

教育部107年度中小學科學教育計畫專案

結案報告

計畫編號：066

計畫名稱：媽媽我好想上數學課—利用遊戲式教學提升小二學童數學學習成效與學習興趣之研究

主持人：陳欣民

共同主持人：周濟仁

執行單位：嘉義縣朴子市大同國民小學

壹、計畫目的及內容：

《親子天下》雜誌2017.5.12的新聞稿指出，「數學」一向是國小學生公認「最討厭的科目」：聽不懂、生活中用不到、老師很凶等等是討厭的主因。「數學咖啡館」的發起人彭甫堅老師因為想要改變「大多數人的『數學腦』都被恐懼關閉了」的現象（親子天下，2017.7.04），成立了由超過上萬名熱血教師自主性組成的數學教師社群，藉由各種遊戲、魔術等等，引起學生學習動機，開啟孩子們的「數學腦」。例如台師大數學教育中心在臺灣師大數學系協助下，為與教育部課後補救教學方式的「攜手計畫—課後扶助」方案達互補效用，開發了完善的「數學奠基活動模組資料庫」，使用「奠基」策略以「從課前就為學習準備不足的學生奠立數學學習之基礎」，如果在學生學習前，先讓學生經由活潑有趣的數學活動，激發學生對數學的興趣，可引起學生的數學學習動機；同時，在進行數學活動時，養成學習數學內容的具象經驗，讓學生體會與數學單元連結的關鍵點，促使學生在關鍵點引動的好奇心驅使下，進一步探索相關問題，之後進入數學教室學習相關單元時能具象有感的學習。

國家教育研究院(2014)提出十二年國民基本教育課程係以「成就每一位孩子~適性揚才·終身學習」為課程願景，本於「自發」、「互動」及「共好」之理念，以學生學習為關注核心，強調學生是自發主動的學習者，強調培養以人為本的「終身學習者」，以「核心素養」做為課程發展之主軸。PISA 定義數學素養為個人有能力在多樣的情境中去形成、應用與詮釋數學(OECD, 2013)，而林福來、單維彰、李源順、鄭章華(2013)提出「知」、「行」、「識」的數學素養培養架構。「知」是指「學什麼」，為數學的內容；「行」是「怎麼做」，指的是學生所展現出來的數學能力，包括程序執行、解題、溝通、論證等等現今數學教育主要的面向；「識」則是「為什麼」、「你認為」、「是什麼」，指的是對數學的內在認知與情意涵養，包括概念理解、連結、後設認知、以及欣賞數學的美。在小學階段「識」跟「行」可能佔的比例較高，到了高中階段「知」的成分比較多。李國偉、黃文璋、楊德清與劉柏宏(2013)定義數學素養的內涵為「個人的數學能力與態度，使其在學習、生活、與職業生涯的情境脈絡中面臨問題時，能辨識問題與數學的關聯，從而根據數學知識、運用數學技能、並藉由適當工具與資訊，去描述、模擬、解釋與預測各種現象，發揮數學思維方式的特長，做出理性反思與判斷，並在解決問題的歷程中，能有效地與他人溝通觀點」。單維彰、鄭章華(2017)進一步指出，數學素養教學模組有六項設計原則：一、透過現實情境、寓言故事或數學史引入教材，營造數學學習需求；二、以任務鋪陳數學學習脈絡，引導學生進行探索

與發展概念;三、讓學生運用相關數學知識與能力解決問題，提出合理的觀點與他人溝通;四、教材安排從具體到抽象，提供學生有感的學習機會;五、教材設計具備多重表徵;六、學習任務具備形成性評量的功能，以評估與促進數學學習。

從上述的背景觀之，從「遊戲」出發，讓學生體會「數學好好玩」，引動學生的學習動機，增進學生主動探索數學，進而增長數學能力和知識，正是近幾年來台灣各地風起雲湧翻轉教育改革的趨勢。因而本研究擬聚焦於二年級學童遊戲式數學模組的開發，融合遊戲式的任務，營造數學學習脈絡，以引導學生進行探索與發展概念，期冀促進「具素養導向」的、「有感的」數學學習。

鑑上所述，本研究旨在蒐集相關資料並改編、開發適合小二學童之「遊戲式」數學教學模組，並評估在試行之後是否能提升小二學童數學學習成效與數學興趣。研究目的有三：

- (一) 蒐集並改編、開發適合小二學童之「遊戲式」數學教學模組
- (二) 探討此「遊戲式」數學教學模組，對提升小二兒童之數學學習之成效。
- (三) 探討此「遊戲式」數學教學模組，提升小二兒童之數學學習興趣之成效。

貳、文獻探討

一、小學二年級乘法概念分析

從數學領域綱要觀之，學習重點由「學習表現」與「學習內容」兩個向度所組成。學習重點的呈現，在第一學習階段(國民小學1-2年級)為「能初步掌握數、量、形的概念，其重點在自然數及其運算、長度與簡單圖形的認識」。學習表現強調以學生為中心，重視認知(求知、應用、推理)、情意態度(賞識)與生活應用的學習展現，代表「非內容」向度，具體展現或呼應核心素養。學習表現之指標「n-I-4 為理解乘法的意義，熟練十十乘法，並初步進行分裝與平分的除法活動」。學習內容涵蓋數學基礎重要的事實、概念、原理原則、技能與後設認知等知識，學校、地方政府或出版社得依其專業需求與特性，將學習內容做適當的轉化，以發展適當的教材。學習內容之指標「N-2-6乘法:乘法的意義與應用。在學習乘法過程，逐步發展「倍」的概念，做為統整乘法應用情境的語言。」以及「N-2-7十十乘法:乘除直式計算的基礎，以熟練為目標。」正對應了學習表現指標「n-I-4」，期待學生可在乘法解題脈絡中，自然使用連加算式，不限步驟，最後能以行列模型理解乘法交換律；以及十十乘法和乘法概念的學習同時進行，不可要求學生死背乘法表。

二、遊戲式數學模組之意涵

Aufshnaiter 與 Schwedes(1984)提出「遊戲導向的教學」，主張開發新奇、有趣的單元活動教材以改善教學與學習的情境。Saracho 和 Spodek (1998) 指出遊戲在幼兒發展與教育的領域中佔有相當重要的地位，林鳳珍(2013)亦認為國小低年級數學課融入了遊戲教學，以學生動手操作、實際測量、小組合作討論等活動，能讓兒童在遊戲的過程中能發展與建構新的數學概念，有助於數學認知的發展。陳嘉皇(2005)認為遊戲與玩具對兒童數學的學習有重大的影響力，若能將之融入課程開發成有趣的活動教材，將可以改善數學教學和學習的環境。

王明慧(1996)、林瑩惠(2011)則強調，學生可以透過遊戲和玩具操弄過程的實際行動與感覺，把事物、行動和實體等，各方面建立成為一個客觀化的系統，進而形成概念結構，並增進其解決問題的能力。Hollis 和 Felder (1982) 的研究也發現遊戲、謎題、韻文、手指遊戲可以幫助發展學生數學觀念及技巧、甚至能夠促進學習，以培養兒童對數學的正向態度。

甯自強(1997)、游自達(2013)進一步說明教師在數學科實施遊戲導向教學需掌握的事項如下：1.製造動機：可多製造一些探索、遊戲、驚奇、比賽的動機，增加孩子願意動手的學習意願。2.在錯誤中學習：允許孩子有多樣解題思考的方式，接納孩子不同的創見，適時地給予支持與協助，肯定孩子嘗誦不同的解題策略。3.在操作中學習：讓兒童在「做中學」，利用具體學、具體會、培養出抽象的邏輯思維。4.生活中學習：讓孩子在生活中發現數學，再將學會的數學知識，化成智慧運用在日常生活中。

Bell(1978)強調，遊戲必須要有明確認知(cognitive)和情意(affective)目的，不能喧賓奪主。實施數學科遊戲導向教學時並不是單純的讓學生去玩而已，它具有豐富的教育意涵。林鳳珍(2013)認為，遊戲式數學教學法，乃是把數學科的教學活動轉變成遊戲活動的教學方式。侯禎塘、李香慧、林小玲、張乃悅、黃小芳(2006)提出，教學者也應兼顧遊戲的過程與結果，在一個遊戲結束後，引導學生討論該遊戲之「贏的策略」，或是讓學生發表他們解題的策略與思考方法。王秀槐(2011)亦指出，教師在開始規劃課程時，需根據教育目標，擬定學生在課程結束時所應達成知識能力或成果，並以此為出發點，設計每堂課相對應的課堂活動、教學計畫，並發展主要教學單元與活動。為配合學生在課堂上必預達成的知識與技能，教師需思考什麼是最適當的學習與授課方式？以及課程中可以運用哪些資源？讓教學目標明確地與學習活動與評量相連結，更能掌握學生學習成效。Dienes(1973)依據皮亞傑學習心理學，提出一套嘗試運用遊戲方式建立數學概念的教學模式，以下參照林壽福(2016)於數學活動師培訓講座中的舉例，來說明此模式中各階段的主要意義：

1. 自由玩耍(free play)：為「留意屬性」的階段。學習者被安排到一個經過預先設計的環境中，設計者先讓學習者自由玩耍一段時期。如任意排列棋子。
2. 規律遊戲(games)：為「做出反映與適應，發現規律」的階段。學習者在受到環境刺激後，開始對具有數學結構的事物做出反應，這時設計者可以嘗試著以遊戲方式讓學習者進行分類活動，導引學生感受到遊戲中的規則，如棋子可排成長方形的規則。
3. 找尋共同結構(searching for communality)：為「分類和比較後」的階段。反覆運用各種分類活動，讓學習者能夠綜合推廣，知道所有的可能性。引導學生觀察與分析案例的結構，如乘法分解及類型。
4. 形成結構表徵(representation)：引導學生使用實物、語言或圖表來表現案例的結構，如圖畫表示特定數量棋子的各種乘法分解。
5. 符號化(symbolization)：為「使用符號整理上述描述」的階段。引導學生使用數學語言或符號表示數學結構，如 $12=1 \times 12=2 \times 6=3 \times 4$
6. 發展數學系統(system of math)：引導學生將數學符號表徵的結構結合在既有數學系統內，如1，2，3，4，6，12都是12的因數，此階段引入正式符號，形成數學概念。

依據 Piaget(1957)的認知發展理論，低年級學童剛好處於「運思前期」與「具體運思期」的交界地帶，要提高認識數學及解題的能力，必須進行直觀、形象、生動、具體地教學。低

年級兒童所能掌握的概念多半是具體的，可以直接感知的。逐漸能發展出保留概念，並理解可逆性、互補性與同一性，並據之推理。能依照事物的不同性質加以排序，並能進行分類活動和演繹思考，掌握種類之間的關係。另外，低年級兒童容易受外在環境改變而影響，易受新奇事物所吸引，並顯露出明顯直接的外在行為反應。並會隨著學習動機、興趣和目的不斷提高記憶的質量，需要師長的誘導方能運用記憶策略（陳金萍，2003）。

另外，不少學者(Csikszentmihalyi, 1990; Squire, 2003; 盧秀琴、林毓哲, 2018; 盧秀琴、李怡嫻, 2016)亦指出，學生從遊戲中學習能產生很棒的心流經驗，且開發「桌遊教具」有助於提升學生之「心流經驗與科學過程技能」。綜上所述，利用遊戲來引導低年級學童學習數學是可行的途徑。

三、ADDIE 課程發展設計

諸多學者（Lee & Owens, 2004; 劉鈺楷、林佳蓉, 2014; 盧秀琴、林毓哲, 2018）使用 ADDIE 模式做為設計教學的方式。Molenda(2003)指出，此模式能提供教學設計者系統化的規劃指標，以確保教學設計成果的教學品質，主要為分析(Analysis)、設計(Design)、發展(Development)、應用(Implementation)和評鑑(Evaluation)五階段，而各個階段可依其目的或理念再細分出幾個步驟(Dick & Carey, 2009; 林佳蓉, 2009; 盧秀琴、李怡嫻, 2016)：「分析」是指針對學習者的教材內容、學習者認知結構、特質與文化背景以及教學目標的探討與研究等，確認問題和學生的先備知識、學習需求；「設計」是依據分析的結果決定教學方案，包括教學目標、具體目標、教學流程、評量方式及適用的媒體、教材，設計者要詳述開發成品的具體細節；「發展」主要是設計者依據藍圖將教學系統的所有設計組合起來，製作媒體以及編製評量工具；「應用」是指根據前三階段所發展出來的教材運用實施到正式的教學中；「評鑑」則是包括檢視系統化教學設計的每一個環節的形成性評鑑與學習者最後的學習成效之總結性評鑑。

參、研究方法及步驟：

一、研究設計

本研究旨在開發適合小二學童之「九九乘法」之遊戲式數學教學模組，並評估在試行之後是否能提升小二學童數學學習成效與數學興趣。本研究以 ADDIE 模式設計小二學童之遊戲式「乘法教學模組」，且採用行動研究法，行動研究為動態循環的研究歷程，其基本架構為規劃、觀察、行動、反省、再規劃的循環研究模式(Lewin, 1951)。研究者與研究團隊先依據文獻探討和課程內容開發「九九乘法」之遊戲式數學教學模組。接續，實際應用到課室教學，並收集本研究所需的質性與量化資料，以探討個案班級學生在教學中的乘法概念發展與興趣提升情形，且持續做資料的三角校正。

二、研究對象

本研究的對象為嘉義縣某國小一個小學二年級的班級學生，由於該班級任導師對數學教

學極有興趣，並樂於嚐試新的教學方法，表明樂意參與本研究，是為立意取樣。此班級為常態編班，男生11人，女生13人，共24人，平均年齡7.8歲。此學校位處嘉縣沿海市集中、東西向交流道在學區附近，交通便捷。附近國、高中學校完善，鄰近公私機關多。可刺激文化、促進交流。學生觀念純樸、率真，對於流行的文化、資訊，接受度較高。家長信任學校，對學校的教育方針、理念及方向頗具信心。

研究者在班上執行乘法教學活動時，邀請研究團隊參與課堂觀察以提供他人觀點，並保留活動錄影、教學設計與檢討、學習單等資料。並從該班挑選在校學業成績高、中、低代表學童各一名，做為半結構式訪談之研究對象。俾利在開發完成後，讓參與之研究團隊成員能實際將此活動融入平常的數學課程中，一方面可以幫助更多學生提升學習成效與興趣，另一方面可以檢視並修正課程活動，符合行動研究的精神。

三、資料的蒐集與分析

本研究使用教學觀察錄影、個案學生訪談、學生上課學習單表現與研究團隊教師心得分享札記等方式以瞭解「乘法」之遊戲式數學教學活動實施的情形。

所有錄影的資料均轉錄成逐字稿，因為錄影內容保留了教室的活動，不僅可以仔細地從不同的觀點去檢驗複雜的活動，還可以將錄影內容慢速播放並且多次的觀看（Jacobs et al., 2003）。錄影內容除了課室活動實施之外，以問卷調查的方式，讓學生以勾選「同意」或「不同意」的方式回答四個問題，例如：「我喜歡思考數學問題嗎？」、「上數學課時，我快樂嗎？」、「上數學課好玩嗎？」、「我希望數學課可以多一點嗎？」。並從問卷中挑選該班在校學業成績高、中、低代表學童各一名之訪談內容，以了解教學後學童的學習反應、學習態度以及對於教學的看法。另外研究者亦透過和參與課室觀察老師之心得分享的過程，寫成教師反思札記做為課程實施後之省思檢討。

上述所蒐集的資料再依不同種類加以分類和編碼，如下表1所示。

表1 研究工具編碼規則

編碼	編碼代表的資料
T1	實際授課教師
T2~4	研究團隊協同教師
P	外聘指導專案進行的教授
S15	15號學童
1080225觀	民108年3月19日之課室觀察
S 晤（高、中、低）	半結構式晤談之三位學業成績代表學童
S6單	6號學童之學習單
1070924 T4札	民107年9月24日 T4反思札記
1071107 討論	民107年11月7日邀請外聘教授與團隊討論、對話

肆、目前研究成果：

一、遊戲式數學教學模組發展之行動循環歷程

(一) 起始階段～凝聚共識，確立方向

在起始階段，研究團隊想要選取二年級數學的八個單元來開發教學模組。然而實際進行時，才驚覺這樣的數量太龐大也太繁雜，不但難以產出質量均優的作品，也難以和真實課室的教學結合。

(1070924 T4札)

我覺得要開發八個單元實在太多了！而且，老師也不可能有那麼多時間每個單元都在玩遊戲！我們可不可以選一個單元，紮紮實實的做好、做滿就好？

分析二年級上、下學期各九個單元的內容後，發現「乘法」單元在上、下學期各占有兩個單元，主要是九九乘法的運用。可見「乘法」單元對於小二學童的重要性。且團隊老師根據教學經驗，亦提出「乘法難教難學」的論點，因此模組開發定調於「九九乘法」的學習。

(1071001 T3札)

九九乘法雖背完，卻因不常使用而很快就忘記。學了也不知道能應用在哪裡，感覺這個單元蠻無趣的，學生都學得無精打采！

是以，團隊有了共識，聚焦於「九九乘法」的學習與應用來開發教學模組。一來，教學現場的老師反映乘法單元是學生覺得較無趣亦不知如何應用與記憶的單元，選取合適的遊戲有助於學生學習。二來，經由文獻探討可知，乘法是數學教學的核心之一，也是小學整數教學的重點，需要在概念理解和計算熟練中取得平衡的結合，才能順利的發展(NCTM，2000)。

(二) 開發階段～轉折契機

聚焦於「九九乘法」的遊戲式模組開發後，經由文獻收集、改編，先參考藝數摺學教學團隊李政憲老師、以及澎湖石泉國小洪進益老師「小益的布拉格廣場」的資料，採用了「乘法立方體」的紙卡教具（下圖一），接著，辦理教師研習與入班學生實作，發現老師和學生都很喜歡應用教具來「比賽誰翻的快」（下圖二）。



圖一 「2的乘法」紙卡教具



圖二 數學遊戲教師研習—九九乘法

然而，外聘的教授來指導科教專案執行時提到另一個觀點：這樣的活動比較偏「精熟練習」，他希望我們可以設計具「概念建構」功能的遊戲，讓學生「做中學」，體會與數學單元連結的關鍵點，促使學生進一步探索相關問題，更能進一步在數學教室學習正式單元時能具

象有感的學習。

(1071107 討論)

P：您的遊戲很有趣。但是，學生的數學教學和學習，最重要的是「概念的建構」喔！

T2：可是，低年級本來就是在學最基礎的數學能力，不像中高年級的問題解決有需要動腦筋之處。而九九乘法的單元目標，就是要學生背起來啊！

P：那有沒有可能設計一個教學活動，讓學習目標成為：靈活運用九九乘法解題，使用多元解題策略呢？

T1~4：謝謝教授，我們會想想看！

教授的建議帶給了我們團隊進一步的省思，促成再次修正我們的教學模組發展方向的契機。團隊開始思考，數學素養教學模組設計原則（單維彰、鄭章華，2017），開始朝著使用任務鋪陳數學學習脈絡，引導學生進行探索與發展概念、教材安排從具體到抽象，提供學生有感的學習機會的遊戲式模組設計做發想。

（三）定稿階段～ADDIE 課程設計

接續，研究團隊引用了黃峰文老師在「數學探險趣」部落格的「乘法大地主」遊戲和陳彥廷教授開發的「十十乘法接龍」的牌卡遊戲，並根據 ADDIE 步驟檢視兩遊戲之適用性，做部份修正和補充，並入班實作試玩。如下表1所示。

表1 根據 ADDIE 設計乘法模組單元歷程

ADDIE 步驟	模組產出與內容							
	乘法大地主			十十乘法接龍				
分析 (Analysis)	表1 我國小學低年級乘法課程綱要。			表1 我國小學低年級乘法課程綱要。				
	八十二年版：低年級教學目標：瞭解乘法的意義，並應用乘法表解決問題。 二年級教材綱要：2 到 9 的基本乘法。查乘法表寫出計算結果。			八十二年版：低年級教學目標：瞭解乘法的意義，並應用乘法表解決問題。 二年級教材綱要：2 到 9 的基本乘法。查乘法表寫出計算結果。				
	九二正綱：N-1-03 能理解乘法的意義，並解決生活中簡單整數倍的問題。 N-1-06 九九乘法。 N-1-07 能理解乘法直式計算。 2-n-06 能理解乘法的意義，使用×、=作模式記錄，並解決生活中的問題。 2-n-08 能理解九九乘法。			九二正綱：N-1-03 能理解乘法的意義，並解決生活中簡單整數倍的問題。 N-1-06 九九乘法。 N-1-07 能理解乘法直式計算。 2-n-06 能理解乘法的意義，使用×、=作模式記錄，並解決生活中的問題。 2-n-08 能理解九九乘法。				
	十二年課綱：n-I-4 理解乘法的意義，熟練十乘法，並初步進行分裝與平分的除法活動。 r-I-2 認識加法和乘法的運算規律。			十二年課綱：n-I-4 理解乘法的意義，熟練十乘法，並初步進行分裝與平分的除法活動。 r-I-2 認識加法和乘法的運算規律。				
設計 (Design)	表2 「乘法大地主」數學教學活動概述。							
	單元名稱		乘法大地主		搭配教科書版本		南一版第三、第四冊	
	適用年級		二年級	時間	二節課	人數	2人一組	
	教學策略		1. 熟悉規則：以步驟單的方式協助低年級學童能熟悉規則。 2. 合作學習：透過兩人一組分組競賽，培養學童表達數學和分享策略的能力。 3. 操作教學：教師透過觀察學童試玩狀況釐清問題、建立數感。 4. 發表討論：老師邀請學童發表，並鼓勵學童聆聽做深度討論。 5. 精熟練習：透過遊戲讓學童熟練九九乘法，形成長期記憶。					
遊戲方式		1. 撲克牌拋出10~13不用。只需要四種花色，1~9之卡片。 2. 撲克牌洗牌，每人發給三張牌卡。 3. 依據兩張手牌組合的乘積可以在該數字四個邊界畫一條線。（使用不同顏色）ex：3 × 4=12 4. 出牌兩張後，於公牌再抽兩張牌卡補牌。 5. 如果邊界畫到三個就可以將整個數字領土塗上自己顏色。 6. 如果分別劃記兩條邊界則平手不用塗上顏色。 7. 如果都沒有任何符合乘積的數字邊界可以劃記，則只能PASS。 8. 獲勝條件：佔領最多數字領土獲勝。						
表4 「十十乘法接龍」數學教學活動概述。								
單元名稱		乘法大地主		搭配教科書版本		南一版第三、第四冊		
適用年級		二年級	時間	二節課	人數	2人一組		
教學策略		1. 熟悉規則：以步驟單的方式協助低年級學童能熟悉規則。 2. 合作學習：透過兩人一組分組競賽，培養學童表達數學和分享策略的能力。 3. 操作教學：教師透過觀察學童試玩狀況釐清問題、建立數感。 4. 發表討論：老師邀請學童發表，並鼓勵學童聆聽做深度討論。 5. 精熟練習：透過遊戲讓學童熟練九九乘法，形成長期記憶。						
遊戲方式		1. 牌卡拋出魔鬼牌和天使牌。 2. 撲克牌洗牌，每人發給六張牌卡。剩餘的牌卡做公牌。 3. 翻一張公牌做為接龍底牌。 4. 若手牌裡的四周數字與底牌四周的數字乘積剛好可等於牌卡中間的數字，可出牌。 5. 出牌一張後，於公牌再抽一張牌卡補牌。 6. 如果都沒有任何符合乘積的數字邊界可以劃記，則只能PASS。 7. 獲勝條件：在公牌完全被抽完時，手中剩餘牌卡最少者獲勝。						

發展 (Development)	<p>表3 「乘法大地主」發展情形概述^①</p> <table><tr><th>試版^②</th><th>改良原因^③</th><th>最終版^④</th></tr><tr><td>1.利用兩顆骰子投擲產生的數字，來組合成一個乘法算式。^⑤ 2.在方格紙上畫上一橫線，進而占領土地。^⑥</td><td>1.乘法算式組合侷限在數字1~6之間。九九乘法的精熟完整度不足。^⑦ 2.如果每位學生一次只發兩個骰子，產生的組合變化就只有一種，遊戲的自由度不夠。^⑧</td><td>1.利用撲克牌的1到9來組合九九乘法算式。^⑨ 2.用撲克牌取代骰子。^⑩ 3.每個學生發給三張牌卡，除了考量二年級學生手太小外，且可以兼顧一定的自由度。^⑪</td></tr><tr><td>最終版學習單^⑫</td><td colspan="2"><div>乘法大地主 學習單^⑬</div><table><tr><td>6</td><td>20</td><td>24</td><td>16</td><td>12</td><td>27</td><td>25</td></tr><tr><td>4</td><td>8</td><td>27</td><td>30</td><td>14</td><td>8</td><td>49</td></tr><tr><td>64</td><td>35</td><td>1</td><td>72</td><td>2</td><td>18</td><td>16</td></tr><tr><td>45</td><td>48</td><td>56</td><td>5</td><td>42</td><td>9</td><td>21</td></tr><tr><td>18</td><td>15</td><td>3</td><td>32</td><td>81</td><td>10</td><td>6</td></tr><tr><td>6</td><td>28</td><td>54</td><td>7</td><td>12</td><td>40</td><td>36</td></tr></table></td></tr></table>	試版 ^②	改良原因 ^③	最終版 ^④	1.利用兩顆骰子投擲產生的數字，來組合成一個乘法算式。 ^⑤ 2.在方格紙上畫上一橫線，進而占領土地。 ^⑥	1.乘法算式組合侷限在數字1~6之間。九九乘法的精熟完整度不足。 ^⑦ 2.如果每位學生一次只發兩個骰子，產生的組合變化就只有一種，遊戲的自由度不夠。 ^⑧	1.利用撲克牌的1到9來組合九九乘法算式。 ^⑨ 2.用撲克牌取代骰子。 ^⑩ 3.每個學生發給三張牌卡，除了考量二年級學生手太小外，且可以兼顧一定的自由度。 ^⑪	最終版學習單 ^⑫	<div>乘法大地主 學習單^⑬</div> <table><tr><td>6</td><td>20</td><td>24</td><td>16</td><td>12</td><td>27</td><td>25</td></tr><tr><td>4</td><td>8</td><td>27</td><td>30</td><td>14</td><td>8</td><td>49</td></tr><tr><td>64</td><td>35</td><td>1</td><td>72</td><td>2</td><td>18</td><td>16</td></tr><tr><td>45</td><td>48</td><td>56</td><td>5</td><td>42</td><td>9</td><td>21</td></tr><tr><td>18</td><td>15</td><td>3</td><td>32</td><td>81</td><td>10</td><td>6</td></tr><tr><td>6</td><td>28</td><td>54</td><td>7</td><td>12</td><td>40</td><td>36</td></tr></table>		6	20	24	16	12	27	25	4	8	27	30	14	8	49	64	35	1	72	2	18	16	45	48	56	5	42	9	21	18	15	3	32	81	10	6	6	28	54	7	12	40	36	
試版 ^②	改良原因 ^③	最終版 ^④																																																			
1.利用兩顆骰子投擲產生的數字，來組合成一個乘法算式。 ^⑤ 2.在方格紙上畫上一橫線，進而占領土地。 ^⑥	1.乘法算式組合侷限在數字1~6之間。九九乘法的精熟完整度不足。 ^⑦ 2.如果每位學生一次只發兩個骰子，產生的組合變化就只有一種，遊戲的自由度不夠。 ^⑧	1.利用撲克牌的1到9來組合九九乘法算式。 ^⑨ 2.用撲克牌取代骰子。 ^⑩ 3.每個學生發給三張牌卡，除了考量二年級學生手太小外，且可以兼顧一定的自由度。 ^⑪																																																			
最終版學習單 ^⑫	<div>乘法大地主 學習單^⑬</div> <table><tr><td>6</td><td>20</td><td>24</td><td>16</td><td>12</td><td>27</td><td>25</td></tr><tr><td>4</td><td>8</td><td>27</td><td>30</td><td>14</td><td>8</td><td>49</td></tr><tr><td>64</td><td>35</td><td>1</td><td>72</td><td>2</td><td>18</td><td>16</td></tr><tr><td>45</td><td>48</td><td>56</td><td>5</td><td>42</td><td>9</td><td>21</td></tr><tr><td>18</td><td>15</td><td>3</td><td>32</td><td>81</td><td>10</td><td>6</td></tr><tr><td>6</td><td>28</td><td>54</td><td>7</td><td>12</td><td>40</td><td>36</td></tr></table>		6	20	24	16	12	27	25	4	8	27	30	14	8	49	64	35	1	72	2	18	16	45	48	56	5	42	9	21	18	15	3	32	81	10	6	6	28	54	7	12	40	36									
6	20	24	16	12	27	25																																															
4	8	27	30	14	8	49																																															
64	35	1	72	2	18	16																																															
45	48	56	5	42	9	21																																															
18	15	3	32	81	10	6																																															
6	28	54	7	12	40	36																																															
應用 Implementation	1. 至個案班級實施「乘法大地主」的活動 2. 請學童撰寫學習單	1. 至個案班級實施「十十乘法接龍」的活動 2. 請學童撰寫學習單																																																			
評鑑 (Evaluation)	1. 課室觀察資料分析 2. 學童學習單分析 3. 低、中、高學童半結構式訪談 4. 外聘教授與團隊共同討論，並就建議做最後的模組修正。	1. 課室觀察資料分析 2. 學童學習單分析 3. 低、中、高學童半結構式訪談 4. 外聘教授與團隊共同討論，並就建議做最後的模組修正。																																																			

(四) 回顧階段～模組修改的歷程

在使用 ADDIE 的設計乘法模組的「設計→發展」過程中，模組本身經歷了試玩→修改→試玩→應用的循環歷程，分別概述如下。

1. 乘法大地主

一開始，研究團隊想出让學生同時投擲兩顆骰子，藉由所產生的兩個數字來組合成一個乘法算式。並讓學生在方格紙上畫上一橫線，進而占領土地。可是在學生試玩後，團隊成員發現，乘法算式組合侷限在數字1~6之間，九九乘法的精熟完整度不足；而且如果每位學生一次只發兩個骰子，產生的組合變化就只有一種，遊戲的自由度不夠。

經過團隊討論後，改良成利用撲克牌的1到9來組合九九乘法算式，用「三張撲克牌取二張」來代替兩顆骰子的投擲，因為每個學生發給三張牌卡，除了考量二年級學生手太小外，且可以兼顧一定的自由度。這樣的改良再讓學生試玩後，發現比之前的方式更能促進學生思考、也增加遊戲的豐富性。

2. 十十乘法接龍

上述「乘法大地主」之撲克牌經驗，此模組一開始亦利用類撲克牌的長方形設計牌卡，並在牌卡中間寫上十十乘法的數字，牌卡四周寫上可形成中間數字乘積的被乘數。

試玩後才發現，長方形牌卡接龍時會有空隙，且因為沒有仔細考慮牌卡中間與四周數字的安排易有 bug，會有接不下去的情形，光只有數字的牌卡會比較沒有刺激性。

經過團隊討論後，改良成改成正方形牌卡，如此一來就可以順利相接，不會有空隙。接續，改變部份數字的安排，使接龍較順暢，最後加入魔鬼牌（讓下家都不能接牌）和天使牌（讓下家出任何牌都可以），增加遊戲趣味性與流暢性。

二、小二兒童之乘法概念學習情形

(一)學童從遊戲中察覺並歸納數學策略

一開始，學童僅能以「試誤」的方式在表單上隨意占土地。然而玩了兩輪遊戲後，部份學童開始能察覺並思考：數字的「位置」、劃線的「位置」與土地占領的關係。

(原案一 1080225觀)

27	30	14

(圖3 學生占土地示意圖)

如左圖一所示，T發現 S21注意到隔壁同學已經在「30」的土地占了上、下兩條線，就利用 3×9 、 2×7 來防止「30」這塊土地被占用

T：你手上有 $3 \times 9 = 27$ 的牌，你想要占領27，但是27明明有四個邊，為什麼妳要選擇劃在和30相鄰的邊呢？

S21: 27和30共用同一邊（指著27和30相鄰的邊），劃在這裡，不但可以防止30被搶走，又可以幫自己爭取27這塊土地，比較划算啊！

(原案二 1080225觀)

T：以位置來看，這邊有很多土地，你們觀察看看，哪些土地要先搶？是邊邊角角還是中間的土地？請同學討論並發表。

S9：選中間的位置，例如「12」
因為中間的位置旁邊有比較多的數字
劃中間可以「順便占領旁邊的位置」
例如，12的邊與30 9 6 15共用

27	30	14
9	12	6
10	15	18

(圖4 學生占土地示意圖)

S14: 像27、14、10這些就比較不好，他旁邊少了兩個土地，要是其他的牌，我才不想搶這些邊邊角角的土地呢！

如上述原案一、二所示，學生在玩的過程中，能自行察覺「數字」位置的重要性，並歸納出劃線在「居於中間位置的土地」四周，不但可以防止隔壁的地被搶走，又可以幫自己爭取其他土地的機會，是比較好的策略；反之，邊邊角角的土地是最不急著先搶的，因為無法「一石二鳥」、「一箭雙鵰」，除非受手上牌數字的限制。因此在玩的時候，察覺到這些策略的學童開始能做「守」、「攻」、「防」的策略運用了。

(二)學童能互相分享並應用新策略

授課教師在學童玩了三輪後，開始請同學上台發表自己歸納出來的策略，並要求全班同學寫在學習單上。結果發現，學童皆勇於互相分享，並仔細聆聽其他人的策略，詳細的寫在學習單上。

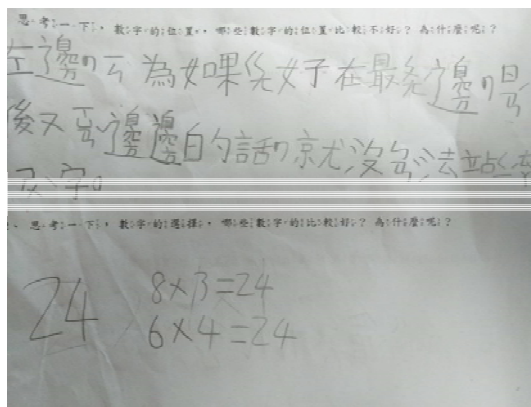
(原案三 1080225觀)

T：除了「位置」以外，你有沒有發現哪些數字很棒，比較容易占到呢？

S3: 我發現 $4 \times 2 = 8$ ； $1 \times 8 = 8$ ，我手上只要有4、2、1、8都可以占到，可是 $5 \times 5 = 25$ ，除非我手上有兩張5的撲克牌，

否則好難占到喔！

(原案四 S25單)



如左圖3所示，這位學生平常在校數學成績低於平均，但他在上課時能仔細聆聽同學分享的策略，並整理成完整的筆記，是為十二年國教所強調的理念「自發、互助、共好」之體現。

(圖5 學生上課札記)

而在「十十乘法接龍」的遊戲中，學童亦能察覺中間數字為「1」、「2」的牌只有 $1 \times 1 = 1$ 、 $1 \times 2 = 2$ 的一種可能性，而中間數字為「24」的牌就有 $8 \times 3 = 24$ 、 $6 \times 4 = 24$ 兩種可能性。

(原案五 1080531觀)

S2：這裡有8，配合中間24的底下數字3，可以排在這裡！

S13：對， $8 \times 3 = 24$ ！

S9：而且6也可以接在這張中間24的牌，因為 $6 \times 4 = 24$ 。

S4：我覺得中間這個1的牌好難接喔！只有 $1 \times 1 = 1$ ，其他的數字像8，6，2根本就沒有辦法跟別的牌接起來啊！

由上述原案五可看出，學童能察覺如24、12、18等具有兩種乘法組合的數字比較容易接龍成功，但是像1、36、49等只有一種乘法組合的數字則相反，足見他們在玩遊戲的過程中除了對乘法表更加熟練外，更能進一步思考乘法的組合與得勝機率間的關係。

綜合上述，可發現本研究所開發的乘法教學模組：「乘法大地主」、「十十乘法接龍」的活動確有助於學童從遊戲中察覺並歸納數學策略，讓孩子經由「探究」而「有感」，能幫助學童為未來學習「因數」、「機率」概念奠基，並能從互助、共享中體現數學素養。



圖6 學童互相檢視所出的牌是否正確



圖7 學童即將完成乘法牌卡的放置

三、小二兒童之學習興趣提升情形

本研究參考黃月純、楊德清（2011）量表的題目，選取與本研究「遊戲式教學」相關合宜的六個題目並加以改編，接續請一位數學教育博士、三位資深國小任教數學的老師審題，具有專家效度與內容效度。接續，使用問卷調查的方式，讓學生以勾選「同意」或「不同意」的方式回答六項問題，學童答題結果如下表2所示。以下根據每一項目的統計結果，分別進行此六個問題的敘述分析。

表2 遊戲式模組教學前後測比較

題目	前測	後測	P-值
1. 我喜歡思考數學問題嗎？	15/25	20/25	0.022
2. 上數學課時，我快樂嗎？	8/25	18/25	0.004
3. 上數學課好玩嗎？	8/25	21/25	< 0.001
4. 數學可以讓我變得更聰明嗎？	17/25	19/25	0.049
5. 我希望數學課可以多一點嗎？	11/25	15/25	0.083
6. 上數學課時，我專心嗎？	8/25	16/25	0.003

從上表2可看出，進行實驗後，學生在六題學習興趣量表的作答中，有五題達顯著差異。尤其是在第三題「上數學課好玩嗎？」，全班學童感受到這種遊戲式模組的上課方式比傳統數學課好玩的，竟然從8人增加至21人，顯示「數學課的好玩程度增加」，是學生對此模組教學「最有感」的一環。本模組強調讓學生透過遊戲式的教學活動熟練乘法表(九九乘法、十十乘法)，對學生而言，原本傳統課室背誦的題材化為熟練制勝的關鍵知識，實在太好玩了！

另外教學前後，效果達顯著的有以下幾題：第一題「我喜歡思考數學問題嗎？」，全班喜歡思考數學問題的比例增加（從15人增加為20人），已達顯著差異。看得出來學生在思考「致勝解題策略」的學習過程中，比傳統解題更能享受思考的過程。第二題「上數學課時，我快樂嗎？」感覺到快樂的比例從8人增加至18人，達顯著差異，明顯對於數學學習環境的感受有所提升，與第三題「覺得好玩」的情感表現對照，數學課「好玩、學習者感到快樂」為大部份學童的感受。這種「好玩、快樂」的感受相對的讓學生「專心」多了，以第六題「上數學課時，我專心嗎？」為例，學童比在傳統數學教學時，只有8人專心上課，增加至有16人專心上課，達顯著差異，顯見當課程內容吸引學童、讓學童享受快樂學習的感覺時，學童更願意專心上課。第四題「數學可以讓我變得更聰明嗎？」，上課前有17人、後有19人同意，差異亦達顯著。其中，唯有第五題「我希望數學課可以多一點嗎？」p值為0.083未達顯著。可能是國小學童仍普遍較喜好非學科如體育、電腦課，學科的課程畢竟仍有「考試、學習」

的壓力，難以短時間內改變學童的看法。

(二)個案學童喜愛並認同「乘法數學教學活動」

從半結構式晤談中，可看出不論是高、中、低成就學童都很喜愛並認同本研究所開發之「九九乘法數學教學活動」。本來就喜歡數學課的高成就學童 S3 接受訪談時表示：「老師講解得很詳細、設計的遊戲很好玩！」(S3 晤)。低成就學童 S25 則說「我覺得這樣上課比較沒有壓力、比較不無聊，不會上課聽不懂覺得害怕」(S25 晤)。中成就學童 S14 則表示「以前我覺得數學好難，我都學不會，今天玩數學遊戲，不但能完全聽懂老師講的內容，也把九九乘法學得更好」(S14 晤)。如上所述九九乘法數學教學活動的確能提升學童學習數學的自信及興趣。

伍、討論與建議(含遭遇之困難與解決方法)

(一)本研究開發之「乘法大地主」、「十十乘法接龍」教學模組有助於提升小二學童乘法學習成效

從結果與討論中，可發現學生能經由遊戲過程自行察覺並歸納出兩大遊戲策略：

1. 數字土地「位置」的重要性：劃線在「居於中間位置的土地」四周，不但可以防止隔壁的地被搶走，又可以幫自己爭取其他土地的機會
2. 數字「乘法組合多寡」的影響：學童在深入討論將數字依乘法表分成三個等級，第一級有兩組不同數對組合（如 $12=3 \times 4=2 \times 6$ ）、第二級有一組不同數對組合：（如 $18=2 \times 9$ ）、第三級只有一對相同數字組合（如 $36=6 \times 6$ ）。或是中間數字「1」的乘積組合遠低於數字「24」。可見小二學童經由此教學活動能整合數學知識，並實際應用於解題中，其數學學習成效不言而喻。

(二)本研究開發之「乘法大地主」、「十十乘法接龍」教學模組有助於提升小二學童乘法學習興趣

從全班的問卷調查結果或高、中、低成就學童半結構式晤談結果，都顯示出本研究所開發之「乘法數學教學模組」能讓學生「聽得懂、學得會、又好玩」，能提升學生之數學學習興趣。

二、建議

本研究基於九九乘法表所開發的教學活動便是將數字乘積納入計算，進而讓學生強化數字的乘積組合。事實上若能將九九乘法的學習延伸深、加廣，使用遊戲讓孩子經由「探究」而「有感」，能幫助學童為未來學習「因數」、「機率」概念奠基，為一個可行的途徑。

陸、參考資料

王明慧（1996）。國一數學科活潑化教學模式對提昇數學學習動機與班級氣氛之研究。國立高雄師範大學數學研究所碩士論文，未出版。高雄市。

王韻齡（2017.05.12）。許大偉：擺脫數學惡夢，從動手做開始。親子天下。引自

https://www.parenting.com.tw/article/5074138-/?utm_source=Parenting.FB&utm_medium=social&utm_campaign=cp-fl-editor-170515&page=3

王韻齡（2017.07.04）。數咖教師研習：打開被恐懼關閉的數學腦。親子天下。引自

<https://flipedu.parenting.com.tw/article/3609>

王秀槐 (2011)。學習成果導向的課程設計與評量：理念與實例，**教育研究月刊**，207，53-60。

李國偉、黃文璋、楊德清、劉柏宏(2013)。教育部提升國民素養實施方案—數學素養研究計劃結案報告。教育部提升國民素養專案辦公室研究計劃成果報告。

林瑩惠 (2011)。幼兒教師實施數學遊戲活動之歷程探究。國立臺中教育大學幼兒教育學系碩士論文。未出版，台中市。

林鳳珍 (2013)。遊戲式數學教學應用於國小低年級之實驗研究。國立臺中教育大學碩士論文，未出版，臺中市。

林壽福 (2016.08.19) 數學奠基模組設計經驗分享。引自

http://www.sdime.ntnu.edu.tw/web/super_pages.php?ID=web1&Sn=2

黃月純、楊得清 (2011)。國小低年級弱勢學生數學學習興趣與信心之研究。**嘉大教育研究學刊**，26，113-145。

黃國勳、劉祥通 (2003)。一個創意數學教學活動的實踐--以撲克牌融入因數教學為例。**科學教育研究與發展季刊**，33，70-90。

陳嘉皇 (2005)。數學遊戲及其在課堂上的應用。**台灣數學教師 (電子) 期刊**，1，22-29。

甯自強 (1997)。數學教學實踐知識課程的開發。**國教學報**，9，265-278。

侯禎塘、李香慧、林小玲、張乃悅、黃小芳(2005)。融合教育環境中的數學遊戲教學實踐與省思。特殊教育叢書。台中：國立台中教育大學特教中心。

國家教育研究院(2014)。十二年國民基本教育課程發展指引。

http://www.naer.edu.tw/ezfiles/0/1000/attach/15/pta_2279_8619537_09968.

游自達 (2013)。有效教學的內涵與基本做法。**臺中市教育電子報**，22。

單維彰、鄭章華(2017)。十二年國教數學素養導向課程設計與教學案例。新北市：國家教育研究院。

劉鈺楷、林佳蓉 (2014)。以 ADDIE 模式發展漫畫識讀教學方案之研究。**臺灣教育評論學會**，3(7)，133-158。

盧秀琴、李怡嫻 (2016)。「昆蟲學」師培課程培育國小師資生開發「昆蟲桌遊」教具與設計測驗卷。**師資培育與教師專業發展期刊**，9(3)，1-27。

盧秀琴、林毓哲 (2018)。國小教師開發「昆蟲桌遊教具」以增強學童「沉浸經驗、科學過程技能」。**課程與教學季刊**，21(1)，105-132。

Aufshnaiter,V.S.,Prum,R., & Schwedes, H. (1984). Play and Play Orientation in Physics Education. *Naturwissenschaften in Untenicht-PAC*, 32, 258-263.

Bell, F. H. (1978). *Teaching and Learning Mathematics in Secondary Schools*. Wm. C. Brown Company.

Hollis, L. Y. and Felder, B. D. (1982). Recreational Mathematics For Young Children. *School Science and Mathematics*, 82, 71-75.

Piaget J (1957). *The construction of reality in the child*. New York: Basic Books.

Saracho, O. N., & Spodek, B. (1998a). A play foundation for family literacy. *International Journal*

of Educational Research, 29, 41-50.

Lee , W. W. , & Owens , D. L. (2004). Multimedia-based instructional design: Computer-based training , Web-based training , distance broadcast training , and performance-based solutons(2nd ed.). San Francisco: Pfeiffer.

研究團隊進行課程與教學的研發



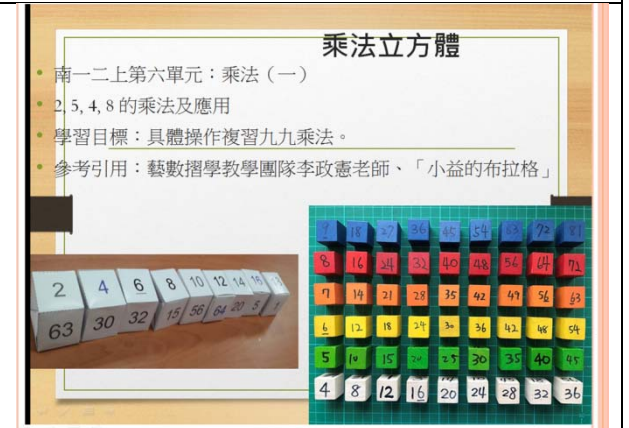
圖一



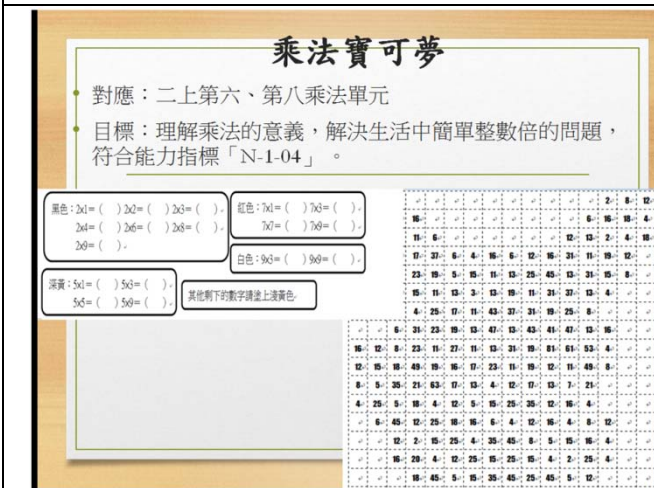
圖二



圖三



圖四



圖五



圖六

舉辦教師研習與實地入班



圖一



圖二



圖三



圖四



圖五



圖六

研討會發表及科教專案期末報告



圖一



圖二



圖三



圖四



圖五



圖六