科學教育學刊
2011, 第十九卷第六期, 549-579

Chinese Journal of Science Education
2011, 19(6), 549-579

高職學生電工機械混成式數位學習效果

張基成*　徐郁昇

國立臺灣師範大學　科技應用與人力資源發展系

(投稿日期：民國100年9月11日，修訂日期：民國100年11月15日，接受日期：民國100年12月26日)

摘要：本研究探討混成式數位學習對電工機械的學習成效(包括成就測驗與自我覺知效果)之影響。實驗對象為高職電機科二年級修習「電工機械」課程的兩班學生，實驗組學生33名與控制組32名。實驗組為混成式數位學習，控制組為傳統式教室學習，實施時間為期五週。結果顯示：(1)混成式數位學習與傳統式教室學習在學生的成就測驗上無顯著差異。(2)混成式數位學習的自我覺知效果顯著優於傳統式教室學習，其中認知效果最高，技能次之。(3)接受混成式數位學習之後的「自我覺知效果(認知、技能、情意)」顯著優於之前的。本研究結論為混成式數位學習對於學生的成就測驗無顯著影響，但對於自我覺知效果有顯著正面影響。

關鍵詞：自我覺知效果、混成式數位學習、電工機械、學習成效

壹、研究背景與動機

隨著資訊科技與網際網路的持續創新與發展，網路或數位學習科技無疑地已澈底改變了整體教育或是學習的生態。然而，數位學習(e-learning)並非適用所有的課程，必須要考量課程的特性，所以傳統式教室學習(traditional c-learning)仍存有數位學習難以取代之優點(謝尚賢，2004)。Cross (2006)指出，採用完全數位學習(fully e-learning)或非混成式學習(non-blended learning)是無法想像的，因電腦無法單獨有效完成訓練的工作。混成式數位學習(blended learning)同時擁有教師導向的傳統式教室學習與學習者導向的數位學習的優點，除了降低網路課程的冰冷互動感，避免人際疏離或學習挫折而中輟的原因之外，亦可提升學習的品質與成效(Cottrell & Robison, 2003; Singh, 2003)。Rooney (2003)提到，美國訓練與發展學會(American Society of Training and Development [ASTD])於2003年宣稱，混成式數位學習在未來是一個趨勢，無論在學校教育或企業訓練上的使用都會增加。因此，混成式數位學習逐漸發展成為教育運用的趨勢(Kim & Bonk, 2006)，成為大部分課程都可適用的學習模式(Wakefield, Carlisle, Hall, & Attree, 2008)。

許多教學者嘗試使用網路資訊科技或數

*通訊作者：張基成

位學習網站做為輔助學生學習的主要管道，例如國立中山大學的「網路大學校」(http://cu2.nsysu.edu.tw/)、國立中央大學的「亞卓市」(http://api.educities.edu.tw/)等(林甘敏、陳年興、方國定，2005)。反觀目前高職的學校中，教師利用數位學習網站以作為輔助學生的方式較不普遍。目前行政院勞工委員會推動的「多元職訓網路數位學習計畫」，其架設的「職訓數位學習網」以電機類、電子類、餐飲服務等課程內容作基礎學習。其中，電機類「變壓器」單元的基礎課程與高職的電工機械課程兩者內容可相輔相成。電工機械是現今高職電機科所需開設的必修課程，更是升四技二專必考科目之一，所以電工機械課程在高職電機科扮演極為重要的角色。

高職的特色為實習課程，大多採「動手做」或「做中學」等方式。然而，在實習課程中教師卻面臨許多問題，例如太多學生、學校設備不足等，所以無法妥善處理學生學習差異的程度，造成無法有效的達成學習目標(Roblyer, 2006)。因此，若運用混成式數位學習可以彌補傳統式教室學習的不足，讓學習活動延伸到教室之外，使學習更具廣度與深度。另外，實習課程若透過實體與數位的交替方式進行教學，對於知識的獲取與技能的操作上，可以增加反覆閱讀與多次練習的機會，豐富學生的學習經驗，對於學生的學習是有促進作用。

近年來運用混成式數位學習的研究已逐年增加，有些研究提出混成式數位學習能夠提升學生的學習成效(Gülbahar & Madran, 2009; Usta & Ozdemir, 2007; Vaughan & Garrison, 2005)，但對於哪些成效有所提升，則未詳述具體明確的效果。有些研究提到，混成式數位學習比數位學習及傳統教室學習的效果要好，但大多針對高等教育或企業訓練，對中小學則較少著墨(Bersin, 2004; Hofmann, 2008; López-Pérez, Pérez-López, & Rodríguez-Ariza, 2011)。有些研究針對學習者或男女組別探討學習成效(如學習成就、態度、滿意度等)，卻未運用控制組相互比較(Alshwiah, 2009; Lee, Yeh, Kung, & Hsu, 2007; Méndez & González, 2010)。雖然有研究指出混成式數位學習能提升認知、技能、情意面向，但對於哪些面向較有影響，則未詳述。譬如，陳志遠(2011)將混成式學習應用於高職電機科實習課程並進行行動研究。結果顯示，學生在實作評量成績上獲得提升；在學習心態與行為上，亦獲得正面改變；顯示學習成效獲得提升。此研究是透過教學觀察、省思記錄、訪談、實作評量獲得結果，並未有控制組加以對照，也未比較在實作評量成績、學習心態、學習行為上，哪一方面提升較多。吳煌壬與陳茂璋(2007)實施高職實習課程混成學習方案並進行問卷調查，大部分學生認為對學習態度與成效提升有幫助。這兩個研究雖然都是針對高職實習課程，且都能提升學習成效、態度等，但都沒有控制組加以對照，也未比較在哪一方面提升較多。

基於前述背景及動機，本研究欲探討混成式數位學習與傳統式教室學習的電工機械學習成效(成就測驗、自我覺知效果)是否有所不同。因此，利用統計方法分析混成式數位學習與傳統式教室學習在學習成效(成就測驗、自我覺知效果)上的差異性。以高職電工機械的變壓器單元結合職業訓練局(職訓局)「職業訓練數位學習網」(http://el.evta.gov.tw/)課程，做為教學實驗上的學習教材。該學習網的特色在於針對各職類內容的屬性，透過互動多媒體的傳遞，交叉運用動態影片解說與實作分析；且大部分教材都通過國家「數位教材品質

認證」(賴國斌，2006)。混成式數位學習也是職訓局「多元職訓網路數位學習計畫」中，強調的學習方式，並以該學習網為混成式數位學習中數位學習階段的教材。職訓局混成式數位學習已在部分的課程實施，成效良好，預計數年內應用在全部課程上(賴國斌)。因此，該學習網很適合本研究使用。高職電工機械的變壓器單元同時包含認知、技能、情意的學習內涵，若運用混成式數位學習可以彌補完全數位學習與傳統式教室學習的缺失，讓學生在知識的應用與技能的操作上，可以有自我掌控與重複練習的機會，對高職電工機械的教學應有助益。研究結果可提供相關教學者或後續研究者之參考。研究問題與統計方法如表1所示。

貳、文獻探討

一、混成式數位學習之定義

雖然混成式數位學習是在近幾年崛起的新名詞，但它的概念卻已持續了十幾年。Bonk與Graham (2006)認為混成式數位學習是結合電腦媒介環境與傳統面對面環境。Akkoyunlu與Ylimaz-Soylu (2008)指出混成式數位學習是結合傳統學習和遠距學習，並運用許多種類的學習科技，所以混成式數位學習即為傳統教室與數位學習兩者之結合。

雖然眾多學者們皆提出許多不同的見解，但大致上可歸納出混成式數位學習為「傳統式教室學習與數位學習兩者結合」(Bonk & Graham, 2006; Rovai & Jordan, 2004; Taradi, Taradi, Radic, & Pokrajac, 2005)。故以此作為本研究混成式數位學習的定義。

二、混成式數位學習之特性

混成式數位學習是由傳統式教室學習和數位學習所組成，兩者學習方式是共同進行且貫穿於整個學習活動。此學習方式可改善學習者在線上課程所產生的人際互動與情感缺失，亦可避免傳統式教室學習以教師為導向的單向傳輸。許多研究指出混成式數位學習是傳統式教室學習與數位學習的優勢互相結合與應用，可提升學生的學習效果(Gülbahar & Madran, 2009; Vaughan & Garrison, 2005)。相較於數位學習，混成式數位學習不僅可以降低學習的中輟率，也可增加學生們的歸屬感(Rovai & Jordan, 2004)。

對教師而言，混成式數位學習可發揮教師在教學活動中的指導、協助等學習過程的主導作用，方便瞭解學生的學習狀況(Karppinen, 2005)。對學生而言，學生可在不同時間與地點於數位學習課程中利用課程教材，使學生不再處於被動的角色，而能夠主動掌控自己的學習，充分表現出學生在學習過程的主動性、積極性與創造性(Karppinen; Rovai & Jordan, 2004)。因此，

表1：研究問題與統計方法對照

研究問題	統計方法
1. 接受混成式數位學習的學生與傳統式教室學習的學生在電工機械「成就測驗」上是否有顯著差異？	共變數分析(ANCOVA)
2. 接受混成式數位學習的學生與傳統式教室學習的學生在「自我覺知效果(認知、技能、情意)」上是否有顯著差異？	多變量共變數分析(MANCOVA)
3. 接受混成式數位學習的學生在前、後「自我覺知效果(認知、技能、情意)」上是否有顯著差異？	*t*檢定(*t*-test)

混成式數位學習兼具數位學習與傳統式教室學習的優勢，已漸被許多教學者採用。

三、混成式數位學習之活動設計

Singh (2003)歸納出混成學習的模式，有(一)離線學習(offline learning)與線上學習(online learning)的混成，即教室內的面對面學習與數位學習的混合。(二)自我導向學習(self-directed learning)與同步合作學習(synchronous collaborative learning)的混成，即由學習者自行掌控的個人學習與同步小組合作的團體學習的混合。(三)結構式學習(structured learning)與非結構式學習(unstructured learning)的混成，即由事先發展的正式課程與平時的非正式經驗分享的混合。上述(一)的教室內的面對面學習與數位學習的混合，即是本研究所謂的混成式數位學習，也是最常被使用的混成學習的模式。

在IBM公司混成式數位學習模式包括三階段，第一階段是數位學習，第二階段是課堂研習，第三階段又回到數位學習。Bonk與Graham (2006)提到，IBM公司曾使用該三階段混成學習模式對6,600位新進第一線經理進行訓練，成效良好。第一階段26週的自我數位學習，24位經理一組自行研讀線上教材，並進行線上討論，有線上導師與顧問協助引導討論與學習。第二階段5天的課堂研習，讓學員深入體驗並將工作實務帶到研習活動中，學員針對不同的實務專題(譬如，領導力、職能調查、管理風格等)，進行個案研究及面對面議題討論，讓學員更深入思辨與探究相關議題。第三階段26週的數位學習注重與工作情境相關的應用面，讓學員利用前兩階段所學，以小組方式線上規劃專案計畫，並進行線上討論與驗證。簡言之，IBM三階段混成式數位學習模式為，數位學習(研讀、小組討論)→課堂研習(專題、個案研究、面對面討論、思辯、探究)→數位學習(實際應用、小組規劃專案計畫、小組討論、驗證)。

職訓局的混成式數位學習模式為實體與線上學習兩階段學習。學員先進行線上學習，再根據學員學習表現(成效、學習時數高低等)，挑選出表現較佳的數十位，進行面對面實體研習課程。透過深度的實體互動過程，增進學員對授課內容的深度瞭解(賴國斌，2006)。根據Masie (2002)混成式數位學習中的面對面實體學習與數位學習，其先後順序並無一定。Cross (2006)指出，混成式數位學習中，通常面對面實體學習占較多時間比例(譬如60%)，數位學習占較少時間比例(譬如40%)；但前述IBM三階段混成式數位學習模式似乎與此時間比例不符，可見時間比例並無一定。因此，兩種學習方式的先後順序與所占時間比例，還要視混成式學習的目的、學習需求、學習時程、教學設計、教學活動、教學設備、教學環境等而定。

Baldwin-Evans (2006a)指出SkillSoft公司是全球數位學習供應的領先者，提供客製化數位學習給全球企業、政府、教育和中小型企業。SkillSoft公司主要使用混成式數位學習來訓練不同單位各方面的技巧，其活動設計是參照Bielawski與Metcalf (2005)的八個學習階段。另外，Baldwin-Evans根據Kerres與Witt (2003)的混成式學習活動安置(blended learning activity arrangement)的概念(只是概念，無詳細步驟)，也提出類似的八個學習階段的混成式學習模式。這些學習階段的優點是能夠更緊密且確實的連結學習所應具備的關鍵要素(課程、授課老師、學習輔助、學習資源、數位學習平臺等)。缺點是，該模式是從整體混成式學習來思考，並沒有明確區分數位學習與面對面學習的階段，使用者必須自己清楚劃分這兩個階段。另外，此

活動設計讓混成式數位學習可以具體地提升執行成效，以確保學生能夠持續學習，並且能達成學習目標。Bielawski與Metcalf的八個學習階段如下：

(一) 準備我(prepare me)：為開始階段(initial step)，指學習者能夠準備好基本技能(essential skills)，以確保學習者能夠成功完成後續階段，並且學習如何改善自己的技能。

(二) 告訴我(tell me)：為呈現階段(presentation step)，告訴學習者有關學習目標、學習內容的主要概念以及課程對學習者的價值。

(三) 展示我(show me)：為示範階段(demonstration step)，強調程序(procedures)、原則(principles)、觀念(concepts)與過程(processes)的展示，對於學習者如何應用技能有更好的的促進作用。

(四) 允許我(let me)：為練習階段(practice step)，讓學習者可於與真實情況相似的環境中練習所學，以保留學習者長期記憶以及強化先前的示範。

(五) 檢查我(check me)：為評估階段(assessment step)，提供學習者對於所學內容的檢測，讓學習者能夠自我檢視學習狀況，作為學習回饋(feedback)。

(六) 支持我(support me)：為協助階段(assistance step)，乃正式學習階段結束之後的非正式階段。學習者必須能從正式學習經驗(formal learning experience)中，搜尋、選擇相關學習內容以做為學習上的支持與協助。

(七) 指導我(coach me)：為輔導階段(coaching step)，透過有經驗的管理者(managers)、同儕(peers)、指導者(mentors)或是專家(experts)從旁支持，讓學習者與其他人可以進行學習經驗的交流。

(八) 聯繫我(connect me)：為合作階段(collaborative step)，讓學習者與社群中的其他學習者共同合作，以解決功課上的問題，並拓展學習者的視野。

上述八個學習階段與本研究四個學習活動(活動內容，課前引導、實體授課、數位學習、課後討論)對應與說明，如圖1所示。其中，告訴我、展示我、允許我、檢查我四個階段，同時代表面對面實體學習與數位學習的階段。兩個階段誰先誰後，並無一定，也可同一時段並行。此方式給教學設計者很大彈性，但也增加教學設計的複雜度。Baldwin-Evans (2006a)的八個學習階段的混成式學習模式為(1)提供設施與解釋過程(provision of infrastructure and explanation of processes)、(2)呈現學習內容(presentation of learning contents by facilitator)、(3)知識應用的展示與示範(demonstration of knowledge application by facilitator)、(4)學習者應用知識(application of knowledge by learners)、(5)評量與評估(assessment and evaluation)、(6)支援與協助(support and assistance)、(7)教導(coaching)、(8)合作(collaboration)。仔細比對Bielawski與Metcalf模式內八個學習階段的說明，可以發現與Baldwin-Evans的模式非常接近，只是兩個模式內各階段所用名稱不同。

四、學習成效之評估

(一)學習成效的評估指標

有些研究是以學習成就測驗的成績當作學習者學習成效之指標(Hu et al., 2005; Piccoli, Ahmad, & Ives, 2001; Uribe, Klein, &

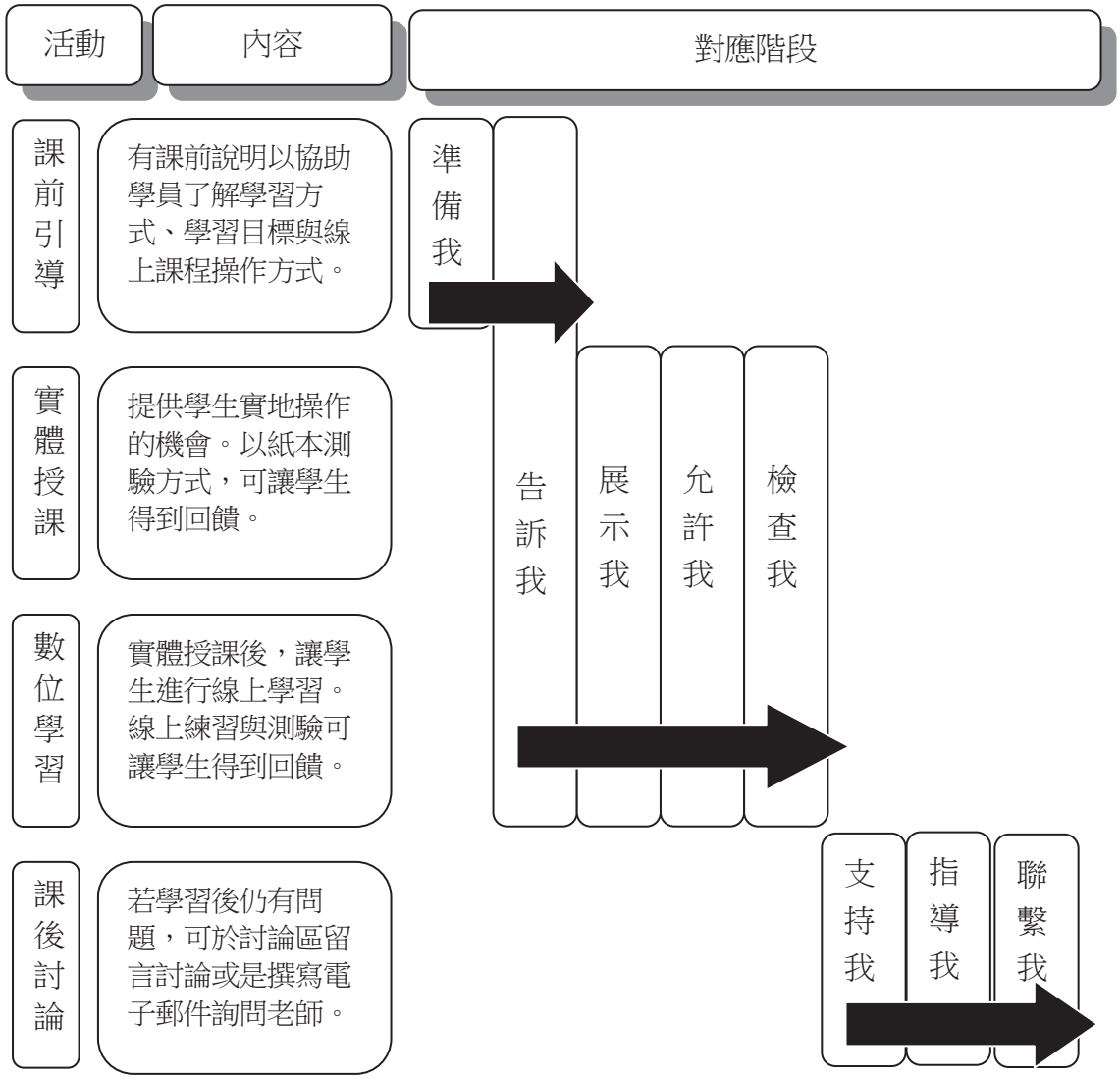

圖1：本研究混成式數位學習活動與八個學習階段之對應

Sullivan, 2003)，有些則是以學生自我評量(self-assessment)或自我覺知(self-perception)方式作為學習成效的衡量指標(Bolliger, 2004; Motiwalla & Tello, 2000; Picciano, 2002; Summers, Waigandt, & Whittaker, 2005)。

Motiwalla與Tello (2000)指出衡量學習者的學習成效時，應兼顧客觀與主觀的方式來作評量。以較客觀方式衡量學習者的學習成就，例如考試成績。學習者以主觀方式衡量自己學習表現的自我評量，例如學生自己所填量表的自我覺知效果(self-perceived effect)。自我覺知效果指學生主觀評估的學習效果，主要為後設認知的能力與表現(張基成、彭星瑞，2008)。López-Pérez等(2011)的研究就同時對接受混成式學習的大學生做成就的測驗與自我認知上的評估，並發現兩者有正相關。尹玫君與劉世雄(2005)分析

1997年至2004年SSCI (Social Science Citation Index)期刊中有關科技支援學習的文獻，使用最多的評估指標為學習成就。因此，本研究採用成就測驗、自我覺知效果作為學習成效的指標。

(二)混成式數位學習成效

混成式數位學習的核心要素是溝通、合作與互動(Gülbahar & Madran, 2009)。Usta與Ozdemir (2007)指出混成式數位學習方式在同儕互動、師生互動、學習經驗上有幫助。混成式數位學習除了面對面的傳統式教室學習之外，更結合數位學習平臺讓學生有線上助教可即時協助(Lin, 2008)。透過混成式數位學習，學生擁有更多的學習資源來幫助自己學習，也更清楚自己的學習狀況(Woods, Baker, & Hopper, 2004)。Vaughan (2007)研究指出曾運用混成式數位學習的學生與教師認為，此學習方式可彈性運用時間，並且會增進學習成效。Mouzakis (2008)提出混成式數位學習結合電腦網路及實體面對面的溝通方式，可讓學習者獲得比傳統式教室學習更多的價值。Futch (2005)指出混成式數位學習提供即時學習資源及擴展學習環境，讓學習者可跟同儕討論；與傳統式教室學習只有講述與考試的學習方式相較之下，混成式數位學習的成效較為良好，且學習者滿意度較高。Méndez與González (2010)對控制工程導論課程的學生進行混成式學習的評估研究，結果顯示混成式學習對學生學習程度(learning degree)與學習成效有幫助。López-Pérez等(2011)研究顯示，混成式學習對大學生退學率的減低有幫助，而且也可以提升成就測驗分數。另外，在不同的混成式學習活動、學生年齡、背景、課程參與率情況下，學生對混成式學習的認知與成就測驗分數都有正相關。

綜合上述，可知傳統式教室學習與混成式數位學習方式的學習成效會有差異。尹玫君與劉世雄(2005)認為學習成效差異的因素包含運用科技的方式、學習環境與教學策略等。但林甘敏等(2005)認為不同學習方式對於學習成效的影響，並沒有一致的結論；因為教學科技日益進步，且學習成效也會因學科屬性、學習者教育層級、學習情境不同而有所改變。因此，研究者認為混成式數位學習與傳統式教室學習的學習成效是值得繼續深入作探討。

五、混成式數位學習在認知、技能與情意上之效果

學習目標大致上分成三個面向，即認知、技能以及情意。認知是指個人認知、智慧的部分，技能指行動的部分，情意指個人心裡的感覺與情感。認知的學習目標為「能瞭解與掌握知識、能探討及解說，包含系統特性、架構等」，重點是智力提升；技能的學習目標為「會蒐集、會運用機械設備、會尋求資源及配置資源、會檢驗與排除故障等」，重點是行為能力的增強；情意的學習目標為「分享、合作、良好的學習態度、努力學習等」，重點是情感反應與價值觀的改變(Linn & Miller, 2005)。

特定的知識與技能較容易學習，而且比較容易顯現出來，而反觀情意的特質發展會較慢(Linn & Miller, 2005)。林甘敏等(2005)的研究中指出，在計算機網路課程運用混成式數位學習之後，學生的認知、技能、情意皆有良好成效，且能達成預定的學習目標。

(一)混成式數位學習之認知效果

汪冠宏與劉明洲(2010)在高職氣壓課程使用混成式數位學習，其功能及輔助學習的機制可釐清學生在教師授課時所產生的疑問

或不瞭解之處，避免有迷思的概念產生。混成式數位學習在學習上有輔助性的功用，尤其在操作、裝配順序上較有正確觀念，可以增進技能與機器構造的瞭解。學習者藉由混成式數位學習的優勢，例如：利用傳統式教室學習的面對面互動及數位學習網站延伸學習、分享討論的效果，能夠讓學習者對於學習的內容更加瞭解，有助於學習者的知識增長(Bielawski & Metcalf, 2005; Futch, 2005; Garrison & Vaughan, 2008; Ginns & Ellis, 2009; Kim, Bonk, & Teng, 2009)。

除此之外，不論是課內或課外的學習過程，學習者之間可藉由互相探討及解說課程內容的行為，使學習者從中得知目前自己在課程中吸收知識的程度，而且對於課程內容會有更深的印象(Hwang & Arbaugh, 2009)。混成式數位學習整合傳統式教室學習與數位學習，可讓學生形成互相討論的學習社群，在知識的保留上有較好的表現(Delialioglu & Yildirim, 2008)。

由前述可知，混成式數位學習之認知效果的量測可包含知識增長、瞭解與保留等題項。

(二)混成式數位學習之技能效果

運用混成式數位學習可以增加學生溝通與互相合作，使得學習者可以快速取得知識與學習資源，有效完成作業(Ginns & Ellis, 2007, 2009)。數位學習可以讓學習者透過網際網路，在不同時間、地點蒐集到學習者所需的資料(Akkoyunlu & Ylimaz-Soylu, 2008)。陳怡真與徐新逸(2007)研究指出透過數位課程進行模擬練習與實體演練，能幫助學習者快速獲得正確的技能操作過程，而且在練習過程中能讓學習者對於所學技能的保留與遷移有更多助益。

Burgess (2003)認為數位學習讓學習者可以在不同地方與時間學習，且能重複練習直到熟練技能為止。游光昭、徐昊杲與顏銘宏(2006)認為學習者能夠透過模擬的介面讓學習者作正確的練習，並有足夠互動與回饋，而此學習方法能夠有效輔助技能的學習與操作。張基成與周保男(2006)將數位學習用在大學的電子實習課程，結果顯示運用數位學習在技能課程對學生的學習具可行性且有助益。

由前述可知，混成式數位學習之技能效果的量測可包含技能增長、技能保留、技能操作、資料蒐集、作業完成等題項。

(三)混成式數位學習之情意效果

林甘敏等(2005)認為數位學習除了需重視課程的品質之外，教師應營造一個樂於分享、討論的學習氣氛，以吸引學員主動上網及持續學習。藉由數位學習不同媒體的特性可幫助學習者提升學習效率與興趣。數位學習創造富有彈性的學習環境，可滿足多樣化學習型態需求的學習者，達成強化及延伸學習的效果(Garrison & Vaughan, 2008; Usta & Ozdemir, 2007)。除此之外，混成式數位學習可增加互動與溝通，讓學習者在學習過程降低孤立感，提升學習興趣與能力(Bersin, 2004; Garrison & Vaughan; Lanham & Zhou, 2003; Usta & Ozdemir)。

透過數位教材、線上資源與討論區等，不僅可即時解答學生疑惑及促進學科知識的增長，亦可提供多元互動的管道、突破時空的限制，增進同儕與師生之間的互動(林凱胤、楊子瑩、王國華，2009；Kerres & Witt, 2003)。而實體與網路環境二者相輔相成的混成式學習更能發揮數位學習的特色。Garrison與Vaughan (2008)提出透過網路互相合作與分享，可以提高學習者溝通與解決問題的能力。他們亦進一步指出線上討論可以

讓學生在互相分享中提升批判思考的能力。線上討論可強化及延伸面對面討論的不足，可促進分享與思考，進而提高學生的學習興趣(Akkoyunlu & Ylimaz-Soylu, 2008)。

由前述可知，混成式數位學習之情意效果的量測可包含興趣與學習效率的提升、促進思考意願、課業討論、師生互動及同儕互動等題項。綜合上述三小節，混成式數位學習之自我覺知效果的評估面向與題項及文獻來源如表2所示。每一面向與題項皆有文獻支撐。

參、研究方法

一、研究對象

本研究以某國立高職高二電機科修習電工機械課程的兩班學生為對象，學生人數合計共65名。學生在校的分班方式為常態編班及男女合班，並無特殊編班情形。兩班皆為男生，立意抽樣取一班為實驗組，共33名；另一班為控制組，共32名。兩班均為同一授課教師(擁有十年以上的教學經驗)。

二、研究架構

本研究以學習方式為自變項(混成式數位學習、傳統式教室學習)，以學習成效為依變項(含成就測驗、自我覺知效果)。成就測驗指兩組學生的後測成就測驗之分數。自我覺知效果為學生自己主觀認為的學習效果，有別於學生的成就測驗的客觀成績。自我覺知效果根據學習的內容目標分為認知、情意、技能面向。各項效果的操作型定義如下：

(一) 認知：根據電工機械課程的學習目標與授課老師的訪談內容，對於不同的電工機械，學習者可以瞭解與掌握電工機械核心知識(特性、構造、原理)的能力與產生的效果，包含對課程內容的知識增長、瞭解與保留。

(二) 技能：學習者在行為上所改變的能力與產生的效果，包含技能增長與保留、操作能力、蒐集資料能力、作業完成。

(三) 情意：學習者在情感與價值觀上所改變的能力與產生的效果，包含興趣與學習效率的提升、促進思考意願、課業討論、師生互動及同儕互動。

實驗組前、後測的差異分析：以*t*-test檢驗實驗組學生在前、後自我覺知效果(認知、技能、情意)的差異。實驗組與控制組

表2：混成式數位學習之自我覺知效果的評估面向與題項及文獻來源

面向	題項	文獻來源
認知	知識增長、保留、瞭解	汪冠宏與劉明洲(2010)；Bielawski與Metcalf (2005)；Delialioglu與Yildirim (2008)；Futch (2005)；Garrison與Vaughan (2008)；Ginns與Ellis (2009)；Hwang與Arbaugh (2009)；Kim等(2009)
技能	技能的增長與保留、操作、蒐集資料、作業	張基成與周保男(2006)；陳怡真與徐新逸(2007)；游光昭等(2006)；Akkoyunlu與Ylimaz-Soylu (2008)；Burgess (2003)；Ginns與Ellis (2007, 2009)
態度	興趣、學習效率、思考、討論、同儕互動、與教師互動	林甘敏等(2005)；林凱胤等(2009)；Akkoyunlu與Ylimaz-Soylu (2008)；Bersin (2004)；Garrison與Vaughan (2008)；Kerres與Witt (2003)；Lanham與Zhou (2003)；Usta與Ozdemir (2007)

的差異分析：1. 以學生該學期前兩次段考平均成績為共變數，使用ANCOVA檢驗兩組成就測驗成績的差異。2. 以自我覺知效果前測為共變數，使用MANCOVA檢驗兩組在自我覺知效果(認知、技能、情意)上的差異。研究架構如圖2所示。

三、實驗設計

本研究採不等組前—後測準實驗設計(the pretest-posttest nonequivalent-group quasi-experimental design)，以立意抽樣方式將某國立高職二年級電機科兩個班級分為實驗組(混成式數位學習)與控制組(傳統式教室學習)。實驗設計如表3所示。

實驗效度如下：

(一)實驗內在效度

1. 先備條件：兩組先備條件(前兩次段考平均成績、自我覺知效果前測)均相當接近，且使用ANCOVA與MANCOVA，實驗結果的信、效度增加。
2. 工具信、效度：成就測驗、自我覺知效果量表的信、效度良好(詳見工具與信效度小節)。

(二)實驗外在效度

1. 教學內容：兩組為相同的教學單元內容(變壓器課程)。
2. 教學進度：兩組教學進度每週皆相同。
3. 教學時數：兩組每週皆3小時，共5週合計為15個小時。

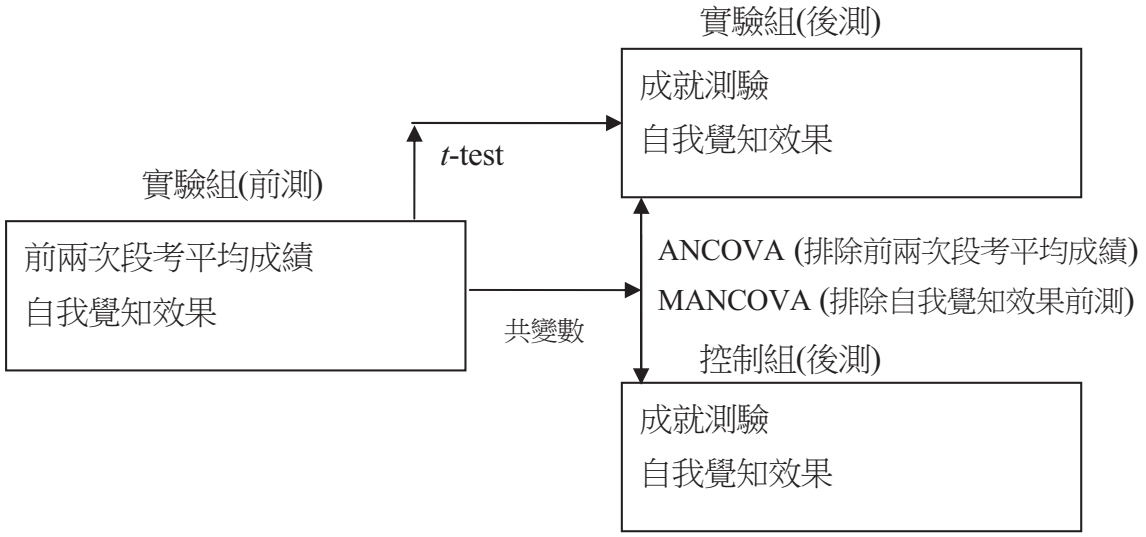

圖2：研究架構

表3：實驗設計

組別	人數	前測	實驗處理	後測
實驗組	33	前兩次段考平均成績、自我覺知效果	混成式數位學習	成就測驗、自我覺知效果
控制組	32	前兩次段考平均成績、自我覺知效果	傳統式教室學習	成就測驗、自我覺知效果

4. 學生背景因素：同一學校與年級，班級採常態分班。
5. 教學者：兩組為相同的任課老師(十年以上的教學經驗)。
6. 統計控制：為減低其他變項的干擾及降低實驗結果的誤差，以ANCOVA與MANCOVA排除先備條件差異的干擾。
7. 實驗處理：教學實驗從開始至結束，均未告知兩組學生正在進行實驗，避免產生所謂的霍桑效應(Hawthorne effect)與強亨利效應(John Henry effect)，以減少對實驗結果的干擾。

四、實驗流程

(一)準備工作

為求研究順利進行，徵求學校主管與授課老師同意，並與授課老師討論教學進度與方法。在進行實驗教學前，授課老師會對混成式數位學習的學生講解如何操作數位學習網站與查詢學習引導，並且給予學生在數位學習上的心理建設。

(二)實施前測

為瞭解實施實驗教學前，兩組學生在電工機械的程度是否同質，以排除影響實驗教學的因素，故蒐集學生該學期的前兩次段考的平均成績。兩組均接受自我覺知效果前測，以瞭解學生在實驗教學前的自我覺知效果。

(三)學習活動

本研究中實驗教學時數實施為期5週(如表4)，每週3小時，共計15小時。教學內容為高職電工機械課程內的「變壓器」單元，包括變壓器原理、變壓器的構造及特性、變壓器的連接法、變壓器的試驗及維護。

兩組學習方式的主要差異在於控制組之課程為現場面授，並發放紙本講義為教材，一週三節皆在教室進行教學。根據Masie (2002)，混成式學習是數位學習與傳統學習混合進行，但哪一個先哪一個後或同時並行，並無一定的方式。誰先誰後或所占時間比例，端視混成式學習的目的、學習需求、時間長短、教學設計、教學活動、教學設備、教學環境等而定(Wagner, 2006)。Cross (2006)指出，混成式學習是數位學習與教室學習的混合，通常前者占較少比例，後者占較多比例。但這個時間比例只是參考，實際的時間比例仍視學習需求與教學設計而定。

表4：混成式數位學習之教學內容與流程

週別	形式	節數	教學內容	學習目標
第一週	實體授課 數位學習	兩節 一節	變壓器原理	瞭解變壓器的動作原理、等效電路、標么值。
第二週	實體授課 數位學習	兩節 一節	變壓器的構造及特性	瞭解變壓器的構造、特性及各種計算方式。
第三週	實體授課 數位學習	兩節 一節	變壓器的連接法	瞭解變壓器的極性試驗、三相聯接與並聯運用。
第四週	實體授課 數位學習	兩節 一節	變壓器的試驗及維護	熟悉變壓器繞組電阻、絕緣電阻的測量，以及溫升、耐壓、衝擊電壓試驗與保養維護。
第五週	實體授課 數位學習	兩節 一節	綜合複習與補充說明 學生依需求挑選課程複習	熟悉變壓器各章節的內容。

本研究參考職訓局兩階段模式(賴國斌，2006)。由於網路融入教學與網路輔助學習在中小學已行之多年，較能為高職學生所接受。因此，本研究的混成學習是將數位學習視為融入教師教學與輔助學生學習的角色，故採用先實體再數位的教學順序。每週重複兩階段並持續進行數週，雖未直接使用IBM公司三階段模式(Bonk & Graham, 2006)，但仍有其理念在內。實驗組除了一週兩堂先實體授課之外，另一堂是在電腦教室讓學生使用職業訓練數位學習網——「變壓器」單元課程，進行教師融入教學與輔助學生複習與重複練習。課程依照Baldwin-Evans (2006b)、Bielawski與Metcalf (2005)八個學習階段的學習活動，以混成式數位學習的方式實施，其學習活動如表5。兩組學習方式上的主要差異如表6。

(四)實施後測

五週的實驗教學結束後，兩組學生皆進行後測，包括成就測驗、自我覺知效果。

五、工具與信效度

(一)成就測驗

本研究的成就測驗是授課教師依據教材內容編製而成。授課老師教授高職電工機械課程已具有十年以上的教學經歷，成就測驗已使用過多年且每年會依據課程內容變化及學生的表現進行修正，故具有一定之表面效度。

成就測驗採選擇題型式共25題，每一題僅有一個正確答案。內容共分為四個概念向度，包含變壓器原理、變壓器的構造及特

表5：混成式數位學習活動內容

階段	項目	內容說明	對應階段
課前引導	通知信	寄發通知信，讓學生瞭解有關課程的注意事項。	準備我
	混成式數位學習方式說明會	引導學生瞭解混成式數位學習方式，提供學習指引、協助學員瞭解學習機制及課程操作。	準備我、告訴我
實體授課(兩節)	實體課程	以課本內容為主要講解方式，並且提供學生練習的機會。	告訴我、展示我、允許我
	紙本測驗	瞭解學生的學習狀況。	檢查我
數位學習(一節)	線上課程	配合實體課程單元內容，數位課程內容與課本內容相關，提供教師融入教學與輔助學生複習。	告訴我、展示我、允許我
	線上練習與測驗	每一小節均有線上練習與測驗，學生可重複練習與搜尋資料，並從中得到回饋，可瞭解自我的學習狀況。	檢查我
課後指導	討論區與email協助	若於課程學習後仍有疑問，可於課程討論區針對不同議題做深入討論與探究，或是撰寫電子郵件提出問題，作為解決問題的管道。	支持我、指導我、聯繫我

表6：兩組學習活動方式的差異

傳統式教室學習	主要以現場講述，搭配紙本講義教材與實體器具來進行教學(一週三節課)。
混成式數位學習	除了運用上述教學方式(一週兩節課)外，並利用一堂五十分鐘課程(一週一節課)於電腦教室使用職業訓練數位學習網(如圖3)。學生可根據自己時間與學習能力，彈性地透過數位學習網複習課程教材。除此之外，線上的操作練習能使學生對於變壓器更加瞭解(如圖3, 4)。每一章之後皆有線上測驗(如圖5)，學生可檢驗自己的學習情況，並且與同學、老師一起互動討論。

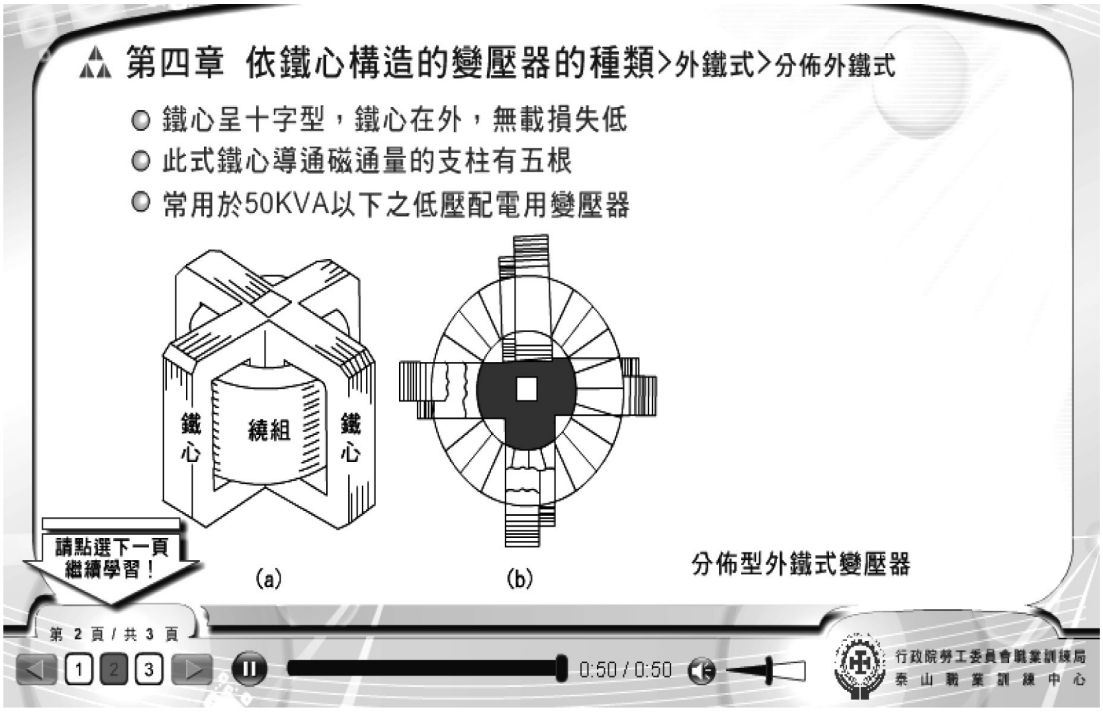

圖3：職業訓練數位學習網——學習內容

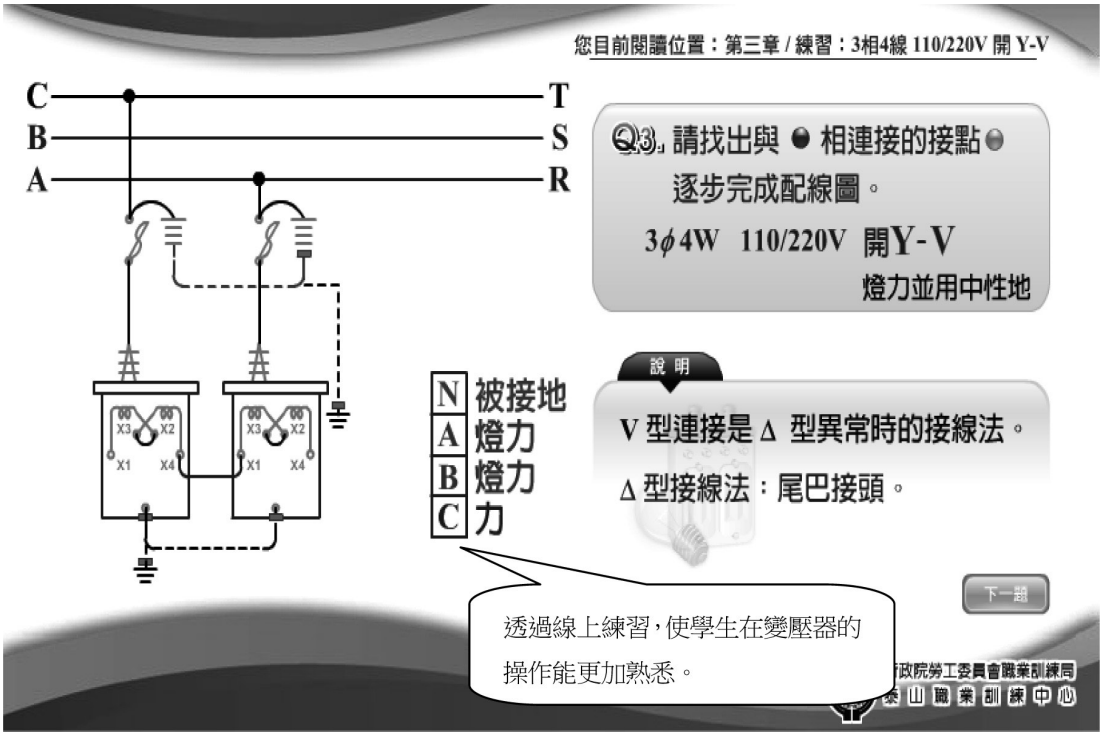

圖4：職業訓練數位學習網——技能操作



圖5：職業訓練數位學習網——評量測驗

性、變壓器的連接法、變壓器的試驗及維護。成就測驗的信度考驗採項目分析(item analysis)，將總分分為高分組與低分組(前後占27%)，作獨立樣本*t*檢定分析，以檢驗每個試題在高低分組之間的差異。結果顯示有11題未達顯著，予以刪除(如附錄一)。之後再以皮爾森積差相關(Pearson's correlation)檢定各試題與總分之相關程度，結果顯示1題未達顯著，予以刪除。

難度指標為高分組(P_H)在每個試題的答對率與低分組(P_L)在每個試題的答對率的平均值。鑑別度指標為高、低分組試題答對率之差值(Ebel & Frisbie, 1991)。兩者公式如下：

難度指標(P)：$(P_H + P_L) / 2$。

鑑別度指標(D)：$P_H - P_L$。

一份良好的試題中，難度數值接近0.50，表示試題難易適中；難度數值小於0.25為過於困難；難度數值大於0.75為過於簡單(Ebel & Frisbie, 1991)。此成就測驗試題難度的指數範圍介於0.17至0.64，整體平均難度為0.36，屬於中等偏難。試題鑑別度指標在0.40以上表示非常優良，0.30以上為優良，0.25以上為最低標準(Ebel & Frisbie)。本試題鑑別度指標均為0.25以上，其中0.30以上有三題、0.40以上有五題，整體平均鑑別度為0.43，顯示本試題的鑑別度屬於非常優良(如附錄二)。

(二)自我覺知效果

透過文獻整理，針對混成式數位學習的自我覺知效果進擬定出問卷初稿，包括認知、技能、情意三個面向。由研究者與授課教師共同修訂數次之後成為定稿，故具有一定之專家效度。修正的地方例如，每一題項測量的效果意涵應僅含一種；刪除雙重意涵

者，使題意更具體明確。自我覺知效果的量表內容如附錄三。

1. 項目分析

將前測樣本的題項總分分為高分組與低分組(前後占27%)，作獨立樣本*t*檢定分析，以檢驗兩組間的差異。結果顯示(如附錄四)，兩組每一題項的*t*值皆顯著，表示量表具有足夠的鑑別力。經皮爾森積差相關分析，各題項與總分相關係數皆達顯著水準。顯示量表各題項具一致性，故可保留各題題項。

2. 因素分析

量表之各面向的取樣適當量數(Kaiser-Meyer-Olkin, KMO)值皆大於0.500，且Bartlett球型檢定皆為顯著(如表7)，可進行因素分析。利用主成分分析法(Principal Factor Analysis, PEA)求取量表的建構效度，以正交轉軸法進行，使得因素之間的訊息不會重疊，解釋因素負荷量會更加容易。結果顯示各題項的因素負荷量皆大於0.400，故無需刪除題項。確定了特徵值大於1.000的因素，即認知、技能、情意。量表各面向解釋變異量皆大於50.000%(如表7，詳如附錄五)，顯示本量表之建構效度良好。

3. 信度分析

量表各面向之Cronbach's α係數皆大於.700，顯示量表具有良好之信度。

肆、結果與討論

一、不同學習方式對成就測驗之影響

(一)混成式數位學習與傳統式教室學習在成就測驗上的差異(研究問題一)

本研究以前兩次電工機械段考的平均成績為共變數，以排除可能因先備知識的不同而產生干擾實驗處理的情況；使用ANCOVA檢驗混成式數位學習與傳統式教室學習的學生在成就測驗上是否有顯著差異。如表8，Levene同質性檢定*F*值未達顯著水準($p = .858 > .050$)，表示兩組前測的變異數分散情形並無差異，具有同質性；進一步查看迴歸係數同質性檢定，*F*值未達顯著水準($p = .699 > .050$)，表示兩組組內迴歸線的斜率相同，亦即共變數與依變項(後測成績)間的關係不會因自變項各處理水準差異而有所不同，符合共變數組內迴歸係數同質性的假設。

由表9得知實驗組成績的平均數略高於控制組，但由表10得知是ANCOVA的*F*值卻

表7：自我覺知效果信效度分析

項目	KMO值	解釋變異量	KMO值	Bartlett球型檢定		Cronbach's α	
				卡方值	顯著值		
認知	0.681	54.267%	0.681	115.460	.000***	.779	
技能	0.738	58.676%	0.738	125.995	.000***	.821	.799
情意	0.538	63.149%	0.538	98.776	.000***	.700	

***$p < .001$

表8：兩組之成就測驗變異數同質性檢定摘要表

Levene同質性檢定		迴歸斜率同質性檢定	
*F*值	顯著值	*F*值	顯著值
.032	.858	.151	.699

表9：兩組之成就測驗(後測)原始與調整平均數

實驗組		控制組		實驗組		控制組	
平均數	標準差	平均數	標準差	調整平均數	調整標準差	調整平均數	調整標準差
35.394	20.990	33.750	19.141	35.092	3.252	34.061	3.302

表10：兩組之成就測驗單變量共變數分析

變異來源	平方和	自由度	平均平方和	*F*值	顯著值	效果量(淨相關)
共變數(前兩次段考平均成績)	3,823.814	1	3,823.814	10.967	.002	.150
組間(學習方法)	17.250	1	17.250	.049	.825	.001
組內(誤差)	21,618.065	62	348.678			
全體	25,485.785	64				

未達顯著水準($p = .825 > .050$)。顯示兩組之成就測驗沒有顯著差異，亦即混成式數位學習對學生的成就測驗並無顯著影響。

二、不同學習方式對自我覺知效果之影響

(一)混成式數位學習與傳統式教室學習在自我覺知效果上的差異(研究問題二)

本研究以自我覺知效果前測為共變數，使用MANCOVA檢驗混成式數位學習與傳統式教室學習的學生在自我覺知效果上是否有顯著差異。如表11，Box's *M*值未達顯著水準，表示至少在一個依變項上(認知、技能、情意)，兩組符合變異數同質性的假設。進一步查看Levene同質性檢定結果，在三個依變項上皆未達顯著水準，顯示對自我覺知效果而言，兩組變異數皆具同質性，即兩組學生在認知、技能、情意自我覺知效果中的變異情況皆相同。同理，Wilk's Λ值未達顯著水準($p = .250 > .050$)，表示至少在一個依變項上(認知、技能、情意)，兩組皆符合迴歸斜率同質性的假設。進一步查看迴歸斜率同質性檢定結果，在三個依變項上皆未達顯著水準，顯示對認知、技能、情意而言，兩組迴歸斜率皆具同質性，亦即兩組學生受自我覺知效果前測(共變數)影響的程度是相同的。

如表12，Wilk's Λ值達顯著水準($p = .007 < .010$)，表示至少在一個依變項上(認知、技能、情意)兩組有顯著差異。結果顯示，兩組學生在認知($F = 13.309$, $p = .001 < .010$)、技能($F = 6.246$, $p = .015 < .050$)上皆

表11：兩組之自我覺知效果(後測)變異數同質性檢定摘要表

項目	Box's *M* (顯著值)	Levene同質性檢定		Wilk's Λ (顯著值)	迴歸斜率同質性檢定	
		*F*值	顯著值		*F*值	顯著值
認知	6.614 (.802)	.606	.439	.913 (.250)	1.714	.195
技能		.621	.434		2.951	.091
情意		.045	.833		1.115	.295
整體		.285	.596		2.495	.119

表12：兩組之自我覺知效果(後測)多變量共變數分析

Wilk's Λ (顯著值)	變異來源	依變項	平方和	自由度	平均平方和	F值	顯著值	效果量 (淨相關)
.791 (.007**)	共變數	認知	3.860	1	3.860	13.593	.000***	.180
		技能	5.671	1	5.671	15.238	.000***	.197
		情意	5.387	1	5.387	16.621	.000***	.211
		整體	4.964	1	4.964	20.770	.000***	.251
	組間	認知	3.779	1	3.779	13.309	.001**	.177
		技能	2.325	1	2.325	6.246	.015*	.092
		情意	1.120	1	1.120	3.455	.068	.053
		整體	2.196	1	2.196	9.186	.004**	.129
	組內	認知	17.605	62	0.284			
		技能	23.074	62	0.372			
		情意	20.094	62	0.324			
		整體	14.818	62	0.239			
	全體	認知	24.138	64				
		技能	30.041	64				
		情意	25.938	64				
		整體	21.038	64				

*p < .050, **p < .010, ***p < .001

有顯著差異，然而情意(F = 3.455, p = .068 > .050)面向並無顯著差異存在。再者，排除前測的影響後，實驗組在認知、技能與整體的調整平均數皆大於控制組(如表13)，且達顯著水準。顯示混成式數位學習在學生的認知與技能面向顯著優於傳統式教室學習。

MANCOVA的效果量(effect size)判斷基準為：.059 > η^2 ≧ .010為低度關聯強度；.138 > η^2 ≧ .059為中度關聯強度；η^2 ≧ .138為高度關聯強度(Cohen, 1988)。本研究在兩個達顯著差異的自我覺知效果中，以認知的效果量最高(或淨相關η^2 = .177)，屬高度關聯強度關係；其次為技能(淨相關η^2 = .092)，屬中度關聯強度關係。由上述結果可知混成式數位學習對學生的認知影響最高，技能次之。兩組學生經5週實驗教學後，實驗組學生在自我覺知效果中的認知、技能達顯著效果，但在情意面向上未達顯著效果。

在整體自我覺知效果上，兩組達顯著差異。效果量或淨相關η^2為 .129，也表示自變項(學習方式)能解釋整體自我覺知效果變異量的12.900%，顯示混成式數位學習與學

表13：兩組之自我覺知效果(後測)原始與調整平均數表

自我覺知效果	實驗組		控制組		實驗組		控制組	
	平均數	標準差	平均數	標準差	調整平均數	標準差	調整平均數	標準差
認知	3.627	.523	3.213	.641	3.667	.091	3.173	.102
技能	3.364	.651	3.082	.702	3.418	.113	3.031	.113
情意	3.452	.582	3.281	.691	3.506	.103	3.232	.105
整體	3.481	.503	3.192	.572	3.530	.091	3.145	.093

生整體自我覺知效果之間屬中度關聯強度關係。

(二)混成式數位學習前後在自我覺知效果上的差異(研究問題三)

利用成對樣本*t*檢定(paired-samples *t* test)比較實驗組前、後測的自我覺知效果。如表14，結果發現實驗教學前後的認知、技能、情意及整體的自我覺知效果有顯著差異，亦即學生經混成式數位學習後三個及整體自我覺知效果皆顯著高於實驗前，顯示混成式數位學習對學生自我覺知效果有顯著影響。此一結果和吳煌王與陳茂璋(2007)及陳志遠(2011)的研究結果一致。

進一步察看效果量，如表14。Cohen (1988)提出*t*檢定的效果量指標是採Cohen's d係數，來判斷統計的顯著性是否具有實質意義。算法為後測平均(μ_2)與前測平均(μ_1)相減，再除以前測的標準差(σ_1)，公式如下：

Cohen's d係數 = $(\mu_2 - \mu_1) / \sigma_1$。

成對樣本*t*檢定的效果量若是小於 .200表示具有低度的關聯強度，介於 .200至 .500表示具有低至中度的關聯強度，而 .500至.800之間表示具有中至高度的關聯強度，高於 .800表示具有高度的關聯強度(Cohen, 1988)。在三個面向與整體自我覺知效果中，效果量皆達到中高度的關聯強度，表示混成式數位學習方式確實能夠提升學生在電工機械課程的自我覺知效果(認知、技能、情意與整體)。

三、綜合討論

比較研究問題一與問題二的結果，兩組的成就測驗無顯著差異，但反觀自我覺知效果卻有顯著差異。實驗組的自我覺知效果顯著優於傳統式教室學習，表示學生對於混成式數位學習有良好的感受，卻無直接反應於成就測驗上。既然，客觀式評估與主觀式評估有不同的結果，兩種評估方式皆應被重視，並思考為何不同。

進一步推論無法達到顯著差異的原因可能為：實驗組學生皆是第一次使用混成式數位學習，能夠感受與傳統式教室學習上的不同，進而在自我覺知效果有顯著差異。不過因為課程限制只能實施5週，無法讓學生習慣混成式數位學習的環境，使成就測驗在5週教學後並沒有受到顯著影響。成就測驗的影響必須長時間觀察，使學生習慣混成式數位學習的方式，並以此方式來彌補傳統式教室學習所不足的地方。若實體課程能與數位學習網站內容長時間地相互配合，或許更能深入瞭解兩組學生在成就測驗上的差異。另外，電工機械課程有一部分屬操作內容，需要更強有力的互動教材，才易提升學習成效。正如同學生在討論區的留言：

> 這幾週老師在課堂上上完第二節後，第三節將網路內的補充教材融入教

表14：實驗組之自我覺知效果(前後測)成對樣本*t*檢定

自我覺知效果	前測		後測		*t*值	效果量	顯著值
	平均數	標準差	平均數	標準差			
認知	3.242	.582	3.625	.521	2.801	.663	.009**
技能	2.881	.603	3.365	.651	3.294	.812	.002**
情意	2.762	.492	3.458	.583	5.766	1.406	.000***
整體	2.962	.383	3.492	.504	5.742	1.409	.000***

**$p < .010$, ***$p < .001$

學中，減少了我在課本內有些地方不太瞭解的情形。另外，也讓我有反複練習及複習的機會。但這樣的教學方式好像只進行了幾週，有點可惜。雖然這種方式有點花時間，但讓我有跟以往不同的學習經驗。如果能再多幾週，可能效果會更好，因為大家已經可以慢慢習慣這種教學方式。

比較研究問題二與問題三的結果，自我覺知效果在兩組後測有顯著差異，實驗組的前後測亦有顯著差異。在上述雙重驗證中，更強化學生在混成式數位學習之下自我覺知效果有顯著差異的結果。此結果也驗證了「混成式數位學習能提升學生的學習成效」的說法(吳煌王、陳茂璋，2007；陳志遠，2011；Garrison & Vaughan, 2008; Kim et al., 2009; Usta & Ozdemir, 2007; Vaughan & Garrison, 2005)。正如同學生在討論區的留言：

老師在課堂上透過網路進行教學，滿有趣的。我這幾週比以前有更多的複習與重複練習的經驗。雖然考試成績好像跟以前差不多，沒有甚麼特別大的改變，但總覺得比其他課看的東西還多。尤其是操作方面的內容，比以前有更多觀摩的機會，腦筋裡面總覺得裝了不少東西。希望下次考試時，可以能有進步。而且既然老師用了網路來上課，在成績計算上或許不是只考慮考試成績，我們在網路上的表現應該也可以考慮進來。

與傳統式教室學習相比，混成式數位學習使學生在認知與技能效果上的感受較大，即混成式數位學習能彌補傳統式教室學習在認知與技能面向上的不足。究其原因在於混成式數位學習同時提供實體教學與數位學習，學生可以反覆地瀏覽線上知識與技能操作的教材，對於不瞭解的問題能夠和同儕在線上討論，使得實驗組學生在認知與技能上有顯著差異。而情意未達顯著的原因，表示情意特質本身的反應較不容易顯現。此結果符合Linn與Miller (2005)所提到的「知識與技能的效果較容易顯現，情意的特質發展會比較慢」。正如同學生在討論區的留言：

這幾週老師透過網路上課，我們也可以課後複習，學習的效率好像跟以前不太一樣。可以在網路上繳作業，也可以在討論區內討論作業，大部分同學都覺得滿不錯的，不必再像以前那樣要交紙本的，而且可以找到一些作業的資訊。不過到現在我還是有點不太習慣，可能還要再過幾週才會更習慣吧！希望到時後能更習慣。

伍、結論與建議

一、結論

本研究採用客觀式評估指標(成就測驗)與主觀式評估指標(自我覺知效果)檢驗混成式數位學習與傳統式教室學習的電工機械學習成效是否有所差異。結果顯示，混成式數位學習與傳統式教室學習的成就測驗無顯著差異，但混成式數位學習在認知、技能面向上的自我覺知效果顯著優於傳統式教室學習。因此本研究結論為混成式數位學習對於學生的成就測驗無顯著影響，但對於自我覺知效果有顯著提升作用，尤其在認知、技能面向上有顯著效果。此結果在數位學習上的意義為，混成式數位學習雖然無法實際提升

學生學業成就，但學生卻自己認為有一定的效果，這對於推動高職的混成式數位學習具有一定的意義。相較於其他驗證混成式數位學習效果的研究(如本文之文獻探討)，只有客觀式(成就測驗)或主觀式評估(自我覺知效果)其中一項結果。本研究的重要性在於同時評估兩種效果，而且得知兩種效果不一致。此結果讓教師在進行混成式數位教學時，宜同時考量主觀與客觀效果，不應偏廢其中一種。

對混成式數位學習而言，教師需投入比傳統式教室學習更多的精力，而且在師生的互動上(包含課堂與網路)也需要花費較多的時間。實驗組學生先前皆沒有混成式數位學習的經驗，若在數位學習的學習環境與內容的使用上使學生感到不習慣，仍可能會導致課後學生與同儕間在網路互動上有欠缺的情況發生。謝尚賢(2004)指出許多工學院背景的學生似乎仍習慣於被動式的學習方式，即使數位學習提供了許多主動學習與互動之機會，同學們參與課程討論和分享知識之積極度仍有相當大的成長空間。因此，教師不僅要鼓勵學生經常在討論區內與同儕進行議題討論之外，本身也需積極參與討論以提升學生與同儕之間的互動。

本研究的樣本對象皆為男生，而課程為高職電機科之電工機械課程內容的變壓器單元。不同性別、課程、教育層次等因素可能會影響學習成效，故本研究結果是否能推論至女生、其他不同的課程、教育層次，有待進一步驗證。因考慮不是每個家庭都擁有電腦與寬頻網路，所以實驗組的數位學習是在學校的電腦教室進行。在傳統的學習環境之下(控制組)，學生在課後有可能延伸課堂上的學習，進行課外閱讀或是家教、補習班的加強學習；在混成式數位學習的情境之下(實驗組)，學生在課後也有機會自行延伸至數位學習平臺上的學習，兩種因素皆有可能影響其學習成效。本研究礙於難以控制兩組課後的學習情境，因此兩組學生於課後所進行的任何學習，皆不納入本研究所探討的範圍內。

二、建議

(一)職訓數位學習網與教材改進的建議

1. 職訓教材分享

職訓數位學習網開發的方向是為貼近學習者的職場需求，以降低學習者在職場上的就業障礙。因此每年會與業界進行溝通，以瞭解產業界脈動，進而作為修改數位教材之依據。為了高職學生所學技能亦須符合職場需求，因此建議職訓局能夠與產業界、學界進行溝通與合作，以達成高職學校與職訓單位兩者教材可互相分享與共用的目標。使得高職教師能夠運用職訓數位學習網進行混成式數位學習，以提升學生所應具備的專業能力。

2. 開發更多課程內容與增加技能模擬教材

本研究顯示，混成式數位學習對於學生在認知、技能上有顯著正面效果。建議職訓數位學習網未來可考慮增加更多課程內容與技能動畫模擬教材，且在教材內容呈現上做更多變化與互動，以供技職學習者在技能上多做探索與練習。

3. 考量學生對學習結果上的感受

本研究發現，混成式數位學習對於學生的成就測驗無影響，但對自我覺知效果有影響。因此，建議教師在進行混成式數位教學時，在學習表現的評量上除了考慮成就測驗之外，也能參考學生對混成式數位學習的感受及學生對學習效果自評的結果，使學習表現的評量能兼具主觀與客觀方式。

(二)後續研究的建議

1. 將職訓數位學習網運用於其他科目

本研究顯示，運用職訓數位學習網的課程內容，相較於傳統式教室學習之下，混成式數位學習能提升學生的知識與技能，而且能使學生在學習上有所助益。因此，後續研究者可以將職訓數位學習網，以混成學習方式，運用於其他領域的科目(如電子、餐飲等)，及進行實證研究。

2. 將實驗時間再增長

本研究受於時間與課程內容的限制，實驗教學只進行5週。雖然本研究發現混成式數位學習在自我覺知效果的認知、技能面向有顯著差異，但對於學生的成就測驗沒有影響。後續研究建議可將實驗時間延長，並且採取較長期的縱貫性研究(longitudinal studies)，輔以觀察研究法(observation survey)，對學生的學習成效做長期的觀察與研究。

3. 控制兩組課後的學習情況

課後學習情況有可能會影響學習成效。因此建議後續研究，可用問卷調查學生在課後學習的情況，納入研究範圍內，以掌控學生課後學習的情況，降低對學習結果的影響。或嚴格限制實驗組於課後上網學習時數，以取得兩組課後學習時間的一致，減低實驗組成效較佳是因為學習時數較多的因素。

4. 實體與數位學習的順序

本研究的混成學習是將數位學習視為融入教師教學與輔助學生學習的角色，故採用先實體再數位的教學順序。若將數位學習定位為其他不同角色(譬如方便學生先預習、蒐集資料等)，建議未來可嘗試先數位再實體的教學順序，並比較兩種方式的教學效果。

參考文獻

1. 尹玫君、劉世雄(2005)。資訊科技融入教學的學習相關影響因素之研究。**當代教育研究**，**13**(2)，109-137。
2. 吳煌王、陳茂璋(2007)。**「數位邏輯活力旺」——高職實習課程混成學習方案**。查詢日期：2011年9月5日，檢自http://aca4.saihs.edu.tw/pps/download/行動研究成果集/9603/8309.doc。
3. 汪冠宏、劉明洲(2010)。以網路虛擬實習工場促進高職學生自我效能之研究。**數位學習科技期刊**，**2**(1)，45-59。
4. 林甘敏、陳年興、方國定(2005)。結合傳統與網路教學和純網路教學在學習成效與班級氣氛之比較。**當代教育研究**，**13**(4)，133-166。
5. 林凱胤、楊子瑩、王國華(2009)。融入混成學習與知識移轉策略實習輔導模式之成效評估。**科學教育學刊**，**17**(4)，293-318。
6. 張基成、周保男(2006)。能力本位網路學習系統之發展、實施與成效評估。**科學教育學刊**，**14**(2)，209-235。
7. 張基成、彭星瑞(2008)。網路化檔案評量於國中電腦課程之使用及成效。**師大學報：科學教育類**，**53**(2)，31-57。
8. 陳志遠(2011)。**混成式學習應用於高職電機科實習課程之行動研究**。未出版之碩士論文，國立臺北科技大學技職及職業教育研究所，臺北市。
9. 陳怡真、徐新逸(2007)。技能領域數位學習教學設計原則之探討。**教學科技與媒體**，**82**，101-112。
10. 游光昭、徐昊杲、顏銘宏(2006)。技能模擬學習系統之建置與評估。**教學科技與媒體**，**77**，51-66。

11. 賴國斌(2006)。我國職業訓練網路數位學習的推動與展望。**就業安全，5**(2)，82-86。
12. 謝尚賢(2004)。應用網路輔助教學於土木工程教育之實例研究。**國立臺灣大學「台大工程」學刊，92**，43-55。
13. Akkoyunlu, B., & Yilmaz-Soylu, M. (2008). Development of a scale on learners' views on blended learning and its implementation process. *The Internet and Higher Education*, *11*(1), 26-32.
14. Alshwiah, A. A. S. (2009). *The effects of a blended learning strategy in teaching vocabulary on premedical students' achievement, satisfaction and attitude toward English language*. Unpublished master thesis, Arabian Gulf University, Manama, Bahrain.
15. Baldwin-Evans, K. (2006a). Key steps to implementing a successful blended learning strategy. *Industrial and Commercial Training*, *38*(3), 156-163.
16. Baldwin-Evans, K. (2006b). Blended learning: The what, where, when and how. *Training & Management Development Methods*, *20*(3), 353-366.
17. Bersin, J. (2004). *The blended learning book: Best practices, proven methodologies, and lessons learned*. San Francisco: Pfeiffer.
18. Bielawski, L., & Metcalf, D. (2005). *Blended eLearning: Integrating knowledge, performance support, and online learning* (2nd ed.). Amherst, MA: HRD Press.
19. Bolliger, D. U. (2004). Key factors for determining student satisfaction in online courses. *International Journal of E-Learning*, *3*(1), 61-67.
20. Bonk, C. J., & Graham, C. R. (2006). *The handbook of blended learning: Global perspective, local designs*. San Francisco: Pfeiffer.
21. Burgess, L. A. (2003). WebCT as an e-learning tool: A study of technology students' perceptions. *Journal of Technology Education*, *15*(1), 6-15.
22. Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral science* (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
23. Cottrell, D. M., & Robison, R. A. (2003). Case 4: Blended learning in an accounting course. *Quarterly Review of Distance Education*, *4*(3), 261-269.
24. Cross, J. (2006). Forewords. In C. J. Bonk & C. R. Graham (Eds.), *The handbook of blended learning: Global perspectives, local designs* (p. 1). San Francisco: Pfeiffer.
25. Delialioglu, O., & Yildirim, Z. (2008). Design and development of a technology enhanced hybrid instruction based on MOLTA model: Its effectiveness in comparison to tradition instruction. *Computers & Education*, *51*(1), 474-483.
26. Ebel, R. L., & Frisbie, D. A. (1991). *Essentials of educational measurement* (5th ed.). Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
27. Futch, L. S. (2005). *A study of blended learning at a metropolitan research university*. Unpublished doctoral dissertation, University of Central Florida, Orlando, FL.
28. Garrison, D. R., & Vaughan, N. D. (2008). *Blended learning in higher education: Framework, principles, and guidelines*. San Francisco: Jossey-Bass.
29. Ginns, P., & Ellis, R. A. (2007). Quality in

blended learning: Exploring the relationships between on-line and face-to-face teaching and learning. *The Internet and Higher Education*, *10*(1), 53-64.

30. Ginns, P., & Ellis, R. A. (2009). Evaluating the quality of e-learning at the degree level in the student experience of blended learning. *British Journal of Educational Technology*, *40*(4), 652-663.
31. Gülbahar, Y., & Madran, R. O. (2009). Communication and collaboration, satisfaction, equity, and autonomy in blended learning environments: A case from Turkey. *International Review of Research in Open and Distance Learning*, *10*(2), 117-138.
32. Hofmann, A. (2008). Developments in blended learning. *Economics and Organization of Future Enterprise*, *1*(1), 55-62.
33. Hu, P. J., Hui, W., Clark, T. H. K., Milton, J., Ma, W., & Tam, K. Y. (2005, July). *Examining e-learning effectiveness, outcomes and learning style: A longitudinal field experiment*. Paper presented at the Meeting of Pacific Asia Conference on Information System. Bangkok, Thailand.
34. Hwang, A., & Arbaugh, J. B. (2009). Seeking feedback in blended learning: Competitive versus cooperative student attitudes and their links to learning outcome. *Journal of Computer Assisted Learning*, *25*(3), 280-293.
35. Karppinen, P. (2005). Meaningful learning with digital and online videos: Theoretical perspectives. *Association for the Advancement of Computing in Education Journal*, *13*(3), 233-250.
36. Kerres, M., & Witt, C. D. (2003). A didactical framework for the design of blended learning arrangements. *Journal of Educational Media*, *28*(2-3), 101-113.
37. Kim, K.-J., & Bonk, C. J. (2006). The future of online teaching and learning in higher education: The survey says…. *Educause Quarterly*, *29*(4), 22-30.
38. Kim, K.-J., Bonk, C. J., & Teng, Y.-T. (2009). The present state and future trends of blended learning in workplace learning settings across five countries. *Asia Pacific Education Review*, *10*(3), 299-308.
39. Lanham, E., & Zhou, W. (2003). Cultural issues in online learning – Is blended learning a possible solution? *International Journal of Computer Processing of Languages*, *16*(4), 275-292.
40. Lee, C.-H., Yeh, D., Kung, R. J., & Hsu, C.-S. (2007). The influences of learning portfolios and attitudes on learning effects in blended e-learning for mathematics. *Journal of Educational Computing Research*, *37*(4), 331-350.
41. Lin, Q. (2008). Student satisfactions in four mixed courses in elementary teacher education program. *The Internet and Higher Education*, *11*(1), 53-59.
42. Linn, R. L., & Miller, M. D. (2005). *Measurement and assessment in teaching* (9th ed.). Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
43. López-Pérez, M. V., Pérez-López, M. C., & Rodríguez-Ariza, L. (2011). Blended learning in higher education: Students' perceptions and their relation to outcomes. *Computers & Education*, *56*(3), 818-826.
44. Masie, E. (2002). Blended learning: The magic is in the maix. In A. Rossett (Ed.),

The ASTD e-learning handbook: Best practices, strategies, and case studies for an emerging field (pp. 58-63). New York: McGraw-Hill.

45. Méndez, J. A., & González, E. J. (2010). A reactive blended learning proposal for an introductory control engineering course. *Computers & Education*, *54*(4), 856-865.
46. Motiwalla, L., & Tello, S. (2000). Distance learning on the internet: An exploratory study. *The Internet and Higher Education*, *2*(4), 253-264.
47. Mouzakis, C. (2008). Teachers' perceptions of the effectiveness of a blended learning approach for ICT teacher training. *Journal of Technology and Teacher Education*, *16*(4), 461-482.
48. Picciano, A. G. (2002). Beyond student perceptions: Issues of interaction, presence, and performance in an online course. *Journal of Asynchronous Learning Networks*, *6*(1), 21-40.
49. Piccoli, G., Ahmad, R., & Ives, B. (2001). Web-based virtual learning environments: A research framework and a preliminary assessment of effectiveness in basic IT skills training. *MIS Quarterly*, *25*(4), 401-426.
50. Roblyer, M. D. (2006). *Integrating educational technology into teaching* (4th ed.). Upper Saddle River, NJ: Pearson/Merrill Prentice Hall.
51. Rooney, J. E. (2003). Knowledge Infusion: Blending learning opportunities to enhance educational programming and meetings. *Association Management*, *55*(6), 26-32.
52. Rovai, A. P., & Jordan, H. M. (2004). Blended learning and sense of community: A comparative analysis with traditional and fully online graduate courses. *International Review of Research in Open and Distance Learning*, *5*(2), 1-13.
53. Singh, H. (2003). Building effective blended learning programs. *Education Technology*, *43*(6), 51-54.
54. Summers, J. J., Waigandt, A., & Whittaker, T. A. (2005). A comparison of student achievement and satisfaction in an online versus a traditional face-to-face statistics class. *Innovative Higher Education*, *29*(3), 233-250.
55. Taradi, S. K., Taradi, M., Radic, K., & Pokrajac, N. (2005). Blending problem-based learning with web technology positively impacts student learning outcomes in acid-base physiology. *Advances in Physiology Education*, *29*(1), 35-39.
56. Uribe, D., Klein, J. D., & Sullivan, H. (2003). The effect of computer-mediated collaborative learning on solving iii-defined problems. *Educational Technology Research and Development*, *51*(1), 5-19.
57. Usta, E., & Ozdemir, S. M. (2007, May). *An analysis of students' opinions about blended learning environment*. Paper presented at the International Educational Technology (IETC) Conference. Nicosia, Turkey.
58. Vaughan, N. (2007). Perspectives on blended learning in higher education. *International Journal on E-Learning*, *6*(1), 81-94.
59. Vaughan, N., & Garrison, D. R. (2005). Creating cognitive presence in a blended faculty development community. *The Internet and Higher Education*, *8*(1), 1-12.
60. Wagner, E. D. (2006). On designing inter-

action experiences for the next generation of blended learning. In C. J. Bonk & C. R. Graham (Eds.), *The handbook of blended learning: Global perspectives*, *local designs* (pp. 41-55). San Francisco: Pfeiffer.

61. Wakefield, A. B., Carlisle, C., Hall, A. G., & Attree, M. J. (2008). The expectations and experiences of blended learning approaches to patient safety education. *Nurse Education in Practice*, *8*(1), 54-61.
62. Woods, R., Baker, J. D., & Hopper, D. (2004). Hybrid structures: Faculty use and perception of web-based courseware as a supplement to face-to-face instruction. *The Internet and Higher Education*, *7*(4), 281-297.

附錄一：成就測驗之項目分析

題項	項目總分相關	極端組檢定(*t*值)	保留／刪除
1	0.266*	1.630	刪除
2	0.200	4.138***	刪除
3	0.091	0.808	刪除
4	0.391**	2.434**	保留
5	0.462**	3.383***	保留
6	0.279*	1.356	刪除
7	0.374**	2.022*	保留
8	0.201	1.630	刪除
9	0.294*	2.911**	保留
10	0.136	1.268	刪除
11	0.442**	3.199**	保留
12	0.370**	2.144*	保留
13	0.358**	2.245*	保留
14	0.243	1.151	刪除
15	0.388**	2.733**	保留
16	0.380**	2.838**	保留
17	0.240	0.614	刪除
18	0.200	0.891	刪除
19	0.336**	1.859	刪除
20	0.176	1.204	刪除
21	0.160	0.260	刪除
22	0.342**	3.577***	保留
23	0.427**	4.152***	保留
24	0.285*	2.608*	保留
25	0.361**	2.434*	保留

*$p < .050$, **$p < .010$, ***$p < .001$

附錄二：成就測驗之試題難度與鑑別度

原始題號	正式題號	難度	難易度區別	鑑別度
4	1	0.38	中等偏難	0.41
5	2	0.64	中等偏易	0.41
7	3	0.28	中等偏難	0.39
9	4	0.30	中等偏難	0.34
11	5	0.45	中等偏難	0.47
12	6	0.38	中等偏難	0.41
13	7	0.18	過於困難	0.27
15	8	0.40	中等偏難	0.36
16	9	0.26	中等偏難	0.53
22	10	0.31	中等偏難	0.54
23	11	0.34	中等偏難	0.59
24	12	0.36	中等偏難	0.45
25	13	0.33	中等偏難	0.40

註：0.25以下困難；0.25-0.50中等偏難；0.50-0.75中等偏易；0.75以上簡單。

附錄三：電工機械自我覺知效果量表

	非常不同意	不同意	普通	同意	非常同意
一、認知類效果	□	□	□	□	□
1. 我認為這門課對我的電工機械知識的增長有幫助	□	□	□	□	□
2. 我認為這門課對我的電工機械知識的保留有幫助	□	□	□	□	□
3. 我認為這門課對我的電工機械構造的瞭解有幫助	□	□	□	□	□
4. 我認為這門課對我的電工機械特性的瞭解有幫助	□	□	□	□	□
5. 我認為這門課對我的電工機械原理的瞭解有幫助	□	□	□	□	□
二、技能類效果	□	□	□	□	□
6. 我認為這門課對我的電工機械技能的增長有幫助	□	□	□	□	□
7. 我認為這門課對我的電工機械技能的保留有幫助	□	□	□	□	□
8. 我認為這門課對我的電工機械操作有幫助	□	□	□	□	□
9. 我認為這門課對我的蒐集資料能力有幫助	□	□	□	□	□
10. 我認為這門課對我的電工機械作業有幫助	□	□	□	□	□
三、情意類效果	□	□	□	□	□
11. 我認為這門課對我的電工機械興趣的提升有幫助	□	□	□	□	□
12. 我認為這門課對我的電工機械學習效率的提升有幫助	□	□	□	□	□
13. 我認為這門課對我的電工機械思考意願的促進有幫助	□	□	□	□	□
14. 我認為這門課對我的電工機械課業討論有幫助	□	□	□	□	□
15. 我認為這門課與同儕互動有幫助	□	□	□	□	□
16. 我認為這門課與教師互動有幫助	□	□	□	□	□

附錄四：自我覺知效果項目分析

題項	項目總分相關	極端組檢定(*t*值)	保留／刪除
一、認知面向			
1	0.413**	3.996***	保留
2	0.387**	2.579**	保留
3	0.421**	3.834***	保留
4	0.482**	4.844***	保留
5	0.538**	5.347***	保留
二、技能面向			
6	0.592**	5.346***	保留
7	0.610**	4.621***	保留
8	0.503**	4.046***	保留
9	0.643**	5.313***	保留
10	0.620**	5.776***	保留
三、情意面向			
11	0.442**	2.979**	保留
12	0.455**	3.640***	保留
13	0.557**	4.169***	保留
14	0.417**	2.454**	保留
15	0.354**	2.820**	保留
16	0.522**	4.144***	保留

*p < .050, **p < .010, ***p < .001

附錄五：自我覺知效果因素分析

項目	題項	特徵值	解釋變異量	因素負荷量	效度係數
認知	1	2.713	54.267%	0.667	0.445
	2			0.459	0.221
	3			0.762	0.581
	4			0.876	0.767
	5			0.842	0.709
技能	6	2.934	58.676%	0.804	0.647
	7			0.834	0.696
	8			0.720	0.519
	9			0.775	0.600
	10			0.687	0.472
情意	11	3.789	63.149%	0.819	0.695
	12			0.763	0.589
	13			0.693	0.567
	14			0.754	0.570
	15			0.780	0.633
	16			0.828	0.736
整體	全部題項	3.293	54.227%		

科學教育學刊
2011, 第十九卷第六期, 549-579

Chinese Journal of Science Education
2011, 19(6), 549-579

The Effects of Blended Electrical-Machinery e-Learning on Vocational High School Students

Chi-Cheng Chang* and Yu-Sheng Hsu

Department of Technology Application and Human Resource Development, National Taiwan Normal University

Abstract

This study examined the impact of blended e-learning on electrical machinery learning, as measured by both an achievement test and self-perceived effects. The subjects were two classes of second-year vocational high school students who took an electrical-machinery course in the department of Electrical Technology. There were 33 students in an experimental group and 32 students in a control group. The experimental group used blended e-learning and the control group used traditional c-learning. The experiment lasted for 5 weeks. The results were as follows: (1) There was no significant difference in achievement test scores between blended e-learning and traditional c-learning. (2) The self-perceived effects of blended e-learning were significantly higher than those of traditional c-learning. These effects were greater for cognition, compared to skills. (3) The self-perceived effects after the blended e-learning were significantly higher than that before it. The conclusion is drawn, that blended e-learning had no impact on achievement test scores, but compared with traditional c-learning, it had a significant impact on self-perceived effects.

Key words: Self-perceived Effect, Blended E-learning, Electrical-machinery, Learning Effect

* Corresponding author: Chi-Cheng Chang