

# 目 錄

壹、目錄.....	1
貳、科學計畫申請書.....	2
參、計畫報告書.....	17
肆、活動集錦.....	62
附件(一)(二).....	63

# 教育部一〇七學年度中小學科學教育計畫

## 一、計畫名稱

計畫編號：47

計畫名稱：科學桌遊之研發與推廣(第二年)

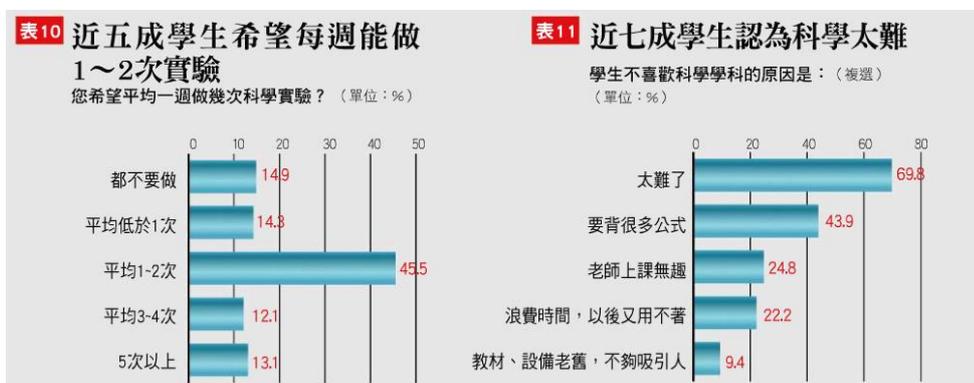
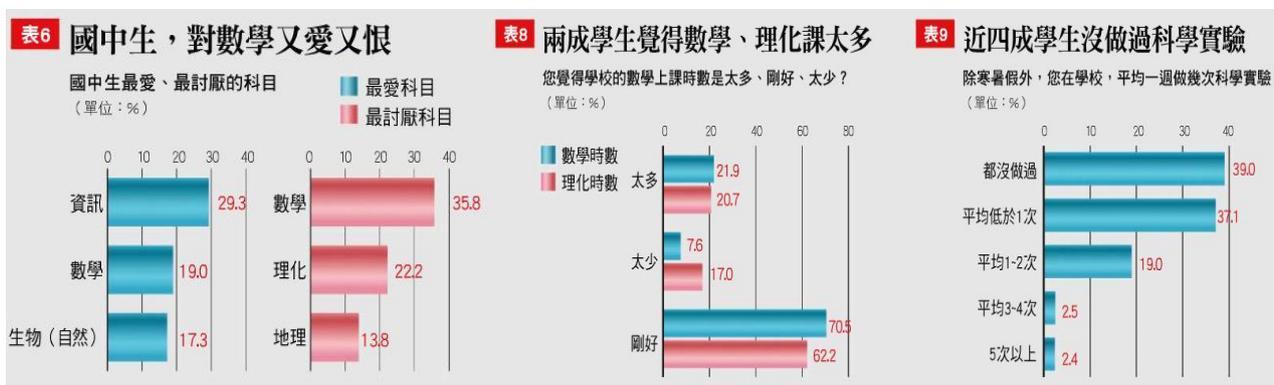
主持人：楊明獻主任

執行單位：苗栗縣立大湖國中

## 二、研究計畫之背景及目的

### (一)研究計畫背景：

2010年天下雜誌《科學教育決勝未來》所做的調查中指出：有二成及三成的學生討厭理化及數學、而且覺得理化課太多，近七成的學生覺得理化科太難，近四成的學生沒做過實驗、近四成的學生一週頂多一次實驗，而半數以上的學生也希望老師能夠一週讓學生做一次實驗。由此可知，學生渴望參與實驗學習的動機強烈，但是我們老師卻難以落實實驗課程。



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(進度壓力)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，研究者認為本研究可朝以下方向進行發展：

1. 將實驗步驟拍成 3 分鐘短片，並將提問問題放在影片中，影片製成後放在 youtube 供教師上課時播放使用，便可解決前述第 2, 5 項的問題。

2. 如果在教師不願意做實驗的情況下，若將實驗影片放在 youtube 網路平台上，學生也可自行上網學習，在家也可自己做實驗(影片中附有實驗說明)，直接跳過教師自學，便可解決前述第 1 項的問題。

3. 至於缺乏實驗的單元或無法以實驗具體呈現的單元，則設計桌遊來彌補學生學習上的不足，可解決前述第 3 項的問題。

本案研究者已於 106 學年度提出「趣味實驗影片及科學桌遊之研發」的科學計畫專案，並獲得相當的成果，但由於主持人的研究案皆為一人完成，加上主持人身兼縣內及校內多項職務及十二年國教前導學校之任務，日後恐難以完成龐大的計畫案(106 年核定經費亦不足以支應)，故遵從專案指導教授們建議，107~108 學年度先執行其中一部份(桌遊開發)的計畫案。

(二)目前研究情形及成果：

1. 先前已完成的中小學科學專案成果(101 年~103 年)

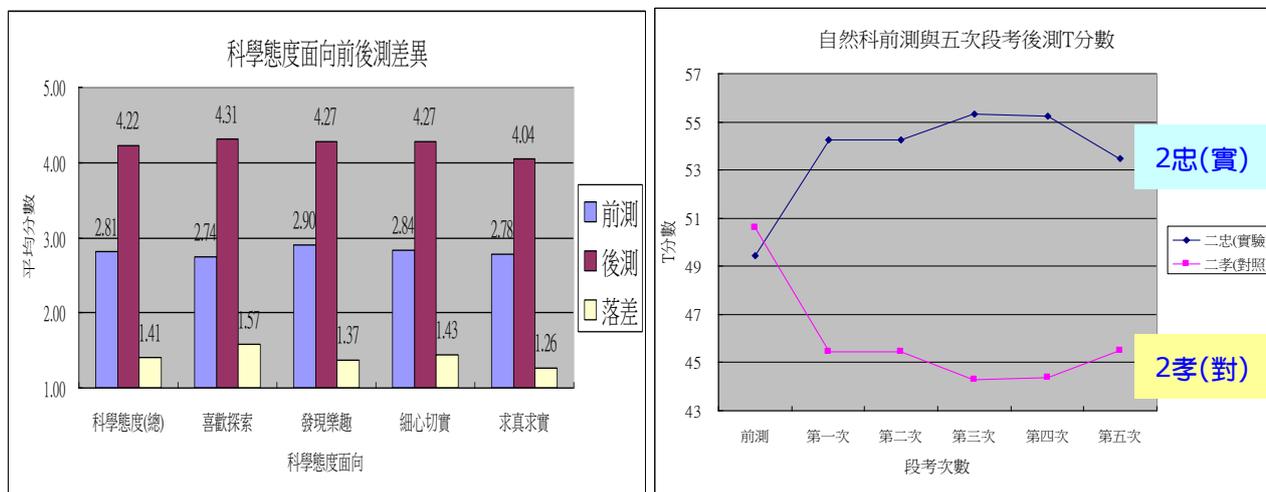
現今教學強調「動手做」的重要性。因此，身為教育工作者的我們應該要知道：唯有實作的、生動有趣的學習，才是具體獲得知識的最佳方法；唯有經過理解的知識，才能成為帶得走的能力。研究者將多年科教專案的研究成果整理成書，挑選出四十九個趣味科學實驗，從如何融入原本的課程中、準備材料、實驗操作的細節，到學生參與後的反應，冀望可以做為國中自然教師教學上的參考，以期教師能帶領我們學生走進實用科學的殿堂。



年 段	課本章節	趣味科學課程
國中八年級 自然第三冊	緒論與密度	全統估量王、密度大考驗
	水與空氣	可樂噴泉、可樂冰沙
	波動與聲音	空氣炮滅蠟、音樂高腳杯 竹榔、賽樂多魔笛、吸管笛
	光與顏色	鏡子多角鏡實驗、潛望鏡 數字圖形變變變、隱形硬幣、消失的保特瓶 水杯的相反字、水鏡透視、透視成像實驗組
	熱與溫度	製溫度計、熱量大考驗、走馬燈、石敢頭內
	物質的基本結構	點幣成金
國中八年級 自然第四冊	原子與化學反應	點幣成金
	氧化與還原	煉鐵、無字天書、抗氧化大作戰
	電解質與離子	酸鹼大考驗、氫氣槍、凸糖
	有機化合物	傳統竹筒(電池)炮、改良版電池炮 手工肥皂-CP皂、手工肥皂-MPB
國中九年級 自然第五冊	浮力與壓力	磨足金鑰圈、報紙大力士、吸管大力士、試管火箭
	力與運動	廠商卡丁車、汽球火箭車 甩水杯、打玩偶、抽紙鈔、抽紙牌
	功與能	紙橋承重、釘板支
國中九年級 自然第六冊	電壓與電流	電壓實驗、電流實驗、電阻實驗
	電與生活	人體電池、果凍電池

## 2. 成效評估

從 101-103 年的研究顯示，科學實驗及科學遊戲對學生的自然科成績及科學態度有顯著的增強效果，故研究可以因應科技時代進步做更多元性發展，以因應十二年國教所產生的學習弱化問題。



## 3. 先前已完成的中小學科學專案成果發表(期刊及競賽)

楊明獻(2007) 改進國中理化課程教學之行動研究—以「光與折射」單元為例。科學教育月刊，306期，27-42。

楊明獻(2007) 趣味科學實驗融入國中理化課程。科學教育月刊，315期，51-63。

楊明獻(2010) 改進國中理化課程教學—以「電壓與電流」單元為例。科學教育月刊，328期，29-44。

楊明獻(2010) 國中「自然與生活科技」領域實驗課程之環保改進研究。99年科學教育展覽會作品集彙編。263-276。

楊明獻(2013) 改進國中理化課程教學—趣味科學實驗。科學教育月刊，361期，50-62。

楊明獻(2014) 趣味力學實驗。科學教育月刊，373期，21-35。

楊明獻(2016) 國中趣味科學實驗教學。五南出版社。台北。

## 4. 研究者歷來執行科教研究的經驗與成效

(1)本校申請並執行教育部中小學科學計畫共七次(91年、95年、97年、99年、101年、102年、103年)，為苗栗縣最多，**101年、102年、103年更獲選為「教育部優良科學計畫」**。

- (2)本校申請並執行教育部創造力教育計畫共三次(94年、96年、102年)。
- (3)本校於99年獲得「教育部**教學卓越金質獎**」殊榮。
- (4)101年本校獲**天下雜誌**舉辦「**百大優質國中**」--**社團類(科學)**殊榮。
- (5)101獲得**聯合報**及**大苗栗新聞**報導本校「**創意科學社團**」等活動。
- (6)本校95~105年苗栗縣中小學科學展覽成績：第一名1篇、第二名7篇、第三名3篇、佳作5篇、第48屆團體成績第四名、第51屆團體成績第三名、第52屆團體成績第六名。
- (7)99年苗栗縣PowerTech競賽：第二名，進全國賽；99年苗栗縣創意發明競賽：第一名，進全國賽；99年國際樂高機器人競賽：國際賽第六名。
- (8)105年本校獲得「全國閱讀磐石獎」、「全國補救教學績優團隊」等。
- (9)99-104年本校與國立大湖農工合作辦理「樂高機器人研習營」七次，為全縣最多。
- (10)100-106年本校於暑假期間辦理「暑期瘋科學—暑假科學營」七次，嘉惠偏遠地區學子，為全縣最多。
- (11)104~106年本校於暑假期間辦理「提升國中小學生自然科學實驗操作能力計畫」，獲選為**優良示範學校**。

#### 5.106 學年度中小學科學教育計畫—桌遊研發的成果(研究細節詳見成果報告書)

在科學桌遊的部份，研究者選定生物五界的單元課程進行研究設計，遊戲的教學目標是希望學生能熟悉五界的分類，學生透過先教學後遊戲的方式，讓學習的效果能夠提升。本研究開發的生物桌遊則排除教師角色，無需經過教師指導(第一次需要)、更不用老師當裁判，此外，學生可利用下課或課餘時間自行使用，也就是說，老師可以讓學生自行在課餘時間進行遊戲式的學習，不但不會耽誤教師上課時間，學生還可以學得更好，一舉數得。

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：

資料來源：  
北市動物園  
維基百科  
自然科課本

無尾熊

有袋動物，體內受精，每胎只能生1隻，一天休息19小時

分類代號：F 分數：8

生物名稱

生物圖片

生物特性  
簡約描述

生物分類

計分分數

紙盤格子	分類代號	粗分類	細分類	張數
1	A	原核生物	原核生物界	2
2	B	原生生物	原生生物界-藻類	2
3			原生生物界-原生動物	2
4	C	真菌	真菌界	2
5	D	植物	植物界-蘚苔	2
6			植物界-蕨類	2
7			植物界-裸子植物	2
8			植物界-被子植物	4
9	E	非脊索動物	扁形動物門	2
10			刺絲胞動物門	4
11			棘皮動物門	2
12			軟體動物門	4
13			環節動物門	2
14			節肢動物門	10
15	F	脊索動物	脊索動物-軟骨魚	2
16			脊索動物-硬骨魚	4
17			脊索動物-兩生類	2
18			脊索動物-爬蟲類	4
19			脊索動物-鳥類	6
20			脊索動物-哺乳類	12
			總計	72



此外，在科學牌卡(生物遊樂園)的推廣方面，研究者為使牌卡能為廣大的師生所使用，省取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=obALjrua01o&t=268s> )，以供廣大的使用者學習，也增加推廣效果。研究者也在網路上發佈訊息，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 292 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。本學年度(107)研究者即將著手化學科桌遊的開發，期盼三年內能完成三套科學桌遊。

### (三)計畫目的：

1. 設計發展科學桌遊，以供科學教師們使用。
2. 透過網路管道將桌遊推廣給其它學校教師。

## 三、文獻探討

### (一)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」，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。關於學生從遊戲中進行學習的模式有以下幾類可作參考：(摘自李漢生(2014)，初探桌遊學習對國中七年級學生坡地災害概念的影響。國立臺灣師範大學科學教育研究所碩士論文)

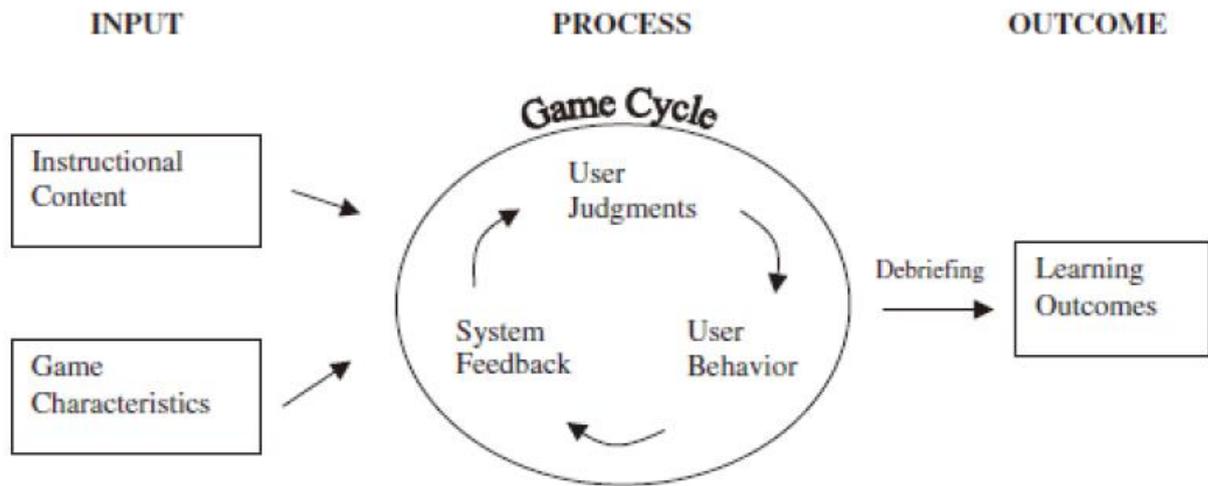
### (一)Input-Process-Outcome Game Model

Garris、Ahlers 與Driskell(2002)藉由整理先前研究和遊戲過程所包含的要素提出學習模式。這個學習模式主要分為三個部分，即Input、Process、Outcome。

**Input**：當中指出遊戲式的學習應包含了學習內容以及遊戲特質。

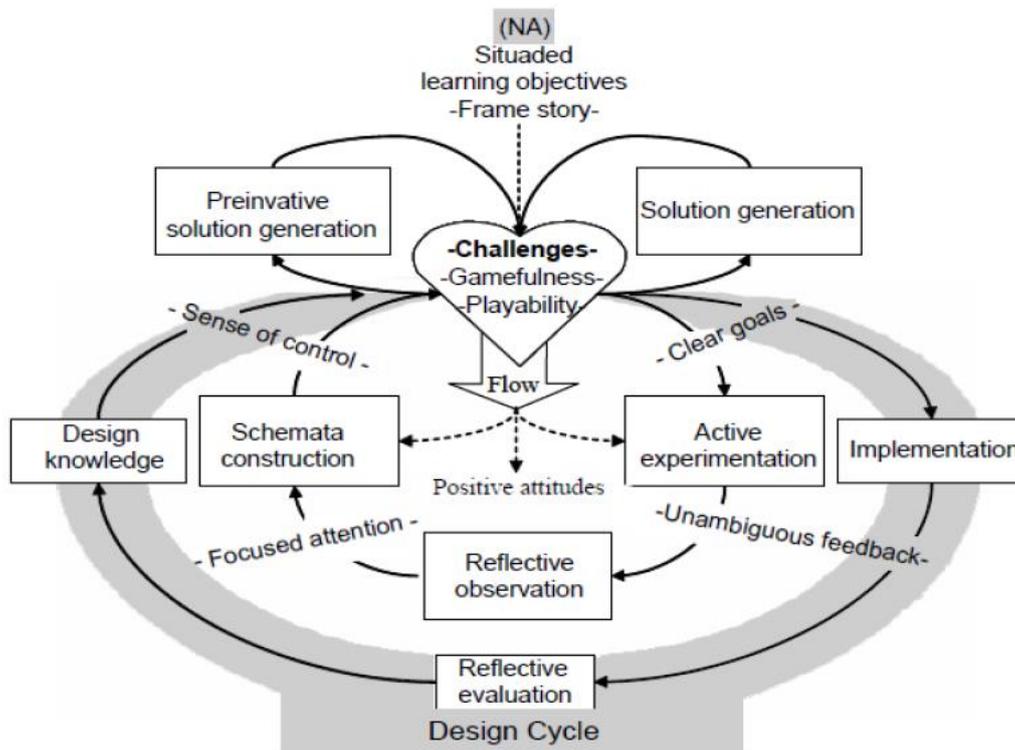
**Process**：指Game Cycle在遊戲中的推動者學習者持續遊戲的循環。Garris、Ahlers 與Driskell(2002)認為影響學習者持續進行遊戲有三個影響因素，分別為使用者對遊戲的評價、使用者的行為、系統回饋，並對三者間的連繫，作出了以下意見：要讓起學習者產生期望、讓學習者感受到適合的情感或認知反應、學習成效是由於他們從遊戲中的互動及回饋中產生。

**Learning outcome**：經過解釋遊戲中的事情，使遊戲中的內容與現實中的事物進行連結，從而達到學習成效。若沒有解釋把Process與Outcome聯繫起來，Game cycle只是單純的遊戲。而Outcome 中希望達到的學習成效，可由Input中的Instructional Content 來決定。



## (二)經驗遊戲模式(Experiential Gaming Model)

在 Kiili 的經驗遊戲模式中提出的遊戲循環就好比是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(Kiili, 2005)。另外，Kiili 將設計循環方面為四個階段，分別為需求分析(Needs Analysis)、實行(Implementation)、反映評估(Reflective Evaluation)、設計知識(Design Knowledge)，並與上述的學習循環作結合。這對於教育遊戲的開發有著明確的指引，同時說明在遊戲設計過程應如何的結合學生的學習，並因應學生而在遊戲上作出同步的改良。



本研究所設計的科學桌遊與坊間所販賣的桌遊，設計理念與遊戲方式仍有所不同，其差異如下：

- 1.設計理念：坊間所販賣的桌遊設計理念以休閒娛樂為目的，本研究所設計的桌遊則是以學習特定教學單元為主，休閒娛樂為輔，有特定的教學目標需要達成。
- 2.遊戲內涵：坊間所販賣的桌遊並無特定的遊戲方向，本研究域設計的桌遊則會針對國中學生生物、化學、數學等領域的特定單元進行設計，例如：生物桌遊則會以五界為設計的範圍等。
- 3.遊戲時間：坊間所販賣的桌遊並無特定的遊戲時間，教師礙於課程壓力也不可能讓學生在課堂上玩桌遊，本研究所設計的桌遊可以無須經過教師指導，學生可利用下課時間或課餘時間自行使用，不會耽誤上課時間。
- 4.使用方法：坊間所販賣的桌遊著重在遊戲的豐富度，常會使用許多配件增加遊戲的複雜度，本研究則是化繁為簡，僅以牌卡的設計來達到目標，使學生及老師在使用上不覺得麻煩且攜帶方便。
- 5.遊戲規則：坊間所販賣的桌遊通常只有一種玩法，而本研究所設計的桌遊是以

撲克牌的遊戲規則為基底，融合其它桌遊的玩法，並具有擴充性，所以每一副牌卡至少可玩出五種以上遊戲，增加該桌遊的耐玩性。

#### 四、研究方法、步驟及預定進度：

本研究主要的研究方向為：設計發展科學桌遊，以供科學教師們在教學上使用，以提高學生的學習成效。此外，以期待透過網路管道將桌遊推廣給其它學校教師，使更多的學生能夠在學習上受惠。

##### (一)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及 Kiili(2005)提出的 Experiential Gaming Model，對遊戲設計提出的循環模式，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。

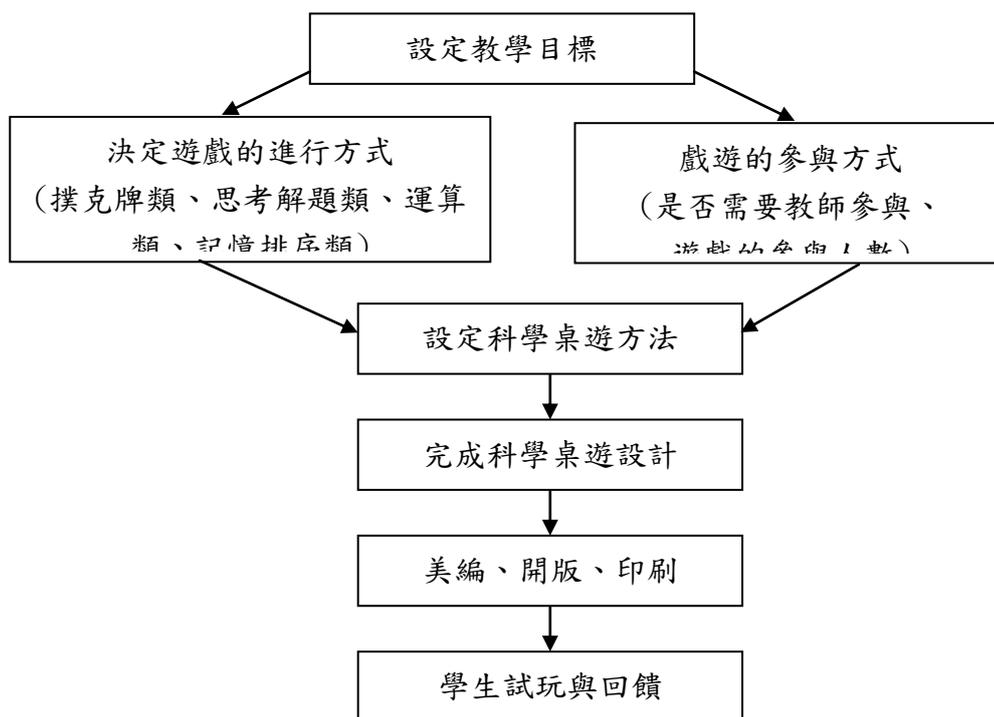


圖 4-1、本研究趣味科學課程設計(Coble & Hounshell，1982)

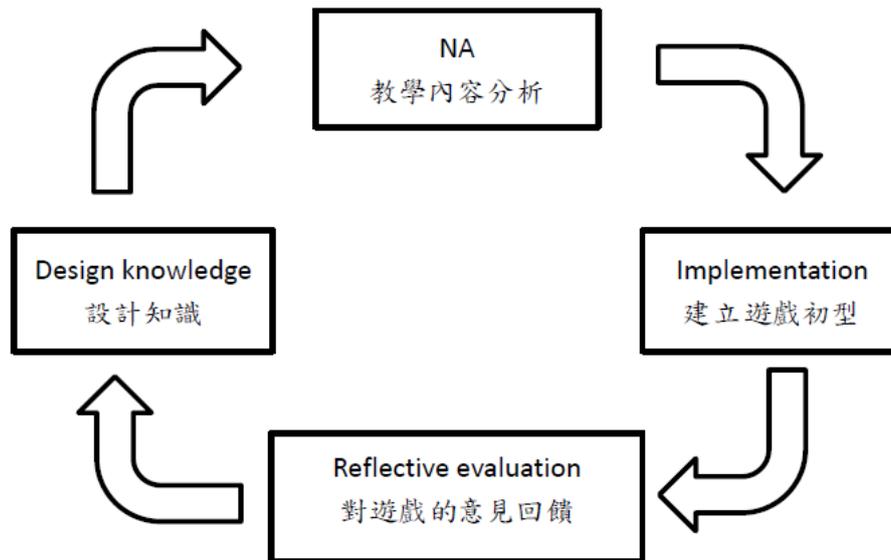


圖 4-2、Experiential Gaming Model (Kiili, 2005)

科學桌遊的發展，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，去年度已完成開發生物桌遊(生物遊樂園)，今年度則開發化學桌遊。

2. 依據 Coble and Hounshell(1982)科學遊戲流程及 Kiili(2005)提出的 Experiential Gaming Model 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八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。

## (二)預定工作進度

月份 工作內容	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7
計畫核定	*	*										
選定要製作單元		*										
進行科學桌遊資料搜集	*	*										
進行桌遊設計			*	*								
進行桌遊繪圖、排版與美編				*	*	*	*	*				
桌遊校稿與印刷								*	*			
桌遊教學影片拍攝									*			
學生進行桌遊試玩									*	*		
意見回饋與分析										*	*	
討論與修正						*			*		*	
撰寫成果報告											*	*

## 五、預期完成之工作項目、具體成果及效益：

### (一)預期完成之工作項目

- 1.完成「科學桌遊」的設計與印刷，將設計完成的桌遊融入自然科學教學之中。
- 2.完成對參與遊戲之學生的前後測調查。
- 3.將「科學桌遊」發送給需要的國中(偏遠)或師範院校。
- 4.撰寫科學計畫報告。

### (二)工作項目之具體成果

- 1.發展三套「科學桌遊」，去年度已完成生物科桌遊(生物遊樂園)，並已致贈各偏遠國中及師範大學，今年度預計開發化學科桌遊，並進行推廣。
- 2.透過學生回饋及教師意見收集與分析，進行來年桌遊再版之修正。

### (三)預期成效與評量指標

- 1.確實完成「科學桌遊」開發並製作遊戲玩法教學影片，上傳至 youtube 網站。

2.確實將「科學桌遊」應用在教學中。

## 陸、參考資料

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。

周升馨、孫培真 (2008)。遊戲式學習之探討：模式，設計與應用。2008 第四屆臺灣數位學習發展研討會。臺中：臺中教育大學。

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.

# 科學桌遊之研發與推廣(第二年)

楊明獻

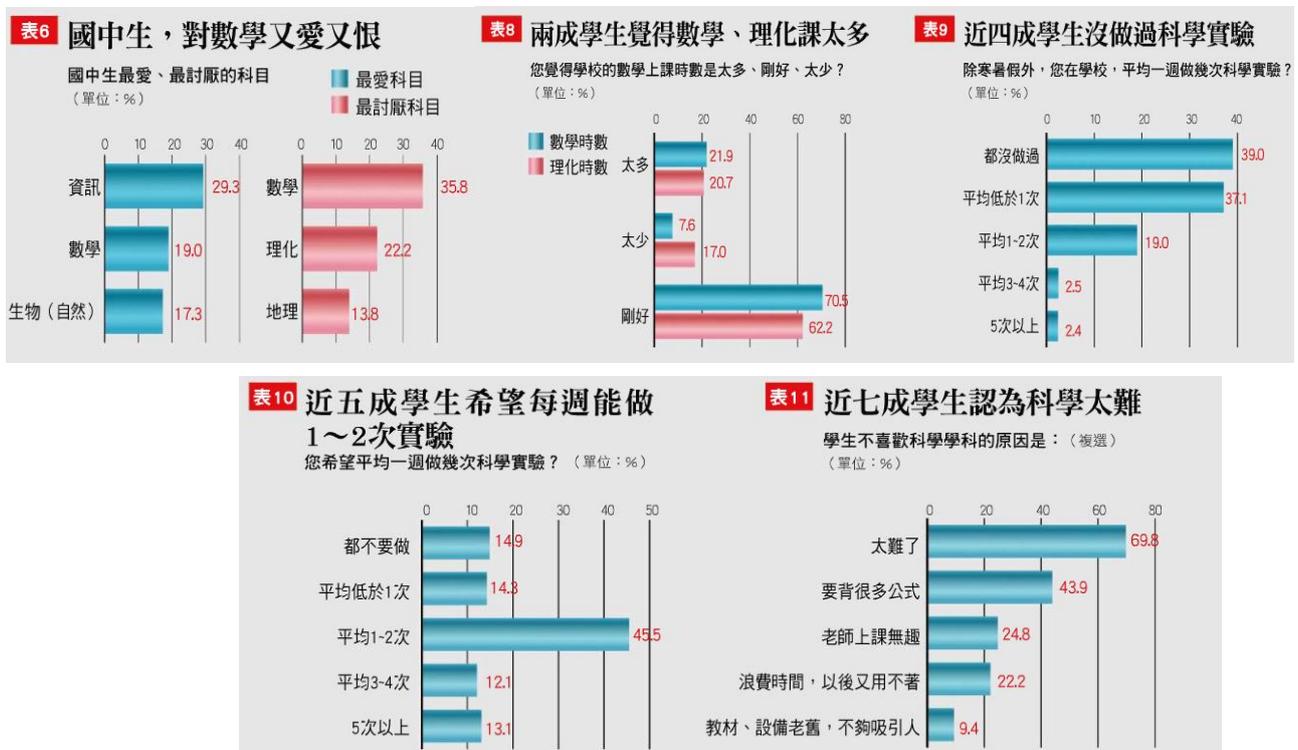
苗栗縣立大湖國民中學教務主任

苗栗縣國教輔導團自然科輔導員

## 壹、前言

### 一、研究動機：

2010年天下雜誌《科學教育決勝未來》所做的調查中指出：有二成及三成的學生討厭理化及數學、而且覺得理化課太多，近七成的學生覺得理化科太難，近四成的學生沒做過實驗、近四成的學生一週頂多一次實驗，而半數以上的學生也希望老師能夠一週讓學生做一次實驗。由此可知，學生渴望參與實驗學習的動機強烈，但是我們老師卻難以落實實驗課程。



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(進度壓力)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，研究者認為本研究可朝以下方向進行發展：

1. 將實驗步驟拍成 3 分鐘短片，並將提問問題放在影片中，影片製成後放在 youtube 供教師上課時播放使用，便可解決前述第 2, 5 項的問題。

2. 如果在教師不願意做實驗的情況下，若將實驗影片放在 youtube 網路平台上，學生也可自行上網學習，在家也可自己做實驗(影片中附有實驗說明)，直接跳過教師自學，便可解決前述第 1 項的問題。
3. 至於缺乏實驗的單元或無法以實驗具體呈現的單元，則設計桌遊來彌補學生學習上的不足，可解決前述第 3 項的問題。

## 二、研究背景與目的：

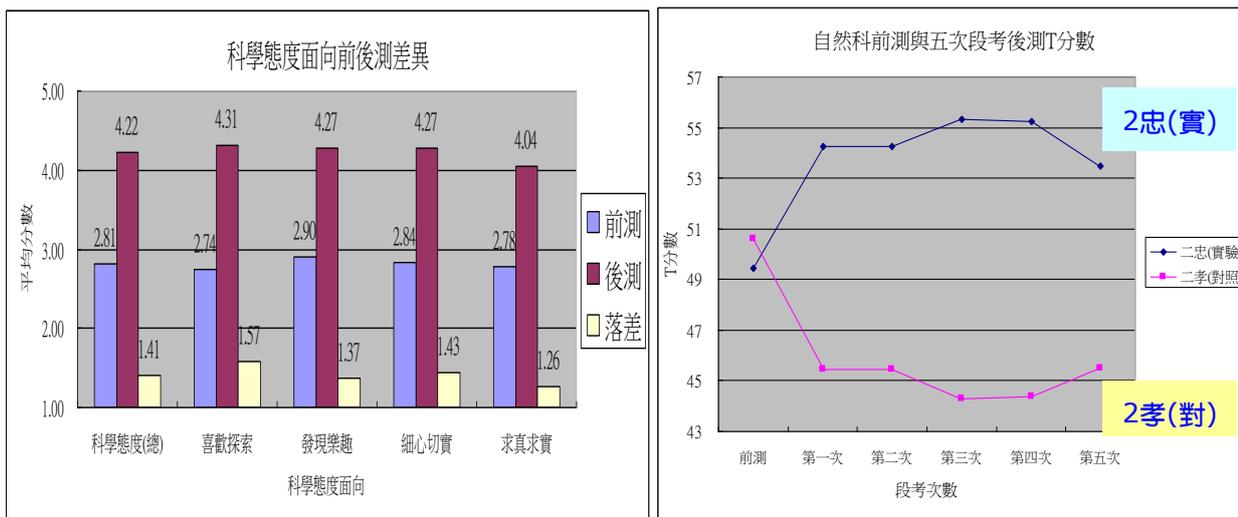
### (一)研究計畫背景：

現今的教學必須強調「動手做」的重要性。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。研究者將多年科教專案的研究成果整理，針對國中的理化課程進行分析，挑選出四十九個趣味科學實驗，從如何融入原本的課程中、準備材料、實驗操作的細節，到學生參與後的反應、科學實驗的價值探討，集結成冊，冀望可以做為國中理化科教師教學上的參考，以期教師能帶領我們學生走進實用又趣味的科學殿堂。



年 段	課本章節	趣味科學課程
國中八年級 自然第三冊	緒論與密度	全貌估量王、密度大考驗
	水與空氣	可樂噴泉、可樂冰沙
	波動與聲音	空氣炮滅燭、音樂高爾杆 竹腳、實樂多魔笛、吸音笛
	光與顏色	鏡子多角度實驗、潛望鏡
		數字圖形變變變、隱形硬幣、消失的保特瓶
	熱與溫度	水杯的相反字、水瀉透鏡、透鏡成像實驗組
物質的基本結構	製溫度計、熱量大考驗、走馬燈、石板烤肉	
國中八年級 自然第四冊	原子與化學反應	點燃成金
	氧化與還原	煉鋼、無字天書、抗氧化大作戰
	電解質與酸鹼鹽	酸鹼大考驗、氫氣槍、凸糖
	有機化合物	傳統竹筒(電池)炮、改良版電池炮 手工肥皂-CPE、手工肥皂-MPE
國中九年級 自然第五冊	浮力與壓力	游定金屬軍、報紙大力士、吸音大力士、試管火箭
	力與運動	跑酷卡丁車、汽球火箭車
國中九年級 自然第六冊	功與能	甩水杆、打玩具、抽紙紗、抽紙牌
	電壓與電流	紙橋承重、釘弧支
國中九年級 自然第六冊	電壓與電流	電壓實驗、電流實驗、電阻實驗
	電與生活	人體電池、果凍電池

從 101-103 年的研究顯示，科學實驗及科學遊戲對學生的自然科成績及科學態度有顯著的增強效果，故研究可以因應科技時代進步做更多元性發展，以因應十二年國教所產生的學習弱化問題。



(二)研究者歷來執行科教研究的經驗與成效：

- (1)本校申請並執行教育部中小學科學計畫共七次(91年、95年、97年、99年、101年、102年、103年)，為苗栗縣最多，101年、102年、103年更獲選為「教育部優良科學計畫」。
- (2)本校申請並執行教育部創造力教育計畫共三次(94年、96年、102年)。
- (3)本校於99年獲得「教育部教學卓越金質獎」殊榮。
- (4)101年本校獲天下雜誌舉辦「百大優質國中」--社團類(科學)殊榮。
- (5)101獲得聯合報及大苗栗新聞報導本校「創意科學社團」等活動。
- (6)本校95~105年苗栗縣中小學科學展覽成績：第一名1篇、第二名7篇、第三名3篇、佳作5篇、第48屆團體成績第四名、第51屆團體成績第三名、第52屆團體成績第六名。
- (7)99年苗栗縣PowerTech競賽：第二名，進全國賽；99年苗栗縣創意發明競賽：第一名，進全國賽；99年國際樂高機器人競賽：國際賽第六名。
- (8)105年本校獲得「全國閱讀磐石獎」、「全國補救教學績優團隊」等。
- (9)99-104年本校與國立大湖農工合作辦理「樂高機器人研習營」七次，為全縣最多。
- (10)100-106年本校於暑假期間辦理「暑期瘋科學—暑假科學營」七次，嘉惠偏遠地區學子，為全縣最多。
- (11)104~106年本校於暑假期間辦理「提升國中小學生自然科學實驗操作能力計畫」，獲選為優良示範學校。

### (三) 先前桌遊研發的成果：

在科學桌遊的部份，研究者選定生物五界的單元課程進行研究設計，遊戲的教學目標是希望學生能熟悉五界的分類，學生透過先教學後遊戲的方式，讓學習的效果能夠提升。本研究開發的生物桌遊則排除教師角色，無需經過教師指導(第一次需要)、更不用老師當裁判，此外，學生可利用下課或課餘時間自行使用，也就是說，老師可以讓學生自行在課餘時間進行遊戲式的學習，不但不會耽誤教師上課時間，學生還可以學得更好，一舉數得。

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：



紙盤格子	分類代號	粗分類	細分類	張數
1	A	原核生物	原核生物界	2
2	B	原生生物	原生生物界-藻類	2
3			原生生物界-原生動物	2
4	C	真菌	真菌界	2
5	D	植物	植物界-蘚苔	2
6			植物界-蕨類	2
7			植物界-裸子植物	2
8			植物界-被子植物	4
9	E	非脊索動物	扁形動物門	2
10			刺絲胞動物門	4
11			棘皮動物門	2
12			軟體動物門	4
13			環節動物門	2
14			節肢動物門	10
15	F	脊索動物	脊索動物-軟骨魚	2
16			脊索動物-硬骨魚	4
17			脊索動物-兩生類	2
18			脊索動物-爬蟲類	4
19			脊索動物-鳥類	6
20			脊索動物-哺乳類	12
			總計	72



此外，在科學牌卡(生物遊樂園)的推廣方面，研究者為使牌卡能為廣大的師生所使用，省取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=obALjrva01o&t=268s>)，以供廣大的使用者學習，也增加推廣效果。研究者也在網路上發佈訊息，供偏遠學校及師範院校免費索取桌遊，目前為止已寄出 763 份，研究者冀望藉此協助偏鄉教學，讓更多的老師及學生受益。本學年度(107)研究者即將著手化學科桌遊的開發，期盼三年內能完成三套科學桌遊。

(四)計畫目的：

1. 設計發展科學桌遊，以供科學教師們使用。
2. 透過網路管道將桌遊推廣給其它學校教師。

## 貳、文獻探討

科學教育長期以來一直是我國相當重視的教育環節，臺灣學生參加世界級的科學競賽能有出色的表現，歸功於我國對各級教育階段之科學教育及活動投注不少心血，而科學教育中最重要便是科學實驗活動，科學實驗教學是學校科學教育中不可或缺的一環(許榮富、趙金祁，1988；Layton，1990；Tobin，1990)。

科學實驗的目的在於透過實驗的過程讓學生體會科學建構與驗證過程，而能培養科學興趣、態度及學習科學方法(金佳龍，1997)，並協助學生理解科學理論與定律，透過實驗去探所自然界的科學奧妙(Fensham，1988；Layton，1990；Wellington，1994)。國內教育學者許榮富、趙金祁(1988)的研究指出科學實驗的目標在於培養科學的態度、理解科學的本質、發展認知能力、建立科學概念、發展科學技能，故由上述可知，科學實驗並非科學教育的部份或附屬，科學實驗是科學教育的核心(Tamir，1989)。然而多年來教育現場的教學方法並未有太大的改變，仍以講述教學為主，原因為何？有何改善方法？本研究要欲透過科學桌遊逐步改善此狀況，最終目標仍是希望老師能有更多的時間投入實驗教學，使學生學習成效獲得提升。

### 一、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」，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。關於學生從遊戲中進行學習的模式有以下幾類可作參考：(摘自李漢生(2014)，初探桌遊學習對國中七年級學生坡地災害概念的影響。國立臺灣師範大學科學教育研究所碩士論文)

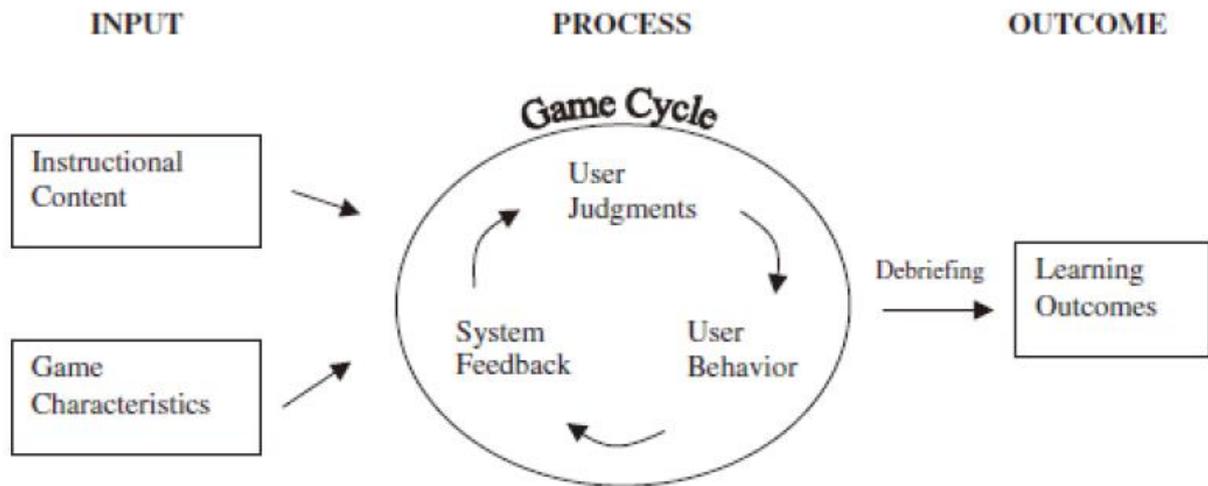
### (一)Input-Process-Outcome Game Model

Garris、Ahlers 與Driskell(2002)藉由整理先前研究和遊戲過程所包含的要素提出學習模式。這個學習模式主要分為三個部分，即Input、Process、Outcome。

**Input**：當中指出遊戲式的學習應包含了學習內容以及遊戲特質。

**Process**：指Game Cycle在遊戲中的推動者學習者持續遊戲的循環。Garris、Ahlers 與Driskell(2002)認為影響學習者持續進行遊戲有三個影響因素，分別為使用者對遊戲的評價、使用者的行為、系統回饋，並對三者間的連繫，作出了以下意見：要讓起學習者產生期望、讓學習者感受到適合的情感或認知反應、學習成效是由於他們從遊戲中的互動及回饋中產生。

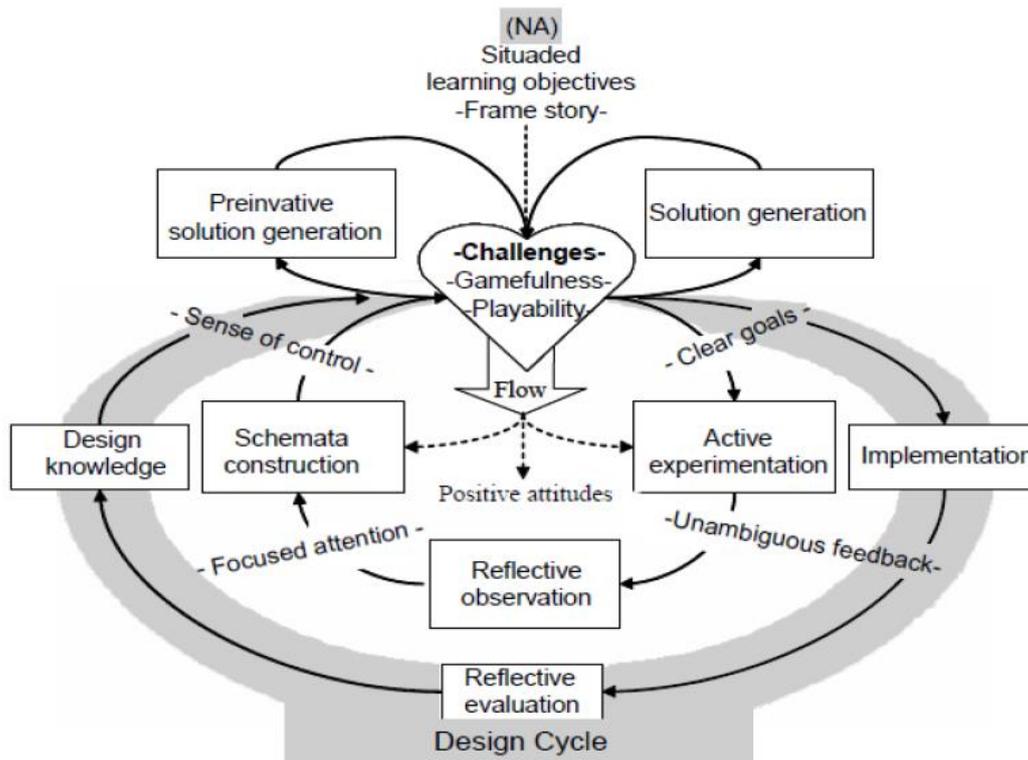
**Learning outcome**：經過解釋遊戲中的事情，使遊戲中的內容與現實中的事物進行連結，從而達到學習成效。若沒有解釋把Process與Outcome聯繫起來，Game cycle只是單純的遊戲。而Outcome 中希望達到的學習成效，可由Input中的Instructional Content 來決定。



## (二)經驗遊戲模式(Experiential Gaming Model)

在 Kiili 的經驗遊戲模式中提出的遊戲循環就好比是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(Kiili, 2005)。另外，Kiili 將設計循環方面為四個階段，分別為需求分析(Needs Analysis)、實行(Implementation)、反映評估(Reflective Evaluation)、設計知識(Design Knowledge)，並與上述的學習循環作結合。這對於教育遊戲的開發有著明確的指引，同時說明在遊戲設計過程應如何的結合學生的學習，並因應學生而在遊戲上作出同步的改良。



本研究所設計的科學桌遊與坊間所販賣的桌遊，設計理念與遊戲方式仍有所不同，其差異如下：

- 1.設計理念：坊間所販賣的桌遊設計理念以休閒娛樂為目的，本研究所設計的桌遊則是以學習特定教學單元為主，休閒娛樂為輔，有特定的教學目標需要達成。
- 2.遊戲內涵：坊間所販賣的桌遊並無特定的遊戲方向，本研究域設計的桌遊則會針對國中學生生物、化學、數學等領域的特定單元進行設計，生物桌遊則會以五界分類(原核、原生、真菌、植物、動物界等)為設計的範圍、化學科則以元素特性、分類、週期表等為設計的範圍、數學則設定在正負數的加減練習。
- 3.遊戲時間：坊間所販賣的桌遊並無特定的遊戲時間，教師礙於課程壓力也不可能讓學生在課堂上玩桌遊，本研究所設計的桌遊可以無須經過教師指導，學生可利用下課時間或課餘時間自行使用，不會耽誤上課時間。
- 4.使用方法：坊間所販賣的桌遊著重在遊戲的豐富度，常會使用許多配件增加遊戲的複雜度，本研究則是化繁為簡，僅以牌卡的設計來達到目標，使學生及老師在使用上不覺得麻煩且攜帶方便。

5.遊戲規則：坊間所販賣的桌遊通常只有一種玩法，而本研究所設計的桌遊是以撲克牌的遊戲規則為基底，融合其它桌遊的玩法，並具有擴充性，所以每一副牌卡至少可玩出五種以上遊戲，增加該桌遊的耐玩性。

## 參、研究方法

本研究主要的研究方向為：設計發展科學桌遊，以供科學教師們在教學上使用，以提高學生的學習成效。此外，以期待透過網路管道將桌遊推廣給其它學校教師，使更多的學生能夠在學習上受惠。

### 一、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及 Kiili(2005)提出的 Experiential Gaming Model，對遊戲設計提出的循環模式，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。

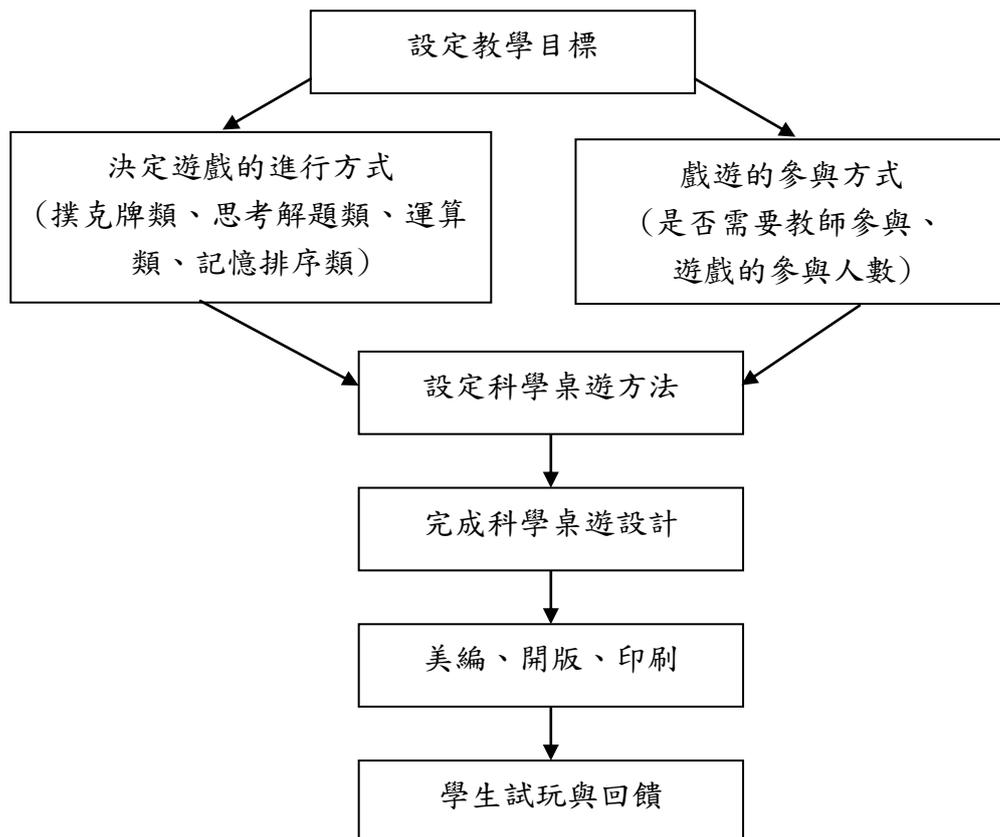


圖 4-1、本研究趣味科學課程設計(Coble & Hounshell, 1982)

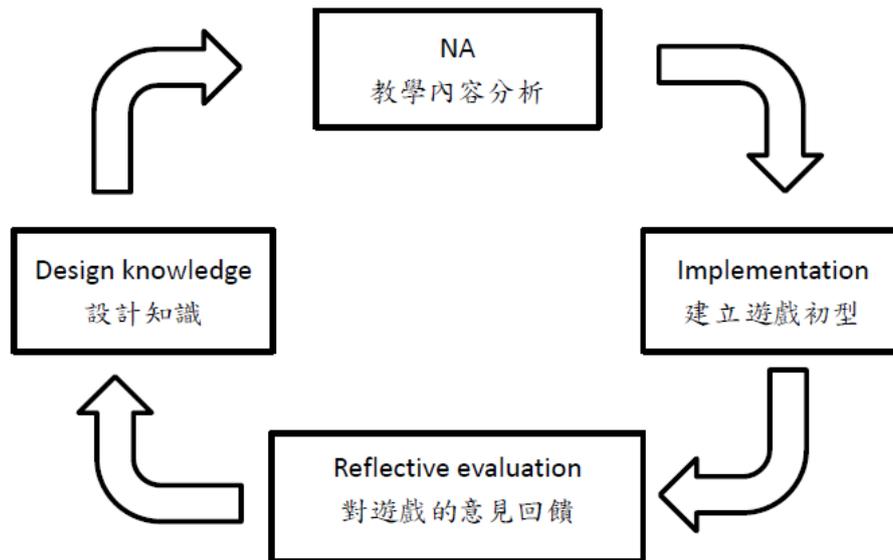


圖 4-2、Experiential Gaming Model (Kiili, 2005)

科學桌遊的發展，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，去年度已完成開發生物桌遊(生物遊樂園-五界單元)，今年度則開發化學桌遊。
2. 化學桌遊設計理念是以撲克牌的相關玩法為出發點，在牌面寫入元素的化學知識，包括：[元素符號、中文名稱、狀態、價數、原子序、原子量、族、相關用途、用途的插圖等](#)，透過牌面上的知識進行遊戲教學，使學生在遊戲中學會元素的性質及組合，亦可延伸至化學式的教學。
3. 依據 Coble and Hounshell(1982)科學遊戲流程及 Kiili(2005)提出的 Experiential Gaming Model 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。

#### 4.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。

#### 5.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。

#### 6.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八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。

7.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。

## 二、預定工作進度

月份 工作內容	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7
計畫核定	*	*										
選定拍攝單元		*					*					
拍攝趣味科學影片		*	*	*	*			*	*	*	*	
趣味科學影片剪輯			*	*	*	*		*	*	*	*	
上傳網路平台			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
進行科學桌遊資料搜集	*	*										
進行桌遊設計			*	*								
進行桌遊繪圖、排版與美編				*	*	*	*	*				
桌遊校稿與印刷								*	*			
桌遊教學影片拍攝									*			
學生進行桌遊試玩									*	*		
意見回饋與分析										*	*	
討論與修正						*			*		*	
撰寫成果報告											*	*

## 三、預期完成之工作項目、具體成果及效益：

### (一)預期完成之工作項目

- 1.完成「科學桌遊」的設計與印刷，將設計完成的桌遊融入自然科教學之中。
- 2.完成對參與遊戲之學生的前後測調查。

3.將「科學桌遊」發送給需要的國中(偏遠)或師範院校。

4.撰寫科學計畫報告。

## (二)工作項目之具體成果

1.發展三套「科學桌遊」，去年度已完成生物科桌遊(生物遊樂園—五界分類)，並已致贈各偏遠國中及師範大學(約計 600 份)，今年度預計開發化學科桌遊，並進行推廣。

2.透過學生回饋及教師意見收集與分析，進行來年桌遊再版之修正。

## (三)預期成效與評量指標

1.確實完成「科學桌遊」開發並製作遊戲玩法教學影片，上傳至 youtube 網站。

2.確實將「科學桌遊」應用在教學中。

## 肆、結果與討論

本研究主要的研究方向為：設計發展科學桌遊以供科學教師們在教學上使用，融入於自然課程的教學之中，以提高學生的學習興趣。此外，透過網路管道將桌遊推廣給其它學校教師，使更多的學生能夠在學習上受惠。在科學桌遊的部份，研究者選定元素的單元課程進行研究設計，遊戲的教學目標是希望學生能熟悉各類元素的性質與應用，學生透過先教學後遊戲的方式，讓學習的效果能夠提升，研究者再透過前後測及問卷的方式探討學生對該單元的學習成效是否有所提昇，並整理學生對此桌遊的教學的回饋資料，最後根據資料作出歸納分析以做為後續課程改良的依據。

### 一、教學目標的選定

本研究選定的「化學元素」內容為遊戲發展的教學目標。主要原因為：

- (一)國中化學科的實驗單元少，且學習內容較為抽象，老師多以講述法進行教學，最多就是播放化學動畫影片，讓學生對化學反應有一些粗略的了解，但受限與時間壓力，不可能每一節都播放影片，況且影片的效果仍有待考驗。
- (二)「化學元素」內容相當廣泛且偏向記憶性的內容居多，但它卻是需要要在二周內(約8堂課)全部上完，教師能夠在時間內上完已屬不易，實在沒有太多心力做太仔細的教學說明，此外，學生也大多無法把該單元的內容完整記起來(特別是各類元素的符號及特性，大多都是學完就忘記了)，故學生的學習成效大多表現不佳。
- (三)「化學元素」是個抽象但是生活中常用得到的教學單元，內容包羅萬象，也多和生活中的應用息息相關，只因受限於課程進度，教師只能概略性的講述課本的內容，實在可惜。本研究欲透過桌遊的設計，讓學生能在課餘時間玩樂時，把知識融入遊戲中，邊玩邊學，一來可降低老師的教學壓力，二來可增進學生的學習深度，一舉數得。

### 二、遊戲型式的選定

本研究開發的化學桌遊型式以「牌卡」類型為主。主要原因為：

- (一)坊間桌遊的型式較豐富且有許多配件，但玩法較複雜，需要多人(有一定的人數要求)才能玩。對於老師來說，太複雜的遊戲老師和學生都要花時間學習，老師沒

時間把遊戲學會，自然不會推廣在課堂上，再者，有許多配件的遊戲在收納方面相當麻煩，只要掉一個配件，這個桌遊就不能玩了。至於人數方面，也是要考量的因素，因為班級的人數不會分配剛好，如果遊戲的人數可以彈性調整，那可以省去分配人數的麻煩(例：可以四人玩，也可以三人玩)。

(二)化學桌遊以「牌卡」類型為主，原因在於老師喜歡操作簡單、易於攜帶的東西，除了易學之外，也方便老師帶到課堂上去教學，學生要帶回家玩或下課時間玩也方便，此外，牌卡收藏容易，遊戲人數也較有彈性(2~6人)，人數可多可少，可分組亦可獨玩，故為本研究選用「牌卡」類型的原因。

### 三、遊戲方法的選定

本研究開發的化學桌遊遊戲方法以「撲克牌規則」為基底，進行多元的開發，再輔以坊間的熱門桌遊玩法進行融合。主要原因為：

(一)坊間桌遊通常有一個特點，就是玩法只有一種，相當單一。原因在於桌遊的配件及紙盤已固定，而玩法就只能遷就既有的配件，很難再玩出新花樣，耐玩度不佳，除非像大富翁一樣，取決在玩家的變化性而非遊戲本身的變化。再者坊間桌遊的主要目標是娛樂，只要好玩，省成本就可以，沒必要開發多種玩法而增加成本。

(二)本研究的化學桌遊則以撲克牌規則為基底，主要是因為老師及國中生都會玩撲克牌，對撲克牌的規則相當熟悉，不用再另花時間學習，上手容易，此外，撲克牌的玩法相當多，例如：心臟病、揀紅點、吹牛、大老二、抓鬼等，這些都可以轉換成我們需要的玩法，再者，本遊戲還融合了坊間心理類遊戲的玩法，讓遊戲顯得更具擴充性，類型也不拘於一式，增加師生對該牌卡的耐玩性。

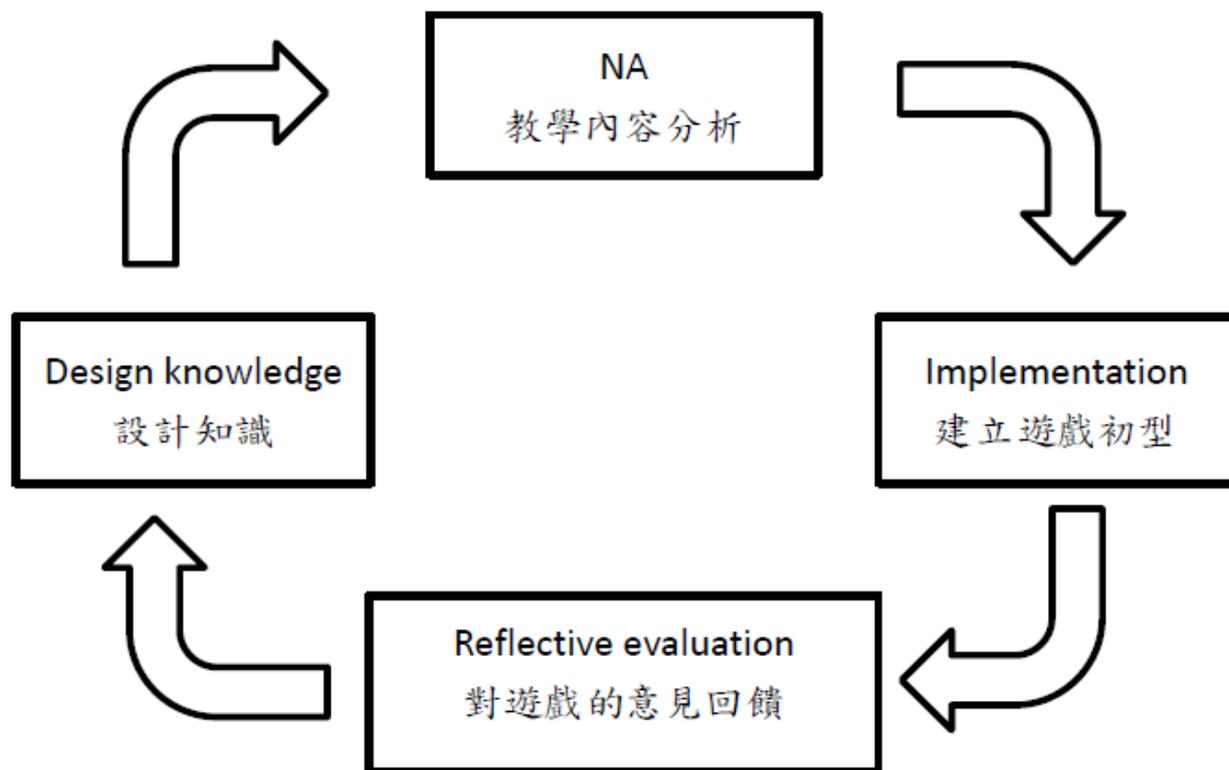
### 四、遊戲時間的預設

教科書商所發贈的遊戲教具大多需要老師在課堂中使用，至要教師離開課堂，學生就無法繼續使用該遊戲教具，一來是該遊戲需要老師指導使用(要教師進行教學)，二來是該遊戲需要老師作裁判或中間者，所以無法由學生們單獨使用，這類的桌遊教學目標明顯，學生也不太愛玩。但是本研究開發的生物桌遊則排除教師角色，無需經過教師指導(第一次需要)、更不用老師當裁判，此外，學生可利用下課或課餘時間自行使用，也就是說，老師可以讓學生自行在課餘時間進行遊戲式的學習，不但不會耽誤教師上課時間，學生還可以學得更好，一舉數得。

### 五、牌卡設計

桌遊內容的設計除了要有娛樂功能之外，亦要具有豐富的知識性，是得牌面知識就可做為教師教學、課程複習上使用，故牌面的資料搜集便顯得相當重要。

在本桌遊的設計概念上，研究者參考了Killi提出的Experiential Gaming Model及李漢森(2014)的研究，對遊戲設計提出的循環模式。



首先針對教學內容—化學元素進行遊戲設計上的考量，並分析該單元的學習內容有哪些重點，在牌卡上要呈現哪些東西？因為遊戲的主要目的是要學生學習將化學元素做分類，故將化學的元素的各項特徵寫在牌面上，例：中文名、元素符號、族、價數、狀態、原子序、原子量、用途等，並且會附上圖片，讓學生可以從描述及圖片上了解該元素的特性。

在分析完教學內容後，開始進行遊戲的設計，包括：牌面上的知識該如何撰寫、遊戲規則如何訂定、計分方式、美工排版等，並製作出遊戲的雛型。詳細內容如下：

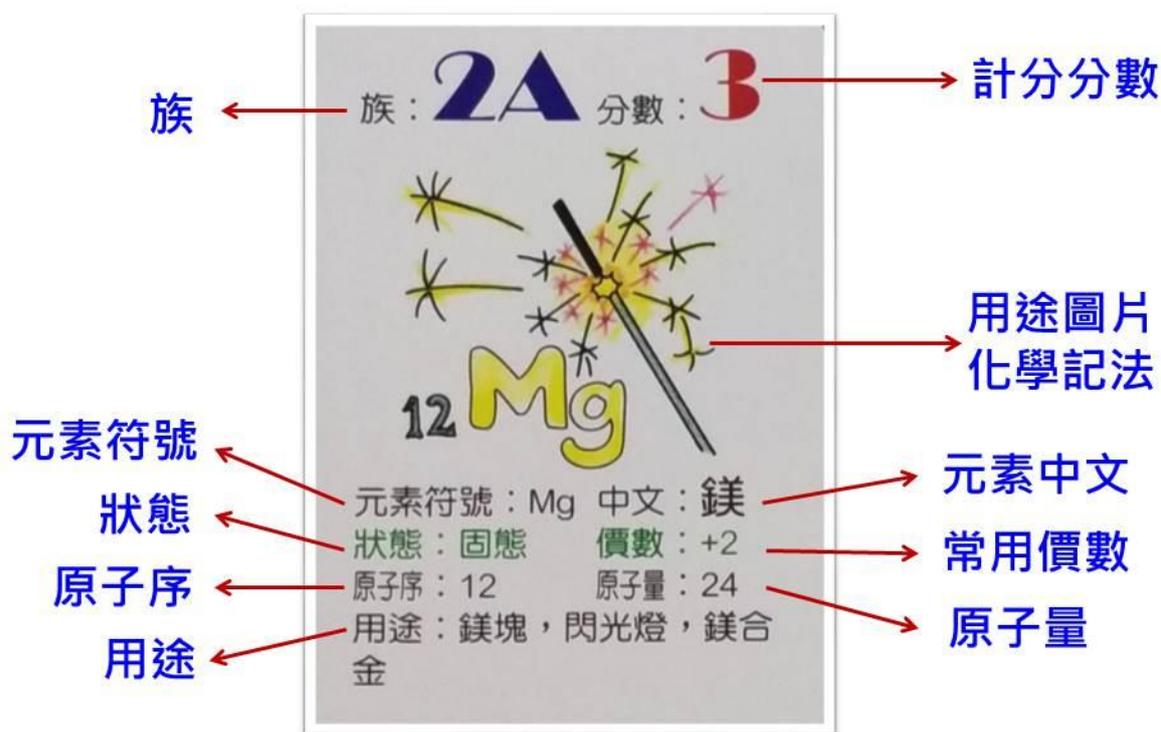
(一)化學元素的族別：牌面左上方抬頭處，約佔幅5%。

(二)元素用途圖片、元素符號表示法：牌正面中央處，參考課本圖片或網路圖片，以手工彩色鉛筆繪製，力求元素用途能夠真實呈現，約佔幅50%。

(三)牌面知識的撰寫：牌正面圖片下方處，文字精簡描述元素的資訊，如：中文名、

元素符號、價數、狀態、原子序、原子量、用途，加美編，約佔幅40%。

(四)化學元素的分數：牌面正右上方抬頭處，加美編，約佔幅5%，分數則以1~6分表達，分數為隨機給予，1A、2A、6A、7A分數較高，其餘多為1~2分。



資料來源：維基百科、自然科課本

(五)牌卡的背面皆為相同圖樣，同為手工彩色鉛筆繪製，美編滿版。



(六)遊戲說明書的雙面印有遊戲規則，共計有七種遊戲方式供玩家選擇，接不需要使

用紙盤，除了第七個遊戲需要紙筆記錄分數及圖釘當配件。

(七)本牌卡共計 64 張，各類元素 1 張，氫、氧、氟、氯、溴各 4 張、原子團  $\text{OH}^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、

$\text{NO}_3^-$ 、 $\text{CO}_3^{2-}$  各 2 張。其餘統計如下：

正價牌	35	金屬	25	固體	31
負價牌	26	非金屬	31	液體	5
其它牌	3			氣體	20
總計	64		56		56

總數(種)	1A	2A	3A	4A	5A	6A	7A	8A
27	4	5	2	4	3	2	4	3
總數(種)	1B	2B	3B	4B	5B	6B	7B	8B
14	3	3	0	1	0	2	1	4

編號	元素符號	中文	狀態	原子序	原子量	價數	族	分數	張數
1	H	氫	氣態	1	1	+1	1A	6	4
2	Li	鋰	固態	3	7	+1	1A	4	1
3	Na	鈉	固態	11	23	+1	1A	4	1
4	K	鉀	固態	19	39	+1	1A	4	1
5	Be	鈹	固態	4	9	+2	2A	3	1
6	Mg	鎂	固態	12	24	+2	2A	3	1
7	Ca	鈣	固態	20	40	+2	2A	3	1
8	Sr	銦	固態	38	88	+2	2A	3	1
9	Ba	鋇	固態	56	137	+2	2A	3	1
10	Ti	鈦	固態	22	48	+4	4B	1	1
11	Cr	鉻	固態	24	52	+3	6B	1	1
12	W	鎢	固態	74	184	+6	6B	1	1
13	Mn	錳	固態	25	55	+4	7B	1	1
14	Fe	鐵	固態	26	56	+3	8B	2	1
15	Co	鈷	固態	27	59	+3	8B	2	1
16	Ni	鎳	固態	28	59	+2	8B	2	1
17	Pt	鉑	固態	78	195	+2	8B	2	1
18	Cu	銅	固態	29	64	+2	1B	1	1
19	Ag	銀	固態	47	108	+1	1B	1	1
20	Au	金	固態	79	197	+1	1B	1	1
21	Zn	鋅	固態	30	65	+2	2B	2	1
22	Cd	鎘	固態	48	112	+2	2B	2	1
23	Hg	汞	液態	80	200	+2	2B	2	1

24	B	硼	固態	5	11	+3	3A	2	1
25	Al	鋁	固態	13	27	+3	3A	2	1
26	C	碳	固態	6	12	±4	4A	3	1
27	Si	矽	固態	14	28	±4	4A	3	1
28	Sn	錫	固態	50	119	+2	4A	3	1
29	Pb	鉛	固態	82	207	+2	4A	3	1
30	N	氮	氣態	7	14	±3	5A	2	1
31	P	磷	固態	15	31	±3	5A	2	1
32	As	砷	固態	33	75	±3	5A	2	1
33	O	氧	氣態	8	16	-2	6A	3	4
34	S	硫	固態	16	32	-2	6A	2	1
35	F	氟	氣態	9	19	-1	7A	2	4
36	Cl	氯	氣態	17	35.5	-1	7A	3	4
37	Br	溴	液態	35	80	-1	7A	2	4
38	I	碘	固態	53	127	-1	7A	2	1
39	He	氦	氣態	2	4	0	8A	4	1
40	Ne	氖	氣態	10	20	0	8A	4	1
41	Ar	氬	氣態	18	39	0	8A	4	1
42	OH				17	-1		6	2
43	SO <sub>4</sub>				96	-2		6	2
44	NO <sub>3</sub>				62	-1		6	2
45	CO <sub>3</sub>				60	-2		6	2

最後，經過教師的試玩後，提出遊戲需加強學習內容之建議。研究者再針對遊戲初型進行修正與改進，並送印刷廠排版、校對、印刷，桌遊成品才算完成。



此外，在牌卡設計方面亦考慮了周升馨、孫培真(2008)所總結出遊戲設計的4個要素，即介面、故事性、互動性與平衡度。

在介面部分，如圖所示，卡牌的版面有明確的區域劃分，例：中文名、元素符號、價數、狀態、原子序、原子量、用途等，簡單而清楚。

在故事性部分，本遊戲為牌卡遊戲，並未設定故事背景，但所有人的起始點是相同的，每位學生必須在遊戲中賺取分數，分數高者為優勝；若是心臟病等遊戲則是手上持牌最少者為優勝。

在互動性部份，本遊戲強調的是學生在玩的過程中的互動性，因為學生想要贏或者不想輸，故會把牌卡的內容記住，也達到了教學的效果，此外，學生也可透過牌卡遊戲與其它玩家合縱連橫，以達到擊敗其它玩家的目標，這樣互動的過程也讓學生學習在團體中合作與競爭的微妙關係。

在平衡性部份，為確保遊戲可以更好玩，避免特定的玩家一直處於優勝的角度，故在各種遊戲的設定上，採取平衡的角度，例：心臟病等遊戲對反應快的人較有利、吹牛及說牌人則是考驗心理戰，化學反應及化學大老二則存在著運氣成份，這些遊戲的規則都可以防止單一玩家不斷地獲勝，以增加各類型學生的參與度。

故將坊間桌遊與化學桌遊的特性做一比較，以區分二者的差別性：

	坊間桌遊	化學桌遊
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

## 六、化學王牌遊戲規則的設定

【牌數】64張牌，牌的上半部有各種元素「族」、「用途」、「元素符號」的圖樣，下半部有元素的「原子序」、「原子量」、「價數」、「分數」及「用途」等文字敘述。

### 【玩法一】心臟病

1. 遊戲前先將所有「原子團」的牌先抽出來放在一旁不用。首先將牌洗勻後，將所有的牌均分給所有玩家，拿到牌後不得看自己的牌，將牌背朝上放在自己前面(或手上)。
2. 玩家決定出牌順序後，依序出牌，一人一張，出牌者放牌時，口中要同時喊出「族數」(只喊數字1~8，A、B不用喊)，(口喊順序為「1」、「2」、「3」…「8」，依此循環)，並翻牌放在桌子中央。
3. 若玩家放出牌的「族數」與口中唸出的「數字」相同時(例如：出牌為3A，口中剛好喊3)，所有玩家要出手壓於牌上方，如果玩家喊的「數字」和牌的「族數」不同時就繼續。
4. 出手最慢的人(手放在最上面的人)，則要將紙盤上所有的牌全數拿走，如果有人搞錯而「誤拍」，則同樣要將所有的牌拿走。
5. 下一回合則由上一回合的最慢玩家重新開始出牌，口喊順序一樣從「1」開始，餘類推，直到最後，玩家手上的牌最多者即為輸家。
6. 玩家亦可改變不同玩法，例如：將口喊的「族數」(1~8循環)改換成「狀態」(「固」、「液」、「氣」循環)，亦或者改換成「金屬」、「非金屬」循環，亦或者改換成「價數」(1~4)循環，如此玩家可以增加對各種元素的熟悉程度。

### 【玩法二】十點半

1. 遊戲前先將所有「原子團」的牌先抽出來放在一旁不用。
2. 選一位玩家當莊家，莊家向每一位玩家發一張牌(包括莊家自己)。
3. 玩家可以看自己的牌，莊家輪流問每位玩家是否「要」加牌，若其它玩家要加牌，則把牌面向上打開派給要牌的玩家，玩家可以一路加牌，至自己滿意為止。
4. 牌面點數：A族1A~8A，依照1A為一點，2A為二點，以此類推，而B族皆為半點，進行加法，最多加到十點半。若玩家所有牌的點數超過十點半，則為『爆掉』，即為輸家。
5. 當所有玩家都不要加牌，最後莊家派牌給自己，完成所有的派牌工作後，所有玩家同時翻底牌，牌面點數超過十點半者，則為『爆掉』，即為輸家，未超過十點半者，則比點數，點數越接近十點半者為優勝，拿走所有的牌；若部份玩家點數相同時，

莊家又是其中之一，則莊家勝，拿走所有的牌；若點數相同家中沒有莊家，則玩家平分桌面的牌。

6. 下一輪莊家換人，至到遊戲結束，手中獲得的牌數越多者為贏家。
7. 二十一點遊戲同上述規則，可把點數的計算方法更改：A、B 族皆依照數字給點(例：2A 為二點)。或者以「狀態」給點(「金屬固體」4 點、「非金屬固體」3 點、「液體」2 點、「氣體」1 點)。

### 【玩法三】化學反應

1. 將所有的牌洗勻後，玩家每人發 6 張手牌，發完牌後將剩餘的牌覆蓋堆置於桌面上，即為「中央牌」，再從牌疊取出 4 張牌翻開置於中央牌堆四週。
2. 玩家決定出牌順序後，依序出牌，玩家出的牌與桌面已翻開的牌必須為符合下列原則，才能湊對吃牌。
  - (1)「正價數」與「負價數」(含原子團)產生反應，湊對吃牌。(例：鈣(+2)與氯(-1)可以湊對吃牌，只管正負，不論價數)
  - (2)特定的牌種只能採用「相同牌」吃牌而不能採用「正負價」吃牌，例如：鈍氣(氦、氖、氬)，因為價數為 0。
  - (3)碳(+4)、矽(+4)、氮(+4)、磷(+3)、砷(+3)，可當正價牌或負價牌。
3. 當玩家吃完牌後，再從中央牌疊取出一張牌至桌面上，若此時取出的牌又能吃原本在桌面上的牌則可續吃，最後把所有被吃的牌收回，放在自己旁邊即可。若桌面上沒有可以吃的牌時，則必需丟出一張手牌，並從牌疊翻出一張牌至桌面上，翻開的牌若可吃桌面上的牌則續吃一次。
4. 當玩家吃完牌時，遇到「特殊牌」結合(如下表)，該玩家只要「喊出」結合牌的「名稱」，就可以多翻一次中央牌疊的牌進行吃牌，次數不受限制。例：正價牌「Na<sup>+</sup>」與負價牌「CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>」結合，玩家可喊出「蘇打」，就可再多翻一次中央牌疊。

※「特殊牌」結合情況表：

	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	OH <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>
氫 H <sup>+</sup>	碳酸	硝酸	硫酸	水	鹽酸

鈉 Na <sup>+</sup>	蘇打	(智利)硝石	元明粉	燒鹼/苛性鈉	食鹽
鈣 Ca <sup>2+</sup>	灰石	鈣硝石	無水石膏	熟石灰	

- 當玩家完成翻牌、吃牌後，接著輪到下一位玩家。
- 當所有玩家的手牌都用完時，就直接從中央牌疊翻牌、吃牌，直到所有的牌都用光為止。
- 計分方式：個人所拿走的牌「分數」加總，分數最高者為優勝。

#### 【玩法四】釣魚

- 遊戲前先將所有「原子團」的牌先抽出來放在一旁不用。
- 將所有的牌洗勻後，全數覆蓋在桌面上。
- 玩家決定順序後，每次一位玩家只能翻開兩張牌，若牌的「元素符號」相同或「同一族的元素」相同則獲得該對牌，若不同則蓋上換下一位玩家。
- 如此持續到所有牌皆被取走後，玩家開始計算分數，分數計算方式為將個人所拿走的牌「分數」加總，分數最高者為優勝。

#### 【玩法五】吹牛

- 將牌洗勻後，將所有的牌均分給所有玩家，拿到牌後可以看自己的牌。
- 玩家決定出牌順序後，依照牌的不同性質，例如：A族、B族、金屬、非金屬、固體、液體、氣體、價數、原子團等性質，進行吹牛，第一位玩家開始喊牌，例：一張「金屬」，接著丟出一張蓋著的牌。
- 你可以真的丟出你喊的牌，但是也可能是假的。
- 第二位玩家可以選擇的狀況是：
  - 選擇不抓並加牌，例：二張「金屬」。第二位玩家出牌可以是真牌，也可能加假牌，是否能夠過關，取決於第三位玩家是否翻牌。
  - 選擇掀牌，如果第二位玩家確定第一位玩家是吹牛，被抓到的玩家就得把桌上所有牌收起，然後由掀牌人開始出牌打下一輪。如果第二位玩家確定第一位玩家沒有吹牛，則由那抓他的人將桌上所有牌收起，第一位玩家可再出牌打下一輪。
- 當所有的玩家都選擇不抓並加牌通過後，則輪到第二位玩家開始換主題喊牌，例：

一張「A族」。

6. 所有的玩家必須在遊戲的過程中將零散的牌夾帶出去，及戳破別人不合理的地方，讓對方手上的牌變多，最後誰先把牌出完即為優勝者。

### 【玩法六】化學大老二

1. 先將所有「元素」牌各抽出一張來進行遊戲(拿掉4B「鈦」)，共計40張，或者使用全部的「元素」牌亦可。本遊戲以元素的「族」當成出牌依據，先比數字(8>1)，再比英文(A>B)。
2. 將所有的牌洗勻後，玩家每人(4位)發10張手牌，發完牌後，拿到「氫」的玩家優先出牌，玩家可以選擇打1張(練單)、2張(對子)、5張(同花順>鐵支>葫蘆>順子)等各式的牌形。每一輪都在比大小，最大的玩家可以在下一輪先出，先出的人決定此一輪出的張數。
3. 牌型介紹：
  - (1)練單：出單張牌，先比數字(8>1)，再比英文(A>B)，大小相同則比「原子序」。
  - (2)對子：兩張「數字」相同的牌型。先比數字，再比英文，再比「原子序」。
  - (3)順子：連續五張相鄰「數字」的牌(可以是12345，不可是56781，例：87654>76543)，相同時，先比數字最大的牌的英文(A>B)，再比何者A族較多張，若相同再比「原子序」。
  - (4)葫蘆：三張「數字」一樣的牌，加上一個對子，例：33322。先比三張的數字(8>1)，再比再比英文(A>B)，再比「原子序」。
  - (5)鐵支：四張「數字」一樣的牌，加上隨意一張牌，例：44443。先比四張的數字(8>1)，再比再比英文(A>B)，再比「原子序」。
  - (6)同花順：連續五張相鄰「數字」的牌(例：12345)，且為相同英文(例：A)。
4. 下位玩家的只能出跟上位玩家同樣張數的牌，同時比上位玩家所出的牌型「大」，例：上位玩家打出55522，你只能打比它大(例：66611)。
5. 下位玩家也可以Pass不出牌，由再下一家繼續出牌。如果所有玩家都Pass，就由起始的玩家重新一輪出牌；如果有人出牌，則由出牌最大的玩家重新一輪出牌。
6. 當有玩家把手上的牌全部打完，則為優勝者，最後一位打完者，則為輸家。

### 【玩法七】化學說牌人

1. 準備多種顏色的圖釘。將所有的牌洗勻後，玩家每人(4~6位)發6張手牌，一種顏色圖釘，發完牌後，選一位當起始玩家，其餘的牌放置旁邊。
2. 第一位玩家說牌出題：第一位玩家(說牌人)挑選手中的1張牌，牌面朝下放在自己面前，並對這張牌進行描述。這個描述可以是針對該「元素」的顏色、狀態、用途等(最好跟牌裡所描述的文字不同)，簡短但不要太清楚或太模糊，以免最後拿不到分數(例：「氦」可以描述「婚宴場合可以用得到的東西」)。
3. 其他玩家各自從手中挑選1張牌，將牌面朝下放於說牌人的面前，說牌人將這些牌拿起並且洗勻，然後再面朝上放於桌上。(其它玩家在挑選牌時，要盡量符合說牌人的「描述」，因為你出的牌是來欺騙其他玩家的)
4. 說牌人排好每一張牌後，開始由其它玩家進行投票，其他玩家必須猜測說牌人所出的牌是哪一張，並將圖釘釘在牌前桌上。
5. 所有人投完票後，說牌人會公布正確解答(他出的牌)，並開始給分(見下表)。
6. 計分完後，當回結束，所有的牌移走，所有玩家再抽1張牌補充，由下一位玩家擔任新的說牌人，等所有玩家當過一輪說牌人後，遊戲結束，統計每一玩家的總分，最高分者為優勝。
7. 給分標準：(註：非說牌人玩家所出的牌，若有人選作答案，每有一位玩家選，該玩家便得1分。)

	說牌人	其它玩家
全部都猜錯	0分	2分
全部都猜對	0分	2分
部份人猜對 部份人猜錯	3分	猜對的人3分 猜錯的人0分
引導他人猜錯		誘答每1位玩家可得1分

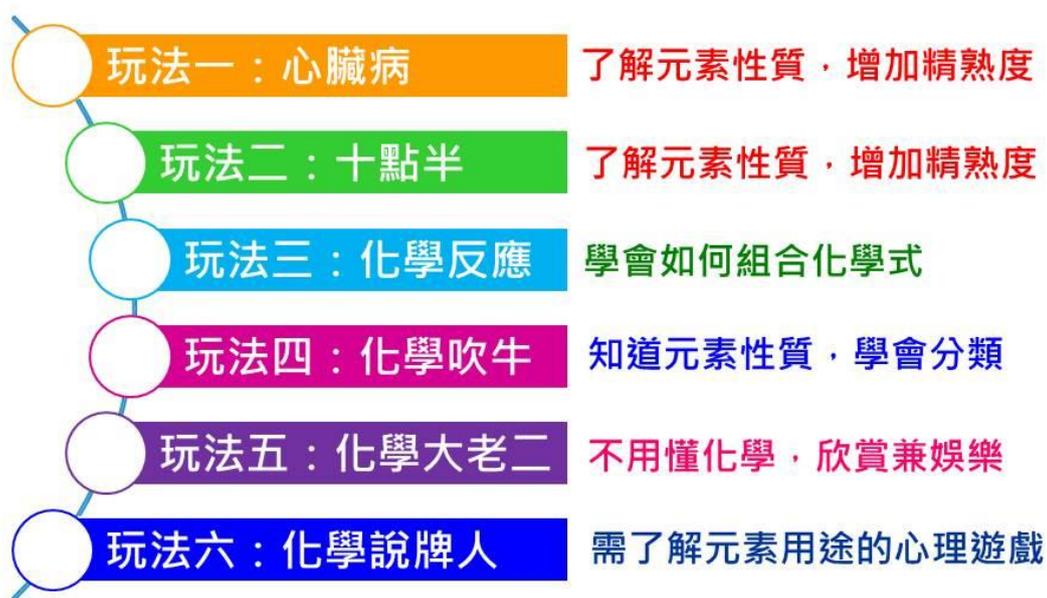
### 【課堂玩法】

1. 教師可以將牌分成「正價數」與「負價數」二疊，教師請學生上台，從二疊中各抽一張牌，請學生在黑板上寫出該對牌的化學式，並計算其分子量。

2. 教師將所有「元素」牌各抽出一張來進行遊戲，共計 41 張。每位同學發下一張牌，教師隨機說出「元素」的特性，例如：固態金屬、鹼土族、第四週期、有顏色的氣體等，只要同學手上的牌符合該特性者，必須立刻起立，未起立或站錯的輸家接受處罰，接著同學自由交換手上的牌，教師再進行下一輪出題。
3. 元素大風吹：每位同學發下一張牌，並選定一位同學當「發令者」，全班同學坐在位置上，「發令者」站在講台上，隨機說出「元素」的特性，例如：氣體。凡是拿到氣體牌的同學必須離開原來位置到其它有人離開的空位坐下，「發令者」也會趁機找位置坐下，最後會剩下一位同學，該位同學則為新的「發令者」，並進行下一輪遊戲。

化學王牌各類玩法皆針對不同屬性的學生設計(如圖表所列)，教師在運用上可考量學生的特點，給予不同的玩法，方能達到循序漸進的效果。

## 化學桌遊的玩法特點



### 七、教學規劃與教案

#### (一)教案

單元名稱	化學王牌	設計者	楊明獻
適用領域	自然與生活科技	適用年級	八年級
關鍵字	元素、化學式、原子序	教學時間	90~135分鐘
設計理念	<p>化學元素對學生來說，是個令人相當頭痛的單元，除了這些元素不易見到廬山真面目之外，它的一些性質也都是相當抽象的，例如：原子量、價數等，即便是元素的用途，學生也未必清楚，雖然我們覺得它是個有趣而且貼近生活的課程，但對學生來說，卻是屬於需要靠記憶力背誦的單元，本課程設計透過遊戲的方式，將原本需要學生記憶與分辨的部份，以圖片牌卡的方式呈現，讓學生在玩的過程中透過圖像記憶，將需要學習的知識在無形中記在腦海之中。</p>		
能力指標	<p>1-4-1-1 能由不同的角度或方法做觀察。</p> <p>1-4-1-2 能依某一屬性（或規則性）去做有計畫的觀察。</p> <p>1-4-2-1 若相同的研究得到不同的結果，研判此不同是否具有關鍵性。</p> <p>1-4-3-2 依資料推測其屬性及其因果關係。</p> <p>1-4-5-4 正確運用科學名詞、符號及常用的表達方式。</p> <p>6-4-2-1 依現有的理論，運用類比、轉換等推廣方式，推測可能發生的事。</p> <p>6-4-2-2 依現有理論，運用演繹推理，推斷應發生的事。</p> <p>7-4-0-4 接受一個理論或說法時，用科學知識和方法去分析判斷。</p> <p>2-4-2-2 由植物生理、動物生理以及生殖、遺傳與基因，了解生命體的共同性及生物的多樣性。</p> <p>3-4-0-3 察覺有些理論彼此之間邏輯上不相關連，甚至相互矛盾，表示尚不完備。好的理論應是有邏輯的、協調一致、且經過考驗的知識體系。</p> <p>5-4-1-2 養成求真求實的處事態度，不偏頗採證，持平審視爭議。</p>		
教學目標	<p>1. 了解化學元素符號的寫法。</p> <p>2. 知道化學元素的各種化學特性與區分方式。</p>		

	3. 了解化學元素在生活中的用途。		
教學資源	投影片、教學牌卡		
	活動流程	教學時間	備註
教學活動設計	<p>一、引起動機</p> <p>請同學發表：你在生活中出現哪些化學元素，這些元素都是那一類，你能夠說說看嗎？哪它們有何特徵？它們應用在環境中的何處呢？</p>	5分	請學生發表
	<p>二、教學活動發展</p> <p>(一)物質的分類說明</p> <p>1. 說明物質的分類方式</p> <p>2. 說明元素與化合物的區別</p> <p>3. 說明元素的分類</p>	15分	ppt投影片教學
	<p>(二)金屬與非金屬元素</p> <p>1. 請學生進行區分元素的活動</p> <p>(1)延展性、(2)顏色光澤、(3)導電性</p> <p>2. 請學生說明金屬與非金屬元素的差異</p> <p>2. 舉例生活中的金屬與非金屬元素</p>	25分	ppt投影片教學
	<p>(三)元素符號的命名</p> <p>1. 說明元素符號的命名規則</p> <p>2. 說明元素符號的中文命名方法</p> <p>3. 請學生從週期表中練習寫出一些元素符號。</p>	15分	ppt投影片教學
	<p>(四)生活中常見的元素與應用</p> <p>1. 介紹生活中常見的非金屬元素</p> <p>(1)碳元素的介紹與應用</p> <p>(2)矽元素的介紹與應用</p> <p>(3)硫元素的介紹與應用</p>	30分	ppt投影片教學

	<p>(4)磷元素的介紹與應用</p> <p>2. 介紹生活中常見的金屬元素</p> <p>(1)鋁元素的介紹與應用</p> <p>(2)鋅元素的介紹與應用</p> <p>(3)鈦元素的介紹與應用</p> <p>(4)銀元素的介紹與應用</p> <p>(5)金元素的介紹與應用</p> <p>(6)汞元素的介紹與應用</p> <p>(7)鎢元素的介紹與應用</p> <p>(8)鐵元素的介紹與應用</p> <p>(9)銅元素的介紹與應用</p> <p>(五)化學王牌牌卡教學</p> <p>1. 進行牌卡牌面資訊說明</p> <p>2. 進行學生分組</p> <p>3. 選定牌卡遊戲</p> <p>4. 進行遊戲規則及優勝條件說明</p> <p>5. 學生進行遊戲</p> <p>6. 終止遊戲及頒發優勝者獎品</p> <p>7. 進行下一輪的新遊戲，重覆上一步驟，直到遊戲結束。</p>	<p>5分</p> <p>5分</p> <p>5分</p> <p>25分</p> <p>5分</p> <p>~</p>	<p>ppt投影片教學</p> <p>教學影片</p> <p>化學王牌牌卡</p>
--	---	---	---

影片網址：youtube搜尋—阿獻玩科學、化學王牌

(二)教學投影片

**純物質**  
 只由一種物質組成，具有**固定的組成與特性**(熔點、沸點等)。  
 例：葡萄糖、二氧化碳、氧氣、金等

**物質**  
 不能用**物理方法**再分離物質  
 ↳ 不會破壞物質本質的方法



**物質**



**混合物**  
 兩種或兩種以上純物質，以**任意比例混合**而成，**沒有固定的特性**(熔點、沸點等)。  
 例：海砂、鹽水、酒、汽水、空氣、合金等  
 能用**物理方法**再分離，得到**純物質**

西元1774年，英國化學家**卜力士利**以凸透鏡將陽光會聚在**紅色的氧化汞**上，日光照射放大鏡時，發現**水銀柱下降**，因試管內**氧化汞**分解產生了**氫氣及汞**。



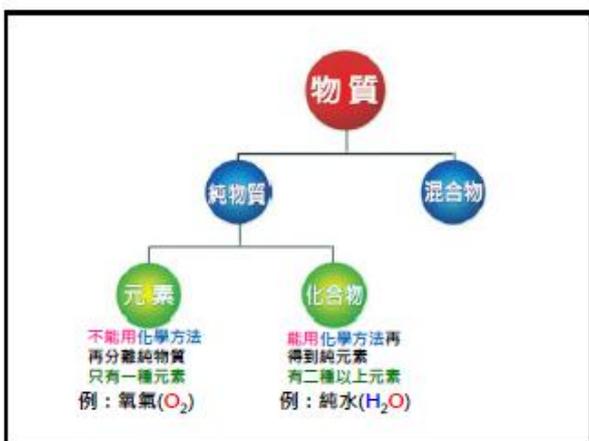
證明**純物質**可以被分解成**新的物質**

西元1800年，英國科學家**尼可爾森** (Nicholson, 1753 ~ 1815) 與**卡里索** (Carlisle, 1768 ~ 1840) 發現，**水通電後會分解為氫氣與氧氣**。  
 稱為**化合物**



無法再透過其他的**化學方法**分離。  
 稱為**元素**

水電解反應(化學反應)

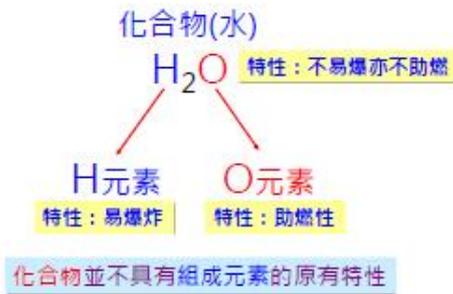


**物質**

- 純物質**
  - 元素**  
 只由一種**元素(原子)**組成，具有**固定的特性**，是**純物質**。  
 不能用**化學方法**再分離物質  
 例：黃金(Au)、氧氣(O<sub>2</sub>)、碳(C)等
  - 化合物**  
 由二種或二種以上**元素(原子)**組成，具有**固定的特性**，是**純物質**。  
 能用**化學方法**再得到**純元素**  
 例：純水(H<sub>2</sub>O)、二氧化碳(CO<sub>2</sub>)等
- 混合物**

**物理方法**不會破壞分子結構(ex：過濾、結晶、溶解等·)  
**化學方法**則會破壞分子結構(ex：電解、裂解等·)

元素→化合物，它的特性會改變嗎？



## 元素的分類

目前科學家發現的元素約有一百多種，主要可分為二大類。



哪一些是金屬元素？哪一些是非金屬元素？



## 金屬元素的性質

v.s.

## 非金屬元素的性質

延展性 顏色光澤 導電性

請你幫我分成二大類，觀察每組是否相同？

以砂紙摩擦這些元素經砂紙摩擦後的表面，這些元素是否具有光澤？



將導線連接乾電池、小燈泡及這些元素片(棒)，並觀察小燈泡是否發亮？

以鐵錘敲打這些元素，觀察這些元素是否碎裂？



## 金屬元素的性質



你有發現甚麼嗎？

## 非金屬元素的性質



a. 不具光澤

b. 易被擊碎

c. 不易導電



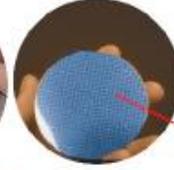
石墨是少數會導電的非金屬元素

你有發現甚麼嗎？

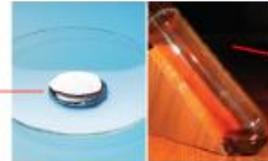
石墨，是唯一可導電非金屬



矽...等，類金屬是元素性質介於金屬和非金屬之間。



汞，是唯一液態金屬



溴，是唯一液態非金屬



以上所指皆為常溫、常壓、無外力介入下

## 金屬元素vs.非金屬元素

	金屬元素	非金屬元素
顏色	大部份為 <u>銀白色</u> ( <u>銦</u> 、 <u>銻</u> 例外)	沒有一定的顏色 ( <u>硫</u> 、 <u>磷</u> 、 <u>碘</u> 、 <u>磷</u> 、 <u>溴</u> 、 <u>氮</u> )
金屬光澤	有金屬光澤	無金屬光澤
延展與脆性	有延展性、不易碎 ( <u>銻</u> 的延展性最佳)	無延展性、易碎
導電、導熱性	良導體 ( <u>銀</u> 最佳，其次為 <u>銅</u> )	不良導體 ( <u>硫</u> 能導電是)
熔點、沸點、密度	較 <u>高</u> ( <u>鎢</u> 的熔點最高， <u>銻</u> 的沸點最高)	較 <u>低</u>
物質狀態(常溫)	固態為主 ( <u>汞</u> 是唯一液態金屬， <u>銻</u> 、 <u>銻</u> 有時也會呈液態)	固、氣態為主 ( <u>溴</u> 是唯一液態非金屬)

## 元素符號命名

- 科學上，將每種元素都用一個符號代表。
- 此符號是利用各元素的拉丁文或英文的第一個字母大寫表示。若不同元素的第一個字母相同，則於其後再加一個小寫字母來加以區別
- 例：碳元素符號為 **C**，銅元素符號為 **Cu**，氯元素符號為 **Cl**，鈉元素符號為 **Na**

## 元素符號中文命名

在臺灣，元素也有一套命名規則：

- 元素符號各以一個中文字表示。
- 常溫常壓下呈現固態的金屬元素，從「金」部，例：銅、鐵、銀等。
- 常溫常壓下呈現固態的非金屬元素，從「石」部，例：碳、磷、硫等。
- 常溫常壓下呈現液態的元素，從「水」部，常溫常壓下唯一的液態金屬元素為汞，唯一的液態非金屬元素則為溴。
- 常溫常壓下呈現氣態的元素，從「气」部，例：氮、氧等。



## 生活中常見的元素

## 碳(C)

- 木炭：活性炭(脫臭劑)、印表機碳粉。
- 石墨(黑鉛)：唯一可導電之非金屬，  
例：乾電池的碳棒、鉛筆芯。
- 芙(60個碳)：足球狀，可導電之非金屬。
- 鑽石：最堅硬的物質。

鑽石



乾電池的電極

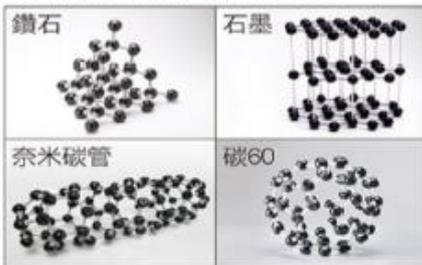


鉛筆



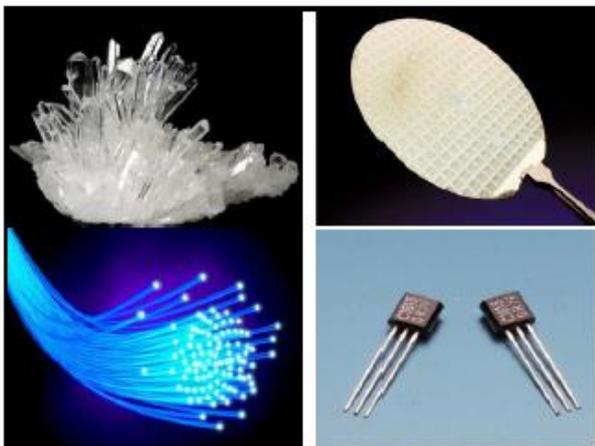
印表機

鑽石為立體結構，而石墨為平面結構，這類由同種元素以不同的結構方式組成的物質稱為「同素異形體」。碳的同素異形體還有奈米碳管、碳60(富勒烯，俗稱巴克球)等。



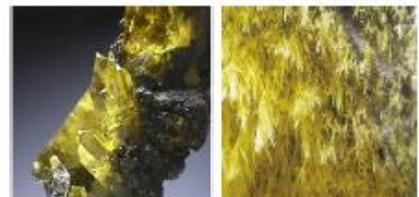
## 矽(Si)

- 地殼中含量排第二名之元素。
- 通常以二氧化矽或矽酸鹽形式存在。
- 註：第一名是氧元素。
- 矽晶體為灰色，雖為非金屬，卻呈現出金屬光澤，具有半導體性質。
- 電晶體、矽晶圓、半導體、光纖、玻璃、石英。



## 硫(S)

- 黃色固體，常發現於火山口或溫泉出水口。  
例：火藥、硫酸等。
- 硫燃燒時會發出藍紫色火焰，產生二氧化硫，當二氧化硫氣體溶於水中，會生成亞硫酸。





小油坑噴煙口

圖2-21 這是一種淡黃色、晶瑩剔透的硫磺結晶。

圖2-22 硫酸可以用來為肥料調味。

## 鋁(Al)

- ▣ 地殼中最豐富的金屬元素，俗稱「年輕的金屬」。
- ▣ 密度小且質輕、易氧化生成一層緻密的**氧化鋁**，以保護金屬內部。
- ▣ 飛機(航空)材料、鋁箔包、鋁門窗等。
- ▣ **鋁鎂合金**，它跟鋼一樣的強度和硬度，但重量卻比鋼輕得多，跟塑膠很接近。



## 鋅(Zn)

- 鋅為質地堅硬的金屬，活性大，易氧化生成緻密的**氧化鋅**，可防止內部再被氧化。
- 鍍在鐵上，可防止鐵生鏽。
- 用途：乾電池外殼、汽車外殼、**鍍鋅鐵**。



● 鍍鋅管

圖2-21 乾電池外殼是鈣製成

## 鈦(Ti)

- 易氧化生成一層**保護膜(氧化鈦)**，抗腐蝕，鈦的合金堅硬。例：人工骨骼、高爾夫球桿頭、航空材料等。
- 二氧化鈦為白色粉末，俗稱「**鈦白粉**」。例：油漆、磁釉、立可白等。



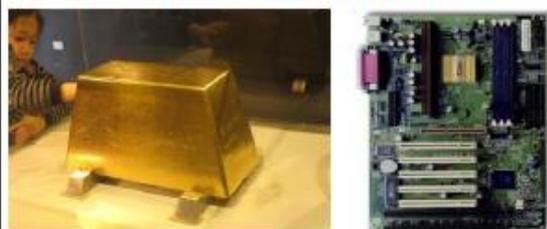
## 銀(Ag)

- 導電、熱性最佳之金屬。例：填補牙齒(銀粉+汞)、底片感光材料(溴化銀)。
- 銀金屬可以抗菌。
- 銀遇硫化氫( $H_2S$ )，易生黑色斑點(硫化銀 $Ag_2S$ )。例：洗溫泉不能戴銀飾物。



## 金(Au)

- 延展性最佳之金屬。
- 黃色金屬，俗稱「黃金」，純金為24K。例：貨幣基準、飾品、抗腐蝕的導線。



## 汞(Hg)

- 唯一的液態金屬，俗稱「水銀」。
- 熱的不良導體、電的良導體、密度大、熔點最低。
- 例：溫度計、血壓計、日光燈管(微量汞蒸氣)、水銀電池(氧化汞)。



水銀電池(氧化汞) 圖2-22 汞在常溫常壓下，為液態的銀白色金屬



## 鎢(W)

- 熔點(3415°C)最高之金屬，例：鎢絲燈泡。
- 鎢不溶於稀鹽酸或稀硫酸，但微溶於熱濃鹽酸或硫酸。
- 碳化鎢—非常堅硬，例：鑽孔切割工具。






圖2-23 鎢具灰白色光澤，是熔點最高的金屬



圖2-24 電燈泡、真空管的燈絲是鎢製成的

## 鐵(Fe)

- 自然界的鐵礦大多為氧化鐵，可利用**焦炭**在高溫時將鐵礦煉製成鐵。
- 鐵可依含碳量多寡分為三類：

名稱	含碳量	性質	主要用途
生鐵(鑄鐵)	高	質脆硬、適合鑄造	鍋、爐、鐵管
鋼	居中	質堅而韌	刀、槌、彈簧
熟鐵(鍛鐵)	低	質軟、適合鍛接	鐵絲、鐵鍊

- 鐵的其它用途：1.不鏽鋼：鉻與鎳、鉻的合金。2.氧化鐵粉：電話卡等磁性物質。3.馬口鐵(罐頭)：鐵、錫的合金。





不鏽鋼餐  
具



二張卡的差別？



馬口鐵罐產品



## 銅(Cu)

- 導電、熱性第二名，紅色光澤的金屬。
- 銅常用來製造電線或電器，在潮溼空氣中會產生有毒的**銅綠**( $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2$ )。

- 例：電線、銅合金

- 青銅(銅、錫合金)：青銅器。
- 黃銅(銅、鋅合金)：水龍頭。
- 白銅(銅、鎳、錳合金)：貨幣。



圖2-16 銅為具有延展性與紅色光澤的金屬

圖2-17 產生銅綠的銅幣

## 第二節 學生理化科化學元素單元的學習成效分析

研究者於化學桌遊教學施行之前，針對實驗組與對照組進行化學元素試卷前測，俟本研究化學桌遊教學課程教學告一段落之後，再針對實驗組與對照組進行本研究第二次化學元素試卷後測，並進行成對樣本 t-test，以比較學生在施行化學桌遊教學課程教學後，學習成效是否有所提升。

本試卷採用康軒版的教科書為試卷基礎進行出題，題目以填充配合題為主，避免學生隨機猜答案，共出 50 格，每答對一格得 2 分，題目取向以直問直答，避免學生看部懂題目而錯答，出題範圍為化學元素符號 20 格、化學式書寫 12 格、化學元素用途 18 格，多為課本及牌卡上的相關內容，對研究對象(801 班)進行前後測，以前測、後測施測結果，加以數據處理分析，以求量化之資料，而獲得主要的研究結果。為求具體數據，採用量化研究為主，質性研究為輔，故並配合教學流程中訪談等資料收集，以作為質性之資料來源，並藉此了解學生學習成效的轉變。

將實驗組前後測問卷調查的結果，進行成對樣本 t-test，結果顯示實驗組在化學元素的學習表現上，後測的平均分數皆遠比前測來得高，實驗組皆達到顯著差異 ( $p=.000$ )如下表所列：

表、實驗組(班 1)與對照組(班 2)前後測描述性統計

	班級	個數	平均數	標準差	平均數的標準誤
前測分數	1	23	15.739	12.5053	2.6075
	2	24	30.542	10.3545	2.1136
後測分數	1	23	42.435	19.9359	4.1569
	2	24	32.417	11.5643	2.3605

表、實驗組成對樣本 t-test

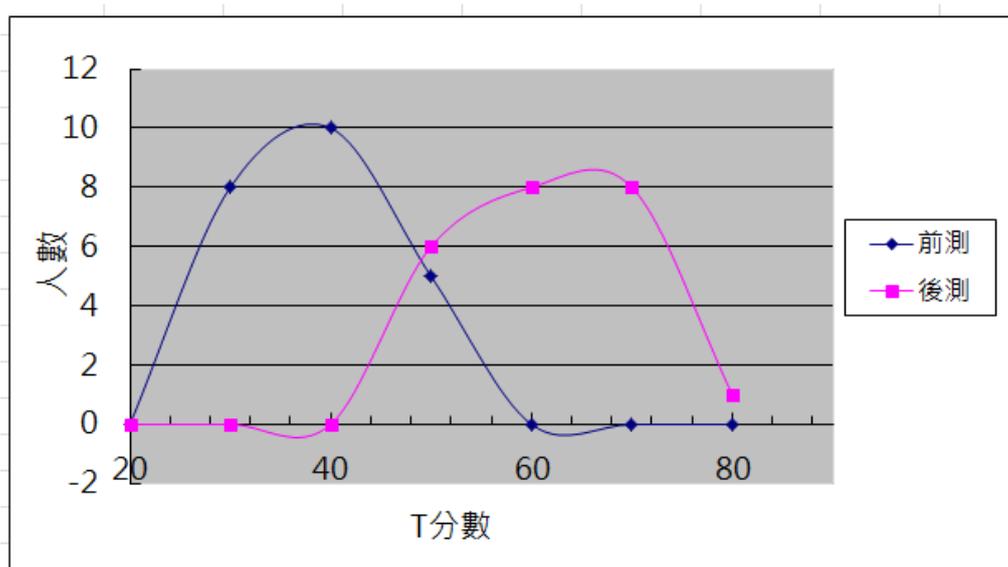
	成對變數差異					t	自由度	顯著性(雙尾)
	平均數	標準差	平均數的標準誤	差異的 95% 信賴區間				
				下界	上界			
成對1 前測分數-後測分數	-26.6957	15.4961	3.2312	-33.3967	-19.9946	-8.262	22	.000

成對樣本 t-test 結果顯示，儘管學生已先學完整個化學元素分類的課程，實驗

組在未實行化學桌遊教學前，在此單元的學習成效並不理想，但經過桌遊教學活動後，學生的後測成績大幅提升，證明實驗組所使用的化學桌遊教學，有達到提升學習成效的效果。

若再進一步針對學生前後測成績分佈進行分析，研究者先將學生前後測分數轉換成 T 分數，摒除試卷難易度不同、作答不完整等因素，並作出分數分布圖，以探討實驗組學生成績的分布情形。

若從學生前後測 T 分數分佈圖來探討學生在前後測的個別表現，可以發現：



- (1) 前後測成績呈現由原本正偏態(零偏態)轉為負偏態，代表學生後測成績已由左側集中轉為右側集中。
- (2) 前測成績的眾數多集中在 T=40 以下，後測成績的眾數多集中在 T=70 以上，由此可知學生經過牌卡教學後，該單元的學習成效大幅獲得提升。
- (3) 前測成績在 T=30 約 8 人、T=40 約 10 人，後測成績並無人在 T=40 以下，T=60~70 約 16 人，超過半數以上的學生 T>60，代表大部分的學生成績都在大幅進步，學習弱勢的學生的學習成效也能獲得提升，可見牌卡教學不僅可以提高一般學生的學習成效，連低學習成就者亦有成效，故本活動適合進行推廣以協助更多學生獲得學習自信。

## 伍、結論與建議

本研究主要目的在於設計化學桌遊，以供科學教師們在教學上使用，融入於自然課程的教學之中，以提高學生的學習興趣，並將遊戲玩法影片上傳至 youtube 供師生們無償使用。研究者選定化學元素的單元課程進行研究設計，遊戲的教學目標是希望學生能熟悉元素的特性與生活中的應用，學生透過先教學後遊戲的方式，讓學習的效果能夠提升，研究者再透過前後測及問卷的方式探討學生對該單元的學習成效是否有所提昇，並整理學生對此桌遊的教學的回饋資料，最後根據資料作出歸納分析以做為後續課程改良的依據。

研究結果顯示，化學桌遊教學課程融入自然科教學之中，對於本校的實驗組學生化學元素單元的成績有顯著的提昇，此外，實驗組學生所表現的學習態度也呈現正向良好的方面，而參與研究的實驗組學生則對教學桌遊感到興趣，並表示參與活動後能夠喜歡上如此的上課方式。故整體而言，本研究的教學策略對學生的學習影響有正向幫助，但在實施的過程中仍遇到許多困境亟待克服，研究者針對問題點提出幾點看法，以作為其它教師教學之參考：

- (一)在桌遊製作方面，面臨版權的問題，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。
- (二)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、師培生或常期有在參加教師共備社群的教師著手。
- (三)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，教育部應保障偏鄉教師申請計畫或者給予較高的經費，以增進教師參與研究計畫的意願。

## 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。
- 周升馨、孫培真 (2008)。遊戲式學習之探討：模式，設計與應用。2008 第四屆臺灣數位學習發展研討會。臺中：臺中教育大學。
- 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.

# 苗栗縣大湖國民中學桌遊活動集錦



教師說明遊戲規則



學生進行發牌



學生進行心臟病遊戲



教師指導學生如何操作遊戲



答錯學生進行拍打牌卡



學生進行心臟病遊戲

## 苗栗縣立大湖國民中學「化學元素課程」學生試卷

班級：\_\_\_\_\_ 座號：\_\_\_\_\_ 姓名：\_\_\_\_\_

### 一、元素符號(40 分)

鎂	鈣	銅	銀	金	鋁	鐵	錳	鈦	鉀
鈉	鉛	鋅	矽	硫	氯	溴	碘	鎳	錫

### 二、化學式(24 分)

氧化銅	氯化鈣	硫化氫	碳酸鈣	硫酸鋅	硝酸
氫氧化鈉	氫氧化鎂	氧化鈉	溴化銀	二氧化錳	雙氧水

### 三、元素用途(36 分)

1. 密度很小，其合金可做飛機材料之金屬：\_\_\_\_\_。
2. 電晶體的主要成份元素是\_\_\_\_\_。
3. 電話卡、信用卡等磁性卡片是那種元素的氧化物製成的？\_\_\_\_\_。
4. \_\_\_\_\_與\_\_\_\_\_混合而成的合金，俗稱為青銅。銅與\_\_\_\_\_混合而成的合金，俗稱為黃銅。
5. 燈泡中的燈絲是那種金屬？\_\_\_\_\_。日光燈中常含有微量的\_\_\_\_\_金屬蒸氣。
6. 牙醫補牙是利用那二種金屬元素？\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。
7. 何種金屬常做為製造電線的材料？\_\_\_\_\_。何種金屬用來做人工關節材料？\_\_\_\_\_。
8. 手錶中的水銀電池，其主要材料是何種元素？\_\_\_\_\_。
9. 作為鑽孔的工具必須非常堅硬，請問何者適合？\_\_\_\_\_(A)鎢 (B)不鏽鋼 (C)碳化鎢。
10. 不銹鋼是鋼與\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_的合金，由於不易生鏽，故適於廚具的製造。
11. 馬口鐵是\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_元素的合金。