

# 行動科技融入自然科教學 —— 以月相 變化概念發展為例

黃昭銘 (通訊作者)

宜蘭縣宜蘭市中山國民小學  
E-mail: stanely503@gmail.com

張至文

宜蘭縣宜蘭市中山國民小學

鄭文玄

宜蘭縣宜蘭市中山國民小學

汪光懿

宜蘭縣宜蘭市中山國民小學

摘要

本研究目的主要是探究透過行動科技融入自然科「月相變化」教學活動之學習成效分析，課程活動規劃時間為 160 分鐘（四節課），參與的學生共四班 (n=88)，並將學生隨機分成實驗組 (n=42) 與控制組 (n=46) 兩組分別進行教學，實驗組學生接受行動學習融入教學，控制組學生則接受傳統教學方式。資料的收集採開放性問題方式讓學生回答，前測資料收集時間在課程進行前施測，後測資料則在課程結束後進行。資料分析是將學生前、後測結果進行概念屬性編碼，分別依照所描述的概念屬性分類成：科學概念、另有概念與迷思概念三種，編碼後進行統計分析。依照研究資料進行共變數分析 (ANCOVA) 其結果顯示實驗組學生與控制組學生分別在提升科學概念數與降低另有概念數方面達顯著差異，組間效果的考驗在科學概念，與另有概念達顯著水準，在迷思概念則未達顯著水準。為了深入瞭解行動學習融入自然科教學與傳統式教學對於學生的學習成效影響，在統計分析中將實驗組與控制組學生分別進行成對樣本 t 檢定分析 (pair-t test)，結果顯示實驗組學生於前、後測的表現在科學概念與迷思概念兩方面的進步達顯著差異，在另有概念數方面則無顯著差異，結果顯示透過行動學



習融入教學對於提高學生科學概念學習與降低迷思概念方面有顯著差異。本次研究顯示結合行動科技與應用軟體的行動教學模式有別於傳統教學方式，不論在學生概念學習、同儕學習、補救教學與教學診斷等教學活動安排上，透過這些科技的輔助讓教師可以在教學活動中靈活應用這些學習策略，提高學習成效。

**關鍵字：**科學學習、行動學習、月相

## 壹、緒論

### 一、研究動機與背景

九年一貫與十二年國教的精神就是鼓勵每一位學生樂於學習，探索自我並發現自我優勢，透過適性化、個別化的教學方式提升學生的學習表現。為落實這個精神，教育部陸陸續續推動許多相關政策，例如攜手計畫或是補救教學等，藉此提高學生學習表現進而增進學習自信心，最後達到學習的目標(方文邦、劉曼麗，2012；教育部，2012)。

學習的歷程中必須注意學生的個體差異、先備知識(Ausubel, Novak, & Hanesian, 1978)、多元智能(楊明恭、卓鴻賓，2003)，甚至學生學習風格與模式，因此教學活動中需要提供多元的教學內容、並即時瞭解學生學習成效進而導入補救教學，增進學生後設認知學習的機會。近年來「行動學習」(mobile learning)與「無所不在的學習」(ubiquitous learning)隨著行動科技的進步與應用的軟體大量問世，舉凡我們生活中的食衣住行各方面都可以看到行動學習的應用蹤影。這些科技將行動學習的優勢例如行動力(mobility)與便利性(convenience)的優點完全發揮出來，再透過無線網路傳輸科技提供立即性(immediacy)的優勢(Kynaslahti, 2003)展現，對於現代人生活模式有著顯著影響。教育部為因應未來這股行動學習的趨勢，除了將行動學習發展為重要高等教育政策之一(陳祺祐、林弘昌，2007)，近幾年來更將範圍涵蓋到國小階段。

研究者為國小現職自然與科技學習領域四年級科任教師，每次進行月相觀察單元教學為配合中秋時節，課程大多安排在中秋節前後一個月，宜蘭地區當地時序剛好進入東北季風盛行季節，天氣多變不利於月相觀察與記錄，導致中年級學生對於月亮單元的學習成效不佳而深感困擾。此外學生對於月相觀察普遍缺乏生活經驗，因此相關研究也指出該單元學生存在許多迷思概念(呂惠紅，2010)。如何提供給學生具體的觀察經驗成為本單元學習的重要關鍵之一。為克服天候因素與增加學生後設認知學習，本研究嘗試以行動學習融入教學，透過行動載具與應用程式 APP 輔助學生學習，提供學生真實的月相變化觀察情境，進行概念學習，



同時導入行動科技與教學 APP 的使用進行學習成效評量隨時掌握學生學習成效，協助教師進行教學診斷，並利用概念衝突方式進行補救教學，提升學生學習成效。

## 二、研究目的

本研究旨在嘗試運用行動學習科技融入自然科「月相觀察」教學活動，透過科技的協助探究國小四年級學生在前後測概念學習表現。實驗主要設計是採用實驗組與控制組之實驗處理方式進行，實驗組接受行動學習融入教學，控制組則接受傳統教學方式。研究目的以探討接受不同教學方式後各組學生在前、後測的概念學習成效。資料分析是將學生前後測結果進行概念屬性編碼，總共分成三個屬性：科學概念、另有概念與迷思概念。本研究並針對不同組別學生在前後測的表現進行比較，探究不同組別學生的概念學習表現。

# 貳、文獻探討

## 一、國小「月相觀察」概念學習

國小自然科學習單元「月亮」單元中包含三個主要教學活動分別是：1. 針對月亮傳說與故事進行介紹，2. 月亮高度角測量與移動軌跡進行操作與記錄，3. 觀察「月形變化的規則」記錄並與農曆曆法進行連結。依照課本與習作的規劃是要學生進行一個多月的月相觀察，透過月相的觀察察覺月相變化週期，以及月相的變化過程，進而能夠藉由月相的形狀來預測農曆日期，或是透過農曆日期來預測當天的月亮形狀，進而引導學生認識月相變化的成因與月亮公轉軌道關係，最後培養學生可以透過月相來推論農曆日期與月球的公轉軌道位置。

由於「月亮」單元的課程安排大約在每年新學期開學之初，換言之大約在每年的八月～九月間，主要是配合中秋節慶來進行課程統整教學。由於這個季節已經進入東北季風時節，這段期間的氣候較不穩定，由於活動進行時間較長，不論是高度角測量、月相變化等都需要長時間的觀察與紀錄，嚴重導致學生無法配合習作進行觀察作業，所以傳統教學方式往往無法收到預期成效（王佩蓮，2001；黃志敘，2013）。特別是宜蘭地區該季節往往東北季風盛行，每當東北季風來臨時，會持續下雨多日導致觀察月相紀錄無法有連慣性，在課程進行時尤其是概念發展階段，可能因為觀察記錄不完整，對於後來概念發展較不容易進行，學生概念學習成效也會有所限制（甘漢銚、熊召弟及鍾聖校，1991）。

此外四年級部份學生的認知發展未達形式操作期，加上月相單元往往較抽象學生對於地球科學方面與天文方面的巨觀觀察經驗較少，無法透過有限的認知能力進行複雜的抽象思考，造成學生在上課前已經具有許多迷思概念，若無法提供

有效教學，學生在經過教學活動之後可能仍然存在若干的迷思概念 (Baxter, 1989; 王美芬, 1992)。

綜合上述，月相觀察活動在實際教學活動進行時，往往老師教學時間（白天）與實際觀察時間不同（晚上）（賴慶三、吳正雄，2005），加上需要長時間觀察需要耐性，國小學童普遍來說缺乏耐性，就算學生有心想要完成作業，但是又因為天氣因素無法順利完成詳細的觀察記錄，因此造成該單元的學習成效不佳，儘管學生雖然經過教學活動，但是仍然存在許多有關月亮的迷思概念（王美芬，1992）。馬紀楨 (2008) 分析探究學生對月亮單元存有的迷思概念研究，顯示大多數探究月相迷思概念的方式以紙筆測驗與晤談法的方式為主，結果發現導致迷思概念的成因大多為對於天文概念知識架構發展不完全，以及教學者本身的迷思概念與相關知識不足所造成。

由於教師在進行月相觀察課程時往往因為外在環境與實際教學的限制，造成學生概念學習無法順利進行（王佩蓮，2001；黃志敘，2013），因此學者導入資訊融入教學方式來協助該課程進行；研究結果顯示，透過資訊導入的方式進行月相教學對於學生可以給予顯著的效果（呂惠紅，2010），因此本課程嘗試利用行動學習概念進行課程融入教學活動設計，透過模擬月相的變化，讓每一位學生都可以獨自操作行動載具，進行概念學習達成有意義的學習 (Novak & Gowin, 1984)。

## 二、行動學習

近年來「行動學習」(mobile learning) 與「無所不在的學習」(ubiquitous learning) 隨著行動科技的進步與應用的軟體大量問世，舉凡我們生活中的食衣住行各方面都可以看到行動學習的應用蹤影。這些科技將行動學習的優勢例如行動力 (mobility) 與便利性 (convenience) 的優點完全發揮出來，再透過無線網路傳輸科技提供立即性 (immediacy) 的優勢 (Kynaslahti, 2003) 展現，對於現代人生活模式有著顯著影響。教育部為因應未來這股行動學習的趨勢，除了將行動學習發展為重要高等教育政策之一（陳祺祐、林弘昌，2007），近幾年來更將範圍涵蓋到國小階段。換言之，行動學習於教育上的應用在未來將扮演舉足輕重的角色（劉仲鑫、陳威宇，2009）。行動學習除了有網路學習的優勢外，由於行動學習的機動性與立即性特點將原來受限的網路學習環境延伸到無線的環境，打破學習空間的限制，讓學習者可以隨時（時間）隨地（空間）盡情學習達到「行動台灣，應用無線」的願景，進而推動終身學習的概念（李華隆等人，2004；黃國禎，2012；羅景瓊、蘇照雅，2009）。

行動學習的本質與價值有三 (Kynaslahti, 2003)：1. 便利性 (convenience)、2. 權宜性 (expediency)、3. 立即性 (immediacy)。行動學習在學習歷程中可以提供的優勢包含（一）、學習需求的迫切性、（二）、知識取得的主動性、（三）、學習場域的機動性、（四）、學習過程的互動性、（五）、教學活動的情境化、（六）、教學

內容的整體性 (Chen, Kao, & Sheu, 2005)。

此外，行動學習的特色 (Nash, 2007) 包含：自發性的 (spontaneous)、私密性的 (intimate)、適性化的 (situated)、互動連結性的 (connected)、非正式的 (informal)、輕巧的 (lightweight) 與個人化的 (personal)。針對行動學習融入教學學者更提出「行動學習理論分析架構」(Framework for the Rational Analysis of Mobile Education, 簡稱 FRAME)(Koole, 2009)，強調推動行動學習所需要關注三大面向：載具面向、學習者面向與社會面向，這三大面向交互作用將決定行動學習效能 (Hoppe, Joiner, Milrad, & Sharples, 2003; 劉伊霖, 2012)。學者指出行動學習的成功要素中，歸納得出行動學習的成功關鍵有三點：1. 行動學習裝置 (行動載具與相關硬體)、2. 基礎溝通建設 (無線設施與環境)、3. 適合的教學活動設計 (Hoppe et al., 2003; 黃天佑、賴忠良, 2009)。

行動學習在訊息的取得上有其即時性與主動性，透過行動科技提高師生間或是同儕間的互動性，教師可以經由行動載具與應用程式 (APP)，提供情境化、多元化與適性化的教學活動，教師若能善用這些行動學習優勢，配合同儕學習、教學診斷、補救教學與協同學習等活動，達到提升學習目標 (Jeng, Wu, Huang, Tan, & Yang, 2010)。

### 三、建構學習與後設認知

人類的知識如何獲得，一直是教育學家所關切的議題，從過去的行為學派、認知學派到現在的「神經認知學」(neurocognition) (Anderson & Demetrius, 1993)，都企圖解釋人類知識的產生。大多數學者都認為學習者的先備知識 (Prior knowledge) 是影響學習的關鍵因素之一 (Ausubel et al., 1978; Pintrich, Marx, & Boyle, 1993)，先備知識會隨著學習者的成長而增長，而孩童的學習大多都來自於感官經驗 (Driver, 1983)。然而，先備知識具有頑固不容易改變的特殊性，就算學習者經過教學之後，對於這些先備知識仍然存在，或是不放棄這些固有的先備知識 (Champagne, Gunstone, & Klopfer, 1983; Driver, 1983; Eylon & Linn, 1988)。

何謂學習？就概念學習的觀點來看，必須要學習者能夠將所學的知識與自己的經驗連結，才算是學習，也就是有意義的學習 (Novak, 1990)。學習的本質就是學習者自身新舊概念的交互作用所產生，學習的過程可視為新舊概念間的競爭 (White & Gunstone, 1989)，信仰的改變以及學習者對外在環境的適應 (Pintrich et al., 1993; G.J. Posner, K.A. Strike, P.W. Hewson, & W.A. Gertzog, 1982)，概念的改變所必須具有的理性條件包含：1. 學習者的舊概念無法滿足新的需要 (dissatisfaction)、2. 新概念對學習者來說必須要是可理解的 (intelligible)、3. 新概念對學習者來說必須要是合理的 (plausible)、4. 新概念對學習者來說要能夠是用在更多範圍 (fruitful)(Pines & West, 1983; G. J. Posner, K. A. Strike, P. W. Hewson, & W. A. Gertzog, 1982)。



針對這個問題學者提出了建構主義作為解釋 (Bodner, 1986)，希望將學習的重心放在學習者身上，透過良好設計的教學環境，讓學習者與這個環境交互作用來進行學習，建立起符合科學社群認同的知識。

後設認知 (metacognition) 可以視為學習者覺知 (awareness) 與管理 (management) 個人想法的能力 (Kuhn & Dean, 2004)。後設認知對學習上有著顯著的影響 (Rozencaj, 2003)，包含溝通、閱讀理解、記憶、解決問題等 (Flavell, 1979)。Flavell 提出後設認知理論架構，其架構包含兩個部分，分別為：後設認知知識 (metacognitive knowledge) 與後設認知經驗 (metacognitive experience)。Brown 針對後設認知提出兩個部分包含：認知的知識 (knowledge of cognition) 與認知調節 (regulation of cognition)，針對認知調節部分則包含自我調節技巧 (self-regulatory skill) 舉例來說包含監控學習歷程、擬訂計畫、制訂目標、評估學習成效等都是認知調節的能力表現 (Schraw, Crippen, & Hartley, 2006; Tsai, 2004; Veenman & Verheij, 2003)。

科學概念的學習為複雜的歷程，學習者對於科學概念的學習之外，對於如何學習科學知識的方式、如何調整策略都是學習科學重要的一環 (Schraw et al., 2006)。例如透過省思的過程協助學習者檢視學習者的學習歷程，並檢核是否達到預定的學習目標，因此，後設認知在學習科學概念知識就扮演重要的角色。後設認知除了提供學習者檢視學習歷程與是否達成學習目標的功能外，更重要的是提供學習者發現新概念與舊概念間的差異，進而透過教學活動引發概念改變機制，並透過同儕學習、討論等方式調整學習策略達成學習的目標。

如何提升後設認知能力，一般來說後設認知能力並非每位學生都會主動發展形成 (de Jager, Jansen, & Reezigt, 2005)，因此教師就扮演重要的啟蒙角色，研究指出透過自我調適 (self-regulation) 能力的提升可以培養學生的後設認知發展 (Hadwin, Wozeny, & Pontin, 2005)。而自我調適能力則與省思的歷程有關，省思的重點包含學習者所學的內容與在學習過程所接受的活動或實驗。透過資訊科技，協助教師紀錄學生學習歷程與引發學生進行省思與認知學習 (Moreno & Saldana, 2005)，進而協助學生進行概念改變達成學習的目的。

綜合上述，教學活動需要提供系統性的教學來提升後設認知與學習經驗的獲得 (Carr, Kurtz, Schneider, Turner, & Borkowski, 1989)，自然科教師除了知識概念的傳授之外，在教學策略安排與學習環境的規劃都應該精心規劃，藉此提升學生的學習成效與後設認知能力。

## 參、研究方法

### 一、資料收集與分析



參與本次研究的學生共有 88 人分別來自同校四個不同的班級，該校位於宜蘭市市區，樣本學生為國小四年級學生，採隨機分派的方式將兩班分成實驗組 (n=42)，另外兩班分成控制組 (n=46)，實驗組採用行動學習融入教學 (參閱表 1 的課程規劃)，控制組則採用傳統的課程規劃進行，授課教師為同一人。研究者為本次實驗組與控制組的授課教師，該教師為自然科系畢業，與科學教育研究所畢業，擔任自然科科任教師五年，有豐富的科學教育學經歷背景、與推動行動學習課程設計及行動學習融入教學經驗。

在課程前進行前測資料收集，前測目的主要是探究學生對於月相變化的先備知識。前測試卷採開放性問卷方式，題目只有一題，該題目為「各位同學請說說看右邊圖片月亮的變化是如何產生？」，除了文字說明外也附上三個不同月相圖來輔助說明題目 (如圖 1 所示)。除了前測之外，在正式課程進行結束後 (距離前測約七週後)，採用相同的試題進行施測，藉由後測施測收集資料與分析，探究學生在教學活動後之概念學習成效。

本次研究的目的主要探究學生透過行動學習科技的協助，提供學習者真實的月相觀察與記錄，並且透過 APP 的協助提供學習者圖像說明，協助學習者對於單元概念的理解與合理解釋，達成學習目標。為探究不同組別學生在接受不同教學活動後的學習表現，透過紙筆式開放問卷方式收集學生對於月相變化的概念，所收集的前、後測資料針對概念的屬性給予界定與分類成三大類：1. 科學概念、另有概念與迷思概念。科學概念是指與本次活動單元有關的科學概念，例如月亮不會發光，月相的變化主要是因為月球在公轉軌道上不同的位置所造成的；另有概念則是與本單元無關的概念，例如地球會公轉、太陽下山的時候，月亮就會慢慢地產生出來；迷思概念主要是指與科學概念相異的概念，例如月相變化是因為雲遮住了、天狗吃掉月亮、地球影子遮住了。

1. 各位同學請說說看右邊圖片月亮的變化是如何產生的？



圖 1 前後測試題示意圖



為了提高概念界定與分類的一致性，本次研究隨機取出將 30 份前後測試卷由兩位研究者（A 與 B）進行分類，並將所得科學概念數（Ca 與 Cb）進行比較，計算兩者相同的科學概念數 C，因此科學概念數相似比例為  $= (Ca+Cb)/(C+C)$ ，其他迷思概念與另有概念數的相似比例也以此方式計算。經過分析在科學概念的相似比例為 0.91，另有概念相似比例為 0.87，迷思概念相似比例為 0.93。

為了探究不同教學方式對於實驗組與控制組學生在學習成效的表現，統計資料的分析採用共變數分析檢定 (ANCOVA)，分別將學生前測科學概念、另有概念與迷思概念視為共變量，在針對學生後測的科學概念、另有概念與迷思概念的表現當作依變數進行比較。為了深入瞭解不同組別學生在概念發展上的差異，針對兩組學生前、後測表現進行成對樣本 t 檢定，藉此探究不同教學方式對學生學習成效的影響（如圖 2 所示）。

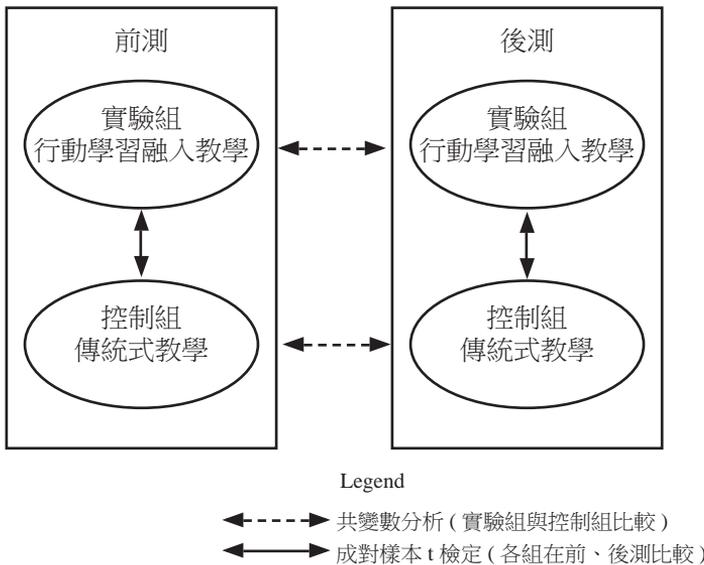


圖 2 資料分析示意圖

本次研究主要探究行動科技融入教學活動設計對於學習成效影響，課程活動包含提供每位學生動手操作模擬月相變化 APP，主動建構知識、完成月相紀錄觀察與學習，藉由行動科技的即時性回饋協助教師進行教學診斷、補救教學與後設認知學習。在資料分析的部份主要採用概念屬性進行數量分析，並未針對概念的內涵進行內容分析，因此在引用本次研究結論時須注意上述之研究限制。

## 二、課程與教學活動規劃

國小自然科學習單元「月亮」單元中包含三個主要教學活動分別是：1. 針對月亮傳說與故事進行介紹，2. 月亮高度角測量與移動軌跡進行操作與記錄，3. 觀

察「月相變化的規則」記錄並與農曆曆法進行連結。本次研究主要是針對第三部份透過月相變化的觀察記錄，引發學生認識其成因與變化週期，依照課本與習作的規劃是要學生進行一個多月的月相觀察，透過月相的觀察協助學生歸納出月相變化週期，以及月相的變化過程，進而能夠藉由月相的形狀來預測農曆日期，或是透過農曆日期來預測當天的月亮形狀，進而引導學生認識月相變化的成因與月亮公轉軌道關係，最後培養學生可以透過月相來推論農曆日期與月球的公轉軌道位置。

本次活動主要是以原來課程架構為主，利用行動學習融入教學為輔進行教學，課程的安排主要利用行動載具與應用程式來進行，活動時間為四節課（共 160 分鐘），課程計畫如表 1 所示。第一節活動名稱為「月亮變變變」，教學目標主要是介紹地球、月亮、太陽三者相對位置，並配合 Moon Globe app 來完成習作將兩個月的月相變化觀察記錄完成；第二節課為「月變月特別」，主要的教學目標是透過習作資料來發現月相變化的週期性與推論出月相變化的時間週期；第三節課則是「日復一日」，配合習作發現月相變化與農曆間的關係，並能夠從月相來推測農曆日期，或是由農曆日期來推論當天月相情況；第四節課主要是「大家來挑戰」，主要是進行總結性評量、教學診斷、補救教學與後設認知學習。

表 1 月形變化活動課程計畫一覽表

第一節：月亮變變變			
活動內容	教學設備	時間	活動目標
1. 引發動機	iPad、Apple TV、單槍	10	利用操作 Wonder APP 與 Solar walk APP 協助學生認識太陽、月亮、地球相對位置，利用 Space Journey APP 導入星球公轉與自轉概念
2. 猜一猜	iPad、Apple TV、單槍、Solar Walk APP、Space Journey APP、Wonder APP	10	利用 Solar walk APP 與 Space Journey APP 讓協助學生認識三個星體的相互關係
3. 大顯身手	iPad、自然習作、Moon Globe APP、Nearpod APP、iPhone	20	透過 Moon Globe APP 讓學生仔細觀察並記錄連續兩個月的月形觀測紀錄表（配合完成習作練習）

第一節總結活動

教學診斷重點：

1. 認識月亮、太陽與地球三者相對位置
2. 月相生成原因
3. 公轉與自轉的關係
4. 能夠記錄月相變化



---

 第二節：「月」變「月」特別
 

---

活動內容	教學設備	時間	活動目標
1. 我是伽利略	iPad、自然習作、Moon Globe APP、Solar Walk APP、Space Journey APP、Wonder APP、Airdrop、iPad 相機	15	透過習作上傳與分享找出相同的月形，大約相隔多少天（配合習作練習）
2. 蛛絲馬跡	iPad、Moon Globe APP	15	透過習作與 Moon Globe APP 察覺月亮形狀由圓到缺再到圓的變化週期（配合習作練習）
3. 綜合活動	iPad、Apple TV、單槍、Space Journey APP、Moon Globe、Nearpod APP、iPhone	10	歸納月象變化的週期
第二節總結活動 教學診斷重點： <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 發現出月亮變化的週期性</li> <li>2. 能夠推論出月相變化的週期（29 ~ 30 天）</li> </ol>			

---

 第三節：日復一日
 

---

活動內容	教學設備	時間	活動目標
1. 大小有關係	iPad、Apple TV、單槍、Moon Globe APP	10	透過習作與 Moon Globe APP 察覺月形變化的順序
2. 認識農民曆	iPad、Moon Globe	15	歸納月亮形狀變化的規律與農曆的關係
3. 動動腦	iPad、Apple TV、單槍、Moon Globe APP	10	利用 Moon Globe APP 的月相範例算出當天的農曆日期
4. 綜合活動	iPad、Apple TV、單槍、Nearpod、iPhone	5	形成性評量協助學生將月球軌道、變化順序、週期與農曆概念統整，並能夠透過月相預測農曆日期與月球在軌道的位置

## 第三節總結活動

## 教學診斷重點：

1. 歸納月亮變化與農曆關係
2. 能夠依照農曆日期推論出可能的月相，或從月相推論出農曆日期
3. 月亮在公轉軌道上的位置與月相關係



## 第四節：大家來挑戰

活動內容	教學設備	時間	活動目標
1. 原來如此	iPad、Apple TV、單槍、Nearpod	20	課程總結與評量 三個星體的相對位置 月相變化週期性月相與農曆的關係 依照月相推論農曆日期 依照月相推論月亮在軌道的位置與農曆日期
2. 學習成效評量	iPad、Apple TV、單槍、Nearpod、iPhone	10	進行總結性評量，針對評量結果診斷學生學習成效，提供補救教學
3. 勤能補拙	iPad、Apple TV、單槍、Nearpod APP、iPhone、Moon Globe APP、Solar Walk APP	10	即時提供補救教學 (Solar walk APP、Moon Globe APP、Space Journey APP) 進行後設認知學習

本次課程的實施主要是透過行動載具 iPad 協助進行教學，並結合相關資訊硬體設備包含兩台單槍投影機、兩台 Apple TV、iPhone 與無線網路伺服器。應用在教學上的應用程式 APP 則包含 Solar walk APP、Moon Globe APP、Space Journey APP 相關模擬月相與太陽系星體位置輔助學習軟體，在協助教師教學活動進行則採用 Nearpod APP，藉由 Nearpod APP 具有廣播、評量測驗與即時反饋功能協助教師進行教學活動規劃（圖 3 所示），包含概念發展、形成性評量（圖 4、圖 5 所示）、教學診斷（圖 6 所示）、補救教學與後設認知學習活動（圖 7、圖 8 所示）。本次實驗組 (n=42) 接受行動學習融入「月相變化的規則」活動，採用每人一台 iPad 進行上述課程活動，控制組 (n=46) 則採用傳統式的教學方式進行，教學的方式是以講授式的方式進行，教學資源主要是以教科書、習作與廠商提供的教學光碟片為主，授課時間並無安排教學診斷與評量時間，針對月相觀察的部份則以學生在習作中紀錄到所觀察月相進行課程，在操作教學光碟片有關模擬月相變化軟體，則是以教師在電腦前操作，學生在台下觀賞月相變化，並非如實驗組一人一台 iPad 各自操作。

針對教學診斷、補救教學與後設認知學習教學在實驗組應用上，依照教學進度教師將評量試題傳至 Nearpod(參考圖 4 試題範例)，在課程進行過程中進行評量(參考圖 5 情境圖)，由於 Nearpod 提供即時回饋，因此教師可以針對評量試題結果進行教學診斷(參考圖 6 教學診斷資料)，教師可以將學生評量結果利用 Nearpod 中類似廣播系統功能將學生評量結果分享到每台學生 iPad 上，進行學習(參考圖 7 所示)。

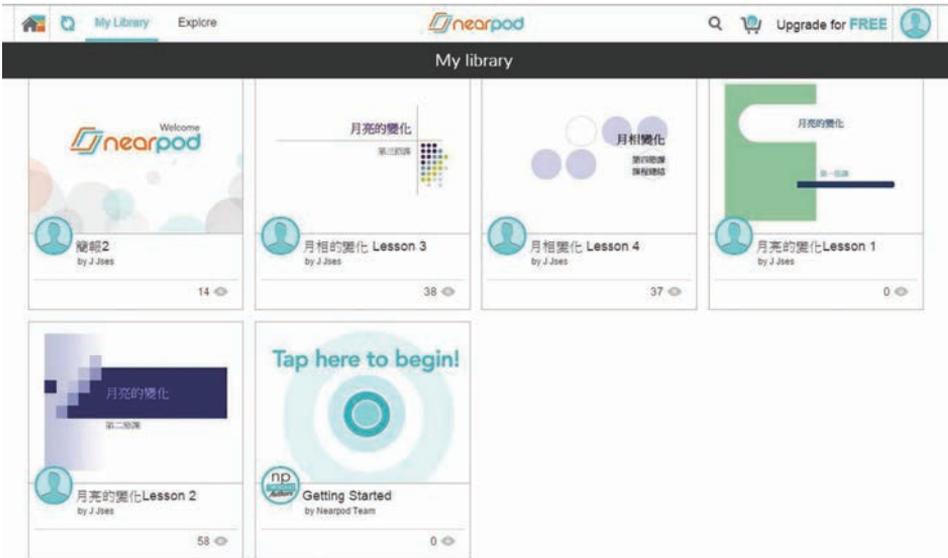


圖 3 Nearpod 數位教案上傳

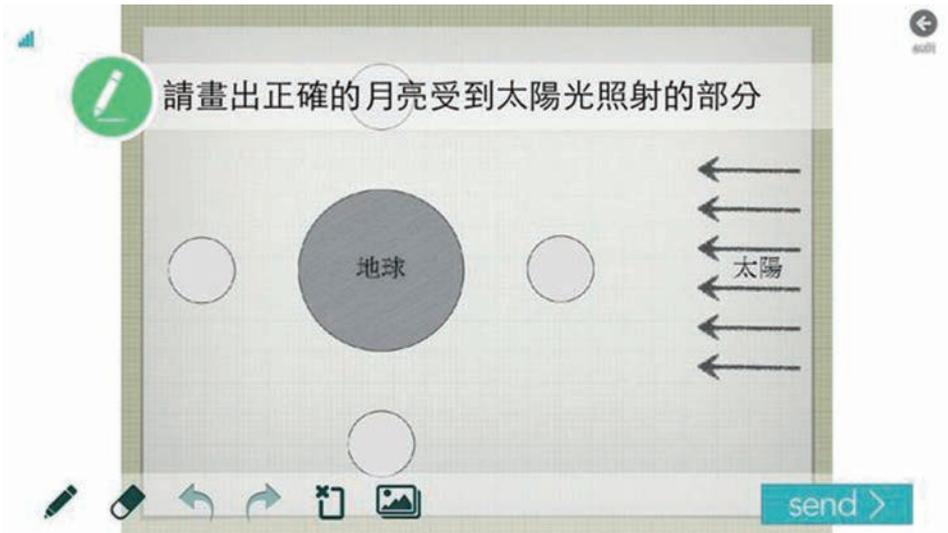


圖 4 Nearpod 形成性評量試題範例



圖 5 Nearpod 形成性評量學生作答情境範例

09/29/2014	17	
09/29/2014	01	
09/29/2014	17	
09/29/2014	16	
09/29/2014	07	
09/29/2014	04	

圖 6 Nearpod 教學診斷報告

透過 Nearpod 與 iPad 的功能，教師可以在另外一個螢幕上，針對學生評量結果進行補救教學，以圖 7 與圖 8 的試題為例，學生要將月相變化的順序正確排列，教師將 A 生評量結果分享到每位學生 iPad 上，以及投影到圖 8 左側單槍螢幕上，提供學生進行學習，首先教師可以請全班學生針對 A 生的結果進行討論，進行同儕觀摩學習，討論完之後，教師透過教師手上的 iPhone 將 Moon Globe APP 的月相變化順序依照試題播放，讓學生能夠同時比較評量結果與實際觀察結果的不同，檢視是否達成學習目標，透過這個方式協助學生複習概念學習與釐清月相變化順序達成補救教學與後設認知學習。透過行動科技融入教學除了協助教



師提供多元化的教學活動，包含提供每位學生動手操作模擬月相變化 APP，主動建構知識、完成月相紀錄觀察與學習，藉由行動科技的即時性回饋協助教師進行教學診斷、補救教學與後設認知學習，反觀控制組的傳統教學方式則沒有提供這些相關的課程活動與學習機會。



圖 7 Nearpod 廣播系統進行分享



圖 8 透過雙螢幕進行補救教學與後設認知學習



## 肆、研究結果

本次研究結果主要探究行動學習融入自然科月相觀察單元與傳統教學學生在學習前後之成效評估，資料來源為前、後測學生針對開放式問卷的回答，依照學生答案的屬性進行分類，分成科學概念、另有概念與迷思概念三類。

為探究行動學習融入教學與傳統教學對於學生學習成效的差異，將進行共變數分析，在正式進行 ANCOVA 分析前，先進行同質性分析，結果顯示交互作用未達顯著水準，表示兩組學生在前測表現並無差異，可以進一步進行共變項分析。

依照共變數分析的結果，將兩組學生在科學概念、另有概念與迷思概念的均數 (mean)、標準偏差 (standard deviation)、F 值與效果量 (effect size) 繪製成表 2。

表 2 月相觀察實驗組與控制組前、後測共變數分析 (ANCOVA) 結果一覽表 (n=88)

	實驗組 (n=42)		控制組 (n=46)		ANCOVA	
	前測 Mean (SD)	後測 Mean (SD)	前測 Mean (SD)	後測 Mean (SD)	F(1, 85)	d
科學概念	0.26 (0.543)	0.86 (0.751)	0.15 (0.42)	0.19 (0.401)	25.775***	1.11
另有概念	0.21 (0.415)	0.23 (0.431)	0.28 (0.688)	0.63 (0.531)	14.351***	0.82
迷思概念	0.42 (0.547)	0.09 (0.37)	0.65 (0.525)	0.22 (0.467)	3.581	0.31

\*\*\*  $p < .00$  Cohen's  $d = M_1 - M_2 / S_{\text{pooled}}$  ( $S_{\text{pooled}}$  = pooled Standard Deviation,  $S_{\text{pooled}}$ )

從表 2 的 ANCOVA 分析後測平均數在科學概念數為實驗組 0.86 與對照組 0.19，另有概念數為實驗組 0.23 與對照組 0.63，迷思概念數為實驗組 0.09 與對照組 0.22。組間效果的考驗在科學概念 ( $F(1,85)=25.775$   $p < .00$ )，與另有概念達顯著水準 ( $F(1,85)=14.351$   $p < .00$ )，在迷思概念則未達顯著水準。在 effect size 方面，科學概念數與另有概念數方面行動學習融入教學呈現高度效果量 ( $d > 0.4$ )。在迷思概念則為中度效果量 ( $0.4 > d > 0.25$ ) (邱皓政, 2006)。

為了深入瞭解實驗組與控制組學生分別在接受課程前、後的表現，在統計分析中將實驗組與控制組學生分別進行成對樣本 t 檢定分析，將實驗組結果製成表 3，將控制組分析結果製成表 4。

表 3 實驗組前、後測成績分析比較表 (n=42)

	平均數差異	t
Pair 1 前測科學概念數 - 後測科學概念數	-0.59	-4.5***
Pair 2 前測另有概念數 - 後測另有概念數	-0.02	-0.25
Pair 3 前測迷思概念數 - 後測迷思概念數	0.38	3.96***



\* $p < 0.05$  \*\* $p < 0.01$  \*\*\* $p < 0.001$  by pair t-test

從表 3 顯示，實驗組學生在前、後測的表現在科學概念與迷思概念兩方面的進步達顯著差異 ( $p < .000$ )，在另有概念數方面則無顯著差異，結果顯示透過行動學習融入教學對於提高學生科學概念學習與降低迷思概念方面有顯著差異。

表 4 控制組前、後測成績分析比較表 (n=46)

	平均數差異	t
Pair 1 前測科學概念數 - 後測科學概念數	-0.04	-0.49
Pair 2 前測另有概念數 - 後測另有概念數	-0.34	-2.62*
Pair 3 前測迷思概念數 - 後測迷思概念數	0.43	0.365**

\* $p < 0.05$  \*\* $p < 0.01$  \*\*\* $p < 0.001$  by pair t-test

在表 4 中則顯示傳統教學方式對於提高學生科學概念表現雖有提升但未達顯著，學生經過傳統式教學方式在降低迷思概念的表現上也有顯著幫助 ( $p < .01$ )。再降低另有概念則有顯著差異 ( $p < .05$ )。值得一提的是在另有概念數表現，控制組學生在後測的平均數，相較前測平均數其增加的數量達顯著差異，顯示傳統式教學對於學生的另有概念數的產生影響較大。

## 伍、結論與建議

本次研究主要嘗試將行動學習融入國小四年級自然科「月相觀察」學習單元活動，並探究不同教學方式對於學生的學習表現成效評估。研究結果顯示透過行動學習的輔助確實可以提高實驗組學生的學習表現 (何榮桂, 2002; 呂惠紅, 2010)。研究結果實驗組在顯示提高科學概念的獲得與降低另有概念數與控制組相比達顯著差異，顯示行動學習融入教學相較傳統教學方式可以協助教師進行多元化的教學活動，例如補救教學模式，透過「教學－評量－再教學－再評量」的循環歷程 (張新仁, 2001) 可以提高學生概念學習成效，而控制組在接受傳統教學方式因為缺乏多元化教學活動，對於科學概念數的提升不顯著，但是對於另有概念數的增加相較實驗組卻是顯著，換言之，行動學習融入的教學方式對於學習上有正向影響，例如透過 Moon Globe APP 提供完整月相觀察活動與記錄 (王佩蓮, 2001; 黃志敘, 2013) 對於學習目標的達成有正向的影響。

研究發現兩組學生雖然經過不同的教學模式，少數學生仍然存在若干的迷思概念 (王美芬, 1992; 呂惠紅, 2010)，這與先前的研究結果相似，針對這些學生的迷思概念，在教學上或許可以透過多元化與情境化的教學內容，來引導學生接受科學概念，達成教學的目標 (邱美虹、陳英嫻, 1995; 馬紀楨, 2008; 張新仁, 2001)。

在從組內的成對樣本 t 檢定結果來分析，實驗組學生在提升科學概念數與降低迷思概念數達顯著差異，顯示透過行動科技的便利性 (Kynaslahti, 2003) 提供教



師在課堂上進行教學診斷隨時掌握學生學習成效，以及使用雙螢幕的方式進行認知衝突藉此提供認知學習的機會，協助教師進行補救教學，提高概念改變與後設認知學習 (Moreno & Saldana, 2005)，對於提升學生學習成效有顯著影響。針對控制組方面則在提升科學概念數無顯著差異，反而是在降低迷思概念數上有顯著差異」，顯示傳統教學對於降低學生迷思概念數也有正向的影響。值得一提的是在另有概念數方面卻呈現增加的現象，而且增加的數量與前、後測比較達顯著差異，相較於實驗組顯示傳統教學方式可能因為外在環境因素學生無法完整記錄月相變化的歷程，提供在知識概念獲得的完整性 (甘漢銚等人, 1991)，相關的研究結果仍需要日後更多的相關研究來進行佐證。

本次研究主要是國小四年級學生為授課對象，考量實際學校規模與教學環境，侷限於有限的資源、設備與人力，在結果的呈現上仍有改進的空間，例如在概念分析方面可以針對概念內容進一步分析，在研究規劃上可以深入探討影響學習的因素，例如是否因為資訊融入教學活動？抑或是補救教學影響學習效果等，在未來相關議題上可以透過持續性研究，並擴大樣本數量進行深入的探討與分析。

行動科技已經進入我們的日常生活之中，在未來我們的生活都不可避免這些科技，尤其在學習上的應用更是緊密。我們這代屬於數位移民，而這些現職教師 (digital emigrant) 如何面對這些數位原住民學生 (digital natives) (余民寧, 2013) 進行互動交流，教師如何將這些科技產品融入教學現場上則是未來教師的重大挑戰之一 (王光復, 2009)。未來教師若能提升教師專業知識與創新教學能力，在現有的課程架構與教學內涵中，融入新時代的資訊科技來創新教學，開創能符合數位原住民學習模式之創意教學，藉此培育能迎合現在新世代潮流的新世代人才 (蕭英勵, 2003)。

## 參考文獻

- 方文邦、劉曼麗 (2012)。對國小四年級數學低成就學童在分數學習的迷思概念 / 錯誤類型與成因之探討。科學教育月刊, 358, 20-35。
- 王光復 (2009)。科技教師們宜多教「科技的使用及研發」以提昇專業形象。生活科技教育月刊, 42, 1-8。
- 王佩蓮 (2001)。資訊融入自然與科技領域教學。教師天地, 112, 59-64。
- 王美芬 (1992)。我國五、六年級學生有關月亮錯誤概念的診斷及補救教學策略的應用。臺北市立師範學院學報, 23, 357-380。
- 甘漢銚、熊召弟及鍾聖校 (1991)。小學自然科教學研究。臺北：師苑。
- 何榮桂 (2002)。臺灣資訊教育的現況與發展兼論資訊科技融入教學。資訊與教育, 87, 22-48。



- 余民寧 (2013)。新數位時代下的學習新提案。教育人力與專業發展, 30, 3-12。
- 呂惠紅 (2010)。國小月相概念教學策略對學生學習成就與學習態度之影響研究。新竹縣教育研究集刊, 10, 109-138。
- 李華隆、徐新逸、周立德、劉子鍵、鄧易展及李明裕 (2004)。Meeting tomorrow's technology in education – 專題式學習應用在行動學習的教學活動設計。在國立政治大學主辦第二屆政大教育學術論壇「另類與創新～臺灣本土教育經驗再出發」, 臺北市。
- 邱美虹、陳英嫻 (1995)。月相盈虧之概念改變。師大學報, 40, 509-548。
- 邱皓政 (2006)。量化研究與統計分析 (基礎版)-SPSS 中文視窗版資料分析範例解析。臺北: 五南。
- 馬紀楨 (2008)。3D 動畫應用於國小四年級自然領域之教學成效 - 以月相概念為例。在朝陽科技大學主辦 2008 資訊科技國際研討會, 臺中市。
- 張新仁 (2001)。實施補救教學之課程與教學設計。國立高雄師範大學教育學系教育學刊, 17, 85-106。
- 教育部 (2012)。教育部國民及學前教育署補助直轄市、縣(市)政府辦理補救教學作業要點。上網日期: 2015 年 9 月 14 日, 檢自: <http://priori.moe.gov.tw/index.php?mod=about/index/content/point>
- 陳祺祐、林弘昌 (2007)。行動學習在教育上的應用與分析。生活科技教育月刊, 40, 31-38。
- 黃天佑、賴忠良 (2009)。全球定位行動學習系統之建置與實施成效研究。國立臺南大學理工研究學報, 43, 17-37。
- 黃志敘 (2013)。小四自然與生活科技領域之補救教學～以「觀測月亮」單元之課室討論為例。臺中教育大學學報: 數理科技類, 27, 45-64。
- 黃國禎 (2012)。行動與無所不在學習的發展與應用。T&D 飛訊, 141, 1-16。
- 楊明恭、卓鴻賓 (2003)。多元智慧在教學評量上的應用。研習資訊, 20, 71-75。
- 劉仲鑫、陳威宇 (2009)。行動學習實驗系統之研究。在華梵大學主辦數位科技與創新管理研討會, 臺北市。
- 劉伊霖 (2012)。行動趨勢反向學習。中衛報告, 21, 1-15。
- 蕭英勵 (2003)。教師於九年一貫課程中的角色。研習資訊, 20, 68-74。
- 賴慶三、吳正雄 (2005)。國小學童天文實作教學學習之研究。國立臺北師範學院學報, 18, 59-86。
- 羅景瓊、蘇照雅 (2009)。縮短城鄉數位落差－從數位學習到行動學習。生活科技教育月刊, 42, 96-108。
- Anderson, O. R., & Demetrius, O. J. (1993). A flow-map method of representing cognitive structure based on respondents' narrative using science content. *Journal of Research in Science Teaching*, 30, 953-969.



- Ausubel, D. P., Novak, J. D., & Hanesian, H. (1978). *Educational Psychology: A cognitive view*. New York: Holt, Rinehart & Winston.
- Baxter, J. (1989). Children's understanding of familiar astronomical events. *International Journal of Science Education*, 11, 502-513.
- Bodner, G. M. (1986). Constructivism: A theory of knowledge. *Journal of Chemical Education*, 63, 873-878.
- Carr, M., Kurtz, B. E., Schneider, W., Turner, L. A., & Borkowski, J. G. (1989). Strategy acquisition and transfer among American and German children: Environmental influences on metacognitive development. *Developmental Psychology*, 25, 765-771.
- Champagne, A. B., Gunstone, R. F., & Klopfer, L. E. (1983). Naive knowledge and science learning. *Research in Science and Technological Education*, 1, 173-183.
- Chen, Y. S., Kao, T. C., & Sheu, J. P. (2005). Realizing outdoor independent learning with a butterfly-watching mobile learning system. *Journal of Educational Computing Research*, 33, 395-417.
- de Jager, B., Jansen, M., & Reezigt, G. (2005). The development of metacognition in primary school learning environments. *School Effectiveness and School Improvement*, 16, 179-196.
- Driver, R. (1983). *The Pupils as Scientist?* Philadelphia, PA: Open University Press.
- Eylon, B., & Linn, M. C. (1988). Learning and instruction: An examination of four research perspectives in science education. *Review of Educational Research*, 58, 251-301.
- Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive-developmental inquiry. *American Psychologist*, 34, 906-911.
- Hadwin, A. F., Wozeny, L., & Pontin, O. (2005). Scaffolding the appropriation of self-regulatory activity: A socio-cultural analysis of change in teacher-student discourse about a graduate research portfolio. *Instructional Science*, 33, 413-450.
- Hoppe, H. U., Joiner, R., Milrad, M., & Sharples, M. (2003). Guest editorial: Wireless and mobile technologies in education. *Journal of Computer Assisted Learning*, 19, 255-259.
- Jeng, Y.-L., Wu, T.-T., Huang, Y.-M., Tan, Q., & Yang, S. J. H. (2010). The Add-on Impact of Mobile Applications in Learning Strategies: A Review Study. *Educational Technology & Society*, 13, 3-11.
- Koole, M. L. (2009). A Model for Framing Mobile Learning. In M. Ally (Ed.), *Mobile Learning: Transforming the Delivery of Education and Training* (pp. 25-44). Edmon-ton, AB: AU Press.



- Kuhn, D., & Dean, D. (2004). Metacognition: A bridge between cognitive psychology and educational practice. *Theory into Practice, 43*, 268-273.
- Kynaslahti, H. (2003). In search of elements of mobility in the context of education. In H. Kynaslahti & P. Seppala (Eds.), *Mobile learning* (pp. 41-48). Finland: IT Press.
- Moreno, J., & Saldana, D. (2005). Use of a computer-assisted program to improve metacognition in persons with severe intellectual disabilities. *Research in Developmental Disabilities, 26*, 341-357.
- Nash, S. S. (2007). Mobile Learning, Cognitive Architecture and the Study of Literature. *Issues in Informing Science and Information Technology, 4*, 811-818.
- Novak, J. D., & Gowin, D. B. (1984). *Learning how to learn*. Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- Pines, A. L., & West, L. H. T. (1983). How "rational" is rationality? *Science Education, 67*, 37-39.
- Pintrich, P. R., Marx, R. W., & Boyle, R. A. (1993). Beyond cold conceptual change: The role of motivational beliefs and classroom contextual factors in the process of conceptual change. *Review of Educational Research, 63*, 167-199.
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., & Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education, 66*, 211-227.
- Rozencwajg, P. (2003). Metacognitive factors in scientific problem-solving strategies. *European Journal of Psychology of Education, 18*, 281-294.
- Schraw, G., Crippen, K. J., & Hartley, K. (2006). Promoting self-regulation in science education: Metacognition as part of a broader perspective on learning. *Research in Science Education, 36*, 111-139.
- Tsai, C.-C. (2004). Beyond cognitive and metacognitive tools: The use of the internet as an 'epistemological' tool for instruction. *British Journal of Educational Technology, 35*, 525-536.
- Veenman, M. V. J., & Verheij, J. (2003). Technical students' metacognitive skills: Relating general vs. specific metacognitive skills to study success. *Learning and Individual Differences, 13*, 259-272.
- White, R. T., & Gunstone, R. F. (1989). Metalearning and conceptual change. *International Journal of Science Education, 11*, 577-586.

# Application of Mobile Learning in Science Learning - A Case Study of Moon Phase

Chao-Ming Huang (Corresponding Author)

Jhong-Shan Elementary School, Yilan

E-mail: stanely503@gmail.com

Chi-Wen Chang

Jhong-Shan Elementary School, Yilan

Wen-Hsuan Cheng

Jhong-Shan Elementary School, Yilan

Kuang-Yi Wang

Jhong-Shan Elementary School, Yilan

## *Abstract*

*This study explored the effect of mobile learning applied to science learning activity "moon phase." This curriculum contained 4 periods of class (160 mins). There were four classes of 4th graders (n=88) joined this study. These four classes were divided into two groups included experimental group (n=42) and control group (n=46) randomly. The experimental group accepted the designed mobile learning integrated instruction and the control group accepted traditional instruction without any mobile learning technology. All students took pre-test before formal instruction and post-test after the instruction. An open-ended question was used to retrieve individual's concept about moon phase. The performance of tests were categorized into three attributes, includes science concepts, alternative concepts and misconception. The ANCOVA finding revealed that the experimental group obtained more science concept than control group significantly. Moreover, experimental group reduced more alternative concept significantly. In order to explore the effect of two different instructions, pair-t test was applied to the both of groups separately. Finding revealed that the experimental group showed the significant difference in both of science concept and misconception. The finding*



*indicates that the mobile learning integrated instruction might offer multi-function instruction, includes peer learning, real-time assessment, monitoring learning outcomes and remedial instruction, moreover it could enhance students' processing of meta-learning and metacognition.*

***Key words: science learning, mobile learning, moon phase***