

# 行動科技、擴增實境與 3D 實驗影片教學：

## 行動科技與擴增實境 在科學教育上的應用

邱美虹\*、唐尉天

國立臺灣師範大學科學教育研究所

\*[mhchiu@ntnu.edu.tw](mailto:mhchiu@ntnu.edu.tw)

隨著科技的迅速發展，近年來智慧型手機的普及已造成對人類生活習慣的極大衝擊，同時也改變人際之間的關係。根據 Ambient Insight (2013) 統計，2010 年「行動學習產品與服務」全球市場高達 32 億美元，預計在 2015 年銷售收入將達到 91 億美元。若以地區來劃分，亞洲地區成長率為 21.2%，僅次於非洲和拉丁美洲，名列第三。顯示行動學習市場正在全球快速發展，尤其是亞洲地區，行動式學習軟體或網路應用皆擁有相當大的潛力，若能推陳出新型態的行動學習軟體，加以研發推廣，必定能跟隨上此全球化的科技學習潮流。

根據行政院研究發展考核委員會調查，2010 年至 2012 年為止，我國 12 歲以上網路族群中，智慧型手機的持有率由 23.4% 快速成長至 50.7%，平板電腦也成長至 21.4%，顯示行動科技將全面智慧型進化的趨勢，行動教學軟體的潛在使用者也會相對增加。那在學校教育中勢必可預期產生新的學習革命典範。

科技的發展從早期電腦輔助教學、電腦

模擬、虛擬實境、到現在的擴增實境，這些技術的發展使科技與生活的關係更加密切，同時也改變學習的方式，從書面紙本的知識獲得到與學習教材的互動，這樣的轉變具有提升學習興趣與學習動機的契機，本文將對行動學習和擴增實境的應用做一評介。

### ■ 行動學習

行動學習主要強調在任何時間與地點的情境中進行學習，屏除傳統課室的限制，讓學生可以走出教室實際將欲學習之知識與生活情境相互連結，過程中強調學生能夠即時進行資訊的檢索與整合，並且進行人機互動與設備間的線上互動，以促進知識的建構與轉變 (Cole & Stanton, 2003; Patten, Sánchez, & Tangney, 2006)。

有別於傳統的課室情境必須侷限在特定時間與地點，透過行動科技的輔助，學生可以透過任何的行動載具在任何時間與任何地點同步或是非同步進行資訊的檢索與交流。這種透過行動載具進行學習的方式現稱之為行動學習，行動學習與傳統線上學習最大差異在於傳統線上學習課程雖然不會受到時間

的限制，但是會局限在特定場域，也就是學生必須在電腦設備前才能進行學習，而行動學習則可排除地點的限制，只要資源建置完成，學生可以在任何時間與地點進行學習。

在教學現場，教師可透過行動載具即可有效率地進行校園中與化學相關的探索活動（如清潔劑、食安等），主要原因為(1)強調「情境性」(context)，學生的學習過程直接在校園中實際進行考察；(2)強調「立即性」(immediacy)，學生學習過程可在校園中直接透過行動載具主動獲得知識；(3)強調「互動性」(interaction)，學生學習過程可以進行學生與行動載具、學生與教材、學生與學生或是學生與教師的互動，獲得即時的討論與回饋。

## ■ 擴增實境學習

行動科技作為人們隨身裝置的開發領域，在近年智慧型的進化下帶動了其他科技領域的轉變契機。作為一項綜合科技，行動科技能透過與本機一體的攝影裝置、顯示介面，運行具擴增實境技術的軟體，不只突破以往擴增實境技術在裝置便利性上的缺點，普及使用的問題也在短時間內獲得解決。

所謂擴增實境 (augmented reality, 簡稱AR)，即意指將真實世界的視覺與虛擬世界的影像或圖片相互結合，並透過顯示器產生複合式的影像，強調真實世界與虛擬世界的交互作用，讓學習者獲得截然不同於網路為主的學習模式。許多人常誤以為虛擬實境與擴增實境相似，顧名思義，兩者當然截然不同，前者強調虛幻的部分，後者則強調與真

實情境的結合，使物件真實的呈現於眼前。

簡單而言，擴增實境具備以下的特徵與能供性 (affordances) 可以做為學習輔助的特性。擴增實境包括：(1)讓學習內容以三維空間方式呈現，學生可以藉由擴增實境的呈現獲得三維空間的概念內容，例如擴增實境的技術可以讓二維行星運轉太陽的圖片以三維空間呈現；(2)滲入特定情境進行合作學習，學生可以藉由行動載具進行課室內外特定情境的擴增實境學習，並且藉由資訊的檢索判斷進行合作互動；(3)立即性的感官回饋，學生沉浸其中，透過人機互動獲得即時性的回饋；(4)將看不見的物體視覺化呈現，學生可以藉由擴增實境將原本肉眼無法看見的物體透過模擬呈現，例如：三維空間的化學分子可以更加凸顯分子間的排列方式；(5)連結課室與戶外的學習場域，進行校園動植物探查的同時，藉由擴增實境的技術讓學生直接在校園環境中與學科教材相互結合。

上述擴增實境的特徵結合實體與虛擬部分再透過顯示器讓學生可以操作的介面途徑，可幫助學生突破原有感官的學習方式，擴增其對應的相關知識及訊息。於科學學習中，不同維度間的特殊學習過程，能經由設計獲得具體與微觀之間的轉換，例如具體的晶體圖像擴增顯像出分子的排列結構。更深入來說，擴增實境作為學習的輔助工具可從其提供實作、認知、情意等面向的提升。其中實作部分，擴增實境提供實體操作的基礎，讓學生可以藉由操作過程理解相關的學科概念；在認知部分，透過巨觀、微觀與符號尺度的連結與操作抽象表徵，以及擴增實境應用空間與時間相互連接的特性，可達到

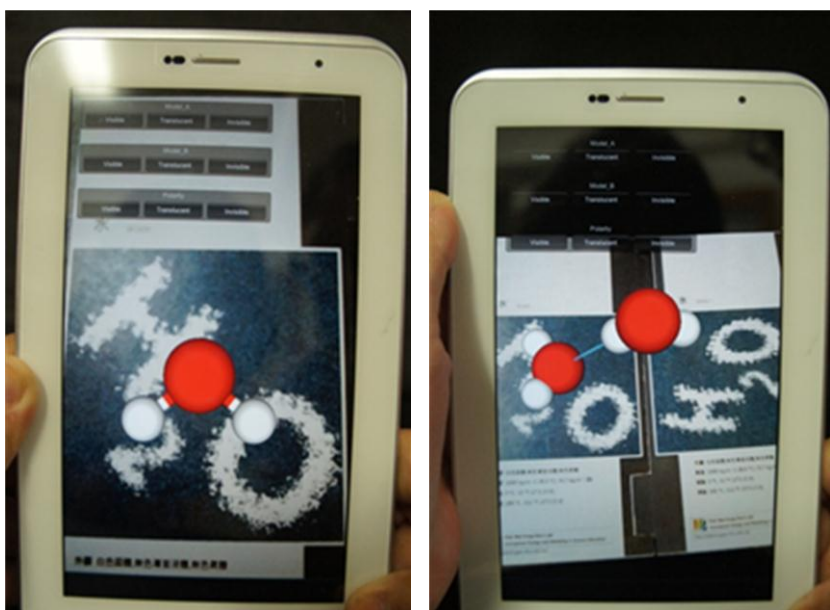


圖 1：水分子的結構（左）

圖 2：水分子產生氫鍵的情形（右）

建構科學模型的理解；在情意方面，透過與同儕互動與溝通共同透過行動科技的學習，可以增進對科學學習的態度與興趣。

## ■ 創造擴增實境的學習環境：實例說明

擴增實境輔助科學概念的學習已經在特定學科中使用，包括：數學、物理、生物、化學以及地球科學，並且在動機、態度以及學習成就表現上獲得顯著性的效果。從文獻中可以看出擴增實境在學科概念學習的可能性而非只是單純提供娛樂的功能。以下將介紹我們的研究團隊所發展的 AR 輔助教具。

過去三年我們的高瞻計畫團隊與台北市萬芳高中的自然科教師嘗試研發數組擴增實境教具，內容包含物理、化學、生物等自然學科。以下簡介我的研究團隊在執行科技部高瞻計畫後的數項成果：水分子、奈米碳管、

DNA 分子結構等教具，前兩者與化學相關，而介紹 DNA 主要是因為其與化學大分子結構較為相關，希望可以拋磚引玉，透過這樣的設計讓教師們思考化學中可以研發的主題。這些教具的研發，除配合教學所需與行動科技的來臨，供教師在教學上的參考外，更重要的是這些教具都可以作為學生自學的學習工具，不受時間地點的限制，只要想學習想看，就可以隨心所欲取出觀察檢視，若能激發其思考與創造力，則達到進一步

教育的意義。

### 一、極性分子和非極性分子

極性分子和非極性分子的主題在教學上是個重要的主題，物質的不同性質，可以產生不同的效果。分子與分子之間的交互作用中（如氫鍵的形成）在化學教學與學習上常需透過想像力的方式去建構其形成的過程與結果。因此，我們透過設計一個 AR 學習環境中，讓學生可以自行操作實體觀看極性分子（如水）和極性分子非極性分子（如甲烷）不同的表徵以及互動的情形。針對單一極性或非極性分子，學生可以選擇不同的呈現方式來觀看其分子結構，如球棍模式或填充模式。其次，學生可以將兩個相同或不同的分子靠近，觀看是否可以分子間會產生作用力。以水為例，圖 1 是水分子的結構，當學生將兩張水分子的圖卡放在一起時，即可觀察到氫鍵產生在氧原子和氫原子之間。但是

若將兩個水分子的氧靠近時，會出現排斥力，如圖 2 所示。除此之外，這組教具還提供甲烷、甲醛等物質讓學生可以透過操作探討那些是極性分子和非極性分子，且彼此之間是否可以產生氫鍵。

## 二、奈米碳管的介紹

奈米碳管 ( Carbon Nanotube, CNT ) 是在 1991 年由日本物理學家飯島澄男博士 ( Dr. S. Iijima ) 利用高解析度的電子顯微鏡觀察到電弧放電後石墨陰極沉積物中細長狀物質的結構長約 1 微米，直徑為 5-30 奈米的管狀碳分子，進一步

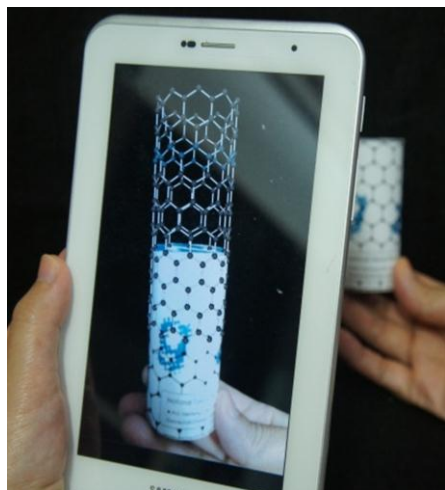


圖 3：奈米碳管立體結構 ( 一 ) 為 繼 石 墨、鑽石、

$C_{60}$  後成為第四種碳元素的同素異形體---奈米碳管。由於奈米碳管因管壁結構的不同又分為 3 種：單層、雙層及多層。隨著管壁構造的不同，其性質也隨著不同，可能偏向半導體性，也可能偏向金屬性( 科技部，2014 )。其中單層奈米碳管會因碳原子的排列方式和旋轉角度的不同而表現出不同的物性及力學性質 ( 曾世豪、邱建超、戴念華，2006 )。而

單層奈米碳管則分為三種扶椅型 ( armchair )、鋸齒型 ( zigzag )、對掌型 ( chiral，因多具螺旋狀，故又有人稱螺旋形 )。

因教學上不易呈現不同結構的奈米碳管，

因此本研究團隊研發這三種奈米碳

管本的擴增實境的教材，讓學生可以透過不同的角度去觀察奈米碳管的結構彼此之間有何不同，如圖 3-5 所示。我們也曾就這些成品訪問過一些大學生，他們對於這樣的學習方式感到特別有興趣，認為可以手持物件旋轉適當角度觀察  $sp^2$  的分子結構，並比較不同組合方式形成不同結構的物質有助學習。

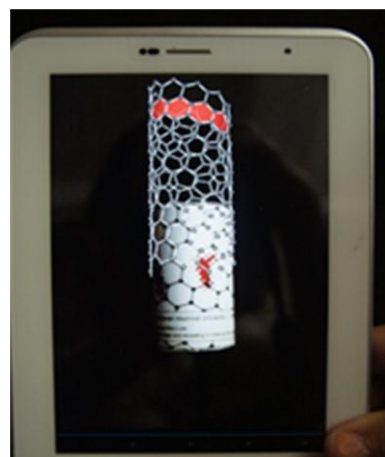


圖 4：奈米碳管立體結構 ( 二 )

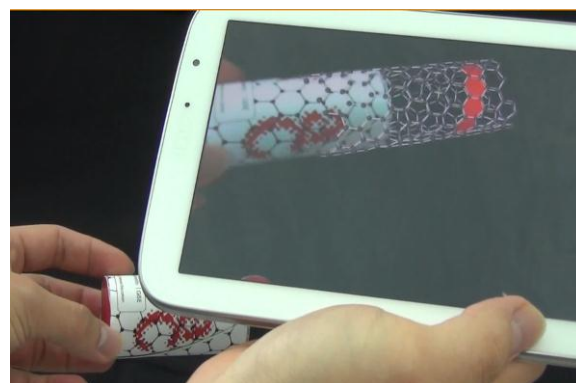


圖 5：以不同角度觀察奈米碳管立體結構

### 三、雙股螺旋擴增實境

本研究團隊使用立體的雙股螺旋模型能讓學習者直接理解其形組成方式和結構，像是含氮鹼基的種類，彼此的配對，氫鍵結合等。但參與試驗品開發的生物科教師，認為傳統模型無論是實體或紙本上的，仍有著教學應用上的缺陷，那就是固定的 DNA 序列以及固定的模型複雜度。固定的 DNA 序列，尤其是繪製在紙本上的平面模型，讓教師欲講解不同生物的序列差異時，無法繼續以該模型說明，且傳統模型的複雜度無法調整，但模型複雜度往往要能適合教學對象及學習概念的階段，例如鹼基配對的概念適合使用簡易模型來教學；鹼基結構的部份就較需配合複雜模型來解說。

有鑑於上述的需求，本研究團隊技術人員研發出呈現雙股螺旋模型的擴增實境教具，與生物科教師合作打造擁有兩種模組之擴增實境，以突破傳統模型的缺點，其中一種模組能配合不同生物圖案的實體教具顯示不同的 DNA 序列，讓學生自行探究顯現出的差異，如圖 6 和圖 7 所示。

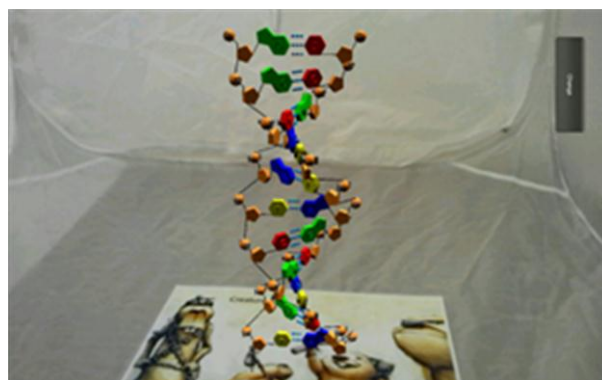
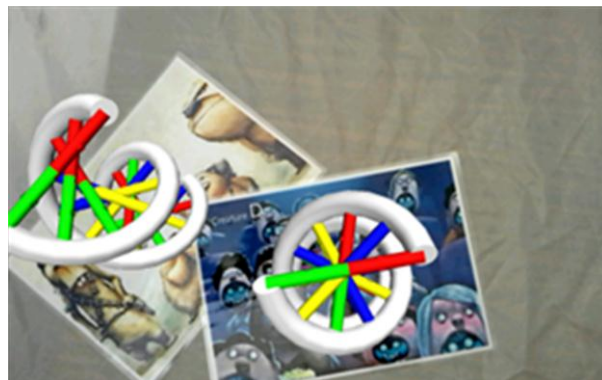


圖 6：自由觀察立體結構（上）

圖 7：切換為複雜模型（下）

此外，DNA 模型的擴增實境提供使用者自由地從各種不同的角度觀察立體結構，也可由介面按鈕切換顯示的複雜度。

雙股螺旋擴增實境用於課堂教學時，可幫助教師將 DNA 模型呈現於學生手中，讓學生們自主觀察和操弄，需要時也可指示學生切換為複雜模型做進一步的講解，甚至給予時間請學生做配對組合的練習，如圖 8 所示。

目前我們已將所開發的 AR 行動科技教具與教學活動，透過辦理兩次大型的行動科技科學教學工作坊（約有



圖 8：學生自主觀察和操弄擴增實境

250 位教師參與) 以及到受邀的學校進行教師專業成長的交流，以推廣行動科技融入教學的活動，教師與學生的反應都非常熱烈，如圖 9 所示。由於開發此項教學資源相當費時費工，我們建議教師應著重在實際教學面上如何有效的使用教具，並設計具啟發性的教學活動與評量方式以充分發揮擴增實境扮演

鷹架的角色，協助學生了解抽象、複雜的科學概念，並藉此改變學生的學習態度、提升學習與探究的興趣、進而促進其對科學知識的理解。換言之，教師宜針對教學上可能產生的困難，思考如何可以透過行動科技與擴增實境的教具來促進學生的學習，改變教室中學習的文化，引起學生自動學習的動機並享受學習的樂趣。

## ■ 結語

臺灣中小學的教學媒材仍然以紙本為主，尚未積極實施電子媒材的教學。由紙本到可攜數位教材仍需要有一定的典範轉移期程，尤其是支持紙本到可攜數位的典範轉移所需的中介教材必須先進行發展性的工作，其中尤其是行動科技輔助之科學學習教材則

是應被發展而尚未有效發展的環節。例如：立體結構顯像、實境實驗操作訓練、GPS 環境調查等，並整合部分已發行之公開軟體，作為行動科技輔助教學之整合型應用。未來開發類似教材應有更多教師提供現場教學之需，以利研發人員開發符合現場需求的教具，充實教學內容與學習素材。



圖 9：推廣行動科技融入教學的活動

## ■ 致謝

感謝科技部提供研究經費使本研究團隊得以進行新興科技融入學校課程的計畫；感謝台北市萬芳高中的師生給予研究上最大的支持，尤其是湯偉君老師的協調與溝通，使本研究工作得以順利進行；感謝本研究團隊成員周金城教授和劉俞志教授的專家意見、林啟華和許晉維兩位研究生的協助，更要感謝唐尉天技術工程師的專業研發技術，使本研究成果具前瞻性，本文第一作者在此一併致謝。

## ■ 參考文獻

科技部(2014)。一微奈米技術。下載於 <http://www.most.gov.tw/ctpd.aspx?xItem>

[=14600&ctNode=76&mp=8](#)

曾世豪、邱建超、戴念華(2006)。奈米碳管之製成技術簡介。真空科技, 19(1), 17-25。

Ambient Insight (2013). The Asia Market for Mobile Learning Products and Services: 2012-2017 Forecast and Analysis. *Ambient Insight Regional Report*, 4-6.

Cole, H., & Stanton, D. (2003). Designing mobile technologies to support co-present collaboration. *Personal and Ubiquitous Computing*, 7(6), 365–371.

Patten, B., Sánchez, I, & Tangney, B. (2006). Designing collaborative, constructionist and contextual applications for handheld devices. *Computers & Education*, 46, 294–308.