

臺灣南部某國立大學學生對 空氣汙染防制政策支持度之研究

謝百淇^{1、2} 項文雄^{2、*} 陳繼成³ 郭哲凱⁴

¹國立中山大學 氣膠科學研究中心

²國立中山大學 教育研究所

³財團法人大學入學考試中心基金會

⁴新北市私立時雨高級中學

摘要

空氣汙染對民眾生活品質的威脅日益嚴重，對於人體健康的危害甚鉅。大學生是未來世界的準公民，對於政府未來的決策有當然決定權。因此，本研究是藉由大學生空氣汙染防制政策支持度之結構模式分析，探究820名大學生在「細懸浮微粒(Fine Particulate Matter $\leq 2.5 \mu\text{m}$, PM_{2.5})科學知識」、「科學參與」、「自然連結」、「幸福感」，以及五大風險論點(「相對風險」、「預防優先」、「無法做決策」、「風險不大」與「利弊權衡」)對於「空氣汙染防制政策支持度」的關連性。本研究結果發現，大學生在「PM_{2.5}科學知識」、「自然連結」均與風險論點中的「預防優先」產生正向關連，與「風險不大」、「相對風險」呈現負向關連，亦即大學生的科學知識越高、與自然的關係越緊密，越有可能對空氣汙染採預防的態度。「幸福感」與「風險不大」的風險論點有正向關連，驗證生活中越感幸福的學生，對於人生中的風險視為必然且危害不大的假設。「空氣汙染防制政策支持度」僅與「預防優先」論點成正向關連，而此論點也與「PM_{2.5}科學知識」、「自然連結」成正向關連。本研究的發現可提供給高等教育的科學及環境教育的教學實務與學術研究之參考。

關鍵詞：空氣汙染、空氣汙染防制政策、風險論點

壹、前言

空氣汙染被公認為是引起疾病的全球風險(risk)重要因素之一。2015年，有193個國家同意在2030年之前，努力達成消除貧窮、減緩氣候變遷、促進性別平權等17項目

標，此係為聯合國永續發展目標(Sustainable Development Goals, SDGs)。然而，空氣汙染議題卻不同程度直接或間接與SDGs的17項主要目標、169項細項目標有相關連，其中八項目標扮演推動者的角色，可見解決空氣汙染對於SDGs的推動亦至為重要(Longhurst et al.,

*通訊作者：項文雄，d086050001@g-mail.nsysu.edu.tw

(投稿日期：民國109年12月5日，修訂日期：民國110年6月11日，接受日期：民國110年6月11日)

2018)。Everard與Longhurst (2018)認為，乾淨的空氣是全球人類共同資產，呼吸乾淨空氣是一項普遍人權。但是，不同開發程度的國家，對於空氣品質的管控均遇到不同程度的問題。低度開發國家，產生的空氣污染相對較少，卻要為高度開發國家經濟與工業發展所製造的空氣污染，共同承擔跨域的風險危害。因此，空氣污染不再是單一個人或單一國家所遭遇的問題，它是攸關全人類共同生活與身體健康的全球性重要議題。根據世界衛生組織(World Health Organization [WHO])全球城市環境空氣污染數據庫資料顯示，居住在有監測空氣污染城市地區的人們，80%以上的空氣品質標準超過了WHO的標準(WHO, 2016)。研究更進一步顯示，當空氣污染增加時，死亡人數也會增加，預估到2050年，室外空氣污染將造成過早死亡率快速成長。然而，提高民眾空氣污染意識是減少空氣污染及改善人們健康的重要一步(Health Effects Institute, 2017; Lim et al., 2012)。世界各地許多大城市正面臨嚴重的環境污染挑戰，其中亦包括大量的空氣污染排放(Gurjar & Lelieveld, 2005; Molina & Molina, 2004)。大城市往往是全球性的空氣污染風險地區，城市居民容易受到空氣污染而導致健康危害，因此，需要估計這種風險，以提高全球大城市生活的永續發展性(Gurjar, Butler, Lawrence, & Lelieveld, 2008; Molina & Molina)。WHO於2018年對空氣污染發表了相關數據及資訊，指出空氣污染是影響健康的主要環境風險，室內和室外(環境)空氣污染是已開發國家和開發中國家國民的主要環境健康問題，每年有430萬人因室內空氣污染引起的疾病而死亡，有370萬人因室外(環境)空氣污染而死亡，花費社會成本極高，而這些過早死亡人口中約88%發生在中低收入所得國家。亦有研究發

現環境中空氣污染、化學污染和土壤污染，以及工業、礦業、發電、機械化農業和石油動力車輛產生的污染也日益嚴重，中低收入國家最為明顯(Landrigan, 2017)。

根據臺灣衛生福利部公告2017年國人十大死因統計結果，可以發現多數直接或間接與空氣污染有關，從這些數據中可以瞭解空氣污染造成的傷害不容小覷(衛生福利部，2020)。空氣品質檢測，是依照空氣中污染物質來進行估算，如主要氣狀污染物：二氧化氮(NO_2)、二氧化硫(SO_2)、一氧化氮(NO)、臭氧(O_3)，顆粒污染物(細懸浮微粒 Fine Particulate Matter $\leq 2.5 \mu\text{m}$, $\text{PM}_{2.5}$)、 PM_{10} (Al-Janabi, Mohammad, & Al-Sultan, 2020)。本研究是以常見的PM為主要探究因素。PM是泛指懸浮在空氣中的固體顆粒或液滴，其顆粒大小、組成成分對健康的危害與致癌性有關。但是，因其直徑微小、肉眼難以辨識，增大防範的困難度，其中又以顆粒直徑小於或等於 $2.5 \mu\text{m}$ 的懸浮微粒，即為 $\text{PM}_{2.5}$ 最為常見(Valavanidis, Fiotakis, & Vlachogianni, 2008)。研究發現臺灣 $\text{PM}_{2.5}$ 的污染以秋、冬和春季較為嚴重，相形之下夏季受到的影響較為輕微。此外，地理上臺灣本島則以西部與中南部之污染狀況較東部與北部嚴重，中南部因為較多工廠與發電廠的空氣污染排放，使得其 $\text{PM}_{2.5}$ 的污染程度較高(謝瑞豪、李睿桓、詹長權，2016)。

根據研究顯示，經 $\text{PM}_{2.5}$ 空氣品質監測結果分析，高雄市自2014～2016年與其他五都直轄市(臺北市、新北市、桃園市、臺中市與臺南市)相比，其空氣品質指數(Air Quality Index, AQI)達空氣品質不良($\text{AQI} > 100$)的情況為直轄市中之冠，且造成空氣品質不良之指標污染物以 $\text{PM}_{2.5}$ 為主。在全國76個空氣品質監測站中，高雄市左營區測站2016年之月

平均及年平均濃度排名最高。若以24小時值大於 $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 之天數，高雄市全年近四分之一以上的天數易出現高濃度事件，且多集中秋、冬兩季；若以AQI值在151 ~ 200，對所有族群不良等級來看，則有高達近十分之一的日數會出現。所以，對高雄地區的民眾而言，瞭解空氣汙染及PM_{2.5}汙染對當地居民健康的影響是非常重要的議題(王晴昀, 2017)。

隨著新聞媒體對空氣汙染報導篇幅與日俱增，人們也逐漸意識到，每呼吸一口不潔空氣就可能對身體增加危害風險，但是空氣汙染不只是環保問題，還隱含著很多社會、經濟問題等。除了政府防範措施訂定之外，民眾也應該為自己的健康呼吸爭一口氣。多數關於空氣汙染甚至環境汙染的研究，多以中小學生及當地居民為探究對象(莊英慧、熊召弟、耿筱曾、甘漢銑, 2007; 謝佳諺, 2020; 羅美倫, 2017)，而較少以大學生為主。現今全球的大學生，正面臨新一波人流(people flow)的衝擊，國界的觀念逐漸被打破，全球化的浪潮是新一代大學生迫切面對的嶄新議題，例如：食物、土地、環境、人口、道德等全球性社會與體制問題。在這樣的劇變中，以大學生為主要的研究就更為重要，相關研究結果，也可供公民行動取向的課程規劃，歐洲先進國家也多賦予學生全球公民行動與思考的知能與機會(陳淑敏, 2016)。藉由這群年輕且有政策投票權的學生，將給予未來世界更多元的選擇機會。研究指出受過更多教育的人，更有可能認識到空氣汙染造成的負面健康影響，且個人更可能對空氣汙染表示擔憂，這意味著他們對空氣汙染的影響更敏感(Badland & Duncan, 2009)。

綜上所述，研究者選取的研究對象為南部某國立大學學生，旨在探討學生之「空氣汙染防制政策支持度」與「PM_{2.5}科

學知識」、「科學參與」、「自然連結」(interconnectedness to nature)、「幸福感」(well-being)與五項風險論點的關連性，並以量化分析方法，探究不同變項之間的差異。

貳、文獻探討

本研究目的為藉由建構一個理論模型，探討「空氣汙染防制政策支持度」、「PM_{2.5}科學知識」、「科學參與」、「自然連結」、「幸福感」及五大風險論點之間的關係，將於本章中分別介紹與上述要素相關的文獻。

一、空氣汙染防制政策支持度

當全球環境因為溫室受到影響，全球環境政策就變得非常重要，WHO將空氣汙染描述為全球最大的環境健康威脅，據WHO (2020)估計，環境空氣汙染每年導致420萬人過早死亡。許多癌症也與空氣汙染直接或間接相關，而肺癌是全球最常被診斷的癌症，2018年全球估計有210萬新病例和180萬例死亡，占有新診斷出癌症的11.6%和占有癌症死亡的18.4% (Turner et al., 2020; WHO, 2018)，在聞癌色變的今日，沒有人能勇於忽視影響健康的議題。但是，由於工業、發電、運輸和家庭焚燒的排放，全球大多數人口仍居住在空氣汙染嚴重的地方，遠遠超過了WHO基於健康的空氣品質準則。因此，有效的空氣汙染防制政策與獲得民眾支持就更為重要。SDGs是給政策制定提供很好的思考方向。Elder與Zusman (2016)提出空氣汙染與SDGs之間的能源問題(「可負擔的潔淨能源」)、工業問題(「尊嚴就業與經濟發展」、「產業創新與基礎設施」、「負責任的消費與生產」)與運輸問題(「永續城市與社區」)

相關連，因為燃煤發電、老舊運輸車輛、高污染工業製程均會造成空氣品質下降，間接或直接地對生活品質產生衝擊如環境危害（「潔淨水與衛生」、「氣候行動」、「陸域生命」），糧食危機（「消除貧窮」、「消除飢餓」）及健康危害（「良好的健康與福祉」、「性別平等」、「減少不平等」），而「優質教育」目標，有助於瞭解空氣污染來源與解決方案，「永續城市與社區」目標則直接與整個空氣污染議題相關。由於空氣中PM、溫室氣體加劇對環境危害，不僅危及身體的健康並因為勞動力下降與氣候條件變異，造成農業產能下降引發農業經濟與糧食的問題，所以希冀能透過教育影響大家對空氣污染問題的瞭解與關注，共同為架構永續生存環境努力。此外，Lode, Schönberger與Toussaint (2016)亦將SDGs視為全球對抗空氣污染的機會。在17項SDGs中，有10個與空氣污染有關，超過了總體目標數目的一半以上，足見空氣污染問題的重要。

若從國家政策層面來看空氣污染所衍生的各類問題，可發現，在經濟政策議題中，各國因為空氣污染所造成的隱形成本很高，包括最直接的醫療成本及因為疾病所造成的生產力損失、作物損失等。工業排放、發電與運輸所造成的空氣污染衍生的成本增加，再者空氣污染源與排放，多在經濟弱勢區域周邊居多，高級住宅區反而不易見到，對老年人、低經濟收入者、呼吸道疾病患者，受到威脅也最大。在社會政策議題中，低收入者因為經濟條件不佳，行動上多以大眾運輸工具為主，產生的空氣污染不多，但是，所受到的空氣污染風險卻比其他人多，因為居住的地區大多有不同程度的空氣污染源，空氣污染對作物的危害、減產，也會牽動社會糧食資源的問題，低收入者也會有營養不良、生病等風險(Longhurst et al., 2018)。

因此，若能配合有效的空氣污染防制政策支持，讓人得以呼吸乾淨的空氣，也是實現SDGs的積極貢獻。

政府的政策有時均需要棒子(施壓)與蘿蔔(施惠)兩種策略並用，以臺灣空氣污染政策為例，政府提供經費改善發電設施，以及一、二期柴油大貨車、二行程機車、鍋爐汰換。另一方面積極稽核施工中營建工程、取締露天燃燒與加強汽機車定期排氣檢驗等積極防制作為(行政院環境保護署[環保署]，2021a)。這些政策需要不斷的與民眾進行溝通，尋求支持。

在選擇氣候政策時應考慮幾個關鍵標準。首先，政策應該是有效和高效的，以使用最低的社會成本達到氣體排放標準。其次，政策應該在政治上可被接受，而不會引起強烈反對，從而使其順利實施且具持久性(Goulder & Parry, 2008)。人們對環境保護和政策的支持，往往不是由他們的信念和對其嚴重性的擔憂影響所決定的，信任與支持度的關係遠超過信念和關注。公眾對環境政策的積極關注和標準性，其支持度差距，主要是由於缺乏信任，特別是政治信任(Fairbrother, Janssen, Antony, Tucker, & Young, 2016)。人們如果對實施政策的人產生信任，則他們更有可能會支持政策。研究顯示，認為人們不太可能支持每一種政策，像是稅收或補貼，如果他們認為其政策不值得信任，他們可能忽視這些政策(Harring, 2016; Harring & Jagers, 2018)。

環境保護政策中較多為強制性的政策，通常包括法規限制排放量或特殊要求的技術，以及碳稅針對排放單位進行收費。較少的強制性政策包括自願措施，如：教育計畫和購買低碳技術的補貼(Goulder & Parry, 2008)。雖然，碳稅通常被認為更有效或高

效的減少排放，實證研究表明它們往往是最不受歡迎的環境保護政策類型(Drews & van den Bergh, 2016)。相較之下，監管和自願政策似乎得到了相對較高的支持(Lachapelle, Montpetit, & Gauvin, 2014)。因此，在空氣汙染防制政策獲得大學生的支持，需要從教育與風險自覺的自願措施尋求認同。加拿大研究中，認為市民對於政策支持度是決定政策重要標準，大多數監管和自願政策得到較高的支持(83 ~ 90%)，而碳稅則受到最多的反對(47%)。發現大多公民支持政策的因素，包括價值觀、信任和家庭特徵。只有少數因素與政策類型的支持一致，包括關注氣候變化及信任科學家(Rhodes, Axsen, & Jaccard, 2017)。美國研究指出，近年觀察到空氣汙染減少，其原因可歸因於環境監測和研究的政策所帶來的影響。減少汙染物對環境、社會和經濟產生效益，凸顯了應用這些經驗解決當前關鍵環境問題的緊迫性。這些例子強調了長期研究和監測數據，作為環境政策中基於事實進行決策的重要作用(Sullivan, 1994)。

臺灣目前的空氣汙染政策是於2017年通過「空氣汙染防制政策」，並執行「空氣汙染防制行動方案」，同時修正《空氣汙染防制法》，建構更完整的空氣品質管理制度(環保署，2021a)。依照「空氣汙染防制政策」，政府將透過推動以下14項措施多管齊下，其中針對固定汙染源有電力設施管制、鍋爐管制、農業廢棄物燃燒排煙管制、營建及堆置揚塵管制、餐飲油煙管制、改變風俗習慣、河川揚塵防制等措施。對於移動汙染源有汰換一、二期柴油大貨車、三期柴油車加裝濾煙器、汰除二行程機車、港區運輸管制、提升公共運輸使用人次、提升軌道貨運運能、推動電動蔬果運輸車等措施。希望透過這些政策，2019年全國各測站PM_{2.5}紅害次

數為146次，PM_{2.5}年平均濃度16.2 $\mu\text{m}/\text{m}^3$ ，已達成階段性改善目標(環保署，n.d.)。而本研究將以臺灣空氣汙染防制政策中各項實施政策作為，以探討大學生對於目前「空氣汙染防制政策支持度」的關連性。

二、風險覺知論點

「風險」一詞原是從法語而來，在19世紀初才以英語單字的形式首次出現(Gabe, 1995)，初是指人在考量將來得失之機率後，評估下決定所付出的行為後果。現代社會已逐漸進入風險社會，風險意義逐漸演進為對於一種危害或危險的事前評估(Beck, 1986/1992; Giddens, 1991)。風險的意義來說，可發現其涵義是多重的，它的同義字與衍生詞，至少有危險(danger)、冒險(adventure)、命運(fate)，懷疑(doubt)等(Crowe & Horn, 1967)。風險的評估，與社會發展緊密相關，在全球化的今日，風險社會中的風險覺知更形重要。

風險社會是Beck (1996)首先提出，其重要意涵是在思索如何避免現代化所引發的各種風險及危害。空氣汙染所造成的風險是全球化的，並在人類生活中共存。本研究以挪威學者Kolstø (2006)風險論點研究為風險覺知主要理論依據，其研究為關於挪威當地建設新電力線路可能增加兒童白血病的風險研究。該研究依據學生對具有風險社會性科學議題(socio-scientific issue)的論證模式，聚焦於學生們的決策及知識與個人價值觀之間的相互作用時所採用的論點，將學生分為五種類型，每一論證類型都依據特定的案例、參考數據資料、主張特定的論點描述，此五大類依序分別為：(一)「相對風險」(relative risk)：與我們日常生活中常接觸的事物相比較，關注於造成傷害的相對強度與發生風

險的相對可能性的科學資訊，如果要減少風險時，也會關注成本與成效的比例。這樣的價值觀使得風險相對小的問題會在討論中消失。(二)「預防優先」(precautionary)：在權衡風險與各種效益時，使用預防性的原則並且最優先考慮各種傷害的風險。造成傷害強度或規模並不重要，只要知道研究報告發現任何風險的增加都會引發「安全第一」的原則。(三)「無法做決策」(uncertainty)：在討論過程中科學意見產生分歧所造成的問題，研究人員間缺乏共識是最關鍵的原因。然而社會性科學議題多半都具有「缺乏共識」的特性，使得選擇這類型的人無法做決定。(四)「風險不大」(small risk)：生命的本質中本來就充滿了許多小風險，並不需要為此擔心，這種論點會使用風險估計的資訊，由於不覺得傷害等風險需要被關注，因此經濟或其他的可能性將會影響選擇這類型的人對議題的決策。這樣的觀點非常類似於拒絕將這個議題當成值得考慮的問題。(五)「利弊權衡」(pros and cons)：採納更廣泛的知識，將各種替代方案逐一系列出並在做決定前權衡所有利弊，與「相對風險」論點相似，差別在於「相對風險」論點不討論如何控制風險問題。承上所述，於眾多風險覺知研究中，不外乎是要避免或是減少其未知事件發生危害或不利事件的發生，然而對於我們生活環境中空氣污染嚴重惡化的問題，在找出如何解決或是降低其發生的風險前，更重要是瞭解人們對於空氣污染風險覺知的意識。Tulloch 與 Lupton (2003)的研究指出，一般大眾所關心的風險議題通常與他們生活息息相關，例如：交通事故、投資股票和房地產、失業與社會動亂等，對於基因科技、環境生態、奈米科技或通訊科技所可能產生的風險並不具警覺性。換言之，在大眾對於風險清單的排列順序中，環境科技風險的優先性並不高，

更遑論關於空氣污染的風險。非洲肯亞的研究中發現，當地對於空氣污染的環境風險最高，且認為工廠污染對他們構成相當大的風險危害，而對於污染風險覺知的最重要因素是環境意識等(Omanga, Ulmer, Berhane, & Gatari, 2014)。風險政策的實施成效，將取決於對風險的原因和影響瞭解多少，如果決策者能顧慮到大眾認知的因素和需求，那麼大眾將會願意接受更多的合理決策(Renn, 2004)。Kolstø研究旨在揭示，學生在有爭議的社會科學問題上，支持他們的決策所表達的論點中，是對學生使用知識和價值觀的見解。案例研究顯示，學生以不同的論點看待道德問題和涉及的科學問題、風險問題，包含「相對風險」、「預防優先」、「無法做決策」、「風險不大」、「利弊權衡」的五個論點。

三、科學參與

公眾對科學的理解(public understanding of science)架構在「缺陷模式」(deficit model)之上，其中認為公眾相對於學有專精的科學家科學知識是缺乏的(江淑琳、張瑜倩，2016；Miller, 2001)，這種缺陷差異會使兩方在理解科學方面產生差異，要經由教育與科普訊息傳遞等方式，使一般大眾能夠理解，此亦稱為「普及模式」(popularization model) (Välvirronen, 1993)。相較於有科學素養的人，社會中確實存在對科學理解較無意願的公眾，他們的科學素養略顯不足，對於自我蒐集科學知識較無能力。因此，若能將科學知識從上而下的科學傳播方式來普及，使其能被科學知識說服，以接受某項已經被科學專家認為有益的科學知識或科技發展(Jones, 2014)。大部分的人對科學瞭解可能源自於終生的「科學參與」，發生在多元

的地點、情境及理由中，可能是閱聽科學資訊或是參觀科學場所，參與者在過程中得以滿足其好奇心、興趣或娛樂目的(蔡俊彥、黃臺珠，2015；Falk & Needham, 2013; Falk, Storksdieck, & Dierking, 2007; Lin, Lawrenz, Lin, & Hong, 2013)。考量欲發展出科學參與的動機，需要足夠的知識背景與參與自然活動的經驗(Grabau & Ma, 2017; Hampden-Thompson & Bennett, 2013)。

其他研究指出，在接受國民教育期間，科學學習興趣越低落，越容易在成年期降低學習科學的愉悅感，進而影響其參與科學相關活動的動力(Lin et al., 2013)。21世紀科技迅速發展的今天，生活中經常面臨各種不同的挑戰，如：疾病、天然及人為的環境災害汙染、水及食物等資源的匱乏，以及氣候變遷等。生活上的許多社會性科學議題如空氣汙染、核能發電、環境生態等永續發展皆與科學及科技息息相關。如何促進民眾科學參與和科學知識的獲得越易受到重視，研究也指出，大眾對於科學參與，非制式學習的博物館也被認為是能夠回應各種與多樣性、正當性與社會正義等相關議題之機構(Nightingale & Sandell, 2012)。當學習受到非制式教育(informal education)之影響，會建立在學生非制式教育經驗的獲得，對於其在就學期間對科學興趣的養成、確立未來從事科學研究之志趣，具有關鍵性影響(Stocklmayer, Rennie, & Gilbert, 2010)，非制式教育不同於學校制式學習，其不強調制式教科書知識的獲得，而是讓參與者能自由選擇，因此，若能在求學階段，讓學生接觸非制式的科學學習經驗，例如：科學博物館能提供教師多層次的教學資源，對於學生的科學學習興趣培養有所助益。此外，自然博物館、生物博物館等均能提供學生學習階段的自然活動參與，對

於未來的科學參與，均有實際上的幫助。成人期的科學學習可能來自其對科學的參與，這包括接受到的科學信息或參訪科學相關的場所，以滿足自我的好奇心、興趣或娛樂需求，但較少建立起知識(Falk & Needham, 2013; Fenichel & Schweingruber, 2010)。研究指出民眾的科學能力與學習科學的愉悅感和科學參與程度有相關，然而，從事科學工作的成年人可能會對科學有更高興趣和更大享受(Tsai, Li, & Cheng, 2017)。

有鑑於此，科學博物館在提供知識與促進科學參與方面，扮演重要的角色，甚或由單向傳播演變成雙向互動式傳播科學知識與活動，擴大公眾對於科學的參與，是經驗教育的重要推手(Brossard, Lewenstein, & Bonney, 2005)。所以，藉由提高大眾對於科學活動的參與，增加其對各項風險危害的認知與親身體驗，就顯得對空氣汙染的防制更為重要。本研究主要以綜合其各面向，透過對科學投入及接觸程度來加以探討。

四、PM_{2.5}科學知識

以臺灣國小、國中、高中及大學生為對象，進行全國性環境問題的研究，調查發現各階段學生均認為全國的環境問題嚴重，而且以空氣汙染為首(黃政傑，1988)。臺灣國小高年級空氣汙染認知概念之主要來源次序為「學校師長」、「電視、廣播節目或影片」與「報章雜誌、課外書」。依背景不同之學生在空氣汙染的認知概念表現上，性別並沒有顯著性差異，但在不同年級、居住地區及家長學歷方面則有顯著性的差異(謝連德、黃淑玲，2009)。臺北市兩所大學之研究結果顯示，學生PM_{2.5}防制知識屬中上程度，具有正向PM_{2.5}防制態度及環境敏感度，而PM_{2.5}防制行為意圖偏高(鄭麗瑤、葉國樑、曾治乾、黃

禎貞、葉明祥，2016)。當大眾開始理解空氣汙染帶來的衝擊及其負面影響，因而引發很多環境議題的爭議，如：空氣汙染問題牽涉的不僅是環境保護與經濟發展間的衝突，更涉及大眾健康的風險危害(周桂田、杜文苓、王瑞庚、林怡均、王瑋彤，2016)。針對中國在上海地區研究中指出性別、年齡和旅行經驗皆與對於當前空氣汙染風險論點有關，且教育程度、月收入、健康狀況和學習環境，皆對空氣汙染相關的知識有重大影響。其研究顯示女性、老年人和健康狀況不佳的人表示對於空氣汙染風險較為更擔憂(Liu et al., 2016)。空氣汙染對於身處高汙染環境的人民來說，是急需正視與面對的重要環境議題，從認識空氣汙染、瞭解空氣汙染原因及來源、空氣汙染對於人們健康的影響到空氣汙染的防制，有關空氣汙染及PM_{2.5}知識絕不能忽視。

五、自然連結

「自然連結」的理論背景最早為Wilson (1984)的生物學假說(biophilia hypothesis)，主以預測人們的心理健康與所屬自然環境有關，人類的生存與自然環境關係密不可分，我們都是大自然的一部分。連結性是指個人在自我的認知表徵中包含自然的程度(Schultz, 2002)。「自然連結」一詞，即「個人在自我認知的表現中歸屬自然環境的程度」(Dutcher, Finley, Luloff, & Johnson, 2007; Mayer & Frantz, 2004; Schultz)。Perrin與Benassi (2009)對自然環境的情感連結是與自然環境的積極互動及相處時間相關，如果能够有效解決環境問題，人們需要感覺到自己為自然世界的一部分，感覺到與它的親屬感，將自己視為屬於自然世界，並將其福利視為與自然世界的福利相連結(Fehr & Fischbacher, 2003; Perrin & Benassi)。

研究發現生活在自然環境附近的人們比其他更人更健康，長期的間接影響為家庭滿足度和工作、生活水平的提升(Kaplan & Kaplan, 1989)。自然環境在人類健康和福祉中發揮著至關重要的作用，透過公園和自然保護區為人類提供接觸自然環境的機會，研究表明與自然接觸可以預防心理疾病並提供一個有效的防制策略，自然環境和公園不僅保護生命和生物多樣性的基本系統，而且還促進人類健康和為城市居民創造幸福提供了基礎(Maller, Townsend, Pryor, Brown, & St Leger, 2006)。高度的自然相關性或與自然強烈的主觀連結，通常與有更大的幸福感和環境關係相關。如果未有「自然連結」，可能對人類健康和環境都有不利影響，但現代人的生活方式往往將身體和心理與自然界分開來(Nisbet & Zelenski, 2013)，如果人們不重視自然或關心環境，那麼他們就不可能保護自然(Howard, 1997)。

環境問題與人們將自身視為自然的一部分直接相關，人與大自然之間的連結越多，他們越有意識到自己的行為，並關心所有的生物(Schultz, 2002)。與自然環境的分離可能會導致心理健康狀況惡化及環境破壞行為(Kellert, 1997)。透過更好的理解和發展，來恢復與自然界關係的方法，我們才能夠培養更大的生態關注和永續發展行為，以促進心理健康(Howard, 1997; Schultz)。

六、幸福感

關於「幸福」一詞，在傳統文學古籍中就已出現，主要是在描述「祈望得福」，獲致心靈滿足。對於西方，「幸福」則是一個複雜的概念，論述主要在生命意義的滿足、個人享樂、個人與群體生活的滿足，具有多層次不同的意涵。幸福感多屬宗教與哲學的

論述層次，從社會經濟的發展脈絡中，可以發現當國家的經濟發展達到一定水準，生活中的人民會重新思考與定義當時自身的生活滿意程度。本文所界定的幸福感，主要是探討空氣品質良莠之自身環境經驗中，抽樣大學生對心理中所產生的幸福感，而非「什麼是幸福」的幸福觀討論。西方關於幸福感研究主要始於1950年代後期，時值二戰結束建設復原階段，人們開始追求對於生活上的心理滿足。Ryan與Deci (2001)將幸福感分為兩種較廣泛的分類，一為享樂幸福感(hedonic well-being)，其源自於自身的愉快經歷，此即為本研究所探究之曾經良好之親環境自然連結行為對幸福感的影響。另一為心理幸福感(eudaimonic well-being)，其源自於超越自我滿足，而努力達到或超越生命中有意義和更高層次的目的。大學生對於空氣品質好壞的環境經驗，按照馬斯洛的需求層次理論(Maslow's hierarchy of needs)，屬於生理需求與安全需求兩個基本需求層面，若不獲得滿足，將難以滿足其高層次需求(Maslow, 1943)。

七、探討變因之間的關連性

PM_{2.5}科學知識、科學參與、自然連結、

幸福感、空氣汙染防制政策與Kolsto (2006)風險論點中的五項連結(如圖1)。變因與論點分述如下。

(一)PM_{2.5}科學知識和風險覺知論點之關連性(H1)

疾病知識和對環境的覺知是決定人們如何應對和採取預防行為的決定性因素(Karasneh et al., 2021)，暴露於環境PM_{2.5}對公眾健康的影響一直是空氣汙染風險分析的重點(Smith & Gans, 2015)。而公眾對PM_{2.5}科學知識瞭解的程度也是影響公眾如何選擇規避風險的關鍵。所以，規劃有效的風險覺知時必須考慮到如何讓公眾具有判斷PM_{2.5}危害的科學知識，進而有效的規避危害風險。

(二)科學參與和風險覺知論點之相關研究(H2)

公眾對於科學參與和科學知識傳遞緊密相關，但是科學知識的傳遞又存在科學專家與公眾間對於科學知識認知的差異問題。當環境風險事件發生時，政策機關往往會經由專家機構對科學的解釋，說服公眾相信其為不可避免的偶然事件，此將加劇了公眾疏離問題(Wynne, 2006)。因此，如何建

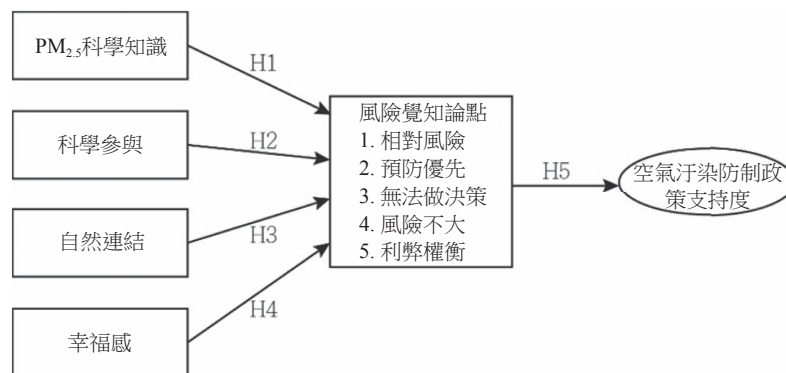


圖1：細懸浮微粒(Fine Particulate Matter $\leq 2.5 \mu\text{m}$, PM_{2.5})科學知識、科學參與、自然連結、幸福感、空氣汙染防制政策與風險覺知論點之關連

立公眾對風險有科學性的判斷覺知，讓公眾從「公眾科學理解」轉化成「公眾科學和科技參與」(public engagement with science and technology)，就更顯重要。

(三)自然連結和風險覺知論點之相關研究(H3)

重要的生活經驗是研究環境教育的一個領域。Tanner (1980)曾研究45位環保主義者的成長歷程，在成長時期與自然互動的經歷會影響其以後對生活環境保護的支持(Chawla, 1988, 1999, 2001; Corcoran, 1999; Tanner)。因此，經常接觸大自然環境的民眾，因經常接觸大自然的好空氣，也容易辨別出空氣汙染狀況及潛在的風險，而有較積極的態度願意採取防制行為。

(四)幸福感和風險覺知論點之相關研究(H4)

若曾經有良好的親自然行為體驗，即可獲得這些需求層次的滿足。其次，主觀幸福感，是對自身生活感到滿意的程度，是一個需要經過自身對於生活事件情緒認知的評價與事後的理理解，通常每一個人都會有不同程度的幸福感(Diener, Gohm, Suh, & Oishi, 2000)。抽樣學生的主觀幸福感，即從其自覺生活中的滿意程度作為評量的規準。所以，既然是自己才能評估其幸福感，在本研究中就發現大學生的「幸福感」與「風險不大」之風險論點有正向的關連，如果覺得生活「幸福感」高的大學生，與其談論空氣汙染的危害及風險，容易選擇「風險不大」的風險論點，這點和Sheldon與Lyubomirsky (2006)所提出了永續的快樂(sustainable happiness)觀點相近，認為生活環境會影響快樂。這一類大學生的生活環境中，或許有著大小不一的環境風險發生，當生活中經常出現環境風險問題，會使其認為這是一種常態，並不需

要自己多花心力去擔心，所以其幸福感與滿意度就同步下降，變得容易接受低度幸福感為滿足。但是，若能夠透過更具深度的理解和發展，來恢復個人與自然關係的方法，才能培養更宏觀的生態關注和實踐永續發展行為，進而促進心理層次的健康(Howard, 1997; Schultz, 2002)。由於幸福感為多層次的主觀感受，本次研究單純用幸福感一詞來評鑑大學生對於風險覺知之關連，或許也可建議而後的研究者將幸福感改成空氣品質感受度，會有較好的因果關係。

(五)風險覺知論點和空氣汙染防制政策支持度之關連性(H5)

世界上許多國家都面臨日益嚴重的環境問題，空氣汙染、水汙染、過多的浪費、生物多樣性的危機與氣候變遷等(Hardoy, Mitlin, & Satterthwaite, 2013; Satterthwaite, 2003)，為了解決這些問題並提供公眾宜居的生活環境，政府就扮演環境政策制定的重要角色。但是，政策的制定遠比政策的實施更為重要(Hill & Hupe, 2014)，如何獲得公民對政策的支持，攸關政策的實施成敗。政策支持度是指個人通過自己的態度或行為來適應政策的程度(Wan, Shen, & Choi, 2017)。當公民願意支持政策，就代表公民願意遵循與配合政策的內容規範。從風險覺知的觀點看來，透過教育能夠提高個人的環境意識(Daniels, Krosnick, Tichy, & Tompson, 2012)，意味著透過教育所給予的科學知識，能夠增強民眾對於環境風險的判斷，進而對防制的政策進行支持。

參、研究方法

本研究之研究對象樣本取自臺灣南部一所綜合性的國立大學。透過便利性抽樣進行施測的樣本來自於六個學院的21個系所中抽

取的21個班級，最後的有效樣本數共820位。在建構模式之前，本研究首先以試題反應理論(Item Response Theory, IRT)進行試題分析。接著透過基於變量之間的相關性並考慮了測量誤差的結構方程模型(structural equation modelling)進行模式的建構。本研究的研究工具為作者所開發的問卷(附錄)，主要參考資料來源包括「PM_{2.5}科學知識」(謝百淇、曾靜雯、陳繼成、吳景達，2018)、「科學參與」(蔡俊彥、黃臺珠，2015)、「自然連結」(Nisbet & Zelenski, 2013)、「幸福感」(Diener, Emmons, Larsen, & Griffin, 1985)、「空氣汙染防制政策支持度」(環保署，2016)，以及由Kolstø (2006)的深度訪談總結得出空氣汙染風險感知的五個論點：「相對風險」、「預防優先」、「無法做決策」、「風險不大」及「利弊權衡」。問卷有正向題與反向題，正反向混合題能增加受試者的投入，減少習慣反應與無效作答樣本的檢查。在本研究中，研究者基於多向度的評等量尺模式(rating scale model) (Andrich, 1978)進行試題分析，結果顯示五個論點的IRT信度介於.75 ~ .84之間。對於PM_{2.5}科學知識，通過五位專家評審和預測試過程，基於Rasch (1960)模式進行分

析，其IRT信度為.74。對於其他社會心理測度，IRT的信度範圍為.77 ~ .89。此外，所有項目難度都位於正負3範圍內，這表明這些難度是合理的。每道試題內容的詳細內容如附錄。本研究量表未包含大學生對空氣汙染防制政策的瞭解度與大學生對空氣汙染政策的認識判斷。

肆、研究結果

一、描述性統計

本研究中各變項初步之描述性統計，結果如表1所示。每個變項均針對820位受試者進行施測。其中「風險論點」問卷、「幸福感」與「空氣汙染防制政策支持度」(非常不支持／不支持／支持／非常支持)均4點計分，「PM_{2.5}科學知識」為二元計分，「科學參與」與則為5點計分。所有變項的偏態均在正負1之間，峰度也落於7以下，顯示變項均符合常態。五個風險論點的平均介於0.91 ~ 2.16分之間，「空氣汙染防制政策支持度」、「PM_{2.5}科學知識」、「科學參與」、「自然連結」與「幸福感」則分別為3.17、0.55、1.82、2.08與1.65分。

表1：各變項之描述性統計摘要表

變項名稱	個數	平均數	標準差	偏態	峰度	最小值	最大值
空氣汙染防制政策支持度	820	3.17	0.42	-0.16	2.37	1	4
PM _{2.5} 科學知識	820	0.55	0.24	-0.73	0.18	0	1
科學參與	820	1.82	0.72	-0.03	0.15	0	4
自然連結	820	2.08	0.46	-0.71	3.36	0	3
幸福感	820	1.65	0.48	-0.33	0.71	0	3
風險論點							
相對風險	820	1.09	0.18	0.53	0.55	0	3
預防優先	820	1.97	-0.58	0.61	1.06	0	3
無法做決策	820	1.82	-0.31	0.57	0.97	0	3
風險不大	820	0.91	0.47	0.69	-0.16	0	3
利弊權衡	820	2.16	-0.98	0.62	2.48	0	3

二、測量模式

在確認理論模型之前，應先通過確定觀測變項與潛在變項之間的關係來測試測量模型。對於所有潛在變項，所有因素負荷量均達到.05顯著水平，亦即潛在變項均由相應試題所測量。本研究使用類似於古典測試理論中的內部一致性信度(Fornell & Larcker, 1981)的建構信度(Construct Reliability, CR)確保這些潛在變項的信度。10個潛在變量的範圍從.70 ~ .93，提供了高信度的證據(高於Fornell & Larcker的標準)。除了CR外，亦透過平均變異萃取量(Average Variance Extracted, AVE)檢驗聚斂效度。Hair, Black, Babin, Anderson與Tatham (2006)建議AVE需要大於.25，這意味著載荷大於.50。在這項研究中，AVE的範圍從.24 ~ .78，並且10個AVE中有九個大於.25，這提供了聚斂效度的證據。AVE結果的詳細信息將在「理論模型的評估」部分中描述。各空氣污染論點之間的相關性從空氣污染論點之間的相關性從-.13 ~ .72，並且15個相關係數中有七個為顯著。相關最高的論點是「相對風險」和「風險不大」(.72)。「預防優先」和「無法做決策」論點之間的相關性是.61。「相對風險」和「預防優先」論點的相關最低(.03)。對於其他預測變項，相關係數的範圍是-.03 ~ .37，並且六個係數中的四個係數為顯著。總而言之，測量模型顯示出良好的區辨效度，潛變項之間的相關係數低於.85 (Fornell & Larcker)。

三、理論模型的評估

本研究對初始模型，內部模型和整體模型適配進行了三階段分析，用以評估理論模型。結果總結在表2中。在初始模型適配度的評估中，本研究透過評估變項的殘差和因素負荷量來檢驗觀察變量的合理性。如表2所

示，所有殘差均不為負值，且範圍在.12 ~ .96之間，並達到了顯著的.05統計水準。此外，大多數因素負荷(.92)都超過.50的標準(Hair et al., 2006)，並達到了顯著的統計水平。因此本研究所提出的理論模型滿足了基本的適配標準。

在內部模型適配度評估中，對模型內的估計參數及每個指標和潛在變項的信度進行評估。首先，空氣污染五項論點的CR為.71 ~ .92。所有潛在變項均符合.60的標準(Hair et al., 2006)。另外，空氣污染的五個論點的AVE均在.47 ~ .78的範圍內，且均符合大於.25的標準(Hair et al.)。在其他變項上，「PM_{2.5}科學知識」、「科學參與」、「自然連結」和「幸福感」的CR分別為.73、.84、.84和.79，均符合指標。此外，四個潛在變量的AVE分別為.24、.47、.48和.43。只有「PM_{2.5}科學知識」的AVE略低於.25標準。最後，「空氣污染防制政策支持度」的CR和AVE分別為.93和.45。

在整體模型適配度上，本研究進行理論模型的適用性和所收集數據的外部品質進行評估。如表1所示， χ^2 值達到了統計上的顯著水平($\chi^2 = 5,461.13$, $df = 1,611$, $p < .001$)，這表示數據與理論模型存在顯著差異。然考量 χ^2 對樣本量非常敏感，因此在此階段使用不同的指標。首先，Jöreskog (1973)提出了 χ^2 值與自由度的比率，該比率通過自由度調整 χ^2 值並降低了樣本量的影響。根據Schumacker與Lomax (2004)，如果該比率應小於5，則模型的適配度屬於可接受的範圍。此外，比較性配適指標(Comparative Fit Index, CFI)和非規範配適指標(Non-Normed Fit Index, NNFI)，這兩個指標亦均較不受樣本量的影響。Hu與Bentler (1999)建議兩個指標均應大於.95。第三，近似誤差均方根(Root Mean Square Error

表2：評估理論模式的三階段結果摘要表

項目	結果	是否通過
第一階段：初始模型適配度的評估		
殘差的變異數是否均大於0？	殘差的變異數介於.12 ~ .96之間	是
殘差變異數是否達到顯著水準？	所有殘差的變異數均達到.05的顯著水準	是
是否所有因素負荷量均介於.50 ~ .95之間？	在59道題目中有8% (9題)的題目之因素負荷量未超過.50	否
第二階段：內部模型適配度的評估		
是否所有潛在變項的CR均大於.60？	CR最低的「相對風險」論點之數值亦達到.71	
是否所有潛在變項的AVE均大於.25？	對於「PM _{2.5} 的科學知識」之AVE為.24，其他均大於.25	
是否所有測量模式內的參數估計值均達到顯著水準？	所有測量模式內的參數均達顯著	
是否標準化殘差的絕對值均小於1.96？	最大的標準化殘差絕對值為.99	
第三階段：整體模型適配度的評估		
χ^2 值是否未達顯著水準？	$\chi^2 = 5,461.13$	否
χ^2 值與自由度的比是否小於5？	χ^2 與自由度的比 = 3.39	是
CFI是否大於.90？	CFI = .83	否
NNFI是否大於.90？	NNFI = .82	否
RMSEA是否小於.10？	RMSEA = .05	是
SRMR是否小於.08？	SRMR = .06	是

註：CR：建構信度(Construct Reliability)；AVE：平均變異萃取量(Average Variance Extracted)；CFI：比較性配適指標(Comparative Fit Index)；NNFI：非規範配適指標(Non-Normed Fit Index)；RMSEA：近似誤差均方根(Root Mean Square Error of Approximation)；SRMR：標準化均方根殘差值(Standardized Root Means Square Residual)。

of Approximation, RMSEA)為最重要的指標之一。RMSEA對於模型的複雜性和樣本的大小具有很大的強韌性。Hu與Bentler提出，當RMSEA小於.06時，模式的適配度可接受。最後，標準化均方根殘差值(Standardized Root Means Square Residual, SRMR)是唯一未根據 χ^2 值計算的指標，因此其指標亦較不受模型複雜性和樣本大小的影響。Hu與Bentler建議，如果模型適配度可接受，SRMR應小於.08。在本研究的第三階段中，CFI和NNFI符合合適的標準。但是，其他指標表明總體模型適配度是可以接受的。根據過去研究指出，RMSEA比其他指數更加重要(Browne & Arminger, 1995; Browne & Cudeck, 1992;

Marsh & Balla, 1994; Steiger, 1990; Sugawara & MacCallum, 1993)，因此在本研究中，整體模型適配度是可以接受的。

四、結構模式

圖2顯示了結構模型，並且路徑係數說明了潛在變項的影響。在模式中並未顯示人口變項(性別與學院等)所造成影響，主要是因為研究者透過了二因子變異數分析調查其對於「空氣汙染防制政策支持度」的差異性分析，結果顯示兩個變項的主要效果與交互作用均未達顯著水準($p > .05$)，效果量亦為小($< .02$)。由於篇幅的限制，圖中亦未呈現上述段落中的測量模式，僅呈現顯著的係數。

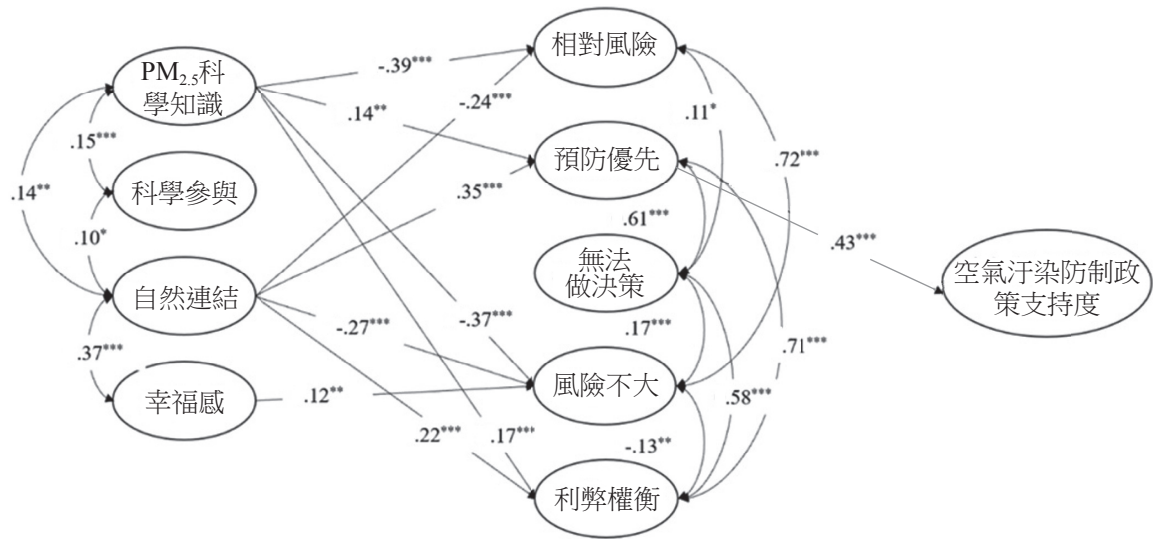


圖2：理論模型

註：* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$ 。

對於政策的支持，只有「預防優先」論點具有正面影響($\beta = .43, t = 6.16, p < .001$)。對於不同論點的結果，首先「PM_{2.5}科學知識」會對「相對風險」論點($\beta = -.39, t = -9.64, p < .001$)和「風險不大」論點($\beta = -.37, t = -10.29, p < .001$)產生負面影響。但是，「PM_{2.5}科學知識」對「預防優先」論點($\beta = .14, t = 3.24, p = .001$)和「利弊權衡」論點($\beta = .17, t = 4.18, p < .001$)有正向影響。其次，「自然連結」對「相對風險」論點($\beta = -.24, t = -5.24, p < .001$)和「風險不大」論點($\beta = -.27, t = -6.59, p < .001$)產生負面影響。「自然連結」也對「預防優先」論點($\beta = .35, t = 7.99, p < .001$)和「利弊權衡」論點($\beta = .22, t = 5.32, p < .001$)產生正面影響。最後，「幸福感」對「風險不大」論點有正面影響($\beta = .12, t = 3.00, p = .003$)，「科學參與」與五大風險論點並沒有顯著的關連性。「空氣汙染防制政策支持度」對風險論點中的「預防優先」有正面影響($\beta = .43, t = 6.16, p < .001$)。

伍、討論

本研究在探討大學生之「空氣汙染防制政策支持度」與「PM_{2.5}科學知識」、「科學參與」、「自然連結」、「幸福感」與五項「風險論點」的關連性。經由量化研究方法建立兩者之間的結構模式，本章將針對各項研究結果之關連分項進行討論。

一、PM_{2.5}科學知識、自然連結與風險論點之關連性

依據Kolstø (2006)「預防優先」論點在權衡風險與各種效益時，使用預防性的原則，並且最優先考慮各種傷害的風險。本研究結果可以發現，研究對象之大學生對於「PM_{2.5}科學知識」與「自然連結」皆與風險論點中「預防優先」論點有顯著的關連，此發現亦與過往的研究相符合(Kaiser & Fuhrer, 2003; Schahn & Holzer, 1990)。同時也發現「PM_{2.5}科學知識」、「自然連結」與「預防

優先」、「利弊權衡」呈現顯著的正相關。此外，研究對象對於「空氣汙染防制政策支持度」與風險論點中「預防優先」論點亦有顯著的正相關，可以合理推論他們對政策的敏感度會與其自我評斷的避險預防成功性之多寡有正向關連，若評估達到預防風險越高，也將更支持預防與避險的政策。

「PM_{2.5}科學知識」、「自然連結」與「相對風險」、「風險不大」二項論點均呈負相關，可能的原因為「PM_{2.5}科學知識」與「自然連結」較高的大學生較不會關注於造成傷害的相對強度與發生風險的相對可能性，他們較傾向生活中充滿風險且會擔心其風險，以預防性的原則並且最優先考慮各種傷害的風險，且採納更廣泛的知識，以及利用各種替代方案逐一列出，並在做決定前分析所有權衡與利弊。然而在空氣汙染議題中亦可發現風險論點較傾向「預防優先」論點，其普遍對於「空氣汙染政策支持度」也較高(Kollmuss & Agyeman, 2002)。

二、科學參與和風險論點之關連性

本研究藉由問卷題目，欲瞭解大學生對於「科學參與」與風險論點的關連，問卷中提問包含「科學參與」的主動行為，例如：獲取知識透過閱讀、媒體、參訪科學博物館等相關活動。研究結果發現「科學參與」和任何一項的風險論點均無關連，但卻與「PM_{2.5}科學知識」、「自然連結」等二項因素有正相關。考量欲發展出科學參與的動機，需要足夠的知識背景與參與自然活動的經驗(Grabau & Ma, 2017; Hampden-Thompson & Bennett, 2013)，因此這可能是造成上述關連性的原因。同時也呼應前文獻所述，科學學習興趣差，越容易在成年期使得學習科學

的愉悅感降低，進而影響參與科學相關活動的動力(Lin et al., 2013)。因此，學習階段提升科學學習興趣，有助於未來的科學活動參與。非制式教育與學校制式學習不同，除了不強調制式知識的獲得由學制內取得，而是讓學生有自由選擇權利。因此，若能在求學階段，讓學生接觸非制式的科學學習經驗，例如：科學博物館，能提供教師多層次的教學資源，對於學生的科學學習興趣培養有所助益。

三、幸福感與風險論點之關連性

大學生的主觀幸福感，即從其自覺生活中的滿意程度作為評量的規準。所以，既然是自己才能評估其幸福感，在本研究中就發現大學生的「幸福感」與「風險不大」之風險論點有正向的關連，如果覺得生活「幸福感」高的大學生，其談論空氣汙染的危害及風險，容易選擇「風險不大」的風險論點，呼應文獻中Sheldon與Lyubomirsky (2006)所提出了永續的快樂觀點，認為生活環境會影響快樂。大學生從生活環境的大小不一的環境風險中，將經常出現環境風險問題，認為這是一種常態，並不需要多去擔心，所以幸福感與滿意度就會下降，使低度幸福感達到滿足。此外，恢復個人與自然關係，培養出更宏觀的生態關注和實踐永續發展行為，促進心理層次的健康(Howard, 1997; Schultz, 2002)也能對增進幸福感有幫助。研究發現「幸福感」也與「自然連結」有關連，驗證越接近自然，越能增加自我的「幸福感」。

四、無法做決策

決策過程模式(Janis & Mann, 1977)提出決策的前置因子有三項：(一)不去做任何決

策，會產生風險的危機意識；(二)期待找到更好的方案；(三)相信有足夠的時間去學習及評估，進而做出最好的一項選擇(Heredia, Arocena, & Gárate, 2004)。而本研究結果發現，「無法做決策」之風險論點皆與本研究所有變項無關連，由上述理論可推測，大學生雖有風險論點，對於下決策前更希望能有更好的政策支持，並有足夠時間去內化所學的知識，從而再做決策。因此，政府應更明確的以「預防優先」論點為主要導向的政策，較可能讓公民對於空氣汙染防制政策有更良好的支持度。

五、風險論點與空氣汙染防制政策支持度之關連性

空氣汙染防制政策可以發現與「預防優先」論點有正向關連，而「預防優先」同時與「PM_{2.5}科學知識」、「自然連結」有正向關連，因此，可以推論若要大學生對於空氣汙染政策防制政策產生支持性，則給予正確防制知識與自然體驗相關戶外課程，就能支撐其對於空氣汙染防制政策的認同。此點呼應文獻中，政策應該在政治上可被接受(Goulder & Parry, 2008)，而這些未來公民的大學生，若能在公民形塑的階段給予「PM_{2.5}科學知識」與提升「自然連結」的自然體驗課程或活動，可預期能影響未來公民權行使時，做出正確的政策支持選擇。在問卷題目中針對SDGs永續議題所關心的能源、工業、運輸、健康、環境與低碳永續城市等政策問題進行提問，並呈現政府限制與鼓勵的政策制訂內容，以其調查大學生對目前政府空氣汙染政策的支持程度。本研究對於大學生的風險論點貢獻甚鉅，大學生與青少年均為社會中未來的準公民，在未來能透過公民權的行使影響與決定政府政策方向。因此，從風

險論點中不難發現，若在高等教育階段進行正確空氣汙染議題教育倡議，將會有助於培育未來世界公民對空氣汙染政策或環境相關政策的支持度，影響可謂之深遠與重要。

陸、建議

本研究對於未來研究發展的建議，分為兩個面向，一為教學實務，另為學術研究。

一、教學實務

本研究僅對大學生空氣汙染風險論點進行探究，在實務經驗中可發現，大學生普遍對於生活中所存在的影響健康風險是有關心的。但是，往往卻會以自我內心的價值觀進行評價而做出符合自我心中標準的避險選擇。研究中可發現大學生對於自然環境是有連結性，並能肯定風險，因此建議在相關的議題課程中，能對高中階段之青少年、大學生提供自然體驗相關戶外課程，根據研究的結果，進行課程規劃，強化學生除了瞭解空氣汙染問題的風險，也能全面的進行有深度與廣度的學習。

時值今日，隨著科技與科學的發展，不斷改變大學生的學習方式與學習歷程，產生複雜的社會性科學議題衝擊。空氣汙染議題與社會發展高度相關，當日常生活經驗與社會因素交錯時，教育就更能彰顯其重要。由研究中我們也發現，提供學生空氣汙染相關知識，能對風險預防產生正面影響。因此，若能藉由科學觀鼓勵學生對於社會議題進行科學化的實徵探究，將會使未來公民的大學生採用更積極和實用的方式解決生活衝突。社會科學可以藉由小組議題討論，讓學生進行學習、思考與表達。根據本研究結果能幫助教師在課堂上引入社會性科學議題，以風

險觀點於課堂上解決涉及價值判斷、公民責任和政策考慮因素等複雜、有爭議和未來不確定(uncertain future)的問題。

二、學術研究

此外，後續研究上也提出以下三點建議：(一)擴大調查對象層面。大學生為國民教育的延續，但是，對於我國中、小學生空氣汙染風險論點，尚未有足夠篇幅進行與本研究相同驗證成果的研究，期待後續研究者能進行其研究。(二)增加風險論點的探究項目。本研究僅根據相關文獻內容，進行五項風險論點討論，針對空氣汙染研究，建議後

續研究者可再依據新的文獻資料增列其他構面，更深化理解風險規避的轉化機制與決策內涵。(三)而後再進行的相關研究是會將學生對於空氣汙染防制政策的瞭解程度作為中介變項，探討三者之間因果關係。

誌謝

本研究感謝國立中山大學氣膠科學研究中心師生協助問卷收集，使得研究能在科技部經費補助(計畫編號：MOST 109-2621-M-110-007-)下順利完成，同時也感謝審查委員及編輯團隊提供寶貴的論文修改建議，由衷致謝。

參考文獻

1. 王晴昀(2017)。高雄市細懸浮微粒(PM_{2.5})空氣品質監測結果分析。高雄市：高雄市政府環境保護局。
[Wang, Q.-Y. (2017). *Analysis of air quality monitoring results of fine suspended particulates (PM_{2.5}) in Kaohsiung City*. Kaohsiung, Taiwan: Environmental Protection Bureau, Kaohsiung City Government.]
2. 行政院環境保護署(n.d.)。空氣汙染防制方案。查詢日期：2021年3月25日，檢自https://air.epa.gov.tw/EnvTopics/AirQuality_7.aspx。
[Environmental Protection Administration. (n.d.). *Kongqi wuran fangzhi fangan*. Retrieved March 25, 2021, from https://air.epa.gov.tw/EnvTopics/AirQuality_7.aspx]
3. 行政院環境保護署(2016)。空氣品質保護規劃。查詢日期：2021年5月7日，檢自https://air.epa.gov.tw/EnvTopics/AirQuality_1.aspx。
[Environmental Protection Administration. (2016). *Air quality protection policy planning*. Retrieved May 7, 2021, from https://air.epa.gov.tw/EnvTopics/AirQuality_1.aspx]
4. 行政院環境保護署(2021a)。空氣汙染防制方案。查詢日期：2021年6月11日，檢自<https://www.epa.gov.tw/Page/391B1064A8BE3740/fc20a8c8-24e7-434f-86ef-ff092658a0bd>。
[Environmental Protection Administration. (2021a). *Air pollution prevention and control plan*. Retrieved June 11, 2021, from <https://www.epa.gov.tw/Page/391B1064A8BE3740/fc20a8c8-24e7-434f-86ef-ff092658a0bd>]
5. 江淑琳、張瑜倩(2016)。更民主的科學溝通：科學類博物館實踐公眾參與科學之角色初

- 探。傳播研究與實踐，6(1)，199-227。doi:10.6123/JCRP.2016.008
- [Chiang, S.-L., & Chang, Y.-C. (2016). More democratic science communication: exploring the role of science museums engaging the public with science. *Journal of Communication Research and Practice*, 6(1), 199-227. doi:10.6123/JCRP.2016.008]
6. 周桂田、杜文苓、王瑞庚、林怡均、王瑋彤(2016)。公共政策與法律研究中心104年度研究計畫案期末報告——臺灣空氣汙染之風險治理與制度研究(CPPL104-08)。臺北市：國立臺灣大學公共政策與法律研究中心。
[Zhou, G.-T., Du, W.-L., Wang, R.-G., Lin, Y.-J., & Wang, W.-T. (2016). *Study on risk governance and regulatory institution of air pollution in Taiwan* (Report No. CPPL104-08). Taipei, Taiwan: Risk Society and Policy Research Center, National Taiwan University.]
 7. 莊英慧、熊召弟、耿筱曾、甘漢銑(2007)。臺北縣國小六年級學童水的知識理解、水資源保育態度與行為之相關研究。環境教育學刊，7，55-79。
[Chuang, Y.-H., Hsiung, C.-T., Keng, H.-T., & Kan, H.-G. (2007). A research on the knowledge, attitudes and behaviors towards water resources amongst grade-six elementary school students in Taipei County. *Chinese Journal of Environment Education*, 7, 55-79.]
 8. 陳淑敏(2016)。大學生全球公民素養的自覺評價與結構模型分析之研究。教育科學研究期刊，61(2)，213-245。doi:10.6209/JORIES.2016.61(2).08
[Chen, S.-M. (2016). Undergraduates' self-evaluation and structural equation model analysis of global citizenship competences. *Journal of Research in Education Sciences*, 61(2), 213-245. doi:10.6209/JORIES.2016.61(2).08]
 9. 黃政傑(1988)。臺灣地區國小、高中、大學學生環境意識之調查研究(NSC-77-0301-H-003-18)。臺北市：行政院國家科學委員會。
[Huang, Z.-G. (1988). *A survey of environmental awareness of elementary, high school, and university students in Taiwan* (Report No. NSC-77-0301-H-003-18). Taipei, Taiwan: National Science Council, Executive Yuan.]
 10. 衛生福利部(2020年6月16日)。108年國人死因統計結果。查詢日期：2021年3月25日，檢自<https://www.mohw.gov.tw/cp-16-54482-1.html>。
[Ministry of Health and Welfare. (2020, June 16). *108 nian guoren siyin tongji jieguo*. Retrieved March 25, 2021, from <https://www.mohw.gov.tw/cp-16-54482-1.html>]
 11. 蔡俊彥、黃臺珠(2015)。2015年臺灣公民科學素養概況。高雄市：國立中山大學通識教育中心公民素養推動研究中心。
[Tsai, J.-Y., & Huang, T.-Z. (2015). *Overview of 2015 Taiwan public science literacy*. Kaohsiung, Taiwan: The Research Center for Promoting Civic Literacy, National Sun Yat-sen University.]

12. 鄭麗瑤、葉國樑、曾治乾、黃禎貞、葉明祥(2016)。臺北地區某兩所大學學生細懸浮微粒防治行為意圖之研究。《健康促進暨衛生教育雜誌》，**40**，1-24。
[Cheng, L.-Y., Yeh, G.-L., Tseng, C.-C., Huang, J.-J., & Yeh, M.-H. (2016). Preventive behavioral intentions of fine particulate matters and related factors for college students of two universities in Taipei area. *Health Promotion & Health Education Journal*, *40*, 1-24.]
13. 謝百淇、曾靜雯、陳繼成、吳景達(2018)。大學生對PM_{2.5}空氣汙染的態度與認知之研究。《環境教育研究》，**14**(2)，57-90。doi:10.6555/JEER.14.2.057
[Shein, P.-C., Tseng, C.-W., Chen, C.-C., & Wu, C.-T. (2018). Undergraduate students' attitudes towards and knowledge of air pollution. *Journal of Environmental Education Research*, *14*(2), 57-90. doi:10.6555/JEER.14.2.057]
14. 謝佳諺(2020)。在問題本位學習模式中國小學生的減塑行為認知與態度決策改變之影響因子。《環境教育研究》，**16**(1)，37-76。doi:10.6555/JEER.16.1.037
[Hsieh, C.-Y. (2020). Factors affecting primary school students on cognition of plastic reduction behavior and decision-making attitude in problem-based learning. *Journal of Environmental Education Research*, *16*(1), 37-76. doi:10.6555/JEER.16.1.037]
15. 謝連德、黃淑玲(2009，10月)。屏東地區國小高年級學童空氣汙染概念認知之初探。發表於2009年臺灣環境資源永續發展研討會。桃園市：國立中央大學。
[Hsieh, L.-T., & Huang, S.-L. (2009, October). *Preliminary study on elementary schools students' conception of air pollution in Pingtung area*. Paper presented at the 2009 Conference of Sustainable Development for Environment & Resource. Taoyuan, Taiwan.]
16. 謝瑞豪、李睿桓、詹長權(2016)。臺灣大氣中PM_{2.5}汙染濃度和汙染源的時空分布。《臺灣醫學》，**20**(4)，367-376。doi:10.6320/FJM.2016.20(4).4
[Shie, R.-H., Lee, J.-H., & Chan, C.-C. (2016). Temporal-spatial distribution of PM_{2.5} concentration and the contribution of sources in Taiwan. *Formosan Journal of Medicine*, *20*(4), 367-376. doi:10.6320/FJM.2016.20(4).4]
17. 羅美倫(2017)。細懸浮微粒(PM_{2.5})知識、態度及行為探討——以新竹縣新豐鄉國小教師為例。未出版之碩士論文，明新科技大學土木工程與環境資源管理系，新竹縣。
[Lo, M.-L. (2017). *An investigation to the knowledge, attitude and behavior of particulate matter 2.5, in a case of elementary school teacher with Xinfeng Township*. Unpublished master thesis, Minghsin University of Science and Technology, Hsinchu, Taiwan.]
18. Al-Janabi, S., Mohammad, M., & Al-Sultan, A. (2020). A new method for prediction of air pollution based on intelligent computation. *Soft Computing*, *24*, 661-680. doi:10.1007/s00500-019-04495-1
19. Andrich, D. (1978). A rating formulation for ordered response categories. *Psychometrika*, *43*, 561-573. doi:10.1007/BF02293814

20. Badland, H. M., & Duncan, M. J. (2009). Perceptions of air pollution during the work-related commute by adults in Queensland, Australia. *Atmospheric Environment*, 43(36), 5791-5795. doi:10.1016/j.atmosenv.2009.07.050
21. Beck, U. (1992). *Risk society: Towards a new modernity* (M. Ritter, Trans.). Thousand Oaks, CA: Sage. (Original work published 1986)
22. Beck, U. (1996). World risk society as cosmopolitan society? Ecological questions in a framework of manufactured uncertainties. *Theory, Culture & Society*, 13(4), 1-32. doi:10.1177/0263276496013004001
23. Brossard, D., Lewenstein, B., & Bonney, R. (2005). Scientific knowledge and attitude change: The impact of a citizen science project. *International Journal of Science Education*, 27(9), 1099-1121. doi:10.1080/09500690500069483
24. Browne, M. W., & Arminger, G. (1995). Specification and estimation of mean- and covariance-structure models. In G. Arminger, C. C. Clogg, & M. E. Sobel (Eds.), *Handbook of statistical modeling for the social and behavioral sciences* (pp. 185-249). New York, NY: Plenum Press. doi:10.1007/978-1-4899-1292-3_4
25. Browne, M. W., & Cudeck, R. (1992). Alternative ways of assessing model fit. *Sociological Methods & Research*, 21(2), 230-258. doi:10.1177/0049124192021002005
26. Chawla, L. (1988). Children's concern for the natural environment. *Children's Environments Quarterly*, 5(3), 13-20.
27. Chawla, L. (1999). Life paths into effective environmental action. *The Journal of Environmental Education*, 31, 15-26. doi:10.1080/00958969909598628
28. Chawla, L. (2001). Significant life experiences revisited once again: Response to vol. 5(4) "five critical commentaries on significant life experience research in environmental education." *Environmental Education Research*, 7(4), 451-461. doi:10.1080/13504620120081313
29. Corcoran, P. B. (1999). Formative influences in the lives of environmental educators in the United States. *Environmental Education Research*, 5(2), 207-220. doi:10.1080/1350462990050207
30. Crowe, R. M., & Horn, R. C. (1967). The meaning of risk. *The Journal of Risk and Insurance*, 34(3), 459-474. doi:10.2307/250861
31. Daniels, D. P., Krosnick, J. A., Tichy, M. P., & Tompson, T. (2012). Public opinion on environmental policy in the United States. In M. E. Kraft & S. Kamieniecki (Eds.), *The Oxford handbook of US environmental policy* (pp. 461-486). Oxford, UK: Oxford University Press. doi:10.1093/oxfordhb/9780199744671.013.0021
32. Diener, E., Emmons, R. A., Larsen, R. J., & Griffin, S. (1985). The satisfaction with life scale. *Journal of Personality Assessment*, 49, 71-75. doi:10.1207/s15327752jpa4901_13
33. Diener, E., Gohm, C. L., Suh, E., & Oishi, S. (2000). Similarity of the relations between mari-

- tal status and subjective well-being across cultures. *Journal of Cross-Cultural Psychology*, 31(4), 419-436. doi:10.1177/0022022100031004001
34. Drews, S., & van den Bergh, J. C. J. M. (2016). What explains public support for climate policies? A review of empirical and experimental studies. *Climate Policy*, 16(7), 855-876. doi:10.1080/14693062.2015.1058240
35. Dutcher, D. D., Finley, J. C., Luloff, A. E., & Johnson, J. B. (2007). Connectivity with nature as a measure of environmental values. *Environment and Behavior*, 39(4), 474-493. doi:10.1177/0013916506298794
36. Elder, M., & Zusman, E. (2016, July). *Strengthening the linkages between air pollution and the sustainable development goals*. Retrieved February 3, 2021, from <https://www.iges.or.jp/en/pub/strengthening-linkages-between-air-pollution/en>
37. Everard, M., & Longhurst, J. W. S. (2018). Reasserting the primacy of human needs to reclaim the “lost half” of sustainable development. *Science of the Total Environment*, 621, 1243-1254. doi:10.1016/j.scitotenv.2017.10.104
38. Fairbrother, N., Janssen, P., Antony, M. M., Tucker, E., & Young, A. H. (2016). Perinatal anxiety disorder prevalence and incidence. *Journal of Affective Disorders*, 200, 148-155. doi:10.1016/j.jad.2015.12.082
39. Falk, J. H., & Needham, M. D. (2013). Factors contributing to adult knowledge of science and technology. *Journal of Research in Science Teaching*, 50(4), 431-452. doi:10.1002/tea.21080
40. Falk, J. H., Storksdieck, M., & Dierking, L. D. (2007). Investigating public science interest and understanding: Evidence for the importance of free-choice learning. *Public Understanding of Science*, 16(4), 455-469. doi:10.1177/0963662506064240
41. Fehr, E., & Fischbacher, U. (2003). The nature of human altruism. *Nature*, 425, 785-791. doi:10.1038/nature02043
42. Fenichel, M., & Schweingruber, H. A. (2010). *Learning science in informal environments: People, places, and pursuits*. Washington, DC: National Academies Press. doi:10.17226/12190
43. Fornell, C., & Larcker, D. F. (1981). Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement error. *Journal of Marketing Research*, 18(1), 39-50. doi:10.2307/3151312
44. Gabe, J. (1995). Health, medicine and risk: The need for a sociological approach. In J. Gabe (Ed.), *Medicine, health and risk: Sociological approaches* (pp. 1-17). Oxford, UK: Blackwell.
45. Giddens, A. (1991). *Modernity and self-identity: Self and society in the late modern age*. Stanford, CA: Stanford University Press.
46. Goulder, L. H., & Parry, I. W. H. (2008). Instrument choice in environmental policy. *Review of Environmental Economics and Policy*, 2(2), 152-174. doi:10.1093/reep/ren005

47. Grabau, L. J., & Ma, X. (2017). Science engagement and science achievement in the context of science instruction: A multilevel analysis of U.S. students and schools. *International Journal of Science Education*, 39(8), 1045-1068. doi:10.1080/09500693.2017.1313468
48. Gurjar, B. R., Butler, T. M., Lawrence, M. G., & Lelieveld, J. (2008). Evaluation of emissions and air quality in megacities. *Atmospheric Environment*, 42(7), 1593-606. doi:10.1016/j.atmosenv.2007.10.048
49. Gurjar, B. R., & Lelieveld, J. (2005). New directions: Megacities and global change. *Atmospheric Environment*, 39(2), 391-393. doi:10.1016/j.atmosenv.2004.11.002
50. Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., Anderson, R. E., & Tatham, R. (2006). *Multivariate data analysis* (6th ed.). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
51. Hampden-Thompson, G., & Bennett, J. (2013). Science teaching and learning activities and students' engagement in science. *International Journal of Science Education*, 35(8), 1325-1343. doi:10.1080/09500693.2011.608093
52. Hardoy, J. E., Mitlin, D., & Satterthwaite, D. (2013). *Environmental problems in an urbanizing world: Finding solutions in cities in Africa, Asia and Latin America* (2nd ed.). London, UK: Routledge. doi:10.4324/9781315071732
53. Harring, N. (2016). Reward or punish? Understanding preferences toward economic or regulatory instruments in a cross-national perspective. *Political Studies*, 64(3), 573-592. doi:10.1111/1467-9248.12209
54. Harring, N., & Jagers, S. C. (2018). Why do people accept environmental policies? The prospects of higher education and changes in norms, beliefs and policy preferences. *Environmental Education Research*, 24(6), 791-806. doi:10.1080/13504622.2017.1343281
55. Health Effects Institute. (2017). *State of global air 2017—A special report on global exposure to air pollution and its disease burden*. Boston, MA: Author.
56. Heredia, R. A. S. D., Arocena, F. L., & Gárate, J. V. (2004). Decision-making patterns, conflict styles, and self-esteem. *Psicothema*, 16, 110-116.
57. Hill, M., & Hupe, P. (2014). *Implementing public policy: An introduction to the study of operational governance*. Los Angeles, CA: Sage.
58. Howard, G. S. (1997). *Ecological psychology: Creating a more earth-friendly human nature*. Notre Dame, IN: University of Notre Dame Press.
59. Hu, L. T., & Bentler, P. M. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 6, 1-55. doi:10.1080/10705519909540118
60. Janis, I. L., & Mann, L. (1977). *Decision making: A psychological analysis of conflict, choice, and commitment*. New York, NY: The Free Press.

61. Jones, R. A. (2014). Reflecting on public engagement and science policy. *Public Understanding of Science*, 23, 27-31. doi:10.1177/0963662513482614
62. Jöreskog, K. G. (1973). A general method for estimating a linear structural equation system. In A. S. Goldberger & O. D. Duncan (Eds.), *Structural equation models in the social sciences* (pp. 85-112). New York, NY: Seminar Press.
63. Kaiser, F. G., & Fuhrer, U. (2003). Ecological behavior's dependency on different forms of knowledge. *Applied Psychology*, 52(4), 598-613. doi:10.1111/1464-0597.00153
64. Kaplan, R., & Kaplan, S. (1989). *The experience of nature: A psychological perspective*. New York, NY: Cambridge University Press.
65. Karasneh, R., Al-Azzam, S., Muflih, S., Soudah, O., Hawamdeh, S., & Khader, Y. (2021). Media's effect on shaping knowledge, awareness risk perceptions and communication practices of pandemic COVID-19 among pharmacists. *Research in Social and Administrative Pharmacy*, 17(1), 1897-1902. doi:10.1016/j.sapharm.2020.04.027
66. Kellert, S. R. (1997). *The value of life: Biological diversity and human society*. Washington, DC: Island Press.
67. 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. doi:10.1080/13504620220145401
68. Kolstø, S. D. (2006). Patterns in students' argumentation confronted with a risk-focused socio-scientific issue. *International Journal of Science Education*, 28(14), 1689-1716. doi:10.1080/09500690600560878
69. Lachapelle, E., Montpetit, É., & Gauvin, J.-P. (2014). Public perceptions of expert credibility on policy issues: The role of expert framing and political worldviews. *Policy Studies Journal*, 42(4), 674-697. doi:10.1111/psj.12073
70. Landrigan, P. J. (2017). Air pollution and health. *The Lancet Public Health*, 2. Retrieved March 21, 2021, from [https://www.thelancet.com/journals/lanpub/article/PIIS2468-2667\(16\)30023-8/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lanpub/article/PIIS2468-2667(16)30023-8/fulltext)
71. Lim, S. S., Vos, T., Flaxman, A. D., Danaei, G., Shibuya, K., Adair-Rohani, H., et al. (2012). A comparative risk assessment of burden of disease and injury attributable to 67 risk factors and risk factor clusters in 21 regions, 1990–2010: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *The Lancet*, 380(9859), 2224-2260. doi:10.1016/S0140-6736(12)61766-8
72. Lin, H.-S., Lawrenz, F., Lin, S.-F., & Hong, Z.-R. (2013). Relationships among affective factors and preferred engagement in science-related activities. *Public Understanding of Science*, 22(8), 941-954. doi:10.1177/0963662511429412
73. Liu, X., Zhu, H., Hu, Y., Feng, S., Chu, Y., Wu, Y., et al. (2016). Public's health risk awareness

- on urban air pollution in Chinese megacities: The cases of Shanghai, Wuhan and Nanchang. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 13(9), 845. doi:10.3390/ijerph13090845
74. Lode, B., Schönberger, P., & Toussaint, P. (2016). Clean air for all by 2030? Air quality in the 2030 agenda and in international law. *Review of European, Comparative & International Environmental Law*, 25, 27-38. doi:10.1111/reel.12151
 75. Longhurst, J., Barnes, J., Chatterton, T., De Vito, L., Everard, M., Hayes, E., et al. (2018). Analysing air pollution and its management through the lens of the unsustainable development goals: A review and assessment. In J. Casares, G. Passerini, J. Barnes, J. Longhurst, & G. Perillo (Eds.), *WIT transactions on ecology and the environment* (Vol. 230, pp. 3-14). Southampton, UK: WIT press. doi:10.2495/AIR180011
 76. Maller, C., Townsend, M., Pryor, A., Brown, P., & St Leger, L. (2006). Healthy nature healthy people: "Contact with nature" as an upstream health promotion intervention for populations. *Health Promotion International*, 21, 45-54. doi:10.1093/heapro/dai032
 77. Marsh, H. W., & Balla, J. (1994). Goodness of fit in confirmatory factor analysis: The effects of sample size and model parsimony. *Quality and Quantity*, 28, 185-217. doi:10.1007/BF01102761
 78. Maslow, A. H. (1943). A theory of human motivation. *Psychological Review*, 50(4), 370-396. doi:10.1037/h0054346
 79. Mayer, F. S., & Frantz, C. M. (2004). The connectedness to nature scale: A measure of individuals' feeling in community with nature. *Journal of Environmental Psychology*, 24(4), 503-515. doi:10.1016/j.jenvp.2004.10.001
 80. Miller, S. (2001). *Social action: A teleological account*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
 81. Molina, M. J., & Molina, L. T. (2004). Megacities and atmospheric pollution. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 54(6), 644-680. doi:10.1080/10473289.2004.10470936
 82. Nightingale, E., & Sandell, R. (2012). Introduction. In R. Sandell & E. Nightingale (Eds.), *Museums, equality and social justice* (pp. 1-9). London, UK: Routledge.
 83. Nisbet, E. K., & Zelenski, J. M. (2013). The NR-6: A new brief new measure of nature relatedness. *Frontiers in Psychology*, 4. Retrieved April 5, 2021, from <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2013.00813/full>
 84. Omanga, E., Ulmer, L., Berhane, Z., & Gatari, M. (2014). Industrial air pollution in rural Kenya: Community awareness, risk perception and associations between risk variables. *BMC Public Health*, 14. Retrieved April 5, 2021, from <https://bmcpublichealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/1471-2458-14-377>

85. Perrin, J. L., & Benassi, V. A. (2009). The connectedness to nature scale: A measure of emotional connection to nature? *Journal of Environmental Psychology*, 29(4), 434-440. doi:10.1016/j.jenvp.2009.03.003
86. Rasch, G. (1960). *Studies in mathematical psychology: I. Probabilistic models for some intelligence and attainment tests*. Oxford, UK: Nielsen & Lydiche.
87. Renn, O. (2004). Perception of risks. *Toxicology Letters*, 149(1-3), 405-413. doi:10.1016/j.toxlet.2003.12.051
88. Rhodes, E., Axsen, J., & Jaccard, M. (2017). Exploring citizen support for different types of climate policy. *Ecological Economics*, 137, 56-69. doi:10.1016/j.ecolecon.2017.02.027
89. Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2001). On happiness and human potentials: A review of research on hedonic and eudaimonic well-being. *Annual Review of Psychology*, 52, 141-166. doi:10.1146/annurev.psych.52.1.141
90. Satterthwaite, D. (2003). The links between poverty and the environment in urban areas of Africa, Asia, and Latin America. *The Annals of the American Academy of Political and Social Science*, 590, 73-92. doi:10.1177/0002716203257095
91. Schahn, J., & Holzer, E. (1990). Studies of individual environmental concern: The role of knowledge, gender, and background variables. *Environment and Behavior*, 22(6), 767-786. doi:10.1177/0013916590226003
92. Schultz, P. W. (2002). Inclusion with nature: The psychology of human-nature relations. In P. Schmuck & W. P. Schultz (Eds.), *Psychology of sustainable development* (pp. 61-78). Boston, MA: Springer. doi:10.1007/978-1-4615-0995-0_4
93. Schumacker, R. E., & Lomax, R. G. (2004). *A beginner's guide to structural equation modeling*. New York, NY: Psychology Press.
94. Sheldon, K. M., & Lyubomirsky, S. (2006). How to increase and sustain positive emotion: The effects of expressing gratitude and visualizing best possible selves. *The Journal of Positive Psychology*, 1, 73-82. doi:10.1080/17439760500510676
95. Smith, A. E., & Gans, W. (2015). Enhancing the characterization of epistemic uncertainties in PM_{2.5} risk analyses. *Risk Analysis*, 35(3), 361-378. doi:10.1111/risa.12236
96. Steiger, J. H. (1990). Structural model evaluation and modification: An interval estimation approach. *Multivariate Behavioral Research*, 25(2), 173-180. doi:10.1207/s15327906mbr2502_4
97. Stocklmayer, S. M., Rennie, L. J., & Gilbert, J. K. (2010). The roles of the formal and informal sectors in the provision of effective science education. *Studies in Science Education*, 46, 1-44. doi:10.1080/03057260903562284
98. Sugawara, H. M., & MacCallum, R. C. (1993). Effect of estimation method on incremental fit indexes for covariance structure models. *Applied Psychological Measurement*, 17(4), 365-377.

doi:10.1177/014662169301700405

99. Sullivan, M. (1994). *Modern social policy*. London, UK: Routledge. doi:10.4324/9781315835082
100. Tanner, T. (1980). Significant life experiences: A new research area in environmental education. *The Journal of Environmental Education*, 11(4), 20-24. doi:10.1080/00958964.1980.9941386
101. Tsai, C.-Y., Li, Y.-Y., & Cheng, Y.-Y. (2017). The relationships among adult affective factors, engagement in science, and scientific competencies. *Adult Education Quarterly*, 67, 30-47. doi:10.1177/0741713616673148
102. Tulloch, J., & Lupton, D. (2003). *Risk and everyday life*. London, UK: Sage.
103. Turner, M. C., Andersen, Z. J., Baccarelli, A., Diver, W. R., Gapstur, S. M., Pope C. A., III, et al. (2020). Outdoor air pollution and cancer: An overview of the current evidence and public health recommendations. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*, 70(6), 460-479. doi:10.3322/caac.21632
104. Valavanidis, A., Fiotakis, K., & Vlachogianni, T. (2008). Airborne particulate matter and human health: toxicological assessment and importance of size and composition of particles for oxidative damage and carcinogenic mechanisms. *Journal of Environmental Science and Health, Part C*, 26(4), 339-362. doi:10.1080/10590500802494538
105. Väliverronen, E. (1993). Science and the media: Changing relations. *Science & Technology Studies*, 6(2), 23-34. doi:10.23987/sts.55053
106. Wan, C., Shen, G. Q., & Choi, S. (2017). A review on political factors influencing public support for urban environmental policy. *Environmental Science & Policy*, 75, 70-80. doi:10.1016/j.envsci.2017.05.005
107. Wilson, E. O. (1984). *Biophilia*. Cambridge, UK: Harvard University Press.
108. World Health Organization. (2016). *WHO's urban ambient air pollution database—Update 2016*. Retrieved November 25, 2020, from https://www.who.int/airpollution/data/AAP_database_summary_results_2016_v02.pdf
109. World Health Organization. (2018). *Air pollution and child health: Prescribing clean air: Summary*. Retrieved December 11, 2020, from https://www.who.int/ceh/publications/Advance-copy-Oct24_18150_Air-Pollution-and-Child-Health-merged-compressed.pdf?ua=1
110. World Health Organization. (2020). *Ambient (outdoor) air quality and health*. Retrieved December 10, 2020, from [http://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](http://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)
111. Wynne, B. (2006). Public engagement as a means of restoring public trust in science—Hitting the notes, but missing the music? *Public Health Genomics*, 9(3), 211-220. doi:10.1159/000092659

附錄：問卷試題

一、空氣汙染防制政策支持度

- 1.加強電力設施管制(如：加嚴電力業排放標準)。
- 2.鍋爐管制(如：推動能資源整合，減少鍋爐使用)。
- 3.改善汽、機車汙染排放(如：劃設空氣品質淨區禁止或限制使用、推動企業採用環保車隊)。
- 4.淘汰二行程機車(如：以逐年遞減補助金額方式鼓勵加速淘汰)。
- 5.農業廢棄物燃排煙管制(如：二期稻作露天燃燒面積減少90%)。
- 6.餐飲油煙管制(如：增設防制設備7,000家)。
- 7.營建及堆置揚塵管制(如：空氣汙染防制設施符合率達90%)。
- 8.改變風俗習慣(如：紙錢集中焚燒數量達22,000公噸)。
- 9.推動港區汙染減量(如：運輸管制)。
- 10.提升公共運輸使用人次。
- 11.提升軌道貨運運能。
- 12.推動電動蔬果運輸車。
- 13.引進高端科技監測設備(如：美國NASA移動空品監測站)。
- 14.發展低碳城市自治條例。
- 15.燃料與電價上漲。
- 16.限電。

二、PM_{2.5}科學知識

- 1.PM_{2.5}是空氣中直徑小於2.5奈米的細懸浮微粒。
- 2.在家庭的真實環境中，市售空氣清淨機開機一小時大約能去除約70%~80%的PM_{2.5}。
- 3.南投與嘉義等較純樸的鄉鎮不需擔心PM_{2.5}超標。
- 4.PM_{2.5}是地球暖化的主要原因。
- 5.PM_{2.5}會隨著地心引力而飄落，不會在空氣中飄太久。
- 6.原生性的PM_{2.5}是由鍋爐或車輛所排放。
- 7.建物塗料或生活汙水等化學物質經過化學反應後會產生衍生性PM_{2.5}。
- 8.PM_{2.5}會吸附空氣中的有毒物質，進而對人造成傷害。
- 9.PM_{2.5}會傷害人體的呼吸系統、大腦及心血管。

10. 依據環境保護署空氣品質指數(Air Quality Index, AQI)的最高等級，PM_{2.5}的濃度在每立方公尺301微克以上。

三、科學參與

1. 閱讀書報雜誌與科學科技有關的文章(不包括學校或工作上的閱讀)。
2. 使用網路來搜尋或是瞭解科學科技有關的主題。
3. 觀賞或聆聽與科學科技有關的電視、網路影音、DVD或廣播。
4. 參觀科學相關之博物館或展覽。
5. 參加科學科技相關的社團活動(如：天文社、航空航天社等)。
6. 與家人朋友討論科學科技。

四、自然連結

1. 我休閒時最喜歡去的地方是遠離塵囂的自然環境。
2. 我經常會思考自己的行為是否會對環境造成影響。
3. 我心靈的一部分，與自然環境連結。
4. 我隨時都會注意周遭的自然環境。
5. 我認為與大自然的關係是生命中很重要的一部分。
6. 我覺得自己與地球及所有其他生物息息相關。

五、幸福感

1. 我的生活各方面都很理想。
2. 我的生活條件很好。
3. 我很滿意目前的生活。
4. 到目前為止，我想要的東西都有了。
5. 如果人生可以重來，我沒有什麼想改變的。

六、風險論點

(一)預防優先

1. 即使PM_{2.5}可能只會造成一點危害，我們也應該設法減少它的傷害。
2. 我們應該支持任何可以降低PM_{2.5}造成危害的措施。
3. 某些措施能降低PM_{2.5}的危害，即使成效不高或成本昂貴，我們也都應該支持。

(二)無法做決策

- 4.我無法得知工廠排放的汙染物質含有多少 $PM_{2.5}$ 。
- 5.環保單位與民間監測網提供的數據不同，我不知該相信誰的監測結果。
- 6.我無法得知戴口罩預防 $PM_{2.5}$ 的功效。
- 7.科學家對於分辨 $PM_{2.5}$ 的來源還沒有達到共識，使我不知如何協助改善 $PM_{2.5}$ 。

(三)風險不大

- 8.我們的生活中隨時充滿危險，所以 $PM_{2.5}$ 的議題並不需要太擔心。
9. $PM_{2.5}$ 並沒有那麼危險，畢竟不是排放廢氣的人故意要造成那些傷害。
- 10.我並不相信 $PM_{2.5}$ 真的那麼危險，宣稱 $PM_{2.5}$ 會致命的說詞有點言過其實了。

(四)利弊權衡

- 11.我需要瞭解 $PM_{2.5}$ 除了造成人體傷害之外還有什麼影響。
- 12.我支持 $PM_{2.5}$ 的防制，但我需要知道總共有哪些解決方案。
- 13.我支持 $PM_{2.5}$ 的防制，但我需要先瞭解各種防制案可能帶來的後果與影響。

(五)相對風險

- 14.只有很少的病例是因為 $PM_{2.5}$ 所造成的， $PM_{2.5}$ 致病的機率其實非常低。
- 15.我認為工廠與汽機車製造商是可以信任的，它們排放的 $PM_{2.5}$ 濃度很低。
- 16.相較之下，二手菸、塵蟎、揮發性有機物、室內的有毒氣體等都比 $PM_{2.5}$ 嚴重。

University Students' Support for Air Pollution Prevention Policy in a Public University in Southern Taiwan

Paichi Pat Shein^{1,2}, Wen-Hsiung Hsiang^{2,*}, Chi-Chen Chen³ and Che-Kai Kuo⁴

¹Aerosol Science Research Center, National Sun Yat-sen University

²Institute of Education, National Sun Yat-sen University

³College Entrance Examination Center

⁴Private Shi-Yu Senior High School

Abstract

Air pollution has become a critical hazard to people's health and quality of life. University students, as future citizens, have the right and responsibility to determine the government's future policies. This study aimed to understand university students' position on the risks of air pollution risk (relative risk, precautionary risk, uncertainty, small risk, and pros and cons) in relation to Fine Particulate Matter $\leq 2.5 \mu\text{m}$ (PM_{2.5}) scientific knowledge, scientific engagement, connectedness to nature, support for air pollution prevention, and well-being. Survey data were collected from 820 university students from various academic disciplines and were analyzed using path analysis. Findings showed that students' PM_{2.5} scientific knowledge and connectedness to nature were positively correlated to precautionary risk and negatively correlated to small risk and relative risk. When the students have more scientific knowledge and connectedness to nature, the more likely they are to take on a precautionary risk attitude toward air pollution. Students' sense of well-being was also positively correlated to their view that air pollution presents a small risk. Students' support for air pollution prevention was positively correlated to precautionary risk, PM_{2.5} scientific knowledge, and connected to nature. The study presents educational implications for promoting science and environmental education in the higher education.

Key words: Air Pollution, Air Pollution Prevention Policy, Risk Argument

* Corresponding author: Wen-Hsiung Hsiang, d086050001@g-mail.nsysu.edu.tw