

資訊融入科技教育

陳芳慶

國立高雄師範大學工業科技教育學系系主任

資訊是科技教育內涵的一部份，例如訊息處理、網路應用等內容；同時，資訊也是科技教育學習方法的重要一環，對科技學習能力之提升扮演著重要的角色，透過網路搜尋、訊息交換，讓學習場域得以無限擴充，不再局限於課堂教學。

根據美國電話電報公司（AT&T）應用電子計算機研究的結果顯示，人類的知識總和（The Sum Total Of Human Knowledge）在公元一八〇〇年以前發展很緩慢，公元一八〇〇年以後，約每五十年增加一倍，到了公元一九五〇年電子計算機開始應用以後，人類知識約每十年即增加一倍。而近十年來因網路的普及化，更讓人類知識累積的速度急遽暴增。

資訊是九年一貫課程的重要議題，新課程強調資訊應融入各領域來實施教學。由於科技內涵變遷迅速，科技教育不只內容需要隨時更新，爲了滿足學生未來工作與生活的實際需要，科技教育尤應提供學習新知的的方法，因此，資訊融入科技教育，意義特別重大，內容與方法兼具，實在是科技教育發展的重要課題，是以本期生活科技教育月刊特別以資訊融入科技教育作爲主題。

國小自然與生活科技課程運用 Google Docs 的 學習成效

*林怡君、**林建仲、***吳俊憲

*國立高雄師範大學工業科技教育學系碩士生

**美和技術學院經營管理研究所教授

***靜宜大學教育研究所助理教授

壹、前言

近幾年來，科技融入教學的議題相當受到重視，鼓勵教師在教學設計上適當的運用科技媒體，適切地運用問題導向學習與合作學習的特性，一來弭平學習程度的差異並提升學習成效，二來提升學生具備運用電腦或科技使用的技能與素養。Google Docs 是 Google 近來甫推出的產品，由於適用於任何作業系統，加上免付費、容易取得、功能簡便、線上共用及網路發佈等優點，已逐漸引起許多教育工作者的關注。

本文共分五部份：首先說明 Google Docs 的實用特色；其次闡述科技教育如何融入自然與生活科技課程；第三尋繹科技融入教學與學習理論的關聯性；第四探討國小自然與生活科技課程運用 Google Docs 的學習成效。為求深入瞭解 Google Docs 融入教學實施後對學生學習的影響成效，研究者以國小六年級的一個班級學生作為對象，實際進行八週（每週一節）的教學活動，最後歸納研究結果與建議。

貳、Google Docs 的實用特色

Google 公司自 1998 年由 Larry Page 與 Sergey Brin 創立以來，由於具有提供高級搜尋功能、多種語言搜尋、搜尋規則靈活及搜尋結果多樣化等多項特色，短短數年間已成為全球最強功能的搜尋引擎（朱宏斌,2007）。此後，Google 公司為因應變革並追求持續性的進步，一方面致力於整合全球範圍的資訊，另一方面不斷開發新的技術。目前包括有：Google Web Apls、Google Answers、Google AdWords、Google AdSense、Google Desktop Search、Google Scholar、Google Print、Google Book Search、Google Web Accelerator、Google Maps、Google Spreadsheets、Google Talk、Google Apps for Your Domain、Google Video 及 Google 拼音輸入法等（Calishain &

Dornfest,2003;張遠昌,2006;維基百科,無日期;羅松濤,2005)。

Google Docs (以下簡稱 Google 文件) 為 Google 近來整合 Writely 和 Google Spreadsheets 後所推出的產品。由於 Google 文件為在線系統,因此適用於任何作業系統,支持的瀏覽器目前有 IE 以及 Firefox 等(維基百科,無日期)。Google 文件在功能上整合了許多方便使用的小工具,包含 Gmail、Google talk、文件、試算表及簡報文件等,簡單統一的版面,加上直覺式的頁面設計,幫助使用者容易操作,也方便切換各種功能,相當適合做為科技融入教學之重要工具。Google 文件除了在功能與操作方法上與微軟的付費軟體相去不遠外,Google 文件擁有免付費及免安裝的線上應用程式等好處。此外,還有兩個相當實用的特色:其一是「線上共用」,可以邀請其他使用者直接登入該文件執行線上共用編輯的動作,還可以使用於線上會議,直接針對文件進行討論、修改及編輯。其二是「網路發佈」,操作者可以將編輯好的文件發佈在網頁上,讓其他使用者共同上網瀏覽;只要可以上網,任何人就可以直接瀏覽操作者開放於線上的文件、試算表或簡報,完全不用安裝任何軟體,大大地減少軟體安裝之需求。

參、科技教育如何融入自然與生活科技課程

九年一貫課程中規劃了七大學習領域取代傳統學科,並羅列六大重要議題做為融入教學之參考途徑。自然與生活科技領域強調瞭解科學與技術的發展對人類生活的影響,並學會使用和管理科學與技術以適應現代化的社會生活。其課程目標訂有:(一)培養探索科學的興趣與熱忱,並養成主動學習的習慣;(二)學習科學與技術的探究方法和基本知能,並能應用所學於當前和未來的生活;(三)培養愛護環境、珍惜資源及尊重生命的態度;(四)培養與人溝通表達、團隊合作及和諧相處的能力;(五)培養獨立思考、解決問題的能力,並激發開展潛能;(六)察覺和試探人與科技的互動關係(教育部,2003)。

另外,其能力指標的重要內涵包括:(一)嘗試運用由各類媒體所收集到的資訊;(二)瞭解電腦功能並學會基本操作使用;(三)能由生活中的種種,察覺問題,獲得知識;(四)能應用科學知識與技術解決生活中的問題;(五)瞭解電腦網路概念及應用來搜尋資料;(六)能利用電腦、網路收集資料、處理資料、撰寫報告;(七)能妥善應用科學知識與技術,以解決衣、食、住、行等日常生活的問題;(八)具備對電腦硬體軟體設施、輸出輸入運作之基本認識;(九)

能整合應用電腦相關設備，做資訊的溝通與傳輸（教育部,2003）。

本文認為，教師在自然與生活科技領域進行課程設計與教學實施時，應適時結合資訊科技教育。例如資訊教育議題的課程設計，重視促使學生瞭解資訊科技與生活的關係，認識電腦硬體及操作環境，學習基本應用軟體的操作，以及網際網路的使用；同時也強調如何使用資訊科技工具有效的解決問題，並導入資訊科技與人類社會相關的議題，以養成學生使用資訊科技的良好態度與習慣（教育部,2003）。要言之，自然與生活科技領域課程期望透過教學培養學生具有科技使用的概念與技術，並能運用合作學習與資訊統整的途徑，應用於探究問題、解決問題及創造科技作品。

肆、科技融入教學與學習理論的關聯性

Gillani (2003)、Roblyer (2003)均指出，現今社會快速變遷與資訊科技的日益普及，使得人類面臨極大的挑戰。在學校教育方面，一方面隨著少數外來種族和移民學生的數量增加，加上 H. Gardner (1983) 在《心智結構》(Frames of Mind) 一書中提出人類具有語言、數學邏輯、空間、肢體動覺、音樂、人際互動及自我省思等八項多元智慧，其後到 1991 年又增加了一項自然觀察者智慧。由此顯示，學校教育應重視學生個別差異，依其不同需求適當的調整課程內容並運用多元的教學方法及評量方式。另一方面，受到科技的蓬勃，知識與教育資源的取得變得越來越容易，對教學與學習所帶來的變革，使得學校和教師不得不從教育目標、課程設計與教學方法等方面進行革新(魏立欣譯,2004,p.89)

首先是 1980 年代皮亞傑 (J. Piaget) 提出認知發展理論，認為孩童的智慧與認知發展是一種心理調適的歷程，且孩童的認知發展具有階段性；此外，皮亞傑認為人類具有「基模」(schema)，這是人類吸收知識的基本架構，透過它可以與環境產生互動，並有助於建構個人知識，例如將新環境裡所遇見的事物納入既有基模中，或調整既有基模以適應新環境裡的各種事物 (Gillani,2003,pp.49-55;張春興,1996)。

其後，蘇聯的學者維高斯基 (Vygotsky) 提出社會建構的觀點，強調個人知識的建構是植基於所處的社會文化脈絡。因此個人的學習必須與他人不斷的溝通、討論和修正 (張春興,1996)。Gillani (2003,pp.84-85) 指出，維高斯基的學習理論後來被運用在社會探究 (social inquiry teaching model)、認知學徒制

(cognitive apprenticeship) 及情境認知 (situated cognition) 等教學模式上。以社會探究教學模式為例, 先將學生置於一具有智性的問題情境, 其次是師生運用小組學習方式進行互動、合作和溝通, 再次是鼓勵學生可運用各種途徑蒐集資訊、探究、組織及解決問題, 最後是師生共同進行分析及提出問題解決途徑。

再次是建構主義思潮的興起與建構式教學法的提出。布魯納 (J. Bruner) 在 1973 年提出均發現式學習理論 (discovery learning theory), 強調教師應先瞭解學生的認知結構和先備知識, 例如教學時需配合學生的認知表徵發展 (動作、形像和符號); 接著便是提供「結構性的教材」幫助學生理解, 鼓勵學生進行「直覺思維」。布魯納認為只要掌握學生認知結構並有效運用「螺旋式課程組織」, 任何科目均可以某種方式教給學生 (張春興, 1996; 魏立欣譯, 2004, pp.114-115)。

晚近則有布朗 (J.S. Brown) 等人發現, 許多學校似乎無法讓學生將習得的知識或技能應用於日後相關的問題解決, 因此主張認知學徒制 (cognitive apprenticeship) 及情境認知 (situated cognition) 等教學模式, 希望讓學生透過實際問題解決活動, 學會學習遷移的方法, 而這個過程可藉由小組或合作學習來達成教學目標 (魏立欣譯, 2004, pp.118-119)。

綜言之, 皮亞傑的認知發展理論、維高斯基的社會建構理論、布魯納的發現式學習理論至晚近建構主義思潮等, 歸納這些學習理論的共同特徵有: (一) 肯定孩童的心智具有主動性, 並具有階段發展的特性; (二) 知識不是教師直接灌輸的, 而是透過個人與社會環境互動所建構而來的; (三) 建構知識的過程, 應著重於真實生活中實務性問題解決能力的培養; (四) 由於學生具有多元智慧的差異, 教學可運用小組或合作學習方式, 讓學生同儕間的優缺點與能力產生互補作用, 同時培養社會技巧。

Khine (2007)、Roblyer (2003) 等人認為, 教育科技融入教學設計與上述學習理論具有密切相關。例如可以將科技視為支援知識建構的工具、將科技當成知識探索的資訊探檢車以輔助建構學習、將科技當成情境以輔助從做中學學習、將科技視為社會媒介以輔助合作學習、將科技視為智慧夥伴以輔助反思學習。或例如一旦某些學習任務超出學習者能力範圍, 可以由老師和學生同儕中程度較佳者提供必要的線上學習鷹架, 並建立網路的學習社群, 幫助學生主動探索、學習和建構知識 (王明輝譯, 2007)。

伍、國小自然與生活科技課程運用 Google Docs 的學習成效

研究者實際進行八週（每週一節）的教學活動，每次教學實施後即撰寫教學省思札記，並針對教學設計、科技運用及學習成效等方面進行反思和檢討。重要的發現茲羅列如下：

一、Google Docs 的操作簡單易學，具備微軟 Word 的操作經驗即可產生學習遷移

目前國小學生自三年級起在校開始接受每週一節的電腦課程，課程內容大多為學習小畫家、動畫半日通、中英打練習，四年級起學習 Word 文書處理，五年級起認識電子郵件信箱、試算表、power point 簡報製作等。雖然 Google 文件與學生慣用的 Microsoft Word 介面不盡相同，一開始學生需要花費較多時間去熟悉與使用，包括插入圖片、超連結及插入圖片等，教師也需要額外多花費時間進行教學和講解。但實際發現，所需花費在教學與摸索學習的時間不會太長，這是因為多數同學能將學習微軟 Word 的先前經驗產生遷移，只要具備一些基本電腦操作能力，Google Docs 的操作很快就能上手。

二、Google 文件能提供多人線上同時編輯和修正，有助於追蹤學生修訂的紀錄

Google 文件的最大優點主要在於能提供多人線上同時編輯和修正，學生同儕間可以透過邀請對方瀏覽該文件、試算表及簡報檔等，且多位使用者可以在同一時間進行修改或變更內容，因此可以避免不斷地使用電子郵件或檔案傳輸的方式，所導致檔案新、舊版本確認的困難。對於教師評量學習成效來說，由於學生採分組合作學習型態，因此除了針對整個小組的學習成果加以評量外，亦可透過師生在課堂中的互動與觀察紀錄作為輔助評量結果的依據。

三、學生合作學習成效良好，惟需引導組間良性競爭的愉悅學習氛圍

實際教學中發現，分組合作學習方式有助於提升學習效果，例如平時對自然與生活科技課程學習興趣不高或學習表現較為低落的學生，在此次教學期間所表現的資訊運用能力並不差。同組的學生遇到像是註冊帳號、登入系統、連結網頁等問題的時候，能互相協助解決困難，並共同完成學習報告。不過，一些在組內學習能力較弱勢的學生有時仍會遭到忽略或抱怨，需要教師適時的引導，以避免工作分配不均或組內合作氣氛僵化。另外，組間的激烈競爭有時容易惡化，亦需要教師適切的導向良性的競爭氛圍，促使教室內

的學習變得活潑，師生均感到愉悅。

四、Google 文件有助於提升學習興趣，惟需提醒學生即時儲存資料以避免遺失

線上文件對許多六年級的學生而言相當新奇，不僅可同步看到同學的資料，也可以瞭解同學搜尋資料與發表意見的情形，對於提升學生學習興趣有很大的助益。但值得注意的是，教師必須隨時提醒學生，在資料編輯及修正後，須即時加以儲存，以避免因為同步更新而造成資料遺失。

五、搭配 Google 的整合性功能，有助於強化學生的學習興趣與動機

學生在申請 Google 帳號後，即可延伸使用相關的電子郵件、文件、talk 及論壇等功能，其便利性高、整合性強。例如透過 Google talk，學生間的討論與訊息交換可以同步進行，使得溝通更容易，也更節省資料與訊息流通與學習的時間，有助於網路學習社群的建立。不過，實際教學中也經常發生以下問題值得重視：例如學生會忘記自己的帳號密碼，導致無法順利登入；教師需隨時提醒並留意學生上課或分組討論的情形，避免因為好奇心，不參與小組活動，或自行使用新增小工具，最後導致學習分心的現象。因此建議教師應該在上課前，先建立一些課堂默契與規範，如此方有助於學習進度的順遂。

陸、結論與建議

綜言之，國小自然與生活科技領域教師可在課程設計與教學實施方面結合 Google Docs，一邊善用其優點，包括：能提供多人線上同時編輯和修正、免付費、容易取得、功能簡便等，然後適時運用合作學習等教學策略，引導學生在小組學習過程中進行討論、溝通、分享，學習社會技巧，並建立網路學習社群。科技教育的運用加上同儕互動與合作，確實能有效提升學習意願與興趣，促進學習效果。

不過值得省思的是，目前國內推廣資訊融入各領域教學的應用相當廣泛，也已有十多年的時間，惟實際應用於教學現場上仍常見有許多的限制，包括電腦教室的間數不足、授課教師必須經常協調教室使用時間，造成授課時間的切割、缺乏整體的視聽設備（如投影機或單槍等）。尤其是許多小學的電腦教室往往只有幾部供操作使用的電腦，缺乏週邊相關設備的輔助，使得教學與學習的成效大打折扣。其實未來若可以進一步發展發展並建置成為數位教學教室，包含電腦、廣播設備、投影設備、試聽設備、甚至電子白板等一應俱全，相信定能發揮全方位

的數位科技教學功能，使學生的學習效果更為卓越。

參考文獻

一、中文部份

王明輝（譯）（2007）。**資訊科技與教學**。臺北：臺灣培生。

朱宏斌（2007）。**Google 為什麼會成功？**臺北：知青頻道。

張春興（1996）。**教育心理學—三化取向的理論與實踐**。臺北：東華。

張遠昌（2006）。**Google 持續成長的秘密**。臺北：一言堂。

教育部（2003）。**國民中小學九年一貫課程綱要—自然與生活科技領域**。臺北：編者。

魏立欣（譯）（2004）。**教育科技融入教學**。臺北：高等教育。

羅松濤（2005）。**全球最強搜尋引擎—Google**。臺北：維德文化。

二、英文部份

Gardener, H. (1983). *Frames of mind: the theory of multiple intelligences*. London: Heinemann.

Gillani, B. B. (2003). *Learning theories and the design of e-learning environments*. New York: University Press of America.

Calishain, T. & Dornfest, R. (2003). *Google hacks: 100 industrial-strength tips & tools*. Sebastopol, CA: O'Reilly.

三、網頁資料

維基百科（無日期）。Google 文件。2007 年 12 月 2 日，取自：

http://zh.wikipedia.org/wiki/Google_%E6%96%87%E4%BB%B6

維基百科（無日期）。Google 公司。2008 年 1 月 8 日，取自

[12http://zh.wikipedia.org/w/index.php?title=Google&variant=zh-tw](http://zh.wikipedia.org/w/index.php?title=Google&variant=zh-tw)

Moodle 協同寫作活動應用於科技概念教學之模式探討

楊宏仁*、翁凌志**

*國立高雄師範大學工業科技教育學系 教授

**國立高雄師範大學工業科技教育學系 碩士班研究生

摘要

本研究之目的為探討 Moodle 教學平台的 Wiki 教學活動如何應用於科技概念教學。藉由探討概念之本質與概念教學等相關文獻，並與 Wiki 教學活動的特質結合應用，提出一套可培養學生合作學習與主動學習機制的教學活動程序，協助學生對於科技概念的主動建構與學習，並強化其學習動機。

關鍵字：合作學習、協同寫作、科技概念教學

壹、研究動機與目的

在教育理論中，建構理論為主軸的教與學，都被認為比傳統教學更能有助於學生未來的發展，布魯納在 1963 年即說過，學生必然的只能接觸有限的學習素材，要如何使這些所接觸的學習內容在他們未來的人生裡是有意義的呢？在科技教育的課程改革過程中(Martin, 1995)，亦強調科技的學習應以概念為主軸來涵蓋其下的科技知識，然而這當中只提出了科技概念的分類架構，卻未說明概念教學的本質是什麼；而課程不單只依賴教科書，教學方法也是相當的重要，Vygotsky (1987)即主張直接教學法對於概念的學習是沒有幫助的，而這箇中的原因，乃在於概念的建構需要透過學習者本身對於概念所代表的實例進行不斷的分類與區別等心理活動，這樣的過程若只單純由教師將概念的「事實」教予學生，學生極可能只以記憶的方式將所學習的內容記下，並未真正建構概念於其知識體之中。因此，在教學方法的相關研究上，亦提出不同於直接教學的教學方法，如：Goral (2006)以說故事的方式來教導數學、Dori (2005)以動畫來輔助電磁概念的學習。

Wiki 是一種以內容管理為理念的 Web 系統，能夠支援社群的協同寫作，最有名的即為維基百科(Wikipedia, 2007)，它是一個開放給網路上所有的人共同進行編寫的百科全書。Wiki 提供了能支援協同寫作的輔助工具，包括使用一組簡化的「格式化規則」，取代了原本對使用者來說相對複雜的 HTML 語法，以及「版本控

管」和「權限控管」等工具（呂雪惠，2004）。

Wiki 協同寫作的特點，在教育的應用上也有不少研究提出例證，譬如蔡宜坦（2005）曾提出以 Wiki 來輔助網頁語法的教學、Yarrow(2001)主張協同寫作有助於後設認知與同儕互動。

而現今的教學平台之中，Moodle 即內含了 Wiki 作為教學活動的類型之一，若能善用此教學活動的功能，並針對概念教學的特性與需求，提出一套適合於科技概念教學的 Wiki 教學活動，相信對於學生在科技概念的學習與建構上是有助益的，” Pedagogical Support for Classroom Collaborative Writing Assignments “ (ASHE-ERIC Higher Education Report, 2002a) 一文中亦提起協助寫作有促進學生主動學習的效用。由此可見，Wiki 確實可作為一種具積極性的教學活動。

因此，本研究藉由相關文獻的探討過程中，尋找出一套能夠結合 Moodle 教學平台 Wiki 教學活動之教學活動程序，使學生在進行協同寫作的過程之中，能夠培養其主動學習之動機，並促進其科技概念之建構；而 Wiki 的版本控制功能，也能夠協助教師觀察學生參與協同寫作的情況。

貳、文獻探討

（一）概念的本質

什麼是概念？根據 Merrill (1992)的定義，概念是一組基於相同特徵而被分為同一群組的特定物件、符號或事件，並以特定的名稱或符號作為代表。舉例來說，「狗」即是一個概念，代表了不同品種、特徵的狗的泛稱。概念，同時也是我們用來理解這個世界，以及我們進行講通的文字，也可說是一種思考的心智工具(Klausmeier, 1985)。因為有概念，我們才得以理解並適應生活環境，進行有效的溝通，並使自身免於危險 (Shaughnessy, 2003)。而概念的意義，是由使用相同語言的群體所共同認可接受的(Klausmeier, 1985)，因此概念的發展亦涉及了文化價值與慣例，而文化的成長與改變也對概念的理解有所影響(Smagorinsky, 2003)。總結來說，概念是由個人所組織的關於物件、事件、想法或程序等等的資訊，藉由組織而成的概念能夠促使個人對事物進行分類及區辨 (Klausmeier, 1985)。

（二）概念的分類

談到概念的分類方法，Nguyen (2003)認為概念有四種分類的方式：情境

(以概念在生活中的扮演角色區分，例如：早餐食物)、分類學(以物件的屬性區分，例如生物學的動植物分類)、評估(以其評估的正負結果區分，例如：垃圾食物)、主題(以概念間的相關性區分，例如：狗與狗鏈)。

這四種分類方法，對於教育有何種啟示？根據 Nguyen (2003)的研究結果顯示，幼童會同時使用分類學及情境來進行分類，而這表示幼童並不會只依賴特定的分類方式，對於分類的原則採用是具有彈性的。雖說分類學的概念分類法則是公認的標準，然而人們在建構概念去認識世界的方式卻不會只有一種。

(三) 構成概念的心理行爲

Merrill (1992)認為，概念的構成涵蓋三種心理行爲：分類、關聯及規則應用。分類，是指學生能夠命名或提出代表某個概念類別及其所屬的特定實體的普遍文字，或是從眾多的實體中區辨出特定概念的實體為何。然而，分類的結果並不完全代表有分類的行爲，這當中牽涉到是否以強行記憶的方法來學習實例與概念的關係。關聯，則是分類的進階應用，學生須進一步的將二個以上屬於相同類別的實例歸類為相同一類；而關聯行爲亦有可能受到記憶行爲的影響。原則應用行爲，則是發生在學生將二個以上類別的實體進行組合，藉由某些操作去形成另一個新類別的實體。原則應用行爲的程序包含了分類辨識等其他行爲的綜合應用。

(四) 概念的定義方法

根據 Merrill (1992) 對於概念的陳述，概念本身包含了許多的屬性，而這些屬性乃是我們用以與其他不同類別事物區分的依據。在界定一個概念的定義上，Morse (1996) 提出了四項原則：(1) 概念必須被明確的界定 (2) 相關的特徵或屬性必須被確定 (3) 概念的先決條件與產出必須描述說明 (4) 概念所涵蓋的範圍須被界定。而 Merrill (1992) 的概念課程教學指引中，對於概念課程制定的最重要步驟，即為「定義概念」。一個完整的概念定義，須包含：(1) 名稱：象徵這個概念的文字或符號 (2) 屬性：包含了共通屬性及唯一屬性，以及屬性之間的關係。概念定義之後，便可依此建構概念的「實例 (Example)」與「非例 (Non-example)」。而學生對於概念的建構，即是透過對於實例與非例的分類與區別。

(五) 概念的學習順序

Klausmeier (1985) 說明了同一個概念的學習層級，依序為：具體層級（能夠辨識相同的物件）、識別層級（能在不同的情境下識別出物件是相同的）、類別層級（能夠將二個以上在識別層級所學習的物件，分類為相同的類別），以及形式層級（不但能夠區別那些物件是相同類別，那些不是，同時還能說明為什麼是或不是的理由）。雖說並非每個概念都依照這四個層級進行學習，例如：月亮只有一個實體，因此沒有類別層級的學習。然而 Klausmeier 所提出的學習層級是教師們在實施概念教學時所應注意的教學原則，亦即由具體而形式的進行教學。

(六) 科技概念

ITEA(2000)所制定的 Standards For Technological Literacy，當中提出了科技的核心概念：系統、資源、需求、最佳化與交易、程序及控制。雖然在各學習階段皆訂定了對應的學習目標，但缺乏較詳細的概念分類資訊。而 Martin (1995)所編之 CTTE 年鑑中關於運輸載具的分類法，在概念定義的示範上，是較具體且明確的。在此分類架構中，定義了環境媒介、模式、路徑、行進方向/自由度及六個科技子系統（結構、推進、懸吊、導引、控制及支援）。藉由這些屬性，任何有關於運輸載具的學習皆可以此概念架構來進行。這些通用概念，不但能廣泛的應用在各式的運輸載具上，對於學生的學習來說，也不再只是記憶各種載具的名稱及功能而已，能夠促成更具有結構的系統化學習。

(七) Wiki

Wiki 是一種可在網路上開放多人協同創作的超文本系統，使用者藉由簡單的標記語法(非 HTML 語法)來輕鬆的建立與連結各網頁，並且具備了版本控管(CVS)以及目錄索引等功能 (Wikipedia, 2007)。Wiki 除了提供了比其他網路系統(如：Blog)更適合的協同寫作環境，其所提供的工具以及簡便、開放的特點，促進了社群內的知識共享(Wikipedia, 2007)。在教學的應用上，Bean 與 Hott (2005) 針對 Wiki 的優缺點提出了一些看法，可供我們作為使用 Wiki 進行教學的參考。除此之外，Raman (2006)認為 Wiki 具有增進溝通效果及支援知識分享二項主要的優點。簡言之，Wiki 除了具有內容管理的特色，也具備了知識管理、知識倉儲及學習管理等特點。

(八) 協同寫作與合作學習

協同寫作，是指由二個以上的作者共同進行寫作 (Noël & ROBERT, 2003)；而合作學習，則是藉由一群學生的共同參與來使自己與他人的學習效益得以放大。然而有協同寫作的活動，並不代表有合作學習的效果。關於合作學習，有五項要素是必須留意的 (ASHE-ERIC Higher Education Report, 2002a)：(1) 明確的相互依賴性 (2) 相互促進彼此的學習 (3) 都有自己需負責的任務 (4) 應用了人際溝通及社交技能 (5) 以整體來看待工作成效。這五項條件對於教學的實施是很重要的原則。雖說協同寫作應用在教學上的問題在於「時間」 (ASHE-ERIC Higher Education Report, 2002a)，然而線上學習平台的精神，並不是要取代現有的課程教學，而是要讓學生在課程以外的時間還能夠進行學習。因此，教師也需要考量將協同寫作的活動，分佈到課堂中以及課堂之後的時間裡，以達到協同寫作活動真正的效用。教師在指導學生進行協同寫作上，有三個要項需要訂定 (ASHE-ERIC Higher Education Report, 2002b)：(1) 目標：結果或成品應該是如何 (2) 主題與架構：制定主題，並規定寫作應遵循的格式，以求成品的一致性 (3) 流程：清楚說明協同寫作進行的流程。

參、活動設計

(一) 運輸載具之實例

腳踏車、機車、汽車、貨車、卡車、馬車、公車、火車、電車、太空梭、火箭、飛機、熱氣球、飛行船、直昇機、貨輪、帆船、竹筏、潛水艇、水翼船等等交通運輸載具。

(二) 運輸載具之屬性

環境媒介 (陸地、水上、空中、太空)；模式 (乘客、貨物)；路徑 (固定、非固定)；行進方向及自由度 (縱向-前、後；橫向-左、右；垂直向-上、下)；科技子系統 (結構、推進、懸吊、導引、控制及支援)

(三) Wiki 活動進行流程

1. 建立課程及 Wiki 活動：例如建立為期四週的線上課程，並加入 Wiki 活動。
2. 編輯 Wiki 頁面內容項目：包含運輸載具的實例及活動指引：「*根據交通*

工具運行的環境，將以下交通工具進行分類」

3. 關鍵字與子頁面的建立：建立四種運行環境的內部連結（[名稱|關鍵字]，例如：[陸地交通工具|Land]）。各子頁面則填入該概念的中文名稱。因 Moodle Wiki 對於頁面名稱及關鍵字的中文支援有問題，需以英文進行命名，再補充中文內容作說明。
4. 第一階段活動安排：由學生將交通工具分類至所屬類別的頁面、填上該交通工具的名稱及分類的理由。學生可以進行分組，搜集某類交通工具的圖片及資訊，建置介紹運輸載具的頁面。
5. 進一步分類的活動安排：增加分類的屬性，例如納入「模式」或「路徑」，再將已分類的交通工具，再進一步的進行分類。程序與上一步驟相似。
6. 以「屬性」作反向思考：以「屬性」作為出發點，整理「屬性」的資料及分類相關的交通工具。藉此，實例與屬性的關係網絡將建立得更完整。
7. 教師的任務：包含了協同寫作的過程指導（例如資料引用方法）、學生參與情形的監督、活動結束之後的學習內容總結。學生的參與情形，可以藉由 Wiki 的修訂歷史來進行觀察。

當學生對於基礎的交通工具屬性有所瞭解時，在後續的相關課程中，就可以比照這樣的活動實施模式，來進行更深化的學習。

肆、結論與建議

Wiki 的內容創建特性，以及頁面間關連性的建立，對於概念的教學有一定程度的協助，概念與概念之間是具有相關性的，或具有從屬、階層關係，而概念關係的呈現並非是單純的樹狀圖，而是網絡形式。因此，Wiki 比起概念構圖軟體更適合用於概念架構的呈現。雖然 Moodle 平台的 Wiki 功能對於中文支援的部份尚有瑕疵，但考量到將 Wiki 與教學平台整合使用，Moodle 在現階段仍是可行的運作平台。而另一種變通的方式，則是以中文支援完全無問題的 Wiki 平台，以外部連結的方式結合 Moodle 課程教學，但這種方式對於教師及管理者來說，負擔會較重。

礙於時間上的限制，本研究不針對科技概念進行詳細的探討，只從文獻中提出概念的特質與界定方法，並配合運輸分類法作為示範；亦即本研究乃在強調界定科技概念的方法，以及如何配合 Moodle 的 Wiki 活動進行教學，當此種方法被

證實為有效時，教師即可以相同的流程去探討各個科技領域的概念內涵，並建立科技概念課程。最後，若 Wiki 活動的成果，能夠以圖示的方式，將概念與屬性之間的關係，描繪成概念網絡圖，相信會使整個活動更加的完整。

參考文獻

- 呂雪惠 (2004)。新一代以語意為基礎的 Wiki 系統。台北市：國立台灣科技大學資訊工程系碩士論文。
- 蔡宜坦 (2005)。以 Wiki 輔助網頁語法教學之研究。台中市：國立中興大學資訊科學研究所碩士論文。
- ASHE-ERIC Higher Education Report (2002a). Pedagogical Support for Classroom Collaborative Writing Assignments. ASHE-ERIC Higher Education Report , 28(6), 1-22.
- ASHE-ERIC Higher Education Report (2002b). Constructing Collaborative Writing Assignments. ASHE-ERIC Higher Education Report, 28(6), 37-50.
- Bean, L. & Hott, D. (2005). Wiki: A Speedy New Tool to Manage Projects. Journal of Corporate Accounting & Finance (Wiley), 16(5), 3-8
- Dori, Y. J. (2005). How Does Technology-Enabled Active Learning Affect Undergraduate Students' Understanding of Electromagnetism Concepts?. The Journal Of The Learning Sciences, 14(2), 243 - 279.
- Goral, M.B. & Gnadinger, C. M. (2006). Using Story-Telling To Teach Mathematics Concepts. Australian Primary Mathematics Classroom, 11(1), 4-8.
- International Technology Education Association. (2000). Standards for technological literacy: Content for the study of technology. Reston, VA: Author.
- Klausmeier, H. J. (1985). Educational psychology (5th edition). New York: Harper & Row.
- Martin, G. E. (Ed.) (1995). Foundations of Technology Education, 1995, 44th, CTTE Yearbook. McGraw Hill.
- Merrill, M.D., Tennyson, R.D. & Posey, L.O. (1992). Teaching Concepts: An Instructional Design Guide. New Jersey: Educational Technology Publications.
- Morse, J. M. (1996). Criteria For Concept Evaluation. Journal Of Advanced Nursing, 24 (2), 385-90.

- Nguyen, S. P. & Murphy, G. L. (2003). An Apple is More Than Just a Fruit: Cross-Classification in Children's Concepts. *Child Development*, 74 (6), 1783-1806.
- Noël, S. & ROBERT, J.M. (2003). How the Web is used to support collaborative Writing. *BEHAVIOUR & INFORMATION TECHNOLOGY*, 22(4), 245 - 262.
- Raman, M. (2006). Wiki Technology As A "Free" Collaborative Tool Within An Organizational Setting. *Information Systems Management*, 23(4), 59-66.
- Shaughnessy, M. F. (2003). An Interview with Bruce Brachen About the Measurement of Basic Concepts in Children. *North American Journal of Psychology*, 5(3), 351-364.
- Smagorinsky, P., Cook, L. S., & Johnson, T. S. (2003). The Twisting Path of Concept Development in Learning to Teach. *Teachers College Record*, 105(8), 1399 - 1436.
- Vygotsky, L. S. (1987). Thinking and speech. In Rieber, R. & Carton, A. (Eds.) and Minick, N. (Trans.), *Collected works* (vol. 1, pp. 39 - 285). New York: Plenum.
- Wikipedia (2007). Wikipedia, the free encyclopedia. Retrieved November 8, 2007, from http://en.wikipedia.org/wiki/Main_Page
- Yarrow, F. (2001). Collaborative Writing: The Effects Of Metacognitive Prompting And Structured Peer Interaction. *The British Journal Of Educational Psychology* 71(2), 261-82.

運用網路視訊平台於中文輸入法教學需求分析之研究

— 以 UML 使用案例圖為工具

*盧永勝、**林哲正、***林建仲、****鄭淑娟

*國立高雄師範大學工業科技教育學系碩士生、高縣文德國小教師兼訓育組長

**國立高雄師範大學 助理教授

***美和技術學院經營管理研究所 教授

****高雄縣鳥松國民小學教師

壹、前言

中文輸入法的種類很多，但有些輸入法不是有版權就是要註冊收費，而且更重要的是必須外掛程式，使用上極為不便因為不是每一部電腦都會有相同的輸入法，本文以 windows 系統中內建的倉頡輸入法為例，因為倉頡輸入法目前已經是跨平台的輸入法，幾乎每一套的作業系統都已內建了。本研究是以統一塑模語言(UML)做為教學方式模型的建構，將抽象的教學概念及方法以較具體之圖形化方式呈現出來，並且以使用案例圖進行使用者需求分析，希望藉由此次的研究整理出一套較有效的方法供大家參考。

貳、文獻探討

一、什麼是 UML

UML是Unified Modeling Language的簡稱，中文我們翻譯成統一塑模語言。是由Booch、Rumbaugh及Jacobson等三個人共同將九種描述不同面向的圖形集成圖形化的塑模語言。因此UML並不是一種程式設計語言(Programming Language)，而是一種將事、物以圖形化來描述的塑模語言，例如：我們要描述一部車子，可以從很多的面向來描述，可以從靜態的方面，好比說汽車的形狀外觀、汽車的內裝、汽車的構造及功能等；動態的方面，好比說車子的動作原理、傳動方式及性能等面向來描述，所以它可以廣泛地應用在各種不同領域中。簡單舉例來說，塑模就好像我們在蓋房子時建築師在規劃的建設藍圖，而這些藍圖，我們稱為模型(Model)，而在建構這些模型的過程我們稱為塑模(Modeling)（物澤OO中

心，1997)。

UML總共有九張主要圖表，分別為：使用案例圖(Use Case Diagram)、類別圖(Class Diagram)、物件圖(Object Diagram)、循序圖(Sequence Diagram)、合作圖(Collaboration Diagram)、狀態圖(State Diagram)、活動圖(Activity Diagram)、元件圖(Component Diagram)及部署圖(Deployment Diagram)(吳仁和、林信惠，2002¹)。

在本研究中我們主要是以使用案例圖做為主要的描述工具，因此我們將針對使用者案例圖來講解。使用案例圖是一種以使用者的觀點來描述一個事件中，行為者和每一個互動行為的關係(吳仁和、林信惠，2002²)。它主要是用來進行使用者的需求分析，將使用者的需求以圖形化的方式描述出來。

二、倉頡輸入法

在1976年，朱邦復先生發明一種中文輸入法，稱為「形意檢字法」，他發明這種中文輸入法最主要是用來解決電腦輸入漢字的問題。他將中國繁體漢字的字形結構和組成的原理，將它整理出24個基本字母或稱為「倉頡字碼」及76個從這些基本字母所衍生出來的「輔助字形」(WWW²)，到後來被定名為「倉頡輸入法」。現在有很多的作業系統中都內建有倉頡輸入法。因為倉頡字母會用到英打鍵盤中的24個按鍵，而這些按鍵都分別被對應到英打鍵盤中的26個字母鍵(不包括X及Z鍵)，如圖一所示，使用起來非常方便。

(一)倉頡字碼

「倉頡字碼」分為四大類，分別為第一類哲理類、第二類筆劃類、第三類人身類、第四類字型類，除了基本的24個「倉頡字母」之外，另外還有76個輔助字形。如圖二所示



圖一、倉頡字母與鍵盤對應位置

哲理類	筆劃類	人體類	字形類
日 𠄎 𠄎	竹 𠄎 𠄎	人 𠄎 𠄎	尸 𠄎 𠄎
月 𠄎 𠄎	戈 𠄎 𠄎	心 𠄎 𠄎	甘 𠄎 𠄎
金 𠄎 𠄎	十 𠄎 𠄎	手 𠄎 𠄎	山 𠄎 𠄎
木 𠄎 𠄎	大 𠄎 𠄎	口 𠄎 𠄎	女 𠄎 𠄎
水 𠄎 𠄎	中 𠄎 𠄎		田 𠄎 𠄎
火 𠄎 𠄎	一 𠄎 𠄎		ト 𠄎 𠄎
土 𠄎 𠄎	弓 𠄎 𠄎		

圖二.倉頡輸入法輔助字形表

(圖一及圖二的圖片內容均取自網路資源WWW¹)

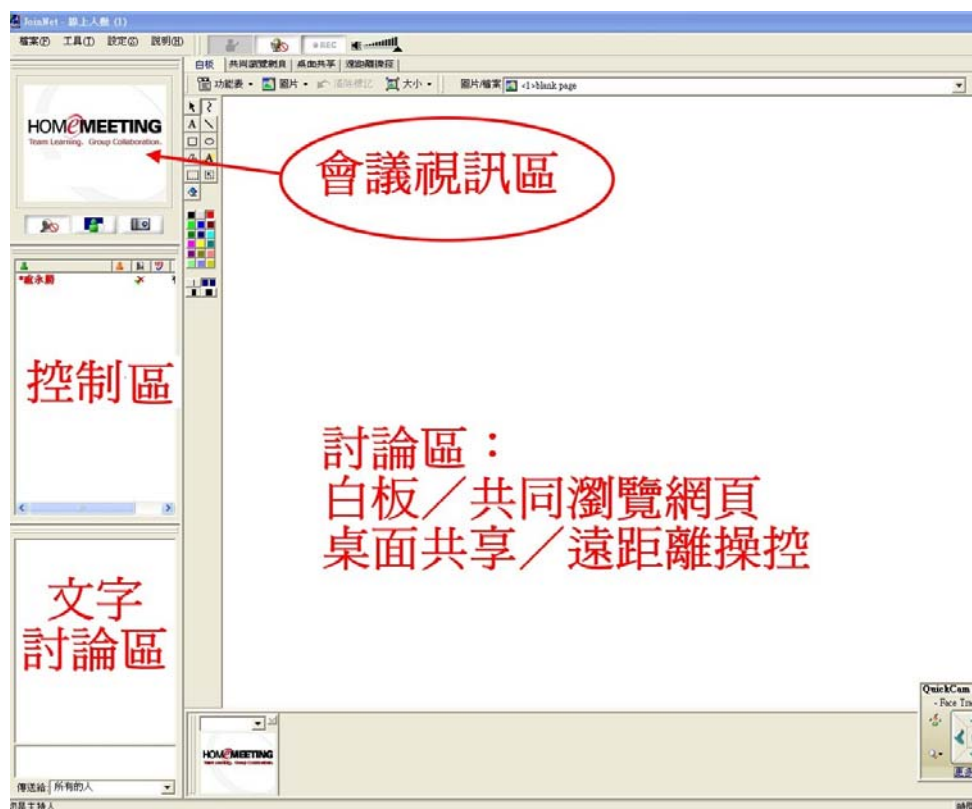
(二)取碼原則

倉頡輸入法的中文字是根據「由上而下，由左而右，由外而內」等原則(周致中，1993)，將它依字型結構拆解，再以字碼拼出。英打鍵盤上從A鍵到Y鍵各代表一個中文字碼，例如A是「日」、N是「弓」，如圖一所示。而X鍵則用在特殊字，例如：難字，其中有一特別鍵Z鍵通常是不用，字碼表分別代表不同的中文字字型結構。中文字的取碼分字首及字身兩部份，一個中文字的拆碼最少拆一碼，最多則拆五碼。

三、JoinNet

JoinNet 是一套可進行數位教學、通訊、視訊會議的多媒體軟體。它是由美國 HomeMeeting公司所研發的產品(WWW³)。透過 JoinNet，我們可以結合聲音、影像、文字聊天室以及互動討論板。每一位參與者可以分享圖片、檔案、文件、網站、電腦桌面以及遠端操控其他電腦，如圖三所示。而它的操作介面非常簡單易懂，和一般我們所使用的windows介面相同，而它的硬體及軟體需求不需要很高規格。

以下為 JoinNet 軟體的主要畫面，共分為四大區，會議視訊區、控制區、文字討論區、及討論區。表一為該四大區相關功能的簡單說明。



圖三、JoinNet的主要畫面

表一、JoinNet畫面及功能說明

功能區	功能說明
會議 視訊 區	具有視訊及聲音的功能，可以控制影像及聲音的開啓及關閉，並可控制參與者的發言與否，同時也可以進行會議的錄影。
控制 區	控制參與者的影像及聲音的傳送。
文字 討論 區	可以用來進行文字的溝通及討論。
討論 區	包括電子白板、遠距離操控、共同瀏覽網頁與桌面，分別說明如下： 1. 電子白板：類似教室的黑板的功能，參與者可以在電子白板進行板書及畫圖。 2. 遠距離操控：可進行遠端參與者的電腦操控，更可進一步來對遠端參與者的電腦進行軟體維護或操作，功能類似遠端遙控軟體 VNC。 3. 共同瀏覽網頁與桌面：可以進行網頁及桌面同步分享。

參、 研究方法

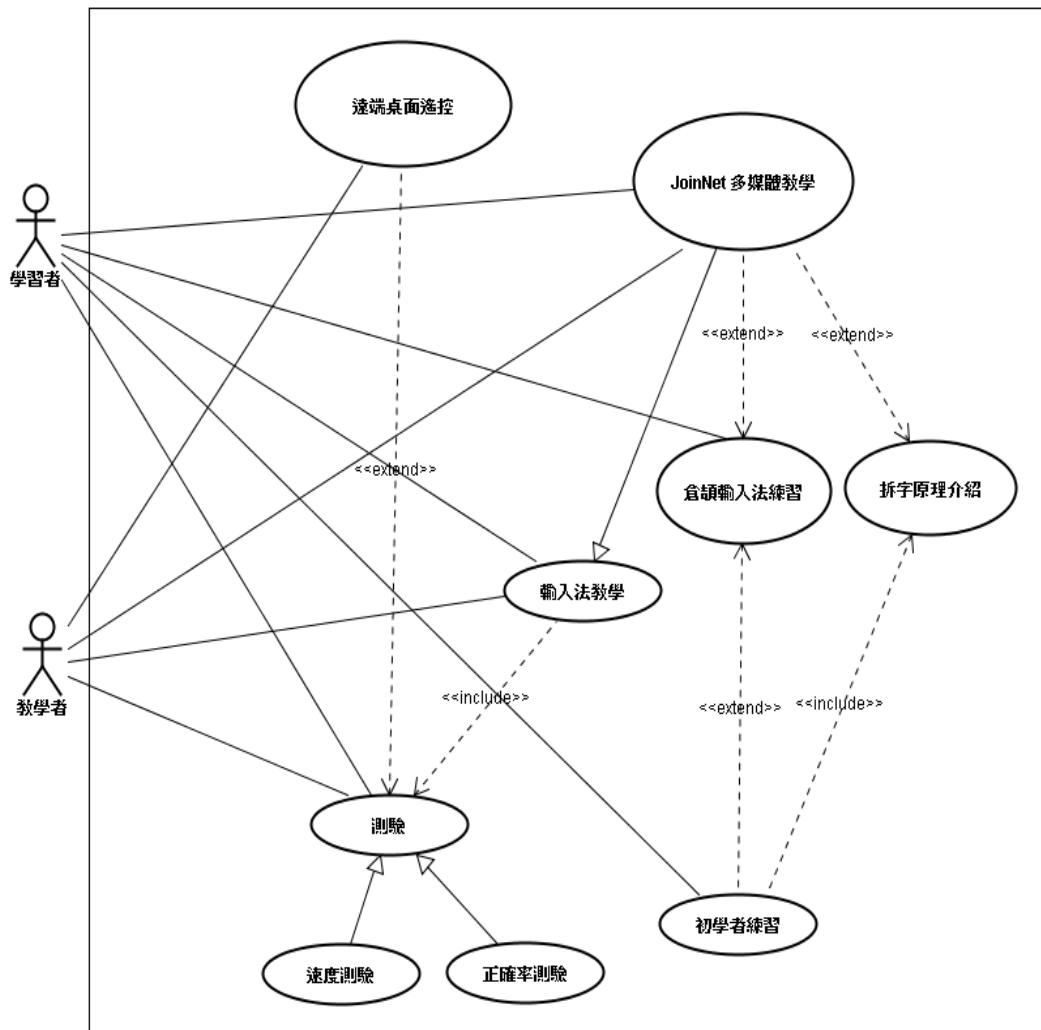
本研究所採用的方法是使用UML的使用案例圖來說明倉頡輸入法教學的步驟及使用JoinNet的相關時機。在此之前先徵詢過教授倉頡輸入法多年的專家(樹德家商資料處理科的老師)，了解倉頡輸入法教學的流程、步驟及可能常遇到的困難，進而針對教學流程進行塑模分析。

圖四為本研究所提出的使用者案例圖，作為倉頡輸入法教學需求及步驟之說明，表二為圖四的符號解說。學習者剛開始時必須了解並熟悉倉頡字根所對應之中文打字鍵盤的位置，接下來所要學習的便是倉頡輸入法的精髓所在—倉頡字根，它共可分成兩個部份，第一是基本字形，其次是輔助字形。了解倉頡字根之後接下來就是進行如何將中文字拆成倉頡碼。如果要能夠將中文字拆成倉頡碼，一定要將字根熟記，而且不論是基本字形或是輔助字形都要能靈活運用。再者，由於中文字的字形大多有其類型，但只要依循拆字原則及拆字順序便能很快拆出字碼。


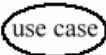

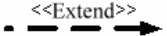
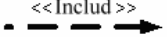
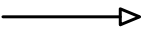
當學習者是初學者時，必定要先學習倉頡的拆字原理，此外學習者在學倉頡中文輸入法的過程中，如果有遇到困難，可以透過JoinNet和老師進行線上語音的討論及電子白板即時解說，當學習者學習到某一程度時，老師可以利用測驗軟體或是透過JoinNet進行形成性評鑑，當完成整個教學的過程後，可對學生施以上機實際測驗總結性的評鑑，評量其學習成效是否達到預期的目標及標準，當然學習者自己也可以進行學習成就評量，而評量的方式可分成兩類，一為正確率檢驗，二為速度測驗。當所評量的結果若未達到當初所預期的學習目標及標準時，教學者就可能要考慮選換教材或是教學的方式，例如利用共同桌面來使用其他的教材，當然也可以搭配電子白板來進行拆字解說。

當學習告一段落之後可利用中文打字軟體進行成果驗收，學生可以藉由中打軟體來驗證自己的學習成效，老師也可以由測驗的結果來看看學生是否達到預設的目標。

圖四、基本架構使用者案例圖



表二、圖四的符號解說(吳仁和、林信惠，2002²)

符號	說明
	行為者: 通常可代表使用者在系統中所扮演的角色，可以是人、物、事件、部門或程式。
	使用案例: 一個案例通常是系統中的一個交易或是程序。
	使用: 行為者和使用案例間的互動。
 	Extend或Include：表示案例之間的相互的關係。 Extend：某一個案例A發生了某種 特殊情況 （並非所有情況），被插入到另一個案例B，而形成另一新的組合案例，則將其表示為A指向B。 Include：可將它視為是一種委派 (Delegation)，例如：某一個案例A會用到另一個案例B，則稱為A委派B，則將其表示為A指向B。
	繼承，表示使用案例之間的繼承關係。例如：車子(總稱)有很多種，其中包括機車，汽車，卡車...等等。表示方式為機車指向車子，汽車指向車子，卡車指向車子。

肆、結論

相對於文字，圖形對人類而言，比較適理解與記憶。把抽象的意念圖形化，有助於了解概念。本研究所提出的使用案例圖從教學者的觀點描繪如何教學習倉頡中文輸入法，並且將學習方式以視覺化的方式呈現，有助於教學者對課程的分析，進而發展出更適合學習者的教學方式及教材。圖形化是人類最能接受的視覺輸入方式，對於難以理解的文字敘述及觀念，如果能以圖形化的**actor**介面或是模型來表示，必定能夠大大提升理解程度。本研究利用UML的使用案例圖讓教學者從圖形化介面中分析教學方式，提供教學者另一種設計教學活動的工具。

參考文獻

吳仁和、林信惠(2002¹)。系統分析與設計理論與實務應用(再版，pp.285-287)。台北：智勝。

吳仁和、林信惠(2002³)。系統分析與設計理論與實務應用(再版, p.298)。台北：智勝。

何惠民(2004)。淺談UML。線上檢索日期：2007年11月23日。網址：

http://www.iiiedu.org.tw/knowledge/knowledge20031231_2.htm

周致中編著(1993)。輕輕鬆鬆學倉頡輸入法(pp.98-125)。台北：松崗。

物澤OO中心(1997)UML的使用案例(use case觀念知多少)。物件導向雜誌(JOF):OOAD 專欄, 101-105。

哲也研究室(2007)。倉頡輸入速查手冊。台北：再生。

柯志杰譯, Technologic Arts Inc.著(2004)。UML參考辭典。台北縣：博碩文化。

孫惠民(2002)。UML設計實作寶典。臺北市: 學貫行銷股份有限公司。

無限傳輸因子編著(2005)。精通倉頡輸入法。台北：全華。

陳志昌譯, Sinan S. A.著(2000)。「UML 技術手冊」, 台北：美商歐萊禮公司台灣分公司。

張裕益(2002)。UML理論與實作, 台北縣：博碩文化。

Bijan B.Gillani(2003).Learning theories and the design of E-Learning environments.(pp.34-36).UK: UPA.

WWW¹ <http://www.fed.cuhk.edu.hk/readwrite/typing/>

WWW² <http://www.hkpe.net/cj/>

WWW³ <http://messenger.iproom.com/joinnet.htm>

WWW⁴ <http://www.uml.org/>

行動益智遊戲應用於學習曲線之策略研究

*溫嘉榮、**郭勝煌、***黃建豪

*樹德科技大學資訊管理系教授

**國立高雄師範大學工業科技教育學系博士生

***樹德科技大學資訊管理系碩士生

壹、前言

長久以來，遊戲一直是人類用來享受樂趣、紓解壓力的重要工具；而拜電腦科技的進步所賜，電腦遊戲也在人類社會中佔有一席之地，而電腦遊戲可以引發玩家的學習動機(朱峻宏，2006)，本研究將益智遊戲設計於行動電話裡，透過「寓教於樂」的方式探討學習者的學習曲線特性，並以在職進修班 30 位學員為施測對象，藉以瞭解其學習期間的行為變化。經施測之後發現學習曲線特性屬於「負加速變化」的佔 70%、屬於「正加速變化」的佔 20%、屬於「正負加速變化」的佔 10%，其中在正負加速變化學習曲線裡出現平台現象則有 2 位學習者。為確認所有學習者的學習曲線是否符合其學習期間行為變化的累積效果，先以深度訪談法訪談學習者在使用行動益智遊戲的情形，再輔以三角校正法進行交互檢證，以求研究結果能夠更為詳實精確。經施測之後得到三項結論，以提供研究單位參考。

貳、行動益智遊戲

一、行動學習(Mobile Learning)

行動學習是一種學習，它是透過行動運算裝置來實施的(Quinn, 2000)，它是行動技術與數位學習的結合，讓學習者能透過行動電話(Mobile Telephone)或個人數位助理器(PDA)隨時隨地接受教育(Harris, 2001)，學習適合的活動與內容，以獲得行動學習的便利性、權宜性、立即性(蘇怡如、彭心儀、周倩，2004)，它是一種藉由行動設備的幫助，讓學習者能夠在任何地點與任何時間實施學習的動作，其所使用的設備必須能夠有效表現出學習的內容，並能夠提供教學者與學習者雙向的交流(Dye, 2003)，行動學習不只是一個電子設備，它是具有可移動性的(Shepherd, 2001)，其最大的優點在於增進學習績效的潛力，經由行動裝置將使學習的範疇更加廣闊，因此，行動學習可視為數位學習的延伸，而提

供更多的即時(Just In Time, JIT)學習的機會(Kossen, 2001)，在此學習環境之下，行動學習能運用成功，不單單只是仰賴科技發展與支援，教育學者有必要設計相關教學法、營造相關環境來提昇學習效能，瞭解相關學習理論有助於獲得最佳的教學與學習成效(Tom, 2005)。行動學習更是一種建立在遠距教學與數位學習的基礎上，將遠距教學與數位學習做更進一步的擴充延伸(Keegan, 2002)，由行動學習在國外的案例探討中發現，將行動科技運用在教育上，可分為(1)創新教材：包括探索學習、合作學習、一般軟體應用、科技內涵學習；(2)輔助傳統教學：包括促進學習成效、取代舊有工具(張國恩等人，2004)。因此，在此學習環境裡，並不強調學習者於行動中學習，而是到達目的後的個人學習環境，此學習環境包括個人的學習紀錄及學習資訊管理等等(陳文瑞，2000)，將資訊科技工具靈活應用於生活之中。

二、益智遊戲(Puzzle Game)

具有教學意義的電腦遊戲，應具備有挑戰性、幻想性、趣味性等特性(鄭凱育，2000)，樂趣化的教學重點在於設計課程多樣化，以吸引與引導學生的注意與參與的動機，讓學生主動願意去學習而達到寓教於樂的目標(詹富鈞、王元聖，2007)，在遊戲分類當中，益智類遊戲重視遊戲者在過程中思考、應變的訓練，常見內容包括棋藝、橋牌、配對、俄羅斯方塊等(楊鎮豪，1998；鄭凱育，2000；董家豪，2001；林誼杰，2003；朱峻宏，2006)，在玩遊戲的過程裡，亦能幫助學習者發展思考技能(Seonju, 2002)，然將遊戲理論設計成輔助教學的教育性電腦遊戲時應注意：(1)遊戲的功能是引起學習者的學習興趣，而非學習的重點。(2)依據學習內容的程度來設計，簡易適中以符合學習者程度。(3)根據學習者的學習基礎與技能，設計適中的各階段練習目標與活動，以增強學習經驗(黃慧美，2002)，如迷宮、踩地雷、倉庫番、貪食蛇、孔明棋、小精靈、華容道等，皆運用2D平面格子系統做成的益智遊戲(榮欽科技公司，2003；吳明展，2003)，由此可知，將益智遊戲融入於教學過程之中，可引起學習者的學習動機，進而幫助其思考能力。

參、學習曲線(Learning Curve)

學習曲線(Learning Curve)是由Wright於1936年以Straight-Line模型提出，Wright觀察發現在飛機製造生產線上，每當產量增加1倍時，所需要的作業時間就相對

減少20%，亦即，完成第2個產品所需要的作業時間是第1次的80%，第4次所需要的工時是第2次的80%依此類推，此情形就稱為有80%的學習率，或稱為有20%的進步率(Wright, 1936)。學習曲線多用於預測方面的應用，預測學習表現的關鍵指標，並且可以提供學習率、學習表現的訊息(Newell, Rosenbloom & Laird, 1989；盧彥夫，2004)。

若將學習的情形，在座標軸上以橫軸代表練習的次數(期間或累積產量)，縱軸代表學習的效果(工時、成本、不良率或效率)，所繪出的圖形稱之為「學習曲線」，它除了可以表示學習期間行為變化的累積效果，還可以顯示個人或組織的成就水準(Level of Achievement)(陳宏仁，2003；鄭永燦，2007)，學習曲線分為狹義與廣義上的解釋：狹義上指員工個人的學習進步情形，以方法時間衡量(Methods Time Measurement, MTM)模式分析所得之學習曲線即為典型代表；廣義上則指整個組織或企業內生產作業進步的現象，即包括了生產方法的改善、裝置的改良、管理規劃及技術的革新，融合生產線上及非生產線人員的努力而達成目標(Wu, 1978)，學習曲線是由學習效果所描繪出之圖形，在學習期間常會因學習者的心理因素、生理因素或外在學習情境改變的影響，使得學習效果無法呈現很穩定的狀態，因此學習曲線會呈現出以下幾種特性(苗延仁，1986；張春興，2001；陳宏仁，2003)。

一、正加速變化

剛開始時進步較慢，以後則逐漸增快，即為正加速變化，如圖 1 之(1)所示，舉凡技能方面的學習或初始無經驗可供利用時，則較易產生此種特性，其可能原因為：(1)初學時缺乏心理準備，動機較為薄弱。(2)初始階段所學習的作業比較複雜。(3)學習者受到以往作業習慣的干擾。

二、負加速變化：

剛開始時進步較快，之後的進步幅度逐漸減緩，即為負加速變化，如圖 1 之(2)所示，其可能原因為：(1)學習者在初學階段興趣濃厚，注意力比較集中。(2)許多作業在學習之前已有經驗，所以初始階段的進步較快，亦即發生學習遷移的效果。(3)有些訓練過程往往是由淺而深、由簡而難，所以在初學時進步較快。

三、正負加速變化

倘若開始作業時，所學習的內容較難，初時的進步慢，而後增快，呈正加速變化；經繼續練習後，速度又趨於緩慢成負加速，此即為正負加速曲線，如圖 1 之(3)所示，或稱為 S 型曲線，同理，學習內容在初始階段時較為簡易，所以開始時呈現負加速，爾後又轉為正加速，此亦屬正負加速曲線。

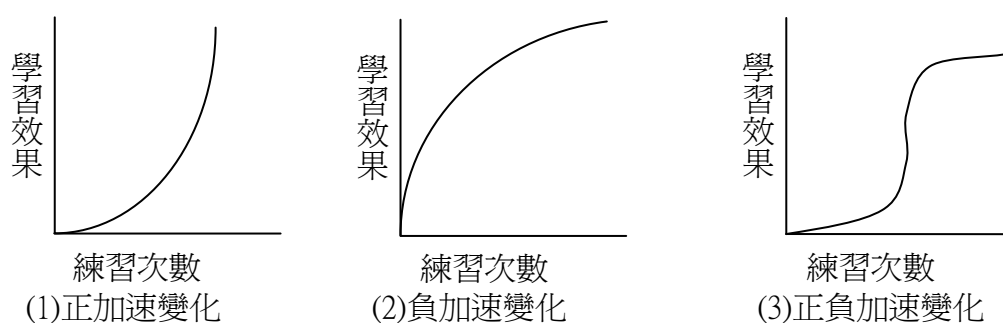


圖1. 學習曲線特性

四、學習曲線的平台現象(Plateau)

由於學習曲線效應的來源很多，對某一特定來源所造成的學習效果是有限的，當學習進步到一定程度後即不再進步，使得學習曲線變得平緩，此現象稱為「平台現象」或「學習高原」，此現象是在學習歷程中，學習的動機減弱、訓練的方式不當、或是人類心理的限度所造成的學習速度不同的變化，如圖 2 所示。

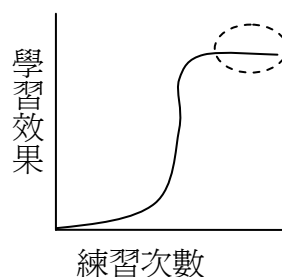


圖 2. 學習曲線的平台現象

肆、系統實作

一、JAVA 程式語言

JAVA 程式語言是在 1991 年由昇陽(Sun)公司的 Patrick Naughton、Mike Sheridan 和 James Gosling 成立一個叫做綠色小組(Green Team)所創造，其主要目

標是要發展一種分散式系統架構，使其能在消費性電子產品作業平台上執行，因全世界第一個全球資訊網瀏覽器—Mosaic 於 1993 年誕生，Java 就以它優異的功能，在全球資訊網的平台上撰寫高互動性的網頁程式—Applet，昇陽公司並於 1995 年正式對外發表 JAVA 發展套件(Java Development Kits, JDK)。(Byous,1998；陳台譯，2004；科技資訊網，2007)。

二、JAVA API 簡介

JAVA 應用程式設計介面(Application Programming Interface, API)，又稱為類別函式庫，在平台套件上分成四大類：(1)J2SE(Java 2 Platform, Standard Edition)。(2)J2ME(Java 2 Platform, Micro Edition)。(3) J2EE(Java 2 Platform, Enterprise Edition)。(4)Java Card。其中 J2SE 主要針對在消費性電子產品以及嵌入式系統所發展的 Java 版本，它包含一個虛擬機器和一組適合在消費性電子產品以及嵌入式系統中使用的應用程式介面。

三、MIDlet 的構成

是Java行動電話應用程式執行單位，其中字首MID表示「Mobile Information Device」，字尾的「let」則是代表小的意思，合起來就是小型的移動資訊裝置程式之意，它包含了程式在運作時所需的支援類別檔、資源檔等。MIDlet組合JAR(Java ARchive)與JAD(Java Application Descriptor)來運作，行動電話的JAM(Java Application Manager)一開始就是將這個檔案讀進來後才啟動MIDlet的。

四、設計具學習曲線的益智遊戲

(一)設計流程圖

本研究使用 JAVA 程式語言內的 J2ME，將拼圖益智遊戲設計於行動電話內，並以利用模擬器來驗證 MIDlet 程式的邏輯與功能是否正確，若功能正確，則移植到行動電話內讓學習者使用。行動益智遊戲在開始之前，會要求學習者輸入帳號，帳號正確後即進入遊戲畫面開始進行遊戲，當遊戲結束時，系統會依照遊戲者的帳號，儲存遊戲時間與分數，並判斷記錄是否累計 10 次，若達 10 次記錄，行動電話即繪製學習者的學習曲線並顯示給學習者瞭解自己的曲線特性；若未達 10 次記錄，即詢問是否再玩一次，若遊戲者還要再玩一次則重回到遊戲剛開始的畫面，程式設計流程圖如圖 3 所示。

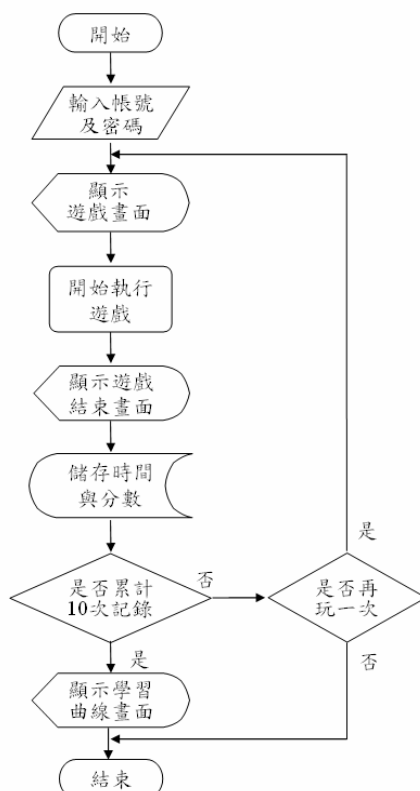


圖 3. 行動益智遊戲設計流程圖

(二)拼圖規格

拼圖規格為縱橫各 4 格、總計 16 格，數字由 1 到 15，在拼圖板裡空出一格，以讓遊戲者將 1 到 15 的數字自由地移動，遊戲者必須依照由上而下、由左而右的順序排列在一起為目的，並測量時間予以登錄以作為學習曲線之用，如圖 4 所示。

1	2	3	4
5	6	7	8
9	10	11	12
13	14	15	

圖 4. 拼圖益智遊戲規格

(三)操作畫面流程

學習者進入行動益智遊戲之後的畫面流程，依序為輸入帳號與密碼、開始玩拼圖板益智遊戲、排列完成及系統自動描繪學習者對此遊戲的學習曲線，以及將程式嵌入到行動電話的實體圖，如圖 5 由左至右所示。

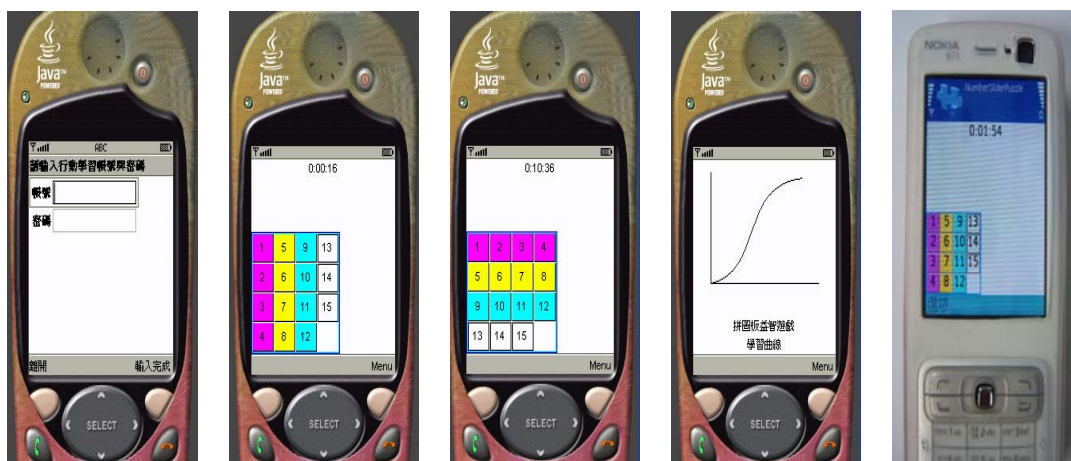


圖 5. 操作畫面流程(由左至右)

五、測試結果

本研究以在職進修班30位學員為施測對象，其中28位男生、2位女生，平均年齡在45歲，高中(含)以下學歷佔60%、大專(含)以上學歷佔40%，研究時間自2007年9月至11月總計施測10次。施測之前先說明遊戲規則，再講解操作方法，讓施測者完全瞭解行動益智遊戲的玩法及各按鈕的操作使用，以降低操作問題的發生。經施測之後發現學習曲線特性屬於「負加速變化」的佔70%、屬於「正加速變化」的佔20%、屬於「正負加速變化」的佔10%，其中在正負加速變化學習曲線裡出現平台現象則有2位學習者，本研究為確認所有學習者的學習曲線是否符合其學習期間行為變化的累積效果，先以深度訪談法訪談學習者在使用行動益智遊戲的情形，再輔以三角校正法(Triangulation)(Denzin & Lincoln, 2003)進行交互檢證，以求研究結果能夠更為詳實精確。

伍、結論與建議

一、結論

本研究將益智遊戲設計於行動電話裡，透過「寓教於樂」的方式探討學習者的學習曲線特性，藉以瞭解其學習期間的行為變化，經施測之後得到三項結論，這與先前文獻的研究結果相符合：

(一)有 21 位學習曲線特性屬於「負加速變化」，研究發現學習者對行動益智遊戲內容抱持著濃厚的興趣，一開始不斷地嘗試以不同的拼圖路徑方式完成

拼圖，以爭取較高的分數，但隨著次數的增加，學習者均能維持一定的學習效果。

(二)有 6 位學習曲線特性屬於「正加速變化」，研究發現學習者由於對行動益智遊戲的操作不甚瞭解，以及行動電話的螢幕與按鈕太小，致使在移動拼圖板時，常發生反向移動，剛開始的進步較慢，但隨著對遊戲按鈕操作的靈活，其學習效果亦隨之提高。

(三)有 3 位學習曲線特性屬於「正負加速變化」，研究發現學習者剛開始施測時，對行動益智遊戲很有興趣，隨著拼圖板可移動的空間有限，學習者玩到最後呈現力不從心現象，直到學習者找到新的拼圖路徑來完成拼圖，才將學習效果提高。

二、建議

本研究為探索性研究，初期以在職進修班的學員為研究對象，為使本系統更臻完善，對後續研究者而言，建議採用準實驗研究法，將研究對象分成對照組及控制組，針對學習者的學習行為和學習動機及學習前與學習後的問卷加以分析，期能更客觀取得學習者的學習曲線，以提供研究單位參考。

參考文獻

- 朱峻宏(2006)。不同思考風格者對電腦遊戲特質偏好之研究。國立中央大學網路學習科技研究所碩士論文，未出版，桃園。
- 吳明展(2003)。Visual Basic 遊戲程式設計。台北：文魁資訊。
- 林誼杰(2003)。電玩成癮傾向及其相關因素研究。中原大學心理系碩士論文，未出版，桃園。
- 科技資訊網(2008)。Java 的過去、現在及未來。2008 年 2 月 1 日，取自：
<http://cgi.taiwan.cnet.com/jpc/sp1-1.htm>。
- 苗延仁(1986)。學習曲線在少量製造成本上的應用。國立台灣科技大學工程技術研究所碩士論文，台北。
- 張春興(2001)。現代心理學。台北：東華書局。
- 張國恩、宋曜廷、陳平福、侯惠澤(2004)。國外行動學習案例探討。行動學習之數位內容建置及運用技術研究研討會論文集，國立台灣師範大學。

- 陳文瑞(2000)。新世代行動學習。經濟部技術處資訊尖兵雜誌，2008年1月3日，
取自：<http://www.st-pioneer.org.tw/>。
- 陳台譯(2004)。行動裝置用於溪流生態工程評鑑系統之研究與實作。國立台北科技大學土木與防災技術研究所碩士論文，台北。
- 陳宏仁(2003)。人體移動控制變異及學習效果之六標準差研究。中原大學工業工程研究所碩士論文，未出版，桃園。
- 黃慧美(2002)。國小二年級學童使用電腦輔助學習之學習態度分析研究。國立嘉義大學幼兒教育學系碩士班碩士論文，嘉義。
- 楊鎮豪(1998)。個人電腦遊戲軟體消費者購買涉入與消費行為之研究。國立交通大學管理科學研究所碩士論文，未出版，新竹。
- 董家豪(2001)。網路使用者參與網路遊戲行為之研究。南華大學資訊管理學系碩士論文，嘉義。
- 詹富鈞、王元聖(2007)。樂趣化棒、壘球教學課程規劃。淡江體育，10，頁106-114。
- 榮欽科技公司(2003)。遊戲設計概論。台北：基峰資訊。
- 鄭永燦(2007)。利用螞蟻族群最佳化理論建構蟻元決策系統。中華大學經營管理研究所碩士論文，新竹市。
- 鄭凱育(2000)。電腦遊戲對國小四年級學童二維空間概念發展影響之研究。中國文化大學生活應用科學研究所碩士論文，台北。
- 盧彥夫(2004)。類神經網路與學習曲線預測學習效應成效比較之研究。朝陽科技大學營建工程系碩士班碩士論文，未出版，台中。
- 蘇怡如、彭心儀、周倩(2004)。行動學習之定義與要素，教學科技與媒體，70，4-14。
- Byous, J. (1998). *Java Technology: The Early Years*. Retrieved Jan 10, 2008, from <http://java.sun.com/>.
- Denzin, N. K. & Lincoln, Y. S. (Eds.). (2003) *Collecting and interpreting qualitative materials*. London: SAGE.
- Dye, A. (2003). Mobile Education-A Glance at The Future. Retrieved Jan 2, 2008, from http://www.nettskolen.com/forskning/mobile_education.pdf.

- Harris, P. (2001). Goin Mobile. Retrieved Jan 2, 2008, from <http://www.learningcircuits.org/2001/jul2001/harris.html>.
- Keegan, D. (2002). *The future of learning: From e-learning to m-learning*. Retrieved Jan 3, 2008, from http://www.fernuni-hagen.de/ZIFF/ZIFF_PAP_119.pdf.
- Kossen. J. (2001). *When e-learning becomes m-learning*. Retrieved Jan 2, 2008, from <http://www.palmpowerenterprise.com/issues/issue200106/elearning001.html>.
- Newell & Rosenbloom. (1981). *Mechanism of skill acquisition and the law of practice*. In J. R. Anderson (Ed.)、Cognitive skill and their acquisition (pp.1-55). Hillsdale、NJ: Erlbaum.
- Newell, A., Rosenbloom, P. S., & Laird, J. E. (1989). Symbolic architectures for cognition. *Foundations of Cognitive Science*, MIT Press, Cambridge, MA, USA.
- Quinn, C. (2000). mLearning: Mobile, Wireless, In-Your-Pocket Learning. *Line Zine Magazine*. Retrieved Jan 2, 2008, from <http://www.linezine.com/2.1/features/cqmmwiyp.htm>.
- Seonju, K. (2002). An empirical analysis of children' s thinking and learning in a computer game context. *Educational Psychology*, 22(2).
- Shepherd, C. (2001) *M is for Maybe. Tactix: Training and communication technology in context*. Retrieved Jan 2, 2008, from <http://www.fastrak-consulting.co.uk/tactix/features/mlearning.htm>.
- Sun(2007). *Sun Developer Network*, Retrieved Jan 12, 2008, from <http://java.sun.com/javame/index.jsp>.
- Tom, H. B.(2005).Towards a model for m-learning in Africa. *International Journal on E-Learning*, 4(3), 299-315.
- Wright, T. P.(1936). Factors affecting the cost of airplanes. *Journal of Aeronautical Sciences*, Vol. 3, No. 4, 1936, 22-128.
- Wu Min-da, (1978). *A Study of Progress Function:Applied to Taiwan CompressorandTransformer Companies*. 私立大同工學院事業經營研究所碩士論文.

趣味化學實驗融入網路教學之創意教學網站設計

翁榮源*、陳定威**

靜宜大學應用化學系教授*

靜宜大學應用化學系博士生**

壹、前言

長久以來，在制式的教育制度下，多數學校爲了升學率的考量或學生安全、人力、物力等經費因素，縮減了中學課程中原有的實驗活動，而且鮮少有讓學生動手做的機會，縱然少數學校有讓學生親自動手操作，但往往只依照實驗課本一個步驟一個動作，實驗完成後，學生仍然無法深刻了解實驗的目的及生活上的應用。因此，導致許多學生誤以爲學習化學的方法與學習文科沒有兩樣，讓原本應該多彩多姿的學科竟流於片斷科學事實的背誦，造成「化學」對很多中等學校的學生來說，是一科沉悶、無趣、抽象、痛苦的科目，而這個印象很大的原因是因爲在枯燥定理、公式與繁雜計算的課程內容及教學方式下，磨盡了學生對化學的興趣與好奇，因而喪失了珍貴的創造力與自信心（周麗玉，1997）。再者，過去的教學方法，偏重於教師本位的教學，過於強調標準答案的獲得，較少顧及學生心理需求和思考模式。因此，在化學教學中如何培養學生的興趣和能力，是當前改革教學、探討教學規律及提高教學質量的一個重要問題。

在教育鬆綁、課程自主的教改聲中，教師們擁有課程計劃與設計的空間，但該如何教學生才會得到帶著走的能力呢？近年來，國內外教育學者紛紛開始重視科學實驗的重要性，因爲科學實驗活動不但是科學的特色也是科學教學的核心，不但能發展科學實驗過程技能，更可以培育科學態度，理解科學本質，發展更高的認知能力，且能建立課程相關的概念（許榮富、趙金祁，1987）。因此，學生的學習不應僅限於教科書上能力的培養，能夠學以致用才是教育的主流，知識的應用與創新顯得十分重要（張玉成，1990）。而自八十六年起國科會也積極推動「中小學科學創造力培養研究」整合型研究計畫，希望藉由一系列的研究與活動，開創國內適合的教學與學習環境，以增進學生之科學創造力，進而充實國民科學素養與培育科技人才，提昇國家競爭力。另外，近幾年來，教育部對國小的自然課程與國中自然與生活科技課程的編輯，傾向於使學習與日常生活連結，在

課程實驗方面，更強調藉由簡易有趣的生活化實驗教學，引起學生的學習興趣並培養學生對科學實驗的正確態度與熟練度。例如：國立台灣師範大學教授蕭次融自民國七十七年起即著手設計一系列有趣、簡易的化學演示實驗提供教師教學上的參考。由以上的討論，我們可以發現實驗活動確實在中學生學習科學的過程中扮演非常重要的角色。因此激發我們由日常生活中尋找相關的題材，將化學實驗以趣味化、生活化、簡易化的方式呈現，並透過有趣的故事作為實驗的引導，藉由思考推理的過程，讓學生能利用自己已經學過的知識來同化或適應新的知識，讓新舊知識產生自然的連結，慢慢誘導學生進入化學的世界，所以無論是作為實驗活動或輔助教學的教材都相當符合當前教育改革的理念。

貳、設計網路輔助教材目的

面對資訊科技迅速發展、社會多元化的競爭世代，每個人所面臨到的問題，已經不再是一些基本常識所能夠應付，導致如何運用資訊科技主動學習與創新思考的能力，已成為未來面臨新挑戰的致勝關鍵。而過去的研究指出，老師適當的使用資訊教學系統比起傳統講述教學更能提升學習成效（Chang, 2001），有助於提升學生高層次思考（左台益，2002；江蕙茹、劉旨峰、林珊如，2002），所以近來學者越來越重視學習管道的多元化，期望教師成為「創新學習」的實踐者和帶領者。但教師如何推動創新教學，來培養學生獨立思考的能力，隨著資訊科技的變化，教學的方式也產生很大的改變。而在教育部2001年提出的中小學資訊教育總藍圖中（教育部，2001），其整體願景包含了引導學生發揮創造力：「資訊隨手得，主動學習樂；合作創新意，知識伴終生」，亦期望教師能採用資訊科技，進行教學創新，以新的教學方法與概念去引導學生學習，把教學與學習歷程的品質都提升到更高的境界，促使學生能利用網路的多媒體資訊，發生主動學習、激發創意的功效。其短期目標主要應用電腦科技建置多元化教材及學習環境來實施資訊應用科技，長期目標則是要將電腦輔助教學融入各科，結合網路資源以落實多元化與個別化的學習（王曉璿，1998）。再者，在自然與生活科技學習領域課程綱要之實施要點（教育部，2000）中強調，學生的學習應培養其探究和實作的能力，教學活動的設計應以解決問題策略的方式進行，因為教學活動主要在促成學習者獲得學習，故教學應以學習者的活動為中心。因此未來教師的教學無論是在教學精神、課程設計、教材教法及教學評量都需要時時創新，並與資訊科技的

應用相結合來創新教學，進而增進學生創造思考及創新能力的開發。而化學是物質科學中一門探究物質奧秘的實驗科學，透過實驗教學可幫助學生形成化學概念，理解後鞏固化學知識，所以若以有趣的化學實驗進行教學活動，教師除了可以在操作的過程中驗證化學的基本概念和原理外，還可以在學生操作的過程中，培養仔細觀察，從做中學，實踐手腦並用，解決問題的訓練，藉由親身的經驗逐漸養成正確的科學態度，培養獨立思考的能力，進而創新構想，達到寓教於樂的效果，可說是一舉數得（楊忠樵，2001）。

然而，許多教師以現有課業內容與時間的安排為考量，認為每學期課程進度都已經非常緊湊，運用資訊科技於各學科教學上有實質上的困難。但為因應未來資訊社會的教育趨勢，提供學生可供參考的學習資訊及建立資訊科技與各科教學相結合的教學模式，實為當今推展資訊教育刻不容緩的工作，面對這些困難，網際網路的特性或許可以解決上述的困境。而Insung et al. (2002) 的研究也指出網路教學系統允許學習者與他人、教學者及多媒體教學資源互動，其特色在於擴大互動效果，這在克服傳統教學的缺點－缺乏人與人之間的互動是相當重要的。因此利用全球資訊網來規劃輔助學生學習的數位教材，不僅能依學習者的能力、經驗與興趣適時地提供適當的教材，教學者更可依學生的學習狀況彈性地調整授課，而且非同步的網路學習環境將使學習不再受時空的限制，可以延長學習時間，學習的環境也不再侷限於教室內，在網路教學的環境中，教師的角色也轉變成資訊的提供者與學習的輔導者，教師可以在網路上準備線上學習課程與學習資源，提供學生學習另一種途徑，同時也彌補學校教學的不足（林奇賢，1997）。不過雖然大部份的教師都肯定電腦網路創新教學的本質，明瞭資訊科技融入教學可以有效提昇教學品質，亦有學習的意願與動機（王文裕，2003、廖志書，2004），不過泛覽搜尋網路上關於「趣味化學」實驗課程的多媒體教材，似乎在質與量上都不及其他學科，且大部分都沒有任何創新的教學構想融入其中，同時教材內容無法有效地與整個社會文化及日常生活內容做結合，所以此種數位教材在輔助教學上的成效必定有限，且無法引起學習者的學習動機。而林奇賢（1997）也指出，想要建構網際網路成爲一個理想的學習環境，不可只將學習資源放置在網站上而已，必須根據學習理論進行規劃與設計。因此運用教學媒體創新教學環境時，應結合學習理論教學策略等理論基礎，以提昇較高層次的思考獲得較高的學習成效（周文忠，1999）。

有鑒於此，我們設計出這個「動手玩化學」的創意教學網站，盼能提供教師進行創新教學設計的參考，以在教學上展現創意的教學活動，提昇教學品質與效果；而在學習者方面，希望藉由提供生動有趣的內容，讓學生了解學習目的，並激發學生的學習熱情，使學生產生強大而穩定的學習動力，持之以恆地學習和探索問題。不過所謂的教學創新並不是要捨去舊有的教學方法，也不是要無中生有，乃是教師在教學過程中，採用多元化活潑的教學方式和多樣化豐富的教學內容，以激發學生內在的學習興趣，培養學生主動學習的態度和提昇學生學習能力（吳清山，2002）。亦即是教師構思、設計並運用新奇的教學取向、方法或活動以適應學生的心智發展，引起學習動機，並幫助學生有意義地學習，更有效達成教育目標（林偉文，2002）。因此，整個網站架構的規劃是由十個富有推理劇情的小故事引出所要教授的化學主題，而且故事中問題的呈現大都取自學生熟悉的生活經驗，教學的策略是要學生面對問題情境時，刺激學生去反覆思考，鼓勵學生自發性的試探和建構知識，讓學生能提出自己的見解，期望為缺乏學習動機的學生帶來學習的新樂趣。再者，並嘗試帶領學習者從另一角度，重新欣賞從前覺得毫無趣味的化學原理及冷冰冰的化學實驗，目的在藉由這些現象明顯而易操作的趣味化學實驗，加強化學概念之理解。因此，本網站設計的每一個化學實驗都好像是一場「化學魔術」秀，但每一個有趣的實驗背後都蘊含著豐富的化學知識，設計者在網頁中除了用真實拍攝的影片來演示外，也盡量使用簡單易懂的文字敘述、生動的圖片及有趣的互動動畫來解說化學原理，並運用新聞時事、科技新知，增加實驗活動的應用性，以協助學生連接、理解科學知識，建立正確的科學概念，最終的教育目標，不單要激發學生學習化學的動機，更重要的是，讓學生明白到化學是與我們日常生活息息相關的，也希望將來學習者能掌握這些化學知識及技能，有效地解決現代生活中所遭遇到的問題。

參、設計趣味化學實驗之理論基礎

一、「動手做」的相關理論：

Bruner（1966）認為學習要有動機，學生必須先得喜歡學習、願意學習，而後教學始有效果。然而如何引發學生內在、主動的學習動機呢？透過遊戲玩耍也許是可能的路徑之一。國外學者Brooke和Solomon的研究更指出玩耍會產生發現，尤其是當學生專注於某一現象，對該現象產生高度的興趣或好奇，然

後擬一有目的的計畫並付諸行動時，玩耍就會變成探索現象的因果關係 (Brooke & Solomon, 1998; Solomon, 1980)。而皮亞傑 (Piaget) 也認為實驗的過程對具體操作期的中學生尤其重要，唯有經過實驗歷程，學習者方能獲得形式運思中思考所需之技能，更重要的是實驗通常可使人產生新的想法 (吳幸宜, 1994)。目前我國中小學課程受到杜威教育思想正面的啓發與影響，認為知識是人類應付環境謀求生存的工具，因此需適度提供日常生活實用的教材，以幫助適應環境和解決問題，所以主張課程應以活動為中心，讓學生透過實際參與活動來學習 (吳宗立, 1999)。由此可見，這些教育學者主張的教育方法特別強調「做中學」(Learning By Doing)的教育理念。因此，我們相信透過動手做趣味化學實驗的過程，學生不但能在輕鬆、無壓力的氣氛下學習，而且能真正讓學生體驗科學建構與驗證的過程，並能培養科學興趣、態度及學習科學的方法，並提供知識建構的機會，幫助學生進行有意義的學習。

二、情境學習理論的相關研究：

情境學習理論認為，學習者在知識形成的過程中，是主動的、積極的，學習者並非只是被動的接受外在的刺激，他們要透過參與生活情境中的活動，學習者才能真正掌握知識，並能有效的運用知識，如果所學的知識不能用到實際情境中，則所學知識的益處不多 (張敬宜, 2001)。在情境中經由主動探索所得到的知識，不僅可用於解決所面臨的問題情境，更可遷移解決其他類似的問題情境上。換句話說，情境學習的目的即在提供一種較真實的學習情境，以便學習者能夠從學習的歷程中建構自己一套問題解決的策略，達到「學習如何學習 (learning how to learn)」的最高目標 (高熏芳, 1996)。再者，目前情境教學已被積極地應用到各教學領域，特別是在結合電腦科技來進行電腦輔助學習與教學軟體的設計上 (邱貴發, 1996; 邱貴發與鍾邦友, 1993; 徐新逸, 1996、1998; 陳品華, 1997; 楊家興, 1995; 鄭晉昌, 1993; 鍾邦友, 1994)。基於上述理念，利用網路教學環境編製學習教材時，可以運用故事來模擬現實情境，以提昇學習者學習興趣與激發學習者學習動機，藉由提供模擬現實情境的機會以達成學習的目的。因此本網站內每一實驗單元的設計，在化學知識的選擇及故事問題的呈現，大都取自學生熟悉的生活經驗，而實驗活動的設計，也儘可能地活潑、有趣且必須是現象明顯而易操作的，透過網頁中真實影片的示範，教導學生主動探索與操作的態度，協助學生在活動的過程中不斷地與情境互

動，從中搜尋意義及建構知識，而從活動中學習到的知識概念，將會是他們將來用來解決現實生活問題的工具。

肆、「動手玩化學」網站之設計構思

實驗活動一：保麗龍之溶屍奇案

實驗目的：藉由一則擬人化的保麗龍謀殺奇案，讓學生透過觀察、討論來了解保麗龍的基本成分和用途，並藉由影片中丙酮可「吃掉」大量保麗龍的奇特現象，介紹丙酮的化學性質及為何可破壞保麗龍的化學原理，最後探討保麗龍雖然帶給人們便利的生活，但如果使用不當對人體還是有潛藏的危險性，並引出大量使用保麗龍所產生的環境污染問題，讓學生來共同討論及激發學生去思考如何藉由所學的知識去解決環保上的問題。

一、藉由故事引起動機：

	
--	---

二、原理說明：

	
---	--

三、所需器材及影片示範：

 動手玩化學		
<ul style="list-style-type: none">  科學儲藏  藥品器材  動手操作  生活應用 	<p>器材：</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  塊狀保麗龍 </div> <div style="text-align: center;">  丙酮 </div> <div style="text-align: center;">  大燒杯 </div> </div>	<div style="text-align: center;">  </div>
◎◎		◎◎

四、生活上的應用：

 動手玩化學		
<ul style="list-style-type: none">  科學儲藏  藥品器材  動手操作  生活應用 	<p>保麗龍確實替人們帶來了非常便利的生活，但在使用上，安全通常不能直接和方便畫上等號。保麗龍是一種高分子聚合物，人體沒有辦法直接吸收，不過在製造過程中，若聚合反應未達99.8%，易殘留苯乙烯單體。而保麗龍的耐熱程度通常只有75至95℃，若溫度太高則會釋出苯乙烯單體。值得注意的是，目前市面上仍有泡殼使用保麗龍泡殼，如高溫沸水沖泡，則有吸入苯乙烯單體的危險。另外，根據研究保麗龍也不適合用來盛裝柳橙汁或可樂等酸性飲料。</p> <p>苯乙烯單體具有毒性，它會抑制中樞神經系統而導致心律不整，甚至損害肝臟及腎臟。若以白老鼠做實驗，苯乙烯的口服毒性LD₅₀（半數致死劑量）為0.66公克/公斤，即是若有100隻健康的白老鼠，當攝食的苯乙烯量與牠們的體重比到達0.66公克/公斤時，將有50隻的白老鼠將魂歸西天。</p> <div style="text-align: right;">  苯乙烯化學結構 </div>	◎◎

實驗活動二：賣方糖的小女孩

實驗目的：藉由“賣火柴的小女孩”想要見到媽媽感人小故事的改編，刺激學生去思考為何方糖是碳水化合物卻無法燃燒的原因，並讓學生討論日常生活中哪些物品是可燃物與不可燃物及燃燒所需具備的要素，同時透過影片中沾了麵粉就可燃燒的方糖，讓學生明瞭催化劑在化學反應中所扮演的角色，並鼓勵學生進一步討論生物體中催化劑所扮演的功能。最後在生活應用上，則延伸介紹整人玩具中「吹不熄蠟燭」的原理。

一、藉由故事引起動機：

動手玩化學

賣方糖的小女孩

故事背景 小英本來有個美滿的家庭，但是自從媽媽過世，爸爸娶了繼母之後，小英就常常被壞心的繼母叫去賣方糖給鄰居家用。

藥品器材 這天，外面下著大雨，小英帶著繼母給的幾顆方糖，向數十家雜貨店兜售，但因為大家都使用糖精而被拒。小英很害怕，這樣回去一定又會被繼母打，於是她好想急媽媽囉！

動手操作 突然靈機一動！或許她帶著賣火炭的小女孩，燒掉方糖，就可以從火堆中看見她的媽媽。於是小英拿了一顆方糖，將它點燃，可是方糖怎樣就是燒不起來！



動手玩化學

賣方糖的小女孩

故事背景 忽然間，小英想起以前唸書時，化學課上所做過的實驗。對了，只要有“那個”，方糖就可以燃燒了。於是，她走到雜貨店裡，偷偷將“那個”弄到手，她拿著“加工過”的方糖，打火機一點，方糖就燃燒了起來，她從火堆中看著對媽媽慈祥的對他微笑。

動手操作 

生活應用 別讓小英從雜貨店裡取走了什麼加入方糖中呢？

二、原理說明：

動手玩化學

賣方糖的小女孩

故事背景 原來小英從雜貨店中取走了一些香灰，那香灰中到底有什麼特殊成分可使方糖起大火燃燒呢？

藥品器材 首先我們必須瞭解燃燒的三大要素：
可燃物(燃料)：所謂可燃物是指能與氧化合引起發熱反應之物質。不過，有些物質雖可和氧化合，但如果不能產生發熱者，仍屬非可燃物。燃料之主要成分一般為碳、氫、硫三種元素中的一種或數種。
熱能(溫度)：可燃物與氧起化合作用必須有熱能，且必須達一定溫度，因為熱能可以分解燃料，產生可燃性氣體或蒸氣，而與空氣中的氧發生化學作用。
氧氣(助燃物質)：燃燒是可燃物與氧之化合作用，因此燃燒之際非但不能缺少氧，且氧濃度當在一定比例以上。若濃度低於15%以下就無法燃燒。一般空氣中氧濃度在21%。



動手玩化學

賣方糖的小女孩

故事背景 理論上方糖為含有碳、氫、氧的碳水化合物，所以應該可以燃燒，但因為它的結構緊密，受熱面積太小，所以不容易達到燃點。不過，當在方糖上灑一點香灰時，就容易把方糖點燃。因為香灰中含有各種金屬碳酸鹽、硝酸鹽及氧化物，其中硝酸鉀可是傳統黑火藥裡的主要成分之一，受熱會釋出**氧氣助燃**，所以可與方糖中的碳原子與氫原子反應，生成二氧化碳及水。而被還原的金屬，在高溫下，很快又與氧反應，變回金屬氧化物，因此香灰在整個反應過程中扮演著「**催化劑**」的角色。

動手操作 同時在此實驗中，香灰也可用**麵粉**來替換亦可達到相同的效果，因為一般打火機的溫度太低無法達到其燃點，導致方糖無法燃燒，而沾滿麵粉的方糖點火會燃燒，是因為麵粉能夠聚熱，使溫度達到燃點，所以有沾麵粉的方糖便可以燃燒。




三、所需器材及影片示範：


動手玩化學


賣方糖的小女孩

器材：

藥品器材  方糖數顆

動手操作  酒精燈或打火機

生活應用  香灰或以麵粉代替

 鑷子一支

動手玩化學

賣方糖的小女孩

影片示範 

四、生活上的應用：



賣方糖的小妙訣

為何燭燭一吹就熄而木炭卻會吹愈旺呢？

科學原理 首先我們必須瞭解燃燒三大要素：可燃物（燃料）、熱能（溫度）、氧氣（助燃物質），缺一不可無法燃燒。一般燭燭燃燒時，必須經過幾道程序，過程為固態蠟燭化成液態蠟，液態蠟聚集在燭蕊四周，並會隨著燭燭芯往上升（虹吸現象），而熱會使它汽化成氣體蠟而開始燃燒，如此循環下去。而吹熄燭燭的原理，主要就是移走可燃物（氣態蠟），沒有燃燒產生的熱能，液態蠟就沒有足夠的熱能來汽化，固態蠟也沒辦法融化，於是燃燒的循環就中止了。

動手操作 假設今天不是吹燭燭，而是吹木炭，你會發現木炭越吹越旺，那是因為木炭的可燃物是固態的，你的吹氣無法把固態的可燃物吹走，反而會帶給它更多的助燃物質（氧氣），因此它越吹越旺，這也可以說明吹氣並無法移走助燃物，也不是因為吹氣造成溫度下降才中斷燃燒過程的。

生活應用 



賣方糖的小妙訣

整人玩具店買來的燭燭為何吹不熄呢？

科學原理 「吹不熄燭燭」與一般燭燭最大的不同在於燭芯，因為在製造吹不熄燭燭的燭芯過程中加入了些許錫、磷之類的低燃點物質，因為錫、磷的燃點較低，所以就算你一將燭燭吹熄，但因燭芯還有殘餘熱度，而這個熱度比錫、磷的燃點還高，因此會產生復燃的效果。

動手操作 

生活應用

實驗活動三：新鈔、舊鈔爭奪大戰

實驗目的：藉由兩張紙鈔同樣接受火的考驗，而舊鈔被火燒掉，但新鈔被火燒之後卻完好如初的有趣故事及影片，引出酒精與水的比例在其中所扮演的奧秘及介紹酒精的化學性質。最後在生活應用上讓學生討論為何純酒精不具有殺菌的功效，並藉由教導學生配置具有殺菌功效的酒精，讓學生了解化學中重量百分濃度的概念。

一、藉由故事引起動機：



新鈔 舊鈔 爭奪大戰

科學原理 千元新鈔跟千元舊鈔向來誓不兩立，但一山怎能容二虎，於是它們決定來場比賽，最強的人能夠成為台灣唯一的千元紙鈔。

藥品器材 舊鈔：「新來的，你就要怎麼比？」
新鈔：「我們就來比，看誰比較耐得住火燒，贏的人就可以繼續跟央行合作。」

動手操作 於是，第二天，就在央行總裁的見證下，新鈔跟舊鈔各自拿出法寶抹在身上，準備開始比賽。

生活應用 



新鈔 舊鈔 爭奪大戰

科學原理 火一點燃之後，只見舊鈔立刻就被燒掉一大半，癱倒在地打滾，不斷的哀嚎；而新鈔雖然身浴火中，卻從容的用扇子煽風，淡淡的說了句：「哼，好熱喔！」被人即時滅火的舊鈔，拖著燒剩的半張鈔面，用殘存的一口氣說：「你……唔……唔……」然後便一命嗚呼了。

動手操作 央行總裁拿著合約歡迎向千元新鈔，握著它的手說：「恭喜你！你將成為台灣唯一的千元鈔票！只是……」央行總裁頓了一下，問道：「你究竟是怎麼辦到的??」

生活應用 

二、原理說明：



動手玩化學





為何新版鈔票沒有被火燒掉呢？

科學儲解

藥品器材

動手操作

生活應用

原來在燒鈔票之前，已先將鈔票浸於**乙醇和水各一半**的混合溶液中，因此鈔票上就含有酒精和水的成份，而當我們用打火機將鈔票點燃時，因為酒精是可燃燒的液體，而水是不可燃燒的液體，所以火將鈔票上的酒精燃燒後，就只剩下不可燃的水包附在鈔票上，因此大家看到的焦黑火焰其實是燃燒酒精而來，鈔票也因為含有水份的關係，所以不會燒到本身。

由於乙醇與水的混合溶液，燃燒鈔票時火焰為淡藍色，在視覺上不易觀察，為加強視覺效果可加入少量的氯化鈉 (NaCl) 來改變火焰的顏色，鈉離子可使火焰的顏色呈現**橙黃色**。



乙醇與水最佳的比則為1:1



三、所需器材及影片示範：



動手玩化學





器材：



藥用酒精
(95% ethanol)



酒精燈或打火機



燒杯



玩具鈔票數張



鑷子一支





動手玩化學







科學儲解

藥品器材

動手操作


生活應用




四、生活上的應用：



動手玩化學





為何純酒精不具有殺菌的功用？


科學儲解

藥品器材

動手操作

生活應用


酒精的濃度是決定殺菌效果好壞的關鍵因素。一般來說，在醫院或學校裡所使用的消毒酒精，大約都含有**25%的水份**。殺菌的原理在於酒精具有強大的滲透能力，能夠滲透到細菌體內，使整個細菌體內的蛋白質迅速凝固起來，如此一來，細菌也就無法生存了。然而當你用純酒精消毒時，酒精的濃度很大，一下子就使細菌表面的蛋白質凝固了，結果形成一層**硬膜**。而這層硬膜對細菌有保護的作用，阻止酒精進一步滲入，所以酒精反而不能殺菌。因此，一般來說，以**70-75%濃度**的酒精，殺菌防疫效果最好。



75%酒精下的細菌







100%酒精下的細菌



實驗活動四：小哈利的魔法

實驗目的：藉由一副已經變形的眼鏡，在小哈利的巧手下卻能恢復原狀的神奇故事，引發學生對「記憶金屬」的好奇，進而介紹記憶金屬的材質及其能恢復原狀的原理，並透過影片的呈現讓學生親眼目睹變形的記憶金屬放入熱水後隨即恢復原狀的現象。最後在生活應用上，介紹目前常見具有記憶金屬的產品，如眼鏡、牙齒矯正線等，並讓學生發揮創意去討論記憶金屬的特殊性質在生活上還能製作出什麼樣有趣的產品。




一、藉由故事引起動機：

 <p>動手玩化學</p> <p>故事簡介 在小明的吵鬧下，媽媽買了一副新眼鏡給他，小明興高采烈的帶著新眼鏡到學校。小亮看到小明配了新眼鏡，非常不是滋味，怒氣衝衝，小明又被他欺負了，更不幸的是，他的新眼鏡也在這過程當中變形了。</p> <p>藥品器材</p> <p>動手操作</p> <p>生活應用</p> <p>小明哭著回家：「嗚哇~，小哈利，怎麼辦？我的新眼鏡被弄壞了，要是給媽媽知道了，我一定會被罵死的！小哈利，救救我吧！」</p> 	 <p>動手玩化學</p> <p>故事簡介 小哈利：「唉~，真拿你沒辦法。好吧！」於是從口袋裡拿出一個東西：「熱-水-煮！」。小哈利從熱水壺中倒出一點熱水，並將小明被壓到變形的眼鏡放入熱水中浸泡，過時間，眼鏡即恢復原來的形狀。 小明：「哇~，這真是太神奇了！小哈利，這到底是什麼鬼熱水壺啊？怎麼只要將變形的眼鏡泡一下熱水，就能恢復原來的樣子呢？」 小哈利：「沒有啊，這只是我剛剛從櫃下廚房拿上來的熱水壺而已啊！」 小明：「難道就是水裡面大有文章？」 小哈利：「也不是，這只是普通的水而已啊！」</p> <p>神奇的不是熱水壺，也不是熱水，那麼小哈利到底是如何將小明的眼鏡修好的呢？</p> 
---	--

二、原理說明：

 <p>動手玩化學</p> <p>故事簡介 原來媽媽買給小明的眼鏡是一副特殊合金材質的眼鏡，是由鎳和鈦所製成的合金，叫做鎳鈦(Nitinol)，其製作方法是將鎳、鈦各一半混合的合金，在攝氏四百度高溫下保溫的鍛造十分鐘，即可永久保持此一形狀，因此具有記憶的功能。什麼？！金屬也有記憶功能？這到底是怎麼回事呢？</p> <p>藥品器材 形狀記憶合金是一種金屬材料，它們最特別之處是它們變形後，只要將它加熱至「形體改變溫度」(transformation temperature)以上，它們會恢復未變形的形狀，就好像它們是有「記憶」一樣。不過，鎳鈦這種合金只能在變形百分之十後回復原狀，若是超過百分之十以上，它會進行塑性形變並且不能回復原狀。而目前最新的形狀記憶合金是由鈷和錳加上其他金屬例如鉛所製造的合金。</p>  <p>記憶合金製成眼鏡</p>	 <p>動手玩化學</p> <p>為什麼形狀記憶合金會那麼神奇呢？ 原來在記憶合金裏，原子按一定的方式排列。當受到外力作用時，這些原子離開自己原來的位置，合金材料就發生形變。而將這些合金材料知道，由於獲得了能量，合金的原子又回到原來的位置。這就是記憶合金加熱到一定溫度恢復原狀的原因。 深入了解其中的奧妙，記憶合金的晶體結構，在低溫時，合金是處於「馬氏體相」，這種合金內的晶體結構是比較柔軟的長斜方晶系形態，原子間的距離在受力時可作改變，故我們可以扭曲合金的外型。當我們將合金加熱到高於一個臨界溫度時，合金則處於「奧斯汀相」，這種合金內的晶體排列為堅固的體心立方結構，原子間的距離回復到受力前的樣子，合金便變回原狀。</p>  <p>馬氏體相 奧斯汀相</p>
---	---

三、所需器材及影片示範：

 <p>動手玩化學</p> <p>材料：</p> <p>細窄鐵條</p> <p>藥品器材</p> <p>動手操作</p> <p>安全應用</p> <p>記憶金屬 (鐵粉各一半混合之合金)</p> <p>熱水</p> <p>00</p>	 <p>動手玩化學</p> <p>細窄鐵條</p> <p>藥品器材</p> <p>動手操作</p> <p>安全應用</p>  <p>00</p>
--	---

四、生活上的應用：

 <p>動手玩化學</p> <p>細窄鐵條</p> <p>藥品器材</p> <p>動手操作</p> <p>安全應用</p> <p>記憶合金一經發現，便得到了廣泛的應用，其中最著名的是“阿波羅”11號帶到月球上的天線。</p> <p>科學家利用極薄的形狀記憶合金，先在正常情況下按預定要求做成一個巨大的動物面天線，然後降低溫度把它縮成小小的包裹裡，裝進登陸艙，送往太空。當包裹打開後在陽光的照射下，天線在溫暖的陽光中恢復成巨大的半球形，利用這天線將阿波羅探測器與“名言”對一個人來說，這僅僅是一小步，但對整個人類來說，這是跨了一大步……”返回地面，令全世界歡以億計的人們激動不已。</p>  <p>00</p>	 <p>動手玩化學</p> <p>細窄鐵條</p> <p>藥品器材</p> <p>動手操作</p> <p>安全應用</p> <p>由於記憶合金在扭曲後仍能回復原狀，所以在生活中也有多種應用。而目前應用最廣的是由鐵與鎳混合而成的鐵鎳合金，因為它不易有金屬疲勞，耐疲勞，能承受拉力和壓力，在通電時能產生顯發相變的熱力，所以除用作眼鏡框外，它更可以是起動器、感應器、發熱器三合一的材料。</p> <p>而在生物醫學領域裡，牙齒矯正線則是目前鐵鎳合金在口腔醫學上的主要應用。鐵鎳合金由於具備相當優良的生物相容性、抗腐蝕性與形狀記憶機能，因此在矯正線的使用上逐漸成為主流。除了在齒科的應用上，具有類似於彈性體的形狀記憶合金，在骨折部位的固定與解決心血管堵塞的問題上，都具有相當良好的效果。而目前市面上見到的魔術腳蹼，也是利用形狀記憶合金作成骨節。當因任何外力作用使其變形後，只要穿在身上，由於人體溫度的作用，它的形狀又會在很短的時間內恢復原狀。</p>  <p>00</p>
--	---

實驗活動五：50+50≠100


實驗目的：藉由 50 毫升的酒精與 50 毫升的水，混合在一起竟然只有 98 毫升的奇怪現象，引發學生對於那消失兩毫升液體的好奇心。雖然此實驗的操作與器材都相當簡單，但卻能讓學生感受到化學中抽象的「分子」概念，並讓學生了解原來水分子與酒精分子間具有看不見的「氫鍵」存在彼此之間的化學概念。最後在生活應用上，引申介紹目前新聞上相當熱門的替代能源－生質酒精、生質柴油，包括其製造的原料、製作的過程及對於環保的貢獻。

一、藉由故事引起動機：



動手玩化學






科學謎解 小蘭是個非常“蠢”真的小孩，因此常常遭到其他小朋友的取笑，尤其以小王欺負他最兇。這天，校內的自然老師為了上課需要，請小王幫他買水和酒精各50毫升，懶惰的小王便指使小蘭去買。

購品器材 小王：「喂！小蠢蛋，老師叫你去幫他買水和酒精各50毫升，記住！共100毫升，一點也不能少囉!!」小王腦中忽然靈光一閃說：「現在環保很重要，你就叫老闆幫你裝一起，才不會增加碳排放，OK?」

動手操作 

實驗應用 





動手玩化學





科學謎解 回到校內後，小蘭跟小王一起拿著混合的液體，到教室去交給老師。小王：「報告老師，我麻煩小蘭買水和酒精各50毫升，他不但將二種都混在一起，而且還少了2毫升，只有98毫升，我千交待萬囑咐，一點都不能少的!」


購品器材 小蘭急著說：「不是的，老師!是小王說為了環保，叫我把它們裝在一起的!」小蘭拿出發票：「可是...，我真的親眼看見老闆用量筒量50毫升的水和酒精互倒在一起，我真的不知道為什麼會少?」

動手操作 

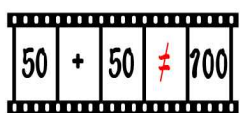
實驗應用  為何會少2毫升呢?




二、原理說明：




動手玩化學







50毫升的酒精加入50毫升的水中，結果竟然只有98毫升?!

科學謎解 原來水和酒精在我們眼裡，都是既透明又清澈的液體，完全沒有想過液體裡面存在任何縫隙。但事實上，水和酒精都是由許多小分子所組成的，分子和分子之間，存在著許多**看不到的縫隙**。所以當把水與酒精混合時，水和酒精的分子會跑到彼此的空隙，造成總體積減少。若深入以化學角度來看，因為水和酒精除了自己本身有**氫鍵**的存在外，水與酒精之間亦可形成**氫鍵**，而且兩者相互之間結合的力量更強，所以縮短了水分子與酒精分子彼此之間的距離，因此總體積變成98毫升。也就是說水分子與酒精分子本來彼此之間有大大小小不等的距離存在，但一旦有**氫鍵**存在時，會把他們用更小的距離連接著，所以整體的體積就變小了。


購品器材 

動手操作 圖中虛線的部分為水分子和酒精分子之間形成的氫鍵

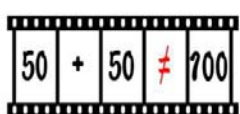
實驗應用 




三、所需器材及影片示範：




動手玩化學







器材：




酒精





水





量筒


科學謎解 

購品器材 

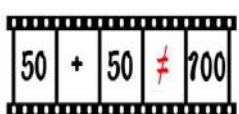
動手操作 


實驗應用 








動手玩化學







科學謎解 

購品器材 

動手操作 

實驗應用 



四、生活上的應用：

 <p>動手玩化學</p> <p>科學儲解 最近新聞報導一些民生食品漲價了，因為「車與人爭食」，運輸工具也要分一杯羹！這是怎麼回事呢？原來，國際油價不斷創新高，國內各種燃料價格跟著漲不停，尋找替代能源的研究再度成為重要工作。已知的能源作物有薯蓣、藻類、油料、澱粉類與糖料四大類，台灣薯蓣在後兩項的研究，目前已建造出第一座生質柴油示範廠，用向日葵、大豆、油菜榨出的油，製造生質柴油。今年則開始利用甘蔗的澱粉和甘蔗的蔗糖，生產可和汽油混合使用的生質燃料。不過，兩者障礙程度最大的困難在於價格。但國際能源協會統計指出，生質能源是僅次於石油、煤、天然氣的第四大能源，將可解決農產、工業等廢棄物的環保問題，並減緩溫室效應，一舉數得。</p> <p>購品器材 生質柴油原料 如薯蓣、大豆</p> <p>動手操作 生質酒精原料 如甘蔗、甘蔗</p> <p>生活應用</p>	 <p>動手玩化學</p> <p>科學儲解 究竟生質酒精是什麼呢？所謂生質酒精(Bioethanol)，亦即由全糖量的作物，如玉米、甘蔗提煉而成的酒精。一般來說，只要含有可發酵性糖如蔗糖、葡萄糖、麥芽糖、果糖等，或是擁有可轉變為發酵性糖的原料如澱粉和纖維素等，都是可以用來製造生質酒精的好原料。</p> <p>購品器材 動物或植物油可用來製造生質柴油</p> <p>動手操作 食用油主成分是三酸甘油酯，不過分子量太大，不適合作為燃料，但只要加入甲醇和適當觸媒，把此大分子切為脂肪醇和甘油，再萃取酒精，就是生質柴油。生質柴油特性跟柴油相近，燃燒產生的熱量也相當，可用任何比例和柴油混合，不必改變車輛引擎，且生質柴油閃火點比柴油高，沒有安全問題。</p> <p>生活應用 真係以玉米、甜高粱作為製造生質酒精的主要原料。</p>
 <p>動手玩化學</p> <p>科學儲解 至於農業廢棄物，如稻稈、稻殼、玉米稈、麥稈、蔗渣、廢木塊、林木廢棄物、樹葉等，由於富含纖維素原料，因此也可以作為製取生質酒精的原料來源。纖維素原料的主要成分為纖維素、半纖維素、木質素(或木纖維)，由於這些纖維素和澱粉一樣，都是葡萄糖的聚合物。因此，只要能找到特定的纖維素酵素將纖維素糖化，就可以廢物利用，將農業廢棄物變成汽車燃料了！</p> <p>購品器材</p> <p>動手操作 </p> <p>生活應用</p>	 <p>動手玩化學</p> <p>科學儲解 燃燒柴油、汽油會產生二氧化碳，而燃燒生質柴油、生質酒精一樣會產生二氧化碳，但為何後者會比前者環保呢？因為生質柴油或生質酒精是來自農作物，農作物在生長過程中，進行光合作用，吸收二氧化碳，燃燒時放出二氧化碳，但沒有增加二氧化碳的總排放量。</p> <p>購品器材 此外，燃燒煤、汽油，會製造有毒的氮氧化物和硫化物，但生質柴油、酒精，只產生二氧化碳和一氧化碳，幾乎沒有氮氧化物和硫化物，若在汽油中混用生質酒精，一氧化碳排放量也可減少一到兩成。</p> <p>動手操作 </p> <p>生活應用 生質酒精的副產品為中油，目前應用於化妝品、醫藥用品、牙膏、止咳糖漿等產品。</p>

實驗活動六：被惡整的可樂

實驗目的：此活動最主要是以化學的角度帶領學生來驗證，前陣子網路及新聞上相當熱門的一段影片 - 「曼陀珠加可樂」，是否會產生噴泉的效果。藉由活動中“可樂噴泉”驚人的效果，讓學生深刻體會到原來生活中許多有趣的現象，都包含著化學的原理在其中，原來化學也可以和日常生活如此貼近。

一、藉由故事引起動機：

動手玩化學

被惡整的可樂



趣學值解 茶裡王跟向來在飲料界爭奪「一哥」寶座，不過這次比賽，茶裡王對於可樂比它紅這件事一直耿耿於懷。為了惡搞可樂，茶裡王偷偷去找麥當勞叔叔，意圖從他口中套出可樂的弱點。

購品器材 茶裡王：「麥叔叔，我想送你一點禮物，你可以告訴我，他最喜歡吃什麼，最討厭吃什麼嗎??」

動手操作 麥叔叔：「噢！可樂它最喜歡吃M&M's巧克力，最討厭的食物就是曼陀珠了!」



00

動手玩化學

被惡整的可樂



趣學值解 茶裡王聽，立刻去買了一堆曼陀珠，並在曼陀珠上面噴上m的字樣。隔天，茶裡王將做的M&M's巧克力送給可樂。

購品器材 茶裡王：「可樂啊！以前都是我對，我知道你喜歡吃M&M's巧克力了，為了表示我的歉意，這些M&M's巧克力送給你!」

動手操作 可樂：「哇！你真是大爺了！只是...這些M&M's好像有比較大顆...」

蜜語應用 茶裡王：「沒有啦！這是二十週年紀念版，我特地買來給你的。」

可樂一聽則是二十週年紀念版，高興地往嘴裡一送，瞬間可樂噴泉而出。茶裡王哈哈大笑，樂不可支。

可樂：「你這個小人！害我吐得滿身...。」

為什麼可樂那麼討厭曼陀珠呢？這又跟它噴泉而出有什麼關係呢？



00

二、原理說明：

動手玩化學

被惡整的可樂



趣學值解 相信大家在網路或電視媒體上，都已見過將曼陀珠放到大瓶寶特瓶可樂當中，可樂會像噴泉一樣噴得半天高的影片，像套氣嗎？不少民眾對於網路上的這段影片印象深刻，但心裏不免懷疑，真的有那么誇張嗎？經實地操作發現，如此做，的確會使可樂噴出大約20公分高，且不一定是可樂，只要是碳酸飲料都會造成這樣的現象，愈大瓶，氣愈飽，噴出的效果就會明顯，那它的原理到底是什麼呢？

購品器材 一般來說，可樂等碳酸飲料，是以高壓將大量的二氧化碳溶進冷水中，所以剛開瓶的可樂，溶液中的二氧化碳變得蠢蠢欲動，處於不穩定的狀態，隨時準備逃出，因此這時候如果投入曼陀珠，破壞了它原有的平衡，會加速釋放二氧化碳，但二氧化碳因瞬間產生太多，窄小的瓶口無法即時釋放，故可樂被氣體擠壓出去，就形成了可樂噴泉的現象。



00

動手玩化學

被惡整的可樂



趣學值解 不過，關於可樂噴泉的原因，網路上也流傳另一種說法，說是曼陀珠中的阿拉伯膠降低了水分子的表面張力，使水更容易形成氣泡，但因為曼陀珠對可樂的溶解量很有限，因此阿拉伯膠不可能瞬間減低水的表面張力，讓可樂噴出。再者，根據 Discovery (遠見雜誌) 第57集做的實驗，其實曼陀珠並不是最好的材料，可以用鹽代替，尤其是粗鹽，節目中曾創下10公尺的紀錄。其主要原因為「成核作用」，簡單說就是原本溶在水中的二氧化碳會先在成核位置形成氣泡，然後隨鹽量上升，在上升的過程中與其他成核結合隨後逐漸變大，而曼陀珠與粗鹽表面有無數的細孔，能增加更多表面積，促使二氧化碳找到可以附著的地方，形成氣泡，並往外冒，而造成噴泉。因此，就目前的資料來看，阿拉伯膠並非是使可樂產生噴泉效果的主要物質，但可樂中的人工甜味、苯甲酸钠、咖啡因能讓噴泉更富。所以可樂噴泉的原因，偏向因為異物擾動而加速二氧化碳逃出的說法較有力。

00

三、所需器材及影片示範：

動手玩化學

被惡整的可樂



趣學值解 器材：

購品器材 2公升可樂一瓶 (選擇瓶頸可樂窄後較好清理)

動手操作 曼陀珠 (不限口味)

蜜語應用 試管或將瓶搖成圓筒狀 (為了加快曼陀珠落入瓶內的進度)



00

動手玩化學

被惡整的可樂



趣學值解 影片示範：



00

四、生活上的應用：



動手玩化學



被惡整的可樂



科學原理 了解可樂噴發的原理，相信大家應該很想知道，到底兩者能不能同時吃進肚子裡吧？

藥品器材 針對這點，專家指出當可樂進入胃裡時，氣泡早就冒光了，所以是碳酸與可樂作用時，所產生的二氧化碳氣體量，將遠不及影片中可樂所顯示的噴發效應。因此要在人體內產生相同的效果，首先必須將兩公升的可樂以很快的速度喝下，接著在第一個噴發打出來之前，迅速將一整顆曼陀珠吞下，就可以成功！.....不可能的任務吧！

動手操作 為何當鹽加入沙士中也會產生氣泡呢？

生活應用 因為鹽是氯化鈉分子，氯離子與鈉離子與水結合的能力都比二氧化碳強，一旦把鹽放進沙士中，氯離子與鈉離子與二氧化碳競爭水分子，使得原本與水結合的二氧化碳失去水分子，只好以氣體的形式逸散出去，這種效應稱為鹽析效應 (salting-out effect)。



實驗活動七：第二屆龜兔賽跑

實驗目的：藉由一則童話故事－龜兔賽跑的改編，引出一種吸水能力超強的高分子聚合物－聚丙烯酸鈉，除了介紹它的化學特性及用途外，並說明其能大量吸水的原理。同時，讓學生發揮創意去討論這樣超吸水高分子，在日常生活上除了尿布的應用外，是否還有新的用途。最後在生活應用上，則介紹前陣子新聞報導中，在中小學相當流行的「水晶寶寶」，讓學生了解原來水晶寶寶會“長大”及“生小寶寶”，是利用這種高分子聚合物吸水性特別強及飽和後會漲破分裂的特性，並介紹目前市售含用聚丙烯酸鈉的新產品。

一、藉由故事引起動機：



動手玩化學



第二屆龜兔賽跑



上次兔兔賽跑小白兔輸給烏龜之後，成為大家的笑柄，為了清刷恥辱，小白兔又舉辦了第二屆兔兔賽跑，意圖挽回自己的顏面，眼看比賽在即，小白兔擔心自己又輸掉，於是拜訪了森林裡最有名的巫婆。

科學原理 拜訪神農氏比賽勝利的特效藥。

藥品器材 可以，不過有個條件：如果你輸了比賽，你就得成為我的個人一員。

動手操作 巫婆給了小白兔一包粉末，並告訴小白兔記得將粉末倒入烏龜的礦泉水裡。比賽當天，小白兔心想：為什麼勝利的特效藥是給烏龜喝，而不是給我喝？會不會是巫婆家裡缺錢，故意要讓烏龜獲勝，然後讓我當他家的傭人?!不行，我不能讓他的詭計得逞!於是便將粉末倒入自己的礦泉水裡。

生活應用





動手玩化學



第二屆龜兔賽跑



比賽開始，烏龜和小白兔各自攜帶了自己的礦泉水上路。小白兔一下就往開和烏龜之間的距離，覺得有些安心了，突然覺得自己口渴渴，於是打開礦泉水準備喝，可是，水卻怎麼都倒不出來，小白兔想：這不是比賽勝利的特效藥嗎？怎麼會這樣！怎麼水都倒不出來？

好一段時間過後，烏龜終於趕了上來，看到了這副脫水昏倒的小白兔，以為他又在睡覺，便哈哈大笑道：「哇塞，上次都輸了這次還睡，還真帶種。」烏龜把下脫水的小白兔，許久之後，終於抵達了終點，第二屆兔兔賽跑又是烏龜贏了。而小白兔也“順利”的成為巫婆家的傭工一個月。

科學原理 勝利的特效藥-那包神奇的粉末，到底是發生何種作用，使水倒不出來呢？

藥品器材

動手操作

生活應用



二、原理說明：

動手玩化學

第二屆龍兔賽跑

領事儲解 原來在染給小白兔的勝利特設獎為一種吸水能力超強的高分子聚合物 - **聚丙烯酸鈉(Sodium Polyacrylate)**

藥品器材 在自然界中有許多物質能吸收大量水分，例如棉。但是這樣的吸水物質，也只不過能吸收最多自身重量幾十倍的水量。而**聚丙烯酸鈉**這種高吸水性的高分子材料，是由**丙烯酸(acrylic acid)**及**丙烯酸鈉(sodium acrylate)**聚合而成，保水性強，其吸水量可達其自身重量的800倍(每公克聚丙烯酸鈉可吸收825ml的水)，因此倒入水後，瓶中之水會呈現凝膠狀且膨脹起來，進而卡住瓶底，使水無法順利流出。

動手操作

實驗應用

聚丙烯酸鈉化學結構

$$\begin{array}{ccccccc} \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & & \\ | & | & | & | & | & & \\ \text{---C---} & \text{---C---} & \text{---C---} & \text{---C---} & \text{---C---} & \text{---} & \\ | & | & | & | & | & & \\ \text{OH} & \text{CONa} & \text{OH} & \text{CONa} & \text{OH} & & \end{array}$$

含有聚丙烯酸鈉粉末
影片取自http://www.phy.ntnu.edu.tw/ntnujava/java/

動手玩化學

第二屆龍兔賽跑

領事儲解 聚丙烯酸鈉高分子本身是一個半透膜，化學家利用半透膜只容許水分透過的特性，先將聚丙烯酸鈉製成一個小圓球，同時在小圓球的球殼內部包入鹽巴，因此關鍵就在於聚合物結構裡的高鈉含量，當聚丙烯酸鈉高分子接觸到水時，由於小圓球內外溶液的濃度相差懸殊，因此大量的水由小圓球外面的稀薄溶液**滲透**進入小圓球內部的鹽溶液，以便使內外的濃度相等。但這樣一來，卻使水分滲入了聚合物結構裡出不來，呈現凝膠狀。不過，如果把鹽灑在凝膠上，水就會從凝膠流出。

藥品器材

動手操作

實驗應用

註解：滲透是指以半透膜隔開兩種不同濃度的溶液，其中溶質不能透過半透膜，則濃度較低的一方水分子會透過半透膜到達濃度較高的另一方，直到兩側的濃度相等為止。

滲透現象
聚丙烯酸鈉高分子吸水原理

三、所需器材及影片示範：

動手玩化學

第二屆龍兔賽跑

領事儲解 材料：

藥品器材 尿布數片 (內含聚丙烯酸鈉粉末)

動手操作 紙杯與透明杯

實驗應用

動手玩化學

第二屆龍兔賽跑

領事儲解

藥品器材

動手操作

實驗應用

四、生活上的應用：

動手玩化學

第二屆龍兔賽跑

領事儲解 本演示實驗所用的「**聚丙烯酸鈉**」是一種吸水能力超強的高分子聚合物，其用途很廣，老年人及嬰兒用的紙尿布，或婦女使用的衛生棉等都需要用這種吸水能力超強的聚合物來發揮其超強吸水能力。不過，利用這樣的原理，高分子聚合物所能吸收的水分也取決於它吸收什麼樣的水例如：
蒸餾水 - 本身重量的800倍。
自來水 - 本身重量的300倍(因為自來水中含有許多離子)。
0.9%的食鹽水溶液(大約相當於人類尿液的濃度) - 本身重量的60倍。

藥品器材

動手操作

實驗應用

動手玩化學

第二屆龍兔賽跑

領事儲解 除了應用在尿布外，特別的丙烯酸聚合物可用來製造各種海盜電燈的防漏膠帶，也有人把它混在橡膠裡，做成與水接觸後會膨脹的灰泥塗料，以提供更好的防水效果。此外，汽車的油水過濾器裡，也使用聚丙烯酸鈉，把汽油裡的水分吸收掉。


藥品器材

動手操作

實驗應用

近年來，也有人成功的把聚丙烯酸鈉粉末，變成利黏膏般的膠狀物質，可以裝入軟管。火災時，把它塗在想保護的東西上，形成防護膜，可使這件東西不會燒毀。

火災時，膠狀的聚丙烯酸鈉可用來保護家具




第二屆龍兔賽跑

科學儲解
前陣子，中南部小學校園，流行飼養一種名為「水晶寶寶」的新寵物，因為只要將它放在容器裡加水，水晶寶寶就會膨脹長大，還會分裂生出其它的水晶寶寶，所以讓小朋友愛不釋手。

藥品器材
到底「水晶寶寶」是什麼東西？會如此神奇呢！其實水晶寶寶是一種**丙烯酸高分子聚合物**，最大的特性就是**吸水性特別強**，可以在短時間內吸收大量的水，吸了水會膨脹好幾倍，就像是長大了一樣，並在飽和後繼續分裂成多個水晶寶寶，而且在水溫高的狀況下，吸收力會更好。

動手操作
由於球型水晶寶寶吸水性強且膨脹速度快，凝膠強度大，保水性能好，又可反覆使用，因此適合用於**水耕植物生長**。再者，目前市面上也已有相關產品的應用，如加入香料作為**空氣清新劑**！

生活應用



第二屆龍兔賽跑

科學儲解
其實那是因為**丙烯酸高分子聚合物**在製造過程中，有的分子不是很均勻，吸了水之後，裡面比較小的顆粒受到擠壓，加上吸了水而脹大，於是從原本的水晶寶寶脫離出來，讓小朋友以為是細胞分裂，或生出小寶寶。另外，如果在水晶寶寶中加入鹽巴，也能讓水晶寶寶裡面的水分排出，水晶寶寶就會變小。

藥品器材
五顏六色的水晶寶寶雖然很有趣，不過值得注意的，它潛藏著**安全**的疑慮，因為在聚合處理過程中，如果沒有把殘留的**丙烯酸單體**去除乾淨，這些殘留單體是有毒性的。再者，經濟部標準檢驗局經過試驗，發現水晶寶寶所使用的染色劑為**非食用性色素**，誤食或長期接觸，有可能造成中毒。

動手操作

生活應用

實驗活動八：公主的手機號碼

實驗目的：藉由國王想要為公主挑選一位聰明王子而設下科學謎題的故事，刺激學生去思考，國王到底使用什麼方法讓字隱形，而這位聰明的王子又是用什麼方法，使白紙顯現公主的手機號碼，藉由討論的過程讓學生發現酸鹼指示劑在不同酸鹼值中會有顏色的變化，並了解其中變色的原理。最後在生活應用上，藉由前陣子相當流行的隱形筆（作弊筆），來介紹螢光分子在紫外燈照射下會發出螢光的原理。

一、藉由故事引起動機：



公主的號碼

科學儲解
某個王國裡，住著一位公主，由於公主實在太漂亮了，吸引各國王子的追求，令國王跟皇后覺得非常頭疼，於是國王決定從各國王子中，選出最聰明的一位，當公主的男朋友。

藥品器材
國王：「請國王子們，由於追求公主的人數過多，所以本王想出了一個辦法，凡是透過本試驗的人，就有機會跟公主做進一步的接觸。」

動手操作
國王發給王子們每人一張白紙道：「這張白紙就是這次的謎題，白紙上寫著公主的手機號碼，唯有解開謎題的人，才能跟公主交談。」

生活應用



公主的號碼

科學儲解
拿到白紙的王子們，一頭霧水的拿著紙題回去，公主覺得國王出的謎題太難，很擔心沒有人打電話來。幾天之後，公主的手機終於響了，公主很高興的接起手機……

藥品器材

動手操作

生活應用

二、原理說明：



公主的號碼

科學儲解
原來整個故事的關鍵在於酚酞指示劑的使用，原理非常簡單，僅僅是利用酚酞指示劑在鹼性或酸性溶液中的顏色變化而已。國王為了尋找出天資聰穎的王子，是在白紙上動了手腳，首先拿毛筆沾上酚酞指示劑溶液在白紙上寫字，由於酚酞溶於水中是透明的，所以單向紙線乾燥，此時所寫的文字是看不見的。而王子因為瞭解酚酞指示劑在鹼性環境下是無色的，而在酸性環境則呈現粉紅色的特性，所以將氫氧化鈉水溶液噴在白紙時，公主的手機號碼就漸漸地以粉紅色的顏色浮現出來。

酚酞為白色或微帶黃色的細小晶體，難溶於水而易溶於酒精。因此通常把酚酞配製成酒精溶液使用。當酚酞試劑滴入水或中性、酸性的水溶液時，會出現白色渾濁物，這是由於酒精易溶於水，使試劑中難溶於水的酚酞析出的緣故。酚酞在水中為一弱酸，當被測溶液pH值小於8.5時，指示劑會呈現無色的鹼性反應；而當pH值大於9時，指示劑會呈紅色的酸性反應，因此在鹼酸滴定實驗中作為滴定終點判斷之用。

科學儲解
酚酞指示劑在不同鹼值會有顏色的變化，是因為其分子在不同鹼值時結構不同(請參考下圖)。若水溶液呈鹼性時，水中的氫氧根離子(OH⁻)會與酚酞反應而產生不同的結構，而結構不同會讓光線射入分子結構中產生不同程度的反射量以及不同波長和角度，所以反射(也許有部分是折射)到我們眼睛的光會是不一樣的颜色。



鹼性下的酚酞(無色) 鹼性下的酚酞(粉紅色)

三、所需器材及影片示範：



公主的號碼

科學儲解
器材：

藥品器材
氫氧化鈉 酚酞 白紙與毛筆

動手操作
噴霧器 燒杯





公主的號碼

科學儲解

藥品器材

動手操作

實驗應用



四、生活上的應用：



公主的號碼

科學儲解
最近台灣市場上出現了一種隱形筆，隱形筆的筆芯採用特殊螢光劑和油墨製成，用這種隱形筆寫字，在正常的光線下顯示為完全隱形，但是透過筆尾的螢光燈照射後，則能清楚地顯示出字跡來，這種隱形筆一出現，就受到一些學生的青睞，成為考試作弊的利器。

藥品器材
隱形筆的原理，就是筆的墨水內，含有近似無色的螢光分子，只有在紫外線照射下，分子才能感光。所謂螢光，就是波長比較短的光，照在螢光物質上，會被吸收，然後該螢光物質再放出波長比較長的光。舉例而言，日光燈中有水銀蒸氣，當透過燈管會產生紫外線，然後紫外線撞擊到燈管上的白色螢光物質，就發出可見光。





公主的號碼

科學儲解
為何螢光分子在紫外線照射下會發出螢光呢？

所有物質都是由原子構成，原子的中心為原子核，帶著負電的電子則繞著原子核運轉。有趣的是，電子在原子中的能量並不是任意的，這些電子會處於一些固定的能階，不同的能階對應於不同的電子能量，如圖所示，我們可以把這些能階想像成一些繞著原子核的軌道，距離原子核越遠的軌道能量越高。

所以當螢光分子受到紫外線(波長較短的光其頻率很高，所以光子的能量較大)照射時，電子會吸收其能量而躍到較高能階之軌道，但此高能階之軌道並不穩定，電子會躍回正常能階之軌道，並釋放出多餘的能量。此種能量可轉換為各種不同顏色之可見光。不過有些分子的電子須要一些時間才能回到正常能階之軌道，因此紫外線離開後，螢光仍會持續一段時間，這種現象稱為「磷光」。



53

實驗活動九：吃磁鐵的異形

實驗目的：本活動主要讓學生動手來做“異形”（利用膠水和硼砂所結合而成的透明網狀、果凍狀物體），藉由玩樂的過程中，讓學生認識膠水中的主要成分－聚乙稀醇（水溶性鏈狀高分子聚合物）及硼砂如何來連接這些鏈狀高分子聚合物使其呈現黏稠的果凍狀，同時解開這團異形可以吞掉磁鐵的秘密。最後則介紹硼砂、硼酸及聚乙稀醇在日常生活中的用途。

一、藉由故事引起動機：



吃U的異形

趣學儲解 最近阿德的班上興起一陣收集Hello Kitty磁鐵熱，阿德的常羨慕，於是回家告訴媽媽。

藥品器材 「媽媽，我也想要Hello Kitty磁鐵，你帶我去買好不好？」
「不行！66元才送一個，你知道全部搜集完要花多少錢嗎？你爸爸是個窮發明家，我們家沒那個閒錢。」

動手操作 在一番苦求的爸爸感覺到兒子投過來的哀怨眼光，清清喉嚨說：「阿德，其實Hello Kitty磁鐵沒什麼了不起，爸爸有一個更厲害的法寶囉！」爸爸拿出一些材料，這兒拌拌那兒和，不久就做出了一團不溜丟的東西。

生活應用 我是吃磁鐵呢！



吃U的異形


趣學儲解 爸爸拿了一個磁鐵，說：「阿德你看囉，爸爸做的這個異形，比Hello Kitty磁鐵更厲害。」說完，便將磁鐵靠近那團異形。神奇的事發生了，異形竟然吞掉磁鐵！阿德覺得很新奇，決定將它帶到學校欣賞。

藥品器材 第二天，阿德回家後，高興的跟爸爸說：「爸爸，我今天帶了你做的異形去學校給同學看，大家都說不要搜集Hello Kitty磁鐵了，要我叫他們多做一些那個吞掉磁鐵的異形去學校耶！爸爸，你可以告訴我那是怎麼做出來的嗎？」

動手操作 那團更不溜丟的東西，到底是什麼成分？為何能吞掉磁鐵呢？

生活應用

二、原理說明：

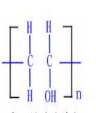



吃U的異形


不可思議的物體-異形的真面目

趣學儲解 原來阿德的爸爸所發明的那團異形，是利用膠水和硼砂溶液所結合成的透明網狀、果凍狀物體。

藥品器材 膠水：主要成分為98%的水與12%的聚乙稀醇。聚乙稀醇 (Polyvinyl Alcohol) 簡稱PVA，是一種水溶性鏈狀高分子化合物，分子式為 $(CH_2=CHOH)_n$ 。

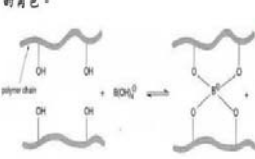
動手操作  聚乙稀醇結構式

生活應用  按一下看看內部結構
膠水和硼砂所結合而成的透明果凍狀物體。




吃U的異形

趣學儲解 硼砂 $(Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O)$ 是由強鹼與弱酸所生成的鹽。在此扮演交叉連結劑的角色。

藥品器材 

動手操作 交叉連結反應：聚乙稀醇的醇基與硼酸根 (BO_3) 反應而脫去水份形成交鍵。

生活應用  硼酸根扮演的角色
圖中白色小點代表聚乙稀醇

動手玩化學

吃U的異形

表乙達維反應過程之進一步圖解：

領事儲解
購品器材
動手操作
實施應用

PEG 的異形，會透過這些水分子，形成緊密的三維空間網狀結構，因此達維膠，它與含有水不成為液體也不是固體。

動手玩化學

吃U的異形

那為何這圖異形可以吞掉磁鐵呢？

原來這圖異形，是介於固體和液體之間的物質，它兼具固體具有一定形狀的性質，以及液體可以變成任何形狀的性質。因此當在異形的製作過程中，加入**磁粉**，不僅會讓異形呈現黑色固狀物，而且當加**磁鐵**（目前市場磁鐵中，吸力最強的）靠近異形時，異形中所包含的**四氧化三鐵**，會被這強力磁鐵所吸引而長出角來，甚至在吞下磁鐵的感覺。

領事儲解
購品器材
動手操作
實施應用

三、所需器材及影片示範：

動手玩化學

吃U的異形

器材：

領事儲解
購品器材
動手操作
實施應用

磁粉 (強力磁鐵)
白膠
硼砂
磁粉
鐵粉 (Fe₃O₄)
燒杯 (內裝熱水)
攪拌棒

動手玩化學

吃U的異形

異形製作過程

領事儲解
購品器材
動手操作
實施應用

四、生活上的應用：

動手玩化學

吃U的異形

硼砂在日常生活中有什麼用途呢？

硼砂(Borax)為**四硼酸鈉(sodium borate)**的俗稱，臺灣話叫炸西，在水中呈弱鹼性。硼砂的功能為可增加食品的**韌性**、**脆度**及改善保水性、保存性，並防止濕粉團時發生的過度黏著。以往常被用來添加於年糕、油麵、粽子、油條、貢丸等，不過因為毒性較高，目前已被禁用。亦可用來防止蠟燭變黑，以保持其色澤美觀，但硼砂的防腐力很弱，所以蠟燭使用硼砂完全是為了抑制酪胺酸酶(tryrosinase)的作用，以防止酪胺酸(tryrosine)經酶作用及氧化作用而變成黑色素(melanine)使蠟燭變黑。實質上對細菌的整埽並無太多抑制的功效。硼砂食入體內後經胃酸的作用會形成**硼酸**，硼酸於體內具有積存性，且會妨礙消化酶的作用，其中毒症狀為嘔吐、瀉瀉、紅斑、休克、昏迷。

硼砂可保持蠟燭的美觀

領事儲解
購品器材
動手操作
實施應用

動手玩化學

吃U的異形

聚乙稀醇(polyvinyl alcohol, PVA)在日常生活中有什麼用途呢？

可溶於水中的**塑膠**，係由95%澱粉及5%聚乙稀醇製造而成。聚乙稀醇是把聚乙烯(PE)中的一個氯原子置換成醇基(-OH)，所以聚乙稀醇並不是由乙稀醇的單體所聚合而成。事實上乙稀醇根本不存在，化學家曾嘗試著去製備乙稀醇，但是並沒有辦法成功，因為它很快就會變成別的化合物。

$$\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} \\ | & | \\ \text{---C---} & \text{---C---} \\ | & | \\ \text{H} & \text{O---C---CH}_3 \\ & | \\ & \text{O} \end{array} + \text{CH}_2\text{OH} \rightarrow \begin{array}{c} \text{H} & \text{H} \\ | & | \\ \text{---C---} & \text{---C---} \\ | & | \\ \text{H} & \text{O---C---CH}_3 \\ & | \\ & \text{OH} \end{array}$$

聚乙稀醇
通常利用水解法製成聚乙稀醇(聚乙稀醇acetate, PVAc)，可生成聚乙稀醇。

什麼樣或什麼樣的多呢！

領事儲解
購品器材
動手操作
實施應用

實驗活動十：瞬間變色的神水

實驗目的：藉由故事或影片中七個杯子加水後可產生七彩顏色變化的現象，引發學生的好奇心而想去了解變色的奧秘，而在解答的過程中，讓學生認識三種常見

的酸鹼指示劑及其在酸鹼中的顏色差異。最後在生活應用上，讓學生去思考欲得知溶液的酸鹼性，可利用酸鹼指示劑，但如果是日常生活中的食物，如何判斷其酸鹼性呢？

一、藉由故事引起動機：



動手玩化學

科學值解 宋七粒自從被法院裁定無罪釋放之後，又開始打著「台灣真神」的名號，在民間廣招信徒。既然用照片顯像分身這個已經無效，宋七粒想出了另一個法子，向信徒宣揚自己的神威。

藥品器材 法會當日...

動手操作

生活應用



動手玩化學


科學值解 宋七粒：「各位觀眾，歡迎光臨！相信大家一定會對於本真神的法力感到質疑，讓下來的神蹟，會讓大家吃驚不已，千萬不要懷疑你看到的「神蹟！」接著，宋七粒拿出一瓶透明無色的水，說道：「這是剛剛在7-11買的礦泉水，這杯水經過我的加持之後，會產生不可思議的變化...」

藥品器材

動手操作 宋七粒噴哩噴哩哈一堆咒語後，把水往七個水杯內倒，原本透明無色的水，瞬間變成七彩繽紛的顏色—紅橙黃綠藍紫—好不神奇，眼前的信徒們無不驚訝！

生活應用 到底宋七粒又是用什麼方法將透明無色的水，瞬間變色呢？

二、原理說明：




動手玩化學

科學值解 原來宋七粒在表演前，已在預先準備好的器具中動了手脚，首先分別在七個杯子內加入三種不同比例的酸鹼指示劑，而寶特瓶中的水也並非礦泉水，而是由氫氧化鈉調製而成的鹼性溶液，所以當倒入杯中時，不同的酸鹼指示劑遇到鹼性溶液，因而產生不同的顏色變化。現在就讓我們來認識這三種酸鹼指示劑吧！

藥品器材

動手操作

生活應用



動手玩化學

科學值解 為什麼鹼性或酸性水溶液遇到酸鹼指示劑時會變色呢？因為酸鹼指示劑大部分為弱的有機酸或弱的有機鹼，在酸、鹼性環境下會有不一樣的結構，而每一種指示劑的變色範圍即結構改變之臨界酸鹼度，由於結構不同會讓光線射入分子結構中產生不同程度的反射量以及不同波長和角度，所以反射（也許有部分反射）到我們眼睛的光線會是不一樣的颜色。

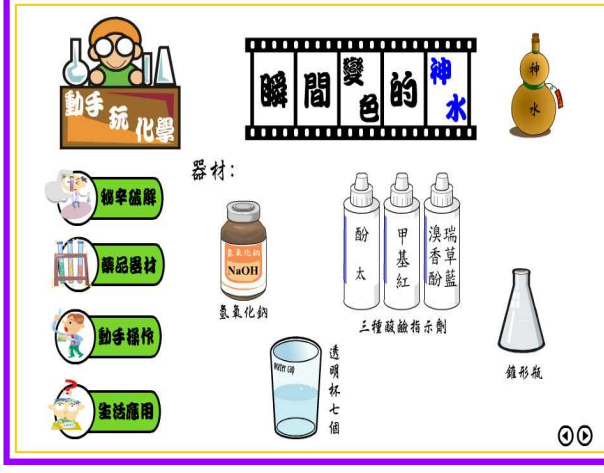
指示劑	酸中的顏色	鹼中的顏色
酚酞	無	紅
甲基紅	紅	黃
溴香草酚藍	黃	藍

藥品器材

動手操作

生活應用

三、所需器材及影片示範：




動手玩化學

科學值解

藥品器材 器材：
氫氧化鈉 (NaOH)
三種酸鹼指示劑：酚酞、甲基紅、溴香草酚藍
錐形瓶
透明杯七個

動手操作

生活應用



動手玩化學

科學值解

藥品器材

動手操作

生活應用

四、生活上的應用：



詳細的網站內容可參考：<http://demo.chemistry.pu.edu.tw/magic/opening.html>

伍、結論

如果教學有創意，學生的學習會更有趣，如果學生有興趣，教育的效果會更滿意（陳龍安，1998）。所以教師在教授化學知識的過程中，若能多運用各種資訊科技與趣味實驗融入教學活動中，讓課程能與日常生活相結合，使教材的呈現多樣化、多元化，讓教學更活潑生動，則學生將能體會到化學知識融入日常生活的樂趣及變化，有助提昇學生的學習興趣與效果。因此「動手玩化學」網站的建置不僅可做為教師建構自然科學教學網站的參考，也能激發教師研究發展創新的教學模式與教學媒體，並可以藉此分享彼此的教學經驗與成果，相互交流自製教學教案、工具，以減少教師運用資訊科技融入教學創新的探索時間，並能節省教師教學準備時間及減輕教師的教學負擔，而且藉此發展更好的課程與教學方法，以促進教師創新教學的風氣，也期望對「教師樂於教學，學生樂於學習」的願景有所助益。

參考文獻

- 王曉璿（1998）。資訊科技融入各科教學探究。台灣省中等學校教師研習會。
- 王文裕（2003）。新竹縣國民小學教師進行資訊科技融入教學的現況、意願及相關因素研究。國立新竹師範學院輔導學研究所碩士論文，未出版，新竹縣。
- 左台益（2002）。網路虛擬環境中國中生科學學習模式之研究—子計畫四：數學思維在科學整合學習歷程及環境中的影響及改變之研究。發表於行政院國家科

學委員會科學教育處主辦之「九十學年度資訊教育專題研究計畫成果報告」，台東：台東師範學院。

江蕙茹、劉旨峰、林珊如（2002）。**網路化同儕回饋與學生學習成就之初探性研究**。論文發表於大葉大學資訊管理學系主辦之「第三屆電子化企業經營管理理論暨實務研討會」，彰化。

吳幸宜（1994）。**學習理論與教學應用**。台北：心理出版社。

吳宗立（1999）。**學校教育的教學與輔導策略**。高雄：復文圖書出版社。

吳清山（2002）。創意教學的重要理念與實施策略。**臺灣教育**，614，2-8。

林奇賢（1997）。全球資訊網輔助學習系統網路與國小教育。**資訊與教育**，58，2-11。

林偉文（2002）。**國民中小學學校組織文化、教師創意教學潛能與創意教學之關係**。國立政治大學教育學系博士論文，台北市。

邱貴發和鍾邦友（1993）。情境學習理論與電腦輔助學習軟體設計。**臺灣教育**，510，23 - 29。

邱貴發（1996）。**情境學習理念與電腦輔助學習－學習社群理念探討**。台北市：師大書苑。

周麗玉（1997）。讓學生學懂比學得多重要－談國民中學理化新課程。**國立編譯館通訊**，10（2），17 - 22。

周文忠（1999）。Web 導向教學(Web-Based Instruction)應用之探討。**屏師科學教育**，9，42-49。

高熏芳（1996）。情境學習中教師角色之探討：共同調節師生關係模式之應用。**教學科技與媒體**，29，32 - 40。

徐新逸（1996）。情境學習在數學教育上之應用。**教學科技與媒體**，29，13 - 22。

徐新逸（1998）。情境學習對教學革新之回應。**研習資訊**，15(1)，16 - 24。

陳品華（1997）。從認知觀點談情境學習與教學。**教育資料與研究**，115，53 - 59。

陳龍安（1998）。**啓發孩子的創造力**。台北市：心理出版社。

許榮富和趙金祁（1987）。**科學實驗在科學教育中的本質之分析研究**。行政院國家科學委員會專題研究成果報告（報告編號：NSC77-0111-S003-23）。

教育部（2001）。**中小學資訊教育總藍圖**。取自

<http://masterplan.educities.edu.tw/conference/total.shtml> .

- 教育部 (2000)。國民教育九年一貫「自然與生活科技」課程綱要。台北市：教育部。
- 張玉成 (1990)。思考技巧與教學。台北市：心理出版社。
- 張敬宜 (2001)。多元學習情境教學模組之研發—以「二氧化碳」主題為例。科學教育學刊，9(3)，235 - 252。
- 楊家興 (1995)。情境教學理論與超媒體學習環境。教學科技與媒體，22，40 - 48。
- 楊忠樵 (2001)。以「製作科學玩具」輔助國小兒童自然科學習之研究--以電磁單元為例。國立台中師範學院自然科學教育學系碩士論文，台中市。
- 廖志書 (2004)。新竹縣國小教師資訊科技融入健康與體育學習領域現況及需求調查研究。國立台北師範學院國民教育研究所碩士論文，未出版，新竹縣。
- 鄭晉昌 (1993)。自『情境學習』的認知觀點探討電腦輔助教學中教材內容的設計 - 從幾個學科教學系統談起。教學科技與媒體，12，3 - 14。
- 鍾邦友 (1994)。情境式電腦輔助數學學習軟體製作研究。國立台灣師範大學碩士論文，未出版，台北市。
- Bruner, J. S. (1966). *Toward a theory of instruction*. Cambridge : Harvard University Press.
- Brooke, H., & Solomon, J. (1998). From playing to investigating : research in an Interactive Science Centre for primary pupils. *International Journal of Science Education*, 20(8), 959-971.
- Chang, C. Y. (2001). Comparing the impacts of a problem-based computer-assisted instruction and the direct-interactive teaching method on student science achievement. *Journal of Science Education and Technology*, 10, 147-153.
- Insung Jung, Seonghee Choi, Cheolil Lim & Junghoon Leem. (2002). Effects of Different Types of Interaction on Learning Achievement, Satisfaction and Participation in Web-Based Instruction. *Innovations in Education and Teaching International, IETI 39, 2*, 153-162.
- Solomon, J. (1980). *Teaching children in the laboratory*. London : Croom Helm.

國小高年級科技教學活動－以電流急擊棒製作為例

顏祺倫

國立高雄師範大學工業科技教育所研究生

壹、前言

在日本的綜藝節目上，常常可以看到許多觀眾參加電視台所精心策劃的各種闖關活動。其中以電流急擊棒最受觀眾歡迎，它結合了聲、光效果，讓參賽者必須在限定的時間內到達所指定的位置。而這項闖關活動結合了耐力，技術和手眼協調的能力，如果專注力不夠，手上的金屬器碰到導體就會使關卡產生通路讓警鈴大響、燈炮亮起。常常使很多參賽者失敗在設計者精心規劃的關卡中。

而生活科技課程也可以運用電學的相關知識及配合電子元件，讓學生做出簡單的電流急擊棒。藉由活潑、生動的生活科技課程，讓學生透過動手做參與設計與製作，使學生在動手動腦的創意思考中得到知識，培養科學精神及解決問題的態度。

貳、教學目標

- 一、了解電學通路觀念。
- 二、能對問題做多方思考，提出可行方案，以獲得合理有效解決。
- 三、在製作過程中能選用合適的材料來設計成品。
- 四、能將所學知識應用於生活中，以解決問題。
- 五、培養測試、評鑑以及改進能力。

參、教學對象

國小六年級學生

肆、活動節數

7節課（一節 40 分鐘）

伍、材料與機具表

本活動所使用的工具及材料表如表1及表2所示。

表1 材料表

名稱	規格	數量	單位	備註
*保麗龍板	厚度 3cm	1	片	底座
*電池座	適用 3AA	1	個	裝電池使用
*電池	1.5V	2	個	供應電源
*蜂鳴器	3V	1	個	通路時產生聲音
*電燈泡座		1	個	固定燈泡
*電燈泡	3V	1	個	通路時燈泡亮起
*蕊線	2mm	1	捆	鐵絲與電源的連接
*小馬達	直流 3V	1	個	通路時產生旋轉
*鐵絲	1mm	1	捆	挑戰者的握把
*鐵絲	2mm	1	捆	過關的路徑
*絕緣膠帶	18mm	1	個	封黏裸露電線
長尾夾	12mm	1	個	使馬達旋轉較為醒目

註：1.打*者為統一購買材料

2.表1為建議清單，可視教學需求、教室設備、時間限制等參酌增減

表2 機具及手工具表

名稱	規格	數量	單位	備註
保麗龍切割器	1.5V	2	支/組	切割保麗龍
美工刀	刃寬 10mm，長 125mm	1	支/人	剝線使用
尖嘴鉗	長 165mm 絕緣手把	2	支/組	夾持、調整鐵絲
電工鉗	長 205mm	2	支/組	剪斷、夾持、調整鐵絲

註：1.分成6組每組4人，1組完成四個作品

2.表2為建議清單，可視教學需求、教室設備、時間限制等參酌增減

陸、MST 重要概念

本活動包含數學、科學、科技的概念如表3所示。

表3 本活動的MST重要概念

數學	科學	科技
M1 彎曲角度	S1 通路觀念	T1 問題解決能力
M2 距離	S2 電能	T2 創意思考能力
M3 接合長度	S3 光能	T3 造型
M4 長度、寬度、高度	S4 聲能	T4 動作技能-切割、膠合
	S5 時間	T5 正確操作機具
	S6 速度	T6 選用材料
		T7 識圖
		T8 測試、調整、修正

柒、作品材料及說明

本作品材料如圖 1 所示。

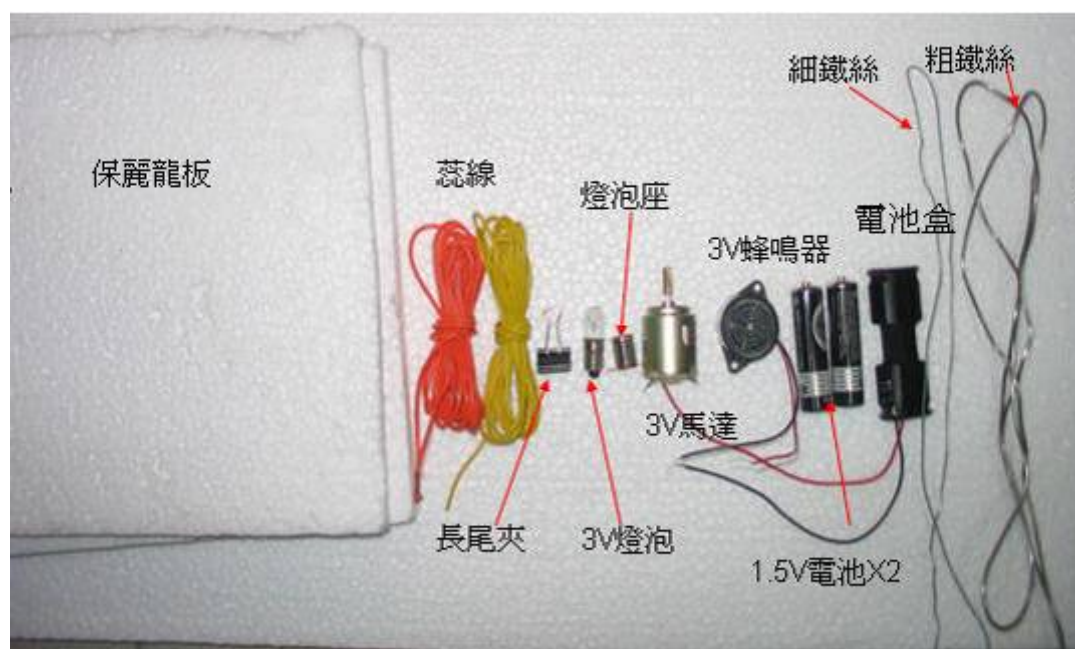


圖 1 電流急擊棒製作材料

- 一、在教學活動中發給學生每人一塊大約長寬各 30 公分的保麗龍板、蕊線兩捆、電池盒一個、兩顆 1.5 號電池、粗鐵絲和細鐵絲各 100 公分、長尾夾、燈泡座、蜂鳴器、燈泡、馬達各一個，這些基本的材料不能任易改裝，例如增加電池數，以免造成燈泡、蜂鳴器或馬達因為電壓過大而

燒毀。

- 二、材料最好由老師購買，以免發生規格不符合，而造成馬達或蜂鳴器無法動作。
- 三、保麗龍板的厚度最好超過 3cm 以上，才能讓粗鐵絲插入保麗龍板後不會搖晃。

捌、線路圖及製作步驟

線路圖如圖 2 所示。

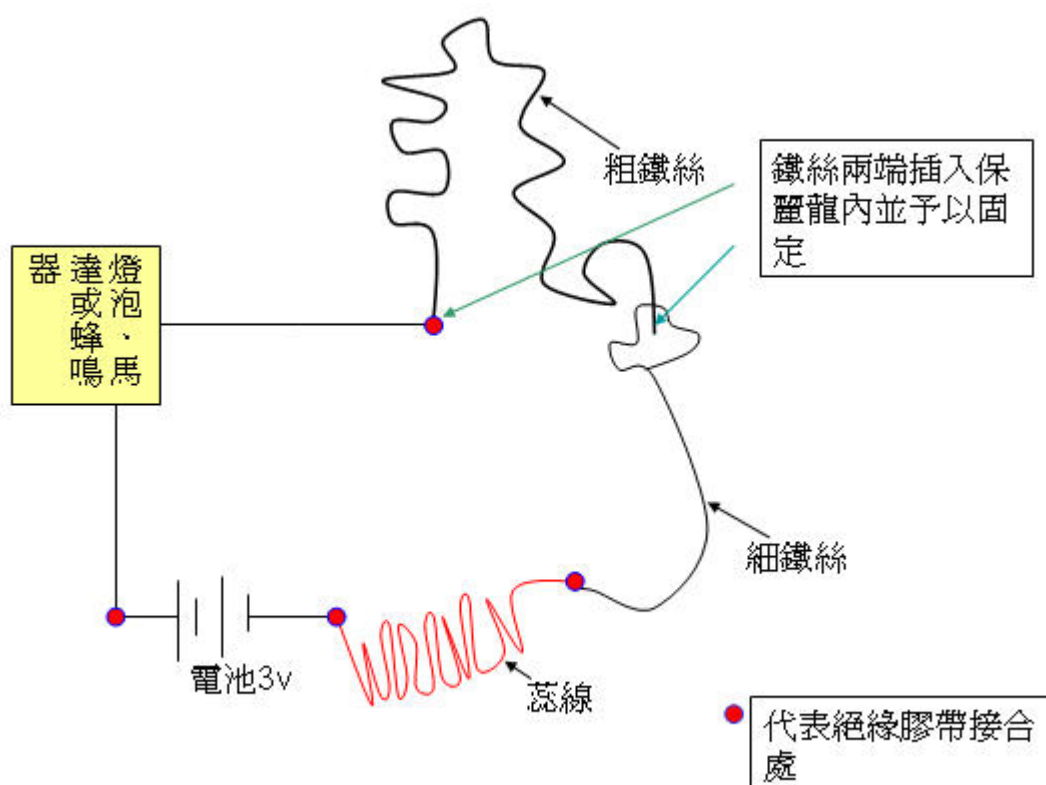


圖 2 製作線路圖

- 一、將切割好的保麗龍平放，蜂鳴器紅色的蕊線（正極）與電池盒紅色蕊線（正極）以絕緣膠帶相連接（參考圖 4）。
- 二、以絕緣膠帶將電池盒固定。
- 三、將其中一捆蕊線用電工鉗剪成約 30cm 長，將其中一端以美工刀剝線後與電池盒黑色蕊線（負極）以絕緣膠帶相連接。
- 四、將細鐵絲用電工鉗剪成約 45cm，細鐵絲其中一端與蕊線以絕緣膠帶相

連，另一端用尖嘴鉗夾成如圖 2 細鐵絲的形狀（細鐵絲部份為急擊棒）。

五、將粗鐵絲以電工鉗剪成 75cm 長，並且用尖嘴鉗夾成各種造型（此為關卡），粗鐵絲兩端，一端跟蜂鳴器黑色蕊線（負極）以絕緣膠帶相連接，另一端插進急擊棒前端造型中如圖二，最後兩端粗鐵絲同時插入保麗龍中，並以絕緣膠帶固定，以免晃動（參考圖 5-圖 9）。

六、學生可以將蜂鳴器改為燈泡或馬達，連接方式與蜂鳴器相同（參考圖 12-圖 15）。

玖、教學活動內容

節數	教師活動	學生活動	使用材料	備註
1	一、引起動機 1.教師播放日本綜藝節目有關電流急擊棒闖關 VCD。 2.教師將事先做好的作品，讓學生上台輪流闖關，以引起學生興趣。			
2	二、發展活動 1.了解電池的正極、負極。 2.介紹各種由電能轉變成各種能量（聲能、光能、動能）。 3.認識通路觀念 (1) 分別將電池和燈泡透過電線相連接（導通），燈泡會發亮、電線離開燈泡接觸點會熄滅（斷路）。 (2) 分別將電池和蜂鳴器透過電線相連接（導通），蜂鳴器會發出聲響、電線離開蜂鳴器接觸點會停止聲響（斷路）。 (3) 分別將電池和馬達	1.能了解電池的種類及使用的方式。 2.能充份了解通路的觀念。 3.能了解電動馬達的種類及使用的時機。 4.能知道蜂鳴器的種類和使用地方。 5.能知道電能透過轉換可以成為各種能量。	電池 蜂鳴器 燈泡 小馬達	

透過電線相連接（導通），馬達會轉動、電線離開馬達接觸點會停止轉動（斷路）。

節數	教師活動	學生活動	使用材料	備註
2	<p>4.教師說明電流急擊棒製作的原理及操作方式。</p> <p>5.進行分組：共分成 6 組，每組 4 人。</p> <p>6.發給每一組，每人一份材料，和整組一份工具。</p> <p>7.講解基本結構及作法 底座：保麗龍 電池：3V 為主 關卡：鐵絲長度 75cm（彎曲程度自訂，但以自己可以通過為標準） 急擊棒：鐵絲長度 45cm，（前端闖關形狀自訂，但以自己可以通過為標準）</p> <p>8.示範如何剝開蕊線外圍絕緣體，並且使兩條蕊線相交，最後用絕緣膠帶予以黏合。</p> <p>9.示範急擊棒前端如何使用電工鉗彎曲，並且予以扭轉。</p> <p>10.闖關失敗，產生的效果由學生自行決定使用（燈泡、馬達或蜂鳴器）。</p> <p>11.使用馬達旋轉醒目的零件，除了長尾夾外，學生可以自行思考添加何種材料，使</p>	<p>1.能進行分組。</p> <p>2.能了解作品的功能要求。</p> <p>3.能初步了解作品各結構的名稱、材料數量、製作方法。</p> <p>4.能了解各項操作的安全事項。</p> <p>5.能妥善安全操作各種機具。</p>		<p>教師發給馬達應告知學生不要把玩，以免正負極銅片斷裂。</p> <p>教師應請學生將切割墊於桌面，以免美工刀不小心劃到桌面。</p> <p>剝線時應將蕊線置於切割墊上，並且由內向外剝，避免學生手持蕊線懸空剝線以免割傷手。如圖 3 所示</p>

節數	教師活動	學生活動	使用材料	備註
1	旋轉效果更為醒目。 12.自行測試 由學生握著電線另一端的急擊棒，沿著彎曲的鐵絲前進，當急擊棒碰觸到關卡（鐵絲）時，就會形成通路，蜂鳴器、電燈或馬達就會產生動作，表示操作失敗。 13.進行作品評分 (1) 關卡創意程度 (2) 造型 (3) 結構 14.各組選出最佳作品進行比賽，找出關卡設計最具挑戰性作品。	6.能完成自我作品測試。		
1	三、綜合活動 1.老師講評作品 2.單元總結 3.完成本活動總評			

拾、相關知識

電流急擊棒，會使馬達或蜂鳴器產生動作的原理，是使用電流通路的概念，當闖過者所持的急擊棒（細鐵絲）沒有碰到關卡（粗鐵絲），代表電池電流方向沒有形成通路（也就斷路），使馬達、蜂鳴器及燈泡沒有電源，無法產生動作。一旦闖關者急擊棒碰觸到鐵絲即形成導通狀態，就會使馬達、蜂鳴器及燈泡產生動作（鄒紀萬，1995）。

馬達依供電的方式不同，可區分為直流馬達（direct current, DC motor）和交流馬達（alternating current, AC motor）（林振雄、魏明堂，2007）。本活動中使用直流3V馬達，當電壓接反時，其長尾夾旋轉的方向就會相反，如果要使旋轉的幅度更大，要使用電壓較大的直流馬達，電池的個數也必須增加。

蜂鳴器屬單一鳴聲的喇叭用在門鈴、汽機車、警報器、警示燈、防空演習、防盜利用電磁性共振產生鳴聲。種類可分為為電磁式及壓電式兩種，電磁式由電流驅動，聲音較大但較為耗電，壓電式由半導體電壓轉換陶磁片振動，由電壓驅動（陶磁片），較省電但聲音較小（張建亨，2007）。本活動中使用3V為電磁式蜂鳴器，

有正負極之分，如果學生電源輸入錯誤無法使其動作，如果要加大其聲音，必須使用電壓較大的蜂鳴器，就可達到其效果。

燈泡依供電方式不同，可分為交流燈泡與直流燈泡兩種（林振雄、魏明堂，2007）。交流燈泡的種類例如家用的小夜燈或省電燈泡等等。而直流燈泡的種類例如車用燈泡與手電筒的內燈泡均屬於直流燈泡，不管是交流燈泡或是直流燈泡都沒有正負極之分，也就是正負極接反燈泡一樣會亮起，本活動使用為3V直流燈泡，如果要使亮度增加就必須使用電壓較大的燈泡，相對的電池數也必須增加，即可達到效果。

拾壹、教學評量

- 一、本單元兼重形成性與總結性量。
- 二、活動評分要項如表4所示。

表4 教師評鑑表

單元名稱		電流急擊棒	班 級：
			姓 名：
			座 號：
評 鑑 項 目			得分
1. 是否專心聆聽及積極參與討論			5%
2. 是否瞭解通路的原理			20%
3. 是否瞭解電流急擊棒之原理			20%
4. 是否瞭解馬達、蜂鳴器及燈泡的原理			20%
5. 是否正確且安全的使用工具			10%
6. 是否能專心且細心修改電流急擊棒			10%
7. 是否能解決，使馬達、蜂鳴器或燈泡無法動作的原因			15%
總 分			100%

拾貳、教學建議事項

- 一、學生對於馬達較為好奇，會一直把玩馬達，使連接蕊線的銅片脫落，教師應予以注意並且告知學生。
- 二、馬達電壓輸入相反會使其反轉，但學生為了使馬達轉動更快，會輸入超過額度的電壓使馬達燒燬，應予以注意。

- 三、蜂鳴器有正負之分，如果輸入電壓方向相反，無法使其動作，而學生為了使聲音更為響亮，會私自輸入超過額度電壓，導致燒燬，教師應注意。
- 四、小燈泡，無正負之分，但額定電壓為3V，需要求學生輸入電壓的大小，以免內部燈絲燒掉。
- 五、蕊線跟蕊線連接時，須告知學生兩裸線互相旋轉，再用絕緣膠帶黏合，以確保兩蕊線有互相接合（陳炳陽，2006）。
- 六、急擊棒前方用電工鉗彎成封閉式形狀，需注意鐵絲旋轉的方式，避免突出鐵絲刺傷學生手指，最好能以絕緣膠帶黏合以防被刺傷。
- 七、關卡鐵絲長度固定75cm，鐵絲彎曲程度由學生自行決定，但設計者本身需自我測試，通過測試才可以給其他同學挑戰。
- 八、學生使用美工刀剝線，須小心美工刀剝線的使用方法，以免被割傷。而學生最好準備切割墊以免美工刀劃傷桌面。
- 九、裸線地方都需要用絕緣膠帶黏合，以免造成正負極碰觸造成短路。

拾參、製作過程及作品展示

學生作品及其製作、測試情形如圖3-圖16 所示。

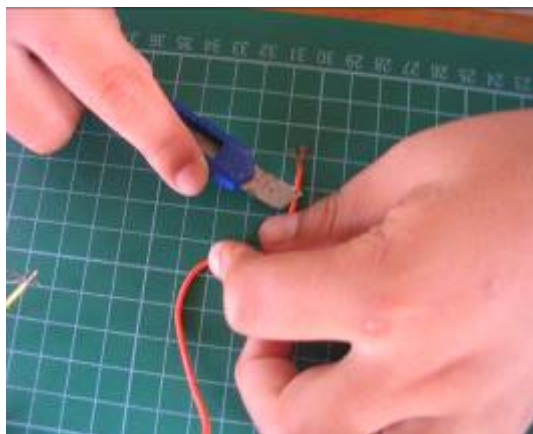


圖3 學生剝線情形

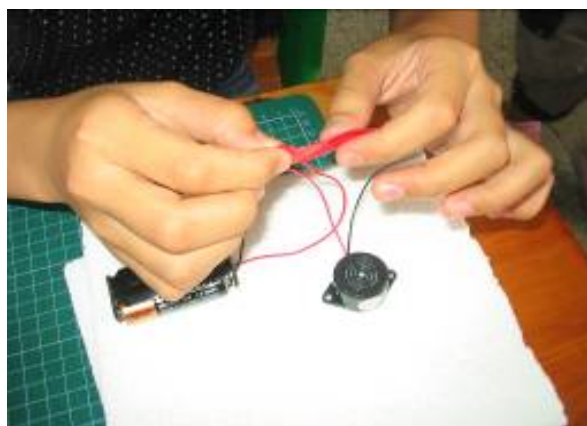


圖4 將蜂鳴器紅色蕊線(正極)與電池盒紅色蕊線用絕緣膠帶黏合



圖5 將蕊線一端連接電池負極，一端與急擊棒連接



圖6 學生將關卡加以造型，並且利用彎曲增加闖關難度



圖7 將蜂鳴器黑色蕊線(負極)與粗鐵絲一端用絕緣膠帶黏合



圖8 將粗鐵絲(關卡)插進入急擊棒前端造型



圖9 將兩端粗鐵絲同時插入保麗龍中

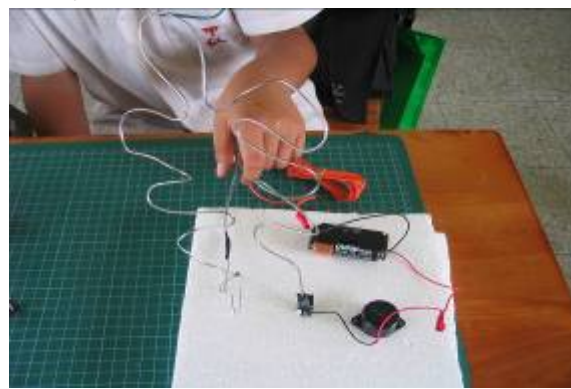


圖10 作品完成

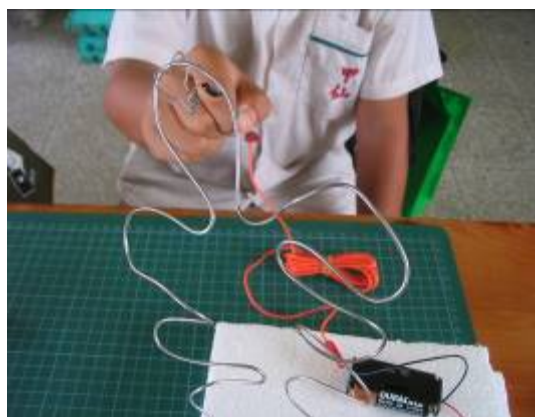


圖11 學生自行測試所做的作品



圖12 將蜂鳴器改為小燈泡

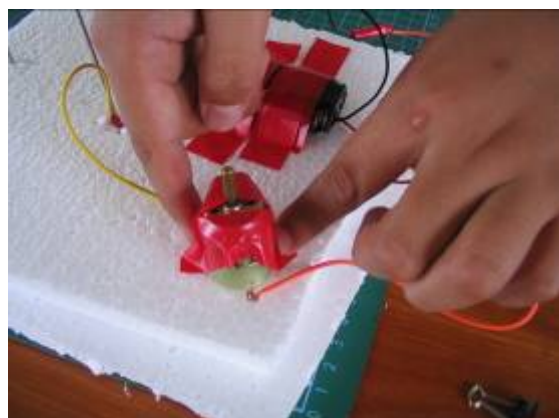


圖13 將蜂鳴器改為馬達



圖14 馬達端加上長尾夾增加轉動效果

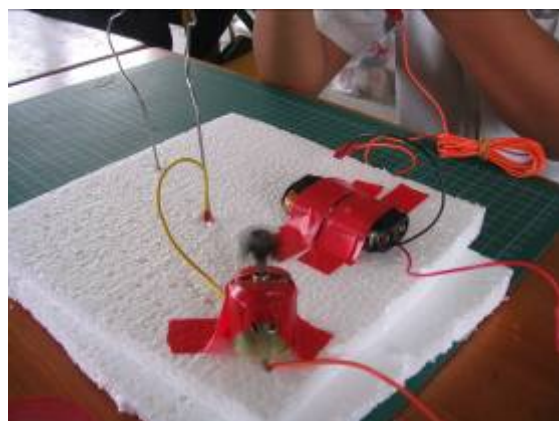


圖15 馬達旋轉情形

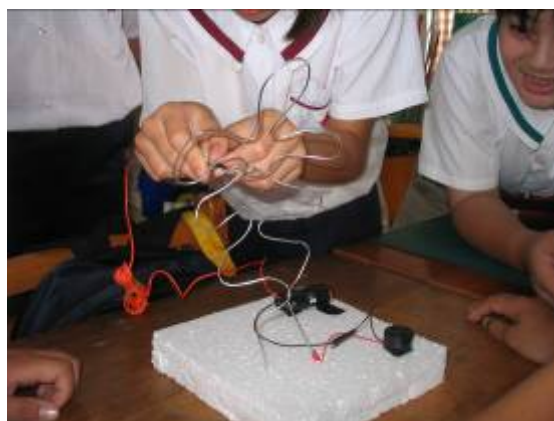


圖16 分組闖關情形

參考書目

- 林振雄、魏明堂（2007）。**電工機械 I**。台北市：全華。
- 張建亨（2007）。**電子學 I**。台北市：科友。
- 陳炳陽（2006）。**新編基礎電子實習 I**。台北市：科友。
- 鄒紀萬（1995）。**簡易的電動勞作**。台北市：美勞教育。

最新消息與動態

洪國峰

臺灣師大工業科技教育系博士生

一、2008大學通識教育與STS及MST課程研討會活動報導

2008 大學通識教育與 STS 及 MST 課程研討會，已於九十七年三月廿八日（星期五）假國立聯合大學國際會議室舉行，由李隆盛校長主持並揭開序幕。

我國「通識教育」愈來愈被認為該涵蓋「共同學科」和早期「通識教育」兩大範圍，亦即這兩大範圍可以統整和通稱為「共通教育」。而「共通教育」與「專業教育」的平衡與互濟也愈來愈被強調。

本次研討會特別卓重「共通教育」的課程（含 STS 及 MST）及其發展理念和程序，邀請美國阿帕拉契州立大學藍敏慧教授、日本國立大學法人愛知教育大學宮川秀俊教授以及韓國忠南國立大學柳彰烈教授，進行專題演講各人任教學校的經驗與看法。

藉由此次國際研討會讓大家瞭解大學校院通識教育及 STS（Science-Technology-Society）和 MST（Math-Science-Technology）課程統整的重要性，進而積極推動與落實通識教育課程。

二、ITEA 第 71 屆年會活動開跑

ITEA（INTERNATIONAL TECHNOLOGY EDUCATION ASSOCIATION）第 71 屆年會預定在 2009 年 3 月 26 至 28 日在 Louisville, Kentucky 舉行研討會。徵稿主題以科技素養教育、教學/學習研究、學生表現等範圍為主，詳細請參考 ITEA 網站（<http://www.iteaconnect.org/>）訊息。