airiti

Effects of Message Framing in Virtual Reality on College Students' Pro-Environmental Behavior: The Mediating Roles of Self-Efficacy and Perceived Risk

Wei-Hsuan Yuan, Cheng-Te Chen and Yu-Chen Hsu

OVERVIEW

This study examines how VR simulations of environmental improvement vs. degradation, framed as gains or losses, drive pro-environmental change through self-efficacy and perceived-risk pathways.

KEY POINTS

- Both framings increased norms, intentions, and pro-environmental behavior at one-week follow-up.
- Gain framing mainly operated via self-efficacy, and also raised perceived risk and negative-consequence awareness.
- Loss framing influenced personal norms entirely through perceived risk (full mediation).
- In immersive, high-fidelity VR, first-person action–outcome experience was a primary driver of change (alongside framing).
- Match framing to goals: gain to build confidence and positive participation; loss to elicit responsibility and behavioral reflection.

INTRODUCTION

This study examines how message framing, combined with the norm activation model (NAM), promotes pro-environmental behavior in immersive settings. We integrated NAM—which links awareness of consequences to personal norms—with gain versus loss framing to see whether differently framed experiences work through different psychological routes. Using virtual reality (VR), we built two scenarios showing environmental improvement (gain) or degradation (loss). Sixty undergraduates were randomly assigned to one condition and completed pre/post measures of positive/negative awareness of consequences, self-efficacy, perceived risk, personal norms, and behavioral intentions; actual behavior was tracked one week later. We asked whether both framings raise norms, intentions, and subsequent behavior, and whether they operate through two different pathways—self-efficacy in the gain condition and perceived risk in the loss condition. By extending NAM to include both positive and negative consequence awareness and embedding framing in VR, the study tests how these two routes support behavior change and evaluates VR as a tool for environmental education.

FINDINGS

Across both framing conditions, personal norms, pro-environmental intentions, and one-week behaviors increased significantly from baseline, with no between-group differences. Self-efficacy was higher in the gain condition

airiti

after VR, whereas perceived risk increased to a similar extent in both conditions. Importantly, participants in the gain condition also showed significant increases in negative consequence awareness and perceived risk, indicating that positively framed experiences can still heighten sensitivity to potential environmental harms.

Mediation patterns diverged by framing. In the gain condition, positive awareness of consequences influenced personal norms partially via self-efficacy (partial mediation). In the loss condition, negative awareness of consequences affected personal norms entirely through perceived risk (full mediation). Thus, both framings elevated personal norms but operated through different pathways—self-efficacy for gain and perceived risk for loss.

Complementary qualitative analyses converged with these patterns: gain-framed narratives commonly elicited "I can do it" appraisals consistent with strengthened self-efficacy, whereas loss-framed narratives emphasized vigilance and responsibility for consequences, consistent with heightened perceived risk and norm activation. Together, the results show that immersive VR effectively strengthens norms, intentions, and subsequent behavior under both framings, while revealing distinct psychological routes by which each framing exerts its influence.

TAKEAWAYS

Immersive VR effectively promoted pro-environmental change: both gain- and loss-framed scenarios increased personal norms, intentions, and one-week behaviors, with no between-group differences. In high-fidelity, interactive VR, directly experiencing how one's actions lead to environmental improvement or degradation is a primary driver and can soften positive–negative framing differences. Mechanisms differed by frame: the gain frame acted through self-efficacy, whereas the loss frame acted through perceived risk. The key design implication is to let learners feel that their actions make a difference—use VR to present varied environmental scenarios so learners grasp the consequences of their own behavior and recognize their capacity to effect change. For practice, match framing to goals and learner profiles: use gain framing to build confidence and positive participation (e.g., low-involvement or novice learners); use loss framing to evoke responsibility and reflection among those with some knowledge but limited action. For children or more sensitive groups, positive messaging can avoid anxiety-provoking content while still supporting responsibility.

airiti

科學教育學刊
2025, 第三十三卷第三期, 227-263
DOI:10.6173/CJSE.202509_33(3).0002

Contemporary Journal of Science Education
2025, 33(3), 227-263

以虛擬實境為媒介探討不同框架效應下對大學生之環保行為影響

袁偉軒[1]　陳承德[2]　許有真[2、*]

[1]達明機器人

[2]國立清華大學　學習科學與科技研究所

摘要

提升環保意識與親環境行為一直是環境教育的重點。近年來，新興科技帶來更多身歷其境的體驗，為環保教育提供新的應用契機。然而，現有研究多聚焦於負面環境議題引發的危機感受，較少關注人類行為對環境的正向影響，亦少有研究比較不同訊息框架影響行為改變的歷程。為回應此一缺口，本研究結合框架效應(framing effect)與規範活化模型(norm activation model, NAM)，探討不同訊息框架如何透過心理歷程影響大學生的環保行為。本研究使用虛擬實境(virtual reality, VR)模擬環境改善或惡化的情境，藉由知覺體驗改變認知特性以增強環保行為。60位大學生隨機分配至兩組，分別體驗環保及非環保行為所導致的正、負面結果。於VR體驗前後測量後果意識、自我效能、知覺風險、個人規範與環保意圖，並於一週後追蹤實際環保行為。結果顯示，兩組皆顯著提升個人規範、環保意圖與實際行為，顯示不同框架皆具促進效果。然其歷程不同：正面組透過提升自我效能影響行為，負面組則透過強化知覺風險產生改變。中介分析支持此雙路徑假設，顯示VR介入不僅有效促發行為，也揭示不同框架所倚賴的心理機制。研究支持沉浸式VR為有效的環境教育工具，未來應可依據目標族群與議題特性選擇合適框架，設計具情境感召力的行為改變介入策略。

關鍵詞：中介作用、行為改變、框架效應、虛擬實境、環保行為

壹、緒論

隨著近幾年的全球氣候變遷，環境議題逐漸受到關注，而當今最嚴重的環境議題包含：空氣汙染、水資源汙染、塑膠汙染、地球暖化、氣候變遷和森林砍伐等(Kimber, 2021; Sachin, n.d.)，這些看似無關的環境議題其實彼此緊緊相扣，其成因與人類行為密不可分(李界木，2020；Harper & Snowden, 2017)。當今的環境問題都出自人們對大自然的予取予求，而未考慮到對環境的影響，各國政府與國際非政府組織(non-governmental organization, NGO)試圖透過經濟制裁及簽署氣候變化等協議方式來延緩環境惡化，以上

*通訊作者：許有真，ychsu@mx.nthu.edu.tw；ORCID：0009-0008-5187-9904
投稿：2025/4/27，修訂：2025/7/20，接受：2025/9/17，線上出版：2026/1/26

airiti

是從政策面來施加壓力。然而由於人口增長及都市擴張，根據世界銀行(World Bank)評估，到2050年時全球年度垃圾量將增加70%，到達34億噸，尤其是高收入國家更是垃圾製造的大宗國。環境污染源頭的最小單位——即地球上的每個人——若缺乏環保意識，整體的環保動作上仍存在很大破口，倘若人們能在以不犧牲後代生活所需的情況下，適量取用環境資源，便能維持環境永續(Brundtland, 1987)。如能藉由改變人們行為來達到環境永續性，就能降低這些日益嚴重的環境災難，對環保產生更大貢獻。

上述的現象讓環境教育(environmental education)變得更加重要。環境教育是讓公民擁有環境相關知識、學會解決環境問題的方法甚至身體力行的過程(Stapp, 1969)，此外還可以改變人們的環境意識和生活習慣(Zsóka et al., 2013)。環境教育最重要的目的之一是讓人們在各種情境下，都能展現正確的環保行為(Boyes & Stanisstreet, 2012)。要達成這些，有賴於找到有效方法去改變人們的認知與行為，因此透過行為改變(behavior change)理論與模式來促進環保意識與行動便成為可行的方式。各國政府均制定法律或是相關規範，以便限制人們的行為來保護環境，但此類被動限制所規範的都是最低底線行為，而行為改變途徑則希望藉由應用理論於設計來刺激感官或改變人們的知覺進而改變其行為，以行為規範為主要途徑，主動促進行為改變。若能將行為改變理論套用在科技的設計及應用，並與推廣中的政策結合，不但能增加政策推廣面向力度，也可以在實務上更好地檢視理論背後的運作機制，達到雙贏局面，然而目前仍亟需相關研究的推進以找出更佳的科技導入環境永續推廣方式。

在行為改變的研究中，已有多種理論模型廣泛應用於環保、健康、安全、網路資訊安全等不同領域(Ahn, 2018; Ahn et al., 2015, 2016; Chittaro & Sioni, 2015; Fox & Bailenson, 2009; He et al., 2018; Morley et al., 2016; Shin et al., 2017; van Bavel et al., 2019)。如計畫行為理論(theory of planned behavior, TPB) (Ajzen, 1991)與保護動機理論(protection motivation theory) (PMT; Rogers, 1975)，前者著重於態度、主觀規範與知覺行為控制對行為意圖的影響，後者則聚焦於威脅與應對的評估機制。然而，這些模型相對較難涵蓋沉浸式體驗中情感、道德動機與訊息設計等因素對行為的影響。因此，本研究選擇以Schwartz (1977)提出的規範活化模型(norm activation model, NAM)及Tversky與Kahneman (1981)提出的框架效應(framing effect)作為主要理論架構。NAM是目前應用於環保行為最常見的理論之一，主張個人規範(personal norm，即道德義務)會在後果意識(awareness of consequence)與責任歸屬(ascription of responsibility)的驅動下促發行為。框架效應則指出，同樣的內容透過不同訊息呈現方式會引發不同的知覺與行為反應，訊息框架可分為強調正面影響或避免負面後果的利得框架(gain-framing)與突顯負面後果的損失框架(loss-framing)。NAM聚焦於個人道德動機，框架效應則說明訊息傳遞方式如何影響知覺與行為，兩者結合能從內在動機與外部訊息設計雙重角度解釋環保行為。若將人們對環境可能造成的正負面影響納入後果意識考量，則能補足NAM原先較偏重負面面向的限制，進一步擴展其在環保行為解釋上的適用性。

貳、研究目的

本研究將從理論驗證與科技應用兩個層面來檢視。首先，整合兩個理論概念來檢視環保議題中的認知與行為改變，透過將受測

airiti

者行為對環境所造成的正負面影響納入其後果意識中，藉由實驗設計操弄框架效應下之利得與損失框架以造成知覺感受差異，來引發NAM中後果意識的差異，進而比較兩組受測者在個人規範、環保意圖及實驗後的日常生活中實際環保行為的差異。此外，也加入自我效能(self-efficacy)與知覺風險(perceived risk)作為中介變項來解釋正、負面後果意識所帶來的影響，使NAM在環保議題上之應用解釋更為完善。除了以上的理論驗證與修正外，從應用層面來看虛擬實境(virtual reality, VR)作為當今最熱門的科技之一，在沉浸式虛擬環境技術的輔助下，可以設計出擬真度高的虛擬世界，在其中人們的視、聽、觸覺感知都與真實世界相仿。因此將VR應用於促進環保行為不但可發揮科技特性，也能在環境教育上達到優於現行方式的成效。綜合以上討論，本研究目的為結合NAM及框架效應兩個理論概念及應用VR中可即時體驗自身行為所導致的結果，來檢視正、負面後果意識是否分別透過自我效能與知覺風險來強化個人規範，進而有較高的親環境意圖與實際環保行為，最終達到行為改變的效果。

參、文獻探討

本節首先說明環保行為的定義與其在環境教育中的意涵，並指出沉浸式虛擬實境(immersive virtual reality, IVR)作為環保教育工具的潛力。其次，說明VR作為新興教育媒介，如何以沉浸性與互動性創造顛覆性體驗，進而優於傳統媒介促進環保知覺與行為改變，並整理其促進環保行為的三項心理機制：情境模擬、心理距離與情緒誘發。再者，為建構本研究的行為改變架構，本文以NAM為主體，說明個人規範與道德動機如何驅動環保行為。惟現有應用多聚焦於行為對環境的負面影響，較少納入正面貢獻之觀點，因此引入框架效應，探討不同訊息表達方式如何影響後果意識與行為傾向。兩理論結合可互補限制，深化對環保行為啟動歷程的理解。進一步參考相關研究(Ahn et al., 2015; O'Connor et al., 1999; Onwezen et al., 2013)，納入自我效能與知覺風險兩項心理變項，說明其於不同訊息框架下可能扮演的中介角色，並據此建構本研究假設。

一、透過環境教育形塑環保行為

環保行為一詞源自親環境行為(pro-environmental behavior)，親環境行為可以被定義為：有意識地減少對自然或是人為環境造成傷害的相關行為(Kollmuss & Agyeman, 2002)以及對健全環境做出貢獻的行為(Krajhanzl, 2010)。Krajhanzl (2010)指出親環境行為的同義詞也包含環境保護行為(environment-protective behavior or environment-preserving behavior)，而在臺灣更常見的簡稱是環保行為，本文保留作者措辭及臺灣習慣，以環保行為稱之。

Clayton與Myers (2015)將親環境行為分成三類：減量、行為選擇和科技選擇。減量的親環境行為是指減少消耗能源或是資源等，做出對環境有益的行為，這類的行為需要改變人們以往的習慣等。行為選擇的親環境行為指的是當一個行為對環境會造成影響時，人們選擇做與不做以及如何執行，包含落實資源回收或是購買有機產品等。科技選擇的親環境行為，如購買或使用對環境傷害較低的商品，這類行為只需單次決策就能對環境有正面影響，因此科技選擇是上述三種中最有效率的親環境行為。親環境行為有可能同時符合以上多個類別。

環境教育是讓公民擁有環境相關知識、學會解決環境問題的方法甚至身體力行的過

airiti

程(Stapp, 1969)。Ardoin等(2020)提出環境教育不只是單方面的訊息傳遞，而是會影響人們態度、價值觀與知識，並且讓其對於環保議題採取積極的行動。環境教育不僅在於知識的增加(Hoang & Kato, 2016)，也被證實能促進環保行為(S.-J. Hsu, 2004)。關於透過環境教育改變認知與行為，Hungerford與Volk (1990)在其經典文章中提到環境教育的目的在發展出意識、敏銳度、態度、技能、參與。環境教育以K-12學校教育為主(Ardoin et al., 2020)，透過不同的課堂活動與設計如投影片，情境角色扮演，分組討論，活體生物展示及實作活動等方式來提高學生的保育概念以達到效果(Roth & Reynolds, 2020)。除了學校教育外還有其他強化環保意識的方式，羅允佳(2013)提到要改變群眾的環境行為策略，除了政府法規外，還可透過信息傳遞的教育方式來達到行為改變，在這種教育手段中會描述問題本質和嚴重性，並提出建議讓閱聽眾瞭解到如何行動以解決環境問題。

二、IVR如何影響環保教育與行為改變

愈來愈多學者關注VR在環保教育的應用與設計，在環保宣導上除了藉由文字或圖像、影片等傳遞訊息，隨著科技發展還出現了更多新穎的媒介方式。其中VR 結合互動內容與虛擬裝置特徵，提供更高的沉浸度與臨場感。當系統能即時精準追蹤頭與手部動作、以雙眼視差立體顯示，並提供更寬廣的視野時，更易引發地點錯覺(place illusion)與似真性(plausibility)，這些虛擬科技所形塑的沉浸特性能顯著提升臨場感(Cummings & Bailenson, 2016)，而具備地點錯覺與似真性則能讓使用者展現出更貼近真實的行為反應(Slater, 2009)。

與之相關的科技或設計概念如嚴肅遊戲(serious games)與遊戲化(gamification)結合了故事與幻想特性、高互動性與遊戲任務機制(如目標設定、即時回饋)，已被用於環境教育、消費意識與親環境行為等情境(Baranowski et al., 2008; Morganti et al., 2017)。本研究將VR視為在此類互動機制上，藉由虛擬科技的沉浸與臨場感來促進使用者在情境中去理解行為與其後果的因果關係。基於這些優勢，VR模擬現實中難以經歷但極具環境意涵的情境，讓使用者透過第一人稱的身歷其境，體驗現實中難以經歷的環境情境，讓抽象的後果能被親身經驗。此類沉浸經驗能強化風險知覺與自我關聯性，撼動使用者對環境的既有認知，進而觸發轉化式學習與行為改變(Hurrell et al., 2024; Stepanova et al., 2019)。在環境議題中，這種能夠模擬自然毀壞、氣候災害或生態復原歷程的臨場感，是引發情緒共鳴與道德驅動的關鍵，亦為環保教育中難以被其他媒介取代的重要特性。

VR除了提供臨場視覺感受，並可加上觸覺感受及互動性，讓身歷其境的感覺更上一層樓。研究發現，VR可有效提升環保知覺與行為，影響力可持續兩週(Ahn et al., 2015)。既有的環境教育多透過學校課程或靜態媒介來傳遞訊息，但隨著VR技術的發展與設備價格的下降，其在環保行為推動(Ahn et al., 2015, 2016)及環境永續教育(Salah et al., 2019; Su & Cheng, 2019)上的應用日益增加。例如，Plechatá等(2022a)發現VR在飲食風險訊息的傳遞上能顯著提高受測者的知覺風險與涉入程度，從而增強行為意圖。Ahn等(2016)則指出，VR透過沉浸式動物視角體驗，可提升環境涉入度並縮短對行為與環境後果的時間感知。Zaalberg與Midden (2010)則發現，互動性VR透過臨場感顯著提升防

airiti

災行為意圖，而靜態媒介則無此效果。綜合而言，VR在行為改變上的影響力優於傳統媒介，特別適用於健康與環境領域的干預設計。

根據Barsalou (2009)，個體在經歷某一情境時，大腦會儲存多重模態狀態，在日後遇到類似刺激或執行概念性任務時，這些狀態會被部分重演及模擬，透過模式補全(pattern completion)，引導相應的認知或行為反應。Ahn等(2016)將此理論應用至沉浸式虛擬環境，指出IVR中的多感官模擬可促進此類記憶連結與啟動歷程，從而影響非虛擬世界中的態度與行為。有研究指出，VR所提供的顛覆性經驗(transformative experience)被證實能促進認知與行為改變，這類經驗通常能撼動使用者既有觀點與信念，進而引發長遠的態度與行為轉變(Stepanova et al., 2019)。其所提出的行為改變理論架構指出，個體在改變行為前，會先歷經「知覺體驗」與「認知轉變」兩個階段。該研究並提到，顛覆性經驗所導致的敬畏感(awe)是轉化經驗的前導條件，能增強對自身與世界之關聯的感受，促進對新觀點的開放與接納。VR能模擬在現實世界中難以經歷的情境，並具備高可及性與沉浸性，穩定誘發敬畏感，因此特別適合用於觸發知覺體驗階段，隨著階段推進，個體的認知與行為也可能隨之轉變。亦有研究指出，VR所模擬的場景能產生近似真實的體驗效果，透過虛擬接觸大自然，有助於強化親環境行為(Deringer & Hanley, 2021; Klein & Hilbig, 2018)。此外，VR還具備節省成本、可重複模擬人或動物處境等優勢，並能創造現實中無法實現的體驗(Kleinlogel et al., 2023)。

在環境保護領域，VR的效果主要來自幾個機制，包含：

(一)以較低成本重現真實場景

無需大量人力與物力，VR即可重現真實世界情境，並提供即時回饋(Hilfert & König, 2016)，創造出逼真且具沉浸感的體驗，此即時且連貫的情境回饋不同於單向傳遞的影片，有助提升對環境變遷的理解與行動意願(Plechatá et al., 2022a)。特別是在災害或極端氣候模擬中，第一人稱視角能增強風險知覺，進而促發行為改變(Allcoat & von Mühlenen, 2018; Bergquist et al., 2019; Hurrell et al., 2024)。此外，VR可讓參與者彷彿置身其中，相較文字或影片，更能激發代理感(agency)，產生更深層的心理影響(Kleinlogel et al., 2023)。

(二)拉近心理距離(psychological distance, PD)

人們往往會下意識地迴避與自身相關的氣候變遷議題，以減少不適與行為改變帶來的不便(Leviston et al., 2014)。PD理論指出，心理上認為遙遠的威脅較容易被忽視，甚至引發逃避反應(Leviston et al., 2014)。環境變遷相關之PD是可動態調整且隨著情境而變化的構念(Keller et al., 2022)，因而可能透過接觸新資訊調整，進而影響行為改變。因此，若能讓氣候變遷顯得更近、更具個人關聯性，將有助於縮短PD，進而促進環保行為(Hurrell et al., 2024; Jones et al., 2017; Spence et al., 2012)。

不過，現有研究結果並不一致。部分研究指出，閱讀文字、觀看圖像或影片雖可提升環境關注、風險知覺、情感投入或行為意圖(Bashir et al., 2014; Chu & Yang, 2018; Jones et al., 2017; Spence et al., 2011; Yang et al., 2021)，但這些提升能否穩定轉化為實際行動，仍有待探討。相較之下，VR能透過高度擬真的模擬場景與主觀參與感，讓使用者以第一人稱視角進入氣候變遷現場，產生更

airiti

強烈的風險感受與個人關聯性。相關研究顯示，VR可有效縮短行為與後果間的PD，提升同理心、自我效能與環境行動意圖(Hurrell et al., 2024; Kleinlogel et al., 2023; Nelson et al., 2020; Stenberdt & Makransky, 2023)。

(三)基於PMT的恐懼訴求

PMT說明個體在面對威脅時，會透過「威脅評估」(包含對嚴重性與脆弱性的感知)與「應對評估」(包含自我效能與應對效能)來決定是否採取保護行為(van Bavel et al., 2019)。研究指出，若威脅感知過高而應對效能不足，個體可能因無力感而選擇逃避(Ahn et al., 2015)；反之，若能適當平衡恐懼與應對策略，則有助於提升行動意圖(Fox et al., 2020)。

研究發現，相較於遠端威脅，迫在眉睫的環境風險更能引發恐懼與內疚等情緒，進而促進行為改變(Chu & Yang, 2018, 2019)。VR正可用以模擬這類高風險情境，提升情緒反應與行動意圖。此外，PMT也常應用於高風險但難以真實體驗的場域，例如災害逃生(Chittaro & Buttussi, 2015)與恐攻應對訓練(Chittaro & Sioni, 2015)，顯示其在環境教育中的潛力。

綜合前述三項機制，VR能結合情境模擬、PD調整與情緒誘發等機制，透過提升自我效能與應對策略，促發具體環保行為。其靈活性與高可及性，也使其成為環境教育與行為干預的有力工具。

三、NAM

NAM作為研究利他主義(altruism)行為最重要的理論之一，至今已被應用於許多親環境行為相關研究中。Schwartz (1977)指出，親環境行為是源自個人規範。個人規範指的是一個人認為自己是否有道德上的義務去執行某項親環境行為。而個人規範會受到兩個因素的影響——後果意識與責任歸屬(圖1)。後果意識是指人們意識到自身行為對環境可能產生影響的程度；責任歸屬則指人們將環境變化的原因歸因於自身的程度。NAM說明，行為的改變始於資訊的獲取，接著促發人們的認知，最終形成價值觀，進而作為行動前的判斷準則。後果意識影響責任歸屬，責任歸屬又進一步影響個人規範，三者呈現線性關係，並共同構成影響行為的主要因素。根據此理論，行為是對個人內在規範的反應。當個人意識到自己的行為可能對他人或環境造成不利影響，並相信自己有能力避免這些不良後果時，這些內在的個人規範就會被激發，從而影響其行為。換言之，個人展現環保行為以減緩氣候變遷的意願，與其道德義務感的強弱有關(Chen, 2016)。

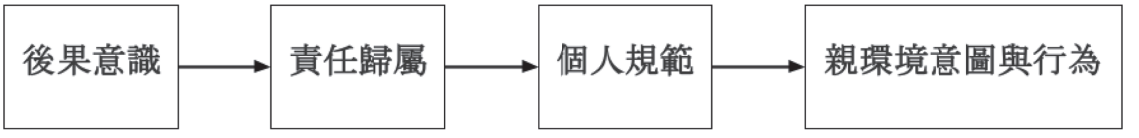


圖1：親環境行為規範活化模式之中介模型

資料來源：“The norm activation model: An exploration of the functions of anticipated pride and guilt in pro-environmental behaviour,” by M. C. Onwezen, G. Antonides & J. Bartels, 2013, *Journal of Economic Psychology*, *39*, 141-153.

airiti

關於後果意識、責任歸屬與個人規範的關聯性，有研究證實這三者之間為線性關係(De Groot & Steg, 2009)。目前多數關於應用VR來改變環保行為的研究，均透過讓受測者體驗到其行為後果，以測知環保意圖或行為的改變(Plechatá et al., 2022a, 2022b; Stenberdt & Makransky, 2023; Xiong et al., 2024)，但並未檢視受測者對於行為後果的責任歸屬以及認為自己是否有義務要改變環保行為。在這些研究中，僅有Ng等(2024)研究顯示，VR的沉浸體驗和互動性能提升受測者的環境責任及愉悅感，而當個體感受到更強的環境責任和愉悅感時，他們更有可能採取低碳行動，並將其轉變為一種環保習慣，根據NAM，這類對自身影響力的察覺與責任感，將進一步激發個人規範，成為環保行動的內在驅動，Ng等的研究指出責任歸屬會導致環保行動。

另有研究探討資源回收、空氣污染與全球暖化等環保議題，檢視個人規範與環保意圖及行為之間的關聯性。研究發現，當個人感受到強烈的道德義務，並高度相信集體在減緩氣候變遷方面的效力時，更有可能產生參與環保行動的意圖(Chen, 2016; Wang et al., 2019)；進一步地，也有研究指出，在空氣污染議題下，個人規範亦能有效驅動實際的環保行為，如購買節能家電(Song et al., 2019)。以上幾個研究建立了從體驗行為後果(後果意識)到環保意圖或實際行為，以及從環境責任(責任歸屬)到行動、個人規範到環保意圖等路徑間的關聯性。

這些研究均指出，操弄後果意識可促進環保意圖或行為的轉變。然而，在多數應用NAM的研究中，後果意識所建構的情境多偏重於人類對環境所造成的負面影響，較少同時考量人類對環境可能產生的正面結果，且正向後果的效果仍不明確(W.-C. Hsu et al., 2018; Pahl & Bauer, 2013)。雖然Ahn等(2015)已針對正負面情境進行操作，並比較其對自我效能與行為改變的差異，但整體而言，納入正面後果的相關研究仍屬少數。僅有部分學者曾於後果意識中加入人類正向影響的探討(Nordlund et al., 2016)，或僅在未來研究方向中提出相關建議。例如，Nordlund等(2016)以汽車駕駛為對象進行問卷調查，結果顯示駕駛人對環境的道德義務感受到問題意識與自我效能感的影響，其中環保車駕駛者顯示出更高的後果意識與個人規範。有鑒於此，本研究將同時檢視虛擬環保行為中正、負面後果對個體認知與行為的潛在影響。

四、框架效應

框架效應指資訊的表達方式會影響個體的決策與行為(Kahneman & Tversky, 1979)。Levin等(1998)將其分為「屬性框架」(attribute framing)、「風險選擇框架」(risk choose framing)及「目標框架」(goal framing)。其中，目標框架透過強調行為的正面結果(利得框架)或負面結果(損失框架)，來影響訊息接收者的行為傾向。

底下將依據既有文獻，先針對實證研究較多的損失框架，說明其如何透過負面體驗引發風險知覺與道德情緒，進而影響個人規範與實際行為。接著檢視利得框架的推論與效果，初步建構其從體驗出發、連結至自我效能與環保意圖的可能路徑。由於相關研究有限，利得框架的路徑推論尚不完全。兩種框架均補充VR情境應用之研究。最後，綜合比較兩個框架的異同，並提出本研究假設。

損失框架基於損失規避理論(loss aversion theory)，指出人們對於損失的敏感度遠高於

airiti

獲利，因此負面訊息往往比正面訊息更能影響行為決策(Kahneman & Tversky, 1979)。然而，損失框架的效果會因涉及程度(involvement)或道德義務(moral obligation)而有所不同(Chen, 2016; Shin et al., 2017)。Amatulli等(2019)發現負面框架訊息能激發受試者的預期羞愧感，可能產生抑制或改變的動機，進而提升親環境行為，且比正面框架訊息，更能激發受測者的環保行為。Escadas等(2019)同樣指出，預期羞愧感為驅動道德行為的一項關鍵情緒因素，且避免負面情緒的需求會優於追求正面情緒，這呼應本研究中損失框架所強調的負面後果，亦可能透過激發道德情緒，進而促進個人規範與親環境行為的形成。

Ahn等(2015)發現，損失框架能激發風險感知，促進行為執行。在其研究中，損失框架雖然在立即的行為意圖上效果弱於利得框架，但同樣能導致行為改變降低受測者的紙張使用。顯示其可能亦透過意圖以外的機制發揮效果。在媒體比較上，傳遞媒介會影響損失框架的效果，Ahn等(2016)透過VR研究發現，相較於靜態媒介，VR可提升臨場感，使個體更具環境涉入度，進而增加行為意圖。Zaalberg與Midden (2010)研究洪水議題時也發現，具互動性的VR能透過更高的臨場感，顯著提升受測者的防災行為意圖，顯示VR在框架效應的應用上更具優勢。

另一方面，利得框架透過展現行動所帶來的正面影響，能提升個體對環境問題的應對能力，並藉由提升反應效能(response efficacy)來強化行為意圖，進而增強其環保行動傾向(Ahn et al., 2015)。相較於文字訊息，圖片能更有效地傳達行為動機(Powell et al., 2015)，而VR則進一步提供視覺、聽覺及觸覺回饋，使體驗更加臨場且具說服力。透過VR呈現正負面兩種框架，更能強化其情境沉浸與互動性，強化行為意圖甚至行為本身(Ahn et al., 2016; Zaalberg & Midden, 2010)。以VR呈現利得框架能有效增強自我效能，進而提高行為意圖(Ahn et al., 2015; Plechatá et al., 2022b)。

在正負面訊息框架的差異上，O'Keefe與Jensen (2006)針對165項訊息框架研究做統整分析，在多種應用場景中(如環保行為、健康促進、安全飲食等)，歸納出利得與損失框架的說服力無顯著差異，且視情境與受眾而定。在特定條件下，負面預期情緒可促使損失框架比利得框架更具影響力(Escadas et al., 2019)，也有研究指出利得框架可能比損失框架更能促進目標行為(Ahn et al., 2015)。環保相關研究則指出，兩種框架對環保行為的影響機制有所不同：利得框架透過突顯正面環境改變的可能性，提高受測者的應對效能，進而增強其環保意圖與行動傾向(Ahn et al., 2015)。而損失框架則引發對負面後果的關注，進而提高風險知覺與罪惡感，而這些道德動機驅動了個人規範與實際行為(Escadas et al., 2019)。

綜合上述相關VR研究(Ahn et al., 2015, 2016; Zaalberg & Midden, 2010)，可見VR的臨場感與互動性能顯著放大正／負面框架訊息的影響力，不僅提升環境涉入度與行為意圖，也可能對實際行為產生短期改變效果。雖然互動性未必延長框架效應對行為的影響，但可直接增強即時行為表現。同時研究也顯示VR的互動機制可進一步強化利得框架的影響力。

在目前框架效應的相關研究中，多數是在比較不同程度的損失框架所造成的差異(Chen, 2016; Shin et al., 2017)，除了Ahn等(2015)的研究外，鮮少有研究在比較利得框

airiti

架和損失框架對環保意圖與行為的不同。由於利得框架和損失框架的優勢都各有文獻支持(Ahn et al., 2015; Amatulli et al., 2019; Kahneman & Tversky, 1979)，以致使用利得或損失框架去影響個人規範，促使人們做出環保行為的效果尚無定論，故本研究使用VR體驗以促發環保行為中的利得與損失框架效果，並比較兩種框架下個人規範、環保意圖與實際環保行為的差異，探討兩個框架是透過哪些因素或機制來發揮效果。研究提出下列假設以及研究問題如下：

H1a：相較於實驗前的個人規範，利得框架可以顯著強化受測者在實驗介入後的個人規範。

H1b：相較於實驗前的個人規範，損失框架可以顯著強化受測者在實驗介入後的個人規範。

H2a：相較於實驗前的環保行為，利得框架可以顯著強化受測者在實驗介入後的環保意圖。

H2b：相較於實驗前的環保行為，損失框架可以顯著強化受測者在實驗介入後的環保意圖。

H3a：相較於實驗前的環保行為，利得框架可以顯著強化受測者在實驗後一週之實際環保行為。

H3b：相較於實驗前的環保行為，損失框架可以顯著強化受測者在實驗後一週之實際環保行為。

RQ1：相較於實驗前的個人規範，正、負面框架組之受測者於實驗介入後在個人規範的提升程度是否相同？

RQ2：相較於實驗前的環保行為，正、負面框架組之受測者於實驗介入後在環保意圖的提升程度是否相同？

RQ3：相較於實驗前的環保行為，正、負面框架組之受測者於實驗後一週的實際環保行為提升程度是否相同？

五、自我效能

在利得框架的設計中，訊息聚焦於「採取環保行動所能帶來的正面影響」，有助於受測者產生行動的可行性期待與自我控制感(Bandura, 1977)。此框架提供的是「實現某目標的可能性」，進而強化自我效能信念。此外，VR中所模擬的環保成功經驗，具體展現受測者在執行行為後的正面結果，有助於形塑自己能做到的心理感受，符合Bandura (1977)所謂「成功經驗」對自我效能的提升作用。

Bandura (1977)將自我效能定義為：個體對自身是否能夠完成某項任務或達成目標的信念，並指出自我效能是促使個體採取行為的重要心理因素。增強自我效能的方法包括親身體驗成功經驗、觀察他人的成功經驗、言語鼓勵與社會支持，以及維持良好的心理狀態。許多研究指出，自我效能是培養親環境行為與意圖的重要因素(Klöckner, 2013; Plechatá et al., 2022b; Raghu & Rodrigues, 2020)。這些研究分別從環保行為、健康行為及PMT的角度，探討自我效能與行為意圖的關聯(Floyd et al., 2000; Klöckner, 2013; Sheeran et al., 2016)。

在PMT (Rogers, 1975)中，自我效能被認為能影響動機。此外，在框架效應的實驗中，自我效能被發現是利得框架促進親環境行為的主要因素(Ahn et al., 2015; Nordlund et al., 2016)。正面框架比負面框架更能提升行為意圖，且此效果是透過回應效能(response

airiti

efficacy)的中介作用實現，高自我效能是預測環保行為的主因(Ahn et al., 2015)。除了Ahn等(2015)發現自我效能是利得框架影響行為的關鍵因素外，也有其他研究證實自我效能對行為意圖的重要性(Ajzen, 2002)。Nordlund等(2016)進一步指出，問題警覺(problem awareness)與自我效能會影響個人規範，而個人規範則是影響行為意圖的重要因素。此外，在NAM中，自我效能被發現可透過個人規範的中介作用來影響行為(Harland et al., 2007)。

在Stenberdt與Makransky (2023)的研究中，學生透過VR進行垃圾分類，並在過程中獲得即時反饋。結果顯示，這種虛擬體驗顯著提升了學生的環保行為意圖、垃圾分類知識、自我效能和反應效能，其中自我效能的提升對行為意圖的增強具有關鍵作用。當學生對自身分類垃圾的能力信心提升時，他們在現實世界中應用所學知識的行為意圖也隨之增強。

歸納以上討論，自我效能對行為具有顯著影響，且可透過成功的經驗來提升(Bandura, 1977)。本研究同樣利用VR模擬環境，讓受測者在虛擬情境中進行環保行動或不環保行動，並即時體驗其行為對環境造成的後果。我們預測，利得框架組的受測者透過體驗環保行動所帶來的正面環境影響，將會提升其自我效能，進而強化其個人規範，最終影響後續的行為意圖與實際行動。

六、知覺風險

Rogers (1975)提出了PMT來解釋人們在恐懼訴求的情況下如何增加保護動機(protection motivation)以及目標行為。此理論認為，要達成自我保護的動機需要藉由威脅評估和應對評估來達成。當人們不實行目標行為，會對情況所產生的負面後果有所感知，此即為威脅評估，包含自身認為後果是否嚴重(嚴重程度，severity)以及這件事情是否會發生在自己身上(脆弱，vulnerability)。

在損失框架中，訊息設計強調不環保行動所帶來的負面後果，易使個體產生對脆弱性與嚴重性的主觀評估，進而提高其風險知覺(O'Connor et al., 1999; Rogers, 1975)。若搭配VR呈現具體的環境惡化場景，所模擬的負面體驗更能激發受測者「若不採取環保行動，環境將惡化」的主觀感受，從而增強知覺風險歷程。此外當個體在VR中遭遇具體環境災難畫面，產生如罪惡感、羞愧等情緒(Amatulli et al., 2019)，根據情感信息理論(affect-as-information theory) (Schwarz & Clore, 1983)，個體會使用當下的情緒作為判斷外在世界情境的線索。因此這些負面感受會被內化為環境確實處於危機的主觀解釋，進而強化風險評估結果，促使受測者產生改變行為的動機。

知覺風險在不同的研究中所指的細項不同，共通的定義是：主觀對風險的感受，而細項除了在PMT提到的嚴重程度和脆弱，也包含發生他人身上的可能性(O'Connor et al., 1999)，且會因為議題不同而有不同定義。知覺風險會因為自身認為有價值的事物受到負面影響時而產生(Arbuckle et al., 2015)，當知覺風險愈高時愈可以促使人們去做降低潛在風險的行為。知覺風險作為一種經歷負面體驗或是專注於負面結果的主觀感受(O'Connor et al., 1999)，除了在保護動機理論中被指出可以增加人們的目標行為外，也在其他研究中被發現有增加目標行為的功能，而且不論在健康相關議題(Ahn et al., 2016)或是氣候變遷議題(Arbuckle et al., 2015; O'Connor et al., 1999, 2002)都是相當關鍵的因素。

airiti

O'Connor等(1999, 2002)調查了美國居民對空氣污染、能源使用、氣候變遷及溫室氣體排放的知覺、自主環保行為意圖以及對相關政策的支持程度。研究發現，人們對環境變遷可能帶來的威脅、氣候變遷知識的多寡，以及環境信念，皆對親環境自主行為意圖具有正向影響。此外，在主觀知覺風險的影響因素中，若人們理解氣候變遷的成因、能透過溫度上升等現象感受到氣候變遷的危機，或確信因應政策不會對其工作產生負面影響，則更可能增加減少溫室氣體排放的行為意願。知覺風險亦可能影響利得框架的有效性。當受測者對環境問題的風險感知較低時，利得框架可能比損失框架更能驅動行為改變，未來研究可進一步探討如何在利得框架中加入風險感知，以增強其行為影響力(Lee & Aaker, 2004)。

由於VR可在虛擬環境中提供模擬環境被破壞的負面體驗，而知覺風險本質上是一種來自負面體驗的主觀感受(O'Connor et al., 1999)，並且已被證實能影響個人規範，因此本研究提出下列假設。

H4a：受測者之自我效能在利得框架下會比在損失框架下來的高。

H4b：受測者之知覺風險在損失框架下會比在利得框架下來的高。

H5a：在利得框架中，自我效能對正面後果意識和個人規範間有中介之效果。

H5b：在損失框架中，知覺風險對負面後果意識和個人規範間有中介之效果。

肆、研究方法

一、研究架構

依據前述文獻回顧的相關假設，本文提出研究架構及研究假設與問題如圖2，由於本實驗主要目的為比較不同框架之下影響環保行為的差異因素，因此獨立變項為框架，且會將受測者分成兩組：環保組以及不環保組，也就是所謂的利得框架和損失框架組，這兩組受測者會分別體驗環保行為對環境帶來的正面影響(利得框架，正面組)，或是不環保行為對環境帶來負面影響(損失框架，負

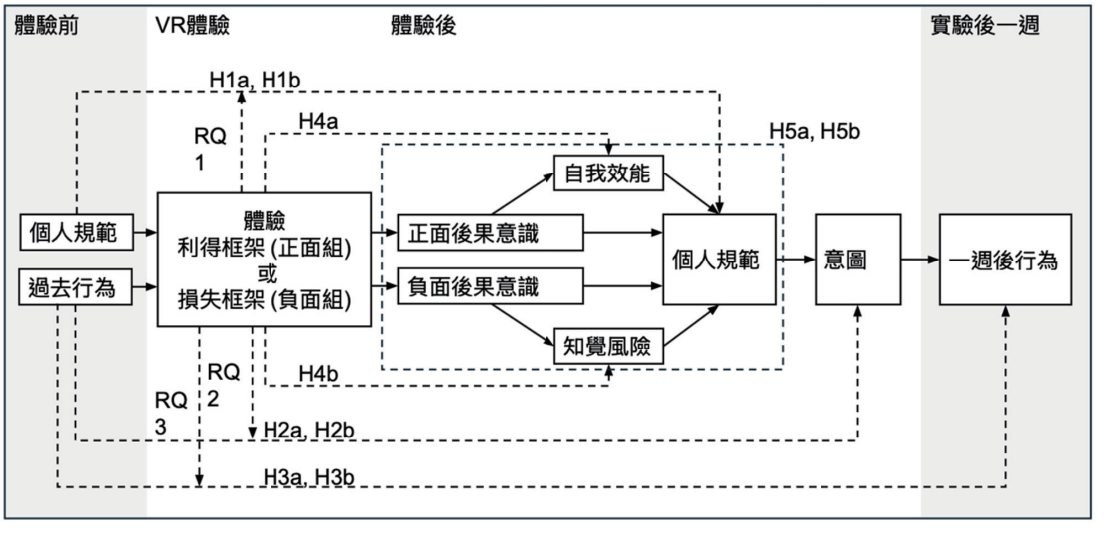


圖2：研究架構圖

airiti

面組)，因此接下來將會以正面組、負面組來做為稱呼。在實驗前、後會測量影響行為的項目包含：正負面後果意識、自我效能、知覺風險、個人規範、環保意圖和一週後行為等。詳細的系統設計、研究工具和研究流程將會在接下來的小節做詳細說明。

二、系統設計

(一)系統情境選擇

因為框架效應為本實驗探討的主要問題之一，因此實驗的主題必須能清楚地以VR呈現人類行為對環境造成的正、負面影響，並需讓受測者感受到與生活的高度相關程度，及能在實驗後的真實生活中進行觀察。因此情境選擇的考慮有：與日常生活相關程度、環保行為於日常生活發生的頻率，以及在VR中能否用視覺以及聽覺來呈現框架效應的後果等多項因素，接著將類似行為合併(如：自備購物袋及避免使用一次性免洗餐具)，最終選出以林木自然資源保護相關之環保行為作為實驗情境，包含木材資源相關的紙類餐具、衛生紙和發票的使用等三項，在正、負面組分別凸顯這三類用品的環保或濫用情況。

(二)系統設計及操作流程

在受測者進入VR的環境後，總共會依序接觸到三個場景：操作練習室、餐廳以及大自然。在操作練習室中會由實驗人員教導並確認受測者瞭解VIVE手把基本操作方式，並告知注意事項。受測者在虛擬場景中可自由移動，並透過手持握把裝置完成任務所需的操作。每項任務開始前，場景中皆會顯示明確的文字指示，引導受測者進行下一個動作。在餐廳場景中會讓受測者以第一人稱的視角以及動作重現上述三個現實生活中的環保／不環保行為，藉由日常生活事件和互動性操作讓受測者在大自然場境中，感受到環境變化以及其與自身行為間的因果關係(Ahn et al., 2015, 2016)，進而能強化其環保行為。此類主體性經驗與回饋組合，為VR在行為轉化上的關鍵特性。實驗包含底下兩個場景中的動作以及環境變化，在這些場景中受測者可自由移動並根據布告指示進行任務，所有動作都透過手持感測器來操作。以下詳細說明：

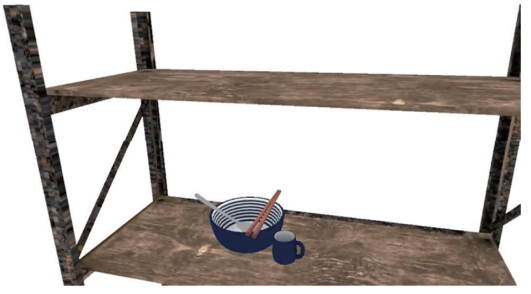
1. 餐廳場景

在剛進入餐廳時會先觀看一段影片，讓受測者知道免洗餐具與衛生紙皆以由樹木所製成的紙漿為原料，在餐廳場景中會以執行任務模式讓受測者還原日常生活中的行為。第一個任務為收回使用過的餐具，正面組將可重複使用的環保餐具端到回收櫃上，負面組將用畢之免洗餐具丟棄垃圾桶，同時看到周邊許多用過的免洗餐具(圖3)。第二個任務會要求受測者將打翻在桌上的飲料擦拭乾淨，正面組使用抹布擦拭；負面組則使用大量衛生紙擦拭，並看到用過的衛生紙被丟棄在桌上(圖4)。在此任務中，受測者需透過手持裝置進行如擦拭、拖拉等精細動作，進一步模擬實際生活中的清潔操作行為。最後一個任務是將發票收入背包口袋，正面組要求其收起存於手機載具的電子發票；負面組則要求收起印出的紙本發票(圖5)，背包與手機等虛擬物件皆可透過點選或拉近手部動作進行互動，更真實地感受到日常物件的操作情境。在結束以上三個任務後，會示意受測者從餐廳離開，接下來便會進入大自然的場景。

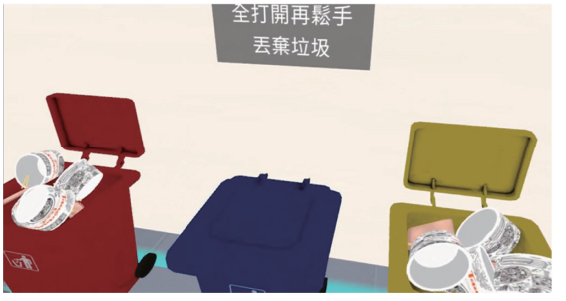
2. 大自然場景

接下來到第二個場景大自然後，會看到環境發生變化，且會依據受測者在餐廳中所做出的行為而改變。這些環境變化包含視覺上的動態效果和聽覺上效果的刺激(Chittaro

airiti



(a) 正面組，餐具回收至櫃子

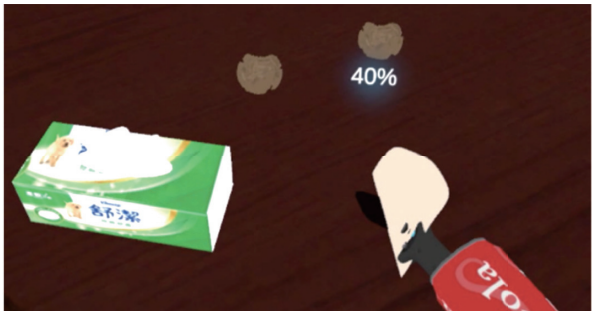


(b) 負面組，將免洗餐具拿至垃圾桶丟棄

圖3：餐廳場景任務一：回收使用過的餐具

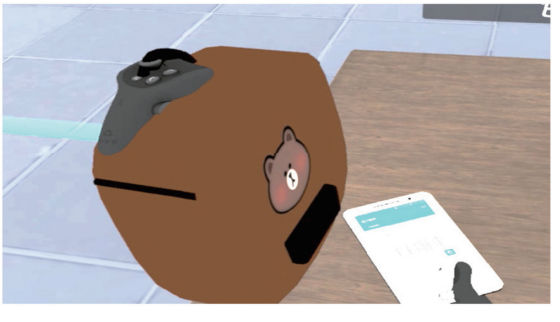


(a) 正面組，以抹布擦拭打翻的飲料

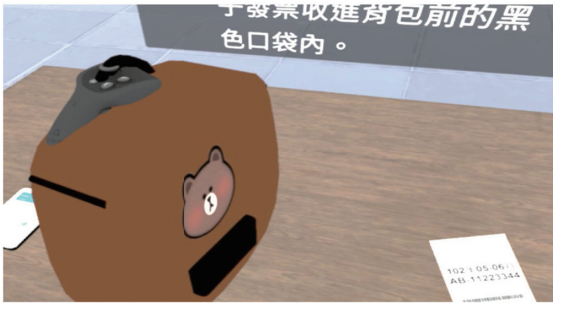


(b) 負面組，用多張衛生紙擦拭，製造垃圾

圖4：擦拭打翻的飲料



(a) 正面組，將電子發票載具的手機收進背包



(b) 負面組，將發票紙本收據收進背包

圖5：將發票收進背包

& Sioni, 2015)，來讓受測者可以更好的感受到環境變化，且在短時間內就產生超乎常理的大幅度變化，讓受測者感到環境變化異常明顯(W.-C. Hsu et al., 2018)，產生深刻的印象。進入大自然場景後兩組所見場景不同，正面組首先見到荒蕪的沙地；負面組則看到綠意盎然。接下來他們依照提示尋找場景中的告示牌，上面以文字及聲音顯示他們剛才在餐廳中所做的三項任務對環境的影響。隨後環境會依據組別而產生變化：正面組看到

airiti

荒蕪的沙地配合著蟲鳴鳥叫聲長出草、大樹及灌木叢，並在風和日麗的天氣下有小動物活動；負面組則看到樹木在巨大的聲響中倒塌，且草地、灌木叢和動物都逐漸枯萎死亡，並且伴隨著因行為導致氣候變遷所引發的閃電以及狂風暴雨等極端天氣(圖6)。以上的VR體驗設計，引發道德衝擊與反思，促進內在動機、價值觀轉變與行為改變，與傳統遊戲類型的互動目的本質不同。

三、研究工具與信效度

此實驗中所使用到的問卷題目皆從相關研究的測量工具中所引用，其中有些項目依據臺灣文化、人民習慣以及實驗情境做調整，而題目的英翻中採用翻譯—回譯方法，由一位英文母語者以及一位專家確認中英文沒有翻譯上的錯誤。由於有些題組引用多個文獻中的題目，因此每個題組的信度將會在實驗結果中說明。此外所有題目都使用李克特(Likert)五點量尺作為回答依據，與環保行為有關的量表使用的尺度為行為發生頻率，作答類別為「從不」、「不常」、「有時」、「經常」及「總是」，其餘量表使用的尺度為同意度，作答類別為「非常不同意」、「不同意」、「不同意也不反對」、「同意」及「非常同意」。

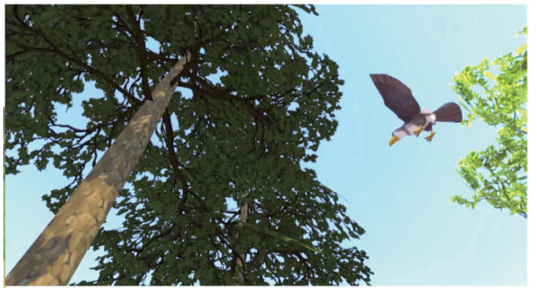
此研究總共會測量動暈症狀(淘汰資料用途)、正面後果意識、負面後果意識、自我效能、知覺風險、個人規範、過去環保行為、環保意圖(接下來簡稱為意圖)和一週後實際環保行為(接下來簡稱為實際行為)，並使用混合設計變異數分析以及事後考驗來檢定十個研究假設及三個研究問題，且事後檢定的顯著水準會隨假設而使用邦費羅尼校正(Bonferroni correction)做調整。

(一)動暈症

動暈症主要在檢視受測者在使用VR的過程中是否有感到不舒服，引用自Kim等(2018)針對VR體驗所改良的測量問卷，會請受測者回答是否有感受到題目所提出不舒服的症狀，題目共有9題，範例題目有：「聚焦困難」、「視野模糊」和「暈眩」，1為「完全沒有」、2為「些許」、3為「普通」、4為「嚴重」和5「非常嚴重」。

(二)正面後果意識

正面後果意識雖然在過去的研究中沒有被特別當作一個名詞賦予定義，但是 「人們對環境可以產生正面影響」這個概念已經被提出過，有別於一般的研究中所指的後果意識所指的「人類對環境產生的負面影響」這種定義(Nordlund et al., 2016)。正面後果



(a) 正面組，看到大自然變得綠意盎然且有動物



(b) 負面組，看到樹木倒塌同時環境變得荒蕪

圖6：在大自然場景中觀察到的初步變化

airiti

意識的題目修改自Han (2014)和Ryan與Spash (2008)，主要在測量人們是否知道其行為對環境會有正面的影響，題目總共有13題，範例題目有：「環境保護可以為我和我的後代帶來更好的世界」、「環境保護可以給人們更高的生活品質」和「人們的環保行為對於健全環境的維持是重要的一環」。受測者回答「非常不同意」計為1分，「不同意」計為2分，以此類推。量表的平均得分愈高代表受測者愈認同環境保護的行為能對環境帶來正面的影響。此量表於本研究中的前測信度Cronbach's α為.865，後測信度Cronbach's α為.823，代表有不錯的信度。

(三)負面後果意識

負面後果意識是人們認知到其行為會對環境產生負面影響的程度。由於此項目的題目在各研究中的題數皆較少，因此參考多項出處，包含Kuvan與Akan (2005)、Lebek等(2013)、Matthies等(2012)、Ryan與Spash (2008)、Stern等(1999)以及van der Werff與Steg (2015)的研究，最後整理出了14題，範例題目有：「不環保的行為會對環境造成負面影響」、「因為不環保的行為，許多綠地漸漸在消失」和「過多的資源浪費對人們來說是個嚴重的問題」。計分方式與正面後果意識相同。此量表平均得分愈高，代表受測者愈認同不環保行為會對環境造成負面的影響。此量表於本研究中的前測信度Cronbach's α為.925，後測信度Cronbach's α為.925，代表有相當不錯的信度。

(四)自我效能

自我效能的定義為人們相信其能力是否能改變某些事物的程度(Bandura, 2010)。題目修改自Huang (2016)和Homburg與Stolberg (2006)，總共有13題，範例題目有：「當遇到環境問題時，我可以找到應對的方法」、「我不怕由全球環境引發的難題，因為我相信我有應對這些困難的能力」和「我能盡力用所有的方式去減緩環境的惡化」。計分方式與正面後果意識相同。量表總分越高，代表受測者越認同自己具有因應環境問題。此量表於本研究中的前測信度Cronbach's α為.869，後測信度Cronbachs α為.922，代表有不錯的信度。

(五)知覺風險

知覺風險是指人們對風險主觀的感受，包含嚴重性和脆弱性兩個部分(Chittaro & Sioni, 2015)。題目修改自Chittaro與Sioni (2015)，總共有6題，範例題目有：「在環境產生的問題中，我感到自己很脆弱且容易受到影響」、「環境問題所帶來後果的嚴重程度相當高」以及「環境問題所帶來後果的傷害相當大」。計分方式與正面後果意識相同。量表總分越高，代表受測者認為環境問題很有可能對自己造成嚴重的影響。此量表於本研究中的前測信度Cronbach's α為.879，後測信度Cronbachs α為.896，代表有不錯的信度。

(六)個人規範

個人規範是NAM中影響行為最主要的因素，在環境相關的應用中可以定義為一個人認為自己是否有義務去保護環境的程度(Schwartz, 1977)，所以從定義上也可以稱做道德義務(moral obligation) (Chen, 2016)。此變項使用Jansson與Dorrepaal (2015)的量表，共有7題，範例題目有「我有道德義務去考慮氣候變遷帶來的問題」、「對於環境問題我覺得我需要負起個人責任」和「不只政府和企業，我也需要為環境問題負起責任」。計分方式與正面後果意識相同。量表總分愈高代表受測者認為自己愈有保護環境的義務。此量表於本研究中的前測信度Cronbach's α

airiti

為.903，後測信度Cronbach's α為.841，代表有不錯的信度。

(七)過去環保行為、環保意圖和一週後實際環保行為

本研究的環保行為定義為有意識地減少對自然或是人為環境造成傷害的相關行為(Kollmuss & Agyeman, 2002)，在此實驗中所測量的過去環保行為、環保意圖、一週後實際環保行為都是相同的題目，參考Schultz等(2005)和Walton與Austin (2011)研究中的題目修改而成，刪去一些在臺灣較不常見的環保行為選項(如「寫信聲援某個環境議題」)後剩10題。此外由於這3個問卷目的是去比較受測者隨時間改變的行為與意圖，所以會在作答指導語的措辭上稍作改變來測量過去行為、當下意圖與未來行為，例如：過去行為的指導語是：「請根據題目描述，回想過去的一個月中，做過下列行為的頻率」；而詢問當下意圖的指導語是：「請根據題目描述，預期在之後的一個禮拜內，會做下列行為的頻率」；一週後實際行為的指導語則是：「請根據題目描述，回想過去的一個禮拜內，做過下列行為的頻率」。範例題目有：「基於環境保護的原因減少開車或騎車」、「回收報紙或其他紙類」以及「購買以環境友善的方式生產或培育的產品」。受測者回答「從不」計為1分，「不常」計為2分，以此類推。量表總分愈高代表受測者的環保行為頻率或意圖愈高。環保行為測量工具於本研究中的前測信度Cronbach's α為.867，環保意圖的信度Cronbach's α為.780，一週後環保行為的信度為.813，代表有可接受的信度。

四、研究對象與抽樣策略

本研究以大學及研究生為主要受測者，受測者年齡範圍為20 ~ 40歲。實驗受測者的招募透過SurveyCake製作的網路問卷進行，問卷中測量了個人規範與過去的環保行為。從問卷結果發現，現今年輕人的環境後果意識普遍偏高，因此為了避免環保行為本來就偏高，導致VR介入後無法顯示顯著效果(即天花板效應)，本研究特意招募環保行為頻率偏低者作為受測者。問卷共收集267份有效回覆，從中篩選出環保行為低於第一四分位數(25%)，且有意願前來參與實驗與訪談的60位受測者(22位男性、38位女性)。由於本實驗需逐一進行、一次僅測試一位受測者，且受測者須前往北部某大學使用頭戴式裝置，因此受測者多為當地大學生，僅有極少數為社區居民。實驗開始前，受測者會被隨機分配至正面組(10位男性、20位女性)或負面組(12位男性、18位女性)，並於體驗後進行個別訪談，以深入瞭解受測者的反應與想法。

五、實驗場地及儀器

本實驗的地點在北部某國立大學虛擬科技實驗室進行，實驗室中間有2公尺 × 2公尺的區域作為使用頭戴式裝置的空間，實驗期間也都會有施測人員在旁以應對突發狀況。實驗用的裝置則是HTC VIVE Cosmos，並且以Unity 2019作為主要開發平臺，加上Maya 2019對沒有開源的物件做建模，最後再使用Steam VR 2.6.1串接回VIVE平臺上。

六、前導實驗

在實驗系統雛形完成後，為了確保受測者可以如實感覺到系統想傳遞的感受，所以額外邀請八位受測者於前導測試中試用系統並提出回饋。由於實驗設計中會讓受測者在虛擬環境感受到環境變化與自身行為關聯性，為了瞭解受測者感受是否符合實驗設計，藉由詢問 3 個問題請他們回應，以確認：

airiti

(一)是否有明確清楚的感受到虛擬情境中自己的行為屬於環保／不環保；

(二)在體驗時是否能明確清楚的感受到環境變化；

(三)個人行為與虛擬環境變化間的關聯性，研究者並與他們討論提出改善建議。

以上的觀察與建議均納入實驗系統與情境的改進，呈現在正式實驗中。

在實驗系統雛形完成後，為了確保受測者能夠準確感受到系統所欲傳遞的體驗與訊息，研究團隊額外邀請了八位受測者進行前導測試，試用系統並提供回饋。由於本實驗設計旨在讓受測者於虛擬環境中體驗環境變化與自身行為之關聯性，因此，研究者透過詢問三個問題來確認受測者的體驗是否符合實驗設計：

(一)是否能明確感受到自身在虛擬情境中的行為為環保或不環保；

(二)在體驗過程中是否能清楚感知到環境的變化；

(三)是否能理解個人行為與虛擬環境變化之間的關聯性。

此外，研究者根據受測者的回應進行討論，並收集其改善建議。上述觀察與回饋均納入實驗系統與情境的優化，並體現在正式實驗中。

七、研究流程

本研究使用線上問卷招募受測者，實驗前問卷內容包含個人規範、過去環保行為、後果意識、自我效能與知覺風險。實驗依序包含三個階段(圖7)：VR體驗、第一次後測，以及一週後的第二次後測。VR體驗的總時長約為15 ~ 20分鐘，其餘每次填寫問卷的時間均約5分鐘。在VR體驗後，受測者立即進行第一次後測，主要目的在於評估VR體驗對其



圖7：實驗流程圖

airiti

行為與態度的即時影響，測量項目包含個人規範、環保意圖、後果意識、自我效能與知覺風險，此部分共有60位受試者完成VR體驗與第一次後測。第二次後測則於一週後，透過電子郵件發送問卷，以調查受測者的實際環保行為變化，最終回收47份有效問卷。由於第二次後測為遠端調查，且非強制回覆，部分受測者可能因個人時間安排、遺忘或未及時查收郵件等因素，未能完成回覆。然而，本研究回收率達78.3% (47/60)，高於一般遠端問卷的平均回收率(Cook et al., 2000)，且符合心理學與行為研究中常見的回收標準(Yu & Cooper, 1983)。因此，本研究所得數據仍具有足夠的代表性與分析價值。

伍、數據分析及研究結果

在統計的方面主要使用混合設計變異數分析以及事後檢定來檢視正負面組之間的差異、受測者的前後差異外，還以迴歸分析來檢視中介效果(mediation effect)的研究假設。上述的統計皆以5%為顯著水準，且會隨假設而使用邦費羅尼校正做調整。正、負面組之各研究變項於實驗前測與後測的描述性統計結果列於表1。

在VR體驗結束後，研究者有詢問受測者是否有頭暈或是身體哪邊不舒服，以確認受測者在使用VR設備後有無動暈症相關的症狀。接著在受測者完成問卷後還會確認其動暈症量表的分數，並再次向其確認是否有哪裡不舒服或是其他症狀。由於沒有受測者在實驗後反應身體不適，而動暈症(Cronbach's α = .926)的平均分數為1.633，因此60位受測者的資料皆被納入此章節的數據分析。

一、VR介入效果初步驗證：後果意識之提升觀察、訊息框架操弄確認

本研究首先檢驗VR體驗是否能有效提升受測者的後果意識。這項分析目的在確認實驗操弄是否產生認知變化，並為本研究延伸之NAM模型中「後果意識 → 知覺風險／自我效能 → 個人規範 → 行為意圖」之路徑奠定基礎。

(一)後果意識的變化檢驗

為確認VR所操作之「正面／負面後果意識」是否有效，實驗設計中將受測者隨機分配至正面組與負面組，並進行分組確認。首先，前測檢定顯示兩組在正面後果意識

表1：描述性統計表

	平均數 (標準差)			
	正面組		負面組	
項目	前測	後測	前測	後測
正面後果意識	3.621 (0.645)	4.149 (0.410)	3.764 (0.534)	3.910 (0.544)
負面後果意識	3.845 (0.828)	4.040 (0.727)	3.955 (0.578)	4.231 (0.471)
自我效能	37.200 (7.360)	50.633 (8.360)	37.500 (5.600)	44.333 (6.989)
知覺風險	21.167 (4.086)	23.200 (4.514)	22.200 (4.254)	25.333 (3.614)
個人規範	25.233 (5.829)	29.933 (3.433)	25.900 (4.421)	29.933 (3.947)
環保意圖	29.733 (5.010)	39.633 (5.537)	31.067 (4.920)	39.100 (5.701)
一週後環保行為	30.739 (5.065)	32.783 (7.404)	31.958 (3.736)	34.625 (7.033)

airiti

(p = .304)與負面後果意識(p = .524)均無顯著差異，排除因隨機分配不均所造成的初始差異。

接著進行體驗後效果檢驗，以驗證「VR體驗是否提升後果意識」。正面後果意識的重複量數變異數分析顯示組別與時間的交互作用達顯著($F_{(1,58)}$ = 5.710, p = .020, partial η^2 = .090)。事後比較結果指出，正面組於實驗後的正面後果意識顯著提升(ΔM = .528, p < .001) (表2)，而負面組則未達顯著(ΔM = .146, p = .201)；相對地，在負面後果意識上，雖交互作用不顯著($F_{(1,58)}$ = 0.312, p = .579)，但主效應顯著($F_{(1,58)}$ = 10.576, p = .002) (表3)，顯示兩組負面後果意識均顯著提升。透過正／負組前後後果意識量表的變化檢定，我們觀察到：在正面後果意識上，正面組在實驗後顯著提升，負面組則無顯著改變；而在負面後果意識方面，兩組皆有顯著提升，顯示VR介入對環境負面後果的認知有強化效果，不論是正面或負面組。這些結果說明，VR介入本身在「後果意識」上的確具有增強效果，此檢定有助於支持VR所傳遞內容之有效性，也為NAM模型奠定基礎。值得注意的是，本研究發現正面組在接受正向VR體驗後，負面後果意識亦有所提升，這與以往研究有所不同。此一結果將於後文與知覺風險一併探討。

(二)訊息框架操弄確認

因兩組系統內容所見差異十分明顯，其視、聽覺語意強烈、能直接誘發情境感知，具備高度的情境暗示力，可視為一種結構式框架操弄設計。本研究亦透過事後質性訪談的第一題以間接佐證「框架感知」操弄

表2：正面後果意識之變異數分析摘要表

來源	型III平方和	自由度	均方和	F	partial η^2
受試者間					
組別	0.068	1	0.068	0.173	.003
群內受試	22.631	58	0.390		
受試者內					
前後測	3.411	1	3.411	17.791	.235
組別 × 前後測	1.095	1	1.095	5.710	.090
殘差	974.633	58	16.804		

表3：負面後果意識之變異數分析摘要表

來源	型III平方和	自由度	均方和	F	partial η^2
受試者間					
組別	0.675	1	0.675	0.928	.016
群內受試	42.185	58	0.727		
受試者內					
前後測	1.667	1	1.667	10.576	.154
組別 × 前後測	0.049	1	0.049	0.312	.005
殘差	9.141	58	0.158		

airiti

成功。該題目為「請問你認為餐廳中的行為與環境變化之間的關聯性有多高，如果最低分是1，最高分是7的話，會給多少分？」可觀察受測者是否意識到行為與環境變化的關聯。結果顯示，除一人外，其餘59位皆給予4分以上評價，反映大多數受測者確實感受到行為對環境的影響，且受測者訪談提及之內容常能反映出他們對正、負面情境的理解。例如，受測者L03提到「餐廳中的行為都會直接影響森林的變化……樹倒下時的動畫讓我感到震撼」，G12表示「知道任務中的行為會消耗林木資源，甚至製造垃圾」，G18指出「環保餐具、抹布、電子載具都能避免一次性物品的消耗」。這些回應顯示多數受測者能辨識出行為與場景後果的因果關聯，也感知其正負面意圖。唯一給予2分的受測者則提到「因為實驗分配到的行為不是我平常第一直覺的決定，所以有點被強迫的感覺」，其較低分數與操弄內容無關，故訊息框架之操弄檢核成立。

二、假設驗證

(一)驗證個人規範之假設H1a及H1b，與回應RQ1

首先檢驗假設H1a與H1b，確認個人規範是否因實驗操弄而增加，結果發現變異數分析的交互作用未達顯著($F_{(1,58)}$ = 0.198, p = .658)，僅實驗前後主效果達顯著($F_{(1,58)}$ = 34.041, p < .001)，代表正、負面組的個人規範在實驗後都有顯著提升，正面組提升了4.700，負面組提升了4.033， 因此支持假設H1a與H1b。且從交互作用未達顯著可以得知，負面組的個人規範提升量和正面組的提升量是沒有顯著差異的，故回答了RQ1：相較於實驗前的個人規範，不同框架下在個人規範上升程度相同(表4)。

(二)驗證環保意圖假設H2a及H2b，與回應RQ2

接著檢驗假設H2a與H2b，確認環保意圖是否因實驗操弄而增加，結果發現變異數分析的交互作用不顯著($F_{(1,58)}$ = 1.032, p = .314)，僅實驗前後的主效果顯著($F_{(1,58)}$ = 95.244, p < .001)，代表正、負面組的環保意圖在實驗後有顯著提升，正面組提升量為9.900，負面組提升量為8.033，因此支持假設H2a與H2b。且從交互作用未達顯著得知，正、負面組的環保意圖提升量沒有顯著差異，故回答了RQ2：相較於實驗前的環保行為，不同框架在環保意圖上升程度相同(表5)。

(三)驗證一週後環保行為假設H3a及H3b，與回應RQ3

後續檢驗假設H3a與H3b，確認一週後47位受測者的環保行為是否因實驗操弄而增加

表4：個人規範之變異數分析摘要表

來源	型III平方和	自由度	均方和	F	partial η^2
受試者間					
組別	3.333	1	3.333	0.141	.002
群內受試	1371.167	58	23.641		
受試者內					
前後測	572.033	1	572.033	34.041	.370
組別 × 前後測	3.333	1	3.333	0.198	.003
殘差	974.633	58	16.804		

airiti

並維持，結果發現變異數分析的交互作用不顯著($F_{(1,45)}$ = 0.155, p = .695)，僅實驗前後的主效果顯著($F_{(1,45)}$ = 8.867, p = .005)，正面組提升了2.043，負面組提升了2.667， 因此支持假設H3a與H3b。且從交互作用未達顯著得知，正、負面組的環保行為提升量沒有顯著差異，故回答了RQ3：相較於實驗前的環保行為，不同框架在環保行為上升程度相同(表6)。

(四)驗證自我效能之假設H4a

這裡要檢驗不同操弄下的自我效能提升量。首先，正面組的自我效能跟實驗前相比有顯著提升(p < .001)，其提升量為13.433，雖然負面組的自我效能比實驗前也有顯著提升(p < .001)，不過提升量比較少，只有6.833。後續檢驗假設H4a，即比較自我效能在不同操弄中的提升效果。結果發現變異數分析的交互作用顯著($F_{(1,58)}$ = 10.948, p = .002)，表示正、負面組的自我效能提升量有所不同，觀察前述提升量就可以知道，正面組的提升量顯著的高於負面組， 因此支持假設H4a (表7)。

(五)驗證知覺風險之假設H4b

接著要檢驗不同操弄下的知覺風險提升量。首先，正面組的知覺風險跟實驗前相比有顯著提升(p = .006)，其提升量為2.033，負面組的知覺風險與實驗前相比也顯著提升(p < .001)，提升量為3.133，比正面組多一些。接著進行知覺風險在不同操弄中提升量的比較，即檢驗假設H4b。結果發現變異數分析的交互作用未達顯著($F_{(1,58)}$ = 1.188, p = .280)，表示正、負面組的知覺風險提升量差不多， 因此不支持假設H4b (表8)。

表5：環保意圖之變異數分析摘要表

來源	型III平方和	自由度	均方和	F	partial η^2
受試者間					
組別	4.800	1	4.800	0.155	.003
群內受試	1792.567	58	30.906		
受試者內					
前後測	2412.033	1	2412.033	95.244	.622
組別 × 前後測	26.133	1	26.133	1.032	.017
殘差	1468.833	58	25.325		

表6：一週後環保行為之變異數分析摘要表

來源	型III平方和	自由度	均方和	F	partial η^2
受試者間					
組別	55.044	1	55.044	0.965	.021
群內受試	2567.786	45	57.062		
受試者內					
前後測	130.281	1	130.281	8.867	.165
組別 × 前後測	2.281	1	2.281	0.155	.003
殘差	661.145	45	14.692		

airiti

表7：自我效能之變異數分析摘要表

來源	型III平方和	自由度	均方和	*F*	partial η^2
受試者間					
組別	270.000	1	270.000	3.735	.060
群內受試	4193.167	58	72.296		
受試者內					
前後測	3080.533	1	3080.533	103.232	.640
組別 × 前後測	326.700	1	326.700	10.948	.159
殘差	1730.767	58	29.841		

表8：知覺風險之變異數分析摘要表

來源	型III平方和	自由度	均方和	*F*	partial η^2
受試者間					
組別	75.208	1	75.208	2.841	.047
群內受試	1535.217	58	26.469		
受試者內					
前後測	200.208	1	200.208	26.200	.311
組別 × 前後測	9.075	1	9.075	1.188	.020
殘差	443.217	58	7.642		

(六)驗證自我效能中介效果之假設H5a

本假設欲驗證正面組受試者中，自我效能在正面後果意識和個人規範之間的中介效果。中介效果的檢驗步驟為先分別探討正面後果意識對自我效能及個人規範的預測力，接下來再將自我效能加入正面後果意識和個人規範的迴歸式中去探討自我效能是否有中介效果。

研究結果發現，正面後果意識對自我效能有顯著正向預測力(β = 13.274, $p < .001$)，而且正面後果意識對個人規範也有顯著的正向力(β = 6.231, $p < .001$)。接下來，將自我效能加入正面後果意識對個人規範的迴歸式中，結果發現自我效能對個人規範有顯著的正向預測力(β = 0.18, $p = .006$)，而正面後果意識對個人規範仍具顯著的正向預測力(β = 3.843, $p = 0.004$)，不過預測力大幅降低，迴歸係數由6.231降為3.843。透過Hayes (2012) Process工具中的拔靴法(取樣次數 = 5,000次)得知自我效能的間接正向預測力達顯著(β = 2.388，95%信賴區間 = [0.208, 3.999])，綜合上述，自我效能在正面組的正面後果意識和個人規範之間具部分中介效果，部分支持假設H5a：在利得框架(正面組)中，自我效能對正面後果意識和個人規範間有中介之效果。

(七)驗證知覺風險中介效果之假設H5b

最後驗證假設H5b，要探討負面組受試者中，知覺風險在負面後果意識和個人規範之間的中介效果。中介效果的檢驗步驟與前述假設相同。研究結果發現，負面後果意識對知覺風險有顯著正向預測力(β = 5.455, $p < .001$)，且負面後果意識對個人規範也有顯著

airiti

的正向力(β = 5.975, p < .001)。接下來，將知覺風險加入負面後果意識對個人規範的迴歸式中，結果發現知覺風險對個人規範有顯著的正向預測力(β = 0.817, p < .001)，而負面後果意識對個人規範的預測力變為不顯著(β = 1.516, p = 0.166)，透過Hayes (2012)Process工具中的拔靴法(取樣次數 = 5,000次)得知知覺風險的間接正向預測力達顯著(β = 4.459，95%信賴區間 = [2.093, 7.150])，綜合上述，知覺風險在負面組的負面後果意識和個人規範之間具完全中介效果，支持假設H5b：在損失框架中，知覺風險對負面後果意識和個人規範間有中介之效果(完整假設驗證，請見圖8)。

三、質性資料分析

本研究透過後測訪談，探討受測者在VR體驗後自我效能(僅正面組回答)、知覺風險(僅負面組回答)、個人規範與環保行為意圖(兩組均有回答)的變化歷程。訪談問題一及其結果已於前面說明，在此省略。底下呈現訪談題目二到五之分析結果。

(一)訪談問題

訪談問題二～五：受測者在接受VR體驗後，被問及下列問題：「你在(二)自我效能／(三)知覺風險／(四)個人規範／(五)環保行為意圖，在VR體驗前後出現了變化，你覺得是什麼造成的？」在回答前，訪談者有解釋以上各名詞，並提供每位受測者個人在實驗前、後的分數變化數據供參考。

(二)質性資料分析結果

對於第二題「自我效能變化」，正面組的回應中，超過一半的受測者表示，自我效能的提升是來自於實驗中的感官體驗，以及在VR中實際執行環保行為時，感受到這些行為其實不難完成，進而增強了「自己做得到」的信心與感受。第二題「知覺風險變化」，在負面組回應中，有六分之五的受測者提到，知覺風險的提升主要來自於VR中所呈現的環境變化情境，加上搭配的文字與數據提示，使他們更加感受到自身行為與環境惡化之間的關聯，自己行為對環境造成負面影響，從而提高對環境風險的覺察。

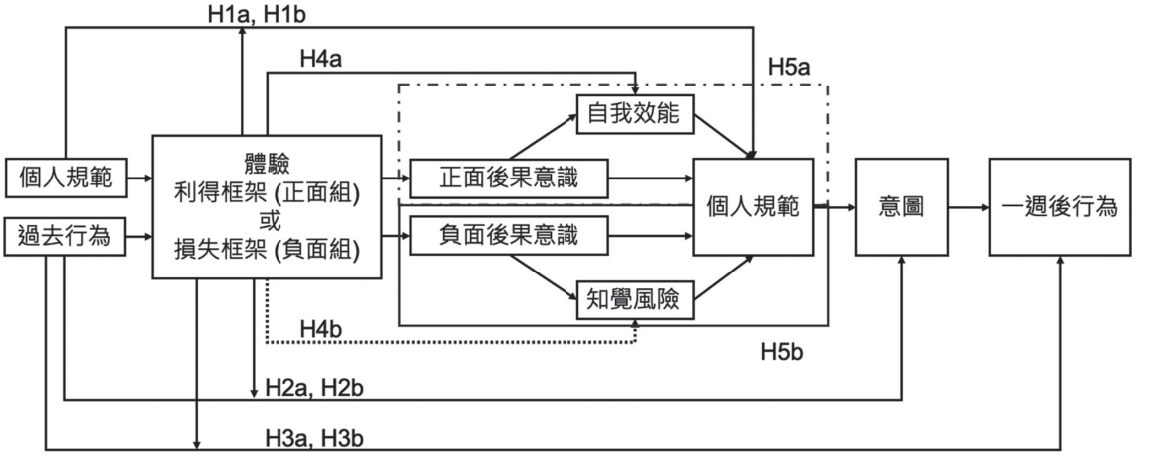


圖8：結果驗證圖。

註：實線：假設獲支持；點線：未獲支持；長短虛線：部分支持。

airiti

在第四題「個人規範」提升部分，因VR情境模擬經驗所喚起之個人規範本就較隱微，此變化可能來自潛在的內隱動機，不易以語言傳達或可立即化為具體反思內容。在正面組中，約三分之一的受測者提到，因為在VR中看到環境變化，加上感受到環保行為其實不難，因此提升了「自己做得到」的信心，進而產生道德責任感。負面組亦有三分之一的受測者表示，原本不清楚日常行為的環境影響，但實驗中的負面後果讓他們警覺到自身責任，進而強化其環保意識。最後，對第五題「環保行為意圖變化」，約有三分之一的受測者認為，VR中的環境變化讓他們留下深刻印象，起到了再次提醒的效果。有4位受測者更直接指出，VR體驗促發了個人的規範與道德感，進而提升對環保行為的認同與實行意願。

從實驗後的訪談可見，多數受測者對VR中的環境變化與搭配語音的文字數據留下深刻印象。但能明確說出VR體驗如何影響自我效能或知覺風險，進而改變個人規範與環保行為的受測者相對較少。這可能反映中介變項屬於內隱或潛在層次的心理變化，不易立即轉化為語言表達。即便如此，VR虛擬場景的設計仍帶來顯著印象，顯示其在激發環境意識與道德動機上具有潛在效果。

陸、討論、結論和建議

一、討論

本研究將VR科技應用在環境教育的行為改變上，探討結合不同理論下正負面框架效果對於環保行為的改變是否有差異。從研究結果發現個人規範、環保意圖和實際環保行為，在兩個框架下都較實驗前顯著上升，且組間未達顯著差異。在正面框架下會有較高的自我效能，但知覺風險在兩個框架下的上升量沒有差異，顯示正面框架訊息呈現方式亦能提升負面後果意識。再對這些因素之間的關係做進一步探討，在正面框架下，正面後果意識會藉由自我效能部分傳遞對個人規範的影響。而在負面框架下，負面後果意識對個人規範的影響則完全是藉由知覺風險所傳遞。上述現象可以說明在不同框架下的個人規範都有所提升，但係透過不同中介機制所影響。以下針對各項變項做詳細討論。

(一)後果意識

從後果意識來看，正面組的受測者在經過VR體驗後，正、負面後果意識均顯著上升。負面組僅負面後果意識顯著上升。結果顯示採用VR干預方式可用來提升後果意識，且正負面框架情境之VR體驗都能有效提升後果意識，與過去研究所認為VR可以改變人們的認知(Stepanova et al., 2019)相互呼應。而本實驗以環保行為為主題，再次驗證了VR能有效改變人們在環保上的認知，此外也證實了後果意識在利得框架概念上同樣有效，可以很好的以VR作為傳遞媒介。

儘管正面組接受的是利得導向的正向情境，卻仍出現知覺風險以及負面後果意識的顯著提升，可能來自幾項潛在心理歷程的交互作用。首先，即使是正向情境敘事，藉由突顯行為與結果間的因果連結，當中仍隱含「若不採取行動將導致惡化」的推理線索，此類設計可喚起潛在風險認知(Epstude & Roese, 2008)。此外，當使用者在正向場景中見證環境改善，能有效活化其個人規範並強化道德義務，進而鞏固採取行動的意圖(Steg & de Groot, 2010)。綜上可見，正向情境未必等同於風險感知的減弱，反而可能在沉浸式設計下誘發更全面且持久的環境意識。

airiti

(二)自我效能

本研究中的正面組體驗到環境因為自身環保行為而變好。結果發現在實驗後正面組的自我效能顯著高於負面組，且證實在虛擬環境中的經歷也能像在現實中一樣強化自我效能。自我效能對於行為或意圖的重要性在許多研究中被提出，證實可以增加環保行為或達到行為改變(Huang, 2016; Nordlund et al., 2016; Rogers, 1975)，而Ahn等(2015)指出自我效能是利得框架之所以能夠改變環保行為的因素。Nordlund等(2016)的研究發現自我效能可以透過增加個人規範來改變環保行為，但其研究中僅以損失框架為實驗情境。本研究發現自我效能不只在正、負面框架下會有差異(支持假設H4a)，且在利得框架之下會由正面後果意識經由自我效能而影響個人規範，但統計結果顯示除了自我效能外，仍有其他變項會中介正面後果意識對個人規範的影響(部分支持假設H5a)。

(三)知覺風險

知覺風險指的是對事情所感受到的嚴重性，或感受到發生在自己身上的可能性(O'Connor et al., 1999)，當自身所在乎的事物面臨風險時知覺風險會上升(Arbuckle et al., 2015)。在本研究中負面組受測者會從VR中看到環境遭受破壞，研究發現在實驗後負面組的知覺風險與正面組相當，驗證了VR體驗能有效傳遞風險感受(Chittaro & Sioni, 2015)。不論在健康或氣候變遷議題，人們都想用行動降低感受到的風險(O'Connor et al., 1999)，因此知覺風險都是造成行為改變的關鍵因素，並可帶來個人規範的增加。

本研究另外亦探討知覺風險在負面後果意識和個人規範間的關係，發現知覺風險在經由VR體驗到的負面後果意識和個人規範間有完全中介效果，因此可以確定知覺風險的提升在利得框架和損失框架沒有差異(H4b未獲支持)。同時在損失框架之下，知覺風險會受負面後果意識所影響，並且再間接影響到個人規範(支持假設H5b)。

(四)個人規範

個人規範在NAM中一直都扮演著影響行為或意圖最重要的關鍵，有研究發現在利得框架之下可藉由自我效能而提升環保行為(Ahn et al., 2015)，也有研究指出不同框架對意圖或行為的效果並無差異，而是取決於議題與自身的相關程度(Fox & Bailenson, 2009)和受測者對議題的關注度(Newman et al., 2012)，但過去並沒有太多研究在探討框架效應對個人規範的差異。所以本研究想探討在結合框架效應和NAM後，不同框架之下的個人規範是否會因為框架效應而有所差異，進而導致意圖或是行為上的差異。研究結果顯示在實驗後組間的個人規範無明顯差異(回應RQ1)，但是相較於實驗前都有明顯的提升，因此可以發現在不同框架下的VR虛擬體驗情境都可以達到讓個人規範上升的作用(支持假設H1a、假設H1b)。

(五)過去行為、意圖和一週後實際行為

從過去行為到實驗後意圖以及一週後實際行為的改變，代表了受測者想改變過去行為的意願及實際上發生的改變。人們的意圖和行為間會存在差距，一個人就算有意願做環保，也可能因諸多原因而未能展現環保行為，所以本研究將意圖和一週後實際行為分開檢視，著重在不同框架造成的意圖和實際行為的改變。過去關於框架效應下所產生不同意圖的研究並不多，Newman等(2012)發現，當環境關注低時損失框架在親環境行為

airiti

意圖上的效果較好，當環境關注度高時利得框架效果較好。而其他研究則沒詳細比較框架之間的意圖差異。本研究結果發現從過去行為到意圖之間的變化在兩組之間無明顯差異(回應RQ2)，但若以過去行為到意圖之間的差距做比較，發現在兩框架中都顯著上升(支持假設 H2a、假設 H2b)。同理，一週後實際行為和過去行為間的差距代表實驗後是否有實際的行為改變，發現不同框架之間無明顯差異(回應RQ3)，但兩組在一週後的環保行為都明顯得到提升(支持假設 H3a、假設 H3b)。上述結果顯示VR 作為強化環保意圖或行為都是有效的媒介(Stepanova et al., 2019)。

二、結論

本研究想探討在結合框架效應和NAM後，利得和損失框架下的個人規範是否會因為框架效應經由不同中介而有所差異，進而導致意圖或是一週後行為上的改變。本研究發現利得與損失框架在增進個人規範、環保意圖與實際行為上皆具顯著效果，然兩者間無呈現顯著差異。此結果和O'Keefe與Jensen (2006)之整合性分析一致，也顯示訊息框架可能非唯一關鍵變項，其效果易受到情境媒介與使用者心理歷程的調節(Ahn et al., 2015; Escadas et al., 2019)。在具有高擬真與互動性的虛擬環境中，受測者無論處於那一種框架情境，都能體驗到行為與環境後果的連結，進而喚起風險意識與自我效能等行為動機(Ahn et al., 2016; Zaalberg & Midden, 2010)而導致相似的行為意圖與實際行為。在此，虛擬模擬的沉浸式經驗成為主要驅動因素，稀釋了框架訊息的正負向差異。

此外，本研究亦發現正面組的知覺風險與負面後果意識同樣被顯著提升，顯示利得框架情境中的正向體驗並非僅促進自我效能，亦可能提升對環境風險的敏感度與責任感。此結果暗示，於高涉入與道德議題下，正面訊息亦具有激發行動力的多重歷程，甚至可能比損失框架更具延續性，後續研究可進一步探討其長期效果與心理機制差異。最後，質性分析結果亦指出兩種框架引發的心理歷程不同：正面組較常出現「我做得到」的感受，呈現行為自我效能的增強，顯示出利得框架是透過成功經驗建構自我效能；而負面組則強化了對個人行為後果的警覺與責任感，顯示損失框架主要透過風險知覺強化規範意識。兩種路徑均能驅動意圖與行為。此結果提示，雖行為結果相近，然其心理機制迥異。沉浸式科技的導入，亦促使訊息框架的功能從單純的說服工具，轉化為導引心理歷程的介入機制，其應用與理論意涵值得重新界定與深入探索。

過去研究多聚焦損失框架的行為改變效果，因而使利得框架受到忽略，本研究發現透過利得框架來體驗行為後果同樣能帶來環保意識與行為上的成長，且使用利得框架這種正增強方式同樣能鼓勵人們藉由提昇自我效能來達到行為改變(Ahn et al., 2015)。

在環境教育上的應用層面將更為廣泛。在當今環保議題被日益重視的世代，雖然政策或是某些強制性約束方式可迫使人們展現環保行為，但藉由VR來呈現環境變化後果更能在短時間內強化自主環保行為，因此使用沉浸式科技在環保及其他行為的改變上具有相當大的優勢與潛力。儘管正面及負面訴求對於強化個人道德義務感、環保意圖與實際行為都達到相近的提升效果，但質性分析顯示其誘發心理機制不同，因此，對於環保教育實務而言，可依據教學目標調整應用情境。例如，若目標為強化行為信心與正向參與，正面框架較為適合；若目標為喚起責任意識與行為反思，負面框架

airiti

則將更有效果。也可依據不同學習者特性與教學情境靈活應用。正面框架較適合環保議題低參與度，或對環境議題不熟悉的初學者族群，透過強調行為可行性與正向改變的可能性，有助於建立自我效能感。負面框架則較適用於已有一定環保知識，但行動力尚不足者，作為觸發省思與責任意識的設計策略，進一步轉化為具體行動意圖。

值得注意的是，本研究除了證實利得框架能增進環保行為外，亦發現正面組受測者體驗了良好行為所帶來的正面影響，也會強化他們的知覺風險與負面後果意識，而負面組則無此現象。是否因正面組經由VR這種高沉浸感的體驗，感受到行為導致的正向後果時，亦提高了其對環保議題的敏銳性(知覺風險提升)以及更全面的環保意識(正、負面後果意識同時提升)，以至於VR效果更超越了由傳統圖文或影片途徑達到的功效，這一點有待後續研究去證實。

針對這一意外但具有啟發性的發現，顯示在設計正面導向的環保教育內容時，不必依賴負面訴求亦可觸發風險意識與責任感。這對於兒童或較易產生挫折感的敏感族群而言，可避免使用能引發焦慮或抵抗的負面畫面與語言，同時仍能強化環境責任感。比起正負面訴求的比較，研究結果提醒我們更重要的是讓體驗者感受到「自己的行動對環境造成的影響」。如能透過VR體驗不同的環保情境，讓學習者從多個角度去體會個人行動的後果，及認知到個人有能力產生改變，運用Barsalou (2009)所言：個體在經歷某情境時會儲存感知符號，日後遇到類似刺激時即可能被喚起，VR體驗將能有效提升學習者在實際世界的的行動意願與能力。

三、研究限制與未來建議

由於環保行為需要長期追蹤來確定是否形成習慣，但由於資料蒐集考量只能追蹤到實驗後一週，未來研究可拉長時間以檢視VR效果的長期延續性。此外，本研究將額外的兩項認知因素——自我效能和知覺風險——加入模型用以確認產生作用的途徑，但研究發現在正面框架下，影響個人規範的認知因素，除了自我效能之外，可能尚有其他因素，未來研究可發掘其他相關因素。再者，本研究結合兩項理論比較不同框架間之差異，以致未能對理論內的所有因素進行詳細探討，未來研究也可針對其他項目做細部探討。本研究在操弄檢定上，以後果意識之改變作為框架操弄是否產生效應的指標，雖可作為檢視受測者是否意識到行為後果的方式之一，但與訊息框架之感知層次仍屬不同概念。未來研究可考慮加入更直接的框架操弄檢定方式，例如訊息回憶測量，以強化驗證。最後，本研究篩選出環保行為較低者作為受測者，故研究的發現或許難以推論到環保行為較高之族群，且受試者年齡與背景同質性高，可能限制研究結果之外部效度。此外本研究並未測量其環保議題涉入度(environmental involvement)，以至於未能排除這方面可能的潛在影響，未來研究宜加入此項考量。

參考文獻

李界木 (2020)。【專欄】百萬物種生命瀕危與文明瓦解。https://reurl.cc/DbK6nE

[Li, J.-M. (2020). 【*Zhuanlan*】*Baiwan wuzhong shengming binwei yu wenming wajie*. https://

airiti

reurl.cc/DbK6nE]

羅允佳 (2013)。改變環境行為的四大策略。**看守臺灣**，**15**(3)，37-43。

[Luo, Y.-J. (2013). Gaibian huanjing xingwei de sida celüe. *Taiwan Watch*, *15*(3), 37-43.]

Ahn, S. J. (2018). Virtual exemplars in health promotion campaigns. *Journal of Media Psychology*, *30*(2), 91-103. https://doi.org/10.1027/1864-1105/a000184

Ahn, S. J., Bostick, J., Ogle, E., Nowak, K. L., McGillicuddy, K. T., & Bailenson, J. N. (2016). Experiencing nature: Embodying animals in immersive virtual environments increases inclusion of nature in self and involvement with nature. *Journal of Computer-Mediated Communication*, *21*(6), 399-419. https://doi.org/10.1111/jcc4.12173

Ahn, S. J., Fox, J., Dale, K. R., & Avant, J. A. (2015). Framing virtual experiences: Effects on environmental efficacy and behavior over time. *Communication Research*, *42*(6), 839-863. https://doi.org/10.1177/0093650214534973

Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, *50*(2), 179-211. https://doi.org/10.1016/0749-5978(91)90020-T

Ajzen, I. (2002). Perceived behavioral control, self-efficacy, locus of control, and the theory of planned behavior. *Journal of Applied Social Psychology*, *32*(4), 665-683. https://doi.org/10.1111/j.1559-1816.2002.tb00236.x

Allcoat, D., & von Mühlenen, A. (2018). Learning in virtual reality: Effects on performance, emotion and engagement. *Research in Learning Technology*, *26*, Article 2140. https://doi.org/10.25304/rlt.v26.2140

Amatulli, C., De Angelis, M., Peluso, A. M., Soscia, I., & Guido, G. (2019). The effect of negative message framing on green consumption: An investigation of the role of shame. *Journal of Business Ethics*, *157*(4), 1111-1132. https://doi.org/10.1007/s10551-017-3644-x

Arbuckle, J. G., Jr., Morton, L. W., & Hobbs, J. (2015). Understanding farmer perspectives on climate change adaptation and mitigation: The roles of trust in sources of climate information, climate change beliefs, and perceived risk. *Environment and behavior*, *47*(2), 205-234. https://doi.org/10.1007/978-3-642-13226-1_21

Ardoin, N. M., Bowers, A. W., & Gaillard, E. (2020). Environmental education outcomes for conservation: A systematic review. *Biological Conservation*, *241*, Article 108224. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.108224

Bandura, A. (1977). Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological Review*, *84*(2), 191-215. https://doi.org/10.1037/0033-295X.84.2.191

Bandura, A. (2010). Self-efficacy. In I. B. Weiner & W. E. Craighead (Eds.), *The Corsini encyclopedia of psychology* (4th ed.). Wiley. https://doi.org/10.1002/9780470479216.corpsy0836

airiti

Baranowski, T., Buday, R., Thompson, D. I., & Baranowski, J. (2008). Playing for real: Video games and stories for health-related behavior change. *American Journal of Preventive Medicine*, *34*(1), 74-82e10. https://doi.org/10.1016/j.amepre.2007.09.027

Barsalou, L. W. (2009). Simulation, situated conceptualization, and prediction. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, *364*(1521), 1281-1289. https://doi.org/10.1098/rstb.2008.0319

Bashir, N. Y., Wilson, A. E., Lockwood, P., Chasteen, A. L., & Alisat, S. (2014). The time for action is now: Subjective temporal proximity enhances pursuit of remote-future goals. *Social Cognition*, *32*(1), 83-93. https://doi.org/10.1521/soco.2014.32.1.83

Bergquist, M., Nilsson, A., & Schultz, P. W. (2019). Experiencing a severe weather event increases concern about climate change. *Frontiers in Psychology*, *10*, Article 220. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00220

Boyes, E., & Stanisstreet, M. (2012). Environmental education for behaviour change: Which actions should be targeted? *International Journal of Science Education*, *34*(10), 1591-1614. https://doi.org/10.1080/09500693.2011.584079

Brundtland, G. H. (1987). Our common future—Call for action. *Environmental Conservation*, *14*(4), 291-294. https://doi.org/10.1017/S0376892900016805

Chen, M.-F. (2016). Impact of fear appeals on pro-environmental behavior and crucial determinants. *International Journal of Advertising*, *35*(1), 74-92. https://doi.org/10.1080/02650487.2015.1101908

Chittaro, L., & Buttussi, F. (2015). Assessing knowledge retention of an immersive serious game vs. a traditional education method in aviation safety. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, *21*(4), 529-538. https://doi.org/10.1109/TVCG.2015.2391853

Chittaro, L., & Sioni, R. (2015). Serious games for emergency preparedness: Evaluation of an interactive vs. a non-interactive simulation of a terror attack. *Computers in Human Behavior*, *50*, 508-519. https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.03.074

Chu, H., & Yang, J. Z. (2018). Taking climate change here and now-mitigating ideological polarization with psychological distance. *Global Environmental Change*, *53*, 174-181. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2018.09.013

Chu, H., & Yang, J. Z. (2019). Emotion and the psychological distance of climate change. *Science Communication*, *41*(6), 761-789. https://doi.org/10.1177/1075547019889637

Clayton, S., & Myers, G. (2015). *Conservation psychology: Understanding and promoting human care for nature*. Wiley.

Cook, C., Heath, F., & Thompson, R. L. (2000). A meta-analysis of response rates in web- or internet-based surveys. *Educational and Psychological Measurement*, *60*(6), 821-836. https://doi.org/10.1177/00131640021970934

airiti

Cummings, J. J., & Bailenson, J. N. (2016). How immersive is enough? A meta-analysis of the effect of immersive technology on user presence. *Media Psychology*, *19*(2), 272-309. https://doi.org/10.1080/15213269.2015.1015740

De Groot, J. I. M., & Steg, L. (2009). Morality and prosocial behavior: The role of awareness, responsibility, and norms in the norm activation model. *The Journal of Social Psychology*, *149*(4), 425-449. https://doi.org/10.3200/SOCP.149.4.425-449

Deringer, S. A., & Hanley, A. (2021). Virtual reality of nature can be as effective as actual nature in promoting ecological behavior. *Ecopsychology*, *13*(3), 219-226. https://doi.org/10.1089/eco.2020.0044

Epstude, K., & Roese, N. J. (2008). The functional theory of counterfactual thinking. *Personality and Social Psychology Review*, *12*(2), 168-192. https://doi.org/10.1177/1088868308316091

Escadas, M., Jalali, M. S., & Farhangmehr, M. (2019). Why bad feelings predict good behaviours: The role of positive and negative anticipated emotions on consumer ethical decision-making. *Business Ethics: A European Review*, *28*(4), 529-545. https://doi.org/10.1111/beer.12237

Floyd, D. L., Prentice-Dunn, S., & Rogers, R. W. (2000). A meta-analysis of research on protection motivation theory. *Journal of Applied Social Psychology*, *30*(2), 407-429. https://doi.org/10.1111/j.1559-1816.2000.tb02323.x

Fox, J., & Bailenson, J. N. (2009). Virtual self-modeling: The effects of vicarious reinforcement and identification on exercise behaviors. *Media Psychology*, *12*(1), 1-25. https://doi.org/10.1080/15213260802669474

Fox, J., McKnight, J., Sun, Y., Maung, D., & Crawfis, R. (2020). Using a serious game to communicate risk and minimize psychological distance regarding environmental pollution. *Telematics and Informatics*, *46*, Article 101320. https://doi.org/10.1016/j.tele.2019.101320

Han, H. (2014). The norm activation model and theory-broadening: Individuals' decision-making on environmentally-responsible convention attendance. *Journal of Environmental Psychology*, *40*, 462-471. https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2014.10.006

Harland, P., Staats, H., & Wilke, H. A. (2007). Situational and personality factors as direct or personal norm mediated predictors of pro-environmental behavior: Questions derived from norm-activation theory. *Basic and Applied Social Psychology*, *29*(4), 323-334. https://doi.org/10.1080/01973530701665058

Harper, C., & Snowden, M. (2017). *Environment and society: Human perspectives on environmental issues*. Routledge. https://doi.org/10.4324/9781315463254

Hayes, A. F. (2012). *PROCESS: A versatile computational tool for observed variable mediation, moderation, and conditional process modeling* [White paper]. The Ohio State University. https://reurl.cc/qKe0Vp

He, X., Zhan, W., & Hu, Y. (2018). Consumer purchase intention of electric vehicles in China: The

airiti

roles of perception and personality. *Journal of Cleaner Production*, *204*, 1060-1069. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.08.260

Hilfert, T., & König, M. (2016). Low-cost virtual reality environment for engineering and construction. *Visualization in Engineering*, *4*(1), Article 2. https://doi.org/10.1186/s40327-015-0031-5

Hoang, T. T. P., & Kato, T. (2016). Measuring the effect of environmental education for sustainable development at elementary schools: A case study in Da Nang city, Vietnam. *Sustainable Environment Research*, *26*(6), 274-286. https://doi.org/10.1016/j.serj.2016.08.005

Homburg, A., & Stolberg, A. (2006). Explaining pro-environmental behavior with a cognitive theory of stress. *Journal of Environmental Psychology*, *26*(1), 1-14. https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2006.03.003

Hsu, S.-J. (2004). The effects of an environmental education program on responsible environmental behavior and associated environmental literacy variables in Taiwanese college students. *The Journal of Environmental Education*, *35*(2), 37-48. https://doi.org/10.3200/JOEE.35.2.37-48

Hsu, W.-C., Tseng, C.-M., & Kang, S.-C. (2018). Using exaggerated feedback in a virtual reality environment to enhance behavior intention of water-conservation. *Journal of Educational Technology & Society*, *21*(4), 187-203. https://doi.org/10.30191/ETS.201810_21(4).0016

Huang, H. (2016). Media use, environmental beliefs, self-efficacy, and pro-environmental behavior. *Journal of Business Research*, *69*(6), 2206-2212. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2015.12.031

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

Hurrell, C., Chai, A., Green, H., & Bradley, G. (2024). Virtual reality facilitates pro-environmental behavioural intentions. *Environmental Education Research*, *30*(10), 1856-1883. https://doi.org/10.1080/13504622.2024.2342942

Jansson, J., & Dorrepaal, E. (2015). Personal norms for dealing with climate change: Results from a survey using moral foundations theory. *Sustainable Development*, *23*(6), 381-395. https://doi.org/10.1002/sd.1598

Jones, C., Hine, D. W., & Marks, A. D. G. (2017). The future is now: Reducing psychological distance to increase public engagement with climate change. *Risk Analysis*, *37*(2), 331-341. https://doi.org/10.1111/risa.12601

Kahneman, D., & Tversky, A. (1979). Prospect theory: An analysis of decision under risk. *Econometrica*, *47*(2), 263-292. https://doi.org/10.2307/1914185

Keller, E., Marsh, J. E., Richardson, B. H., & Ball, L. J. (2022). A systematic review of the psychological distance of climate change: Towards the development of an evidence-based construct. *Journal of Environmental Psychology*, *81*, Article 101822. https://doi.org/10.1016/

airiti

j.jenvp.2022.101822

Kim, H. K., Park, J., Choi, Y., & Choe, M. (2018). Virtual reality sickness questionnaire (VRSQ): Motion sickness measurement index in a virtual reality environment. *Applied Ergonomics*, *69*, 66-73. https://doi.org/10.1016/j.apergo.2017.12.016

Kimber, R. B. (2021). *10 environmental problems and solutions*. EarthyB. https://reurl.cc/yKDeG6

Klein, S. A., & Hilbig, B. E. (2018). How virtual nature experiences can promote pro-environmental behavior. *Journal of Environmental Psychology*, *60*, 41-47. https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2018.10.001

Kleinlogel, E. P., Schmid Mast, M., Renier, L. A., Bachmann, M., & Brosch, T. (2023). Immersive virtual reality helps to promote pro-environmental norms, attitudes and behavioural strategies. *Cleaner and Responsible Consumption*, *8*, Article 100105. https://doi.org/10.1016/j.clrc.2023.100105

Klöckner, C. A. (2013). A comprehensive model of the psychology of environmental behavior—A meta-analysis. *Global Environmental Change*, *23*(5), 1028-1038. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2013.05.014

Kollmuss, A., & Agyeman, J. (2002). Mind the gap: Why do people act environmentally and what are the barriers to pro-environmental behavior? *Environmental Education Research*, *8*(3), 239-260. https://doi.org/10.1080/13504620220145401

Krajhanzl, J. (2010). Environmental and proenvironmental behavior. In E. Řehulka (Ed.), *School and health 21. Health education: International experiences* (pp. 251-274). Masaryk University.

Kuvan, Y., & Akan, P. (2005). Residents' attitudes toward general and forest-related impacts of tourism: The case of Belek, Antalya. *Tourism Management*, *26*(5), 691-706. https://doi.org/10.1016/j.tourman.2004.02.019

Lebek, B., Uffen, J., Breitner, M. H., Neumann, M., & Hohler, B. (2013). Employees' information security awareness and behavior: A literature review. In R. H. Sprague, Jr. (Ed.), *Proceedings of the 46th Hawaii International Conference on System Sciences* (pp. 2978-2987). Institute of Electrical and Electronics Engineers. https://doi.org/10.1109/HICSS.2013.192

Lee, A. Y., & Aaker, J. L. (2004). Bringing the frame into focus: The influence of regulatory fit on processing fluency and persuasion. *Journal of Personality and Social Psychology*, *86*(2), 205-218. https://doi.org/10.1037/0022-3514.86.2.205

Levin, I. P., Schneider, S. L., & Gaeth, G. J. (1998). All frames are not created equal: A typology and critical analysis of framing effects. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, *76*(2), 149-188. https://doi.org/10.1006/obhd.1998.2804

Leviston, Z., Price, J., & Bishop, B. (2014). Imagining climate change: The role of implicit associations and affective psychological distancing in climate change responses. *European Journal*

airiti

of Social Psychology, *44*(5), 441-454. https://doi.org/10.1002/ejsp.2050

Matthies, E., Selge, S., & Klöckner, C. A. (2012). The role of parental behaviour for the development of behaviour specific environmental norms—The example of recycling and re-use behaviour. *Journal of Environmental Psychology*, *32*(3), 277-284. https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2012.04.003

Morganti, L., Pallavicini, F., Cadel, E., Candelieri, A., Archetti, F., & Mantovani, F. (2017). Gaming for Earth: Serious games and gamification to engage consumers in pro-environmental behaviours for energy efficiency. *Energy Research & Social Science*, *29*, 95-102. https://doi.org/10.1016/j.erss.2017.05.001

Morley, D. C., Lawrence, G., & Smith, S. (2016). Virtual reality user experience as a deterrent for smartphone use while driving. In *PETRA '16: Proceedings of the 9th ACM International Conference on PErvasive Technologies Related to Assistive Environments* (Article 67). Association for Computing Machinery. https://doi.org/10.1145/2910674.2910696

Nelson, K. M., Anggraini, E., & Schlüter, A. (2020). Virtual reality as a tool for environmental conservation and fundraising. *PLOS One*, *15*(4), Article e0223631. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0223631

Newman, C. L., Howlett, E., Burton, S., Kozup, J. C., & Heintz Tangari, A. (2012). The influence of consumer concern about global climate change on framing effects for environmental sustainability messages. *International Journal of Advertising*, *31*(3), 511-527. https://doi.org/10.2501/IJA-31-3-511-527

Ng, P. M.-L., Chan, J. K.-Y., Wut, T.-m., Lau, M.-m., & Kan, M. (2024). The effects of gamification and VR in encouraging pro-environmental behavior. In *2024 12th International Conference on Information and Education Technology* (pp. 159-163). Institute of Electrical and Electronics Engineers. https://doi.org/10.1109/ICIET60671.2024.10542747

Nordlund, A., Jansson, J., & Westin, K. (2016). New transportation technology: Norm activation processes and the intention to switch to an electric/hybrid vehicle. *Transportation Research Procedia*, *14*, 2527-2536. https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.05.334

O'Connor, R. E., Bord, R. J., & Fisher, A. (1999). Risk perceptions, general environmental beliefs, and willingness to address climate change. *Risk Analysis*, *19*(3), 461-471. https://doi.org/10.1111/j.1539-6924.1999.tb00421.x

O'Connor, R. E., Bord, R. J., Yarnal, B., & Wiefek, N. (2002). Who wants to reduce greenhouse gas emissions? *Social Science Quarterly*, *83*(1), 1-17. https://doi.org/10.1111/1540-6237.00067

O'Keefe, D. J., & Jensen, J. D. (2006). The advantages of compliance or the disadvantages of noncompliance? A meta-analytic review of the relative persuasive effectiveness of gain-framed and loss-framed messages. In C. S. Beck (Ed.), *Communication yearbook 30* (pp. 1-43). Routledge.

airiti

Onwezen, M. C., Antonides, G., & Bartels, J. (2013). The norm activation model: An exploration of the functions of anticipated pride and guilt in pro-environmental behaviour. *Journal of Economic Psychology*, *39*, 141-153. https://doi.org/10.1016/j.joep.2013.07.005

Pahl, S., & Bauer, J. (2013). Overcoming the distance: Perspective taking with future humans improves environmental engagement. *Environment and Behavior*, *45*(2), 155-169. https://doi.org/10.1177/0013916511417618

Plechatá, A., Morton, T., Perez-Cueto, F. J., & Makransky, G. (2022a). A randomized trial testing the effectiveness of virtual reality as a tool for pro-environmental dieary change. *Scientific Reports*, *12*(1), Article 14315. https://doi.org/10.1038/s41598-022-18241-5

Plechatá, A., Morton, T., Perez-Cueto, F. J., & Makransky, G. (2022b). Why just experience the future when you can change it: Virtual reality can increase pro-environmental food choices through self-efficacy. *Technology, Mind, and Behavior*, *3*(4), 539-550. https://doi.org/10.1037/tmb0000080

Powell, T. E., Boomgaarden, H. G., De Swert, K., & de Vreese, C. H. (2015). A clearer picture: The contribution of visuals and text to framing effects. *Journal of Communication*, *65*(6), 997-1017. https://doi.org/10.1111/jcom.12184

Raghu, S. J., & Rodrigues, L. L. R. (2020). Behavioral aspects of solid waste management: A systematic review. *Journal of the Air & Waste Management Association*, *70*(12), 1268-1302. https://doi.org/10.1080/10962247.2020.1823524

Rogers, R. W. (1975). A protection motivation theory of fear appeals and attitude change1. *The Journal of Psychology*, *91*(1), 93-114. https://doi.org/10.1080/00223980.1975.9915803

Roth, J., & Reynolds, L. K. (2020). Engaging students in seagrass-focused activities. *Science Activities*, *57*(3), 122-131. https://doi.org/10.1080/00368121.2020.1828793

Ryan, A. M., & Spash, C. L. (2008). *Measuring "awareness of environmental consequences": Two scales and two interpretations*. https://reurl.cc/ZlZ9EQ

Sachin (n.d.) *Top 25 brutal environmental concerns that you desperately need to know*. https://reurl.cc/KOdpN9

Salah, B., Abidi, M. H., Mian, S. H., Krid, M., Alkhalefah, H., & Abdo, A. (2019). Virtual reality-based engineering education to enhance manufacturing sustainability in industry 4.0. *Sustainability*, *11*(5), Article 1477. https://doi.org/10.3390/su11051477

Schultz, P. W., Gouveia, V. V., Cameron, L. D., Tankha, G., Schmuck, P., & Franěk, M. (2005). Values and their relationship to environmental concern and conservation behavior. *Journal of Cross-Cultural Psychology*, *36*(4), 457-475. https://doi.org/10.1177/0022022105275962

Schwartz, S. H. (1977). Normative influences on altruism. *Advances in Experimental Social Psychology*, *10*, 221-279. https://doi.org/10.1016/S0065-2601(08)60358-5

Schwarz, N., & Clore, G. L. (1983). Mood, misattribution, and judgments of well-being: Informa-

airiti

tive and directive functions of affective states. *Journal of Personality and Social Psychology*, *45*(3), 513-523. https://doi.org/10.1037/0022-3514.45.3.513

Sheeran, P., Maki, A., Montanaro, E., Avishai-Yitshak, A., Bryan, A., Klein, W. M. P., Miles, E., & Rothman, A. J. (2016). The impact of changing attitudes, norms, and self-efficacy on health-related intentions and behavior: A meta-analysis. *Health Psychology*, *35*(11), 1178-1188. https://doi.org/10.1037/hea0000387

Shin, S., Ki, E.-J., & Griffin, W. G. (2017). The effectiveness of fear appeals in "green" advertising: An analysis of creative, consumer, and source variables. *Journal of Marketing Communications*, *23*(5), 473-492. https://doi.org/10.1080/13527266.2017.1290671

Slater, M. (2009). Place illusion and plausibility can lead to realistic behaviour in immersive virtual environments. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, *364*(1535), 3549-3557. https://doi.org/10.1098/rstb.2009.0138

Song, Y., Zhao, C., & Zhang, M. (2019). Does haze pollution promote the consumption of energy-saving appliances in China? An empirical study based on norm activation model. *Resources, Conservation and Recycling*, *145*, 220-229. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.02.041

Spence, A., Poortinga, W., Butler, C., & Pidgeon, N. F. (2011). Perceptions of climate change and willingness to save energy related to flood experience. *Nature Climate Change*, *1*(1), 46-49. https://doi.org/10.1038/nclimate1059

Spence, A., Poortinga, W., & Pidgeon, N. (2012). The psychological distance of climate change. *Risk Analysis*, *32*(6), 957-972. https://doi.org/10.1111/j.1539-6924.2011.01695.x

Stapp, W. B. (1969). The concept of environmental education. *Environmental Education*, *1*(1), 30-31. https://doi.org/10.1080/00139254.1969.10801479

Steg, L., & de Groot, J. (2010). Explaining prosocial intentions: Testing causal relationships in the norm activation model. *British Journal of Social Psychology*, *49*(4), 725-743. https://doi.org/10.1348/014466609X477745

Stenberdt, V. A., & Makransky, G. (2023). Mastery experiences in immersive virtual reality promote pro-environmental waste-sorting behavior. *Computers & Education*, *198*, Article 104760. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2023.104760

Stepanova, E. R., Quesnel, D., & Riecke, B. E. (2019). Understanding AWE: Can a virtual journey, inspired by the overview effect, lead to an increased sense of interconnectedness? *Frontiers in Digital Humanities*, *6*, Article 9. https://doi.org/10.3389/fdigh.2019.00009

Stern, P. C., Dietz, T., Abel, T., Guagnano, G. A., & Kalof, L. (1999). A value-belief-norm theory of support for social movements: The case of environmentalism. *Human Ecology Review*, *6*(2), 81-97.

Su, C.-H., & Cheng, T.-W. (2019). A sustainability innovation experiential learning model for virtual reality chemistry laboratory: An empirical study with PLS-SEM and IPMA.

airiti

Sustainability, *11*(4), Article 1027. https://doi.org/10.3390/su11041027

Tversky, A., & Kahneman, D. (1981). The framing of decisions and the psychology of choice. *Science*, *211*(4481), 453-458. https://doi.org/10.1126/science.7455683

van Bavel, R., Rodríguez-Priego, N., Vila, J., & Briggs, P. (2019). Using protection motivation theory in the design of nudges to improve online security behavior. *International Journal of Human-Computer Studies*, *123*, 29-39. https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2018.11.003

van der Werff, E., & Steg, L. (2015). One model to predict them all: Predicting energy behaviours with the norm activation model. *Energy Research & Social Science*, *6*, 8-14. https://doi.org/10.1016/j.erss.2014.11.002

Walton, T., & Austin, D. M. (2011). Pro-environmental behavior in an urban social structural context. *Sociological Spectrum*, *31*(3), 260-287. https://doi.org/10.1080/02732173.2011.557037

Wang, S., Wang, J., Zhao, S., & Yang, S. (2019). Information publicity and resident's waste separation behavior: An empirical study based on the norm activation model. *Waste Management*, *87*, 33-42. https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.01.038

Xiong, S. R., Ho, S. S., Tan, W., Li, B. J., & Lisak, G. (2024). Virtual environment, real impacts: A self-determination perspective on the use of virtual reality for pro-environmental behavior interventions. *Environmental Communication*, *18*(5), 628-647. https://doi.org/10.1080/17524032.2024.2361270

Yang, J. Z., Rickard, L. N., Liu, Z., & Boze, T. (2021). Too close to care? A replication study to re-examine the effect of cued distance on climate change engagement. *Environmental Communication*, *15*(1), 1-11. https://doi.org/10.1080/17524032.2020.1777181

Yu, J., & Cooper, H. (1983). A quantitative review of research design effects on response rates to questionnaires. *Journal of Marketing Research*, *20*(1), 36-44. https://doi.org/10.2307/3151410

Zaalberg, R., & Midden, C. (2010). Enhancing human responses to climate change risks through simulated flooding experiences. In T. Ploug, P. Hasle, & H. Oinas-Kukkonen (Eds.), *Persuasive technology: 5th international conference, persuasive 2010, Copenhagen, Denmark, June 2010, proceedings* (pp. 205-210). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-13226-1_21

Zsóka, Á., Szerényi, Z. M., Széchy, A., & Kocsis, T. (2013). Greening due to environmental education? Environmental knowledge, attitudes, consumer behavior and everyday pro-environmental activities of Hungarian high school and university students. *Journal of Cleaner Production*, *48*, 126-138. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.11.030

airiti

科學教育學刊
2025, 第三十三卷第三期, 227-263
DOI:10.6173/CJSE.202509_33(3).0002

Contemporary Journal of Science Education
2025, 33(3), 227-263

Effects of Message Framing in Virtual Reality on College Students' Pro-Environmental Behavior: The Mediating Roles of Self-Efficacy and Perceived Risk

Wei-Hsuan Yuan[1], Cheng-Te Chen[2], Yu-Chen Hsu[2,*]

[1]Techman Robot Inc.
[2]Institute of Learning Sciences and Technologies, National Tsing Hua University

Abstract

Enhancing environmental awareness and promoting pro-environmental behavior have long been key goals in environmental education. In recent years, emerging technologies have offered immersive experiences that create new opportunities for environmental learning. However, existing research tends to focus on crisis perceptions induced by negative environmental messages, with limited attention to the positive impact of human behavior on the environment. Furthermore, few studies have compared how different message framings influence the behavioral change process. To address these gaps, this study integrates the framing effect with the norm activation model to investigate how different message framings affect university students' pro-environmental behavior through psychological mechanisms. The study employed virtual reality (VR) to simulate scenarios of environmental improvement or degradation, aiming to enhance behavior through perceptual and cognitive engagement. Sixty university students were randomly assigned to either a gain-framed or loss-framed condition, experiencing either the positive outcomes of pro-environmental behavior or the negative consequences of non-environmental behavior. Measurements were taken before and after the VR experience, including awareness of consequences, self-efficacy, perceived risk, personal norms, and behavioral intentions, with actual behavior tracked one week later. Results indicated that both groups showed significant improvements in personal norms, intentions, and behavior, though the underlying mechanisms differed: the gain-framed group was mediated by self-efficacy, while the loss-framed group was mediated by perceived risk. These findings support VR as an effective tool for environmental education and suggest that framing strategies should be tailored to the characteristics of target audiences and environmental issues to maximize impact.

Key words: Mediation Effect, Behavior Change, Framing Effect, Virtual Reality, Pro-Environmental Behavior

---

* Corresponding author: Yu-Chen, Hsu, ychsu@mx.nthu.edu.tw; ORCID: 0009-0008-5187-9904
Received: 2025/4/27, Revised: 2025/7/20, Accepted: 2025/9/17, Available Online: 2026/1/26