
國小生物多樣性科學桌遊設計與教學應用

蔡仁哲¹ 陳嘉俊¹ 陳佩琪¹ 劉湘瑤^{1*} 張俊彥^{1,2,3*}

¹ 國立臺灣師範大學 科學教育研究所

² 國立臺灣師範大學 地球科學系

³ 國立臺灣師範大學 科學教育中心

摘 要

認識生物多樣性及相關議題應納入國小學習階段的課程，除了教導生物多樣性的概念知識外，更應加強生活情境與社會聯結的關係。本文研究目的在於報導科學桌遊的設計與應用於課室教學，幫助國小學生認識臺灣的原生種與外來種的競爭關係與環境保育問題。藉由桌遊的高互動性與趣味性，讓國小學生能實際操作與體驗臺灣原生種動物所面臨的困境與威脅。桌遊教學是以學生分組團隊合作的形式進行，小組成員能彼此收集資訊交換情報，透過討論協商擬訂出適當的行動策略，以解決問題並完成任務目標。本研究採質性的課室觀察、課室錄影、學習單、團體訪談的形式收集資料與分析，了解國小學生在桌遊教學過程中的學習狀態與行為表現的比例，供桌遊教學應用之參考。針對四個場次共 102 位國小學生進行 200 分鐘的桌遊教學，結果顯示，國小學生能保持較長時間的課堂專注力與興趣，具有一定的學習成效。課室觀察紀錄呈現出科學桌遊的教學確實能引發國小學生主動解決問題，達到有效的團隊交流溝通與合作。此外，課室錄影編碼分析結果顯示，不同的教師主持桌遊教學，學生的參與過程與行為表現具有差異性。

關鍵詞：生物多樣性、科學桌遊、桌遊教學

壹、現今生物多樣性與環境教育的困境

教育部(2018a, 2018b)自然科學領域課綱將生物多樣性視為重要的科學概念內容，國小生物多樣性概念強調人類與生物間的關係與影響，以及人類與外來種造成生態的破壞與失衡。行政院環境保護署在全國法規資料庫(2010)公布的环境教育法，

強調運用教育方法培養學生對環境倫理關係的理解，提高技能、態度與價值觀並願意採取實際行動以達到永續發展之教育。以往許多教師使用戶外教學的直接體驗、繪本、電子書作為環境教育或生物多樣性概念的教學方式(許世璋、林宜君, 2005; 林慧容、盧秀琴, 2005; 盧秀琴、彭文萱, 2007; 賴慶三、許凱琳, 2010; 賴慶三、林秀蕓, 2011; 賴慶三, 2013)，取得豐碩的學習成效。但是，僅以戶外活動教學的直

* 為本文通訊作者

接經驗或靜態的圖文敘述的教學方式，要達到 21 世紀科學素養、環境素養教育的目標，仍有提升改善的空間。

郭實淪(2000)認為現今的生態教學不應該過度強調科學概念，而應該重視人與自然間的互動關係、人與社會的關係。現代的教育雖然能提高學生對環境保育的認識與警惕，但僅止於表面的認識(郭實淪，2010)，例如，學生常難以表達出自我的想法並表現在實際行動當中。學生雖然能理解生物多樣性相關知識，但對於自己與自然界的關係卻未能有所體認。梁福鎮(2015)認為：(1)臺灣生態教育過於強調科學教育而不夠重視人文社會，僅單一面向的思考而非多元面向的考量，例如，僅對於原生種、外來種相關的生物多樣性的科學概念認識；(2)過於偏重知識的教學，而對於過程技能、行為表現、環境倫理仍有待加強，例如，教師僅重視學生的科學知識概念的量化學習成效，對於教學過程、學生行為表現、價值態度卻鮮少討論；(3)僅以人類思考中心出發的教學，而非以生態環境中心的教學，例如，強調人類對自然環境的運用、經濟效益的考量；(4)課室內的教學，少用小組討論的方式，使得學生不擅於表達個人的完整想法以及聆聽同儕與他人協商溝通的能力。盧秀琴、施慧淳(2016)也提及國小自然科課程中生物與環境單元具有幾項待解決的問題：(1)學生實際操作機會缺乏、(2)與現實生活脫節的內容、(3)缺乏實際行動感受經驗以及(4)鮮少高層次思考能力的培養。綜合上述，可以得知現今生物多樣性與環境教育

具有許多的困境，尚待解決。

貳、科學概念遊戲化的趨勢

要突破目前在科學與環境教育上的困境，必須採用有別於傳統的教學方式。遊戲化的教學概念的發展始於 2010 年左右(Majuri, Koivisto, Hamari, 2018)，愈來愈多教育者不斷的嘗試將科學概念遊戲化。遊戲式的教學更是從孩童時期就已經被廣泛的使用(賴慶三，王錦銘，2010)，而使用遊戲式的教學策略與學習方式已然成為一種趨勢(Majuri, Koivisto, & Hamari, 2018)。遊戲式的學習可以有效的幫助課室內的教學與學習，並證實具有學習成效，例如：提高學生的專注力與學習動機、簡化複雜概念的學習、培養新能力包括抉擇、關鍵思考、推理批判、論證能力、溝通協商、問題解決、團隊合作等(Gee, 2007; Li & Tsai, 2013; Prensky, 2001; Squire & Jenkins, 2003)。Ang (2008)指出遊戲應具有遊戲規則(game rule)、遊戲遊玩(game play)和遊戲敘述(game narratives)等三項特徵才得以稱為完整的遊戲，其中的遊戲規則和遊戲遊玩最為重要。遊戲式學習過程中，若無學生實際的遊玩參與過程，則不被視為遊戲教學；若無遊戲規則，僅為漫無目的的隨意遊玩，亦不被視為遊戲教學。而遊戲敘述常為主要傳達科學概念與資訊的角色，遊戲敘述可將不同的情境脈絡、背景場景、科學資訊、科學概念融入到遊戲當中，並且能合理化整個遊戲流程與步驟。鄭秉漢、李文獻、張俊彥(2019)認為桌遊屬於遊戲式學習的一環，但與其他遊戲相比較，桌

遊則具有完整的主題情境設計，能模擬生活中的情境事件、具有高互動性與趣味性、具有明確的任務目標與挑戰(勝利條件)、具有不同的桌遊機制組合運作，能讓學生為取得勝利而自主探索遊玩與學習的過程。

盧秀琴、施慧淳(2016)認為教育類型的桌遊能有效幫助學生在競爭互動過程中自然而然的產生學習。科學桌遊與一般商業桌遊不同，屬於教育性桌遊，主要以傳遞科學知識並培養科學相關能力為主要目標，幫助學生透過桌遊的遊玩過程進行科學的學習與理解(鄭秉漢、李文獻、張俊彥，2019)。科學桌遊應有嚴謹的設計與規劃，而非單純將科學概念直接套用商業桌遊的遊戲機制。鄭秉漢等人(2019)更進一步指出，科學桌遊的設計與發展是符合科學學習模型與科學知識結構，藉由不同的屬性與關係模擬建構出小型簡化的遊戲世界，使學生能沉浸在遊戲世界中進行科學的理解與學習。Hsu 與 Lu (2004)認為透過遊戲過程中的成員間互動、對話與社交過程能幫助學生更加沉浸遊戲世界當中。透過使用科學桌遊進行教學，可符合不同科學領域科目的需求，提供不同的科學概念教學目標，具有良好的發展潛力與彈性(New Media Consortium, 2005, 2006)。盧秀琴與李怡嫻(2016)認為桌遊教學是一種注重學生的過程學習而不強調結果的教學方式，讓學生透過實際具體操作而提升學習動機。目前，雖然許多教師願意在課堂中使用桌遊進行教學，並且對於使用桌遊教學所產生的學習成效表示肯定與認同(盧秀琴、施慧淳，2016；盧秀琴、李怡嫻，2016；盧

秀琴、陳亭昀，2018；盧秀琴、林毓哲，2018；Cheng, Yeh, Tsai, Lin, & Chang, 2019；Goon, 2011；Tsai, Cheng, Liu, Chang, 2019；Tsai, Chen, Chang, Liu, 2020；Yusof, 2016），但上述的研究中，大多僅強調桌遊教學的學習成效，而針對國小學生科學桌遊教學過程的相關研究與討論仍屬於少數。

本研究目的除了對於開發國小生物多樣性桌遊的設計研究外，希望能更進一步瞭解桌遊教學過程國小學生的參與狀態與行為表現，提供給現場教師做為桌遊教學的參考，提出三項研究問題：

1. 國小生物多樣性桌遊的設計應採取的設計方式為何？
2. 國小學生在桌遊教學過程中的參與狀態與行為表現為何？
3. 國小學生的桌遊遊玩結果與學習成效為何？

參、國小生物多樣性桌遊的設計

為達到教育部將議題融入課程的目標，生物多樣性是重要的議題之一。根據教育部(2018a)十二年國民基本教育課程綱要自然科學領域課程綱要生物多樣性概念內容，可主要區分三類：物種多樣性、基因多樣性、生態的多樣性。從微觀的基因序列到巨觀的生態系統，更交織著人類與生物、人類與環境、生物與環境、生物與生物彼此間複雜關係與問題。本研究依循教育部十二年國民基本教育課程綱要國民小學自然科學領域，選擇適合國小學生生物多樣性概念主題內容，例如，原生種與外

來種、人類與生物的關係與影響、生物之間的交互作用關係等等。

本研究以鄭秉漢等人(2019)提出的模型化科學桌遊的設計理念進行發展，並以國小學生為對象，設計天佑臺灣桌遊。模型化桌遊具有三大部分：科學概念的系統結構、桌遊科學模型、桌遊本身的組成結構。科學概念的系統結構包含：科學知識結構與桌遊結構共兩部分；桌遊科學模型：依據 Harrison 與 Treagust (2000)提出的三大模型類別，建立概念知識、描述多重念與過程、實體與理論和過程的個人模型，可組成十種不同的科學模型類型；桌遊本身的組成結構可分為：桌遊的主題情境、桌遊遊戲規則與階段、桌遊實體配件三個項目。以下分別說明：

一、科學概念的系統結構：

本研究依據教育部十二年國民基本教育議題融入課程與國小自然領域課程綱要訂定桌遊教學目標。期許學生能從遊戲過程中反思人類與臺灣自然生物的關係、能夠體認生命的價值與美、能主動關注生活周遭的小動物、人類對其他生物所造成的衝擊，最終能體悟生物多樣性的重要性並了解臺灣原生種動物與外來種動物的現況與危機。圖 1(a)所示天佑臺灣科學知識結構可區分為系統、關係、成份。在關係的部份，主要強調生物多樣性的系統下，蘊含四種關係：人類與原生種、人類與外來種、原生種與原生種、原生種與外來種之間的交互作用與關係。遊戲當中融入不同的成份，人類扮演中立的角色，可進行獵

捕動物、破壞生物棲地或者保育繁殖原生種動物。外來種則會透過人類的引進或非人類的遷徙方式登陸臺灣。遊戲中模擬外來種繁殖力強的特性，外來種或入侵種動物會爭奪與原生種動物的棲地與生存空間，逐漸影響原生種動物的族群數量。而原生種動物在遊戲過程中，將面臨原生種間的自然競爭、人類獵捕原生種破壞棲地、外來種壓迫原生種等三種不同面向的生存危機。透過這個遊戲情境的布置，學生能具體感受到臺灣原生種面臨生存困境的問題。

從圖 1(b)所示，天佑臺灣桌遊結構分為四個部份：(1)回合過程--桌遊過程中的行為表現；(2)過程階段--桌遊進行的過程階段步驟；(3)遊戲機制--使用的桌遊機制規則；(4)物件單元--對應桌遊使用的實體配件。以下分別說明桌遊的設計構想與理由：

1. 回合過程階段可分為討論、發表抉擇、行動、生存、事件等的桌遊過程行為。其中討論與發表抉擇的行為在於讓學生能針對遊戲過程的狀況有足夠的討論，可以藉由認識生物多樣性相關的資訊並與同儕進行討論後擬定策略，例如，了解臺灣原生種動物分佈的位置與數量，以及外來種目前擴散的情形。
2. 過程階段含括三大過程階段步驟：行動階段(學生執行行動策略)、結算階段(教師進行系統的結算反饋)、事件階段(新的外來種動物入侵)。
3. 使用的桌遊遊戲機制依據全球最大桌遊網站 BoardGameGeek (2018)的桌遊機制，使用其中的三種機制：合作關係

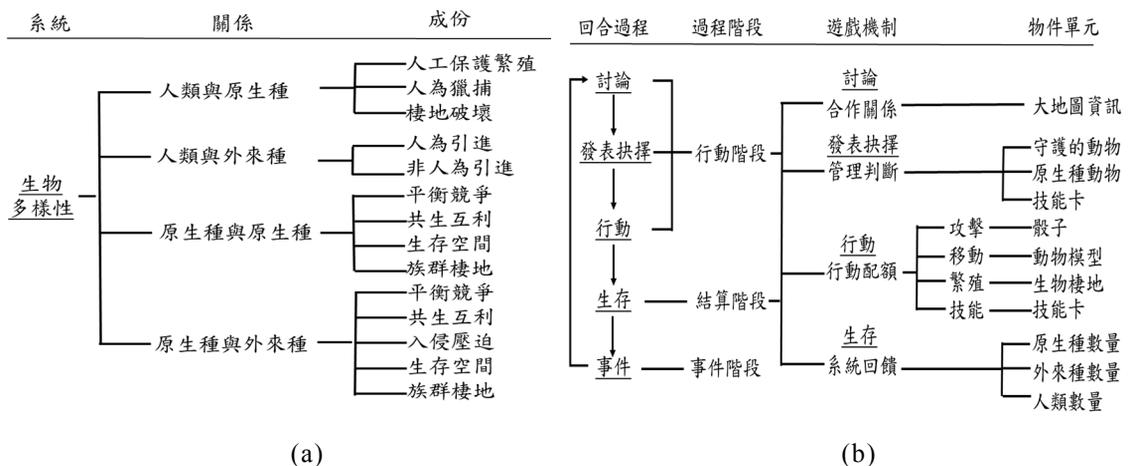
(partnerships)、管理判斷(hand management)和行動配額系統(action point allowance system)。國小學生以小組的形式進行桌遊(合作關係)，在有限的行動次數下(行動配額系統)學生可依據桌遊情境狀況進行行動策略的制定與判斷(管理判斷)，最後依據系統回饋的結果，再次重新擬定行動策略或調整行為選項。

4. 物件單元表示桌遊過程中運用到的桌遊實體配件，除了決定機率的骰子外，還有地圖和卡牌提供的資訊，以及模型和標示元件所代表的意義或數量。

二、桌遊科學模型：

如表 1，表中呈現天佑臺灣桌遊使用的教學模型，分別為概念過程模型、心智模型、綜合模型、模擬、尺度模型等五種。天佑臺灣桌遊的勝利目標為守護兩種任務目標的原生種動物(每組隨機抽取)，守護

的目標動物存活數量愈多即為勝利者。學生為能取得勝利必須了解整個桌遊的遊戲規則外，更要掌握其他組同儕之間的狀況與關係。因此，隨著回合過程的經歷與不同小組的策略運用與競爭，學生可以漸漸了解人類、原生種與外來種之間的複雜關係，形成新的概念過程模型。天佑臺灣桌遊屬於全班分組進行的組內合作、組間競爭的科學桌遊。藉由同儕之間不斷的交流想法與表達自我，學生可以建立自己的心智模型而使桌遊過程產生學習效果。UNESCO (2005)與教育部綜合活動領域(2018b)提到永續發展教育應包含社會、經濟、政策、生態四個領域屬於綜合複雜的概念，透過科學桌遊的模擬過程具體呈現生物多樣性的關係與世界觀。最後，透過縮小比例的尺寸地圖學生能實際操作控制各種動物，能理解臺灣原生種目前分佈的位置與族群狀況具有尺度模型的科學教學意義。



(a)

(b)

圖 1、天佑臺灣科學桌遊結構：(a)天佑臺灣科學知識結構(依據國小十二年國教自然領域課綱之生物多樣性相關部分)；(b)天佑臺灣桌遊結構。

表 1、天佑臺灣科學桌遊的科學模型與說明

桌遊主題	桌遊組成	組成與說明	桌遊科學模型與說明
天佑臺灣	勝利目標	勝利:守護的動物 數量最多的小組	概念過程模型：了解人類、原生種、外來種三者間的關係，並體認生物保育的迫切性
	階段機制	合作關係 管理判斷 行動配額	心智模型：透過遊戲過程與制定策略，能體認與人溝通與表達自我的形式與做法；懂得該科學桌遊的運作模型並了解背後的意義。
		系統回饋	綜合模型：了解人類、原生種、外來種三者之間的交互作用與關係。 模擬：了解生物間的競爭與外來種的人侵壓迫過程與威脅。
	實體配件	卡牌 指示物(動物模型) 大地圖	尺度模型：了解全臺灣 21 種原生種的分佈位置與族群數量。

三、桌遊本身的組成結構：

Tindale 與 Winget (2019)研究指出，小組團體進行討論決策(group decision making)有二種主要的好處：第一，團隊討論決策時，具有較多元的觀點與視角，能獲得良好的決策結果；第二，經由團隊討論後所獲得的共識決策，常較個人決策時更為精確，能符合解決複雜問題需求的方案。因此，本研究的桌遊教學採取小組分組形式，每組 4~5 名學生。各組學生為了爭取守護動物的生存空間與繁殖取得最終勝利，將會與其他小組守護的動物族群發生衝突與爭奪的行為，各組學生除了是守護者外也可能同時是侵害者的角色。為了提高遊戲過程的不確定性與樂趣，學生可以選擇操控人類與使用技能卡增加動物生

存的難度與人類獵捕濫殺的機會。因此，藉由桌遊互動交流的過程可達到模擬自然世界與預期的教學目標。

本桌遊是由主題情境、遊戲規則與階段、實體配件等三大部分所構成的。天佑臺灣的主題情境是以臺灣(臺灣、澎湖、金門、馬祖、綠島、蘭嶼)為主舞台，時空的背景為臺灣經濟開發初期到現代，並以臺灣的 21 種原生種動物與 10 種外來種動物為族群角色。原生種有：抹香鯨、臺灣黑熊、臺灣雲豹、臺灣水鹿、臺灣梅花鹿、臺灣野山羊、中華白海豚、綠蠟龜、臺灣藍鵲、黑長尾雉、曲紋唇魚、臺灣獼猴、石虎、鳳頭蒼鷹、百步蛇、中華鬻、櫻花鉤吻鮭、黑鰭飛魚、翡翠樹蛙、臺灣副細鯽、臺灣寬尾鳳蝶，共 21 種；以及外來種有：埃及眼鏡蛇、美洲牛蛙、緬甸小鼠、

沙氏變色蜥、白尾巴哥、吳郭魚、巴西龜、非洲大蝸牛、福壽螺、紅火蟻，共 10 種。

天佑臺灣科學桌遊 (如圖 3)共有三個階段步驟：行動階段、結算階段、事件階段。遊戲的起始設置是讓各組清楚了解守護的任務目標原生種動物。學生可先了解守護的動物種族分佈在臺灣的區域位置與起始數量後，再開始進行遊戲。**1.行動階段**，遊戲開始時，由各小組在有限的時間內，快速的收集臺灣地圖上的各種資訊狀況。例如，地圖場面上的守護動物附近是否具有威脅性的其他動物、是否有足夠的生存空間、外來種繁殖與分佈數量狀況等等。學生可依據當下現況進行討論制定遊戲行動策略與短期目標。再經過小組討論後，學生必須做出抉擇(由小組代表發言人)，選擇最佳的行動方案並且執行，學生能即時獲得回饋與結果。各小組每回合可依據討論抉擇的結果執行二種任意行動選項。例如，移動、攻擊、繁殖、使用技能卡等

任意選項行動的組合搭配。在此行動階段即會產生人類與原生種動物之間、原生種動物之間、原生種與外來種之間的交互關係。**2.結算階段**，當某物種進行繁殖時，必須符合二個條件：具有生物棲地、具有生存空間。若該物種的棲地遭受破壞或被佔領則無法進行繁殖，若該物種附近已達飽和無更多生存空間(達到動物生存上限數量)亦無法進行繁殖。此階段會隨著回合數，不斷增加原生種動物的生存壓力，人類與外來種的數量將隨著回合數增加，而逐漸壓迫原生種動物，各小組必須進行動態的討論制訂新的行動策略，避免守護的物種遭到滅絕的後果。**3.事件階段**，每回合隨機擲骰決定新的外來種入侵數量與種類，提高外來種不斷入侵的現象與壓力。當遊戲結束後進行積分總計，計算各小組的積分狀況決定贏家(守護動物殘存數量最多者)。教師可依教學時間彈性調整決定遊玩的回合數。

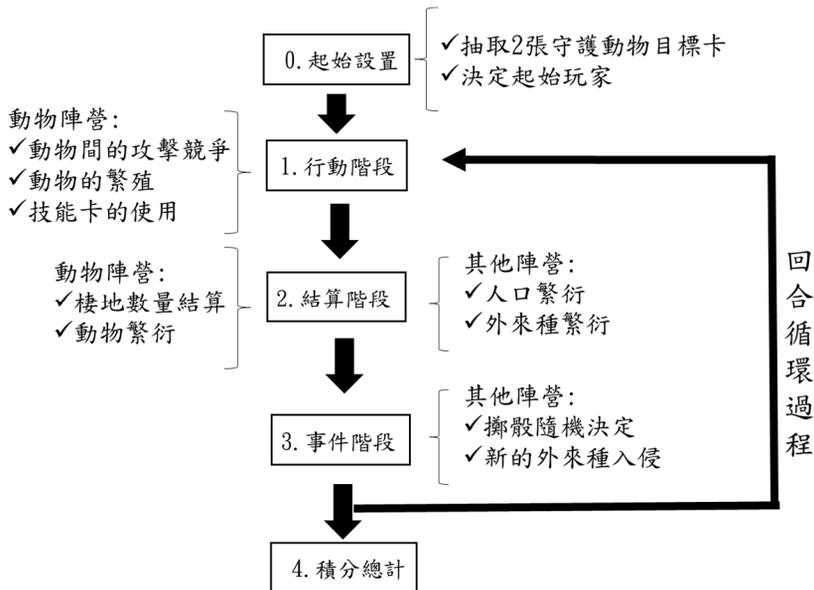
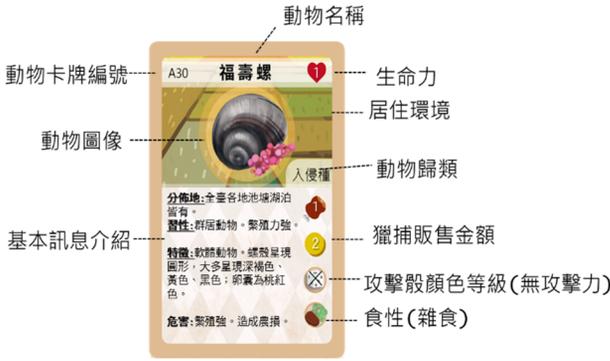
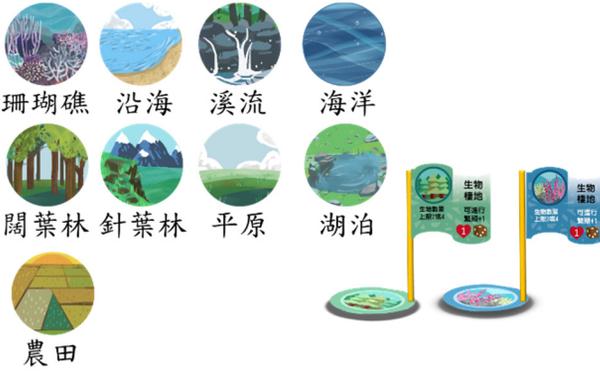


圖 3、天佑臺灣科學桌遊階段步驟流程圖

表 2、生物多樣性桌遊實體配件項目與說明

	<p>1.桌遊場景地圖：</p> <p>生物多樣性桌遊以臺灣為主要舞臺，可容納 15~24 名學生共同遊玩桌遊，其地圖大小為 180cm*150cm。地圖包含金門、馬祖、澎湖、蘭嶼、綠島等島嶼以及不同的地貌山地、平原、海洋等。遊戲過程中以六角方格為單位的形式進行移動、攻擊、繁殖。可分為 8 大區域，1.臺灣北部 2.臺灣中部 3.臺灣雲嘉區 4.臺灣南部 5.臺灣臺東區 6.臺灣花蓮區 7.臺灣海峽 8.太平洋。</p>	
		<p>2.動物模型：</p> <p>臺灣的 21 種原生種動物與 10 種外來種動物為族群角色。原生種有：抹香鯨、臺灣黑熊、臺灣雲豹、臺灣水鹿、臺灣梅花鹿、臺灣野山羊、中華白海豚、綠蠵龜、臺灣藍鵲、黑長尾雉、曲紋唇魚、臺灣獼猴、石虎、鳳頭蒼鷹、百步蛇、中華鬻、櫻花鉤吻鮭、黑鰭飛魚、翡翠樹蛙、臺灣副細鯽、臺灣寬尾鳳蝶，共 21 種；以及外來種有：埃及眼鏡蛇、美洲牛蛙、緬甸小鼠、沙氏變色蜥、白尾巴哥、吳郭魚、巴西龜、非洲大蝸牛、福壽螺、紅火蟻，共 10 種。</p>
<p>3.臺灣原生種動物卡牌：</p> <p>共有 21 種原生種動物，每種動物數量上限為八隻。為學生守護原生種動物的任務目標。其卡牌資訊具有動物名稱、國際保育等級、動物圖像、動物分佈位置、動物習性、食性、動物特徵、臺灣保育等級以及遊戲中必要的動物參數，例如生命力、攻擊力等等。</p> <p>動物名稱</p> <p>動物卡牌編號 A13</p> <p>目前保育等級 瀕危</p> <p>動物圖像</p> <p>基本訊息介紹</p> <p>動物名稱 石虎</p> <p>生命力 3</p> <p>居住環境 瀕危</p> <p>動物歸類 原生種</p> <p>食物掉落量 2</p> <p>獵捕販售金額 6</p> <p>攻擊殺顏色等級 3</p> <p>食性(雜食)</p>		

 <p>動物名稱</p> <p>動物卡牌編號 A30 福壽螺</p> <p>生命力</p> <p>居住環境</p> <p>動物圖像</p> <p>入侵種</p> <p>動物歸類</p> <p>基本訊息介紹</p> <p>分佈地:全臺各地池塘湖泊皆有。</p> <p>習性:群居動物、繁殖力強。</p> <p>特徵:軟體動物，螺殼呈現圓形，大多呈淺褐色、黃色、黑色，卵囊為桃紅色。</p> <p>危害:繁殖強、造成農損。</p> <p>獵捕販售金額</p> <p>攻擊骰顏色等級(無攻擊力)</p> <p>食性(雜食)</p>	<p>4.常見外來種動物卡牌:</p> <p>共有 10 種外來種動物，每種動物上限數量為八隻。學生必須對外來種瞭解並且採取防範。其卡牌資訊包含外來種的分佈位置、外來種動物的習性、動物特徵、危害原因以及其他遊戲設定參數。桌遊過程中，外來種動物被設定為繁殖力強、搶奪生存空間，而逐漸壓迫原生種動物的情形以符合實際狀況。另外，教師須告知學生外來種動物不一定為入侵種動物，因此在轉變成入侵種動物(四隻)前，不得操控人類攻擊外來種。</p>
 <p>技能卡牌編號 S02 黑熊鷹害</p> <p>技能卡名稱</p> <p>技能卡圖示</p> <p>技能卡性質效果</p> <p>主動 6 發動需求</p> <p>技能卡效果</p> <p>效果: 可從公共牌堆中，重新選擇鹿祐種族(抽三取一)。 付出雙倍晶石可獲得雙倍效果。</p>	<p>5.動物技能卡牌:</p> <p>共有 31 種動物技能卡牌。為增加遊戲的趣味性與不確定性，學生可使用不同的技能卡搭配。使用技能卡必須支付遊戲中的貨幣(晶石)才得以發動該技能卡。技能卡可幫助學生增加、攻擊力、防禦力、移動力等等，可妥善利用技能效果守護小組的任務目標動物。</p>
 <p>珊瑚礁 沿海 溪流 海洋</p> <p>闊葉林 針葉林 平原 湖泊</p> <p>農田</p>	<p>6.生物棲地類型:</p> <p>共有九種不同的生物棲地，陸地生態系統(3):闊葉林、針葉林、平原。水域生態系(5):</p> <p>珊瑚礁、沿海地區、溪流、海洋、湖泊。人工生態系統(1):農田。用於國小學習階段的基本版，以簡略的形式區分為陸地棲地與海洋棲地兩類。</p>

四、桌遊配件

表 2 為生物多樣性桌遊的桌遊配件項目與說明，共有六種：桌遊場景地圖、動

物模型、臺灣原生種動物卡牌、常見外來種動物卡牌、動物技能卡牌、生物棲地類型。

肆、學生桌遊過程中的參與狀態與行為表現

本研究依據 Csikszetmihalyi (2014)提出的心流理論(如圖 4 所示)認為人在面對挑戰與行為改變時具有八種感知狀態。當面對高挑戰行為表現低的時候將會出現焦慮(anxiety)的狀態；若表現出冷漠(apathy)的狀態顯示對於任務挑戰是低的且行為表現也不佳；而行為表現呈現中等時，覺得具有高挑戰性則會呈現激勵(arousal)狀態，若覺得挑戰性低則會感到無聊(boredom)；當挑戰性為中等時，具有高度的行為表現則被視為控制(control)狀態，而行為表現低則顯示擔心(worry)的狀態。最佳的狀態則是心流(flow)具有高挑戰性與高的行為表現，而挑戰性低但具有高的行為表現則是放鬆(relaxation)的狀態。

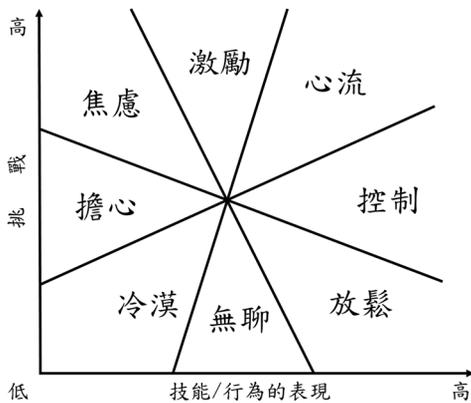


圖 4、Csikszetmihalyi 挑戰性與技能行為的感受經驗品質

周郁凱(2017)認為桌遊過程階段具有四種：發現、加入、攀登、結束(如表 3 所示)。隨著桌遊過程與節奏的演進，學生由一開始的探索發現桌遊情境與桌遊規則，經過初步的熟悉體驗後，快速的累積成就

感而產生自我肯定，展現出積極的狀態，即為加入的狀態。當學生能熟悉掌握桌遊規則，能擬定適當的行動策略，爭取獲得稀有物品或完成任務目標，則可被視為進入攀登狀態。而當學生已經累積一定程度的成就與地位排名，則會努力維持現有狀態而不願意停止結束，可被視為位於桌遊尾聲的結束狀態。而此四種階段過程未有固定的順序性，可以是來回跳躍反覆地體驗過程階段狀態。本研究認為，桌遊教學過程中學生的參與狀態可依此訂定探索、投入、互動、目標等對應的參與過程。表示學生探索桌遊世界與規則→逐步投入沉浸在桌遊世界→開始與同儕產生更多的互動與交流→最終完成或維持勝利的目標狀態。

表 3、遊戲化八角框架中四種體驗階段(整理參考自周郁凱，2017)

體驗階段	敘述說明
發現	玩家因為初次遊玩願意嘗試體驗，產生不確定性與好奇心。
加入	玩家在遊戲初始時，容易產生自我肯定，而具有發展與成就感。
攀登	玩家因社會影響或目標的稀缺性與迫切感，而重覆行動歷程。
結束	當玩家熟悉遊戲後，因為不想損失目前的成就，而持續的遊玩。

部份學者認為在遊戲過程中具有三種參與狀態，顯示學生有良好的感受經驗與樂趣：沉浸、投入、互動(孫春在，2013；Carr, Buckingham, Burn, & Scott, 2006)。沉浸狀態，表示學生產生知覺壟斷的現象，

十分專注在某項事務上而樂在其中。最簡單的判斷為時間感的扭曲，變快或變慢的感受而不自知週遭環境的變化；投入狀態，則具有接受挑戰，為了勝利目標或完成任務願意主動進行更多的討論與思考判斷，當成功解決或達到預期目標將會累積其成就感；互動狀態，表示在過程中有良好的社交互動，使學生產生滿足愉悅感。以上三種狀態在遊戲過程中隨著良好的感受經驗提高，其感受狀態可被視為判斷指標之一。

綜合上述文獻資料，本研究認為在桌遊教學過程中學生具有六種參與過程，包含放棄、失望、探索、投入、互動、目標；而根據課室觀察紀錄學生的行為表現可分

為六種行為表現：無聊、分心、提問/聆聽、對話、思辨/抉擇、主張(可參照表 5 所示)。

表 4、遊戲樂趣的結構(整理參考自 Carr et al, 2006；孫春在，2013)

樂趣狀態	敘述說明
沉浸	具有良好的感受經驗或遊戲內容所影響，產生知覺壟斷而沉浸在其中的快感。
投入	解決目標與接受挑戰，具有較多的討論思考，因此獲得更多的成就感。
互動	合作與競爭的活動中，因能融入群體產生互動交流，並因此感到愉悅。

表 5、學生在桌遊遊玩過程中的表現行為與參與狀態(作者自行整理)

學生桌遊過程表現行為	
分類	描述說明
無聊 (Boring)	學生除有與遊戲以外的相關行為舉止外，更有明顯不耐煩的情緒反應。
分心 (Distract)	學生未能專注在遊戲過程，偶而有遊戲以外的行為舉止。
提問/聆聽 (Asking/listening)	學生對遊戲相關資訊內容，向教師進行提問/聆聽的行為。
對話 (Communication)	學生有小組間或小組內成員的遊戲相關討論對話的行為。
思辨/抉擇 (Critical thinking/making decision)	學生對遊戲相關資訊內容，具有明顯的爭論與辯駁或進行抉擇判斷的猶豫行為。
主張/立場 (Claim/position)	學生能表達自己的立場與主張或能提供建議說服其他同儕。

學生桌遊參與過程

放棄 (Give up)	學生未參與遊戲過程，明顯不願意再次參與遊戲。對於桌遊明顯感到無所謂，對於任何內、外在動機皆已喪失。
失望 (Disappointed)	學生偶而參與遊戲過程，呈現消極的態度。對於桌遊不再感到好奇心與興趣，但仍願意繼續參與桌遊過程。
探索 (Explore)	學生仍在認識遊戲世界與規則，未能熟練行動。學生具有好奇心與不確定感。
投入 (Attention)	學生能熟悉遊戲規則，並與組內成員合作溝通，採取適當遊戲策略行動。學生能自主討論，願意發展經營而具有成就感。
互動 (Interaction)	學生能與其他小組成員進行交流互動，具有社交活動行為。學生因為想要達成小組任務目標機會的稀缺或迫切性，而進行小組間的社交互動，試圖影響其他小組以獲取的小組利益。
目標 (Goal)	學生能積極表達並展現完成小組任務目標的決心與立場，以獲取最終的勝利，以避免失去小組目前所獲得的成就或地位。

伍、研究設計與方法

本研究的教學目標為讓學生了解生物多樣性的重要性，並且能反思人類與原生種動物、外來種動物三者之間的關係，使用天佑台灣科學桌遊作為教學教材。本篇有三所國民小學參與桌遊教學活動，共計四個場次 102 位國小學生，採用方便取樣形式。其對象為國小三年級至六年級的學童進行 200 分鐘的科學桌遊教學。其桌遊教學的方式與流程為，首先進行 30 分鐘的桌遊背景說明、桌遊規則講解與進行方式以及各小組任務目標的說明確認，確保國小學生能理解此次的教學活動；其次，讓學生實際進行操作遊玩 120 分鐘的桌遊過程，教師僅為主持人角色並未參與介入其中；當桌遊過程結束後，教師將對於桌遊

過程結果與狀況進行 30 分鐘的總結引導討論的教學；最後，保留 20 分鐘讓國小學生填寫開放式的學習單，總共約 5 節課(每節課 40 分鐘)。在桌遊教學結束後，10 位學生自願接受團體訪談，訪談內容針對天佑臺灣桌遊教學的科學概念、遊戲過程、教學方式等的問題，了解國小學童的感受與想法。

Majuri 等人(2018)研究指出，目前遊戲式學習的研究大部分著重在學生的量化表現結果，而鮮少對於遊戲式教學過程與如何達成教學目標的相關研究。曾建銘(2015)研究指出，過於強調總結性評量，對於教師的教學成長與學生能力的均衡發展是不利的。因為臺灣長期以來考試領導教學，僅使用部份的量化成績衡量學生的學

習狀況，這是相當偏頗且不利教師掌握學生的學習狀態。形成性評量相較於總結性評量，更為有利於教師即時調整教學策略，幫助學生在課堂上的學習。為了培養現代學生的科學素養能力，形成性評量與總結性評量應具有同等重要性。因此，本研究不強調使用前測診斷性評量和後測總結性評量，而改以學習單的形成性評量形式，並收集課室錄影資料、教師課室觀察紀錄以及課後訪談紀錄做為研究分析方式，以期能幫助現場教師更了解桌遊的教學應用。

本研究為了解學生的參與狀態與行為表現，針對四個桌遊教學場次中的三個場次進行分析(將分別以 E1、E2、E3 作為區隔表示)。依據前段的分析類別和定義自製編碼表，經過三位科學教育專家確認，由三位研究團隊成員將課室錄影資料分別進行編碼，再以會議方式比對編碼結果，確認具有評分者間一致性。其編碼方式是以小組為編碼分析單位，依據桌遊的階段步驟區分(行動階段、結算階段、事件階段)，桌遊過程採取回合制，因此分別記錄編碼每個小組的回合執行階段與回合等待階段兩部分。這兩部份的參與狀態與行為表現，即表示各小組回合中每個桌遊階段步驟皆固定有 2 筆編碼資料。例如，若有 5 組小組進行，則每個桌遊階段步驟皆會有 10 筆資料。此編碼方式可使不同桌遊階段步驟資料總筆數皆相同，始能進一步的比較不同階段步驟學生的參與狀態與行為表現，例如，此次天佑臺灣桌遊可分為三大階段步驟，行動階段、結算階段、事件階段其編碼各階段的總筆數資料各有 10 筆資料

(每一回合即為 30 筆資料)，若進行四回合則各桌遊階段步驟共有 120 筆資料。由於每次桌遊教學場次的學生數、小組數、遊玩的回合數無法統一，因此使用百分比的形式呈現。例如，共執行四回合的事件階段，學生的對話次數共有 42 次而其總筆數資料為 120 筆，則學生行為表現中的對話項目百分比可計算為 0.35。而學生參與狀態的各項目呈現方式做法亦同。

陸、桌遊結果分析

一、遊戲過程結果

此處僅摘錄其中一個國小場次的桌遊遊玩結果進行範例說明。此次桌遊教學共遊玩六回合，將各小組遊戲過程中的紀錄結果製作成趨勢圖。圖 5 呈現原生種與外來種數量趨勢圖，可幫助學生回顧整體動物的數量變化。圖 5 中顯示外來種動物隨著回合推進是逐步增加的，直到最後一回合外來種數量已達原生種動物數量的一半。學生可確實感受到外來種動物繁殖力強且開始逐步壓迫原生種。圖 5 中的第三回合到第五回合，顯示外來種增長的趨勢圖斜率較其他回合平緩，表示此期間各小組選擇執行防範外來種的繁殖與消滅的行動策略，此趨勢狀況與課室觀察敘述一致，各小組在這幾個回合採取聯盟合作優先攻擊外來種。第六回合的外來種數量增長速度變快，原因在於各小組的合作聯盟破裂。原生種動物數量的狀況，並未有明顯的變化，顯示各小組之間的競爭關係達到穩定平衡，符合自然界動物競爭維持平衡的現象。

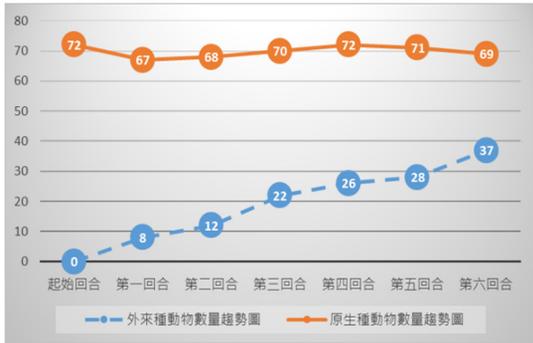


圖 5、原生種與外來種數量趨勢圖

圖 6 顯示各動物族群起始數量與結束回合的長條圖。由於桌遊規則設定各動物族群數量上限為八隻，由圖中可發現部分動物數量比起始回合增長許多，屬於各小組的守護動物，例如：中華白海豚、綠蠺龜、石虎、中華鬻、臺灣寬尾鳳蝶。遊戲過程中，僅有臺灣獼猴滅絕的情形發生。可對照圖 6 各小組遊戲過程積分趨勢圖，顯示第二組於第一回合結束時，分數呈現大幅度的下滑與臺灣獼猴滅絕有關。各小組的起始回合積分高低不同，顯示各小組守護動物數量有差異。位於食物鏈頂端的動物如臺灣黑熊、臺灣雲豹起始數量較少但攻擊力較強；櫻花鉤吻鮭與臺灣寬尾鳳蝶起始的數量較多，但容易遭受攻擊獵食。學生從遊戲中理解食物鏈頂端與低層的數量差異關係，並能理解各原生種動物的生存是困難的、充滿競爭的。其遊戲的積分結果也顯示各小組有確實的進行討論並抉擇行動策略。從遊戲積分(如圖 7 所示)各小組至少能成功守護 1 種臺灣原生種動物獲得 30 分以上(每一種守護動物滿分為 30 分，二種守護動物滿分共 60 分)。學生透過討論抉擇的行為過程能取得良好的行動策略方案。教師可藉由遊戲過程紀錄的整理，

幫助學生回顧遊戲過程中的競爭關係。例如，原生種之間的競爭、原生種與外來種的競爭、人類與原生種的關係、人類與外來種的關係。教師可讓學生發表遊戲過程中發生的事件，並能對照現實生活中的現況提出其想法意見。最終，引導學生了解人類在原生種與外來種之間應扮演的角色與行為。

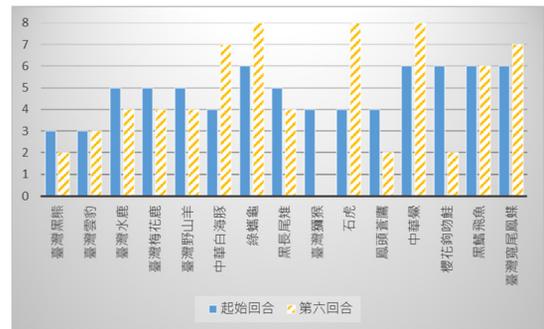


圖 6、動物種族起始數量與結束回合數量長條圖

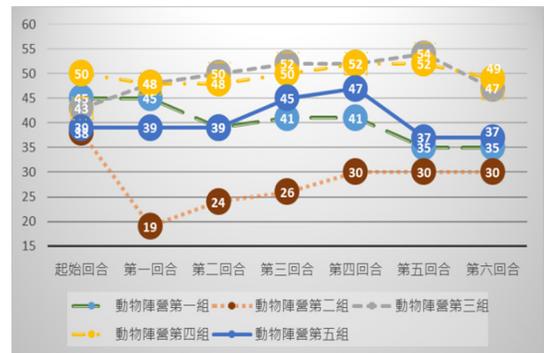


圖 7、各小組遊戲過程積分趨勢圖

二、學生學習單結果

遊戲結束後請學生填答學習單，以開放性問題的形式請國小學生針對遊戲中的原生種與外來種的想法。本研究取得 102 位國小學生填答，經研究團隊編碼分析結果如下 (如圖 8、圖 9、圖 10)。

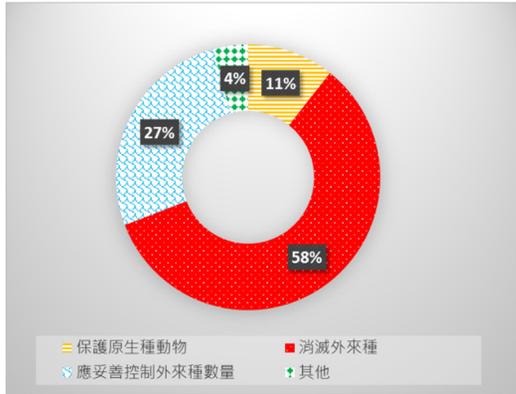


圖 8、遊玩後學生提出對生物保育的做法

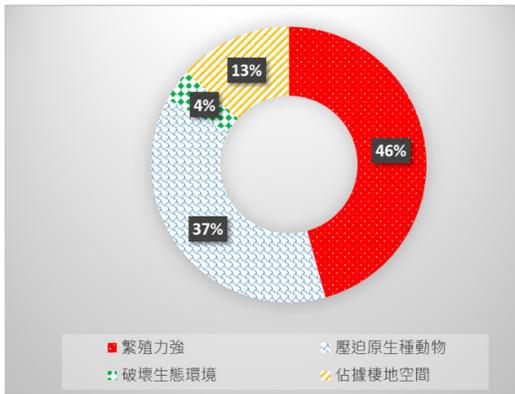


圖 9、遊玩後學生對外來種動物的感受

本段落說明開放式問卷學習單的題目詢問 1. 國小學生在天佑臺灣科學桌遊遊玩過程中，原生種動物遇到的困境與威脅為何？應採取何種應對方式？2. 遊玩天佑臺灣桌遊後，對於外來種動物在桌遊過程中有什麼感受想法？3. 遊玩天佑臺灣科學桌遊後，個人的感受與想法為何？如圖 8 結果顯示，大部份國小學生(58%)認為應採取積極消滅外來種動物。桌遊教學過程中，教師補充說明外來種不一定等於入侵種，遊戲規則設定外來種登陸的初期學生無法選擇操控人類攻擊外來種動物，直到外來種繁殖數量壓迫原生種時才會被視為入侵種，才得以被人類選擇攻擊。因此，國小學生遊玩天佑臺灣桌遊後，對於外來入侵

種動物對原生種動物的威脅有清楚的認識，知道應積極面對處理外來種動物的問題。其次約 27%的國小學生認為既然無法完全消滅外來動物也無法完全避免外來種的入侵，則應採取控制外來種數量的做法，以避免外來種動物數量過多而威脅到原生種動物。11%的學童認為應更積極保護原生種動物的做法，避免原生種動物受到外來種與人類的破壞與威脅，例如，人工繁殖、保護棲地等等。圖 9 顯示學生遊玩後對於外來種動物的感受，大部分的學生(46%)認為外來種具有繁殖力強的特性，而 37%的學生認為外來種動物隨著時間的演進，將會不斷壓迫原生種動物成為入侵種動物，13%的學生認為外來種會佔據原生種的棲地空間，使原生種的棲地環境空間愈來愈小。

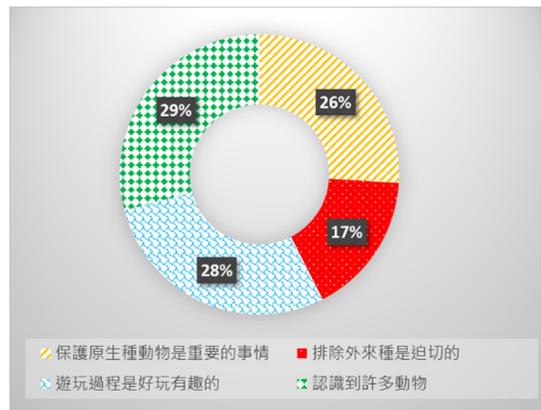


圖 10、學生遊玩天佑臺灣科學桌遊後的感受與想法

圖 10 表示學生對於遊玩後的感受與想法。約有 29%的國小學生感受到天佑臺灣科學桌遊能學習認識的許多臺灣原生種動物，能認識到臺灣原生種動物的分佈位置、特徵、食性與生活習性。有 28%的學

生提到天佑臺灣桌遊是非常有趣好玩的，並願意持續的遊玩，顯示此桌遊設計帶給國小學生的遊戲體驗感受是正面的。有 26% 的學生遊玩後覺得保護原生種動物是重要的。學生在遊戲過程中，能感受到臺灣原生種動物面臨到許多的威脅與困境。例如，來自外來種的威脅、人類破壞環境、原生種之間的生存競爭。剩下 17% 的學生感到排除外來種是迫切的。可得知學生能透過桌遊教學的體驗與實際動手操作，進而感受到外來種對原生種的危害與關係。從學習單的結果顯示，天佑臺灣科學桌遊的設計，確實能讓國小學生感受到原生種與外來種的競爭關係，並且能讓學生意識到外來種對原生種的威脅與潛在危機問題。使用桌遊教學能讓國小學生實際參與生物多樣性的相關議題的歷程變化與關係，讓學生彼此能充分表達並抉擇而產生桌遊中的行動與行為改變，而不是僅從書本、影片被動的獲取資訊。透過桌遊的教學能讓學生主動的探索並透過團隊的討論與交流互動建構屬於自己的認知概念與學習模型。

柒、天佑臺灣桌遊的教學過程

一、教師課室觀察紀錄

課室觀察紀錄以各遊戲階段區分，分別為討論階段、發表抉擇階段、行動階段、生存結算階段。由於課室觀察紀錄資料眾多，以其中一場次的科學桌遊教學紀錄作為範例，每場次分成 4~5 個小組，每小組約 5~6 人。以下各段課室觀察紀錄資料項目顯示時的代碼符號[XXX-XX-XX]，代表訪談錄影資料的[時間-地點-序位]。

在[遊戲背景與規則介紹]的課室觀察紀錄：

天佑臺灣桌遊進行的方式，與一般商業桌遊形式不同，採取全班共同遊玩一套桌遊，各玩家則由學生小組擔任。為增加小組學生的投入感與參與感，教師在遊戲開始前先分配小組內成員的任務角色，讓每位學生皆參與任務執行。學生普遍對於影片與遊戲規則能保持高度專注與投入，但無法持續太久，因此，授課教師僅需說明大致的遊戲流程與階段。本研究不建議在遊戲介紹說明時講解細部遊戲規則，容易使學生失去耐心與興趣，重要的是給予學生明確的任務目標，並有時間確認現況，才能讓學生提高興致與投入感。以下是教師在[遊戲背景與規則介紹]課室觀察記錄摘錄：

授課教師在桌遊開始前，先進行天佑臺灣科學桌遊的遊戲背景介紹，並以新聞時事短片臺灣苗栗石虎與日本西表山貓的生物保育議題作為引起動機，並表示沒有標準答案與對錯。學生對於影片觀看十分專注，能理解此次天佑臺灣科學桌遊與生物保育議題有關。教師先進行各小組人員的任務分配，組長、發言人、執行者、紀錄員、會計師，讓小組內同學能各司其職。當各小組學生自願擔任各角色完成討論後，授課教師開始講解遊戲任務目標與遊戲規則與流程階段。大部分學生皆能專注聆聽遊戲規則，少部分學生被桌遊配件吸引而分心。接著，學生各小組組長從授課教師隨機抽取 2 張任務目標卡，確認各小組守護

的 2 種臺灣原生種動物。教師給予學生時間確認各小組守護的目標動物的狀況與位置，並請紀錄的學生進行紀錄。待教師確認各小組皆已準備好後，才開始進行遊戲。[190422-ZG-A-00]

國小學童在[討論過程]的表現敘述紀錄：

討論過程包含四個行為過程：1.確認任務目標的內容與需求，小組學生一開始獲得兩張守護原生種動物目標卡，並了解其任務目標為使守護的原生種動物生存到最後，並且能使守護動物的族群壯大，以獲取最高積分；2.收集可能的現況資訊，學生能針對與守護動物相關的資訊進行交流，並試圖詮釋目前所面臨的現況；3.構思其行動策略，收集現況資訊與構思行動策略常是並行的，課室紀錄中觀察到學生在分享情報時會接續提出個人的想法與策略，並嘗試說服小組其他成員支持；4.判斷行動策略的優先順序，從課室紀錄資料中發現，各組學生皆有 1~2 位學生主動提出想法與行動策略(通常為小組內投入參與程度最高的學生會提出)，並試圖說服其他組員並詢問是否同意此行動策略，獲得最多認同的行動策略則會被視為最優先順序。以下是教師在[討論過程]課室觀察記錄摘錄：

此發表過程由起始玩家小組開始，各小組發言人代表小組輪流發言，將討論過程中各小組成員的想法、行動策略的共識發表出來，決定該回合小組的行動與策略。小組發言人，拿著指揮棒指

的遊戲地圖上面的動物，發表小組的行動策略(移動、攻擊、繁殖、使用技能卡)。每小組皆有二個行動點使用，學生依據行動選項進行搭配組合。回合過程中，觀察到小組發言人常會需要跟組員再次確認行動目標的選擇是否正確的行為。或者，因為上一組的行動結果，改變在討論階段的共識而再次討論決定新的行動。[190422-ZG-A-02]

國小學童在[行動階段]的表現敘述紀錄：

各小組學生對於行動結果資訊的反饋，得以驗證此次的行動策略是否達到預期目標。從學生的行為表現中可看到，他們會為了確保公平性而主動關注其他小組的行動結果，並藉此重新評估情勢。部份學生為了守護小組的動物族群數量，而想辦法轉移其他小組的攻擊或行動目標，願意主動提供分析不同的意見想法以說服其他小組更改行動策略。小組間會自主進行多次的交換情報與溝通討論，針對現況的評估提出新的想法，成為下一輪新回合的行動策略方案。以下是教師在[行動階段]課室觀察記錄摘錄：

此階段在桌遊過程中學生的互動性最高，各小組擔任執行者的學生將依據小組發言人發表的行動策略進行執行的動作。執行者於教室後方執行攻擊行動-擲骰決定攻擊成功或失敗。每次擲骰的行為會引起其他小組的注意，其他小組主動確認擲骰結果。在此階段甚至有小組主動要求協商、結盟、出主意，企圖

影響改變執行者的行為。部份小組因此改變行動策略，聽從其他小組的建議。許多小組在回合等待時，觀察其他小組的行動結果而自主進行多次的討論，並能即時修正小組的行動策略而非等到討論階段時才討論。[190422-ZG-A-03]

國小學童在[結算階段]的表現敘述紀錄：

結算階段的外來種繁殖與外來種入侵事件，可讓學生體會外來種對原生種的威脅。當增加新的外部訊息與問題，迫使各小組再次討論抉擇新的行動策略。在此次的觀察紀錄中發現，從原本的小組各自獨立內部討論分享，轉變成小組間的合作聯盟，顯見各小組改變策略將共同對抗外來種視為優先的任務目標。但是當教師宣告最後一回合時，各小組為了爭求最終勝利，又將小組任務目標回歸到競爭生存，形成原生種動物之間的競爭與攻擊。以下是教師在[結算階段]課室觀察記錄摘錄：

當所有小組完成行動階段後，即進入結算階段。每次的結算階段都會進行外來種的繁殖與外來種的入侵事件。學生明顯感受到外來種的繁殖力強的現象，外來種動物逐漸擴散壓迫附近的原生種動物，使各小組守護的原生種動物被移除場外。當完成外來種繁殖與外來種入侵後，教師請各組學生紀錄目前小組守護動物的數量進行結算確認。各小組其他成員主動幫助擔任紀錄同學的守護目標動物的資訊提供外，並會主動分享場面上其他動物的狀況(非小組守護的原

生種動物)並進行觀察分享的討論。當學生發現外來種逐漸壓迫原生種動物現象後(第二回合的結算階段)，開始小組間的自主聯盟與協商，並再次討論分配任務目標，各小組優先攻擊排除外來種動物的共識。經過短暫數回合(持續3回合)的組間聯盟合作，教師告知為最後一回合時聯盟瞬間崩解，成為兩大陣營的對抗。[190422-ZG-A-04]

二、桌遊教學過程編碼結果

本研究為了解桌遊教學過程中學生的參與狀態與行為表現，以小組為單位進行課室錄影編碼。分析使用三個國小場次的桌遊教學錄影資料，分別以 E1、E2、E3 做為代表。其中 E1、E2 由同一位授課教師主持桌遊教學，各進行四回合的桌遊過程；E3 場次為另一位授課教師進行桌遊教學主持，共進行六回合。如表 6 所示，經過百分比轉換，將各個桌遊階段步驟學生的參與狀態的比例有幾項趨勢：1.學生參與狀態為投入的比例分別在事件階段、行動階段、結算階段皆達到 70%以上(0.74、0.71、0.72)，表示學生在桌遊教學過程中有許多小組內部的討論制定行動策略或交換情報的狀態，顯示國小學生享受投入在桌遊教學過程中。2.國小學生在回合等待的時候，具有比較多的小組間的互動與交流，而不是在執行階段的時候，例如在行動階段與結算階段的回合等待(分別平均 0.14、0.12)。3.不同的授課教師主持桌遊教

學具有不同的比例結果，例如，事件階段，E1、E2 的探索參與狀態皆為 0.34，而 E3 場次的探索參與狀態僅有 0.08 其比例相差懸殊。因此 E1、E2 學生的投入狀態較 E3 場次學生的投入狀態比例減少。此結果的解釋如賴慶三、王錦銘(2010)研究指出，教師在遊戲教學過程當中扮演重要的角色，授課教師是影響整個教學成效的關鍵。4.

國小學生達到目標的參與狀態是不容易的，比例不超過 10%，且通常只發生在桌遊教學的最後一回合才具體表現出完成任務目標的參與狀態，表示國小學生不願意過早暴露任務目標，擔心被其他小組針對攻擊。5.大部份的學生處於投入與互動的比例較高，顯示他們能快速進入桌遊的情境，並與小組同儕討論交流。

表 6、國小學生桌遊教學的小組參與狀態比例狀況表

		小組參與狀態											
事件階段		放棄		失望		探索		投入		互動		目標	
		執行	等待	執行	等待	執行	等待	執行	等待	執行	等待	執行	等待
事件階段	E1	0	0	0	0	0.17	0.17	0.27	0.33	0.07	0	0	0
	E2	0	0	0	0	0.17	0.17	0.33	0.27	0	0.07	0	0
	E3	0	0	0	0	0	0.08	0.47	0.42	0.03	0.00	0	0
	平均	0	0	0	0	0.08	0.13	0.38	0.36	0.03	0.02	0	0
	總計		0		0		0.21		0.74		0.05		0
行動階段	E1	0	0	0	0	0	0	0.48	0.38	0.03	0.13	0	0
	E2	0	0	0	0	0.03	0.08	0.35	0.28	0.00	0.15	0.13	0
	E3	0	0	0	0	0.02	0.02	0.33	0.33	0.08	0.15	0.07	0
	平均	0	0	0	0	0.01	0.03	0.38	0.33	0.04	0.14	0.06	0
	總計		0		0		0.04		0.71		0.18		0.06
結算階段	E1	0	0	0	0	0	0	0.30	0.25	0.13	0.25	0.08	0
	E2	0	0	0	0	0	0.13	0.50	0.20	0.00	0.18	0	0
	E3	0	0	0	0	0	0.08	0.43	0.42	0.07	0.00	0	0
	平均	0	0	0	0	0	0.07	0.41	0.31	0.06	0.12	0.02	0
	總計		0		0		0.07		0.72		0.18		0.02

表 7 呈現 E1、E2、E3 場次學生在桌遊教學中的行為表現比例狀況。分析結果可歸類出以下幾點：1.國小學生願意主動表達自我主張是困難的，僅有在行動階段有出現過(平均 0.02)。2.國小學生出現思辨/抉擇的行為通常位於行動階段的第三回合或第四回合以後，隨著桌遊資訊的增加需考慮的面向變多，而逐漸開始產生猶豫與抉擇的情形。3.國小學生在桌遊進行較多回合數會出現分心的行為，例如，E3 場次共進行六回合，而 E1、E2 場次進行四回合，E3 編碼到分心的次數較多(0.08)。4.

國小學生的對話行為表現皆有較高的比例，例如事件階段平均 0.46、行動階段平均 0.73、結算階段平均 0.49。顯示此桌遊能刺激學生產生對話進行討論交流以制定行動策略。5.國小學生提問/聆聽比例在不同階段有不同的意義。事件階段(平均 0.50)顯示國小學生聆聽授課教師主持事件的發生以及桌遊規則的詢問；結算階段的提問/聆聽的行為較多為國小學生主動詢問行動策略的可行性。結算階段使用圖表針對行動階段的行為給予回饋，各小組受到新的資訊回饋，因而促進學生對行動策略的制定與討論。

表 7、國小學生桌遊教學的小組行為表現比例狀況表

		小組行為表現											
		無聊		分心		提問/聆聽		對話		思辨/抉擇		主張	
		執行	等待	執行	等待	執行	等待	執行	等待	執行	等待	執行	等待
事件階段	E1	0	0	0	0	0	0.50	0.50	0	0	0	0	0
	E2	0	0	0	0	0	0.50	0.50	0	0	0	0	0
	E3	0	0	0.08	0	0	0.50	0.42	0	0	0	0	0
	平均	0	0	0.04	0	0	0.50	0.46	0	0	0	0	0
	總計	0		0.04		0.50		0.46		0		0	
行動階段	E1	0	0	0	0	0.13	0.18	0.35	0.33	0.03	0	0	0
	E2	0	0	0	0	0.05	0.08	0.23	0.43	0.18	0	0.05	0
	E3	0	0	0	0.02	0.03	0.03	0.37	0.45	0.08	0	0.02	0
	平均	0	0	0	0.01	0.06	0.09	0.32	0.41	0.09	0	0.02	0
	總計	0		0.01		0.15		0.73		0.09		0.02	
結算階段	E1	0	0	0.03	0	0	0.50	0.48	0	0	0	0	0
	E2	0	0	0	0	0	0.50	0.50	0	0	0	0	0
	E3	0	0	0	0	0	0.50	0.50	0	0	0	0	0
	平均	0	0	0.01	0	0	0.50	0.49	0	0	0	0	0
	總計	0		0.01		0.50		0.49		0		0	

捌、訪談結果

本研究在桌遊教學結束後進行團體訪談，由 10 位自願接受訪談的國小學生組成 (4 位女生與 6 位男生)。以下摘錄部分學生的訪談內容，除訪談錄影資料的行政編碼外，個別學生編碼以 G 開頭者為女生，B 為男生。

訪談過程中顯示，國小學生對於天佑臺灣遊玩後印象最深刻的是各小組間互動的過程。小組間的合作與競爭關係，在遊戲過程中完全由學生自主的發展，建構出小組間的交流與協商模式，形成屬於天佑臺灣科學桌遊的學習心智模型。各小組學生能在互動交流中熟悉桌遊的運作模式與機制，因而產生良好的遊戲感受經驗。B2 與 B6 學生提到原生種與外來種的認知概念，可確認學生能在遊戲過程中產生概念過程的模型，逐漸理解人類、原生種、外來種之間的關係。學生能覺知其行動策略會產生不同的問題威脅，而導致不同的結果現象。

[190426-ZG-01]

G1：我印象最深刻的是遊戲過程中的互動交流。因為我們聯合另一小組共同攻擊福壽螺(外來種動物)，並成功消滅牠。

G2：我也對遊戲過程示印象深刻的。從一開始是 5 個小組各自獨立競爭，但後面變成 3 對 2 兩個陣營在互相競爭對抗。因為遊戲過程中，有 1~2 組特別厲害，需要聯合其他小組一起攻擊。

B1：我對於遊戲中的技能卡印象最深刻。這個機制可以讓桌遊變得更好玩，並且能增加小組間的互動與溝通。

B2：我們不能夠一直攻擊獵殺相同的動物種族，因為很容易導致這種動物滅絕。例如，臺灣獼猴就被我們滅絕了。

B6：我們不應該只專注在原生種動物上面，也應該關注外來種動物的繁殖狀況....它最後會變成失控的情形。

訪談過程中，請學生說出從天佑臺灣桌遊學習到的生物相關知識，學生能明確的表達出外來種對於原生種的關係與威脅，顯示此桌遊的設計確實能模擬臺灣原生種與外來種競爭的模型。G2、G3、B2 三位同學提到人類面對外來種、原生種動物扮演著關鍵角色，能左右外來種與原生種的生存狀態，顯見他們認同在生物保育當中人類的行為與選擇是非常重要的。本研究透過遊戲機制的設定，讓學生理解原生種、外來種、人類三者之間的關係，而此三者間複雜綜合的關係亦符合科學學習模型的綜合模型。

[190426-ZG-02]

T：你們在遊戲過程中學習到哪些生物相關的知識或關係?(請舉例印象最深刻的)

B6：認識新的外來種，外來種會壓迫原生種導致原生種死亡。

G3：我真的覺得外來種很可惡，他們會讓原生種一直死掉。應該要把外來種動物殺光光。

B2：我覺得需要依靠人類來控制防範外

來種。

B4：因為人類科技比較發達。

T：為何我們不讓自然界順其自然就好，讓外來種與原生種互相競爭？

G2：因為外來種動物比原生種動物更強勢，牠會霸凌我們的原生種動物。

此段訪談內容顯示學生對於桌遊教學的感受是有趣的、投入感強。無論男學生或女學生都感到時間的扭曲，覺得遊玩過程時間過得非常迅速而意猶未盡。*G2* 學生更形容連續三節課的遊玩時間像一眨眼就過去了。許多學生提到因為他們非常專注在遊戲的互動過程中，才體會到時間過得很快。*G1*、*B6* 學生認為傳統的教學讓他們感到無聊，而在桌遊教學過程中反而更為認真。值得一提，學生在訪談過程中，皆形容他們自己正在玩遊戲，並未察覺到科學桌遊活動是要教導生物多樣性相關議題的概念，但卻能夠在訪談中說出遊戲中隱含的科學概念，顯示在遊戲中學習科學，更能夠幫助他們重新建構組織自己的想法而產生學習效果，因而願意投入桌遊教學方式。

[190426-ZG-00]

G1：我覺得時間過得非常快，因為我非常專注在遊戲上面

G2：對！覺得時間過得非常快，一眨眼三節課就過去了。

T：桌遊教學跟一般上課教學，妳會跟平時上課的專注度不一樣？

G1：一般的上課讓我覺得時間過得非常慢。因為一般上課讓我覺得很無

聊!!但是我在玩桌遊的時候感覺時間過得非常快，因為我覺得非常有趣，我很專注在桌遊過程當中。

B2：我覺得遊玩過程的時間過得非常快，因為我很投入在桌遊過程裡面，想要保護原生種動物。

B6：我覺得桌遊過程的時間是變快的，因為專注在遊戲上，比上課認真。

B3：我也覺得時間過得很快。因為沒有在上課覺得非常有趣。

G2：非常好玩，桌遊的機制非常有創意，不像以前玩過的桌遊。

玖、結論與建議

一、生物多樣性桌遊的設計

本研究使用鄭秉漢等人(2019)提出的模型化科學桌遊設計，具有科學概念的系統結構、桌遊科學模型、桌遊組成結構，使能設計出適合國小學生程度的生物多樣性概念桌遊，能有效具體的呈現教學目標。科學桌遊的設計應提供學生團隊合作、溝通表達、做抉擇等的培養機會。從本研究結果中，各小組皆能符合各自的任務目標並完成解決所面臨的問題，並選擇適合的抉擇方案與行動策略。透過遊戲競爭的桌遊機制，讓獲得最高積分者的小組，展現出其做抉擇的能力與行動方案更優於其他小組的表現。本研究與其他桌遊研究者的看法一致，桌遊教學確實可以幫助國小學生培養高層次思考能力 (盧秀琴、施慧淳，2016；盧秀琴、陳亭昀，2018；盧秀琴、林毓哲，2018；鄭秉漢等人，2019；Cheng et al., 2019；Tsai et al., 2019)。

二、國小學生桌遊過程的參與狀態與行為表現

從課室錄影資料編碼分析結果顯示，不同的教師主持同一款桌遊會使國小學生有不同的參與過程與行為表現。本研究認為欲達到良好的桌遊教學成效，授課教師應了解桌遊的運作方式以及了解該款桌遊的主持方式才能維持相同的效果。其次，學生在桌遊教學過程中可區分為回合執行、回合等待兩部份，國小學生的參與過程與行為表現具有明顯的差異，國小學生在回合等待時反而有較多的小組間互動與交流，而不是回合執行的時候。最後，在結算階段得到新的回饋資訊時，學生會主動詢問細部桌遊規則與擬定行動策略的可行性，因此，建議授課教師可佈置情境引起學生對桌遊主題的興趣，學生在遊戲過程中就會主動詢問規則細節，而非一開始完整詳細的說明桌遊規則。

三、國小學生的桌遊遊玩結果與學習成效

經過課室紀錄、學習單、團體訪談等方式可確認使用天佑臺灣桌遊的教學是有效的。桌遊教學能讓國小學生感受到原生種與外來種的競爭關係，並且能強烈感受到外來種對原生種的壓迫以及威脅。在桌遊的教學過程中，國小學生具有良好的互動溝通與抉擇思考，表示桌遊教學不僅能幫助學生學習科學知識與概念，亦能夠培養學生的科學素養能力。從國小學生遊玩的桌遊結果可得知，各小組學生有努力解決達成任務目標過程中所出現的問題，

並且能藉由擬定新的行動策略去解決它。本研究認為桌遊與其他遊戲式教學最大不同在於遊戲過程，人與人之間面對面的交流互動是桌遊的最大特點，透過交流互動產生學習並建構學生自己的學習科學模型。

最後，本研究對於未來的桌遊設計與教學應用的研究，應朝向更多元不同主題的科學概念內容並與課程學習內容和生活情境連結，著重在科學素養能力的培養而非強調科學知識的結構傳授。其次，善用桌上遊戲的高互動性進行適當的科學桌遊主題設計，讓學生能在桌遊中產生互動與交流建構自己的想法與感受，而產生學習效果。

致謝

特別感謝本研究獲得兩個計劃經費的支持，分別為科技部計畫(MOST 107-2511-H-003-020-MY2)以及國立臺灣師範大學－教育部高等教育深耕計畫－學習科學跨國頂尖研究中心的經費補助。

參考文獻

- 林慧容、盧秀琴(2005)。生物多樣性主題融入戶外教學之研究--以臺大農場水生池及傳園為例。*環境教育學刊*，4，131-157。
- 周郁凱著；王鼎鈞譯(2017)。*遊戲化實戰全書*。臺北市：商周，城邦文化出版。
- 孫春在(2013)。*遊戲式數位學習*。臺北市：高等教育，高等教育文化出版。
- 教育部(2018a)。十二年國民基本教育課程綱要國民中小學暨普通型高級中等學校自然科學領域 https://www.naer.edu.tw/ezfiles/0/1000/attach/63/p ta_18538_240851_60502.pdf
- 教育部(2018b)。十二年國民基本教育課程綱要國民中小學暨普通型高級中等

- 學校綜合活動領域 https://www.naer.edu.tw/ezfiles/0/1000/attach/23/p ta_18531_5238547_60214.pdf
- 許世璋、林宜君(2005)。太魯閣國家公園兒童環境教育館遊客參觀偏好與行為特性之研究。**博物館學季刊**, 19(2), 41-64。
- 梁福鎮(2015)。當前臺灣生態教育的問題與對策。**教育科學期刊**, 14(2), 71-105。
- 郭實淪(2000)。現代科技在教學上之應用與生態教育理念之推動產生的兩難。**歐美研究**, 30(2), 111-144。
- 郭實淪(2010)。從生態素養到生態智慧。**環境教育研究**, 8(1), 43-62。
- 曾建銘(2015)。21 世紀評量的發展趨勢。**國家教育研究院教育脈動電子期刊**, 1, 1-7。
- 鄭秉漢、李文學、張俊彥(2019)。模型化科學桌遊。**科學教育月刊**, 419, 20-38。
- 賴慶三、王錦銘(2010)。科學玩具遊戲教學對國小五年級學生學習成效之研究。**科學教育研究與發展季刊**, 56, 29-52。
- 賴慶三、許凱琳(2010)。國小五年級學生生物多樣性科學學習之研究。**朝陽人文社會學刊**, 8(2), 243-266。
- 賴慶三(2013)。國小四年級學生自然保育學習之研究。**南台人文社會學報**, 9, 1-27。
- 賴慶三、林秀蕤(2011)。國小四年級學生潮間帶生物多樣性學習成效之研究。**人文暨社會科學期刊**, 7(1), 15-24。
- 全國法規資料庫(2010)。環境教育法。檢自 <https://law.moj.gov.tw/LawClass/LawAll.aspx?PCode=00120001>
- 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、施慧淳(2016)。玩「昆蟲大富翁」遊戲培養國小學童的科學過程技能。**科學教育學刊**, 24(1), 1-30。
- 盧秀琴、陳亭昀(2018)。研發 [生態總動員] 桌遊教具以培養學生的環境素養。**臺中教育大學學報: 數理科技類**, 32(2), 79-104。
- 盧秀琴、林毓哲(2018)。國小教師開發 [昆蟲桌遊教具] 以增強學童 [沈浸經驗, 科學過程技能]。**課程與教學**, 21(1), 105-131。
- 盧秀琴、彭文萱(2007)。外來種生物繪本電子書教學應用之研究。**臺北市立教育大學學報**, 38, 33-64。
- Ang, C. S., Avni, E., & Zaphiris, P. (2008). Linking pedagogical theory of computer games to their usability. *International Journal on E-Learning*, 7(3), 533-558. Retrieved from <https://www.learntechlib.org/p/24229/>
- BoardGameGeek. (2018). Board Game Mechanics. Retrieved from <https://boardgamegeek.com/browse/boardgameamemechanic>
- Carr, D., Buckingham, D., Burn, A., and Scott, G. (2006). *Computer Games: Text, Narrative and Play*. Cambridge: Polity Press.
- Cheng, P. H., Yeh, T. K., Tsai, J. C., Lin, C. R., & Chang, C. Y. (2019). Development of an issue-situation-based board game: A systemic learning environment for water resource adaptation education. *Sustainability*, 11(5), 1341-1357. doi: 10.3390/su11051341
- Csikszentmihalyi, M. (2014). *Flow and the foundations of positive psychology*. Dordrecht: Springer.
- Gee, J. P. (2007). Good video games+ good learning: Collected essays on video games, learning, and literacy. New York: Peter Lang. doi:10.19173/irrodl.v8i3.498
- Goon, M. (2011). Peacekeeping the Game. *International Studies Perspectives*, 12(3), 250-272. doi: 10.1111/j.1528-3585.2011.00431.x
- Harrison, A. G., & Treagust, D. F. (2000). A typology of school science models. *International Journal of Science Education*, 22(9), 1011-1026. doi: 10.1080/095006900416884.
- Hsu, C. L., & Lu, H. P. (2004). Why do people play on-line games? An extended TAM with social influences and

- flow experience. *Information & Management*, 41(7), 853-868. doi: 10.1016/j.im.2003.08.014
- Li, M. C., & Tsai, C. C. (2013). Game-based learning in science education: A review of relevant research. *Journal of Science Education and Technology*, 22(6), 877-898. doi:10.1007/s10956-013-9436-x
- Majuri, J., Koivisto, J., & Hamari, J. (2018). *Gamification of education and learning: A review of empirical literature*. In Proceedings of the 2nd International GamiFIN Conference, GamiFIN 2018. CEUR-WS. Retrieved from <https://reurl.cc/z8z9Ry>
- New Media Consortium. (2005). The Horizon Report – 2005. Retrieved from https://www.nmc.org/pdf/2005_Horizon_Report.pdf
- New Media Consortium. (2006). The Horizon Report – 2006 Edition. Retrieved from https://www.nmc.org/pdf/2006_Horizon_Report.pdf
- Prensky, M. (2001). Fun, play and games: What makes games engaging. *Digital Game-Based Learning*, 5, 1-5. Retrieved from <http://www.autzones.com/din6000/textes/semaine13/Prensky%282001%29.pdf>
- Squire, K., & Jenkins, H. (2003). Harnessing the power of games in education. *Insight*, 3(1), 5-33. Retrieved from <https://reurl.cc/d05Zn2>
- Tindale, R.S., & Winget, J. R. (2019). *Group decision-making*. In Oxford Research Encyclopedia of Psychology. doi:10.1093/acrefore/9780190236557.013.262
- Tsai, J. C., Cheng, P. H., Liu, S. Y., & Chang, C. Y. (2019). Using board games to teach socioscientific issues on biological conservation and economic development in Taiwan. *Journal of Baltic Science Education*, 18(4), 634-645. doi:10.33225/jbse/19.18.634
- Tsai, J. C., Chen, S. Y., Chang, C. Y., Liu, S. Y. (2020). Element enterprise tycoon: playing board games to learn chemistry in daily life. *Education Sciences*, 10(3), 48-58. doi:10.3390/educsci10030048
- UNESCO (2005). *United Nations decade of education for sustainable development, 2005-2014: Draft international implementation scheme*. Retrieved from <http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001399/139937e.pdf>
- Yusof, S. A. M., Radzi, S. H. M., Din, S. N. S., & Khalid, N. (2016). *A study on the effectiveness of task manager board game as a training tool in managing project*. Paper presented at the AIP Conference Proceedings. doi: 10.1063/1.4960914

投稿日期：108年10月24日

接受日期：109年5月20日

Design and Teaching Application of the Biodiversity Scientific Board Game for Elementary School Students

Jen-Che Tsai¹, Ka-Chon Chan¹, Pei-Chi Chen¹, Shiang-Yao Liu^{1*},
and Chun-Yen Chang^{123*}

¹Graduate Institute of Science Education, National Taiwan Normal University

²Department of Earth Science, National Taiwan Normal University

³ Science Education Center, National Taiwan Normal University

Abstract

Understanding the concept of biodiversity and its relevant issues is important for elementary school students. In addition to the scientific knowledge of biodiversity, the issues should be connected to students' living contexts and societal situations. This study designed and used a scientific board game in classroom teaching, in attempt to helping elementary school students to understand the problem of invasive species threaten to native ecology and the urgency of environmental conservation in Taiwan. The interactive and joyful nature of board games allow elementary school students to learn to deal with the dilemmas and threats faced by native species. Students work in group to collect and exchange information, and through discussion and negotiation, they decide an action strategy to solve problems and complete task goals. During the board game teaching process, the empirical data including classroom observations, classroom videos, learning sheets, and group interviews were collected and analyzed in order to provide references for field implementation. A total of 102 elementary school students have participated in 4 sessions of 200-minute board-game instruction. The results show that almost all of the students could maintain focus and interest for a long period of time in the classroom, and their learning outcomes were effective. Classroom observation records reveal that board game instruction indeed triggered students' motivation to actively solve problems and cooperate with team members. Classroom video coding analyses also suggest that different host teachers could make students perform the gaming behaviors differently, presenting in the execution and waiting stages of game rounds.

Keywords: biodiversity, scientific board games, board-game based teaching

* corresponding author