學習，只有搭配有效的教學設計和教學策略才能輔助學習者的學習，因此，評量的設計也是行動學習成功的關鍵（王子華、楊凱悌，2015）。

有鑒於此，本研究首先組成研究團隊和 A 國小的教學團隊，以瑞芳山系為場域，以建構主義的學習環境理念，建構瑞芳山系大探索數位學習網，再結合行動載具與各項教學策略進行瑞芳山大探索的行動學習，以瞭解國中、小學生實施行動學習的實施成效。

參、研究歷程、對象與研究方法

本研究團隊原構思在瑞芳山系旁的 A 國小進行，但試教時發現 A 國小學生對行動載具的使用並不熟悉，考量現今國中生大都有智慧型手機及有用手機上網的經驗，故與附近 B 國中（化名）聯繫，獲 B 校行政團隊支持，故改以國中生為瑞芳山系探索行動學習的受教者。以下就研究歷程、研究方法、研究對象、研究工具與資料分析進行說明。

一、研究歷程

本研究從民國 103 年 10 月開始，團隊有二：研究團隊為本研究作者；教師團隊為瑞芳山系旁 A 國小五位老師。兩團隊先進行瑞芳山系探索行動學習之規劃、設計瑞芳山系 20 個擴增實境 APP 景點，繼之，於民國 104 年 2 月至 4 月進行國中之行動學習及國小之導覽培訓活動；民國 104 年 6 月底及 7 月初進行國小平板夏令營。研究歷程說明如後。

（一）組織團隊、確定研究主題

作者於民國 103 年 10 月構思，並獲得他校教師願意加入為研究團隊。後與 A 國小教師討論，五位老師願意參與，為本研究之教師團隊。兩團隊討論後，決定研究主題為「瑞芳山系探索行動學習」，並草擬研究目的。

（二）進行文獻探討並設計瑞芳山系學習網與單元

研究團隊進行文獻探討，並與教師團隊討論教學單元與數位學習網之建置，

並在 A 校試教。因研究目的希望瞭解行動學習的過程與結果，故設計的教學單元與活動包括：教學札記、學生學習歷程的動機與參與、學生的學習心得、分組成果報告等。

後因行動學習的學習對象由國小學生調整為國中生，獲得 B 國中首肯商借八次時間後，團隊著手設計國中生八單元行動學習活動。

（三）實施瑞芳山系探索課程

國中課程為八週，進行時間為每週四下午 1:30-3:30，共 16 小時。至於實施時間為用每週兩節社團活動時間，如此較不會排擠其他課程。國小導覽解說培訓設計三個單元，共三週，每週 4 節，共 12 節課，總計 480 分鐘，實施時間為資訊課與綜合課。平板夏令營為期四天，每天下午 3 節課，4 天共計 12 節課。三種學習活動的實施過程中，教師團隊全程參與，且蒐集歷程之師生反應、學生學習心得、研究者省思等，以為檢視教學成效之依據。

（四）資料整理與分析

根據蒐集的資料，進行整理，並與本研究目標與單元目標等的一致性，以為後續檢討改進。

本研究蒐集的資料大多為質性資料，故對師生反應、學生學習心得、小組成果報告、研究者省思札記等紀錄整理，再編碼分類，以便歸納分析。在檢核方面，採三角校正，進行資料之交互比對，以確認結果的一致性。

本研究的資料編碼分別以 T 和 S 代表老師和學生，老師資料編碼的方式為「T+ 編號 - 日期 + 資料類別」，如「T1-1040423 教學省思」代表 A 國小 1 號老師民國 104 年 4 月 23 日教學省思、「T2-1040423 教學省思」代表 A 國小 2 號老師民國 104 年 4 月 23 日教學省思，餘類推；學生資料編碼的方式為「S+ 年級 + 學號 - 日期 + 資料類別」，如「S801-1040423 學習心得」即代表 B 國中八年級 1 號學生民國 104 年 4 月 23 日學習心得，「S514-1040423 學習心得」即代表 A 國小五年級學生 14 號學生民國 104 年 4 月 23 日學習心得，餘類推。

（五）撰寫研究報告

整理瑞芳山系探索行動學習的過程與結果，撰寫研究報告。

二、研究對象

研究對象為瑞芳山系附近的 A 國小及 B 國中的學生。國中生為 18 名八年級生。原有 26 名參加，但中途因參與其他活動及因素而中斷，最後 18 名學生參與全程並完成。國小學生方面 A 校 17 名五年級生參與瑞芳山系導覽解說培訓，平板夏令營則由 A 校一至五年級 42 名學生參與。

三、研究方法

本研究將「瑞芳山系探索」視為個案，以個案探討方式進行，教師構思、設計、建置數位學習網，繼而帶領學生進行探索，從學生探索過程省思改進。或以為既然是現場老師設計，希望藉本研究提升學生學習動機、改進教學成效，為何不採行動研究？行動研究以改進教學現場問題為要，本研究雖在過程中持續修正調整、再行動，探索行動載具融入瑞芳山系探索的過程與結果，然本研究不僅止於此，還希望藉此拓展學生視域，產生更多的學習遷移與應用，故採個案研究。

無論國中小的探索活動均由 A 國小五位老師設計，五名教師的背景為課程設計、課程與教學、科技背景等。至於進行教學與帶領活動者，無論對象為國中生或國小生，均由本研究教師團隊（A 國小）教師擔任。

肆、「瑞芳山系探索」行動學習之教學設計

探索之行動學習包括建構瑞芳山系探索數位學習網、導覽解說培訓，以及平板夏令營三部分，分述如後：

一、建構「瑞芳山系探索」數位學習網

如在 Google 網站打入「瑞芳山系」關鍵詞，出現的大都為介紹龍潭山、瑞芳山和秀崎山的自然人文旅遊紀錄，關於這三座山的發展故事與人文史蹟，如土堆尾、水管路、龍潭堵、瑞濱古道口等則少見。另外山系的生態林相，如山頂守護神（臭黃荊、饅頭果、菊花木及大明橘等）、茜草家族（茜草科植物如水金京、九節木、玉葉金花、山黃梔等），也僅零星出現。至於步道可見的動植物互生關係，如鐘萼木與輕海紋白蝶、爬藤藤與大白斑蝶、水金京與單帶蛺蝶、捲葉象鼻蟲的相互關係等的圖文紀錄資料，都非常缺乏。

有鑒於此，研究團隊乃思考著利用 Aurasma 公司免費的擴增實境（augmented reality, AR）軟體，建置「瑞芳山系探索」完整網站，網址為：<http://163.20.121.93/app/index.html>。研究團隊首先找出，建置瑞芳山系的 20 個重要景點（如表 2），其中每一個景點都有故事，如文史類的龍潭堵、水管路、瑞濱古道口；生態景點的瑞芳生態村、蕨牆、茜草家族、山頂守護神；自然演替的土堆尾、秘密基地，因生活所需的民生三寶、酸藤和大青等；龍潭山、瑞芳山和秀崎山形成的瑞芳山系；以及動植物的互生關係，如水金京、單帶蛺蝶與捲葉象鼻蟲、鐘萼木與輕海紋白蝶等。團隊將上述故事寫成 20 個 AR，讓造訪瑞芳山系者，即使沒有導覽人員，也可透過行動載具下載擴增實境的 AR 進一步瞭解瑞芳山系。

表 2 瑞芳山系大探索 20 個擴增實境 APP 景點

1. 瑞芳生態村	8. 水金京、單帶蛭蝶與捲葉象鼻蟲	14. 瑞芳山
2. 蕨牆		15. 鐘萼木與輕海紋白蝶
3. 民生三寶	9. 圓環樂園	16. 秀崎山
4. 瑞濱古道口	10. 山頂守護神	17. 爬森藤與大白斑蝶
5. 茜草家族	11. 龍潭山	18. 指雲宮
6. 酸藤	12. 土堆尾	19. 龍潭堵
7. 大青	13. 秘密基地	20. 水管路

研究團隊為何要製作擴增實境？因智慧型手機、平板和 iPad 的技術發展迅速，不管是語音、圖像、手寫和無線網路的功能，這些行動載具讓學習成為行動和無所不在的學習。再加上擴增實境技術已能融入於智慧型手機、平板和 iPad 中，只要使用者上網下載 AR 的 APP 應用程式，就能透過無線網路帶來擴增實境的學習樂趣。且 AR 圖示比 QR code 更富色彩與變化，圖 2 即是 20 個 AR 圖示。



圖 2 瑞芳山系大探索 20 個擴增實境 APP 景點圖像

二、設計國中生「瑞芳山系探索」行動學習單元

原「瑞芳山系探索」行動學習以 A 國小學生為對象，但因國小學生行動載具使用技能，且沒有充分時間進行平板教學，故改以 B 國中生為對象，進行瑞芳山系探索之行動學習。

教學團隊設計八次「瑞芳山系探索」教學與活動。以下就學生課前準備、教學規劃、活動策略與指導、評量等說明如後：

(一) 學生之先備知能教學

教師團隊說明下列事項：簡介瑞芳山系、以行動載具進行活動的原因、探索活動之學習目標、進行的過程與方式、小組合作策略等。並瞭解學生對於行動載具的熟悉程度。

(二) 八次行動學習之學習內容及時間

教師團隊規劃了八次活動的內容大要及時間，如表 3。

表 3 B 國中專題學習課堂教學規劃

次數	日期	時間	學習內容
1	2月26日(四)	13:30-15:30	簡述課程目標，教導小組合作策略、認識瑞芳公園
2	3月5日(四)	13:30-15:30	瑞芳山系巡禮與認識(開始使用 mini ipad)
3	3月12日(四)	13:30-15:30	* 小組討論、確定報告主題(使用 mini ipad) * 五組的探索主題為：(1) 自然演替、(2) 土堆尾劇場—岩石與煤炭延續百萬年的對話、(3) 鹿仔寮水管路、(4) 煤頭煤尾異世界——瑞芳山系煤礦大分析、(5) 蚜蟲
4	3月19日(四)	13:30-15:30	發展各組驅動問題，進行專題學習(使用 mini ipad)
5	3月26日(四)	13:30-15:30	發展各組之探查活動 1，進行專題學習(使用 mini ipad)
6	4月9日(四)	13:30-15:30	發展各組之探查活動 2，進行專題學習(使用 mini ipad)
7	4月16日(四)	13:30-15:30	整理探查活動資料，小組界定專題報告重點(使用 mini ipad)
8	4月23日(四)	13:30-15:30	整理及省思學習成果，並進行各組發表研究成果(簡報發表)

(三) 教師策略與指導

教師應用小組合作學習方式進行，將學生分為五組，各組需完成個人與小組作業，過程中有專題進度報告，八次結束後各組均須撰寫學習成果。教師團隊全程參與學生的活動，觀察並記錄其學習狀況，並提供必要的協助與輔導。

(四) 學習評量

形成性評量為評估每週個人與小組作業，個人及小組投入學習活動的情況；總結性評量為課程結束後小組成果發表。

二、國小學生瑞芳山系導覽解說培訓

瑞芳山系由 A 國小操場開始，循著公園步道往上行，會經過瑞濱古道口、龍潭山、瑞芳山、土堆尾、秀崎山到紫雲宮、水管路，這是一條有別於水金九的生態旅遊路線，也是 A 校學生導覽培訓的場域。研究團隊運用導覽解說，除希望提升學生對山系的瞭解，更希望為日後學生行動學習奠基。

(一) 學生先備教學

說明瑞芳山系導覽解說的功用及設定的目標，如 9 個關卡需要進行導覽解說。此外解說專題學習的小組合作策略。

(二) 實際教學

運用每週 3 節綜合和 1 節資訊課進行，共計 3 週 12 節課程，總計 480 分鐘。課程規劃及內容如表 4。

表 4 A 國小導覽解說培訓課教學規劃

次數	日期	時間	學習內容
1	4/7 (二) ~ 4/10 (五)	4 節	課程說明，瑞芳公園、瑞芳山系巡禮與認識 9 個關卡：(1) 我是攀爬高手、(2) 瑞芳民生三寶、(3) 拜訪步道老朋友、(4) 螳螂繁殖秘技、(5) 冬天的樹、(6) 勇登龍潭之巔、(7) 我是小礦工、(8) 探索土堆仔尾的過去與未來、(9) 秀崎山礮堡據點探秘
2	4/13 (一) ~ 4/17 (五)	4 節	依 9 關卡進行探究學習與導覽解說
3	4/20 (一) ~ 4/24 (五)	4 節	依 9 關卡進行探究學習與導覽解說，並在 4/24 下午全校賞螢生態學習活動向全體師生進行瑞芳山系導覽解說 (13:30-17:30)

(三) 教師策略與指導

教師運用個人內化、演練及同儕示範、觀摩等策略進行。課程進行過程中教師團隊觀察學生上課及課後學習狀況，除引導學生聚焦主題，當學生遭逢難題也協助學生另擇其他可行性的主題等。

(四) 學習評量

形成性評量為每週的作業。總結性評量有二次，第一次為 A 校辦理全校賞螢生態學習活動，由 17 位學生擔任九關的解說員，以實際導覽展現本活動的學習結果，導覽對象包含全校師生及 C 國小 (化名) 28 位學生；第二次在五月下旬，為來自新加坡小學 32 位小朋友 (5/25 上午) 進行瑞芳山系探索的導覽解說。

三、國小學生之平板夏令營

民國 104 年 5 月底，A 校因參與教育平台實驗計畫獲信望愛基金會贈送 HTC Flyer 平板 80 台，A 校每位師生均獲得一台平板。為提升學生使用行動載具的能力與素養，本研究教師團隊建議學校舉辦平板夏令營，由教師團隊擔任志工，參加之學生免費學習平板知能。此活動共有 42 名學生參加，年級從一至五年級。

(一) 準備活動

向學生說明舉辦夏令營在教導學生使用平板，以及如何運用平板進行專題學習，及小組合作策略。為使平板學習發揮最大效益，團隊在六月初夏令營之前的一坑、二坑、三坑掛牌儀式時，特別舉辦瑞芳山系探索擴增實境 APP 體驗、瑞芳文史線故事、第二生態村建造歷程說明。此外，讓小朋友帶著平板，把參與活動的照片和心得寫在平板，並 E-mail 給老師為其學習成果。

(二) 夏令營學習內容

運用每天下午 3 節課進行，共計 4 天、12 節課程，如表 5。

表 5 A 國小平板夏令營課堂教學規劃

次數	日期	時間	學習內容
1	6 月 30 日 (二)	13:30-16:00	透過無線網路設定進行 APP 下載，並進行各類 APP 體驗，如小學堂、四則運算、樂器類等，並學會 Notes 的畫畫、錄音與分享的功能
2	7 月 1 日 (三)	13:30-16:00	進行 QUIVER (CoLAR mix) 與 com-phone 數位說故事的軟體使用，並用 Notes 進行學校導覽與介紹的小組討論與分工
3	7 月 2 日 (四)	13:30-16:00	進行 Vibration 振動計、聲級計、測速槍、距離測定器、知識王等 APP 的使用與更新，再進行 Notes 小組作品的製作與討論
4	7 月 3 日 (五)	13:30-16:00	小組完成任務，運用錄音、文字與拍照介紹學校的景點

(三) 教師策略與指導

每組兩位老師帶領小組學習，研究者教導並帶領學生學習，並提供必要協助。

(四) 學習評量

考量時間僅 3 天，利用最後一天最後一堂課 (15:20-16:00) 進行平板初體驗成果發表，展現學生的學習成果。

伍、瑞芳山系探索行動學習的歷程與結果

本研究係研究團隊規劃瑞芳山系的行動學習方案，先進行教學設計，繼之在教師引導下，帶動學生至山系，全面提升學生對於瑞芳山系生態、文史、地理、環境等的學習成效。本研究視此跨領域的瑞芳山系學習為一個案，研究蒐集的資料包括國中生及國小生等學習對象在學習歷程的影音紀錄、學生小組專題作品、學習心得，以及教師的省思簡記等，這些資料的整理分析與詮釋，呈現如後：

一、國中生透過小組學習與簡報展現行動學習的正面結果

B 國中 18 位學生分為五組，經過八次瑞芳山系大探索的學習活動後，各組學習結果簡述如後。

第 1 組「自然演替」。小組選此主題因自然演替有正向演替和逆向演替，與人類生活息息相關，且經常在瑞芳發生，如基隆山的火燒山即是逆向演替。小組使用 iPad 掃描 APP、拍照，並透過網路傳照片、搭配手寫的記錄，完成圖文說明自然演替中的正向演替，也就是從裸地、芒草、小花小草、樹木、森林到一座山的歷程。

第 2 組報告「土堆尾劇場——岩石與煤炭延續百萬年的對話」。小組用放大鏡觀察石頭中有無炭的成份，再觀察比較在山壁和土堆尾的石頭、分析岩石與煤炭的差異，最後以岩石與煤炭的對話為該組專題學習的結果。

第 3 組報告「鹿仔寮水管路」。此條水管路因深澳火力發電廠需汲取非海水而形成，也即是從基隆河的瑞芳段取水，從逢甲路的民宅旁往秀崎山方向，經指雲宮、鹿仔寮山到深澳發電廠。此條鐵鑄的水管，沿途不是貼著地就是高架越過溝壑，水管沿著綠意盎然的山徑，述說著它之前在深澳發電廠的歷史角色。

第 4 組報告「煤頭煤尾異世界——瑞芳山系煤礦大分析」。透過實驗，學生進行煤炭和石頭在硬度、顏色、味道、質感、聲音、可燃性、易碎性等的比較分析。

第 5 組原本要探討「蚜蟲」，但因無法確定蚜蟲在八次都出現，如本週出現，但下一週卻不出現；小組轉而想研究蝴蝶，但蝴蝶亦不會乖乖地停留在定點，最後不得不改為「瑞芳生態——春天植物調查」。學生繞山路調查瑞芳山系春天的開花植物，並將這些開花植物進行科別、形態別與生長姿態的分類。

為期八次的學習活動，除第一次概述瑞芳山系與最後一次成果發表，要在六次活動引導國中學生針對瑞芳山系的主題進行探索，並完成初步報告，具相當的挑戰性。以下是一些學生的心得和想法：

透過這一次的活動，讓我發現山上的東西是無奇不有，大自然的生物多到可怕！有些東西是自己要去發現，你不去發現是不會知道那些東西。（S801-1040423 學習心得）

我們去土堆尾觀察石頭和煤炭，還找了山壁上脫落的百萬年石頭和土堆尾 50 年的石頭做對比，發現山壁上的石頭外表質地脆，50 年的石頭質地較硬，也長有青苔。這幾次的學習讓我瞭解比較多的自然知識，懂得如何靜下來觀察自然生態，也發現到大自然是不能沒有的！（S807-1040423 學習心得）

這幾次去瑞芳山系大探索，認識了許多植物，如：水金京、八芝蘭竹、奧氏虎皮楠、野鴨椿等植物，如果沒有這活動，我可能都不知道有瑞芳山系和這些植物。（S811-1040423 學習心得）

我學到一些昆蟲、植物的知識，還瞭解煤炭的特性，也瞭解到水管路的由來和歷史。我住在瑞芳這麼多年，現在才知道瑞芳附近有這麼多美麗的地方，看來我還必須要去多多探索才行呢！（S810-1040423

學習心得)

本來對瑞芳山系毫無所知，經過這幾次學習，又實際去看、聽過，就更加瞭解；幸好有上過這些課，才能知道瑞芳的自然生態，也能順利完成報告。(S809-1040423 學習心得)

誠如學生所言，探索瑞芳山系的過程一開始陌生且辛苦，18 名國中生僅一位在國小階段約略學過瑞芳山系單元，但整體而言，均是第一次透過行動學習進行瑞芳山系探索。研究團隊因製作了瑞芳山系擴增實境 20 個 APP，除老師導覽解說外，學生可透過平板及無線網路接觸瑞芳山系的資訊，這對學生是很新奇的經驗。五組均能在八週完成專題報告，可知學生的投入及努力。B 國中校長看到學生的成果，特地在民國 104 年 6 月下旬舉辦該國中之瑞芳山系的探索成果發表會，讓 18 名同學上台發表展現其學習結果，並對 B 校其他班級進行瑞芳山系教學活動的推廣。

有學生反映，此活動雖很不錯，但仍有需改進的地方，不能流於自滿，如 S806 同學 (1040423 學習心得)：「這次探索中，我們採集的樣本太少，做的報告沒那麼精細，如果下次還有機會，我會把它做得更好！」。本研究教師團隊 T1 老師也有下列的省思：

有關瑞芳生態——春天植物調查的主題，研究的題目和方法沒有問題，小組也做了些圖表、統計和排序，但沒有再繼續進行分析；雖然可能因為時間不夠，但沒掌握小組合作和專題的重點，要進一步去做分析，深入去挖掘為什麼這麼做？像沒頭沒尾異世界雖然有做硬度、燃燒、氣味等實驗，但國中理化有教比重，若能把它引進應用會更完整。水管路的介紹不能只介紹水管的由來、現況和管的測量，若能把手管路的生態整合，變成一條生態步道，會更深入。(T01-1040423 教學省思)

雖然 T1 老師對 B 校學生的表現有更高的期待，但對 B 校來說，5 組瑞芳山系行動學習的結果還是有初步的成果，尤其在最後發表的 18 位國中生中只有 1 位以前在國小階段有接受過生態探索的訓練，而透過這 8 次的課程就有這樣的成果著實不容易，但也是有進步的空間。如 T5 老師所言：

各組在回校後未確實回報當週學習狀況，建議每週收紙本作業取代線上 Google 表單，才能掌握學生的學習進度與成果，以做為下午教學調整的依據。(T5-1040428 教學省思)

Google 表單對本次行動學習來說，確實好用，讓老師可以隨時掌握學生的

學習狀態，另外，我們也建置「瑞芳山系大探索不公開的社團 FB」，透過 FB 平台讓所有參與的師生瞭解上傳彼此的文件和照片，符合 Lahiri 和 Moseley (2012) 認為行動科技透過教師所創造的學習環境讓學生與環境、同儕及教師互動、合作與支持，提升學生理解和創造新知的能力。但因 B 校學生非 A 校老師所能全部「掌控」，學生學習的成效並非完全都可達到 A 校老師所設定每次上課的學習目標與結果 (T2-1040428 教學省思)，這樣的現象如賴阿福 (2014) 所言，行動學習不代表學習結果一定會比傳統學習學得比較好，其學習成效還是要依賴老師根據學生的學習狀況進行教學設計與教學實施的調整，行動學習的目標才有可能達成。

因此，教學與研究不能停留在構思與設計階段，還須隨時檢討改進與調整因應，為下一個學習的任務作準備。假若下次能再有這樣的機會進行瑞芳山系大探索，我們會依據本次學生學習和老師教學的反應做修正，讓未來的學習成果一定會比現在更好！

二、國小生發表式導覽成效佳，且為日後之平板使用奠基

本研究教師團隊在初步設計完成後，先在 A 國小高年級試教，發現小學生對於行動載具的使用方面並不熟悉，本想先教導小學生平板使用知能，但因受限於時間，除轉與 B 國中接洽，也不得不修改教學方案，將行動學習改為導覽解說培訓，雖仍須使用 APP，但較為簡單；至於要學生全面性地瞭解平板使用，則另行規劃暑期的平板夏令營。

導覽解說培訓對象為 A 校五年級 17 名學生，進行瑞芳山系 20 個擴增實境 APP 的學習與 9 個關卡的導覽練習。換言之，同學需自我學習 APP 與關卡導覽內容，再將內容轉化，最後必須再導覽解說，展示其對內容的瞭解。

研究團隊於四月下旬舉辦新北市 A、C 兩所國小學生（含幼兒園）進行瑞芳山系探索的闖關學習（共 9 關）。C 校學生對此也展現高度興趣。五月有新加坡福建會館六間所屬國小學生至 A 校訪問，也邀請學生參與此闖關活動。

學生認為透過 APP 學習，再導覽與發表的學習方式雖讓他們緊張，但很有成就感。

我覺得這個活動讓我學到很多知識，也讓 C 國小的人瞭解我們這裡的知識。（S501-1040427 學習省思）

當天解說時非常的緊張，看見每一組正在找尋這些植物的攀爬部位時，我知道他們真的聽進去，心中的心情很高興，也很有成就感。

（S503-1040427 學習心得）

我覺得很有成就感，因為可以跟大家說出我學到的東西，感覺自己很強，但還是有很多東西還要再多多學習。（S514-1040427 學習心得）

剛開始分享時會有一點緊張，但分享幾組後就選好了，分享越多組越熟悉。（S504-1040427 學習心得）

這次的分享經驗，加深了我對瑞芳山系的體驗，為客人介紹我們瑞芳山系的知識，讓外地人瞭解瑞芳山系的生態重要，還推廣我們學校的特色，我覺得很高興。（S505-1040427 學習心得）

對小學生而言，要先自我學習 APP 與關卡導覽內容，再瞭解後以自己的口語表達出來，甚或再跟他人導覽，是相當大的挑戰；但學生先自習，後再經多次練習解說，多能有好的表現，尤其對外校小朋友做解說特別有成就感。但仍有一半以上的學生認為導覽培訓的時間不夠，應再增加。

這次導覽活動的練習時間有點少，只有三週的時間，利用綜合課和資訊課，不夠；我覺得至少要有一個月時間，也應多給我們一些時間查 APP 資料，這樣才能把內容介紹得更豐富，而且最後分享導覽的時間要久一點，才不會還沒說完就要換組。（S503-1040427 學習心得）

也有學生提出導覽解說可再增加一些輔助品：「若能在解說時能拿雷射筆來當道具，可以讓口語解說和被講解的地方做聯結，更能讓聽眾瞭解。」S504 這樣認為（S504-1040427 學習心得）。

雖然 A 國小學生平板使用並不熟悉，我們改以瑞芳山系 20 個擴增實境 APP 的學習與 9 個關卡的導覽練習暫時先取代行動學習，並以此經驗與成果成為未來行動學習的基礎。T2 老師認為：

瑞芳山系的導覽解說是有目標性，目標在 4/24 和 5/25 要帶領外校學生認識我們瑞芳山系，學生在透過平板的 APP 使用初步認識瑞芳山系，再透過老師實地導覽介紹與小組合作逐步建立自己的解說內容和信心，並為大家侃侃而談瑞芳山系每一關卡的故事，基本上其學習是有成效的！（T2-1040427 教學省思）

因為將學習嵌入於真實和相關脈絡中，鼓勵學生在學習過程中擁有發言權，並運用發表模式展現成果與在過程中的自我覺察，是有達到建構主義學習環境設計的目標（Honebein, 1996）。

事實上，本研究團隊已經盡力爭取到三週的綜合課與電腦課的時間，但從學生的反應來看，導覽培訓的內容多，不僅要蒐集和整理資料，還要轉化為口語，這都需時間。至於輔助道具，受限於 A 校設備與研究經費，無法支應。然即使如此，小學生能在三週的時間完成練習及導覽，誠屬難得。但學生的建議，是可以做為我們未來改進的參考。

三、國小學生對於平板夏令營參與度高

當學生拿到 Flyer 平板，他們迫不及待想要進行連網及與同學溝通，所以在實施平板教學前的無線網路建置就變得非常重要。因為上平板最怕的就是網路塞車，大家都停在那邊無法進行下一步，會扼殺學習者行動學習的耐心。

當班級無線網路建置完成後，接著就是處理平板的內容學習。平板夏令營開班前，研究團隊和 A 國小夏令營教學的老師（五位教師團隊和另一位 T6 老師），花了一整天的時間備課，就可能的各種狀況與問題先行列出與解決，期待學生對平板能有新的學習和收穫。

因 Flyer 平板鎖住了 FB 和 LINE，所以學生在夏令營期間就只能使用 Flyer 平台裡面的應用程式，如 Learn mode 介面的「愛分享」，即時溝通師與生、生與生的即時想法和學習成果，其概念亦與 FB 和 LINE 有相同的功能。



圖 3 Flyer 平板介面圖

「大哉問」介面則讓學生提出問題向其他平板使用者求救，如 S412 同學（平板編號 6e157****）提出他在上課時不會的題目，請問其他同學（小新只帶 200 元買 40 元的巧克力和 20 元的飲料，請問小新還剩多少錢？）。本題雖然簡單，但因簡生為學習落後學生，家中無人可協助，若有平板讓他向其他同學請問，是解決他學習困境的一種方法。結果有四位平板使用者提出他們的解答：有兩位同學直接回答 140，其他兩位是這樣回答：

答案 = 200 - 40 - 20 (T6 老師，平板編號 Ocdfa****)
 200 - (40 + 20) = 140 (S402 同學，平板編號 1d748****)

後兩位的回答較能幫助簡同學思考，因為數學解題最重要的是解題歷程，而不是最後的答案。惟此互動還是沒辦法看到簡同學最後的解題，這是在這個平板互動上最為可惜的地方。

在平板夏令營後，我們發現學生喜歡表現，他們會把作品放在 Learn mode 平台跟同學互動，像 S303 同學把他做的倫敦塔橋放上去，馬上就獲得同學的讚賞：

嘿嘿！很有天份嗎！（S402 同學，平板編號 1d748****）

好漂亮的工藝品（T6 老師，平板編號 Ocdfa****）

這是這麼做的啊？（S301 同學，平板編號 6e157****）

當然在「大哉問」的互動當中，不是只有 A 校的學生可以回答，外校的學生也可以參與。譬如 A 校 S202 同學（平板編號 8283d****）提出：「 $4! = ?$ 」就有外校的同學說：

103 課綱一些部分有調整過，不過我們高一下第二冊就學過了！後面還有排列組合的問題，這部份有程度，腦袋需保持清晰才可作答！

（使用 Learn mode 平台之某高中生，平板編號 ee4df****）

聽不懂是什麼意思！（S202 同學，平板編號 8283d****）

$n!$ 表示 $n, n-1, \dots, 3, 2, 1$ 的連乘積，讀作『 n 的階乘』。將 n 個不同事物排成一列，共有 $n!$ 種排法。另外規定 0 的階乘等於 1，即 $0! = 1$ 。（使用 Learn mode 平台之某高中生，平板編號 ee4df****）

約莫半小時，這位高中同學才發現：「這是高中的數學，目前小學生不會學到！我太認真回答了！」可見 Learn mode 是全臺灣這台平板的使用者都可互相發問與回答。

平板電腦最受學生喜愛的是 Learn mode 以外的 APP，信望愛基金會從數以萬計的 APP 裡面，篩選了國小、國中和高中適合使用的 APP，而且還以領域區分，非常方便。故研究團隊先教小學生如何下載 APP，且下載了 Com-Phone APP，進行學校特色景點的導覽，並結合拍照與錄音，讓學生可將自己對學校的瞭解介紹給他人。

除了 Com-Phone APP 外，我們的研究團隊和教師團隊還要求學生使用 Learn mode 的 Notes 記事，它不僅可做文字記錄、拍照，還可錄音，這是學生行動學習時最方便好用的筆記本。因此，學生對 Com-Phone APP 不僅興趣高昂，其產出成果分享給外校老師，也獲得不少肯定，A 校學生平板使用的相關影音檔成果，可詳 <http://163.20.121.93/pad/2015pad/2015pad.html> 網站。

上了 4 天的平板夏令營，我發現平板真是學生的最愛，即使平板夏令

營的上午是游泳課，在未上平板的游泳課中午，每位同學都會進行午休，但開始上平板以後，學生都不想午休，不是迫不及待地與同學連網溝通，不然就是在練習老師昨天教的 APP，沒想到平板對學生的魔力這麼大。（T6-1040703 教學省思）

的確，無線網路的穩定和平板教學的師資都是影響行動學習的關鍵因素，除了要有行動學習的裝置外，這也與 Chang 等人（2003）的文獻認為通訊設備的穩定及老師教學模式的確定，是影響行動學習的關鍵的看法一致。

四、研究者省思

（一）教師應強化對行動學習的體認與實踐

參與本研究的師生雖有 A 國小及 B 國中，然僅是 A 國小部分教師及學生，和 B 國中的部分學生，並未達全校老師都參與，顯示使用行動載具的行動學習並不普及。其不普及的其中之一原因則是老師的負擔可能會變更重、需花更多時間處理教學資源、老師自己的資訊能力有待提升是有關的，這些發現與洪珮真、蕭顯勝的研究結果一致。而老師是行動學習的關鍵角色，如果老師不會用平板，就更不可能教小朋友使用平板。要如何突破老師的心防？願意與學生一起使用平板進行學習？這考驗著校長的課程與教學的領導，如何擴大學校教師的參與？是否提供行動學習的教材與使用策略等建議給老師，以便老師願意接觸行動載具、參與行動學習。研究團隊與林俊穎所提出的看法一致，應該先讓老師知覺行動載具的易學好用，透過研習、社群鼓勵老師使用行動載具提升教學成效，應該是一個可行作法與努力方向。

如何改變老師的思維，願意嘗試、進行行動學習的教學設計，有相當的挑戰性；如何讓教師走出習慣，願意改用平板輔助傳統教學，甚或在某些領域取代黑板和教科書，這是相當大的改革。如同王子華與楊凱悌所言，行動學習並非僅仰賴更新、更多功能的載具與 APP，因為科技不會影響學習，只有靠行動學習的教學設計是不夠的，還需要透過評量展現學生的學習成果。除此之外，應該要讓行動載具成為學習者的心智工具，輔助學生處理以及統整資訊，這與賴阿福的研究結果一致。

（二）透過親職教育讓家長瞭解行動學習的效益

行動載具的價格雖然日趨平價，但如想讓每一位家長為子女添購，有實質的困難；故當 A 校爭取到信望愛 80 台平板時，學生對行動載具的發放與使用時間特別感興趣。

雖 A 校校長表示基金會給每一位同學一台平板，但並不是每一位家長都同

意，A 校有 13% 家長不同意學生把平板帶回家。因家長擔心學生如帶平板回家，會花太多時間而影響課業學習，或認為讓子弟長期使用平板、看小螢幕，會影響視力。其現象與賴宗聖和蕭福生等人的研究中，家長對行動學習的認知與反應和 A 校的家長是一樣的。

研究團隊考量後，採讓學生在學校借用方式進行，如此可讓 A 校每位學生都可使用平板進行行動學習。但只在學校進行不夠，因還須後續資料整理、分析，倘家中沒有行動學習的環境，學生的行動學習成果還是會受限。因此，行動學習必須要有家長的支持，且願意建置家中數位學習環境，如此才能落實 anytime、anywhere 的學習，此與賴宗聖的觀點一致，如何透過親職教育讓家長理解行動學習對孩子學習的效益，如何讓家長看到學生使用平板的成效，家長才會成為學校行動學習的支持者。

（三）應從全面觀點省思行動學習各面向，以提升行動學習的學習成效

由於 A 國小一至六年級每位學生均發放一台平板，學生可透過平板來查生字生詞，不必再翻笨重的字典，對學生有很大的吸引力。但這僅是對行動載具的基本使用層次，學生的學習動機與高層思考能力是否能同步提升？研究團隊的看法認為行動載具應成為學生的心智工具而非使用工具，這個發現與賴阿福的研究中是一致的。如何讓行動載具成為學生學習的心智工具，除了考驗研究團隊的智慧外，更是支持教學團隊長期實施行動學習的關鍵。

平板只是一個行動學習的工具，如何透過平板這個載具讓學生面對瑞芳山系產生好奇心，願意進行探索？本研究平板所提供的擴增實境 APP、平板的其他 APP 的工具，是否能讓學生願意繼續學習？倘若學生僅因本研究一次性的使用平板，那麼行動學習僅是一個片斷。

如何導入更多的專業技術建構更完整的建構主義學習環境與網站平台？如何讓學生在行動學習中自學？如何透過行動載具結合真實脈絡、問題解決與成果分享，展現更多行動學習的成果？如何讓更多老師有意願投入行動學習？如何讓家長看到學生的學習成果進而支持學生的行動學習？這些都值得我們持續努力。

陸、結語

行動學習是透過行動載具進行學習的方式，亦是科技應用於學習的實際展現。然行動學習的成效並非僅是仰賴更先進、更尖端的行動載具，必須發揮其特性，並應用教學設計的理念，也就是適當的教學策略及教材，才能裨益學生的學習成效及關鍵能力。本研究首先建置瑞芳山系探索數位學習網，並透過 B 國中瑞芳山系大探索專題學習、A 國小瑞芳山系導覽解說培訓與平板夏令營，實際檢視國中、小學生行動學習的學習結果。

研究顯示，國中生對於應用行動載具進行「瑞芳山系探索」成效較國小學生為佳；透過專題合作與簡報發表，確實能提升國中生行動學習的成果。在國小方面，實施發表式導覽解說成效佳，且為日後之平板使用奠基。在夏令營方面，國小學生參與度高，且由於人手一台平板，有利於學習成效；且透過行動線上互動平台，除可提升學生行動學習的動機，並能加強交流互動。

參與本研究的團隊深感未來，若要擴大瑞芳山系探索行動學習的實施成效，必須先強化老師對行動學習的體認與實踐，考量行動學習是否能超越傳統教學，並建構更整全的建構主義學習環境，透過行動載具結合真實脈絡、問題解決與成果分享，展現更多行動學習的成果；並同步讓家長看到學生使用平板的學習成效，以促進家長建構行動學習環境的支持力；最後，則是要透過更多專業技術的導入，突破目前的困境，深化學生使用載具與行動學習的學習成效。

因本研究是屬於參與者少於 100 人的個案研究，針對未來的研究，研究者建議可增加更多的學生和老師參與，學生學習活動的主題應可讓學生與在地的自然、地理、歷史或現象的環境做更多的聯結，其學習成果將會超越本研究。

參考文獻

- 方淑姿（2015）。平板電腦 APP 導入理化科教學之研究：以國中電化學與磁學單元為例。未出版之碩士論文，國立臺南大學教育學系科技發展與傳播研究所，臺南市。
- 王子華、楊凱悌（2015）。有效行動學習課程教學模式之設計與效益評估——以評量為中心的設計。《課程與教學季刊》，18（1），1-30。
- 李宗薇（1997）。教學設計。載於黃政傑（主編），《教學原理》（頁 67-116）。臺北市：師大書苑。
- 林俊穎（2014）。高雄市國小教師使用行動載具教學之接受度。未出版之碩士論文，國立臺東大學教育學系學校行政在職專班，臺東縣。
- 洪珮真（2004）。行動載具融入國小自然科學習之研究。未出版之碩士論文，銘傳大學資訊傳播工程學研究所，臺北市。
- 張瓊穗、李蓉萱（2011）。行動學習科技在環境議題探究活動之設計與應用。《教育研究月刊》，204，5-14。
- 陳祺祐、林弘昌（2007）。行動學習在教育上的應用與分析。《生活科技教育月刊》，40（5），31-38。
- 黃國禎、朱蕙君、賴秋琳（2014）。行動與無所不在學習的定義與實施策略。輯於黃國禎、陳德懷主編之《未來教室、行動與無所不在學習》（頁 19-27）。臺北市：高等教育。
- 黃喜美（2015）。以科技接受模式探討臺南市國小教師對於行動學習之使用意願

與現況調查研究。未出版之碩士論文，國立臺南大學教育學系科技發展與傳播研究所，臺南市。

劉遠楨(2013年8月1日)。行動學習與創新教學。上網日期:2015年11月28日，檢自 www.hcdigitech.com/201308_01/01_liuzy.pdf。

蕭福生、鄭盛元、溫博安、陳錫安、黃秀山、馮慈苓、莊思筠、李和興、楊武憲、楊勝惠、游婷嬭、黃雅慧、黃于玲、吳杏惠、黃慶玫、林淑婷(2013)。跳躍在雲端的 MONKEYS- 南湖 MONKEYS 系統研發與創新教學應用。上網日期:2014年12月27日，檢自 <http://teachernet.moe.edu.tw/BENCHMARK/Article/ArticleContent.aspx?mode=3&fid=2&sid=12&tid=64&mid=2519>。

蕭顯勝(2014)。行動學習於中小學課程之應用。教師天地, 193, 27-33。

蕭顯勝、蔡福興、游光昭(2005)。在行動學習環境中實施科技教育教學活動之初探。生活科技教育月刊, 38, 40-57。

賴宗聖(2015)。國小家長對行動學習認知與反應研究——以南湖國小為例。中華印刷科技年報, 2015, 79-88。

賴阿福(2014)。行動學習的教學方式與省思。教師天地, 193, 19-26。

Cavus, N. & Ibrahim, D.(2009). M-Learning: an experiment in using SMS to support learning new English language words. *British Journal of Educational Technology*, 40(1), 78-91.

Cavus, N. & Uzunboylu, H.(2009). *Improving critical thinking skills in mobile learning. Procedia Social and Behavioral Sciences*, 1(1), 434- 438.

Chang, C. Y., Shen, J. P., & Chan, T. W.(2003). Concept and design of AD Hoc and mobile classrooms. *Journal of Computer Assisted Learning*, 19, 336-346.

DeVries, R., Zan, B., Hildebrandt, C., Edmiaston, R., Sales, C.(2002). *Developing constructivist early childhood curriculum: practical principles and activities*. Teachers College Press: New York.

Gedik, N., Hanci-Karademirci, A., Kursun, E., Cagiltay, K.(2012).Key instructional design issues in a cellular phone-based mobile learning project. *Computers & Education*, 58, 49-59.

Glaser, R.(1965). Toward a behavioral science base for instructional design. In R. Glaser(Ed.), *Teaching machines and programmed learning*, II. Data and directions(pp.771-809). Washington, D.C: National Education Association of the United States.

Heinich, R., Molenda, M., Russell, J. D., & Smaldino, S. E.(1999). *Instructional media and technologies for learning*. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall.

Honebein, P. C.(1996). Seven goals for the design of constructivist learning environ-

- ments. In Wilson, B. G.(Eds). *Constructivist learning environments: Case studies in instructional design*(pp. 11-24). Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology Pub.
- Jonassen, D. H.(1999). Designing constructivist learning environments. In Reigeluth, C. M.(Eds). *Instructional design theories and models: A new paradigm of instructional theory*(vol. 2, pp. 215-229). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates,Inc.
- Kibler, R. J.(1978). *Objectives for instruction and evaluation*. Boston: Allyn and Bacon.
- Lahiri, M. & Moseley, J. L.(2012). Is mobile learning the future of 21st century education? *Education Technology, July-Aug, 2012*, 3-13.
- Ozdamli, F. & Cavus, N.(2011). Basic elements and characteristics of mobile learning. *Procedia Social and Behavioral Sciences, 28*, 937-942.
- Perkins, D. N.(1991). Technology meets constructivism: Do they make a marriage? *Educational Technology, 13*, 18-23.
- Uluyol, C., Agca, R.,(2012). Integrating mobile multimedia into textbooks: 2D barcodes. *Computers & Education, 59*, 92-98.
- Vinu, P. V., Sherimon, P. C. and Reshmy, K.(2012). Development of Seafood Ontology for semantically enhanced Information Retrieval International. *Journal of Computer Engineering and Technology, 3*(1), 154-162.
- Wilson, B. G.(1996). *Constructivist learning environments: Case studies in instructional design*. Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology Pub.
- Zhang, B., Looi, C., Seow, P., Chia, G., Wong, L., Chen, W., So, H., Soloway, E, & Norris, C.(2010). Deconstructing and reconstructing: Transforming primary science learning via a mobilized curriculum. *Computers & Education, 55*, 4-25.

