

愛麗絲
夢遊學習仙境

遠流出版公司

愛麗絲夢遊學習仙境

主編／陳德懷

執行主編／張志勇、廖慧淑

出版／遠流出版事業股份有限公司

台北市 100 南昌路 2 段 81 號 6 樓

銷售發行請聯繫：

張志勇

淡江大學資訊工程學系

台北縣 251 淡水鎮英專路 151 號

(02) 2621-5656 ext.2749

cychang@mail.tku.edu.tw

□2006 年 4 月 16 日 初版一刷

行政院新聞局局版台業字第 1295 號

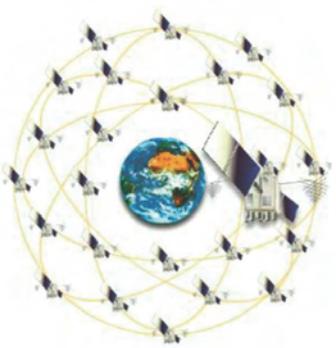
售價新台幣 250 元

有著作權・侵害必究 Printed in Taiwan

ISBN 957-32-5779-3



愛麗絲夢遊 學習仙境



陳德懷◎主編

目 錄

序：夢想、研究、還是現實世界？ 陳德懷 i

愛麗絲戶外自然教室篇

戶外自然教室 許健平、陳裕賢 3
戶外自然教室系統功能說明 陳裕賢、劉耿紹、廖翊均、林勻蔚 12

愛麗絲博物館行動導覽篇

博物館行動導覽 周立德 17
博物館行動導覽系統功能說明 周立德、賴筠方、李敬超 33

愛麗絲戶外導覽篇

戶外導覽 曾煜棋、王友群 39
戶外導覽系統功能說明 曾煜棋、王友群 48

愛麗絲電子書包與隨意教室篇

電子書包與隨意教室 許健平、張志勇 53
電子書包與隨意教室系統功能說明 張志勇、林勻蔚 63

愛麗絲適性化行動學習資訊系統篇

適性化行動學習資訊系統	陳國棟 69
適性化行動學習資訊系統功能說明	陳國棟 78

愛麗絲數位教室篇

數位教室	陳德懷、鄧易展、陳志洪 83
數位教室系統功能說明	陳德懷、鄧易展 94

附錄一

從國外案例探討無線手持輔具支援行動學習的發展

王緒溢、張松濱、周志岳、鄧易展 105

附錄二

賞鳥心得報告	高台茜、蘇麗華 129
--------	-------------

附錄三

電子書包與隨意教室心得報告	李麗淑、陳培真 157
---------------	-------------

序：夢想、研究、還是現實世界？

這篇序文的個人意見比較濃厚，也許我先要做一點的自我介紹。有時候遇到一些新朋友，會問我是不是「僑生」。我沒有在台灣當過學生，我一來台灣就教書了，所以我說我不是僑生，是「僑師」。我曾經協助成立一個叫做「全球華人計算機教育應用學會」，我跟一些成員開玩笑說，我才是真正的「全球華人」，因為我在香港出生和長大，英國讀大學，美國念研究所，在台灣做事，可能有一天在非洲退休。我本來是念數學的，後來轉念計算機科學是意外，博士論文與教育相關也是意外，來台灣教書更是個意外。我還記得做博士論文的時候，心中有些時候會嘀咕，做的那些研究，將來究竟有沒有機會應用到現實世界？還是只是實驗室的小玩意而已？

不知是世界變得快，還是時間過得快，現在自己看事情的角度、廣度與高度都可能跟以前不一樣了。以下我也想用比較個人經驗的方式，描述一下學習科技的一些發展。1989 年我開始在台灣教書，翌年獲得國科會三十萬元台幣的補助，購置了兩台黑白 IBM PC386 Compatible 電腦，並用 RS232 把這兩台電腦連線，進行「分散式學習同伴系統」的研究。這個研究計畫有四項特點：第一，它是全世界第一個專為學習而建立的同步網路學習系統；第二，它的學習活動方式是採取合作和競爭模式；第三，它把目

標訂為未來智慧型教室系統，而這一個目標一直是我與我的同仁十多年來所追求的目標；第四，它採用的方式是源自一個有名的遊戲，叫做“*How the West was won?*”。後來這個研究領域，上面這四項特點都各自發展出一片天空。

對我們的研究團隊後來的發展情況亦是一樣。第一個特點是網路學習。網路學習的重要性，隨著九十年代中期網際網路的興起不言而喻。第二個特點是因九十年代中後期發展迅速的電腦輔助合作學習（computer supported collaborative learning）的研究領域，使這個分散式學習同伴系統，成為該領域裡其中一個最早的原型系統。這兩個特點及往後的研究，成為九十年代後期中央大學執行的大學追求學術卓越發展計畫：「學習科技——主動社會學習及其應用，從台灣到全世界」所發展出來「亞卓市」的基石。第三個特點後來演化成為卓越研究計畫裡，由中央大學許健平教授帶領一個名為「未來教室」的分項研究計畫，探討無線行動數位科技在教室外和教室內學習的研究內容，也是後來國內常稱的「電子書包」的由來。繼卓越計畫之後，在這個基礎上，我帶領的國家型卓越研究團隊計畫，延續這項研究，並與世界此領域頂尖的研究學者，發起一對一數位學習全球研究聯盟（G1:1）。

最後一個特點是有關遊戲式數位學習，這也是中央大學頂尖研究中心的計畫，建置大型遊戲式數位學習平台並設計相關的數位學習內容。有趣的是，在「分散式學習同伴系統」第一個原型系統完成之後，十多年來我們做了一系列的研究並發展了不同的系統，而最近師範大學的洪榮昭教授，以這個十多年前的系統作為藍本，執行一個國科會遊戲式數位學習整合研究計畫。能夠重

新研究一個特殊理念，而且嘗試從不同的角度切入，是一個令人敬佩的努力，希望他們有所突破。事實上，1993 年中央大學主辦的國際 ICCE 會議，會議結束之前，舉辦了一個論壇，題目為“Cognition vs. Motivation: Which is more important?” 舉辦這個論壇的主要原因是，學生「要不要學」(will learn) 可能比學生「會不會學」(can learn) 更為重要。意思就是說，學生的學習動機是至為關鍵的。

到現在的 2006 年，即 13 年後，數位遊戲已經發展成為一個極為龐大、蓬勃發展與賺錢的事業，它的營業額已經超過電影票房收入。以台灣來說，為了增加台灣的國際競爭力，行政院目前推動「兩兆雙星產業發展計畫」，其中的「數位內容產業發展推動方案」發展重點即包含電腦動畫、電腦遊戲、數位學習、數位影音、以及通訊應用等項目。目前政府正透過推動數位內容產業發展，預計整個數位內容產業產值可以從 91 年的 1537 億元升高到 95 年的 3700 億元。雖然數位內容的產值很大，但其中的數位學習，以個人的立場來看，我不認為應該抱著製造電子新貴的心態。有這種心態的從業人員，必會扭曲教育的本質。數位學習是一個很特殊的事業，真正的競爭力是來自於從業人員能堅持他們認為需要堅持的某些教育理想，並充滿工作熱情和內心誠懇。

這本書就是上述學習科技大學追求學術卓越發展計畫中，由中央大學許健平教授主持的「未來教室」分項計畫的部分研究成果。這分項計畫也是一個最有未來想像性的分項計畫。所以這本書也用愛麗絲夢遊仙境的方式來呈現。一般的學術研究，用字艱

深難懂，在這本書中，研究者透過淺顯易懂的文字，讓讀者可以了解。

學習科技發展一些近況

不管是正規學習 (formal learning)，還是非正規學習 (informal learning)，學習科技的研究與應用逐漸引導出一個整合性媒介，逐步改變人們的學習方式，增進人類的學習成效。學習科技為一跨領域之新興學科，廣為世界各國視為重點發展項目。舉例來說，前年美國國科會成立了四個 Science of Learning Center，每個中心的經費為五年二千五百萬美金，如果表現理想，還有第二期的五年計畫，仍是每中心五年二千五百萬美金。四個中心當中，有兩個中心的主要成員與中央大學團隊的成員互動超過十年，研究內容也相互影響和交流合作。至於歐盟，因要與美國抗衡，重要的研究計畫以 Network of Excellence 方式運作，現時歐盟學習科技相關的 Network of Excellence 計畫已有三個，其中一個 Kaleidoscope Project of Network of Excellence 就有 800 多位研究者 與。美國其中一個 Science of Learning Center 叫 Learning in Informal and Formal Environments (LIFE) 一部份領導成員和 Kaleidoscope 的領導研究成員同時也是由中央大學發起的 G1:1 主要領導成員。

台灣學習科技的研究，有關行動學習或無所不在學習的研究，在全世界中非常突出。舉例來說，2002 年在瑞典舉辦的第一屆 IEEE 無線與行動科技應用於教育國際研討會中，大會總共只接受九篇長論文，台灣的卓越計畫團隊就被接受三篇，大會的議程

委員主席在論文集的序中，特別提到台灣這方面的成就。這本書一部分的文章，所談的一些研究，也常被國外學者引用。

似乎這個領域的一些中文名詞，因為機緣，或多或少跟我有點關係。比如說「學習科技」和「數位學習」這兩個名詞，有可能我是最早使用的研究者。學習科技的英文也許應該稱作“Science and Technology for Learning”，因為美國國科會的大力支持，美國的研究者最近比較喜歡用“Science of Learning”或“Learning Science”，不管那個英文名字，這裡強調的都是對 Learning 的研究，也就是人類學習的研究。這跟一般所說的「教育」，或者應用數位科技在教育強調的重點是有不同的。如何說呢？強調對人類的學習研究是表示我們對人類的學習還是了解很少。比如說人類的學習過程，在人的腦神經裡面的運作機制是什麼？先天的遺傳與環境如何影響人類的學習？人類的本性跟學習的關係是什麼？文化如何影響學習？至於談到教育，它代表社會很多複雜的面向，以我個人來看，學習科技是教育的應用，意思就是說，了解學習與了解該如何設計數位科技來支援學習，能夠幫助改善教育。所以學習科技，它基本上是針對「學習」這個對象，用科學方法來研究它的過程，發展技術來支援它的過程。至於「數位學習」這個名詞，簡單來說，它就是把教育的工具、內容、環境數位化，並藉以數位技術來讓學習學得更有成效。可以說數位學習比學習科技更偏應用面向。

有趣的是，這本書的內容與三個名詞都有關係，包括「電子書包」、「一對一數位學習」與「無所不在數位學習」。很多台灣人都知道什麼是「電子書包」。後來我看大約在 1999 年寫的大學追

求學術卓越發展計畫的計畫書，我們就有類似的名詞。不過，大力推動這個名詞是一位傳奇性人物——朱邦復先生的中文電子書包。「電子書包」這個名詞，雖然生動，但我一直覺得它是一個容易被誤解的名詞。電子書包的重要性，最好由「一對一數位學習」這個名詞來代替。所謂一對一數位學習，就是指每位學習者最少使用一台輕便及有無線傳輸能力的數位學習輔具來進行學習的環境與過程，一對一數位學習會引導出「無縫學習」這個概念（我們下面會對無縫學習這個概念作介紹）。至於無處不在學習（Ubiquitous Learning 或 Pervasive Learning）是一個很有意思的概念，最早由中央大學許健平教授所提出。它不只包括「一對一數位學習」，也包括「行動學習」。當我們週遭環境的物體，包含戶內的桌子、椅子、牆壁等；以及戶外的馬路、森林裡的樹木；我們的衣服、眼鏡甚至是皮膚下都植入電子晶片。在這樣的環境中，人的互動對象，不再是僅止於人跟人，或人跟電腦，而將擴大至整個學習者週遭的環境，且將更具智慧性。

我記得我父親多年前跟我說過，他蠻愛跟我的姪兒在戶外散步。倒是我的姪兒常常問他一些奇怪的問題，常常把他難倒。比如為什麼天空是藍色的？雲是白色的？海為什麼有些時候是藍色的，有些時候是綠色的？但是當在無所不在的學習環境裡面，我的父親就可以說：「等一下」，然後把問題輸入一個數位輔具，把答案找出來，甚至於引導小孩問更深入的問題。我會想到，很多小孩在小時候，對週遭事物都是充滿好奇心的，但是不知道什麼時候，我們的環境讓小孩長大後，好奇心就不見了。當然也有例外，美國一位已故的傑出且傳奇的物理學家費曼，他小時候常與

他父親在森林裡散步，他會問他父親很多問題，而他父親也能回答他的問題，費曼終其一生，一直對週遭的事物感到好奇與興趣，也許這才算是真正的終身學習。無所不在學習的要義，就是說任何時間，任何地點，只要你對接觸到的事物感興趣，你就可以馬上經由數位學習科技，找到需要的學習資源。

我看到這個研究領域近年來的走向範圍越來越廣，同時也越來越深。國內在這個領域的研究社群，在亞洲地區算是相當大，我希望慢慢的在不同的子領域，國內建立子領域自己的研究社群。在這方面，我們中央大學的同仁做了一些努力，舉辦了一些特定議題的國際研討會，如 WMTE2004、CSCL2005、ITS2006、DGTE2007，除此之外，今年也辦了兩個以國內研究者為主的不同主題小型研討會。這本書也希望能夠在其中之一的「行動與無所不在數位學習研討會」之前出版。寫這篇序的時候，我剛好在美國參加美國教育年會（AERA），今年一個特別的主題是「腦神經科學與教育」，希望將來有同仁願意出來，辦一個這方面主題的研討會。台灣在這個領域的研究表現在亞洲算是特別耀眼的，希望將來持續維持優勢。

無縫學習

簡單來說，數位科技要成為人類真正有效的工具，它首先要儘量消滅或減少各種學習情境之間的縫隙或距離，無論這是來自於物理世界的空間和時間，還是人與人之間、人與機器之間的互

動和溝通，甚至是如幻似真的網路虛擬世界與及真實世界之間的阻隔。

這裡「學習情境」，它包括三個要素：

參與者：可能只是一個學生、一小組學生、課堂上的一整班學生及老師、或網路上龐大的學習社群。

地點：家裡、戶外、教室裡、校園內等。

活動方式：包括個人、小組合作、團隊競爭、遊戲或非遊戲等各種活動方式。

可是，現在不管是在課堂裡，還是在家裡自我溫習或請家教輔導，甚至是在補習班。學習的方式還是比較單一的。不過，未來在數位科技支持下，這種單一學習方式的情況將有所改變。換言之，設計者多了彈性，我們可以有許多選擇，只要每位學生人手一「機」，而此「機」能夠無線上網，在學習過程當中，在有需要的時候，我們就很容易從一個學習情境，快速而容易地轉換到另一個學習情境，這樣，我們學習過程的延續性，就可以得到維持，就不會中斷或阻隔了。

消滅使用上的縫隙很重要，舉例來說，縱然比較昂貴，人們還是喜歡自己擁有汽車而不乘搭公共汽車，人們不喜歡坐公共交通去一個地方，是因為許多時候要分幾段路程，上車、下車、等車，這是多費工夫！甚至為了這些不方便，乾脆放棄去這個地方了。這也是現在學校的學生使用電腦在學習上，所碰到最嚴重的問題。一個學生在學校裡的電腦教室使用電腦學習，回到家裡，卻用了另一台電腦，中間卻沒有連接起來。假如每位學生都擁有自己的電子學習輔具，學校就少了許多管理電腦的問題。像我們

這些成人知識工作者，很多喜歡帶著一台筆記型電腦，在辦公室用它，在家裡也用它，就沒有遇到使用上的縫隙問題。

上面舉的例子是因為不同地點而出現的縫隙。注意，就算在同一地點，譬如說在教室，因為不同學習活動的方式，就有不同的學習情境，也因為轉換的過程容易出現縫隙，於是大家都傾向選用單一的方式進行。所以無縫學習就是指很容易從一個學習情境轉換到另一個學習情境，這包括同一個地點上的學習情境轉換。對研究學習科技和設計使用數位科技支持的學習活動來說，無縫學習代表的意義就是：譬如說大一學生學習第二語言，在無窮多可能的學習情境當中，如何選擇或設計一系列的學習情境，包括在講堂裡、校園中或宿舍內，讓大一學生學習第二語言學得更好。

無縫學習最初是由一對一數位學習所引申出來的觀念，但是最能夠實現無縫學習的環境，應該是我們期待未來出現的無處不在學習。從某個角度來看，這本書可以說是「無縫學習」的一種描述，而愛麗絲夢遊仙境，究竟是夢想，還是現實世界的應用？或者研究是一道橋樑，把人類的夢想與未來的世界連接起來？

【感謝張立杰博士協助校訂本篇序文】

愛麗絲戶外自然教室篇

活潑好動，愛幻想，卻不愛讀書的愛麗絲，在炎炎的夏日午後，從學校放學回來，與弟弟在屋子裡玩起捉迷藏，玩著玩著，愛麗絲卻因此墜入一個不可思議的夢幻境界，展開了一段奇妙的賞鳥旅程……。

【作者】

戶外自然教室

許健平

現職：中央大學資訊工程系教授

中央大學計算機中心主任

經歷：數位學習國家型科技計畫分項計畫共同召集人

加州大學爾灣（Irvine）分校訪問教授

中央大學資訊工程系主任

IBM Thomas J. Watson 研究中心訪問學者

陳裕賢

現職：中正大學資訊工程系副教授

經歷：教育部卓越計畫「戶外生態學習教室」子計畫主持人

國際期刊主編：*International Journal of Ad Hoc and Ubiquitous*

Computing

中正大學電算中心研發組組長

第十五屆 IEEE 國際資訊網路（IEEE ICOIN-15）會議最佳會議論

文獎

中正大學九十三學年度青年學者獎

戶外自然教室系統功能說明

陳裕賢、劉耿紹、廖翊均、林勻蔚

戶外自然教室



圖一、兔子老師為小朋友講解

炎炎的夏日午後，愛麗絲剛從學校放學回來，放下沉重的書包，與弟弟在屋子裡玩起捉迷藏……。

這回終於輪到弟弟當鬼，愛麗絲一邊得意的笑著，一邊思索該躲於何處，她看到爸媽房間裡的古老的棕色大衣櫥，她不加思索地爬進衣櫥裡躲藏，在黑黝黝的衣櫥裡，愛麗絲聞著木頭的香氣，朦朧中也聞到由從衣服飄散而來的爸媽的味道，不知不覺地愛麗絲睡著了……。

4 愛麗絲夢遊學習仙境

隨著時間的流逝，愛麗絲被一陣吵鬧的聲音吵醒，雙手揉揉剛睡醒的雙眼，她發現自己居然身處奇特的森林裡，而她聽到的吵鬧聲，是從一群正在遊戲的小朋友所傳出的。好奇的愛麗絲朝他們走去，想看看到底是什麼遊戲讓他們這麼快樂。

遊戲中的豬小妹抬起頭四處觀看，只見她拿起一台小小的、銀白色的方型物體，上面還插著一片黑色但會閃閃發光的東西，豬小妹不停著輸入資料，愛麗絲好奇地湊上前一看，發現神秘魔法盒上正顯示著「戶外行動賞鳥系統」（圖二），接著豬小妹在嘴型的欄位裡填上「細短形嘴」、足型的欄位填上「雀形嘴」，以及在羽毛顏色上填上「黃綠色」。

當豬小妹將這些資料上傳至系統後，系統將符合條件的鳥類隨即列在這台小小的、銀白色的神秘魔法盒上，豬小妹仔細地一個個的比對，只見這時豬小妹突然興奮地說：「我知道了，樹上那隻穿著綠色外衣，頭上戴著一頂高聳羽冠的小鳥，叫做綠畫眉」。

接著豬小妹又繼續看著神奇的魔法盒上寫的關於綠畫眉的詳細資料，只見她嘴裡不停的唸著：「……喜歡在茂密的球喬樹上層活動，捕食小昆蟲或其幼蟲……」等說明。

愛麗絲看著豬小妹的行動，覺得很新奇有趣，而豬小妹看愛麗絲好像對這個魔法盒很感興趣的樣子，於是向愛麗絲說明這台銀白色的神秘魔法盒叫做「個人數位助理」（PDA），它另外的名稱叫做「掌上型電腦」，並且邀請愛麗絲一起使用 PDA 賞鳥。

在愛麗絲高興的操作著 PDA，豬小妹跟愛麗絲說：「我們去找兔子老師吧，她那邊有讓你更感興趣的東西」，雖然愛麗絲對手上

的 PDA 正玩得愛不釋手，但她也想看看還有什麼新奇的東西，於是跟著豬小妹一起過去找兔子老師。



圖二、戶外行動賞鳥系統

走到兔子老師身邊，愛麗絲看到更多的小朋友，有的像豬小妹一樣手裡拿著 PDA，不停的做查詢的動作，而另外一些小朋友，手裡則拿著鳥類的百科全書，不停的翻閱討論著。

6 愛麗絲夢遊學習仙境

這時兔子老師從包包裡拿出另一個魔法箱，要求小朋友利用 PDA 觀賞剛剛他利用數位相機拍下各種鳥類的照片和動畫，讓小朋友重複觀看圖片和鳥類的生態活動情形（圖三），一邊為小朋友講解「黃鶴鵠」如何做三段式飛翔、如何補抓獵物，以及應該在哪些地方比較容易發現他的行蹤等，這一連串精采的講解，讓愛麗絲學到不少東西。



圖三、戶外行動賞鳥系統之影片和圖片瀏覽

兔子老師為小朋友完整分析、講解後，為了確定小朋友是否已完全了解，兔子老師讓小朋友利用「行動學習單系統」做測驗，還讓愛麗絲幫忙看看其他同學測驗的情況。

愛麗絲發現豬小妹眉頭深鎖，似乎是遇到什麼難題，於是走到豬小妹的身旁，這時 PDA 上的「行動學習單系統」（圖四）正顯示著題目：黃鶴鵠，而題目底下分別描述著與黃鶴鵠相關的六個小題，每個小題也有三個選項可供選擇，而豬小妹也自言自語

的唸著「黃鵲鵠的『鳥科名』應該是『八哥科』、『鵲鵠科』還是『足鷺科』呢？」



圖四、行動學習單系統

走到其他小朋友的身旁時，愛麗絲發現在他們 PDA 裡顯示的選項與豬小妹的選項個數並不一樣，有五個選項、有四個選項，但也有三個選項的，讓愛麗絲也開始產生疑問。

兔子老師發現愛麗絲感到不解，於是對她說明其中的差別，表示「行動學習單系統」會依照每位小朋友學習成效的不同，給予不同程度的幫助，這就是所謂的「鷹架式學習法」。

以大灰鼠班長為例，因為大灰鼠對於之前所學習過的都還記得，所以在答案的個數上給予五個選項，藉由加深題目的難度，讓班長有更大的挑戰。至於豬小妹的情況，因為她之前的學習狀

8 愛麗絲夢遊學習仙境

況並不好，所以「行動學習單系統」只給予三個可能的選項，降低答題時的難度，讓豬小妹能以輕鬆的心情學習。

愛麗絲聽完兔子老師的說明後，才發現原來枯燥的測驗活動也能變成如此有趣，愛麗絲不自覺想著，如果學校裡的考試也能像「行動學習單系統」一樣有這麼棒的功能，那該有多好。

當所有小朋友的測驗結束後，兔子老師對愛麗絲說：「愛麗絲，歡迎你來到香草學園，一路上，相信妳已經學到了不少東西，現在輪到你在這個大自然裡，找尋學習屬於你自己的東西吧！」

兔子老師拿著一個上頭寫著愛麗絲名字的 PDA 紹給她，愛麗絲很高興的把 PDA 接到手中，與香草學園裡的動物告別後，愛麗絲開始獨自一人展開她的學習之旅。

漸漸地日頭西落，夜幕籠罩大地，森林裡的動物們已然昏昏入睡，愛麗絲發現從遠處有幾點微光迎面而來，原來是打更的螢火蟲們，它們每個長相都不同，其中有隻，它的頭部是黑色的，前胸背板是朱紅色的，中央背板明顯凹陷，且有一枚黑斑，身上正發著橙紅色的光，於是愛麗絲用 PDA 附加的數位相機（圖五），幫牠照了一張相，然後使用「戶外行動賞螢系統」（圖六）將照片上傳。

經由系統圖形的比對查詢後，愛麗絲看到一些外觀相似的螢火蟲，雖然無法直接判對出牠的名稱，但是愛麗絲並不氣餒，再次查詢 PDA 上所顯示的螢火蟲資料，經過幾次的查詢後，聰明的愛麗絲便知道牠是「擬紋螢」，接著又一一幫其它的螢火蟲們照相，經過系統查詢後，知道其它還有「條背螢」、「黃緣螢」、「端黑螢」和「赤腹窗螢」等。



圖五、PDA、數位相機和無線網路卡



(a)

(b)

圖六、(a) 用 PDA 附加的數位像機拍下照片

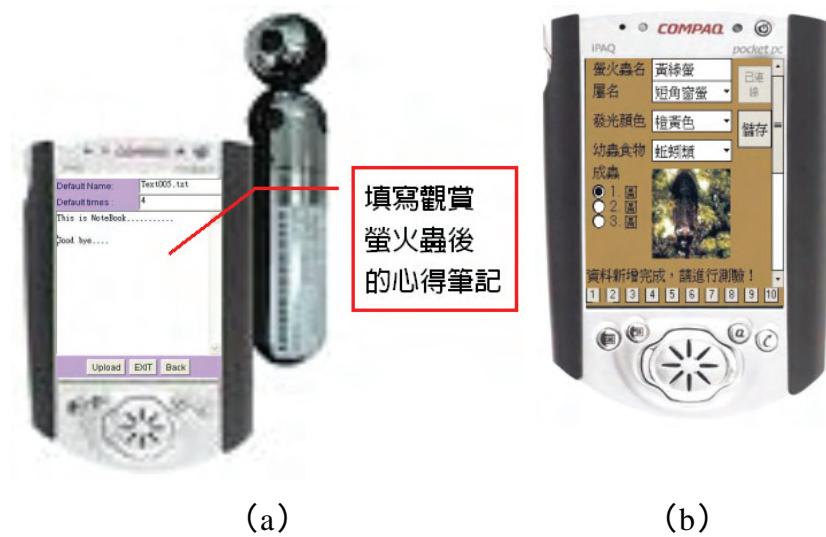
(b) 和系統比對後的結果

幾次的查詢練習後，愛麗絲漸漸地對螢火蟲有更多的了解，後來即使遇到不一樣的螢火蟲，愛麗絲也能很快的查詢到牠們資料。

愛麗絲覺得牠們真是漂亮極了，像是「條背螢」，牠身體是橙黃的，體壁佈滿細小點刻與細毛，前翅和足為橙黃色的，而且有著黑色絲狀的觸角；而「赤腹窗螢」則是前胸背板呈半圓形紅色，中央背板顏色較深，前緣頭部有 2 枚明顯的腎形透明斑等。高興的愛麗絲使用 PDA 上所提供的「戶外自然筆記系統」(圖七(a))，一一的紀錄下她剛剛所遇到的螢火蟲特徵，以及對牠們的讚美辭。

愛麗絲在夜裡認識了不少的螢火蟲，在她的戶外自然筆記系統裡，也寫滿了她認識的新朋友，而就在完筆的那一刻，PDA 上出現了「賞螢學習單系統」(圖七(b))，它用螢火蟲成蟲、幼蟲和蛹的「圖形」選項來考驗愛麗絲的學習。

對愛麗絲來說，這可是輕而易舉的事，因為她對今天所遇到螢火蟲都還存有深刻地印象，就在愛麗絲高興作答時，突然間感到一股震動，地面開始分裂，來不及反應的愛麗絲就這樣掉進地面裂痕中……。



圖七、(a) 戶外自然筆記系統 (b) 賞螢學習單系統

戶外自然教室系統功能說明

戶外學習活動，主要是藉由提供多次類似或不同的學習情境，讓學習者可以自我組織學習的片段，進而勾織出完整學習知識的版圖，同時，藉此觀察學習者的學習效果與成效，給予適當的輔助提昇學習者的學習興趣，戶外學習系統主要可分為兩個部分：

戶外行動賞鳥系統

主要是提供學習者一個觀察、學習鳥類的平台，學習者可利用 PDA 隨時隨地、主動的觀測所見到的鳥類，並讓學習者快速、有效的搜尋鳥類的相關資料，讓學習者在愉悅的環境中，自然而然堆積片段的學習知識，進而建構出完整的學習知識。

在此學習系統上，設計一個結構化、階層式的學習平台。教導者利用數位相機將欲觀察的鳥類拍照，而學習者透過系統所提供的介面，輕鬆地重複觀看鳥類的圖片和生態活動。同時，學習者可利用所觀察到鳥類的外觀特徵，如：嘴型、足型、羽毛顏色等，一步一步地找出此鳥類的名稱和其他關於此鳥類的完整資訊。

此外，利用「行動學習單系統」，可以了解每一組學習者在活動中學習的成效。方式是利用評量的方式，間接式的區別學習者

的能力，同時，藉由電腦高速的運算能力，系統能及時且自動的計算出學習者評量後的成績。因此系統能針對不同學習能力的學習者給予不同的輔助，也就是所謂地「鷹架式學習法」，讓學習者漸漸地累積鳥類的相關知識，進而延伸學習能力達到學習的任務。

「戶外生態學習系統」則提供學習者一個觀察、學習螢火蟲的平台，此系統與賞鳥系統不同的地方，在於建構出一套「獨立學習」的環境，提供學習者養成獨立學習的環境。此想法的主要目的，是希望學習者在累積大量的知識後，原本教導者的角色能漸漸地淡出，而讓學習的責任完全交給學習者，使得學習者依照自己的喜好選擇觀察的事物，符合自己的學習需求。

戶外生態筆記系統

可分為 1.戶外行動賞螢子系統，2.自然筆記子系統，3.賞螢學習單子系統。

1.戶外行動賞螢子系統

學習者可利用 PDA 上附加的數位相機，將所想要觀察的螢火蟲拍照下來，並藉由系統所提供的自動圖型比對功能，自動將找出與欲觀察螢火蟲相似的螢火蟲，藉此學習者可快速、即時地查詢螢火蟲的相關資料。

2.自然筆記子系統

為避免學習者在學習過程中產生學習錯誤的情況，戶外生態筆記系統的自然筆記子系統，提供學習者針對學習後的觀察心得筆記的紀錄平台。教導者可藉由學習者利用網路回傳的心得筆記，判斷學習者是否學習錯誤，便於修正學習者的觀念。

3.賞螢學習單子系統

除了到戶外賞鳥系統中「行動學習單系統」的功能外，新增「圖形」選項題型的評量介面，此子系統對於學習者來說，將使學習評量的角色增添更多的樂趣與功能。

愛麗絲博物館行動導覽篇

掉進裂痕中的愛麗絲，掉落在一座巨大的雕像前面。紛亂的情緒的她，不斷環顧四周，卻發現身處博物館中，這次她又會遇上什麼特殊的魔法……？

【作者】

博物館行動導覽

周立德

現職：國立中央大學資訊工程學系教授

經歷：國立中央大學資訊工程學系副教授

國立中央大學電子計算機中心多媒體通信與服務組組長

首創全台灣第一個博物館行動導覽系統

曾開發天文館、恐龍館、蝴蝶走廊等行動導覽系統，並擁有數個

相關專利

擔任各級政府機關無線通訊網路與資訊應用等相關採購案之評審

委員

博物館行動導覽系統功能說明

周立德、賴筠方、李敬超

博物館行動導覽

掉進地面裂痕中的愛麗絲，昏睡了不知多久，突然一聲巨響，她發覺自己掉落在一座巨大的雕像前面。紛亂的情緒的她不斷環顧四周，發現這地方不僅有雕像、模型，還有許多玻璃展示櫃，就像媽媽以前常帶她去的博物館。

突然間，她看到前方有好多隻老鼠聚集在一起，他們正豎直耳朵專心地聽講，有些老鼠甚至還認真的拿著筆記本在做筆記。

愛麗絲好奇的向前走進，一隻戴眼鏡的兔子站在幾根石柱子前滔滔不絕地說：「這個東西在公元前三千年即建造完成，可以讓你站在某一定點觀測……。」（圖一）。

愛麗絲猜想這位兔子先生一定就是博物館裡的解說員，於是舉手發問：「請問這個東西叫什麼名字？」兔子先生看了愛麗絲一眼，便說：「可愛的姑娘，妳剛剛沒聽清楚嗎？這叫做史前巨石陣。」

愛麗絲看到這幾根石柱排列成一個圓圈，認為它一定有特別的功能，於是脫口而出：「那它是做什麼的？像下棋的遊戲嗎？」

沒想到，話一說完，所有的老鼠都回頭看著愛麗絲。站在愛麗絲身旁的小老鼠拉著媽媽的裙襬說：「媽媽，這個姊姊怎麼問這麼奇怪的問題啊？她好笨喔！」而其他的老鼠也開始對著她指指點點，愛麗絲覺得很奇怪，還想再舉手發問時，卻聽到兔子先生

宣佈：「各位！請跟我來，我們移動到下一項文物。」於是大家便動身離開了。



圖一、兔子正在為老鼠們講解

這時，有一個老鼠伯伯拍著愛麗絲的肩說：「小妹妹，如果你想要再多瞭解這個史前巨石陣的話，一個小時後還會有這樣的解說服務。不然，你可以去服務台跟他們借導覽錄音機，就可以慢慢聽解說了。」

愛麗絲想想，雖然她喜歡聽專家解說，不過，她擔心自己又會問出奇怪的問題被大家嘲笑，而且一個小時的等待時間不算短，於是她決定自己去服務台借錄音機來聽導覽。

沿路上愛麗絲看到好多有趣的東西，她看到地球和好幾個彩色的球串在一起，正想伸手去摸的時候，一把長矛突然擋在愛麗絲的面前，愛麗絲嚇了一大跳。

「妳是誰？妳有國王陛下發的邀請函嗎？」站在愛麗絲面前的是一個長得像撲克牌的士兵，身體扁扁的，細長的手腳長在四個角上，衣服上的撲克牌圖案正是紅磚二，跟在紅磚二士兵後面的是紅磚三、紅磚四和紅磚五，他們不約而同地用手上的長矛指著愛麗絲。

「請問……這裡是哪裡？」愛麗絲的聲音微微顫抖著。

「這裡是亞歷安天文館，是國王特別建造作為送給亞美公主的十五歲生日禮物。妳是被邀請來參觀的貴賓嗎？」

「我……」

「我看，她八成是自己偷偷進來的，她的穿著一點都不像貴族！」

紅磚三說。「一定是這樣沒錯，我們剛剛不是才抓到兩個偷跑進來的犯人了嗎？」紅磚四說。

「好！那我們就把他們三個一起帶到公主面前。」害怕的愛麗絲就這樣被四個紅磚士兵架到公主面前。

一到公主面前，原先在愛麗絲左邊的白老鼠突然跪下不停地求饒：「偉大的亞美公主，請赦免我的罪，我不該一時好奇地偷偷闖入偉大的亞歷安天文館。」而右邊的小狗也趴在地上不停地顫抖的說：「聰明美麗的亞美公主，我願意一輩子當您的奴隸來服侍您！」

「妳呢？妳要怎麼彌補妳的過錯？」

愛麗絲抬起頭來，發現戴著皇冠坐在正中間的女生正看著她，愛麗絲不自覺的問：「妳就是亞美公主嗎？妳長的真漂亮！」

沒想到公主大發雷霆說：「妳是誰？竟然在闖進我的天文館後，還敢直接叫我的名字！士兵們！把她拖出去砍頭！」

忽然，公主停頓了一下，一改剛剛盛怒的表情說：「不過，看在今天是美麗又善良的我生日的份上，既然你們對天文館這麼有興趣，那我就來考考你們。我出兩道題目，每一道題目只給你們十分鐘的時間去尋找答案，只要答錯的人就會被淘汰，而且我還要把他變成仙人掌，擺在天文館裡當裝飾！但是如果你們能在限定時間內完全答對題目，回到我面前向我請安，我不但赦免死罪，還會幫他完成一個心願。」

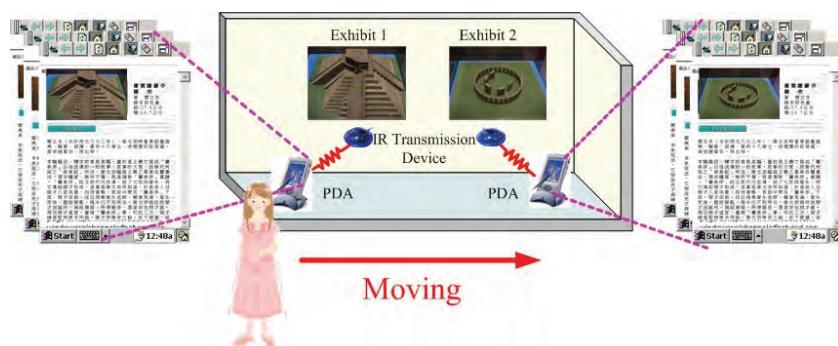
公主指著前面說：「這裡有三個箱子，裡面藏有三種不同的寶物可以幫助你們過關，你們自己選擇吧！」

老鼠先選了左邊的箱子，裡面放一本書，封面寫著「亞歷安天文館文字導覽手冊」，小狗則選擇了最右邊的箱子，揭開一看，是一台導覽錄音機，最後選擇的愛麗絲只好掀開唯一剩下的箱子，裡面是一個長方形的盒子，盒子上的有一個按鈕閃閃發亮。

正當愛麗絲想要開始瞭解它的功用，突然紅心 A 士兵開始宣布第一道題目：「托勒密和哥白尼兩個人所主張之地球和太陽的關係有什麼不一樣？」

一宣佈完題目，白老鼠和小狗便趕緊回頭跑向博物館，緊張的愛麗絲也跟著跑，但她不知道該到哪去找問題的答案。跑著跑著，發生一件奇怪的事，愛麗絲發現口袋裡的盒子會不停地發出「嗶」的聲響，她將手伸進口袋拿出神秘盒子，沒想到螢幕上出

現了和眼前展示品一模一樣的圖片，而且每次她經過一個新的展示品前面，就會發出「嗶」的一聲，螢幕上的畫面也跟著變換（圖二）。



圖二、神秘盒子上的螢幕會隨著愛麗絲的位置而自動切換

她一直跑著，直到跑不動而停在一座玻璃展示櫃旁，她讀了擺在展示櫃前的介紹，發現原來這是中國古代的天文儀器，叫做簡儀。這時神秘盒子又發出「嗶」的聲音，螢幕上出現了和眼前一模一樣的簡儀（圖三）。圖片下面有好幾行文字寫著：「元代郭守敬廢除了黃道座標組環，並把地平座標系統與赤道座標系統分解成地平經緯儀與赤道經緯儀……」，愛麗絲覺得很奇怪，這些字明明她都已經學過了，可是她卻看不太懂這些對簡儀的介紹。

這時她發現螢幕上有個選項叫做「內容分級導覽」，愛麗絲用附在盒子旁邊一枝類似筆的東西點了一下，螢幕上出現了三個選項：兒童級、普通級跟專家級（圖四）。



圖三、簡儀



兒童級

普通級

專家級

圖四、分級閱讀設定

雖然愛麗絲一向覺得自己很聰明，可是她還是保守地先點選兒童級這個選項，因為兒童級的解說是用比較簡單而且貼近兒童的詞彙來解釋複雜的概念。

「哇！原來黃道是地球上太陽通過的那圈線狀區域，黃道座標就是以黃道為 0 度的座標系統，用來測量太陽、月亮及星星。元代的天文學家郭守敬將古時候的渾儀簡化為兩個可以獨立運作的系統，就是簡儀。」當她讀完一遍兒童級的介紹後，恍然大悟，她決定讓自己升級，回頭再看一次普通級的解說，沒想到剛剛看不懂的地方現在都能瞭解了！愛麗絲笑笑，有一天她一定要讓自己晉升為專家級，好跟弟弟炫耀一番。

沒想到這個神秘盒子竟然會有對簡儀詳盡的圖文介紹，愛麗絲興奮地拿著這個神秘盒子來到另一個樣子很奇怪的文物前面，正當她在想該按那個按鈕才可以讓神秘盒子可以顯示資料，突然「嗶」的一聲，螢幕上又自動出現了和眼前文物一模一樣的圖片，原來這個東西叫做「象限儀」。

圖片下面同樣呈現了許多關於象限儀的介紹（圖五），愛麗絲覺得這個神秘盒子真神奇，好像有魔法一樣，讓她不必擔心沒聽到導覽員的解說，或是不好意思發問，更好的是，它還可以隨時反覆閱讀裡面的解說資料。

就當愛麗絲驚嘆於盒子的神奇，突然看見白老鼠匆匆忙忙地從她的面前跑過，這時她才警醒自己現在正在參加比賽呢，她趕緊跟著白老鼠後面，來到了古代天文學者區。



圖五、象限儀

到達時，她發現小狗已經在認真聆聽著錄音機語音導覽，而白老鼠則捧著抽到的天文館導覽手冊，一面翻手上的書，一邊喃喃自語：「古代天文學家，第 40 頁，那托勒密在哪一頁呢？」

愛麗絲走到托勒密的畫像前，「嗶」的一聲，螢幕上又顯示出和眼前一模一樣托勒密的畫像，並且寫著托勒密認為地球是世界的中心，日月星辰的運行是天空在動，又稱為天動說。

接著愛麗絲帶著神秘盒子來到哥白尼的畫像前，同樣地，愛麗絲知道了哥白尼主張地球是繞著太陽運行的一個行星，稱為地動說。這時「嗶～嗶～嗶～」的哨音響起，士兵紅心 A 宣佈十分鐘的時間已到。愛麗絲和小狗則都順利答對了這一題。

「嗚哇！」小老鼠傷心地大哭了起來說：「我還沒翻到介紹哥白尼的那一頁呢！這本導覽手冊根本不是寶物嘛，我看著地圖對

照了半天才找到這一區，還要再從目錄裡尋找托勒密和哥白尼，時間根本就來不及嘛。」。

當愛麗絲想把神秘魔法盒借給小老鼠時，突然「叮」的一聲，小老鼠早已變成一棵小仙人掌。

愛麗絲還來不及恢復受到的驚嚇，紅心 A 士兵又緊接著宣布第二道題目：「找出天文館內所有可以觀測天象的古代天文台，並查出它們被建造的年代。」

士兵心中暗自竊喜，「嘿嘿……我這次一定可以幫公主除掉他們，天文館裡共有五座天文觀測台，但是位於不同的展覽區，他們一定沒有辦法在短時間之內找齊的。」

小狗利用靈敏的嗅覺，首先跑到中國古代天文儀器區，他發現了「河南登封觀測台」，按下導覽錄音機開始播放的按鈕後，他得知河南登封觀測台建造於公元前三世紀，最早叫做周公測景台，元代郭守敬增建了觀星台和量天尺，合稱登封觀測台。觀察者可用長 37 公尺的石圭，測量每天正午日影長短，以判斷冬至、夏至、春分、秋分等節氣。

至於登封觀測台的右邊恰巧就是北京古觀象台，但是因為錄音帶的解說內容是事先預錄好，小狗得將錄音帶慢慢快轉，才聽到這個觀象台為金代所建造。還好並沒有花掉太多的時間，小狗很開心，覺得自己一定可以率先答對這一題，因為他還沒看見愛麗絲的影子呢。

接著小狗來到外國古代天文儀器區，這時卻發現錄音帶的內容還停留在介紹中國古代文物的地方，沒辦法直接跳播到外國天文儀器區，他只好試著慢慢把錄音帶轉到介紹這一區文物的內容。

至於另一頭的愛麗絲正望著手中的魔法盒，心裡擔心著：「這麼大的天文館要如何在十分鐘內找齊所有的古代天文台？」但後來心想：「這個神秘魔法盒既然有這麼多特別的功能，說不定還會有意想不到的新魔法藏在裡頭。」

愛麗絲打起精神仔細檢視螢幕上的功能列，現在她最需要神秘魔法盒告訴她這幾個古代天文台分佈在哪些地方。知道在哪裡後，她才能利用自動更新導覽頁面的功能查出天文台的建造年代。

她仔細檢視功能列，決定試試「主題導覽」這個功能，在主題導覽的選項中出現了各式各樣不同的主題，有觀測日蝕儀器、地球區、太空科技區等，愛麗絲再往下看，發現了「古代天文台」，結果顯示天文館裡有五座古代天文台，分別在中國古代天文儀器區及外國古代天文儀器區，螢幕上還用箭頭標示出所建議的導覽路線（圖六），讓參觀的人可以依序參觀五個天文台。

愛麗絲趕緊前往，不料卻和小狗在外國古代天文儀器區相遇，紅心 A 士兵也正看著牆上的鐘，準備宣布十分鐘答題時間到。運用建議導覽路線的功能，愛麗絲很快的循序漸進找到了五個古代天文台，並且快速地找到它們的建造年代。

「嗶～」哨音再度響起，愛麗絲從容地答對這道題目，小狗卻只說出三樣古代天文台的名稱與建造年代。小狗很生氣地說：「這種預錄好的導覽錄音機一點都不方便，我沒有辦法隨心所欲地參觀自己想看的東西，或特別只聽某部分的介紹，更糟糕的是連路線都已經設定好了，導覽錄音機要我左轉我就只能左轉，不然就會跟不上錄音帶的介紹！而且還不能走錯路。」還在氣憤中的小狗卻慢慢地縮小，變成了一株彎曲的仙人掌。



圖六、主題導覽

雖然白老鼠和小狗都已經被淘汰出局，但是愛麗絲還是得找到亞美公主向她請安後，才算完成比賽。

正當愛麗絲心裡焦急不知該從哪一區找起時，她發現手上魔法盒的螢幕最上方有一行文字以跑馬燈的形式出現（圖七）：「亞歷安天文館快報！亞歷安王國最美麗的亞美公主現在正蒞臨本天文館之月球館！公主將於十分鐘後正式啓動本館最新完工的月光列車，歡迎有興趣搭乘月光列車首航的遊客現在立刻前往月球館！」

獲知亞美公主現身於月球館後，愛麗絲急忙出發前往，她跟著館內寫著月球館的方向指標跑，想到自己馬上就可以安全了，愛麗絲不由得加快了脚步。

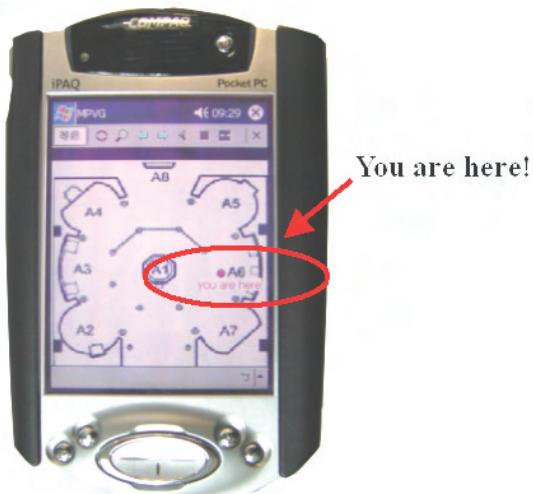


圖七、跑馬燈訊息

但是萬萬沒想到，三分鐘後，愛麗絲竟然發現自己又跑回了原地。愛麗絲想起以前跟同學一起參觀博物館時，因跟著指標走，卻因為箭頭標示方向不清楚而到不了目的地的經驗。

於是她趕緊點選檢視功能列中的「展場地圖」功能，畫面上出現了一個小藍點寫著「You are here!」（圖八），標示愛麗絲目前在古代天文儀器區的位置。

愛麗絲對照著手上螢幕顯示的地圖，一面跑向月球館，她遠遠地看見亞美公主正在參觀月球館內的展覽，趕緊上前彎腰向公主行禮請安：「親愛的亞美公主，我已經順利答對所有的題目，請您也實現您的承諾吧！」



圖八、顯示使用者位置

公主看到愛麗絲來到眼前，感到非常訝異，她以為愛麗絲早已變成天文館某個角落裡的一株小盆栽，當她伸手一指，打算用魔法將愛麗絲變成仙人掌時，卻發現現場聚集了很多前來一睹她風采的人，她馬上收起邪惡的表情說：「那當然！請問妳的願望是什麼呢？是成山的金銀財寶？還是一座漂亮的皇宮呢？」

愛麗絲搖搖頭說：「請您送我回家吧！我們家在楓樹街 100 號。」

「那有什麼問題！」亞美公主答應地爽快，其實腦子裡正偷偷進行著另一項計畫。

「愛麗絲，眼前這就是亞歷安天文館最新的月光列車，如果你能自行操作一次將它啓動，那它就可以帶妳回家了，但是只要妳做錯一個步驟，那就只好重頭再來一遍。」

愛麗絲很清楚公主還想在最後關頭刁難她，但是她告訴自己絕不能被打敗，她再度啓動神秘魔法盒，螢幕上顯示了月光列車的照片及操作方法。愛麗絲一步一步跟著做，卻因老是因為做一項就看一次螢幕，常常會忘記已經進行到哪一個步驟，只好一直重頭再來。

連旁邊的人都不禁為愛麗絲感到緊張，突然「啪」的一聲，魔法盒竟然不小心摔落到地上。愛麗絲心想：「糟了，魔法盒一定摔壞了，那她可能再也回不了家了。」愛麗絲難過地開始哭了起來，伸手將魔法盒拾起，沒想到魔法盒竟然傳出人說話的聲音：「要啓動月光列車，首先，請將右手邊的綠色按鈕按下；第二個步驟，將車門邊的手把調至 ON 的位置……」，愛麗絲發現，除了自行閱讀螢幕上的資料，她也可以選擇語音導覽模式，這樣就不需要不停地抬頭、低頭地對照作品及它的介紹。此外，還有「動畫導覽」的功能呢，畫面上會出現專業導覽員的影像在面前生動地介紹館內的文物（圖九）。

有了語音導覽的功能，愛麗絲一步一步地啓動了月光列車，並且在目的地的空格填上了「楓樹街 100 號—愛麗絲的家。」

「怎麼可能！你怎麼可能取代我啓動了月光列車！來人啊！快幫我把她給捉起來！」亞美公主氣得跳腳，連皇冠都不小心掉到了地上，愛麗絲則抱著手中的神秘魔法盒，順利完成這趟天文館驚奇之旅，快樂地踏上了回家的路。

亞美公主感到非常生氣，竟然讓闖入者從自己手中逃脫，於是馬上下令徹查，看看到底愛麗絲手中的神秘魔法盒到底是什麼？

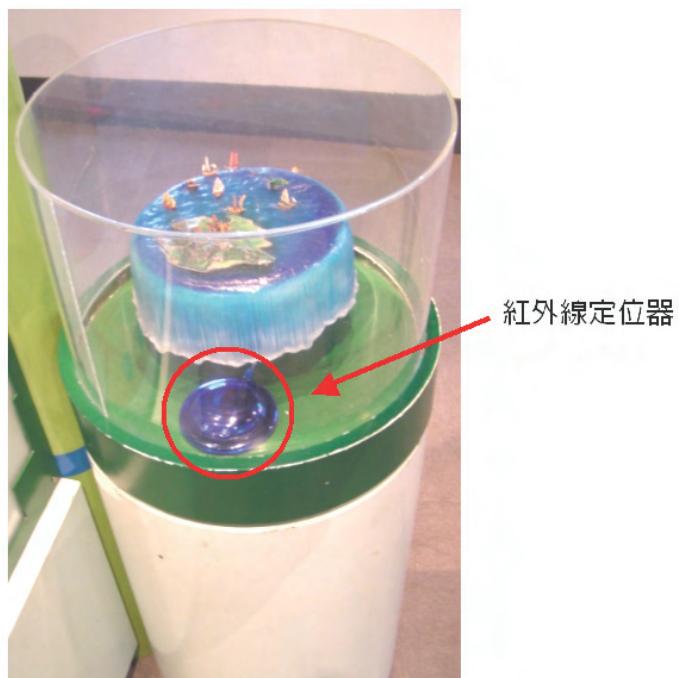


圖九、動畫導覽功能的解說影片

原來先前拿給老鼠、小狗和愛麗絲三人選擇的三個木箱是由天文館所準備，亞美公主事先一點兒也不知道裡面裝的是什麼。

只見先前在天文館內為大家解說服務的那位戴眼鏡的兔子先生走上前向公主稟告：「啟稟公主！愛麗絲手上拿的那個神秘魔法盒，其實是一個有定位功能的多媒體博物館行動導覽系統，這是由國立中央大學資訊工程學系周立德副教授帶領的研究團隊，自公元一九九八年就開始構思設計，再透過教育部的大學追求卓越計畫，完成全世界第一套多媒體行動導覽系統。這套系統完全顛覆了博物館的導覽方式，它採用最先進的數位科技，將傳統枯燥乏味的教學課程，融入生動活潑的多媒體導覽環境中，再藉由輕巧簡便的 PDA 個人數位助理作為載具，讓所有天文館內的參觀者

可以邊走邊學習。而且透過紅外線定位機制（圖十），使用者還可以跟天文館進行即時互動……」



圖十、紅外線定位器

不等兔子先生說完，亞美公主插嘴開始下令：「來人啊！趕快幫我把這套系統的研發團隊請來！這麼好用的系統，我要請父王把它推廣到全國，這樣父王以後就可以一邊在王國巡視時，一邊透過這套系統瞭解各地的發展現況，我也不用在教室裡乖乖地坐著，可以一邊到處玩，一邊學習各地有趣的風土民情了。」亞美公主興奮地說著，完全把愛麗絲脫逃這件事拋之腦後了。

博物館行動導覽系統功能說明

室內行動導覽系統旨在於針對傳統導覽系統的缺點加以改進，讓使用者的行動不再受限於導覽員、導覽手冊或導覽錄音帶，進而提供使用者全方位且可與環境互動的行動學習系統。

室內行動導覽系統具有最新的數位科技，結合個人數位助理（PDA）與無線技術，提供六項主要功能，包括「自動更新導覽頁面」、「圖文、語音、多媒體介紹」、「內容分級導覽」、「主題導覽」、「展場地圖及使用者位置」以及「即時訊息」。

「自動更新導覽頁面」功能

當遊客於展覽館中參觀時，隨身攜帶的 Palm PDA 將接受由裝設在各文物或景點的訊號發射器所送出的信號。藉由信號的解讀，PDA 上的導覽程式便會立即將顯示頁面更新至與目前位置所在的文物景點相關之導覽資訊。參觀者可自由於天文館中遊覽，不受制於解說人員介紹速度與導覽路線的影響，也不必擔心獨自進行參觀是否無法獲得足夠的解說資訊。

「圖文、語音、多媒體介紹」功能

對於每一個展示品結合了多種方式進行介紹，由基本的文字、圖片到多媒體的聲音和影像，使用者可利用語音介紹的功能，將注意力專注於實體的觀察上，動態影片的播放則可用以補強圖文無法表達的情境，使用者可自行選擇最適合的學習方式。

「內容分級導覽」功能

針對程度不同的使用者，系統提供了不同深度的解說內容，包括兒童級、普通級、專家級。藉由不同層級的反覆閱讀，也可達到自我提升的效果。

「主題導覽」功能

依不同使用者所有的參觀時間或感興趣的主題，安排參觀的順序、內容以及路線，使用者可於參觀完某一展示品後，在螢幕上按下指定按鈕，系統即展示出前往下一個建議展示品的箭頭方向，以此提供使用者系統化的介紹，以加深參觀印象。

「展場地圖及使用者位置」功能

電子地圖的顯示，有助於使用者對於展示場地及展示品的座落位置有完整的概念，並可依據使用者最後一個參觀的物品，於地圖上顯示使用者目前位置。

「即時訊息」功能

使用者可在隨身攜帶的 PDA 上看見由館方所提供的最新活動消息或提醒事項，以跑馬燈的形式呈現。

愛麗絲戶外導覽篇

愛麗絲搭上了月光列車，興奮地朝甜蜜的家前進，但是卻沒想到她竟然忘記填上一項重要的訊息，使得愛麗絲又再度迷失了……。

【作者】

戶外導覽

曾煜棋

現職：交通大學資訊工程系系主任

經歷：工研院暨交通大學聯合研發中心執行長

王友群

戶外導覽系統功能說明

曾煜棋、王友群

戶外導覽

話說愛麗絲乘上了月光列車，照理應該已經到家，但是沒想到愛麗絲在目的地上卻忘記填上國度，使得愛麗絲迷失在另一國度。

隨著眼前的事物越來越奇妙，景物也越來越陌生，愛麗絲終於發現了：「糟了！我迷路了」，愛麗絲開始大叫著。

愛麗絲無助地離開月光列車，煩惱不知道該怎麼辦，坐在路旁的大樹下開始哭了起來，不知哭了多久，愛麗絲聽到一股溫柔的聲音，抬頭一看，發現一隻紅藍相間的貓正坐在樹上、微笑地看著她。

「你是誰？」愛麗絲問道，貓回答說：「我的名字叫做微笑貓，小妹妹，四周的景色多麼美好，你為何要哭泣呢？」

「我迷路了，不知該怎麼辦？」愛麗絲說著說著，眼淚也跟著不停地從臉頰流下。

「乖，別哭了，我告訴你一個好東西，或許可以幫助你喔！」

愛麗絲一聽到有希望，馬上興奮的問道：「是什麼東西呢？」

微笑貓指著石頭旁，說道：「就是這個東西可以幫助你喔！」

愛麗絲轉身一看，原先空無一物的地上出現了一台小小的、銀白色的方型物體，上面還插著一片黑色但會閃閃發光的東西，旁邊還接著一台奇怪的盒子。

「這是什麼東西？」愛麗絲問道，「那台銀白色的方型物體叫做『個人數位助理』（PDA），它還有另外一個名稱叫做『掌上型電腦』，裡面有一套叫做『戶外導覽系統』的玩意可以幫助你熟悉附近的環境喔！」微笑貓回答說。

愛麗絲又問道：「那上面那片黑黑的，有個小燈一直閃爍個不停的是什麼東西呢？」微笑貓回答說：「那個東西叫做『無線網路卡』，有了它，只要附近出現和它一樣的兄弟，你就可以透過它和它的兄弟互相傳遞訊息。若是附近存在有一台稱做『網路存取點』（Access Point）的東西，那你更可以透過它們的合作來和世界其他地方的人溝通。」



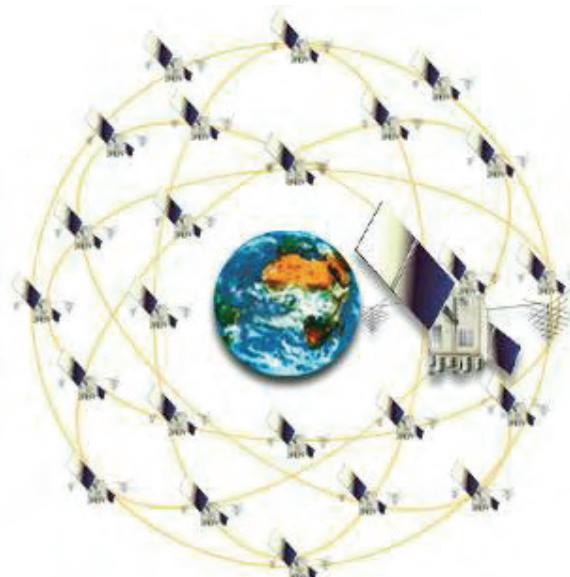
圖一、無線網路卡

「這麼神奇？」愛麗絲驚呼著。

「無線網路可是很神奇的！」微笑貓回答著，並且露出一種神秘的笑容的說：「無線網路可以將文字、聲音或是影片等檔案，透過空氣與電磁波的幫忙，將資料傳給遠方的人們。」

「那旁邊那個盒子又是什麼東西呢？」愛麗絲又問道。微笑貓回答說：「那個盒子叫做『全球定位系統接受器』（GPS receiver）」。

「什麼是全球定位系統接受器？」愛麗絲滿臉疑惑。微笑貓搖搖它那靈活的尾巴，突然愛麗絲的眼前就出現一個轉動的地球模型，旁邊還圍繞著一些像是蒼蠅般的小東西。



圖二、全球定位系統模型

正當愛麗絲看著入迷，微笑貓又開口說話道：「在靠近地球的附近，有二十四台的人造衛星環繞著地球，也就是妳現在所看到地球模型旁邊所圍繞的小東西。」愛麗絲問道：「那這些小衛星是在做些什麼功用啊？它們不會無所事事整天繞著地球轉呀轉吧？」

「這些衛星是用來定位的，當妳想要知道妳現在正在地球的哪個地方，只要妳能得到三個以上衛星的幫忙，再加上妳手邊的

盒子，也就是全球定位系統接受器，那麼你就可以知道你現在正在什麼地方。」

愛麗絲一聽到可以知道自己現在在哪裡，馬上興奮的拿起全球定位系統接受器，但是卻只見上面出現一堆數字。

「它根本沒有告訴我現在在哪裡，只有一堆奇怪的數字而已！」愛麗絲嘟起嘴，抗議的說道。

「別急別急！全球定位系統接受器說的是它們自己的語言，也就是地球的經緯度座標，一般人是聽不懂的，如果你要想知道它們在說些什麼東西，那麼你還需要一位翻譯人員來幫你翻譯它們奇特的語言。」微笑貓回答。

「那麼那位翻譯人員現在在哪裡？」愛麗絲著急地問。

「它就住在『戶外導覽系統』裡面，你只要點一點 PDA 就會知道囉。」微笑貓說著說著聲音也越來越弱。

當愛麗絲還想問更多的問題時，卻只見微笑貓鮮明的身體逐漸模糊消失，先是尾巴不見了，再來是四肢和身體，最後連的臉也消失了，剩下只露出雪白牙齒、微笑的嘴巴。

「等等！先別走啊！我還不知道要怎樣使用這個東西呢！」愛麗絲緊張的追問只見那張嘴巴慢慢傳出：「點進去就會知道了。」說著說著連嘴巴也不見了，而地球模型也跟著消失不見了。

愛麗絲還對現狀感到不可思議，發呆好一陣子後，她回神開始點選 PDA 中的「戶外導覽系統」，出現在她眼前的是一張完整但奇妙的地圖，「耶～這張圖的某些地方看起來還蠻眼熟的，」愛麗絲心想，於是她好奇的往地圖上一點，PDA 馬上呈現出另外一種畫面。

「耶～這不是我剛才去的地方嗎？啊！這裡還有詳細的說明呢！」愛麗絲越使用越覺得順手。

「那我現在在哪裡應該可以查得到吧！」於是愛麗絲點選了「戶外導覽系統」中的「顯示自己的位置」，果然，在「全球定位系統」一陣搜尋之後，地圖上馬上顯示出愛麗絲的位置，愛麗絲看著「戶外導覽系統」的解說，終於了解自己目前是在草原旁。

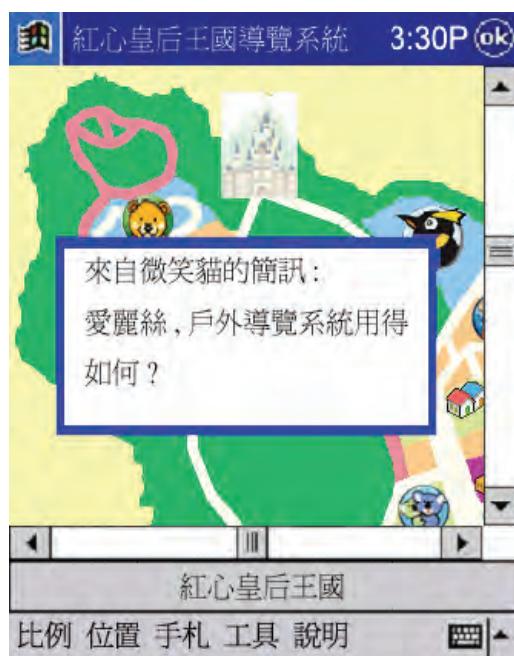


圖三、戶外導覽系統顯示愛麗絲的位置

愛麗絲專注地看著「戶外導覽系統」的解說，藉由鮮明的圖片、詳細的文字介紹，她對於這個草原有了初步的了解，但光是看文字的說明似乎又太麻煩，於是愛麗絲選取影音的介紹。畫面

中出現一段有趣的動畫，還配合柔和的聲音，向愛麗絲介紹這個草原的名稱、由來、特色，以及還有什麼樣的生物生活在這裡。

藉著生動的介紹，愛麗絲也了解微笑貓原來也是這個草原的特產之一。「可是下一步該往哪裡走呢？」愛麗絲又再度陷入沉思當中。



圖四、微笑貓透過簡訊功能將訊息傳給愛麗絲

正當愛麗絲猶豫不決，PDA 的「戶外導覽系統」忽然套跳出一則訊息，愛麗絲定神一看，原來這則訊息是微笑貓發給她的，訊息上寫道：「愛麗絲，戶外導覽系統用得如何？」愛麗絲這時才

知道，原來微笑貓是透過「戶外導覽系統」的簡訊功能將訊息傳送給她。

愛麗絲馬上回訊息給微笑貓寫著：「你現在在哪裡呢？還有我該往哪裡走呢？」

「我現在正在夢幻的紙上城堡內，妳可以利用『戶外導覽系統』的『路徑規劃』知道如何到那裡。」PDA 上又再度跑出這則訊息。於是愛麗絲順著點選『戶外導覽系統』的『路徑規劃』功能，果然在地圖上出現了一條通往紅心皇后城堡的路徑。



圖五、路徑規劃讓愛麗絲知道如何去紅心皇后的城堡

沿著「戶外導覽系統」所規劃的路徑走著，愛麗絲一路上碰到許多她從未見過的生物與景色，「對了，我有戶外導覽系統的解說！」愛麗絲心想。於是她利用戶外導覽系統的介紹，慢慢地觀察與了解沿路的所見所聞。

「原來這是非洲象，陸地上最大的動物」、「真可怕！這附近有兇猛的動物，看來我得小心一點。」愛麗絲不僅被沿途的風景深深吸引，心情也在不斷學習中變得十分雀躍，「如果能把這些奇遇記錄下來就好了，」愛麗絲感慨的說道。

正巧這時她發現在「戶外導覽系統」中，還有一項功能她還未使用過，於是她好奇的點選這項功能，「真好！原來戶外導覽系統還提供這項功能！」愛麗絲驚呼。



圖六、手札功能

究竟是什麼功能呢？原來「戶外導覽系統」提供了讓使用者可以書寫文字以及錄製影音的手札功能。於是愛麗絲馬上利用這項功能，快樂的將她一路上所看到的、所聽到的、以及所想到的

點點滴滴，全部都記錄在這套系統，直到詭異又夢幻的紙上城堡出現在她眼前。

當愛麗絲走進紙上城堡，慢慢地，她發覺這座紙上城堡的景色看來如此熟悉，突然間，她大喊道：「這是我的成績單！」就在這時，她跌進紙的夢幻世界裡。

戶外導覽系統功能說明

「戶外導覽系統」主要目的，是在研發可與環境互動的行動學習系統。透過「戶外導覽系統」，遊客們可以在旅遊的過程中，藉由隨身所攜帶的 PDA 等行動主機，取得著名景點的相關資訊與介紹，並且可利用 GPS 找尋自己或他人的所在位置。此外，透過無線傳輸的技術，遊客們可以藉由簡訊功能互相傳遞訊息，並且可以利用聊天室的方式，來達到群組討論的效果。

「戶外導覽系統」共有六大功能，分別為「比例」、「位置」、「導覽」、「手札」、「訊息」和「遊戲」等六項。

「比例」功能

主要在提供畫面上地圖比例的縮放程度。

「位置」功能

必須結合 GPS 的定位能力，它主要的功能在於可以在地圖上顯示出使用者目前所在的位置，若使用者還配有無線網路卡的設備，則使用者還可以查詢其他人所在的位置，除此之外，「位置」的功能還附有羅盤的功能，可以讓使用者了解目前所面對的方向。

「導覽」功能

提供被動式與主動式的導覽功能，被動式的導覽功能是讓使用者自己去點選地圖上的景點，然後系統就會提供使用者該景點的位置、圖片以及文字說明，至於主動式的導覽功能則是當使用者接近某個景點時，透過 GPS 定位功能，系統了解使用者已經接近某個景點，於是就主動推出語音的相關介紹。

「手札」功能

主要是讓使用者在旅遊的過程中，可以隨手記錄自己的想法與心得。

「訊息」功能

使用者必須配有無線網路卡才可以使用，其功能可分為三大類：聊天室、傳簡訊、活動看板。聊天室的功能類似一般的 BBS 功能，若使用者附近存在有無線網路存取點（Access Point），則使用者就可透過它連到後端的聊天室伺服器。

傳簡訊的功能則不需要無線網路存取點的存在，使用者可以利用其無線網路卡，將訊息以文字方式傳給別人，有點類似手機的傳簡訊功能。最後，活動看板則是後端的伺服器將一些重要的訊息以文字方式廣播給所有使用者知道。

「遊戲」功能

它主要是以遊戲問答的方式，提供關於該地區的問題詢問使用者，讓使用者在旅遊的過程中，能夠增添一些情趣。

愛麗絲

電子書包與隨意教室篇

跌進紙中夢幻世界的愛麗絲，好不容易回到了家，卻因為成績單的紅字，遭受莫大的壓力，身心俱疲的愛麗絲又躲進了她的奇幻世界裡……。

【作者】

電子書包與隨意教室

許健平

現職：中央大學資訊工程系教授、中央大學計算機中心主任

經歷：數位學習國家型科技計畫分項計畫共同召集人

加州大學爾灣（Irvine）分校訪問教授

中央大學資訊工程系主任

IBM Thomas J. Watson 研究中心訪問學者

張志勇

現職：淡江大學資訊工程系副教授

經歷：數位學習國家型科技計畫群計畫及子計畫主持人

真理大學資訊科學系主任

國立故宮博物院行動導覽顧問

電子書包與隨意教室系統功能說明

張志勇、林勻蔚

電子書包與隨意教室

紙……

一張紙……

一張方體大的紙……

一張印滿了黑色文字與紅色數字的紙……

這張紙，是愛麗絲的成績單……

就是這一張薄薄的成績單，引發了愛麗絲家中的一場腥風血

雨……

當信差將這封帶著厄運的成績單，送到了愛麗絲的父母手中時，就是愛麗絲不幸的開始，被父母臭罵之後，還遭受扣除零用錢與放學後禁足等的處罰，讓愛麗絲的心情跌至谷底。傷心的愛麗絲，只好抱著心愛的故事書哈利波特，躲在棉被中嚎啕大哭，哭累了，愛麗絲也沉沉的睡著。

夢中，愛麗絲不斷地叫喊，因為她感覺被父母所拋棄、被老師所放逐、被同學所排斥、被朋友所遺忘，恐懼的她，正墜入一個深不見底的黑洞，讓她不禁大聲地尖叫起來。

愛麗絲驚醒了，張開眼睛看到的影像卻不是在自己的床上，而且說身旁沒有半個人，愛麗絲很害怕，不知道自己到底在哪裡，驚恐的她又開始大哭了起來。哭了多久之後，她突然間聽到一位老婦人的聲音。

「小女孩，妳怎麼了？」有著破罐般嗓門的老婦人，抬起滿臉淚痕的愛麗絲的臉。

對於婦人的問題，愛麗絲只是一直從口中哭著說：「我要回家！我要回家……」，老婦人只好再繼續追問：「你家在哪裡？」，愛麗絲的反應還是一樣不停的說著「我要回家……」，老婦人不知該如何是好，只好告訴她：「婆婆叫做茱莉·衛斯理，我看你先跟我一起回家吧！」，茱莉看愛麗絲沒反應，只好揹著她走回家。

當晚，衛斯理家庭細心地照顧由路邊撿回來的愛麗絲，問了她許多問題，終於問出愛麗絲的名字與事情來龍去脈，聽完之後，衛斯理一家都覺得相當不可思議。

在長時間的討論後，最後，衛斯理家庭的一家之主亞瑟，下定論的說道：「既然不知道如何送愛麗絲回家，那我們就收留她吧。」就這樣，愛麗絲加入了衛斯理的家庭，渡過她在這裡的第一個晚上。

翌日清晨，一如往常，榮恩·衛斯理的朋友哈利來找他一起去上學，當愛麗絲見到哈利時，驚訝的問道：「你是哈利？哈利·波特嗎？」

哈利被突如其來的詢問，直率的回應道：「是呀！怎麼了嗎？」榮恩只好對哈利說明愛麗絲的來由，此時愛麗絲又趕緊追問下去：「你的魔法是不是很厲害呀？還有你的魔棒在哪呢？」

哈利對於愛麗絲連珠炮的詢問，顯然不知如何是好，充滿疑問的回答道：「什麼魔棒？你在說什麼呀？」

愛麗絲繼續說：「就是你們上課一定要用到的東西啊？」

「喔！上課一定要用到的東西？你是說這個嗎？」哈利拿出一方形扁平的銀色金屬面板及一枝筆，拿到愛麗絲眼前。

這時榮恩的媽媽茱莉忽然大聲喊到：「喔喔……我差點忘了要給愛麗絲上課用的東西了！」

茱莉走到愛麗絲面前，也拿出了和哈利同樣的一個方形扁平的銀色金屬面板，跟愛麗絲說明：「這個我們叫它電子書包，這是榮恩他哥哥以前用的，現在你就先用這個吧，至於怎麼用，等會讓榮恩跟哈利跟你說。」說著說著也一邊催促著她們趕快上學去。

愛麗絲帶著驚奇的心情，跟哈利與榮恩一路來到了學校，出現在愛麗絲眼前的，是一座宏偉美麗的中古城堡式的建築，這時榮恩說道：「這是我們的學校——滋華格霍，別看它外表古老，裡面可是有很多神奇的東西喲！」

這天的兩堂課是課外活動時間，老師麥康娜教授要大家以電子書包中的攝影、錄音及手寫筆記功能，完成「行動學習」的作業，在哈利和榮恩向麥康娜教授介紹了愛麗絲後，也開始教愛麗絲如何使用電子書包中的各項功能，並分別進行「行動學習」的戶外作業。

就這樣，愛麗絲開始了她的校園生活。

當天，當愛麗絲回到收留她的衛斯理家中時，已經是傍晚了，餐桌上，當茱莉關心的問愛麗絲今天在學校的情況。

愛麗絲侃侃而談今天在學校發生的事，也提到了一件在學校發生的糗事，愛麗絲先是臉紅了一下，然後開始靦腆的回憶著當時的情況。當時麥康娜教授吩咐大家交出「行動學習」的心得報告，愛麗絲看著同學們只是坐著不動，像是做了什麼動作，當時

愛麗絲心中十分納悶，教授不是要大家交作業嗎？怎麼不見有人起身交作業呢？

正當她想要問人時，聽到麥康娜教授的聲音傳來：「愛麗絲，你有任何問題嗎？怎麼還沒交作業呢？」

同學們聽到麥康娜教授這樣說，都轉過頭來，睜大眼睛望著愛麗絲，這更令愛麗絲覺得心虛，沒人交出去呀？為什麼教授只問她呢？

愛麗絲也只好趕緊回答：「是！麥康娜教授」趕緊離開座位大步跨出，向麥康娜教授走去，雙手遞上電子書包，故作輕鬆對麥康娜教授說道：「作業在這裡」

這時看著麥康娜教授臉色怪異，像是在忍笑，頓時愛麗絲身後傳來同學們的一陣笑聲，愛麗絲覺得莫名其妙，可是又不知道自己做了什麼蠢事，才會惹來同學一陣嘲笑。

「大家安靜！」麥康娜教授喊道，接著對愛麗絲說：「我想哈利大概忘了跟你說電子書包的資料傳輸方式，你瞧，這邊有一個「功能」的方鈕圖示，你按下後選擇「傳輸」，再透過電磁訊號的傳遞，這樣我就可以收到你的作業囉，你不需要把電子書包給我。」

說到當時的情景，愛麗絲不禁又是一陣臉紅，覺得有些丟臉。

茱莉安慰愛麗絲說：「不要緊！慢慢來，以後就會習慣了。」

茱莉拿起愛麗絲的電子書包，輸入密碼後，打開電子書包中的「連絡簿」功能，瀏覽老師在連絡簿中所紀錄的成績表現及出席狀況，並直誇愛麗絲在校這一天的表現，然後，又拿起孩子們的電子書包，開啟家庭聯絡簿的功能，寫著感謝老師這一天來辛苦教學的話語。

回到房間後，愛麗絲想起今天所學完全不一樣的知識之後，頭腦昏昏漲漲的，因為一下子接收那麼多新知識，她還無法完全理解，於是她將今天所學習到的課程知識，從電子書包中傳至寢室桌上的私人電腦中先記錄起來。

望著螢幕上花花綠綠的圖片與文字，想起自己在之前的世界裡，不管是家電還是各式機器，總有一根電線連著控制盤，但是到了這個世界之後，卻看不到一堆線連接著不同的儀器，就連現在正在傳輸資料的電子書包，也是這般的奇妙，只要將電子書包放在電腦旁，就可以傳輸資料到電腦中。

愛麗絲心想：「原來這裡的魔法這麼神奇，真是太棒了。」也想明天一早有教無線魔法的石內卜教授的課，得早點睡覺才行。

第二天早上，愛麗絲張開雙眼，首先映入眼簾的，不是以往熟悉的房間，而是電子書包畫面中的「行事曆」，提醒愛麗絲「今天有石內卜教授的課，趕快上學去」的畫面。

朝著時鐘望去，愛麗絲驚訝的從床上跳了起來，因為距離石內卜教授的課，已經剩下不到十分鐘，慌張的愛麗絲匆忙穿起衣服，順手抓起電子書包，往學校衝過去。

往學校的途中，愛麗絲先使用無線傳輸的功能，將石內卜教授今天要教的無線魔法課程相關資料下載到電子書包中，先預習一番，邊走邊看，突然出現一個看不懂的奇怪名詞「collision」，於是她按了一下電子書包上的查詢鍵，連結至學校資料庫查詢，很快的就明白這名詞的意思。

愛麗絲不自覺的微笑了起來，心想要是在她原本的世界，也可以像這樣不管走到哪裡，都可以下載想要的資料，而且都可以

連上網路查詢不明白的東西，那該多好。無線傳輸的魔法真的是太棒了！

這種感覺，就像是在公園內放風箏，卻不需時時操控著線，可以自由自在的奔跑，而不用擔心風箏線會卡在樹梢上，沒了風箏線，還可以隨心所欲的控制著風箏，這種感覺真是好玩極了。

就在愛麗絲天馬行空想著魔法的好處，不一會已經來到的教室門口，於是愛麗絲整理一下儀容，跨步進入教室。

愛麗絲走進教室，看到石內卜教授和同學都已經到齊，看大家的神情，似乎正等著愛麗絲的到來，愛麗絲不由的吐了一吐舌頭，尷尬的苦笑：「對不起，我來晚了。」

石內卜教授乾咳了一聲，清了清喉嚨說道：「今天，我將告訴你們，魔法是不存在的！一切都是幻覺啊！但是……」。

聽著石內卜教授的講課，愛麗絲趕緊拿著電子書包將要點一記在電子書包中的筆記本。

下課後，愛麗絲在往回家的路上，遇到了麥康娜教授，愛麗絲笑笑的對麥康娜教授打了招呼：「教授好！」

麥康娜教授微笑著說：「我正要找你呢。」

「什麼事呢？教授。」愛麗絲問。

麥康娜教授說：「我想你來這兒，用電腦與電子書包看書大概還不習慣吧！我這邊有一本珍藏的古典詩集，你瞧，是有紙張的書本喔，在這邊可不多見！」她從背後拿出了一本封面發黃的詩集，顯然是經歷過了不少歲月，但是完整的頁面，顯示收藏者將之保存的很好。

麥康娜教授又說道：「還有，這邊有一支筆，我們都叫它 Hyper Pen，你只要在書上看不懂的地方點幾下，就可以在電子書包上顯示出完整的查詢，可以方便你在閱讀這傳統的紙張書本時，仍然可以輕鬆的查閱相關資料喔。」

愛麗絲很高興接下書本，回答說：「謝謝教授！」

回到家中後，愛麗絲立刻翻開詩集，看到了「泰戈爾」這名詞，就用 Hyper Pen 在這名詞上點了一點，電子書包的螢幕上果然立刻顯示出「泰戈爾」完整的相關查詢。圖文並茂的解釋，讓愛麗絲馬上就知道了「泰戈爾」是一位大詩人。愛麗絲不禁雀躍地想到，要是本來的世界中，也有這玩意兒，看起書來，豈不是輕鬆自在又有趣！

就在快樂的學習時間中，愛麗絲不知不覺在這裡待了一個月，還經歷了在這個學校中的第一次的考試。當麥康娜教授大聲的唸出班上每一位學生的成績，出乎愛麗絲的意料，她的成績居然不如以往一般的，總是在最後幾名，反而是位居前五名之列。

聽到成績，愛麗絲雖然高興，卻又不敢相信這個事實。於是，麥康娜教授走到愛麗絲身邊，說道：「怎麼，不相信嗎？」

「是啊！這是我以前從沒見過的好成績。」愛麗絲回答。

麥康娜教授笑著說：「那是因為你很用功啊」，並拿起愛麗絲手中的電子書包，開啓「自我學習系統」頁面，拿給愛麗絲，說道：「你看，你每天都有照著『自我學習系統』中的課程讀書，而且很用心的回答「自我學習系統」為你出的考題，這些事我可是都知道喔，你這麼用功，成績當然會好囉！」

愛麗絲靦腆的笑著說：「我只是覺得這樣讀書好有趣，有圖案、動畫與聲音，而不再只是呆板的文字，讓我很喜歡讀書呢！」麥康娜教授聽到愛麗絲這樣說，鼓勵她要繼續保持好習慣，但可別高興過頭。

接著，麥康娜教授宣佈明天要去歷史博物館室外學習，由同學們自行分組，愛麗絲理所當然的選擇和哈利與榮恩同一組。

「爲了印證各位所學的歷史課程，明天將會出數個考題讓各組比賽，希望大家回家後好好複習歷史知識。」麥康娜教授宣佈。

回到家中的愛麗絲，立刻啓動電子書包中的「自我學習系統」，這個內容是針對明天歷史課上所學的知識爲主要範圍。

愛麗絲對電子書包說道：「執行學習領域測驗程序」(Examination from Learning Domain)，隨著電腦說出這句話，螢幕上也出現了這一陣子愛麗絲所學知識的題目，愛麗絲駕輕就熟地，一一正確的回答每一個題目。

愛麗絲滿意的笑著看著自己滿分的複習測驗結果，同時也深深感慨，要是自己本來的世界中也有這套學習系統，那就不用那麼苦命又呆板地學習那些數理科目！

做完測驗，愛麗絲充滿自信，帶著甜甜的笑容進入夢鄉，迎接明天的博物館之遊。

隔天早上，麥康娜教授在博物館前宣佈：「大家都到齊了，現在開始發題目囉。」麥康娜教授按下手上電子書包的自動配對程序，讓每位學生的電子書包上出現配對題目的內容。

愛麗絲與哈利和榮恩，看著手上的電子書包，題目內容是「雙頭四腳十六翼」，並提示到時間為「上古紀元」，三個人面對這問題，也是一頭霧水，於是當下決定三個人分開搜尋資料。

愛麗絲走過許多寫著上古紀元的展示地方，都沒找到特徵符合的生物，而且從電子書包的資料收集功能中看到出哈利與榮恩所傳回來的資料，顯然也是一無所獲，愛麗絲只好加緊腳步，繼續找尋著可能的地方。

走著走著，愛麗絲來到了博物館一個陰暗的角落，沒什麼遊客，地板上厚厚的灰塵，顯示這邊人跡罕至，愛麗絲正納悶這裡究竟是何處。抬頭一看，她差點魂都飛了，因為天花板上杵著有個大翅膀的妖怪，有著四隻腳卻是站在天花板上，一副餓虎撲羊之勢，眼神空洞卻十分凶惡，似是望穿了愛麗絲的心頭。

愛麗絲驚嚇的正要逃跑時，定神一看，發覺原來不過是個模型，再仔細一瞧，這妖怪還有兩個頭呢！碩大的翅膀，由十六個小翅膀所組成，愛麗絲回神一想，這不就是我所要找的嗎？

愛麗絲立刻拿出電子書包，利用電子書包的魔法「數位攝影」的功能，在這隻妖怪四周繞了一圈，錄下了這妖怪的樣子，並且在標明「上古魔龍」的牌子上，用電子書包照下照片。記錄完這隻魔龍的資料，愛麗絲立刻傳給哈利與榮恩，通知他們可以回去找麥康娜教授報到。

當愛麗絲回到博物館門口找麥康娜教授時，已經有不少小組都蒐集到問題的答案了，等到全部小組都回來時，麥康娜教授開始檢閱著每一個組員的答案，麥康娜教授將小組所蒐集到的資料與拍下的影片和照片，傳送到每一位學生的電子書包上面，讓大

家都可以看到每個小組所回答的答案，並在博物館空地上啓動電子書包中的「隨意教室」功能，開始講解該小組所蒐集到的資料與內容，並宣佈答案正確與否。

輪到愛麗絲這一組時，愛麗絲開始緊張，不確定有沒有蒐集到正確答案，麥康娜教授與同學們看著愛麗絲所拍下的影片，麥康娜教授說道：「同學們，這就是亡失骸骨——上古魔龍的模型，但很可惜，愛麗絲只有拍到模型，並沒有拍到魔龍的化石，因為根本拍不到！因為魔龍的化石在很久以前就已經神奇的消失了，所以我們有稱呼亡失骸骨的魔龍。恭喜我們的愛麗絲答對了！」

愛麗絲聽到此處，鬆了一口氣開心地笑了起來，接著，麥康娜教授開始講解魔龍的事蹟與紀錄……。

等到麥康娜教授宣佈下課時，忽然天空下起了一場大雷雨，大家四處逃散，紛紛躲避著這場大雨。正當愛麗絲跑往哈利與榮恩向她招手的大樹下的途中，一道厲雷冷不防的劈向愛麗絲，愛麗絲尖叫一聲，心想：「完了！我快被雷劈到了！」

遭到驚嚇的愛麗絲眼睛一閉，聽到雷劈下的巨響，昏了過去，過了好久，張開眼的她，發覺自己又跑進了另一個國度。

電子書包與隨意教室 系統功能說明

拜科技之賜，無線網路的技術已漸漸成熟，其提供的方便性及行動性已漸漸受到廣大使用者的歡迎及肯定。我們在行動學習輔具上開發了「隨意教室系統」及「電子書包系統」，以協助教師與學生在戶外進行教學活動，而學生亦可進行主動學習的活動。

隨意教室系統

主要目的在利用無線網路的技術，讓學生與老師能隨時隨地利用學習輔具，突破時間及空間的限制，建構「隨意教室」，使老師的教學及學生的學習更具機動性。

透過「隨意教室」的平台，學生和老師能在不同的地點快速建構一間教室，行動中的老師或學生可不受地點的限制，仍能從事其教學活動，而「隨意教室」亦可臨時性的建構在實物旁，如動物園及博物館旁，在學生參觀實物後，教師可掌握學習的急迫性，立即採取實物教學，以增進學生的學習興趣及效果。

在「隨意教室」的平台中，提供傳統教室中應有的的教具（如電子白板、板擦、白板筆等）及器材（如錄音及攝影設備），供教

師及同學共同建構「隨意教室」的學習環境，並從事教學、學習、評量及討論活動。

除此之外，在行動學習輔具中製作「電子書包系統」，此系統包含電子書、筆記本、家庭連絡簿、文具盒、週記、計算紙、計算機及通訊錄等功能。

電子書包系統

在閱讀電子書的部份，學生可在電子書包中以離線方式閱讀電子書，亦可以無線方式上網查閱資料，在長時間閱讀的情況下，學生可以較舒適的方式長時間閱讀紙本書籍。

此外，在紙本書與電子書中，有系統的將超連結記號記於紙本書中，學生只要利用行動學習輔具所提供的超連結筆（HyperPen），在紙本書中需要補充資料的地方，輕觸我們所製作的超連結，便可在電子書包中顯示其相關的註解及多媒體補充資料，以增加其知識的深度及廣度。

除閱讀電子書外，學習者亦可利用「電子書包系統」內的筆記本、家庭連絡簿、文具盒、週記、計算紙、計算機及通訊錄、錄放影、音等功能，完成課後的學習活動，並將學習成果及作業以無線方式繳交給教師批閱，而教師、學生及家長亦可利用「電子書包系統」中的連絡簿建立良好溝通的橋樑。

至於在學生自我學習的部份，「電子書包系統」內的自我學習系統亦建構學生主動規畫及學習的環境，記錄學生的學習內容及進度，並依據學生的學習內容及程度出題，建構個別化的主動學

習環境，學生在電子書包中的學習記錄亦可供老師及家長參考，作為輔導學生自我學習及評量學生學習成效的依據。

利用行動學習輔具上所設計的「隨意教室系統」及「電子書包系統」，教師的教學及學生的學習將更具多樣性、活潑性、主動性及行動性，學生將因此可以在更活潑及生動的學習環境下，提高其學習的興趣及成效。

愛麗絲

適性化行動學習資訊系統篇

遭到雷聲驚嚇的愛麗絲，又跳進了另一個冒險，這次她遇見了拿著神奇魔物的貓頭鷹與知識豐富的松鼠老師，又將展開怎樣的學習呢……？

【作者】

適性化行動學習資訊系統

陳國棟

現職：中央大學資訊工程系教授、數位國家型計畫辦公室執行長

經歷：中央大學資訊工程系主任

多次獲中華民國國家科學委員會的傑出研究獎

數位學習國家型計畫分項主持人

適性化行動學習資訊系統功能說明

陳國棟

適性化行動學習資訊系統

來到了另一個國度，愛麗絲滿臉疑惑的環繞四方，突然左邊的樹上傳來聲響，一隻貓頭鷹手上拿著銀色的手機，腰間帶著扁扁方方的「個人數位助理」(PDA)，正坐在樹枝上把玩著手機。

那隻手機看來像是個有生命的物體，讓貓頭鷹能夠興致勃勃的與它溝通互動，只見貓頭鷹有時對手機說話，有時對著它開懷大笑，奇怪的行徑，讓愛麗絲再也忍不住好奇心，跨步向坐在枝頭的貓頭鷹走去，愛麗絲疑惑的問道：「是什麼東西可以讓你如此樂此不疲呢？」

貓頭鷹舉起手上的手機對愛麗絲說：「手機是一個橋樑，讓我能夠隨時隨地與全世界其他的動物分享新知、討論問題，也讓我能夠查詢瀏覽最新的資訊與豐富的知識庫。」

愛麗絲滿臉興奮的說：「真的嗎？你的意思是當我遇到任何疑難困惑，都可以利用手機查詢答案或者請教可幫助我的人嗎？」

貓頭鷹自豪的看著愛麗絲回答：「當然囉！而且它還更神奇的功用。」貓頭鷹收起了手上的手機，跳到愛麗絲面前對她說：「聰明的學習系統就像你的一個很要好的朋友，他很瞭解你，知道你的過去及近況，也了解你的興趣與喜好，他可以和你分享知識，也可以在你需要的時候適時的伸出援手。」

「為了讓手機及個人數位助理（PDA）有效的幫助我們解決問題及學習新知，它的後頭還有個聰明的系統，幫助紀錄我們使用各種不同科技設備的行為與學習互動的過程。就像是我們的學習夥伴，進行預測評估每個人的需求、即時提供有用的資源及建議，還可以讓學習過程的互動與互助合作更為融洽。另外，還可以指引學習的方向、疑惑的提醒，以及學習工作的通知等，這將讓學習的過程更為方便生動也更有效率。」貓頭鷹滔滔不絕的說明著。

愛麗絲思考著貓頭鷹所講的話，幻想著自己也擁有手機及個人數位助理（PDA），想著想著似乎世界也變得美妙起來，因為她再也不用滿腦子疑惑，卻找不到可諮詢的對象或可參考解答的資料。而且聰明的系統，還能夠幫她評估自己的學習狀況，不僅唸書可以更有方向，而且能掌握重點，再也許不怕面對考試。

只是在愛麗絲的心中卻產生小小疑惑，她認為手機或個人數位助理（PDA）這麼小的設備，在這麼小的顯示螢幕，不太容易的輸入控制介面，學習效果不知道會不會因此大打折扣呢。

當愛麗絲還在思考著疑問，突然間，貓頭鷹身上的手機響起一段美妙的音樂，貓頭鷹中斷與愛麗絲的對話，查看手機螢幕中的內容後，便跟愛麗絲說：「我要去參加一個讀書會了，不能再跟你聊。」說完，轉身一飛，就消失在愛麗絲的眼前。

愛麗絲與貓頭鷹離別了之後，心中想著：「若手機能拉近同學、老師與我之間的距離，那以後我遇到任何學習的問題，便可以立即當面請問同學，或者打電話請問厲害的同學，這樣不會因為疑惑的擱置，影響學習的進行。如此一來，我的學習的成效一

定會開始好轉，而且也可以讓我的想法與見解，更充分、即時的與其他人溝通交流。那麼我沿路遇到的疑惑或事件，都能透過手機查詢，立即獲得解答。

正當愛麗絲滿懷期望與疑惑，看見一位身上標著老師名牌的松鼠，正從遠方緩步的走過來，愛麗絲發現松鼠身上也攜帶著手機及個人數位助理（PDA），此外牠手上還拿著一台筆記型電腦。愛麗絲心想松鼠老師應該可以解答她一些疑惑，於是上前請教問題。

「松鼠老師！」愛麗絲露出甜美的笑容，叫住了松鼠老師。「請問您拿的是什麼東西呢？」

「這個？」松鼠老師攤開手上的黑色盒子說。「這叫做筆記型電腦，它可是我上課教學的好幫手呢。」

愛麗絲接著問：「這個筆記型電腦也可以用來學習嗎？」

「當然可以啊，」松鼠老師笑著說。

松鼠老師說明，在傳統的學習環境裡，教學只能存在教室，老師必須和學生面對面，透過講解書本的內容，才能把知識傳授給學生。所以，每當學生沒有辦法跟老師接觸的時候，學習就會停擺。就算學生打算靠閱讀書本來學習，可是沒有老師或是同學在旁邊指導，遇到問題的時候就沒有辦法繼續了，這就是傳統學習環境的缺點。

松鼠老師嘆口氣，接著說：「可是自從出現了這些東西，手機、個人數位助理（PDA）和筆記型電腦，學習就變得隨時隨地都可以進行。在課堂上，我可以利用這些工具來讓我的教學更活潑，也可藉由播放多媒體教材輔助上課，比光用書本來講解更為生動

有趣。不僅可以提高學生們的學習興趣，還讓他們減少偷睡覺的機會呢！」

愛麗絲馬上接著問：「那下了課呢？可以利用這些工具學習嗎？」

「當然可以，我可以把上課的教材放到網路上，那學生就可以利用個人數位助理（PDA），或是有上網功能的手機來獲取這些資料。這些資料對學生複習時可是有很大的幫助喔。而且，當學生遇到不了解的地方，還可馬上利用手機來向老師或是專家同學求救。專家利用可以隨身攜帶的個人數位助理（PDA）來閱讀教材，了解學生的問題所在，然後馬上用手機回答同學的問題。這樣的學習效率是很高的。」松鼠老師繼續讚揚功效。

愛麗絲恍然大悟的口氣回道：「原來是利用這些工具可以隨身攜帶的特性，加強學習的效率啊。」

「沒錯，妳真是個天才兒童呢。」松鼠老師讚賞愛麗絲。

松鼠老師繼續解釋：「利用這些新的科技，與傳統的教學方式整合，就變成新型態的教學環境。整合式的教學環境，可以讓老師和同學們結合的更緊密，而且它無所不在，只要是隨時利用電腦、手機或是個人數位助理（PDA），無論身在何處，任何時刻都可以學習。」

「這真是太了不起的學習環境了！」愛麗絲不可思議的驚嘆。

聽完松鼠老師的精采講解後，愛麗絲的學習慾望油然而生。但是問題來了，愛麗絲摸摸頭髮想了想：「但是我該從何下手？」

愛麗絲的這個動作被松鼠老師發現了，就說：「你現在一定等不急要利用這個系統了吧？但是又對目標感到模糊吧？」

松鼠老師緊接著向愛麗絲講解系統中的「推薦學習知識系統」，它可以根據不同的學生學習狀態以及學生的個人目標，找出學生所需要的資訊，並根據學生不同的需要，推薦不同的資訊，藉由手機傳到學生手中，這樣學習者就可以在有空唸書的時間，收到學習的建議，將沒學好的地方立即加強，最後並藉由系統達成自己的學習目標。

愛麗絲聽完說明之後，心中的一塊大石總算落地，因為她再也不用怕會不知道下一步將學習什麼，或是又有那個地方沒學好了。因為聰明的推薦學習系統，將幫助她一步一步的由淺入深的學習。

好奇的愛麗絲又想到另一個問題，便繼續追問松鼠老師：「那它如何知道我的下一步的呢？」

松鼠老師仍舊細心的跟愛麗絲解說：「系統會根據你透過電腦手機的讀書行為，以及你的考試表現，找出你在每個應該學習內容的瞭解程度，並預測出你可能的考試成績。再根據不同目標，作為學習建議提供的依據。其中個人目標是學生對本學期期未成績的一個希望的分數，希望藉由本系統可以達成自己的目標。也就是說，當你想考一百分，那你就應該確實的遵照系統的建議，將所有應該學的東西都徹底的學會。」

愛麗絲徹底瞭解聰明的推薦學習知識系統之後，便不再擔心不知道如何學習任何知識，因為她知道只要隨著系統一步一步的往下學習，就可以學到一項知識，並且不會怕遺漏任何應該注意到的小細節。

經過對「行動學習系統」的操作熟悉之後，愛麗絲決定學習有關「電腦」方面的課程，於是她向松鼠老師提出申請，松鼠老師也欣然答應讓愛麗絲使用這最新的行動學習系統。

愛麗絲手上拿著手機，腰際配著 PDA，她覺得自己好像是拿著神奇的仙女棒，

可以自行支配進度，在學習的過程中，透過「學習任務工作的提醒」功能，可以時時刻刻的提醒她該做的事，讓她覺得學習是個很快樂的事情。

經過幾個月的學習，愛麗絲向松鼠老師請假獨自出外旅遊一個星期，希望能夠學習到外界的事物，這時「學習任務工作的提醒」功能，更讓愛麗絲愛不釋手，因為松鼠老師新交代的工作，都會透過學習任務提醒機制，於適當的時機提醒愛麗絲要唸書或要寫作業了。

因此愛麗絲不管是在學校裡或是在外地，都能靠「學習任務工作的提醒」功能讓她知道課程相關資訊，當她在旅遊的期間，也隨時接獲課程相關訊息，當旅遊結束後，也不會因為旅遊而跟不上老師的教學進度。

松鼠老師會經由系統發布作業的繳交時間，愛麗絲和其他的同學便能知道什麼時候該交作業，而老師也會發布有關於考試的資訊，像是週考、月考、段考的資訊，即使不來學校也能知道如期到學校考試。而「行動學習系統」會紀錄所有學生目前學習的狀態，松鼠老師也能觀察學生有哪些地方不懂的，適時給予學生所需要知道的資訊。

愛麗絲就曾經發現，她對第二章裡面的內容特別不懂，而「學習任務工作的提醒」功能，就會把第二章一些相關、有用的資訊傳送到她的 PDA 及手機上，讓愛麗絲覺得又學了不少東西。

一週的旅遊結束後，愛麗絲不僅增廣旅遊的見聞，也學習到課程的知識，她覺得這個「學習任務工作的提醒」功能非常的美妙，可以讓她這種比較懶惰的學生知道該做的事，也能讓比較勤奮的學生更方便學習。

自認對於學習系統有了一定了解的愛麗絲，這時心裡卻又浮現另一個問題：「那老師如何知道學生學習的成果呢？」

於是愛麗絲帶著疑問又去詢問，松鼠老師依舊親切的回答她：「在每個學生開始學習新課程時，系統會要求他們對這個課程訂下自己的學習目標，如此一來老師就可以配合學生的表現，了解每個人的學習狀態。」

愛麗絲聽了回答後歪著頭想了想，還是不懂，為何光是簡單的訂定學習目標，能清楚了解學生的學習狀態。

松鼠老師見狀笑了笑，繼續耐心的跟愛麗絲解釋：「當然光憑學習目標是不行的，系統還必須要有預測學生成績的功能，才能和學生自己本身所制訂的目標相比較，進一步了解學生學習的狀態。如果學生在學習途中發現系統預測的成績高於自己的目標，不但可以給學生帶來充分的信心，更可以鼓勵學生追求更好的成績。」

聰明的愛麗絲立刻意會說：「我知道了！相對來說，如果預測的成績低於目標的話，那就表示學生得更加努力學習，或是得

修正超出自己能力的學習目標，而老師也可以由此得知哪些學生在學習上遇到麻煩了，對不對！」

松鼠老師看到愛麗絲還能舉一反三，像是遇到了好聽眾般興奮的回應：「沒錯！所以一旦結合學習目標和成績預測，老師就可以清楚的掌握學生在學習上的動態起伏。」

「除此之外，以學生的學習行為和學習歷程所建立的學生個人資訊紀錄表和學生的個人目標也可以善加利用，成為『推薦學習知識系統』的重要參考資料。根據個人資料，『推薦學習知識系統』就可以推薦最適合的資訊給每位學生，幫助他們達到自己當初制定的目標！」松鼠老師說明。

愛麗絲驚訝的說：「哇！電腦這麼聰明啊？光憑著這些資料，就能判斷出這麼多事？」

松鼠老師得意的說：「當然啦！只要事先將各種資訊有規則的分出程度，再配合學生的預測成績和比對當初的學習目標等資料，自然能夠順利的找出適合學生學習的資訊。」

生活在這夢境般的世界裡，一路上，稀奇古怪的事物接二連三的發生。對愛麗絲來說，心中依舊充滿著許多的好奇與疑問，於是她從口袋裡拿起個人數位助理（PDA），藉由這行動科技設備，愛麗絲訂定了自己的需求及所要的學習目標，一步步地觀看系統推薦給她的一些知識及仙境裡的資訊。

學習過程中，不知不覺天色漸晚，忽然間，愛麗絲又看到了先前遇到貓頭鷹，這次牠沒有悠閒的坐在樹上把玩牠的 PDA，而是匆匆的朝著日落的方向前進，好奇的愛麗絲跟隨前去。

走著走著，愛麗絲來到了一座城堡，城門口飄揚著印有黑桃、紅心、方塊以及梅花等四面旗子，城堡的花園裡擠滿了各式人物，其中在一男一女旁站著許許多多的撲克牌兵，愛麗絲心想，這一男一女想必就是國王與皇后。

國王跟皇后正在玩遊戲，可是比賽一點也不公平，因為大家都讓著紅心皇后。於是愛麗絲忍不住插嘴，說了一些話，引起了皇后的注意，於是紅心皇后便要愛麗絲和她比賽。

比賽中，大家都作弊讓紅心皇后贏，愛麗絲不服因為這樣而輸，沒想到反而被國王下令押上法庭審判。在法庭上，國王出了數個難題給愛麗絲，要她在天亮前找出所有答案，否則便要砍了她的頭。

這天晚上，愛麗絲在牢房裡不斷反覆地研究思考，想著如何解開問題，但還有有一些解不開的問題，感到十分苦惱。

在半夜裡，她摸著 PDA，回憶著松鼠老師所介紹的行動學習，突然想到松鼠老師曾經說過：「在科技行動學習中，有個叫做『推薦專家』的系統，它可跟推薦學習知識系統一樣，根據個人的狀況來推斷目前使用者所面臨的問題，快速地找出可以幫助你的資訊或是可請教的對象，解決學習者的疑問及瓶頸，讓學習更有成效。」

一想到這個系統，愛麗絲不再煩惱，馬上利用推薦專家的功能，透過手機無線傳呼，很快地系統為愛麗絲找出幾個可幫他解決問題的專家，愛麗絲透過電話一一請教這些專家國王所出的怪問題，經過專家詳細的解說，逐步解決了國王所出的各種難題，也在一早逃脫了在城堡中被斬頭的惡夢。

適性化行動學習資訊系統功能說明

「適性化行動學習資訊系統」主要目的，是研發可提供學習者即時適切的學習資訊及學習建議，讓學習者能夠透過「手機」、「PDA」、「筆記型電腦」、「桌上型電腦」進行學習，系統將透過這些學習載具紀錄分析學生的學習行為及學習狀況，進而提供學生即時且適切的資訊，讓學生能夠引起學習動機，透過週遭方便的學習載具進行學習。

透過「適性化行動學習資訊系統」，學生們可以在任何有空閒與學習系統互動學習，學習系統將匯整每一學生用不同學習載具的學習行為及學習成果，建立使用者模式，作為系統對每個學生的認知，藉此使用者模式，瞭解學生的學習進度與學習狀況，於學生有空的時間，透過手機簡訊提醒建議學生應學習應加強的內容，應做的作業，也提醒學生目前程度與自我目標的距離，讓學生能夠更了解自我學習狀況。

「適性化行動學習資訊系統」一共有四大適性化即時資訊，分別為「學習方向的資訊」、「學習任務的資訊」、「學習目標與自我學習狀態差距的資訊」、「同儕團體可請教對象的資訊」這四項。

學習方向的資訊

主要在提供學生的學習行為與認知理解程度的分析，學習系統利用學生的線上（有線及無線）閱讀行為，線上測驗評量自評等結果，評估出學生對於每一個應該學習的概念的瞭解程度，再根據專家事先制定的概念圖結構順序來建議學生下一步應該學什麼東西，如此一來可以讓學生按部就班的進行學習，也可以讓學生完整的學完所有應學的東西。

學習任務的資訊

主動提醒學習者自己安排的行事曆項目，整合老師課程活動的行事曆及老師即時新增加的學習任務。學習任務的資訊將於任務執行前五分鐘，透過手機簡訊傳送到學生的手中，讓學生能按照行事曆規劃進行學習，如此一來，便可以提醒學生應該做的學習任務，以提昇學習任務的完成率。

學習目標與自我學習狀態差距的資訊

於考試前兩天主動提醒學生目前他自己的程度狀態與他希望他的考試成績的差距。讓學生能夠在線上填寫及修改自己的學習目標，系統再透過學生學習歷程所建構的學生模式來分析出學生目前的程度狀態，預估該學生可能的考試成績，進而將這差距分

析的結果，透過手機簡訊提醒學生，讓學生能夠在考試前兩天多加強，期望能於考試時，表現的更優異，達成自我的目標。

同儕團體可請教對象的資訊

透過學生線上學習歷程的分析，建構出每個學生學習狀態的假設值，進而從同儕中找出些適合的專家，讓有疑問的學生透過電話或者當面請教。學生間可以教學相長，因而促進同學間的互動，且透過此系統機制，當專家的重擔也不會僅落在少數幾個優秀的學生身上。

愛麗絲數位教室篇

終於可以逃離城堡的愛麗絲，沒想到在樹林裡迷了路，
還碰上瘋狂茶會，聽著不明究理的故事，遭逢一連串奇
妙經歷的愛麗絲，究竟能不能安全回家呢？

【作者】

數位教室

陳德懷

現職：中央大學網路學習科技研究所教授兼所長

中央大學學習科技研究中心主任

經歷：學習科技卓越計畫總計畫與分項計畫主持人

擔任 ICCE1993、IEEE WMTE 20004、GCCCE、CSCL 2005 及 ITS

2006 等會議之主持人

鄧易展

現職：中央大學資訊工程研究所博士候選人

經歷：數位教室環境平台(DCE 3.0)專案負責人

亞卓一號(EduCart) 專利發明人之一

陳志洪

現職：中央大學資訊工程博士班

經歷：中央大學資訊工程碩士

中央大學資訊工程學士

數位教室系統功能說明

陳德懷、鄧易展

數位教室

愛麗絲想到終於可以逃離城堡，不知不覺的加快腳步，沒想到卻在樹林裡迷了路。到處張望想要尋求協助，抬頭看見笑笑鳥坐在樹枝上，笑得兩個嘴角都快咧到耳邊了，愛麗絲詢問：「接下來我該往那裡走？」

笑笑鳥舉起右邊爪子回答：「這邊住著一個帽商，」又指著左邊說：「這邊住著一隻烏龜，妳可以拜訪他們，不過，他們都瘋了！」

愛麗絲搖搖頭說：「我可不想走到瘋子的地方去。」笑笑鳥聳聳肩膀說：「沒辦法，我們這裡全部都是瘋子，我瘋了，妳也瘋了。」

愛麗絲又問：「你怎麼知道我瘋了？」

笑笑鳥回答：「如果妳沒瘋，怎麼會出現在這裡？」愛麗絲只好又問：「那你又怎麼知道自己也瘋了？」

笑笑鳥說：「一隻正常的狗，生氣時會叫，高興時會搖尾巴，這妳知道，對吧？」愛麗絲點點頭，笑笑鳥接著說：「可是呢，我剛好相反，生氣時會豎起尾巴，高興時會叫，所以我也瘋了！」

愛麗絲摸摸頭，覺得邏輯好像怪怪的，想要反駁，卻又說不出哪裡奇怪，最後決定前往烏龜家瞧一瞧，心裡想：「只希望他別太瘋狂才好！」

走了不久，果然看見烏龜和帽商坐在一棵大樹下喝茶，中間有一隻冬眠鼠睡得沈沈的，他們兩人就拿來當墊子撐著手肘。

愛麗絲在旁邊坐了下來，烏龜倒了一杯說：「請喝酒！」

愛麗絲覺得很奇怪，明明是茶，怎麼要我喝酒？她有點生氣地說：「沒有酒，卻請人喝酒，這是什麼規矩？」烏龜回答：「沒人邀請，自己就坐下來，這是什麼規矩？」

愛麗絲說：「我看你們在舉辦瘋狂茶會，所以才忍不住坐了下來。」

帽商說：「對，這是瘋狂茶會，不過，我們所談的都是正經不瘋狂的事，這才瘋狂。」

烏龜接著補充說「不錯，不但不瘋狂，而且是要有趣、很酷的事。」

愛麗絲不解地問：「什麼有趣的事？」

突然間冬眠鼠像在說夢話似的，喃喃地說：「DCE！」

「什麼是 DCE？」第一次聽到 DCE 的愛麗絲，不禁充滿好奇。

烏龜解釋說：「DCE 是指數位教室環境（Digital Classroom Environment），一個充滿數位科技的教室環境。」

「嗯，DCE 讓教室裡的學習變得更加好玩有趣。在 DCE 數位教室裡，每一個學生都有一台平板電腦（圖一），老師的黑板粉筆則是變成了電子白板（圖二），你想想看，如果每天在這樣的教室內上課學習，是不是一件很酷的事？」帽商也補充。

愛麗絲聽了不禁張大眼睛，不敢相信地直說：「酷、真酷！」後來她又想了一想，問道：「這樣的上課方式會有什麼不同？」



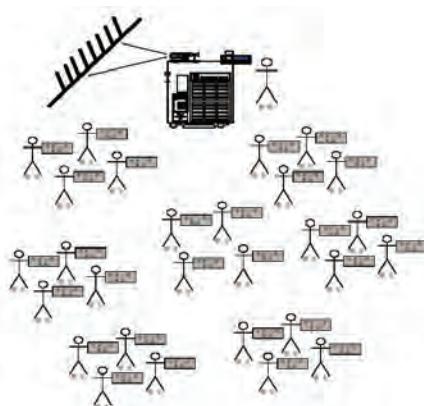
圖一、平板電腦



圖二、電子白板

烏龜說：「當然有很大的不同！以後一聽到的上課鐘聲響了，每個學生就到 EduCart——行動電腦教室學習車（圖三）拿取自己的平板電腦，坐到自己的座位上，準備開始上課。」

聽到這裡，愛麗絲打斷他的話，問道：「等一下，EduCart 又是什麼？」



圖三、EduCart 與佈建示意圖

帽商扶正自己頭頂上的大帽子，解釋說：「EduCart 是平板電腦的收藏車，下課大家的平板電腦不使用時，就可以放回 EduCart 充電，下次要使用時，電腦就又電力充沛了。而且 EduCart 經過精心的設計，充電時，可以容納一個班級全部學生的平板電腦，使用時，學生依序從兩側拿取也很方便。」

愛麗絲點點頭：「哦，我懂了，EduCart 就像是大型航空母艦，可以補充每一台戰機的能源。」

烏龜笑笑：「妳真聰明。」他轉頭看冬眠鼠好像又睡著了，於是捏了他一下。冬眠鼠疼了，急忙喊著：「噹～噹～噹～，上課了！」

話才說完，烏龜就站在電子白板前面，拍手說：「好，開始上課了。大家拿出自己的平板電腦，今天老師要講解的是貴族運動——槌球。」

烏龜一邊說，一邊使用同步筆記廣播功能（圖四），把電子白板上事先準備好的教學內容，推播到其他人的平板電腦上。

烏龜繼續講解：「各位同學，大家應該都知道，槌球是我們國家最受歡迎的球賽吧，老師今天就是要跟大家介紹這種球賽規則。槌球，是以剛剛犁出來高高低低的田當球場，刺蝟當球，紅鷺鷥當棒槌，叫撲克牌兵手和腳撐在地上當球門，比賽看誰在球場上得分多的一種球賽。」

烏龜一邊講解，一邊使用數位墨水畫板功能，用不同的顏色粗細的畫筆，在白版上的解說文字旁邊進行畫記。

愛麗絲看到自己平板電腦上的內容，竟然同步顯示烏龜老師所做的重點畫記，不禁發出驚呼：「哇，太神奇了。」於是她也趕

緊用藍色畫筆寫下自己的筆記，心裡想：「真好，這些筆記電腦都會自動儲存起來，以後可以調閱出來複習呢。」



圖四、筆記廣播功能

這時候，烏龜突然看到電子白板的右上角學生狀態區，有一顆正閃著紅燈，牠轉身過來，問：「戴帽子的同學，你有什麼問題嗎？」

帽商問道：「烏龜老師，用紅鷺鷥要怎麼打槌球？」

原來，這些狀態燈每一顆都代表一個學生，只要學生有問題或是電腦同步有狀況，都可以立即以燈號顯示在電子白板上，可以幫助課堂老師了解學生狀態，尤其是在學生人數多的大班級。

烏龜點點頭，回答說：「好問題。把紅鷺鷥倒轉過來，頭下腳上，讓他把脖子伸長了，然後挾在腋臂下，用尖嘴對著刺蝟一個一個敲就行了。」

接著烏龜說：「我的解說到此完畢了，接下來，開始進行小組活動。」突然，三個紅心皇后的花匠——撲克牌紅心二、紅心五、紅心七，急急忙忙地跑過來，喊著：「救命啊、救命啊！烏龜老師，國王又要砍我們的頭了！」

烏龜嘆口氣問道：「這一回你們又惹了什麼麻煩？」「都是他，」另外兩人指著紅心七，說：「他把鬱金香的根當蔥給了皇后的廚師，連累了我們！」

烏龜搖搖手，說：「你們一起坐下來，我出個問題給你們回答，解答出來，我才幫你想法子。」於是三人也乖乖坐了下來。

烏龜清一清喉嚨，說：「好，現在分成兩組，每組三個人，進行小組合作活動。這是一個問題解決的題目：如果你們都是紅花園裡的管理員，忽然在皇后巡視花園前，發現紅玫瑰園裡種錯了一棵白色玫瑰花，你們該怎麼辦？」

紅心二、紅心五、紅心七三人開始交頭接耳，熱烈地討論起來，並把最後答案寫在平板電腦上。帽商三人則是使用平板電腦的無線上網功能，上網尋找相關資料。只見帽商使用 DCE 網頁瀏覽器功能（圖五），搜尋紅玫瑰關鍵字，跑出一大堆相關網站，三人針對這些資料，互相交換了意見，最後也把答案寫在平板電腦上。



圖五、推播網頁瀏覽器

愛麗絲看帽商熟練地善用網路資源，喃喃自語說：「這個功能看起來真好用，可以尋找相關的網路資源，作為學習上的參考資料，我也要學起來！」

時間一到，烏龜為了公平起見，決定使用黑屏功能，暫時限制學生對螢幕的控制權。大家看見自己的畫面變成一片漆黑，也都停下來了。

烏龜說：「現在每一組推派一個代表，上台報告。」牠使用 DCE 的抽籤功能，決定小組上台報告順序，大聲喊：「花匠小組！」

花匠小組推派出點數最大的小組長——紅心七上台。紅心七上了台，烏龜使用 DCE 的調閱學生螢幕功能，將花匠小組的討論結果調閱到電子白板上，讓大家看得更加清楚。

紅心七回答：「我們這一組的討論結果是：把白玫瑰拔掉。」他指著電子白板列出的理由，說：「因為第一這是最直接的方法；第二這也是最快速的方法；第三還可以不用花費任何一毛錢。」

接著輪到愛麗絲小組，他們推派口才流利的帽商上台。帽商拿下帽子，鞠個躬，開始很紳士地說明：「我們這一組的討論結果是，用紅色顏料把白花漆成紅花。」他指著電子白板上小組所共同製作的內容，表示：「我們這組的理由是：第一我們上網找過資料，紅色顏料很便宜；第二使用起來的效果很好；第三不用直接拔掉白花，而影響到整體的完整性。」

烏龜拍拍手，笑笑地說：「很好，兩組表現都很好，接下來我們進行同儕互評。」烏龜利用 DEC 的投票功能（圖六）進行。

愛麗絲不明白，便詢問：「老師，同儕互評怎麼進行？」

烏龜老師回答：「同儕互評進行的方式是，每個人對其他小組的上台報告進行評分，總分最高的小組，就是分組活動的冠軍。」

愛麗絲不解，又問：「那我該怎麼評分？」旁邊的帽商指著他的電腦，忍不住插嘴說：「妳看，這裡不是有評分準則嗎？根據這幾條評分準則，給予 1 到 5 的分數就可以了，DCE 會自動幫我們統計分數，把兩組的總分算出來。」

愛麗絲豁然了解：「哦，這樣我就懂了！」烏龜老師又說：「評完分的同學，請開始進行線上測驗，我已經針對今天的談論主題植球設計了一份隨堂測驗，你們可以使用 DCE 的線上測驗功能（圖七），測驗一下，看看自己吸收了多少。」



圖六、投票功能

圖七、測驗

不久，安靜了幾分鐘，烏龜和帽商覺得這個有趣的主題已經談完了，應該換個話題了。忽然，帽商看著冬眠鼠說：「嘿，這隻又睡著啦！」說著就在牠的鼻頭上倒了點熱茶。

冬眠鼠一疼，把頭搖晃了兩下，懶懶地問：「下課了嗎？」

帽商說：「還沒呢，DCE 我們不談了，我們要換下一個主題了。」烏龜附和，說：「冬眠鼠，這次輪到你了，快講一個有趣的故事。」

愛麗絲一聽到又有有趣的故事可以聽，也急忙催促著：「對啊，快講一個有趣的故事！」

冬眠鼠打了一個哈欠，閉著眼睛說：「從前從前有三個姊妹，她們叫做大毛、二毛、小毛，她們一起住在一口井下……」。

愛麗絲插嘴問：「那她們吃什麼過活？」冬眠鼠想了一兩分鐘後回答：「糖漿！」愛麗絲又插嘴說：「怎麼可以呢？老是吃糖漿一定會生病的。」

冬眠鼠不耐煩只好說：「好吧，她們病得很嚴重……」愛麗絲又問：「那她們為什麼要住在那一口井下面呢？」冬眠鼠只好說：「因為那是一口糖漿井。後來她們開始學畫畫……」

「那畫什麼呢？」愛麗絲追問。冬眠鼠越說越想睡，一面打哈欠，一面揉眼睛，說：「只要是好看的東西，她們就想畫。」

一旁的帽商越聽越無趣，也忍不住問：「她們畫過哪些好看的東西？」冬眠鼠想一想，想不出來，回答：「說實在的，我也不知道她們畫過那些好看的東西。」

烏龜一聽，氣急敗壞的大聲嚷嚷：「停、停、停，這是什麼爛故事，聽起來像嚼蠟一樣無味，破壞這神聖的瘋狂茶會，不行，

我一定要奏請皇后，下令撲克牌兵將你捉起來，然後砍了你的頭！」

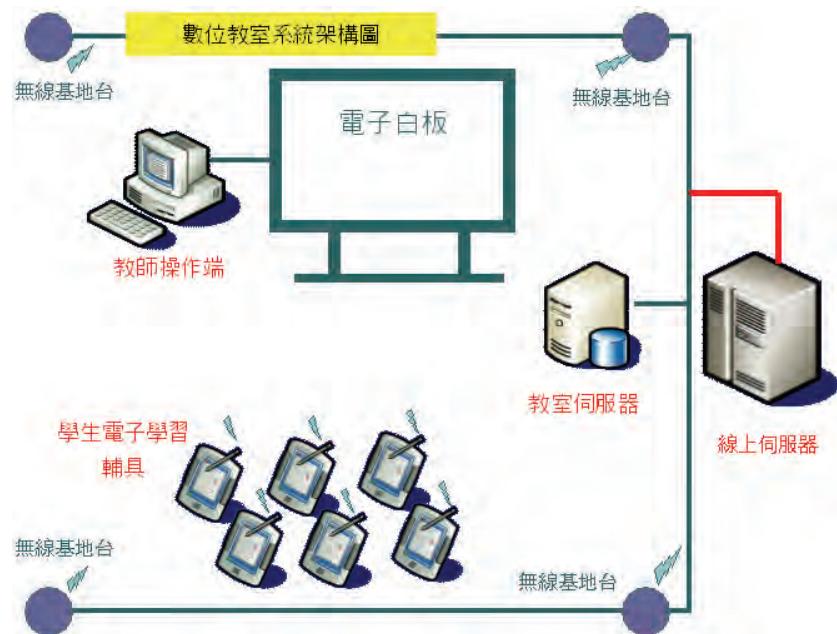
冬眠鼠一聽，睡意全消，急忙哭喊地說：「饒了我啊，不要砍頭！她們真的沒有告訴我畫了什麼啊！」紅心二、紅心五、紅心七三人一聽到砍頭兩個字，也摀著頭齊聲大叫：「我的媽呀！」一哄而散。

旁邊的愛麗絲，搖搖頭，心裡想：「這真是一場瘋狂茶會，我也得趕快離開這裡才行，只是現在輪到我想睡覺了。」

漸漸地，墜入夢鄉的愛麗絲，聽到遠處傳來熟悉的聲音：「……姊姊起床了，換妳當鬼了……」，愛麗絲努力的睜開雙眼，揉揉雙眼，看清四周，這才發現原來她還在爸媽房裡的衣櫥中……。

數位教室系統功能說明

數位教室環境如下圖一所示，教室內由每個人各自擁有一個電腦設備，輔助老師與學生互動，以及學生與學生之間的互動，電腦設備透過無線網路，以及伺服器，遠端則可以存取網際網路上面的資源。

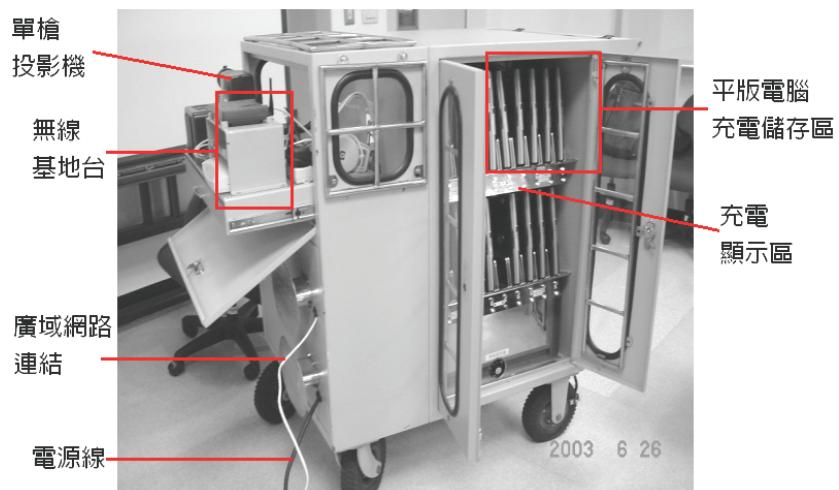


圖一、數位教室環境架構圖

數位教室硬體管理

行動電腦教室系統針對上述所須達成的目標首先建置一台行動電腦教室學習車，這台學習車上可以幫助老師方便集中管理所有的電腦器材，無線網路，並且提供平板電腦的充電設備。老師在課程進行時，將學習車上的所有電腦分發給學生使用，當老師在課程結束之後，再將所有的電腦設施回收到學習車上時可以

進行充電的動作。當老師需要進行下一個班級的教學時，只需要將學習車推到另外一間教室，在重複一次上述的動作即可。如圖二。

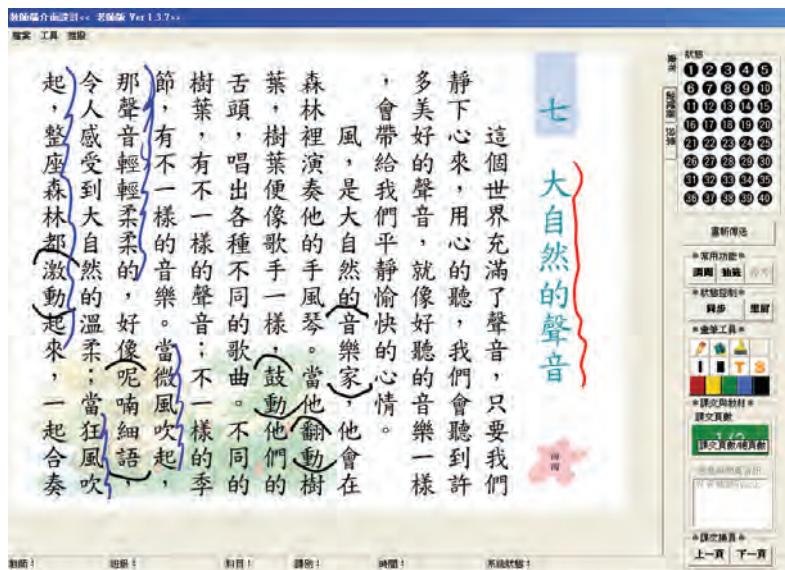


圖二、行動電腦教室學習車

數位教室環境軟體

針對行動電腦教室系統的使用環境，設計一套符合行動電腦教室系統使用的管理軟體，這套軟體能夠透過無線網路讓老師與學生之間可以順利的進行溝通，甚至於將老師端的螢幕畫面即時的呈現在所有學生端的電腦螢幕上面，以便老師在上課時候可以使用此軟體達到即時互動教學的功能。如下列說明：

數位墨水畫板子系統



圖三、數位墨水畫板子系統界面圖

數位墨水畫板子系統，主要分為兩個部分，第一個部分是顯示的畫面，顯示老師在課堂之前準備的教材內容，並提供數位墨

水技術提供老師以及學生進行畫記的動作。第二個部分是數位墨水的工具，提供畫筆粗細，顏色，畫筆的種類，以及教材內容的瀏覽。

網頁瀏覽器子系統



圖四、網頁瀏覽器子系統界面圖

網頁瀏覽器子系統，主要是搭配網頁瀏覽器以及教室伺服器提供的服務，配合老師備課的系統，實作考試系統，以及分組報告的系統。另外，由於網頁瀏覽器的功能可以搭配上其他格式的文件，這些文件可以延伸老師本來使用的習慣。

投票子系統

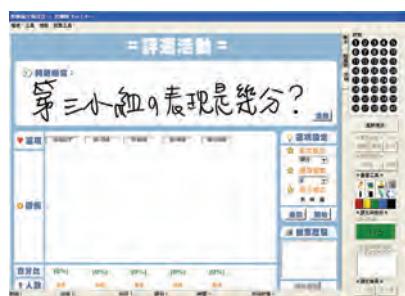


圖五、投票子系統介面圖

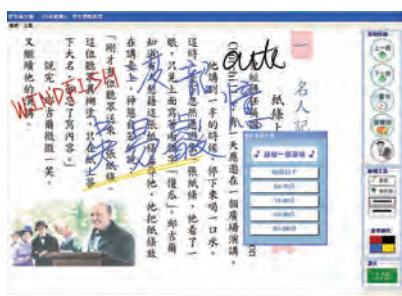
投票子系統，提供老師一個迅速彈性的系統提供老師與學生作一個互動，由於搭配數位墨水技術的應用，老師可以不必事先準備投票系統需要的內容，增加老師在上課過程當中課堂進行的彈性。

投票範例

由於投票系統必須自己提供系統的主題，利用數位墨水技術讓老師提供投票系統的主題，透過這種方式，提供老師能夠在所有系統的任何環境中進行投票的互動，提高投票的用途。



圖六、基本投票



圖七、數位墨水投票



圖八、網頁投票一

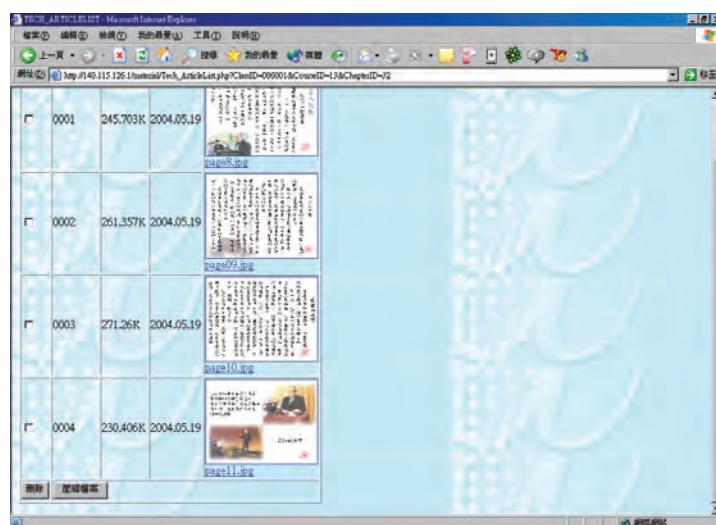


圖九、網頁投票二

線上課程管理系統

教材管理與暫存

線上伺服器必須要提供教材編輯，以及管理的介面，可供教師編輯數位教室環境系統所需的教材。教室伺服器則要有能夠連結到線上伺服器抓取資料，並且暫存的能力。在將章節資訊匯整給行動學習輔具抓取之前，教室伺服器必須還要有封裝（壓縮）教材的動作，以節省網路資源。



圖十、教室伺服器上面的教材編輯介面



圖十一、學校伺服器上面的教材編輯介面

線上測驗模組

課前，教師能夠在教室伺服器上面編輯課堂所需的測驗卷。在課程進行中，教室伺服器能夠配合行動學習輔具端的程式，做個人資料的驗證，對所有使用 DCE 系統的學生，做測驗的動作，可以簡化傳統繁瑣的測驗流程，並且相關測驗資訊可以保留在教室伺服器上。當課程結束以後，可以對上層的學校伺服器做資料的更新。



圖十二、線上測驗模組的教師編輯介面



圖十三、學生端的測驗畫面

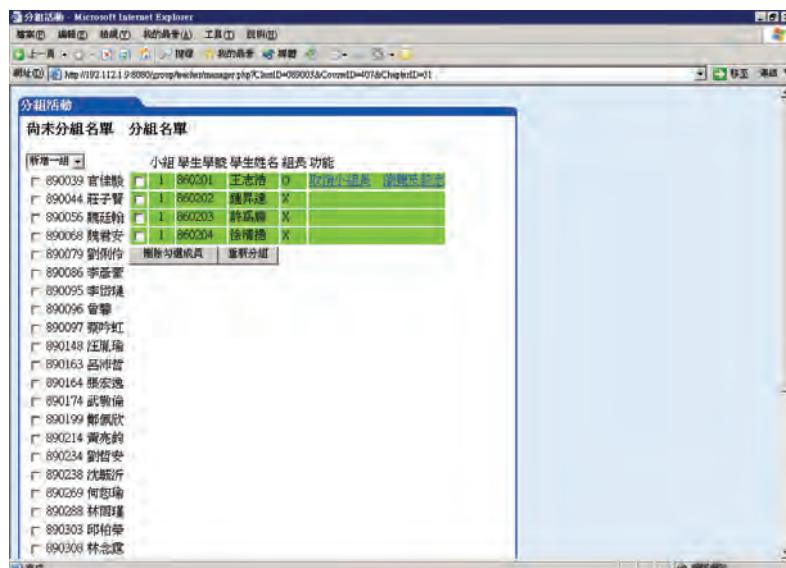
分組報告模組

分組報告功能為合作學習教學流程輔助工具。由於數位教室系統在教材資源與班級管理的伺服器端，會存放著學生的學習記錄例如電子試卷的成績與電子筆記，所以老師可參考這些資料，依照學生的能力進行分組。分組完後在開始合作學習的活動：

- 1.教師講解：首先，教師利用各項教學的工具先做背景知識的解說，並且說明該學習活動的目的。
- 2.小組討論：進行小組成員之間的討論，並利用行動學習輔具上網搜尋資源內容。
- 3.小組共同創作：資料收集完成後，每個學生參考自己的資料，寫作自己的該負責的部分。最後由組長將每位小組成員的報告整合成一份經由討論修改，整個小組的報告。

- 4.上台報告：小組成員上台做口頭報告。
- 5.同儕互評：小組報告完畢後，其它小組成員可為利用投票功能為該組評分，並給予意見，進行互評。
- 6.討論與結語：教師在電子白板上閱覽每組小組的報告成果並給予修改的意見。

教師可以在事先在教室伺服器上面的介面編輯好班級的分組名單，並設定好活動相關資訊以後，系統會開啓小組長的工作權限，小組長可以接著進行工作指派，完成工作指派之後，小組成員可以透過數位教室系統介面編輯自己的報告，並儲存在教室伺服器之上，最後由小組長將整個小組成員的報告匯整為一份小組報告，教師可以透過系統的介面閱覽小組的報告作品。



圖十四、小組名單的編輯介面



圖十五、分組報告呈現畫面

資料更新模組

負責教室伺服器到線上伺服器之間的資料更新動作，主要負責更新的資料包含：課程跟章節資訊、教材資料的抓取、以及課後資料的回傳等。

附錄一

從國外案例探討無線手持輔具支援 行動學習的發展

王緒溢、張松濱、周志岳、鄧易展

隨著資訊科技的快速發展，許多資訊產品體積小巧且重量輕盈，可讓使用者隨身攜帶使用，無線網路的出現，更使得資訊產品不需拉著實體網路線即可上網。結合無線上網和手攜性兩種特色的無線手持輔具，帶給使用者「行動」的自由，而無線手持輔具的形式與功能因趨多樣化，使得教學方式更多元化發展，空間不再局限於辦公桌或網路線。

此篇文章將以三個國外的案例——「ClassTalk 系統」、「電子導覽手冊」和「探針系統」探討無線手持輔具如何支援「行動學習」的發展。

三個案例分別代表可在教室內自由行動、可在博物館內自由行動，到不受任何範圍限制等不同範圍的行動能力。不同範圍的行動能力，所需的環境配備不盡相同，因而其所能支援的行動學習方式也有所變化，透過這三個案例將可幫助思索行動學習的特色、潛力和未來發展。

1. ClassTalk：利用短程無線資訊設備促進課堂教學活動的互動

1.1 ClassTalk：課堂教學利器

課堂教學過程最重要的就是老師與學生間的互動，國內外相關研究成果指出，搭配資訊科技設備，在教學上能有效提升師生間的互動，而資訊設備不限定使用全功能的電腦設備，使用單向傳輸的遙控器裝置或是簡單的雙向顯示設備，也能達到高互動性的教學效果。

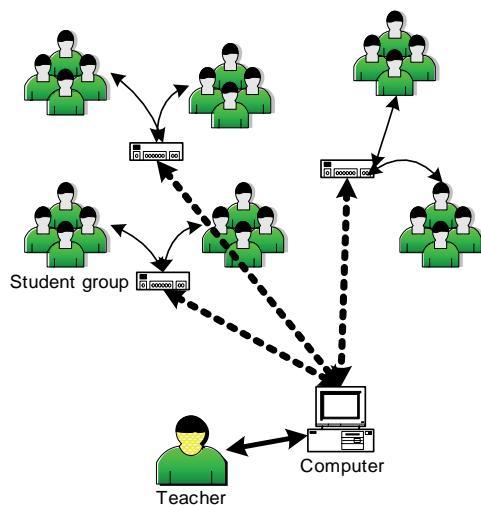
對學生來說，學生自己探索到的知識，比從他人聽來更具意義。ClassTalk 系統（Dufresne *et al.* 1996）提供有效的方法來管理互動性課程，並將學生帶入課堂。透過立即顯示學生回應結果，包含以顏色編製的座位表以及學生作答所呈現的統計圖表，引發全班性討論，而老師也可利用訊息傳遞功能，根據學生的狀況分別傳遞訊息給學生，進一步指導學習。

1.2 支援 ClassTalk 的教室環境

支援 ClassTalk 系統的教室需要一部電腦、一個大型的展示系統（液晶顯示器、大尺寸電視或投影設備）、學生個人輔具以及網路連結。電腦大多以安排在教室中，以供老師教學時操作使用的電腦設備為主，執行教學相關的軟體套件。

在教學過程中，老師將教學訊息傳送到學生端的個人輔具上，也可將一些共同的顯示訊息，傳送至大型展示系統（圖一）。這裡所稱的網路，是指能夠將老師電腦與所有學生的學習輔具連

結在一起，以進行通訊的環境。老師所指派的工作或訊息，都會透過這個網路傳送給所有的學生。



圖一、老師和學生透過 ClassTalk 互動

ClassTalk 被用來促進建立一個更為動態與建構學者觀點的教室環境，學生在這樣的環境中，將趨向於合作解決問題式的學習活動，並向其他同學及老師發表自己的意見，老師也能夠因而調整教學策略，符合學生的學習需求。

在 ClassTalk 環境中，每個學生手持一個掌上型的 TI85 圖形計算機設備，多個學生裝置，透過無線網路連結於轉接黑盒子，藉由黑盒子與教室電腦的連線，來進行與老師的溝通互動。

ClassTalk 的軟體部份是由三個功能模組構成，包含互動式問答的現行任務模組（Active Task Mode）、編輯互動試題的新任務

模組（New Task Mode）以及互動結果呈現的記錄模組（Records Mode）。藉由三個功能模組所組成的 ClassTalk，引發小組合作學習、全班性討論以及互動式教學等效果。

現行任務模組是在課堂活動過程中佔有重要地位，老師可以開放學生進行登入，在系統畫面上依照學生課堂中的座位顯示學生狀態，透過系統中學生座位圖示顏色的改變，得知學生對於教學活動的回應。在此活動模式下，老師可以顯示互動題目與學生進行互動，也可根據學生的回應，呈現全班性的統計圖表。

新任務模組則提供老師關於題目編輯、儲存等內容管理功能，老師編輯的題目，將在課堂活動中載入系統進行互動。除了由系統提供的功能編輯外，也可將其他軟體程式所製作出來的資料匯入系統，節省部份內容編輯工作。

至於記錄模組除了提供共同顯示畫面上的資料外，也可編輯儲存下載至學生端手持裝置顯示的簡短資訊。各種結果統計性資料與圖表，都可透過記錄模組分析整理後呈現。

ClassTalk 是一個有效的教室管理工具，可以讓老師建立一個生動、豐富的學習環境，而且不會造成課程的失控。合作學習、全班性討論以及互動式教學也可於班級教學中展現，減少教材展示的枯燥感，同時加強學生於學習時的專注力。在 ClassTalk 的教學環境下，增加老師與學生彼此間的溝通機會，學生的即時反應也可隨時讓老師知道，讓老師藉此調整教學方式與步調，滿足學生的學習需求。

更值得一提的是，在體驗過 ClassTalk 教學環境後，都會對學科方面的學習更有興趣，學習態度上也能有不錯的改善。

1.3 ClassTalk 支援的課堂教學流程

在利用 ClassTalk 進行教學的課堂上，包含有七個步驟組織成一個小組合作解題或是全班性討論的課程，七個步驟可以循序重複進行，稱之為問題循環（Question Cycle）。

七個步驟從老師提出一個問題開始，接著由學生給予答案，呈現統計結果、引發討論，到老師總結，流程具有相當的彈性，可依據課堂上的需要調整步驟的執行順序。每個步驟進行的時間，也兼顧教室內老師與學生彼此間的互動性，老師在這樣的教學策略下，將從主動傳遞知識的角色，轉換為被動在旁協助的角色，讓學生變得更為主動與積極。

老師提出問題與相關資訊

ClassTalk 呈現出來的，包含一個簡單的問題到期中考題，也包含一個分組活動到全班意見的收集等，學生觀看投影設備呈現出來的資訊，老師再以口述方式說明內容。呈現出來的題目內容，有透過各類型的資料來源所匯入，也有經由 ClassTalk 所提供的編輯工具所建立的資料。

送出問題

老師將題目中的一些簡短訊息傳送到學生手持裝置上，傳送的訊息中可能包含題目作答的時間限制，讓學生依據訊息開始進行答題回應。

學生個人或群體式回應

學生裝置可能是個人使用，或是少人群體一起使用。學生接收到老師的題目資訊後，開始鍵入答案於裝置上，回送至老師端

的電腦。學生的回應可以是字母、符號、字串、短句、數字、方程式等不同形式，相對於題目也可能是單複選題、重組、填充、簡答、問答等多種類型。老師可以控制學生回應的格式，而收集到的資料也將由系統自行判斷正確與否。

回應資料顯示

收集到學生的回應後，老師端電腦將立即顯示學生的作答情況，並用顏色與座位分布來顯示學生的回答狀況。

立即的結果分析

回應訊息統計圖表的呈現，例如長條圖的顯示，提供進行全班檢視的資訊。文字形式的統計性資料，也可以分組的方式或根據答案關鍵字來排列呈現。

回饋與評分

老師可以根據統計圖表的顯示，了解學生的學習狀態，給予學生適當的回饋，同時也可以接收來自學生的題目。ClassTalk 會根據題目的設定，給予學生評分，並記錄相關評量資料。

ClassTalk 的最終目標希望達到品質更佳的教學，透過 ClassTalk 在教學上的使用，讓老師更能掌握學生的學習動態與進度，且使課堂上的教學更具互動性，學生更有興趣在學習上。

1.4 其他課堂教學利器

除了 ClassTalk 以外，還有幾個系統可以幫助在教室內老師和學生的互動。

教室成效系統（Classroom Performance System, CPS）

CPS 可以激勵並吸引學生專注在課堂上，CPS 是一個容易使用的紅外線回應系統，可以立即接收來自學生的回饋。

CPS 系統具備幾個特點，在整體的成績管理上，除了可以製作成 CPS 成績表外，也可將活動結果匯出至 Excel、Word、PDF 等不同形式儲存。評量模式則可因應學生個人的學習步調，也會記錄學生作答的相關資訊。CPS 同時結合後端伺服器，提供線上檢視與課後的學習機會，更營造一個無威脅性的環境，讓即使害羞的學生也能融入這樣的教學環境。

CPS 提供試題的編輯、評量測驗以及結果報表呈現等功能。試題編輯方面，提供多達 45 種的預設版面，讓老師依據自己的需要編輯試題。在評量測驗方面，提供同步與非同步兩種測驗模式，達到全班互動與兼顧個人學習步調。同步評量中，透過共同螢幕顯示題目，學生以紅外線遙控器作答，學生的作答會直接反應在學生座號標示區，顏色改變表示接收到學生的訊號。至於非同步評量，老師給予學生書面式題目，由學生自行依照進度作答，CPS 會呈現出學生座號與簡單的作答資訊。最後評量結果更可依老師的不同需要，匯出成各種格式，方便老師儲存與檢閱。

CPS 能有效的節省老師於教學過程中處理繁雜事務的時間，改善教室內教學表現。根據使用案顯示，一位十年級的生物老師反應，尚未使用 CPS 之前，他總是感到苦惱，因為他每天都要花許多時間在學生成績表上，直到看到 CPS 並實際使用在教學上後，這些原本處理繁雜事務的時間轉移到課程計畫上，使得教學更有效率。而其他使用者也指出 CPS 最主要的好處，在於營造一

個互動的學習環境，利用這樣的設備與系統，將學生帶入教室內，使學生更專注在課堂學習，也讓一些害羞的學生能主動的參與教學活動。

個別回應系統（Personal Response System, PRS）

在 Better Education 的前提下，教室是一個能夠提供獨特互動性機會的地方，PRS 能夠有效且輕易地達到這樣的效果。

PRS 的硬體部份是一個低價位、容易使用、容易設定的回應系統，同時具備完整的擴增性以及可攜帶性。在課堂上使用 PRS，可以增加學生對教學內容的理解度，重複應用所學加深概念，同時也能增加課堂教學的活潑性，讓他們更能享受上課的樂趣。

PRS 使用的是一個 12 鍵的無線遙控器，除了 0~9 的數字鍵外，還有 H 和 L 兩個按鍵來表示自己的自信程度。互動式的教學策略，就是利用問題導向的方式，來引發學生思考與全班討論。

老師在教學時，先將題目資料投影到全班學生可以看到的地方，或標示在白板上、口述的方式呈現，而題目的形式以選擇題為主，學生以遙控器上的數字按鈕來回應。學生在看到題目後，以遙控器來作答，除了以數字鍵回答自己作答的選項外，H 與 L 的選擇可以表示出自己對於該題作答的自信程度。系統的顯示部份，包含匿名與記名兩種模式，作答時會以每個學生專屬表示區的顏色變化顯示學生是否完成作答，答題時間結束或終止作答後，將以統計圖表顯示學生整體的作答情況。

PRS 是一個簡單的系統，但在教學卻發揮引人注目的影響。透過問題導向教學引發的學生討論，更加活化教室內的氣氛，使教室變成更具主動性、活動與歡樂的地方。

經由上百堂課程、上千個學生使用體驗後顯示，當學生知道他們的想法與理解佔有重要地位時，產生一些很有趣的現象。學生會在課堂上思考老師所提出的問題，在簡單的測驗後，結果也呈現學生對概念有更深入的理解，同時他們更能自行準備好進行這樣的教學活動，顯示學生樂於從事這樣的學習，不論學習上是否辛苦。

1.5 討論

ClassTalk、CPS 以及 PRS 有著共同的特色，就是其目的都是帶動教室內的氣氛，增加老師與學生互動的機會，且都是利用問題導向的方式達成。提出問題給全班學生作答，除了個人的思考與解釋外，同時也引發全班性的討論，活絡教室氣氛。

雖然傳統的教學方式也同樣可以達到教室內互動的目的，只是老師無法即時接收到所有學生的反應，且部份比較不善於表達的學生也容易被忽略。透過個人手持裝置與相關軟體等資訊科技的配合，可以讓老師充分了解教室裡面的狀況，調整教學策略，也讓每位學生都有機會在課堂上表達自己的意見。

2.電子導覽手冊（Electronic Guidebook）： 以無線手持輔具支援行動探究學習

2.1 電子導覽手冊——參觀展示的好幫手

當參觀博物館或其他展示會時，除了可聽取解說員的詳細解說以及觀看展示品附近的解說牌之外，參觀者常常會手持紙本的導覽手冊，一邊參觀，一邊翻閱手冊上的相關資訊。導覽手冊通常記載一些簡短的資訊，包括建議的參觀路線以及展示品的簡單介紹等。特別是在沒有解說員的場合，這些資訊可以幫助參觀者了解展示品的背景、作者、乃至於價值所在。

此外，一些展示館也提供隨身的語音導覽系統，參觀者可以租借可隨身攜帶的語音設備，通常是一台有著號碼按鈕的放音機。參觀者可以帶上耳機，在放音機上按下號碼，聽取該展示品的語音導覽。

隨著資訊科技的快速發展，體積小巧、重量輕盈，還可以無線上網的無線手持輔具（如 PDA, Personal Digital Assistant，個人數位助理）已成為隨身記錄和查詢行事曆、通訊錄、乃至於上網查詢資訊的好幫手。

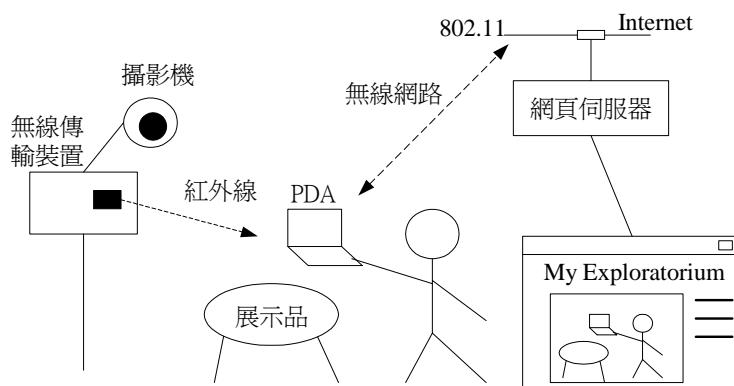
此類無線手持輔具更可以用來發展成隨身攜帶的電子導覽手冊，參觀者可以使用這種電子導覽手冊取得額外的展示品資料、與展示品互動、作為工具向他人表達並與其他人討論，更能紀錄參觀經驗，以便日後的反思與安排未來的參訪。電子導覽手冊的發展，將可大大擴展參觀者的參觀方式並增加樂趣。

2.2 Exploratorium：一間提供電子導覽手冊的博物館

Exploratorium是一間位於舊金山的互動科學博物館，擁有數百件關於科學與藝術的展示品。其中許多展示品包括熱、水、聲音、電子、或是電磁的裝置，可以作動態的展示，有些還可以讓參觀

者操作進行互動。Exploratorium更建置環境提供電子導覽手冊（<http://www.exploratorium.edu/guidebook>），包括在每個展示品附近架設無線傳輸裝置、在館內裝置無線網路，以及針對每個展示品所建立的相關網頁。

每位參觀者手持一個能夠無線上網的 PDA 進行參觀，當參觀者接近某個展示品時，PDA 接收到從展示品附近之無線傳輸裝置傳來的相關網頁網址，PDA 就自動連上網路，然後顯示該展示品的相關網頁在參觀者的 PDA 上（圖二）。



圖二、Exploratorium 的電子導覽手冊環境

該網頁提供展示品的幾類相關資料，首先是背景資料，像是展示品的歷史與演進。其次是試試看活動，希望參觀者可以和展示品互動或完成某項任務。例如請參觀者把頭放進回音鋼管中說話，或是在旋轉的圓盤上用沙畫出某個特定圖樣。或者是參觀者的意見發表和討論園地，參觀者除了可觀看其他參觀者所發表的

想法，也可自行發表意見。另外，網頁也能夠提供數位影片，像是詳細的解說或是示範性的操作，解說該展示品與其他展品的關聯，更甚著列出其他相關網站的連結。

Exploratorium 還設計了一個 My Exploratorium 網頁，讓參觀者可以記錄個人的參觀過程和心得。例如，參觀者可以標記（bookmark）特定展示品的網頁以便日後查詢，也可以下指令讓安裝在展示品附近的攝影機拍攝，將互動的過程或結果利用數位照片儲存。這些參觀紀錄的網頁可以讓參觀者日後回顧，也可分享給其他人。

其所建置的電子導覽手冊可以支援學生從事行動探究式學習（mobile inquiry-based learning）活動，探究式學習常用於進行科學教育，是一種讓學習者藉由參與探索、觀察、批判和調查來學習的方法。

在探究過程中，學生必須收集資料、針對問題提出解釋、假設或可能的解答，進一步收集資料來驗證假設、或修改假設。而行動探究式學習活動，讓學生遊走在實體的展示品之間進行觀察，然後藉由電子導覽手冊的輔助，從事資料收集、紀錄和分析，進而提出解釋，也可以和其他學生面對面或透過電子導覽手冊進行討論。

2.3 電子導覽手冊的功能設計

除了 Exploratorium 使用電子導覽手冊以外，Filoli 中心（<http://www.filoli.org>）也嘗試利用電子導覽手冊介紹內部的歷史

建築 (Woodruff *et al.* 2001)。與Exploratorium內充滿聲光效果而且可以讓參觀者動手的展示品不同，Filoli內都是靜態觀賞的展示品。

根據博物館展示物的不同特性，電子導覽手冊的功能設計也有所不同。針對一個電子導覽手冊應該具備什麼功能，Sherry Hsi (2002) 提出了九點建議，雖然有部分的功能是針對科學方面的展示品而設計，但是建議將可幫助我們思索電子導覽手冊能為參觀者帶來如何不同的體驗。

探索機制：參觀者可以藉由方便的操作介面獲知其所在位置，以及附近有什麼展示品，或是由系統偵測參觀者所在，提供附近展示品的相關訊息。

資訊查詢機制：讓參觀者查閱展示品的背景資料，進而通過網路瀏覽其他相關的網站。

記錄儲存機制：讓參觀者寫下參觀的心得筆記、記下瀏覽過的網頁網址，或是紀錄下現場的聲音與影像。

建議與引導機制：讓參觀者獲得如何觀賞、與展示品互動的建議與引導，另外如果有能讓參觀者可以發問並立即得到解答的機制，將對參觀者有很大的幫助。

解釋：針對科學方面的展示品提供科學化的解釋，或是提供一些提示，幫助參觀者達成任務。

調查研究機制：參觀者可以即時收集相關的資訊，提出假設，然後進一步驗證假設，最後作出結論。

模型建立機制：在學習某些知識時，像是探討一些科學現象成因時，參觀者可能需要一個模型建立機制，讓參觀者可以根據一些假設來建立模型，用來驗證這些假設是否成立。

通訊機制：像是即時訊息傳送、投票，或線上呼叫，可以幫助參觀者與同儕間，或是老師與學生間的互動。

評量機制：可以讓參觀者自我評量、同儕們彼此評量、或是由老師來評量，藉以讓參觀者和老師了解個別的學習狀況。

2.4 綜合討論

電子導覽手冊的使用也有值得注意的地方，根據 Sherry Hsi (2002) 的研究顯示，電子導覽手冊可能會造成參觀者產生疏離群體或展示品的現象。參觀者可能會把大部分的注意力集中在電子導覽手冊上，反而不太注意展示品，或是忽略與其他參觀者互動。

再者，實體展示品和電子導覽手冊的內容必須要配合一致，如果兩者所提供的資訊互相矛盾的話，容易使參觀者產生混淆。若電子導覽手冊建議參觀者試著操作展示品，但是展示品卻無法操作，將使參觀者產生失望情緒。可能的話，展示品的展示方式，應與電子導覽手冊的內容一併考量設計，如此將帶給參觀者一個完整的體驗。

整體而言，電子導覽手冊的發展可以帶給參觀者更多樣化的體驗與學習方式，也帶給博物館展示更多的可能性。隨著無線手持輔具的進步以及更多關於行動探究式學習活動的研究，電子導覽手冊預期將成為人們參觀博物館或其他展示時不可或缺的好幫手。

3. 探針系統：以電子感應紀錄器輔助 自然科學教育

3.1 探針系統——行動探究實驗的好工具

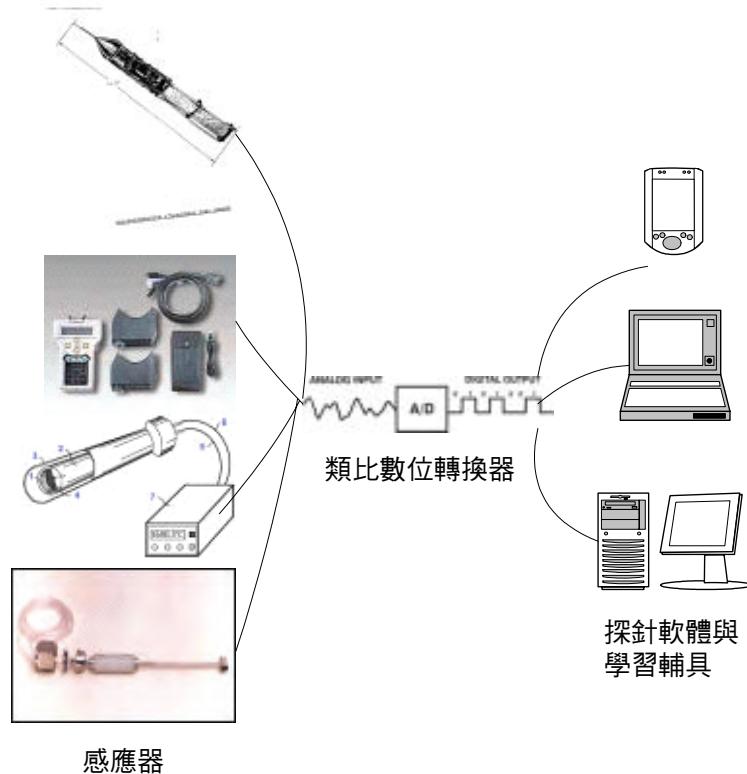
探針系統是一種結合感應器硬體與電腦軟體來即時收集資料、顯示資料和分析資料的系統。

探針系統也可以稱為微電腦為基礎的實驗室（MBL：Microcomputer-Based Labs），當結合計算機時也可稱作計算機為基礎的實驗室（CBL：Calculator-Based Labs）。

探針系統主要由三大模組組成，感應器、類比數位訊號轉換硬體與合適的軟體（見圖三）。學習輔具利用外接數據感應接收器，配合適當的軟體，學生可以快速、大量的收集實驗數據，並依據實驗數據作多方面的觀察與分析。這樣實驗數據收集方式非常適合探究式學習，可廣泛應用在科學、數學與科技教育上。

探針系統的硬體部分，包含一組特定的類比感應器與類比訊號轉數位訊號的轉換器，方便讓電腦或行動學習輔具讀取感應器所偵測到的數據資料。目前有超過 40 種以上的類比感應器應用在教育方面，最常見的包括溫度、光線和距離偵測等感應器。

在軟體部分，通常可將收集的實驗數據以表格、圖表或圖形的方式呈現，讓學生即時感受到物理現象的改變。透過即時觀察物理現象變化，學生可以很快的聯想到相關因素來解釋這些現象。有些軟體更可在資料收集的同時作分析，舉例來說，當學生想找出這些資料的符合公式或是想要過濾雜訊，即時分析就可以很快地找出問題所在。



圖三、探針系統架構圖

探針軟體通常支援感應器精確度與偵測範圍調整，使用刻度方程式將未加工過的偵測資料對應到相關的物理值，例如溫度就用攝氏°C表示，如此可增加資料的準確性與可讀性。

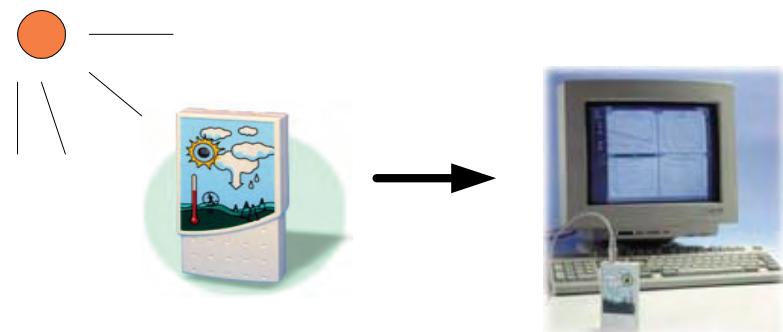
尤其應用在教育的感應器，通常比較便宜，所以精確度與偵測範圍通常比較有限，為了避免因為感應器的偵測範圍有限，在

非偵測範圍不動作而誤導學生的觀念，所以刻度方程式的轉換過程變得很必要，例如溫度測定通常就會局限於沸點與冰點之間。

3.2 EcoLog 探針系統：自然科學教育的好幫手

EcoLog 是針對自然科學教育所開發的探針系統 (<http://www.fourier-sys.com>)。內建有五種感應器，分別可以測量氣溫、亮度、音量、溼度和氣壓，也可以外接其他感應器。同時提供一個電腦軟體 EcoLab，可以用來設定 EcoLog 感應器的參數以及收集資料。其取樣頻率可以從每小時 2 個樣本到每秒 1000 個樣本，提供短時間或是長時間的測量所需。若想要利用 EcoLog 來記錄從早上到傍晚戶外溫度的變化，首先將 EcoLog 接上電腦，利用 EcoLab 軟體設定 EcoLog 進行溫度取樣的頻率（圖四）。然後將 EcoLog 放到戶外，按下開始鈕，等到傍晚將 EcoLog 收回來，接上電腦，就可以從 EcoLab 軟體上看到所記錄到的溫度變化。

此外，也可同時置放兩個 EcoLog 分別在空曠處和樹蔭下，收集兩個地方的溫度變化，然後加以比較。像是可以利用 EcoLog 來測量音叉被擊打後的音量變化，只要利用 EcoLab 軟體調整 EcoLog 的取樣頻率，放到音叉旁按下開始鈕，然後擊打音叉，隔幾秒後，將 EcoLog 接回電腦，就可以觀察音叉被擊打後音量的變化。



圖四、利用 EcoLog 記錄戶外溫度的變化

EcoLog 探針系統，讓學生可以藉由觀察、實驗與記錄來探索自然科學，提供學生一個學習自然科學的好幫手。

3.3 迷思——探針系統在教育上的價值

使用探針系統第一個會被質疑的是會降低學生親自動手作的數量，然而任何科技的運用，都需要合適的教學設計，探針系統也不例外。它可以被利用的很好也可以很壞，完全取決於合適的教學設計。

事實上，探針系統確實提供學生一個很好的探究式學習方式，然而要有高品質的探針系統使用產出，需要好的教學策略與設計。好的探針系統教學設計，會保留學生決定測量什麼？如何解釋結果等。探針系統通常扮演一些無聊的資料收集與記錄的角色，進而擴大實驗範圍與實驗次數，讓學生能更專注於實驗設計與分析。

另外一個迷思，則是探針系統常被視為黑盒子，其實不然，學生幾乎可以完全了解整個透過探針系統所作的實驗過程，只是有很多時候，學生們並不需要了解實驗數據透過感應器由類比訊號轉數位訊號，再傳送到電腦與軟體處理的原理，純粹只是把探針系統當成監視器工具，學生只要能有效率的使用探針系統即可。

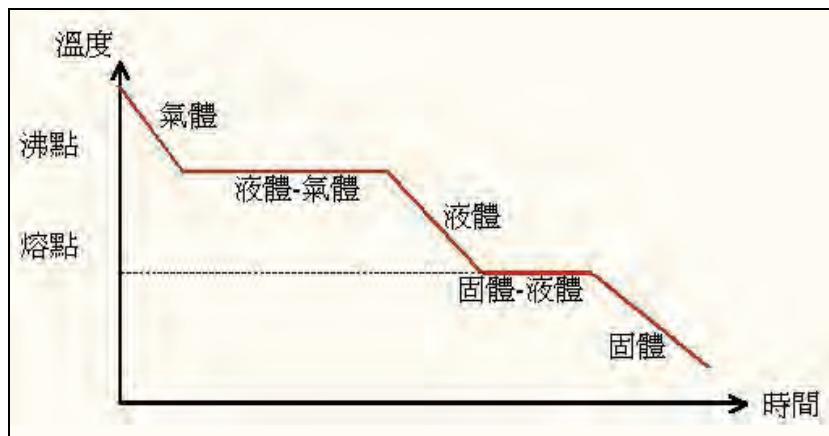
學生們更應該關注的是資料的輸入與輸出所隱含的關係與結果，但教育界卻常常把這樣的過程稱為黑盒子，使學生們可以學的更快。舉例來說經由溫度感應器收集到的溫度變化，直接利用曲線圖的方式來表達，學生可以很清楚的了解溫度在單位時間內所呈現的變化，進而找出相關公式，說明造成溫度變化的因素。但學生卻沒必要了解如何將數據轉換成曲線圖表達方式，因為這並不影響學生學習與探索這個實驗。

3.4 例子——比較傳統與使用探針系統作的冷卻曲線實驗

利用探針系統作冷卻曲線實驗，在 1978 第一次發表說明探針系統如何改善學生學習以及降低數據收集紀錄的工作，並增加學生對實驗反應與實驗結果的互動 (AM Bishaev and V. Kim, 1978)。

這個實驗說明熱水從液體開始冷卻直到結冰成固體的整個冷卻過程溫度變化。如圖五所示，當熱水開始冷卻，溫度變化下降的非常快，然後持續一段時間溫度保持不變，直到所有的液體都凝固成冰，溫度才開始繼續往下。這個實驗非常重要，他說明了熱與溫度是不一樣的。在溫度沒有變化的平台期間，熱源持續釋

放，溫度卻沒有下降，因為此時的熱提供給液體轉換成固體所需的凝固熱。



圖五、冷卻曲線圖

傳統作這個實驗時，學生花費大部分的時間，用溫度計去測量目前的溫度，並記錄溫度與時間數據，然後再把收集到的數據畫成圖形表示，通常已經是隔天。而且也常常得不到一個正常的冷卻曲線圖形，他們通常很難理解在冷卻曲線圖形上所展現出來平台現象。因為學生無法在實驗的同時體驗到冷卻曲線的平台現象，進而觀察到這時正是液態轉換成固態才有的特殊現象，使得一般學生在作這個實驗時都會忽略掉這個關鍵的觀察。

然而透過探針系統，溫度感應器可以間隔很短的時間記錄一次數據，並且可即時將數據轉換成曲線圖，也就是說可以加速冷卻效果，因為探針系統的溫度感應器取樣率夠快，可以縮短實驗的時間。使得學生有足夠的時間去體會比較沒有物態改變時正常

的冷卻曲線，與從液態轉換成固態時的曲線差異。在實驗的同時，學生就可以清楚了解冷卻曲線平台發生時的現象，並同時思考其中所隱含的意義。

3.5 未來發展

由於行動學習輔具越來越普遍，這些感應器與行動學習輔具結合，將使科學教育更具多元化。未來，實驗不僅僅只在室內進行，更可結合大自然，進行更多的戶外生活課程。相關感應器的開發與應用，也將讓學生更有創造力，更喜歡動手做實驗，培養對科學研究的興趣。

4. 綜合討論

無線手持輔具因體積輕巧、易攜性和無線上網等特性，對學習也帶來幾個方面的影響。

支援行動學習

無線手持輔具使得學生不會因為電腦或儀器設備的體積龐大、不輕的重量或是連接的線路，而限制學生從事學習活動的範圍和方式。學生可以在教室內帶著輔具移動，進行小組合作學習（Liu et al. 2003）、可以在博物館內自由活動從事行動探究學習、甚至能夠不受範圍限制地帶著無線手持輔具各處進行探索或學習活動。無線手持輔具大大擴展了學習的範圍和場所，而且很多資訊可以很快地取得和傳遞，不需老遠把數據帶回實驗室進行分析，縮短學習的時程。

促進學習互動

無線手持輔具可以促進學生和老師、學生和學生、以及學生和學習環境的互動。像是透過 ClassTalk 系統，老師可以很快讓每個學生表達意見、並且統計出結果，進而進行後續的討論。

透過電子導覽手冊，學生可以和其他學生交換意見、或是與展示品進行互動。Ecolog 等探針系統更讓學生可以測量自然環境以及收集資料。藉由促進學習互動，可以使每個學生都能更加投入學習活動，進而提高學生學習意願和成效。

豐富學習資源

在一個社會學習環境中，學生有三類學習資源：學習內容、輔助工具、和社群（Chan *et al.* 2001）。書籍、圖書館或是博物館等資源提供學生學習的內容，輔助工具像是計算機和實驗器材，則在學生進行學習活動時提供輔助。而老師、同學、義工、或是父母等社群則可與學生進行互動，進行各樣的學習活動。

無線手持輔具可以豐富學生的學習資源，學生透過手持輔具觀看儲存在輔具內的學習內容、或是透過網路存取學習內容，也可藉由手持輔具的輔助，完成一些測量、計算、收集和儲存資料等學習任務。另外，學生更可透過無線手持輔具和同學、老師互動。藉著豐富學習資源，無線手持輔具提供學生更好的學習機會與環境。

促使學習活動與學習環境發展趨向多樣化

無線手持輔具的體積大小、功能、是否有螢幕、以及螢幕的大小，有各種不同的變化。像 ClassTalk 系統中的手持輔具類似一個簡單的遙控器，只有幾個按鈕，沒有螢幕，也無法在輔具上執

行程式。而 PDA 則擁有螢幕可以顯示學習內容或是互動資訊，也可以執行程式，藉以擴充功能和增加成員間的互動。

WebPad 和 TabletPC 和 PDA 類似，但螢幕較大，可以一次顯示較大範圍的內容以及方便在螢幕上操作，但相對地也較重。而 Ecolog 則是針對特定學習活動而設計，擁有幾種測量的硬體功能。

不同種類的無線手持輔具擁有不同的特性，所適用的學習環境和學習活動也有所不同，輔具、環境與活動間如何作最好的搭配，尚待更多的探索與研究。隨著無線手持輔具的發展，未來可能出現以往從未出現或是想過的學習活動或方式，預期無線手持輔具的發展也將促使學習活動與學習環境發展趨向多樣化，不同種類的無線手持輔具之間如何配合或整合，也會是一個值得探討的議題。

無線手持輔具的研發，帶動行動學習的發展，相信可以帶給教學方式與學習環境嶄新的氣象，提供老師和學生更好的教學與學習環境。

參考文獻：

- AM Bishaev and V. Kim (1978). Sov. Phys. Tech. Phys. 23, 1055.
- Chan, T.W., Hue, C.W., Chou, C.Y., & Tzeng, O.J.L. (2001). Four Spaces of Network Learning Models, *Computers & Education*, 37, 141-161.
- Dufresne, R. J., Gerace, W. J., et al. (1996). Classtalk: A classroom communication system for active learning, *J. Comput. In Higher Education*, 7 pp. 3-47.

- Hsi, S. (2002). The Electronic Guidebook: A Study of User Experiences using Mobile Web Content in a Museum Setting. In *Proceeding of IEEE International Workshop on Wireless and Mobile Technologies in Education (WMTE 2002)*, pp. 48-54.
- Liu, T. C., Wang, H. Y., Liang, J. K., Chan, T.W., Ko, H. W. & Yang, J.C. (2003). Wireless and Mobile Technologies to Enhance Teaching and Learning. *Journal of Computer Assisted Learning*, 19, 371-382.
- Roschelle, J., & Pea, R. (2002). A walk on the WILD side: How wireless handhelds may change computer-supported collaborative learning. *International Journal of Cognition and Technology*, 1(1), 145-168.
- Woodruff, A., Aoki, P. M., Hurst, A. & Szymanski, M. H. (2001). Electronic Guidebooks and Visitor attention. In *Proceedings from international Cultural Heritage Informatics Meeting*, Milan, Italy, pp. 437-454.

探針系統相關網站：

<http://www.concord.org/research/probeware.html>

<http://www.concord.org/newsletter/2002winter/probeware.html>

<http://probesight.concord.org/what/articles/datalogger.html>

附錄二 賞鳥心得報告

東華大學教育研究所
高台苗、蘇麗華

「如果我有一雙翅膀，我要像大卷尾一樣，正義勇猛，當個空中警察。」

「如果我有一雙翅膀，我要變成五色鳥，擁有鮮豔的彩衣。」

「如果我有一雙翅膀，我想當一隻喜鵲，為大家帶來好運。」

「如果我有一雙翅膀，我想成為老鷹，這樣我就可以從高空俯視大地。」

這些是孩子們的回答，活潑、可愛又有創意，除了想像，他們還窺探到鳥兒們的特性，因為卓越計劃，孩子們原本只在教室黑板上的學習，跳躍到大自然這塊畫布上，除了美麗的成果，他們更獲得一份關注生命的美好價值，一種來自這塊土地、無可取代的真實體驗。

老師們是這場創作的引導者，他們帶領學生深入自然的神秘殿堂，在鳥兒的天空裡，陪伴著學生共同熱情與探索，並引導學生一同面對生命的好奇與感動。

一群國小 10-12 歲的學童，如果可以，能不能讓每個孩子都能在童年裡和綠色的大地預約一份幸福？如果幸福太遙遠，能不能

就給予一些感動與精采？在計劃過後，面對著他們對於賞鳥活動的依依不捨與不忍離開，或許人與環境之間的聯結，因為計劃的引領開始有了催發。

在活動的進行裡，觀看到學生透過賞鳥活動學會對鳥類的知識，並從認識、瞭解產生喜愛與關懷之情，對於這樣的學習效果本文將從無線科技融入戶外賞鳥之學習環境（之後簡稱「戶外學習教室」）之特色與效果來進行剖析。

戶外學習教室之特色

提高學習效率

讓學生從直接觀察和親身體驗中，避免過多言辭化的學習，從手的操作、眼的觀看、耳的傾聽到心的感覺，學習情境跨越教室的方牆局限，使得學習不再只是單一領域的吸收，除更深入的理解外，還有更清晰的意義體認，這是一般的閱讀、討論所無法作到的。

真實概念的獲得

戶外學習教室讓抽象化的概念給予真實性的體認，如黃鵠鴿三段式的飛翔。在知識架構上，也因為直接體驗具體事物，獲得了普遍化的概念，如麻雀是小型鳥，蒼鷺是大型鳥，何謂小型？何謂大型？大致上每個人都需要根據個人本身對「小型」「大型」的體驗，才能真正瞭解「小型」「大型」的真正意義。

真實體驗的接觸

曾有句話說，「這世界的知識只能從這世界求得」，唯有真實地與事物接觸才能獲得真正的瞭解。透過體驗，得知原來過於炎熱的天氣，難尋到鳥兒的蹤跡，若沒看過群鳥飛翔的畫面，難以瞭解「數大便是美」的震撼感動，因此，經由直接體驗學得的知識，較經由閱讀而得的知識更為持久。

建立人與環境的聯結

這個時代有太多的誘惑吸引著人們的目光與喜好，四季的變換、茂盛、凋零、花開花落以及花蟲鳥鳴等源自自然的聲音，在過多干擾的城市裡，人們早已喪失了傾聽的能力，因此戶外學習教室的建立，讓學習者擺脫干擾，置身於大地之中。利用科技的即時性、方便性，使學習者可以全然的投入賞鳥情境，藉由課程的設計達到認識自然、傾聽自然、投身自然，並成為自然的一部份。

美感的欣賞

內在的滿足來自於生命中單純事物的享受，學習去欣賞美，尤其是在自然環境中，透過投身其中，可以使人獲得平靜甚至是內在的寧靜，而這個過程便是一種內在滿足的享受。

在賞鳥活動的進行，透過望遠鏡的觀看，欣賞鳥類飛翔、撲擗、盤旋、理羽、求偶、鳴叫等等不同的樣態，往往能從其外型、行為及特性等知識面的瞭解，獲得更進一步情意層次的提升。

環境素養的增加

從對鳥類的認識，轉移到生存環境的體認，賞鳥活動的培養，在於連結人與環境的關係，因此在戶外學習教室之中，現場的體驗期望，將帶給學生更深遠的洞察力與更負責任的環境態度。

娛樂效果的達到

賞鳥活動帶著學生走出教室，到海邊的空地、自然公園、河旁的堤防溼地，少了桌椅，身體獲得較大的舒展，對於體能與健康均有正面的效果。

戶外學習教室之效果

師生關係互動增加

戶外學習教室的實行，自由且開放，讓師生之間的關係有更深入的瞭解，教師在自然環境中，能對學生進行不同面向的觀察，獲取更多認識學生的機會，而學生也可觀看到教室外的老師面對自然環境的模樣，在兩者互相交流的關係中，建立不同的師生關係。

完整不分段的學習

因為活動的規劃，戶外賞鳥活動有較長、整段的時間可以運用，不像在學校裡，因為有下課鈴、更換教室等因素的干擾，使

得主題分散、失去重心，而戶外賞鳥就無此困擾，因為它提供給學習者一個較密集而廣泛的學習機會。

主動探索的學習

當學生利用工具進行操作時，學習者兼具問題解決者的身分，在解決問題方式的摸索中，學生的學習從精熟工具的使用、利用工具以達到探索學習的目的，接著，更以工具作為獨立學習的輔助。學習者的學習漸漸脫離老師的輔助，活動的進行，更可看到個人或小組不斷的思考、試驗、執行、調整等學習方式，經由自我達到預期的目標。

刺激學習的動機

從活動的進行，可以發現學生更有興趣於「資料庫裡寫了些什麼？」如在觀看雁鴨科鳥類時，可以因為圖片與真實鏡頭中的畫面差異，而自發性的討論、查閱資料或是尋求專家給予幫忙。在賞鳥活動之外的時間，學生們也會主動積極的閱讀其他有關鳥類的資料，如報紙、電視等。

西門國小

教務主任
林勇成

當初接觸到「鳥類生態學習計畫」，就深深的被無線網路技術和自然生態教學活動相結合的構想所吸引，很高興也很慶幸能夠參與這樣的教學研究。

所謂「戶外鳥類生態學習計畫」主要是延伸了未來教室學習的理念，將無線網路通訊技術結合個人數位助理（PDA）應用在戶外賞鳥教學活動中，同時配合 PDA 在教學上的應用發展出一套可供學生立即近觀、立即點選、立即查閱的「鳥類辨識系統」。

西門國小參與這項學習計畫，主要由劉國正校長主持，帶領學校教師團隊共同投入經營，從學習活動中，除了看到學生都能快樂、方便的應用 PDA 檢索鳥類資料之外，師生並透過二年來的自然生態教學共同蒐集許多豐富的資料，建立安平四草鳥類生態學習網站，教師們也自動自發拍攝了許多教學資源，並製作「鄉土自然生態學園：快樂鳥日子」教學影片作為補充教材，同時將相關的教學資源分享給其它有興趣的老師做為教學參考。

使用無線網路及 PDA 來輔助戶外自然生態教學，有許多優點是傳統戶外生態教學所無法比擬的，學生樂在其中，自然能增進學習效果。不過，無線網路及 PDA 在自然與生活科技學習上的應用還有許多發揮的空間，例如「植物生態教學系統」、「昆蟲生態檢索系統」，希望未來我們可以看到更多這方面的應用。

學生
黃郁捷

今天是個令人既興奮又期待的日子，沒錯！今天咱們五年級要去賞鳥囉！好棒喔！一到學校我無時無刻不在想著賞鳥的事，左盼右盼，時間就好像是一隻烏龜慢慢的爬呀爬，氣得我急跳腳！好不容易，有人大呼小叫的說：「時間到了，出發吧。」大家急急忙忙像風一樣迅速跑到外頭排隊。

首先我們來到學校附近的池塘看鳥，我從來不知道家鄉附近的生態如此的豐富呢！池塘邊被我們擠得密不通風，快透不過氣了，不過看到白鷺鷩和夜鷺優雅而亭亭玉立的丰姿，那些痛苦早就飛到九霄雲外了，至於我怎麼知道牠們是白鷺鷩和夜鷺呢？當然是使用我們的祕密武器——PDA 查到的，令人不禁豎起大姆指對 PDA 說：「棒極了！」。

看了一會兒，再度坐上車前往四草，一路上風景優美，綠草如茵，幾隻鳥兒在空中飛翔的畫面，一幅一幅動人而又真實的呈現在大家眼前。到了四草大橋，大海馬上以舒爽的涼風熱烈地歡迎我們，大家一窩蜂的跑向大橋邊，我們就好像一隻隻螞蟻擠在那裡，小白鷺乖乖地站在那裡讓我們大家觀賞。

接著我們上車前往下一個目的地——「白鷺鷩之家」，一到達目的地，受傷的過客赤腹鷹將要在這裡野放，我們誠心的祝福牠在這兒生活愉快。我們還在那裡看到了喜鵲、小鸞鶲和成群結隊的白鷺鷩悠閒的停在樹上，幼鳥特別可愛，羽毛凌亂不堪，好似是一隻瘋婆鳥。此外還看到一隻烏黑亮麗的大卷尾鳥，真是美不勝收。

今天的賞鳥之旅，令我大開眼界，不僅看到許許多多的鳥兒，更利用了 PDA 找到了許多鳥類資料，增進了我們的課外知識，但美中不足的是那些垃圾，希望我們人類別再製造垃圾，還給鳥兒一個乾淨完美的家。

學生
張明凱

對 PDA 的輔助學習，我非常的喜歡又覺得很好奇，因為這種查詢方式非常新奇，自然而然就想去學習它的使用方式，以及看它跟電腦的查詢方式有什麼不用，結果我發現 PDA 的查詢方式跟電腦一樣便利，而且又可以隨身攜帶，真是方便。

不過仍有些因素可以改善，例如前幾次覺得 PDA 的字比電腦小，加上當電力不太充足時，亮光就顯得比較暗，很容易讓人近視，幸好現在老師已經把字體放大，出去時電力也會充飽，比較沒有困擾。可是還有資料的問題，有時會查詢到有些鳥類沒有圖片、食物介紹等，這些資料也是很重要的，希望能夠把這些問題改進。

學生
陳雨柔

這學期的鳥類生態教學使用 PDA 真的非常方便，因為可以快速找到要找的鳥類資料，過去，不知它怎麼使用，經過老師的教導和解說，終於可以快速的使用。幾次的賞鳥活動，讓我深深的體驗使用的快樂，也因此讓我認識許多不同的鳥類，像白頭翁、蒼鶺、翠鳥、紅冠水雞等。

使用 PDA 在做行動學習單、查看鳥類圖片及找尋鳥類資料對我們來說應該都沒問題，不過我希望 PDA 裡的資料能多一點，因為有時找到的資料不足，沒辦法做詳細的紀錄。有時我在想，如果 PDA 是我的該有多好，希望我快一點長大自己買一台來用，也希望鳥類生態教學活動能再帶我們到不同的地方。

長興國小

學務主任
莊旭璋

當初在獲得這項研究計畫的消息時，剛好學校正在積極推動資訊教育，身為資訊組長的我，樂見學生能以這樣的學習型態進行賞鳥活動，在校長的支持下，便開始了這項研究計畫。

當時參與的三位老師完全沒有賞鳥的經驗，認識的鳥類也只有麻雀、白頭翁之類的一般常見鳥類，於是我們便開始積極的參與基隆鳥會的活動，每個星期日早上都跟著鳥會解說員到處去賞鳥。

一、兩個月下來，開始對賞鳥產生濃厚的興趣，我覺得不會賞鳥的人，看到各種鳥就只知道叫做鳥，但是等到深入瞭解後，會發現每種鳥會因其體型、習性、飛行方式等的型態而不同，雖然當初是因為要做研究而硬著頭皮去賞鳥，但是現在卻成為生活中重要的休閒活動，我也時常拉著一些同事，在假日的時候到處去賞鳥。

第一年舉辦賞鳥活動時，剛開始學生們都非常的興奮，因為能夠使用這種新的科技產品是值得炫耀的，未被挑選到的班級學生也都帶著羨慕的表情。但幾次下來，學生對於 PDA 的輔助學習越來越失望，因為常常查不到資料，不然就是需要搜尋很久，導致學生對於賞鳥的興趣漸漸消失。因此，中央大學透過我們的使用狀況進行資料庫的改進，將資料庫的內容及搜尋方式更新。

第二年在查詢系統改進之後，學生對於 PDA 的使用有明顯的進步，但是還是偏重於解說員的講解說明，並沒有達到我們預定

PDA 輔助學習的功效，於是陳教授又開發行動學習單的測驗系統，讓學生不只是將鳥種查詢出來，還必須去閱讀其中的鳥種的介紹，達到知識學習的目的，經過測試後學生學習效果良好。

經過前兩年三個學校實施的結果，我們對學生使用 PDA 的學習情況及態度也有所掌握後，高教授匯集三所學校教學經驗及模式，發展出三階段的 PDA 賞鳥的學習模式：

入門階段

在解說員風趣的解說下，鳥類的故事及其鮮豔的顏色深深的吸引學生的興趣，再輔助 PDA 資料的查詢，讓學生學習賞鳥所應遵守的規定並感覺到賞鳥的樂趣。

精熟階段

學生延續之前對賞鳥的熱誠，並對鳥種及 PDA 操作的精熟程度的練習，解說員在旁適時的給予指導，學生對於查詢的速度皆有所增加，表示學生除了對於查詢系統有深入的認識外，對鳥種的分類知識也有所增進，而學生也在行動學習單測驗及學習單輔助之下，慢慢的學習的鳥類知識。

專家階段

在這階段需學生完全自主的學習，本來以為學生在解說員及教師不介入的情況下，會搜尋不到及缺乏學習興趣，但是實際情況學生表現良好，有些學生能夠在五分鐘內就搜尋出，但是也有些學生花了很久的時間並給予提示才查出來，大家平均所花費的時間也都有所延長。可是要學生能夠在賞鳥五次後就能有這樣的成績實在不容易，可見得 PDA 的確有其方便查詢及賞鳥入門的效果。

PDA 在協助學生查詢鳥類的資料上發揮功效，學生樂於使用 PDA 來協助學習鳥類知識。如果將 PDA 跟書本相比的話，學生較喜歡使用 PDA，因為覺得書本需要翻來翻去比較麻煩，而 PDA 使用超連結點選資料的方式比較簡單，這也符合網路搜尋較接近人類的思考模式。

PDA 上的行動學習單也成為輔助教師教學的一大利器，學生通常查詢到後，便認為其學習目的已經達到，不會去閱讀其內容，自從加入行動學習單後，老師不但可以適時針對學習內容讓學生測驗，強迫學生必須去閱讀所查詢到的資料，也大大簡化教師準備測驗題目的時間，讓教師在戶外教學上能夠更具彈性及機動性。

綜合以上所言，PDA 對學生而言是較新奇、科技化的新產品，雖然陌生，但是學生對於能使用 PDA 感到興奮，因而對其學習動機會有所提高。PDA 帶給學生的學習的方便性及搜尋速度高於書本的線性方式，也能給予學生及時的回饋，這是書本所做不到的。

原本 PDA 的目的是開發讓商業人士記錄、處理資料，並非專門用來協助學生學習，所以學生使用上必定有其缺點，但是其輕薄短小、攜帶方便的特性，是學生在室外協助學習的好工具，這正是我們所關注的焦點，而學生確實對 PDA 協助其在戶外學習鳥類給予肯定，讓 PDA 也能成為學生隨身攜帶的學習工具。

老師
倪世貞

偶然機緣下，有幸參與「卓越計劃之未來教室學習」此計畫，經過兩年來的實驗，體驗利用 PDA 自學與傳統式自學之差異，亦

見識 PDA 輔助學習之優勢。

第一年參與計劃的學生，為本人所帶班級（五年級生），看著學生們，興奮、認真的學習著如何操作 PDA，亦替他們感到高興，畢竟此機會是可遇不可求的。參與計劃時，學生們除了吸收鳥類方面知識外，也親身體驗與大自然萬物相處之道。

一年中，我見到學生開始對鳥類好奇，時常於課後或日記中，分享假日時會見過哪些鳥類，最有趣的是在某次上課時，窗外忽見一隻白鷺飛過，班上多數學生指著異口同聲：「小白鷺」，而不再是將牠叫成「白鷺絲」。

在 PDA 使用上，也許因於實驗中，有些許美中不足之處，例如：傳輸圖片、當機率高、查無鳥類等問題，幸得相關單位常給予協助，使 PDA 能更便於學生使用。學童對操作之熟練度，往往優於成年人，很快就能駕輕就手，甚至發現更多查詢秘訣、使用方法，以利於更方便、快速取得資料。

計劃邁入第三年，整個計劃有了更嚴謹的規劃，以鳥鑑當對照組，更能突顯 PDA 在教學上的優勢，其中最大差異，PDA 能透過影像傳輸，更能掌握動態物體之形體，這是使用鳥鑑學習所無法達到的。尤其對於賞鳥初學者而言，透過固定於螢幕之影像，更便於自我查詢，而且觀察之鳥類形體，更能深深烙印於腦裡。

本人在此年，全程參與鳥鑑組活動，雖然學生透過單筒望遠鏡觀察鳥類時，常因時間過長，而使得有些學生失去觀察機會（這亦是鳥鑑之缺點），但仍不減學生尋找鳥兒蹤影之樂趣，有時學生找尋之能力，還勝過專家。

最後，非常慶幸有機會參與此次計劃，也為本校學生高興，因為城鄉教育資源差距頗大之今日，能有此機會，甚是難得。雖然有時學生因 PDA 不穩定，或需逐項填寫學習單，而稍減賞鳥之樂趣。但於其中所學習之知識與情境培養，我想亦是他們學習生涯，難忘的經驗。再一次感謝相關單位給予之機會，及對改革教育之付出與熱誠，相信未來教育走向是令人期待的。

學生（鳥鑑組）
許仲浩

在賞鳥之前，我都不知道關於鳥兒的事情，賞鳥的時候，老師有告訴我們是什麼科，再給我們看單筒眼鏡，然後再找鳥鑑，找到了再問老師是不是那種鳥，如果是的話，就要寫觀察記錄。賞鳥過後，我知道了好多種鳥的名字和特色，而且，我覺得賞鳥很好玩，又可以和同學一起認識鳥，太好了。

我覺得鳥鑑可以幫助我們找尋關於鳥的資料，是賞鳥時重要的物品，我覺得鳥鑑有點麻煩，因為有時候會不知到哪一隻鳥是什麼科的鳥類，不知道的話，就有可能找不到那一頁，而且有一些鳥兒長的很像，有點分不清楚。所以，我覺得鳥鑑應該說明詳細一些，而且還要標明哪種鳥經常在哪個地方出現，特點寫多一點，還有圖案也要清楚一點，這樣子的話，會更方便的，也會有更多人想使用鳥鑑。

學生（鳥鑑組）
林子柔

我覺得賞鳥很好玩，原本我根本都不會用 PDA，現在我會了，

我現在很高興，希望以後還有機會可以去賞鳥，因為真的很有趣，我認識了很多鳥，我還看到了美麗的燕子，我以前都沒看過，還看到在電視裡面才看的到的神氣老鷹，飛得時候翅膀打開的好大，真的是好難得到的機會。

覺得用 PDA 查鳥的名字，比較好，用鳥鑑還要一頁一頁的翻，好麻煩。我想建議 PDA 應該再小一點，因為我的手掌那麼小，拿到 PDA 的時候怕 PDA 掉在地上，真是好險，而且 PDA 都是 PDA 組先做，我們鳥鑑組都要慢慢等，而且 PDA 好難按字出來，所以這是我覺得 PDA 該改進的地方，下次我希望我還有機會去賞鳥，那樣的話我想要認識更多更多的鳥，所以我希望我還有機會去賞鳥。

學生（PDA 組）
劉芝妤

這六次的賞鳥讓我感到很快樂，初看這些鳥時都覺得陌生，因為我從來都沒看過這些鳥，除了白鶯絲以外，但我也不知道他們特別在哪裡，經過了這六次的賞鳥活動，讓我覺得現在鳥就像是我的好朋友一樣，住我們家附近，這些小鳥飛在天空看起來好像自由自在的，如果我也能在天空飛翔那該有多好呢？

我覺得 PDA 這個東西拿起來有點重，不過還算方便，當我看到 PDA 的時候，我楞了一下，我想這麼小的東西為什麼能裝下這麼多資料呢？如果 PDA 的資料更多，資料又很齊全，那這樣就很方便。我真的很高興有這種機會可以去賞鳥，如果下次還可以去

的話，那該有多好哇。我長大以後也要自己和同學一起去賞鳥，一定也很有趣。我也要當一個研究小鳥的人，養很多小鳥。

學生（PDA 組）

詹蕙茹

以前我都覺得賞鳥不好玩，但是六次賞鳥完後，我覺得賞鳥好好玩，讓我更瞭解許多的鳥類，也認識了許多的鳥類，也認識了很多大哥哥和大姊姊。以前我看到鳥都不知道牠是什麼鳥，但是賞鳥完後，有的鳥我一眼就知道牠是什麼鳥了，所以以後如果有賞鳥活動我一定會參加的，這樣我就可以了解更多我不認識的鳥類了。

PDA 什麼是 PDA 呀！我都不知道，可是經過老師的介紹，我終於知道什麼是 PDA 了，那要怎麼用呢？哦！原來是要先按月份再按海拔（太多了，寫不下），可是有的鳥類我不知道是什麼，還要一個一個慢慢的找，非常的麻煩，我還真想要去鳥鑑呢，可是都很麻煩，PDA 也常常當機，可是都會有大哥哥來幫忙我們，如果下次可以每一組都有一個大哥哥指導的話，會更好的。

明道國小

老師

黃麗珠

賞鳥是需要學習的，雖然賞鳥是容易，充滿樂趣且有益於健康，然而賞鳥是需要學習的，鳥是大自然環境中最多采多姿，最活潑靈巧也最容易找到的動物。每年佇足台灣過冬的候鳥不下百種，賞鳥活動及研究鳥類成為台灣新興活動，利用賞鳥活動結合

高科技儀器做教學活動，更是突破傳統的賞鳥方式。因為只需要兩種工具：一副望遠鏡、一本鳥類圖鑑，兩年來針對兩者間孩童的學習效果差異，個人小小心得與建議，PDA 在教學上的互動性和教學性相當高，是相當值得推廣的。

優勢為賞鳥過程中，實驗組的小朋友喜歡 PDA，遠超過使用圖鑑的對照組，換句話說操作 PDA 的吸引力勝過翻閱鳥類圖鑑。PDA 中鳥類資料庫的量遠比鳥圖鑑豐富，而且 PDA 可以做無線擴增，以黑面琵鷺事件為例，可以將「中毒事件」及時放入 PDA 的資料庫中。以永續經營策略來看，同一隻鳥的解說可以及時新增許多相關資料，這是傳統圖鑑無法做到的。

使用 PDA 進行教學評量可以達到及時回饋，小朋友由 Notebook 的統計圖表中可以馬上獲知自己及同儕的成績，這一點及時回饋的評量功能，大大提昇學生的學習興趣，傳統的評量從出題到批閱很難達到及時回饋的效果。

對同是初學者來說，賞鳥新手使用 PDA 搜尋目標的速度，遠比圖鑑快的多，最主要原因是 PDA 中設計的查詢機制提供有利初學者的搜尋引導。

建議一

在教學活動的階段三這部分，建議 PDA 應加入自由搜尋機制的設計，因為這階段的學生已呈現賞鳥程度的差異性，目前的查詢機制，優點是提供賞鳥新手有利的搜尋引導，缺點是制式化的設計，限制了程度較佳的小朋友的思考模式，迫使他們捨棄靈活化的自由選擇搜尋方式。

舉例說明，甲小朋友是賞鳥新手，他選擇目前的搜尋方式，點了五次 PDA 才找到鳥，乙小朋友是賞鳥程度較佳的，他依照自己選擇搜尋方式，也許只需點兩次 PDA 就找到鳥了。

建議二

教學過程中，建議不需拍攝鳥類照片，學生利用望遠鏡直接觀察目標後，隨即使用 PDA 搜尋，目前的教學流程設計，限制了 PDA 發揮其查詢功能(等同鳥類圖鑑)，並會干擾教學的流暢性(因不易捕捉鳥類清楚的畫面)。

建議三

目前的查詢機制中的第一層的查詢條件以「大小」、「嘴長」來區分，建議改用「羽色」、「嘴色」來區分，對初學者比較容易判斷。

學生
趙幸華

今天是我們班上賞鳥的日子，同學們很早就達學校，等候出發。老師說賞鳥最好穿綠色衣服，太鮮顏色的話可能鳥會嚇到鳥喔！而且今天陽光烈日當空，別忘了戴頂帽子，上了遊覽車之後，老師把 PDA、鳥鑑、望遠鏡發給我們，我們用 PDA 做行動學習單裡的十個題目，寫完後就到我們的賞鳥目的地——關渡，可以下車賞鳥了，好興奮哦！

在關渡，我們很高興的到處賞鳥，同時，知識豐富的解說員也一一的告訴我們鳥類的特性等，黃老師也用筆記型電腦傳給我們鳥的圖片，真棒！老師還發了一個學習單給我們寫，我跟同學

陳宜君在黃老師的講解之下，順利的寫完學習單裡的六種鳥類，分別是大卷尾、大白鷺、麻雀、洋燕、中白鷺、灰鵠鴿，並且紀錄這六種鳥類的樣子、特色，真的有趣極了。

不知不覺快到中午了，也就是我們準備回學校的時候，我帶著依依不捨的心情搭上游覽車，因為今天比較早起，坐在車上不知不覺也小睡了一會，睡夢中彷彿也出現小鳥可愛的模樣呢。想起老師曾經說過，我們班上有機會可以再次去賞鳥，我心中感到無法形容的開心，賞鳥不但可以讓我更了解鳥類的各種常識，更棒的是我可以接近大自然，那真的是一種非常非常愉快的感覺。

學生
張格瑜

今天我們全班去關渡賞鳥，我是實驗組，用 PDA 賞鳥，老師告訴我們哪裡有鳥，老師先架好單筒望遠鏡讓每個人都看清楚鳥後，再把鳥照起來，再把照片傳在電腦裡，我們在 PDA 裡就可以看到老師照的鳥了，然後利用 PDA 查出這隻鳥的資料，好忙喔！我的動作很慢，很擔心老師說：「新鳥來了……」。

我們今天看到大捲尾、大白鷺、中白鷺、白頭翁、灰吉林、喜鵲、麻雀、洋燕等，雖然不是看的非常清楚，可是有看到我就覺得非常幸運了，可是今天的天氣有一點熱，所以老師說鳥很聰明牠會躲起來，可是我們很幸運還看到這麼多的鳥，今天的賞鳥我好開心喔。

老師說：「還有五次賞鳥喔」，我真希望天天都可以賞鳥，最好自然課都在關渡上，那就太幸福啦！

學生
吳瑀貞

今天自然老師要帶我們去賞鳥，而且只有我們班去喔！所以大家都很興奮，第三次去賞鳥，大家的心情都很好，我的心裡想：「這次會看到什麼鳥呢？」，終於要去賞鳥了，我們搭遊覽車向我們的目的地「烏來」出發。

在路上老師向我們介紹跟我們一起去賞鳥的林老師和黃老師，他們對鳥都非常了解，也看過很多鳥，所以對賞鳥一定也有很豐富的經驗，一路上我們說說笑笑，慢慢的我們也進入了我們的目的地「烏來」。

到了烏來賞鳥區，老師們就開始架望遠鏡，有的同學也拿起自己的望遠鏡往遠處看，我們看到了一隻「大白鷺」正在悠閒的飛揚，又看到了一隻「小白鷺」，看到牠的時候，牠正在悠閒的抓毛呢！每當我們看到的每一隻鳥，動作都是悠閒的、自在的，牠們的樣子都很美麗。

哇！精采的一幕來了！我們看到一隻鳥從水面「唰」的一聲抓起了一條魚，但是又從鳥的腳裡掉落！但是，那隻鳥不灰心繼續努力的抓起那條魚，後來經過老師的解說原來剛剛那隻鳥叫魚鷹，後來大家繼續去別的地方看別的鳥。

經過了一段時間，老師要帶我們到另外一個地方了，時間很快的過去，一下車我就聞到一陣淡淡花香，原來我們到了一間寺廟，寺廟旁邊有一大片的「野薑花」，這裡的空氣聞了真令人「心曠神怡」，在我心裡不禁讚嘆了起來！「嗯，這裡的空氣真好」。

聞完了新鮮的空氣後，準備又要到下一個地方了，這一次我們分成兩組，第一組是 PDA 組，第一組要在車上等待第二組，傳鳥的圖片到 PDA，然後再以鳥的特徵找出鳥的名字，終於看到了一個圖片，圖片上的鳥好像是鷺科，經過第一組的一番尋找，終於找到了！原來是「蒼鷺」。因為時間到了，所以我們要回學校了，這次的賞鳥之旅終於要結束了，我們搭上游覽車離開了「烏來」。

在回去的路上因為大家都很累了，所以大家都沒說話，都在睡覺，我也很累所以也睡著了，一轉眼我們到了學校，這一次賞鳥讓我知道了一些關於鳥的知識，也學到了使 PDA 的方法，也讓我體會到自然是多麼美好。

學生
謝侑均

為了去賞鳥，老師教我們怎麼用 PDA，我很幸運的拿到一台沒有問題的 PDA，當時我很興奮，因為這是我第一次在 PDA 上看到漂亮的圖片，它是老師用數位相機把鳥類圖片拍攝下來的，然後再傳送到老師的電腦裡，好讓我們在 PDA 裡可以看到老師拍到的鳥類圖片。

我們做這些工作是因為老師要教我們認識鳥類，我非常期待，因為那天我不知道我會發現什麼鳥，也不知道那天天氣是否適合賞鳥，類似的這些問題一直存在我的腦海裡，所以我希望那天是好天氣、有一大堆鳥、而且事事順利。

第一次賞鳥那天早上一切非常特別，早上我起來、吃早餐、換衣服的時候我都做得非常快速，老師要我們七點三十分前到

校，七點三十分準時出發，果然大家好早就來了，我也不例外。一路上我非常興奮，一直往窗外看，期待目的地——關渡快點到來。當我們到了之後，我看到鳥有大白鷺、中白鷺、麻雀、黃鵠鴿、灰鵠鴿、八哥、大巒尾……等，不過我知道的鳥有七到十五種之多。如果那天沒有太陽的話，一定會有更多的鳥。賞了鳥之後，讓我對賞鳥開始有興趣了。

第二次賞鳥那天，大家也都很早就來了，地點還是關渡，不過這次不像第一次這麼期待。到了關渡，當我們再尋找第二隻的時候，我跑到河堤旁邊，意外發現了一隻很漂亮的鳥，牠的嘴巴尖尖的，當時我並不知道那是什麼鳥？後來問老師，才知道那是一隻翠鳥，牠很擅長抓魚。因為天氣很好，那天賞到很多鳥，其中以朱頸斑鳩和鷹斑鶲這兩種鳥最特別。

這兩次的賞鳥活動，讓我了解到大自然實在是太美妙了，這麼多美麗的鳥跟我們生活在一起，讓我們欣賞，我們應該要好好保護牠，不要獵殺牠，也希望下次能像這次一樣，天氣這麼好，鳥這麼多，而且還能看到特別的鳥種。

學生
魏文心

從小時候到現在，我不會賞過鳥，也不會去注意那些美麗的小鳥，現在老師帶我們去台灣有名的關渡賞鳥，才讓我有機會接觸那些大自然的鳥。在我們生活的週圍，還有許許多多可愛美麗的小鳥值得欣賞，只是大家沒有注意到而已。

這些賞鳥過程中，讓我見識到了許多少見的冬候鳥和留鳥，如中白鷺、灰鵠鴿、紅鳩、喜鵲、鷹斑鶲等，也讓我明白了一些鳥的資料和習性，像灰鵠鴿這種鳥，就是喜歡群飛的鳥，還有紅鳩看起來樣子很像鴿子、喜鵲尾巴長得像烏鵲。

賞鳥是我們接近大自然的一種方式，藉著賞鳥我們可以獲得多樂趣和美好的回憶。不但如此也可以和鳥做朋友，而且還會增加我們的知識和鳥功。所以我非常喜歡到大自然去賞鳥。

學生
趙子揚

我覺得賞鳥是一件辛苦的事，因為老師教我們 PDA 的使用都蠻複雜的，不過我不放棄，繼續的努力我去關渡賞鳥時看了很多鳥有魚鷹、紅尾伯勞、夜鷺、翠鳥、大捲尾、綠頭鴨……等。

賞鳥是什麼都要小聲、說話小聲、吃飯也要小聲，這些對我來說很難做到，我喜歡賞鳥是因為可以接觸大自然，我最喜歡魚鷹了因為牠凶狠的樣子我最喜歡，尤其是魚鷹抓魚的時候，牠都先看好魚的體積再瞄準衝下去一腳就抓了上來。

PDA+賞鳥還是頭一招呢！我用 PDA 找鳥好難找喔，要看牠的嘴還有腳是什麼樣子，但我們在 PDA 裡還是會找到的，我們不會放棄的。

賞鳥是可以看到我從未看過的小鳥，不知道沒關係，有老師或教授會跟我解說，我現在還是好想賞鳥唷！可惜現在賞鳥次數減少了，有時間的話我還想去關渡賞鳥。

愛麗絲戶外自然教室鳥的照片

感謝臺南市億載國小林勇成教務主任指導該校學生參與行動賞鳥系統和教學活動，並協助提供本書的鳥類照片



八哥



大捲尾



台灣藍鵲



金背鳩



小彎嘴



白鶲鵠



藍磯鶲



翠鳥



白鷺



夜鷺

愛麗絲戶外自然教室學生賞鳥照片



154 愛麗絲夢遊學習仙境





附錄三

電子書包與隨意教室心得報告

大同高中

老師
李麗淑

乘著資訊的方便，電子書包的問世，莘莘學子和老師們面對了一個大的變革和挑戰。2003 年上學期大同高中高一 103 班運用它，做了幾個行動學習的活動，開啓了這好奇之旅：

1. Talking on the phone with a foreigner

在教完遠東課本第五課 Making Telephone Calls 之後，讓學生有實際和外國人講電話的經驗。講之前用電腦將個人資料傳輸給外國人，講的時候用電腦上的 CCD 將內容攝影、錄音下來，講完後外籍老師傳送成績給學生。事後學生能上線看到每個同學與外國人對話的狀況，並且互評以增加英文聽力的訓練。

2. Finding some useful signs

在教完遠東課本第九課 Reading Signs 之後，讓學生從生活週遭的環境中注意號誌。學生各組抽籤到一公共場所如：火車站、市政府、故宮博物院、捷運站、國家音樂廳、凱悅飯店、百貨公司等，用 e-book 上的 CCD 把號誌照下來，寫上中英文意義，並且用自己照下來的號誌當題材編一英文故事。

3. Eating Out

在教完第九課 Reading Signs 之後，讓同學分成十組，抽籤後，帶著 e-book 到指定形式的餐廳去聚餐（如中餐、日本料理、法國菜等）。上菜前，請每組同學在 e-book 上填表格，且用 e-book 上的 CCD 錄下每個組員彼此互問及回答的內容。每道菜上桌時，用 CCD 照相且寫下它的中英文名稱。用餐完畢，從 e-book 上點選收看一個短短的影片，並寫出該影片中餐廳的氣氛與特色。

自從大同高中做了英文科 e-book 的實驗之後，我們發現 e-book 帶給學生的是：

1. 生動活潑的教材

e-book 所呈現的教材會比書本更多樣化，就英文科而言，它提供清晰的文字，生動的圖片和動畫，還有道地的英文發音。它還能使字音同步，讓學習者隨時都能清楚地知道唸到哪裡，因此較能有效地學習。更可貴的是，互動式的字詞遊戲，它幫助學生在快樂的遊戲中熟記生字、模擬對話，以及可錄製學生的角色扮演。

2. 自主性的學習

e-book 輕巧方便，便於攜帶，熱衷學習者可以隨時隨地學習，伴著道地的發音和及時回饋的特質，有如良師在側，學習者根據自己的方便和需求就可學習。強調學習者自動自發，自主的學習，而且學習者一定要有主動的控制，電腦才能回應，因此是學習者主導的學習模式。

在老師講解考卷時，學生主動而快速地拿出電子書來，因為它可當有聲字典使用，查閱生字或翻譯句子快速且便捷。

3.強調互動式的學

電腦的傳輸效果很好，不論個別的學習或小組活動，強調的是人與機器，以及學生與老師間，還有小組成員間或不同小組間的互動。因此學習不只是靜態的安靜閱讀而已，而是互動式的學習。

4.留下良好的紀錄

所有的學習紀錄、活動狀況、創作作品或評量狀況，不但容易有效而快速的存在電腦中，做後續延伸活動或學習成長狀況的紀錄。這種學習歷程的紀錄，還對學習者有良好的指引，也便於做學術研究之用。(如「e-book」實驗之活動 1)

5.較能強化語言學習的實用層面

因為 e-book 的方便，使教學活動能把所學到的語文轉成實際運用的層面，使得學習動機提高。

6.使教學活動多樣化，趣味

因為有 CCD 的功能，不但可以錄影也可拍照，此功能加在學習活動中，使得每個學習活動都變成很有挑戰性。

7.提高學習效果

因為學習活動的互動性，記錄性很強，所以學生無法打混，學習效果得以增加。例如聽完故事、短文或會話後可立刻錄製學習者的聲音，讓學習者比對自己的英文是否夠標準，因此比使用傳統課本更容易達到英文教學中聽與說的教學目標。

基於上述實驗心得，使得本人這學期的英文教學趨於活潑生動的特質，真是感謝教育局、微星資訊、Intel、中央大學以及其他相關部門的支持、贊助及鼓勵。

英文科老師
陳培真

「老師，什麼時候可以領到電子書包？」下課前，坐在前排的學生忍不住偷問我。從他們的眼神中，我彷彿讀出了學生們似乎以為有了酷炫辣的電子書包後，從此就不用再考試的天真思維。「嗯，等你們再進步一點吧。」其實，學生的期待不是沒有道理的，因為這群享受了許多行動通訊便利的 e 世代學子，早在拿到傳說中的「魔法書包」之前，已經在中央大學的同學的幫忙之下，率先用筆記型電腦外接 CCD 與錄音麥克風，體會到電子書包其中一項魅力了——「行動教室」。

本班高 111 上學期在正常課程進度之餘，一共進行了三次有關的課外活動，以下將簡單介紹其中的兩項：

1. Reading Signs

學生先認識課本中所介紹國外公共場所最常見的標示（如 Toilet / No smoking），然後全班分成十個組，到不同的公共場所去拍攝可以代表該地區的數個標示（如：分配到醫院的小組，可以去拍攝進行放射線治療的放射線標示）。

如精靈般活潑的學生們馬上雀躍地抽了籤，利用課堂時間到不同的地點去採集令人期待的標示。回到班級，學生們被要求將所拍攝到的圖片（規定不能出現任何的說明文字）作成 PowerPoint 投影片，然後回到班級播放，用簡單的英文做報告，並讓其他的同學來猜該組所去的地方。

老實說，第一次要學生將拼裝上路的筆記型電腦扛出去做活動，我實在很擔心他們出很多狀況。沒想到，大部分的小組都拍

了很精采的標示圖片回來交差，甚至拍攝失敗的小組還主動來告訴我說：「老師，我們的圖片雖然沒有成功，但是我們願意再花時間重回現場再拍攝一次」。這種努力嘗試「作好」作業的精神，真是一般課堂上要求同學作紙筆作業時所無法見到的。有了得意的標示圖片要做發表，各個小組也比較願意站到台前放膽用英文做發表，這和死背句型、做一些無聊的翻譯或單字練習要有意義許多。

2. Eating Out

學生先閱讀課文中所介紹的各式餐館與各國料理，然後再將學生分十組，抽籤到不同的餐館去點菜，並利用課文中所學的單字據型進行相關的紀錄與採訪活動。

由於這次的活動更加的多樣化，包括攝影、錄音、照相、看影片寫報告，以及活動後小短文等，雖然學生在掌控拼裝的筆記型電腦上出了比較多的狀況，但是看到學生們所呈現熱心誠意的精采作品，我相信他們不僅透過本次活動加溫了彼此小組成員間的默契，更透過這麼有趣的活動式作業，加深了他們對學習活生生語言的樂趣。

是的，task-based 的學習是最令人印象深刻，最沒有老師嚴肅角色介入的自然學習方式，而同學們要完成任務的工具，又正是他們最拿手的電腦配備，也難怪學生們個個都期待能有機會做下一回「行動教室」的作業囉。

行動教室，可說是學生對於電子書包最著迷的一個特色，但是說真的，在台灣這種一天一定得待在校園內、上滿七八節課的上課方式而言，要讓學生帶著機器出去做活動，實在有現實面的

困難要面對和排除。同時，僵化的上課時數也扼殺了學生可以自由自在透過電子書包做自我評量的活動。

當教師的我，覺得電子書包雖然具有許多優點，但是並不完全適合還卡在僵化教育體制下的台灣學生。最適合使用電子書包的族群，或許應該是歐美的學生吧，每天下午兩三點就下課，可以自由運用電子書包的功能來執行老師所要求的行動式作業，也可以依照自己的進度與程度，好好利用電子書包中的自修功能好好充實或追蹤評量。

換句話說，台灣的硬體環境一直都走在全球的最尖端，但若是整個教育體制與模式一直都停留在原地，可能再好的電腦產品，都可能只是另外一項被升學壓力所犧牲，而堆放在學校倉庫中的教學媒體。

學生
李家綺

「不可能的！中獎機率就像連續被雷擊中三次，我居然中了！」嗯，我可不是中了什麼樂透頭彩的，而是幸運地考中大同高中，進入電子書包實驗班參與這項劃時代的教育改革，等拿到電子書包而且課程進入軌道後，就開始一連串的教學活動了。

在玲瑯滿目的教學活動中，「打電話給外國人」是我最愛的一項活動，在老師宣佈有這項活動時，我就在心中盤算好了，既要言之有物，還必須簡潔通順，時間掌握的好，不多不少，不長不短，更重要的是禮貌，古語說：「禮多人不怪」，「有禮行遍天下」，可見禮貌是國民外交的成敗關鍵。我馬上將想到的問題給記了下

來，深怕靈感突然在我的腦裡失蹤，回到家後，打了些草稿，唸了幾遍，也等著和外國人邂逅的那天，我期盼著，等待著，日子一天天地過去了。

終於讓我等到了這天，該是使出渾身解數的時候了。我帶著既緊張又興奮的心情，用我顫抖的手拿起話筒，撥了號碼，看著鏡頭想照出美美的我，臉上的肌肉卻抽動了起來。耶！接通了！是個女生。我首先問她叫什麼名字，來自何地，為什麼要來台灣，原來她叫 Rebecca，是來自加拿大的交換學生。接著我問了她喜歡的活動是逛街和聽音樂，喜歡去士林夜市和西門町。我又問她對台灣的印象如何？他說台灣人都很友善也很親切，對外地來的人很好客，只是台北的交通繁忙，空氣不好聞，汙染很嚴重。我還知道她要在台灣定居一年，隻身異鄉的她偶爾還會想想加拿大的家人，想想家鄉的一切事物。

三分鐘，雖然不長，但讓我交到了一個新的外國朋友，也得到了學習上的收穫。活動完成後，贊助公司還贈送我們每人一片光碟，裡面有大家打電話時的點點滴滴，讓我的高中有精采的回憶，感謝有電子書包讓學生的學習機會增加，而且又多了有趣的課外活動，更感謝每一位幫忙參與過電子書包計畫的人，是因為你們的努力爭取和費心進行計畫，才讓學生們有更好的學習設施和環境。衷心的感謝各位！

學生
林歆祐

上英文課老師突然對我們說：「明天下午要去做活動。」聽

到這句話我高興的一整晚都睡不著，隔天下午我和組員們就帶著數位相機出發了，我們是抽到故宮博物院，所以坐捷運前往，到了目的地，我們開始尋找任何可供使用的標誌，一下子就找到一大堆了，我們接下來開始整理這些資料，並作 PowerPoint，還照了一張全體照，真是個有趣的經驗。

隔了幾天後，老師要我們展現成果，讓大家猜各組到哪去了，並讓我們多認識一些 Signs，我覺得這樣蠻好，能夠把課程由教室延伸到戶外，更利用電腦把紙上的東西活靈活現的展示出來，還用到一項高科技產品——數位相機，使用相機和電腦組合 show 出我們自己，不僅讓我們學到如何使用這些機器，更讓我們了解到課本以外的知識，且學習到團體的分工合作，使英文不再只是學文法、背單字，而能應用到日常生活中，這樣我想才是學習英文的真諦吧！

課本固然重要，但學習是沒有範圍的，e-book 就是一種打破教室這種界限，讓全世界的每個角落都是學習的地方，這次的「Reading Signs」活動幫我們上了一課，讓我們認識很多的 signs，跟課本的感覺不太一樣，因為這是我們自己做的，是獨一無二的，而我相信這次的活動只是一個開端，以後將會是 e-book 的天下了。

學生
吳孟潔

參加電子書包實驗班，當然有許多活動與電腦使用脫不了關係，而這次訪問餐廳即是我們第一次的課外學習，每組都抽到不同國家風味的餐廳，而我這組則是要去「墨西哥」餐廳取材。事

前的準備也是十分重要，畢竟每組拿的都是市面上的高科技產品，但儘管老師辛苦的教導使用方法，還是難掩每個人的雀躍與興奮，況且這都是大家的「第一次」嘛！

星期六上午，我們透過網路尋找到一間在學校附近的墨西哥餐廳，下午便立刻啓程前往該地。當然，高科技產品—數位相機讓我們拍了許多店內擁有的「墨西哥」風格，以及色香味俱全的菜色，最後都輸入筆記型電腦後，讓我更感受到「現代人」與文明產品相得益彰的氣息。(雖然菜色不太符合我的胃口。)

之後的處理也十分多元化，以錄影錄音方式取代從前的書面形式，其中還用電影欣賞來找出題目的答案，真的與從前的傳統差別很大，也希望往後使用 e-book 能更得心應手，畢竟「工欲善其事，必先利其器」嘛！

學生
莊涵晴

我們做過許多次有趣的 e-book 活動，其中我印象最深刻的，就是「Reading Signs」的活動，那天班上的每一組都抽到不一樣的地方去進行活動，而我們這組很幸運的抽到了一直很想去的動物園，所以同組的四個人便很高興的就出發了。

因為我們去的時候並不是在放假時間，遊客就顯得少很多，這樣也方便我們把英文標誌照下來。不過我們在動物園除了邊看可愛的動物，把標誌拍下來的時候，在場的遊客也會一直看我們。後來想想，平常我們去動物園都只把焦點注意在動物們的身上，可是其實在我們平常覺得很簡單的標誌，也看得出來設計者發揮

了許多的巧思在圖示上面，甚至也貼心的附上了英文翻譯的部分。這些都是我們平常不會注意到的。而不只是在動物園，其實仔細觀察很多公共場所也都有這樣的小細節，也許是為了要讓更多的外國人來到台灣，也能讓他們遵守以及了解到一些規定吧。

這個「Reading Signs」的活動，不只是讓我們實際看到了許多課本上沒有的東西，同一組的同學們感情也更融洽，也多了更美好的回憶，也要謝謝辛苦設計這個活動的英文老師。這種不僅僅是坐在教室上課的感覺，真的是很不一樣呢。

國家圖書館出版品預行編目資料

愛麗絲夢遊學習仙境 / 陳德懷主編. -- 初版. -- 臺北
市：遠流，2006 [民 95]
面； 公分

ISBN 957-32-5779-3(平裝)

1. 數位學習 2. 電腦輔助教學

521.539

95007321

