

國中生空氣汙染環境素養量表之開發編製

Construction and Related Study of the Inventory of Junior High School Students' Environmental Literacy on Air Pollution

楊真真*
Chen-Chen Yang

林瓊瑤**
Chiung-Yao Lin

黃琴扉***
Chin-Fei Huang

(收件日期 107 年 10 月 8 日；接受日期 108 年 1 月 18 日)

摘要

本研究旨在開發「國中生空氣汙染環境素養量表」，期能提供後續研究以掌握國中生對空氣汙染環境現況之理解。國中生的認知表現普遍比國小學生成熟，但知識層面又不如高中生豐富，這個承先啓後的階段正是運用教育引導的重要階段；再者，國中階段的學生因為較為好動，喜歡戶外運動，因此其平均活動量比一般課室活動量大，更需要注意空氣汙染對健康的影響。然而，臺灣針對國中生空氣汙染環境素養進行多元評量的量表較少，因此本研究將針對國中生對空氣汙染的認知表現進行探討與闡述。本研究依據文獻回顧制定量表之構念與向度，並以 376 位國中生為樣本進行量表效化，經過專家審查、項目分析、因素分析、量表信、效度考驗等效化分析後，正式題目包含二大向度（空氣汙染議題環境認知、空氣汙染議題環境情意與空氣汙染議題環境行為）、10 個層面（空氣汙染源、PM2.5 對人體的危害、空氣汙染的因應措施、如何選口罩、環境倫理與關懷價值觀、環境保護責任意識、環境敏銳度、環境親身力行行動、環境法律行動、環境說服行動），共含 44 題項。本研究透過量表效化分析後顯示，整份量表具備良好的信度 (Chronbach $\alpha = .93$)，可供未來國中生空氣汙染議題相關研究之參考使用。

關鍵詞：因素分析、空氣汙染、國中生、量表

*國立高雄師範大學科學教育暨環境教育研究所碩士生

**國立高雄師範大學科學教育暨環境教育研究所博士生

***國立高雄師範大學科學教育暨環境教育研究所助理教授（通訊作者）

Abstract

The aim of this study was to develop the inventory of junior high school students' environmental literacy (cognition, affection and behavior) on air pollution, and hope this instrument could provide some contribution for the further studies. This study survey the previous researches and develop the domains of this instrument. 376 junior high school students participated in this study. After collecting the statistic data, results revealed satisfactory reliability and validity. A two-domain (cognition, affection and behavior) and ten-factor (air pollution sources, the damage of PM2.5, the adaption about air pollution, how to choose mask, environmental ethics, the recognition about environmental protection, environmental awareness, environmental action, environmental law action, environmental convince action) model with correlation among factors was identified as a good model for fitting the data. There are 44 items in this inventory. A further discussion and the implication are discussed.

Key words: Factor Analysis, Air Pollution, Junior High School Student, Inventory.

壹、研究背景與目的

隨著全球氣候變遷、環境生態改變，人們對環境議題的關注，也在近年來快速發酵，在諸多的環境議題中，與人們每天生活息息相關的就是空氣汙染主題。Clifford, Lang, Chen, Anstey, and Seaton (2016) 指出，由於人們每分每秒都必須呼吸，因此空氣汙染對於身體危害所造成的風險極高，也直接威脅人們的健康，其中最明顯的生理危害就是肺部以及呼吸道的疾病 (Andersen et al., 2015)。除此之外，Sunyer 等人 (2016) 耗時 14 個月，針對西班牙巴塞隆納地區 39 個國小共 5,019 位國小學生進行追蹤研究，其研究結果指出，學校位在空氣汙染較嚴重區域的學生認知發展較為遲緩。上述研究都指出，空氣汙染與人體健康高度相關，也對學童的認知發展有負面效應，因此，空氣汙染是學生與一般民衆都需深入了解的重要環境主題。

雖然空氣汙染主題對學生與一般民衆都很重要，但是，Rodriguez, Kohen, and Delval (2014) 針對 9 歲和 16 歲的學生進行空氣汙染認知及空氣汙染成因之研究，結果顯示 16 歲（高中）以上的學生，其系統性思考與推論已經較為成熟，對於空氣汙染的認知表現較佳，而 9 歲（國小）學生的系統性思考較不完整，認知表現也較差。換句話說，國小學生對於空氣汙染的認知不足，而高中以上的學生對空氣汙染認知則較為完善。是故，對於空氣汙染主題的教育介入應著重於高中以下的學生。然而，Rodriguez et al. 的研究也指出，國小學生的科學背景知識、表達能力等尚未成熟，因此對於空氣汙染的認知層次較低，應以提升其自我保護的行動為主。顯然值得探討的是，介於兩個年齡層之間的國中生對空氣汙染的認知表現。國中生的認知表現普遍比國小學生成熟，但知識層面又不如高中生豐富，這個承先啓後的階段正是運用教育引導的重要階段，因此本研究將針對國中生對空氣汙染的認知表現進行探討與闡述。

此外，吳明城等人 (2017) 針對國小四年級學生進行健康體適能與空氣懸浮微粒之關係研究，該研究蒐集了 169,206 位臺灣的國小學生，並進行五年追蹤研究，從國小追蹤到國中階段，結果發現室外空氣汙染物懸浮微粒濃度與學生健康體適能檢測成績確實具有相關性。Fuertes 等人 (2015) 針對 10 歲（國小階段）與 15 歲（國中階段）的學生進行空氣汙染與肺部疾病的相關研究，研究結果指出，學生如果進行一般的課室活動，空氣汙染不至於會造成學生的肺部疾病；然其研究中也提醒，國中階段的學生因為較為好動，喜歡戶外運動，因此其平均活動量比一般課室活動量大，更需要注意空氣汙染對健康的影響。簡而言之，空氣汙染對健康有影響，好動、活動量大、喜歡接觸課室外運動的國中生，對空氣汙染與自身防護之間的情意表現與行為，更值得被關注。此外，雖有 Myers, Boyes, and Stanisstreet (2004) 針對 11 至 16 歲的英國學校學生進行空氣汙染認知與態度的研究，但臺灣針對國中生的相關研究則較為缺乏。

統整上述，空氣汙染與日常生活息息相關，也對人體健康有直接的影響，是學生與一般民衆都需掌握的重要環境訊息。以教育的角度而言，國中階段的學生喜好課室外運動，且體能正在快速成長，因此可能會暴露在空氣汙染的室外環境中大量活動，增加了空

氣污染對健康危害的風險；再者，國中生的知識層面、推理能力、情意表達等認知發展均較國小學生佳，但又不如高生成熟，在體能快速發展，知識與情意層面卻尚未穩定的年齡層，極需要教育的介入，以加強國中生對空氣污染的認知，並正面提升國中生對空氣污染與自身防護的情意與行為表現。而在教育介入之前，最重要的工作便是掌握學生的先備知識與經驗。然而，目前極少研究針對國中生現階段的先備知識與經驗尚難掌握。有鑑於此，本研究的主要目的就是進行國中生空氣污染環境素養量表之編製，期能提供理論與實務上的貢獻與應用。

具體而言，本研究的研究目的為透過回顧文獻，釐清空氣污染認知、情意與行為層面的概念與內涵，藉此編製「國中生空氣污染環境素養量表」。進行相關變數的檢驗與分析，以效化量表。

根據上述之研究目的，本研究朝以下二方向開發新量表：

- 一、經過專家審查、項目分析、因素分析、量表信、效度考驗等效化分析後，正式題目包含二大向度。
- 二、透過不同因素分析方式編製具備良好信、效度的「國中生空氣污染環境素養量表」，期能提供後續研究以掌握國中生對空氣污染環境現況之理解。

貳、文獻探討

為編製合宜的「國中生空氣污染環境素養量表」，本研究將分為「空氣污染主題與十二年國教精神」、「空氣污染認知、情意與行為相關文獻分析」與「研究範圍」三部分進行探討。

一、空氣污染主題與十二年國教精神

十二年國教的內涵，是期許透過教育引導學生培養全人發展，協助學生具備基本知識、提升同理心與情意，更能習得足夠的技能與行為，強化內蘊的素養，因應環境的變遷。也因為環境與社會的快速變遷，許多當代需要被重視的議題亟需讓學生理解與探究，其中備受矚目的重要議題包含環境教育、海洋教育、性別平等教育與人權教育等（教育部，2016）。這些議題可以歸納出三項特徵，分別是「時代需要」、「受到關注」以及「跨學門」（張子超，2007；張芬芬、張嘉育，2015）。而空氣污染即是近年來環境教育議題中備受矚目的重點之一。

近年來，空氣污染日益嚴重，且其污染與人們的生活緊密相關，也影響了人們的生活品質與健康，因此具有時代需要的特性。再從全國碩博士論文網的查詢中可以發現，1989至2011年間探討與空氣污染相關的論文數量僅有13篇，而2011至2017年間則共有58篇之多，顯示近10年間空氣污染的主題確實受到大量關注。最後，空氣污染的主題包含污染成因、污染現況調查、污染與健康的關係、教育落實等相關研究，充分顯現出空氣污

染主題的探討是跨學門的綜合領域。因此，透過空氣汙染主題進行相關探討，符合十二年國教的精神，也適用於國中生的相關研究中。

此外，洪萱芳、顏瓊芬、張妤萍和洪韶君 (2016) 研究指出，學生的問題和學生關心的焦點決定了學生的學習，要讓學生主動學習，必須發展出一個協助學生連結生活經驗與課程知識的模式；而空氣汙染就是符合上述條件的重要主題之一。人們隨時隨地都要呼吸，這是每個人每天必須經歷的生活經驗，然而，人們呼吸的空氣是安全的嗎？空氣當中的哪些汙染成分對人體有害呢？如果空氣汙染非常嚴重，人們又該怎麼因應呢？這些問題都與每個人的日常生活高度相關，只要人們還需要呼吸，這些問題就會存在，也都具有探討的急迫性。空氣汙染主題的探究與教學，不僅符合國中生教育發展的需求及目標，也確實是未來人們需要面臨的環境問題。如何透過教育激發學生對空氣汙染的意識，並進行尋求問題解決的方法，是教育的職責。

二、空氣汙染環境素養相關文獻分析

Cicutto, McCullough, Crews, and Cho (2018) 研究指出，空氣是人們不可缺乏的物質，但卻很少人對每天賴以維生的空氣品質進行討論，因此 Cicutto 等人的研究主軸便聚焦於探討成人對空氣品質的敏銳度與環境素養之間的關係。該研究認為，一般成人對於空氣品質的概念十分模糊，對於空氣品質可能衍生的環境風險也不夠敏感，整體而言，其空氣議題中的環境素養並不足夠，而該研究也顯現「探討與提升民衆對空氣汙染環境素養的議題」，是十分迫切需要的。

以教育的角度而言，國中階段在知識、態度、體能及行為上，均屬於承先啓後的階段，是透過教育強化其空氣汙染環境認知、態度與行為極重要的時期，然而，近年來的國內外文獻中，針對空氣汙染環境素養進行探討的較多聚焦於大學生或成人 (Cicutto et al., 2018; Lloyd-Strovas, Christine, & Tom, 2018)，僅有少數國外研究針對中小學生進行探討 (Myers et al., 2010)，因此針對臺灣中學生空氣汙染環境素養之相關研究，值得被重視；而開發檢測量表，提供具有信、效度的工具，對開展相關研究確實具有重要的幫助。

Disinger and Roth (1992) 將環境素養界定為環境知識、技能、情意與行為四大層面。從 1992 年至今，在理論定義的發展過程中，多數學者認同技能是行為的能力，行為則是技能的展現，因此兩者可以合而為一。是故，環境素養的定義逐步被界定為包含環境認知、環境情意與環境行為三大面向 (陳優瑾 2015；楊冠政，2003；Shamuganathan & Karpudewan, 2017)。有鑑於此，本研究定義的素養，也環繞在認知、情意與行為三向度。

在空氣汙染認知方面，世界衛生組織 (World Health Organization [WHO], 2015) 對空氣汙染的定義是指藉由化學、物理或生物物質改變空氣的自然特性，而對室內或室外環境所造成的空氣汙染物；而行政院環境保護署 (2016a) 的定義則指出，空氣汙染是存在於大氣中一種或多種以上的汙染物，如：氣體、霧氣、落塵、煙霧、蒸氣、煙煙或霧霾等，其存在的含量、活性與持續時間，將會危害人體及動、植物之生命。統整而言，人們對空氣汙染的認知可以分為對空氣汙染源的認識，以及空氣汙染對人體的危害。

其中，細懸浮微粒 (PM2.5) 是近年來備受矚目的空氣污染源，所謂的 PM，是指空氣中漂浮的粒狀污染物稱為懸浮微粒 (Suspended Particulate Matter, PM)，而其微粒是以微米 (10^{-6} 公尺即萬分之一公分，英文單位縮寫為 μm) 做為粒徑 (懸浮微粒的粒子直徑) 大小單位，簡言之，PM2.5 意指漂浮在空氣中，直徑不大於 2.5 微米的懸浮粒子。PM2.5 會攜帶空氣中的重金屬、戴奧辛等有毒物質隨著人體的呼吸系統而被吸入人體氣管、支氣管，到達肺泡，甚至可穿透肺泡 (WHO, 2014)，並直接進入人體血管中隨著血液循環全身 (行政院環保署, 2016b)，是一種會直接影響人體健康的無形殺手 (世界銀行, 2015)。可見，細懸浮微粒 (PM2.5) 對人體的危害極大，但卻是近年來才逐漸被認識。基於細懸浮微粒 (PM2.5) 是較新的空氣污染相關名詞，因此本研究將於量表中增加 PM2.5 與人體危害之相關問題。此外，周儒 (2000) 研究指出，在認知層次中，學生的環境素養展現在「能夠去維護環境品質，並提升生活品質」。換句話說，面臨空氣污染，學生應具備環境與生活的因應措施與保護措施，除了提升環境保護外，也能提升自身的健康。因此，國中生空氣污染的因應措施與生活中的保護措施也將列入空氣污染認知向度中。

接著，在情意向度面上，林素華 (2011) 指出，學生對環境的情意展現在環境價值觀與環境關懷上。梁世武、劉湘瑤、蔡慧敏和方偉達 (2013) 也強調，環境倫理與價值觀是人們環境情意的重要內涵。廖慧婕 (2007) 提及，現代公民對環境議題的敏感度就是其內在情意的外顯化，當人們對於環境議題敏銳重視，就表示人們將情感意識付諸於此。北美環境教育學會 (North American Association for Environmental Education [NAAEE], 2011) 也提到，當人們有較多的環境情意時，較願意表達負責任的環境意識。由此可見，「環境倫理、關懷與價值觀」、「環境保護責任意識」以及「環境敏銳度」是環境情意向度的重要環節。本研究以上述為基礎，將空氣污染情意向度區分為「空氣污染主題環境倫理、關懷與價值觀」、「空氣污染主題環境保護責任意識」以及「空氣污染主題環境敏銳度」。

最後，在行為向度中，楊冠政 (1993) 認為，民衆是否親身力行、主動參與，是環境行為的重要指標。黃重仁 (2014) 則指出，民衆能否依照法律規範落實行動，甚至主動了解環境相關法律規定，則可視為深層的環境行為。NAAEE (2011)、黃重仁 (2014) 與陳優瑾 (2015) 均提到，當民衆願意說服他人共同保護環境，即為環境行為的落實。綜上所述，環境行為可以區分為「親身力行行動」、「法律行動」與「說服行動」。

整合而言，環境素養在各時期的內涵與詮釋各有不同，但基本上，環境素養的內涵可分為知識、情意、技能、行為四個面向，而 Roth (1992) 則提出環境素養的發展可分為名詞性、功能性、操作型的環境素養三個階段。國內外有許多學者，雖針對環境素養的內涵進行多元詮釋，但仍以環境認知、情意與技能為大方向進行解讀，例如：楊冠政 (1993) 指出，環境素養可由認知、情意、技能再細分為六大領域，其中，認知可細分為環境敏感度與環境知識，情意則分為環境態度和價值觀，以及個人投入與責任感，技能則可細分為技能及主動參與。高翠霞 (2005) 指出，環境素養包含對自然、人為環境的覺知、對自然系統和生態觀念的知識、了解目前環境議題的範圍，以至於能運用調查、批判性思考、撰寫和溝通能力 (認知層次)，以及對環境的態度與價值觀 (情意層次)，去解決環境問題

(技能層次)。NAAEE (2011) 也提及，環境素養可分為知識、環境意向及態度、綜合技能與負責任的環境行為等。陳優瑾 (2015) 也將環境素養從認知、情意、技能三大層面，再細分為知識、情意（環境覺知與敏感度及環境倫理價值觀）、技能及行為。整體而言，雖然文獻中對於環境素養的內涵進行深入的區分與詮釋，但對環境素養定義的主軸仍緊扣環境認知、情意與技能三大面向，因此本研究量表採用之向度也區分為認知、情意與行為三向度。

依照上述文獻彙整，本研究環境素養的定義指的是空氣汙染環境素養為空氣汙染環境認知、空氣汙染環境情意，以及空氣汙染環境行為。

(一) 空氣汙染環境認知：

指關於空氣汙染的知識，包含空氣汙染源、PM2.5 對人體的危害、空氣汙染的因應措施、如何選口罩等這四個方面的知識。

(二) 空氣汙染環境情意：

指學生對於空氣汙染在環境倫理關懷與價值觀、保護責任意識、環境的敏銳度等環境情意。

(三) 空氣汙染環境行為：

指學生在日常生活中為了解決空氣汙染問題，運用親身力行行動、法律行動、說服行動等方面的環境行為。

本研究也將上述三項援引為空氣汙染行為之概念。彙整環境素養與空氣汙染之整體文獻回顧後，本研究將量表向度、層面與題數說明如表 1。

表 1. 本研究「空氣汙染環境素養量表」之向度、層面與參考來源說明表

向 度	層 面	參考來源
空氣汙染 主題認知 向度	1.空氣汙染源（對環境的認識） 2. PM2.5對人體的危害 （此環境與人體的相關性） 3.空氣汙染的因應措施（因應措施） 4. 生活中的保護措施（生活應用）	1.WHO (2015)、行政院環保署(2016a)、The World Bank (2015)、周儒(2000) 2.2016年臺中市政府環保局編製的環保常識試題題庫及《十二年國民基本教育課程綱要》（由於該試題與空氣汙染高度相關，且為整合十二年國教之公開題庫，具參考價值）
空氣汙染 主題情意 與行為向 度	1.空氣汙染主題環境倫理、關懷與價值觀 2.空氣汙染主題環境保護責任意識 3.空氣汙染主題環境敏銳度 4.親身力行行動 5.法律行動 6.說服行動	林素華(2011)、梁世武等人(2013)、NAAEE (2011)、楊冠政(1993)、黃重仁(2014)、陳優瑾(2015)

一、研究範圍

雖然空氣汙染的成分與定義涵蓋廣泛，但是國中生的科學背景知識有限，爲了符合國中學生適合討論的程度，因此，本研究所指的空氣汙染僅包含國中生在生活中普遍見到的霧霾、交通工具排放之煙霧、工廠排出的有害物質及最近常聽到的細懸浮微粒 PM2.5 等，若非國中生每天所常見於生活周遭的空氣汙染，如突發性氣爆、工廠化學物質引發氣體爆炸、毒氣外洩等特殊情況，皆不在此研究討論範圍內，也不列入本研究量表設計之範疇。

參、研究方法

本研究的主要目標是編製國中生適用的「國中生空氣汙染環境素養量表」，爲了建立量表的信、效度，以驗證性因素分析來進行量表結構的交叉驗證 (cross-validation)，並進行相關變項的檢驗。以下進行研究方法說明。

一、研究對象

由於高雄地區空氣汙染感受深刻，因此本研究以高雄地區爲主，從高雄市區中挑選三所學校，採用立意取樣，選取 386 名國中生（男生 197 名占 51.1%，女生 189 名占 48.9%，平均年齡 13.6 歲）爲研究對象，進行量表結構與項目品質檢測。預試題本回收後，除了詳加檢閱填答者的作答情形，蒐集填答者對於題目的意見之外，亦進行廢卷處理，將空白問卷或過多題目未填答者的問卷予以淘汰，共計淘汰 10 份無效問卷，有效問卷共 376 份。爲了建立量表的信、效度，以驗證性因素分析來進行量表結構的交叉驗證，並進行相關變項的檢驗。

二、量表編製歷程

本研究根據文獻回顧相關分析與空氣汙染的本質概念，擬訂而成「國中生空氣汙染環境素養量表」，其向度共包含「空氣汙染主題認知向度」、「空氣汙染主題情意與行爲向度」二向度，其中，「空氣汙染主題認知向度」涵蓋四個層面，共 45 題、「空氣汙染主題情意與行爲向度」涵蓋六個層面，共 62 題。整份量表合計共 107 題。

「空氣汙染主題認知向度」測驗爲選擇題形式，每題皆有四個選項，須從中選擇一個正確答案，計分方式爲：選出正確答案者得 1 分，選出錯誤答案或無作答者則得 0 分；而「空氣汙染主題情意與行爲向度」的測驗，則採李克特氏 (Likert) 五點量表計分方式，量表中的題目依照所敘述的內容而有不同的計分方式，依序爲「完全不符合」(1 分)、「不太符合」(2 分)、「還算符合」(3 分)、「大部分符合」(4 分)、「完全符合」(5 分) 等五個選項。因本研究期盼量表內的文句，在環境情意與行爲上具有正向引導作用，因此無反向題設計。

三、內容效度檢驗

本研究初擬之「國中生空氣汙染環境素養量表」共 107 題。初擬試題完成後，聘請三位環境教育專家針對本量表題目之意義性、代表性、切題性與語句流暢度進行量表審題，以檢定內容效度。專家意見回收後，根據三位環境教育專家（如表 2）所提供之勾選資料與修正意見進行整理，並進行量表题目的篩選與修正，本研究依照專家建議進行不適當題目之刪除，共刪除 23 題，經內容效度檢驗後保留 84 題進行施測。

表 2. 專家效度審核名單

專家	專 長	現任職位
A	環境教育、環境永續發展	大學環教相關系所助理教授（空氣汙染研究專長、量表編製專長）
B	環境教育、環境管理	大學環教相關系所助理教授（環境教育領域研究專長、教育領域專長）
C	課程與教學	某國中自然科專任教師（中學自然科任教 30 年、中學自然與健體教育專長）

預試量表施測委請施測班級之各班導師協助施測，施測時間為 40 分鐘，經過預試檢驗發現所有學生均可於時間內完成施測。

四、資料分析

本研究採用三大向度中，「空氣汙染主題認知向度」測驗為選擇題形式，計分方式只有答對（1 分）與答錯（0 分）兩種計分方式。因此，依據之前針對國中生對空氣汙染之環境認知測驗題目，使用 Tester for Windows 程式進行測驗工具分析，以便了解每道試題的難度 (difficulty)、鑑別度 (discrimination) 和誘答力 (distraction)，並採用庫李信度 KR20 進行量表信度檢測（如表 3）。而「空氣汙染主題情意與行為向度」則採李克特氏五點量表計分方式，因應其計分方式，資料分析採用 SPSS 22.0 進行探索性因素分析與 Cronbach's α 信度分析。

最後，邱皓政 (2000) 指出，探索性因素分析 (Exploratory Factor Analysis, EFA) 是檢驗量表構念效度的重要途徑，因此本研究也參考邱皓政之分析方法，利用 SPSS 的主軸因子 (principal axis factors) 萃取法，以特徵值大於 1 來決定具有意義的因素，並以陡坡檢驗來評估各因素的存在狀況，接著進行直交轉軸以萃取出因素，斜交轉軸以探討因素之間的相關情形（邱皓政，2000）。

表 3. 「環境認知測驗」難度、鑑別度、誘發力表

題 目	難度	鑑別度	無誘發力
1. 下列何者是產生沙塵暴的主要原因？(A) 種植樹木 (B) 沙漠化 (C) 颱風 (D) 空氣汙染	0.82	0.31	高 1.3
2. 下列何者是屬於固定汙染源？(A) 柴油火車 (B) 工廠煙囪 (C) 船舶 (D) 飛機	0.84	0.19	高 3
3. 廚房油煙所產生的粒狀汙染物主要含有下列何種物質？(A) 硫氧化物 (B) 碳氫化合物 (C) 氮氧化物 (D) 氟化物	0.50	0.38	
4. 空氣汙染物下列哪一項不屬於粒狀汙染物？(A) 油煙 (B) 懸浮微粒 (C) 有機溶劑 (D) 金屬煙煙	0.64	0.57	
5. 哪一項不屬於室內空氣汙染源？(A) 抽菸 (B) 建材 (C) 裝潢材料 (D) 燈具	0.61	0.23	
6. 造成臺灣都市空氣品質變得更糟的主要來源？(A) 露營野餐 (B) 農家產生的炊煙 (C) 工廠及汽機車的廢氣 (D) 學校實驗室	0.81	0.35	高 1.2
7. 下列哪個是代表空氣品質良好的 AQI 指數？(A)0-50 (B)51-100 (C)101-200 (D)300 以上	0.63	0.51	
8. 下列哪一項是我們常見的室內空氣汙染？(A) 視機的塗料 (B) 油漆 (C) 冷氣排放的氣體 (D) 內植物排放的氣體	0.49	0.34	
9. 辦公室臭氧 (O ₃) 的生成主要來源為何種物品？(A) 冷氣機 (B) 飲水機 (C) 電腦 (D) 雷射印表機	0.25	0.11	
10. 空氣汙染的主要來源是？(A) 工廠排放廢氣 (B) 汽機車排放廢氣 (C) 家庭油煙 (D) 以上皆是	0.73	0.45	高 3
11. 下列哪一項會增加最多空氣汙染？(A) 走路上學 (B) 搭乘捷運 (C) 烹飪時少油、少鹽 (D) 露天焚燒垃圾	0.82	0.35	高 1.2.3
12. 汽車會排放出什麼氣體造成空氣汙染？(A) 水蒸氣 (B) 氮氧化物 (C) 氧氣 (D) 氮氣	0.71	0.52	高 1.3
13. 下列哪種汙染物會形成酸雨？(A) 汽機車排放的廢氣 (B) 工廠排放的廢氣 (C) 燃燒煤炭所排出的汙染物 (D) 以上都是	0.74	0.52	高 1.2.3
14. 下列哪一項空氣汙染源不屬於人為汙染？(A) 畜牧惡臭 (B) 火山灰 (C) 工廠煙囪排放 (D) 交通汙染源	0.72	0.53	高 3.4
15. 機車定期檢驗主要是針對哪兩種空氣汙染物？(A) 懸浮微粒及硫氧化物 (B) 氮氧化物及鉛 (C) 一氧化碳及碳氫化合物 (D) 懸浮固體及氨氮	0.32	0.01	
16. 下列哪些環境議題與空氣汙染有關？(A) 臭氧層的破壞 (B) 溫室效應 (C) 酸雨 (D) 以上皆是	0.70	0.48	

表 3. 「環境認知測驗」難度、鑑別度、誘發力表 (續)

題 目	難度	鑑別度	無誘發力
17. 火力發電對環境造成的主要影響為何？(A) 增加放射性物質 (B) 改變水庫生態 (C) 排放溫水造成魚蝦死亡 (D) 增加空氣污染	0.66	0.62	高 2
18. 酸雨是哪一種污染所造成的？(A) 水污染 (B) 空氣污染 (C) 噪音污染 (D) 垃圾污染	0.69	0.48	高 4
19. 下列有關空氣污染的敘述，哪一項是不正確的？(A) 使用環保冷媒可降低臭氧層的破壞 (B) 形成酸雨的主要原因是燃燒化石燃料 (C) 燃燒塑膠製品會產生有毒氣體 (D) 二手菸造成的空氣污染對人體的影響不大	0.62	0.69	高 3
20. 辦公大樓室內空氣污染最大原因是？(A) 人員出入複雜 (B) 設置天井 (C) 不適當的空調通風系統 (D) 冷氣外洩	0.64	0.56	
21. 下列何者錯誤？(A) PM2.5 可由鼻腔去除 (B) 懸浮微粒進入肺部，會依不同顆粒大小及化學性質對人體產生不同影響 (C) PM2.5 易附著戴奧辛、多環芳香烴及重金屬等有害物質 (D) PM2.5 長期吸入可能會引起過敏、氣喘、肺氣腫、肺癌、心血管疾病。	0.63	0.66	
22. 下列何種物質屬於空氣中的「懸浮微粒」？(A) 花粉 (B) 水氣 (C) 氧氣 (D) 氟氯碳化物	0.37	0.07	
23. 空氣污染對植物帶來下列哪一種影響？(A) 降低光合作用 (B) 細胞生長速率提高 (C) 缺少水分 (D) 葉綠素量增加	0.66	0.57	高 4
24. 下列常見的室內空氣污染物及其對健康的影響何者錯誤？(A) 石棉：矽肺病 (B) 生物來源污染物：過敏、刺激呼吸道、傳染病 (C) 甲醛：刺激皮膚、眼睛、鼻子和咽喉 (D) 一氧化碳：視力及記憶力減退、不規律的心跳、噁心、精神錯亂、死亡	0.28	0.17	
25. 現在政府推行使用「無鉛汽油」，最有助於改善哪一項公害？(A) 放射線污染 (B) 水源污染 (C) 噪音污染 (D) 空氣污染	0.68	0.54	
26. 電動車可對環境帶來哪項正面的影響？(A) 振興經濟 (B) 降低油價 (C) 節省能源 (D) 減少污染	0.61	0.65	高 1.2
27. 禁止露天燃燒，主要是為了防治？(A) 土壤污染 (B) 空氣污染 (C) 噪音污染 (D) 水污染	0.67	0.64	高 3.4
28. 防制空氣污染的作法，下列何者正確？(A) 定期保養汽機車 (B) 在家門口吸菸 (C) 在窗口打板擦 (D) 在鄉下燃燒廢輪胎，不要在都市內燒	0.67	0.65	高 2.3
29. 下列哪些行為有助於減少空氣污染？(A) 開老爺車 (B) 搭大眾運輸 (減少開車) (C) 燒金紙 (D) 用氟氯碳化物 (CFCs)	0.66	0.66	高 1.3

表 3. 「環境認知測驗」難度、鑑別度、誘發力表 (續)

題 目	難度	鑑別度	無誘發力
30. 政府可以經由下列哪種措施來降低空氣汙染？ (A) 興建垃圾掩埋場 (B) 強制購買購物袋 (C) 汽機車定期排氣檢測 (D) 騎機車強制戴安全帽	0.68	0.64	高 1.2.4
31. 有關減少二氧化碳排放量的行為，以下敘述何者錯誤？ (A) 使用具有節能標章認證的產品與設備 (B) 關閉家中或辦公室沒有正在使用電器的電源 (C) 調高冷氣的設定溫度 (D) 選用能源效率比值 (EER) 愈低的設備。	0.51	0.61	
32. 對空氣品質淨化區定義下列何者正確？ (A) 利用微生物生理的特性有效淨化空氣品質 (B) 係指任何地區以種植植物綠化為主或設置其他相關的設施（例如簡易步道、環境解說設施），以達到改善空氣品質之目的 (C) 小花蔓澤蘭等外來種也可種植於空品淨化區 (D) 空品淨化區主要目的為改善空氣品質，因此，不建議人為進入休憩以免產生破壞。	0.40	0.53	
33. 下列何種方法可以減少汽機車所排放的廢氣汙染？ (A) 使用國外進口車 (B) 改善油品品質 (C) 使用二行程機車代替四行程機車 (D) 打開車內空調。	0.56	0.57	高 1.4
34. 若看見校園懸掛紅色空品旗，代表空氣品質不良，那應該怎麼做？ (A) 減少戶外活動 (B) 在戶外時，加強個人防護措施（如：口罩） (C) 適度關閉門窗 (D) 以上皆是	0.65	0.63	高 3
35. 如何減少沙塵暴的發生？ (A) 少用氟氯碳化物 (B) 多種樹木 (C) 增加畜養牲畜量 (D) 多清潔家園。	0.66	0.54	
36. 關於「空氣汙染的防治與解決方法」，下列作法那一項不正確？ (A) 開發替代能源，減少石油的使用 (B) 由政府機關制定辦法就好，人民不用配合 (C) 實施汙染管制措施，減少汙染源產生 (D) 加強民衆環境教育及環保宣導	0.65	0.66	高 1.4
37. 口罩的功能不能提供有效的保護是哪一項？ (A) 保暖 (B) 降低飛沫傳染 (C) 過濾空氣中較大粒狀汙染物 (D) PM2.5	0.53	0.62	高 2
38. 下列哪一種口罩可吸附有機氣體、惡臭分子及毒性粉塵？ (A) 活性碳口罩 (B) 外科口罩 (C) 紗布口罩 (D) N95 口罩	0.50	0.42	高 2.3
39. 下列哪一種口罩適用有感冒發燒咳嗽等有呼吸道症狀時、前往醫院、電影院等不通風之場所時使用？ (A) 活性碳口罩 (B) 外科口罩 (C) 紗布口罩 (D) N95 口罩	0.26	0.04	
40. 下列哪一種口罩可阻擋 95% 以上次微米顆粒，呼吸阻抗較高，不適合一般民衆長時間佩帶，且應避免重複使用？ (A) 活性碳口罩 (B) 外科口罩 (C) 紗布口罩 (D) N95 口罩	0.51	0.61	

肆、研究結果與討論

本研究量表總題數共 84 題，選取預試樣本 376 位，進行探索性因素分析。

一、「國中生空氣汙染主題認知向度」測驗

(一)「國中生空氣汙染環境素養量表」中，認知向度之測驗難度與鑑別度檢驗

本研究開發「國中生空氣汙染環境素養量表」之認知向度測驗題目，依照文獻回顧與彙整區分為四個層面、40 個題目。根據描述統計指標的內部一致性係數 .91，表示本向度為優良的測驗題目。此外，本研究依照余民寧 (2006) 的統計標準說明，將鑑別度指數 D 在 0.20 ~ 0.29 較差的第 2、9、15、22、24、39 題予以刪除。再者，本研究再依照 Ahmanan and Glock (1981) 的統計標準說明，將難度指數 p 值高於 .7 的第 9、15、22、24、39 題與 p 值低於 .4 的第 1、2、6、10、11、12、13、14 題予以刪除。最後，於誘答力的分析中，研究者刪除的題目包含第 1、6、11、12、13、14、17、18、19、26、27、28、29、30、33、36、38 題等低誘發性題目，其餘的題目是誘發力較強的題目，皆予以保留。

本研究綜合以上分析結果，保留四個層面（空氣汙染源、PM2.5 對人體的危害、空氣汙染的因應措施、如何選口罩），共 17 題項（如表 4），做為「國中生空氣汙染環境素養量表」中正式的認知測驗題目，經信度分析後，庫李信度 $KR20$ 達 .905，顯示本向度測驗具有良好信度。

表 4. 「國中生空氣汙染環境素養量表」之認知向度正式測驗題目

向 度	層 面	題 幹
空氣汙染議題環境認知 (選擇題模式)	空氣汙染源	1. 廚房油煙所產生的粒狀汙染物主要含有下列何種物質？(A) 硫氧化物 (B) 碳氫化合物 (C) 氮氧化物 (D) 氟化物 2. 空氣汙染物下列哪一項不屬於粒狀汙染物？(A) 油煙 (B) 懸浮微粒 (C) 有機溶劑 (D) 金屬燻煙 3. 哪一項不屬於室內空氣汙染源？(A) 抽菸 (B) 建材 (C) 裝潢材料 (D) 燈具 4. 下列哪個是代表空氣品質良好的 AQI 指數？(A) 0~50 (B) 51~100 (C) 101~200 (D) 300 以上 5. 下列哪一項是我們常見的室內空氣汙染？(A) 電視機的塗料 (B) 油漆 (C) 冷氣排放的氣體 (D) 室內植物排放的氣體 6. 下列哪些環境議題與空氣汙染有關？(A) 臭氧層的破壞 (B) 溫室效應 (C) 酸雨 (D) 以上皆是 7. 辦公大樓室內空氣汙染最大原因是？(A) 人員出入複雜 (B) 設置天井 (C) 不適當的空調通風系統 (D) 冷氣外洩

表 4. 「國中生空氣汙染環境素養量表」之認知向度正式測驗題目（續）

向 度	層 面	題 幹
空氣汙染議題環境認知 (選擇題模式)	PM2.5對人體的危害	8. 下列何者錯誤？(A)PM2.5可由鼻腔去除 (B)懸浮微粒進入肺部，會依不同顆粒大小及化學性質對人體產生不同影響 (C)PM2.5易附著戴奧辛、多環芳香烴及重金屬等有害物質 (D)PM2.5長期吸入可能會引起過敏、氣喘、肺氣腫、肺癌、心血管疾病
	空氣汙染的因應措施	9. 下列常見的室內空氣汙染物及其對健康的影響何者錯誤？(A)石棉：矽肺病 (B)生物來源汙染物：過敏、刺激呼吸道、傳染病 (C)甲醛：刺激皮膚、眼睛、鼻子和咽喉 (D)一氧化碳：視力及記憶力減退、不規律的心跳、噁心、精神錯亂、死亡
	如何選口罩	10. 現在政府推行使用「無鉛汽油」，最有助於改善哪一項公害？(A)放射線汙染 (B)水源汙染 (C)噪音汙染 (D)空氣汙染
		11. 有關減少二氧化碳排放量的行為，以下敘述何者錯誤？(A)使用具有節能標章認證的產品與設備 (B)關閉家中或辦公室沒有正在使用電器的電源 (C)調高冷氣的設定溫度 (D)選用能源效率比值(EER)愈低的設備
		12. 對空氣品質淨化區定義下列何者正確？(A)利用微生物生理的特性有效淨化空氣品質 (B)係指任何地區以種植植物綠化為主或設置其他相關的設施（例如簡易步道、環境解說設施），以達到改善空氣品質之目的 (C)小花蔓澤蘭等外來種也可種植於空品淨化區 (D)空品淨化區主要目的為改善空氣品質，因此，不建議人為進入休憩以免產生破壞
		13. 如何減少沙塵暴的發生？(A)少用氟氯碳化物 (B)多種樹木 (C)增加畜養牲畜量 (D)多清潔家園
		14. 下列哪一種口罩適用有感冒發燒咳嗽等有呼吸道症狀時、前往醫院、電影院等不通風之場所時使用？(A)活性碳口罩 (B)外科口罩 (C)紗布口罩 (D) N95口罩
		15. 下列哪一種口罩可阻擋95%以上次微米顆粒，呼吸阻抗較高，不適合一般民衆長時間佩帶，且應避免重複使用？(A)活性碳口罩 (B)外科口罩 (C)紗布口罩 (D)N95口罩

二、「國中生空氣汙染環境素養量表」中，情意與行為向度分析

(一) 項目分析

「國中生空氣汙染環境素養量表」中，情意與行為向度題目共有 44 題，針對 376 位研究對象填答資料進行項目分析，包含計算遺漏值的百分比、各題的平均數和偏態係數，另

外針對極端組進行獨立樣本 t 考驗，並計算修正後題目與總分之積差相關和刪除該題後的 α 係數，以上述七項指標檢驗量表中每道題目的不良指標數，評判題目是否予以刪除或保留。

就偏態係數而言，各題的偏態係數在 -1.11 至 0.84 之間，偏態係數的絕對值高於 1 時，則該題即可能是不良指標的題目 (Noar, 2003)，本研究依照此標準刪除原始編號第 6、13、15 三題。再者，本研究將 376 名受試者依填答得分進行極端值 t 檢定 (涂金堂, 2012)，由統計結果可知，除了編號 7、9 這二題 $p > .05$ ，其餘各題的均達顯著性均為 $p < .001$ 。各題修正後題目與量表總分之積差相關係數除了原始編號第 1、3、5、7、8、9、13 題這七題外，其餘相關係數均大於 .30 (涂金堂, 2012)。

綜合上述分析及討論，此量表的 44 道題目在「遺漏值」、「平均數」、「極端組 t 檢定」和「刪除該題後的 α 係數」此四項評判指標上，符合優良題目的標準。而在「偏態係數」分析中的不良指標為第 6、13、15 題；在「極端組 t 檢定」分析中的不良指標為第 7、9 題；在「各題修正後題目與量表總分之積差相關係數」分析中的不良指標為第 1、3、5、7、8、9、13 題，未達本量表之嚴謹度。綜合以上結論，刪除不良指標數量的第 1、3、5、6、7、8、9、13、15 題等 9 道題目，其餘 35 道題目皆予以保留。

(二) 探索性因素分析

本研究承接上述剩餘之 35 道題目，針對 376 位研究對象填答資料進行探索性因素分析，採用「主成分分析」(principle components analysis) 萃取方式。本量表主成分分析萃取方式所得之 KMO 與 Bartlett 檢定摘要為 .92，可列為非常好的數值 (Kaiser, 1974)，顯示所蒐集的資料很適合進行因素分析。而 Bartlett 球形檢定的近似卡方分配為 7081.03，自由度為 595，顯著性 $p < .001$ ，拒絕積差相關係數矩陣是單元矩陣之虛無假設，代表此 35 道題目所形成的積差相關矩陣不是單元矩陣，適合進行探索性因素分析。以下針對探索性因素分析結果進行說明：

1. 由解說變異量表格資料可知，前六項特徵值皆大於 1，第一個至第六個因素平方和負荷量分別為 10.47、5.23、1.60、1.52、1.31、1.17，可解釋題目總變異量分別為 29.92%、14.96%、4.56%、4.33%、3.74%、3.34%，前六個因素平方和負荷量合計可解釋題目總變異量的 60.86%。然而，從因素陡坡圖中可以看出，第六個特徵值至第 35 個特徵值呈現一條緩坡，故由陡坡圖判讀應萃取六個因素。綜合上述討論考量，本分析採取特徵值大於 1 及陡坡圖的建議，決定選取六個因素較為適合。
2. 採直交轉軸方式，進行探索性因素分析：由解說變異量（採用直交轉軸的最大變異數）表格資料可知，第一個至第六個因素平方和負荷量分別為 10.04、4.80、1.16、1.07、.88、.69，可解釋題目總變異量分別為 28.68%、13.73%、3.32%、3.07%、2.51%、1.97%，前六個因素平方和負荷量合計可解釋題目總變異量的 53.27%。從轉軸後的因子矩陣中的統計結果和涂金堂 (2012) 所提出判斷題目歸屬因素的原則可知，第 2、23 題負荷量均小於 .40，第 41 題有二個因素負荷量均大於 .40，屬於不良

題目，應刪除。其餘題目皆只有一個因素負荷量均大於 .40，且有歸因向度。刪除第 2、23、41 題這三題不良題目後，第二次重新進行因素的轉軸，改採用直交轉軸的最大變異數，獲得指定六個因素的因素分析。

3. 採斜交轉軸方式，進行探索性因素分析：從主軸因子萃取法經轉軸後的因子矩陣中各題的樣式係數大小可判斷各題應歸屬的因素。第一個因素「環境倫理關懷與價值觀」層面，因素負荷量為 .56 至 .81，共同性大小為 .35 至 .67；第二個因素「說服行動」層面，因素負荷量為 .48 至 .79，共同性大小為 .30 至 .68；第三個因素「環境保護責任意識」層面，因素負荷量為 .55 至 .67，共同性大小為 .55 至 .62；第四個因素「親身力行行動」層面，這三題因素負荷量為 .46 至 .70，共同性大小為 .45 至 .66；第五個因素「環境敏銳度」層面，因素負荷量為 .58 至 .80，共同性大小為 .52 至 .73；第六個因素「法律行動」層面，因素負荷量為 .55 至 .65，共同性大小為 .53 至 .68。

表 5. 「國中生空氣汙染環境素養量表」情意與行為向度因素矩陣

題號	題目	因素					
		1	2	3	4	5	6
11	我認為應多植樹淨化空氣品質	.81					
21	我認為空氣汙染與工廠的過度開發息息相關	.77					
12	我覺得應多宣導防治空氣汙染的重要性	.77					
18	在地居民的反汙染抗爭運動，應該被政府所重視	.76					
20	空氣汙染造成許多國家出現氣候異常，應該受到政府與人民的重視	.75					
19	我們對任何環境區域的開發造成的空氣汙染，都應尊重當地居民生存或居住的權利	.74					
22	政府應規劃工廠空氣品質綠化條例，讓其能永續負荷的環境	.73					
10	我認為人類汙染了空氣，會讓子孫們受到危害	.67					
14	我願意多花點時間關心空氣汙染，盡一己之力	.67					
16	我認為《蒙特婁議定書》(Montreal Protocol) 管制破壞臭氧層物質，要求氟氯碳化物在 2000 年前全部停用，儘可能迅速廢除海龍的使用許可，同時擬定防止地球溫室效應惡化是必要的措施。	.61					
4	我覺得汽、機車排放的廢氣與空氣汙染息息相關	.60					
17	我認為發展電動汽、機車，有助於改善空氣汙染	.56					

表 5. 「國中生空氣汙染環境素養量表」情意與行為向度因素矩陣（續）

題號	題目	因素					
		1	2	3	4	5	6
31	我會向別人宣導空氣汙染防治的重要性		.79				
30	我會勸導別人一起做好垃圾分類與資源回收的工作		.78				
32	我會宣導「共乘」的觀念保護環境		.77				
29	每當看見有人任意焚燒垃圾時，我會規勸他們勿汙染空氣		.68				
33	我會多植樹淨化空氣品質		.60				
43	當周遭環境、設施或政策有任何違反空氣汙染防制原則時，我會透過大人協助，經由法律途徑提出申訴		.58				
28	我會勸導家人用「心誠」取代焚香拜拜		.48				
26	我會愛惜資源，對於可重複使用的塑膠袋不隨便丟棄			.67			
27	我會盡量自備購物袋出門購物			.65			
25	我會做好垃圾分類，減少垃圾焚燒量			.58			
24	當教室或房間無人使用時，我會隨手關掉電源			.55			
39	我會拒絕到使用保麗龍餐具的餐飲店用餐				.70		
40	我會拒絕購買過度包裝的商品				.60		
38	我會優先購買低汙染，可回收再利用的商品（如：充電電池）				.51		
37	我會用野餐方式取代烤肉活動				.46		
35	當空氣汙染嚴重時，我會待在室內少外出活動					.80	
36	當學校掛出紫爆旗幟時，我願意在教室不去操場上體育課					.58	
34	當空氣品質不良，出門時我會戴口罩					.58	
42	我會支持《空氣汙染防制法》的實施						.65
44	我會傾向支持空氣汙染防制有益的國家法令						.55

註：擷取方法：主體軸係數。轉軸方法：具有 Kaiser 正規化的斜交轉軸法。

經由因素分析得出六個因素後，對照因素內部的題目意涵，將各因素命名如下：

1. 「情意的倫理關懷與價值觀」：意指對空氣汙染現況所表達之環境情意關懷與價值觀，共有 12 題，如「我認為人類汙染了空氣，會讓子孫們受到危害」、「在地居民的反汙染抗爭運動，應該被政府所重視」等。

2. 「行為的說服行動」：意即運用能力所及，起而行地說服他人關心空氣污染之環境問題與現況，共有七題，如「我會勸導家人用『心誠』取代焚香拜拜」、「每當看見有人任意焚燒垃圾時，我會規勸他們勿污染空氣」。
3. 「情意的保護責任意識」：意指對空氣污染環境保護之意識與責任感等環境情意，共有四題，如「當教室或房間無人使用時，我會隨手關掉電源」、「我會愛惜資源，對於可重複使用的塑膠袋不隨便丟棄」。
4. 「行為的親身力行行動」：意指對空氣污染環境保護之親身行動，共有四題，如「我會優先購買低污染，可回收再利用的商品（如：充電電池）」、「我會拒絕購買過度包裝的商品」。
5. 「情意的敏銳度」：意指對空氣污染現況覺察敏銳度與自我保護敏銳度，共有三題，如「當空氣品質不良，出門時我會帶口罩」、「當學校掛出紫爆旗幟時，我會願意在教室不去操場上體育課」。
6. 「行為的法律行動」：意指對空氣污染相關法律實施之支持度，共有兩題，如「我會支持《空氣污染防制法》的實施」、「我會傾向支持空氣污染防制有益的國家法令」。

（三）正式量表驗證性因素分析

根據上述探索性因素分析的 32 題因素結構模式，本研究再以 AMOS 21.0 進行驗證性因素分析。根據 Kline (2005) 建議，偏態指數絕對值高於 3，表示有極端偏態情形；峰度指數絕對值高於 8，顯示有嚴重峰度問題。統計結果顯示，32 題的偏態指數介於 -.984 至 .127，峰度指數介於 -1.046 至 .335，顯示此 32 題並未違反常態分配基本假定。

驗證性因素分析模式是否適切，Bagozzi and Yi (1988) 建議，應同時考量初步適配 (preliminary fit criteria)、整體模式適配 (overall model fit)、模式內在結構適配 (fit of internal structural of model) 等三個部分。

1. 初步適配情形

統計結果沒有負的變異數，亦沒有高過 1 的積差相關係數，顯示初步適配情形良好。

2. 整體適配情形

模式整體適配部分，本研究根據 Jackson, Gillaspay, and Purc-Stephenson (2009) 建議，採取卡方考驗（含卡方值與 p 值）、CFI、RMSEA、TLI 與 GFI 等分析結果摘要（如表 5），就整體適配而言，本量表 32 題的「情意、行為向度量表」之驗證性因素分析模式屬良好適配（如表 6）。

表 6. 「國中生空氣污染環境素養量表」情意與行為向度，各測量模式適配情形

模 式	χ^2	χ^2/df	CFI	RMSEA	TLI
六個相關因素模式	1015.04 ($p < .001$)	2.26	.91	.06	.90
評判標準	$p > .05$	$1 < \chi^2/df < 2$	$> .90$	$< .08$	$> .90$

(四) 信度分析

本研究針對上述刪減後的 32 題進行 α 係數信度分析和其 95% 信賴區間，以及針對各分量表估算 α 係數和其 95% 信賴區間（如表 7）。

表 7. 「國中生空氣汙染環境素養量表」中，情意與行為向度探索性因素分析結果

因素命名	問 卷 題 號	α 係數	95% 信賴區間		題數
			下界	上界	
情意的倫理關懷與價值觀	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12	.93	.91	.94	12
行為的說服行動	17, 18, 19, 20, 21, 22, 31	.83	.80	.85	4
情意的保護責任意識	13, 14, 15, 16	.75	.70	.79	3
行為的親身力行行動	26, 27, 28, 29	.82	.79	.85	4
情意的敏銳度	23, 24, 25	.78	.73	.82	2
行為的法律行動	30, 32	.88	.85	.89	7
總量表		.93	.92	.94	32

三、小結

本研究透過量表向度與細項的逐題編製、專家審查、因素分析等信、效度檢驗，研擬「國中生空氣汙染環境素養量表」，其總量表信度達 Chronbach $\alpha = .93$ ；該量表主要貢獻是能提供一份效化後的良好研究工具，協助未來研究者進行評估檢測，開展相關研究。Sunyer et al. (2016) 指出，空氣汙染是全球每個人都必須重視的議題；其中，國中生在認知、態度與行為的表現上，均屬於半成熟期，是塑造素養的重要階段，因此是環境教育介入十分關鍵的時期。然而，國內外同時針對「臺灣」、「國中生」、「空氣汙染」、「環境素養」四主軸進行探討的研究卻不多。

Cicutto et al. (2018) 的研究主軸雖然聚焦於探討空氣品質的敏銳度與環境素養之間的關係，然而，其研究對象為一般成人，並非中學生。而 Lloyd-Strovas et al. (2018) 的研究則是針對大學生進行環境素養量表，對象非中學生，且未針對空氣汙染進行深度探討。在國外文獻中 Rodriguez et al. (2014)、Sunyer et al. (2016) 都逐步重視中學生空氣汙染相關議題，但均未針對環境素養與相關量表開發有所著墨。更少有研究以臺灣環境為基礎，針對臺灣中學生進行空氣汙染環境素養相關議題探究。綜合上述，本研究聚焦於國中生空氣汙染環境素養主題，進行研究工具之編製開發，對未來相關研究將有理論與實務上的助益。

伍、研究結論與建議

空氣污染與日常生活密切相關，國中生喜好課室外運動，且體能正在快速成長，若經常暴露在空氣污染的室外環境中大量活動，則空氣污染對其健康將可能造成極大危害；再者，國中生的知識層面、推理能力、情意表達等認知發展均較國小學生佳，但又不如高中生成熟，極需要教育的介入，然目前極少研究針對國中生空氣污染認知、情意與行為表現進行量表開發，因此本研究的主要目的就是進行國中生空氣污染環境素養量表之編製，期能提供理論與實務上的貢獻與應用。

經過 376 位國中生的預試，運用項目分析、因素分析、量表信、效度考驗等效化分析後，正式題目包含三大向度、十二個層面，共含 44 題項（如表 8），且整份量表具有良好的信、效度；本研究施測時間為 40 分鐘，經過預試檢驗發現所有學生均可於時間內完成施測。

表 8. 本研究開發之「國中生空氣污染環境素養量表」內容

向 度	層 面	題 幹
空氣污染 議題環境 認知（選 擇題模 式）	空氣污染 源	1. 廚房油煙所產生的粒狀污染物主要含有下列何種物質？(A) 硫化物 (B) 碳氫化合物 (C) 氮氧化物 (D) 氟化物 2. 空氣污染物下列哪一項不屬於粒狀污染物？(A) 油煙 (B) 懸浮微粒 (C) 有機溶劑 (D) 金屬煙煙 3. 哪一項不屬於室內空氣污染源？(A) 抽菸 (B) 建材 (C) 裝潢材料 (D) 燈具 4. 下列哪個是代表空氣品質良好的AQI 指數？(A) 0~50 (B) 51~100 (C) 101~200 (D) 300以上 5. 下列哪一項是我們常見的室內空氣污染？(A) 電視機的塗料 (B) 油漆 (C) 冷氣排放的氣體 (D) 室內植物排放的氣體 6. 下列哪些環境議題與空氣污染有關？(A) 臭氧層的破壞 (B) 溫室效應 (C) 酸雨 (D) 以上皆是 7. 辦公大樓室內空氣污染最大原因是？(A) 人員出入複雜 (B) 設置天井 (C) 不適當的空調通風系統 (D) 冷氣外洩
	PM2.5 對 人體的危 害	8. 下列何者錯誤？(A) PM2.5 可由鼻腔去除 (B) 懸浮微粒進入肺部，會依不同顆粒大小及化學性質對人體產生不同影響 (C) PM2.5 易附著戴奧辛、多環芳香烴及重金屬等有害物質 (D) PM2.5 長期吸入可能會引起過敏、氣喘、肺氣腫、肺癌、心血管疾病 9. 下列常見的室內空氣污染物及其對健康的影響何者錯誤？(A) 石棉：矽肺病 (B) 生物來源污染物：過敏、刺激呼吸道、傳染病 (C) 甲醛：刺激皮膚、眼睛、鼻子和咽喉 (D) 一氧化碳：視力及記憶力減退、不規律的心跳、噁心、精神錯亂、死亡

表 8. 本研究開發之「國中生空氣汙染環境素養量表」內容（續）

向 度	層 面	題 幹
空氣汙染 議題環境 認知（選 擇題模 式）	空氣汙染 的因應措 施	10. 現在政府推行使用「無鉛汽油」，最有助於改善哪一項公害？ (A)放射線汙染 (B)水源汙染 (C)噪音汙染 (D)空氣汙染
		11. 有關減少二氧化碳排放量的行為，以下敘述何者錯誤？ (A)使用具有節能標章認證的產品與設備 (B)關閉家中或辦公室沒有正在使用電器的電源 (C)調高冷氣的設定溫度 (D)選用能源效率比值(EER)愈低的設備
		12. 對空氣品質淨化區定義下列何者正確？ (A)利用微生物生理的特性有效淨化空氣品質 (B)係指任何地區以種植植物綠化為主或設置其他相關的設施（例如簡易步道、環境解說設施），以達到改善空氣品質之目的 (C)小花蔓澤蘭等外來種也可種植於空品淨化區 (D) 品淨化區主要目的為改善空氣品質，因此，不建議人為進入休憩以免產生破壞
		13. 如何減少沙塵暴的發生？ (A)少用氟氯碳化物 (B)多種樹木 (C)增加畜養牲畜量 (D)多清潔家園
如何選口 罩		14. 下列哪一種口罩適用有感冒發燒咳嗽等有呼吸道症狀時、前往醫院、電影院等不通風之場所時使用？ (A) 活性碳口罩 (B) 外科口罩 (C) 紗布口罩 (D)N95 口罩
		15. 下列哪一種口罩可阻擋 95% 以上次微米顆粒，呼吸阻抗較高，不適合一般民眾長時間佩帶，且應避免重複使用？ (A) 活性碳口罩 (B) 外科口罩 (C) 紗布口罩 (D)N95 口罩
空氣汙染 議題環境 情意、行 為 (Likert 五點量 表)	環境倫理 與關懷與 價值觀	16. 我覺得汽、機車排放的廢氣與空氣汙染息息相關
		17. 我認為人類汙染了空氣，會讓子孫們受到危害
		18. 我認為應多植樹淨化空氣品質
		19. 我覺得應多宣導防治空氣汙染的重要性
		20. 我願意多花點時間關心空氣汙染問題議題，盡一己之力
		21. 我認為發展電動汽、機車，有助於改善空氣汙染
		22. 在地居民的反汙染抗爭運動，應該被政府所重視
		23. 我們對任何環境區域的開發造成的空氣汙染，都應尊重當地居民生存或居住的權利
		24. 空氣汙染造成許多國家出現氣候異常，應該受到政府與人民的重視
		25. 我認為空氣汙染與工廠的過度開發息息相關
		26. 政府應規劃工廠空氣品質綠化條例，讓其能永續負荷的環境

表 8. 本研究開發之「國中生空氣汙染環境素養量表」內容（續）

向 度	層 面	題 幹
空氣汙染 議題環境 情意、行 為 (Likert 五點量 表)	環境保護	27. 當教室或房間無人使用時，我會隨手關掉電源
	責任意識	28. 我會愛惜資源，對於可重複使用的塑膠袋不隨便丟棄
		29. 我會盡量自備購物袋出門購物
環境敏銳 度		30. 當空氣品質不良，出門時我會帶口罩
		31. 當空氣汙染嚴重時，我會待在室內少外出活動
		32. 當學校掛出紫爆旗幟時，我會願意在教室不去操場上體育課
環境親身 力行行動		33. 我會用野餐方式取代烤肉活動
		34. 我會優先購買低汙染，可回收再利用的商品（如：充電電池）
		35. 我會拒絕到使用保麗龍餐具的餐飲店用餐
環境法律 行動		36. 我會拒絕購買過度包裝的商品
		37. 我會支持《空氣汙染防制法》的實施
		38. 我會傾向支持空氣汙染防制有益的國家法令
環境說服 行動		39. 我會勸導家人用「心誠」取代焚香拜拜
		40. 每當看見有人任意焚燒垃圾時，我會規勸他們勿汙染空氣
		41. 我會向別人宣導空氣汙染防治的重要性
		42. 我會宣導「共乘」的觀念，保護環境
		43. 我會多植樹淨化空氣品質
	44. 當周遭環境、設施或政策有任何違反空氣汙染防制原則時，我會透過大人協助，經由法律途徑提出申訴	

本研究之研究對象為國中生，鑑於教育是向下扎根、向上發展的百年大計，因此開發國中生適宜之空氣汙染環境素養量表，將對於開展相關研究有所助益。本研究基於研究結果，提出未來建議與相關研究限制。

在研究建議方面，本研究透過研究發現，具體建議後續研究可運用本工具開展臺灣不同地區國中生空氣汙染環境素養之表現。此外，也建議未來研究擴大範圍針對不同學齡層開發適用之量表，以探索不同年齡層對空氣汙染環境素養之表現。

在研究限制部分，本研究主要場域限定為高雄地區，其研究對象具有區域特性，因此研究結果若要進行廣泛推論，宜考量不同地區之屬性與民情，斟酌參考。

參考文獻

一、中文部分

- 世界銀行 (2015, 6 月 17 日)。新版《綠色數據手冊》描繪驚人污染狀況。查詢日期：2016 年 12 月 6 日，檢自 <http://www.shihang.org/zh/news/feature/2015/06/16/new-little-green-data-bookpaints-striking-picture-of-pollution>
- 行政院環境保護署 (2016a)。即時空氣汙染指標【空氣品質監測網】。取自 <http://taqm.epa.gov.tw/taqm/tw/PsiMap.aspx>。
- 行政院環保署 (2016b)。空氣品質改善維護資訊網。2016 年 11 月 25 日，取自 http://air.epa.gov.tw/Public/suspended_particles.aspx#t6
- 余民寧 (2011)。教育測驗與評量。台北：心理。
- 吳明城、何健章、甘乃文、謝鎮偉、陳儷勻、李柏甫 (2017)。學生健康體適能與空氣懸浮微粒之空間關聯分析：以臺灣地區生態相關研究為例。體育學報，50(S)，19-31。
- 林素華 (2011)。99 年度中小學師生環境素養檢測及調查。臺北市：教育部環保小組。
- 邱皓政 (2000)。社會與行為科學的量化研究與統計分析。臺北市：五南。
- 洪萱芳、顏瓊芬、張妤萍、洪韶君 (2016)。以偏鄉國小為場域之地方本位環境課程省思。科學教育學刊，24(3)，299-331。
- 周儒 (2000)。行動研究與教師環境教育能力之發展。台灣教育，589，22-28。
- 涂金堂 (2012)。SPSS 與量化研究。臺北市：五南。
- 涂金堂 (2016)。量表編製與 SPSS。臺北市：五南。
- 高翠霞 (2005)。環境教育指標評量策略整合研究—環境素養指標內涵與評鑑 (NSC93-2511-S-133-001)。臺北市：行政院國家科學委員會。
- 張子超 (2007)。建構政府部門環境教育指標之研究。環境教育研究，4(2)，1-21。
- 張芬芬、張嘉育 (2015)。十二年國教「議題融入課程」規劃芻議。臺灣教育評論月刊，4(3)，26-33。
- 教育部 (2016)。十二年國民基本教育課程綱要總綱。臺北市：作者。
- 梁世武、劉湘瑤、蔡慧敏、方偉達 (2013)。「環境教育能力指標暨全民環境素養調查專案工作計畫」成果報告書 (EPA-100-EA11-03-A264)。臺北市：行政院環境保護署。
- 陳優瑾 (2015)。國小、國中、高中職學生環境素養指標建構 (未出版之碩士論文)。國立臺中教育大學，臺北市。
- 黃重仁 (2014)。生態影片融入式教學對國小學童環境認知、環境態度與環境行為之研究 (未出版之碩士論文)。國立高雄師範大學，高雄市。
- 楊冠政 (1993)。環境素養。環境教育季刊，19，2-14。
- 楊冠政 (2003)。環境教育。臺北市：明文書局。
- 廖蕙婕 (2007)。高雄市青年環境素養與學習之相關研究 (未出版之碩士論文)。國立高雄師範大學，高雄市。

二、英文部分

- Ahmanan, J. S., & Glock, M. D. (1981). *Evaluating student progress principles of tests and measurement* (6th ed.). Boston, MA: Allyn and Bacon.
- Andersen, Z. J., de Nazelle, A., Mendez, M. A., Garcia-Aymerich, J., Hertel, O., Tjønneland, A., Overvad, K., Raaschou-Nielsen, O., & Nieuwenhuijsen, M. (2015). A study of the combined effects of physical activity and air pollution on mortality in elderly urban residents: The Danish diet, cancer, and health cohort. *Environmental Health Perspectives, 123*(6), 557-563.
- Bagozzi, R. P., & Yi, Y. (1988). On the evaluation of structural equation models. *Journal of the Academy of Marketing Science, 16*(1), 74-94.
- Clifford, A., Lang, L., Chen, R., Anstey, K. J., & Seaton, A. (2016). Exposure to air pollution and cognitive functioning across the life course- A systematic literature review. *Environmental Research, 147*, 383-398.
- Cicutto, L. C., McCullough, M., Crews, K., & Chou, S. H. (2018). Exploring environmental literacy in community: preferences for data display and messaging of air quality data. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine, 197*, A1926.
- Disinger, J. F., & Roth, C. E. (1992). Environmental education research news. *The Environmentalist, 12*, 165-168.
- Fuertes, E., Bracher, J., Flexeder, C., Markevych, I., Klumper, C., Hoffmann, B., Kramer, U., von Berg, A., Bauer, C. P., Koletzko, S., Berdel, D., Heinrich, J., & Schulz, H. (2015). Long-term air pollution exposure and lung function in 15 year-old adolescents living in an urban and rural area in Germany: The GINplus and LISApplus cohorts. *International Journal of Hygiene and Environmental Health, 218*(7), 656-665.
- Jackson, D., Gillaspay, J., & Purc-Stephenson, R. (2009). Reporting practices in confirmatory factor analysis: An overview and some recommendations. *Psychological Methods, 14*, 6-23.
- Myers, G., Boyes, E., & Stanisstreet, M. (2010). School students' ideas about air pollution: Knowledge and attitudes. *Research in Science & Technological Education, 22*(2), 133-152.
- Kaiser, H. F. (1974). An index of factorial simplicity. *Psychometrika, 39*, 31-36.
- Kline, T. J. B. (2005). *Psychological testing- A practical approach to design and evaluation*. London, UK: Sage.
- Lloyd-Strovas, J., Christine, M., & Tom, A. (2018). Environmental literacy of undergraduate college students: Development of the environmental literacy instrument. *School Science and Mathematics, 118*(3-4), 84-92.

- North American Association for Environment Education. (2011). *Developing a framework for assessing environmental literacy*. Retrieved from <http://www.naaee.net/framework>
- Noar, S. M. (2003). The role of structural equation modeling in scale development. *Structural Equation Modeling, 10*(4), 622-647.
- Rodriguez, M., Kohen, R., & Delval, J. (2014). Children's and adolescents' thoughts on pollution: Cognitive abilities required to understand environmental systems. *Environmental Education Research, 21*(1), 76-91.
- Roth, C. E. (1992). *Environmental literacy: Its roots, evolution, and directions in the 1990s*. Columbus, Ohio:ERIC/CSMEE.
- Shamuganathan, S., & Karpudewan, M. (2017). Science writing heuristics embedded in green chemistry: A tool to nurture environmental literacy among pre-university students. *Chemistry Education Research and Practice, 18*, 386-396.
- Sunyer, J., Esnaola, M., Alvarez-Pedrerol, M., Forns, J., Rivas, I., Lopez-Vicente, M., Suades-Fonzalez, E., Foraster, M., Garcia-Esteban, R., Basagana, X., Viana, M., Cirach, M., Moreno, T., Alastuey, A., Sebastian-Galles, M., Nieuwenhuijsen, M., & Querol, X. (2016). Association between traffic-related air pollution in schools and cognitive development in primary school children: a prospective cohort study. *PLoS Med.* Retrieved from <http://journals.plos.org/plosmedicine/article?id=10.1371/journal.pmed.1001792>
- World Health Organization. (2014). *Ambient(outdoor) air quality and health*. Geneva, Switzerland: World Health Organization Media Centre.
- World Health Organization. (2015). *World health assembly closes, passing resolution on air pollution and epilepsy*. Geneva, Switzerland: World Health Organization Media Centre.