airiti

科學教育學刊
2025, 第三十三卷第二期, 137-154
DOI:10.6173/CJSE.202506_33(2).0001

Contemporary Journal of Science Education
2025, 33(2), 137-154

臺灣高中生對災害防救的世界觀、態度與自我效能之關係研究

沈冠名[1]　陳麗如[2]　李文旗[3]　李旻憲[4、5、*]

[1]高雄市左營區新民國民小學
[2]國立鳳新高級中學
[3]黎明技術學院　通識中心
[4]國立臺灣師範大學　學習科學學士學位學程
[5]國立臺灣師範大學　學習科學跨國頂尖研究中心

摘要

本研究旨在探討高中生的災害世界觀、防災態度與防災自我效能之間的關係。研究採用結構方程模式，研究者設計、效化三份問卷：災害世界觀問卷、防災態度問卷與防災自我效能問卷，針對563名高中生進行調查。問卷結果經探索性因素分析與驗證性因素分析檢驗信效度，並使用結構方程模式檢驗三者間的關係。研究結果顯示，學生的災害世界觀與防災態度之間存在顯著的正向關聯。擁有科學世界觀的學生較易持有積極的防災態度；而擁有本土世界觀的學生則表現出較為消極的防災態度，且常將災害歸因於宿命或神意。此外，防災態度對防災自我效能有顯著的正向影響，積極防災態度的學生通常具有較高的防災自我效能。整體而言，災害世界觀、防災態度與防災自我效能三者之間呈現密切的關聯性。基於此，研究建議學校教育應致力於培養學生的科學世界觀與積極防災態度，以有效提升其防災自我效能。

關鍵詞：世界觀、自我效能、災害防救、態度

壹、研究背景

一、前言

近年來，全球極端氣候加劇，自然災害頻繁發生，如地震、颱風、洪水、野火等重大災害不僅對人類生命財產造成威脅，也對社會經濟與環境帶來嚴重衝擊。鑑於此，災害防救已成為各國政府高度關注的議題，如何提升公民的防災意識與應對能力，特別是在教育領域中培養學生對災害防救的認識與素養，已成為當今教育工作者與政策制定者的重要課題(Das et al., 2025; Sakamoto et al., 2024)。

世界觀(worldview)指的是個體在其社會與文化背景下所形成的一套信念與假設，這些信念影響個人對自然現象的理解與解釋

*通訊作者：李旻憲，leemh@ntnu.edu.tw；ORCID：0000-0001-6630-5593
投稿：2025/2/19，修訂：2025/5/1，接受：2025/5/28，線上出版：2025/11/07

airiti

(Tsai, 2001)。在災害防救的脈絡下，學生對於災害的認知與解釋，往往受到其既有的世界觀影響，進而影響其對災害防救的態度與行為選擇。此外，態度(attitude)是指個體對特定事件或議題的評價與情感反應，而自我效能(self-efficacy)則關乎個體是否相信自己有能力應對災害並採取行動(Bandura, 1997)。過去研究指出，擁有較高防災自我效能的人，較可能採取積極的防災行為(Labrague et al., 2021)，而正向的防災態度則可進一步提升學生的防災準備度與行動力(German et al., 2022; Kurata et al., 2023)。因此，探討災害防救的世界觀、態度與自我效能三者之間的關係，對於提升學生的防災素養具有重要意義。

高中生正處於青少年後期，這一階段的認知能力、批判思維與自主決策能力正在發展，他們對風險的理解與應對行為正逐漸成形。因此，高中生的防災態度與行為將直接影響其未來的防災素養。相比小學生，高中生具備更高的獨立性與行動能力，能夠主動學習並應對災害；而相比成年人，他們的態度與行為仍處於可塑性階段，因此研究高中生的防災態度，對於教育與行為干預更具價值。此外，高中生即將進入大學或職場，逐步承擔獨立生活責任，這意味著在面對災害時，他們無法完全依賴父母或學校的引導。因此，探討高中生的防災態度，不僅有助於理解他們是否會主動參與防災行為，如準備防災物資、參加防災演習或應對緊急情境，也能作為未來防災教育規劃的重要參考。

本研究旨在探討臺灣高中生對災害防救的世界觀、態度與自我效能之間的關聯性，期望透過實證分析瞭解三者如何交互影響，以提供未來災害防救教育的參考。研究結果可作為學校防災教育課程設計的依據，協助學生建立正向的防災態度，提高其災害應對能力，進而培養具有防災素養的公民，以降低未來災害對社會的衝擊。

貳、文獻探討

一、災害防救世界觀的影響及相關研究

個人的世界觀是基於其社會與文化背景所發展出的一套信念或假設，這些信念影響其對自然現象的理解與詮釋(Tsai, 2001)。Kasapoğlu與Ecevit (2003)指出，個人的過去經驗在塑造其世界觀方面起著關鍵作用。同樣地，Delante (2021)認為，過去經驗會影響人們對自然的認知與詮釋。這些研究表明，個人的過去經驗與世界觀之間存在深刻的相互影響。

近年來，許多研究關注災害防救世界觀如何影響人們對災害的理解及防災行為。Ayeb-Karlsson等(2019)從文化與社會的角度，探討了孟加拉、肯亞、尼泊爾、菲律賓與塞班島等地的防災減災失敗原因。研究發現，這些地區的災害應對行為深受宗教信仰、文化價值與社會結構的影響，這些因素不僅影響人們的災害認知，也左右了他們對災害風險的反應與行動。以2007年孟加拉颶風「錫德」(Sidr)為例，部分居民將災害視為神的懲罰，認為這是人類觸怒上帝的結果。這種信念直接影響了他們的防災行為。例如，孟加拉的一些居民堅信「無論身在何處，上帝都會拯救他們」，因此拒絕前往避難所避難，最終導致嚴重的生命損失。這也顯示出宗教信仰對於民眾對官方預警與氣候資訊的信任與接受度的影響。在某些情況下，居民會將傳統的宗教價值觀置於技術性預警系統之上，這進一步削弱了政府防災組織的行動效果。同樣地，2014年尼泊爾辛杜帕爾喬克(Sindhupalchowk)地區的大規模山體滑坡也

airiti

展示了類似的現象。當地松科西河(Sunkoshi River)被滑坡堵塞，形成堰塞湖，對下游居民構成重大威脅。政府立即展開緊急疏散行動並由軍方進行爆破疏通水流。然而，災後六個月的調查顯示，儘管74.4%的家庭曾採取防災措施，卻大多未能預測如此嚴重的災難。在訪談中，當地居民普遍以宗教信仰來解釋災害的成因，認為這是神靈的懲罰。居民提出三種主要的解釋：一是屠宰牛隻觸犯印度教傳統，冒犯了雨神那伽王(Nagraj)；二是軍方發現一些孩童出現於堰塞湖區，當他們嘗試接近時，孩童神秘消失，靈媒(Mataji)宣稱這些靈魂阻止了水流的釋放；三是濕婆神(Mahadev)來到山谷，堵塞了河流，以便進行神聖的洗浴儀式。這些解釋反映了當地宗教信仰在災害應對中的作用，並顯示人們更傾向於透過祈禱與祭祀來尋求安全，而非依賴現代的預警系統。

此外，Sufri等(2020)對印尼亞齊省(Aceh)的早期預警系統進行的研究也揭示了類似的文化影響。該地區的許多居民認為災害是阿拉(Allah)的意志，是超越人類控制範圍的自然現象。因此，他們認為行善能夠避免災害，這種宿命論世界觀使他們對政府的防災減災計畫缺乏興趣，並且對參與防災活動持消極態度。這一信念體系在災害風險管理中帶來了重大挑戰，因為它可能導致人們忽視科學預警，僅僅依賴於宗教儀式或神明的庇佑來對抗災害。

Philip與Vithya (2023)針對印度喀拉拉邦(Kerala)受洪水影響的12 ~ 18歲的青少年進行了調查研究，並比較了受洪水影響地區與未受洪水影響地區學生在災害防救世界觀、災害知識與準備方面的差異。研究結果指出，過去的洪水經歷使得受影響地區的學生對災害風險有較高的敏感度，並且在防災準備方面展現出較強的意識。這些學生的災害防救世界觀更加明確，對災害風險有深刻的理解。相對而言，未受洪水影響地區的學生則在災害風險的認識上較為薄弱，且防災準備的行為也較為缺乏，顯示出他們的災害防救世界觀較為模糊。

綜上所述，個人的世界觀對於其對自然災害的理解、應對及防災行為具有重要影響。這些世界觀受到文化、宗教信仰與過去經驗的共同作用，並在災害防救行為中發揮著關鍵作用。研究顯示，文化與宗教信仰在災害應對中扮演著不可忽視的角色，若防災政策未能充分考慮這些因素，可能會遭遇來自社會與文化的阻力，進而影響政策的效果。Ayeb-Karlsson等(2019)和Sufri等(2020)強調，災害風險管理策略必須充分融入當地的文化與信仰視角，這樣才能有效提高社區的參與度和政策的接受度，從而達到減少災害損害的目的。

根據Tsai (2001)的研究，世界觀可分成兩個構面：科學世界觀和本土世界觀。科學世界觀指相信可以通過科學方法預測災害的發生，而本土世界觀則認為自然災害無法預測，人類只能聽天由命。本研究根據Tsai 的研究結果，發展「災害世界觀問卷」(worldview of disaster questionnaire, WD)，以評估學生的災害防救世界觀。

二、防災態度對防災行為的影響

Ajzen (2005)提出的「計畫行為理論」指出，個人的態度會顯著影響其行為，這一理論已經得到了眾多實證研究的證實。在防災備災的背景下，這一理論強調，個人的態度在塑造其對潛在災害的應對行為方面發揮著至關重要的作用。具體來說，態度是指個人對某種行為的正面或負面評價，這一評

airiti

價決定了他們如何感知並應對災害相關的風險。對於防災行為來說，持有正向防災態度的人通常會更積極地採取預防行動，以降低災害風險。反之，持有負向或漠不關心態度的人則往往忽視重要的防範措施，甚至在災害來臨時缺乏足夠的應對準備。在這方面，Kurata等(2023)進行的一項研究提供了有力的支持，他們探討了影響洪水防災準備行為的因素。該研究結合了計畫行為理論與保護動機理論，發現正向的防災態度對個人的防災行為有直接且可測量的影響。具備正向防災態度的人更有可能採取實際的防災行動，例如準備緊急用品、依照指示撤離以及主動尋找洪水風險相關信息。這些研究結果不僅表明正向態度是防災準備行為的重要驅動力，還強調了態度在提升災害應對能力中的核心作用。

此外，German等(2022)也對影響火山爆發防災準備的因素進行了研究，並發現態度在預測防災行為方面起到了關鍵作用。該研究顯示，對火山災害防範持正向態度的人顯著更可能採取防災行動，包括提前撤離、準備必要的安全物資、並保持對火山活動的密切關注。這一發現強調，對災害防範持有正向態度的人不僅更能夠做好準備，還更能積極響應災難警報和相關的災害應對措施。這些研究結果表明，態度不僅是信念的被動反映，而是一個強有力的積極驅動因素，能夠顯著影響防災準備行為。正向態度能夠激發個體更高的防災準備意識、更快速的反應時間，並且增強個體應對自然災害的韌性。因此，提升個體的防災態度不僅是改善防災準備的關鍵，還能夠在災害發生時提高應急反應的效率與效果。

在針對學生群體的研究中也發現防災態度對其行為的影響，Antronico等(2023)針對義大利烏姆布里亞(Umbria)和卡拉布里亞(Calabria)地區13 ~ 20歲的中學生進行的調查研究發現，學生對山崩、洪水等災害的感知存在顯著差異，且這些感知直接影響了他們的防災態度。具體而言，學生普遍認為地震是主要的災害風險，62%的人認為自己面臨較大或有一定風險，而對山崩和洪水的風險感知則較為薄弱，分別為16%和14%。這顯示出這些學生在防災態度上較為保守，甚至對某些災害風險缺乏足夠的重視。儘管如此，仍有59%的學生認為山崩和洪水會對他們的個人安全構成威脅，這表明他們對災害的風險存在一定的警覺性。進一步分析顯示，雖然學生普遍缺乏對災害風險的深入瞭解，尤其是在防災措施方面，67%的受訪者表示對此類風險知識瞭解不多，但他們在防災態度方面展現出一定的積極性。例如，儘管只有47%的學生知道如何應對山崩或洪水，但有76%的學生認為自己應該負責主動獲取防災知識，這反映出他們在防災態度上所表現出的主動性和責任感會影響他們自身的防災行為。

本研究旨在探討學生對災害的態度如何影響其防災準備行為。為此，本研究彙整了過去關於防災態度的相關研究，並將學生的防災態度分為積極與消極兩大類。為了深入瞭解學生的防災態度，本研究發展「防災態度問卷」(attitude toward disaster prevention questionnaire, ADP)，旨在全面評估學生的防災態度並揭示其與防災行為之間的關聯。通過量化學生的防災態度，本研究期望為改善學生的防災準備行為提供理論支持與實踐依據。

三、學生對防災知識的自我效能

自我效能由Bandura(1977)提出，指個

airiti

人對其能夠有效完成任務的信心。以往研究一致表明，對自己應對挑戰的能力具有信心的人，更可能在面對困難時堅持不懈並投入更多努力。除了教育研究領域外，自我效能在各個領域均被廣泛應用，例如在營養健康(Schwarzer & Renner, 2000)及參與疫苗試驗的意願(Dhalla et al., 2012)等方面。近年來，防災領域的研究亦發現，自我效能對個人防災準備行為具有顯著影響。

在防災準備的背景下，多項研究證實自我效能與個人的防災行為密切相關。例如，Marceron與Rohrbeck (2019)針對身心障礙者提出了一個綜合的理論模型，證明自我效能能與威脅感知共同促使此群體採取預防措施，以減輕自然災害及人為災害對健康的不利影響。同樣地，Labrague等(2021)調查護理人員的災害知識與技能如何影響其應對災害的信心與自我效能，研究結果指出，災難應變自我效能與護理人員的災難準備和能力密切相關。此外，具備較高災害知識與技能的護理人員，在災害應對時展現更高的信心與自我效能。Yu等(2020)針對中國陝西地區的村民進行調查，發現自我效能較高的村民在接收減災資訊後，更可能做好備災準備，而自我效能較低者則無顯著影響。研究表明，地方官員定期傳遞減災知識，可有效提升個人備災能力，且對自我效能較高者效果更顯著。Hamann等(2016)的研究探討擁有特殊健康需求兒童的偏遠家庭之災害準備策略與行為，並分析自我效能與應對效能對災害準備的影響。結果顯示，這些家庭的災害準備程度偏低，但自我效能與家庭韌性資源的提升可顯著提高災害準備的水準。從上述三個研究結果發現，「自我效能」能有效預測及對應個人能力。

為此，本研究為了瞭解學生的防災行為，以學生的防災自我效能作為其行為的預測變項，並參考以往的防災研究，編製了「防災自我效能問卷」(self-efficacy toward disaster prevention questionnaire, SDP)。

參、研究假設與目的

一、假設模型

基於前述文獻探討，本研究提出了一個假設模型，認為學生的災害防救世界觀會影響其對防災的態度，進而影響其防災自我效能。同時，學生的防災態度也會直接影響其防災自我效能，如圖1所示。

二、研究目的

本研究旨在透過效化三份問卷：WD、ADP及SDP，深入瞭解高中生對於三種議題的看法以及探討三者之間的關係。本研究不僅關注學生對災害的認知與信念，還希望提供有助於防災教育與政策制定的實證依據。



圖1：災害防救世界觀、防災態度與防災自我效能之結構關係的假設模型

airiti

肆、研究方法

一、研究參與者

本研究所有參與者皆為自願參與，並在研究過程中完整填答了WD、ADP及SDP。參與者來自不同學校與背景，以確保樣本的多樣性及研究結果的廣泛適用性。本研究透過問卷調查的方式蒐集數據，進一步探討學生在防災世界觀、防災態度及自我效能之間的關聯性。本研究採用便利取樣，透過研究者熟識的教師協助發放與回收問卷。雖然本研究未採隨機抽樣，但為了增加樣本的異質性與結果的適用性，選擇了來自北、中、南三個地區的四所高中學生，年級涵蓋高一至高三，確保不同區域與學齡層的觀點皆有所代表。其中有63.9%學生回答有經歷過災害，其中又以地震、水災以及土石流為主要災害類型。本研究在問卷發展完成後，便以郵寄的方式將問卷分別寄至四個不同地區的高中，共發出630份問卷，回收樣本共563份，參與者來自地區、年級、性別與人數分配詳見表1。

表1：本研究參與者地區、年級、性別與人數分配

地區	年級	性別	人數
北部(新竹)	一	男生	15
		女生	20
	二	男生	42
		女生	31
	三	男生	57
		女生	74
中部(苗栗)	二	男生	16
		女生	62
南部(高雄)	一	男生	37
		女生	40
	二	男生	23
		女生	20
	三	男生	45
		女生	81
合計			563

二、研究工具

本研究的研究工具，分別是WD、ADP及SDP。此三份問卷採李克特(Likert)五點量表給分(幾乎完全同意給5分，大致而言同意給4分，介於同意與不同意之間給3分，大致而言不同意給2分，幾乎完全不同意給1分)，其中災害世界觀主要想瞭解學生對災害之觀點是傾向於科學或本土的(非科學的)；防災態度主要想瞭解學生對於災害預防與應對的評價、情感反應與行動傾向，可分為積極的防救態度與消極態度，通常積極態度與積極的防災行為相關，而消極態度則可能導致防災行動的缺乏；防災自我效能主要想瞭解學生對自己能夠成功採取防災行動的信心與能力判斷，可分為災害知識自我效能、防救知識自我效能以及災害防救知識自我效能。三份問卷的構念說明及例題詳見表2。

三、資料分析

本研究的主要目的是透過效化WD、ADP與SDP的測量效度與信效度，並進一步探討學生在防災世界觀、態度及自我效能之間的結構關係。

本研究採用了探索性因素分析(exploratory factor analysis, EFA)、驗證性因素分析(confirmatory factor analysis, CFA)及結構方程模式(structural equation modeling, SEM)，來檢驗和分析學生在防災世界觀、態度與自我效能之間的關係。具體研究方法如下：首先，使用EFA來探索WD、ADP和SDP的潛在結構。EFA有助於理解問卷中各題項之間的關聯性及其在各構面的分布情形。在EFA的基礎上，進一步使用CFA檢驗各量表的測量模型，並評估各潛在變項的建構效度(construct validity)。CFA能夠確定問卷測量的結構是否符合預期的理論模

airiti

表2：WD、ADP及SDP的構念因素、說明及例題

問卷	因素	例題	題數	構念說明
WD	本土世界觀	天然災害是無法預測的，我只能聽天由命。	8	宿命或超自然導向的災害世界觀。
	科學世界觀	我只相信科學的方法能預測災害的發生。	2	科學理性導向的災害世界觀。
ADP	積極態度	預防或減低災害可能帶來的損失是每個人的責任。	6	個體對防災的主動態度與責任意識。
	消極態度	防災工作是政府應該做的事，和個人沒有關係。	4	個體對防災的冷漠與消極態度。
SDP	災害知識	我清楚瞭解居住區域內容易發生災害的地點。	5	對災害基本知識與環境風險的理解程度。
	防救知識	我知道如何進行災情通報及整合。	5	對防災行動流程與應對步驟的掌握程度。
	災害防救知識	面對災害的各種情況（如：颱風、水災、土石流、地震等），我知道如何做好物資準備。	5	對災害情境時的整合應變能力與資源調度知識。

註：WD：災害世界觀問卷(worldview of disaster questionnaire)；ADP：防災態度問卷(attitude toward disaster prevention questionnaire)；SDP：防災自我效能問卷(self-efficacy toward disaster prevention questionnaire)。

型，從而驗證問卷的信效度。為了分析災害世界觀、防災態度與防災自我效能之間的結構關聯，本研究使用SEM來檢視這些變項之間的因果關係。SEM允許同時測試多個變項的關聯性，並能夠揭示不同變項之間的直接與間接影響關係。研究中的SEM模型包含測量模型與結構模型，測量模型用於檢驗各構面指標的適配度，結構模型則用來分析防災世界觀、態度與自我效能如何相互影響。

本研究所有資料分析均使用SPSS與Jamovi軟體進行。為了確保測量工具的適切性，本研究依據卡利普(Kaiser-Meyer-Olkin, KMO)值、巴特利特球形檢定(Bartlett's test of sphericity)、標準化因子負荷量、平均變異萃取量(average variance extracted, AVE)、組成信度(composite reliability, CR)等指標進行評估，並根據適配指標如卡方檢定(χ^2)、近似均方根誤差(root mean square error of approximation, RMSEA)及比較適配指數(comparative fit index, CFI)，檢驗模型的適配度，此分析過程將幫助揭示防災世界觀、態度與自我效能之間的結構關係。

伍、研究結果

一、EFA結果

本研究隨機抽取250筆資料進行EFA來檢驗此份量表的題目是否具有良好的構念效度，再依據EFA結果進行信度分析來判斷量表是否具有良好的信度。以下分項說明各步驟和結果討論。

資料分析使用了SPSS軟體進行，並根據KMO值和Bartlett球形檢定來評估數據的適用性。根據KMO值和Bartlett球形檢定結果，結果顯示數據適合進行因素分析：

(一)WD：KMO值(.88)和Bartlett球形檢定結果(χ^2 = 1,192.10，p < .001)；

(二)ADP：KMO值(.72)和Bartlett球形檢定結果(χ^2 = 1,155.54，p < .001)；

(三)SDP：KMO值(.90)和Bartlett球形檢定結果(χ^2 = 1,413.37，p < .001)。

在EFA過程中，採用了主成分分析(principal component analysis, PCA)進行因素提取，並使用了最大變異法(varimax rotation)

airiti

來進行正交旋轉，以便解釋各個潛在因素。分析結果顯示，三個問卷中均提取出了清晰的結構。WD提取了兩個因素，分別為「科學世界觀」和「本土世界觀」，解釋了該問卷60.53%的總變異量。ADP提取了兩個因素，分別為「積極態度」和「消極態度」，解釋了該問卷56.31%的總變異量。SDP提取了兩個因素，即「災害知識」，其中「防救知識」和「災害防救知識」則合併為一個構念，命名為「災害防救知識」，解釋了60.27%的變異量。

所有提取出的因素都達到了預期的標準，依照Stevens (1996)的建議保留因子負荷值大於0.40的項目，排除交叉負荷較多的項目。其中WD刪除一題，SDP刪除三題，即排除後所遺留下的每個因素的負荷量均大於.40，顯示問卷項目對相應因素具有良好的聚合效度。具體來說：在WD中，「科學世界觀」的負荷量介於.74 ~ .84之間，而「本土世界觀」的負荷量介於.53 ~ .89之間。在ADP中，「積極態度」的負荷量介於.48 ~ .82，而「消極態度」的負荷量介於.77 ~ .89之間。在SDP中，「災害知識」的負荷量介於.62 ~ .86，「災害防救知識」的負荷量介於.61 ~ .78。

此外，各因素之 Cronbach's α介於 .47 至 .88。其中，「科學世界觀」僅包含兩題，其α值偏低與題數限制有關，屬可預期結果。由於 Cronbach's α在題數較少時容易低估信度(Cortina, 1993)，且兩題構念並不適合作為α的評估情境(Eisinga, Grotenhuis, & Pelzer, 2013)，本研究將於CFA階段進一步檢視CR與AVE，以補充組成信度與聚合效度之證據。

EFA結果支持了本研究所提出的假設結構，並表明三個問卷的結構具有較高的聚合效度和區別效度。進一步的分析將使用CFA來確認這些因素結構，並驗證問卷的測量效度。本研究的EFA結果詳見表3。

二、CFA結果

本研究中WD、ADP及SDP的CFA結果呈現在表4。此外，模型適配指標包括：卡方與自由度比 = 2.87，CFI = 0.91，RMSEA = 0.07，非規範配適指數(non-normed fit index, NNFI) = 0.90，修正後適配度指數(adjusted goodness of fit index, AGFI) = 0.98，適配度指數(goodness of fit index, GFI) = 0.99，增量適配指數(incremental fit index, IFI) = 0.91，顯示該測量模型對數據具有足夠的適配度。

此外，根據先前研究(Hair et al. 2006; Pedhazur, 1997)，構念收斂效度的判定基於因子負荷量、AVE值和CR值。在本研究中，所有構面的CR值介於.75 ~ .94之間，符合

表3：WD、ADP及SDP的EFA因素分析與信度檢驗結果(n = 250)

問卷	因素	題數	平均數(標準差)	因素負荷量	Cronbach's α
WD	本土世界觀	7	4.22 (0.73)	.53 ~ .89	.88
	科學世界觀	2	3.42 (1.03)	.74 ~ .84	.47
ADP	積極態度	6	3.83 (0.85)	.48 ~ .82	.73
	消極態度	4	4.40 (0.84)	.77 ~ .89	.86
SDP	災害知識	5	3.90 (0.69)	.62 ~ .86	.84
	災害防救知識	7	3.45 (0.77)	.61 ~ .78	.87

註：WD的整體Cronbach's α為.81，總解釋變異量為60.53%。ADP的整體Cronbach's α為.71，總解釋變異量為56.31%。SDP的整體Cronbach's α為.90，總解釋變異量為60.27%。

airiti

Bagozzi與Yi (1988)的建議，顯示出構面具有良好的信度。此外，Fornell與Larcker (1981)建議，各構面的AVE應高於.40。本研究中的AVE值介於.60 ~ .69，顯示構面具有足夠的收斂效度。

三、構念間相關分析結果

為了進一步瞭解災害世界觀、防災態度、防災自我效能之間的關係，並構建這三個變數之間的假設路徑，本研究進行了皮爾森相關分析。研究變數的相關係數呈現在表5中。本土世界觀與科學世界觀無顯著相關(r = .17, p > .05)，但本土世界觀與積極態度(r = -.78, p < .05)與消極態度(r = .85, p < .01)均為高度相關，而與災害知識為中度相關(r = .46, p < .05)，與災害防救知識為低度相關(r = .24, p < .05)。科學世界觀與積極態度(r = .54, p < .01)和消極態度(r = -.34, p < .05)均為中度相關，與災害知識為低度相關(r = .13, p < .05)，與災害防救知識為高度相關(r = .74, p < .05)。積極態度與消極態度無顯著相關(r = .08, p > .05)，與災害知識(r = .56, p < .05)、災害防救知識(r = .46, p < .05)均為中度相關。消極態度與災害知識為中度相關(r = .50, p < .05)，與災害防救知識為低度相關(r = .25, p < .05)。災害知識與災害防救知識為中度相關(r = .68, p < .05)。

四、SEM分析結果

為了探討「災害世界觀」、「防災態度」和「防災自我效能」之間的路徑相關性，本研究使用SEM進行路徑分析。結構模型中指定的潛在變項(因素)之間的路徑係數如圖2所示。結構模型的適配指標顯示該模型具有可接受的適配度(卡方與自由度比= 2.87, CFI = 0.91, RMSEA = 0.07, NNFI = 0.90, AGFI = 0.98, GFI = 0.99, IFI = 0.91）。圖2呈現了災害世界觀、態度與自我效能之間的結構關係。本土世界觀與消極態度之間存在正向關係(γ = 0.78, p < .05)，但與積極態度則呈負向關係(γ = -0.28, p < .05)。科學世界觀與積極

表4：WD、ADP及SDP的CFA結果(n = 313)

問卷	因素	因素負荷量	t-value	AVE	CR
WD	本土世界觀	0.68 ~ 0.84	9.70 ~ 12.64	.62	.92
	科學世界觀	0.72 ~ 0.83	10.18 ~ 12.50	.60	.75
ADP	積極態度	0.78 ~ 0.88	12.37 ~ 12.38	.68	.93
	消極態度	0.77 ~ 0.85	14.36 ~ 16.99	.66	.89
SDP	災害知識	0.77 ~ 0.86	12.14 ~ 14.08	.68	.91
	災害防救知識	0.80 ~ 0.89	12.24 ~ 13.95	.69	.94

表5：WD、ADP及SDP相關分析(n = 313)

構念	本土世界觀	科學世界觀	積極態度	消極態度	災害知識
科學世界觀	.17				
積極態度	-.78*	.54**			
消極態度	.85**	-.34*	.08		
災害知識	.46*	.13*	.56*	.50*	
災害防救知識	.24*	.74*	.46*	.25*	.68*

註：*p < .05, **p < .01。

airiti

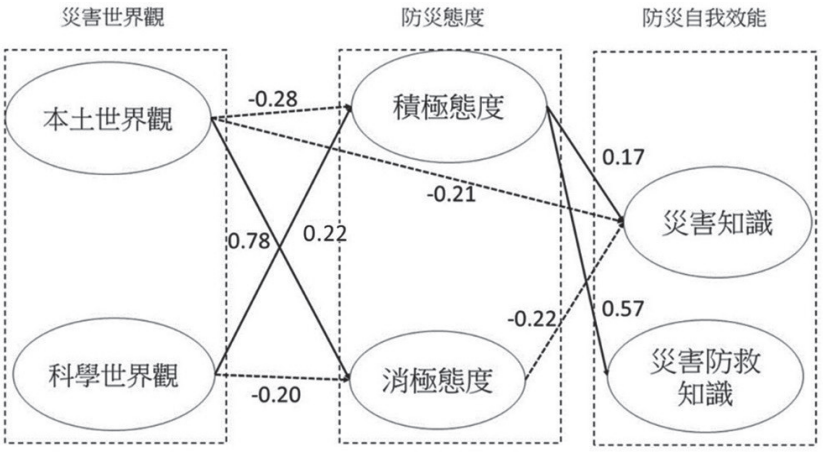

圖2：災害世界觀、防災態度和防災自我效能之間結構關係的路徑係數

註：實線為正向預測，虛線為負向預測

態度之間存在正向關係(γ = 0.22, p < .05)，而與消極態度之間則呈負向關係(γ = -0.20, p < .05)。此外，積極態度與災害知識及災害防救知識之間存在正向關係(β = 0.17, p < .05; β = 0.57, p < .05)，而消極態度則與災害知識呈負向關係(β = -0.22, p < .05)。更進一步，本土世界觀與災害知識之間存在負向關係(γ = -0.21, p < .05)。

陸、研究討論

本研究效化了WD、ADP和SDP三份問卷，並透過SEM技術探討了高中生「災害世界觀」、「防災態度」和「防災自我效能」之間的關係。根據結構模式的結果，高中生的「災害世界觀」會影響其「防災態度」，進而影響其「防災自我效能」。針對研究結果，以下進行討論。

首先，本研究的EFA和CFA結果顯示，本研究所效化的三份問卷在調查高中學生的災害世界觀、防災態度及防災自我效能方面具有良好的信效度。三個問卷中均有清晰的結構，WD分成兩個構念，分別為「科學世界觀」和「本土世界觀」，分別對應的是「科學理性觀點看待災害的發生」以及「持聽天由命的宿命觀點來看待災害」；ADP分成兩個構念，分別為「積極態度」和「消極態度」；SDP原本在發展時有三個構念，經EFA結果，其中「防救知識」和「災害防救知識」則合併為一個構念，本研究將其統一命名為「災害防救知識」，因此本問卷最終包含兩個構念：「災害知識」與「災害防救知識」。此結果顯示參與本研究之高中生對於防救知識與災害防救知識之區別仍感模糊，亟待學校教學上之釐清，後續也值得再深入研究。

其次，本研究利用SEM技術探討「災害世界觀」、「防災態度」和「防災自我效能」之間的關聯。研究結果顯示，學生的「災害世界觀」與其「防災態度」之間存在明確的連繫。具體來說，擁有「科學世界觀」的學生更有可能持有積極的「防災態度」，能積極參與準備活動並採取預防措施。相比之下，擁有「本土世界觀」的學生，往往將自然災害歸因於命運或神的意志，這類學生往往會表現出消極的防災態

airiti

度，認為災難是人力無法控制的，因此不太可能參與積極的防範行為，且認為災害防救是政府的責任，與自身無關，此一結果與以往的研究一致。Salah與Sasaki (2021)在研究伊朗南部地區居民對海嘯的知識、意識和態度時，指出宗教信仰是影響受訪者風險感知和撤離行為的重要因素。該地區的許多居民認為神的干預會保護他們免受災害，這導致了較低的準備程度。同樣，Sun等(2019)的研究同樣支持此觀點，該研究發現，藏傳佛教信仰影響了部分藏族居民對地震成因的解釋，一些人將其視為神的懲罰，即使他們在一定程度上理解地震的自然成因。這種宗教歸因削弱了藏族居民對防震減災的重視程度，例如降低其學習地震知識和提升生存技能的動機。Philip與Vithya (2023)針對12 ~ 18歲的青少年的調查研究，同樣也反映出較強的防災世界觀的學生在防災準備方面展現出較強的意識。這些研究除了表明文化與宗教世界觀在個體對災害風險的認知與應對方式上發揮了關鍵作用外，也進一步強調了世界觀在塑造防災態度和準備行為中的關鍵作用。此外，除了積極培養學生擁有更科學理性的世界觀來看待天然災害的發生之外，就教育實務面而言，學校或可調整災害防救教育策略，即應考量學生之多元世界觀。例如，擁有本土世界觀的學生可能會從將傳統信仰與現代科學理解結合的教育介入中受益，幫助他們理解如何在保護文化或宗教觀點的同時，進行防災和減災準備。通過認同並整合不同的世界觀進入災害教育，可以促進更具包容性和有效性的災害韌性建設策略，這突顯了文化敏感型災害教育的重要性。在這種教育中，學生的世界觀得到尊重，教育的努力旨在糾正誤解或宿命論的態度，發展與學生世界觀相契合的防災策略，有助於增強他們的防災態度，最終提升其防災行為。

最後，本研究發現，對防災持積極態度的學生更可能展示出較高的防災自我效能，而持消極態度的學生則表現出較低的自我效能。具體來看，持積極防災態度的學生有較好的「災害知識」和「災害防救知識」；反之，對防災持消極態度的學生擁有較差的「災害知識」。這一結果與Lee與Kim (2023)的研究一致，該研究對245名臨床護士進行訪談，評估他們對生物恐怖主義的防備及主要影響因素。研究結果顯示，護士對生物恐怖主義的認識和態度是預測其防範準備的重要因素，突顯了態度在塑造災難準備中的關鍵作用。同樣，Jiang等(2022)研究了285名註冊重症監護護士的災難護理能力，發現對災難護理的積極態度與較高的自我效能密切相關。擁有更積極態度的護士在災難應對中表現出更高的信心。本研究的結果，以及護理領域的相關研究結果，均強調了態度在塑造自我效能和災難準備中的關鍵作用。在教育和專業領域，培養積極的防災態度可以提高個人在高風險情境中的應對能力，且態度與自我效能之間的連繫對改善災難準備結果至關重要。因此，未來的教學介入應專注於培養積極態度，以加強自我效能和防災準備的應對能力。

柒、結論與建議

本研究探討了高中生的災害世界觀、防災態度和防災自我效能之間的關聯，並效化所使用問卷的信效度。結果顯示，災害世界觀對防災態度有顯著影響，而防災態度進一步影響防災自我效能。具體而言，持有科學世界觀的學生更可能展現積極的防災態度，並持有較好的自我效能。相對而言，擁有本土世界觀的學生，往往將災害歸因於宿命或

airiti

神意，表現出較消極的防災態度，並認為防災是政府的責任，與自身無關。此態度可能限制學生積極參與防災行為之意願，並降低其防災自我效能。進一步來看，防災態度對防災自我效能有顯著影響，持積極防災態度的學生，通常會表現出較高的防災自我效能。基於研究結果，提出以下幾點建議。

一、加強災害教育，促進科學世界觀的建立

學校應該強化基於科學的防災教育，讓學生瞭解災害的成因與應對方法，從而提高他們的防災態度與行動能力。學校可透過課程設計與實作演練，培養學生科學的災害認識，提升其防災自我效能與應對災害的信心。

二、發展文化敏感型災害教育

學校應該根據學生的多元世界觀進行災害教育。對於持有本土世界觀的學生，教育應結合傳統信仰與現代科學理解，幫助他們在尊重文化或宗教的同時，理解防災的必要性。例如，透過社區領袖或宗教代表推動防災意識，達到尊重多元觀點的同時，提高防災準備。

三、強化防災態度培養，提升防災自我效能

研究顯示，積極的防災態度與較高的防災自我效能密切相關。因此，學校可設計情境模擬訓練，讓學生實際參與演練，增加他們對防災的自信心。同時，學校應鼓勵學生積極參與防災活動，培養他們正向的防災態度，進一步提升他們的自我效能。

四、擴大研究對象與比較不同教育階段的影響

本研究主要針對高中生進行調查，未來可進一步擴展至國中生、大學生或社會大眾，以瞭解不同年齡層對災害世界觀、防災態度與防災自我效能的發展趨勢。此外，也可比較不同教育階段的學生在防災意識與行動上的差異，探討教育介入的最佳時機與策略。

五、探索不同文化與地區背景對災害世界觀的影響

由於災害世界觀可能受到文化背景、社會環境及歷史經驗的影響，未來研究可針對不同國家或地區的學生進行比較分析，探討文化以及地區背景如何影響學生對災害的理解與應對行為。這將有助於設計更具文化適切性的防災教育策略，提升教育成效。

六、長期追蹤災害教育的影響

本研究為橫斷面研究，未來可透過縱向研究(longitudinal study)來追蹤學生的災害世界觀、防災態度與防災自我效能在接受防災教育後的變化，以評估防災教育的長期效果。此外，也可探討學生在經歷實際災害後，其世界觀與防災行為是否有所改變。

七、納入更多潛在影響因素，建構更完整的理論模型

本研究主要關注災害世界觀、防災態度與防災自我效能之間的關係，未來可加入其他可能影響學生防災行為的因素，如社會支持、媒體影響、家庭教育與政府政策等，以建構更全面的防災教育理論模型。這將有助

airiti

於理解影響學生防災行為的綜合因素，並提出更具體的教育對策。

總結來說，本研究結果顯示，災害世界觀、防災態度和防災自我效能之間存在著密切的連繫。具體而言，科學世界觀能促使學生形成積極的防災態度，進而提升其防災自我效能；而本土世界觀則可能讓學生表現出消極的防災態度，從而影響防災自我效能。未來的災害教育應該更注重培養積極的防災態度，並結合文化背景來設計符合學生需求的教育內容。此教育方式除有助於提升學生之防災自我效能外，也能增強整體社會的災害應對能力。

誌謝

本研究獲國家科學及技術委員會「整合沉浸式虛擬實境學習環境與STEM探究學習策略於學校環境教育：學生學習相關信念及環境感知行為相關因素之探討」計畫補助(計畫編號：NSTC 112-2628-H-003-003-MY3)，謹此致謝。

參考文獻

Ajzen, I. (2005). *Attitudes, personality and behavior* (2nd ed.). Open University Press.

Antronico, L., Coscarelli, R., Gariano, S. L., & Salvati, P. (2023). Perception of climate change and geo-hydrological risk among high-school students: A local-scale study in Italy. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, *90*, Article 103663. https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2023.103663

Ayeb-Karlsson, S., Kniveton, D., Cannon, T., van der Geest, K., Ahmed, I., Derrington, E. M., Florano, E., & Opondo, D. O. (2019). I will not go, I cannot go: Cultural and social limitations of disaster preparedness in Asia, Africa, and Oceania. *Disasters*, *43*(4), 752-770. https://doi.org/10.1111/disa.12404

Bagozzi, R. P., & Yi, Y. (1988). On the evaluation of structural equation models. *Journal of the Academy of Marketing Science*, *16*(1), 74-94. https://doi.org/10.1007/BF02723327

Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. W. H. Freeman.

Cortina, J. M. (1993). What is coefficient alpha? An examination of theory and applications. *Journal of Applied Psychology*, *78*(1), 98-104. https://doi.org/10.1037/0021-9010.78.1.98

Das, M., Becker, J., & Doyle, E. E. H. (2025). Exploring communication practices that promote community participation and collective action for reducing disaster risks in New Zealand. *Disasters*, *49*(4), Article e12690. https://doi.org/10.1111/disa.12690

Delante, N. L. (2021). Surviving a natural disaster as a semiotic reformation of the self and world-view. *Semiotica*, *2021*(243), 353-386. https://doi.org/10.1515/sem-2018-0130

Dhalla, S., Poole, G., Singer, J., Patrick, D. M., & Kerr, T. (2012). Cognitive factors and willingness to participate in an HIV vaccine trial among HIV-negative injection drug users. *Psychology, Health & Medicine*, *17*(2), 223-234. https://doi.org/10.1080/13548506.2011.608803

airiti

Eisinga, R., te Grotenhuis, M., & Pelzer, B. (2013). The reliability of a two-item scale: Pearson, Cronbach, or Spearman-Brown? *International Journal of Public Health*, *58*(4), 637-642. https://doi.org/10.1007/s00038-012-0416-3

Fornell, C., & Larcker, D. F. (1981). Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement error. *Journal of Marketing Research*, *18*(1), 39-50. https://doi.org/10.2307/3151312

German, J. D., Redi, A. A. N. P., Ong, A. K. S., Prasetyo, Y. T., & Sumera, V. L. M. (2022). Predicting factors affecting preparedness of volcanic eruption for a sustainable community: A case study in the Philippines. *Sustainability*, *14*(18), Article 11329. https://doi.org/10.3390/su141811329

Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., Anderson, R. E., & Tatham, R. L. (2006). *Multivariate data analysis* (6th ed.). Prentice Hall.

Hamann, C. J., Mello, E., Wu, H., Yang, J., Waldron, D., & Ramirez, M. (2016). Disaster preparedness in rural families of children with special health care needs. *Disaster Medicine and Public Health Preparedness*, *10*(2), 225-232. https://doi.org/10.1017/dmp.2015.159

Jiang, M., Sun, M., Zhang, X., Luan, X-R., & Li, R.-J. (2022). Disaster nursing competency of intensive care nurses in Jinan, China: A multicenter cross-sectional study. *The Journal of Nursing Research*, *30*(3), Article e207. https://doi.org/10.1097/jnr.0000000000000492

Kasapoğlu, A., & Ecevit, M. (2003). Impact of the 1999 East Marmara earthquake in Turkey. *Population and Environment*, *24*(4), 339-358. https://doi.org/10.1023/A:1022453722574

Kurata, Y. B., Ong, A. K. S., Ang, R. Y. B., Angeles, J. K. F., Bornilla, B. D. C., & Fabia, J. L. P. (2023). Factors affecting flood disaster preparedness and mitigation in flood-prone areas in the Philippines: An integration of protection motivation theory and theory of planned behavior. *Sustainability*, *15*(8), Article 6657. https://doi.org/10.3390/su15086657

Labrague, L. J., Kamanyire, J. K., Achora, S., Wesonga, R., Malik, A., & Al Shaqsi, S. (2021). Predictors of disaster response self-efficacy among nurses in Oman. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, *61*, Article 102300. https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2021.102300

Lee, S., & Kim, Y. (2023). Predictors of bioterrorism preparedness among clinical nurses: A cross-sectional study. *Nurse Education Today*, *122*, Article 105727. https://doi.org/10.1016/j.nedt.2023.105727

Marceron, J. E., & Rohrbeck, C. A. (2019). Disability and disasters: The role of self-efficacy in emergency preparedness. *Psychology, Health & Medicine*, *24*(1), 83-93. https://doi.org/10.1080/13548506.2018.1492730

Pedhazur, E. J. (1997). *Multiple regression in behavioral research: Explanation and prediction* (3rd ed.). Harcourt Brace.

Philip, N. A., & Vithya, V. (2023). Impact of flooding on mental health and resilience of adoles-

airiti

cents in Kerala, India. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, *96*, Article 103926. https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2023.103926

Sakamoto, J., Laudari, S., Fujioka, M., & Hara, T. (2024). Proposal of a method to analyze children's flood risk exposure and risk perception using GPS tracking data and questionnaire survey. *Geoenvironmental Disasters*, *11*(1), Article 20. https://doi.org/10.1186/s40677-024-00283-8

Salah, P., & Sasaki, J. (2021). Knowledge, awareness, and attitudes toward tsunamis: A local survey in the southern coast of Iran. *Sustainability*, *13*(2), Article 449. https://doi.org/10.3390/su13020449

Schwarzer, R., & Renner, B. (2000). Social-cognitive predictors of health behavior: Action self-efficacy and coping self-efficacy. *Health Psychology*, *19*(5), 487-495. https://doi.org/10.1037/0278-6133.19.5.487

Stevens, J. (1996). *Applied multivariate statistics for the social science* (3rd ed.). Lawrence Erlbaum. Associates.

Sufri, S., Dwirahmadi, F., Phung, D., & Rutherford, S. (2020). Enhancing community engagement in disaster early warning system in Aceh, Indonesia: Opportunities and challenges. *Natural Hazards*, *103*(3), 2691-2709. https://doi.org/10.1007/s11069-020-04098-2

Sun, L., Su, G., Tian, Q., Qi, W., Liu, F., Qi, M., & Li, R. (2019). Religious belief and Tibetans' response to earthquake disaster: A case study of the 2010 Ms 7.1 Yushu earthquake, Qinghai Province, China. *Natural Hazards*, *99*(1), 141-159. https://doi.org/10.1007/s11069-019-03733-x

Tsai, C.-C. (2001). Ideas about earthquakes after experiencing a natural disaster in Taiwan: An analysis of students' worldviews. *International Journal of Science Education*, *23*(10), 1007-1016. https://doi.org/10.1080/09500690010016085

Yu, J., Sim, T., Qi, W., & Zhu, Z. (2020). Communication with local officials, self-efficacy, and individual disaster preparedness: A case study of rural northwestern China. *Sustainability*, *12*(13), Article 5354. https://doi.org/10.3390/su12135354

airiti

附錄：災害世界觀問卷、防災態度問卷和防災自我效能問卷

災害世界觀問卷

1.天然災害是無法預測的，我只能聽天由命。

2.災害的發生是一種警告或懲罰，我只能默默的接受。

3.災害防救其實是多餘的，因為會遇到災害是命中注定的。

4.我們無法減輕災害所帶來的損傷，因為這是命中早就決定的結果。

5.會發生天災是上帝或天神對人類的懲罰，只要多做善事就可以減少災害發生。

6.近年來災害發生頻繁，與人類工業活動興盛及過度開發造成氣候與地質的變化可能有關。

7.地震災害的發生是因為沉睡在地底的地牛大翻身所造成。

8.我們可以根據傳說中颱風草上的皺褶數量預測今年侵臺的颱風數量。

9.我只相信科學方法能預測災害的發生。

防災態度問卷

1.預防或減低災害可能帶來的損失是每個人的責任。

2.願意參加社區或里鄰的防救災組織。

3.「災害預防」是每個人該有的防災基本認知，而不是從傷痛中記取教訓。

4.會自願參與有關災害防救的研習或演講。

5.防災宣導及演習效果有限，應將資源投入災後救濟。

6.防災工作是政府應該做的事，和個人沒有關係。

7.我不做防災準備工作是我個人的行為，並不會對國家社會造成任何影響。

8.我認為逃生設備只要不使用就不會損壞，所以不需要檢查維護。

9.推行防災準備工作成效有限，而且耗費社會資源。

10.多一個人認識災害就多一份力量防災，所以我認為自己有宣導防災知識的責任。

airiti

防災自我效能問卷

1.我清楚瞭解居住區域內容易發生災害的地點。

2.我瞭解各種災害發生的原因(如：颱風、水災、土石流、地震等)。

3.我瞭解居住區域內容易發生災害的類型。

4.我瞭解各種災害可能產生的損害(如：颱風、水災、土石流、地震等)。

5.我瞭解全球氣候變遷下，所處環境所面臨的問題。

6.我知道如何進行災情通報及整合。

7.我知道所處區域內的緊急避難路線。

8.我知道居住區域內避難場所或收容場位置。

9.我知道如何進行疏散避難。

10.面對災害的各種情況(如：颱風、水災、土石流、地震等)，我知道如何做好物資準備。

11.我知道如何取得資源來因應某類型災害帶來的各種狀況。

12.面對災害的各種情況(如：颱風、水災、土石流、地震等)，我知道災害防救的相關應變措施。

airiti

科學教育學刊
2025, 第三十三卷第二期, 137-154
DOI:10.6173/CJSE.202506_33(2).0001

Contemporary Journal of Science Education
2025, 33(2), 137-154

A Study on the Relationship Among Taiwanese High School Students' Worldview of Disaster, Attitude, and Self-Efficacy Toward Disaster Prevention

Kuan-Ming Shen[1], Li-Ju Chen[2], Wen-Chi Lee[3] and Min-Hsien Lee[4,5,*]

[1]Kaohsiung Municipal Xinmin Elementary School
[2]National Feng-Hsin Senior High School
[3]Center for General Education, Lee-Ming Institute of Technology
[4]Program of Learning Sciences, National Taiwan Normal University
[5]Institute for Research Excellence in Learning Sciences, National Taiwan Normal University

Abstract

This study aims to explore the relationships among Taiwanese high school students' worldview of disaster, attitude, and self-efficacy toward disaster prevention. Three instruments, the worldview of disaster questionnaire, the attitude toward disaster prevention questionnaire, and the self-efficacy toward disaster prevention questionnaire, were developed and validated. A total of 563 high school students in Taiwan participated in the survey. Exploratory factor analysis (EFA) and confirmatory factor analysis (CFA) were conducted to assess the construct validity and reliability of the instruments. Structural equation modeling (SEM) was employed to analyze the hypothesized relationships among the three constructs. The results revealed that students' worldview of disaster significantly predicted their attitude toward disaster prevention. Specifically, students with a scientific worldview were more likely to exhibit positive attitudes, whereas those with an indigenous worldview tended to hold more passive attitudes and attributed disasters to fate or divine will. Furthermore, attitude toward disaster prevention significantly predicted self-efficacy, with positive attitudes associated with higher levels of self-efficacy. Overall, the findings indicate strong interrelationships among worldview of disaster, attitude, and self-efficacy toward disaster prevention. Based on these findings, it is recommended that disaster education in schools emphasize the development of scientific worldviews and proactive attitudes to effectively enhance students' self-efficacy in disaster preparedness.

Key Words: Worldview, Self-Efficacy, Disaster Prevention, Attitude

* Corresponding author: Min-Hsien Lee, leemh@ntnu.edu.tw; ORCID: 0000-0001-6630-5593
Received: 2025/2/19, Revised: 2025/5/1, Accepted: 2025/5/28, Available Online: 2025/11/07