

# 符應永續原則的淨零綠生活桌遊之設計與成效

鄭秉漢\*

國立臺北教育大學 自然科學教育學系

## 摘要

淨零排放已是全球多國的重要目標，「淨零綠生活」為十二項淨零排放關鍵戰略之一，目的在改變使用者習慣以影響生產端的模式，這有賴全民低碳行動與態度價值之教育。本研究旨在開發基於永續發展議題學習的桌遊，透過整合淨零綠生活的「內容設計」、永續原則的「學習設計」以及議題歷程的「遊戲設計」，使參與者體驗模擬的生活環境，依個人需求有意識地實施各項食衣住行育樂等行為，並透過循環檢核以培養反思和調整習慣。研究對象為69位高中生，採前後測分析，使用系統圖、態度量表、價值覺察量表、永續原則覺察量表等評量工具來瞭解遊戲對學生的學習效用。結果顯示，學生所繪製的淨零綠生活系統圖，後測成績在環境、社會、經濟因素以及同域和跨域關係，相較前測有顯著上升；態度方面，學生在正向議題情感和低碳行為意願顯著上升。多數學生在行動信念，意識到習慣改變會受外在因素(金錢、時間等)和內在因素(舒適度、滿足感等)影響，也覺知到習慣改變時可能的代價；此外，會為了淨零綠生活而犧牲個人利益的意願人數也有增加，多數學生可同時覺察到多項永續原則。本研究為基於永續發展學習的遊戲提供了設計參考，未來可再強化桌遊在模擬情境下學習與評量的兼具功用。

**關鍵詞：**永續原則、行為意圖、淨零綠生活、議題桌遊

## 壹、緒論

氣候變遷對全球人類生存造成重大衝擊，為求減緩氣候變遷的影響加劇，世界各國在第26屆「聯合國氣候變遷大會」承諾提高溫室氣體減量目標、強化碳排減量機制，以尋求人類生存的永續(環境部氣候變遷署，2023；United Nations, 2021a)。為回應各國的減緩趨勢，我國也於2021年宣布「2050淨零排放」，透過「能源轉型」、「產業

轉型」、「生活轉型」、「社會轉型」以及「科研基礎」、「法制基礎」達成淨零轉型，並採行「淨零轉型十二項關鍵戰略」來達成(國家發展委員會，2022a，2022b)。環境部(2023)發布「淨零綠生活關鍵戰略行動計畫」，闡明人民日常生活的行為改變以帶動社會、產業和商業的低碳發展模式，是啟動淨零轉型的關鍵，以符應「生活轉型」策略之「永續」目標。在永續的目標下，「淨零綠生活」(green lifestyle)期透過政府部門的推

\*通訊作者：鄭秉漢，phcheng@mail.ntue.edu.tw；ORCID：0000-0001-5768-686  
投稿：2024/4/29，修訂：2024/9/27，接受：2024/10/31，線上出版：2025/2/27

動與各界整合，共同鼓勵民眾在日常生活中選擇較低碳的生活方式，並將低碳行為內化成生活習慣。為此，環境部(2024)從六大面向來啟動全民淨零綠生活，包括：「零浪費低碳飲食」、「友善環境綠時尚」、「居住品質提升」、「低碳運輸網絡」、「使用取代擁有」以及「全民對話」。其中，「全民對話」聚焦在素養養成，期望全民將淨零排放視為共同目標，持有永續發展(sustainable development)的共同責任來為低碳生活共同行動；也明列「全民教育教材的建構及推廣」(頁62)，提出教材開發的重要性，指引淨零綠生活教育不僅應使民眾對行動有所認知，也應養成永續的態度與責任，使民眾認同價值、自主行動。

淨零綠生活旨在減緩氣候變遷的影響，建立永續發展的態度，達到永續生活(行政院經濟建設委員會，2012；教育部，2018；環境部氣候變遷署，2023；Akhtar, 2023)。在永續議題的教學上，應給予議題情境，營造思考和實作機會，使學生學習當代重要議題也同時對未來有想像，兼顧當前與未來世代的需求、認同自我對未來的影響力，以引導相對應的行動產生(周珮儀、王雅婷，2021；Eckersley, 2002；Skamp et al., 2013)；或提供個人或社區本位的學習經驗，透過具體的人際互動和反省機會，來連結個人行動與學習經驗，提高公民責任(Furco & Norvell, 2019)。然而，氣候變遷屬於大尺度的時空環境議題，情境較抽象、難以有經驗，學習中學生很容易在氣候變遷調適與減緩之複雜性而感到絕望、無力(林昇邦、許瑛珖，2017；Booth, 2012)；此外，受限於生活經歷差異，民眾在氣候變遷議題對特定族群的衝擊、環境災害和個人影響也存有陌生的認知，甚至是模糊和無感的信念與態度(Bryan,

2020)。因此，如何統整淨零綠生活的內涵和永續發展的原則，使學習者能體驗在地生活元素和未來情境，取得行動經驗以及反省和調整習慣的契機，值得研究，也能做為設計基於永續發展教育(education for sustainable development, ESD)之教材的參考。

各項永續發展教學案例羅列出「需求覺察」、「行動機會」、「檢視反思」等學習原則(C.-C. Cheng, et al., 2023; Collazo Expósito & Granados Sánchez, 2020; United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization [UNESCO], 2014)，這些原則可以透過整合桌上遊戲的各項組成，使學生藉由桌遊投入到一系列的學習歷程。桌上遊戲是玩家透過操作實體配件來獲得遊戲體驗的一種遊戲方式，由於學習者對桌遊的喜好、桌遊輔助學習的特性，使得桌遊是一個能用來學習環境或永續議題的媒介(Arboleya-García & Miralles, 2022; Bayeck, 2020; Tsai, et al., 2021)。進一步分析桌上遊戲對學習的效用，乃源自於其遊戲組成，例如：一、角色扮演與遊戲目標可以融入特定經驗，讓學習者可以體驗到特定族群的發展，並思考其需求；二、回合流程與遊戲操作回饋可以濃縮議題的時空尺度，創造特定情節及行動時序，並於行動後獲得結果，進行檢視；三、玩家互動與重複的回合提供了相互觀察與學習，也瞭解他人立場和思維，以及個人策略調整的機會(鄭秉漢、蔡仁哲等，2020；P.-H. Cheng et al., 2019, 2020)。若將淨零綠生活內容整合至桌上遊戲的各項組成，與遊戲規則相結合，應可使學習者獲得情境式的參與經驗，提升相關知能。例如：一、遊戲的角色和目標設定為淨零綠生活的互動關係者及其可行行為(例如：市民、健康、行為影響)；二、情境流程與回饋機制設定為生活行動及未來氣

候狀況，展現時序流動，並呈現關係者之生活行為對環境、社會與經濟的影響與檢視；三、玩家互動和重複回合營造日常生活中市民間的互動和互助，提供學習者模擬經驗與行動、調整、再行動的機會，形塑適當的生活行為。

本研究以高中生為研究對象，根據我國永續議題的教育規劃，在國中重視知識的學習和理解永續發展的意義，高中學習階段則包含了價值澄清與行動實踐(張子超，2019；教育部，2014)。研究目的在開發能推動淨零綠生活並回應ESD理念的議題桌遊，探討桌遊對高中生在淨零綠生活知識理解、行為態度及永續發展價值的影響，釐清議題桌遊作為ESD教材的參考。本研究擬定研究問題為：

- 一、學生經過淨零綠生活遊戲後，在主題概念的理解有何改變？
- 二、學生經過遊戲後，在淨零綠生活的態度有何改變？
- 三、學生經過遊戲後，在淨零綠生活的生活價值覺察有何改變？
- 四、學生從遊戲中覺察淨零綠生活的永續原則為何？

## 貳、文獻探討

### 一、淨零綠生活學習內涵

#### (一)淨零綠生活與推動

「淨零綠生活」為我國「淨零轉型之十二項關鍵戰略」之一(國家發展委員會，2022a)，旨在達成淨零排放目標—極小化人為造成的溫室氣體排放，並利用負碳技術和森林碳匯等方法抵消溫室氣體，使人為碳排放量為零(United Nations, 2023a)；淨零綠生活的目標為從需求端(人民)改變生活行為與

喜好，同時影響供給端(產業)的生產與服務模式，從而改變生活型態、落實低碳生活，達到整體的低碳(環境部，2023)。淨零綠生活也稱作淨零生活(net zero lifestyle)、零碳生活(zero carbon living)，強調低碳生活模式的養成，除了包含人民低碳行為的力行，還有低碳生活設施與模式的營造，以構成交互動態的低碳運作。例如，鼓勵人民透過設計與安排房屋形狀或建築材料，或是安裝家庭能源系統、以太陽作為發電源或加熱空氣作為熱源，降低住宅使用外部能源(電力、水)的消耗(Pogharian et al., 2008; Walker et al., 2015)；鼓勵整體從能源消費結構，建置低碳交通基礎設施，提倡私人運具和大眾運輸的電氣化，也從交通體系強化運輸效率，強調軌道運輸(Huang, 2020; Lu, 2016)。在我國，「淨零綠生活關鍵戰略行動計畫」(環境部，2024)列有六大面向、31項措施來推動淨零綠生活，包含有「零浪費低碳飲食」、「友善環境綠時尚」、「居住品質提升」、「低碳運輸網絡」、「使用取代擁有」以及「全民對話」，前五面向形塑了人民與產業的互動性及人民行動，而「全民對話」說明人民應具有淨零的共同目標、責任與行動，強調內在價值以及教育的重要性。

#### (二)淨零綠生活行動

淨零綠生活的核心意義是培養全民低碳行為習慣，亦即教育人民減少使用碳足跡高的產品，或在行動中降低碳排放量、減少能源使用或耗費(洪煌堯等，2014；Monroe et al., 2019)。我國環境部發布「淨零綠生活行動指引」(2024)，從食、衣、住、行、育樂、購等面向列出低碳行為，提供人民參考。基於永續發展之目的，聯合國分別從「健康行星」、「正義社會」、「良好經濟」、「世界合作」四個面向發布個人永續行動“ACT

NOW”，在「健康行星」中便列出有十項生活低碳行動(United Nations, 2022)。聯合國也撰寫“The Lazy Person’s guide to Saving the World”指南，將低碳行動分成四個執行程度(level)，包括「在沙發上可做的事」、「在家可做的事」、「在家外可做的事」、「工作時可做的事」(United Nations, 2021b)。表1彙整了三者的低碳行為，皆聚焦在減少浪費、降低食物碳、降低居住能源需求和耗損、減少產品再製、自主呼籲和倡議。

(三)淨零綠生活的學習內涵

近年來，我國政府積極宣導全民生活轉型，透過教育培養淨零思維，提升全民友善環境的生活態度與低碳共識，落實低碳生活(行政院環境保護署，2022)。要在生活中做出決策，就仰賴於人民對氣候變遷的系統理解

(人為原因、影響性、解決方案)、對環境及社會友好態度、以及識別問題和促進氣候減緩的行為與能力(United Nations, 2023b)。Cabral與Dhar (2021)分析文獻指出環境友善及綠行為素養應包含有：自然環境和生態系統的知識、人類行為對環境影響的覺察、理論知識應用的技能、解決真實環境挑戰的能力、對自然環境的信念與態度、具體友善環境的行為。在《永續發展目標(SDGs)教育手冊：臺灣指南》的「氣候行動」提及了淨零行動的學習內容(何昕家，2020，頁109)，例如：

1.知識層面，瞭解溫室氣體排放量對氣候變遷的影響、導致氣候變遷的個人活動及相關解決方法。2.態度層面，有意願地鼓勵其他人減少碳排放、將減緩全球暖化視為使命、反思個人世界觀與日常行為。3.技能層面，從自身開始實施對環境友好的經濟行動、評

表1：各國與我國低碳行為項目

來源	項目	子項目
ACT NOW (United Nations, 2022)	食	多吃蔬菜
	衣	減少、重複使用、維修和回收
	住	節省家庭能源、改變家庭的能源來源
	行	步行、騎自行車或乘坐公共交通、考慮電動汽車
	育樂 購	評估旅行的碳足跡 減少、重複使用、維修和回收
Lazy Person’s Guide to Saving the World (United Nations, 2021b)	食	購買適量食物、過多食物的分享、減少食用肉類、廢食利用
	住	隨手關電源、節能家電、高效能空調技術
	行	騎自行車、公共交通工具
	育樂 購	資訊分享與流通、倡議低碳、改變日常行動 減少浪費、在本地購物、準備購物袋、回收再利用、
淨零綠生活行動指引 (環境部，2024)	食	食在地食當令與低碳烹調、食材零浪費、自備環保餐具、惜食減少浪費、選擇綠色餐廳
	衣	減少衣物採購、衣物清潔保存、衣物循環利用
	住	居家減碳行動、環境綠美化、室內綠色植物、綠色建材
	行	低碳交通、環保駕駛行動、自行車綠行動
	育樂 購	生態旅遊、綠色旅遊、環境教育設施場所 以租代購、二手商品、綠色消費、物品維修



估減少碳排放決策或行動等內涵。整體來說，淨零綠生活的教育推動應關注在淨零行動的知識與實踐、覺察淨零的重要性，以及能持有永續生活的思維和責任。

## 二、ESD與教學

### (一)ESD

永續發展是指「確保滿足當前需求，同時不損害未來世代滿足其需求的能力；也要求滿足所有人的基本需求，並向所有人提供實現更美好生活願望的機會」(United Nation Secretary-General, 1987, p. 6)。永續發展會受到當前技術、社會組織、環境資源以及生物圈對人類活動關係而有所影響，需在環境、社會、經濟三者間有均衡發展。人類的需求包括健康、教育和知識；環境永續在保護自然資本；社會永續在保持社會資本及增強社會關係與人民福祉；經濟永續在保持資本完整、確保財務資源的保存(行政院國家永續發展委員會，2009；Schröter, 2010)，這些課題都強調人與人、與社會、與自然間的共存和共生，以達成永續發展。

基於永續發展，ESD是使每個人都能為環境完整性、經濟可行性和現代及未來世代社會公正性做出明智決定，同時尊重文化多樣性(Hopkins & McKeown, 2002; UNESCO, 2013)。ESD是將永續發展的原則、價值觀和實踐融入至各方面的教育和學習，以因應新世代社會需求，解決各式領域的議題，可從五個層面的學習來探討(Stevenson, 2006; UNESCO, 2005, 2009)：學習理解(learning to know)在地、社會和全球面臨的發展挑戰及學習者的潛在角色；學習成為(learning to be)一個在永續發展具有自主性、判斷力和責任特質的個人；學習實踐(learning to do)永續發展相關的技能和行動能力；學習共同生活

(learning to live together)並建立合作夥伴關係、相互依賴和理解；學習改變(learning to transform oneself and society)自己和社會，成為更具創造力和積極的公民。

### (二)ESD與永續原則

ESD的目的在使人們實踐永續發展行動，以及具永續願景和對永續價值的重視；促使人民在社會、經濟和環境間取得平衡，具有決策和解決問題、公民參與的能力與行為，使個人能夠透過明智的選擇採取永續的生活方式(王順美，2016；Kioupi & Voulvoulis, 2019)。ESD目標也包括了使學生能對議題有判定標準、對複雜性的覺知、進行科學推理和批判性的分析，從而能應用跨領域角度去探究、理解和有效處理議題中的危機或問題(Hasslöf et al., 2016; UNESCO, 2017)。各式的教學都應包含「整合實踐」、「展望變革」、「實現轉變」(United Nations Economic Commission for Europe [UNECE], 2011)等學習內涵，意旨：1.整合實踐，是追求整合的思維和實踐，並具有包容性和處理複雜問題；2.展望變革，是具過去、現在、未來的觀點，從過去中學習，激發對當下的參與，並探索可選擇的未來；3.實現轉變，在改變教育信念、人們的學習方式、支持學習的教育系統。整體而言，ESD的教學旨在讓學生覺察和學習到永續原則(表2)，包含有：聚焦地方的學習、問題與解答的多重維度、考量不同觀點、同理心與對人類的尊重、過去與現在和未來、個人與地球(自然)的親近、學習過程中有所行動、尊重「複雜性」、價值教育(York University, 2023a, 2023b)。具體而言，即是讓學習者對議題於環境、社會和經濟層面的挑戰、預防風險和影響有所識別以及具體行動；提出批判性問題並積極參與在跨領域的合作，實現未來願

表2：永續原則與學習重點

永續原則	解釋
考慮各類觀點	考量足夠多的不同觀點，形成意見並採取明智立場，以公正地處理問題。
問題和解決方案的多個維度	採用系統思維方法檢視環境、經濟和社會維度，有效地處理所探討問題。
尊重複雜性	尊重所討論問題的複雜性(沒有標準答案)。
學習中有所行動	行動有所支持，從理解問題轉向朝著積極的改變與行動。
同理心和對人的尊重	培養對不同人群(包括種族、性取向、不同性別等)的同理心和尊重。
與地球的個人情感親和	鼓勵個人對自然世界建立情感與關懷，具實際且尊重環境的管理。
本地焦點的學習	利用當地社區中的問題及元素的學習經驗，也嘗試對外學習。
過去、現在和未來	促進對過去的理解、對現在的感知和對未來的積極展望。
價值教育	明確得到機會來確定、澄清和表達學習者自身的信念或價值觀。

資料來源：翻譯自<https://reurl.cc/V0xQyR>。

景；澄清自己的價值觀，學習以道德方式行事 (Collazo Expósito & Granados Sánchez, 2020)。

### (三)ESD的教學方式

ESD教學在應用各類教學活動來協助學習者具永續發展的觀點、信念和行動。在 Seydel (2011)的水資源課程中，以現實世界為背景，高中學生為他們所在地區的數間學校，就用水需求，制定一項水資源保育計劃，包括水資源分析、雨季和河流、水資源應用，培養系統性的觀點與決策思維。Putney等(2016)提供了綠色課程的建議，認為除了設計養成特定議題能力的教學外，還強調科技與行銷策略的整合環境，讓學生能有多元化的行動影響更多人的環保意識和行動。Spence等(2014)的教學利用線上工具，讓學習者檢視他們在使用能源後的實際資料，例如能源使用情形、溫室氣體排放和經濟成本等資訊，並分析對氣候變遷的影響，結果顯示學生的正向環境意圖和行為有所提升。Sinakou等(2019)分析許多教學案例，提出整合的多元行動導向架構，建議ESD教學應納入「行動執行」、「學習領導」、「同儕互動」、「社區參與」和「跨學科內涵」，來創造一個鼓勵學習者進行批判性思考、解決

問題和採取負責任永續行動的環境。總體而言，ESD注重地區性、跨域的合作與實踐之學習(UNESCO, 2005, 2014)，教學上也可從當地需求和文化的分析與檢視、連結國際公約和永續趨勢意義的概念報告分享、具體案例的研究與解決方法來規劃課程(Sterling, 2013)，也能利用具未來情境構想和行動參與的實作課程、具體社區實踐的提案與實驗來設計活動和教材(Collazo Expósito & Granados Sánchez, 2020)；在永續發展的社會公義層面，則能透過社區本位學習的經驗，利用「反省」來連結行動與學習，養成公民責任(Furco & Norvell, 2019)。

歸結ESD的學習內涵、永續原則和教學案例，有以下教學脈絡：1.具真實或模擬的本地化情境與實作環境；2.基於需求，思考人類所需，以及個人對環境、社會和經濟之信念；3.規劃方案環節，思考問題的複雜性和考量不同觀點，規劃解決方案；4.行動情境，展現解決方法的應用與行動；5.檢視與反思，連結行動與知識，並有機會調整和實踐。藉由文獻探討，本文形塑出「需求—行動—檢視—反思—調整」的行為與學習歷程之概念，此歷程也對應了常用在問題解決的PDCA模式(計劃、執行、檢查、行動)之能力

學習和議題系統思考訓練(C.-C. Cheng et al., 2023; Isniah, et al., 2020)。若教學或教材設計中能同時納入此一歷程，應可讓學習者獲得情境式的參與經驗、覺察永續原則學習重點，同時培養知識與能力，將態度、價值觀及行動含納於個人的素養整全。

### 三、議題桌遊

#### (一)議題桌遊的學習與組成

桌上遊戲是指玩家透過操作實體配件來獲得遊戲體驗的一種遊戲方式。桌遊對議題的學習，例如，海洋議題可透過玩家在桌遊中閱讀跨領域的情境和問題卡，使玩家獲得對科學、海洋環境之重要性覺察和文學知識(Arboleya-García & Miralles, 2022)。Eisenack (2013)的遊戲描述了全球暖化與氣候變遷，讓玩家扮演各個國家首領，從經濟發展和氣候減緩兩個不同的角度思考和討論國家發展。Tsai等(2021)著手在生物保育主題的桌遊設計，整合了經濟、政策、社會、生態等面向，讓學生理解生物多樣性、生物保育的跨域概念。在“Sustainable Ocean”教育桌遊中，玩家扮演漁民，在政策、捕撈、交易的情境中學習有關漁業資源永續管理的概念，也提升了學習動機(Parrondo et al., 2021)。這些研究展現了桌遊能形塑特定議題的情境，來讓學習者從中體驗議題和獲得學習(Arslan et al., 2011; Juan & Chao, 2015)。

桌上遊戲能作為議題學習的媒材，在於其各項遊戲組成提供了學習的效用，使其能培養學生對於議題的思考以及社會參與行為等表現。例如：1.角色扮演與遊戲目標的設定，讓學習者可以體驗到特定族群的經驗，以該族群的視野來認知與覺知議題，並且指引學習者理解族群在議題中的需求(鄭秉漢、蔡仁哲等，2020)。2.情境流程的安排及遊

戲操作回饋，可以創造模擬的經驗，展現問題以及規劃行動、執行、未來影響的時序脈絡，並檢視行動後的結果(鄭秉漢、葉庭光等，2020)。3.營造玩家實體互動，可以即時相互討論溝通、覺察他人立場和觀點，相互觀察與學習(P.-H. Cheng et al., 2020)。4.重複的流程提供了行動後調整並再行動的機會(P.-H. Cheng et al., 2019)。5.遊戲起始設置和遊戲的配件，乘載外顯的資訊，呈現對應於議題的當前狀態以及因素間的關係(鄭秉漢等，2019)。

此外，透過遊戲中的議題概念系統的成分設定，例如：「特定族群」、「自我考量」、「危機成分」、「實質影響」等成分，可以就社會性科學議題的學習，建置讓學習者能覺察需求、自主行動、促發後設認知的反思點之情境(鄭秉漢，2023b)。誠如前一小節在ESD的研究探討，使學生覺知議題的系統性和成分間的關係以及行動後的影響是重要的。因此，如何設定桌遊中的系統成分與關係，建立個人需求與決定行動的關聯性，還有行動與環境、經濟和社會的關聯性，以及行動對未來的影響，均是設計議題桌遊時的要點。

#### (二)議題桌遊的設計模式

議題桌遊中的各項組成具相互關聯性，透過整合設計來建構遊戲世界，展現現實的情境。基於議題學習、含括議題系統的桌遊，可依循議題情境化遊戲的設計步驟：設定遊戲的「學習目標」、繪製議題的「概念系統」、規劃遊戲的「情境流程」、建置遊戲的「系統環境」(鄭秉漢，2023a；P.-H. Cheng et al., 2019)。步驟項目有：1.「學習目標」，目的是確認遊戲的教育性，包含了分析學習對象的學齡、程度、背景，制訂該學習對象有所需要的議題主題，及對應的



素養表現，例如，淨零知識、態度、行為。

2.「概念系統」，目的是設定遊戲的議題內容，透過解析議題的系統概念，釐清成分以及成分間的因果關係，繪製動態的回饋系統，此時也要設定議題的學習反思成分(鄭秉漢，2023b)。

3.「情境流程」，目的是建立學習者在遊戲就議題的定位和各項任務的處理，會安排扮演的角色、因應角色的遊戲目標、每回合中的遊戲情境階段，引導學習者投入和參與對需求的行動和問題的處理，並展現特定尺度的時間流動，達到情境模擬的效果。

4.「系統環境」，目的在營造遊戲世界中的物件和交互性，例如玩家對玩家、對物、對情緒等；此階段也會納入行為系統的考量，設定各類行為成本與效用(鄭秉漢，2023b)，以在議題上展現人與環境、經濟、社會的關係。

### (三)小結：淨零綠生活和永續原則的桌遊設計

淨零綠生活的學習在理解生活中的低碳行為，覺察人類行為的影響，並能持有自然友善的信念及態度，願意並執行低碳行為。透過議題桌遊中的各項組成，給予學習者生活情境以及問題覺察與行動解決的機會，並體察環境、經濟、社會間的互動性或競合性。在教學或教材的設計中，規劃各項行為並有差異性的成本與效益，讓玩家就各種需求與問題，是促發反思的重點(許世璋、任孟淵，2014；Medina et al., 2017)，這使得玩家能從多個維度進行評估和執行，使他們覺知不同的立場、觀點、價值。桌遊中的情境流程和重複回合是永續發展議題學習的重要設計，能納入ESD教學的「需求—行動—檢視—反思—調整」的學習歷程，也是遊戲式學習理論模型的三個增強學習的關鍵元素(Plass et al., 2015)：提供挑戰、行動與

回應、反覆回饋，這使得學習者在遊戲中對於人類生存所需而行動，並檢視行動後的結果與影響。遊戲情境流程也能呈現特定的時空尺度情境，展示各項生活行動對未來環境的影響，預期能促發行動反思；因為當人們受到威脅時，往往會成為正向行動的積極者(Booth, 2012)，學習者在遊戲中的行為造成環境衝擊，進而威脅到生活和需求，將是引起行為改變的契機。

## 參、研究方法

### 一、淨零綠生活桌遊

#### (一)設計框架

本研究的桌遊設計目的在培養學生對淨零綠生活系統知識與態度，以及低碳行為和永續發展內涵之覺察。設計框架如圖1，整合三個設計理念，包含：淨零綠生活內涵、永續原則、遊戲的議題系統與學習組成。

#### 1.內容設計：淨零綠生活內涵

基於淨零綠生活關鍵戰略和淨零綠生活行動指引的食、衣、住、行、育、樂等行為，以及人民對生活需求的滿足、行為成本，也包含行為的碳排放量和大氣中碳量對環境溫度的影響等概念。上述內容透過各項桌遊組成，融入到遊戲中。

#### 2.學習設計：永續原則之學習

連接淨零綠生活關鍵戰略的「全民對話」：基於共同目標、共同責任、共同行動的教育內涵，本研究關注永續原則學習的「聚焦地方學習」、「價值教育」、「過去現在未來」、「學習中有所行動」、「問題和解決方案的多維度」，透過「需求—行動—檢視—反思—調整」歷程納入到桌遊的議題系統中。



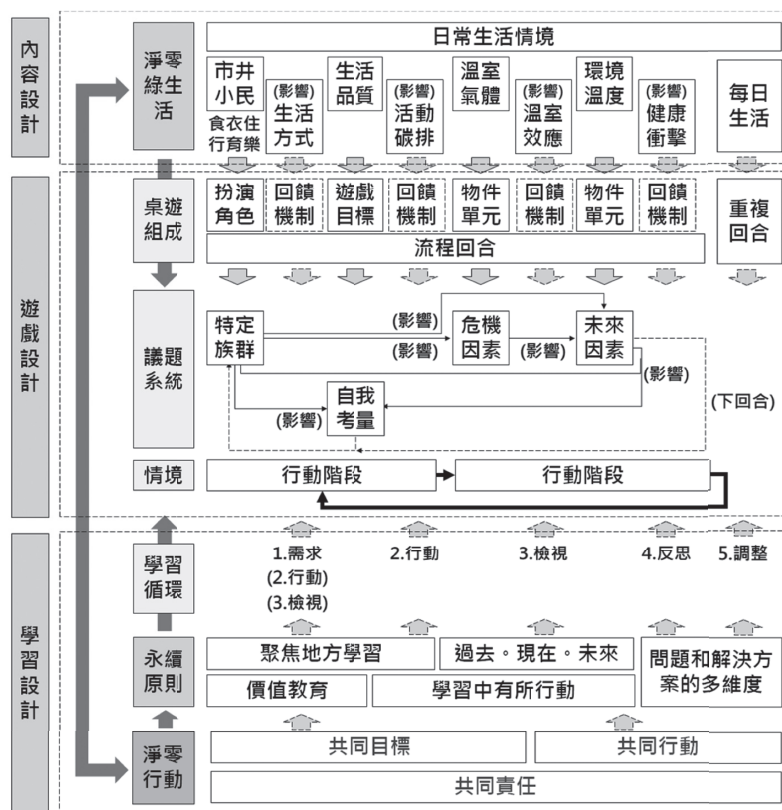


圖1：基於永續原則的淨零綠生活桌遊設計框架

註：左邊有色底的項目代表桌遊中的各式設計以及相互連結面向(用深色箭頭標示)，右邊白底項目代表各面向的內容以及內容間的融入(用淺色箭頭表示)。

### 3. 遊戲設計：遊戲的系統與組成

遊戲整體情境建置為具需求導向、解決檢視、未來影響的時序和情節，將淨零綠生活的重要因素在遊戲組成中呈現，例如：在遊戲中扮演市井小民、以生活品質作為遊戲目標、遊戲中的玩家行動是食衣住行育樂等各種生活方式、生活方式會影響生活品質及溫室氣體排放量等。同時，依循議題桌遊系統的學習回饋及永續教學「需求—行動—檢視—反思—調整」的學習歷程，在設計中也納入永續原則的學習，例如：透過危機因素與未來因素的系統來呈現現在與未來、呈現生活品質及環境溫度的重要性與影響性來形塑玩家的價值觀、各種因素的影響性以及重

複遊玩回合的調整機會讓玩家體認問題和解決方案的多維度。

### (二) 遊戲設計步驟與內容

依循議題情境桌遊設計四步驟(P.-H. Cheng et al., 2019)，依序規劃學習目標、議題內容，遊戲結構、回饋機制和配件，建構遊戲世界(鄭秉漢，2023b)。遊戲設計與工具研發經過專家小組檢視，小組包含一位環境教育專家、兩位高中自然科教師。

#### 1. 學習目標與議題內容

本研究的對象為高中生，主題為淨零綠生活。議題內容包含淨零綠生活的行動與對環境影響、淨零綠生活在淨零排放關鍵戰略

的定位(國家發展委員會, 2022b), 如圖2。例如, 市民的行動包含食、衣、住、行、育、樂等行動構面、生活品質包含健康、快樂構面、政策包含能源轉型、產業轉型等內容。

## 2. 遊戲結構與回饋機制和配件

依循圖1設計框架和圖2議題系統, 將淨零綠生活的概念納入至遊戲組成, 建構遊戲中的模擬環境與行動(鄭秉漢, 2023a), 如表3所示: (1)扮演角色為綠生活的推動對象—市民, 讓玩家理解與體驗地方生活經驗。(2)遊戲目標是市民對於生活需求—生理健康與心理快樂, 是永續發展的基礎目的與價值。(3)回合流程是市民在生活中的情境, 將每個回饋關係形成為一個回合的各個階段—政策階段、生活階段、環境階段, 呈現行動對當下與未來的影響, 反映市民在氣候議題下於環境、社會和經濟等多維度的衝擊、方法與結果。(4)機制部分, 在政策階段的回饋機制採用隨機抽牌與卡牌選擇, 呈現人民對政策的半控制性; 生活階段採用手牌管理, 呈現生活方式的可控性; 環境階段採用數值換算和符號對應, 展現行動、生活品質、溫室氣

體、環境溫度間的相關性; (5)配件設計如表4, 展現市民的各類生活方式, 具體行動參考我國淨零綠生活行動指引以及聯合國永續行動(United Nations, 2021b, 2022)。

情境納入了各種行動及其在經濟與環境成本之高低、行動效益(表4), 讓學習者在具情境的學習下展現自我調節能力, 以覺察個人之價值與認知, 進而促進適當行為的養成(Lally & Gardner, 2013; Lally et al., 2011)。在遊戲中, 若生活方式選擇偏向高碳行為, 將導致溫度上升進而衝擊生活, 促使學習者覺察在生活同時也應考量低碳行為, 思考永續生活的必要性與可行性。一組遊戲人數為2~4人, 遊戲玩一次的時間為90~120分鐘, 時間長度取決於學習者對此遊戲的逐步理解程度。詳細的遊戲介紹可參考影片(<https://reurl.cc/eG1RLL>)。

## 二、研究工具

### (一)淨零綠生活概念量表

本研究的概念量表採用系統圖方式評分(Assaraf & Orion, 2005), 評估學習者在生活行為對環境影響之因素和關聯性的認知, 為自

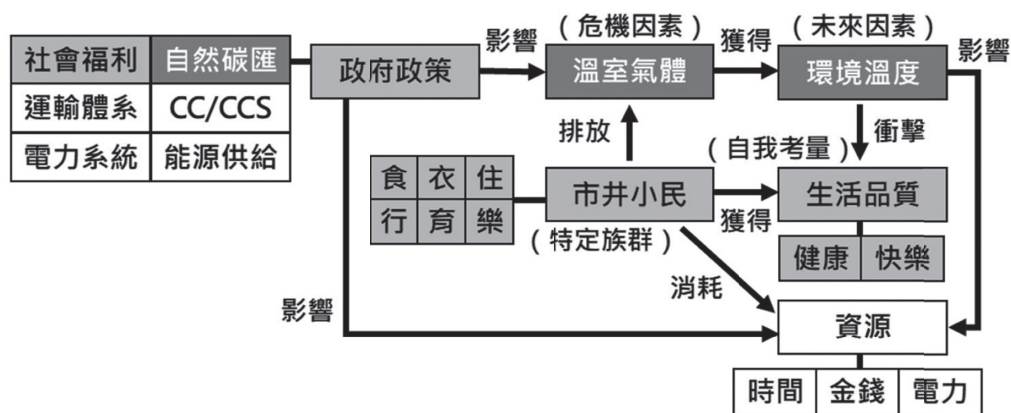


圖2：淨零綠生活學習概念內容淨零排放之學習概念

註：調整自鄭秉漢(2023b)學習概念的領域, 依據「永續發展政策綱領」(行政院國家永續發展委員會, 2009), 深底色白字的為環境領域, 淺底色黑字的為社會領域, 白底色黑字的為經濟。

表3：遊戲的設計與規則

桌遊組成	淨零綠生活與永續原則	內容設計
扮演角色	民眾在日常生活食、衣、住、行、育、樂的生活方式。 利用當地的議題元素的學習經驗。	玩家扮演市井小民。 遊戲中可以依據自己的想法，實施食、衣、住、行、育、樂等行動。
遊戲目標	人類的生活與永續生存。 學生有機會澄清自己的價值觀。	遊戲目標：維持健康、獲得快樂。
遊戲設置	國家發電來源。 生活面向與習慣。 現行環境與經濟的狀態。	個人圖板上標有食、衣、住、行、育、樂等放牌位置，也預設有冷氣、衣服
回合流程 (重複的回合)	賦予生活經驗。 國家在淨零議題的發展走向。 使民眾行為改變，選擇較低碳的生活。 學習時產生可觀察的積極變化。 促進對現在的感知和對未來的積極展望。 鼓勵採用系統思維方法檢視經濟、環境、社會三個維度。	遊戲進行六個回合，每回合階段有： 1.政策階段：有條件地執行特定政策。 2.生活階段：玩家選擇執行各式生活行動，消耗資源並獲得效益。 3.結算階段：計算行動排碳量、大氣碳量造成的溫度上升、環境溫度對健康的影響。
回饋機制	生活方式對生活品質的影響。 不同行動的碳排量，以及行動的選擇性。 學生得到機會表達自己的價值觀。 有效地處理所探討問題的環境、經濟和社會維度。	執行政策：從公開區選兩張執行。 獲得生活：依所需從食、住、行、育、樂選擇抽取一定數量的卡牌。 執行生活：從手中打出手牌，支付資源成本。 系統影響：依據行動，計算對環境、社會、經濟的影響。
配件	展現食、衣、住、行、育、樂生活方式。 展現淨零排放相關政策。	卡牌：呈現行動成本、排碳量、用電量、對健康影響、對快樂影響(表4)

編量表。題型為開放題(圖3)，請受試者列出至少12個在生活中與全球暖化和溫室氣體有關的成分，並連結成分間的關係，繪製成一個系統圖。正確且符合淨零綠生活內容的成分計為1分，然後依永續發展的經濟、社會、環境三個分量各自計分；此外，成分間的正確關係計為1分，然後依同領域關係、跨領域關係各自計分。此量表經過兩位評分者就其中十份測驗進行評分者信度分析，在成分節點為.92，關係連結為.85，顯示良好信度。

## (二)淨零綠生活態度量表

淨零綠生活態度量表以態度的ABC模型(Millar & Tesser, 1986; Ostrom, 1969)，分有「認知意識」、「議題情感」、「行為意願」三個分量，評估學習者對於淨零綠生活

的評價。題型為李克特四點量表，每個分量有4題，全部為12題，參與者依題目敘述以自身經驗和內心感受來勾選程度，依面向平均得分。量表信度為.75，為可接受(Nunnally, 1978)。題目範例如表5，第1題與第2題是認知意識、第4題與第7題為議題情感、第11題與第12題為行為意願。

## (三)淨零綠生活價值覺察量表

淨零綠生活旨在促進人民的低碳行為的養成，行為養成除了認知還包括個人信念的覺知、控制和改變(Carden & Wood, 2018; Gardner & Rebar, 2019)。此量表在評估學習者對於自身於生活中的代價覺察和自我控制，為自編量表。依高中生常碰到的三個生活形式作為主要分量，分別為「食」、「住」、

表4：卡牌與內容設計

<div><div>食</div><div>牛排</div><div></div><div>肉類 進口 天然</div><div>令人垂涎三尺的牛排。</div><div>+4 CO<sub>2</sub>e</div></div>	<div><div>食</div><div>炒四季豆</div><div></div><div>蔬菜 國產 天然</div><div>熱炒加入蒜頭，成為桌上的佳餚。</div><div>+1 CO<sub>2</sub>e</div></div>	<div><div>衣</div><div>衣物穿著</div><div></div><div>搭配 調整</div><div>+3</div><div>因應環境變化，整理衣櫃換季衣物。</div><div>抽1張牌至手中， 然後棄1張手牌， (使用後翻面)</div></div>	<div><div>育</div><div>低碳衣著調整</div><div></div><div>樂購 調整</div><div>1</div><div>依據溫度調整衣服穿著，讓自己舒適</div><div>(你可以多擁有一張「衣」) 每回合可棄取並打出一張「衣」 且購買的碳排放少1 (可累計)</div></div>	<div><div>住</div><div>冷氣</div><div></div><div>設施 空調 傳統</div><div>1</div><div>傳統窗型冷氣，降低室溫但也耗電。</div><div>+3 CO<sub>2</sub>e</div><div>-4 CO<sub>2</sub>e</div></div>	<div><div>住</div><div>智慧冷氣</div><div></div><div>設施 空調 智慧</div><div>3</div><div>智慧變頻冷氣，降低室溫且省電。</div><div>+3 CO<sub>2</sub>e</div><div>-2 CO<sub>2</sub>e</div></div>
(a)生活卡「食」。相關低碳行為：食在地食當令、多吃蔬菜。行動影響：碳排、健康、快樂	(b)生活卡「衣」。相關低碳行為：環保衣服、選擇環保產品。行動影響：碳排、健康、快樂	(c)生活卡「住」。相關低碳行為：居家減碳行動、在家節約能源。行動影響：用電、健康			

<div><div>行</div><div>轎車</div><div></div><div>運輸 自備</div><div>3</div><div>+7 CO<sub>2</sub>e</div><div>可永久保留</div><div>普遍的轎車，便利但也排放碳。</div><div>每回合：抽4張牌 (棄取牌：棄掉)</div><div>+4 CO<sub>2</sub>e</div><div>2+</div></div>	<div><div>行</div><div>公車</div><div></div><div>運輸 大眾</div><div>NORMAL</div><div>可永久保留</div><div>公共巴士，以石油驅動會排放碳。</div><div>抽2張牌</div><div>-2 CO<sub>2</sub>e</div></div>	<div><div>育</div><div>食物喜好調整</div><div></div><div>喜好 調整</div><div>3</div><div>調整喜好，讓自己也喜歡吃蔬菜食物。</div><div>吃到「蔬菜」+1 CO<sub>2</sub>e</div></div>	<div><div>育</div><div>居家用電習慣</div><div></div><div>習慣 省思</div><div>2</div><div>收管節約用電，改變使用電習慣。</div><div>住用電總量少2 (例如：用電量+3改為2) (個人用電量低為0)</div></div>	<div><div>樂</div><div>生態旅遊</div><div></div><div>參與 動態 戶外</div><div>3</div><div>+2 CO<sub>2</sub>e</div><div>+1 CO<sub>2</sub>e</div><div>4</div><div>+2 CO<sub>2</sub>e</div><div>+2 CO<sub>2</sub>e</div><div>出發生態旅遊，訴向大自然的擁抱。</div></div>	<div><div>樂</div><div>運動</div><div></div><div>增強 動態 戶外</div><div>0</div><div>+1 CO<sub>2</sub>e</div><div>2</div><div>+2 CO<sub>2</sub>e</div><div>戶外運動有益身體健康。</div></div>
(d)生活卡「行」。相關低碳行為：低碳交通、乘坐公共交通工具、改用電動汽車。行動影響：碳排、用電、方便性	(e)生活卡「育」。相關低碳行為：惜食減少浪費、以租代購、隨手關電源。行動影響：碳排、用電、習慣	(f)生活卡「樂」。相關低碳行為：綠色旅遊、生態旅遊。行動影響：健康、快樂			

<div><div>特</div><div>政策請願</div><div></div><div>社會 參與</div><div>1</div><div>民眾請願，積極參與政策推動。</div><div>抽3張牌 選1張執行。</div></div>	<div><div>特</div><div>賺取外快</div><div></div><div>自我 參與</div><div>多勞多得，爭取更多機會。</div><div>抽2張牌加入手中。</div></div>	<div><div>政</div><div>供電轉型I</div><div></div><div>電力 供電</div><div>環境先導，供電步入低碳時代。</div><div>電廠 -2 CO<sub>2</sub>e -5 CO<sub>2</sub>e</div></div>	<div><div>政</div><div>電廠碳捕存</div><div></div><div>負碳 電廠</div><div>發電廠加裝碳捕存設備，減少排放。</div><div>電廠 -3 CO<sub>2</sub>e (輸入到程式)</div></div>	<div><div>政</div><div>運輸電氣化</div><div></div><div>運輸 轉型</div><div>運具電氣化，將燃油公車轉成電動公車</div><div>(保留放在桌面上) 此卡累積兩張後， 「公車」改為「電動公車」。</div></div>	<div><div>政</div><div>電器補助</div><div></div><div>社會 補助</div><div>補助家庭購買智慧家電，省錢同時環保。</div><div>本回合 打出「智慧」 的成本少1 CO<sub>2</sub>e。</div></div>
(g)生活卡「特」。相關低碳行為：共同呼籲、生活收入。行動影響：政策	(h)政策卡。國家淨零轉型關鍵戰略：電力系統與儲能、碳捕捉封存、運具電動化、資源循環、公正轉型。政策影響：能源、產業、商業與服務模式、軟硬體設施				

「行」三個分量，各分量又分有「行為選擇」、「代價覺察」與「付出意願」等構面。「行為選擇」為開放題，受試者寫下個人選擇傾向，「代價覺察」與「付出意願」為複選題，受試者勾選個人要配合淨零綠生活所改變的代價與意願。量表共有9題，經過專家小組檢視內容效度，兩位評分者進行

「行為選擇」開放題評分，總體評分者信度達.93。例題如表6。開放題的評分項目參考環境部的「淨零綠生活行動指引」，挑選高中生能自主在生活中做選擇的生活行為制定編碼(表7)，「食」分量有7個編碼、「住」分量有4個編碼、「行」分量有6個編碼。評分者就受試者所寫每個項目，予以編碼，



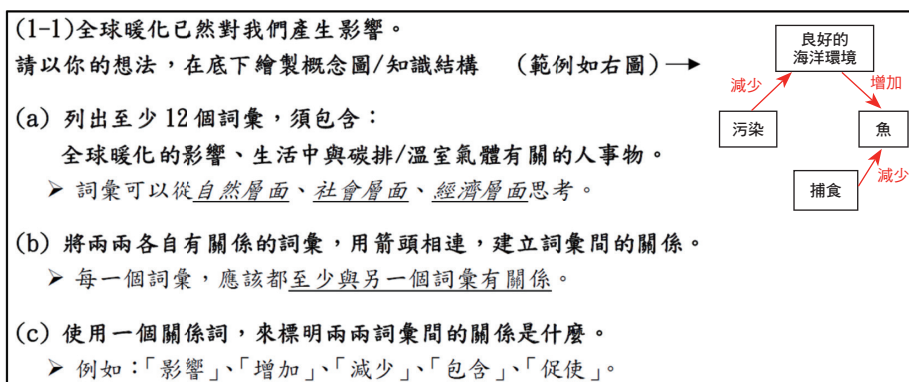


圖3：淨零綠生活概念量表

表5：淨零綠生活態度量表題目範例

分量	題目	符合	稍微符合	稍微不符合	不符合
認知意識	我認為淨零綠生活是重要的議題。 我認為淨零綠生活，最需要調整的政府和產業，一般民眾能做的很有限(反向題)。				
議題情感	當我做了一件能節省資源或能源的行動時，我會感到開心。 我會對政府公告的淨零綠生活感到好奇。				
行為意願	在團隊中，當與其他成員意見不同，為了和諧(雖然我應該是對的)我願意做出妥協。 我願意配合政府的淨零綠生活，調整個人的生活習慣。				

表6：淨零綠生活行動意願量表題目範例

題號	題目
1-1	如果讓你選擇，你會偏向吃什麼類型的食物？(列舉2~4個)
1-2	為了配合政府的淨零排放，你覺得在食物部分，自己可能會犧牲或付出什麼？ <input type="checkbox"/> 金錢 <input type="checkbox"/> 時間 <input type="checkbox"/> 親情 <input type="checkbox"/> 友情 <input type="checkbox"/> 體力 <input type="checkbox"/> 方便性 <input type="checkbox"/> 飽足感 <input type="checkbox"/> 舒適度 <input type="checkbox"/> 滿足感 <input type="checkbox"/> 成就感 <input type="checkbox"/> 欲望 <input type="checkbox"/> 其他 _____
1-3	承上題，你願意或有條件地犧牲或付出哪些？ <input type="checkbox"/> 金錢 <input type="checkbox"/> 時間 <input type="checkbox"/> 親情 <input type="checkbox"/> 友情 <input type="checkbox"/> 體力 <input type="checkbox"/> 方便性 <input type="checkbox"/> 飽足感 <input type="checkbox"/> 舒適度 <input type="checkbox"/> 滿足感 <input type="checkbox"/> 成就感 <input type="checkbox"/> 欲望 <input type="checkbox"/> 其他 _____

例如，學生A寫出「生菜沙拉」、「國產產品」，會在「蔬菜」、「國產」各計一次。

#### (四)遊戲議題覺察量表

此量表在評估學習者對遊戲幫助淨零議題的想法，以分析本遊戲對學生有覺察到的淨零綠生活與永續原則。為獲得個人對議

表7：價值覺察量表開放題編碼

分量	構面	編碼 種類數	內容編碼	淨零綠生活指引參考(環境部，2024)
食	種類	3	肉類、蔬菜、綜合(同時有肉類和蔬菜)	低碳蔬食、本土生產、少添加物 (第5頁)
	產地	2	國產、進口	
	處理方式	2	天然、加工	
住	電器	2	冷暖氣、電風扇	選擇使用節電產品、改變生活型態 (第16頁)
	方法	2	適當節能、適當休息	
行	運具	6	高鐵火車、客運公車、汽車、機車、腳踏車、走路	搭乘公共運輸、低碳交通(第21頁)

題本身的感受，題目不提供上述永續原則的題幹與提示，亦不指定五項永續原則進行回答，題型為開放題，題目為「請描述你在遊戲中所學會／擁有的議題知識、態度與看法。」請受試者就遊戲對議題學習的幫助寫下個人看法。分析項目分為六項：

- 1.淨零綠生活知識：有提及學習到全球暖化、低碳、淨零等知識。
- 2.聚焦地方學習：有提到對日常生活的幫助、現實政策的理解。
- 3.價值教育：對各項因素有所看法，展現個人的信念。
- 4.過去現在未來：能理解全球暖化的原因，以及行為的結果和對未來的影響性或想像。
- 5.學習中有所行動：提及到具體的生活行動，在遊戲中或生活中構想低碳行動，或與他人合作。
- 6.問題和解決的多維度：思考到全球暖化、淨零行動、生活品質的相關因素和關係。評分者信度為.82。

### 三、實驗設計與資料分析

本研究對象來自三所臺灣北部學校，高一到高三共69位，進行兩節課共120分鐘

的遊戲學習。另外在遊戲前一節課與遊戲後一節課進行「淨零綠生活概念量表」、「淨零綠生活態度量表」、「淨零綠生活價值覺察量表」，後測額外進行「遊戲議題覺察量表」。資料分析的方法與目的如下：

- (一)「淨零綠生活概念量表」使用成對樣本 $t$ 檢定和效果量(Cohen's  $d$ )比較前後測的表現平均數，瞭解學習者於遊戲前、遊戲後在生活行為對環境影響之認知差異，以回答研究問題一。
- (二)「淨零綠生活態度量表」使用成對樣本 $t$ 檢定和效果量(Cohen's  $d$ )比較前後測的表現平均數，瞭解學習者於遊戲前、遊戲後對淨零綠生活的態度差異，以回答研究問題二。
- (三)「淨零綠生活價值覺察量表」使用改變量百分比，比較前後測的行為意願選項總數，以回答研究問題三。使用百分比之目的在呈現和判讀學生於代價覺察與付出意願之內在變項(例如：舒適度、滿足度)以及外在變項(例如：金錢、時間)的自我評估，從學生總體回應的比例探討遊戲前後，探討其價值信念程度。本研究基於後測填寫百分比，從各構面挑選四個最多回應的項目，進行重點探討。其中，各面向的「行動選擇」

構面，藉由編碼計數數量來挑選(表7)；「代價覺察」藉由勾選數量來選出最多的四個項目，同時，也作為構面「付出意願」的四個項目來做比對。隨後，將各個細項目在後測的填寫人數百分比減去前測的百分比，計算出「行動選擇」、「代價覺察」、「付出意願」的改變量。

- (四)「遊戲議題覺察量表」基於永續原則，使用內容分析統整學生在遊戲的議題覺察，回答研究問題四。

## 肆、研究結果與討論

### 一、議題桌遊對學生淨零綠生活知識的影響

表8為學生在淨零綠生活知識的前後測成績分析結果，主項目「成分」下的「環境」、「社會」、「經濟」次項目中，前後比較皆達顯著( $t(69) = -8.76, p = .000 < .001$ , Cohen's  $d = 0.56$ ;  $t(69) = -9.09, p = .000 < .001$ , Cohen's  $d = 0.69$ ;  $t(69) = -5.54, p = .000 < .001$ , Cohen's  $d = 0.41$ )；主項目「關係」下的「同領域」、「跨領域」次項目中，前後比較皆達顯著( $t(69) = -8.36, p = .000 < .001$ , Cohen's  $d = 0.65$ ;  $t(69) = -7.92, p = .000 < .001$ , Cohen's  $d = 0.85$ )，皆為中度效果量。結果顯示學生在遊

戲後，學習到更多與淨零綠生活、全球暖化有關的因素與關係，也增加ESD在三個領域之學習，並建立跨領域間的連結。過去研究也指出，在議題桌遊的設計，依循主要概念來建置遊戲的情境與配件，有助於理解該議題的因素(Eisenack, 2013)；而將遊戲中的回饋機制對應議題系統回饋，有助於因素關係的學習(Tsai et al., 2021)。

五個子項目的標準差在後測都較前測大，顯示學生在遊戲後，學習程度有差異。原因可能是在遊戲中只有政策是共同閱讀，生活方式卡牌是個人遊玩，若玩家個人沒有抽取到和判讀所有卡牌，可能使經驗體驗和資訊獲得有差異。未來遊戲設計可增加注意到全場狀態的遊戲機制，例如：事件、玩家合作共同參與任務之條件，使玩家會關注他人的卡牌名稱和內容。此外，遊戲可再整合桌遊模型化的設計(鄭秉漢等，2019)，使淨零綠生活與全球暖化的系統模型融入到遊戲目標、機制和配件，讓所有學生能集中思考重要的系統成分與關係。

### 二、議題桌遊對學生淨零綠生活態度的影響

表9為學生在淨零綠生活態度量表的前後測成績，分析結果在「議題情感」、「行為意願」兩個分量達顯著( $t(69) = -3.76, p =$

表8：學生在淨零綠生活知識的前後測表現

分量	項目	前測		後測		$t(\text{前}-\text{後})$	Cohen's $d$
		平均數	標準差	平均數	標準差		
成分	環境	6.09	3.12	8.07	3.95	-8.76***	0.56
	社會	3.07	2.28	4.88	2.87	-9.09***	0.69
	經濟	1.46	1.63	2.26	2.18	-5.54***	0.41
關係	同領域	7.36	3.28	9.81	4.24	-8.36***	0.65
	跨領域	3.77	2.09	6.10	3.22	-7.92***	0.85

註：\*\*\* $p < .001$ 。

表9：學生在淨零綠生活知識的前後測表現

分量	前測		後測		$t(\text{前} - \text{後})$	Cohen's $d$
	平均數	標準差	平均數	標準差		
認知意識	3.35	0.47	3.43	0.43	-1.55	0.17
議題情感	2.62	0.63	2.86	0.53	-3.76***	0.41
行為意願	2.92	0.59	3.10	0.64	-2.80**	0.29

註：\*\* $p < .01$ , \*\*\* $p < .001$ 。

.000 < .01, Cohen's  $d = 0.41$ ;  $t(69) = -2.80$ ,  $p = .003 < .01$ , Cohen's  $d = 0.29$ )，為中度效果量。顯示學習者在遊玩遊戲後，持有正向態度且有意願去實施與淨零綠生活相關的行為，例如：感到好奇、有碳排意識、願意閱讀相關資訊、願意調整個人生活習慣。本遊戲的情境從生活中的需求(健康、快樂)出發，卡牌是各類生活方式並顯示有行動成本效益，讓玩家能自己選擇個人行動，並檢視結果(例如，健康目標的累積值、氣溫值等)；適當的資訊引導和回饋設計能激勵玩家，使其做出更有效的選擇並建立信心(Baranowski et al., 2013; Johnson et al., 2017)，因此可能是提升議題情感與行為意願的原因。此外，提供能比較未來的願景和現實的反思機會，也是引起行動的要素，使人們可以更好地應對不確定性和複雜性，從而採取更明智和深思熟慮的行動(Wilson, 2008)。然而，在「認知意識」沒有差異( $t(69) = -1.62$ ,  $p = .126 > .05$ , Cohen's  $d = 0.17$ )，可能受試者在前測時已經存有對淨零綠生活的認可(滿分4，平均3.35)，因此後測上升幅度有限。

此外，分析單題的前後測平均值變化量，變化量最大的兩題分別為「比起精算各項食物的排碳量，食物的成本和取得方便性是更為重要的。」(反向題，前測平均 = 1.91、後測平均 = 2.21)、「當新聞或網路文章在播放有關淨零的議題時，我會想去閱

讀。」(前測平均 = 2.64、後測平均 = 2.93)。顯示遊戲讓學習者在行動代價的價值順序，認定排碳量更為重要；閱讀動機的提升讓遊戲也能做為課程的引入者，建議可以在遊戲後安排閱讀，延續學習動機。

### 三、議題桌遊對學生淨零綠生活價值覺察的影響

#### (一)前後測價值覺察比較

價值覺察的比較，是統計學生在「食」、「住」、「行」的三個構面中，挑選後測填寫最多的四個項目，計算前後測填寫人數百分比的改變量，結果於表10、圖4。

##### 1. 「食」項目

(1)行動選擇：選擇排碳較高的肉類食物的人數稍微變多、選擇排碳較低的蔬菜的人數稍微變少，但選擇的排碳量較低的國產類及天然類食物變較多。顯示參與者在遊玩後，對食物種類的選擇並不以低碳為主要思考、或難以改變原本習慣，但會選擇較低碳來源的國產(相較於進口)以及天然原型食物(相較於加工)。

(2)代價覺察：學習者在遊戲後，覺察「食」與金錢支出有關，且「食」能獲得滿足感和飽足感；對於習慣改變，有意願降低自身滿足感和飽足感，來配合淨零綠生活的推動。



表10：學生在淨零綠生活價值覺察的前後測表現

分量	回答比例 (%)	構面											
		行動選擇				代價覺察				付出意願			
食		肉類	蔬菜	天然	國產	金錢	方便性	滿足感	飽足感	金錢	方便性	滿足感	飽足感
前測		50.72	36.23	26.09	10.14	43.48	63.77	46.38	42.03	37.68	46.38	34.78	27.54
後測		44.93	40.58	31.88	24.64	63.77	57.97	57.97	47.83	28.99	40.58	43.48	31.88
改變量		-5.79	4.35	5.79	14.50	20.29	-5.80	11.59	5.80	-8.69	-5.80	8.70	4.34
住		開冷 暖氣	電風 扇	適當 節能	適當 休息	舒適度	金錢	方便性	滿足感	舒適度	金錢	方便性	滿足感
前測		50.72	23.19	14.49	27.54	59.42	37.68	42.03	26.09	34.78	28.99	30.43	21.74
後測		53.62	20.29	36.23	14.49	59.42	53.62	47.83	47.83	36.23	34.78	33.33	40.58
改變量		2.90	2.90	21.74	-13.05	0.00	15.94	5.80	21.74	1.45	5.79	2.90	18.84
行		高鐵 火車	客運 公車	汽車	腳踏車	時間	舒適度	方便性	金錢	時間	舒適度	方便性	金錢
前測		72.46	57.97	23.19	5.79	53.62	52.17	63.77	31.88	31.88	36.23	34.78	27.54
後測		55.07	49.28	20.29	2.90	68.12	59.42	57.97	49.28	43.48	46.38	44.93	42.03
改變量		-17.39	-8.69	-2.90	-2.89	14.50	7.25	-5.80	17.40	11.60	10.15	10.15	14.49

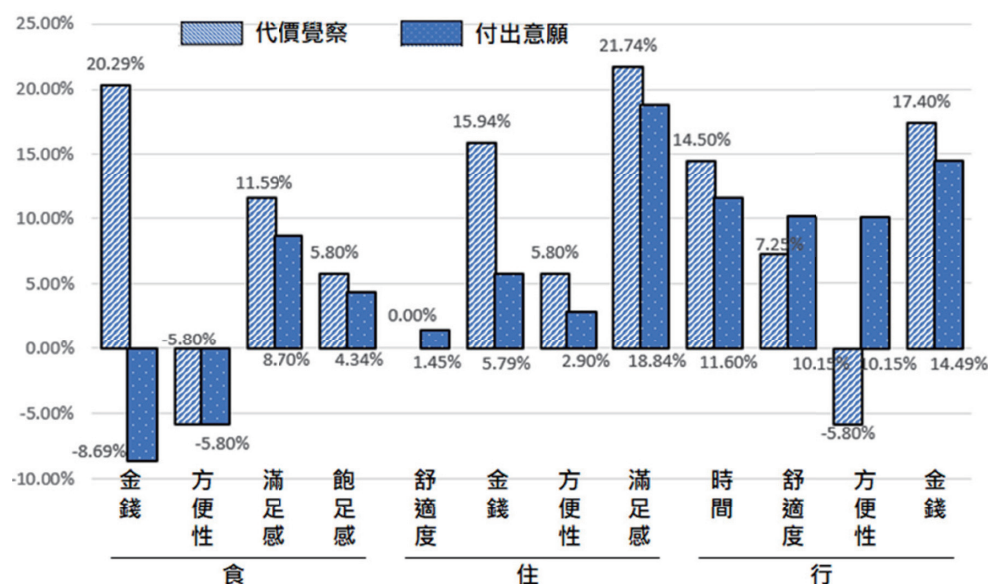


圖4：淨零綠生活價值覺察的各項改變量

- (3) 付出意願：然而，願意配合淨零政策而付出「金錢」和「方便性」的人數下降，可能原因是遊戲沒有設計犧牲個人「金錢」和「方便性」的好處；也可能是現實中高中生的經濟未能完全自主，可能使金錢付出意願低；而現今外送平臺的運作完善，則可能使得受試者認為方便性不會是飲食改變的代價。

## 2. 「住」項目

- (1) 行動選擇：「開冷暖氣」的有略微增加，在「適當節能」有較大的增加；「適當休息」指的是以自己的身體調適、找涼快地方，這項目的選擇人數下降。這顯示參與者對溫度變化有產生調適行為，且又知道適當的減緩行為是節能；不會為了低碳就不開冷暖氣來調適，而是有條件的節能。
- (2) 代價覺察：滿足感最高，其次是金錢、方便性，而舒適度雖然沒改變，但在前後測都是最高(59.42%)；此外，受試者知道電器要節能，是需要花費金錢的，而且也願意付出。這結果提示了淨零綠生活戰略的推動須關注居家硬體設施和服務的改變(Sioshansi, 2011)，人民若願意付出金錢，在推動上也能有正向效用。
- (3) 付出意願：除了金錢有高付出意願，其餘各細項的付出意願偏低(33.33 ~ 40.58%)，可能原因是遊戲中的溫度的調適設計有很大一部分來源是居家設備，使得學習者非常依賴居家環境的效用，以致於願意調整犧牲的比例偏低；另外的原因可能是學習者在遊戲中都是願意購買和使用高價值的節能設備，大多沒有因為居家用電過載而產生負面影響，因而可能認定居家電器在獲得健康的方法中是必要、穩定、有效的，使得有意願付出代價的人數比例偏低。

## 3. 「行」項目

- (1) 行動選擇：在交通方面，不論是「大眾交通」、「自駕」的後測選擇人數都較前測少，顯示對於交通的使用不是必要，也可能是傾向於用「走路」。
- (2) 代價覺察：在代價覺察和付出意願，時間、舒適度、金錢都有所提升的。金錢提升最高，在遊戲中高價的物件是電動載具，代表學習者願意在交通花錢購買；這提示如果在推廣低碳交通時，可強調電動載具在環境的優勢，以及部分補助以支持民眾(經濟部，2022；Dhar et al., 2017)。
- (3) 付出意願：在後測，每個項目都有近半數學生有意願付出自我利益(42.03 ~ 46.38%)，這個比例不高的原因，可能是遊戲設計的個人時間和金錢成本即是「卡牌」本身的獲得和消耗：交通呈現的時間節省給予了玩家抽牌的效用(即因為搭乘運輸載具而節省走路的时间可以做更多事)，但若學生沒有抽牌的需求，交通就不會是必要的和有付出自我利益的需要。在進行遊戲時，確實也觀察到許多學生並未打出交通牌來獲得更多手牌。總體結果顯示玩家在交通載具的選擇上，是有意願付出時間、舒適度和金錢來配合淨零政策，這能強化國家提倡的低碳交通及對民眾宣導(Liu & Xu, 2022)。

## 4. 總體結果

遊戲使學生能覺察淨零綠生活行動與個人相關的重要因素，包含外在因素(金錢、時間等)和內在因素(舒適度、滿足感等)；此外，「金錢支出」之覺察均於各構面中顯現，也反映學習者對經濟要素的關注。不論在食、住、行，都增進了習慣改變時可能的代價的覺察，也有付出意願。然而，付出意願的正向改變相對低於覺察的改變(圖4)，只有交通的舒適度的付出意願的改變高於覺察

意願的改變。基於計畫行為理論，行為意願會受到「主觀規範」、「態度」、「自我效能」的影響：主觀規範是指個人採取行為的社會壓力，態度是個人對行為的評價，自我效能是從事行為的資源與掌控(Ajzen, 1985; Ajzen & Schmidt, 2020)。本研究結果顯示，在淨零綠生活的目標下，在態度部分，學習者傾向低碳生活的選擇、認定低碳的重要性與效用；自我效能部分，有意願降低資源要素(金錢、時間)、忽視個人意欲(滿足感、方便性等)，這些表現將有助於促進低碳習慣的轉變與行動。讓學生認識到自己的需求與習慣，並轉而更看重整體的環境、社會與經濟發展，對ESD有利，顯示了本遊戲的效用。

## (二)遊戲對學生代價覺察與付出意願之表現影響

為瞭解遊戲對學生產生付出意願的影響，本研究分析三種代價覺察及付出意願的表現狀態，並基於前一小節各構面的四個項目進行評估：

- 1.狀態一「前測、後測有覺察該項目，且前測、後測都有付出意願」：評估遊戲是否使學生在遊玩前後仍維持代價覺察，且沒有負面影響、維持有付出意願。
- 2.狀態二「前測、後測有覺察該項目，且前測沒有付出意願但在後測有意願」：評估遊戲是否使學生在遊玩前後仍維持代價覺察，且有正向影響使其增進付出意願。
- 3.狀態三「前測沒有覺察該項目而在後測有覺察，且前測沒有付出意願而在後測有意願」：評估遊戲是否使學生在遊玩後增加了代價的覺察，且同時有正向影響使其增進付出意願。

在「食」、「住」、「行」，分別就三種狀態計算每個項目的人數百分比，結果於表11。

在「食」項目：1.在前後測都具有金錢、方便性、滿足感和飽足感的覺察下，有超過50%的學生維持付出意願，其中，飽足感達100%維持付出意願。2.前後測有覺察四個項目、但前測沒付出意願的學生中，在

表11：學生在前後對淨零綠生活的「代價覺察」與「付出意願」之表現

項目	狀態條件			各項後測付出意願百分比(%)			
	代價覺察	付出意願					
食	前測	後測	前測	金錢	方便性	滿足感	飽足感
	O	O	O	50.00	82.35	64.29	100.00
	O	O	X	15.38	25.00	50.00	45.45
	X	O	X	46.15	62.50	71.43	50.00
住	前測	後測	前測	舒適度	金錢	方便性	滿足感
	O	O	O	60.00	55.56	66.67	100.00
	O	O	X	47.37	33.33	22.22	50.00
	X	O	X	66.67	54.55	70.00	75.00
行	前測	後測	前測	時間	方便性	舒適度	金錢
	O	O	O	50.00	78.95	93.75	83.33
	O	O	X	50.00	43.75	12.50	37.50
	X	O	X	66.67	50.00	50.00	61.54

註：百分比計算為，該狀態下，(後測付出意願數)/(後測付出意願數加上無付出意願數)。

後測時的滿足感、飽足感有近半數提升意願(50.00%、45.45%)。3.在遊戲後才覺察的學生中，在後測每個項目有近半數增強付出意願(46.15 ~ 71.43%)。結果顯示遊戲能支持和強化學生的個人的意願，也能在引起覺察的同時增強付出意願。可能原因是遊戲在「食」項目的設計，會有對健康(取決於食物量)和快樂(取決於對食物喜好)的幫助，以及食物碳排(取決於食物本身)乃至於對環境的影響，玩家須同時思考；外顯資訊的檢視與反思階段設計，促進學生在問題解決的思考(Kiili, 2007)，可能使他們覺察食物的影響性，也理解降低碳排的方法之一是降低自我需求。

在「住」項目：1.在前後測都具有舒適度、金錢、方便性、滿足感覺察下，有超過55.56%的學生仍維持付出意願，其中，滿足感達100%付出意願。2.前後測有覺察四個項目、但前測沒付出意願的學生中，在遊戲後改為有付出意願的比例則偏低(小於50%)。3.在遊戲後才覺察的學生中，在後測每個項目有超過54.55%的人提高付出意願。由於遊戲除了提供生活中常見電器(例如冷氣、冰箱)，也包含了政府一直宣導的節能電器，所以若平常有在關注到這些宣導，也多會維持付出意願；在遊戲後有所覺察的，也認同配合淨零綠生活，改變態度。

在「行」項目：1. 在前後測都有所覺察下，方便性、舒適度、金錢有超過78.95%的學生仍維持付出意願。2. 前後測有覺察四個項目、但前測沒付出意願的學生中，在遊戲後改為有付出意願的比例偏低(12.50 ~ 50.00%)。3. 在遊戲後才覺察的學生中，在後測每個項目有超過50%提高付出意願。

ESD旨在改變個人對自然環境的態度和價值觀，教學過程應幫助學生以符合其信念的方式行事，使正向態度轉化至正向的行為

改變(Arbuthnott, 2009)；本研究增進和支持參與者對淨零綠生活的信念，使參與者也願意因應淨零綠生活持有正向的信念來思考個人生活方式，顯示桌遊在促進淨零綠生活推動的功用。

#### 四、學生在遊戲感受的永續發展原則

透過開放題，讓玩家寫出遊戲對議題學習的幫助，表12為各項永續原則的部分學生填寫結果。進一步分析回應項目之數量結果為表13，呈現有63位(91%)學生提及遊戲讓他們思考淨零綠生活相關知識、32位(46%)學生提及遊戲會讓他們思考生活中的內容和政策、31位(45%)學生有構想具體的低碳行動、21位(30%)學生思考到淨零問題與生活方式的各項因素與關係、18位(27%)學生會評斷自身對金錢、碳排和健康的看法，且多數將低碳視為重要和必要的、7位(10%)學生提及議題的相關原因與未來影響性；對於覺察數量，有79%的學生感受到兩項以上的永續原則、有19%學生提及四項以上。

由於遊戲本身以淨零綠生活作為遊戲目標、機制與環境，情境式的體驗使得大多數的學生都認為遊戲讓自己能學習到淨零知識。在永續原則的覺察人數，四項都未超過50%，可能原因是永續原則採融入的方式，並非以字句明示而是透過遊戲機制引導參與者建立個人態度；內隱式的教學這可能讓大家不會過於專注要傳遞的內容，在涉及學科或議題本質或態度的學習，可以考慮用外顯的、直接與教學目標有關的內容來呈現(高慧蓮，2006；Abd-El-Khalick & Lederman, 2000)，未來可以在遊戲中加入非玩家角色(Non-Player Character, NPC)的互動關係者，讓NPC就遊戲的各項數值與現況，提出其態度和可解決的方法，並指名永續原則面向，



表12：學生在遊戲幫助學習之回應(擷取部分學生)

永續原則	學生回應內容
聚焦地方學習	<ul style="list-style-type: none"> <li>遊戲過程中會思考如何減少碳排，讓我意識到日常生活中排放的碳有多少。</li> <li>政府的某些決策很容易影響環保上的落實，使人民受到影響。</li> <li>我們要從民生做起，食物、用電減少碳排，才能解決全球暖化。</li> </ul>
學習中有所行動	<ul style="list-style-type: none"> <li>在玩遊戲的過程中瞭解到是學習如何減少和抵銷碳排放量等，而不是什麼都不用而減少排碳。</li> <li>比較明確知道哪些事會有碳排，儘量減少做那些容易造成排碳的事。</li> <li>雖然要我做到完全淨零排放是不可能的事，但是我願意努力嘗試做做看。</li> </ul>
問題和解決方案的多維度	<ul style="list-style-type: none"> <li>前面感覺會是一個自己玩玩就好的遊戲，但後面出現一些大規模的問題，需要全組一起解決。</li> <li>淨零綠生活不只是政府和產業需要努力的，一般人也需要一起努力。</li> <li>我們所做的一舉一動皆會有影響到我們的居住環境，而當我們發現問題時便會想盡辦法解決他。</li> <li>玩完這個遊戲，我更加瞭解我們在生活中的一舉一動都與地球上的環境相關。</li> <li>淨零綠生活並不是只靠一個人就能獨自完成的，需要大家共同合作同心協力，才會有更好的效果。</li> </ul>
價值教育	<ul style="list-style-type: none"> <li>要環境永續發展，必須犧牲一些利益；不只需要考量個人利益，也要考量群體利益</li> <li>我曾認為群體利益大於個人利益才能達到永續發展，但在遊玩後發現有時也要先做好自己才能造福他人</li> <li>不管是誰，只要是地球的一部分，都可以為全球暖化付出一定的心力，我覺得比起閱讀，我更願意去做實際的行動</li> </ul>
過去、現在、未來	<ul style="list-style-type: none"> <li>我覺得溫室氣體造成了很大的影響，包括許多方面，產生溫室氣體的因素也很多</li> <li>清楚寫在卡片上的排放量使玩家瞭解，加上小小的碳排對小小的世界之影響，以至於瞭解大大的世界的影響</li> <li>對於未來的環境，未來的我們將會有所作為</li> </ul>

表13：學生對淨零議題的永續原則之感受人數與項目數

覺察項目		各項覺察人數					
覺察項目數	人數	淨零綠生活知識	聚焦地方學習	學習中有所行動	問題和解決方案的多維度	價值教育	過去、現在、未來
提及總數	69	63 (91%)	32 (46%)	31 (45%)	21 (30%)	18 (27%)	7 (10%)
未提及	6 (9%)	—	—	—	—	—	—
提及一項	11 (16%)	9	—	—	1	—	1
提及兩項	22 (32%)	22	7	6	3	6	—
提及三項	19 (28%)	19	13	12	7	4	2
提及四項	7 (10%)	7	6	7	5	2	1
提及五項	4 (6%)	4	4	4	3	4	1
提及六項	2 (3%)	2	2	2	2	2	2

註：1.百分比計算為：(個人覺察到永續發展原則的人數)/(受試者總人數)。

2.各項覺察人數是指在開放題回應中有提及該永續原則的人數。例如，提及三項的學生有一位「淨零綠生活知識」、「聚焦地方學習」、「學習中有所行動」，另外一位是「淨零綠生活知識」、「聚焦地方學習」、「價值教育」，此時在「淨零綠生活知識」、「聚焦地方學習」、「學習中有所行動」、「價值教育」總計為：2、2、1、1次。

供學習者思考。另外，題目是開放題且無任何永續發展的提示，可能也使得填寫出永續原則比例的學生偏低。

表14是學生覺察各項永續原則的相互關聯性，當學生在遊戲後思考在地生活經驗，會有59%學生(32位中的19位)同時想到生活中的可執行低碳行動；而思考到低碳行動的學生也多會思考到生活應用(61%，31位中的19位)以及解決方法的多維度(45%)。此外，在遊戲後，有覺察問題解決多維度的學生，有57%也會關注地方，有67%會有意願行動；覺察個人對淨零議題之價值與態度的學生，有50%聚焦地方經驗和行動；而有覺察時間性因果影響的學生，在其他項目也都有50%學生會關注這些永續原則。

本遊戲嘗試建置生活模擬情境，讓學生在遊戲中以個人需求和想法，實施個人行動。從「議題行動」討論本研究在各項永續原則的關聯性的可能原因，Scannell與Gifford (2010)指出，當參與者關注在地議題時，將使個人有意義地與環境產生連繫，提高環境感知，進而思考對環境的正向行

動；在環境議題的教育案例，當學生具有專題行動的理解與經驗時，通常也能養成基於跨領域環境內容、多維度的理解與批判思考能力(Ernst & Monroe, 2004)。此外，當個人具有正向積極態度以及問題解決承諾、對行為結果的認知，也會與個人環境行為的覺察有關(Hungerford & Volk, 1990; Hwang et al., 2000)。本結果符合過去研究，結果也提示了基於永續發展教學和議題桌遊歷程的「需求—行動—檢視—反思—調整」學習循環，提供學習者自主決策的經驗，以行動連結了個人需求和結果反思，同時帶動了參與者在各項永續發展原則的覺察。

## 伍、結論與建議

### 一、結論

面對生活中的各項永續議題，使人民具有跨域(環境、社會、經濟)的理解和應用能力，是ESD的主要目標之一。如何從永續發展的角度設計學習媒材，使之能引導學習者養成特定議題的系統觀，持有正向態度並能覺察永續原則，是現今教學現場受重視的課

表14：學生對淨零議題的永續原則之感受關聯性

主內涵項目		關聯項目				
項目	覺察人數	聚焦地方學習	學習中有所行動	問題和解決方案的多維度	價值教育	過去、現在、未來
聚焦地方學習	32	7 (22%)	19 (59%)	12 (38%)	9 (28%)	5 (16%)
學習中有所行動	31	19 (61%)	6 (19%)	14 (45%)	9 (29%)	4 (13%)
問題和解決方案的多維度	21	12 (57%)	14 (67%)	1 (5%)	6 (29%)	3 (14%)
價值教育	18	9 (50%)	9 (50%)	6 (33%)	0 (0%)	4 (22%)
過去、現在、未來	7	5 (71%)	4 (57%)	3 (43%)	4 (57%)	1 (14%)

註：1. 百分比計算為：(與主內涵關聯項目覺察人數) / (主內涵項目覺察人數)。

2. 學生在量表的回應，通常都會覺察兩項以上的永續原則(如表13所計)，故單一主內涵項目之關連項目覺察人數累計百分比會超過100%。例如：學生A同時覺察「聚焦地方學習」、「學習有所行動」、「價值教育」，則學生A在主項目「聚焦地方學習」的統計下，會將「學習有所行動」、「價值教育」各計一筆為關連項目。

題，也是本研究之貢獻所在。本研究整理永續議題教學的原則，以「需求-行動-檢視-反思-調整」的經驗歷程來構築議題桌遊，視桌遊為永續發展議題的學習途徑，探討遊戲對學生學習成效的影響。

本研究的桌遊整合「淨零綠生活」內容設計、「永續原則」學習設計與「學習回饋」遊戲設計等組成，基於淨零綠生活關鍵戰略和淨零綠生活行動指引，引入貼近學生經驗的生活方式與政策之環境、社會、經濟面向。參與者在遊戲中扮演市井小民，以健康和快樂為遊戲目標，選擇並打出各式生活類型、不同成本效益的行動卡牌，然後檢視行動後的影響並在新的回合再次循環。角色和目標使其覺察個人在議題的定位、思考自身價值信念，各項行動及結果影響使其思考問題解決的各項方案、思索全球暖化下的生活時空系統。

遊戲使參與者增加了淨零綠生活的環境、社會、經濟因素與關係之認知；也支持和強化個人配合綠生活政策的正向習慣改變與自我利益付出。在永續原則的學習，各項目有50%左右的學生有所回應，且多數學生可同時覺察到多項原則。此外，永續原則中對地方學習的覺察和行動與其他項目關聯性最大，符合過去議題教育的結果，也指示了將地方學習和議題行動做為永續發展議題教材的內容主軸。

## 二、研究限制

本研究對象皆來自三所臺灣北部高中學校69位學生，北部學生的生活型態可能不會完全與其他地區相同，反映在淨零綠生活價值覺察的「行動選擇」開放題，結果可能無法類推到所有高中學生。不過本遊戲的生活

內涵基於環境部的「淨零綠生活行動指引」符應政策內容，且不側重哪個地區的生活形式，作為教材可推動至臺灣各地。

此外，本研究為單組前後測設計，沒有對照組，無法與其他教學活動成效比較。檢視ESD及教材的開發，在於多元化地應用各類教學活動來協助學習者具永續發展的觀點、信念和行動。本研究透過前後測的結果比較，能發現到學習者增進了淨零綠生活的跨域知識以及習慣改變的正向態度，展現了本遊戲在ESD教材的潛力。另外，遊玩時間在2小時內，可運用於現今高中課程，在探究實作、多元選修可以使用，具有實務應用性。

## 三、未來建議

在促進學習者關注和覺知永續原則的目的下，永續議題遊戲的設計，可增加全場互動的遊戲機制(例如：合作任務)來讓所有參與者都關注到重要資訊；也能設計有外顯的訊息(例如：NPC的提示)，使學習者更容易覺知永續原則。本研究透過桌遊的各項組成，將淨零綠生活內容、永續原則學習整合至遊戲中，透過評量評估，顯示了學習者於後測的正向表現。此外，現實的社會中，市民百姓之間是有存在差異，未來基於市民角度的桌遊設計，宜就差異進行探討，例如物資的需求與消耗導致碳排差別；或社會內的貧富、生產角色差異以區別應負的責任，透過不同族群和立場的遊戲經驗，促進學生換位思考。

進一步思考議題桌遊的原則，是模擬現實世界使參與者在遊戲中依循個人想法行動，遊戲中的行為也應被評估。過往多採用觀察記錄後的質性分析學生遊戲中的成效表現，未來若將桌遊直接視為具行為檢核評量或實作評量的功能，並具有效度，可以增進

議題桌遊同時在教學與評量的效用；當桌遊也發展至具有行為檢核、行為模式或者行為歷程等記錄功能，可進一步研究行為模式對學習成效的影響，來擴大遊戲學習的研究。由於桌遊的主題是實體配件，這部分可將數位記錄系統納入至遊戲世界的一環，進行紀錄和後續分析。

## 誌謝

本研究感謝國家科學及技術委員會經費補助(氣候變遷淨零排放AR整合媒材：實作評量整合遊戲學習媒材之開發及對學習者的影響 MOST 111-2410-H-152-030-MY2)，經審查委員提供寶貴意見，在此特致謝忱。

## 參考文獻

- 王順美(2016)。臺灣永續發展教育現況探討及行動策略之芻議。《環境教育研究》，12(1)，111-139。https://doi.org/10.6555/JEER.12.1.111
- [Wang, S.-M. (2016). Examining the status of education for sustainable development in Taiwan and its action plan. *Journal of Environmental Education Research*, 12(1), 111-139. https://doi.org/10.6555/JEER.12.1.111]
- 行政院國家永續發展委員會(2009)。永續發展政策綱領。https://reurl.cc/5DVXAy
- [National Council for Sustainable Development, Executive Yuan. (2009). *Yongxu fazhan zhengce gangling*. https://reurl.cc/5DVXAy]
- 行政院經濟建設委員會(2012)。國家氣候變遷調適政策綱領。https://reurl.cc/G5Qg0d
- [Council for Economic Planning and Development, Executive Yuan. (2012). *Adaptation strategy to climate change in Taiwan*. https://reurl.cc/G5Qg0d]
- 行政院環境保護署(2022)。推動淨零綠生活與落實公民參與。《臺灣經濟論衡》，20(3)，28-37。
- [Environmental Protection Administration, Executive Yuan. (2022). Tuidong jingling lushenghuo yu luoshi gongmin canyu. *Taiwan Economic Forum*, 20(3), 28-37.]
- 何昕家編(2020)。永續發展目標(SDGs)教育手冊：臺灣指南。教育部。
- [Ho, S.-J. (Ed). (2020). *Learn SDGs for Taiwan schools*. Ministry of Education.]
- 林昇邦、許瑛珪(2017)。高中學生決策能力與氣候變遷調適素養改變之教學研究。《科學教育學刊》，25(S)，413-437。https://doi.org/10.6173/CJSE.2017.25S.01
- [Lin, S.-P., & Hsu, Y.-S. (2017). A teaching research on improvements of eleventh graders' decision-making abilities and climate change adaptability literacy. *Contemporary Journal of Science Education*, 25(S), 413-437. https://doi.org/10.6173/CJSE.2017.25S.01]
- 周珮儀、王雅婷(2021)。應用故事模式探究大學永續發展教育課程實施的歷程與成效。《科學教育學刊》，29(S)，441-467。https://doi.org/10.6173/CJSE.202112/SP\_29.0002
- [Chou, P.-I., & Wang, Y.-T. (2021). Using the story model to explore the process and effects of im-



- plementation of education for sustainable development in a university course. *Contemporary Journal of Science Education*, 29(S), 441-467. [https://doi.org/10.6173/CJSE.202112/SP\\_29.0002](https://doi.org/10.6173/CJSE.202112/SP_29.0002)]
- 洪煌堯、蔡佩真、林倍伊(2014)。透過知識創新教學理念與學習平臺以培養國小學生自然課合作學習與翻新想法的習慣。《科學教育學刊》，22(4)，413-439。 <https://doi.org/10.6173/CJSE.2014.2204.04>
- [Hong, H.-Y., Tsai, P.-C., & Lin, P.-Y. (2014). Elementary students engaging in collaborative idea generation and improvement in a science class through knowledge building and knowledge forum. *Contemporary Journal of Science Education*, 22(4), 413-439. <https://doi.org/10.6173/CJSE.2014.2204.04>]
- 高慧蓮(2006)。九年一貫課程提升學生科學本質能力指標表現可行教學模組之開發研究。《科學教育學刊》，14(4)，401-425。 <https://doi.org/10.6173/CJSE.2006.1404.02>
- [Kao, H.-L. (2006). Development and evaluation of instructional modules to promote students' performance on the capability indexes of the nature of science for the Nine-Year Curriculum. *Contemporary Journal of Science Education*, 14(4), 401-425. <https://doi.org/10.6173/CJSE.2006.1404.02>]
- 張子超(2019)。十二年國教環境教育議題融入的課程發展——以永續發展主題為例。《學校行政》，123，54-67。 [https://doi.org/10.6423/HHHC.201909\\_\(123\).0004](https://doi.org/10.6423/HHHC.201909_(123).0004)
- [Chang, T.-C. (2019). Curriculum development for the issue of environmental education in the 12-year basic education: Using the theme of sustainable development as an example. *School Administrators*, 123, 54-67. [https://doi.org/10.6423/HHHC.201909\\_\(123\).0004](https://doi.org/10.6423/HHHC.201909_(123).0004)]
- 許世璋、任孟淵(2014)。培養環境公民行動的大學環境教育課程——整合理性、情感、與終極關懷的學習模式。《科學教育學刊》，22(2)，211-236。 <https://doi.org/10.6173/CJSE.2014.2202.05>
- [Hsu, S.-J., & Jen, M.-Y. (2014). Environmental education courses promoting college students' environmental civic actions: A model based on learning processes in the patterns of the mind, heart, and soul. *Contemporary Journal of Science Education*, 22(2), 211-236. <https://doi.org/10.6173/CJSE.2014.2202.05>]
- 教育部(2014)。十二年國民基本教育課程綱要——總綱。 <https://reurl.cc/kMkkN3>
- [Ministry of Education. (2014). *Curriculum guidelines of 12-year basic education: General guidelines*. <https://reurl.cc/kMkkN3>]
- 教育部(2018)。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://reurl.cc/vpoonj>
- [Ministry of Education. (2018). *Curriculum guidelines of 12-year basic education for elementary, junior high schools and general senior high schools—The domain of natural sciences*. <https://reurl.cc/vpoonj>]

reurl.cc/vpoonj]

國家發展委員會(2022a)。淨零轉型之階段目標及行動。https://reurl.cc/Q5mNr2

[National Development Council. (2022a). *Jingling zhuanxing zhi jieduan mubiao ji xingdong*. https://reurl.cc/Q5mNr2]

國家發展委員會(2022b)。臺灣2050淨零排放路徑及策略總說明。https://reurl.cc/ZZE8Yl

[National Development Council. (2022b). *Taiwan 2050 jingling paifang lujing ji celue zong shuoming*. https://reurl.cc/ZZE8Yl]

經濟部(2022年12月15日)。經濟部提升電動機車產業補助實施要點。https://reurl.cc/gexx8Q

[Ministry of Economic Affairs. (2022, December 15). *Jingjibu tisheng diandong jiche chanye buzhu shishi yaodian*. https://reurl.cc/gexx8Q]

鄭秉漢(2023a)。從0到100的議題桌遊設計實戰(第二版)。五南。

[Cheng, P.-H. (2023a). *Cong 0 dao 100 de yiti zhuoyou sheji shizhan* (2nd ed.). Wu-Nan.]

鄭秉漢(2023b)。設計生活、分享價值：社會性科學議題桌遊的需求—行動—反思循環。https://reurl.cc/yDAXqy

Cheng, P.-H. (2023b). *Sheji shenghuo, fenxiang jiazhi: Shehuixing kexue yiti zhuoyou de xuqiu—xingdong—fanshi xunhuan*. https://reurl.cc/yDAXqy]

鄭秉漢、李文獻、張俊彥(2019)。模型化科學桌遊。科學教育月刊，419，20-38。https://doi.org/10.6216/SEM.201906\_(419).0002

[Cheng, P.-H., Lee, W.-S., & Chang, C.-Y. (2019). Modeling science board games. *Science Education Monthly*, 419, 20-38. https://doi.org/10.6216/SEM.201906\_(419).0002]

鄭秉漢、葉庭光、張俊彥(2020)。因應教育需求的防災桌遊之設計與推廣。防災科學，5，53-80。

[Cheng, P.-H., Yeh, T.-K., & Chang, C.-Y. (2020). Design and promotion of disaster-prevention board game to meet education needs. *Disaster Science*, 5, 53-80.]

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。https://doi.org/10.6555/JEER.16.1.001

[Cheng, P.-H., Tsai, J.-C., Chen, S.-Y., & Chang, C.-Y. (2020). Learning transfer to daily habit: The design and effectiveness of water resources board game. *Journal of Environmental Education Research*, 16(1), 1-36. https://doi.org/10.6555/JEER.16.1.001]

環境部(2023)。臺灣2050淨零轉型「淨零綠生活」關鍵戰略行動計畫。https://reurl.cc/74nVxQ

[Ministry of Environment. (2023). *Taiwan 2050 jingling zhuanxing "jingling lushenghuo" guanjian zhanlue xingdong jihua*. https://reurl.cc/74nVxQ]

環境部(2024)。淨零綠生活行動指引。https://reurl.cc/INll9Y

- [Ministry of Environment. (2024) *Jingling lüshenghuo xingdong zhiyin*. <https://reurl.cc/INII9Y>]  
環境部氣候變遷署(2023)。國家因應氣候變遷行動綱領。 <https://reurl.cc/M699Ap>
- [Climate Change Administration, Ministry of Environment. (2023). *National climate change action guidelines*. <https://reurl.cc/M699Ap>]
- Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. G. (2000). The influence of science courses on students' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 37, 1057-1095. [https://doi.org/10.1002/1098-2736\(200012\)37:10%3C1057::AID-TEA3%3E3.0.CO;2-C](https://doi.org/10.1002/1098-2736(200012)37:10%3C1057::AID-TEA3%3E3.0.CO;2-C)
- Ajzen, I. (1985). From intentions to actions: A theory of planned behavior. In J. Kuhl & J. Beckmann (Eds.), *Action Control* (pp. 11-39). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-69746-3\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-642-69746-3_2)
- Ajzen, I., & Schmidt, P. (2020). Changing behavior using the theory of planned behavior. In M. S. Hagger, L. D. Cameron, K. Hamilton, N. Hankonen, & T. Lintunen (Eds.), *The handbook of behavior change* (pp. 17-31). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781108677318.002>
- Akhtar, S. (2023). Sustainable lifestyle: A path towards environmental sustainability and sustainable development. *Management Journal for Advanced Research*, 3(4), 50-53. <https://doi.org/10.54741/mjar.3.4.8>
- Arbuthnott, K. D. (2009). Education for sustainable development beyond attitude change. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 10(2), 152-163. <https://doi.org/10.1108/14676370910945954>
- Arboleya-García, E., & Miralles, L. (2022). 'The game of the sea': An interdisciplinary educational board game on the marine environment and ocean awareness for primary and secondary students. *Education Sciences*, 12(1), Article 57. <https://doi.org/10.3390/educsci12010057>
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.11.146>
- Assaraf, O. B.-Z., & Orion, N. (2005). Development of system thinking skills in the context of earth system education. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(5), 518-560. <https://doi.org/10.1002/tea.20061>
- Baranowski, T., Bower, K., Krebs, P., Lamothe, C. J., & Lyons, E. J. (2013). Effective feedback procedures in games for health. *Games for Health Journal*, 2(6), 320-326. <https://doi.org/10.1089/g4h.2013.1328>
- Bayeck, R. Y. (2020). Examining board gameplay and learning: A multidisciplinary review of recent research. *Simulation & Gaming*, 51(4), 411-431. <https://doi.org/10.1177/1046878119901286>
- Booth, C. (2012). Bystanding and climate change. *Environmental Values*, 21(4), 397-416. <https://doi.org/10.3197/096327112X13466893627987>

- Bryan, A. (2020). Affective pedagogies: Foregrounding emotion in climate change education. *Policy & Practice: A Development Education Review*, 30, 8-30.
- Cabral, C., & Dhar, R. L. (2021). Green competencies: Insights and recommendations from a systematic literature review. *Benchmarking: An International Journal*, 28(1), 66-105. <https://doi.org/10.1108/BIJ-11-2019-0489>
- Carden, L., & Wood, W. (2018). Habit formation and change. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 20, 117-122. <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2017.12.009>
- Cheng, C.-C., Huang, K.-H., & Lin, Y.-K. (2023). Facilitating sustainable development of pre-schools: A system thinking training project in Taiwan. *Problems of Education in the 21st Century*, 81(5), 598-611. <https://doi.org/10.33225/pec/23.81.598>
- 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), Article 2139. <https://doi.org/10.3390/su12052139>
- 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), Article 1341. <https://doi.org/10.3390/su11051341>
- Collazo Expósito, L. M., & Granados Sánchez, J. (2020). Implementation of SDGs in university teaching: A course for professional development of teachers in education for sustainability for a transformative action. *Sustainability*, 12(19), Article 8267. <https://doi.org/10.3390/su12198267>
- Dhar, S., Pathak, M., & Shukla, P. R. (2017). Electric vehicles and India's low carbon passenger transport: A long-term co-benefits assessment. *Journal of Cleaner Production*, 146, 139-148. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.05.111>
- Eckersley, R. (2002). Future visions, social realities, and private lives: Young people and their personal well-being. In J. Gidley & S. Inayatullah (Eds.), *Youth futures: Comparative research and transformative visions* (pp. 31-41). Praeger.
- Eisenack, K. (2013). A climate change board game for interdisciplinary communication and education. *Simulation & Gaming*, 44(2-3), 328-348. <https://doi.org/10.1177/1046878112452639>
- Ernst, J., & Monroe, M. (2004). The effects of environment-based education on students' critical thinking skills and disposition toward critical thinking. *Environmental Education Research*, 10(4), 507-522. <https://doi.org/10.1080/1350462042000291038>
- Furco, A., & Norvell, K. (2019). What is service learning? Making sense of the pedagogy and practice. In P. Aramburuzabala, L. McIlrath, & H. Opazo (Eds.), *Embedding service learning in european higher education: Developing a culture of civic engagement* (pp. 13-35). Routledge.



- Gardner, B., & Rebar, A. L. (2019). Habit formation and behavior change. *Oxford Research Encyclopedia of Psychology*. <https://doi.org/10.1093/acrefore/9780190236557.013.129>
- Hasslöf, H., Lundegård, I., & Malmberg, C. (2016). Students' qualification in environmental and sustainability education—Epistemic gaps or composites of critical thinking? *International Journal of Science Education*, 38(2), 259-275. <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1139756>
- Hopkins, C., & McKeown, R. (2002). Education for sustainable development: An international perspective. In D. Tilbury, R. B. Stevenson, J. Fien, & D. Schreuder (Eds.), *Education and sustainability: Responding to the global challenge* (pp. 13-24). International Union for Conservation of Nature.
- Hungerford, H. R., & Volk, T. L. (1990). Changing learner behavior through environmental education. *The Journal of Environmental Education*, 21(3), 8-21. <https://doi.org/10.1080/00958964.1990.10753743>
- Huang, Q. (2020). Low-carbon transport: Trends and prospects. In W. Weiguang & L. Yaming (Eds.), *Annual report on China's response to climate change (2017): Implementing the Paris Agreement* (pp. 103-110). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-981-13-9660-1\\_10](https://doi.org/10.1007/978-981-13-9660-1_10)
- Hwang, Y.-H., Kim, S.-I., & Jeng, J.-M. (2000). Examining the causal relationships among selected antecedents of responsible environmental behavior. *The Journal of Environmental Education*, 31(4), 19-25. <https://doi.org/10.1080/00958960009598647>
- Isniah, S., Purba, H. H., & Debora, F. (2020). Plan do check action (PDCA) method: Literature review and research issues. *Jurnal Sistem dan Manajemen Industri*, 4(1), 72-81. <https://doi.org/10.30656/jsmi.v4i1.2186>
- Johnson, C. I., Bailey, S. K. T., & van Buskirk, W. L. (2017). Designing effective feedback messages in serious games and simulations: A research review. In P. Wouters & H. van Oostendorp (Eds.), *Instructional techniques to facilitate learning and motivation of serious games, advances in game-based learning* (pp. 119-140). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-39298-1\\_7](https://doi.org/10.1007/978-3-319-39298-1_7)
- Juan, Y.-K., & Chao, T.-W. (2015). Game-based learning for green building education. *Sustainability*, 7(5), 5592-5608. <https://doi.org/10.3390/su7055592>
- Kiili, K. (2007). Foundation for problem-based gaming. *British Journal of Educational Technology*, 38(3), 394-404. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2007.00704.x>
- Kioupi, V., & Voulvoulis, N. (2019). Education for sustainable development: A systemic framework for connecting the SDGs to educational outcomes. *Sustainability*, 11(21), Article 6104. <https://doi.org/10.3390/su11216104>
- Lally, P., & Gardner, B. (2013). Promoting habit formation. *Health Psychology Review*, 7(Suppl.), S137-S158. <https://doi.org/10.1080/17437199.2011.603640>

- Lally, P., Wardle, J., & Gardner, B. (2011). Experiences of habit formation: A qualitative study. *Psychology, Health and Medicine*, 16(4), 484-489. <https://doi.org/10.1080/13548506.2011.555774>
- Liu, X., & Xu, H. (2022). Does low-carbon pilot city policy induce low-carbon choices in residents' living: Holistic and single dual perspective. *Journal of Environmental Management*, 324, Article 116353. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.116353>
- Lu, S.-M. (2016). A low-carbon transport infrastructure in Taiwan based on the implementation of energy-saving measures. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 58, 499-509. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.12.242>
- Medina, M. S., Castleberry, A. N., & Persky, A. M. (2017). Strategies for improving learner meta-cognition in health professional education. *American Journal of Pharmaceutical Education*, 81(4), Article 78. <https://doi.org/10.5688/ajpe81478>
- Millar, M. G., & Tesser, A. (1986). Effects of affective and cognitive focus on the attitude-behavior relation. *Journal of Personality and Social Psychology*, 51(2), 270-276. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.51.2.270>
- Monroe, M. C., Plate, R. R., Oxarart, A., Bowers, A., & Chaves, W. A. (2019). Identifying effective climate change education strategies: A systematic review of the research. *Environmental Education Research*, 25(6), 791-812. <https://doi.org/10.1080/13504622.2017.1360842>
- Ostrom, T. M. (1969). The relationship between the affective, behavioral, and cognitive components of attitude. *Journal of Experimental Social Psychology*, 5(1), 12-30. [https://doi.org/10.1016/0022-1031\(69\)90003-1](https://doi.org/10.1016/0022-1031(69)90003-1)
- Parrondo, M., Rayon-Viña, F., Borrell, Y. J., & Miralles, L. (2021). Sustainable sea: A board game for engaging students in sustainable fisheries management. *Applied Environmental Education & Communications*, 20(4), 406-421. <https://doi.org/10.1080/1533015X.2021.1930608>
- Plass, J. L., Homer, B. D., & Kinzer, C. K. (2015). Foundations of game-based learning. *Educational Psychologist*, 50(4), 258-283. <https://doi.org/10.1080/00461520.2015.1122533>
- Pogharian, S., Ayoub, J., Candanedo, J. A., & Athienitis, A. K. (2008, September). *Getting to a net zero energy lifestyle in Canada: The Alstonvale Net Zero Energy House*. The 23rd European PV Solar Energy Conference, Valencia, Spain.
- Putney, D., Morris, R. C., & Sargent, P. R. (2016). Developing green curriculum towards sustainable education. *International Journal of Technology and Educational Marketing*, 6(1), 34-51. <https://doi.org/10.4018/IJTEM.2016010103>
- Schröter, D. (2010). *Sustainability evaluation checklist*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1925.9605>
- Scannell, L., & Gifford, R. (2010). The relations between natural and civic place attachment and pro-environmental behavior. *Journal of Environmental Psychology*, 30(3), 289-297. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2010.03.003>

doi.org/10.1016/j.jenvp.2010.01.010

Seydel, J. (2011). Green from the inside out. *Principal Leadership*, 12(4), 52-55.

Sinakou, E., Donche, V., Boeve-de Pauw, J., & van Petegem, P. (2019). Designing powerful learning environments in education for sustainable development: A conceptual framework. *Sustainability*, 11(21), Article 5994. <https://doi.org/10.3390/su11215994>

Sioshansi, F. P. (Ed.). (2011). *Energy, sustainability and the environment: Technology, incentives, behavior*. Butterworth-Heinemann. <https://doi.org/10.1016/C2010-0-65923-2>

Skamp, K., Boyes, E., & Stanisstreet, M. (2013). Beliefs and willingness to act about global warming: Where to focus science pedagogy? *Science Education*, 97(2), 191-217. <https://doi.org/10.1002/sce.21050>

Spence, A., Leygue, C., Bedwell, B., & O'Malley, C. (2014). Engaging with energy reduction: Does a climate change frame have the potential for achieving broader sustainable behaviour? *Journal of Environmental Psychology*, 38, 17-28. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2013.12.006>

Stevenson, R. B. (2006). Tensions and transitions in policy discourse: Recontextualizing a decontextualized EE/ESD debate. *Environmental Education Research*, 12(3-4), 227-290. <https://doi.org/10.1080/13504620600799026>

Sterling, S. (2013). The future fit framework: An introductory guide to teaching and learning for sustainability in HE (Guide). *Journal of Education for Sustainable Development*, 7(1), 134-135. <https://doi.org/10.1177/0973408213495614b>

Tsai, J.-C., Liu, S.-Y., Chang, C.-Y., & Chen, S.-Y. (2021). Using a board game to teach about sustainable development. *Sustainability*, 13(9), Article 4942. <https://doi.org/10.3390/su13094942>

United Nations. (2021a). *COP26: Together for our planet*. <https://reurl.cc/1XOp4X>

United Nations. (2021b). *The Lazy Person's guide to Saving the World*. <https://reurl.cc/kMoQVr>

United Nations. (2022). *Actions for a healthy planet*. <https://reurl.cc/qnY31n>

United Nations. (2023a). *For a livable climate: Net-zero commitments must be backed by credible action*. <https://reurl.cc/Kd9vry>

United Nations. (2023b). *Green skills for youth: Towards a sustainable world*. <https://reurl.cc/zp57MQ>

United Nations Economic Commission for Europe. (2011). *Learning for the future: Competences in education for sustainable development*. <https://reurl.cc/RLx50e>

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. (2005). *United Nations decade of education for sustainable development 2005-2014: Implementation scheme*. <https://reurl.cc/kMk9QL>

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. (2009). *Review of contexts and structures for education for sustainable development 2009: Key findings & ways forward*.

<https://reurl.cc/O5zQLX>

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. (2013). *Education for sustainable development (ESD): A sound investment to accelerate african development*. <https://reurl.cc/86zYlX>

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. (2014). *Roadmap for implementing the Global Action Programme on Education for Sustainable Development*. <https://reurl.cc/XZpxMa>

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. (2017). *Education for sustainable development goals: Learning objectives*. UNESCO Publishing. <https://doi.org/10.54675/CGBA9153>

United Nation Secretary-General. (1987). *Report of the world commission on environment and development: "Our common future."* <https://reurl.cc/EgNgmK>

Walker, G., Karvonen, A., & Guy, S. (2015). Zero carbon homes and zero carbon living: Socio-material interdependencies in carbon governance. *Transactions of the Institute of British Geographers*, 40(4), 494-506. <https://doi.org/10.1111/tran.12090>

Wilson, J. P. (2008). Reflecting-on-the-future: A chronological consideration of reflective practice. *Reflective Practice*, 9(2), 177-184. <https://doi.org/10.1080/14623940802005525>

York University. (2023a). *Exemplary classroom resources: Reviewed by teachers for teachers*. <https://reurl.cc/kMoQ1x>

York University. (2023b). *Learning for a sustainable future*. <https://reurl.cc/oVYqQ5>



# Design and Effectiveness of Sustainable-Principle Board Games: A Case Study of Green Lifestyle

Ping-Han Cheng\*

Department of Science Education, National Taipei University of Education

## Abstract

Achieving net-zero emissions has become a critical goal for multiple countries. Aimed at altering user habits to influence production patterns, “Net-Zero Green Living” is one of Taiwan’s twelve key strategies for attaining net-zero emissions and relies on public education about low-carbon actions and values. This study developed a board game grounded in sustainable development learning principles. Integrating the content design of Net-Zero Green Living, the learning design of sustainability principles, and the game design of thematic board game processes, the game enables participants to experience simulated living environments; consciously implement behaviors related to food, clothing, housing, transportation, education, and entertainment according to individual needs; and engage in iterative self-assessment cycles to cultivate reflection and habit adjustment. A pretest–posttest analysis was conducted with 69 high school students. A system diagram, attitude scale, value awareness scale, and sustainability principle awareness scale were used to evaluate the game’s educational effectiveness. The results revealed significant improvements in students’ Net-Zero Green Living system diagrams, with notable advancements in the environmental, social, economic, intra-domain relationship, inter-domain relationship aspects. In terms of attitudes, students exhibited a marked increase in positive emotions toward sustainability issues and a heightened willingness to adopt low-carbon behaviors. Many students recognized that habit changes are influenced by external factors (e.g., financial resources and time) and internal factors (e.g., comfort and satisfaction). They also became aware of the potential costs of altering habits and demonstrated an increased willingness to sacrifice personal interests for the sake of Net-Zero Green Living. Additionally, most students simultaneously recognized multiple sustainability principles. The study results may serve as a reference for game design based on sustainable development learning. Suggestions are provided regarding potential future enhancements to the dual functionality of board games for learning and assessment within simulated living scenarios.

**Key words:** Sustainable Principles, Behavior Intentions, Green Lifestyle, Issue-Based Board Games

---

\* Corresponding author: Ping-Han Cheng, phcheng@mail.ntue.edu.tw; ORCID: 0000-0001-5768-686

Received: 2024/4/29, Revised: 2024/9/27, Accepted: 2024/10/31, Available Online: 2025/2/27

