

看插畫也能學化學

張庭婷¹、周金城^{2,*}

¹ 國立臺北教育大學自然科學教育學系碩士班科學教育組

² 國立臺北教育大學自然科學教育學系

*ccchou62@tea.ntue.edu.tw

■ 前言

我（第一作者）在擔任補習班化學教師三年多的經驗中，發現高二的學生感到最困難的單元就是二上化學第一單元的「氣體」了。學生下課後來到補習班，除了問課本習題，也常請教關於該單元如何準備，或是要怎麼樣才能將氣體五大基本定律—波以耳定律、查理定律、給呂薩克定律、波查定律以及亞佛加厥定律的內容「記起來」等問題。身為化學教師，當然不希望自己的學生使用死背的方法，因為背得了一時，背不了一世，短時間的記憶對他們的幫助不大，一不小心還可能產生迷思概念。但是要真正的理解，能使用什麼方法呢？這個小小的想法，開啟了我和科學插畫的緣分。

■ 學生晤談紀錄

在上課前，我先詢問三位學生：「你們仔細閱讀課本上的文字敘述後，對於氣體這個單元的想法是什麼？」

（以下三位高二學生以 S1、S2 和 S3 代稱）

S1（女生）：「在看完波以耳定律的簡介後，

我在腦袋裡想像一間教室和一個操場兩個地方都擠了同樣多的人，因為教室會比較擠，所以教室裡的壓力比較大。因此可以說明當氣體溫度和莫耳數恆定的時候，體積越小的容器，壓力會越大。」

S2（女生）：「我腦袋裡第一個浮現的圖像是氣球，如果吹氣進去，氣球會膨脹起來，隨著氣球慢慢地充大，證明氣體的量越多，體積就會越大。」

S3（男生）：「目前為止我只有把這些定律的公式背起來，沒有試著去理解，因為我怕太仔細地去讀反而會忘記這些符號的位置。」

師：「很好，那你們對於這五項氣體定律最大的疑惑是什麼？」

S1：「我不太能理解查理定律和給呂薩克定律內描述的，溫度和壓力以及體積的關係，我想用實際存在的物品去解釋，但是沒有辦法。」

S2：「我覺得困難的地方也是大致相同，不了解溫度和壓力、體積的關係。」

S3：「我覺得這有一點太難了，可能需要用其他的方式學習我才能理解。」

經過晤談後，發現學生在學習這個單元

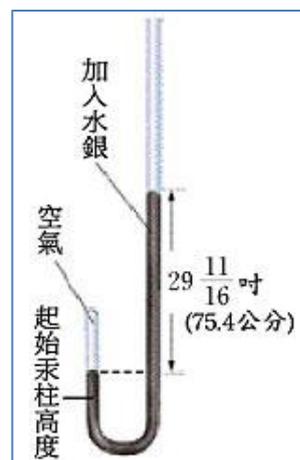
時，只要看到公式出現，就自然而然地想要將這些公式與生活經驗連結（如 S1 和 S2 的回答），如此可以幫助他們在學習新概念上擁有教學鷹架（instructional scaffolding）的輔助，同時在思考時也會使用具體看得見的物品來當作例子，幫助記憶。

同時也發現，其實氣體單元中的五大定律，描述的視角皆是十分微觀的，在國中和高中一年級時尚未要求學生使用分子動力論的角度來看壓力、體積、莫耳數甚至能量上的變化，就這樣一頭栽進微觀的世界，也難怪他們會無所適從了。

■ 進行文獻探討

我（第一作者）目前正在就讀研究所，因為大學時期就對科學繪本非常有興趣，因此也決定進行這方面的研究，非常幸運地，有一天正在進行論文文獻探討時，在期刊論文中尋找到關於科學繪本的幾篇文章，裡頭提到人類接收的外界刺激，有 80% 是經由視覺傳遞，在實際見聞的狀況下，有 30% 的大腦皮層會參與，透過具體圖像的視覺傳遞加上閱讀時使用語言聯合區，將能使學童更加能理解文中所要傳達的意涵，且對於學生的科學詞彙理解、描述性概念、學習動機以及課堂參與皆有顯著的提升。利用卡通形式設計科學教材內容，能吸引學生進一步去理解科學本質或複雜科學概念 (Chin & Teou, 2009; Cil, 2014; Dalacosta, Kamariotaki-Paparrigopoulou, Palyvos, & Spyrellis, 2009)。若能使用具體圖像和容易閱讀的文字來進行氣體單元的教學，或許也能有成效也說不定，不失為可以嘗試的辦法。

需要具體圖像和容易閱讀的文字，我直覺想起了國小自然課本經常會有的可愛插圖，或許高中課本、講義中，有那麼一本是我需要的。但是，在進行各大書商化學課本、講義的分析比較之後，發現大部分都是利用文字敘述來解釋氣體定律，且其中刊載的插畫皆是化學家發現氣體定律前進行實驗的觀察結果（見圖一），這類插圖雖立意良好，但卻因為出現了 J 型管這項不常見的實驗器材，反而造成學生認知上的困擾，於是在遍尋不著理想中的科學插畫教材後，我決定自己繪製一套氣體定律的插畫。



圖一：書商既有插畫示意圖——以波以耳定律為例

（資料來源：南一高中學習網，

http://www.nani.com.tw/nani/slearn/slchem/chem_a/2_year/chem_a_2y1.jsp）

■ 作品展示

經過大量閱讀高中化學書籍以及參考大二時期修習的物理化學這門課的講義後，我繪製了五大氣體定律的科學插圖，這些作品展示如圖二～六所示。

■ 感想

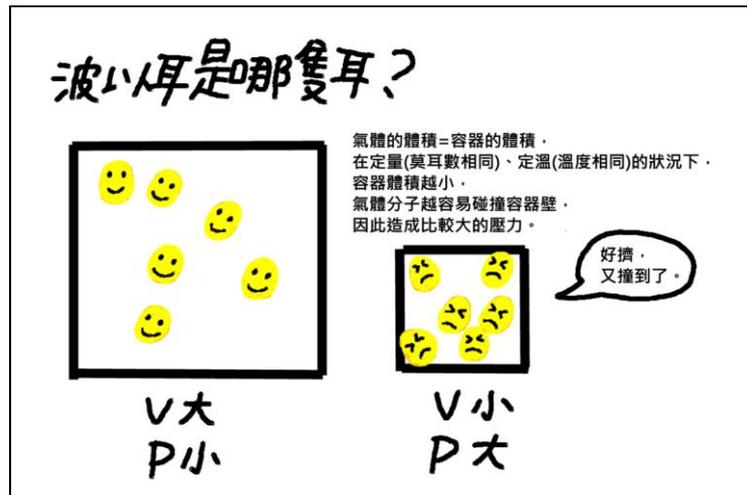
融入這些插圖於教學中，發現透過可愛插圖(具體圖像)的教學法，普遍受到學生的歡迎，以下附上三位高中學生利用化學插圖學習後的心得。

S1:「使用這幾張插圖學習後，解決了我原本對於氣體溫度和壓力以及體積關係的疑問，而且很可愛，我很喜歡。」

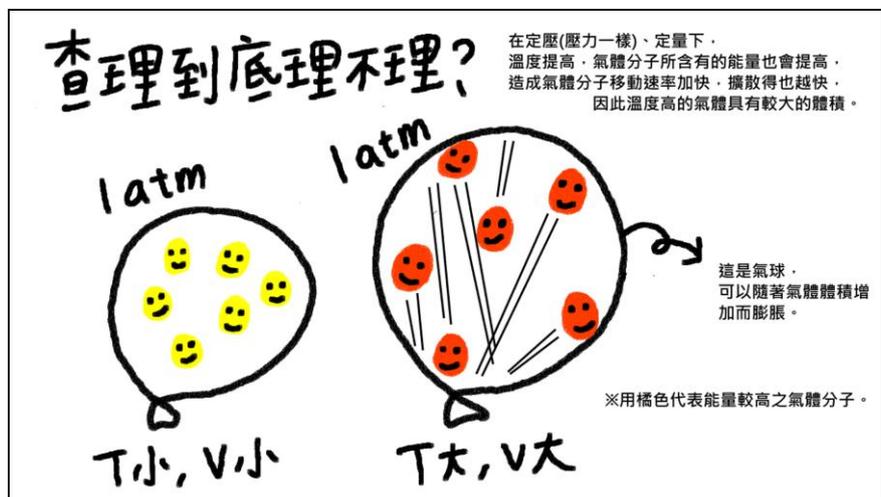
S2:「原來溫度提昇會造成氣體分子能量的變化，這是在閱讀課本時無法了解的，有插圖可以讓我理解氣體發生改變的前因後果，不過如果會動就更好了。」

S3:「現在我覺得可以不用硬背也能理解這些氣體定律了。」

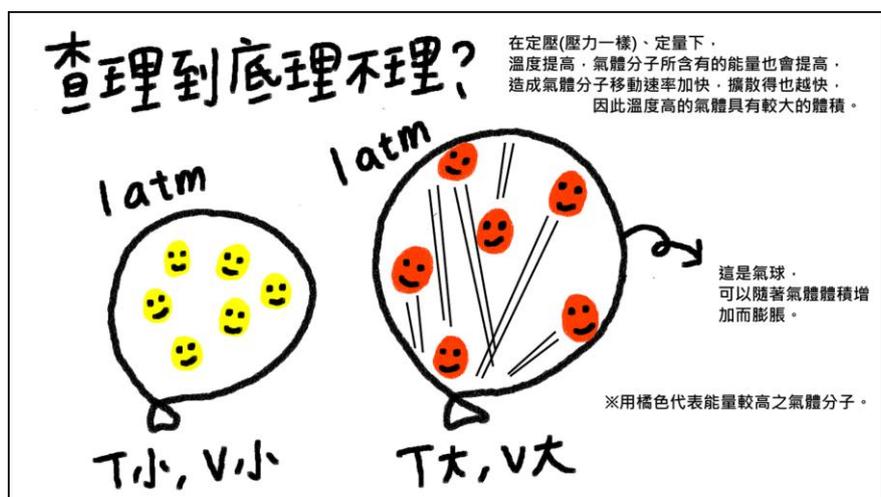
很開心學生們因為這些化學插圖在學習上的疑惑都得到解決，雖然進行科學插圖的繪製前後都花了很多時間，但是如果能夠將這項教學方法進行推廣，相信會有更多學生受惠，因此將我繪製這套插圖的



圖二：化學插畫—波以耳定律



圖三：化學插畫—查理定律

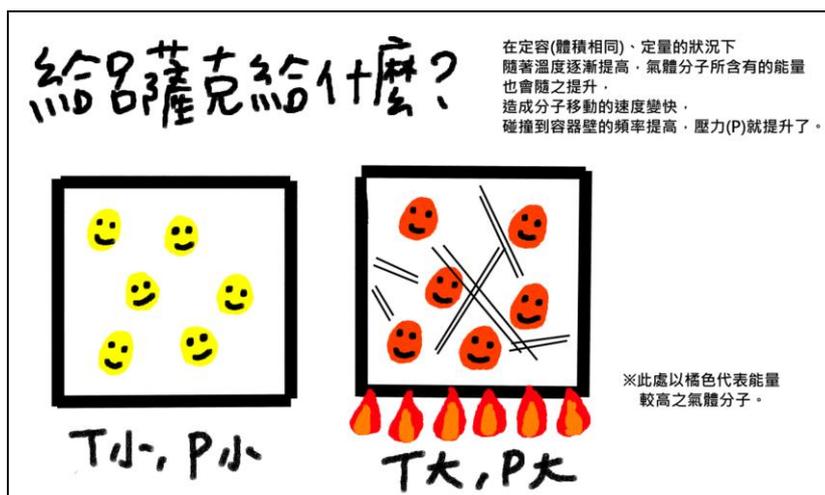


圖三：化學插畫—查理定律

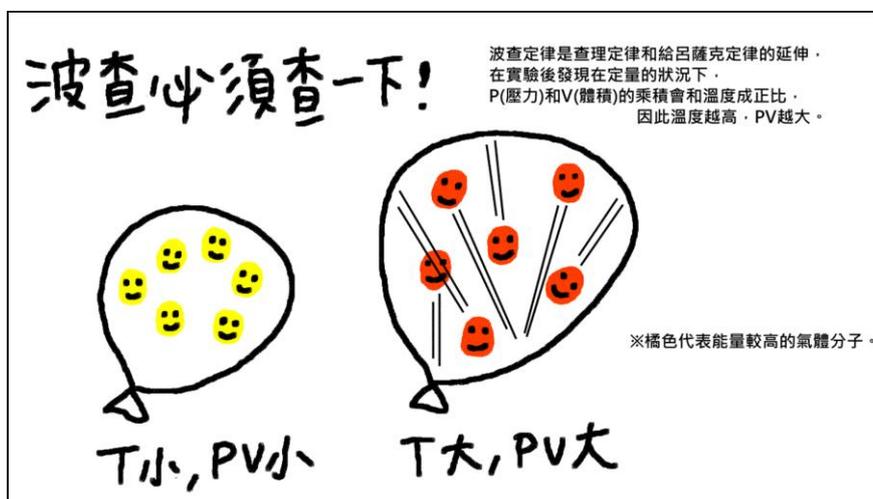
動機和過程以及成果撰寫成文章投稿至《臺灣化學教育》，以期有更多人能使用這項化學教學資源，如有任何意見，也歡迎您來信指教。

■ 參考文獻

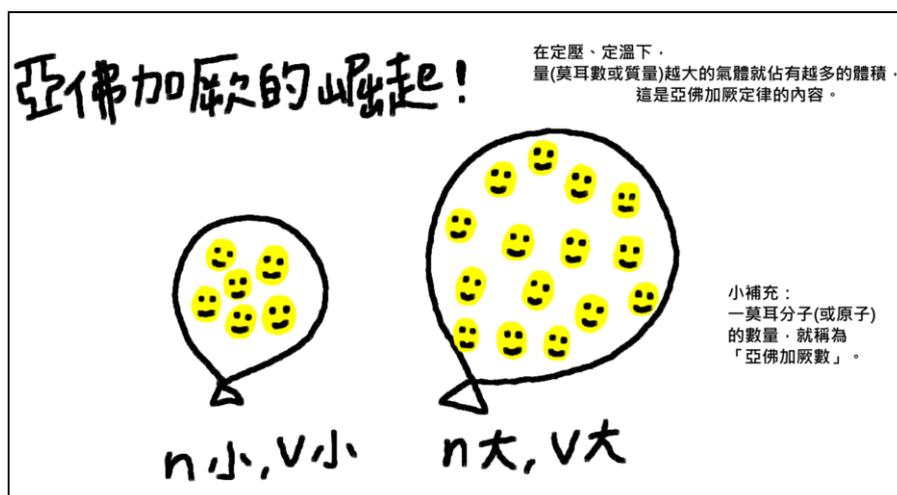
1. 盧秀琴、陳月雲 (2006)，互動式繪本電子書融入教學提升國小學童對科學的態度，中華民國第22屆科學教育學術研討會。
2. 盧秀琴、陳月雲 (2008)，應用電子繪本提升學童動物生長之描述性概念，教育實踐與研究，第21卷第2期，33-62。
3. 盧秀琴、石佩真、蔡春微 (2006)，融入國小自然與生活科技領域的繪本電子書之製作與應用，國立臺北教育大學學報，第19卷第2期，1~30。
4. 理想氣體方程式，維



圖四：化學插畫—給呂薩克定律



圖五：化學插畫—波查定律



圖六：化學插畫—亞佛加厥定律

基百科，<http://zh.wikipedia.org/zh-tw/理想气体状态方程>。

5. Chin, C., & Teou, L. Y. (2009). Using Concept Cartoons in Formative Assessment: Scaffolding students' argumentation. *International Journal of Science Education*, 31(10), 1307-1332.
6. Cil, E. (2014). Teaching Nature of Science through Conceptual Change Approach: Conceptual Change Texts and Concept Cartoons. *Journal of Baltic Science Education*, 13(3), 339-350.
7. Dalacosta, K., Kamariotaki-Paparrigopoulou, M., Palyvos, J. A., & Spyrellis, N. (2009). Multimedia application with animated cartoons for teaching science in elementary education. *Computers & Education*, 52(4), 741-748.