

教育部 106 年度中小學科學教育計畫專案

期末報告大綱

計畫編號：26

計畫名稱：趣味實驗影片及科學桌遊之研發(第一年)

主 持 人：楊明獻主任

執行單位：苗栗縣立大湖國中

壹、計畫目的及內容：

(一)研究計畫背景：

近期發佈的 2015 年國際學生評量 (PISA) 成績，台灣在這次數學和科學成績維持全球第四，但是我國學生在「評量及設計科學探究」表現相對較弱，總排名第 7，問卷結果顯示，過半學生表示從未或幾乎不曾自己設計實驗。臺灣普遍為考試領導教學導向，致使學生探究的能力長期不足，更遑論設計實驗，且我國學生在理化學科知識有顯著下滑的情況，此次測驗也顯示臺灣學生學習動機低落，故教學現場應多重視實作與思考，而不再讓學生「想像」、「死背」科學知識，讓科學課變得活潑有趣，才能引起學生的學習動力。

究竟是何種原因造成台灣的學習現場普遍不做實驗呢？據研究者先前的調查顯示出以下原因：「器材準備耗時又麻煩」、「課本的實驗對多數學生來說，無法引起興趣，最後多數學生淪為在實驗室聊天」、「老師本身也不知道怎麼操作實驗課程」、「教師對實驗的知識有限，很怕實驗結果不如預期，會被學生問倒」、「實驗很危險，怕會出意外」、「課本的實驗太少，教師也不知道還有甚麼實驗可做」等，由上述的理由可以知道，自然科教師本身對實驗教學的涉獵不多，且鮮少花時間進行科學實驗的研究，即便坊間科學實驗書頗多，老師卻很少用在教學之上，研究者針對上述問題於 105 年出版了「國中趣味科學實驗教學」，便是依國中教師的需求按照教科書的章節介紹可使用的趣味科學實驗，其中包括適用的年級、適用的章節、原理的介紹、融入的時間點、實驗操作方式及其替代方法、實驗的注意事項及改進方法，冀望能夠改善此一問題，然而經過一年的調查，擁有此書的教師仍有多數沒能夠將書本所述內容化為實際行動，原因為何？

1. 明知實驗教學對學生有益，但多數老師仍沒有時間及勇氣進入實驗室。
2. 沒時間把書看完，即使看完也無法掌握所有步驟(除非教師課前先演練一次)。
3. 有的單元沒有實驗可以做，特別是「原子結構」、「化學式」、「化學反應」等。
4. 該書只有理化科內容，生物科實驗或遊戲內容缺乏。
5. 不知道何處可以進行探究、不知道如何針對實驗提問。

針對上述問題，研究者認為這是普遍國中教師都存在的問題，而且也非一時可以全面改變的，特別是教師的教學習慣一旦被養成就很難改變，故有必要從不同的方向著手。

(二)計畫目的：

1. 將趣味科學實驗拍攝成為可被學生及教師直接應用的(探究)教學影片。
2. 設計發展科學桌遊，以供科學教師們使用。

貳、文獻探討：

(一)趣味科學實驗教學多媒體化

從近來的 PISA、學測成績及教學狀況中發現，學生對自然科學學習意願低落、操作能力不佳，有鑑於此，研究者認為欲提昇學生對科學的學習成效，必須使學習者能有興趣地主動參與學習過程(Coker & White, 1993)，故以多元的、趣味的、遊戲式的教學方式，增進學生的學習興趣及意願，進而從遊戲當中闡述高深的科學原理，讓學生易於體會科學意涵，如此一來，學生便不會恐懼學習科學課程，亦能提升學生創造思考的能力。本研究所謂的「趣味科學」活動是指以科學遊戲、科學玩具製作、或是以趣味性方式進行科學學習之活動，除了科學實驗之外，也包括了科學影片、科學桌遊等廣義的活動內涵。

趣味科學的內涵包括了：(陳忠照，2003；陳惠芬，2000；張淑慧，2003)

- (1)材料是生活化的，是隨手可得，並且是以簡單易學、操作容易的素材為主。
- (2)是透過趣味化、遊戲化的方式並依據科學原理來輔助兒童學習科學。
- (3)不論是過程、知識本質或者是技能，其學習目的都是為了培養基本科學素養。
- (4)在製作的過程中，對學生產生的思考行為，讓學生有「動腦筋」的機會。
- (5)學生能夠掌握主動探究、解決問題、有邏輯地判斷及組合。

因此，身為教育工作者的我們應該要知道：唯有實作的、生動有趣的學習，才是具體獲得知識的最佳方法；唯有經過理解的知識，才能成為帶得走的能力。然而教師教學模式的僵化非一朝一夕可以改變的，更何況許多老師已經長期不做實驗，要重新讓老師習慣這樣的教學模式的確需要一些轉換的過程，多媒體實驗教學便是其中一個手段，據研究顯示(張霄亭、朱則剛，1998)，教學影片可以使學習者瞭解較多的教學概念和教學內容，圖像解析比口語解說，更能幫助學生對於資訊的理解，提高學習者的學習興趣，進而提升高學習者的學習成就，此外，教學內容標準化，學習者接受相同的訊息，可避免口語出錯，教師可針對影片補充解釋，當教學媒體設計成個別化使用時，學習者可以隨時隨地學習，亦可縮短教學時間，使師生更能有效利用課堂時間。

研究者試圖將趣味科學實驗透過多媒體科技的轉化將實驗過程教育直接訴諸學生群體或教師群體，輔以網路平台的傳播，例：youtube 或 facebook，讓更多的師生大眾能夠將影片下載學習，以 step by step 的方式進行自學，像是教師在旁指導學習，教師也可透過影片進行教學，省去事前準備、講解不清、不知道如何提問的麻煩，有效提高教師的教學成效。本研究的趣味科學實驗影片有別於出版社所提供的教學光碟影片，差異如下：

- 1.本實驗影片並非「取代」實驗教學，而是「輔助」實驗教學，讓教師在實驗的過程中，省去說明實驗麻煩，節省教學時間。
- 2.本實驗影片時間短(約 3~5 分鐘)，聚焦在實驗的關鍵步驟，影片中不時加入問題的提問，讓學生思考及探究影響實驗的因素。
- 3.本實驗影片的製作並非制式的教師教學影片，而是以學生 DIY 的角度進行拍攝，可拉進與觀看者的距離，增進觀看者進行嘗試的意願。

全球資訊科技時代的來臨，將多媒體教材融入教學已經是一種非常普遍的現象，教育者選擇適當的教學媒體融入教學，不但可以提升教師專業技能，還可以使教學內容更加趣味化，清晰呈現教學內容，有效提高學習成效。

(二)科學桌遊於教育的用途

桌遊定義的範圍很廣泛，包括象棋、大富翁、跳棋等都是桌遊的一種。目前市面販售的桌遊屬於「圖板遊戲」，主要是將圖文符號畫在一塊硬板上作為記錄過程之用，再搭配牌卡及其它配件所進行的遊戲。除了圖板遊戲外，卡牌遊戲、棋盤遊戲、博奕遊戲、以及紙筆遊戲等，都包含在桌上遊戲的領域中。桌上遊戲對於增進兒童認知、社會能力、語言、動作能力及情緒發展有重大的影響，藉由遊戲探索各式各樣的社會角色及互動，以幫助學生建立自信及社會能力(Lantz & Lotfin, 2004)。Jeffrey P. (2009)認為桌遊教育對教學有所幫助，可以透過桌遊學習歷史、數學、化學等知識。曾明德(2012)「桌遊」融入教學，也許無法立即提升學生們的成績，但對於提升學生的課堂參與度、學習態度與興趣有很大的幫助。桌遊在國外興盛比國內要早許多，也應用桌遊的特性廣泛到各個學科，如Caldwell(1998)發現桌遊有助於學童數學科目學習運算和發展問題解決；Cavanagh(2008)指出越來越多的研究顯示，在課堂上使用桌遊，能加強孩子數學能力的潛在好處，尤其是針對弱勢背景的兒童。張靜美(2013)指出桌上遊戲教學優於電腦益智遊戲教學及一般教學，劉怡屏(2013)指出桌遊於數學課程中可以提升學生的「數學學習動機」；在Kiili(2005)的經驗遊戲模式中提出的遊戲循環就如同一個遊戲設計的程序，此模式包含有 Experience loop、Solution loop 和 Challenge bank 三個因子。Experience loop 指出學習者在遊戲中知識是如何建立的；Solution loop 指出學習者在遊戲中是如何解決在遊戲中的挑戰，Challenge bank 則是遊戲中的挑戰，它需要具有遊戲性及可玩性，經由上述三者不斷的循環，讓學習者沈浸於遊戲中，同時亦使設計者透過循環更能掌握學習者行為。故本研究認為針對抽象式、記憶式較多的自然科學課程，可以透過桌遊的設計，讓課程單元內容融入桌遊中，讓學生從遊戲中學會較困難的內容，增進學生的學習動機，以彌補學生學習上的不足。

參、研究方法及步驟：

本研究主要方向有二：(一)將趣味科學實驗拍攝成為可被學生及教師直接應用的(探究)教學影片，並上傳至 youtube 供師生們無償使用、(二)設計發展科學桌遊，以供科學教師們在教學上使用，以提高學生的學習興趣。

(一)趣味科學實驗影片拍攝

在趣味科學實驗影片方面，研究者挑選可拍攝的實驗單元會以「國中趣味科學實驗教學」(楊明獻，2016)一書的單元為主，輔以課本上的實驗、市面上的科學叢書、科學研習月刊、輔導團研習手冊等參考文獻及網路上的科學實驗，盡量以教師容易講解操作、學生容易在家自學的實驗為原則，過於複雜或需要的藥材學生不易取得的實驗則予以排除，實驗影片的設計與拍攝必須包括了幾點要項：

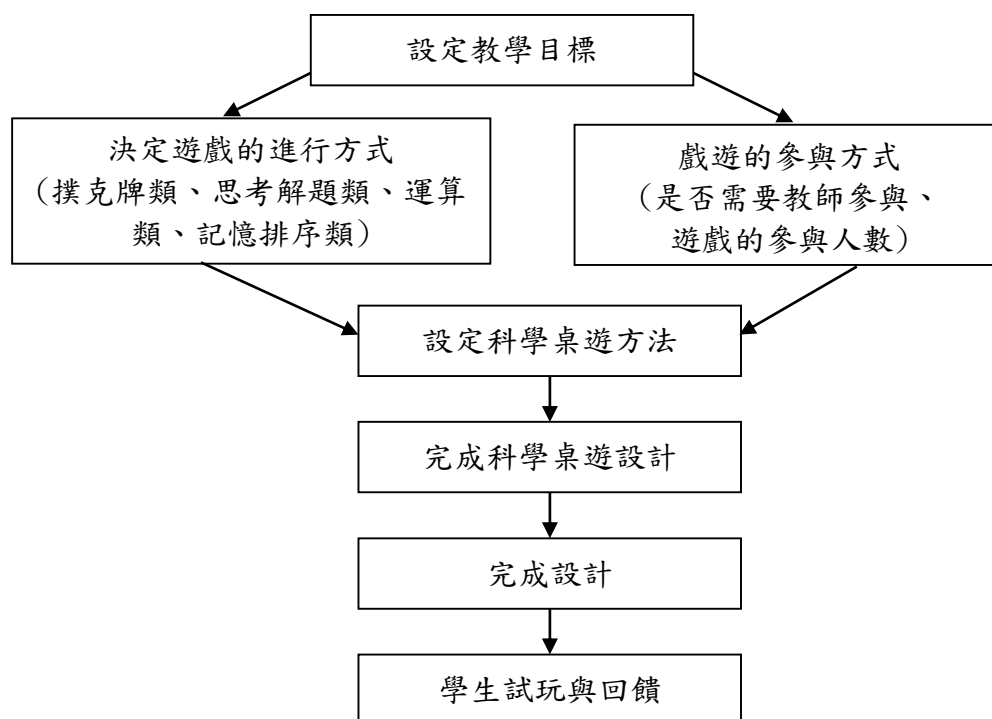
1. 趣味實驗影片的設計理念需符合趣味性及易操作性，易於引起學生想要動手試試看的動機。
2. 趣味實驗影片的拍攝時間不宜太長，最佳的實驗影片時間為 3~5 分鐘，時間太長課程焦點就會擴散，學生及老師都會失去耐心，如果實驗太長則可略去部份過程及等待時間。
3. 影片的拍攝以學生 DIY 的角度進行(可以第一人或第三人視角拍攝)，而非制式的教師教學影片，拍攝時不拍到學生的臉，而是聚焦在實驗本體的細節及關鍵步驟上，以增進觀看者進行嘗試的意願。

4.實驗影片中不時加入問題的提問，讓學生思考及探究影響實驗的因素，增進實驗的深度及探究的延展性。

本研究預計拍攝的影片以自然與生活科技第三冊至第六冊，有關於理化科的科學實驗為主，生物科、生活科技、數學、能源教育等相關議題為輔，每學年約 12 部，預計三年內逐步拍攝相關影片(因本研究人員只有研究者一人，拍攝影片還要經過剪輯、加字幕、加入音樂等耗時工作，故影片數量仍依工作進度而定)，再依拍攝效果進行單元調整。

(二)設計發展科學桌遊

在設計科學桌遊方面，研究者設計工具乃是根據 Coble and Hounshell(1982)研究的科學桌遊設計流程，並挑選適合遊戲設計的單元進行構思，以期能設計符合教學需求的遊戲，進而將設計完成的科學桌遊融入課程教學之中。



圖一、本研究趣味科學課程設計(Coble & Hounshell, 1982)

本研究由研究者一人進行設計與開發工作，美工及圖樣則部份交由在校學生或畢業生進協助完成，執行步驟流程如下：

1.配合教學目標選定適當的教學領域及教學單元。本研究預計發展三套桌遊，分三年度完成，三套桌遊分別為數學領域、自然領域-生物科、自然領域-化學科，發展單元經徵詢專業教師意見及討論後決定。

2.依據 Coble and Hounshell(1982)「科學遊戲」流程設計桌遊。本遊戲的設計概念及發展方向如下：

(1)目前預定的研發的桌遊型式以「牌卡」類型為主，無其它附件，以簡化遊戲方式，此外也有利於教師攜帶與推廣。

(2)桌遊玩法類型會採用常用的多種遊戲規則的混合，包括類撲克牌、記憶排序、配對遊戲等規則，使學生容易上手(不需要額外教學)，教師也不必花時間進行規則講解教學。

(3)桌遊的人數不設限(2~6 人)，人數可多可少，可分組亦可獨玩，亦不需要教師參與遊戲，許多出版社的桌遊都必須要有教師參與(當公正人或裁判)，本遊戲則排除教師角色，學生在課餘時間便可以玩。

(4)桌遊內容的設計除了娛樂功能之外，亦具有豐富的知識性，以牌面知識就可做為教師教學、課程複習上使用。

3.將桌遊設計的概念及方向進行實踐：

(1)將牌面的主題知識進行搜集整理，取重要的項目資料匯整成 excel 檔，以利後續牌的製作。

(2)進行牌面、牌背圖樣的討論、繪製、設計，定稿後進行美編、上色及修圖。

(3)將牌面主題知識與牌面圖樣進行配對，並進行排版設計。

(4)撰寫桌遊遊戲規則說明書、桌遊外盒圖樣設計。

(5)將設計好的稿件送印刷廠排版，針對初稿予以校稿。

(6)參考專業教師意見，針對初稿文字及圖樣進行刪修，完稿後送印。

4.將設計完成的桌遊融入自然科(或數學科)教學之中。

(1)找 4 位同學進行桌遊教學影片的拍攝。

(2)將拍攝的教學影片放在 Youtube 及 facebook，供教師學生下載使用。

(3)將牌卡發給相關領域教師，並請老師於上課時間進行一次或多次牌卡教學。

(4)若教師不會使用可參考自製的桌遊教學影片，或由研究者進行一次教師研習。

5.透過學生玩後回饋及教師意見收集與分析，進行桌遊玩法修正。

(1)研究者以參與遊戲之七年級學生為前後測及問卷調查對象，預計發出 23 份試卷。

(2)將回收完成的前後測試卷進行獨立樣本 t 檢定，問卷部份則進行分類整理編碼，問卷題目採 Likert 五等量表，分為五個等距，1~5 分單級計分，1 代表「非常不同意」、2 代表「不同意」、3 代表「普通」、4 代表「同意」、5 代表「非常同意」，依分數統計結果，進行描述性統計分析。

(3)將綜合性意見做為遊戲再版修正之參考。

(4)必要時，研究者得進行桌遊教學的課室觀察與學生及教師意見訪談。

6.將修正後的桌遊玩法再次放入教學之中，並檢討該遊戲的適當性。

肆、結果與討論：

一、目前完成拍攝的趣味科學實驗影片：

冊別	課程單元	目前進行(或已完成)拍攝的影片
第三冊	緒論與密度	全能估量王、奈米碳實驗
	水與空氣	鹽與砂的分離、色層分析、可樂噴泉、可樂冰沙、火山爆發、隔空點蠟燭、空手點燈
	波動與聲音	吸管笛&排水管笛、波以耳實驗、竹蟬、魔笛、共振高腳杯
	光與顏色	潛望鏡、折射與全反射實驗

二、目前已完成 16 個影片的拍攝、剪輯並已上傳 Youtube 網站。

三、生物教學牌卡已完成製作並發送給各校，目前僅剩後測未完成。

四、研究者在網路上發佈訊息，供偏遠學校及師範院校免費索取桌遊，截至目前為止已寄出

362 份，未來預計可達 600 份，研究者冀望藉此協助偏鄉教學(研究者的學校也是偏鄉學校)，讓更多的老師及學生受益。

五、研究者為使牌卡能為廣大的師生所使用，省去看遊戲說明書的麻煩，特別拍攝教學影片，並將影片上傳至 youtube(影片網址：

<https://www.youtube.com/watch?v=obALjrue0lo&t=268s>)，以供廣大的使用者學習，也增加推廣效果。

六、本牌卡共計 72 張，各類生物至少 2 張，節肢動物 10 張、哺乳動物 12 張，其餘生物約計 2~4 張，皆為偶數張數。遊戲紙盤的背面印有遊戲規則，共計有七種遊戲方式供玩家選擇，其中第一種需要使用紙盤，其餘則免用紙盤。牌面設計如圖所示：



七、坊間桌遊與生物桌遊的特性比較：

	坊間桌遊	生物桌遊
功能	休閒娛樂	有明確的教學目標
使用時間	上課時間/課餘時間皆可	上課時間/課餘時間皆可
教師需求	不需要教師先進行教學	教師有沒有教學皆可

桌遊配件	有配件、玩法複雜	無配件、玩法簡單、攜帶方便
遊戲人數	需要多人使用	二人以上即可玩
玩法種類	只有一種玩法	有多種以上不同玩法
其它用途	無	可以當成教學教具

八、生物桌遊玩法特點：



伍、結論與建議(含遭遇之困難與解決方法)

- (一)製作影片看似容易，製作上卻是困難重重，例：教師需要學習如何構思畫面與掌鏡，需耗費不少時間、影片中的圖像與音樂都需要版權，如果擅用沒版權的音樂容易被告、此外，學生的動作也需要指導，後製工作(字幕、剪輯等)更是耗費心力甚巨，若沒有團隊支撐難以長久。
- (二)在桌遊製作方面，也面臨相同的狀況，例如：圖案需要版權，如果不想被告，全部都要自己畫，故需要有繪畫及排版的人才，此外設計者與編繪者想法是否一樣，也是一大難題，再者，從排版、開刀模、印刷，所要花費的費用都遠比預算要高，若沒有足夠經費支撐恐怕難以為繼。
- (三)由於台灣的教師仍習慣使用講述教學，課堂活動只是點綴性質，故在影片及桌遊的推廣上並不容易，建議從新進教師、師培生或長期有在參加教師共備社群的教師著手。
- (四)因少子化問題，許多學校都面臨減班裁校的命運，學校教師員額越來越少，能共同執行計畫者寥寥無幾，偏鄉學校更是如此，教育部應推動小型簡易的科學計畫供偏鄉教師申請(表格化)，以增進教師參與研究計畫的意願。

陸、參考文獻

- 張霄亭、朱則剛 (1998)，教學媒體，台北：五南。
- 張靜美 (2014)。遊戲教學融入自然科課程對國小五年級學童學習成就與環境覺知之影響。開南大學資訊學院碩士學位論文。桃園市。
- 劉怡屏 (2015)。桌上遊戲對學生數學學習動機及師生互動關係之影響。佛光大學未來與樂活產業學系碩士學位論文。臺北市。
- 曾明德 (2012)。玩遊戲學數學－質數心臟病。教師天地，**176**，74-75。
- Caldwell, M. L. (1998). Parents, board games, and mathematical learning. *Teaching*

Children Mathematics, 4(6), 365-367.

Cavanagh, S. (2008). Playing games in class helps students grasp math, *Education Week*, 27, 43-46.

Jeffrey P. Hinebaugh (2009). *A board game education*. New York, NY. Rowman & Littlefield Education.

Kiili, K. (2005). *Digital game-based learning: Towards an experiential gaming model*. *The Internet and Higher Education*, 8(1), 13–24.

Lantz, J. F., Nelson, J. M. & Loftin, R. L. (2004). Guiding children with autism in play: Applying the integrated play group model in school settings. *Teaching Exceptional Children*, 37, 8-14.