

行動科技、擴增實境與 3D 實驗影片教學： 擴增實境在化學教學上的應用

鄭嫻珍¹、邱美虹^{2,*}

¹臺北市立信義國民小學

²國立臺灣師範大學科學教育研究所

*mhchiu@ntnu.edu.tw

你可以想像在未來，藉由一張報紙就能聯結相關網路訊息，即時知道天氣的變化；由登機票，可知飛機起飛時間是否有延誤；只要用雙手擺出拍照手勢，就能拍照，想撥個電話、看時鐘、查即時訊息，雙手作個動作，時鐘、電話、即時訊息，就出現在你的

眼前，甚至在任意空白紙上看電影、玩遊戲、任意的擷取資料、做文書處理.....等等，任何你想知道的訊息，只要透過身上簡單的配備就能立即處理，並能將所獲得的資訊，與家中的個人電腦做連結，以及未來不用帶相機、平板電腦、智慧手機，只要套上這個由麻省理工學院學生普拉納夫·密斯崔 (Pranav



圖 1：Pranav Mistry 第六感驚人的潛力

(圖片來源：<http://www.youtube.com/watch?v=qC3H3JOtvSs#t=476>)

Mistry) 發明的第六感人機互動裝置 (sixth sense, 見圖 1) 出門, 即能將數位世界和實體世界相互結合, 若這樣的設計可以普及化, 未來的世界將有截然不同的面貌。你能想像嗎? !

這個數位世界 (虛擬世界) 和實體世界結合的科技, 就是現在最夯的擴增實境 (augmented reality), 簡稱 AR。那擴增實境是什麼呢?

■ AR 的定義

AR 最早是由 Milgram, Takemura, Utsumi, & Kishino (1994) 對於介於真實和虛擬之間的概念, 提出「真實-虛擬連續性」

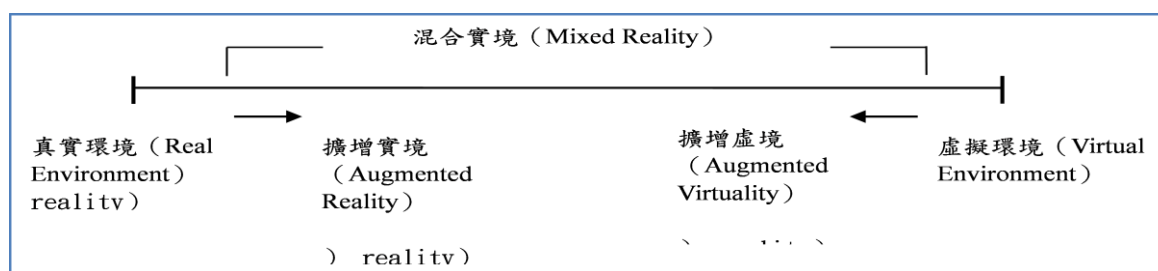


圖 2：真實 - 虛擬連續性 (reality-virtuality continuum)

(reality-virtuality continuum) 觀點 (圖 2)。他們將真實環境和虛擬環境分別作為「真實 - 虛擬連續性」的兩端, 位於它們中間的被稱為「混合實境 (mixed reality)」。其中靠近真實環境的是擴增實境 (augmented reality, AR), 靠近虛擬環境的則是擴增虛境 (augmented virtuality, AV)。其中所謂擴增實境就是利用模擬的線索擴大對操作者的回饋。狹義而言就是科技為模擬實境的一種形式。

另 Azuma (1997) 定義擴增實境是一種介於虛擬與實境兩者間的一種技術, 且包含三種特點: (1)同時包含實體與虛擬物件, (2)能即時互動, (3)能精準 3D 定位虛擬與實際物件。簡言之, 擴增實境是將虛擬物件透過儀器融入真實情境中, 能豐富實境的場景, 促進即時互動, 讓使用者能獲得立即的回饋。

■ AR 在教育上的應用

早期, 擴增實境透過頭戴式顯示器 (head mounted displays, HMD) 將虛擬物件融入真實情境中, 但是頭戴式顯示器攜帶不便, 再加上 AR 所需的設備又貴, 無法普及化。隨著科技日新月異, 手提電腦、平板電腦、智慧型手機的問世, 科技技術的提升, AR 所需

的設備攜帶方便, 間接提高 AR 能見

度, AR 漸漸成為我們生活中的一部分, 例如: Google glass、廣告宣傳、魔法書、博物館或校園的行動導覽、醫療手術的應用、教學上的應用。

擴增實境在教育上的應用雖然仍在起步當中, 但已逐漸獲得實證, 譬如在教學中融入 AR, 由於它的視覺、動覺等感官刺激, 提高學生的主動參與意願; 它提供的 3D 學習內容, 可培養學生發展較佳的空間能力; 在 AR 情境中, 與虛擬物件互動, 經由立即的回饋, 可加深學生對學習內容的印象與興趣;

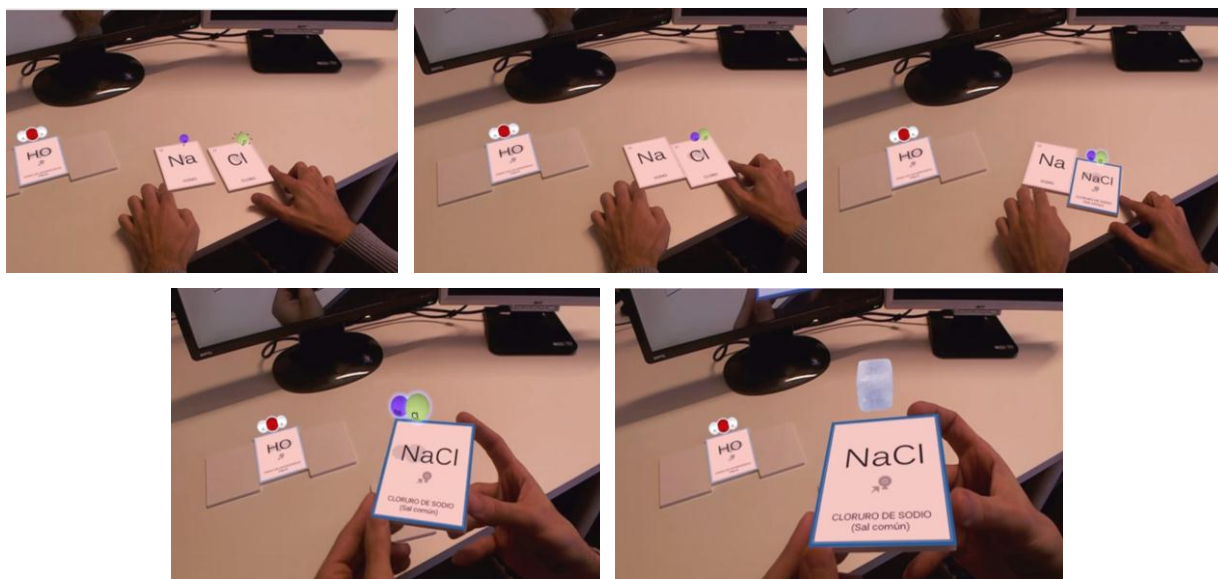


圖 3：AR Chemistry Augmented Reality Education (圖片取自附錄一)

AR 可將看不見的概念視覺化(如天文學、化學反應、分子結構等)，提升學生對抽象內容的理解、建立正確的知識，減少迷思概念；在 AR 情境中，與同儕合作共同解決所面對的環境議題，可使學生社會互動能力變佳，對問題能更敏感，並根據情境提出解決方案，讓學生有機會做出決定、提升學生推理能力與思考邏輯能力等。

在這篇短文中，我們將簡要介紹六個在化學教學上應用的 AR 實例，作為說明 AR 未來在教學上的可能性以及對學生在學習成效和動機上可能造成的影響。在化學教育上，我們常發現學生對抽象複雜或是需要空間能力才能建構的化學結構知識很難進行抽象思考，而 AR 的設計正好可以彌補學生在這方面能力的不足，提供一個可以和化學分子物件互動的機會，並可以依照學習者自己的學習步調或觀察的角度，隨意轉動物件來達到對化學結構的認識。

例一、元素與化合物

Zientia 公司最早開發的就是化學教育用的擴增實境教具 (<http://zientia.com/chemistry101>)。Zientia 開發擴增實境的教具來教導電子組態與物質的組成。以下面的食鹽化合物 (NaCl) 為例，使用者可以先觀察 Na 和 Cl 的電子組態，然後將兩原子靠近後觀察兩元素產生氯化鈉分子的結構以及巨觀表徵，使用者也可以調整

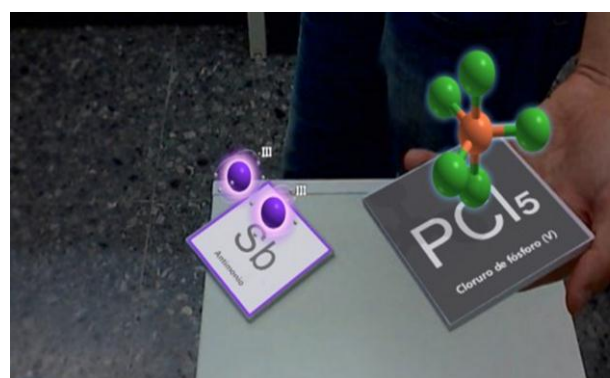


圖 4：PCl₅ 之 AR 分子結構
(圖片取自附錄二)

或旋轉觀察氯化鈉的角度(見圖 3，示範影片見附錄一)。圖 4 的 PCl₅ 亦同。

例二、分子結構

Daqri 所設計的 Elements 4D 應用軟體目的是經由擴增實境的科技將抽象的概念具象化。以水分子為例，Elements 4D 設計的紙張或木塊的物件可以將物件直接轉化為動態的元素表徵 (Daqri 相關資料見附錄三)，如圖 5 所示。

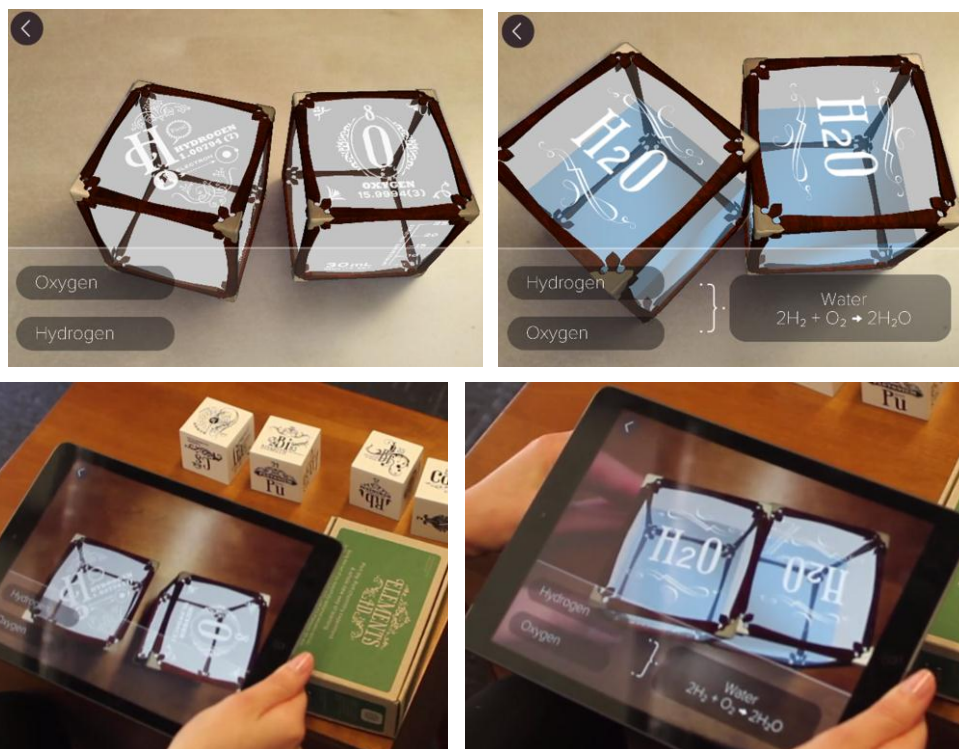


圖 5：水分子 AR 教具

(圖片出處：<http://elements4d.daqri.com/#intr>)

一套互動式的擴增化學教具與軟體主要是為高中生設計來引介 VSEPR 理論。

例三、分子結構

本設計包含元素擴增鍵盤、電腦設備、WebCam 等裝置 (見圖 6)，用特殊手套按下元素名稱即可看見分子結構圖並能旋轉物件，以透過不同角度觀察分子的結構 (Singhal, Bagga, Goyal, & Saxena, 2012)。這

例四、分子間的交互作用

此設計主要是介紹分子之間的鍵結關係，從小分子的結構開始產生分子間的交互作用，再進而形成大分子。圖卡或是紙盒的特殊功能就是讓使用者可以任意轉動圖卡或

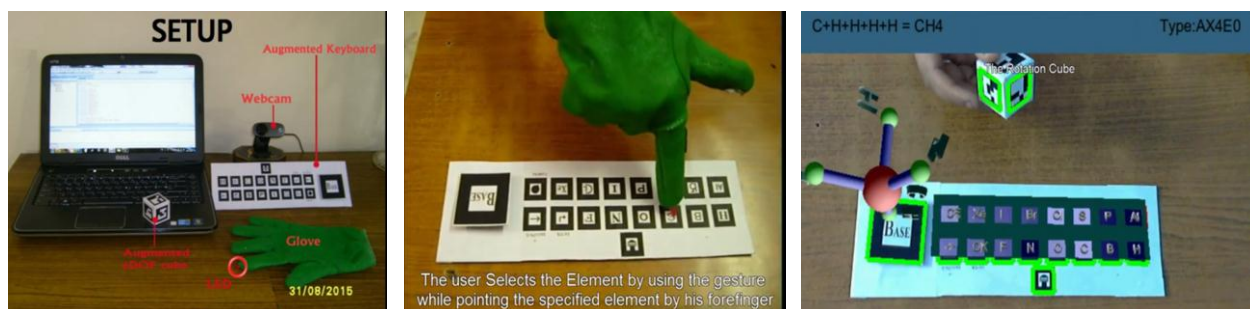


圖 6：設備與透過旋轉紙盒呈現甲烷的結構

(Singhal, Bagga, Goyal, & Saxena, 2012 · 示範影片見附錄四)

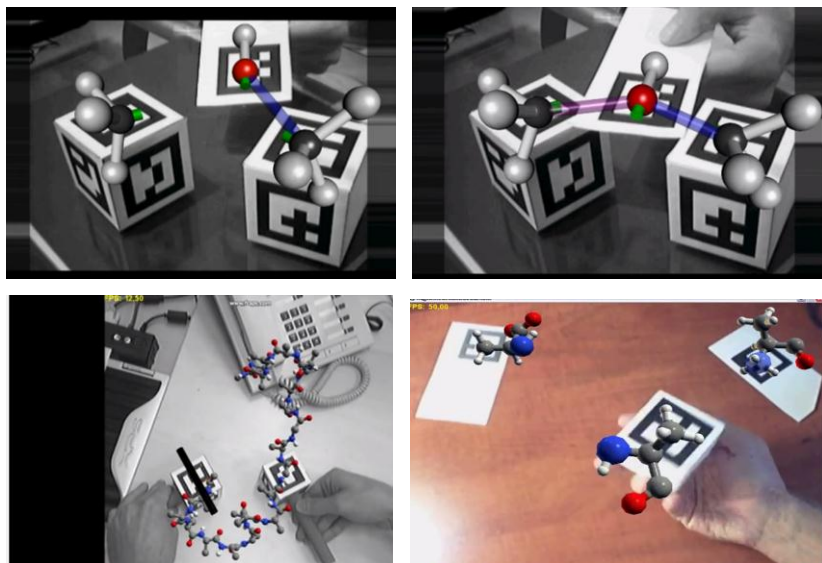


圖 7：FAR 11: Augmented Chemical Reactions

是紙盒以便觀察原子之間的相對位置和鍵結的形成，如圖 7 所示（示範影片見附錄五）。類似的軟體與教具亦可參考此網站：
<http://far.in.tum.de/WebHome>。

例五、分子軌域

本設計是利用擴增實境的設計在電腦上面可觀察分子軌域、鍵結角度、混成軌域等

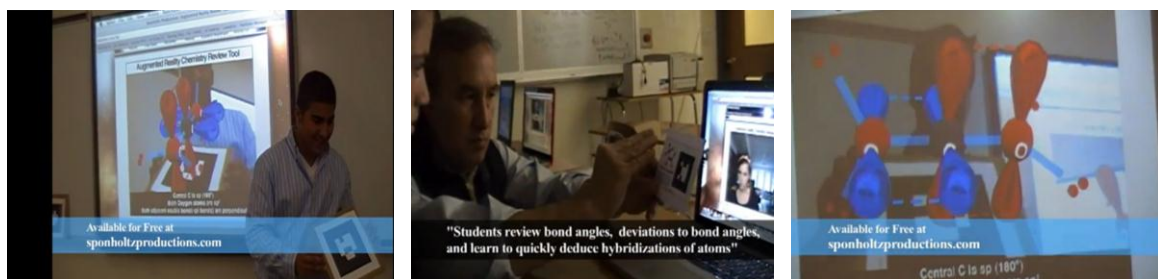


圖 8：分子軌域

（見圖 8 與附錄六），這些概念在中學化學學習時是屬於較抽象的概念，學生通常較具困難去想像混成的電子關係。因此，透過新科技的功能，可以提升學生概念的理解與發展空間關係的能力。類似的軟體與教具亦可參考此網站：
<http://sponholtzproductions.com/index.html>。

例六、原子模型與分子結構

在化學教學上，教師常需藉由分子模型或是繪圖的方式去介紹微小的分子結構讓學生了解原子之間的關係，以及他們之間在空間位置上的關係。若是以平面方式進行教學，學生常無法理解他們 3D 的關係。譬如學生藉由化學元素圖卡，可觀察兩個元素結合後產生的化合物分子的結構圖（見圖 9 說明 H 分子加上 O 分子形成水分子，示範影片

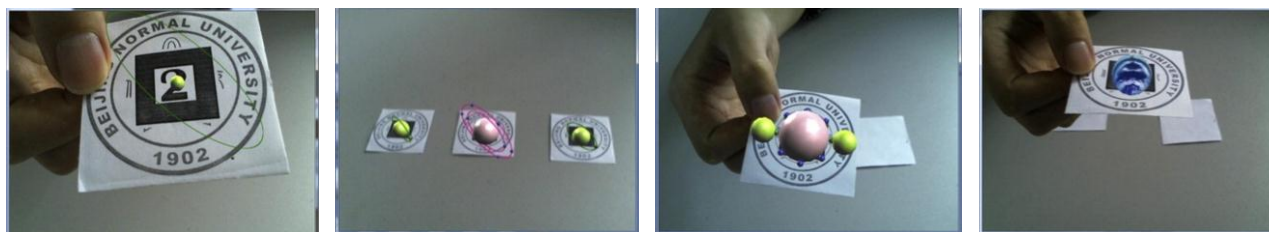
說明見附錄七）。上課教學影片見圖 10 和附錄八。

結語

化學主要在探究一個肉眼不能見的微觀世界，學習者需透過豐富的想像力去理解微觀世界，對抽象思維能力尚未發展成熟的學習者而言，常會有錯誤認知，造成學生學習

的困難，這也是一般人疏離化學的原因。

AR 的設計與一般其他媒體不同的地方在於它可將分子結構具體的疊加在實境中，讓學生能夠將微觀真實世界無法看到的現象形象化、視覺化，讓學生擴大學習的經驗，引發學生的學習興趣，提升學生思考的能力。這種藉由 AR 的運用，將微觀世界具體



電子圍繞原子核

3 個原子模型

水分子結構

實際水滴的水分子

圖 9：原子結構和水分子結構



圖 10：上課教學影片

化，引發學生的主動參與，提升學習興趣，使學生得以透過有效的教具建立正確的化學知識，減少迷思概念的產生。對教師而言，以往需一再講解說明，仍無法明確地傳達化學微觀世界的粒子結構與行為，透過 AR 的輔助教學，可促進學生對微觀世界的認識，以達到教學目標。簡而言之，AR 提供一個縮短「化學」與學生的距離。「善用」AR 於化學教學中，既能提升學習效益，亦能提高教學的成效。「化學」與你我距離更貼近，若如此，未來將改變「化學」學習的面貌。

■ 附錄

附錄一：教學影片：

<http://www.youtube.com/watch?v=IpNrWKQFq6Q>

附錄二： PCl_5 之 AR 分子結構圖片取自：

<http://www.digitalvmagazine.com/en/2014/01/21/zientia-platform-facilitates-learning-in-the-classrooms-using-augmented-reality/>

附錄三：Elements 4D

1. 可打印的圖卡出處
<http://daqri.com/elements4D-paper-blocks/cube1-target.pdf>
2. 說明使用 AR 的影片出處：
<http://www.cnet.com/news/daqris-elements-4d-augmented-reality-app-aims-to-educate-the-masses/>
3. Carney, M. (2013) 介紹 Elements 4D：
<http://pando.com/2013/07/24/daqri-elements-4d-kickstarter>

附錄四：以手勢為本的鍵盤擴增化學實驗室

(Augmented Chemistry Lab with gesture based keyboard，圖片取自：

<http://www.youtube.com/watch?v=m5ipCLIAIw4> 以及 Singhal, Bagga, Goyal, & Saxena, 2012)

附錄五：示範影片：

<http://www.youtube.com/watch?v=aPd8fr46bng>

附錄六：Chemistry Review with Augmented Reality 示範影片：

http://www.youtube.com/watch?v=iFJCp_m2iVY

附錄七：applying AR in chemistry

learning-case 1 示範影片：

<https://www.youtube.com/watch?v=pWYRUXmna7c>

附錄八：教學影片：

https://www.youtube.com/watch?v=WCr_bEkifLD0

■ 參考文獻

- Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. *Teleoperators and Virtual Environments*, 6(4), 355–385.
- Milgram, P., Takemura, H., Utsumi, A., & Kishino, F. (1994). Augmented reality: a class of displays on the reality–virtuality continuum. *SPIE: Telemanipulator and Telepresence Technologies*, 2351, 282–292.
- Singhal, S., Bagga, S., goyal, P., & Saxena, V. (2012). Augmented chemistry: Interactive educational system, *International Journal of Computer Applications*, 49(15), 1-5.