

數學島：建立自主經營學習遊戲輔助後段學生數學學習

Math Island: The Design of Management Game on Primary Mathematical Course to Support Low Achieving Student Learning

葉彥呈*，楊馥翎，廖長彥，羅怡帆，陳德懷

台灣中央大學網路學習科技研究所

* Charles@cl.ncu.edu.tw

【摘要】 近年來由於數位科技的普及，資訊科技輔助學生學習已是未來的趨勢。本研究設計一套自主經營數學學習遊戲，稱為「數學島」，透過此系統，可幫助學生主動進行數學學習，系統採用經營學習模式，並提供學習數學概念所需的學習教材，讓學生自主學習，也提供學生完整的學習歷程，讓學生能反思與根據自己的進度自學。本研究也針對長期合作的小學進行統計分析，探討本系統對於學生數學的學習成效與學習動機所造成的影響，從結果顯示，學生的學習進度可以超越當學期的進度，且由數學測驗中可得知落後學生的成績達顯著的進步，其顯示本系統設計確實能幫助學生進行數學學習。

【關鍵字】 自主學習；經營遊戲；學習歷程

Abstract: In recent years, students learn knowledge not only in the classroom but also individually via Internet. The aims of this paper is to develop a self-management learning system which called "Math Island" to help students learning. In the system, it provides a variety of mathematical learning materials in a game-based model that allows students to choose learning content and adjust learning direction by themselves. Besides, the system also provides a visible surface features and complete learning portfolio to show students learning effects. In other words, students can decide what they want to learn by their self-pace and reach self-regulation in this system. This study also conducted statistical analysis on the long-term participants. The results showed that students may learn beyond the standard progress and low-achieving students have better learning effect with the system. These findings may imply that the design of Math Island is helpful to students' learning in mathematics.

Keywords: Self-regulate learning, Management game, learning portfolio

1. 前言

在傳統的數學學習中，教師作為主導者，在台上授課講解，學生作為學習者，坐在講台下聽課，全班學習進度統一，程度好的學生學習進度容易延滯，而落後的學生則有可能跟不上進度，導致未來的數學學習受到影響，忽略了學習進度較慢的學生的需求。（黃國禎、蘇俊銘、陳年興，民 101）。數學是一門極具邏輯性的學科，由簡入繁、由淺入深，連貫與相關連的屬性較其它領域的學科來得明顯。學生若想要反思學習的過程，釐清錯誤的概念，或是以自己的步調學習，在傳統的教學方式中較不容易達到。

隨著數位化的發展，數位科技輔助學生學習是未來的趨勢。倘若將數位科技導入教學環境裡，將教學內容數位化置入數位平台中，學生可以擁有自主的學習權。透過科技的輔助，學生可以掌控自己的學習進度，藉由科技輔助紀錄學生完整的學習歷程，讓教師得以透過學生的學習歷程檔案得知每位學生的學習狀況以及學習表現，這是與傳統環境下學習的差異也是數位化學習的優點。（Kiili, 2005; Papastergiou, 2009; Prensky, 2003; Van Eck, 2006; Kiili &

Ketamo, 2007)

在目前的數學教育中，有些學生不適應課堂上的齊一化教學方式，在 TIMSS 的國際評比也可以看出，台灣學生的數學學習動機低落，自信心缺乏，學習成就也出現雙峰現象(Mullis, I.V.S. & Martin, 2013)。當學生經過評量之後認定需要補救，學校通常透過教師集成小班再次教學、寒暑假進行補救課程、使用教科書與紙本練習題讓學生學習、或者搭配民間學習平台幫助學生進行補救教學。這些補救方式雖由專門的人員輔助學生重新授課，但由於每位學生的情況不同，很難針對每位學生的學習癥結點進行個別化教學補救。

為了幫助學生自主學習數學，提高學生的學習動機，本研究建立一個數位化數學學習平台，稱為「數學島」。主要是透過「自主學習」的方式，讓學生主動學習，學生可以主導與改變學習策略，並自行反思所學，在未來的自我學習中作出調整，選擇最佳的學習策略來達成個人化、適性化的學習方式。為了增加學生的學習動機，系統介面採用遊戲式方式呈現，並透過「自營學習遊戲」模式，打造出一個學習情境，並以地圖的架構組織數學概念，將學習歷程與進度視覺化，讓學生能夠規劃自己的決策、方式，透過自我經營的模式主動學習，以成功達到學習目標。

2. 文獻探討

2.1. 自主學習

學生透過學習科技的協助，可以更清楚的知道自己的學習狀況，藉由數位教材的導入，學生也有機會主導自己的學習內容。自主學習 (Self-regulate learning) 為「個體在學習上能在認知、情意、行為三方面展現出主動，並且自發性學習」的學習模式。自主學習可以讓學生參考自己個人的學習歷程，訂定自己的學習目標、規劃個人學習計畫、並進行自我進度學習，學習之後並能自我反思，改善與調整個人的學習 (Bandura, 1986)，學生個人享有某種程度的學習自由與學習獨立性。

自主學習廣泛被應用在學習情境上，因為可以解釋個體的學習歷程，並協助學習過程中有效的監控、掌握自我的學習情形，且從中做適當的調整，提升自我的學習成效。將上述之定義運用現在的科技來幫助發展自主學習，可以幫助學生反覆重新組織知識(Winne & Hadwin, 1997)，另一個重要的面向是，可以讓學生的學習與動機相互依存 (Zimmerman, 1990)。由此可見，自主學習在學習上扮演很重要的角色。因此，協助學習者透過自主學習模式，改善其學習效果，是學校及家庭教育過程中須重視與培養學生的能力與技能。

因此，採用自主學習模式，學生可以主動學習，並自行反思所學，在未來的自我學習中作出調整，選擇最佳的學習策略來達成學習目標，也可以主導與改變學習策略，讓學習者達成個人化、適性化的學習方式。

2.2. 自我經營學習

數位科技輔助學習與一般的教學方式不同，因此如何設計以學習者為中心的學習環境是一個重要的議題。倘若學習者能夠組織與發展的自己需要的技能與知識，以自我為中心，並管理自己的學習，就可以達到終身學習的目標。因此，採用自我經營學習可能是一種有效的學習方式。自主經營學習能夠創造出一個環境，讓學習者能夠規劃自己的決策、方式，透過自我經營的模式主動學習，以成功達到目標，自我經營學習也包含自我發展與自我決策 (Hurley & Cunningham, 1993)，以及個人管理自己的學習。這種學習模式下，學習者必須制定自己的學習計劃，對自己的學習負責 (Gilligan, 1994)，透過自我經營的學習模式，學習者能夠逐漸看到自己的轉變，掌握新的知識和技能，實現個人成長與提升成就感。

透過自我經營學習模式，學生可以自我規劃、自我管理，成為自己學習的主人，組織所需的知識與技能；而教師的教學重心也可由教導者逐步轉變為輔導者，根據學生的學習狀況，

Wu, Y.-T., Chang, M., Li, B., Chan, T.-W., Kong, S. C., Lin, H.-C.-K., Chu, H.-C., Jan, M., Lee, M.-H., Dong, Y., Tse, K. H., Wong, T. L., & Li, P. (Eds.). (2016). *Conference Proceedings of the 20th Global Chinese Conference on Computers in Education 2016*. Hong Kong: The Hong Kong Institute of Education.

給予不同的輔助，解決不同學生的學習困難，真正幫助學生學習。

2.3. 學習歷程檔案

採用資訊科技輔助教育後，傳統的教學與評量的方式也需要跟著轉變 (Birgin & Baki, 2007)。資訊科技擁有完整的資料儲存與紀錄的特性，因此可以更完整的紀錄學生的學習歷程檔案。學習歷程檔案 (learning portfolio) 指的是有目的性的蒐集學習者的資訊，保留學生所有活動的紀錄、草稿、修改等，都紀錄下來並保持完整的資訊 (Arter & Spande, 2005)，以瞭解學生的努力、成長及成就。檢視學習歷程檔案，可以看到學習者的解題過程、學習態度與學習後的成長情況 (林碧珍, 民 90)，因此採用歷程檔案可以成為學生學習的成果以及反思的工具 (Arter & Spandel, 2005)。

學習歷程檔案可以掌握學習過程的複雜性，幫助學生反省、檢討整個學習過程與結果，並且給學生適當的回饋，以利學生進行改進，提供學生在學習上的幫助 (張基成、童宜慧, 民 90)。數位學習在近年快速的發展，將學習的過程數位化，利用網路將學生的學習過程，以資料型式儲存在資料庫中，有助於紀錄、搜尋、整理與分析歷程檔案的功能 (陳得利, 民 91)。將歷程資料提取出來，可以清楚地呈現學生的學習動態、學習狀況給教師、家長和學生自己，幫助學生學習 (Tillema, 2001)。因此，本系統也將學習歷程納入其中，讓學生能夠擁有即時的回饋，從中學習反思與累積經驗，不斷重新設定自己的目標與規劃未來，並提供教師資訊，讓教師能針對學生的疑難解答，達到有意義的學習。

3. 系統介紹

3.1. 系統設計介紹

3.1.1. 介面設計

本研究設計一名為「數學島」的數位遊戲，利用數位科技的輔助，導入遊戲模式，採用「自我經營數學遊戲」模式，將每個知識分解成多個概念，幫助學生主動探索數學重要概念與關聯。因此，遊戲介面設計出許多不同的街道、建築物等，每個街道與建築物都有對應的數學概念與數學教學單元，並將數學內容分為「數與量」、「幾何」、「代數」、「統計與機率」、四大主題，將數學島介面設計成一個地圖的模式，圖 1 為數學島的介面功能介紹，將各個不同的概念分成不同的路線與區塊。本系統採用「任務」作為學習的模式。許多遊戲會給予玩家「任務」，當玩家完成任務後，會得到回饋，以此增進玩家的遊戲動機。本系統讓學生選擇适合自己程度的任務、學生「完成」任務後會獲得成就感。因此學生可以透過本系統，接受數學任務，進行數學概念的遊戲式學習。學生「建設數學島」就是進行「數學任務」，所以學生可以針對特定概念的數學學習內容進行學習，而任務又分為「概念任務」或「練習任務」，擁有影片、多樣題形等不同的學習任務，學生通常需要 5 至 15 分鐘來完成一個數學任務，透過此模式，學生會主動解決任務，達到更好的學習效果，便不會像回家作業是被動的學習。

3.1.2. 教材設計

教材是落實學科教學的基礎，教材的編製應包含依學生知識體系學習所規劃的學科概念、法則、理論系統，以及與知識形成有密切相關的能力體系。在傳統的教室內，課程架構擁有系統性的整合知識結構，學習內容由淺入深編排紮根學習，並且是教師授課的重要依據。然而據前所述，學生擁有個別化學習差異，由於每位學生的學習速度皆不一致，也就會使得學生彼此間的學習教材單元產生落差，影響學生的學習。於是本系統採用地圖架構，除了可以詳細的列出各概念之外，也可讓學生了解概念之間的關聯性，配上視覺化的學習歷程，可以帶給學生學習動機與成就感。

為了配合國小數學的課程，研究者經過長時間的研究，根據台灣教育部九年一貫課綱設計，

發展出一套國小一到六年級的數學數位教材內容，並融入系統介面當中，這些教材利用數位科技之特性，對學生的作答立刻回饋。如圖 2 所示，利用圖、文、自製教學影片的方式，按步驟引導學生學習。在內容學習機制方面，考量數學是有序列性的知識，因此本團隊將重要的學習內容設定為必須學會關鍵教材才能繼續學習後面的單元，系統也提供計算紙及數字鍵盤等小工具，方便學生計算及答題。而在題目的呈現上，本團隊根據學習遊戲中的數位教材題型提供多種作答方式與組件，包含填字、是非、單選、複選、連連看等。此外，系統也提供拖曳的物件，幫助學生完成計算題。當學生在作答時，系統會計算其正確率，當正確率越高，學生可以得到的獎勵越多。學生答對時，系統會給予正向回饋；答錯則給予錯誤的文字提示或圖文提示，引導學生思考後再次作答。透過此模式，學生能夠接受到完整的國小數學教材，自動自發在課堂、課後使用電腦學習數學，實行自我進度內容學習。



圖 1 數學島功能介面

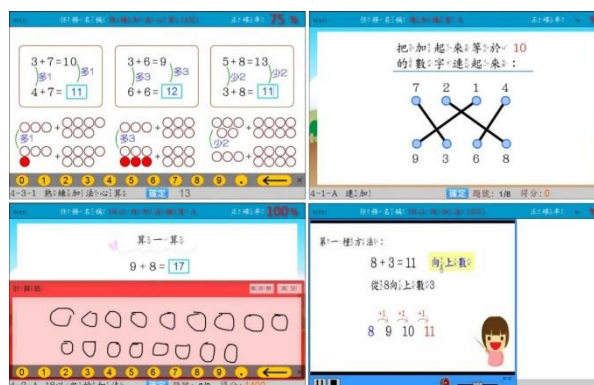


圖 2 教材畫面

3.1.3. 遊戲機制與獎勵

系統採用島嶼作為介面，學生們必須透過不斷進行數學學習以「經營」自己的島。舉個例子說明：遊戲中，長度路初始是由長度的比較做為建設起點（一開始只有建設起點為可開發區），這是 1 年級學生數學的學習基礎。當學生在可開發區上進行建設，完成該建築的主要結構，方可開放更多的開發區，建設出更多的建築。換言之，學生必須完成單元中的基本數學任務，才能開放下一個單元。例如要做數到 100 單元之前，須先完成數到 50 單元中的先備概念及教學，才能進行數到 100 單元。同理，如果要做長度（公尺）單元，須先完成長度（公分）等前置概念。學生每完成單元中的一個任務，即可得到錢幣獎勵，同時得到更多的居民入住數學島，幫忙增加島上設施及公共建設，隨著每個大單元的任務完成度提高，建築物也隨之升級（如圖 3-4 所示）。之後，學生每次進入建設子地圖時，系統使用箭頭功能，指向可建設區，引導學生進行建設。



圖 3 系統機制與畫面圖



圖 4 學生學習進度與系統呈現方式

學生在建設子地圖上選擇開發區，即點擊建築物後來到大廳，電腦會扮演虛擬服務人員，主動告知學生目前有多少任務尚未完成，並且呈現目前的完成比例及平均的正確率。在系統中每個任務順序皆經過編排，其中特定的任務會標示金鑰匙，代表此單元的關鍵任務，也就

是指先備概念及核心教學任務。學生必須依序完成這些關鍵任務，每完成一個關鍵任務，即可開啟下一個關鍵任務。按照任務完成度，房子初始等級總共可分成 4 級，由低至高排列，分別是未開放 (0%)、第 1 級 (33%)、第 2 級 (66%)、第 3 級 (100%)。根據學生完成的任務數量，房子會有對應的變更，當房子成長到一定程度後，學生即可購買建築物更換與建設自己的島嶼，讓自己的島嶼與眾不同。

學生的學習成果會以建築表徵的方式呈現在數學島地圖中，學生的學習表現越好，子地圖的建設度就會越高。透過地圖 (房子的升級、星星等等) 的呈現，對學生學習表現提供一個全面性的圖像，學生努力的成果可以即時回饋給學生，學生也可以清楚的了解自己的學習狀況。此外，學生完成任務得到任務獎勵，可以選擇系統所提供的商店功能，將完成任務得到的任務獎勵拿去購買建築物，裝飾自己的島，增加島的豐富度，吸引學生繼續完成所有學習任務，增進學生的好奇心，提升擁有感與成就感以保持學生對數學島的新鮮感與黏著度。

3.2. 學習歷程呈現

3.2.1. 學生掌握自己的學習歷程

對於學生而言，在數學島上可以看到自己在學習數學時的整體狀況，了解自己在哪些方面學得完整，哪些方面尚需努力或加強，更進階的是知道還有哪些數學概念可以學習以及這些數學概念的關聯性。呈現學生的學習歷程可以讓學生快速的掌握自己的學習進度，經過自我反省與決策的過程，自行調整學習的步調與方向。圖 5 為系統提供學生觀看任務進度資訊的功能介面，除顯示學生今日完成的任務資訊，系統還會建議學生可以進行的單元任務，主要依據學生任務進度所做的推薦。因此學生可以從建築物的外觀、星星、正確率以及任務報表等方面，看到自己的努力與成果，帶給學生學習的成就感。



圖 5 學生查看完成任務

除了擁有完整的學習報表之外，由於本研究採用視覺化呈現，因此學生的努力皆會化為可視的建築物，因此學生也可以從島嶼的外貌看出自己的成果與轉變，透過這種方式，增進學生的學習動力。

3.2.2. 教師與家長報表

由於數學島採用學生自主學習的概念，因此每位學生的學習進度可能有所不同。然而，教師要如何掌握班上學生的進度以及家長要知曉自己孩子的學習狀況是至關重要的。本研究之系統會記錄學生在系統上所有的行為記錄，提供教師與家長學生的完整學習歷程以及每個單元的答題狀況。如圖 6 所示，平台提供每位學生的答題正確率、不同進度表現、任務進行次數、在班上的排名前後、後段學生會特別標示等等。因此教師可以找出學習進度較為落後的學生，根據學生的困難點進行補救教學，也可以針對班上大部分學生不了解的題目多加解釋，解決學生的疑難。

座號	姓名	整數 (103)	加法 (73)	減法 (60)	整數 四則 運算 (64)	概數 (30)	乘法 (103)	除法 (44)	分數 (81)	小數 (60)	因數 倍數 (20)	比與 比值 (4)	平面 立體 圖形 (50)	統計 圖表 (14)	平行 垂直 (2)	角 (6)	長度 (26)	時間 (41)	容積 體積 (22)	重量 (10)	面積 (25)	總數 (838)
1	何定文	0	4	1	0	1	16	14	22	2	1	0	3	3	2	0	10	0	9	8	4	100
2	張建安	4	5	4	18	6	24	19	53	35	11	0	19	10	2	0	15	9	10	8	8	260
3	林芷綸	4	4	10	14	6	15	11	37	29	11	0	12	8	2	0	16	9	10	8	3	209
4	王柏諤	66	23	42	33	6	78	21	56	39	11	0	26	12	2	1	20	19	11	8	18	492
5	呂佳誠	0	1	0	11	2	3	3	7	0	6	0	0	9	2	1	2	2	7	4	3	63
6	鍾立倫	4	6	4	19	6	22	19	33	31	7	0	10	10	2	0	16	11	10	8	10	228

圖 6 學生學習進度報表

4. 研究方法

4.1. 參與對象

為了評估「數學島」系統對學生學習的成效，研究者針對長期實驗的小學四年級學生共 235 位進行數據統計與分析。參與者以使用四個學期的時間，擁有長期穩定的系統使用經驗，並且每學期末皆會進行數學能力測驗，研究者以此批學生作為主要研究對象，收集其兩年間的學習數據，並透過分析，歸納總結學生使用數學島的學習成效。

4.2. 資料收集與測量

4.2.1. 國小數學標準化測驗

為了評量學生的學習成效與數學能力，每學期結束時，會對參與對象學生進行數學能力測驗。為了能真正評估學生的數學能力，需要有常模、信度、效度的資料，因此研究者與專門的教育機構購入標準化測驗卷【學齡階段數學能力測驗(林寶貴、李如鵬和黃玉枝, 2009)】，此份標準化測驗抽取共 1568 名不同縣市的學生資料，建立國小二年級至國中三年級數學能力常模，透過比對測驗成果，可以將使用「數學島」系統的學生與全國的常模比較，得知學生的學習成效，作為改進教學的依據。

4.2.2. 系統記錄學生的所有學習資料

「數學島」系統採用雲端學習平台架構，因此參與學生的所有學習資料皆完整的儲存於雲端伺服器當中，系統會記錄學生的任務完成度、學習進度、答題的正確率、使用時間以及使用狀況等，因此從系統資料可以得知每位學生的學習情況，並分析學生的學習行為與學習成果。

4.2.3 針對使用對象進行訪談與討論

為了得知第一線的使用者的使用狀況，收集數學島的推動情況，並持續完善數學島系統，也對使用數學島的教師進行訪談與討論交流。教師訪談的記錄以及教師給的回饋也整理歸檔，作為系統使用心得的依據。

5. 研究結果與分析

5.1. 標準化測驗分析

研究者將參與對象的標準化測驗進行統計分析，以學生二年級下學習的測驗結果做為前測，三年級下學期的測驗結果做為後測，並將測驗成績轉換成 T 分數之後，使用 T 檢定分析學生的數學能力是否進步，結果發現研究對象整體而言後測皆較前測進步但未達顯著。而針對較落後的 1/3 學生進行更進一步的分析時，發現後 1/3 學生的分析結果為 $t(78) = -2.23, p = .03 < .05$ ，達到顯著進步。由此可以得知，落後的學生在三年級下學期時，測驗成績相對於二年級時有顯著的進步，更進一步將落後學生的常模測驗成績加以分析，發現落後學生在應用題的表現平均為 PR64，明顯高於全國常模，但概念和計算題則與全國常模無顯著差異。由此可知，落後學生在使用數學島後在數學應用題上表現較佳，團隊推測其可能原因是數學島的題目設計

擁有許多應用的教學解釋，加上系統擁有多種的題型輔助，提供學生操弄與給予回饋，因此能幫助學生在應用題型的表現。

表 1 落後學生標準化測驗 T 檢定

	前測		後測		t 值
	平均數	標準差	平均數	標準差	
測驗成績	42.5153	10.02457	45.1095	11.94239	-2.232*

* $p < .05$

5.2. 系統資料分析

「數學島」系統收集了研究對象在二年級上下學期、三年級上下學期共使用了兩年的使用數據與歷程表現，學生的平均任務完成率為 78.78%，由於數學島採用學生自學模式，這表示學生可以完成數學島約 8 成的學習任務。由這些數據可以得知，參與學生長期使用「數學島」系統，可以根據自己的學習狀況進行數學學習。從記錄中也發現許多學生除了完成本學期進度外，甚至進度超前，當三年級時已經有部分學生做到四、五年級的數學概念，甚至主動練習一、二年級的題目，可見給予學生自由學習的權力，配上數學教材與平台後，可以讓學生主動學習，程度好的學生可以往更深、更廣的概念前進，而學習進度較慢的學生則可以根據自己學習的腳步，一步一步的進行學習。除了學習進度之外，也根據學生的學習數據與歷程表現做分析，結果發現整體學生在二、三年級時的任務平均正確率為 85.75%，數據顯示學生經過持續的學習與努力，同一類型的題目，答題的正確率逐漸提升，可見學生透過系統輔助學習後，逐步進步與提升數學能力，而落後的學生也可以透過反覆的練習，配上系統給予的教學機制，學習到數學的相關概念，幫助學生學習。

5.3. 訪談與教師回饋

除系統資料之外，研究者也訪談了使用數學島系統進行教學的教師，教師表示數學島能提升學生學習興趣與成就感、學生更喜歡數學以及落後學生恢復信心。

2 年 8 班老師：由於是遊戲式的介面，學生在使用時並不覺得自己在學數學，盡情享受了可以出國比賽的破關學習成就感，在老師的眼裡看來，持續維持著學生的學習動機，絕大部分的學生都同意數學島課程活動非常有趣、能幫助自己更加理解課程、能增加自己主動學習的意願、能增加自己問題解決的能力……我感受到他們對數學島系統的高度興趣。

3 年 2 班老師：班上有過動的孩子，平時在上課時是搗亂份子，但是當把孩子放在沒有人的地方，過動的孩子會進入「數學島」，專心的、安靜的闖著關卡、做著數學任務，慢慢的比較喜歡數學，「數學島」似乎比老師上課更吸引他們。

科任教師：經由操作「數學島」這個系統後……補救教學班的學生願意捨棄下課時間，主動練習解題……合作解題，相互提示相關數學概念。讓一些對數學已產生些許挫敗感的學生，因為從之前的基礎課程闖關中一直拿到「✓」，又對數學恢復了些許的自信，再逐步進入近日的課程，就比較不會有壓力。

6. 結論與未來工作

本研究設計一套自主經營數學學習遊戲「數學島」，提供學生完整數學教材以及給予完整學習歷程，讓學生能反思與根據自己的進度自學，由本研究之分析結果可知，落後學生使用本系統後，數學標準測驗的成績達到顯著進步，並且學生們在應用題的表現超過全國常模標準，可見系統對於落後學生更有幫助。此外，系統紀錄也顯示學生可以自主學習，學習進度可以超前，而答題的正確率與完成度也達到 80% 左右的水準，由教師的回饋也可得知學生們對於使用數學島系統擁有高度的動機與興趣，其顯示本系統設計確實能幫助學生進行數學學

Wu, Y.-T., Chang, M., Li, B., Chan, T.-W., Kong, S. C., Lin, H.-C.-K., Chu, H.-C., Jan, M., Lee, M.-H., Dong, Y., Tse, K. H., Wong, T. L., & Li, P. (Eds.). (2016). *Conference Proceedings of the 20th Global Chinese Conference on Computers in Education 2016*. Hong Kong: The Hong Kong Institute of Education.

習。未來將持續增加系統的多變性，增加學生互動的機制，並提供學習診斷與建議給學生，幫助學生解決問題，達到有意義的學習模式。

致謝

本研究在台灣科技部科教國合司（101-2511-S-008-016-MY3, MOST 103-2511-S-008 -009 -MY3）與「國立中央大學學習科技研究中心」的資助下完成，僅此致謝。

參考文獻

林碧珍(民 90)。協助教師實踐學生數學學習歷程檔案之研究。 *國立新竹師範學院學報*，14，163-213。

陳得利、陳年興(民 91 年 6 月)。 *歷程檔案評量系統之設計與實作*。第六屆全球華人計算機教育應用大會。中國北京：北京師範大學。

張基成、童宜慧(民 90 年 4 月)。 *網路化學習檔案之設計方法與建構模式*。第五屆全球華人計算機教育應用大會。台灣桃園：國立中央大學。

Arter, J. A., & Spandel, V. (2005). Using portfolios of student work in instruction and assessment. *Educational Measurement: Issues and Practice*, 11(1), 36-44.

Bandura, A. (1986). The explanatory and predictive scope of self-efficacy theory. *Journal of Clinical and Social Psychology*, 4, 359-373.

Birgin, O., & Baki, A. (2007). The use of portfolio to assess student's performance. *Journal of Turkish Science Education*, 4(2), 75-90.

Gilligan, J. H. (1994). Evaluating self-managed learning—Part I: Philosophy, design and current practice. *Health Manpower Management*, 20(5), 4-10.

Hurley, B., & Cunningham, I. (1993). Imbibing a new way of learning. *Personnel Management*, 25(3), 42-45.

Kiili, K. (2005). Digital game-based learning: Towards an experiential gaming model. *The Internet and higher education*, 8(1), 13-24.

Kiili, K., & Ketamo, H. (2007). Exploring the learning mechanism in educational games. *Journal of Computing and Information Technology*, 15(4), 319-324.

Mullis, I.V.S. & Martin, M.O. (Eds.). (2013). Chestnut Hill, MA: *TIMSS & PIRLS International Study Center*, Boston College.

Papastergiou, M. (2009). Digital Game-Based Learning in high school Computer Science education: Impact on educational effectiveness and student motivation. *Computers & Education*, 52(1), 1-12.

Prensky, M. (2003). Digital game-based learning. *Computers in Entertainment*, 1(1), 1-4.

Tillema, H. H. (2001). Portfolios as developmental assessment tools. *International Journal of Training and Development*, 5(2), 126-135.

Winne, P. H., & Hadwin, A. F. (1998). Studying as self-regulated learning. In D. J. Hacker, J. Dunlosky, & A. C. Graesser (Eds.), *Metacognition in educational theory and practice* (pp. 279-306). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Van Eck, R. (2006). Digital game-based learning: It's not just the digital natives who are restless. *EDUCAUSE review*, 41(2), 16.

Zimmerman, B. J. (1990). Self-regulated learning and academic achievement: An overview. *Educational psychologist*, 25(1), 3-17.