

# 因應教育需求的防災桌遊之設計與推廣

## Design and Promotion of Disaster-Prevention Board Game to Meet Education Needs

鄭秉漢 Ping-Han Cheng<sup>\*</sup>

葉庭光 Ting-Kuang Yeh<sup>\*\*</sup>

張俊彥 Chun-Yen Chang<sup>\*\*</sup>

### 摘 要

本研究目的在設計並應用系統性情境模擬桌上遊戲，以滿足防災議題教育推廣的需求。在臺灣，颱風的強降雨所引起的複合式災害，常常造成重大傷亡，其防範已為教育推廣的主軸；為了達到防災策略的學習與運用，責任態度與策略規劃的學習應更甚於單純的知識理解。研究依循議題系統概念轉換至遊戲操作的設計原則，透過角色扮演、勝利目標和回饋機制，發展了一套基於 5E 學習的複合性災害與防災主題之桌遊。也基於 5E 學習發展遊戲推廣模式：引導參與者從現實投入到遊戲世界、在遊戲中探索與防災相關的角色課題以及跨域合作的防災措施、解釋遊戲的經驗、精緻所學到生活、評鑑學習表現。初步的研究結果顯示，在 1 個小時的遊戲推廣過程中，參與者能逐步學習和展現資訊判讀、跨域合作和地區總體規劃之行動，也能理解應對複合災害的防災措施，並感受防災的重要性的對防災之責任。此研究提供了基於 5E 的系統情境桌遊之設計和推廣參考，以促進跨領域防災態度和行為。

**關鍵詞：**防災教育、複合性災害、情境模擬、桌上遊戲

---

<sup>\*</sup>國立臺灣師範大學科學教育中心，博士後研究員。

<sup>\*\*</sup>國立臺灣師範大學海洋環境科技研究所，教授。

<sup>\*\*</sup>國立臺灣師範大學科學教育中心，主任（通訊作者：changcy@ntnu.edu.tw）。

## Abstract

This study focuses on the design, application, and promotion of systematic situational-simulated board games to meet educational disaster prevention needs. In Taiwan, disaster prevention has become a focal educational goal as disasters caused by extreme rainfall within the typhoon often bring about heavy casualties. In this study, we developed a game with the theme of complex disaster prevention based on the design principles of systemic concept conversion to game operation. This simulated game is designed based on the 5E learning model through board game features, such as role-playing, victory goals, and feedback mechanisms. We promoted the 5E game model in which participants: 1) engage from reality to the simulated world, 2) explore roles' topics and cross-domain cooperation related to disaster prevention in the game, 3) explain the prevention experience, 4) elaborate game experience into life, 5) evaluate their learning performance. The pre-study result shows that during the 1-hour game promotion, participants could gradually perform the activities of information interpretation, cross-domain cooperation, and prevention planning, which are education needs and usually learning difficulties. Participants are enabled in understanding the importance, response, and responsibility for disaster prevention. This study provides that 5E-based systematic situational-simulated board games and promotion, designed with 5E learning, can promote cross-domain disaster-prevention attitudes and behaviors.

**Keywords:** Disaster prevention education, Complex disaster, Situational simulation, Board games.

## 壹、緒論

### 一、臺灣防災推動與推廣

颱風是對臺灣具有高度致災性的天然災害之一，臺灣處於熱帶與副熱帶區域，平均每年會有 5 個颱風侵襲臺灣，颱風造成的人員、財物損傷空間尺度之

大，讓國人們飽受其害（中央災害應變中心，2020；內政部消防署，2020）；例如，2009年莫拉克颱風造成近700人傷亡，將近2,000億元經濟損失；2008年辛樂克颱風則讓農產和設施損失達9億元。為降低災害衝擊，政府成立相關防災部門，例如中央災害應變中心、國家災害防救科技中心等單位，極力推動災害模擬、公共工程、預警監測、決策系統和專業訓練，從技術、建設、救護等層面降低災害損傷（林曜滄等人，2020；潘穆葵、林貝珊、林元祥，2016；蔡孟涵、黃詩閔、康仕仲、賴進松，2013）。此外，從制式與非制式的防災教育推廣著手提高全民防災素養，也被認為是防災的重要途徑。例如，將災害成因與防災含括小學與中學的自然領域課綱學習重點、防災為議題融入課程之主題、推動防災科技教育人才培育計畫、學校防減災與氣候變遷調適教育精進計畫等大型/國家型計畫、設置各縣市防災教育網站供大眾自行閱覽等，也促使我國大眾與學生多已具有對特定災害的防災知識與態度（Chen & Lee, 2012；林明瑞、張惠閔，2019；馬國宸、莊睦雄、洪昌民，2019；教育部，2017、2018）。

然而，現今全球氣候變遷現象已經明顯發生，帶來的衝擊與挑戰之一是原本常態性的災害將會巨大化，造成更嚴重的損害甚至轉變為複合災害，劇烈破壞原有的自然生態與人文社會結構。面對此一未來的重大衝擊，除了專業人員的訓練，培養國民大眾面對複合災害的態度以及防災管理與災害調適的理解與能力，也是重要的教育議題（行政院，2012；林海珍、黃屏綸、吳悅、羅良慧、賴允政，2103；謝承憲、蘇昭郎、吳佳容，2010）。複合災害是指兩種危害以上所釀成的災害，包含同時發生或接續地發生；而不同居住地所面臨之水土災害成因與複合型態不同，發生時序及影響範圍也不同。臺灣多坡地且多有住民，在氣候變遷的影響下，降雨強度的增加將導致嚴重的水土複合性災害，甚至大規模災害；而颱風侵襲機率增加，也會提高二次災害的風險以及災後復原與重建的難度（行政院，2012）。複合災害之預防是一種持續性、動態性的管理過程，且與單一特定災害之預防相比，更需綜整的考量多重災害交集下，損害結果機率之評估，並綜合各領域進行處理。這使得複合災害的預防與學習的重點之一在於跨領域防災，包含：對防災風險評估的共識、跨領域整合的協調、多類型數據資料的收集、綜整分析與驗證等（Coetzee, Van Niekerk, & Raju, 2016; Comfort, Dunn, Johnson, Skertich, & Zagorecki, 2004; 陳禹銘、許秋玲、樊國恕，2009）。

傳達複合災害與跨域防災之概念，提升大眾對此議題的知能，是現今推廣目標；然而，由於其風險評估與防災措施相當多重多元，使得教育推廣上遠比單一災害困難（Alexander, 2007; Janssen, Lee, Bharosa, & Cresswell, 2010）。具

體來說，還包括了：（1）概念抽象，且其複雜系統致使難以推廣；例如，致災因子、曝露量、脆弱度、危害與災害、防災避災措施間的關聯性。（2）防災教育中核心且重要的「跨領域策略思維」屬於高層次能力的建構，學習與推廣門檻高。（3）學習或理解困難導致主動學習態度低落。（4）災害經驗和情境與切身經驗關聯性弱，難以遷移至生活中運用。這些都讓教學者與學習者面臨困境，是跨域防災教育推廣上的難題（Chung & Yen, 2016; Shaw & Goff, 2016）。

## 二、防災桌上遊戲與學習

桌上遊戲是玩家以桌子為遊戲空間，在面對面的實體互動下，藉由操作實體配件來運作遊戲規則，以達成遊戲目標。由於桌遊的遊戲特性與實體特性，使得它能幫助學習（Engelstein, 2017; Garris, Ahlers, & Driskell, 2002; Hinebaugh, 2009; Kiili, 2005; Starks, 2014; 林青蓉, 2017）。例如：（1）角色模擬：玩家在遊戲中扮演角色，將面臨該角色的課題，進行經驗上的學習，來達成或解決其目標或問題。（2）環境模擬：使用圖文、媒材與模型等配件，模擬各種世界的科學與社會環境，讓玩家從中探索。（3）目標導向：遊戲所設定的目標與遊戲的結束和勝利有關，會讓參與者因為想達成而主動地學習遊戲規則，解決碰到的問題。（4）情境流程：遊戲具有多個情境或待處理的問題，參與者必須不斷地思考和學習，在各個情境中運用所學到的知識；（5）回饋機制：每個情境都會有回饋機制，來反應玩家輸入的動作、動作後的處理和輸出；它能呈現系統性，並讓參與者可以藉由反思，調整自身的思維與行動模式，以精鍊知識與技能。（6）玩家互動：實體面對面的空間，強化玩家間的交流與溝通也提供了玩家向他人尋求解決方式和學習的環境。（7）重複的流程回合：在一場桌遊的遊戲時間中，玩家通常會經歷數個重複的流程回合，直到遊戲結束；這讓參與者能在每一個回合都有機會精緻在遊戲過程所學習到的知識與能力。

事實上，桌遊運用在環境和防災概念的議題學習，已有許多研究指出有幫助（Arslan, Moseley, & Cigdemoglu, 2011; Juan & Chao, 2015; Ogershok & Cottrell, 2004）。例如，在洪淹水災害遊戲 Flood Protection 中，讓學生透過行動操作與遊戲回饋，思考在洪害預防時，社會成本、人民保護和關鍵基礎設施間的關係（Tsai, Wen, Chang, & Kang, 2015）；地質遊戲 Hazagora 透過情境和規則的設計，讓玩家在遊戲中整理資訊，提高人們對一座火山島情境的特定災害（地震，海嘯，熔岩）和減少災害風險的認識與了解（Mossoux et al., 2016）。這些設計即是將預期讓參與者體驗的內容融入在遊戲的目標、角色、環境或規

則中，使學習內容和遊戲內容相呼應，讓參與者在遊戲的過程同時也學習相關內容。然而，上述桌遊多僅是特定防災知識的傳遞，對於跨領域災害管理的概念以及就降低前述的四項推廣困難之構想，還需更進一步地發展。

此外，遊戲學習的一個常發生的狀況是，參與者往往覺得遊戲世界和現實世界是分離的（Gee, 2003）。為了連結現實世界與遊戲世界，並強化教育遊戲或工具的學習效果，還需仰賴其他的教學媒材或教學模式（Tsai et al., 2015; 許國忠、曹家綺，2018）。本研究也將規劃基於大眾桌遊學習的 5E 推廣模式，期望，讓參與者能將現實經驗和知識運用在遊戲中，在遊戲探索和建構防災系統，且能在遊戲後精緻所學並遷移在現實生活中。

### 三、研究目的

基於上述桌遊特性和架構，本研究旨在開發包含有跨域概念、複合災害與防災主題的模擬遊戲，透過適當地設計，表現出複合災害與防災議題的內涵，包括：複合災害的系統、回饋防災的複合成效、跨領域交流等，讓參與者在遊玩過程中感受與學習防災的重要性及管理策略；此外，也將呈現基於情境桌遊的推廣模式之內容與資料，提供現行防災議題推廣可實施的方式。本研究設定之大眾範圍為 12 歲以上，因 12 歲以上族群有較多的機會接觸地球環境、關心公共事務。

目的如下：

1. 提供議題概念轉換至模擬情境的桌遊設計思維。
2. 開發跨域防災桌遊，並提供基於防災學習的桌遊推廣模式。
3. 初步評估參與者在玩遊戲後，在自我防災議題態度的表現。

## 貳、遊戲設計概念

### 一、遊戲設計思維

本研究將 5E 學習概念融入至桌遊中有助於複合災害與防災議題的設計。因 5E 模式是一種以探討、發現、問題解決為主軸，發展個人創造力和問題解決的教學模式，將其應用在以降低災害問題為目的的防災桌遊中，是可行的方式（Bybee et al., 2006; Duran & Duran, 2004; Namgyel & Buraphan, 2017; Susilowati & Anam, 2017; Trowbridge & Bybee, 1990）。

5E 是投入 (engagement)、探索 (exploration)、解釋 (explanation)、精緻化 (elaboration)、以及評量 (evaluation) 五個階段，分別是：(1) 投入階段聚焦在情境、事件或問題，讓學生初步覺知到相關癥結點；(2) 探索階段則延續投入階段的情境，提供具體實作的經驗，讓學生運用知能來探討問題，理解和學習相關內容；(3) 解釋階段則要求學生就探索階段的經驗，對相關問題和內容進行解釋；(4) 精緻階段則促進學生將解釋階段的概念和能力，應用至相關情境中；(5) 評鑑階段則評量學生的概念和能力。

透過 5E 結合桌遊對於學習幫助的特性，例如，(1) 營造擬真的情境，將生活問題作為焦點以提升學習意願；(2) 透過遊戲角色讓玩家扮演各領域的專家，理解專家的職責；(3) 將複雜的防災概念與遊戲規則相結合，幫助參與者在遊戲過程中覺知和吸收規則所設定的防災情境與系統概念；(4) 卡牌的資訊判讀、遊戲中的策略抉擇，以及玩家彼此面對面相互討論溝通。預期將可讓玩家覺知複合災害與跨域防災議題教育中的「共識協調、資訊判斷、決策與修正」，以及提升參與者在複合災害與防災的概念、態度與行為的表現 (Bridge, 2014; Tsai & Huang, 2001)。表 1 為本研究繪製之理論架構，基於文獻顯示若能透過適當地設計，利用 5E 和桌遊特性以模擬議題的情境與學習過程，有助於防災教育之推廣。

表 1 5E 概念融入桌遊對跨域防災桌遊的幫助

| 5E | 桌遊特性                                                                     | 結合優點                                                                    | 教學困難之解決                                                                                       |
|----|--------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 投入 | <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 角色模擬</li> <li>◆ 目標導向</li> </ul> | 遊戲參與提高學習興趣，賦予角色給予目標，投入社會意義 (Huizenga, Admiraal, Akkerman, & Dam, 2009)。 | <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 增加主動學習態度</li> <li>◆ 經驗遷移至現實</li> </ul>               |
| 探索 | 情境流程<br>環境模擬                                                             | 遊戲中提供各類資訊與自主的行動，讓玩家能依自我經驗和知能來探索和處理問題 (Tsai, Cheng, Liu, & Chang, 2019)。 | <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 提供災害經驗與情境</li> <li>◆ 覺知防災系統</li> </ul>               |
| 解釋 | <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 情境流程</li> <li>◆ 玩家互動</li> </ul> | 面對面的互動讓玩家能即時分享收到的資訊，並討論與問題有關的因素與措施 (Johnson & Johnson, 2013)。           | <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 具體化抽象概念</li> <li>◆ 釐清系統</li> <li>◆ 覺知自我態度</li> </ul> |

| 5E | 桌遊特性                                                                                     | 結合優點                                                                                            | 教學困難之解決                                                                                         |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 精緻 | <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 玩家互動</li> <li>◆ 情境流程</li> <li>◆ 重複回合</li> </ul> | 遊戲行為實施後，能就結果進行檢視，並應用策略至遊戲中的相關情境，或其他角色之課題（Cheng, Yeh, Chao, Lin, & Chang, 2020）。                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 培養策略思維</li> <li>◆ 運用策略思維</li> <li>◆ 經驗遷移至現實</li> </ul> |
| 評鑑 | <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 回饋機制</li> </ul>                                 | 短週期、快速的回饋結果，能呈現玩家的行動成果，不斷地調整個人認知與行為（Cheng, Yeh, Tsai, Lin, & Chang, 2019; Garris et al., 2002）。 | <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 建構複雜系統</li> <li>◆ 調整策略思維</li> </ul>                    |

## 二、遊戲設計流程

以學習為目的、模擬特定情境的議題桌遊，其設計的流程應以欲達成的學習目標為主，依序思考議題內容和可運用的桌遊特性，將抽象的概念轉換成具體的遊戲操作；以確保玩家在遊戲的過程中，可以體認到議題概念和促發對議題的態度（Cheng et al., 2019; Lopes & Kuhnen, 2007; Starks, 2014）。設計流程主要涉及四個項目，思維如下：（1）學習資訊：是指預期讓玩家在遊戲中學到的議題主題，同時也是該桌遊的存在目的；此外也會確定遊戲對象，好安排適切的議題內容與範圍（Kiili, 2005）。（2）議題內容：指在目標議題主題下，應該理解的概念內容和其他內涵，通常會搭配系統圖或概念圖來繪製具結構性或系統性的內容。建立議題系統有助於規劃桌遊的組成與結構，讓玩家投入具議題意涵的情境（鄭秉漢、蔡仁哲、陳仕燁、張俊彥，2020）。（3）規則結構：主要將抽象的議題內容轉變為具體的桌遊內容，牽涉遊戲的內容和功能性，包含遊戲的背景與角色、勝利目標與情境流程（Engelstein, 2017; Garris et al., 2002）。（4）系統環境：處理遊戲細部的回饋、玩家的操作方式，以及對應的遊戲配件；在此項目也會規劃玩家的互動模式（Cheng et al., 2020）。

本研究除依循上述設計流程，也將結合 5E 概念：賦予玩家各領域之角色課題而「投入」情境；自主行動選擇與回饋機制讓玩家「探索」系統；提供各類資訊並在獲得資訊時進行理解、分享和「解釋」；措施實施後就結果進行檢視、修正與「精緻」，並應用策略至相關災害防範；遊戲設計有回饋程序來「評鑑」玩家的策略結果，以及再修正機會。圖 1 為跨域防災桌遊的設計流程。

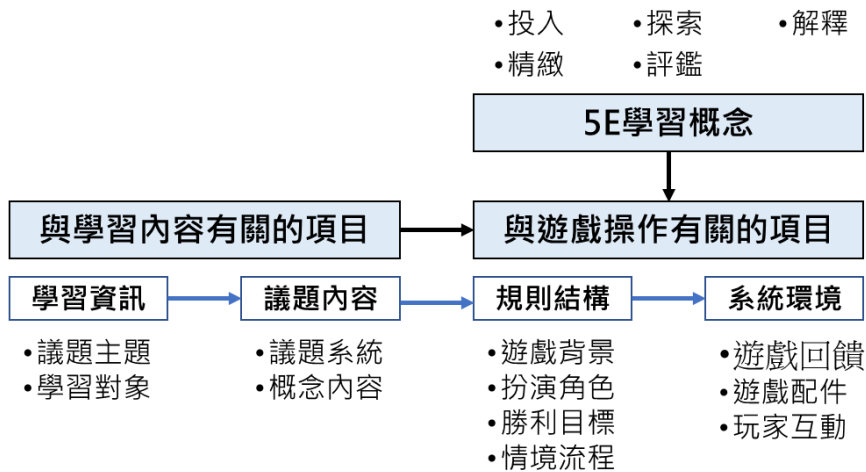


圖 1 基於 5E 學習的情境模擬桌遊設計流程

### (一) 學習資訊

此桌遊開發目的，乃以大眾為對象，傳達並培養防災教育中注重的知識與能力，包含對災害風險之覺知、防災四階段與跨領域災害管理的理解、災害風險評估與調適策略六大步驟。遊戲名稱為「SAVIOURS」，意即防災拯救者。

### (二) 議題內容

在議題內容項目。本研究參考氣候變遷調適綱領、災害防救法、防減災及氣候變遷調適素養、防災議題融入教學等防災與教育資料(行政院, 2012、2013; 教育部, 2009、2017), 以災害調適和防災步驟為基礎繪製議題內容, 如圖 2。本議題內容之思考與繪製過程, 首先關注防災四步驟和調適策略步驟, 並連結防災和調適的目的為在持續極端天氣下的跨領域防災/減災/避災, 讓參與者能理解的防災內涵是一種持續性、動態性的管理過程; 再者, 在議題中傳遞複合災害之風險評估多以脆弱度為主, 而自然現象和人為行為會影響環境脆弱度; 最後, 危害風險、措施評估、環境狀況都是基於各領域的資料收集進行判斷和檢視(教育部, 2009; 陳禹銘等人, 2017)。

圖 2 的詳細思維為, 極端降雨與颱風增強是氣候變遷現象之一, 在此危害壓力和環境脆弱度的加成下, 會增使複合災害的發生可能, 因此, 調查環境脆弱度是評估風險之一, 可藉由各領域之資料收集進行評估; 此外, 脆弱度會受人類活動或自然現象而影響。思考當我們面對極端天氣之危害時, 應先收集資訊以判斷至災因子、預測災害發生的風險和衝擊、提供防災措施的實施依準。



再藉由這些依準，規劃和執行適當地調適策略和防災管理，降低災害的損失，並持續檢視和修正策略。圖中的實線代表影響性，虛線代表人類的行為。

此議題內容圖經過兩位地球科學專家、一位科學教育專家審視，此內容描繪本遊戲在呈現防災措施對於減少危險情況的致災性、降低災害發生之可能、以及提升災後復原的效率之意義。

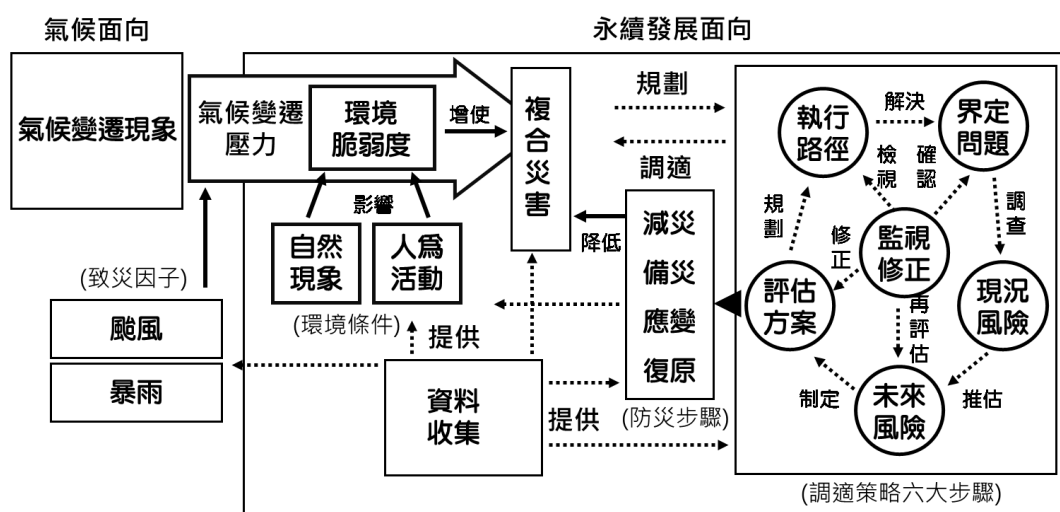


圖 2 跨域防災桌遊「SAVIOURS」的議題內容

### (三) 規則結構

基於圖 2 的議題內容與學習架構，在此項目會依據 5E 學習概念的「投入」、「探索」、「解釋」和「精緻」，規劃模擬桌遊的「角色」、「勝利目標」與「情境流程」，如下表 2。

(1) 角色的安排為與防災議題有關的各領域專家小組 (圖 3)，玩家需要各自選擇扮演不同能力表現的小組。各小組有不同的能力表現，與遊戲中的各類任務成功率有關；例如，科學調查小組適合探索環境資訊，但較社區訪視小組不適合街訪；建設小組擅長建設硬體工程，而科技研發適合交給防災科技小組。當賦予玩家角色時，能讓玩家了解此遊戲的相關專家，有助於投入。

(2) 勝利目標以防災的目的—避免和減少人民生命與財產損失為焦點，設計綜合分數「村莊人口」和「村莊經濟」兩個因素，只要玩家們在特定時間內維持這兩個因素的數量，就能共同獲勝，屬於合作型遊戲。當角色與目標兩者結合，引發玩家投入到防災議題的焦點，包含涉及族群和防災目標，以及防災專長分工與跨域合作的意涵。

(3) 情境流程反映了議題內容圖中的思考流程，讓玩家探索防災議題中待解決的災害問題和可實施措施間的關係，提供參與者運用知能來理解和處理問題。遊戲的情境流程，在每一回合主要分成兩個階段：活動階段與天氣階段。

(i) 遊戲設計是讓玩家在活動階段中，可在各種領域行動中（科學、社會、建設或經濟）自由討論相關措施之效用，自主決定要執行哪個行動和順序，例如：環境調查、村民訪問、工程建設、災害預報或災害復原等（圖 4），而不是已規劃好的六個調適步驟和防災四階段；此外，在活動階段，只能執行兩個行動，每個行動有特定的能力需求和資源成本，以模擬真實的防災情境，這促使玩家須相互討論和解釋現況資訊與自我想法，在遊戲中自主形塑適當地調適策略（圖 5）。

(ii) 天氣階段：活動階段後就會面臨天氣階段，天氣並不是每一回合都會發生，而是機率性的發生；而天氣可能會一直小雨不斷，也可能會久未下雨但卻是暴雨。當極端天氣來臨時，就會檢視玩家所實施的各項措施，是否有效地避免或減少天氣對環境或社會的衝擊。透過情境設定，呈現了跨域防災議題需考量領域專業性和整合協調，數據收集和策略優先性與重要性評估；此外也提供了精緻的機會，讓玩家能評估各類災害的防災策略（圖 6）。

表 2 防災模擬遊戲 SAVIOURS 在規則結構的設計

| 桌遊項目              | 5E     | 遊戲設計                                                              | 防災議題                                                 |
|-------------------|--------|-------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| 角色<br>(圖 3)       | 投入     | 科學調查、社區訪視、工程建設、技術發展、商業合作等小組。                                      | 小組運用專長至相關情境以解決複合災害引發的衝擊。                             |
| 勝利目標              | 投入     | 參與者相互合作，目標是讓地區居民、經濟、環境得以維持和發展。                                    | 防災的目標：對環境的維護、對人身安全的保障、對經濟的維持與發展。                     |
| 情境流程<br>(圖 4、圖 5) | 探索解釋精緻 | 兩個階段：(1) 活動階段，參與者在各種領域行動中自由討論、選擇和執行相關措施。(2) 天氣階段結算天氣衝擊、防災效果和災害影響。 | 防災步驟與調適策略的實施，在思考人力與財力等資源以及現行環境脆弱度下，評估各項活動的實施優先性和重要性。 |



圖 3 SAVIOURS 中的防災角色小組



圖 4 SAVIOURS 的各項情境與可實施之措施



圖 5 防災情境中的玩家策略評估

#### (四) 系統環境

基於圖 2 的議題內容以及表 2 的遊戲流程，在此項目會依據 5E 學習概念的「探索」、「解釋」、「精緻」和「評鑑」，規劃遊戲的具體「環境模擬」、「回饋機制」和「玩家互動」，如下表 3。

(1) 環境模擬是使用各類實體配件（卡牌、圖板、模型等）來營造遊戲的外在環境，在此遊戲中透過立體模型呈現臺灣山區村莊的樣貌，促發玩家對環境的觀察與覺知；用卡牌描繪具體的人文社會、自然地理與硬體建設，以及其包含的各類資訊，讓玩家可以從中探索和收集資訊，並建構資訊間的關聯性（圖 6）。

(2) 回饋機制（輸入、處理、輸出）應確保模擬遊戲具有系統化地回饋和互動，盡可能地將各項災害和防災因素呈現在遊戲中。

(i) 在活動階段，玩家觀察卡牌背面的圖像，在輸入組織角色的人力後，才會翻開更為詳細的任務資訊，並對應角色能力與任務的能力需求，來判斷是否容易成功（圖 6c）。例如，工程建設小組在建設防災設施就容易成功，但與村民交談就相對不易成功。然後，若成功可獲得對應的結果，例如：興建完成一座堤防、村長願意說出內心對環境的隱憂；若失敗可在下一回繼續挑戰。遊戲中有各種領域或性質相異或相近的任務或問題，讓玩家有判斷情勢、運用能力、規劃策略的機會。

(ii) 在天氣階段，回饋機制主要呈現了天氣危害與防災措施的複合效果，以檢視對居民生命和財產的衝擊；在此回饋上，本研究設計了自動回饋程序系統，供玩家操作並呈現複雜因素的互動（圖 7）。設計自動回饋程序的目的是在於，評鑑玩家的防災策略有效與否。由於現實中的影響因素複雜難料，無法預知最精確的結果，然而桌上遊戲的規則一般相對簡單、資訊有限，因此常過度簡化因素間的關係；運算科技的加入，將可把桌上遊戲的這個劣勢消除，營造一個類真實情境，強化桌遊的現實擬真、變因探索等環境，加深培養學生議題內涵與高層次能力等素養(Liou, Bhagat, & Chang, 2016; Whalen, 2003)。此外，回饋程序除了反應危害與防災措施的交互結果，所造成的一次災害損失外，還會顯示衍生的二次災害（圖 8），玩家需盡快的解決復原，否則會有持續的影響。

(3) 最後，遊戲採多人共同參與、合作解決問題，玩家間可相互討論和解釋自身的想法，以呈現防災議題中的跨域合作。此遊戲經過一位環境教育專家、一位教育政策專家、一位災害調適專家審視其效用。

表 3 防災模擬遊戲 SAVIOURS 在機制組成的設計

| 桌遊項目              | 5E       | 遊戲設計                                             | 防災議題                                       |
|-------------------|----------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| 環境模擬<br>(圖 6)     | 探索       | 立體模型建立河流、山地高低的模擬環境；卡牌描述具體環境資訊。                   | 防災議題中自然、科學、工程與社會環境的各項因子，以及環境脆弱度等資訊。        |
| 回饋機制<br>(圖 7、圖 8) | 精緻<br>評鑑 | 依循科學與社會系統建置玩家的動作和各因素的回饋，並運用程式系統來模擬災害影響、跨域防災措施效果。 | 防災中的環境的調查、方案的評估、防災行動的執行、結果的監視與策略修正。        |
| 玩家互動<br>(圖 9)     | 解釋       | 多人共同參與遊戲，相互分享資訊、討論、合作解決問題。                       | 防災為跨領域合作議題，各小組應相互協同合作，一起運用自身專長和他人專長共同解決困境。 |



(a)

(b)



(c)

圖 6 SAVIOURS 模擬環境

(a) 立體模型 ; (b) 各區互動卡牌 ; (c) 卡牌互動示意

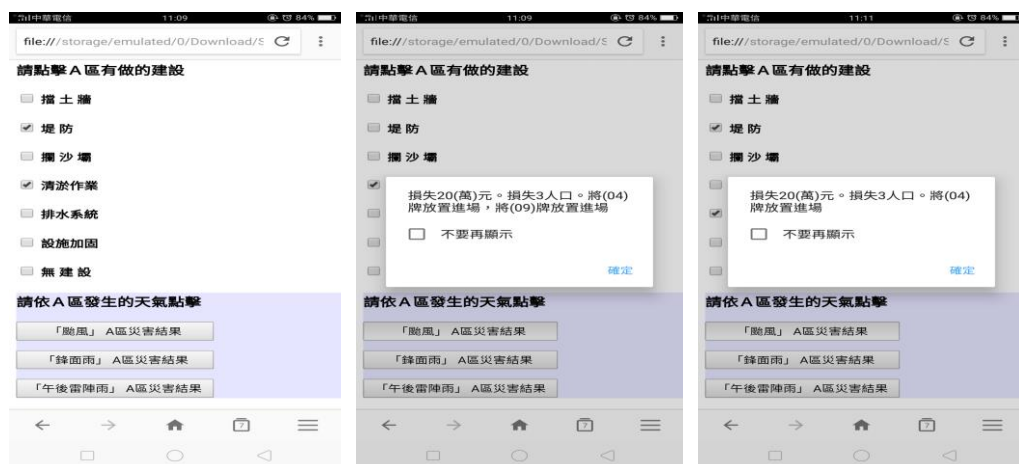


圖 7 SAVIOURS 防災回饋程式



圖 8 SAVIOURS 中的二次災害

## 二、遊戲玩法

本研究之桌上遊戲的情境是：在未來的 20 年，臺灣在面對氣候變遷已有一套訓練模組，就是「SAVIOURS 拯救者模擬世界」。訓練方式是將訓練生共同放置在一個模擬世界中，面對模擬的氣候變遷的世界，完成交付的任務。

(1) 遊戲前的投入：參與者剛進入模擬機時，要先選擇扮演的角色，各角色的特性與專長有所不同，每個參與者需各自選擇一個不相同的角色（科學調

查小組、社區訪視小組、防災科技小組等等，上圖 3)。在選完角色後，會進入到模擬世界中，映入眼前的是立體的臺灣山區與村落的位置與地勢，以及山區與村落的各項元素（村長、學校、電塔、山坡地等，上圖 6），讓參與者可第一時間進行全盤的觀察。接著，會收到此次模擬的任務，任務難易度可依參與者的能力程度調整，建構適性學習的環境（黃政傑 & 張嘉育, 2010），例如較簡單的目標：在指定的時間內維持指定的人口數；或是較難的目標：要持續維持人口也要強化環境和經濟發展。

(2) 遊戲中的探索：在選定角色、進入模擬世界和接收任務後，參與者將持續在受氣候變遷影響的環境下，面臨多個情境或問題，進行各項活動與策略，例如：地區調查、村民訪視、環境評估、防災設施建設、技術發展、災害應變、災後復原等（上圖 3）。在模擬遊戲中的參與者可自由選擇欲執行的各項活動，但要考量各項資源以從中評估策略執行順序（上圖 5）。此外，遊戲中也用科技程式，建立複合災害的影響、多重防災措施的效果（上圖 7）。在模擬世界中，玩家不是單獨面對這些問題，而是共同相互分享和紀錄資訊、討論與建立策略，分工合作解決問題（圖 9）。

(3) 遊戲中的評鑑：遊戲基本設定在 10 回合後，查看玩家所保護的村莊的人口數和經濟狀況，可依這兩項指數來檢視玩家的最終成果。



圖 9 玩家合作互動及遊戲畫面



### 三、防災桌遊輔助學習之推廣應用

為能讓參與者將現實經驗移入遊戲中，將遊戲的體驗和學習遷移至現實中，本研究亦發展了配合此桌遊的推廣模式，以 5E 為架構，讓參與者能體認和理解議題中的學習內涵（Cahyarini, Rahayu, & Yahmin, 2016; Duran & Duran, 2004; Kiili, 2005; Lennon & Coombs, 2006; Ranger et al., 2010; 許國忠、曹家綺, 2018）。藉由 5E 學習階段，可讓玩家（1）關注在災害問題的解決，（2）投入在生活化議題的模擬世界環境，（3）讓學習者角色扮演，面對極端天氣下的家園，自主地蒐集相關資訊、思考因果脈絡、建構調適策略概念與策略思考，並且（4）相互討論和解決問題、檢視和評鑑遊戲中的防災措施。具體推廣模式如表 4，分有五個階段，時間約為 1 小時。

表 4 基於 5E 的 SAVIOURS 推廣步驟

| 5E 階段 | 時間 | 進行方式                 | 預期功用             |
|-------|----|----------------------|------------------|
| 投入    | 5  | 教學者描述現實案例            | 連結現實世界與遊戲模擬世界    |
| 探索    | 40 | 參與者進行遊戲<br>SAVIOURS  | 自主學習防災概念、建立防災策略  |
| 解釋    | 5  | 參與者分享遊戲經驗            | 提取遊戲經驗、省視遊戲行為    |
| 精緻    | 5  | 教學者提問相似情境問題          | 應用所學到相近情境        |
| 評鑑    | 5  | 參與者填寫評量<br>教學者觀察參與者表 | 評估參與者在遊戲中、遊戲後的表現 |

#### （一）投入階段

此階段之目的在讓參與者能聚焦在現實事件與問題以及與遊戲情境的關聯性，同時促發其興趣或產生好奇心。本遊戲的現實案例為 2009 年莫拉克颱風的重大災害（國家災害防救科技中心，2009），教學者在描述颱風與災害狀況後，會提問問題，例如「在影片中，提到極端降雨可能是因為什麼造成的？」、「面對這些可能引發的災害，我們可以做一些什麼？」，讓參與者覺知臺灣災害的現況，也將此問題帶入到遊戲中探索解決方案。

#### （二）探索階段

此階段之目的在提供具體的學習經驗，基於探索活動的過程經驗，讓參與者建立概念與發展技能。本遊戲之教學者會先說明遊戲規則，內容例如「此遊

戲是未來 2030 年極端天氣和防災的模擬系統，你們會扮演四個不同特長的組織」、「遊戲會經過活動階段和天氣階段，活動階段你們各可執行兩個動作，然後在天氣階段面臨極端天氣」；說明後便進行遊戲遊玩，直到經過 10 回合計算分數或遊戲失敗大家輸掉遊戲。遊戲設計基於 5E 概念，在桌遊學習的功用是讓學生覺知抽象的概念和體認議題環境；在防災教育則是理解防災的系統性與回饋性，並培養其防災態度與策略思維。

### （三）解釋階段

此階段之目的在提供參與者表達自身在遊戲中的經驗和想法的機會，提取和省視在探索階段所獲得的概念；教學者可採用參與者分享的方式進行，然後再引導和歸結遊戲的內容。在桌遊學習的功用是讓學生再次強化其概念和態度。遊戲設計有遊戲任務和探索歷程都會透過卡牌紀錄，包括各領域的資訊、做過哪些行動；教學者透過提問例如「各組員在自己扮演的角色下，有什麼對防災心得和看法？」、「此次的成果評分與表現，有什麼想法或更精進處。」、「在遊戲過程中，遭遇到什麼困難？」、「遇到困難時我們試著用什麼方式解決？」讓玩家回顧和省思遊戲的經驗。

### （四）精緻階段

此階段之目的在促進參與者將解釋階段後的概念和能力應用至相關的情境中，教學者可提供現實中與遊戲相似的情境與事件，讓參與者思考與討論可進行的策略。在桌遊學習的功用是再次思考與應用遊戲中所學習的策略，並將遊戲所學遷移至現實中；在防災教育則是讓參與者思考在未來的災害情境中的防災應對。在此階段，會再利用本遊戲之現實情境「2009 年造成南部重創的 88 水災」，提問「若要運用遊戲所學在此災害，請問現在的你們，可以怎麼做？」、「當你獲得環境資訊時，你會如何詮釋這些資料？」、「當你獲得資訊時，會進行怎樣的措施？」

### （五）評鑑階段

此階段之目的在評量參與者在學習活動中和活動後在議題的表現。本遊戲的推廣之評估方式有二，一為透過量表讓參與者自評，評估自身在防災議題的態度，推廣應用之評估以態度為主，原因在於態度為行動傾向的影響因素(Ajzen, 1991)，了解參與者的態度有助於對其後來行為的可能；二是透過教學者的觀察，評估參與者在環境分析、資訊分享、任務評估、領域專長分配、策略規劃、監視調整等跨域防災的表現。

## 參、初步成效評估與結果

### (一) 對象與評估流程

本研究對適用對象進行初步遊戲成效評估。對象設定為 12 歲以上一般大眾，原因是本研究所發展的遊戲目的即是以大眾防災教育推廣為主，並且 12 歲以上族群有較多的機會接觸地球環境、關心公共事務。為了評估遊戲的效用，本研究在一個推廣場域實施上述推廣模式，共有 30 位隨機參與者遊玩此遊戲。其中，年齡分布為 15 位 11-12 歲、7 位 13-18 歲和 8 位 18 歲以上的參與者；性別為 16 位女性、14 位男性；教育程度為 15 位國小學歷、7 位國中學歷以及 8 位大學/專科學歷，參與樣本涉及各年齡族群；但由於評估對象樣本數不多，依據年齡範圍多為小學、中學生，為本研究對母群體效果推論的限制。

評估流程依循 5E 推廣模式，遊戲實施與量表施測流程如前述之表 4，量表僅以後測作為評估實施，原因在於推廣時間設定為 1 小時，若實施前後測的量表語句相近、測驗時間距離過短，可能會因為參與者認為自己被觀察或記憶前測作答而影響後測填寫 (McDaniel, Anderson, Derbish, & Morrisette, 2007; Rowland, 2014)；因此，本研究以後測結果與其他文獻在防災態度之比值(平均值除以量表最高值)作為參考，一般大眾在自我防災態度的表現為 0.79-0.85 (林明瑞、張惠閔, 2019; 郭世文、王裕宏、張美珍、洪振方, 2018)。

### (二) 態度量表與資料分析

本評量之目的在於評估參與者的防災態度，態度面向有三個子項目：防災警覺性、防災價值觀、防災責任感，題目參考防災素養架構與檢測做為內容 (教育部, 2009; 葉欣誠、吳耀任、劉湘瑤、于蕙清, 2006)；其中，防災警覺性是指對於自身與他人安全的關心程度，防災價值觀是個人對於災害與防災工作所抱持的信念，防災責任感是個人對於防災工作應盡職責的認同程度。本研究設計之量表在三個面向共 10 題，經過兩位科學教育專家評核達成內容效度。此份量表採用李克特式五點評估，參與者依題目從非常同意、同意、普通、不同意、非常不同意等五個選項中選擇最符合自身狀態的選項。三個面向的內容與本研究實施後的信度如表 5。本研究在參與者遊玩遊戲後實施此評量，五個選項分別計為 5 分、4 分、3 分、2 分、1 分，並使用平均數和標準差等描述性統計分析以評估參與者的狀態。

表 5 自我防災態度量表

| 面向            | 序  | 題目                                      | 信度   |
|---------------|----|-----------------------------------------|------|
| 防災<br>驚覺<br>性 | 1  | 我應該和家人共同檢視家中可能會發生危險的區域或物品，共同為居家防震盡一份心力。 | 0.91 |
|               | 2  | 事先做好防災準備，能夠減少災害來時所造成的傷害與損失。             |      |
|               | 3  | 我會避免自己在災害中受傷，且幫助別人避難逃生。                 |      |
| 防災<br>價值<br>觀 | 4  | 我認為改變個人生活習慣對減緩環境惡化可能會有幫助。               | 0.84 |
|               | 5  | 我有責任與家人一起準備颱風、洪水、地震等防範措施。               |      |
|               | 6  | 我願意遵守學校與政府的指示，做好防災與逃生演練。                |      |
| 防災<br>責任<br>感 | 7  | 我會查看電視報導及網路資訊，以獲得災害與防災知識和資訊。            | 0.94 |
|               | 8  | 我關注住家附近的環境，以及環境可能有的風險與災害。               |      |
|               | 9  | 當我發現災害造成住家附近的損失及危險時，我會將損害情形告知家人或消防隊人員。  |      |
|               | 10 | 當天氣劇烈變化時，我會隨時注意氣象新聞或網路資訊，並提醒家人外出要注意。    |      |

### (三) 初步評估結果

結果如圖 10，參與者在三個面向的自評結果，顯示個人在災害預防及議題關注有一定的體認；其中，又以防災價值觀有較高的表現。更細分析參與者在各題的表現，參與者自評在防災的肯定、共同防範責任、遵守政府的防災演練等有高程度的表現(4.53, 4.57, 4.53)。與一般大眾的態度比值相比(0.79-0.85)，此研究的後測填答結果有較高的比值(0.86-0.91)。

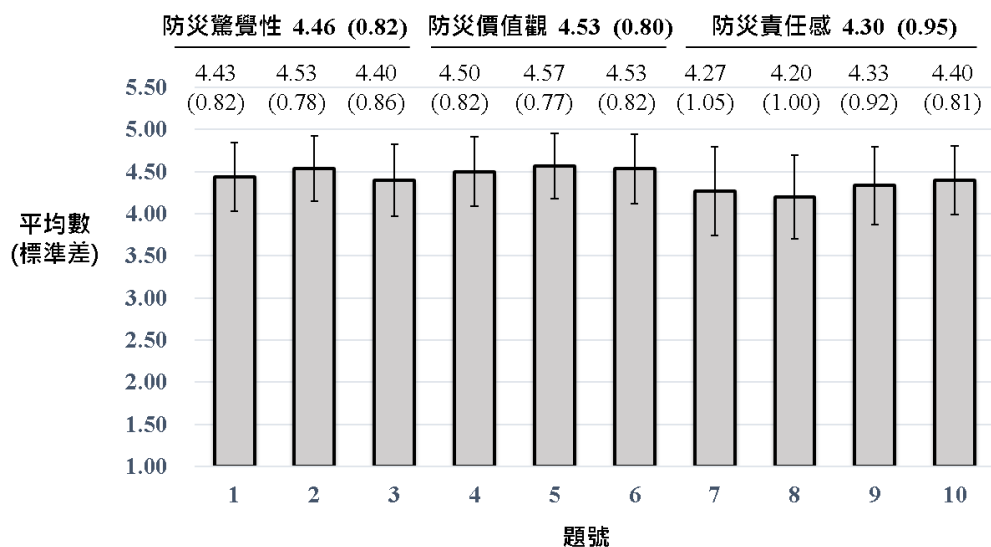


圖 10 參與者防災態度分析結果

本研究也觀察參與者在遊戲中的表現，(1) 遊戲開始時，能透過立體模型判斷村莊坐落在山區且緊鄰河岸，但未說出各區（村莊、山區、河川）可能發生的災害，也無法決定要實施的防災措施。(2) 遊戲進行初期，會派遣角色小組嘗試從卡牌中收集資訊，但為各自派遣，且僅簡單依卡牌名字分析任務所需專長，例如：「村長」與社會有關、「氣象站」與科學有關；此外，個人獲得的資訊不太會分享給他人。(3) 遊戲中期，會認知到行動與資源有限下，應該仔細判斷各個互動卡牌所需可能專長，且在發現各項任務有領域專長需求時，會將任務轉交給相關小組執行，或與他人合作；在面臨一些降雨危害後，也覺知資訊分享的重要，有助於防災措施的選擇。但此時的防災思維還僅思考到單一區，並未考量地區複合影響，例如：河川上游地區會影響下游村莊、山區坡地會危害村莊區。另外，也只顧及資訊收集，未考量併行防災措施或優先序評估。(4) 遊戲後期，參與者能透過災害程式顯示的災害影響與二次災害，判斷目前仍缺乏的防災措施，也能覺知災害是多地區的影響、防災措施也需要多元建設而非單一建設。在措施規劃上會全體共同討論，分配行動與資源，也認為資訊調查與防災措施應同時考量實施。

#### (四) 遊戲設計與應用過程思考

本研究亦回顧和思考遊戲在設計過程與應用過程之困難處，有 4 點可提供讀者參考。(1) 設計過程之困難處之一，是如何在遊戲中模擬真實的世界，包括建構符合現實的環境資訊、社會互動思維、災害與防災措施。處理方式除了透過前述的設計過程，在繪製議題內容圖時也同時繪製遊戲中的互動系統與成分，以確保參與者在遊戲中獲得的資訊與關係是符合真實情境 (Cheng et al., 2019)。(2) 設計時需考量的還有資訊提供，情境模擬桌遊設計是透過配件來呈現環境資訊和因素，由回饋機制構建因素間的關係；由於桌遊實體配件的資訊乘載有限，且須思考參與者在遊戲的思考負荷，因此在設計時會需要考量議題的核心內容為何，與領域專家們討論防災議題大眾推廣的重點，在遊戲與學習兩方面不斷地確認和調整。(3) 在應用上，雖然多人遊玩的大型桌遊可呈現多人合作討論的學習環境，且立體模型有助於參與者觀察和分析模擬的地區環境，但也增加了推廣便利性的門檻，在攜帶上較不方便，因此也另外開發有樂高積木堆疊的方式來構成模型，方便拆裝。(4) 參與者在進行遊戲時，由於大部分的情境資訊情境除了搭配圖示，還有使用文字敘述，由於字數稍多因此在遊戲中就需要花費時間閱讀和理解文字意義；因此可能修正在圖卡在採用精簡描述，然後在維持遊戲所需下增加科技資訊應用，擴增更詳細的資訊。

### 肆、結論與未來運用

跨域防災議題推廣是教育重點之一，由於涉及自然環境、人文社會與工程技術，具有跨領域、複雜因素等特性；也因此推廣上應注重高層次思維能力的學習，包含複合災害的覺知、防災責任的態度和防災策略的思維。桌遊提供了情境模擬的環境，讓學習者得以在模擬的情境中學習和表現議題相關知能；透過模擬桌遊的四個設計項目，可藉由角色扮演、勝利目標、情境流程、遊戲配件、回饋機制與玩家互動等桌遊特徵，建構模擬議題情境的遊戲；再融入具問題解決特性的 5E 學習概念到遊戲設計中，使參與者在操作時，也能構思災害的問題解決措施 (Susilowati & Anam, 2017)。

基於設計步驟開發基於 5E 學習的跨域防災桌遊「SAVIOURS」，讓玩家扮演各領域的專家，投入在遊戲中共同面對極端天氣，透過調查資訊、規劃措施、建設工程等行動以維持村莊居民生命和財產。透過遊戲的規則與機制設定，遊戲具有系統化的回饋，供玩家探索危害、一次災害、二次災害與各項防災措施

的因果關係，並呈現極端天氣的事件不確定性和難評估性。為了有效利用有限資源，學習者需要適時地相互分享和解釋資訊，共同規劃和執行各類行動；也需要謹慎思考行動和分配資源，評估各種防災策略之實施與效用，從中評鑑、檢核和修正。透過先導研究中的教學者觀察，玩家在遊戲體會了防災策略規劃中專家領導和跨領域溝通的重要。

基於 5E 學習發展遊戲推廣模式可讓遊戲在 1 小時內具有推廣作用，輔助參與者覺知複合災害影響與跨域防災措施。推廣模式包含了給予現實案例，使參與者從現實世界投入到遊戲世界；給予遊戲遊玩，在遊戲世界中探索防災系統、實踐和修正防災措施；遊戲後提供分享機會，讓學習者解釋個人經驗與行為，也給予現實的情境，利用遊戲所學運用到類似情境的防災規劃；最後，透過評量和觀察以評鑑參與者在態度與知能的表現。透過初步地成效探討，受試對象在遊戲中展現資訊分享、群體溝通、跨域合作等表現，遊戲後有高度的態度表現。研究結果除了指示了較短時間的學習可行性外，也展現 5E 情境模擬桌遊配合推廣模式在議題教育推廣的潛力。

在未來，預期將規劃運用在制式教學場域的教學模式，並設計多元媒體媒材強化投入與精緻階段，以及多元評量強化參與者學習效果的評鑑。而議題桌遊「SAVIOURS」做為教育推廣的工具，也需進行遊戲本身和教學模式具有可被複製、被運用等成效驗證（Wang & Goh, 2017）。最後，議題教育希冀大眾能將所學展現於生活中，因此參與者在遊戲後的後續成效追蹤，也是研究的方向。

## 參考文獻

- Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational behavior and human decision processes*, 50(2), 179-211.
- Alexander, D. (2007). Disaster management: From theory to implementation. *Journal of Seismology and Earthquake Engineering*, 9(1-2), 49-59.
- Arslan, H. O., Moseley, C., & Cigdemoglu, C. (2011). Taking attention on environmental issues by an attractive educational game: Enviropoly. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 28, 801-806.
- Bridge, D. (2014). You sunk my constitution: Using a popular off-the-shelf board game to simulate political concepts. *Journal of Political Science Education*, 10(2), 186-203.
- Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Van Scotter, P., Powell, J. C., Westbrook, A., & Landes, N. (2006). The BSCS 5E instructional model: Origins and effectiveness. *Colorado Springs, Co: BSCS*, 5, 88-98.
- Cahyarini, A., Rahayu, S., & Yahmin, Y. (2016). The Effect of 5e Learning Cycle Instructional Model Using Socioscientific Issues (Ssi) Learning Context on Students' Critical Thinking. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 5(2), 222-229.
- Chen, C. Y., & Lee, W. C. (2012). Damages to school infrastructure and development to disaster prevention education strategy after Typhoon Morakot in Taiwan. *Disaster Prevention and Management: An International Journal*, 21(5), 541-555.
- Cheng, P.-H., Yeh, T.-K., Chao, Y.-K., Lin, J., & Chang, C.-Y. (2020). Design Ideas for an Issue-Situation-Based Board Game Involving Multirole Scenarios. *Sustainability*, 12(5), 2139.
- 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.
- Chung, S.-C., & Yen, C.-J. (2016). Disaster prevention literacy among school administrators and teachers: A study on the plan for disaster prevention and campus network deployment and experiment in Taiwan. *Journal of Life*



*Sciences, 10.*

- Coetzee, C., Van Niekerk, D., & Raju, E. (2016). Disaster resilience and complex adaptive systems theory. *Disaster Prevention and Management: An International Journal, 25*(2), 196-211.
- Comfort, L. K., Dunn, M., Johnson, D., Skertich, R., & Zagorecki, A. (2004). Coordination in complex systems: increasing efficiency in disaster mitigation and response. *International Journal of Emergency Management, 2*(1-2), 62-80.
- Duran, L. B., & Duran, E. (2004). The 5E Instructional Model: A Learning Cycle Approach for Inquiry-Based Science Teaching. *Science Education Review, 3*(2), 49-58.
- Engelstein, G. (2017). *Gametek: The math and science of gaming*. New Jersey: BookBaby.
- Garris, R., Ahlers, R., & Driskell, J. E. (2002). Games, motivation, and learning: A research and practice model. *Simulation & Gaming, 33*(4), 441-467.
- Gee, J. P. (2003). What video games have to teach us about learning and literacy. *Computers in Entertainment, 1*(1), 20-20.
- Hinebaugh, J. P. (2009). *A board game education*: R&L Education.
- Huizenga, J., Admiraal, W., Akkerman, S., & Dam, G. t. (2009). Mobile game-based learning in secondary education: engagement, motivation and learning in a mobile city game. *Journal of Computer Assisted Learning, 25*(4), 332-344.
- Janssen, M., Lee, J., Bharosa, N., & Cresswell, A. (2010). Advances in multi-agency disaster management: Key elements in disaster research. *Information Systems Frontiers, 12*(1), 1-7.
- Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (2013). Cooperative, competitive, and individualistic learning environments. *International guide to student achievement, 372-375.*
- Juan, Y.-K., & Chao, T.-W. (2015). Game-based learning for green building education. *Sustainability, 7*(5), 5592-5608.
- Kiili, K. (2005). *Educational game design: Experiential gaming model revised*. Retrieved from Tampere, Finland:
- Lennon, J. L., & Coombs, D. W. (2006). Child-invented health education games: A case study for dengue fever. *Simulation & Gaming, 37*(1), 88-97.
- Liou, W.-K., Bhagat, K. K., & Chang, C.-Y. (2016). Beyond the flipped classroom: A

highly interactive cloud-classroom (HIC) embedded into basic materials science courses. *Journal of Science Education and Technology*, 25(3), 460-473.

Lopes, G., & Kuhnen, R. (Producer). (2007). Game Design Cognition: The Bottom-Up And Top-Down Approaches. *Gamasutra. Gamasutra: The Art & Business of Making Games*.

McDaniel, M. A., Anderson, J. L., Derbish, M. H., & Morrisette, N. (2007). Testing the testing effect in the classroom. *European Journal of Cognitive Psychology*, 19(4-5), 494-513.

Mossoux, S., Delcamp, A., Poppe, S., Michellier, C., Canters, F., & Kervyn, M. (2016). Hazagora: will you survive the next disaster?--A serious game to raise awareness about geohazards and disaster risk reduction. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 16(1).

Namgyel, T., & BUARAPHAN, K. (2017). *The development of simulation and game in 5E learning cycle to teach photoelectric effect for grade 12 students*. Paper presented at the Asia-Pacific Forum on Science Learning & Teaching.

Ogershok, P. R., & Cottrell, S. (2004). The pediatric board game. *Medical teacher*, 26(6), 514-517.

Ranger, N., Millner, A., Dietz, S., Fankhauser, S., Lopez, A., & Ruta, G. (2010). *Adaptation in the UK: a decision-making process* (Vol. 9).

Rowland, C. A. (2014). The effect of testing versus restudy on retention: a meta-analytic review of the testing effect. *Psychological Bulletin*, 140(6), 1432.

Shaw, W. S., & Goff, J. (2016). Misrepresentation in tsunami warning signage: iconic denial. *GeoJournal*, 81(3), 333-336.

Starks, K. (2014). Cognitive behavioral game design: a unified model for designing serious games. *Frontiers in psychology*, 5, 28.

Susilowati, S. M. E., & Anam, K. (2017). Improving Students' Scientific Reasoning and Problem-Solving Skills by The 5E Learning Model. *Biosaintifika: Journal of Biology & Biology Education*, 9(3), 506-512.

Trowbridge, L. W., & Bybee, R. W. (1990). *Becoming a secondary school science teacher*. 5<sup>th</sup> edition. |Columbus, OH: Merrill.

Tsai, C.-C., & Huang, C.-M. (2001). Development of cognitive structures and

- information processing strategies of elementary school students learning about biological reproduction. *Journal of Biological Education*, 36(1), 21-26.
- Tsai, J.-C., Cheng, P.-H., Liu, S.-Y., & Chang, C.-Y. (2019). Using board games to teach socio-scientific issues on biological conservation and economic development in Taiwan. *Journal of Baltic Science Education*, 18(4).
- Tsai, M.-H., Wen, M.-C., Chang, Y.-L., & Kang, S.-C. (2015). Game-based education for disaster prevention. *AI & society*, 30(4), 463-475.
- Wang, X., & Goh, D. H.-L. (2017). Video game acceptance: a meta-analysis of the extended technology acceptance model. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 20(11), 662-671.
- Whalen, T. (2003). *Playing well with others: Applying board game design to tabletop display interfaces*. Paper presented at the ACM symposium on user interface software and technology.
- 中央災害應變中心 (2020) 歷年災害專區，取自  
<https://www.emic.gov.tw/cht/index.php?code=list&ids=9>
- 內政部消防署 (2020) 臺灣地區天然災害損失統計表。臺北：內政部。
- 行政院 (2012) 氣候變遷調適政策綱領。臺北：行政院。
- 行政院 (2013) 我國氣候變遷調適策略之政策評估研究報告，臺北：行政院。
- 林明瑞、張惠閔 (2019) 各年段學生及中小學教師颱風防災素養標準化評量建置與檢測之研究，*災害防救科技與管理學刊*，8(1)：1-28。
- 林青蓉 (2017) 剪紙遊戲在環境教育通識課程之運用：先盲角色扮演與永續發展價值澄清，*課程與教學*，20(2)：29-58。
- 林海珍、黃屏綸、吳悅、羅良慧、賴允政 (2103) 我國氣候變遷調適策略之政策評估研究報告，臺北：行政院。
- 林曜滄、宋裕祺、黃子珉、張廷榮、徐若堯、張嘜汝 (2020) 國家級防災管理平台之開發與應用，*技師期刊*，89：23-31。
- 馬國宸、莊睦雄、洪昌民 (2019) 防災校園基礎建置績優學校推動實務之研究：以新北市國民小學為例，*災害防救科技與管理學刊*，8(2)：61-94。
- 國家災害防救科技中心 (2009) 全球災害事件簿：2009 莫拉克颱風，取自  
<https://den.ncdr.nat.gov.tw/1132/1188/1204/2447/2505/>
- 教育部 (2009) 防災素養檢測手冊，臺北：教育部。
- 教育部 (2017) 議題融入說明手冊，臺北：教育部。
- 教育部 (2018) 防減災及氣候變遷調適教育資訊網，取自

<https://disaster.moe.edu.tw/WebMoeInfo/>

- 許國忠、曹家綺 (2018) 以 5E 教學模式融入桌遊促進學童社會情緒學習之教學實務分享-以溝通技巧為例，*臺灣教育評論月刊*，7(3)：107-115。
- 郭世文、王裕宏、張美珍、洪振方 (2018) 土石流防災教具協助國小學生土石流防災教育成效之前導性研究，*科技博物*，22(3)：59-93。
- 陳禹銘、許秋玲、樊國恕 (2009) 我國複合災害風險系統架構之探討，*危機管理學刊*，6(2)：1-12。
- 黃政傑、張嘉育 (2010) 讓學生成功學習：適性課程與教學之理念與策略，*課程與教學*，13(3)：1-22。
- 葉欣誠、吳耀任、劉湘瑤、于蕙清 (2006)，*我國國民小學階段防災素養建構之研究*，2006 年中華民國環境教育研討會，臺中市。
- 潘穆嫻、林貝珊、林元祥 (2016) 韌性研究之回顧與展望，*防災科學*，1：53-78。
- 蔡孟涵、黃詩閔、康仕仲、賴進松 (2013) 防災決策支援系統，*災害防救科技與管理學刊*，2(2)：21-33。
- 鄭秉漢、蔡仁哲、陳仕燁，張俊彥 (2020) 從桌上行為流向生活習慣：水資源議題桌遊之設計與成效，*環境教育研究*，16(1)：1-36。
- 謝承憲、蘇昭郎、吳佳容 (2010) 災害風險評估－災害風險管理與減災之工具，*災害防救電子報*，59：1-7。