

# 數位遊戲式學習對學生 PISA 科學能力之影響

洪文榮<sup>1</sup>、蔡俊彥<sup>1</sup>、施文玲<sup>1</sup>、林郁為<sup>2</sup>、林芳白<sup>2</sup>  
正修科技大學<sup>1</sup>、高雄市政府教育局資訊教育中心<sup>2</sup>  
chuyetsai@gmail.com

## 摘要

本研究以一數位遊戲式學習網站做為實驗工具，探討數位遊戲式學習對 PISA 科學能力之影響。採用準實驗研究法，實驗組使用數位遊戲式學習進行學習，而對照組使用傳統式學習進行學習。研究對象為高雄市某國小共 94 名四年級學生，以南一版四年級第二學期某一單元為實驗內容。研究結果顯示，實驗組的學生其 PISA 科學能力學習成效及學習保留效果顯著優於採用傳統式學習的學生。實驗結果可供後續數位遊戲式學習研究者及教材設計者參考。

**關鍵詞：**數位遊戲式學習、PISA 科學能力、學習成效、學習保留。

## Abstract

The purpose of this study was to use a digital game-based learning website to investigate the effect of digital game-based learning on students' PISA scientific competencies. Quasi-experimental method was conducted. The experimental group students learned with digital game-based content while the control group students only learned with traditional learning content. The samples were 94 fourth grade students in one of elementary school in Kaohsiung City and the experimental material was the content of Nani fourth grade textbook in the second semester. The results showed that the learning effectiveness and learning retention of the experimental group was better than those of control group and indicated that digital game-based learning could promote students' PISA scientific competencies and students' learning effectiveness. The suggestions for the future digital game-based learning researchers and designers were also proposed.

**Keywords:** Digital game-based learning, PISA scientific competencies, learning effectiveness, learning retention

## 1. 前言

「國際學生能力評量計畫」(Programme for International Student Assessment; PISA) 是由經濟合作暨發展組織 (OECD) 委託的跨國調查計畫。從 2000 年起，每三年對 15 歲學生的數學、科學及閱讀素養進行國際性比較研究。檢驗學生從學校學得

的知識與技能一應用於日常生活、解決實際問題的能力。許多國家的教育方針皆參考 PISA 而進行修訂。此項評比所衍生出來的成果亦是許多學者關心及研究的議題。這些資料結果亦可以提供教育相關單位，在制定一國教育相關政策的重要參考與依據 [1]。

數位遊戲式學習因為有下列幾項特點 [2]，對於提升學生 PISA 科學能力有潛在的機會：

- (1) 可以應用於許多不同的教學題材，並可有效達成各類教育目標。
- (2) 可以讓各學科的學習更能以學習者為中心，使學習者在修習學問的過程中，更容易了解所學科目的重要觀念。
- (3) 在學習過程中感到更快樂、更有趣，並因此更進一步提高學習成效。

因此，本研究即在討論數位遊戲式學習對於 PISA 科學能力提升的效果。

## 2. 文獻探討

### 2.1 PISA 科學能力評量

OECD 將 PISA 科學能力定義為「此能力包含使用科學知識、定義問題和陳述以證據為基礎的結論，可用來理解和幫助關於自然世界的決定和透過人類活動而能創造改變」 [3]。PISA 的四個向度，情境、能力、知識以及態度所發展出來的題目包含了大部分我們在生活中會遇到的科學問題 [3]。以素養的觀點來設計測驗題目，目的在評量學生能否將這些知識有效的應用，並且從不同的角度分析與解決問題，應用於進入社會後可能面臨的各種情境與挑戰。

### 2.2 數位遊戲式學習

數位遊戲式學習，是指學習者利用數位遊戲平台系統進行學習的過程。近年來，由於資訊科技的發達和個人電腦的普及，電腦遊戲變成一種流行的休閒娛樂。學習者在參與這系統的數位遊戲的過程中，透過解決精心設計的模擬問題，學習如何克服挑戰或和其他同學競爭，以便提高學習者的學習動機，進而提升學習成效 [4]。相較於傳統式的教學，學生較喜歡數位遊戲式學習平台的多元學習環境，而大部分的數位遊戲式學習研究對於學習動機及學習效果的提升有正向效果。

Prensky [5] 指出數位遊戲式學習的特性包含娛

樂性、遊戲性、規則性、目標性、人機互動性、結果與回饋、適性化、勝利感、衝突競爭與挑戰性、問題解決、社會互動、圖像與情節性。目前國內大部分的研究顯示數位遊戲式學習研究對於學習動機以及學習效果的提升是有效的。

## 2.3 數位遊戲式學習與 PISA 科學能力

Hogle [2]提出遊戲對於學習有四個優點，其中一點是可引發內在動機並提高興趣：遊戲中好奇與期望、控制與互動性以及故事情節的幻想性等特性，都可提高學習者的學習興趣和內在動機。Brophy [6]提出如果知識性的課程能融入遊戲式的教學活動，則可以讓學生改變學習的情緒，使枯燥的課程增加活力，也可以使教學流程不用那麼緊湊，並可以維持學生學習的動機及專注力。數位遊戲式學習帶給學習者強烈進行遊戲的動機和高度的樂趣，對於 PISA 科學能力的提升具有潛在的效果。

蔡福興[7]的研究中指出所設計的線上遊戲式學習環境比傳統的網頁式學習更有助於知識獲取與進行新觀點的學習遷移。另外，在蔡福興、游光昭與蕭顯勝[8]的研究中也指出遊戲式學習者在新觀點的學習遷移表現上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。以上文獻提及之學習遷移行為，證明數位遊戲式學習者，其學習遷移效果較佳，應可提升 PISA 科學能力。

數位遊戲式學習能提升帶給學習者強烈進行遊戲的動機和高度的樂趣。將使用數位遊戲式學習得到的學習經驗應用於 PISA 的科學能力生活中問題解決的學習遷移。以上兩種因素顯示數位遊戲式學習具備提升 PISA 科學能力學習成效的潛力。

## 2.4 研究問題

依據上述的研究背景及文獻探討，擬定研究問題如下：

- (1) 使用數位遊戲式學習與否之二組學生在 PISA 科學能力學習成效是否有差異？
- (2) 使用數位遊戲式學習與否之二組學生在 PISA 科學能力學習保留效果是否有差異？

## 3. 研究方法

### 3.1 研究架構

本研究的主要目的，是探討一實驗組學生使用「數位遊戲式學習」來進行學習，而對照組的學生則未提供遊戲學習而以傳統式教學來進行學習。以此來探討數位遊戲式學習對 PISA 科學能力學習成效及成效保留的影響。

Hogle[2]及Prensky [5]的研究均指出數位遊戲式學習能提升學習動機和樂趣。此外，桑代克提出

系統學習理論中的學習遷移。使用數位遊戲式學習而得到的學習經驗可應用於類似情境，對於 PISA 的科學能力生活中問題的解決，而提升 PISA 科學能力學習成效。

本研究採準實驗法，自變項為學習方式，受試者分為「數位遊戲式學習」(實驗組)與「傳統式學習」(對照組)兩組。依變項為學習成效及學習成效保留效果，架構圖如圖 3.1 所示：



圖 1 研究架構圖

### 3.2 研究對象

本研究對象為高雄市某國小四年級四班學生，隨機分派各兩班學生至實驗組與控制組。研究對象各項資料分析如次：研究實驗組為 48 人，其中男生 26 人、女生 22 人；控制組亦為 46 人，其中男生 26 人、女生 20 人。將兩組前測成績進行成對樣本 t 檢定，結果發現未達顯著差異 ( $p > .05$ )，因此可將兩組學生視為起點行為無差異的相似團體。

### 3.3 研究設計

本研究採取準實驗設計，隨機將四班分派成兩組，一組為實驗組，一組為控制組。實驗組學生進行數位遊戲式學習，控制組學生進行傳統式學習。二組受試接受相同之前測、後測以及延後測。研究設計如下：

表 1 研究設計表

組別	前測	處理	後測	延後測
實驗組	$O_1$	$X_1$	$O_2$	$O_3$
控制組	$O_4$	$X_2$	$O_5$	$O_6$

$X_1$ ：進行數位遊戲式學習； $X_2$ ：進行傳統式學習； $O_1, O_2, O_3, O_4, O_5, O_6$ ：PISA 科學能力測驗

### 3.4 研究工具

本研究之研究工具為「E 世代兒童遊樂園」、「答題提示網站」以及「自編 PISA 測驗」，茲分述如下：

#### 3.4.1 高雄市教育局開發之 E 世代兒童遊樂園

##### 1. 內容概要及玩法概述

E 世代兒童遊樂園是由高雄市政府教育局資教

中心所建置的第二代數位學習網站如圖 2。網站內包含各式各不同科目的館可以讓學習者玩遊戲並回答測驗題目。每個館裡有十個關卡，通過前面關卡才能進入到下一關。每個關卡內有打地鼠、拼圖、接接樂等遊戲。本研究使用中年級自然生態科學教育館，共有十個關卡。



圖 2 E 世代兒童遊樂園遊戲關卡畫面

由研究者設計題庫置入 E 世代兒童遊樂園，題目主題為南一版四下「水的移動」單元。題目設計的原則如下：

- (1) 共有十個關卡，關卡內的題型固定。選擇題的關卡有 2 關，每一關內有 10 題選擇題。是非題的關卡有 2 關，每一關內有 10 題是非題如圖 3。打地鼠的關卡有 4 關，每一關內有 4 至 5 題圖片對應說明文字的題目。拼圖的關卡有 2 關，每一關內有一張拼圖。完成拼圖後，還須回答一題跟拼圖內容相關的選擇題。
- (2) 針對自製 PISA 測驗的子題內的主要概念建立及澄清，並對於學生容易弄錯的觀念予以導正。
- (3) 每個自製 PISA 測驗的子題皆對應 2 至 3 個題目。



圖 3 E 世代兒童遊樂園遊戲畫面

## 2. 學習機制

### (1) 學習分數機制：

關卡內答對問題可以得到分數，答錯問題則會

倒扣分數。分數必須到達設定的標準才能過關。網站另外提供排行榜介面可以查詢所過的關卡及分數，內容有名次、過關數及分數。項目有班級排行榜、班級排行榜(學生)、今日排行榜以及月排行榜如圖 4。

### (2) 關卡機制：

分數或是答對次數必須到達設定的標準才能過關。如果分數未達標準就得重來。關卡是採逐一解鎖方式前進的，過關後才能進入後面的關卡進行挑戰遊戲。學習者也可以回頭玩已解鎖的舊關卡。

《中年級》班級排行榜

班級排行榜		今日排行榜		班級排行榜(學生)		高得分		
名次	過關數	分數	姓名	學校	年 班 級	身份	日期	代號
1	54	675145	吳安	國語小	4 1 1	學生	2014-04-23 10:27:37	51728
2	47	429120	郭廷	國語小	4 1 1	學生	2014-04-23 10:27:15	51923
3	45	421575	李浩	國語小	4 1 1	學生	2014-04-23 10:25:44	51718
4	42	361345	郭廷	國語小	4 1 1	學生	2014-01-13 17:32:24	51724
5	41	404685	郭廷	國語小	4 1 1	學生	2014-04-23 10:24:20	51877
6	40	384780	許廷	國語小	4 1 1	學生	2014-04-23 10:27:24	51730
7	37	412440	郭廷	國語小	4 1 1	學生	2014-04-23 10:27:59	51714
8	37	290425	郭廷	國語小	4 1 1	學生	2014-01-09 11:20:05	51717
9	34	344405	郭廷	國語小	4 1 1	學生	2014-04-23 10:29:08	51880
10	33	349275	郭廷	國語小	4 1 1	學生	2014-04-23 10:24:08	51874
11	32	315175	郭廷	國語小	4 1 1	學生	2014-04-23 10:28:24	51853
12	32	256705	郭廷	國語小	4 1 1	學生	2014-01-09 11:18:21	51731
13	29	306150	郭廷	國語小	4 1 17	學生	2014-04-23 10:26:37	51719
14	27	345215	郭廷	國語小	4 1 1	學生	2014-04-23 10:27:46	51729
15	26	351735	郭廷	國語小	4 1 10	學生	2014-04-23 10:27:30	51720
16	26	227915	郭廷	國語小	4 1 2	學生	2013-11-15 11:20:38	51711
17	24	345880	郭廷	國語小	4 1 1	學生	2014-04-23 10:28:24	51875
18	22	258780	郭廷	國語小	4 1 1	學生	2014-04-23 10:23:05	51878
19	21	283760	郭廷	國語小	4 1 1	學生	2014-04-23 10:29:00	51771
20	21	246910	郭廷	國語小	4 1 1	學生	2014-04-23 10:24:00	51736
21	21	172950	郭廷	國語小	4 1 1	學生	2014-01-09 11:19:30	51785
22	21	167080	郭廷	國語小	4 1 1	學生	2014-01-09 11:19:24	51738

圖 4 E 世代兒童遊樂園闖關排行榜畫面

## 3.4.2 答題提示網站

Tsai, Kinzer, Hung, Chen, 與 Hsu 等人的研究指出[9]數位遊戲式學習過程若給學習者答題提示回饋，有助提升學習者學習成效。研究者自行建置答題提示網頁，以提供學生答題時之參考及回饋。提示網頁設計對應 E 世代兒童遊樂園的十關如圖 5，讓學習者能非常容易的找到對應的答題提示。



圖 5 答題提示網站提示畫面

## 3.4.3 自編 PISA 測驗

自編 PISA 測驗題型分為三種，是非題、選擇題以及問答題，總共有三大主題，每個主題有 4 個子題，共 12 個子題，每一個子題分數依題目而定，總分為 26 分；內容包含四年級第二學期南一版之「水

的移動」單元。

### 3.5 研究流程

本研究自民國102年九月開始蒐集資料，確定研究主題，研究流程分為準備階段、前測階段、實驗階段、後測階段、延後測階段以及資料處理與分析階段，共分六階段描述如次：

#### 1. 準備階段

研究者於102年九月開始蒐集相關資料及文獻，並確定研究主題、選用及編製研究工具、自編PISA測驗試題。

#### 2. 前測階段

實驗組及對照組學童於103年3月進行一節課40分鐘自編PISA測驗。

#### 3. 實驗階段

自103年3月至103年4月中，共進行8週的實驗。實驗組實施數位遊戲式學習，對照組則實施傳統式學習。二組學生每週另有二節課進行學習單元的課堂教學。

##### (1) 實施流程及場域

自民國103年3月至103年4月中，每週一堂課，每堂課40分鐘，共八週的實驗時間，對照組學生兩班共46人每週一節至自然專科教室進行傳統式學習，實驗組學生兩班共48人每週一節至電腦教室進行數位遊戲式學習。

##### (2) 實驗組數位遊戲式學習實施情形

A. 活動流程：實驗組學生至電腦教室，先由老師說明該節課學習主題，提醒注意事項，由學生自行上網至「E世代兒童遊樂園」登入帳號密碼後，開始數位遊戲式學習。

B. 教師角色：處理學生網路斷線、電腦當機狀況；另外輔導學生順利學習，觀察學生學習狀況。

C. 實驗組每週進行1節課的「數位遊戲式學習」與2節課的「傳統式學習」。

(3) 對照組傳統式學習實施情形：學習內容為數位遊戲式學習網題庫中的題目，方式為老師呈現在電子白板上解說以及列印出試卷進行形成性評量，對照組每週進行3節課的「傳統式學習」。

#### 4. 後測階段

以103年4月之自編PISA測驗為後測。

#### 5. 延後測階段

以103年5月之自編PISA測驗為延後測。

#### 6. 資料處理及分析階段

收集前測、後測以及延後測資料後即開始資料分析。

## 4. 結果分析與討論

### 4.1 前測、後測、延後測描述性統計

本研究以實驗組與對照組的前測、後測及延後測PISA科學能力之平均數與標準差，如表2所示：

表2 各組PISA科學能力描述性統計

測驗	組別	人數	平均數	標準差
前測	實驗組	48	17.69	3.75
	對照組	46	17.50	3.50
後測	實驗組	48	21.92	3.98
	對照組	46	19.57	3.61
延後測	實驗組	48	21.35	3.45
	對照組	46	18.74	4.41

從上表中可以發現，實驗組與對照組的前測成績，依其統計結果( $t=0.25$ ,  $p=0.803 > 0.05$ )，在平均值(平均分數)上沒有顯著差異，因此可以認定此兩組為程度相近的團體，以利後續研究能順利進行。在學習成效後測成績，實驗組的平均成績為21.92，而對照組的平均成績為19.57，因此兩組分數差距約為2.35分。在學習成效後測成績，實驗組的平均成績為21.35，而對照組的平均成績為18.74，因此兩組分數差距約為2.61分。

### 4.2 後測共變數分析

為探討不同學習組學生在數位遊戲式學習環境中學習成效差異情形，本研究使用共變數分析來比較。以學生前測成績做為共變數(covariate)，來探討數位遊戲式學習是否造成二組學生PISA科學能力後測的差異。共變數分析前的迴歸係數同質性檢定為 $F(1, 90)=.48$ ,  $p=.49 > .05$ ，未達顯著水準。表示不同學習組二個水準在後測的斜率可視為相同，符合組內迴歸係數同質的基本假定，故以下可進行共變數分析。

學生經不同學習環境學習後的 PISA 科學能力共變數分析如表 3 所示：

表 3 不同學習組 PISA 科學能力共變數分析

變異來源	SS'	df	MS'	F	$\eta$
組別	117.30	1	117.30	12.31***	0.119
誤差	867.09	91	9.53		
全體	4196.00	94			

\*\*\* $p < .001$

表 3 中，組間效果檢定達顯著水準， $F(1, 91)=12.31$ ,  $p=.000 < .05$ ，效果量為.119。依據 Cohen [10]定義變異數分析小、中、大的效果量 f 值分別為.01、.06、.14，實驗效果量為中。表示數位遊戲式學習對 PISA 科學能力有影響。實驗組的後測平



均分數 21.92 優於對照組的平均分數 19.57。

### 4.3 延後測共變數分析

為探討不同學習組學生在數位遊戲式學習環境中PISA科學能力學習保留之差異情形，本研究使用共變數分析來比較。以學生前測成績做為共變數，來探討數位遊戲式學習是否造成二組學生PISA科學能力學習保留的差異。共變數分析前的迴歸係數同質性檢定為 $F(1, 90)=3.91, p=.051>.05$ ，未達顯著水準。表示不同學習組二個水準在延後測的斜率可視為相同，符合組內迴歸係數同質的基本假定，故以下可進行共變數分析。

學生經不同學習環境學習後的學習成效共變數分析如表 4 所示：

表 4 不同學習組 PISA 科學能力共變數分析

變異來源	SS'	df	MS'	F	$\eta$
組別	144.99	1	144.99	15.42***	0.145
誤差	855.92	91	9.41		
全體	39477.00	94			

\*\*\* $p<.001$

表 4.3.1 中，組間效果檢定達顯著水準， $F(1, 91)=15.42, p=.000<.05$ 。效果量為.145，實驗效果量為大。表示數位遊戲式學習對學習成效保留有影響。實驗組的延後測平均分數 21.35 優於對照組的平均分數 18.74。

### 4.4 綜合討論

本研究經過實驗研究結果顯示，使用數位遊戲式學習(實驗組)其PISA科學能力學習成效及學習保留效果優於傳統式學習(對照組)。探究其原因可以歸納出以下五點：

- (1) 本研究導入數位遊戲式學習於學生的課堂學習上，比起以往使用傳統式講述法，數位遊戲式學習更能引起學生的興趣及注意。吳天貴[11]及張弘典[12]的研究指出數位遊戲式學習系統的確有助於提升學習者的動機。研究者觀察數位遊戲式學習系統的確有助於提升學習者的動機，傳統式學習是由老師教學，學生被動學習。而數位遊戲式學習對於態度有極大的影響力。使學習者為學習中心讓學習者能主動學習，自己掌握學習進度。過程中帶給學習者強烈進行遊戲的動機和高度的樂趣，進而提高學習之成效。
- (2) 在本研究中採用的數位遊戲式學習平台其特點是必須通過前面一個關卡才能進入到下一個關卡進行遊戲。有研究指出[13]，遊戲式線上英語學習環境確能引起學生主動學習之動機。同儕競爭及關卡二種遊戲活動對學習動機皆有正

面影響。在關卡遊戲中不同難易度的教材構成遊戲中各等級的關卡挑戰，同時競爭遊戲中取勝的誘因也帶動學生英語字彙的學習。本身數位式遊戲學習的特點再加上學習者的好奇心，使得學習者不斷地進行嘗試及摸索來找出正確的答案，以到達下一關，進而通過所有的關卡，提升學習成效。在研究者的觀察中，實驗組的其中一個班級，全班共24人，闖過十關以上的有21人，其餘3人闖的關卡在十關以下。表示本研究中的闖關機制的確有助於提升學習者的學習效果。

- (3) 在本研究中數位遊戲式學習使用的E世代兒童遊樂園網站中提供了闖關排行榜，內容有名次、過關數及分數，項目有班級排行榜、今日排行榜以及月排行榜。有研究指出[14]，透過遊戲機制與問答模式的結合，學習者為了獲取更高的得分及排名，會對學習資料進行學前預習及課後複習，並利用所學知識於遊戲活動中，透過對學習內涵的頻繁接觸，得深化知識概念的記憶深度。另外學習者藉由學習點數排行及學習點數累積情形，使學習者能從中獲得學習的成就感[14]。根據研究著的觀察，本研究的學習者相當在意自己的排行榜名次，引發與同學競爭的心理，表示本研究中的排行榜機制的確有助於提升學習者的學習效果。
- (4) 在本研究中數位遊戲式學習使用的E世代兒童遊樂園網站其特點是個別題目評量後，可以立即知道其對錯。另外，研究者建置了提示的網站，學習者如果有不會或是覺得困難的題目，可以做即時的查詢以獲得提示。「個人化系統教學」(personal system of instruction)的策略為改掉學生依賴老師的習慣，培養學生自學的能力[15]。策略中包含七項基本要素，其中一項為立即回饋。學生在評量之後，立即可知其成績的表現，有助於日後的學習。Tsai等人 [9]的研究指出，提供有針對性的內容與教育模擬遊戲輔助鷹架，幫助學生取得更好的學習表現。這顯示遊戲提示輔助以及立即回饋機制，可以增進學生的學習成效。在研究者的實驗觀察中，大部分實驗組學生如果第一次闖關失敗，第二次闖關藉由第一次闖關的立即回饋及提示網站協助，都可以過關。表示本研究中的遊戲提示輔助以及立即回饋機制的確有助於提升學習者的學習效果。
- (5) Hogle[2]提出遊戲對於學習其中一個優點是「可提供高層次的思考」。電腦遊戲的設計，符應了人類的認知結構。將教學內容融入遊戲當中，讓學習者不斷的在遊戲中解決問題、做決定。學習者要能夠整合自己所學，以找到解決方式。教學內容將不斷的重複進入學習者記憶中，是最好的學習形式。數位遊戲式學習將教學內容

- (6) 融入電腦遊戲中，讓學習者思考如何去解決關卡內的問題，以到達下一關，學習者每過一關便會將教學內容進入記憶中，讓學生完全將教學內容內化為自身能力並且能應用到其他事務之中。所以使用數位遊戲式學習者(實驗組)其學習成效以及學習保留效果較佳。

## 5. 研究結論

依據實驗所得資料，將研究結論歸納如下：

- (1) 國小四年級學童兩組學童在實驗介入後，PISA 科學能力皆有提升。傳統式學習組的學童平均成績平均數提高 2.07 分，數位遊戲式學習組的學童平均成績平均數提高 4.23 分。顯示兩種學習模式皆能有效提高 PISA 科學能力。經過共變數分析後比較結果，顯示採用數位遊戲式學習的學童其 PISA 科學能力學習成效，顯著優於採用傳統式學習的學童。
- (2) 兩組學童在後測之後一個月進行延後測，傳統式學習組的學童平均成績平均數較前測提高 1.24 分，數位遊戲式學習組的學童平均成績平均數較前測提高 3.66 分。經過共變數分析後比較結果，顯示採用數位遊戲式學習的學童其 PISA 科學能力學習保留效果，顯著優於採用傳統式學習的學童。

本研究透過準實驗法探討傳統式學習及數位遊戲式學習對 PISA 科學能力學習成效及保留效果之影響。而實驗結果表示：數位遊戲式學習(實驗組)對學生的 PISA 科學能力學習成效及保留效果優於傳統式學習(對照組)。由此一結果也顯示要提升學生的 PISA 科學能力，採用數位遊戲式學習是一種

可行的方式。

## 參考文獻

- [1] 台灣 PISA 國家研究中心 (2013)。PISA 宗旨。線上檢索日期：2013 年 12 月 25 日。網址：<http://pisa2015.nctu.edu.tw>
- [2] Hogle, J. G. (1996). *Considering games as cognitive tools: In search of effective "edutainment"*. Athens, GA: University of Georgia.
- [3] OECD (2000). *Measure student knowledge and skill: The PISA 2000 assessment of reading, mathematical and scientific literacy*. Paris: OECD.
- [4] 王維聰、王建喬(2011)。數位遊戲式學習。《科學發展》，467，46-51。
- [5] Prensky, M. (2007). *Digital Game-Based Learning*. New York: McGraw-Hill.
- [6] Brophy, J. (1987). Synthesis of research on strategies for motivating students to learn. *Educational Leadership*, 10(1), 40-48.
- [7] 蔡福興(2007)。線上遊戲式學習在知識獲取與學習遷移成效之研究。國立臺灣師範大學工業教育系博士班論文。未出版。
- [8] 蔡福興、游光昭、蕭顯勝(2008)。從新學習遷移觀點 發掘數位遊戲式學習之價值。《課程與教學季刊》，11(4)，237-278。
- [9] Tsai, F. H., Kinzer, C., Hung, K. H., Chen, C. C., & Hsu, I. Y. (2012). The importance and use of targeted content knowledge with scaffolding aid in educational simulation games. *Interactive Learning Environment*, 21, 116-128.
- [10] Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences (2nd ed.)*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- [11] 吳天貴 (2007)。建置一個數位遊戲式學習系統以促進能源教育之學習動機及自我覺知。國立中央大學網路學習科技研究所碩士論文。未出版。
- [12] 張弘典 (2008)。能源小蜜蜂：以數位遊戲式學習輔助能源教育。國立中央大學網路學習科技研究所碩士論文。未出版。
- [13] 林富偉(2007)。國小學童遊戲式英語數位學習環境研發暨實施之研究。國立清華大學資訊系統與應用研究所碩士論文。未出版。
- [14] 吳叔鎮(2011)。悅趣化數位學習對國小高年級學童自然與生活科技領域學習成效之影響。國立台北教育大學碩士論文。
- [15] 林寶山 (1990)。《教學論-理論與方法》。台北：五南。