

從新學習遷移觀點 發掘數位遊戲式學習之價值

蔡福興* 游光昭** 蕭顯勝***

本研究設計遊戲式與網頁式兩種不同導向的數位學習環境，來教授 28 位六年級國小學生學習有關省電與節能的知識，並分析學習者在知識獲取、新舊觀點之學習遷移能力表現上的成效差異，及學習行為所隱含的意義，以試圖發掘數位遊戲式學習的價值。

研究結果發現，遊戲式與網頁式之學習者在知識獲取表現，及舊觀點的學習遷移表現上沒有顯著的差異；但在新觀點的學習遷移表現上，遊戲式學習者則顯著優於網頁式學習者。這顯示遊戲式學習者在面對新情境問題時，展現了較強的學習與問題解決的能力。同時，透過學習行為的分析，本研究亦發現遊戲式學習的學習任務與互動性對學習行為與學習成效產生了關鍵性的影響，此亦顯示數位遊戲式學習在特定學習上的價值。

關鍵字：數位學習、數位遊戲式學習、學習成效、學習遷移

* 作者現職：國立臺灣師範大學工業科技教育博士，高雄市中山國小教師

**作者現職：國立臺灣師範大學工業科技教育學系教授

***作者現職：國立臺灣師範大學工業科技教育學系教授

壹、緒論

一、研究背景與動機

近來娛樂與學習的結合已逐漸成為數位學習 (e-Learning) 中一個熱門的主題，如：數位遊戲式學習 (digital game-based learning, DGBL)、或教育娛樂 (edutainment) 等都是反應此現象的常見術語，且都是指透過電腦遊戲所進行的一種教育與學習方式。這顯示電腦遊戲除了提供娛樂外，它的特點與價值正逐漸被教育領域重視。同時，「嚴肅遊戲 (serious games)」一詞也開始廣為流傳，它被用來泛指所有不純粹以娛樂為目的之電腦遊戲，且通常指用在教育、訓練或模擬上的電腦遊戲 (Michael & Chen, 2006)。換言之，數位學習正朝向超越教材網頁化的呈現方式，而數位遊戲式學習也逐漸成為數位學習的新模式 (Aldrich, 2004; Squire, 2005)。

有許多的理由支持我們開始朝向遊戲式的數位學習 (game-based e-Learning)。例如，傳統的數位學習常讓人覺得無趣 (Pivec, 2007)，但遊戲卻可以引起學習動機，提供讓人專注與沈浸的經歷；數位學習需要自我管理來達成學習目標 (Mcloughlin, 2002)，但遊戲都有特定的遊戲規則與目的來引導人如何循序漸進；或如 Tsai、Yu 及 Hsiao (2007) 提出線上遊戲可讓人主動、合作、對話、反思等特點，而此正符合建構式網路學習環境的特點。然而，這些理由可能無法全然說服數位學習開發者從事遊戲式學習的設計，因為數位遊戲式學習仍有遭受許多的批評，如遊戲可能造成沈迷、暴力等負面影響 (Mitchell & Savill-Smith, 2004)。同時，許多的研究中 (Kuo, 2007; O'Leary, Diepenhorst, & Churley-Strom, 2005; Randel, Morris, Wetzel, & Whitehall, 1992) 也發現，數位遊戲式學習的成效與傳統教學或數位學習相比較時，並不一定有顯著的差異，顯示其學習成效似乎仍充滿著不確定性。

雖然我們知道教育性遊戲設計的不良、學習者個別差異等都可能是造成數位遊戲式學習成效不彰的原因。但若單從經濟的觀點來看，其實大多數人仍會選擇開發時間較短、較不需要技術性的網頁式數位學習 (web-page e-Learning)，尤其是藉由一般網頁學習仍可有效進行的學習活動。所以，現在真的可以開始積極從事遊戲式的數位學習了嗎？數位遊戲式學習除了能引起學習者動機等特色外，是否有其他未讓人發現的價值，以說服我們捨棄低成本的網頁式學習，而投入時間去設計一個需較高成本的教育性遊戲呢？

Bransford 和 Schwartz (1999) 指出，許多研究大多從測驗的成果來評估學習活動是否具有成效。因此，若在不同的學習活動後採用記憶類型測驗來比較其成效時，其之間的成效看起來可能會是相同的，但若採用學習遷移的測驗時，

其之間的成效就會呈現差異。如 Michael、Klee、Bransford 及 Warren (1993) 研究錨式與傳統教學的學習成效，發現兩種教學法在記憶型的測驗上沒有差異，但在學習遷移測驗上卻有明顯的差異。所以，過去有關數位遊戲式學習成效之不確定性，也可能是因為學習成效測驗大多採用記憶型的測驗所造成的。如 Pierfy (1977) 所比較的多個研究中，或 Ricci、Salas 和 Cannon-Bowers (1996)、Kuo (2007) 等發現數位遊戲式學習成效不顯著的研究，都是採用選擇題式的記憶類型測驗來評估學習的成效。故若在探討數位遊戲式學習成效時，能重視學習者的學習遷移表現，或許更能顯示出數位遊戲式學習的價值。

而有關學習遷移的評量，傳統上是運用問題解決測驗來評量學習者能否應用所學去解決新情境的問題，且也常視新情境問題與舊學習情境之間的相似度區分成近遷移或遠遷移表現，但近來有學者 (Bransford & Schwartz, 1999; Hatano & Greeno, 1999) 提出新的學習遷移觀點及評量方法，認為學習遷移的評量不應該僅重視學習者能否成功解決新情境問題的能力，而應同時注重學習者面對新情境問題時的學習能力，且 Schwartz 及 Martin (2004) 也證明新的學習遷移觀點與評量方法比傳統的更能顯示出某種學習活動的學習成效。

因此，本研究嘗試從學習遷移的觀點來探討數位遊戲式學習的價值，並運用自行研發的多人線上教育性遊戲-「超級外送王 (Super Delivery)」，來教授國小學生有關省電與節能的知識，並與同等學習目標的網頁式學習活動進行比較，希望從中發現數位遊戲式學習的優點與成功之處。

二、研究目的

本研究是在以特定學習目標 (認識電與能源、電功率、電費計算等基本概念) 與適合國小程度之特定學習教材範圍為前提下，嘗試設計出兩種以自我導向 (self-directed) 學習為主的數位學習環境與活動。一種是將教育內容與線上遊戲適當結合，以線上遊戲來引發學習的數位遊戲式學習 (以下亦簡稱遊戲式學習)，另一種則是將教育內容網頁化，透過學習單、網路探索、或線上測驗等活動來引導學生閱讀網頁式教材的傳統網頁式數位學習 (以下亦簡稱網頁式學習)。而主要之研究目的是在比較遊戲式學習與網頁式學習的學習成效差異，分析學習者從知識獲取 (knowledge acquisition) 到新舊不同觀點的學習遷移能力表現，同時，亦分析學習者的行為表現，進而發現兩種學習環境的優劣之處，以從中發掘數位遊戲式學習的價值。具體而言，本研究的目的有以下幾點：

- (一)比較遊戲式學習者與網頁式學習者的知識測驗成績之差異。
- (二)從舊的學習遷移觀點，比較遊戲式學習者與網頁式學習者的近遷移與遠遷移能力表現差異。

(三)從新的學習遷移觀點，比較遊戲式學習者與網頁式學習者的遠遷移能力表現差異。

(四)分析兩種學習環境下的學習者行為表現，及其與學習成效間的關聯。

貳、文獻探討

一、數位遊戲式學習的探討

何謂數位遊戲式學習？Prensky（2001）認為數位遊戲式學習即任何教育內容與電腦遊戲的緊密結合，亦可把它定義為在電腦或線上（online）的任何教育性遊戲。而 Garris、Ahlers 及 Driskell（2002）的遊戲式的學習模式，也可詳實地描述何謂數位遊戲式學習，首先即需設計一個可以整合教學內容和遊戲特性的教育性遊戲，其次是此遊戲能讓人沈浸於面對挑戰而不斷地引發判斷、執行與系統回饋的循環，最後則藉由此種遊戲的投入而達成某一特定的學習目標。因此，簡單地說，數位遊戲式學習就利用內涵學習元素的數位遊戲，來達成某一特定的學習成果。

近來，數位遊戲式學習在教育科技領域中正逐漸的盛行（Becker, 2007），且已有許多學者認為數位遊戲式學習正逐漸興起成為數位學習的新模式（Aldrich, 2004; Squire, 2005）。為何數位遊戲式學習會逐漸受到重視呢？Prensky（2001）曾運用如圖 1 的投入（engagement）與學習兩個向度來說明為何數位遊戲式學習是可行的，他認為理想的數位遊戲式學習是屬於高投入與高學習的活動，而傳統的數位學習（電腦化訓練）則如眾所皆知大多屬於低投入且低學習的活動。

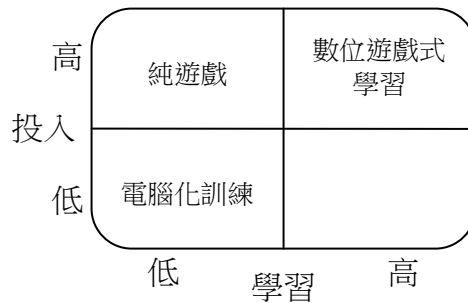


圖 1 學習與投入的關係圖

資料來源：Prensky（2001）

數位遊戲式學習之所以逐漸受到數位學習的重視，最主要的原因是數位遊戲式學習能引起學習者的參與動機，解決了傳統數位學習無法吸引學習者投入的缺點。再者，理想的數位遊戲式學習，讓人感覺就如同玩影音遊戲（video game）或電腦遊戲一樣（Prensky, 2001）。因此，當談及數位遊戲式學習時，許多學者（Garris et al, 2002; Oblinger, 2004; Tsai et al., 2007）均會將電腦遊戲的特性，如：有規則、有目的、具互動性、具競爭或合作性、有挑戰、複雜、控制、策略等特性（Malone, 1981; Crookall, Oxford, & Saunders, 1987）等，視為數位遊戲式學習的特點。所以，如數位遊戲式學習能讓學習者有一定的規則與目標去引導人投入，以解決一般數位學習常需要自我管理來達成學習目標（McLoughlin, 2002）的缺點等，都是數位遊戲學習之逐漸受到數位學習重視的更具體原因。

雖然數位遊戲式學習受到矚目，且在過去許多實證研究中，也有許多支持數位遊戲式學習提升學習者在數學、科學、軍事等方面表現的例子（Gopher, Weil, & Bareket, 1994; McFarlane, Sparrowhawk, & Heald, 2002; Whitehall & McDonald, 1993）。但數位遊戲式學習也曾遭受許多的批評，如認為遊戲讓學習增加了趣味，但不適合做為教學用，僅適合作為學習後的複習或增強物；認為數位遊戲式學習中的娛樂成分很高但教育內容卻過少，並不值得花時間去設計或使用這樣的遊戲（Prensky, 2001）；或如 Mitchell 及 Savill-Smith（2004）所指出的，遊戲的目標與學習的目標可能不一致、遊戲可能分散學習的注意力、遊戲無法同時滿足男性與女性的喜好、遊戲可能太容易或太難而減低學習動機、需花很長的時間去完成、或遊戲可能會影響身心方面的健康問題等。

同時，有關數位遊戲式學習的成效仍是充滿著不確定性，因為許多研究指出數位遊戲式學習的學習成效並不明顯。如 Pierfy（1977）曾評估 22 個模擬遊戲式學習的研究，發現僅有 3 個研究的知識紙筆測驗成績比傳統教學好，有 15 個研究沒有顯著差異；Randel 等人（1992）從 68 個研究中探討數位遊戲式學習與傳統教室教學的學生表現，發現有 38 個研究（56%）沒有顯著差異，僅 22 個研究（32%）遊戲式學習的表現較好；O'Leary 等（2005）及 Kuo（2007）的研究中也發現遊戲式學習與傳統或網路學習的成效並沒有顯著差異。

雖然 Prensky（2001）曾說，數位遊戲式學習的前提是能將遊戲與教育內容作結合，且能達成與傳統學習一樣好或更好的學習成果。這也表示數位遊戲式學習的成效不一定要比傳統學習好，一樣好也算是好的學習成果。但若當數位遊戲式學習的成效和一般的數位學習一樣好時，恐怕很少會有數位學習設計者願意花時間去開發需要高技術與高成本的數位遊戲式學習了。所以，數位遊戲式學習除了能引發學習者投入等無庸置疑的價值外，其經投入後所獲得的學習成效，若與一般的數位學習相比，應該要有更具體的成功之處，如此才能說服

更多數位學習設計者往遊戲式的數位學習邁進，這也是本研究所欲探討的方向。

二、學習遷移的探討

學習遷移 (transfer of learning) 通常被定義為，將某一個情境所學到知識或技能應用到新的情境上 (Cormier & Hagman, 1987; Singley & Anderson, 1989)。而視新情境與舊情境之間的相似程度，學習遷移也常被分為近遷移 (near transfer) 與遠遷移 (far transfer)，近遷移是指在兩種相類似情境下所發生的遷移，而遠遷移則是指兩種極不相同的情境下所發生的遷移 (Perkins & Salomon, 1994)。

有關學習遷移的研究可追溯至上個世紀，從 1901 年的 Thorndike 和 Woodworth 起，陸續有許多有關學習遷移的研究與理論被發展出來，但事實上，學習遷移的概念卻是爭議不斷。因為許多有關學習遷移的實證研究都得到失敗的結果，特別是在有關遠遷移的研究上 (Gick & Holyoak, 1980; Reed, Ernst, & Banerji, 1974)，如 Detterman (1993) 便認為學習遷移的證據比火山爆發的機率還低，但也有人認為學習遷移是無所不在 (Bereiter, 1995; Dyson, 1999)。

近年來，開始有研究者對學習遷移提出新的觀點。Bransford 及 Schwartz (1999) 認為過去有關學習遷移的研究都是使用同一種研究的典範，即先讓學習者學習後，再讓學習者接受所謂的「隔離的問題解決 (sequestered problem solving, SPS)」。他們認為這就是為何過去會找不到學習遷移證據的原因，且把這種研究典範稱為「直接應用的遷移理論 (direct-application theory of transfer, DA theory of transfer)」。因此，Bransford 及 Schwartz (1999) 提出另一種學習遷移的觀點，強調所謂「為未來學習準備 (preparation for future learning, PFL)」，來作為學習遷移的新觀點，他們認為學習遷移不應該評量學習者能否在毫無支援的情境下，解決新問題的能力，而是該檢驗學習者在有學習資源的環境下，如何學習解決新問題的能力。意即，學習者當下學習所獲得的知識，不是為了未來能直接應用在新情境中，而是為了作為未來面對新情境的學習準備。

Hatano 和 Greeno (1999) 也提出與 Bransford 及 Schwartz (1999) 相同的看法，強調學習遷移應更注重社會文化的觀點。他們批評傳統的學習遷移模式將知識視為個人的靜態資產，且採用了不適當的標準來衡量所謂成功的學習遷移，忽略了人與人之間的互動、或其他學習資源可能對學習遷移表現的影響。De Corte (2003) 也贊同 PFL 的觀點，認為傳統學習遷移的標準太過狹隘，忽視了學習的主動、建構、互動、與情境化的特性，而認為應將學習遷移視為把所學的知識、技能、與動機在新的情境與學習任務上作有效的使用。

Schwartz、Bransford 及 Sears (2005) 認為學習遷移應包含兩種狀況，一種

是「向外遷移 (transfer out)」,另一種是「向內遷移 (transfer in)」。其中,向外遷移是指學習者學習某項知識後,應用這些知識去解決新問題的情況;而向內遷移則是指學習者學習某項知識後,應用這些知識去學習新知識的情況。他們認為過去研究之所以很難得到學習遷移的證據,是因為大多僅強調向外的遷移,而有些研究卻認為學習遷移無所不在的,則是因為僅強調向內遷移的觀點。所以,在評量學習遷移時,應能同時強調此兩種不同的遷移,且若能同時注重向內與向外的遷移,更能顯示出某種學習策略所隱藏的價值。

Schwartz 及 Martin (2004) 的研究實際驗證了上述的觀點,他們設計了一個實驗來比較此兩種學習遷移觀點的差異,結果顯示唯有同時注重向內與向外的遷移,才能顯示出真正的學習成效,圖 2 與圖 3 是他們所採取的兩種實驗設計。圖 2 表示採向外遷移觀點的實驗設計(亦即 SPS 的評量方法),先讓兩組不同的學習者接受兩種不同的學習活動,但學習相同的知識,之後共同接受一個隔離式的學習遷移問題測驗,由於過去許多學習遷移的研究都採用此方法,所以他們將此設計稱為標準遷移典範(standard transfer paradigm)。圖 3 則表示同時注重向外與向內遷移觀點的研究設計(亦即採 PFL 的觀點),先讓兩組不同的學習者,接受兩種不同的學習活動去學習相同的知識,但之後給予兩組同樣的學習資源,讓其主動應用此學習資源學習,並去解決學習遷移問題測驗。由於圖 3 這種設計讓學習者同時經歷了向內與向外的遷移,所以作者把它取名為雙重遷移典範(double transfer paradigm)。研究結果發現,接受標準遷移典範的學習者間,在學習遷移測驗的表現上並無顯著差異,但接受雙重遷移典範的學習者,其學習遷移測驗的表現卻達顯著差異。這表示當採新的學習遷移觀點,同時注重向內與向外的遷移時,便能顯示出學習遷移能力的差異,也能顯示出何種學習活動較有助於促進學習遷移的表現。

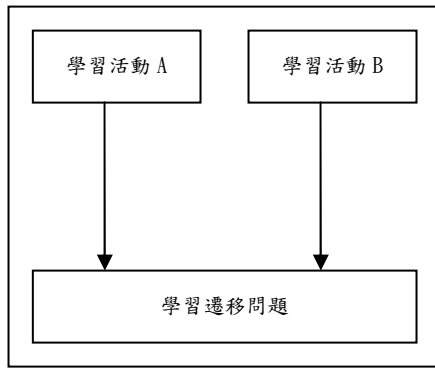


圖 2 標準遷移典範

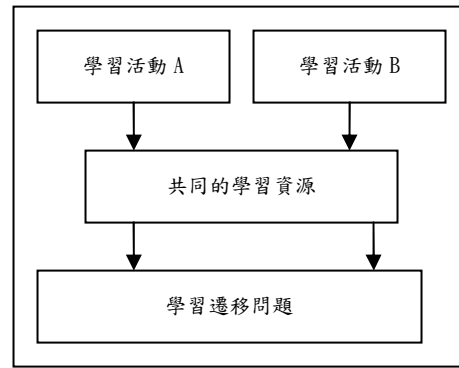


圖 3 雙重遷移典範

資料來源: Schwartz 及 Martin (2004) 資料來源: Schwartz 及 Martin (2004)

因此，有關評估學習活動的成效，除了許多研究常用的記憶測驗可評量學習者是否學習到知識外，評量學習者能否學習遷移也是可行的方法。同時，藉由近來有關新學習遷移觀點的探討與實證，我們可以發現採用新觀點的學習遷移評量方法，似乎比舊觀點的方法更能合理的評量到學習者學習遷移表現。雖然，目前對於何種觀點的評量方法較正確並沒有定論，但若在評量學習遷移表示時，能同時兼顧此兩種觀點，應更能檢驗出學習遷移表現的差異，而這就好比近來建構式學習評量所強調的，應同時注重「靜態評量」與「動態評量」是同樣的道理。

叁、研究方法

一、研究設計

本研究採準實驗設計，但由於學習實驗中包括學習有關電費與電功率的計算，所以學習遷移測驗問題都與數學的比值問題計算有關。因此，為了提升實驗的外在效度，減少實驗者對實驗處理的敏感性，本研究以學習者先前的數學成績作為共變項來取代前測。

研究設計如圖 4 所示，整個實驗主要在考驗自變項對依變項的影響效果，即不同的數位學習模式是否會對學習成效造成影響。自變項是數位學習的模式，包括遊戲式學習與網頁式學習；依變項是學習者的學習成效，而為了檢驗記憶測驗與學習遷移測驗的差別，及新舊不同學習遷移觀點的差異，學習成效包括了知識測驗、近遷移測驗、無學習資源的遠遷移測驗（舊觀點）、及有學習資源的遠遷移測驗（新觀點），另外，還包括學習的行為也都屬於學習成效的研究範圍；控制變項則是控制所有學習者都有相同的學習時間、學習目標、學習教材、及學習設備等。

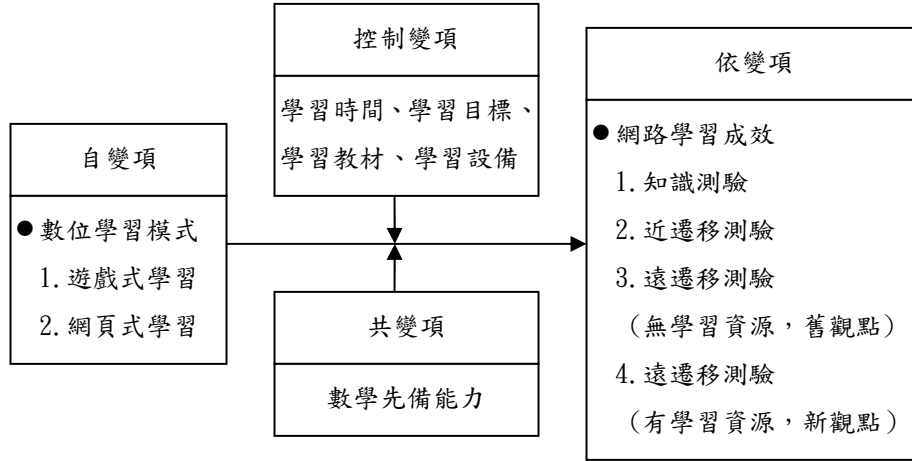


圖 4 研究設計

二、研究對象

本研究的主要學習內容在教導學生認識有關電能與電功率的概念，進而認識電費的計算及省電的方法。由於電功率的概念與速率的概念同屬於數學比值問題的運算，因此，本研究特別選定剛學習過速率單元的高雄市某國小六年級的兩個班級學生為對象。而為了減少受試者的個別差異，使實驗有較好的內在效度，本研究以這些學生在數學課程中「速率」單元的平時考成績為參考依據，再從每班隨機選取高、中、低成績表現學生各 5 名，即兩班各選取 15 名學生成為研究對象，隨機分派一個班級為實驗組、一個班為控制組。但由於實驗過程中有兩位同學因故無法全程參與，因此，最終本研究的實驗對象共 28 人（實驗組與控制組各 14 人），經分析兩組實驗對象所受相同考題之速率平時考成績，發現其間並沒有顯著差異（ $t=.242$ ， $p=.811$ ），顯示本研究所選定之對象在數學先備知識上沒有顯著的差距。

此外，本研究將實驗樣本人數由原班級人數再縮減的另一個原因，也是為了配合實驗學校電腦教室的環境，以好讓實驗時每位學生之間皆不是比鄰而坐的。這目的要讓實驗能更貼近於一般線上遊戲或數位學習的情況，讓學生真正得以透過網路來遊戲或自我學習，且僅能利用網路來與同儕溝通，避免因為實驗人數過多，電腦教室過於擁擠，學生之間容易透過面對面的交談來溝通或學習，而喪失一般線上遊戲與數位學習活動進行時應有的特性。

三、研究工具

(一)線上遊戲式學習系統

本研究採用 Dimensione X 的遊戲引擎自行設計製作一個小型的多人線上遊戲-「超級外送王」，目的希望能藉此遊戲教導國小學生學習有關省電與節能的知識。該遊戲將故事背景虛設在 2050 年發生石油耗盡的年代，遊戲的任務是玩家必須扮演快餐店的外送員，騎乘電動機車在城市中外送食物給顧客，遊戲過程中，玩家必須懂得行走最短的路線以節約用電，並須學習如何計算電費以進行充電，最終的目標是擊敗所有參賽者成為超級的外送王。

超級外送王的遊戲設計參考 Garris 等人（2002）的遊戲式學習模式，即讓玩家必須不斷地接受問題挑戰來引發其學習。遊戲過程中，玩家必須不斷完成外送任務才能獲得遊戲的積分，而為了完成外送任務，玩家必須不斷面對各種考驗。如當機車快沒電時，必須設法利用購買電池或到充電站充電來補充電量，否則其遊戲將受到嚴重阻礙，由於充電站是最省錢的充電方式，如此可促使玩家為了充電，在充電過程輸入正確的充電時間與電費度數，而學習到電費計算的知識。同時，遊戲在幾個重要任務路線中，設計了收費站的機制來挑戰玩家，玩家必須通過有關電與能源的隨機選擇題，否則會被扣除遊戲的金錢值，也利用此機制來讓玩家反覆學習電與能源的知識。而遊戲中也參考一般線上遊戲的升級機制，玩家必須在遊戲積分達到一定的值後，才可以升級，升級後將可加快完成任務的速度，且遊戲中也提供電池、馬達、快速移動卡等道具的使用與買賣來增加遊戲的可玩性。

本研究在遊戲與學習教材結合的設計上參考 Prensky（2001）的方法，整合了緊密連結（tightly linked）與鬆連結（loosely linked）的設計。緊密連結（tightly linked）的設計是指遊戲與學習內容緊密的融合在一起，如在超級外送王中，玩家在遊戲過程中，藉由機車移動時的耗電過程，便可體驗到電功率的意義，或是為了補充機車的電量，進而學習到電費計算的知識。而鬆連結的設計是指學習的教材與遊戲是分開的，如超級外送王在遊戲介面中提供了省電與節能網頁教材的連結，讓玩家也可暫時跳離遊戲去瀏覽這些教材，進而在學習完省電與節能的知識後，使能通過遊戲中的機智問答考驗或學會充電的知識，如此的鬆連結的設計也是希望遊戲式學習者能充分學習到與網頁式學習者同樣的學習內容。

同時，由於超級外送王屬於多人連線的線上遊戲，除了可藉此環境來提升遊戲的競爭性外，也可達到如 Tsai、Yu 及 Hsiao（2007）所指稱，透過線上遊戲提供合作、對話、情境等符合建構式學習環境特質的機會。因此，在超級外送王中，玩家之間可以看到彼此對方，可以即時對話，或是當有玩家遇到電力

耗盡等狀況時，可以藉由遊戲道具等來給予他人協助。

圖 5 是超級外送王的遊戲畫面，此遊戲透過瀏覽器來啟動，是屬於 2D 的第三人稱遊戲視角，整個遊戲介面功能介紹如下：

1. 遊戲場景區：

當玩家移動所控制的外送員時，此區域會顯示不同的遊戲畫面，如：城市的街景、或充電站等，且在同一場景也可以看到不同的玩家、電腦所扮演的人物（Non-Player Character, NPC）、或是可以撿拾的遊戲道具等。

2. 場景訊息區：

此區域會顯示目前所在的遊戲場景名稱、及其所在方位等訊息。

3. 遊戲訊息區：

當玩家進入某一遊戲場景時，或是去接觸到某一遊戲中的人物或物品時，系統會將相關的遊戲提示訊息呈現在此。

4. 方向控制區：

此區會依遊戲的地圖設計提供不同的方向按鈕，讓玩家操控行進的方向，來移動所在遊戲場景的位置。

5. 遊戲分數與道具區：

此區域會顯示玩家個人的遊戲分數，如：機車的電量、經驗值、馬達電功率等，與目前所獲得的遊戲寶物裝備等。

6. 個人訊息區：

當玩家與其他玩家或 NPC 進行對話時，所收到對方傳來的訊息將會出現在此，或是遊戲系統給特定玩家的個人訊息也會出現在此。

7. 動作指令區：

此區域提供不同的動作按鈕，如撿起按鈕則可撿起道具，英雄榜按鈕可查詢目前誰是超級外送王，或如市民學習手冊按鈕則可開啟控制組的網頁式教材（僅提供學習教材，無影音與評量區）提供學習。

8. 地圖區：

此區會顯示整個遊戲的地圖縮圖，並標示出學習者目前所在的位置。

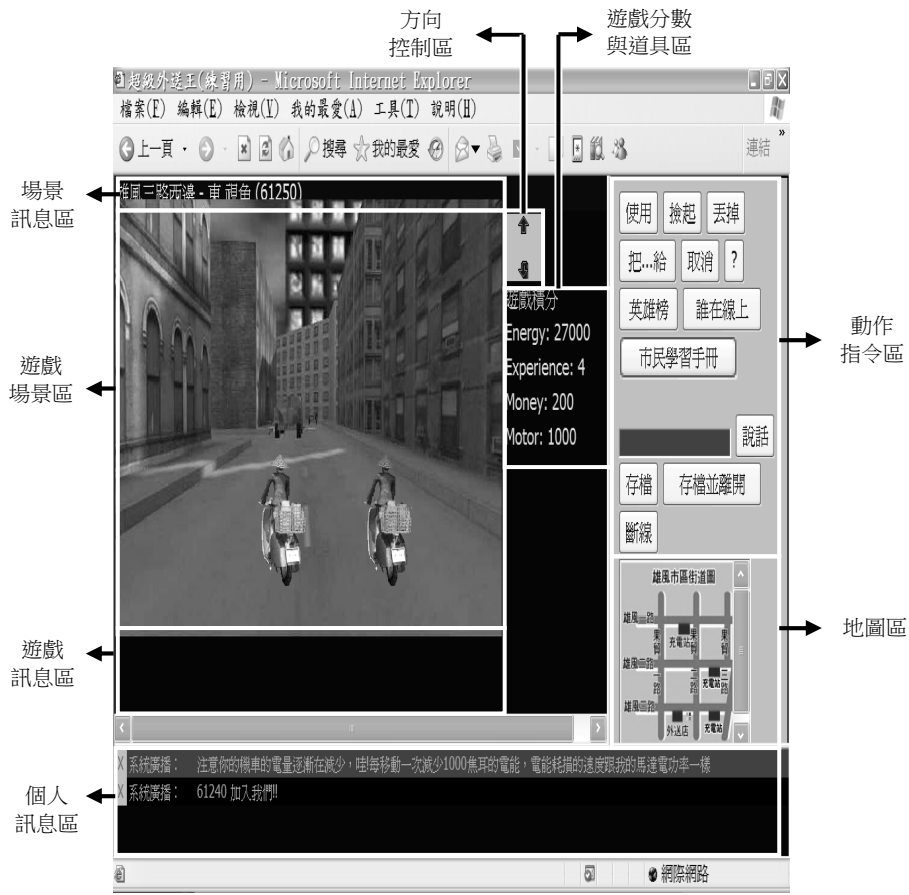


圖 5 超級外送王遊戲介面

(二)網頁式學習系統

本研究運用 Flash 與資料庫的技術，設計了一個以省電與節能為主題的網頁式學習教材，除了希望教導國小學生認識有關電、能源、及如何省電的基本知識外，最主要希望學生能學習有關電功率的概念，進而能學會電費的計算。選擇此學習主題除了因應全球暖化的議題外，也由於目前國小的自然與生活科技課程中有許多跟電有關的單元，且電功率、能源、及時間三者的關係，與國

小六年級數學課程中的速率、距離、及時間三者的關係十分類似，希望藉此引發學習的遷移。

圖 6 是此網頁式學習系統的介面，網頁內容分成知識學習區、影音探索區、及評量互動區。知識學習區主要可分成電的知識與省電與節能兩大主題，電的知識主題主要提供有關電與能源的基本知識，如：什麼是電、能源、能源的分類、電的生產方式等，而省電與節能的主題則主要提供有關電功率、電費計算、如何節約用電等的網頁式教材。影音探索區提供有關省電與節能的線上短片，共計有 8 個線上短片。評量互動區則根據知識區主題的分類，電的知識主題與省電節能主題各有一選擇題與是非題型的線上測驗，測驗時由電腦隨機命題，題目皆以知識區的教材來命題，每次考試共有十題，採逐題進行。

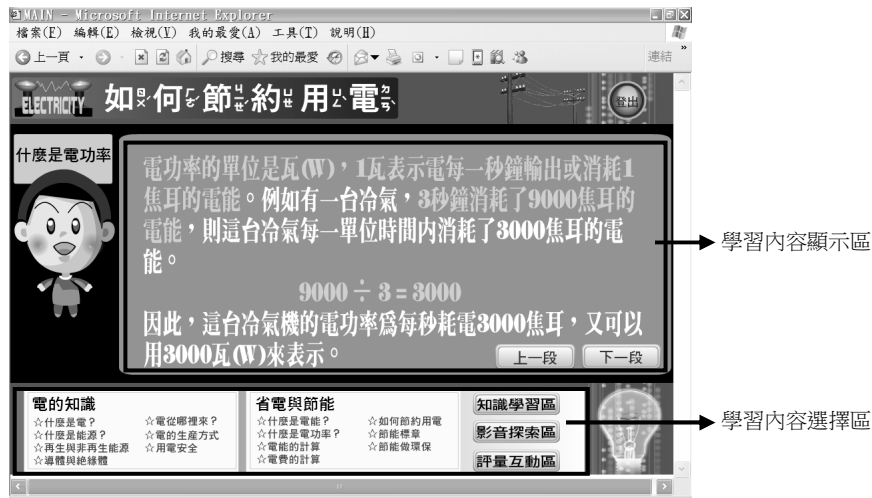


圖 6 網頁式學習畫面

同時，本研究為了讓網頁式學習與遊戲式學習都有類似的引導學習策略，故在網頁式學習活動中也與本研究之遊戲式學習一樣以「任務」來引導學習。事實上，任務式學習 (task-based learning) 已大量被應用在網路學習活動中，如專題導向學習 (project-based learning) 或網路主題探究學習 (WebQuest) 等都是以任務為基礎的學習。此種利用學習單等讓學習者在完成任務過程，主動去利用網路的資源，已被視為在網路學習環境能支援學習者主動學習與建構知識的有效方法 (Oliver, 2001)。故本研究也為網頁式學習情境設計了兩份學習

單，一份是有關於電功率的問題，係透過 WebQuest 活動要學習者上網至購物網站，尋找到數種指定電器的資料，進而瞭解各種電器的電功率；另一份則有關於電費計算，要學習者依據學習單上的條件，計算指定電器的電費。兩份學習單分別必須在第三及第五節課時繳交。

為使本研究所發展的遊戲式與網頁式兩種數位學習活動之間條件相當，兩種學習環境設計都經過適當的考量，例如：本研究的網頁式學習與遊戲式學習都是屬於自我導向 (self-directed) 的線上學習 (online learning) 活動；兩者都可瀏覽到同一種線上教材，因為在遊戲式學習系統中也提供了連結，可以連到網頁式學習系統中的知識學習區；以及網頁式學習系統的選擇題與是非題的線上測驗，跟遊戲式學習中的收費站之機智問答题目是一樣的。網頁式學習與遊戲式學習的主要差別在於，網頁式學習是利用學習單的任務來引導學習者學習，而數位遊戲式學習是利用遊戲任務來引導學習者學習，兩者的學習動機與學習行為會有所不同，再者，遊戲式學習可讓學習者間在線上做即時對話與互動，但網頁式的學習者間則無法線上互動。表 1 是則從線上學習的任務、教材、評量與互動等方式來比較本研究之遊戲式學習與網頁式學習的具體差異。

表 1 本研究的遊戲式學習與網頁式學習之比較

	遊戲式的學習	網頁式的學習	差異性
學習的任務	利用遊戲的任務來引導學習者學習有關能源、電功率、及電費計算等知識	利用學習單來引導學習者學習有關能源、電功率、及電費計算等知識	兩者都屬於任務式學習，但學習任務的性質不同
學習的教材	提供與網頁式學習者一樣的知識學習區教材之連結	在知識學習區提供與數位遊戲式學習者一樣的網頁教材外，另外在影音探索區亦提供省電與節能的線上影片	兩者學習教材一致，但網頁式學習多提供了線上影音的教材

表 1 本研究的遊戲式學習與網頁式學習之比較 (續)

學習的 評量	利用不斷地遊戲任務來 考驗學習者，且亦利用 與網頁式學習者一樣的 評量互動區試題，作為 機智問答之考驗	在評量互動區提供線上 評量試題，讓學習者自 我檢測學習的成效	線上評量的 題目一樣，但 兩者評量的 方式不同
學習的 互動	學習者除了時時於遊戲 過程中與遊戲系統產生 互動外，亦可即時與其 他學習者進行線上對話	學習者僅能在評量互動 區中與學習系統產生互 動	數位遊戲式 學習環境較 具互動性

(三)學習成就測驗

為了瞭解學生在進行遊戲及網頁學習活動後的成效，本研究自行編製一份學習成就測驗，測驗內容包括五題選擇題型的知識測驗、五題近遷移的問題、及兩題遠遷移的問題。

知識測驗是為了評量學習者對電與能源相關的知識與概念的記憶理解情形，由於本研究所欲學生學習的重要知識概念並不多，最主要為：何謂電能、電功率、導體、能源的種類、及電費等共五個主要概念，所以在知識測驗中僅設計五題選擇題來評量學生，題目如：下列哪一個是再生能源?下列哪一個是電能的單位?

近遷移的測驗問題是為了評量學生能否解決與之前學習情境相同的問題，所以測驗的內容是以在遊戲與網頁學習活動任務中，一再要學生解決的電功率與電費計算之類似問題，如在遊戲中的充電站及機智考驗，或是網頁學習的線上測驗及學習單中，都一再出現要學生利用電器的功率及使用的時間，去解決所耗費的電能或電費等簡單計算問題。所以，在近遷移的測驗問題中，共設計了五題此類的計算問題，學生在回答問題時必須寫出算式與計算出正確答案，題目如：一台微波爐 30 秒需消耗 24000 焦耳的電能，請問微波爐的電功率是多少?一台 2000 瓦的冷氣，使用 3 小時，會消耗多少度的電能?

遠遷移的測驗是為了評量學生能否運用所學的知識去解決新情境的問題，所以，本研究根據遠遷移的定義，設計了兩題需要應用所學的電費計算概念，

且不曾學習活動中出現的新情境問題。一題是要學生比較兩種不同電功率、不同壽命、不同價錢的燈泡，計算哪一種燈泡較省錢；另一題是要學生在從未看過真實生活中電費單的情況下，去辨別哪一張電費單是錯誤的。同時，由於本研究採用傳統與新的遠遷移評量觀點，所以參考了 Schwartz 等人（2004）的遠遷移評量時學習資源的設計方法，也為遠遷移測驗設計了一份學習資源，遠遷移的第一個問題與其學習資源如附錄所示。

本測驗係依照學習教材內容與學習遷移的定義來編製，於編製完成後曾請實驗對象學校的兩位自然與生活科技老師檢查其內容效度，且經六年級一個班級學生（29 人）預測後，發現整體測驗的庫李信度 KR 值為 0.60，知識測驗題目的平均難易度是 0.60，鑑別度是 0.45，而近遷移測驗題目的平均難易度是 0.58，鑑別度 0.66，唯遠遷移測驗因在過去有許多研究（Bransford & Schwartz, 1999）都仍找不到遠遷移證據的情況下，並不適合以難易度與鑑別度來判斷遠遷移測驗問題的出題是否適當，故本研究僅以信度與效度來判別遠遷移測驗題目的適切性。總體來說，本學習成效測驗的信度、效度、難易度與鑑別度等均在合理範圍。

四、研究程序

本實驗的研究程序如圖 7 所示，分成實驗前、中、後三個階段，以下分別說明之。

(一)實驗前階段

正式實驗前，如前述有關研究對象之說明，先依據數學成績，隨機選出兩班各 15 位具有相當數學能力的六年學生，再隨機分派一個班級為實驗組、一個班級為控制組。之後，為了讓實驗組學生能先瞭解 DimensioneX 的遊戲介面，利用一節課的時間介紹 DimensioneX 的遊戲介面，並讓學生練習一個範例遊戲（The beach，譯成：荒島歷險），來讓學生先熟悉此遊戲的操作方法。

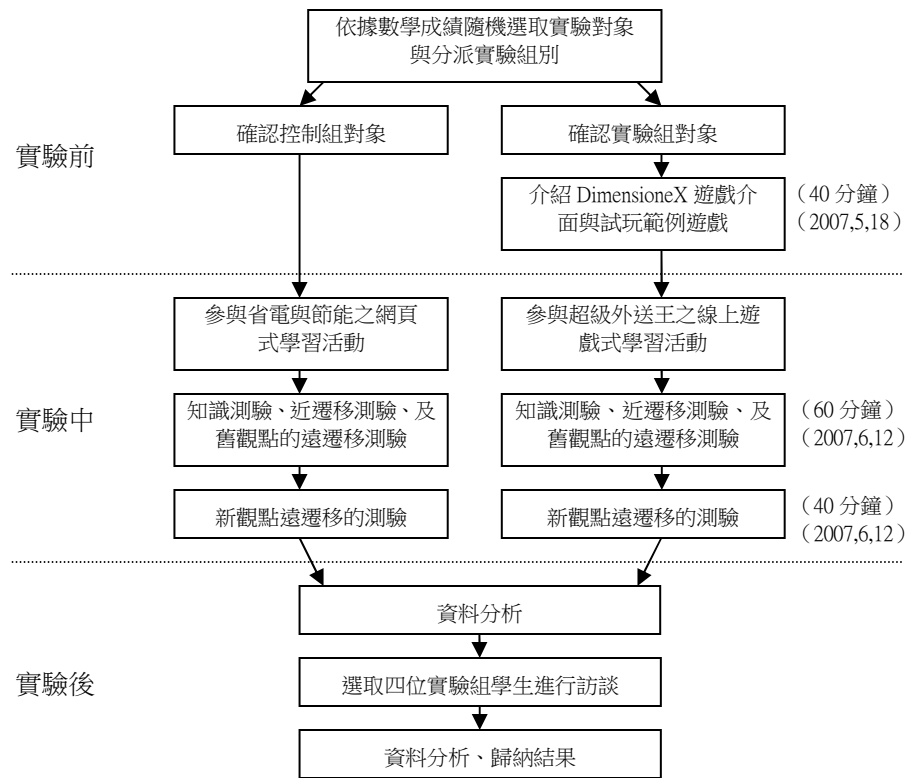
(二)正式實驗前階段

本研究在 2007 年 5 月 22 日開始正式實驗，實驗組與控制組都接受六節課共 240 分鐘的數位學習活動，主要皆利用早自修及午休時間在電腦教室進行。實驗組接受遊戲式學習，每位學生都透過個人電腦參與超級外送王的線上遊戲；而控制組則接受網頁式的學習活動，每位學生除了透過電腦與網路閱讀教材外，也必須在第三與第五節課時繳交兩份學習單作業。學習活動結束後，兩組學習者都立即接受學習成效測驗，測驗的內容包括電與能源相關的知識測驗，及電功率與電費計算問題的近遷移與舊觀點遠遷移測驗（無提供學習資

源)，歷時約 60 分鐘，接著，立即再進行一次遠遷移測驗，測驗題目與之前的題目一樣，但提供有解決該類問題的範例說明，即新觀點遠遷移測驗，歷時約 40 分鐘。

(三)實驗後階段

正式實驗結束一週內，研究者依據 Prensky (2001) 的理論，挑選四位四種不同類型遊戲式學習者進行訪談，訪談內容是有關學生對知識的瞭解程度與遊戲的策略。最後，則根據實驗所得的資料進行歸納。



肆、研究結果與討論

一、學習成就測驗結果

(一)知識測驗

知識測驗是為了檢驗學習者在參與本研究學習活動後，對於電與能源的重要知識與概念之記憶理解情形。表 2 顯示知識測驗的成績統計情形，網頁式學習組的平均成績為 62.9，略高於遊戲式學習組的 60.0，但遊戲式學習組的標準差較大，表示成績高低落差大於網頁學習組，而經 t 檢定後發現，兩組間並沒有達到統計顯著差異 ($t=.322$ ， $p=.750$)。

這個結果顯示，遊戲式學習在與網頁式的學習相比較下，其對於學習者在獲取有關電與能源的知識上，並沒有顯著的功效，與網頁式學習的表現差不多。此結果與過去一些數位遊戲式學習的研究成果相似 (Randel et al., 1992; Kuo, 2007)，但從學習者的平均分數來看，兩種情境的表現都有待加強，也表示此線上遊戲在協助學習者獲取知識上仍有改進的空間。

表 2 學習者的知識測驗與學習遷移測驗成績統計

	遊戲式學習(n=14)		網頁式學習(n=14)		遊戲式與網頁式 學習成效之差異
	平均 分數	標準差	平均 分數	標準差	
知識測驗	60.0	27.2	62.9	19.0	$t=.322$, $p=.750$
近遷移測驗	70.7	33.0	60.1	25.4	$F=.824$, $p=.373$
調整後的近遷移 測驗成績	70.2	--	60.6	--	--
遠遷移測驗 (舊觀點)	0.71	1.82	0.21	0.80	$t=.943$, $p=.358$
遠遷移測驗 (新觀點)	6.79	2.72	4.29	3.58	$t=2.079$, $p=.048$

(二)近遷移測驗

在近遷移測驗上，如表 2，遊戲式學習組的平均成績為 70.7，高於網頁式

學習組的 60.1，而由於近遷移測驗屬於電功率與電費計算的問題解決，所以其表現可能受數學能力影響。故以學習者的學前數學成績為共變數進行共變數分析（ANCOVA），在符合組內迴歸係數同質性考驗的前提下，統計分析發現兩組之間並沒有達到統計上的顯著差異（ $F=.824$ ， $p=.373$ ）。

研究結果顯示，接受數位遊戲式學習的學生，當其將所學的知識應用在解決過去曾見過的相似情境問題時，表現有比接受網頁式情境的學習者好，但還沒有達到顯著的效果，此結果與過去一些找不到學習遷移證據的研究相似，但也可能與本研究的實驗人數過少而無法達到統計上的顯著差異有關。

（三）遠遷移測驗

在遠遷移的學習表現上，由於該測驗僅兩題，且屬於較複雜的數學應用問題，所以計分方式為完全正確給 5 分，本質上正確但計算錯誤給 3 分，其餘給 0 分，即兩題遠遷移的測驗滿分為 10 分。圖 8 是兩組學習者在兩種不同觀點的學習遷移測驗上的成績表現。

舊的學習遷移研究典範，都是讓學習者在學習後接受所謂的「隔離的問題解決（SPS）」，因此本研究在兩種學習活動後，先讓學習者接受無學習資源的遠遷移測驗，測驗結果如表 2，遊戲式學習組的平均分數為 0.71，網頁式學習組為 0.21，顯示兩組在無學習資源的遠遷移測驗上答對的人數極少，且經 t 檢定後，兩組分數並沒有達到統計上的顯著差異（ $t=.943$ ， $p=.358$ ）。

根據 Bransford 等人（1999）提出的新學習遷移觀點，認為學習遷移應該檢驗學習者在有學習資源的環境下，如何應用過去所學進去學習並解決新問題的能力。因此，本研究在學習者接受完無學習資源的遠遷移測驗後，再讓學習者接受有學習資源的相同遠遷移測驗，測驗結果如表 2，遊戲式學習組的平均分數為 6.79，網頁式學習組為 4.29。這顯示兩組在有學習資源的情況下，學習遷移的表現都變好了，且遊戲式學習組的分數進步較多，並達到統計上的顯著差異（ $t=2.079$ ， $p=0.048$ ），且實驗效果 d 值為 0.79，表示實際的顯著性是高的。

此研究結果支持了 Bransford 和 Schwartz（1999）的論點，且與 Schwartz 和 Martin（2004）的研究一致，即當我們採舊的學習遷移觀點時，我們很難找到學習遷移的證據，因為不管遊戲式學習或網頁式學習者，都無法將所學習到的知識直接向外遷移（transfer out）到新情境的問題解決上。但是，當我們採用新的學習遷移觀點時，我們便可以找到學習遷移的證據，因為大部分的學習者都能藉由我們所提供的解題範例中領悟到解決問題的方法。因此，當我們同時重視向外遷移與向內遷移的觀點時，便可顯示出遊戲式學習的成效，因為遊戲式學習的學習遷移表現顯著比網頁式學習好，表示接受遊戲式學習者在面對

新情境問題時，能更有效的、更有能力的在短時間內學習以前所沒有教導過的問題，且更正確的解決問題。

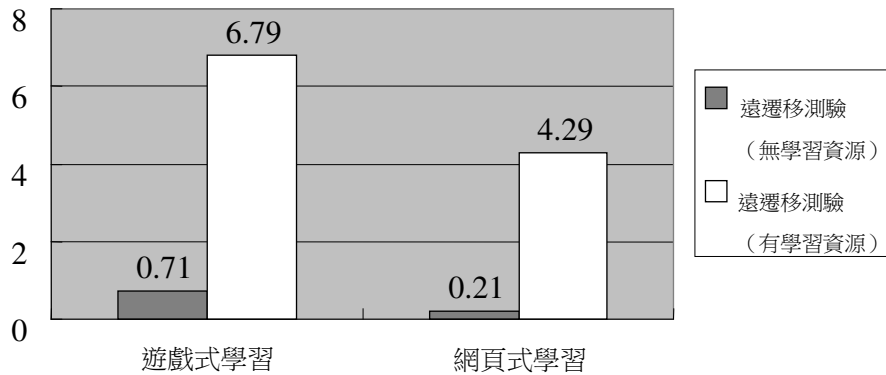


圖 8 新舊不同觀點的遠遷移測驗成績表現

二、學習行為分析

(一) 網頁式學習者的行為分析

圖 9 是所有學習者在網頁式學習環境中，瀏覽各區網頁的停留時間比較。整體來說，知識學習區被瀏覽的時間最多，佔總時間的 42%，其次是評量互動區佔 34%，影音探索區佔 24%。由於網頁式學習組在第二節課至第五節課的活動期間，必須完成兩份學習單，若我們將整個學習活動分成兩個時期來比較，一個是當有沒有學習單任務時，一個是必須完成學習單任務的期間，結果顯示當沒有學習單任務時，學習者花最多的時間在評量互動區上，佔了該段總時間的時間 52%，其次是影音探索區佔 30%，知識學習區僅佔 18%。而當有學習單任務時，學習者便花最多的時間在知識學習區上，佔了該段總時間的 72%，其次是影音探索區佔 17%，評量互動區佔 11%。

值得讓人深思的是，當沒有學習任務時的學習行為表現，此期間特別是在學習活動剛開始的前幾節課，當學習者剛接觸此網站，在沒有任何約束力時，學習者卻花了大部分的時間在評量互動區上，僅有極少的時間花在知識學習區上。此結果意味著若網頁式學習活動沒有學習任務的驅使，學習者較喜歡有互動性的評量區，寧願花較多的時間在它上面而不願花時間在閱讀教材上。這也顯示學習者較喜歡具有互動性的學習方式，因為網站所提供的評量互動區，雖然僅提供兩份選擇題測驗與兩份是非題測驗，但每份測驗的題目都是隨機排序

(每份測驗共十題)，且採一題一題進行，答對或答錯都有互動性的分數與動畫顯示，因此能讓學習者感覺到互動性與挑戰性，此結果與 Squire 及 Steinkuehler 等 (2005) 的觀點相似，即新世代的學習者所喜好的是具有互動性的學習方式。

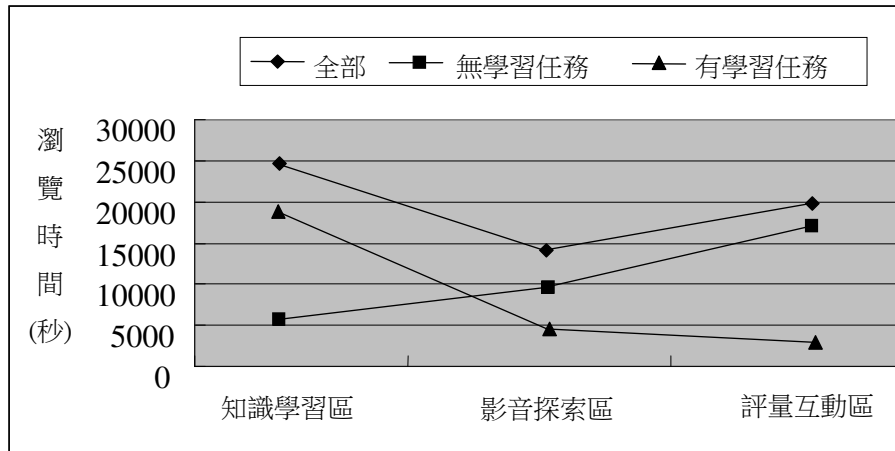


圖 9 網頁各區被瀏覽的時間比較

由於本研究當初設計的評量互動區僅提供答案對錯與計分，並沒有在學習者答對或答錯時適時做問題的解答說明。所以，學習者若沒有適當的閱讀知識學習區的教材，一直待在評量互動區中也沒有意義。表 3 是學習者瀏覽網頁時間與學習成就測驗成績的相關，其結果正好可以證明以上的論點，因為我們可以發現學習者花在評量區的時間，跟學習者的知識測驗與學習遷移成績並沒有明顯的正向相關，且跟知識測驗及近遷移測驗成績都呈現負相關，即花越多時間在評量互動區上，學習成效可能越差。反而是，學習者在學習區的瀏覽時間，跟其知識測驗與學習遷移成績有遞增的正相關，即花越多時間在瀏覽學習教材上，其學習表現可能會越好。

表 3 網頁式學習者行為與學習成效的相關分析

	學習區瀏覽時間	影音區瀏覽時間	評量區瀏覽時間
知識測驗成績	.094	.037	-.566 *
近遷移成績	.331	-.593 *	-.376
遠遷移成績 (新觀點)	.391	-.254	.032

* $p < .05$

經進一步分析，在所有實驗者中竟只有三位學習者曾將所有知識學習區的教材瀏覽一次以上，這也顯示本研究的學習者並不喜歡主動閱讀文字性教材，所幸本研究還提供了兩項學習單任務，否則學習者的成效有可能因而會更差。因此，從以上的分析我們可以發現，當我們要國小學生透過數位學習認識他們從未學習過的知識時，自我導向的學習方式似乎有一定的難度，具有特定任務目標或適時引導，才不會讓學習者浪費時間在無意義的學習上，且互動的學習方式才較受國小學生歡迎，減少閱讀文字教材，盡可能透過具問題挑戰的互動方式來進行學習，或許才是較可行的數位學習方式。

(二)遊戲式學習者的行為分析

本研究原本希望能分析，遊戲式學習者在閱讀網頁式教材時跟網頁式學習者的學習行為為差異，但結果卻發現遊戲式學習者在實驗過程中，竟然沒有留下任何閱讀網頁教材的紀錄，即沒有學習者在遊戲過程遇到困難時會進入網頁式教材內學習。之所以如此，根據研究的訪談結果發現，所有學習者均表示為了與其他玩家競爭成為外送王，怕會浪費時間，而沒能進行教材的閱讀，意即遊戲式學習者沒有閱讀網頁式教材的原因，是因為他們多沈浸在遊戲裡所致。

然而，為何所有遊戲式學習者全沒有閱讀相關的輔助教材，但又能學習到跟電有關的知識呢？主要的原因可能是本研究所設計的遊戲任務能引發學習者學習。例如，超級外送王的遊戲玩家為了完成外送任務，必須克服機車耗電的問題，所以需強迫他們認識機車馬達的電功率、及電費如何計算等問題。且遊戲還設計了收費站的障礙，其功能是如同網頁式學習的評量互動區，會問有關電的是非與選擇題問題，以阻撓玩家完成任務的速度。所以，如果數位遊戲式學習者能完成越多的任務，表示他們屢屢克服遊戲的障礙，且發生學習的次數也越多。表 4 是數位遊戲式學習者完成遊戲任務的次數與其知識測驗、學習遷移測驗的相關分析，此結果似乎可以支持以上的論點，因為遊戲式學習者完成遊戲任務的次數與知識測驗及學習遷移成績成正相關，即完成遊戲任務次數越多，其學習成效可能越好。

表 4 遊戲式學習者行為與學習成效的相關分析

	知識測驗成績	近遷移成績	遠遷移成績 (新觀點)
完成遊戲任務次數	.128	.199	.484

以上的分析雖可說明本研究所設計的遊戲任務與學習者的學習成效有關，但仍有不足之處，例如學習者的遊戲表現與知識測驗及近遷移測驗的相關不高，與網頁式學習者相比，遊戲式學習者的知識測驗成績也沒有顯著的差異。若以本文曾提及的 Prensky (2001) 之學習與投入的觀點為基礎，來試著將遊戲式學習者的表現加以分類，第一類是屬於對本研究所設計遊戲有很高的投入且也有很高的學習成效者（如圖 10 的第一象限），第二類是高遊戲投入低學習成效者（如圖 10 的第二象限），第三類是低遊戲投入低學習成效者（如圖 10 的第三象限），第四類則是低遊戲投入高學習成效者（如圖 10 的第四象限）。如此，第二類與第四類的學習者，就是影響遊戲任務無法與學習成效成為正相關的主因，我們便可對這些學習者作進一步分析，試著找出原因。

我們將遊戲的投入程度以完成遊戲任務的次數來表示，學習成就測驗的成績則代表學習成效。所以，x 軸表示學習成效，以遊戲式學習者在群體間的知識測驗與學習遷移測驗成績之 z 分表示，y 軸代表遊戲的投入程度，以遊戲式學習者的遊戲任務完成次數之 z 分數表示，圖 11 至圖 13，依次是所有遊戲式學習者的遊戲次數與知識測驗、近遷移測驗、及遠遷移測驗成績（新觀點）的分數散佈圖。

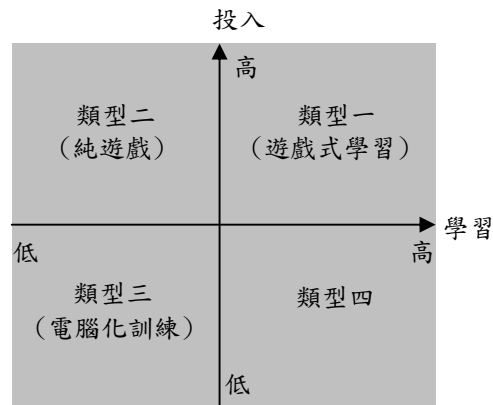


圖 10 學習與投入的關係圖

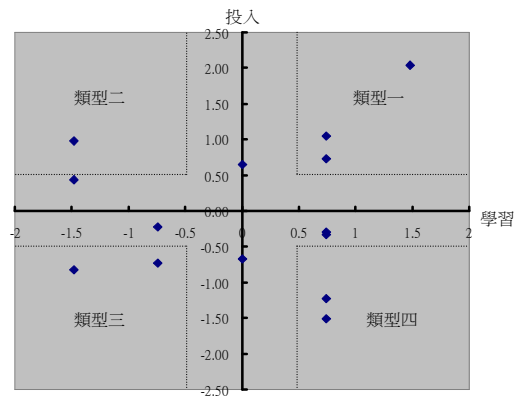


圖 11 遊戲投入與知識測驗成績關係圖

資料來源：修改至 Prensky (2001)

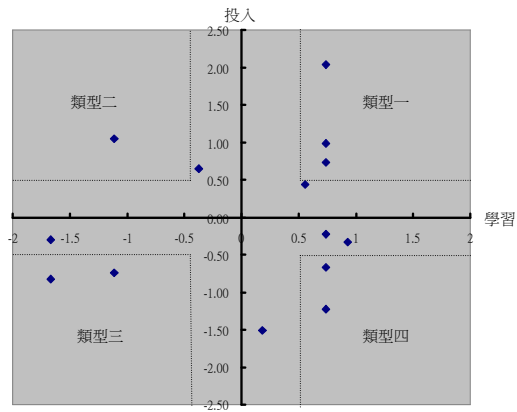


圖 12 遊戲投入與近遷移成績關係圖

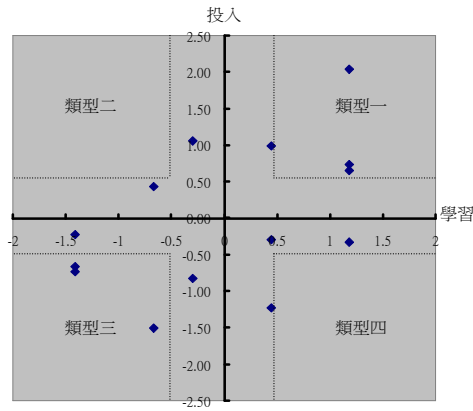


圖 13 遊戲投入與遠遷移成績關係圖

我們若以 z 分數 0.5 來區分，並暫不考慮 $z > -0.5$ 至 $z < 0.5$ 的模糊地帶，如圖 11 至圖 13 中的虛線所示，可以發現圖 11 與圖 12 的分佈情形很類似，第一類有 3 人，第二類有 1 人，第三類有 2 人，第四類有 2 人。而如圖 13 的遊戲投入與遠遷移成績分佈圖所示，由於學習者的遊戲任務完成次數與遠遷移測驗成績之間有很高的正相關 ($r = .484$)，所以如果以 z 分數 0.5 來區分，沒有人歸屬於第二與第四類型。

而為了深入瞭解各類型學習者的學習行為表現，在各類型中我們各選取一位學習者進行訪談。訪談對象的選取，是從第一到第四類型中各選了一位其遊戲的投入與學習成效間在各次分析都是屬於同類型的學習者，但由於第二類型的學習者穩定性不高，則選了一位有兩次表現歸屬於第二類型的學習者。第一類型至第四類型的四位受訪學生，以下我們依次以 A 生、B 生、C 生、D 生來表示，受訪者的學習相關資料如表 5 所示。

表 5 受訪者的基本資料

	完成遊戲任務 次數 (平均次數:92)	知識測驗 成績 (平均分數:60)	近遷移測驗 成績 (平均成績:70.7)	遠遷移測驗 成績 (平均成績:6.79)
A 生 (類型一)	208	100	90	10
B 生 (類型二)	152	80	36	6
C 生 (類型三)	50	40	40	3
D 生 (類型四)	73	80	95	10

訪談的內容主要有兩大問題，首先是訪談學習者在玩完遊戲後是否瞭解電功率及電能的概念，各類型學生的回答情形如下（訪談對話中以[老師]來表示研究者）：

類型一：

- [老師]：有沒有學到什麼是電能？
 [A 生]：有，就是電功率乘以時間。(正確觀念)
 [老師]：電能的單位是什麼？
 [A 生]：瓦小時、千瓦小時。(正確觀念)
 [老師]：那有沒有學到什麼是電功率？
 [A 生]：有，就是每秒會消耗的電能。(正確觀念)
 [老師]：電功率的單位是什麼？
 [A 生]：瓦。(正確觀念)

類型二：

- [老師]：有沒有學到什麼是電能？
 [B 生]：應該有吧。
 [老師]：電能的單位是什麼？
 [B 生]：幾瓦阿！（錯誤觀念）
 [老師]：那有沒有學到什麼是電功率？
 [B 生]：有。
 [老師]：電功率的單位是什麼？
 [B 生]：嗯！焦耳。(錯誤觀念)

- [老師]：在這遊戲畫面中你覺得哪一個跟電功率有關？
[B生]：最下面那一個（學生指機車的馬達分數項目）。
[老師]：哪這一個分數是什麼意思？
[B生]：就是你每走一步要消耗多少電能。（正確觀念）

類型三：

- [老師]：有沒有學到什麼是電能？
[C生]：有。
[老師]：電能的單位是什麼？
[C生]：什麼瓦吧！幾瓦！幾度電！（錯誤觀念）
[老師]：那有沒有學到什麼是電功率？
[C生]：有。
[老師]：電功率的單位是什麼？
[C生]：幾度。（錯誤觀念）
[老師]：在這遊戲畫面中你覺得哪一個跟電功率有關？
[C生]：最上面這個吧！（學生指機車的電池分數項目）。
[老師]：哪這一個分數是什麼意思？
[C生]：就是幾瓦的吧！（錯誤觀念）

類型四：

- [老師]：有沒有學到電能？
[D生]：有。
[老師]：有沒有學到電能的單位？
[D生]：焦耳。（正確觀念）
[老師]：有沒有學到電功率？
[D生]：有。
[老師]：電功率的單位是什麼？
[D生]：瓦。（正確觀念）

由以上的訪談可知，第一類與第四類型的學習者，都可以正確說出電能與電功率的概念，而第二類與第三類型對於電能與電功率的單位有混淆的現象，但第二類學習者可以指認出遊戲中哪一項分數代表電功率，第三類學習者卻將連遊戲中有關電能與電功率的分數都指認錯誤。

其次，我們訪問學習者有關玩遊戲的問題，各類型學習者回答情形如下：

類型一：

- [老師]：你的遊戲策略是什麼，為什麼可以達到這麼高分？
[A生]：能接多少任務就盡量接，然後就先規劃路線，如果要送的 NPC 太遠的話，就送最近的，然後回來再接一個任務，有連慣性的，就連過去把它送完，且路線都有背起來，然後有錢就買可以減少機車電功率的馬達，減到不能減少再買可以提升電池容量的。

- [老師]：遇到收費員，你的策略是什麼？
[A生]：就趕快回答問題。
[老師]：回答問題的策略？
[A生]：看到熟悉的問題就回答下去。
[老師]：答錯怎辦？
[A生]：有一些題目會把它記起來。
[老師]：那你有沒有用過這個（指著遊戲畫面中的網頁教材連結）？
[A生]：沒有。
[老師]：為什麼？
[A生]：為了跟同學競爭，用這個會浪費時間。

類型二：

- [老師]：你的遊戲成績不錯，分數怎麼達到這麼高的？
[B生]：就是，記路名的順序，因為一次可能會有兩三個東西要送，就看怎麼繞會比較快，然後，就是盡量去買電池，不要去充電站，因為會浪費時間阿！
[老師]：那遇到收費站你怎麼辦？
[B生]：就回答問題阿！會的就答，不會的就用猜的。
[老師]：答錯會去記嗎？
[B生]：嗯！不會！因為，看就忘了！
[老師]：那你有沒有用過這個（指著遊戲畫面中的網頁教材連結）？
[B生]：沒有！因為保留時間，大家都趕。

類型三：

- [老師]：你覺得這遊戲有沒有困難的地方，因為別的同学都送了100多個，為什麼你只送了50個任務？
[C生]：應該就是沒有充電吧！因為我的機車常常弄到沒電，都會等，還有一開始會迷路。
[老師]：你送東西有沒有什麼策略？
[C生]：沒有吧！
[老師]：遇到收費員，回答問題你怎辦？
[C生]：就照樣回答吧！
[老師]：遇到不會的怎辦？
[C生]：就用猜的。
[老師]：答錯會去記嗎？
[C生]：有時候會記得。
[老師]：那你有沒有用過這個（指著遊戲畫面中的網頁教材連結）？
[C生]：沒有！我覺得很麻煩。

類型四：

- [老師]：你共完成了73樣任務，你覺得這個遊戲容易嗎？
[D生]：有時候方向會搞混。

- [老師]: 玩這遊戲你沒有什麼策略?
[D生]: 就賺錢, 然後就是增加機車電池容量, 然後降低每一步花多少焦耳。
[老師]: 你送東西有沒有什麼策略?
[D生]: 就近的先送, 最遠的最後送。
[老師]: 遇到收費員, 你怎辦?
[D生]: 就看他問什麼, 不會的會先用猜的。
[老師]: 那你有沒有用過這個(指著遊戲畫面中的網頁教材連結)?
[D生]: 沒有。

由以上的訪談可知, 第一類與第二類型的學習者較能具體的談其遊戲策略, 如背下路名, 且運用遊戲道具來減少機車的耗電量。進一步分析來看, 此兩位學習者的機車電功率都已經降到最低, 顯見其很懂得遊戲的技巧, 但也可能因為其善於應用遊戲技巧而減少學習的機會。如第二類型學習者曾提及其盡量不去充電站, 如此便減少了其練習計算電費的機會, 這可能就是其近遷移測驗成績較低的原因之一。而第三類與第四類學習者都有提及曾在遊戲中迷路的經驗, 這也可能是此類學習者的遊戲完成任務次數較低的原因之一。同時, 從這訪談中發現, 四位學習者遇到收費員的提問, 都是用猜測的, 也都為了節省時間而不去閱讀學習教材。經進一步分析, 此四位學習者的機智問答之答題正確率, 由第一類至第四類依次為 89%、73%、56%、75%, 所以, 沒能閱讀教材且答題使用猜測的方式, 也可能是學習者學習測驗成績不佳的原因之一。

因此, 從上述的學習者訪談結果, 對於本研究所設計的遊戲為何無法提升部分學習者的學習成效有了更進一步的瞭解。例如, 我們發現第二類學習者會利用遊戲的技巧獲取高分, 但卻逃避學習的部分, 此特點也符合 Prensky (2001) 的論點, 即這類學習者可能會把教育性的遊戲視為一般遊戲, 因為避開遊戲中的充電站, 將會減少了電費計算的機會, 這可能就是該學習者其近遷移成績很低的原因。而第三類與第四類學習者遊戲分數不高的原因, 可能跟遊戲的操作無法有效上手而造成迷路有關, 且因所有學習者在電知識的問答上, 都用採猜測的方式, 也造成數位遊戲式學習者知識測驗分數不高的原因。

伍、結論與建議

一、結論

本研究旨在發掘數位遊戲式學習的價值, 並為嚴肅遊戲逐漸成為數位學習新趨勢找尋更合理支持的理由。為此, 本研究以遊戲式及網頁式兩種不同導向的數位學習活動, 來探討學習者在知識獲取及學習遷移表現上的成效差異, 同時分析兩種不同學習行為所隱含的意義。所獲致的研究結論歸納如后:

(一)遊戲式與網頁式學習者在知識獲取測驗上沒有顯著的差異

全球暖化是目前十分受到關注的議題，所以如何省電與節能是很值得讓學生學習的知識，因此，本研究特別以此作為國小學生數位學習活動的主題。研究發現，遊戲式與網頁式學習者在知識測驗的成績上並沒有顯著的差異，此結果表示學習者在接受自我導向的數位學習活動後，不管是遊戲或網頁型態，其從中吸收新知識的獲取程度似乎是相近的。因此，如果我們希望以學習者獲取知識的成效來證明遊戲式學習的價值時，此研究結果是讓人失望的，且正符合那些對於遊戲式學習抱持懷疑者的主張（Prensky, 2001），或是如同過去一些遊戲式學習研究得不到顯著性成效的結果一樣（Randel et al., 1992）。然而，我們無法就此論斷遊戲式學習並無價值，因為此研究結果也僅是反應出遊戲式學習對於低層次的認知成效較不顯著，或也可能是本初探實驗的遊戲設計仍不夠成熟所造成。因為，在實驗中確實曾發現，部分遊戲式學習者會利用遊戲技巧來逃避學習，或是大部分遊戲式學習者都利用猜測的方式在回答機智考驗的問題，表示本實驗所設計的遊戲式學習情境仍有改進空間，或許改進遊戲的設計，便能使知識獲取的成效更顯著。同時，本研究所設計的知識測驗屬於選擇題，且題目較少，學習者是否真的有獲取正確的知識概念，並無法完全從知識測驗中確實瞭解。因此，遊戲式學習是否沒能比網頁式學習更有助於知識的獲取，有需要再做更深入的研究。

此研究結果雖不盡人意，但也不讓人意外，且更讓我們對於遊戲式學習懷議論者的主張更感興趣。例如，若我們僅希望學習者從數位學習中學習、記憶或理解一些易懂的知識，而不注重問題解決等高層次的認知表現時，本研究結果確實支持不值得花時間設計遊戲式學習情境。或是，遊戲式學習是否僅適合作為複習的增強物，而不適合作為學習用，又或是遊戲式學習對於低層次認知的記憶保留效果是否會較好，這些都值得有待未來作進一步的研究。

(二)遊戲式與網頁式學習者在舊觀點的學習遷移表現上沒有顯著的差異

學習遷移一直以來都被視為是教育的最終目標，即希望學生在學習後並不只是死記知識，而是能將知識應用在新的情境上，所以某種學習經驗是否有成效，除了應注重基本的學習記憶理解外，也應該重視較高層次的問題解決遷移表現。由於近來已衍生出不同觀點的學習遷移研究典範，為了比較新舊研究典範的差異，本研究先以標準的學習遷移研究典範，採重視學習者直接應用所學來解決新情境問題的傳統觀點，來比較學習者在學習遷移表現上的差異。

研究發現，雖然遊戲式學習者的近遷移平均成績較高於網頁式學習者，但兩者的近遷移成績表現沒有達到統計上的顯著差異。此結果顯示，當學習者藉

由網路學習活動學習電功率與電費的概念後，若使其面對相似於學習情境的電功率與電費計算問題時，遊戲式學習者的問題解決表現雖然較好，但仍然未達統計上的顯著差異標準。同時，研究也發現遊戲式與網頁式學習者在遠遷移的成績表現上也沒有達到統計上的顯著差異，此結果顯示，若我們希望學習者學會電費的概念後，在從未看過真實電費單的情況下，去解決電費單或比較複雜的電費問題時，顯然是失敗的，因為不管是遊戲式或網頁式的學習者，答對遠遷移問題的比率都很低。

因此，若我們希望藉由舊觀點的學習遷移成效來證明遊戲式學習價值的話，其結果是讓人失望的。但遊戲式學習是否有助於學習遷移？單靠此實驗仍是未定論的，因為過去也有許多學習遷移的研究都得到失敗的結果（Detterman, 1993），表示本研究的結果也可能是如 Bransford 及 Schwartz (1999) 或 Schwartz 等 (2005) 所言，是因為過份強調直接應用的學習遷移理論或向外遷移的觀點，忽略了向內遷移的觀點所致。

且從學習者的近遷移表現，似乎看到遊戲式學習者在解決簡單的電功率與電費問題的表現上有明顯優於網頁式學習者的現象，此結果是否表示本研究設計的遊戲較有助學習者解決相似情境的問題，但因為本研究樣本人數過少而無法呈現統計上的顯著差異，又或是如同前述本研究之遊戲系統尚有改進之處，以致於與網頁式學習相比尚達不到顯著差異，其實都有待未來作更深入的研究。

(三)遊戲式學習者在新觀點的學習遷表現上顯著優於網頁式學習者

Bransford 及 Schwartz (1999) 針對過去學習遷移研究的爭議，提出另一種學習遷移的觀點，強調為未來學習準備的 PFL 觀點。此觀點即如 Schwartz 等 (2005) 所闡釋的，學習遷移的研究不應該僅注重學習者在隔離式問題解決情境下的向外遷移表現，也應該注重學習者將所學向內遷移在新情境問題的學習表現上。換言之，學習遷移的評量應先提供學習的機會，再評量問題解決的表現。因此，本研究在學習者接受完舊觀點的學習遷移測驗後，接著實施新觀點的學習遷移測驗，以試探遊戲式學習的價值，及新舊不同學習遷移觀點的成效差異。由於 Bransford 及 Schwartz (1999) 新學習遷移觀點是著重在學習者的遠遷移表現，所以本研究在新觀點的學習遷移測驗上，僅給學習者施以遠遷移測驗。

研究發現，遊戲式學習者在有學習資源的遠遷移測驗成績明顯優於網頁式學習者，且達統計上的顯著差異，同時由於本實驗屬於小樣本，實驗效果高，表示此研究發現有實際的重要性。此實驗結果若與舊觀點的遠遷移測驗表現比較，更能顯現遊戲式學習的重要性，表示遊戲式學習者在面對新情境的問題，

且在無人指導及有時間壓力的情況下，其學習能力明顯比網頁式學習者好。

此實驗成果對本研究來說相當的重要，因為它間接證實了遊戲式學習的價值，且也為過去一些遊戲式學習成效不彰的爭論找到化解之道。因為從本研究的結果可以發現，遊戲式學習並不只是能提升學習者的動機或是增加知識，其價值應是在於遊戲式學習者在面對新的問題解決情境時，所展現出較強的學習能力。這或許是因為遊戲式學習屬於一種問題導向式學習，其主要即不斷透過問題來學習，例如遊戲式學習者必須在面對機車沒電時，快速反應並學習電費計算的問題，然是否因此而增強了其面對新情境的學習能力，其具體的原因還需要在未來作進一步的研究。

(四)學習的任務與互動性對於遊戲式或網頁式的學習行為有關鍵性的影響

本研究利用學習者網路歷程行為的分析，來發掘遊戲式與網頁式學習活動所可能隱含的意義，並藉此發現數位遊戲式學習的價值及未來可改進的方向。歸納學習者行為分析的結果，重要的發現是學習的任務對於遊戲式或網頁式的學習行為都有關鍵性的影響，因為經學習記錄分析發現，網頁式學習者在無學習任務引導情況下，學習者實質的閱讀教材行為，僅佔總參與活動時間的 18%，但在學習活動後期有學習任務的引導下，閱讀教材的時間卻佔了 72%，且經分析，閱讀教材的行為與學習成效有正相關，顯示學習任務對網頁式學習者的重要。相對地，雖然遊戲的任務原本即遊戲式學習的特色，但經分析，遊戲式學習者完成遊戲任務的多寡，與學習成效間呈正相關，也顯示遊戲任務對遊戲式學習的重要性。

此項發現亦支持任務式學習 (task-based learning) 被視為有效促使學習者在網路學習活動中主動學習的論點 (Oliver, 2001)。這也正意味著，擅長提供任務來引導人不斷學習的遊戲式學習，是一種理想的數位學習方式，且其過程中不斷引起學習者動機的遊戲任務，更凸顯其學習價值。

同時，從網頁式學習者自發性喜好參與互動評量活動的程度，也可以反應出具互動性的學習歷程是較受國小學生歡迎的。若以此與遊戲式學習相比，本研究所提供具競爭、挑戰與互動性的教育線上遊戲，也正好可顯示其在自我導向學習活動上的價值。因此，本研究之學習行為分析結果正可呼應 Prensky (2001) 與 Squire 等人 (2005) 之論點，且讓此現代年輕人喜歡互動性學習歷程的論述獲得實證，使我們以這些理由來支持朝向遊戲式數位學習邁進更具合理性。

本研究藉由學習行為分析，也發現了遊戲式學習環境的可改進之處。例如，

有些人會設法逃避遊戲中學習的部分；有些則僅回答會的問題；或是透過道具等功能的使用來減少充電的次數，以減少面對電費的計算問題等。這些均表示本研究遊戲之設計仍可再精進，如此才能避免對於遊戲高投入但低學習的情況發生。同時，本研究於所設計之遊戲中提供網頁式學習教材的連結似乎不受歡迎，但是否因學習者間競爭性過強，而降低了學習的意願，仍須再審慎評估。未來應設法在機智問答上，增加學習教材的連結，或增加遊戲的趣味性，多以遊戲來進行學習，以減少對遊戲低投入與低學習的情況發生。

二、建議

過去有關數位遊戲式學習成效的研究，大多將重點放在學習者獲取知識的成效上，而很少重視學習者較高層次的問題解決遷移表現。本研究顯示利用學習遷移來評量遊戲式學習成效是有意義的，因為若本研究只利用選擇或是非題來評量學習者獲取知識的能力，並以此評估數位遊戲式學習的價值，其結果會是失敗的。但當我們要學習者利用過去所學去解決較高認知層次的問題時，從近遷移測驗開始，便稍稍顯現出遊戲式學習的優點，而到了有學習資源的遠遷移測驗時，更是顯示出遊戲式學習者與網頁式學習者的差異，這同時也支持了 Bransford 及 Schwartz (1999) 的新學習遷移觀點是有效的，因為它能激發出隱藏的學習成效。

所以，重視學習者的學習遷移表現，是數位遊戲式學習成效研究值得探討的方向，且有關數位遊戲式學習為何能促進學習者在面對新情境問題時，能快速學習並有效解決問題的原因，仍有待深入的研究。同時，受限於本研究的資源與時間限制，未來採更大的樣本、更長的實驗過程、更多的測驗題目，來強化有關數位遊戲式學習的價值，或深入探討學習遷移的行為更是必要的。此外，遊戲式學習的成效除了可藉由學習遷移的表現來驗證外，應該還有其他的特點與價值是值得我們再去發掘與探索的。

再者，經初步證實遊戲式學習的價值後，也表示如本研究所採用免費遊戲引擎所設計出的遊戲也能有其學習成效。在經實際參與遊戲的設計後體會，遊戲設計的技術性並不能成為畏懼從事數位遊戲式學習的理由，因為像本研究所採用的遊戲引擎的技術性並不高，但在設計遊戲過程中的首要難處，卻是如何根據學習目標，將學習與遊戲整合在一起。因此，藉由簡易的遊戲引擎來設計遊戲式的數位學習活動，是很值得更多有志於數位學習者積極投入的，而如何讓數位遊戲式學習者具有很高的學習投入才是數位學習設計者首要面對的問題。

參考文獻

- Aldrich, C. (2004). *Simulations and the future of learning*. New York: Pfeiffer.
- Becker, K. (2007). Digital game-based learning once removed: Teaching teachers. *British Journal of Educational Technology*, 38(3), 478-488.
- Bereiter, C. (1995). A dispositional view of transfer. In A. McKeough, J. Lupart, & A. Marini, *Teaching for transfer: Fostering generalization in learning* (pp. 21-34). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Bransford, J. D., & Schwartz, D. (1999). Rethinking transfer: A simple proposal with multiple implications. *Review of Research in Education*, 24, 61-100.
- Cormier, S. M., & Hagman, J. D. (1987). Introduction. In S. M. Cormier, & J. D. Hagman, *Transfer of learning: Contemporary research and applications* (pp. 1-8). San Diego: Academic Press.
- Crookall, D., Oxford, R. L., & Saunders, D. (1987). Towards a reconceptualization of simulation: From representation to reality. *Simulation/Games for Learning*, 17, 147-171.
- De Corte, E. (2003). Transfer as the productive use of acquired knowledge, skills, and motivations. *Current Directions in Psychological Science*, 12, 142-146.
- Detterman, D. K. (1993). The case for the prosecution: Transfer as an epiphenomenon. In D. K. Detterman, & R. J. Sternberg, *Transfer on trial: Intelligence, cognition, and instruction* (pp. 1-24). Norwood, NJ: Ablex.
- Dyson, A. H. (1999). Transforming transfer: Unruly children, contrary texts, and the persistence of the pedagogical order. In A. Iran-Nejad, & P. D. Pearson (Eds.), *Review of research in education* (pp. 141-171). Washington, DC: American Educational Research Association.
- Garris, R., Ahlers, R., & Driskell, J. (2002). Games, motivation, and learning: A research and practice model. *Simulation & Gaming*, 33(4), 441-467.
- Gick, M. L., and Holyoak, K. J. (1980). Analogical problem solving. *Cognitive Psychology*, 12, 306-355.
- Gopher, D., Weil, M., & Bareket, T. (1994). Transfer of skill from a computer game

- trainer to flight. *Human Factors*, 36, 387-405.
- Hatano, G., & Greeno, J. G. (1999). Commentary: Alternative perspectives on transfer and transfer studies. *International Journal of Educational Research*, 31, 645-654.
- Kuo, M. J. (2007). How does an online game based learning environment promote students' intrinsic motivation for learning natural science and how does it affect their learning outcomes? *Proceedings of the First IEEE International Workshop on Digital Game and Intelligent Toy Enhances Learning*, 135-143.
- Malone, T. W. (1981). What makes computer games fun? *Byte*, 6(12), 258-277.
- McFarlane, A., Sparrowhawk, A., & Heald, Y. (2002). *Report on the educational use of games: Teachers evaluating educational multimedia report*. Retrieved August 20, 2007 from http://www.teem.org.uk/publications/teem_gamesined_full.pdf
- Mcloughlin, C. (2002). Learner support in distance and networked learning environments: Ten dimensions for successful design. *Distance Education*, 23(2), 149-162.
- Michael, D., & Chen, S. (2006). *Serious games: Games that educate, train and inform*. Boston, MA. : Thomson Course Technology.
- Michael, A., L., Klee, T., Bransford, J. D., & Warren, S. (1993). The transition from theory to therapy: Test of two instructional methods. *Applied Cognitive Psychology*, 7, 139-154.
- Mitchell, A., & Savill-Smith, C. (2004). *The use of computer and video games for learning: A review of the literature*. London, UK: Learning and Skills Development Agency.
- Oblinger, D. (2004). The Next Generation of Educational Engagement. *Journal of Interactive Media in Education*, 8, Special Issue on the Educational Semantic Web, 1-8.
- O'Leary, S., Diepenhorst, L., & Churley-Strom, R. (2005). Educational games in an obstetrics and gynecology core curriculum. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, 193, 1848-1851.
- Oliver, R. (2001). Developing e-learning environments that support knowledge

- construction in higher Education. In S. Stoney, & J. Burn (Ed.), *Working for excellence in the e-economy* (pp. 407-413). Churchlands, Australia.
- Perkins, D., & Salomon, G. (1994). Transfer of learning. *International Encyclopedia of Education*. Oxford: Elsevier.
- Pierfy, D. A. (1977). Comparative simulation game research. *Simulation & Games*, 8, 255-268.
- Pivec, M. (2007). Editorial: Play and learning: potentials of game-based learning. *British Journal of Educational Technology*, 38(3), 387-393.
- Prensky, M. (2001). *Digital game-based learning*. New York: McGraw-Hill.
- Randel, J., Morris, B., Wetzel, C. D., & Whitehall, B. (1992). The effectiveness of games for educational purposes: A review of recent research. *Simulation & Gaming*, 23(3), 261-276.
- Reed, S. K., Ernst, G. W., & Banerji, R. (1974). The role of analogy in transfer between similar problem states. *Cognitive Psychology*, 6, 436-450.
- Ricci, K., Salas, E., & Cannon-Bowers, J.A. (1996). Do computer-based games facilitate knowledge acquisition and retention? *Military Psychology*, 8(4), 295-307.
- Schwartz, D. L., & Martin, T. (2004). Inventing to prepare for learning: The hidden efficiency of original student production in statistics instruction. *Cognition and Instruction*, 22, 129-184.
- Schwartz, D. L., Bransford, J. D., & Sears, D. (2005). Efficiency and innovation in transfer. In J. Mestre (Ed.), *Transfer of learning: Research and perspectives* (pp. 1-54). Greenwich, CT: Information Age Publishing.
- Singley, K., & Anderson, J. R. (1989). *The transfer of cognitive skill*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Squire, K. (2005). *Game-based learning: Present and future of state of the field*. Retrieved August 20, 2007 from http://www.masie.com/xlearn/Game-Based_Learning.pdf
- Squire, K., & Steinkuehler, C. (2005). Meet the gamers. *Library Journal*, 130(7),

38-42.

Tsai, F. S., Yu, K. C., Hsiao, H. S. (2007). Designing constructivist learning environment in online game. *Proceedings of the First IEEE International Workshop on Digital Game and Intelligent Toy Enhances Learning*, 135-143.

Whitehall, B., & McDonald, B. (1993). Improving learning persistence of military personnel by enhancing motivation in a technical training program. *Simulation & Gaming*, 24, 294-313.

專論

附錄

一、遠遷移問題 (1)

小明想選購房間的燈泡，假設小明每天會使用電燈 10 小時，當時一度電 3 元，且小明希望兩年內都使用同一種的燈泡（意思是說：小明會多買幾顆起來放著）。下列有兩種不同品牌的燈泡，你覺得小明應該選擇哪一種牌子會比較省錢呢？

- A 牌燈泡 100 瓦，一顆 20 元，使用壽命 1800 小時。
- B 牌省電燈泡 25 瓦（亮度與 A 牌 100 瓦燈泡一樣），一顆 150 元，使用壽命 600 小時。

二、遠遷移問題 (1) 的學習資源

電費的計算是以電功率 1000 瓦 (W) 的電器使用 1 小時 (hour, h) 所消耗的電能為 1 個單位，在臺灣把這樣稱為「1 度電」。

- 例如：1 台 1000 瓦的微波爐，如果連續使用 1 小時，共消耗 1000 瓦小時的電能，正好消耗 1 度電。
- 例如：1 度電 5 元，一台 2000 瓦的冷氣機使用 4 小時，需要花多少錢？

2000 瓦使用 4 小時共需用電：

$$2000 \text{ (瓦)} \times 4 \text{ (小時)} = 8000 \text{ (瓦小時)} = 8 \text{ (千瓦小時)} = 8 \text{ (度)}$$

1 度電 5 元，所以共花： $8 \times 5 = 40$ 元

- 例如：小明想選購房間的燈泡，小明每天會使用電燈泡 5 小時，當時一度電 3 元。如果小明想買 A 牌 80 瓦，一顆 20 元，使用壽命 1200 小時的燈泡來使用一年。則該花費多少錢呢？

首先，我們可以先算看看小明一年需要使用燈泡幾小時：

$$1 \text{ 年} = 365 \text{ 天} \quad 365 \times 5 = 1825 \text{ (小時)}$$

所以，如果以 A 牌的電燈壽命 1200 小時來看，小明 1 年內必須更換兩顆燈泡。所以一年內必須花 $20 \times 2 = 40$ (元) 買燈泡。

而 A 牌的電燈使用一年的電費共：

$$80 \text{ 瓦} = 0.08 \text{ 千瓦}$$

$$0.08 \text{ (千瓦)} \times 1825 \text{ (小時)} = 146 \text{ (千瓦小時)} = 146 \text{ (度)}$$

$$146 \text{ (度)} \times 3 \text{ (元/度)} = 438 \text{ (元)}$$

所以如果小明買 A 牌燈泡使用一年時，須花 $438 + 40 = 478$ (元)

Discovering the Value of Digital Game-based Learning from the New Perspective of Transfer

**Fu-Hsing Tsai * Kuang-Chao Yu **
Hsien-Sheng Hsiao *****

Digital game-based learning is recently becoming a popular trend in e-learning. However, the effectiveness of game-based learning is still uncertain. This study develops two e-learning environments, web-page e-learning and online game-based e-learning, to facilitate 28 sixth graders' learning in saving electricity and energy. We seek to find the hidden value of game-based e-learning by comparing the learning performance on knowledge acquisition and problem solving transfer between the group who received game-based treatment and those who received web-page e-learning treatment.

The findings revealed that there were no significant difference in the performance of knowledge acquisition and problem solving transfer from the traditional viewpoints between the two treatment conditions. On the other hand, there was significant difference in the performance of problem solving transfer from the new perspective between the two treatment conditions. It demonstrates the value of game-based learning by enhancing the students' ability to learn and their problem solving transfer when encountering novel problem. At the same time, based on the analysis of learning behaviors, the findings revealed that the learning tasks and interactivity had a key impact on learning behaviors and learning effectiveness. This also demonstrates the value of game-based e-learning.

Keywords: e-learning, digital game-based learning, learning effectiveness, transfer
of learning

* Ph.D. candidate, Department of Industrial Technology Education, National Taiwan Normal University

** Professor, Department of Industrial Technology Education, National Taiwan Normal University

*** Professor, Department of Industrial Technology Education, National Taiwan Normal University

