

# 基於雙層次測驗為基礎之 行動遊戲學習模式對學生學習動機與 心流經驗的影響

朱蕙君（通訊作者）

副教授

東吳大學資訊管理學系

Email : carolhcchu@gmail.com

陳君銘

博士後研究員

東吳大學資訊管理學系

Email : jackychen.academic@gmail.com

廖至仁

碩士在職專班

東吳大學資訊管理學系

Email : jihren@gmail.com

摘要

隨著行動學習的各種教學策略逐漸受到重視，在現實的行動學習系統中，若能導入具有趣味性、過關特性等遊戲式學習策略，可引導學習者將虛擬情境的故事導入真實情境，進行豐富的教學活動。因此，如何發展有效的行動遊戲學習模式，是近年來重要的研究議題。本研究分為兩階段進行。首先使用心智工具協助教師進行知識擷取，發展出適合開發雙層次測驗行動遊戲學習模式的知識表格，將學科知識表格的內容建置為知識／觀察類與理解／應用類的雙層次測驗學習模式。第二階段則是建置一套行動化遊戲式學習系統，以雙層次測驗引導學生在真實環境中觀察岩石，並回答虛擬遊戲世界的通關題目，建立知識的內容與架構。本研究對象為臺灣某國小六年級共 57 人，實驗組使用以雙層次測驗為引導機制的行動遊戲學習模式，對照組使用一般行動遊戲學習模式。研究結果顯示，本研究提出的雙層次測驗引導機制對學生的學習動機有正面助益，從科技接受度與心流經驗也肯定了



行動化遊戲式學習模式的價值。而最後提出的實施建議，將助於後續推動或研究之參考。

**關鍵字：**雙層次測驗、遊戲式學習、行動學習、心智工具、岩石與礦物

## 壹、緒論

自然與生活科技領域的學習，提供學習者對自然事物與現象的觀察、探究機會，如配合適切的教學工具與策略，將有助於增進其科學素養與技能。由老師在教室中提供一對多的傳統教學方式，學生並沒有太多機會實際觀察學習目標，因此很難有深刻的學習感受，這樣的學習方式也無法針對個人的學習進度給予個別化教學。

在數位學習環境中，由於行動載具的普及與無線網路環境日益成熟，行動學習成為備受關注的教學概念。Hwang 等學者（2008）指出，透過行動載具來引導學習者在真實環境中學習，有助於幫助學習者在學習的過程中應用所學到的知識。Chu、Hwang 及 Tsai（2010）指出，搭配良好教學策略的行動學習模式，可讓學生依照自己的進度建立其知識架構，達到個人化的學習目標。因此，隨著數位學習模式的快速發展，如何提供個人化的學習引導、藉由不同的學習策略與載具來整合虛擬與真實環境的學習體驗，是未來關注的研究議題之一（Chu, Chen, Yang, & Lin, 2016; Chu, Hwang, Tsai, & Tseng, 2010; Huang & Chiu, 2015; Hwang, Yang, & Wagn, 2013; Furio, Gonzalez-Gancedo, Juan, Segui, & Rando, 2013; Noguera, Jimenez, & Osuna-Perez, 2013; Wolmet & Tilde, 2011）。同時，良好的教學系統也將考慮到應以教育理論為基礎，整合資訊技術與教學策略，以提升學習者的學習成效（Hwang, Tsai, Chu, Kinshuk, & Chen, 2012; Kuo, Chu, & Huang, 2015; Su & Cheng, 2015）。

近年來，學者開始關注如何透過遊戲式學習，讓學生專注於學習活動中，以引發對學習的興趣與專注力（Hamari et al., 2016; Hwang, Wu, & Kuo, 2013; Meluso, Zheng, Spires, & Lester, 2012; Tsai, Tsai, & Lin, 2015）。這也突顯在遊戲式學習的設計過程中，納入適當的引導策略來提高學生的學習動機與投入學習活動之必要性（Arnab et al., 2015; Dennis & William, 2011）。過去研究指出，利用雙層次測驗給予學生適當的反饋和引導，不僅能作為診斷學習狀態的工具，也是有效的教學引導策略（Hsieh, Lin, & Hou, 2016; Tsai & Chou, 2002; Yang, Chen, & Hwang, 2015）。Chu 等人（2010）的研究，在小學的自然科學課程中，設計雙層次測驗引導機制的行動學習活動，有助於提高學生的學習成果及學習動機。

綜上所述，如何設計有效的遊戲式學習引導模式，以及輔助老師在遊戲式學習環境裡，建構所需的內容與測驗，成為行動遊戲式學習亟待解決的課題。本研究以自然與生活科技學科的「岩石與礦物」為主題，利用雙層次測驗引導機制，輔助教師建構遊戲中的知識與測驗，並在遊戲式學習系統中，以雙層次測驗的方式，引導學生在真實環境中學習。期望藉由本研究提出的研究方法，協助教師設計行動學習活動內容，進而提升學習者的學習動機、科技接受度與心流經驗。

本研究的研究問題如下：

1. 藉由「雙層次測驗為引導機制的行動遊戲學習模式」及「一般行動遊戲學習模式」學習的學生，其學習動機的表現為何？
2. 使用「雙層次測驗為引導機制的行動遊戲學習模式」及「一般行動遊戲學習模式」的學生，在科技接受度（認知有用性與認知易用性）的表現是否有差異？
3. 透過「雙層次測驗為引導機制的行動遊戲學習模式」及「一般行動遊戲學習模式」學習的學生，其心流經驗是否有所差異？

## 貳、文獻探討

### 一、行動化遊戲式學習

數位遊戲式學習 (Digital game based learning) 是指經由數位遊戲平臺，讓學習者在遊戲中透過解決問題、克服挑戰，促進其內在學習動機與主動學習的教學模式 (Chen, Liu, & Hwang, 2015; Prensky, 2001)。相較於傳統教室的教學模式，學習者透過遊戲中知識的給予、傳遞與吸收，同時兼顧遊戲性與教育性，達成寓教於樂的效果。Kiili (2005) 指出，教育遊戲除了具備吸引力和激勵的特性，有趣且吸引人的遊戲還能讓學習者專注，而探索知識背景與遊戲情境，則引導學習者獲得知識與解決問題。

由於多媒體科技的發展，數位遊戲式學習受到廣泛的重視，也逐漸在教育科技領域中成為熱門的研究議題 (Hwang, Yang, & Wang, 2013; Vos, Van Der Meijden, & Denessen, 2011; Wolmet & Tilde, 2011)。Kirriemuir 和 McFarlane (2004) 指出，數位遊戲適合運用於教育領域有二個重要因素，一是做中學；二是遊戲本身即是一件有趣的事。學習者透過遊戲過程中所提供的「線索」來解決問題、完成遊戲式學習，有助於提升學習者的學習動機 (Green & Bavelier, 2006; McFarlane, Sparrowhawk, & Heald, 2002; Shih, Shih, Shih, Su, & Chuang, 2010)。從應用層面來看，數位遊戲式學習也廣泛應用於各領域的教學活動中，例如 Yang 和 Chang (2013) 發現，將遊戲式學習應用於電腦程式設計，可以提高學習者的學習態度。Chu 和 Chen (2012) 將遊戲式學習應用於社會科及歷史科，發現多元教學可以提高學習態度、學習動機及學習成就。

研究指出，數位遊戲式學習及行動學習模式應考量真實環境學習流程，並結合適當的學習策略或設計遊戲式學習活動，才能達到理想的知識建構學習效果 (Hsiao & Chen, 2016; Hwang, Chiu, & Chen, 2015; Nuenke, Henny, & Eddie, 2011; Sun, Hwang, & Chang, 2016)，例如 Chu 等人 (2010) 在小學的自然科學課程

中，設計以雙層次測驗為基礎的行動學習活動。實驗結果顯示，這種創新教學方法不僅能營造情境學習的環境，且有助於學習者將學習的知識和技能加以應用。Hwang 等人（2015）將探究式教學策略融入遊戲式學習環境中，培養學生獨立思考與自主解決的能力，有效提升學習動機與表現。因此，如何在數位遊戲式學習及行動學習情境中，提供有效的引導及回饋機制，是相當重要的課題。因此，本研究將結合學習理論與教學策略，探討遊戲式學習與雙層次測驗引導機制之行動遊戲學習模式，在「岩石與礦物」單元對學習的影響。

## 二、雙層次測驗

過去研究指出，傳統測驗由於不易得知學習者填答是真正理解或者出於猜測，因此不易測量出學習者的學習困難，同時也可能因受限的試題範圍而不易深入探討；雖然概念圖與晤談的方法，對於特定的主題或對象能進行較深入的探討，但教師在時間有限下，仍無法進行大規模的施測，也無法給予測驗者回饋（Adodo, 2013; Maier, Wolf, & Randler, 2016; Yang, Chen, & Hwang, 2015）。為了改善評量方法上的缺點，Haslam 與 Treagust（1987）提出雙層次測驗的想法，強調診斷工具的題目要有知識與說明兩部份，並以雙層次選擇題的方式，設計成「雙層次測驗」工具。其目的在於結合晤談及傳統選擇題的優點，診斷學習者迷思概念與學習困難。該測驗工具第一層為是非或選擇題型式，目的是瞭解學習者對內容知識的掌握。第二層為敘述性選項，要求學習者選擇合乎其想法的理由敘述，以探究學生解題的想法（Adodo, 2013; Chu, Hwang, Tsai, & Tseng, 2010; Haslam & Treagust, 1987）。

此外，研究指出在現有測驗策略中，雙層次測驗有助於教學者從定義的內容中理解學生的概念，學習者也能透過測驗獲得立即回饋與縮短學習時間（Chu & Chang, 2014; Yang, Hwang, Yang, & Hwang, 2015）。例如：Odom 和 Barrow（1995）以雙層次診斷工具來蒐集分析學習者的相關概念，藉由問題及選項中的術語、情境來發掘出影響學習者反應與理解的真實情形，進而提升學習成效。Chu 等人（2014）在自然課的實驗結果顯示，利用雙層次測驗可以提高學生的學習成果。同時，Yang 等人（2015）亦指出這種選擇測驗的方式比專家所提出的選項更具代表性。雙層次診斷式測驗所獲得的資訊，不僅可作為相對比較的用途，還能提供學生的錯誤類型或是學習障礙之分析（Bayrak, 2013; Kanli, 2015; Lin, Yang, & Lin, 2016）。上述研究結果均顯示雙層次測驗法能獲得可信且有效的成果。

因此，本研究藉由選擇題型式的診斷測驗，結合實體觀察與遊戲，設計出雙層次測驗引導機制之行動學習教材與題目，並開發雙層次測驗引導機制之行動遊戲式學習系統。期望在遊戲式學習系統中，以雙層次測驗的方式，引導學生在真實環境中觀察與答題，充分的轉化知識，使學習者達到學習的目標。

## 參、以雙層次測驗為引導機制之行動遊戲式學習系統

透過 RPG Maker 開發雙層次測驗引導機制之行動遊戲式學習系統，本研究提供學習者進行探究學習策略的環境。研究者與現任國小自然與生活科技領域學科教師進行課程討論，並配合課程綱領展開遊戲式學習系統規劃及設計。

### 一、系統架構

本研究的系統架構如圖 1 所示，包含知識建構模組、雙層次測驗引導機制、遊戲式學習模組、測驗評量及成績管理模組等。知識建構模組是利用凱利方格法，提供教師建立課程學習的知識元素。經由雙層次測驗引導之遊戲式學習模組，將概念知識導入遊戲式學習活動中，讓學習者在遊戲過程中，快速融入遊戲情境，並按部就班觀察及學習自然與生活科技學科中「岩石與礦物」的概念知識。測驗評量及成績管理模組，記錄遊戲過程中的測驗與學習成果。學習歷程分析模組，記錄學習者在遊戲過程的參與動作及觸發事件。當學習者測驗資料寫入歷程資料庫時，學習歷程分析模組可分析學習者學習狀態，並將分析結果送至學習歷程資料庫。教師也可以藉由雙層次測驗引導機制提供適當的引導策略，並配合學習歷程分析模組，有效地管理及掌握學習者個別的學習狀態，以改善教學方式或施予補救教學及補充。

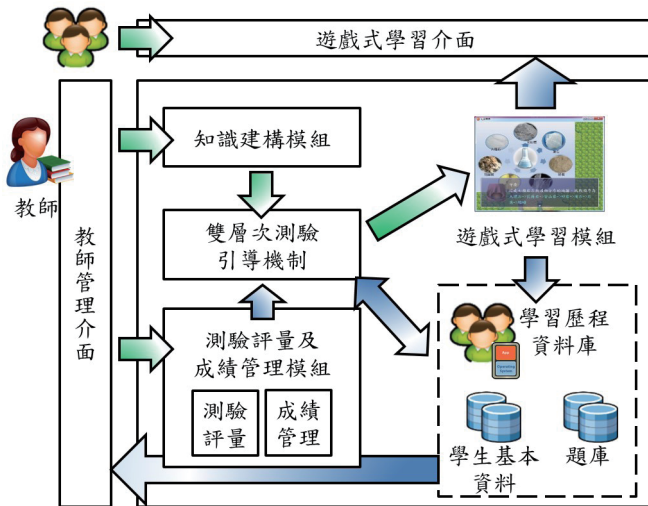


圖 1 雙層次測驗引導機制之行動遊戲式學習系統架構圖

#### (一) 知識建構模組

本研究使用凱利方格技術 (repertory grid technique) 作為輔助教師建立雙層次測驗所需的內容，以確認學習者是否理解。首先，系統將引導教師建構所要學習的知識元素，並將岩石與礦物的知識與特徵以表格呈現，如圖 2 所示。接著，



建立圖 3 所示的凱利方格，依據知識元素的特徵，以正向與反向屬性列出所要學習的項目，分為知識理解（包含表面觀察）類型問題，再針對每個學習目標（元素）與特徵（屬性）的表現，填入每個元素 / 屬性的關係值（以 1~5 表示）。數值愈小代表該學習目標偏向正向屬性，數值愈大代表該物件偏向反向屬性，最後當凱利方格建構完成後，將可透過完成的知識表格取得所推論的知識。

例如，圖 3 岩石與礦物的學科中，將岩石與礦物作為學習目標（元素），如：花崗岩、大理石、硫磺…等。接著，依據元素之特性列出對應的正向及反向屬性（包含外表觀察的知識理解類型與應用知識的推論應用類型），如：「觀察類屬性——觸感平滑」為正向屬性、「觀察類屬性——觸感粗糙」為反向屬性。最後完成的整張知識表格將作為學習活動中不同類型的題目出題。

岩石與礦物		形成原因	特徵/用途
花崗岩		岩漿直接侵入地底緩慢冷卻凝固而成。	顏色多變，有白色或粉紅色，上面佈滿黑色小點。經常被用來做建材。
大理石		石灰岩變質而成，主要成分為碳酸鈣。	岩面質感細緻，材質軟而細緻。常被用來做成桌面、地板、花瓶及其他藝術品，亦被用來做建材及製造水泥。
硫磺		火山地區的溫泉中。	黃色、有臭味，可提煉成火藥。
石英		由二氧化矽組成，分布極為普遍	石英是製造玻璃及半導體的主要原料。
安山岩		火山噴發形成，也是台灣最常見分布最廣的火成岩。	材質堅硬，大多呈黑灰色或灰色有些亦略帶綠色最大的特色在於岩石身上的礦物斑點。
雲母		雲母是一種造岩礦物，通常呈假六方或菱形的板狀、片狀、柱狀晶形，顏色隨化學成分的變化而異。	具有良好的隔熱性、彈性和韌性多在工業上使用。
砂岩		台灣最常見的岩石之一，有明顯的堆積紋理及常夾入生物遺體或留有生物鑽爬、居住過的痕跡。	主要由砂粒組成，摸起來十分粗糙，顏色由白而至土黃色，依其鋒化程度而定。

圖 2 知識元素（岩石與礦物）形成原因與特徵








岩石與礦物 正向屬性	花崗岩	大理石	硫磺	石英	安山岩	雲母	砂岩	岩石與礦物 反向屬性
								
觸感平滑	5	2	4	1	5	3	5	觸感粗糙
顏色多變	1	2	5	4	4	4	5	顏色單調
有光澤	4	1	4	1	5	2	5	無光澤
可作為建材	1	1	5	4	2	5	5	無法作為建材
表面有結晶	4	2	3	1	4	2	4	表面無結晶

圖 3 教師專家岩石與礦物之凱利方格

## (二) 以知識工程架構建立雙層次測驗遊戲引導機制

本研究以第一階段的知識凱利方格為基礎架構，建立雙層次測驗引導機制的遊戲式學習系統，引導學習者進行岩石與礦物的觀察並回答遊戲中的問題（如圖 4 所示）。為了使雙層式診斷測驗有效診斷出學生迷思概念，本研究提出雙層次測驗為基礎之行動遊戲學習模式步驟如下：

步驟 1：引導學習者觀察學習目標並閱讀教材——岩石與礦物。

步驟 2：依據學習者在遊戲中接觸的學習任務 / 目標，提供遊戲中第一層問題，引導學生觀察其特徵，並進行測驗。

2.1：假如學生回答時，給予錯誤的答案。

2.1.1 當測驗題目為知識類的問題，引導學生閱讀補充教材。

2.1.2 當測驗題目為觀察類的問題，引導學生真實的觀察岩石與礦物，完成辨識其主要特徵的行動學習活動。

2.2：假如學生回答時，給予正確的答案。

2.2.1 給予第二層問題，進一步確認學習者基於第一層問題之概念的瞭解程度（理解 / 應用類題型），是否因正確的觀察或知識而選擇正確答案。

2.2.1 假如學習者未能正確回答第二層問題，將回到步驟 2.1，提供相關的補充教材。

步驟 3：重複步驟 2，直到學習者完成遊戲中所有學習目標與任務，並具備相關的知識，以結束遊戲。



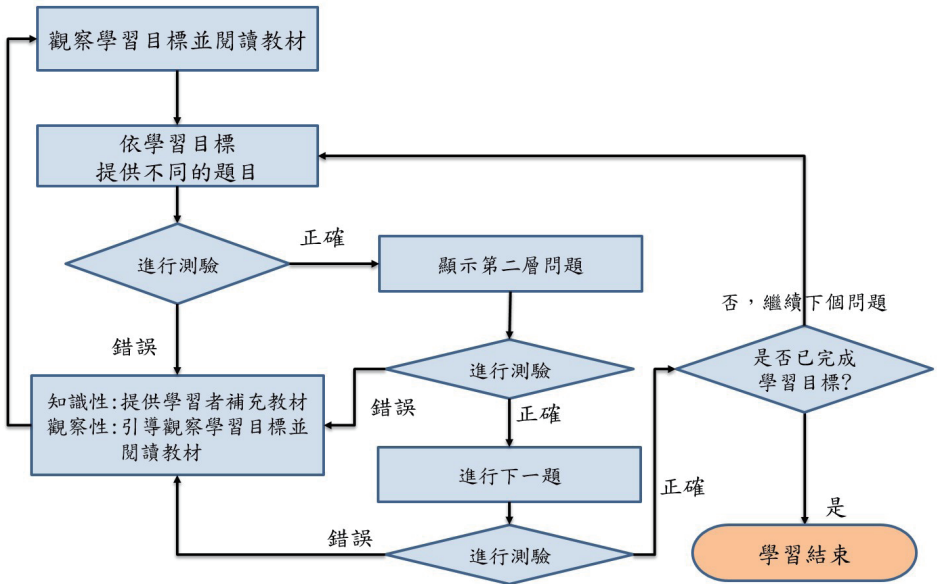


圖 4 行動遊戲之雙層次測驗引導機制

## 二、行動遊戲內容與學習系統介面

本研究結合行動學習與遊戲式學習，以故事性的形態讓學習者扮演主角闖關方式進行。遊戲過程中，學習者所碰觸的關卡及寶物，均涵蓋國小六年級自然與生活科技學科中「岩石與礦物」的範圍，並要求學習者尋找七種岩石與礦物，作為寶物合成的配方，當學習者抵達關卡地點時，將被要求進行岩石與礦物的觀察，並回答遊戲中的問題，透過闖關及蒐集寶物的過程，讓學習者透過系統化的學習及測驗，進行學習和補救教學，不只增進學習者的學習興趣，更讓學習者加強較弱的概念，提升學習成就。其遊戲內容及系統介面，如圖 5 至圖 7 所示。

圖 5 透過創建出一個虛擬的真實情境，提供學習者經由完成遊戲中的關卡與獎勵，來達成學習自然與生活科技學科中「岩石與礦物」的概念知識。



圖 5 遊戲學習內容——為真實的學習目標

圖 6 說明學習者在遊戲過程中，以雙層次測驗的方式，引導學生在真實環境中一邊觀察真實的岩石，一邊學習自然與生活科技學科中「岩石與礦物」的概念知識，進而釐清相關概念，與深入理解上一層答案的真正原因。



圖 6 學習者依照遊戲問題，對岩石與礦物進行觀察

遊戲過程中，岩石與礦物闖關活動搭配一個解救魔法村莊的故事，圖 7 呈現以雙層次測驗為基礎之遊戲式學習系統，引導學生在真實環境中觀察岩石後，回答虛擬遊戲世界的通關題目，協助學生建立知識的內容與架構。完成解答後，學生可以把巫師加諸於村莊的岩石魔法解除，進而將岩石做為村莊的建材。



圖 7 觀察真實學習目標後，在遊戲中的闖關畫面

## 肆、實驗設計

為了評估本研究提出的「雙層次測驗引導機制之行動遊戲學習模式」在國小學童自然與生活科技學科中，是否能對學生的學習動機、科技接受度與心流經驗產生交互影響，本研究進行準實驗設計，經前測與專家評估後，選擇能力相近的兩個班級作為樣本，進行實驗與分析，以下針對研究對象、實驗流程與研究工具等進行說明。

### 一、研究對象

本研究對象為某國小六年級學生兩個班級，分為實驗組 29 人、對照組 28 人，合計 57 人。學習內容以國小六年級自然與生活科技學科的「岩石與礦物」為課程主題。實驗組學習者進行雙層次測驗為基礎之行動遊戲學習模式；對照組學習者進行一般行動遊戲學習模式。對照組的行動遊戲學習模式中，一樣有遊戲故事引導學生闖關與解救村莊，也需觀察手邊的岩石與礦物，回答知識類與觀察類的問題，但對照組的遊戲中沒有導入雙層次測驗機制，引導學生推論第一層知識類與觀察類的問題中形成的理解應用相關內容，作為第二層知識的引導學習機制。

## 二、實驗流程

本實驗流程如圖8所示，首先進行國小自然與生活科技學科的「岩石與礦物」教學後，再進行前測及前問卷（共計 30 分鐘）。前測包括自然與生活科技學科先備知識測驗，接著導入不同學習策略，其中實驗組進行雙層次測驗為基礎之行動遊戲學習模式，對照組進行一般行動遊戲學習模式。配合學校的上課時間，本學習單元遊戲時間安排為 90 分鐘。結束後進行後測及後問卷，其中後問卷包括測量「學習動機」、「科技接受度」與「心流經驗」。課程結束後，蒐集訪談學生等質性資料加以分析，最後歸納結論與建議。

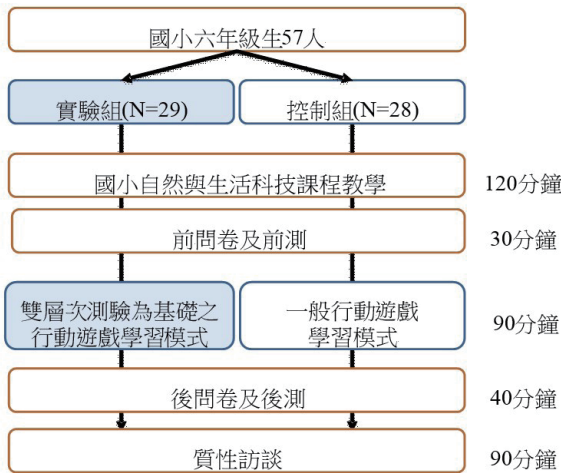


圖 8 實驗流程

## 三、研究工具

本研究前測內容以學習者於自然與生活科技學科中「岩石與礦物」單元為主題的先備知識作為前測範圍，包含 25 題單選題（共 50 分）、20 題填充題（共 40 分）、一個連連看題組（共 10 分），合計 100 分。後測內容由研究者與教師共同設計，並經由專家檢查，確保题目的正確性與難易度適中。後測題目主要著重於行動遊戲式學習活動的內容，評量學習者對於岩石與礦物的外表差異、功能與構造之記憶與理解的部分，包含 20 題單選題（共 40 分）、14 題填充題（共 28 分）、三個連連看題組（共 32 分），合計 100 分。

本研究所使用的動機問卷引用 Hwang、Yang 及 Wang（2013）設計的動機量表，該量表是以 ARCS 模型為理論基礎而設計的，用以測量學習者對於教材科目的反應。包含 7 題李克特六點量表，信度 Cronbach's alpha 值為 0.91。動機問項，例如：「我覺得學習跟『自然與生活科技課程』有關的事物是值得的」、「未來我會主動搜尋更多與『自然與生活科技課程』相關的內容」。



本研究科技接受度問卷採用 Hwang et al. (2013) 所開發的問卷，採李克特六點量表，用以瞭解學習者的主觀意識中，探討使用者與科技使用之間的關係。本問卷分為 6 題認知有用性與 7 題認知易用性兩部分，信度 Cronbach's alpha 值分別為 0.94 與 0.95。認知有用性的題目，例如：「這樣的學習系統所提供的引導機制讓我的學習過程更為順暢」、「這樣的學習系統可以幫助我在需要時獲得有用的資訊」。認知易用性的問卷所使用的問題，例如：「在使用這樣的學習系統過程中，系統的操作並不困難」、「我在使用這樣的學習系統過程中，並不需要花費過多的時間精力」等。

而心流經驗問卷引用自 Pearce、Ainley 及 Howard (2005)，採用李克特六點量表，共包含 5 題。問卷內容例如：「我在參加這個活動時，會分心想到其他事情」、「在活動過程中，我感到焦躁」，5 題皆為反向題，6 分「非常同意」代表心流經驗最低，反之 1 分代表「非常不同意」，也就是心流經驗最高。本問卷的 Cronbach's alpha 值為 0.86。並於學習活動後與兩組學生進行訪談，作為本次教學實驗有關的輔助內容。

## 伍、研究結果

本研究以問卷調查方式，探討雙層次測驗為基礎之行動遊戲學習模式應用於自然科學礦物單元時，對於學生的情意面，包含學習動機、科技接受度及心流經驗的影響，並於下面各節中進行描述與分析。

### 一、學習動機分析

為了評估學習者在此實驗活動中的學習動機，是否因經歷不同的行動遊戲學習模式後而有所差異。本研究針對兩組學習前、後的學習動機問卷結果，分別進行成對樣本 t 檢定分析，結果如表 1 所示。結果顯示實驗組學習前學習動機平均數為 2.84，學習後學習動機平均數為 4.91，前、後學習動機達顯著差異 ( $t=-6.70$ ， $p<0.001$ )。顯示實驗組使用「以雙層次測驗為引導機制之行動遊戲學習模式」學習後，學生的學習動機顯著優於學習前的表現。

而對照組的學習前學習動機平均數為 4.92，學習後學習動機平均數為 4.74，學習前後學習動機未達顯著差異 ( $t=0.64$ ， $p=0.53$ )，顯示對照組學生使用「一般行動遊戲學習模式」學習後，並沒有因為在真實情境中導入遊戲式學習模式而產生更好的學習動機。

本研究結果顯示，使用雙層次測驗為基礎的行動遊戲學習模式，可以有效讓學生在真實世界學習時，從虛擬的遊戲世界中獲得學習的導引。配合觀察真實的岩石，可以釐清知識類的題目，與深入理解上一層答案中的真正原因，進而瞭解目標間的差異，提升學生的學習動機。反之，對照組雖然使用了遊戲作為行動學



習的介面，也融入故事作為學習的情境，但若未能導入具有清楚脈絡的學習引導機制，即使增加了學習的有趣性，學生仍可能因為無法釐清真實學習對象與虛擬遊戲世界情境的連結，致使學生的學習動機無法因導入遊戲式學習模式而獲得提升。因此我們可推論，行動遊戲學習模式應用於自然生活科技課程時，需引導學生觀察真實的學習目標，在學習過程給予足夠的知識學習引導，協助學生釐清學習目標之間的差異，將有助於提升學生對於學科的學習動機。

表 1 兩組實驗前後學習動機問卷成對樣本 t 檢定分析

組別		人數	平均數	標準差	t
實驗組	學習動機前問卷	29	2.85	1.31	-6.70**
	學習動機後問卷	29	4.91	1.04	
對照組	學習動機前問卷	28	4.92	1.30	0.64*
	學習動機後問卷	28	4.74	1.10	

\* $p < 0.005$ , \*\* $p < 0.001$

## 二、科技接受度

在建立本研究的學習模式後，為瞭解學習者對於導入雙層次測驗的行動遊戲學習模式的使用行為意願，本研究透過科技接受度問卷調查兩組的學習後學習系統認知有用性與認知易用性，並採用單因子變異數分析（ANOVA）方法進行分析。經由變異數同質性 Levene 檢定結果，認知有用性 Levene 值為 2.65， $p=0.12$ ；認知易用性 Levene 值為 0.01， $p=0.92$ ，皆未達顯著差異，代表兩組通過同質性檢定，可進行後續的單因子變異數實驗處理分析。

實驗結果如表 2 所示，實驗組認知有用性面向平均數為 4.79，對照組平均數為 5.05，兩組在認知有用性面向無顯著差異（ $F=0.56, p=0.46 > 0.05$ ）。認知易用性面向方面，實驗組的平均數為 4.96，對照組的平均數為 4.90，兩組在認知易用性面向上亦未達顯著差異（ $F=0.04, p=0.84 > 0.05$ ）。不論是使用「以雙層次測驗為引導機制之行動遊戲學習模式」或「一般行動遊戲學習模式」學習，學生對於兩個學習系統的認知有用性與認知易用性皆抱持肯定態度。以李克特六點量表而言，兩組的科技接受度平均值皆高於 4，顯示兩組學習者對於行動遊戲式學習系統的使用上並無困難，是容易使用的。主觀上也認為學習系統提供的資訊對自己的學習有所幫助。

表 2 兩組科技接受度 ANOVA 單因子變異數分析檢定結果

面向	組別	人數	平均值	標準差	F	p
認知有用性	實驗組	29	4.79	1.47	0.56	0.46
	對照組	28	5.04	1.08		
認知易用性	實驗組	29	4.97	1.20	0.49	0.83
	對照組	28	4.90	1.10		



### 三、心流經驗

為瞭解學習者在學習過程中情境與回饋等構面間的學習狀態是否能達到心流經驗，藉此瞭解學習者投入學習活動的程度，以及是否沉浸在行動遊戲學習模式中。本研究透過心流經驗問卷進行調查。問卷共計 5 題，採李克特六點量表。本問卷為反向題，因此 6 分「非常同意」代表心流經驗極低，1 分「非常不同意」代表心流經驗極高。經獨立樣本 t 檢定分析，結果如表 3 所示。實驗組的心流經驗平均值為 2.97 分，標準差 1.39；對照組的心流經驗平均值為 2.70 分，標準差 1.06。結果顯示兩組心流經驗未達顯著差異 ( $t=0.83, p=0.22>0.05$ )。因此，本研究可推論，雖然融入了雙層次測驗作為遊戲學習導引的機制，讓實驗組學生在學習過程中，需回答較多的問題，但學習者的心流經驗並無下降。顯示透過「以雙層次測驗為引導機制的行動遊戲學習模式」學習時，由於實驗組專注於觀察學習目標，並釐清虛擬遊戲世界中的提問與學習和真實學習目標相關的知識，因此在遊戲中感受到的心流投入程度與對照組相當。兩組學習者在遊戲過程擁有相近的心流經驗感受。

表 3 心流經驗獨立樣本 t 檢定結果

組別	人數	平均值	標準差	t	p
實驗組	29	2.97	1.39	0.83	0.22
對照組	28	2.70	1.06		

### 四、質性訪談紀錄

學習活動結束後，本研究針對實驗組「以雙層次測驗為引導機制的行動遊戲學習模式」與對照組「一般行動遊戲學習模式」的學習者進行 90 分鐘的訪談，並以其訪談之順序編碼。訪談後針對學習活動、學習單元與建議，彙整如下：

#### 問題一、對於本次學習活動的設計，請描述您學習後的想法與建議？

訪談過程中，兩組學生均表示喜歡本研究設計的學習活動，並給予「滿意」、「很好」及「好玩」等評價，部份學習者提出希望增加遊戲關卡、讓遊戲中有更多互動、活動時間太短等建議。部分實驗組學習者指出，從遊戲中的提示來解題，較容易掌握過去課程中的內容與概念，也可發現當初忽略的內容，顯示雙層次測驗引導機制對於提升學生學習興趣與意願有正面的影響；反之，對照組傳達了一般遊戲式學習常見的反應，例如「是很好玩的遊戲，可以讓人快樂學習」。這樣的訪談結果有助於肯定未來雙層次測驗引導機制應用於遊戲式學習相關研究的開發與應用。

表 4 學習者對「學習後的想法與建議」的建議摘要

代號	建議
實驗組 02	非常有意義的活動，可以按照遊戲中的指示，學到當初沒注意的內容。
實驗組 12	希望關卡可以更多一點。
實驗組 21	從遊戲中的提示來解題，讓我在遊戲中更容易學到東西。
實驗組 26	很好玩的遊戲，可以讓人快樂學習。
對照組 04	我覺得這樣讓我學習得更快。
對照組 15	可以多一點互動學習。
對照組 27	時間再長一點。

## 問題二、學習完本單元，請描述您學習後的想法？（個人學習經驗陳述）

兩組學習者對學習單元本身內容均表示肯定，例如「學到知識」。實驗組中的學習者提到「藉由不斷測驗引導，可以幫助增加知識，不懂的地方都懂了」及「可以讓不專心的同學專心」，顯示雙層次測驗引導機制有助於學習者更投入於學習。而對照組學生表示使用行動遊戲學習模式可以「降低學習壓力」，間接說明透過遊戲式學習，可以吸引學生的注意力，讓學生在輕鬆的環境下學習；但對照組並未顯示與實驗組相同的反應，也就是學生未反應在遊戲的學習過程中可以學習到更多，並釐清其不懂的知識部分。顯示行動遊戲學習模式是受到學生歡迎的，但是若沒有導入適當的學習策略，學生在學習過程所獲得的知識層面，不一定能符合研究者與教學者的期望。此訪談結果可以對應 Chu、Hwang 及 Tsai (2010) 的研究，說明學生需要在學習過程中建立其知識架構，完成個人化的學習，才能發揮行動學習的效用。

表 5 學習者對「個人學習經驗陳述」的建議摘要

代號	建議
實驗組 06	用這種方法學習，可以讓不專心的同學專心。
實驗組 18	簡單明瞭，能在遊戲中尋找知識。
實驗組 25	不斷測驗，可以幫助增加知識，不懂的地方都懂了。
實驗組 28	遊戲方式很吸引人。
對照組 11	可以讓我更瞭解岩石與礦物。
對照組 27	遊戲中學習，可以讓我們降低學習壓力。
對照組 27	時間再長一點。

## 問題三、如再舉辦本學習活動，希望增加什麼樣的內容來幫助學習呢？（未來學習活動建議）

關於學習活動的改善措施，實驗組學生表示「關卡可以多一點」、「關卡可以更難」；對照組的學生表示「遊戲頁面可以放大」、「學過的容易忘」及「遊戲時間太短了」。部分對照組的學生指出，希望日後的遊戲可以提供一些提示，讓闖關更容易。由此問題的訪談結果可以得知，兩組學生對於使用遊戲學習「岩石與礦物」主題的接受度高，實驗組甚至希望關卡可以更難，讓學習活動更具挑戰性，顯示實驗組的學生在經過「以雙層次測驗為引導機制之行動遊戲學習模式」的學習之後，在學習上具有信心，願意學習更多知識、挑戰更多關卡，驗證實驗組的學習動機增強的原因。對照組學生則顯示一般玩遊戲的反應，如「希望可以有更多的時間玩遊戲」等回饋，顯示學生喜愛遊戲，但較沒有呈現出在學習活動中學習到很多知識的反應。由此推論，遊戲中需要導入適當難度的知識引導策略，才能提升學生的學習動機。

表 6 學習者對「未來學習活動建議」摘要

座號	建議
實驗組 09	關卡可以多一點。
實驗組 15	關卡可以更難。
實驗組 18	可以用滑鼠比較好操作。
對照組 01	希望可以打怪、買裝備。
對照組 12	學過的容易忘，希望提供複習。
對照組 15	遊戲時間可以長一點。
對照組 21	當關卡太難時，希望可以提供提示或幫助。
對照組 26	可以多找點寶物。

綜合上述資料，大多數學生均表示喜歡本研究設計的學習活動。在個別訪談過程中，部分實驗組學習者提到本研究中所提出的「以雙層次測驗為引導機制之行動遊戲學習模式」能使他們「在遊戲中漸進的引導及解題，並較容易學到目標課程內容與概念，有助於他們對知識的理解」。而對照組學習者在閱讀完岩石與礦物的介紹並觀察後，直接回答問題，不做第二層的驗證。其結果在部分對照組學習者也反應出在未來活動中，建議「提供適當的提示或複習，將可幫助他們學習」。

## 陸、結論與建議

本研究提出「以雙層次測驗為引導機制之行動遊戲學習模式」，並建構一套數位行動遊戲式學習系統，協助學生進行自然與生活科技學科的解題與學習活動，藉此提升學習者對自然與生活科技學科中「岩石與礦物」單元學習的學習動機。

研究也發現，實驗組在學習前後的學習動機產生顯著的改善，實驗組學習後

的學習動機顯著優於其學習前的表現；而對照組學生的學習前後的學習動機則無顯著差異。後續的科技接受度與心流經驗結果則驗證兩組在行動化遊戲式學習活動的過程中，不論對於行動遊戲的有用性、易用性或投入學習活動的程度均抱持肯定的態度。顯示透過雙層次測驗的引導機制，可讓學習者在遊戲過程中，完成觀察真實學習目標，並學習到原本單純觀察學習目標未能發現的知識，也進一步釐清與「岩石與礦物」相關的知識。在後續訪談中，顯示學習者希望能學得更難，讓遊戲更具有挑戰性。這樣的研究結果發現，「以雙層次測驗為引導機制之行動遊戲學習模式」可以顯著改善學生對於學習內容的求知慾，釐清真實學習目標相關的知識，也提升了學生對於自然生活與科技科目的學習動機。

進一步訪談結果顯示，兩組學習者對於本研究的學習活動、系統設計的便利性與操作使用性方面，均抱持肯定的態度，遊戲本身的趣味性也成功讓學生投入學習當中。此結果也提醒未來相似性質的學習內容，應考量更多情境與認知面向。因此，本研究依據實驗教學活動過程的觀察、研究結果與訪談紀錄所發現之問題，提供下列建議與可能的研究方向，以供未來相關領域學科教育及研究之參考：

## 一、結合真實情境與虛擬世界的行動遊戲學習是有趣的

大部份的學習者認為結合真實情境的行動遊戲學習是有趣的，也表現想玩更久的學習意願。顯示在真實學習情境中導入虛擬的遊戲式學習活動，可以提升學生對於學習時間的投入程度。依據兩組學習動機與訪談結果，若能在行動遊戲學習模式中，融入輔助觀察真實學習目標的行動學習活動，並使用知識表格工具引導學生推論與應用其觀察到的特徵學理原因，將有助於學生進行更深入的學習。本研究不僅提升學生對於自然與生活科技學科之課堂教學動機，使課程變得更活潑、生動有趣，也有助於學生在行動遊戲學習模式中建立更清楚的知識架構。

## 二、擴展研究對象與學科

本研究因時間與人力上的考量，僅選取某國小六年級學習者為研究的實驗對象。建議未來可擴展至其他國小、不同縣市與不同年齡層的學習者，提升研究的可推論性與精確度。

## 三、行動遊戲式學習環境中，須提供足夠的時間讓學生觀察、學習與思考

參與本研究的部分學習者表示，學習的時間與挑戰闖關的關卡太少，希望能延長學習活動。顯示透過遊戲來輔助行動學習活動，學生對於觀察學習目標的意願增強，也願意投入更多時間在遊戲式學習活動中。因此，建議未來實驗教學可



視情況讓學生擁有自己的學習載具，不再限制學生摸索學習目標與闖關的時間。讓學習者在行動遊戲學習中擁有更充裕的時間進行觀察、思考與判斷，建構並吸收與學習目標相關的知識。

## 致謝

本研究由中華民國科技部補助，計畫編號 MOST 104-2511-S-031 -003 -MY4。本研究感謝麗林國小謝錦忠老師在研究過程中給予的協助。

## 參考文獻

- Adodo, S. O. (2013). Effects of Two-Tier Multiple Choice Diagnostic Assessment Items on Students' Learning Outcome in Basic Science Technology (BST). *Academic Journal of Interdisciplinary Studies*, 2(2), 201.
- Arnab, S., Lim, T., Carvalho, M. B., Bellotti, F., Freitas, S., Louchart, S., ... & De Gloria, A. (2015). Mapping learning and game mechanics for serious games analysis. *British Journal of Educational Technology*, 46(2), 391-411.
- Bayrak, B. K. (2013). Using Two-Tier Test to Identify Primary Students' Conceptual Understanding and Alternative Conceptions in Acid Base. *Online Submission*, 3(2), 19-26.
- Chen, C. H., Liu, G. Z., & Hwang, G. J. (2015). Interaction between gaming and multistage guiding strategies on students' field trip mobile learning performance and motivation. *British Journal of Educational Technology*. doi: 10.1111/bjet.12270
- Chu, H. C., & Chen, J. H. (2012). A Time Scale-based Concept Map Approach to Developing Educational Computer Games for Historical Courses. *Proceedings of the 20th International Conference on Computers in Education (ICCE 2012)*, 565-571.
- Chu, H. C., & Chang, S. C. (2014). Developing an educational computer game for migratory bird identification based on a two-tier test approach. *Educational Technology Research and Development*, 62(2), 147-161.
- Chu, H. C., Chen, J. M., Yang, K. H., & Lin, C. W. (2016). Development and application of a repertory grid-oriented knowledge construction augmented reality learning system for context-aware ubiquitous learning. *International Journal of Mobile Learning and Organisation*, 10(1-2), 40-60.
- Chu, H. C., Hwang, G. J., Tsai, C. C., & Tseng, C. R. (2010). A two-tier test approach to developing location-aware mobile learning systems for natural science courses. *Computer & Education*, 55, 1618-1627.



- Dennis, D., & William, R. (2011). "Games are made for fun" : Lessons on the effects of concept maps in the classroom use of computer games. *Computers & Education*, 56(3), 604-615.
- Furio, D., Gonzalez-Gancedo, S., Juan M., Segui, I., & Rando, N. (2013). Evaluation of learning outcomes using an educational iPhone game vs. traditional game. *Computers & Education*, 64, 1-23.
- Green, C. S., & Bavelier, D. (2006). Effect of action video games on the spatial distribution of visuospatial attention. *J Exp Psychol Hum Percept Perform*, 32, 1465-1478.
- Hamari, J., Shernoff, D. J., Rowe, E., Coller, B., Asbell-Clarke, J., & Edwards, T. (2016). Challenging games help students learn: An empirical study on engagement, flow and immersion in game-based learning. *Computers in Human Behavior*, 54, 170-179.
- Haslam, F., & Treagust, D. F. (1987). Diagnosing secondary students' misconceptions of photosynthesis and respiration in plants using a two-tier multiple choice instrument. *Journal of Biological Education*, 21(3), 203-211.
- Hsiao, H. S., & Chen, J. C. (2016). Using a gesture interactive game-based learning approach to improve preschool children' s learning performance and motor skills. *Computers & Education*, 95, 151-162.
- Hsieh, Y. H., Lin, Y. C., & Hou, H. T. (2016). Exploring the role of flow experience, learning performance and potential behavior clusters in elementary students' game-based learning. *Interactive Learning Environments*, 24(1), 178-193.
- Huang, Y. M., & Chiu, P. S. (2015). The effectiveness of a meaningful learning-based evaluation model for context-aware mobile learning. *British Journal of Educational Technology*, 46(2), 437-447.
- Hwang, G. J., Chiu, L. Y., & Chen, C. H. (2015). A contextual game-based learning approach to improving students' inquiry-based learning performance in social studies courses. *Computers & Education*, 81, 13-25.
- Hwang, G. J., Tsai, C. C., & Yang, S. J. H. (2008). Criteria, strategies and research issues of context-aware ubiquitous learning. *Journal of Educational Technology & Society*, 11(2), 81-91.
- Hwang, G. J., Tsai, C. C., Chu, H. C., Kinshuk, K. & Chen, C. Y. (2012). A context-aware ubiquitous learning approach to conducting scientific inquiry activities in a science park. *Australasian Journal of Educational Technology*, 28(5), 931-947.
- Hwang, G. J., Yang, L. H., & Wang, S. Y. (2013). A concept map-embedded educational computer game for improving students' learning performance in natural science courses. *Computers & Education*, 69, 121-130.

- Hwang, G. J., Wu, C. H., & Kuo, F. R. (2013). Effects of touch technology-based concept mapping on students' learning attitudes and perceptions. *Educational Technology & Society, 16*(3), 274-285.
- Kanli, U. (2015). Using a two-tier test to analyse students' and teachers' alternative concepts in astronomy. *Science Education International, 26*(2), 148-165.
- Kirriemuir, J., & McFarlane, A. (2004). Literature Review in Games and Learning (No. 8). Bristol: Nesta Futurelabs.
- Kuo, Y. C., Chu, H. C., & Huang, C. H. (2015). A Learning Style-based Grouping Collaborative Learning Approach to Improve EFL Students' Performance in English Courses. *Educational Technology & Society, 18*(2), 284-298.
- Lin, Y. C., Yang, D. C., & Li, M. N. (2016). Diagnosing Students' Misconceptions in Number Sense via a Web-Based Two-Tier Test. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education, 12*(1), 41-55.
- Maier, U., Wolf, N., & Randler, C. (2016). Effects of a computer-assisted formative assessment intervention based on multiple-tier diagnostic items and different feedback types. *Computers & Education, 95*, 85-98.
- McFarlane, A., Sparrowhawk, A., & Heald, Y. (2002). *Report on the educational use of games: Teachers evaluating educational multimedia report*. TEEM (Teachers evaluating educational multimedia), Cambridge.
- Meluso, A., Zheng, M., Spires, H. A., & Lester, J. (2012). Enhancing 5th graders' science content knowledge and self-efficacy through game-based learning. *Computers & Education, 59*(2), 497-504.
- Noguera, J. M., Jimenez, J. J., & Osuna-Perez, M. C. (2013). Development and evaluation of a 3D mobile application for learning manual therapy in the physiotherapy laboratory. *Computers & Education, 69*, 96-108.
- Nuenke, V., Henny, V. D. M., & Eddie, D. (2011). Effects of constructing versus playing an educational game on student motivation and deep learning strategy use. *Computers & Education, 56*(1), 127-137.
- Odom, A. L., & Barrow, L. H. (1995). Development and application of a two-tier diagnostic test measuring college biology students' understanding of diffusion and osmosis after a course of instruction. *Journal of Research in Science Teaching, 32*(1), 45-61.
- Pearce, J. M., Ainley, M., & Howard, S. (2005). The ebb and flow of online learning. *Computers in human behavior, 21*(5), 745-771.
- Prensky, M. (2001). *Digital game-based learning*. USA: McGraw-Hill.

- Shih, J. L., Shih, B. J., Shih, C. C., Su, H. Y., & Chuang, C. W. (2010). The influence of collaboration styles to children's cognitive performance in digital problem-solving game "William Adventure" : A comparative case study. *Computers & Education, 55*(3), 982-993.
- Su, C. H., & Cheng, C. H. (2015). A mobile gamification learning system for improving the learning motivation and achievements. *Journal of Computer Assisted Learning, 31*(3), 268-286.
- Sung, H. Y., Hwang, G. J., & Chang, Y. C. (2016). Development of a mobile learning system based on a collaborative problem-posing strategy. *Interactive Learning Environments, 24*(3), 456-471.
- Tsai, C. C., & Chou, C. (2002). Diagnosing students' alternative conceptions in science. *Journal of Computer Assisted Learning, 18*(2), 157-165.
- Tsai, F. H., Tsai, C. C., & Lin, K. Y. (2015). The evaluation of different gaming modes and feedback types on game-based formative assessment in an online learning environment. *Computers & Education, 81*, 259-269.
- Vos, N., Van Der Meijden, H., & Denessen, E. (2011). Effects of constructing versus playing an educational game on student motivation and deep learning strategy use. *Computers & Education, 56*(1), 127-137.
- Wolmet, B., & Tilde, M. B. (2011). The influence of the level of free-choice learning activities on the use of an educational computer game. *Computers & Education, 56*, 80-90.
- Yang, Y. T. C., & Chang, C. H. (2013). Empowering students through digital game authorship: Enhancing concentration, critical thinking, and academic achievement. *Computers & Education, 68*, 334-344.
- Yang, T. C., Chen, S. Y., & Hwang, G. J. (2015). The influences of a two-tier test strategy on student learning: A lag sequential analysis approach. *Computers & Education, 82*, 366-377.
- Yang, T. C., Hwang, G. J., Yang, S. J., & Hwang, G. H. (2015). A Two-Tier Test-based Approach to Improving Students' Computer-Programming Skills in a Web-Based Learning Environment. *Educational Technology & Society, 18*(1), 198-210.



# Effects of a two-tier test-based guiding mechanism in mobile game-based learning mode on student learning motivation and flow experience

Hui-Chun Chu (Corresponding author)

Associate Professor, Department of Computer Science and  
Information Management  
Soochow University

Jun-Ming Chen

Postdoctoral Fellow, Department of Computer Science and  
Information Management  
Soochow University

Jih-Ren Liao

Master student, Department of Computer Science and  
Information Management  
Soochow University

## *Abstract*

*As the increasing emphasis of mobile learning on teaching strategies, many researchers indicated that implementing game-based learning strategies, which includes the enjoyments and tasks for students to pass, in the mobile learning system can guide learners to bring the virtual contest into the real world to enrich the teaching activities. Therefore, how to develop an effective mobile game-based learning mode became a critical research issue. Two stages were conducted in this research. First, a mindtool was used to assist teachers to abstract knowledge and develop a knowledge table used in a mobile game-based learning mode with two-stage tests. Hence, a two-stage test guiding mechanism was used. The contents of subject knowledge were organized as the observing as well as understanding type and applying type*





*of two-stage test learning mode. At the second stage, a mobile game-based learning system was built, using the two-stage test to guide students to observe rocks in the real-world environment and answer the tasks in the game world to further construct the contents and structure of knowledge. The participants were 57 sixth graders of an elementary school in Taiwan. The experimental group learned with two-tier test guiding mechanism mobile game-based learning mode while the control group used a conventional mobile game-based learning mode. The experimental results showed that the two-stage test guiding mechanism in this study has positive benefits for students' learning motivation. The results from technology acceptance and flow experience also confirmed the value of mobile game-based learning mode. Further suggestion for implementation can serve as a reference for research and promotion in the future.*

***Key words: Two-tier test, Game-based learning, Mobile learning, Mindtools, Rock and mineral***