

國立臺灣大學教務處教學發展中心
教學改進研究計畫

探討利用電子化輔助教材應用於大學部高年級專業實驗
課程之預習準備過程對於學生學習成效之影響

完整成果報告

執行期間：2008年09月15日至2009年09月14日

計畫主持人：李佳翰 助理教授

共同主持人：陳昭宏 助理教授

計畫參與人員：張櫻諭

處理方式：完整成果報告請勾選以下時程公開於網站：

三個月內 半年 一年

執行單位：國立臺灣大學工程科學及海洋工程學系

二〇〇九年十月十四日

摘要

本計劃研究之目的為探討電子化輔助教材融入傳統式教學對於大學部高年級學生在專業實驗課程之預習準備過程中學習成效之影響及評估，計劃實施課程為工程科學及海洋工程科學系之學年度上學期的電子學實驗課程，此課程之設計為大學部高年級同學修過電工學、邏輯電路、電子學等課程之後的專業實驗課程。我們使用台大網路非同步教學系統(NTU Ceiba)深入追蹤學生學習之效果，透過問卷調查及深入訪談，我們發現對照組學習者對於使用電子化課程教材在專業實驗課程的學習有高度的興趣。經由本研究計劃，我們了解大學部高年級學生在專業實驗課程上對於數位輔助教材之需求方向，研究成果可以提供大學教學機構對於專業實驗課程電子化數位輔助教材設計之模型及參考，同時增加工程科學及海洋工程學系之電子學實驗課程預習和複習教學之電子化教材，提供未來修習本實驗課程之學生在學習方法上有數位電子化教材之輔助。

(一) 目的與背景

本計劃之目的為研究大學部高年級學生在專業實驗課程上接受傳統式實驗教學和透過電子化輔助教材之實驗教學，探討這兩種教學方法在學習專業實驗課程前之預習準備上的學習動機及教學成效。藉由電子化輔助教材無時空之限制，讓學習者可以不僅在實驗課程前作為預習準備，也可在實驗課程後做為其反思複習之教學，了解專業實驗課程內容之原理以及實務上之應用，然而電子化輔助教材缺乏教學者親自授學，是否會影響大學部高年級學生對於專業實驗課程之學習，在這個計畫中將深入探討。藉由此研究，將可以了解電子化輔助教材在改善大學部高年級學生對於專業實驗課程教學中缺乏主動學習之困境，並可探討透過電子化教材使學生在學習上能夠引發動機以及誘導積極學習之程度影響。

計畫主持人自 2006 年開始於每學年度上學期在工程科學及海洋工程學系開設電子學實驗，之前皆為採用傳統式教學方法，利用本系自行設計的電子學實驗教材教學，並讓修課學生分組操作實驗，目的為讓高年級大學部學生在學習過電工學、邏輯電路、電子學等專業課程之後，能夠有一個專業的實驗課程，藉由實驗操作了解這些專業課程中授予的知識。經由授課經驗，計畫主持人發現修課學生對於實驗預習的準備通常不足，雖然修課同學在實驗前必須繳交書面的實驗預報，並經由教學者在實驗前做實驗解說，然而，在實驗過程中常會發現學生對於實驗內容和目的並不清楚的現象發生。基於此，此教學研究計畫之主要目的將研究數位輔助教材教學實施於傳統式實驗教學在高年級大學部學生之專業實驗課程中對於預習準備過程之影響，並藉由本研究過程設計一個能吸引學生的多媒體電腦輔助教學工具，以動畫和遊戲設計為主的方式，建立一個互動式的電子學實驗平台，藉此探討多媒體的環境下是否能夠吸引高年級大學部學生在專業實驗課程上的學習動機，激發學生在遊戲和動畫中自然學習並建構電子學實驗的基本知識。NTU Ceiba 為學校自行研發出來的網路教學平台，教師可在此系統上撰寫課程教材以及進行課程教材的製作，學生也可利用此系統瀏覽課程大綱、課程資訊等資料，我們選定我們已經很熟悉的 NTU Ceiba 網路教學平台來做本研究計畫，了解是否可以透過電子化輔助教材結合 NTU Ceiba 環境使學生能夠方便在實驗課程之前利用數位化教材預習實驗內容，或者在實驗課程後反思實驗內容及其中之知識，使得學生可以得到更寬闊的學習環境，並增加電子學實驗課程之教學方法多元化。

(二) 文獻回顧

在科學或工程研究和教學領域上，常需使用各式商用軟體或者科學家及工程師自行開發之程式，然而對於新的使用者而言，常常面臨自行閱讀使用手冊，摸索如何使用，學習的困難度通常很高，因此，開發一個良好的電子化學習環境，可以使科學教學或者軟體學習上得到較好的效果。G. Degrande 和 K. Geraedts 利用科學及工程領域常使用的 Matlab 軟體，在其上面對 Matlab 中的彈性力學工作庫(Elastodynamics Toolbox)建構一個

電子化的學習環境，他們的研究主要是為了課程上的需要，而開發出來的電子化學習環境，他們發現不僅可以使學生學習較為容易，也可作為科學研究上的範例[1]。徐嘉澤等人利用 Macromedia 公司出版的 Flash MX 軟體來模擬電子電路實驗模組和實驗儀器(如示波器和訊號產生器等)，在多媒體環境下建構電子電路實驗的電腦輔助教學平台，提供學生在電腦上隨心所欲地練習電子電路實驗的內容[2]。

在學習者的認知理論上，David Kolb 等人提出學習循環過程 (learning cycle)包含四各主要的過程[3]:體驗經歷階段(experiencing)後會進入沉思階段(Reflecting)，再進到概念建構階段(Conceptualizing)，之後會尋求試驗階段(experimenting)以了解應用可行性，這個階段之後又會產生新的體驗經歷階段(experiencing)，進到下一個學習循環，而這樣的過程可以由淺而易懂的教材進入到艱深複雜的理論觀念，David Kolb 並認為學習者有各式不同的學習方法和過程，並且認為這樣的學習循環過程並沒有絕對哪一項是第一個過程，對於不同的學習者可能會有各自喜好的學習方法，有些學習者喜歡先了解理論再進一步深入，有些學習者喜歡先動手做再思考了解，並不一定有絕對的開始，但都會進入到學習循環過程，一個良好有效的學習必須經歷過這四各階段，方能使學習者將學習的知識了解掌握並能加以運用。

在學習模式、策略和教學方法設計上，J. H. Wu 等人利用 hypercube 模型來探討及分析傳統教室和電子化學習環境對於學習和教學模式的不同，發現當科技採用到教學上時，學習者、教學者和教學機構都會需要極大的轉變來接受由傳統教室教學轉化到電子化環境數位學習[4]。蔡寬信利用「後向設計」模式設計網站式課程，而後向設計主要有三大步驟：由預期之終點目標往前推所需之決定證據，再往前推測計畫學習經驗，根據蔡寬信的研究發現這樣的「後向設計」之設計模式可以有眾多優點，例如可以增進學生的學習，增加學生學習的方法，降低教學者運用新科技之負擔等等[5]。莊菁怡利用中正大學網路教學系統與 K12 數位學校所開設之網路課程探討學習策略在電子化教學環境中對於學習滿意度之影響，其研究發現學習策略影響學生學習動機為正相關[6]。隨著網際網路的普及以及發達，全球資訊網結合了圖文、影音、視訊等之功能，使得網際網路已成為現在的主流，尤其是將網路學習應用在教育層面上，突破了傳統式教學的知識傳遞方法，學習不再有空間與時間上之限制。學習者可以透過網際網路的方法獲得有用的電子化教材，藉以達到學習之效果，更能引發學習動機以及培養主動學習之積極態度[7]。應用在教育層面，使得網路教學逐漸成為教學的配備與潮流，不僅可以輔佐傳統教室現場教學，也能獨立建構虛擬教學，有效提升傳統教學的效能，並擴大教育傳播的範疇以及能力[8]。國內近幾年推動電子化學習已經從學前教育一直延伸至終身學習，教育部近幾年來強力推動的「資訊融入教育」政策，還有各大專院校開設之線上課程、遠距教學等電子化課程之趨勢，教育界以及企業界制定相關課程之政策，使用電子化學習已是現今之潮流[6]。

對於數位學習使用者來說，學習資料將更容易被記憶，也較能夠吸引其注意。即使

教學者與學習者有時空上的距離，仍可透過科技技術來傳播學習內容，甚至溝通其學習上所面臨之問題，然而，由黃莉雯之研究發現課程學習者之個人屬性不同時(例如性別、年齡、教育程度、職業等等)，對於同一內容之數位學習教材有顯著之差異，提供了數位學習系統開發者應針對課程學習者之個人屬性作個人化之數位學習教材以提昇學習效果[9]。而電子化教材目前應用的範圍包含投資管理[10]、藝術與人文[11]、以 3D 動畫呈現電腦硬體拆裝等[12]。因此將電子學實驗課程之教材電子化輔助教學，較能引起學生興趣，以及增加學生對於課堂上理論的吸收。

在教學和學習成效上，使用傳統式教學或採用數位學習各有其優缺點，目前許多教學方法已經逐漸混合傳統式教學和數位學習，稱為 Blended Model (混合式)的教學模式，同時利用兩者的優點，讓教學效果和學生學習成效提升 [13]。尤其是實驗型的課程，教育者的角色很難完全以數位學習科技技術取代，必須有教育者面對面授課，學生才能對實驗課程更加有臨場感以及互動感，也是因此實驗課程難以完全只用數位教材來教學，然而，許多研究亦發現透過數位教材配合傳統式教學確實能夠提昇學習成效[5, 6, 8]，因此，實驗課程如果能夠透過將課程教材電子化，使得學生更容易取得資訊，因此將電子化教材融入傳統式教學，可以達到輔助教學之效果。

(三) 研究問題內容及重要性

本計劃之研究的主題在於討探運用電子化輔助教材於專業實驗課程上對於學生學習預習課程成效之影響，使學生對於電子學實驗課程感到興趣，並且加以積極學習。本計畫實行方法是使用台大 Ceiba 系統作為電子學實驗課程電子化輔助教材的教學平台，透過教學平台上電子化輔助教材使得學生可以不受限於地點、時空上的距離限制，進而達到無所不在的學習模式。

電子化教材將會以影音檔案或動畫檔案以及圖文式文章方式呈現，透過影音或動畫教學以及圖文式的文章閱讀，再加上即時的線上小測驗，使得學生在未進實驗室操作實驗之前就可以輕鬆達到預習實驗教材的功能，取代了以往傳統式教學的刻版預習方法或測驗方式。並且藉由電子化輔助教材無時空之限制，學生將可以在任意時候重新預習或複習電子化輔助教材，以完成 David Kolb 等人提出之學習循環過程 (learning cycle)[3]。教師方面也可透過此系統的線上即時測驗來追蹤學生的學習情形，對於課程上教學時也較能掌握學生能力以及不懂之處再加以深入探討。利用此教學系統還可以對於學生做一項長期的學習成果追蹤。

在眾多的數位學習教材開發中，大部分侷限於因應學習市場之需求，因此坊間大部分的數位學習教材以國小、國中、高中居多，大學教學的數位學習教材則以學習者較多之教學課程為多，例如語文方面之課程，大學教學的實驗課程之數位教學教材更是明顯集中在少數基礎實驗課程，例如普通物理實驗、普通化學實驗或者普通生物實驗等大學

部低年級之基礎實驗課程，然而對於大學部高年級之專業實驗課程常因為教學者人數不如一般基礎實驗課程眾多，或者教學資源上缺乏較集中之規劃，導致在大學部高年級之專業實驗課程數位化教材輔助教學上之研究極為缺乏，也難以得知數位化教材輔助教學在大學部高年級專業實驗課程上之影響。

本計劃將以工程科學及海洋工程學系大學部高年級之專業實驗課程-電子學實驗作為研究內容，探討電子化輔助教學對於大學部高年級專業實驗課程對於學生之學習成效的影響，本計劃之研究成果將可作為大學機構對於電子化輔助教材使用在專業實驗課程上教學設計之模型及參考。本研究計畫將對同時使用 NTU Ceiba 非同步教學平台與傳統式教學交互使用，改善只使用數位學習上互動性不足之缺點，並且增加傳統式教學之生動活潑性。提升學習者學習意願。讓學生除了在課堂學習知識外，還可以透過網際網路獲得知識上的資訊。實驗課程教材電子化與傳統式教學交互使用，藉以達到教學品質上嶄新的成效。

(四) 研究方法

(四之一) 對象

工程科學及海洋工程學系電子學實驗之學生，皆為大三以上之高年級大學部學生，大部分學生為大三學生，少部分為大四學生，並有外系學生選修此課程。

(四之二) 進行方法

我們將本研究案之執行方法敘述如下，並規劃研究計畫之工作進度甘氏圖如附錄一。本研究案推行計劃是以電子學實驗課程為主，將分成實驗組與對照組來做比較。其中對照組為未使用過電子化教材的學生，教材方面採用文字敘述形式的實驗手冊。實驗組為使用過電子化教材的學生，實驗課程教材以多媒體的形式呈現，取代以往單純使用文字敘述的實驗課程教材。藉以比較實驗組之電子化輔助實驗教學及對照組之傳統實驗教學對於教學成效和學習者之學習效果。由於電子學實驗課程開課時間為一學年之上學期，在進行本研究案時，將第一學年上學期修課學生分為對照組，第二學年之上學期修課學生分為實驗組。在進行此電子學實驗課程期間，將學生分成小組選擇其中一項子實驗利用影片、動畫型式完整紀錄實驗過程，並且製作。學生製作的動畫影片將成為下一學年修課學生的展示範例教材。由於本研究案為第一年實施，第一學年之修課學生使用的電子學實驗課程教材仍然以文字敘述的實驗手冊為主，並未採用電子化輔助教材呈現的教材。藉由對照組及實驗組修課學生採用不同教材對於電子學實驗課程上的學習影響是本研究案的重點。

我們將研究進行方法分成教學者層面和學習者層面，並針對電子化輔助實驗教學說明如下。

教學者層面：將課程教材上傳至 NTU Ceiba 系統提供學生下載。

- 實驗課程前之預習課程部份：
 - ✓ 圖文方面：電子學實驗的課程大綱、上課講義。
 - ✓ 影音及動畫方面：動畫、影片呈現實驗課程內容（例如：如何使用三用電錶、示波器的使用、電源供應器之使用方法等）。
- 實驗課程後之複習課程部份：
 - ✓ 圖文方面：電子學實驗課之重點筆記。
 - ✓ 影音及動畫方面：電子學實驗課教學影帶和設計動畫。
- 配合討論看板管理及公佈欄管理：利用問題聊天室，讓學生發表問題，與老師進行互動式的學習，收集學生對於電子學實驗之電路的疑難雜症，將其解決方法公佈於上面，使得學生可以在公佈欄上面獲得資訊，改善對於電子學實驗課程遇到困難而放棄的窘境，提升學生學習意願以及主動學習的積極態度。
- 線上批改作業及成績公佈：可以利用網頁收集學生繳交之作業進行即時批改作業，並且公佈學生作業繳交情形以及即時公佈成績。

學習者層面：學生可以利用 Ceiba 系統上傳電子學實驗課之報告、還可以查詢自己每次實驗的成績以及實驗報告之教師建議。學生可在討論版上提出問題參與討論，教師可藉由此討論區與學生進行課後互動，進而瞭解學生問題。

- 資料查詢：學生可在電子學實驗課前利用電子化輔助教材預習，利用 Ceiba 系統可以查詢並且下載電子學實驗課之課程大綱、上課講義、相關儀器教學影帶等資訊。
- 線上作業：學生可以利用此系統在不同的地點隨時上傳報告。
- 討論看板及公佈欄：學生可以採取小組式討論，可以提出電子學實驗上遇到之難題。學生可在此公佈欄上傳自己的期末小專題，進行線上期末發表。
- 線上即時測驗：學生在瀏覽了線上影音教學後，可使用此功能進行線上即時測驗，藉以預習並且了解電子學實驗課程的內容，取代傳統式刻板之測驗模式。

使用台大 Ceiba 系統層面：

如圖一所示，根據電子學實驗課程的內容，依照實驗的主題分別匯入多媒體教材於台大 Ceiba 網頁上。其中包含了課程資訊、教師資訊、公佈欄、課程內容、討論看板、即時討論室等多元化的功能。使用此教學平台功能放置電子化教材，使學習者能不在時間與空間的限制下也能在網路上即時下載影音檔案進行預習、複習的學習行為。其中內容檔案為對照組修課學生在修課期間利用影片、動畫型式彙整並且紀錄實驗課程內容的多媒體動畫檔案。圖二為台大 Ceiba 電子學網頁中的公佈欄功能，內容連結至電子學實驗課程線上動畫及預習問答的網頁上，透過這樣的連結，使得學習者在觀看完電子學實驗的課程內容動畫檔案後，能夠即時線上作答，並且使得教學者能夠確切掌握學生在觀看完電子化輔助教材後對於學習上的吸收程度。學習者也可以透過反覆觀看電子化教材達到預習、複習實驗課程的效果，透過線上即時作答，使得學習者可以再次反覆思考自己觀看電子化教材對於實驗課程上的了解程度。教學者也可以收集學習者在線上作答完畢後

的分數，當作一項學習者在使用電子化輔助教材後的學習指標。圖三為電子學實驗課程網頁中的資源分享功能，內容包含了教學者提供許多與電子學實驗課程相關的其它連結網頁，學習者可以透過資源分享功能，連結至其他教學網頁觀看實驗課程的相關資訊，並且透過這樣的功能可以使得學習者學習到更多甚至進階的實驗課程相關知識。資源分享功能版中不僅教學者可以提供分享其他教學網頁的資訊，學習者也可以分享自己搜尋到相關網頁，使得學習者除了觀看電子化教材外，也可以透過資源分享開放性的功能，引發學習者產生學習動機尋找實驗課程相關資訊的學習行為。圖四為電子學實驗課程網頁的作業區功能，此功能可以使得學習者透過網際網路的便利性傳送作業到台大 Ceiba 系統上。教學者也可以透過此功能更有效收集學習者上傳之作業。

課程進度			
週次	日期	單元主題	內容檔案
第1週	9/14	儀器介紹、分組、選班代、確定實驗demo組別、發實驗講義	
第2週	9/21	實驗1二極體應用電路1-1, 2, 3, 4	1.swf
第3週	9/28	實驗2濾波器與轉移函數2-1, 2	2-1-2-4.swf
第4週	10/05	實驗2濾波器與轉移函數2-3, 4	2-4.swf 2-3.swf
第5週	10/12	實驗3 BJT特性曲線量測3-1, 2, 3	3.swf

圖一 台大 Ceiba 電子學實驗課程之課程內容畫面

您位於第1 / 1頁 | 共有 3 筆 | 第1頁

公告列表			
編號	公告日期	公告主題	有效期限
3	2009-09-14	線上預習測驗網站	無限期
2	2009-09-04	電子學實驗課程線上動畫及預習問答(預習測驗網站)	無限期
1	2009-09-04	實驗講義word檔	無限期

圖二 台大 Ceiba 電子學實驗課程之公佈欄畫面

網站分享					
名稱	簡介	分享者	評分	點閱數	
台大化學實驗多媒體教學網	台大化學實驗多媒體教學網，點 more >	李佳翰	--	0	
台大電機系大學部電子學實驗室首頁	more >	李佳翰	--	0	
中央大學大氣系洪秀雄教授之大氣科學教學與學習輔助資訊	more >	李佳翰	--	0	
台灣師大物理系 物理教學示範實驗室	more >	李佳翰	--	0	
中興大學 EZ Physics	more >	李佳翰	--	0	
Macromedia Flash MX 試用版	more >	李佳翰	--	0	
Flash MX軟體簡介	more >	李佳翰	--	0	
Flash 8 動態網頁教學	more >	李佳翰	--	0	
台大計中海報輸出	more >	李佳翰	--	0	

圖三 台大 Ceiba 電子學實驗課程之資源分享畫面

作業列表									
已指派的作業									
名稱	成員	繳交方法	成績比重	繳交期限	逾期繳交	繳交日期	作業評語	作業程序	
實驗一結報與數據	小組	線上繳交	4	2009-09-27 24	可以	--	不公布	進入	
實驗二結報與數據	小組	線上繳交	4	2009-10-11 24	可以	--	不公布	進入	
實驗三結報與數據	小組	線上繳交	4	2009-10-18 24	可以	--	不公布	進入	
實驗四結報與數據	小組	線上繳交	4	2009-10-25 24	可以	--	不公布	進入	
實驗五結報與數據	小組	線上繳交	4	2009-11-08 24	可以	--	不公布	進入	
實驗六結報與數據	小組	線上繳交	4	2009-11-22 24	可以	--	不公布	進入	

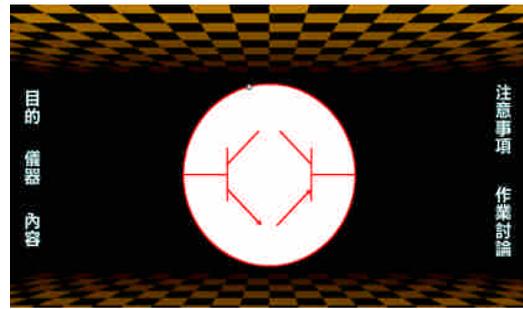
圖四 台大 Ceiba 電子學實驗課程之作業畫面

電子輔助教材方面：

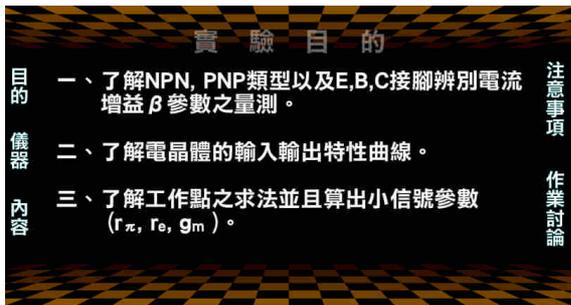
圖五及圖六顯示了以實驗三 BJT 特性曲線之量測以及實驗六雙端輸入放大器的實驗課程為範例之動畫、影音教材的部分畫面，藉由紀錄對照組學生實驗過程，製作並修改動畫成為適合做為實驗預習或複習使用，此動畫檔案作為下一學年修課學生（實驗組）的實驗課程之動畫教材，內容包含實驗課程的目的、流程、內容以及實驗課程的實際操作過程。學習者可以透過影音、動畫等多元呈現的創新課程內容，引發學習者在進入電子學實驗課程前的興趣。並且可以達到預習、複習實驗課程內容的學習行為。



(a)



(b)



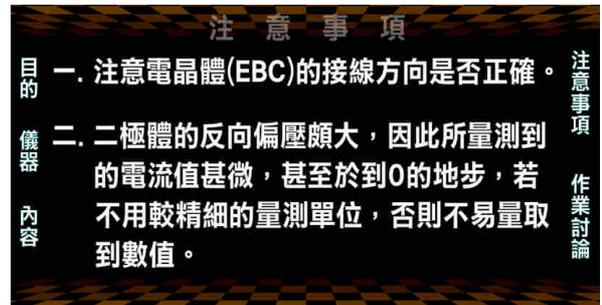
(c)



(d)



(e)



(f)

圖五 實驗三【BJT 特性曲線之量測】部分動畫內容



(a)



(b)



(c)



(d)

圖六 實驗六【雙端輸入放大器】部分動畫內容

(四之三) 資料來源、分析及評估方式

本研究案設計了一份問卷調查是針對未使用過電子輔助教材學生(對照組)，如附錄二。以及隨機取樣六位學生進行深入訪談，藉以深入了解學生在電子學實驗課程上所遇到的問題及困難處。深入訪談問題大綱如附錄三。並且分析學生在使用其數位平台課程教材電子化輔助教學與無使用情況下之學習成效的影響，評估方式將以回收問卷為基準，並輔助以教學意見文字表述。

- 問卷調查結果如下：問卷調查對象主要是針對修習電子學實驗課程未使用電子輔助教材的大學部學生，修課學生為 36 人，回收有效問卷數為 20 份，問卷內容主要包含【學生的基本資料】和【主要問卷內容】兩項部分：

【學生的基本資料】：如表一所示為學生基本資料回收樣本數分別為男生 18 人，女生 2 人。大學部三年級 19 人，大學部四年級 1 人。從此部分的調查中發現，學習者在過去選修其他課程時有使用過電子化教材的人數為 15 人，未使用過的學生則為 5 人。佔了總樣本數的 75%，代表電子化教材已經是一股學習的趨勢。其中從問卷調查中顯示學生上網的時間大多分布在 3 小時~8 小時以上，所佔回收問卷樣本數為最多共 17 人，有少數 3 人平均一天上網時間為 0~2 小時之內。上網的時間也會影響學生在使用電子化教材在學習過程的時間以及使用頻率。上網時數較少的同學可能對於電子化教材的適應程度會有其影響性。而從問卷調查中顯示，未使用過電子輔助教材的學生(對照組)平均一個禮拜使用台大 CEIBA 系統觀看電子學實驗的課程網頁的次數最多為 1 次共 12 人，佔了回收樣本數的 60%。從問卷調查結果顯示指出觀看電子學實驗課程網頁的次數較不頻繁。

表一 問卷調查第一部份 學生基本資料調查結果

問題	人數
Q1 <input type="checkbox"/> 男 <input type="checkbox"/> 女	男生 18 人，女生 2 人
Q2 系級	大學部三年級 19 人，大學部四年級 1 人。
Q3 在別的學科學習上有無使用過電子化教材?	有使用過 15 人，無使用過 5 人。
Q4 平常使用網際網路的時間一日_____小時	0~2 小時共 3 人，3~5 小時共 10 人，8 小時以上共 7 人。
Q5 平常使用台大 CEIBA 系統觀看電子學實驗的課程網頁一個禮拜_____次	0 次 1 人，1 次 12 人，2 次 5 人，3 次 2 人。

【主要問卷內容】：問卷內容主要為了解學習者在未使用過電子輔助教材對於電子學實驗課程內容產生的學習影響。以電子學實驗課程的教學目標出發，又將此部分的問卷問題分成四個部份進行調查，包含認知、情意、技能以及對於未來實驗課程採用電子輔助教材的初步看法。使用非常同意 4、同意 3、不同意 2、非常不同意 1，四種不同程度的量化指標代表學習者對於未使用過電子輔助教材所產生的學習影響。

認知層面：如表二所示根據電子學實驗課程的教學目標，認知部分希望學生能透過課程教材理解實驗課程的內容、目的、流程、操作等知識，問卷調查中第二部份的認知層面調查顯示學生在使用文字敘述型的實驗手冊對於理解實驗課程的流程部份會有比較顯著的幫助，加權平均值為 3.20/4.00，而其他關於理解實驗課程內容、目的以及操作都在 2.80/4.00 以及 2.90/4.00。

認知層面問卷內容：

Q9 電子學實驗課程中所使用的實驗手冊呈現之課程內容對我了解**實驗的內容**是有幫助的。

Q10 電子學實驗課程中所使用的實驗手冊呈現之課程內容對我了解**實驗的目的**是有幫助的。

Q11 電子學實驗課程中所使用的實驗手冊呈現之課程內容對我了解**實驗的流程**是有幫助的。

Q12 電子學實驗課程中所使用的實驗手冊呈現之課程內容對我了解**實驗的操作**是有幫助的。

表二 問卷調查第二部份 認知層面

問題	加權平均值	非常同意 (人數)	同意 (人數)	不同意 (人數)	非常不同意 (人數)
Q9	2.85/4.00	2	15	2	0
Q10	2.85/4.00	2	14	3	1
Q11	3.20/4.00	4	16	0	0
Q12	2.90/4.00	3	12	5	0

情意層面：如表三所示根據電子學實驗課程的教學目標，情意層面希望學生能透過課程教材的閱讀能夠引發學生學習動機並且主動搜尋實驗課程相關資訊，建立主動學習的學習行為模式。本問卷調查第二部份的情意層面主要是調查學習者在未使用過電子輔助教材而是使用文字敘述型的課程教材對於情意層面上的學習幫助程度。從問卷調查結果中顯示學習者對於透過由網路上隨時擷取課程教材感到有較大的興趣，網路學習模式較能夠引起學習者對於實驗課程的興趣，加權平均值為 3.00/4.00。另外使用文字敘述型的課程教材也較能使

學習者與同學間產生討論的學習行為模式，加權平均值為 3.00/4.00。但是學習者對於實驗手冊所呈現的課程內容感到的興趣程度則是無太大的顯著差異，加權平均值為 2.75/4.00。根據 Q8、Q14 調查結果顯示文字敘述型的課程教材對於學習者在複習以及預習方面的幫助程度則是無太大顯著差異，加權平均值分別為 2.60/4.00 以及 2.70/4.00。學習者實驗課程的投入度也不會太高，加權平均值為 2.75/4.00。但是在收集實驗課程相關資訊方面與情意層面的其他問題調查結果比較起來則有較好的結果，加權平均值為 2.85/4.00。原因可能是因為文字敘述型的課程教材內容較為缺乏，使得積極型的學習者會在搜尋相關的資訊。

情意層面問卷調查內容：

Q6 我對電子學實驗課程中所使用的實驗手冊呈現之課程內容感到有興趣，並會主動閱讀。

Q7 我對電子學實驗課程中所使用的實驗手冊呈現之課程內容，能隨時下載並且觀看這樣的學習模式感到有興趣。

Q8 電子學實驗課程中所使用的實驗手冊呈現之課程內容會引起我想要多花一些時間來預習、複習實驗課程內容。

Q14 電子學實驗課程中所使用的實驗手冊呈現之課程內容對我預習、複習實驗課程內容是有幫助的。

Q15 電子學實驗課程中所使用的實驗手冊呈現之課程內容，使我更想投入在實驗過程中。

Q16 電子學實驗課程中所使用的實驗手冊呈現之課程內容，會引發我收集與實驗課程相關的資料。

Q18 電子學實驗課程中所使用的實驗手冊呈現之課程內容，會使我想要與同組同學討論實驗課程的內容。

表三 問卷調查第二部份 情意層面

問題	加權平均值	非常同意 (人數)	同意 (人數)	不同意 (人數)	非常不同意 (人數)
Q6	2.75/4.00	2	12	5	1
Q7	3.00/4.00	3	15	1	1
Q8	2.60/4.00	1	11	7	1
Q14	2.70/4.00	2	11	6	1
Q15	2.75/4.00	1	14	4	1
Q16	2.85/4.00	1	16	2	1
Q18	3.00/4.00	3	14	3	0

技能層面：如表四所示根據電子學實驗課程的教學目標，技能層面希望學生能透過課程教材的對於實驗課程的技能操作方面有具體的表現。根據問卷調查顯

示，文字敘述型的課程教材對於學習者在實際上操作電路實驗以及理解電路的動作原理時有一定的限度，加權平均值為 2.70/4.00，而在引發學習者主動思考並且解決電路問題時則較有幫助，加權平均值為 2.85/4.00。

技能層面的問卷內容：

Q13 電子學實驗課程中所使用的實驗手冊呈現之課程內容對我實際操作電路的技能是有幫助的。

Q17 電子學實驗課程中所使用的實驗手冊呈現之課程內容，會引發我在實驗課程中主動地思考解決問題的方法。

表四 問卷調查第二部份 技能層面

問題	加權平均值	非常同意 (人數)	同意 (人數)	不同意 (人數)	非常不同意 (人數)
Q13	2.70/4.00	3	10	5	2
Q17	2.85/4.00	3	11	6	0

未來實驗課程採用電子輔助教材的總體看法：如表五所示，本問卷調查第二部份 Q19 ~ Q23 皆是調查學習者對於未來實驗課程若採用電子輔助教材的總體看法，從問卷調查結果顯示，加權平均值皆高於 3.25/4.00。代表學習者對於採用電子輔助教材應用在實驗課程上的歡迎度是很高的，學習者更認為電子化教材有比較多元的影音、動畫呈現較能引起他們在實驗課程上的動機，同時也是未來學習的趨勢。

電子輔助教材的總體看法問卷內容：

Q19 我認為電子學實驗課程搭配電子化教材(如影音、動畫的多媒體等形式)的學習模式能提供較好的學習環境。

Q20 我認為電子學實驗課程搭配電子化教材(如影音、動畫的多媒體等形式)的學習模式是未來的學習趨勢。

Q21 我認為在電子學實驗課程中加進網路電子化教材(如影音、動畫的多媒體等形式)會比傳統式書本教學更能引起學習動機。

Q22 我認為在電子學實驗課程中加進網路電子化教材(如影音、動畫的多媒體等形式)會讓學生的學習效果比一般講學的上課方式好。

Q23 我認為在電子學實驗課程中加進網路電子化教材(如影音、動畫的多媒體等形式)除了應用在電子學實驗課程外也可以幫助個人在其他課程上的學習。

表五 問卷調查第二部份 學習者對於未來實驗課程採用電子輔助教材的總體層面

問題	加權平均值	非常同意(人 數)	同意(人數)	不同意(人 數)	非常不同意 (人數)
Q19	3.30/4.00	6	14	0	0
Q20	3.35/4.00	7	13	0	0

Q21	3.25/4.00	7	11	2	0
Q22	3.35/4.00	8	11	1	0
Q23	3.45/4.00	10	9	1	0

- 深入訪談結果：深入訪談對象為未使用過電子輔助教材的修課學生，隨機抽取六位同學進行深入訪談，藉以了解學習者在使用文字敘述型態的課程教材對於實驗課程的學習影響。

電子學實驗課程對於學習者在實驗課程上的困難處整理如下：

- I. 同學認為在電子學實驗課程的部分實驗單元理論與電子學課程較無法銜接上，導致於電路原理的不理解，在實際操作電路實驗時會產生學習上的疑惑。
- II. 實驗儀器容易故障使得在實際操作電路實驗時功能無法呈現，也很難找到電路問題的根本原因。
- III. 同學認為文字敘述的實驗講義講述的原理和實驗過程太過抽象簡略，內容艱深難懂使得學習者在閱讀上容易感到無所適從。

電子輔助教材的呈現對於學習者的學習影響整理如下：

- I. 同學認為文字敘述的實驗講義讓人在閱讀時的效率較慢，而且較難理解，如果將實驗手冊改成影音、動畫的方式呈現會使人閱讀時間較快，而且易懂，對於偵錯電路方面的問題也可以提早注意或是參考解決辦法，並且可以增加在實驗課程上的興趣以及效率。
- II. 認為透過網路學習的電子輔助教材會比較有時間上的彈性，並且可以重覆觀看，多元的媒體方式呈現也使得學習者在學習過程中較容易感到興趣。
- III. 在實際操作電路實驗方面的學習影響，修課同學認為文字敘述的課程教材較無法實驗演練操作電路實驗的流程，如果是多媒體的電子輔助教材方式呈現，可以使得他們預先觀看並且參考多媒體教材呈現的實驗流程，確切掌握實驗的方向性。
- IV. 在收集實驗課程相關資訊方面，有部分訪談的同學認為文字敘述的課程講義由於內容不夠詳盡會在尋找其他相關訊息，若是多媒體呈現的課程教材可能會使他們比較不會去尋找其他相關實驗課程資訊，原因是認為可能多媒體的課程教材較具體。
- V. 在操作電路解決問題方面，訪談同學認為文字敘述的課程教材較無法提供解決問題的方法，而多媒體呈現的課程教材雖然可以提供解決問題的方向性，但也無法全面並且深入的解決學習者在實驗課程中遭遇的困難處。
- VI. 一般講堂式教學與網路學習對於學習者的影響方面，訪談的部分學生認為，他們上網的時間都比較長，加上網際網路的資訊過度發達，因此對於透過網路呈現的電子輔助教材學習上的適應度應該是足夠的，不過也

認為與教學者上的互動會比較低，不過也有少數同學由於上網時間較少，仍然較喜歡一般講堂式的教學方法，認為一般講堂式的上課方式，較容易使他專心，對於電路原理上的理解也較清楚，學習者建議若將電子輔助教材搭配一般講堂式的教學方法應該會更好。

電子輔助教材的優缺點整理如下：

優點整理如下：

- I. 電子輔助教材比文字敘述的課程教材更容易使得學習者理解實驗課程內容以及流程。
- II. 電子輔助教材比文字敘述的課程教材更容易使得學生想要反覆觀看，增加學習者在觀看課程教材的趣味性且較有效率。
- III. 電子輔助教材提供的課程教材比文字敘述的課程教材較多元，節省上課時間並且可以預習實驗課程內容。

缺點整理如下：

- I. 電子輔助教材在學習上的互動性比較低。
- II. 同學認為電子輔助教材相當於說明書功能，雖然可以提供部分電路解決方法，但實際操作電路時還是不能全面解決電路問題。
- III. 對於家裡沒有電腦的學生容易造成學習上的負擔。

學習者對於電子輔助教材的其他建議：

- I. 訪談同學都認為電子學實驗課程中加入電子輔助教材是個很好的教學方法，但仍希望教學者可以提供更多在實際操作電路時的經驗分享。
- II. 能與電子輔助教材互動會更好，認為如果可以將電子輔助教材改成模擬實驗的方式。
- III. 同學認為如果在未來實驗課程中加入電子輔助教材應該要多多推廣使用率才會提高。

(五) 結論及未來工作

由於探討之電子學實驗課程每年度只在上學期開授一次，加以本計畫為一年計畫，因此在撰寫此報告時正在進行第二年之實驗組學習者對於使用電子化教材在大學部高年級學生之專業實驗課程上的學習成效之研究，現階段在第一年完成探討對照組學習者對於使用電子化教材在大學部高年級學生之專業實驗課程上的學習成效之研究資料，我們選擇台大非同步教學 Ceiba 系統來作為此研究案之教學平台，教師方面透過 Ceiba 系統也可以對於學生之學習狀況進行長期追蹤以及分析，透過問卷調查之量化分析，及深入訪談之質性探討，我們發現對照組學習者對於使用課程教材電子化在專業實驗課程的學習之影響有正面之看法。

規劃藉由第二年之實驗組學習者之問卷調查和深入訪談之研究，將可以對於了解大學部高年級學生對於專業實驗課程上利用電子化教材之學習成效的效果和改進方法。未來預期藉由本研究之執行，不僅可以了解大學部高年級學生在專業實驗課程上對於數位輔助教材之需求方向，研究成果並可提供大學教學機構對於專業實驗課程電子化數位輔助教材設計之模型及參考，同時藉由課程教材電子化應用在工程科學及海洋工程學系之電子學實驗課程上，作為改善本實驗課程之教學，提供未來修習本實驗課程之學生在學習方法上有數位電子化教材之輔助。

誌謝

感謝台灣大學教學發展中心支持本計劃並提供研究經費，感謝撥冗接受問卷調查和深入訪談之學生，特別感謝長榮大學國際企業學系李敏瑜教授在高等教育理念和統計分析技巧上所提供之寶貴意見，及問卷設計和訪談調查上提供之建議，讓本計劃得以順利進行。

參考文獻

- [1] G. Degrande and K. Geraedts, "An electronic learning environment for the study of seismic wave propagation," *Computers & Geosciences* **34**, 569–591 (2008).
- [2] 徐嘉澤、林國瑞、賴韋廷，電子電路實驗平台之多媒體模型設計與製作，2006數位學習研討會，屏東，台灣 (2006)。
- [3] J. Duggleby, *How to be an Online Tutor*, (Gower, Hamsphire, England, 2000).
- [4] J.-H. Wu, R. D. Tennyson, T.-L. Hsia, and Y.-W. Liao, "Analysis of E-learning innovation and core capability using a hypercube model," *Computers in Human Behavior* **24**, 1851–1866 (2008).
- [5] 蔡寬信，網際網路時代的課程設計模式—網站式課程設計初探，2008數位學習與生活研討會，屏東，台灣 (2008)。
- [6] 莊菁怡，電子化學習環境中學習策略對學習滿意度之影響，中正大學資訊管理研究所，碩士論文 (2005)。
- [7] 郝德慧，運用合作學習理論探討以網路社群方式進行非同步數位學習之護理在職教育，台北醫學大學資訊研究所，碩士論文 (2004)。
- [8] 藍月蓮，一個數位教學架構的模式探討，南華大學資訊管理學系，碩士論文 (2003)。
- [9] 黃莉雯，數位學習管理系統與個人屬性對使用者滿意度之研究-以台灣知識庫數位學堂為例，台中健康暨管理學院國際企業學系，碩士論文 (2005)。
- [10] 巫青燕，管理課程線上互動模擬環境的建立與實證-以投資管理訓練為例，暨南國際大學資訊管理學系，碩士論文 (2005)。
- [11] 魏吉宏，不同媒體型態數位教材對國小高年級學生藝術與人文領域學習成效之研究，新竹教育大學進修部課程與教學碩士班，碩士論文 (2005)。
- [12] 沈定韜，多元化整合數位教材發展之研究-以電腦硬體拆裝為例，樹德科技大學資

訊工程學系，碩士論文 (2006)。

[13] 詹金郁，台灣地區企業採用數位學習影響因素之研究，朝陽科技大學企業管理學系，碩士論文 (2006)。

附錄一 學生使用電子學實驗課程之教材電子化之問卷調查

親愛的受訪者您好：

以下問卷為調查電子學實驗課程使用台大 CEIBA 系統進行電子學實驗課程教材電子化的調查問卷，請各位同學耐心回答下列問題：

第一部分：基本資料

1. 男 女
2. 系級：
3. 在別的學科學習上有無使用過電子化教材？
 有 無
4. 平常使用網際網路的時間一日_____小時
5. 平常使用台大 CEIBA 系統觀看電子學實驗的課程網頁一個禮拜_____次

第二部份：問卷內容

6、我對電子學實驗課程中所使用的實驗手冊呈現之課程內容感到有興趣，並會主動閱讀。

非常同意 同意 不同意 非常不同意 其他意見_____

7、我對電子學實驗課程中所使用的實驗手冊呈現之課程內容，能隨時下載並且觀看這樣的學習模式感到有興趣。

非常同意 同意 不同意 非常不同意 其他意見_____

8、電子學實驗課程中所使用的實驗手冊呈現之課程內容會引起我想要多花一些時間來預習、複習實驗課程內容。

非常同意 同意 不同意 非常不同意 其他意見_____

9、電子學實驗課程中所使用的實驗手冊呈現之課程內容對我了解實驗的內容是有幫助的。

非常同意 同意 不同意 非常不同意 其他意見_____

10、電子學實驗課程中所使用的實驗手冊呈現之課程內容對我了解實驗的目的是有幫助的。

非常同意 同意 不同意 非常不同意 其他意見_____

11、電子學實驗課程中所使用的實驗手冊呈現之課程內容對我了解實驗的流程是有幫助的。

非常同意 同意 不同意 非常不同意 其他意見_____

12、電子學實驗課程中所使用的實驗手冊呈現之課程內容對我了解實驗的操作是有幫助的。

非常同意 同意 不同意 非常不同意 其他意見_____

13、電子學實驗課程中所使用的實驗手冊呈現之課程內容對我實際操作電路的技能是有幫助的。

非常同意 同意 不同意 非常不同意 其他意見_____

14、電子學實驗課程中所使用的實驗手冊呈現之課程內容對我預習、複習實驗課程內容是有幫助的。

非常同意 同意 不同意 非常不同意 其他意見_____

15、電子學實驗課程中所使用的實驗手冊呈現之課程內容，使我更想投入在實驗過程中。

非常同意 同意 不同意 非常不同意 其他意見_____

16、電子學實驗課程中所使用的實驗手冊呈現之課程內容，會引發我收集與實驗課程相關的資料。

非常同意 同意 不同意 非常不同意 其他意見_____

17、電子學實驗課程中所使用的實驗手冊呈現之課程內容，會引發我在實驗課程中主動地思考解決問題的方法。

非常同意 同意 不同意 非常不同意 其他意見_____

18、電子學實驗課程中所使用的實驗手冊呈現之課程內容，會使我想要與同組同學討論實驗課程的內容。

非常同意 同意 不同意 非常不同意 其他意見_____

19、我認為電子學實驗課程搭配電子化教材(如影音、動畫的多媒體等形式)的學習模式能提供較好的學習環境。

非常同意 同意 不同意 非常不同意 其他意見_____

20、我認為電子學實驗課程搭配電子化教材(如影音、動畫的多媒體等形式)的學習模式是未來的學習趨勢。

非常同意 同意 不同意 非常不同意 其他意見_____

21、我認為在電子學實驗課程中加進網路電子化教材(如影音、動畫的多媒體等形式)會比傳統式書本教學更能引起學習動機。

非常同意 同意 不同意 非常不同意 其他意見_____

22、我認為在電子學實驗課程中加進網路電子化教材(如影音、動畫的多媒體等形式)會讓學生的學習效果比一般講學的上課方式好。

非常同意 同意 不同意 非常不同意 其他意見_____

23、我認為在電子學實驗課程中加進網路電子化教材(如影音、動畫的多媒體等形式)除了應用在電子學實驗課程外也可以幫助個人在其他課程上的學習。

非常同意 同意 不同意 非常不同意 其他意見_____

附錄二 學生使用電子學實驗課程之教材深入訪談調查大綱

1. 您認為電子學實驗課程對於您在學習上有哪些困難處?
2. 您認為使用多媒體教材呈現電子學實驗課程有助於解決您在學習上遇到的困難嗎?
3. 本課程另外使用多媒體的方式呈現實驗課程內容，對於這樣的學習模式能增加您在學習電子學實驗課程的興趣嗎?
4. 您認為電子化教材對於學習上有哪些優點? 有哪些缺點?
5. 除了一般講學上課模式外，增加電子化教材呈現實驗課程內容，您對於以網路學習模式取代以往一般講學上課模式之適應度如何?
6. 電子化教材對於您在了解電子學實驗課程有哪些幫助?
7. 電子化教材對於您在實際操作實驗課程時有哪些幫助?
8. 電子化教材能提供您對實驗課程的問題解決能力嗎?
9. 電子化教材呈現實驗課程內容，會促使您產生動機想再多收集與實驗課程相關的資訊嗎?如果有產生動機，請問您有收集哪些相關資訊?從何處找資料?
10. 在台大非同步課程管理系統(NTU CEIBA)上之電子學實驗課程網頁中的電子化教材，請問您認為哪些實驗的電子化教材之格式可以幫助您在實驗課程上的吸收?
11. 對於電子學實驗課程中加進電子化教材有無其他任何建議。