
以「電子目鏡」及「行動載具」提升國中 生物顯微鏡實驗課堂

馬瑪宣* 李盈杰 彭黃銘

臺北市私立復興實驗高級中學

近年來將資訊融入課堂的創新教學法廣泛為教師所討論與應用，本研究首創以電子目鏡結合行動載具，將資訊科技融入生物實驗課堂，以創新的教學方式，以小組互動合作學習，強化團隊合作與專業問題解決能力，將原本侷限於一個人所見的顯微鏡視野，擴大到全班同學同時可見，課後還可於網路平台上共享，永遠保存此影像。如此於空間向度上放大，於時間向度上延伸課堂的顯微影像。研究結果發現，相對於傳統課堂，學生普遍喜愛此種新型態資訊融入實驗課堂的教學與學習方式，並從小組互動的反思討論中激發思考與創造力。希望能以本研究的成果與中學教師們分享，並作為將電子目鏡及行動載具等資訊設備應用於實驗課堂的參考。

壹、問題緣起

一、研究緣起與動機

(一) 傳統的顯微鏡實驗課程，教師授課時常會遇到以下限制：

1. 顯微鏡數量有限，同時間僅有 25%到 50%的學生可進行顯微鏡操作，導致

無操作的學生可能表現不專注的行為，甚至出現一人看著目鏡另一人轉調節輪的情形。

2. 以顯微鏡觀察時，僅有操作者能看到影像，其他學生無法同步觀察，也難以就看到的影像進行討論。
3. 學生對觀察到的目標有疑惑想請教教師時，教師需先進行顯微鏡觀察才能與學生討論。當顯微鏡視野中的目標太多而目鏡中又沒有指針時，教師和學生得花費時間輪流觀察以確認雙方討論的是同一目標。
4. 實驗課時間有限，對學生來說，要在課堂時間內將指定的目標都觀察完畢有相當難度，而要在觀察時同步將所有觀察到的目標都予以繪圖、記錄更是大多數學生無法完成的挑戰。學生在課後要書寫實驗紀錄時，已無顯微鏡影像可供參考，通常得憑印象或是照著參考書的圖示進行繪圖。

(二) 研究目的與欲達到的成效

為了提升顯微鏡實驗課程的教學成效，本校生物科教師曾透過各種不同的軟硬體組合，如以相機或 CCD 套

*為本文通訊作者

組拍攝顯微鏡的影像後投影、以實物投影機即時投影等，但多數方法都因設備限制只能由教師示範或僅能由少數學生操作。後來本校教師對電子目鏡產品進行研究，發現透過電子目鏡與平板電腦的結合，可為顯微鏡課程帶來新的曙光！因此共同進行了此份研究，希望藉此讓顯微鏡課程可達到以下成效：

1. 進行觀察時，同組的學生可同時看到影像以利討論。
2. 學生對觀察的標本有疑問時，教師與學生可同時看到影像以利討論。
3. 學生可在過程中將所觀察到的影像拍攝記錄，以利課後進行延伸學習。
4. 學生有拍攝到精彩的影像或是特殊現象時，可將此結果即時投影出來讓全班學生分享觀察。
5. 教師可彙整學生拍攝到的影像，並於課程結束前即時投影進行課程統整。

二、名詞釋義

(一) 電子目鏡

電子目鏡，也稱顯微鏡數位目鏡，是透過將光學顯微鏡成像後之圖像數位化輸出的工具，電子目鏡常具有安裝簡便，通用性強、使用成本低廉、功能齊全、簡單易用等特點。

本次使用之電子目鏡影像訊號輸出技術可分為 USB 有線傳輸與 WIFI 無線寬頻傳輸兩種模式，透過 USB 有線連結個人電腦、筆記型電腦與行動載具，亦可以 WIFI 無線寬頻與行動載具連結後進行影像傳輸，支援之作業系統可支援目前大部分行動載具與桌上型電腦之作業系統，包含：Windows 8, Windows 7, Windows Vista, Windows XP SP3, Apple iOS, Android 系統等，使用方便簡單，以下說明本系統的元件與使用方式。

1. 本研究使用的電子目鏡系統元件(圖 1)：Ostec, MC500-W, WiFi 電子目鏡



圖 1、本研究使用電子目鏡系統元件示意圖

2. 電子目鏡系統使用方式

A. 使用 USB 有線傳輸方式傳輸影像

將電子目鏡本體與轉接鏡頭、USB 訊號傳輸線進行組裝，接著連接光學顯微鏡與電腦或行動載具(例如：平板電腦，Tablet PC) (圖 3) 並啟動電子目鏡本體之 USB 連接模式(圖 2 左圖)，與電腦中配合電子目鏡之應用程式便可開始使用。教師亦可配合投影機的連接進行觀察影像的投射以方便教學。



圖 2. 電子目鏡本體的 USB 模式 (左圖) 與 Wi-Fi 模式 (右圖) 切換



圖 3. 使用 USB 有線傳輸方式傳輸影像示意圖



圖 4. 電子目鏡與光學顯微鏡、平板電腦組裝完成照

(二) 行動載具

宋曜廷、張國恩和于文正(2006)的研究指出，行動載具在定義上指的是具有基本電腦功能，且可運用無線通訊介面存取網路資源的可攜式裝置，又被稱為行動裝置。如前所述，基本電腦功能指的是具有程式運算與資料儲存功能，連接網路後可瀏覽網路資訊、收發訊息與郵件、編輯線上文件或與他人進行線上互動。根據教育部(2014)說明，行動學習載具應具備：可隨身攜帶，具電腦運算、儲存和傳送數位資料、無線通訊等功能，並能支援使用者在不同場地進行各種有效學習方式的工具，例如：平板電腦、電子書閱讀器(eBook-Reader)、數位筆與薄型螢幕、個人數位助理(PDA)及簡易型筆記型電腦等。行動學習載具常具有下列幾項優點：可攜帶性、價格較低、普及性高等優勢，再加上無線通訊的環境建置，行動學習的便利性相對的提高，已成為各研究單位與數位學習業者相繼開發的新學習趨勢。

貳、文獻探討

本研究最主要的目的在探討**電子目鏡**與**行動載具**應用於生物領域教學之歷程及結果。為了對研究主題有更深入的了解，我們就本研究相關理論進行文獻蒐集與討論。分為二部分探討，第一部分主要探討**電子目鏡**將資訊科技融入學習情境，第二

部分探討**行動載具**學習。

一、電子目鏡將資訊科技融入學習情境

(一) 電子目鏡將資訊科技融入教學的意義

邱貴發(1990)的研究發現電腦整合教學是把電腦融入於課程、教材、教課、及學習中，使電腦成為教學環境中不可缺少的工具(轉引自呂少君 2014)。王全世(2001)的研究指出將資訊科技視為課程中的一項工具，其目的在協助教師教學，提昇教師教學成效，使學生對知識領域有更深入的了解，以培養更高層次的學習成果。我們在顯微鏡上架設電子目鏡，能立即數位化影像，可以傳輸至平板電腦或手機，如此應用數位資訊至傳統的生物實驗課堂(轉引自呂少君 2014)。

(二) 以電子目鏡將資訊科技融入教學的目的

1. 培養學生運用資訊科技的能力

我們以資訊科技融入教學，將一般的顯微鏡觀察課堂融入數位影像處理的技術，可以訓練同學處理數位影像能力，以及相關 App 的使用，當場擷取的顯微照片或影音檔還可以做後續的影音剪接。

2. 提升教學品質與學習成效

運用電子目鏡於生物實驗教學時，教師的教學形態將有所改變，教師可以

與許多同學同時間看到視野下影像與立即解說，不再是只與一位同學所看到的視野做討論，可以同時提升教師的教學品質以及學生的學習成效。

(三) 將電子目鏡融入實驗課堂對教師教學及學生學習之影響

1. 訓練課堂小助教(Teaching Assistant, T.A.) 李榮通於 2006 年的研究指出「合作學習」是經由兩人以上，以分工互補或相互激勵的方式來完成的學習活動，強調學生以主動合作的學習方式，取代教師主導的教學。教師在進行實驗課堂之前，會先訓練一批課堂小助教，一班共分為 10 組，每組由同學自願成為課堂助教，利用課餘時間，教師先教會小助教使用課堂的電子目鏡操作法，以便在實際的實驗課堂發揮功能，帶領其他同組同學學習、操作。本研究所指之合作學習採用「團體探究法(Group Investigation, G.I.)」，由以色列的學者 Sharan 為主要的研究中心所提出的，重視學生自我調整的學習活動，以提供學生多元而廣闊的學習經驗。
2. 將電子目鏡數位化顯微鏡影像具有即時性、互動性，再結合網路資訊，學習平台，更能豐富實驗教學內容。古淑美和朱延平(2000)及吳鐵雄、孫光天、陳新豐和林新獻(1999)的研究指出，結合資訊科技融入教學會強化學生的學習動機，並引發學生同儕之間

的討論、分享經驗，使同儕之間的互動增加，促進同儕輔助學習與合作學習(轉引自呂少君 2014)。

3. 透過如 line 或 facebook 資訊平台的記錄與分享功能，可以讓學生更多欣賞彼此在學習上的作品，也提供便利的交流管道。

二、行動載具融入課堂教學

(一) 何謂行動學習？

隨著科技的進步，行動上網快速普及，加上智慧型手機以及平板電腦的價格為一般人所接受，現在的學生幾乎人手一機，「行動學習」這種新型態學習方式，已經是新世代裡不可逆的資訊科技演化。因此可以說：行動學習的時代已經來臨。行動學習 (Mobile Learning, M-Learning) 起源於網路教學相關研究所得出的一條規則，Chang、Shen 和 Chan (2003) 認為行動學習有三個必需的要素，分別是行動學習裝置 (mobile learning device)、基礎溝通建設 (communication infrastructure)、學習活動模組 (learning activity model)。本研究所指之「行動學習」的主要設備就是平板電腦、智慧型手機等。高台茜(2001)的研究曾對行動學習歸納出六大特性：1.學習需求的迫切性。2.知識取得的主動性。3.學習場域的機動性。4.學習過程的互動性。5.教學活動的情境化。6.教學內容的整體性(轉引

自呂少君 2014)。

(二) 行動載具於教學上應用之優點及缺點

1. 優點如下：

(1) 即時投影，強化學習內容：

利用「Apple TV」將各組所擷取的顯微影像投射至教室投影機螢幕，請小組代表解說內容，使學生成為教室中的主角，其他學生亦可透過單槍投射之影像，了解同學報告內容，並依影像內容提出問題。

(2) 高行動性，依教學需求而移動：

行動載具移動性高，可隨學生學習情形改變拍攝角度，將學生偶然之發現、討論內容記錄下來，做為全班討論主題或延伸教材。

(3) 影像重現：

學生可以將影像上傳至網路平台，如 google 雲端或 dropbox 等，延伸教學內容於課後，當學生整理、比對各組資料之後有所新發現，引發其好奇心，即主動學習的開始。加上即時錄影，將影像重現，更有動態的學習效果。

2. 黃彥達(2003)的研究指出缺點如下：

(1) 同學於實驗課堂，假借使用行動上網的功能，偷玩線上遊戲，必須加以管制，事先說明遊戲規則，如果犯規要如何按照規定處理。

(2) 在使用學校公用的平板時，要定時清理公用平板的影像檔以及還

原設定。確認每一台平板的使用狀態良好，教師要額外花時間管理平板的使用。

(3) 行動載具成本高昂，平板電腦要價 1~2 萬多元，對學校、家長而言，都是一筆不小的負擔。(轉引自呂少君 2014)

參、研究目的

本研究之主要目的在於檢視電子目鏡結合行動載具應用於國中生物顯微鏡實驗課教學歷程與結果，以提供教師從事此兩項設備應用教學之建議及未來教學研究之參考。

肆、研究方法

本研究主要採行動研究方式，以七年級學生為研究對象，進行電子目鏡結合行動載具在生物實驗課堂教學上之應用。以下就本研究之研究對象、研究設計、課程設計與資料的蒐集分析，加以敘述說明。

一、研究對象

本研究為深入了解電子目鏡結合行動載具運用在自生物實驗課堂的實施歷程，研究者以七年級的四個班為研究對象，其中兩班為實驗組，有使用電子目鏡結合行動載具上生物實驗課；另外兩班為對照組，沒有使用該兩項設備。四班共有學生 148 人，男生 70 人、女生 78 人。參與研究之教師群 3 人現職皆為生物教師，一兼任學校總務主任、一兼任教學組長，另一為專

任生物教師。

二、研究步驟：

(一) 共同備課—認識設備：

電子目鏡與平板電腦為新融入課程之教具，在正式應用於教學現場前，教師透過共同備課熟悉硬體的安裝與軟體的操作方式，瞭解電子目鏡結合平板電腦的潛力與限制。

(二) 共同備課—教案設計：

透過共同備課，教師選定授課章節，一同討論上課的流程，完成教案與學習單的設計，並訂定課程實施時觀察的學生行為重點。

(三) 課程實施：

實際將電子目鏡與平板電腦融入顯微鏡實驗，讓學生操作使用。授課時，同科教師一同入班觀察，利用觀課紀錄表記錄學生的上課行為與反

應。學生進行實驗活動，並填寫學習單和問卷調查表。

(四) 資料蒐集與分析：

課後分析教師的觀課紀錄表、學生的學習單與問卷調查表，檢視課程實施的成效。

(五) 綜合研究結果，提出研究結論。

三、配合之教學單元

配合七年級自然與生活科技第二冊第四章，「蕨類的觀察」活動。

四、電子目鏡結合行動載具 課程設計圖像

本研究由生物團隊共同備課，研發、設計創意資訊融入課堂，以電子目鏡結合行動載具，藉由無線 wifi 連結網路平台，分享團隊共同合作所記錄的實驗照片與課程紀錄。(圖 5)

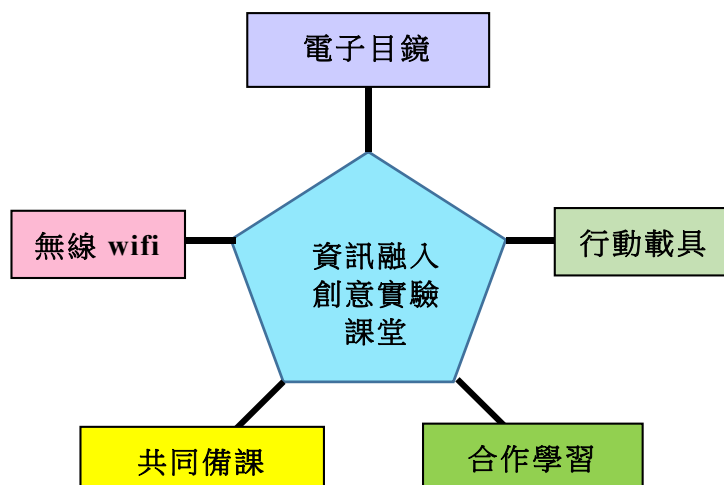


圖 5、資訊融入創意實驗課堂構想示意圖

五、測量工具

內容效度：本研究係以自編的「資訊融入課堂：電子目鏡及行動載具應用問卷及心得」(見附錄)問卷調查表，內有 18 個题目的五等級量表，分為四個向度編寫(表 1)，分別是“認知向度”、“情意向度”、“技能向度”、“合作學習模式分析”、問卷內還有三題開放式問答，以及課程心得回饋。在使用此問卷調查之前，有請教本校資深自然領域教師群，教務主任及學務主任共 6 人，確認此問卷調查的內容之合適與否，以符合有效問卷的方向作為研究方法的測量工具。

教學行動的實驗與應用，並經共同備課、共備發表、教學現場攝影、觀課紀錄與意見回饋表，逐項修正之後發展出的教學歷程紀錄。

表 1、「資訊融入課堂：電子目鏡及行動載具應用問卷及心得」問卷調查的向度分析

	向度分析	題號
項目	認知向度	1~2
	情意向度	3~7
	技能向度	8~10
	合作學習模式分析	11~18

伍、研究結果與發現

研究者從規劃課程起在教學現場展開

一、共同備課

(一) 共同備課歷程時間表(2016 年，圖 6)

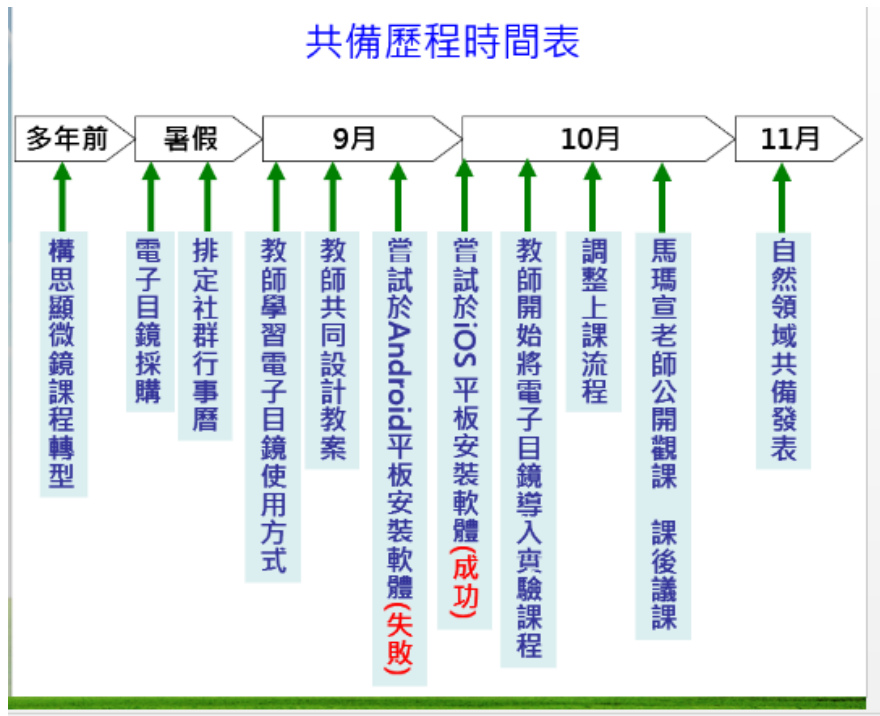


圖 6、生物科團隊的共備歷程表

從多年來生物教學團隊一直有要改善顯微鏡教學方式的想法，因為我們無法突破要多人同時講解某一顯微鏡下視野影像的障礙。直至 2016 年暑假，生物團隊請設備組長請示校長，並分析電子目鏡及配套的行動載具優缺點，最後可以順利採買一批電子目鏡及其配套設備，經一連串的學習與共備歷程，也從失敗中學習與不斷修正，最後才成功推廣電子目鏡及

行動載具在實驗課堂的運用，學生與老師皆受惠。受惠良多。

(二) 電子目鏡及行動載具融入教學活動設計如圖 7 教學活動設計。

實驗課前，生物科教學團隊會先架設好電子目鏡，與行動載具連線，每一位成員都熟悉其使用方式，並做好每一台行動載具與電子目鏡的連線測試，確保實驗課堂進行流暢。

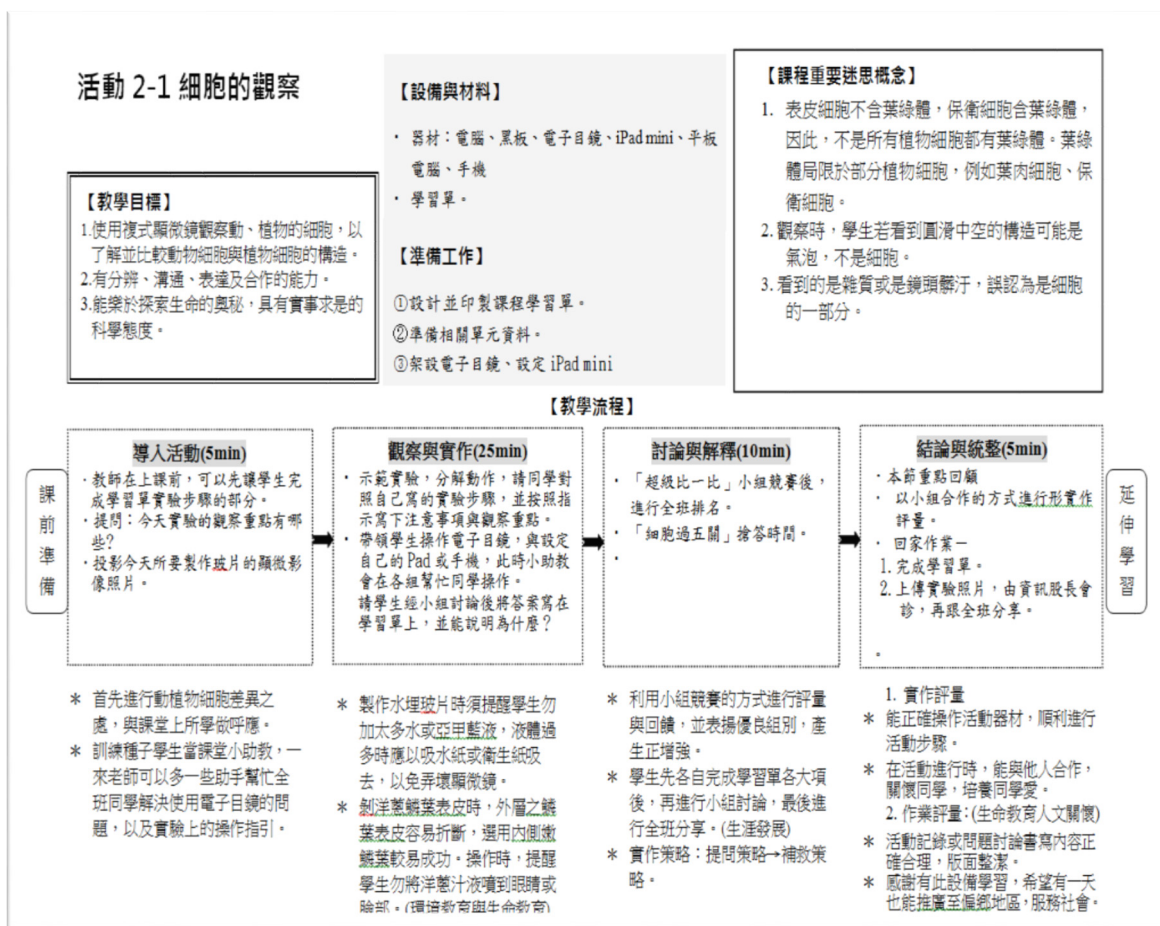


圖 7、電子目鏡與行動載具教學活動設計

二、公開觀課

從使用電子目鏡及行動載具於實驗課堂之後，共舉辦兩次公開觀課與課前課後議課。在此僅以致台北市仁愛國中備發表的一場觀課議課為例。

首先，授課老師於觀課前與全體自然科教師解釋今天的上課流程及其他相關事宜，再來，授課教師向全班同學示範實驗進行方法與今日實驗挑戰遊戲規則。

過程中教師與全組同學一同討論同一顯微鏡下視野，多數學生開心秀出她拍的最棒的視野。如此以學生為主的課堂，課堂小助教帶同組同學一同討論、分享所擷取的顯微影像。

三、共備發表：

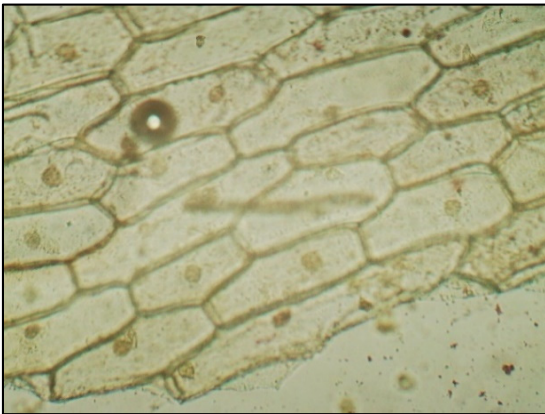


圖 8、洋蔥表皮細胞顯微影像，學生以電子目鏡拍的。

本研究一共參加兩次台北市國中組共備團於仁愛國中舉辦的共備發表活動，第一次以行動載具應用於實驗課堂為主，由李盈杰 老師代表發表；第二次則以電子目鏡結合行動載具應用於實驗課堂為發表議題，由彭黃銘 老師代表發表。兩次皆獲得共備發表首獎的殊榮。

四、學習成效

(一) 以學生為主的學習方式：

學生拍攝的顯微照片分享(圖 8、圖 9)學生分享的照片皆為學生自己拍攝，相片解析度高，品質不輸給專業人士。此種以“學生為中心”的教學方式，也可以產出令人稱讚的高品質顯微照片作品。



圖 9、蕨類孢子囊堆的顯微影像學生以電子目鏡拍。圖中框圈選處為孢子囊堆。

(二) 學生使用電子目鏡結合行動載具於課堂的問卷調查統計分

進行課程教學歷程學習成果量表統計分析如下表：

表 2、使用電子目鏡結合行動載具於實驗課堂問卷調查表

題號	問題	非常符合	符合	普通	不符合	沒意見
1	我會操作電子目鏡	66%	21%	13%	0%	0%
2	電子目鏡與行動載具的使用可以提高我的學習成效	58%	29%	13%	0%	0%
3	電子目鏡與行動載具的使用可以提高我的學習動機	63%	18%	18%	0%	3%
4	電子目鏡與行動載具使我更積極參予討論	53%	24%	21%	3%	0%
5	透過電子目鏡與行動載具的使用，使我更敢於發表個人想法	39%	37%	16%	8%	0%
6	我覺得和同學進行電子目鏡與行動載具的討論時是很有興趣的	68%	16%	16%	0%	0%
7	我覺得將資訊設備融入課堂的學習方式增加我與溝通討論的機會	63%	18%	11%	5%	3%
8	透過電子目鏡和行動載具可激發我有更多想法，有助於問題解決	61%	21%	13%	3%	3%
9	透過電子目鏡與行動載具的使用可增加我有多元推理、驗證的能力	45%	37%	11%	8%	0%
10	透過電子目鏡與行動載具的使用可以增強我有影像處理的能力	66%	24%	11%	0%	0%
11	我覺得小組組員對於操作電子目鏡熟悉的平均程度很整齊	61%	26%	11%	0%	3%
12	我喜歡此種資訊融入課程的方式	82%	13%	5%	0%	0%
13	我覺得此種資訊融入課程學習方式比以傳統課堂前更吸引我	79%	13%	8%	0%	0%
14	我覺得我們的組員間合作關係良好	63%	21%	11%	0%	5%
15	透過資訊融入課堂的小組學習，我會去稱讚同學	45%	32%	18%	3%	3%
16	如果組員有操作的問題，我會主動幫助同學	61%	26%	8%	3%	3%
17	從小組互動的反思討論中激發思考與創造力	50%	26%	16%	3%	5%
18	我覺得當課堂的小助教幫助同學很酷，我也想當小助教	39%	26%	24%	0%	11%

情意向度

合作學習模式分析

認知向度

技能向度

實驗組結果分析：

- 於 18 題有關電子目鏡及行動載具操作以及學習效能增進等的問題中，除了少數有關個人喜好的問題之外，有 12 題的回答覺得非常符合及符合的同學大於 80%。而其中第 10、12 及 13 題，覺得非常符合及符合的同學更是大於 90%。可見得同學普遍喜歡以此種新型態的教學方式，並且認為有助於其課堂學習。
- 有趣的地方是，在第 5、7 及 9 題中，還是有 5-8%的同學認為不符合。推測一般的台灣的傳統教育中，學生較少有公開發表言論、討論以及參與數據分析與推理的機會，因此我們可以從這個方向著手，以創新的實驗課堂，提升同學展現自我、以及發表意見的能力，讓每個孩子都勇於發言，從做中學。

(三) 小組課堂發表

實驗課堂的第二階段為小組公開發表課堂內所拍攝的顯微照片(圖 10、圖 11)，每一組皆擷取到很多焦距正確、拍攝角度優良的照片，分享的時間是全班共十分鐘，同學可以很正確的說明所拍攝的內容。(圖 10、圖 11)

(四) 學習單(以蕨類的觀察為例)

在第一次小組分享後紀錄時，仍有部分學生尚未完成學習單，課後小組同學發揮合作學習精神，彼此幫忙互助，因此於下一次上課時，學生皆能完成回答學習單內容(圖 12)，且進行全班發表。發表時將學生作品投影至螢幕，而在學生發表與作品投影時，全班學生皆專注於螢幕，可見即時投影分享有發揮其功效。



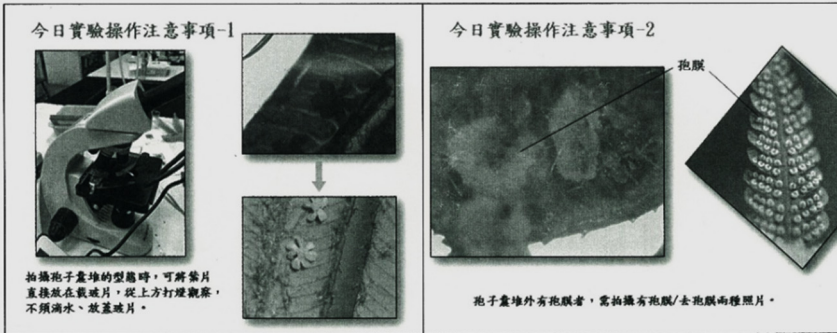
圖 10、學生將自己小組所拍攝的蕨類孢子囊堆顯微照片即時與全班分享-1



圖 11、學生將自己小組所拍攝的蕨類孢子囊堆顯微照片即時與全班分享-2

今日挑戰：

- 透過複式顯微鏡，以電子目鏡拍下四種蕨類植物孢子囊堆的型態。
 - 將蕨葉直接放在載玻片，輔以上方光源觀察。
 - 孢子囊堆外有孢膜者，需拍攝有孢膜/去孢膜兩種照片。
- 列出四種蕨類孢子囊堆的型態的特色與相異之處。



實驗結果：

蕨類名稱	孢子囊堆的型態特色 (可用文字與繪圖描述)	四種蕨類孢子囊堆 相異之處綜合比較	形狀
台灣雙蓋蕨	有孢膜，孢子囊呈長條排列 有孢膜 無孢膜 	項目 短毛有無 孢膜有無 孢子的成熟成度(顏色)	箭筒形 箭筒形
小毛蕨	有孢膜，孢子囊上有細毛，呈圓形排列 有孢膜 無孢膜 	台灣雙蓋蕨	箭筒形 長條狀
台灣杉櫟	無孢膜，孢子囊呈圓形排列並有環帶構造 	台灣杉櫟	箭筒形 圓形
觀音座蓮	孢子囊環狀排列 孢子囊堆者似橢圓形 	小毛蕨	箭筒形 圓形

* 孢子的顏色：
不同種的孢子顏色及孢膜的顏色都會有差異，因此同樣的不同的蕨其孢子的顏色也會有所不同。常見的孢子的顏色為白色、奶油色、紅色、紫褐色、暗褐色或黑色等，而罕見的則為綠色例如觀音座蓮。

圖 12、學生以行動載具配合電子目鏡進行蕨類觀察實驗的學習單

(五) 學生心得分享

心得：

名字：廖晨佑

我覺得以前去做實驗時並沒有什麼特別的，直到學校引進了電子目鏡。要怎麼用電子目鏡呢？首先先插插座，然後在你的手機裡下載一個程式，把程式打開，和那台顯微鏡連接就可以了。以前用的顯微鏡，從目鏡看的時候都要眯起眼睛看，有的時候光線不足或沒有聚焦就會看不清楚，但現在有了電子目鏡，只要連接到那台電子目鏡就能清楚看到載物台上的東西，我覺得這是非常方便的一點。另外電子目鏡還有一個優點就是能自由縮放移動，移動到你想要觀察的那個地方。電子目鏡的解析度也很高，可以很輕鬆又清楚的看到你想要的東西。我覺得學校引進電子目鏡是一個很聰明的方法，因為它可以讓我們學習更有樂趣，也可以讓我們學得更好。

之後再也不用眯著眼睛看顯微鏡了！

Great improvement!

Maggie

心得：

名字：王允婕

在使用電子目鏡時，大家可以透過合理分工，而一起進行實驗觀察，雖然我沒擔任過我們那一組的小助教，但是看過了隔壁同學的操作，我也學會操作電子目鏡，及連上電子目鏡的網路。每一次的實驗操作時，也可以透過螢幕，讓大家一起看到實驗結果，並清楚看見我們在觀察中，還有哪些地方沒有調整好，可以一同提出意見，雖然有時會因意見不合而變得開玩笑的，但我們也在實驗過程中成長了不少，也更加熟練複式顯微鏡及解剖顯微鏡的操作方式。在觀察過後，我會拜託小助教傳給我實驗結果，以方便完成實驗報告，以及之後的討論。而透過每一次的實驗報告，我也可以更了解該次實驗的相關知識，因為每次最後的「問題與討論」，大多是提出延伸出的問題，我會上網搜尋問題的答覆，也會順帶搜尋到更多的相關知識，增進我對誰生物的知識及認識。在書寫報告時，也會回想做實驗過程，幫助我複習得更透徹。總而言之，每次的實驗課都讓我更上一層樓，了解更多知識，真是太棒了。

你們組員間的合作，互動良好！值得嘉許！課後也有再次討論課學顯微照片。Excellent!! Maggie

2. 在使用電子目鏡或行動載具時，你覺得最令你驚奇的地方是什麼？

用 Wi-Fi 的連結速度的很快，畫面也不會模糊。不用一個一個組員輪流到顯微鏡前觀察，可以一起看平板。
Good.

3. 想要跟老師說的話

希望老師能為電子目鏡做為競賽，例如在限時之內，將實驗完成，拍照，能在短時間完成為第一名或是為平時的成績之一，還有可以將電子目鏡帶去別的學宮傳等，都可以讓許多看到這個器材。

之後將舉辦如此的競賽
good point. Maggie

五、觀課紀錄與意見回饋表

(教學後回饋會談，圖 13)

觀課紀錄與意見回饋表本研究邀請綜合領域教師進行跨科並且公開觀課數次，該教師群是本校國、高中自然科教師團隊，包含教務主任、學務組主任、教學組長等

有一共有 18 人，其中 5 人具備觀課之能力，而不同領域則有利於開闊視野，以不同的角度來檢視教學內容。以下僅以其中一次老師的公開觀課紀錄做討論(圖 13、表 3)。

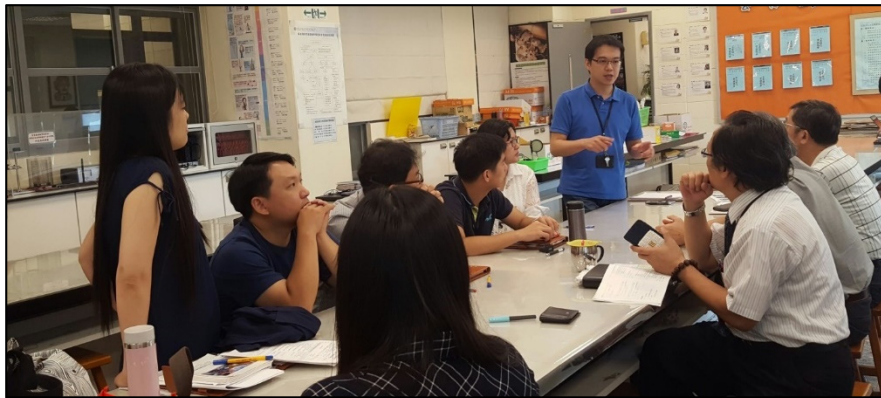


圖 13、馬瑪宣老師觀課後議課。自然科教學團隊熱烈討論並分享想法。

表 3、觀課紀錄與意見回饋表 (馬瑪宣老師公開觀課)

觀課科目：自然與生活科技。授課教師：馬瑪宣

觀課班級：七年愛班。授課內容：動植物細胞型態的觀察。

觀課日期：2016 年 10 月 21 日

觀課者：私立復興實驗高中自然科團隊共 18 人。

教學特色與優點

1. 結合電子目鏡與 iPad，以新的方式進行顯微鏡實驗，突破無法大家同時看一影像的限制。
2. 事前訓練小助教的想法很棒！可有效減少設備操作的問題。
3. 新式的教學設備與學習模式。
4. 教師可立即就學生觀察進行說明。
5. 課程結束後有進行總結與討論。
6. 結合電子目鏡，使學生在觀察細胞過程中確切的了解構造，提升學習的效果。
7. 有分組的分工合作並有小助教在旁協助。
8. 動植物細胞觀察，學生親手操作，配合多媒體和 Mini iPad，有效觀察細胞圖像，學生隨時拍照存檔，學生興趣高，討論認真。
9. 使用 iPad 與電子目鏡幫助學生立即觀察到細胞。
10. 使用 iPad 搭配顯微鏡，使小組可同步觀察。

教學改進與建議

1. 如何引導學生就拍到的照片中的構造進行比較，討論而非僅止於拍到照片就結束，如此可讓新設備的效果發揮到最大。
2. 教師較少走到靠近走廊側。
3. 可以將好的照片分享給全班。
4. 並沒有總結與分析。
5. 須掌控學生的音量。
6. 實驗中班級秩序較難維持。
7. 連線會延誤不易調整。
8. 老師跑各組解決疑問時，所花時間較多，易造成其他組吵鬧。

陸、結論

- 一、電子目鏡結合行動載具應用於教學對於實驗(教學過程)重現有顯著效果

電子目鏡結合行動載具是一種資訊科技在實驗課堂運用的重要變革，科技的演變瞬息萬變，教師的教學方式與學生的學習方式也應該不斷 update。就整體的研究成果而言，這項變異帶來的好處多多，每

個學生都可以將實驗課的顯微照片輕鬆的
下載於自己的報告中，重現課堂影像，實
質上擴大個人視野。

二、電子目鏡結合行動載具應用於 教學對學生作品之呈現有顯著 效果

(一) 以觀課紀錄而言

當學生小組照片作品投影於投影
機螢幕時(圖 10、圖 11)，大部分學生
皆專注於他組之報告內容，被投影者
具有高度榮譽感，從而營造出良好之
學習氛圍。

(二) 以學習單內容而言

有些動作比較慢學生在第一次小
組分享與討論時並未能及時完成學習
單，但在下一節課全班性分享進行補
充記錄後，皆能完成學習單(圖 12)。
可見，以電子目鏡結合行動載具，可
以將課堂所見所學內容以電子化資訊
帶回家，在網路平台各組分享，回顧
上課情形，有效協助學習較緩慢的學
生。

綜合上述兩點，行動載具應用於教學
對學生作品之呈現有其顯著效果。

三、電子目鏡結合行動載具有效引 起學生學習動機以及提升學習 成效

問卷調查的分析結果顯示，學生普遍

喜歡此種電子目鏡結合行動載具的新型態
實驗課堂，並認為有助於其學習動機及學
習技巧的提升，也能發揮團隊合作精神，
以“聰明”的方使用顯微鏡。

柒、省思

一、初衷—行動載具的使用可能性

使用行動載具與教學結合的初衷在於
透過行動載具結合無線投影、電子目鏡等
多項資訊設備與技術讓教學更加生動與活
潑，提高學生的學習動機與興趣，而本次
的研究歷程始於希望能透過電子目鏡與行
動載具的結合讓同學在各式光學顯微鏡操
作的實驗觀察中，能夠及時透過所觀察的
內容，提出問題並及時能解決問題，教師
也能夠在實驗室中走踏時，透過同學及時
的影像呈現立即給予反應與回饋。

二、BYOD /Bring Your Own Device， 以學生為主體的學習效能提升

最終，更希望有機會實現由學生自行
攜帶行動載具（BYOD /Bring Your Own
Device）來校進行學習，此舉可解決各校
硬體供應不足或是硬體老舊汰換更新問
題。

三、行動載具使用過程的阻礙

然而行動載具與電子目鏡應用程式的
相容性問題、連線穩定性問題，學生 對於
設備操作熟稔程度問題，是我們的研究過
程中所遭遇的問題，也因為問題的產生，
讓我們的研究偶有停滯不前的狀況，讓伙
伴們沮喪。所幸，透過教師們的合作努力、

行政協助等，讓我們在過程中漸入佳境。

四、行動載具使用的堅持

水能載舟亦能覆舟，行動載具結合無線投影與實驗設備的使用需要透過事前的規劃與準備，雖然過程中花費較多時間，但一旦上手後，教師對於設備的使用與教學媒體的融合定能如倒吃甘蔗，且越來越順，伙伴的陪伴與討論分享，是加快入門的不二法門。

五、小助教制度

培養小助教制度，在學期初實施實驗課程前，可以先訓練一批學生作為小助教，最好是各組一位學生，如此一來除課前的材料準備與設備安裝，定能得心應手，在實驗課程的進行中，小助教也能發揮教學與簡易故障排除效果，提升教學效能，一舉多得。

參考文獻

- 王全世(2001)。資訊科技融入教學之實施與評鑑研究(未出版之碩士論文)。國立高雄師範大學，高雄市。資訊教育研究所之碩士論文。
- 古淑美、朱延平(2000, 10月)。資訊科技融入數學科實地教學之研究。論文發表於國立臺中高級家事商業職業學校所舉辦之「中華民國第14屆電腦輔助教學研討會」，臺中市。
- 宋曜廷、張國恩、于文正(2006)。行動載具在博物館學習的應用：促進「人一機一境」互動的設計。《博物館學季刊》，20(1)，18。
- 吳鐵雄、孫光天、陳新豐、林新獻(1999)。網際網路電腦數位式教材輔助國小英語教學實驗研究。
- 邱貴發(1990)。電腦整合教學的概念與方法。《台灣教育》，479，1-8。
- 高台茜(2001)。未來教室學習—以無線網路應用為基礎的認知學徒制學習環境。
- 教育部(2014)。「數位學習推動計畫」103年起全面啟動。2014年2月24日，取自 <http://www.edu.tw/news1/detail.aspx?Node=1088&Page=22491&Index=1&WID=6635a4e8-f0de-4957-aa3e-c3b15c6e6ead>
- 黃彥達(2003)。令人疑惑的數位學習。2014年2月24日，取自 <http://www.digitalwall.com/scripts/display.asp?UID=200>
- 李榮通(2006)。合作學習法的認識與實施。《網路社會學通訊期刊》，第58期。
- 呂少君(2014)。Show 出學習力～「行動載具」在教學上之應用。新竹縣教育研究發展暨網路中心研究計畫。
- 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.

附錄：

資訊融入課堂：電子目鏡及行動載具應用問卷及心得

題號	問題	非常符合	符合	普通	不符合	沒意見
1.	我會操作電子目鏡					
2.	電子目鏡與行動載具的使用可以提高我的學習成效					
3.	電子目鏡與行動載具的使用可以提高我的學習動機					
4.	電子目鏡與行動載具使我更積極參與討論					
5.	透過電子目鏡與行動載具的使用，使我更敢於發表個人想法					
6.	我覺得和同學進行電子目鏡與行動載具的討論時是很有趣的					
7.	我覺得將資訊設備融入課堂的學習方式增加我與溝通討論的機會					
8.	透過電子目鏡與行動載具可激發我有更多想法，有助於問題解決					
9.	透過電子目鏡與行動載具的使用可增強我有多元推理、驗證的能力					
10.	透過電子目鏡與行動載具的使用可增強我有影像處理的能力					
11.	我覺得小組組員對於操作電子目鏡熟悉的平均程度很整齊					
12.	我喜歡此種資訊融入課堂的方式					
13.	我覺得此種資訊融入課堂學習方式比以傳統課堂前更吸引我					
14.	我覺得我們的組員間合作關係良好					
15.	透過資訊融入課堂的小組學習，我會去稱讚同學					
16.	如果組員有操作的問題，我會主動幫助同學					
17.	從小組互動的反思討論中激發思考與創造力					
18.	我覺得當課堂的小助教幫助同學很酷，我也想當小助教					

開放式問答：

1. 在使用電子目鏡或行動載具時，你覺得最有趣的地方是什麼？

2. 在使用電子目鏡或行動載具時，你覺得最令你驚奇的地方是什麼？

3. 想要跟老師說的話