

台灣空污治理的挑戰

反空污行動凸顯的未竟知識*

施佳良**、杜文苓***

收稿日期：2018年2月2日

接受日期：2018年10月30日

* DOI:10.6164/JNDS.201906_19(1).0001

** 國立政治大學公共行政系博士後研究員，E-mail: Shih0218@nccu.edu.tw。

*** 國立政治大學公共行政系教授，E-mail: wtu@nccu.edu.tw。

摘 要

空氣污染問題複雜，一向被視為有高知識門檻的專業。要掌握空氣品質狀況所需釐清的政策知識，包含了排放源頭的污染物質，排放之後地形、風向以及擴散媒介的各項模擬，以及最末端的受體暴露與影響狀況。雖然空污對人體危害看似一個確定的知識，但從資訊、知識到政策決策之間的連接，似乎仍存在著重重阻礙。在此脈絡下，本文從空污相關知識產製課題與環境民主治理之研究視角出發，檢視台灣自 2010 年至 2016 年七年間的反空污倡議行動所帶出的幾個重要空污爭議，如何促使空污風險意識從陌生到廣為人知，從而推進政府空污治理策略與修法的腳步。透過分析民間所掌握空氣污染的確定與不確定知識，本文討論在反空污行動中的問題建構，以及相關資訊需求與應用，進一步釐清既有空污資訊與知識生產的侷限，直指國家空污治理在資訊生產層次上的改進方向。

關鍵詞：空氣污染、環境知識生產、科技風險、環境治理、公民行動

壹、前言

台灣空氣污染問題近年來受到社會高度關注，隨著資訊與新聞的傳播，民眾已經意識到氤氳非雲霧，靄靄是霧霾。過去，有關霧霾議題模糊地被界定在境外霾害的傳輸影響，但 2010 年國光石化開發案環境影響評估審查期間的公民抗爭行動，間接醞釀出許多與產業或官方評估有顯著差異的科學性證據論述，搬上公共決策的舞台上與開發業者抗衡。其中最重要的影響之一，是空氣污染與健康風險、壽命受損之間的關係引發許多討論爭議，本土污染源的貢獻度開始受到關注。而造成霧霾效應的細懸浮微粒（PM2.5）規範標準，更在社會高度的期待下，終於在 2012 年訂定。

不過，增訂一項空污規範標準並不代表空氣品質的改善。事實上，中南部地區發生「紫／紅爆」空氣品質惡化情況現象，成為秋冬時期的常態，全民反空污大遊行已是司空見慣。民眾反空污行動的怒吼，似乎反映了空污管制效能不彰的困境。籠罩在霧濛濛的天空下，一些公民團體除了倡議空氣污染對於人體健康的危害，對於高科技、石化專區的擴廠開發計畫更是抗議不斷，要求政府必須更謹慎地檢視相關計畫的環境影響，並正視區域間不平均的空污分布與空氣品質改善問題。一些社區居民更採取積極的自救行動，透過升起校園空污旗、或組成社區空污自救會進行推廣演講，要求政府揭露更即時、更完整的空氣品質數據。

在此脈絡下，本文從空污相關知識產製課題與環境民主治理之研究視角出發，檢視台灣自 2010 年至 2016 年七年間的反空污倡議行動所帶出的幾個重要空污爭議，如何促使空污風險意識從陌生到廣為人知，從而推進政府空污治理策略與修法的腳步。在此問題意識下，我們探討關心空污的民間團體，掌握哪些環境資訊觸動了社會的風險覺知，進一步促成了政府哪些方面的改善措施或研究投資？而這些行動

凸顯了既有環境資訊對於空污問題的釐清與爭議解決上，有哪些困難與限制？

在研究方法上，本文採深度訪談與次級資料分析，以中部和南部的反空汙運動及主要政策倡議為軸線。在次級資料蒐集上，運用關鍵字查詢，蒐集 2010 年至 2016 年間空污爭議相關剪報資料。也進入環保署網站，蒐集空污政策相關會議之記錄、研究報告，並進一步搜尋相關議題之政府（如行政院與地方）公告回應。此外，也針對此討論主題相關之民間團體刊物，包含機關通訊、新聞稿與調查報告進行分析整理。在第一手田野資料的蒐集分析上，本文鎖定議題相關的運動者與專家學者，透過深度訪談，提供我們於二手資料中無法解釋之行動背後的思想，瞭解其對體制回應與環境知識生產的問題與看法。本文引用訪談資料，主要來自於 2016 年 8 月至 2017 年 7 月間科技部支持之計畫執行，在此研究計畫架構下共訪問了包含地方居民、環保運動者、專家學者、政府官員等 16 人次。但根據本文問題意識屬性，內容證據邏輯性的討論，最後只引用 4 人的訪談資料（如表 1），其他資料則於不同的討論主題文章中陸續提出發表。聚焦於分析民間所掌握空氣污染的確定與不確定知識，本文將探討反空污行動的問題建構，以及相關資訊與知識的需求與應用，釐清既有空污資訊與知識生產的侷限，從而促進國家空污治理在資訊生產層次上的改善。

表 1 受訪者名單

受訪者代碼	受訪者背景
受訪者 M	環保團體幹部
受訪者 H	環保團體幹部
受訪者 L	大氣模擬專家
受訪者 T	健康風險專家

貳、空污管制的科學不確定性與環境治理

一、空污的複雜性與科學不確定性

空氣污染物是一組有共同或交互混雜污染來源或是相同的前驅物。在經過共同的大氣物理與化學反應後，對周圍環境生態體系與人體會產生許多的負面影響，如刺鼻臭味、能見度下降、物質腐蝕、農作物損害、人體健康危害、氣候變遷等各種負面效應。政府若要進行有效的空污管制，需要擁有空污現況的資訊、判斷品質與介入時機的規範標準。而不論是生產資訊或制訂標準，甚至包括空氣良窳界線劃分定義與操作化等，科學知識的運用都是重要的基石。例如，在歐洲地區推動的「臨界負荷量 (critical loads)」管制概念，或美國法律規範的涵容量 (assimilative capacity) 概念，都是一種科學評估途徑或推估方法，來評價單一污染物或多數污染複合物對於環境生態、人體健康以及地區內可以承受來自外部或內部之最大污染負荷量。而相關科學數據的生產，則是問題評估與空氣品質測量不可或缺的要素 (Jackson, 1986: 198; Pleijel and Lidskog, 2011)。

雖然科學技術標準與生產數據資訊是空污管制的重要環節，但是要掌握空氣污染物的資訊卻是十分不易。由於空氣污染物多具有長期運輸 (long-range) 不滅的特性，且其擴散受到大氣狀態的影響甚大，因此對於空氣污染與其對健康、環境危害資訊的掌握，常面臨空間、時間不同尺度測量，而有風險暴露差異的問題。即使在一特定空間範圍中，其風險暴露也會根據與污染源的距離、季節、一天不同的時間、空間或科學工具的測量，而產生不同數值。單一污染物經由空氣傳播下的光化學反應，也容易衍生、擴散成其他具有危害性的污染物，如揮發性有機化合物 (Volatile Organic Compounds/VOCs) 即是細懸浮微粒 (PM_{2.5}) 的重要前驅物。

除了已知的空氣污染物測量資訊不盡穩定外，空氣污染中仍有許多難以掌握「該做而未做的科學知識 (undone science)」，使目前的科學知識對空氣污染物合成效應的風險評估仍所知有限 (Hidy *et al.*, 2011)。這些資訊與知識上的限制，也使空污管制相關決策面臨許多的科學不確定性 (uncertainty)。這種不確定性源自於風險評估中相關科學資訊或數據的不足，致使決策者難以準確評估相關不良影響與後果。而此概念有別於強調難以辨識潛在影響因素與特定不良反應之間的因果關係之複雜性 (Complexity)；也有別於著重是否存在不良影響或風險是否可接受的詮釋上意義模糊性 (Ambiguity) (van Asselt *et al.*, 2011: 234)。Bachmann (2007: 653) 在回顧美國空氣品質管理的歷史，即指出美國空氣品質管理的特色，需要大量的技術或科學資訊，建立效果為基礎的環境空氣目標 (effects-based ambient targets)，測量關鍵污染物，盤存來源和排放量，開發和估計替代控制方案的成本，以及預測和評估結果等，但以上每個過程都具有高度不確定性。而空氣品質管理的有效性，取決於對空氣污染問題特性以及多重領域在此議題上的瞭解、技術與承諾程度。

空污管制科學與公共健康和環境風險息息相關，但受到科學不確定性的影響，管制政策中常會面對預測排放值、實際檢驗值，甚至感知經驗值之間的落差，決策中如何使用科學則備受爭議。如同 Jasanoff (1990) 所注意到，管制科學作為輔助政策制訂相關的技術與工具，不同於一般所認知的實驗室科學，需要提供包括評估、篩選、分析、預測等工作服務，以協助決策者評估相關風險，因此重視將既有知識建構與管制工具進行整合。事實上，面對空污問題，管制機關很難只運用實驗室的模擬科學來排除各種變因，來準確地預估空氣污染對於人體、生態體系的風險。如何善用管制科學成果，進而排序出個別污染物的暴露濃度風險，並考量出合理的行政與社會成本來進行管制行為，更是決策機構的挑戰。

瞭解空污問題的複雜性，以及科學知識掌握的有限性，這類決策顯然應重視複合污染物的空氣品質管理（multipollutant air quality management），並釐清污染物是否對於人體有潛在的風險影響。美國早期的清潔空氣法實施，除了明確指出控制有害空氣汙染、保護與改善野地能見度、遏止耗盡平流層化學物品使用等之外，也指出定位及控制排放重要汙染物、辨識重要暴露、風險及不確定性等困難，因而強調整合公衛健康、空氣品質監測、生態環境調查與源頭控制技術等相關科學領域，來精進空污治理。不過，如何制定適切標準降低空污危害、追蹤低濃度污染物的健康影響、回應污染分配的環境正義課題、以及拉近交通運輸排放在監測、預測與控制層面的鴻溝等仍充滿挑戰（National Research Council, 2004: 15-16）。而這些既有科學技術尚難以克服的問題，也使得管制機構必須研發新的方法論來精進對空污影響的掌握。

二、精進環境知識生產：公民行動的意義與提醒

理解空污問題的複雜性、以及科學知識掌握的有限性、一些研究強調，空污相關的治理計畫，需要跨領域互動、協商。歐洲地面臭氧（ground-level ozone）管制的研究即指出，空污相關法律規範的形塑，往往是科學、社會以及環境三個領域持續不斷地協商互動的結果。管制法規的界線訂定，逐漸變成決策過程內科學家與政治利益者溝通的介面，並成為決策過程中科學與政治的緩衝地帶。當政策決策者有成本效益或其他政治性考量時，或是對於科學有與時俱進的理解，決策者與科學家就會相互交涉。這個過程促使歐洲管制臭氧法規科學評估方法論，從簡單毒物暴露濃度、累積濃度到以流量評估的方式來檢驗農作物地面臭氧，以釐清其負面效應（Pleijel and Lidskog, 2011）。

當代的環境治理也發展出更包容更多元的決策模式，讓更多常民知識進場，打開科學知識與風險決策的黑盒子（Fischer, 2009）。在

Wynne (1991)的經典研究中，英國 Cumbria 區的牧羊人對於車諾堡核災輻射塵的對當地所帶來的影響認識，展現出與核能專家截然不同的問題界定與知識。這些牧羊人雖非具有核能背景，但他們對在地情況的深刻認識與瞭解，卻能夠在某些方面掌握比科學家更為複雜完整的資訊。例如，輻射塵如何可能透過草進入羊體，再進入人們餐桌當中，在這些當地具體影響的認識上，核能專家未必瞭解得更多。這類脈絡性知識的認識與理解，對於風險決策常有關鍵性的影響。因此，科技與社會研究 (Science, Technology and Society/STS) 等理論，強調公民參與環境治理的重要性。蓋理解到環境風險決策相關的知識生產，並無法脫離專業、個人以及機構的偏見，相關知識也不可能完美與完整。一些研究者因而強調，具有爭議性的科技政策須建立在公共討論的基礎上，以避免決策偏差 (Wynne, 2003; 周桂田, 2005)。

從上述政策知識需求層面觀之，重視公民行動背後欲凸顯之問題，有助於決策機構擺脫狹隘的科學專業偏見，而能從更寬廣的角度，檢視不同論辯後面的價值體系與權力關係，從而增進公眾與科學社群的建設性對話 (Douglas, 2005; Fischer, 2009)，修正科技主義工具理性的盲點 (Barber and Bartlett, 2005)，並發展解決實質問題的能力。誠如一些研究指出，依學科領域劃分的專家，有時僅能掌握自身領域的部分專業知識，在分工更為細緻專業化的年代，使得不少專家在跨越其領域以外之處，都成為外行人。也因此，唯有重視知識的多元性，鼓勵跨越不同知識型態、疆界的藩籬，讓廣大的利害關係人可以參與相關資料蒐集分析與環境爭議解決機制的選擇，才能較為有效解決環境風險爭議 (Nowotny et al., 2001; Corburn, 2005)。Jasanoff (2005: 255) 強調「公民認識論」(civic epistemology)，認為公民對於風險問題的界定和建構，有不可或缺的文化性角色，並構成環境治理的重要基礎。她更進一步指出，加強審議途徑與公民參與，來提升、改善當今風險治理能力與文化，已非「該不該」的問題，而是「如何做」的問題。

而改變研究方法，包括關照問題框架、注重曝險程度與分配的社經面向，以及將解決問題鑲嵌於社會與機構集體學習的過程，將是增強科學責信、改善公共治理的新起點（Jasanoff, 2012: 178-179）。

值得注意的是，包容多元的參與評估途徑，並不代表摒棄科學評估。尤其今日的環境風險問題日趨複雜，政府組織體制不斷地進行專業分工與重組，從政策規劃到執行，乃至標準設定，無不期望透過理性客觀的科學資料分析，來協助解決具有重大爭議性的公共問題。也因此，運用於管制政策制度的科學知識—管制科學，需要提供包括評估、篩選、分析等工作服務，並向管制行政的決策者提供預測，協助決策者評估相關風險（Jasanoff, 1990）。但這樣的工作無法只依賴聚焦於「已知」而忽略「未知」的傳統科學評估或成本效益分析等來進行決策，而需要發展多元的方法論，包括脈絡化知識的進場與相關知識整合能力，來提高決策判斷的品質。而本文以下的分析，也將凸顯公民倡議行動對於既有空污管理標準與評估方法的挑戰，以及其指出的政策知識間隙與需求方向。

參、台灣空污的既有知識基礎

一、以物為主體：空氣污染物質研究與大氣擴散模擬

檢視過去關於台灣空汙問題的研究，在個別汙染物質的排放與管制措施方面，累積相當多的研究能量與經驗。例如，致癌性有害空氣汙染物戴奧辛的排放與管制，於 1997 年開始陸續針對垃圾焚化爐、電弧爐、燒結工廠、煉鋼業與一般固定汙染源等發布管制標準，並且設置資料庫與進行監測管制。2002 年是建置第一版戴奧辛排放量的基準年，透過戴奧辛排放量的管制，研究發現台灣空氣中的戴奧辛濃度有明顯改善，但 2005 年彰化仍發生鴨蛋戴奧辛值偏高事件，其污染來源指向鄰近的鋼鐵業集塵灰高溫冶煉設施，以及其他遭非法棄置的煉鋼

業爐渣（楊之遠等，2009）。又如，張良輝等人（2002）的研究指出，從 1994 年至 2002 年間，台灣的空氣汙染指標（Pollutant Standards Index, PSI）值大於 100 的日數有逐年下降的趨勢，顯示台灣空氣品質好轉。但懸浮微粒（PM10）的平均值及臭氧（O₃）最大小時平均值則有超過空氣品質標準的情形。由於臭氧生成是受到氮氧化物（NO_x）與揮發性有機汙染物（VOCs）所控制，因此研究建議，若要改善 PSI，就需要針對氮氧化物（NO_x）、VOCs、PM10 進行更進一步的管制措施。

除了個別汙染物的研究外，空氣汙染問題在一特定空間範圍中，同時受到人為因素（如汙染排放源）與自然因素（如氣象、氣候因素、地形等）的影響。因此，空氣汙染物如何擴散的途徑、影響空污擴散的台灣大氣環境，都是掌握空污情況與知識的重點。為了瞭解擴散的情況，大氣擴散模擬模式是空污問題一個重要的研究領域。這些研究包含了如何建立符合台灣本土情況的大氣模擬模型，如不同季節的風向變化、不同區域地形影響、乃至氣候變遷所造成大氣循環改變等，都是建立模型的重要參數。

一些研究即透過大氣模擬模型的建立，依據既有空污資訊的整理，進行潛勢分析，藉以掌握台灣各區域可能的擴散情況，與有利或不利的擴散條件（張哲明等，2004）。此外，有研究指出台灣細懸浮微粒（PM2.5）的分佈有時間與空間的差異，台灣北部地區受到境外移入（主要來自中國）的影響高於中南部。而中南部的空氣汙染則是來自於本土汙染與境外移入雙重影響，其中本土汙染源方面，主要來自於工業大戶（特別是火力發電廠及石油化工產業）造成的原生性與衍生性的細懸浮微粒排放（謝瑞豪等，2016；羅偉成等，2016）。如何判斷地區內的汙染累積從何而來，同樣是瞭解空污問題的一塊重要拼圖。

二、以人為主體：空污對人體健康影響的研究

除了上述空氣汙染物本身與其擴散模式的研究外，空氣汙染對人

體所造成的健康影響，也同樣累積許多流行病學與健康風險等方面的研究經驗。備受社會矚目的六輕健康風險研究，由詹長權教授接受雲林縣政府委託，在雲林沿海地區進行為期三年的空氣污染物與健康的流行病學調查，結果顯示，距離六輕工業區 10 公里區域內的二氧化硫（SO₂）與氮氧化物（NO、NO₂、NO_x）等傳統空氣污染物，隨著六輕的營運而濃度有所增加，其中二氧化硫（SO₂）濃度達到有害健康的程度，各樣的空氣污染物，更讓居民肺、肝與腎功能以及血液與心血管系統受到顯著的影響。研究報告直指，二氧化硫的主要來源是燃燒煤炭與石油焦的麥寮電廠（詹長權、李永凌、洪壽宏，2012）。

空氣汙染不只與心肺疾病有相關性，與糖尿病、啊茲海默症、結核病及慢性腎臟病亦有相關（羅偉成等，2016）。一些本土的研究指出，空氣汙染物（包括 O₃、PM10、NO₂、SO₂）的增加，對於呼吸性疾病族群有顯著影響（張家豪等，2002；紀妙青等，2010）。空氣汙染對新生兒是否早產、體重是否不足等健康因素具有顯著不利影響，而且呈現高雄與台北兩地的空間差異（劉錦龍，2007）。亦有研究針對空污與缺血性心臟病、中風、肺癌、慢性阻塞性肺病等疾病所引起的死亡個案，進行歸因分析研究，發現每年有超過 6,000 例以上個案（約佔這四個疾病的 18.6%）與 PM2.5 的暴露有關，亦有空間分布上的明顯差異（羅偉成等，2016）。

而結合空污擴散模擬與健康效應的研究，則充分發揮社會影響效益。中興大學莊秉潔教授自主進行國光石化空污排放與擴散對健康風險影響的研究指出，¹ 國光石化營運後，每年將造成 234 人因肺癌及心血管疾病而死亡（莊秉潔，2010）。這份研究結果經 2010 年 6 月出版的 1179 期商業週刊引用，以「台灣天空浩劫」一文披露，引發社會大

¹ 這份研究以 2006 年 1、4、7、10 月等各月的平均值（涵蓋春、夏、秋、冬四季）為模擬期程，模擬國光石化運轉後產生的 PM2.5，在對台灣各地的擴散狀況。

眾關注細懸浮微粒（PM2.5）的健康危害與標準訂定問題。爾後，莊秉潔教授與多位學者進行共同研究，發表「國光石化營運將比六輕石化營運致癌死亡人數多 150%」報告，指出六輕石化所造成之 PM2.5 濃度與全台（不含花東）惡性腫瘤死亡率變化量呈現顯著相關。每年全台因六輕營運所排放之污染造成全癌症標準化死亡人數為增加 1,686 人，若國光石化營運後，其污染會造成全癌症死亡人數達每年 4,295 人，而因國光所增加之收益所造成減少癌症死亡人數每年亦僅為每年 35 人，國光石化營運每年淨增加癌症死亡人數為達 4,260 人（郭珮萱等，2011）。²

回顧既有空污研究文獻可以發現，許多環境工程與大氣領域相關的實證研究，指出了台灣的空氣污染受到特殊氣候、地形、大氣的光化學反應等，而有衍生、擴散、累積的不對稱分配特性。相關流行病學研究則聚焦於個別空氣污染物所產生的疾病風險，並多奠基在環保署所規範與具有監測資料的指標性空氣污染物上，如依照空污法施行細則所訂空氣污染物，包括氣狀污染物（NO_x, SO_x 等）、粒狀污染物（總懸浮微粒、PM₁₀ 等）、衍生性污染物（如光化學霧、臭氧等）、毒性污染物（如氟化物、甲醛、VCM、戴奧辛類等）、惡臭物質等二十餘項。³ 但若比對美國清潔空氣法（Clean Air Act, CAA）所管制「有害空氣污染物」（HAPs）其管制項目達 188 種，台灣對於影響健康甚

² 引自郭珮萱等（2011）：「國光石化造成癌症死亡人數多於六輕人數將近 150%，主要原因是國光石化與六輕建廠區域非常接近，且當地現況癌症死亡率已是全台最高的區域，再加上目前所獲得之風險模型為等比級數之關係，因此雖然排放量相當，但導致死亡人數卻惡化加乘。」該研究報告獲得 2011 年台灣風險分析學會「空氣中 PM2.5 之風險分析」研討會的海報論文獎。

³ 除了空污法施行細則外，環保署仍依照「毒性化學物質管理法」等法規，進行有毒化學物質管制，主要包含 VOCs、重金屬等。毒性化學物質管理法所管制的毒物，其排放受體含括空氣、水、地下水與土壤等。是以毒物為主體，與空污法有別。

鉅的有害空氣污染物管制進度甚緩，許多空氣汙染物所造成的健康影響研究仍付諸闕如，有關多重污染物交互作用所造成健康影響研究亦較為缺乏。此外，少數結合空污模擬與健康效應的研究，則不被官方視為標準方法。⁴

三、以制度為主體：空污治理制度的相關研究

作為台灣空污治理的基礎法規，是 1975 年頒佈、歷經多次修法，2018 年也正預備大幅翻修的空氣污染防制法。在空污法的設計當中，依各地污染特性、地形及氣象條件等將全國劃分為八大空品區（含外島地區）。在空品區中，對於空氣品質之需求或空氣品質狀況劃分三等級的空污防制區。在管制手段上，則以排放標準管制為主，由中央主管機關設定排放標準，地方（直轄市、縣、市）主管機關進行污染源的操作許可管制、檢測與裁罰，並且透過固定污染源事先許可及自行檢測申報制度、徵收空污費等方式進行管制。若是空品區的空氣品質惡化嚴重，中央主管機關得指定總量管制區，實施總量管制計畫以降低污染量，減緩空氣惡化程度。

而與空污相關的社會科學研究方面，主要聚焦於環境爭議。如從環評審查六輕擴廠爭議討論我國空氣污染指標多軌制問題，以 VOCs 總量為例，究竟該適用空污法列管項目還是依循環評法的審查結論（杜文苓，2014；張景儀，2013）；或從環境風險與能源轉型的角度，討論地方政府禁燒生煤與石油焦的政策，對於台灣能源供應與健康風險的正反面影響，一些研究因而倡議，應將空污所造成的健康風險納入社會成本考量，加速促進能源轉型（周桂田、林木興，2016）。

⁴ 環保署 2011 年 4 月 17 日新聞稿，指出「莊秉潔…針對國光案及六輕案，用其自學及首度自創不符合基礎理論亦未經實證之方法，進行流行病學上劑量效應係數的迴歸分析…」。

此外，一些研究從行政制度設計限制了環境知識生產多元化與脈絡化的角度出發，探討石化工業區運作的健康影響與風險評估爭議。相關討論指出，受限於「科學不確定性」，導致行政決策深陷於無法下結論或令出難行的僵局，如工安事件對當地農漁業的影響，以及鄰近石化廠區國小是否遷校問題（杜文苓，2015；杜文苓、施佳良，2014；施佳良，2015）。上述研究指引我們看到一些空污科學與知識生產的缺口，導致了治理失能的問題，但尚缺乏對台灣空污治理政策知識問題較為統整性的討論，而這是本研究期待有所貢獻之處。

肆、反空污運動凸顯既有政策知識侷限

社會大眾對於空氣污染的健康風險意識，是透過一波波環保團體的倡議行動，揭露資訊並促使政府回應而產生。隨著民間空污風險意識的高漲，民眾對於空氣汙染相關之資訊公開與細膩程度的需求不斷提升，逐漸成為對環保署既有空污資訊的挑戰。一如圖 1 所顯示空氣問題需釐清的政策知識，包含了排放源頭的污染物質，排放之後地形、風向以及擴散媒介的各項模擬，以了解影響範圍，最末端則有受體的被影響與變化狀況。而每個環節所面臨到的知識不確定性，更可能成為官民之間資訊解讀與污染風險判斷之爭議。

一、從對空污的未知走向風險意識

空污對健康的影響不一定立即且明顯，濛濛的天空中跑步的民眾、上體育課的學童或騎車健身的人士，可能不知道自己正暴露於毒物風險之中。為了讓空污相關知識進入公共領域，成為論證的依據，與回應民間的生活經驗感知，環保團體蒐集有限的空氣品質資訊，配合健康風險研究，進行倡議論述與教育推廣，期能令一般社會大眾，從「不知」走向「風險意識」。

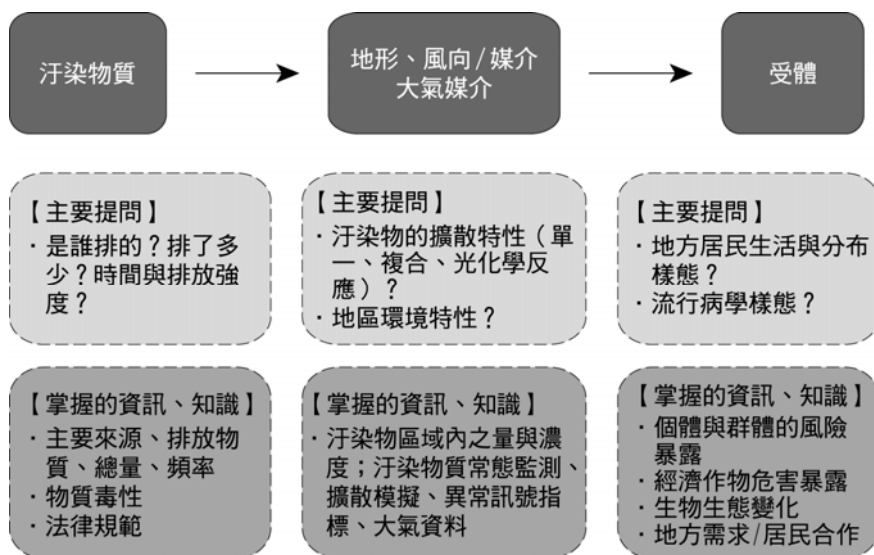


圖 1 空污問題需要釐清的政策知識

資料來源：作者自行繪製。

在中部的空污議題上，運用健康知識與資訊來進行風險意識的教育推廣，一直是環境運動當中重要的一環。在彰化，國石化開發案進行環評之際，由多位醫生組成的彰化醫界聯盟，不斷強調石化工廠的運作，會產生非常微細，可以穿透肺泡，直接進入血管隨著血液循環全身的細懸浮微粒 (PM2.5)，長期吸入會引起過敏、氣喘、肺氣腫、肺癌、心血管疾病、肝癌、血液疾病等。為了讓更多民眾瞭解 PM2.5 對健康的危害，聯盟製作了「PM2.5 與健康」宣導手冊，至診所、學校以及各公聽會場所發放，推廣環境衛生教育。⁵

⁵ 受訪者 H 表示國外文獻中可以找到許多 PM2.5 對於民眾健康的危害研究，甚至對於孕婦及兒童的健康有著明顯的影響。在台灣已經開始少子化的現在，PM2.5 的污染很直接地危害到台灣兒童的健康。這一點不僅是當下兒童受到影響，對於未來這些兒童長大之後，其健康的受損、體質較差，以及容易生病，這些都會在未來增加醫療支出，不僅是未來社會所必須面對的課題，同時也對社會的發展帶來

在高雄，面對日益惡化的空氣品質，長期關心空污問題的環保團體「地球公民基金會」，於 2010 年成立之初，即積極蒐集空氣品質相關資訊，以瞭解空氣污染程度。即使高雄地區空污嚴重已是眾所皆知的常識，但如何喚起社會的關注與政府的作為，顯然需要一些「科學數據」的證明與發表。他們的在地觀察指出，對空氣品質最為敏感的族群，如老人、小孩等，往往在空污嚴重的時候，仍繼續從事戶外活動，顯示環保署發佈的空污情報未必為民眾所知，或民眾或許尚未意識到空污的健康危害問題，而不會主動搜尋環保署的即時資訊，主動採取相關防護措施。因此，地球公民基金會，於 2012 年行文文化部、國家通訊委員會及立委們，要求在新聞當中必須增報即時空品資訊。此外，也於 2014 年時與文府國小、港和國小合作發起「校園空污旗活動」，在空污嚴重的時候，升起紅色空污旗，以提醒校園師生必須戴口罩防護或減少戶外活動，並同時請學校師生觀察學校當天的天空顏色、記錄當天是否聞到異味等，撰寫空污日誌，以做為學生對於在地環境觀察的覺察能力培養（林冠妙，2014）。基金會所推動的空污旗活動，也成為後續各種全國校園利用旗幟警示空品狀況的濫觴。

二、面對健康風險：空氣污染指標的劃界影響與詮釋爭議 （受體端）

在中南部的反空污行動中，不論是地球公民基金會的空污旗倡議，或彰化醫界聯盟所宣導的「PM2.5 與健康」手冊，都是訴求空污對人體健康的影響。這些訴求運用環保署已公佈的 PM2.5 各地的數據，並參照各種國外研究與案例比較，以科普化的方式呈現台灣 PM2.5 污染的嚴重性以及對健康的危害。

民間團體所掌握與運用的資訊，是在末端的受體風險影響狀況。

直接的影響，也是世代的不正義。

除了上述所提的國外資料參照外，少數的本土流行病學調查，也提供了空污對於健康危害的佐證。例如，2009年詹長權教授在雲林沿海地區三年期的空氣污染物與健康的流行病學研究（詹長權、李永凌、洪壽宏，2012）。受體承受空污的風險有國內外科學研究論證的支持，可以很快得到社會大眾的共鳴。換言之，「污染情況嚴重」這個問題，應該是不爭的事實，所以不管是政府、媒體或教育單位，都逐漸學會配合空氣污染指數的發報，進行個體的「避險」行動（如紫爆時學校停止課外活動）。

然而，空污對人體危害看似一個確定的知識，但法定指標能不能提供危害標準的界定，卻有不小的爭議。一位環保團體的成員告訴我們，過去依據五項空氣品質監測項目進行計算的環保署空氣污染指標（PSI），將空氣品質對健康的即時影響程度劃分為五級（良好、普通、不良、非常不良、有害）。但 PSI 指標卻難以呈現空污地區居民的生活感知經驗：

「我進去指標裡面看，發現我從 PSI 看不出我們汙染那麼嚴重，因為我們常常都是 PM2.5 很嚴重…但那個時候 PSI 每天秀出來我們南部就是普通。可是你知道一般人會說你今天數學考不好，你說我考的普通，你會覺得普通是很爛嗎？好像不是太爛。…指標的問題是低估了我們高屏的風險，而且是讓很多人被愚民化。很多人會說沒有啊！高雄還好，普通而已啊！」（受訪者 M）

過去高雄反空污運動，環保團體並無法透過 PSI 指標來論證空氣污染的嚴重程度，他們的調查發現，PSI 值介於 50~100 之間的「空氣品質普通」等級，卻也未必只是普通。例如，即使 PSI 值為 85 屬普通等級，但有時天空卻相當灰濛，PM2.5 的小時值高達 $124\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，PM10 則是 $181\mu\text{g}/\text{m}^3$ （地球公民基金會，2012）。因此透過拍攝「高雄的天空」以視覺化的資訊收集與環保署監測資訊的比對，呈現空氣

品質指標 (Air Quality Index, AQI) 與懸浮微粒監測值和感官經驗之間的大幅落差。並實地探訪工業區附近所在地，瞭解地方居民的生活感官經驗，累積相關調查數據。更善加運用環保署有限的資料對照全國各地空污數據，凸顯高雄污染為全國之冠 (王敏玲，2011)。這些管道蒐集、整理的資料，重新定義了空污問題，並凸顯政府部門指標意涵的不足與潛在的偏見，挑戰政府單位對於「普通」即是「對敏感族群健康無立即影響」的定義。

此外，空污旗的爭議同樣凸顯既有空污指標無法呈現嚴重性與健康影響問題。2014 年地球公民基金會發起的「校園空污旗活動」，希望學校可以在每天早上第一節課前，查詢環保署的空品監測網資料，一旦發現空氣污染指標大於 100 或 PM2.5 指標進入第 4 級時，在校園內升起紅色空污旗，以提醒校園師生必須戴口罩防護或減少戶外活動作為防範。這個空污旗活動受到社會的矚目，隨後，教育部也提出「教育部校園空氣品質旗幟宣導試辦計畫」，規劃從 2015 年 4 月開始執行懸掛「空品旗」。在教育部的方案中，各校負責人於每日上午 8 點與中午 12 點兩次，依據環保署空氣品質監測網上 PSI 與 PM2.5 兩指標資訊，懸掛空品旗。空品旗分為「綠、黃、紅、紫」四級，分別告知全校師生正常活動、初級防護、中級防護、緊急防護 (教育部，2015)。

雖然同樣是以空氣品質監測網為資訊來升旗，但地球公民基金會與教育部的資訊運用與意義卻大不相同：基金會所提出的空污旗只有紅色一種，主要目的在於「警示」，提醒學校師生能夠察覺到空污已經超標，必須採取防範措施。而教育部的空品旗分為四色，與環保署的空品分類相對應，含有告知「分辨空氣品質」的意涵 (劉育豪，2015)。但教育部的計畫，卻凸顯了對於空污問題複雜度的輕忽與空污特性的不了解。主動要求參與教育部空品旗計畫會議提出質疑的環保團體成員表示，全台只有高屏空品區的臭氧值屬二級區，因此當 PM2.5 值較低時，若 PSI 值偏不良，則往往是因為臭氧濃度高。因此站在預警原

則的角度上，這兩個指標都必須同時進行考慮，發出警訊：

「南部九月十月臭氧很嚴重…有時候你 PM2.5 低，PSI 是高的。很多人都嚇一跳說怎麼可能，這是有可能啊！我抓過好幾次的值，把截圖都抓下來。好幾次 PM2.5 是低的，可是 PSI 一樣是不良，那就代表他通常那時候臭氧比較高，南部啦！如果是彰化或雲林有這種現象，但是彰化或雲林的現象是因為他懸浮微粒太高，所以 PSI 在爆表，但 PM2.5 是低的。這兩個沒有線性關係。因為他濁水溪揚塵，他瞬間標高，所以 PSI 一下就衝高，所以他 PSI 會到不良。但是那一天的 PM2.5 並沒有很高。」（受訪者 M）

也因此，環保團體認為教育部的空品旗版本，並不了解目前空污指標的限制，反而造成第一線執行老師們的困擾。她舉例說明：

「南部有很多學校是在工業區周界三公里以內，這些地方它可能 PM2.5 是低的有時候，可是他的 VOC 很嚴重。那你覺得 PM2.5 低就可以掛綠旗嗎？當時他說怎麼會有這個問題？就是這個問題啊！所以你不會以為 2.5 低這裡就一切 OK 啊！我們那裏 2.5 低的時候很臭耶！那你跟學生說今天要掛綠旗，學生會覺得精神分裂欸！老師我今天明明覺得很臭，你為什麼今天空品很好？」（受訪者 M）

三、空污的流動性：對於空污分布狀態的知識需求（介質）

環保署在全國 76 個測站⁶ 的監測資料，是民間瞭解環境現況的基礎資訊來源，也是透過這些監測數據來提供空污警訊。不過，要瞭解

⁶ 環保署設有 76 站空氣品質監測站，包括 60 站一般測站，5 站工業站，2 站國家公園站（其中 1 站兼為一般站），4 站背景站（其中 2 站兼為一般站），6 站交通站以及 2 站其他測站。

行政院環保署（2019）。〈空氣品質監測目的〉。環保署空氣品質監測網：<https://taqm.epa.gov.tw/taqm/tw/b0106.aspx>。2019/12/16 檢索。

一特定地點的空氣品質資訊，仍有許多不確定之處。除了監測的項目問題外，環保署測站的設置數量有地區差異，例如，北部空品區有 25 個測站（台北市內即有 6 個測站），空氣污染嚴重的中部空品區則是 11 個測站（台中 5 個、南投 3 個、彰化 3 個）。此外，大尺度的測站資訊，並無法提供較為精確的小尺度地方空品資訊。例如，高山環繞的南投縣，由於地形起伏大，污染的分佈並不平均。一位關心空污的環保團體成員告訴我們：

「我們覺得對於老百姓來講，在意的就是現在全台那些空氣品質的監測站的數據，這是目前我們唯一能夠拿來參考的。但測站的距離、位置什麼的，那都是會影響，各個部分當地會有不同，因為我家還是很遠啊，那只能參考。」（受訪者 H）

如前文討論到空污問題的複雜性，要了解空污的擴散與影響，還必須考慮污染來源、風向、地形等，再依據大氣資訊進行空污擴散的模擬。不過，利用程式進行科學的模擬計算，其運用的方法、假設、參數設定等，都可能影響結果的呈現。在環工領域中，不同的專家對於模擬的方式，有不同的計算方式，產生的結果亦有所差異。這些學術方法的爭論，延伸到資訊接收端的民間團體，形成對污染狀況的不確定與爭論。受訪的環保團體成員說到，在空污爭議中，看到兩種不同的模擬方法與結果差異，但很難判斷應該參考哪一個結果，若接受某一邊的研究結果，就會有人拿著另一個研究結果來作為對抗性論述，使問題僵持不下。

「C 老師說 W 老師做的東西有些模式的設定不太一樣。所以我後來私底下問 C 老師，他說主要差異在於 W 老師的那種做法在環工的擴散模式裡面，整個都低估了…都是環工界有點權威性的人物，可是兩造說法沒有辦法對焦，我們旁邊的人看得霧煞煞。…這兩造的東西都是學者的東西。可是他們之間對彼此問題都是在外界講，沒有說兩個人真正去對焦過。這

是一個我認為很大的問題，那環工界有沒有第三種派別說法？我不知道。目前我看到是這兩個。…他們其實應該要對話，站在環保團體的角度，我希望他們可以好好對話，讓外界不會再誤會。否則如果我們講 C 老師的資料，有人就會說沒有啊，另外一個學者說根本沒有這麼嚴重啊！」（受訪者 M）

空污模擬擴散研究資訊是環保署了解污染熱點、評估排放源貢獻者的基礎。但從我們的訪談資料顯示，現有的模擬資料很難精確，因為這牽涉到煙囪高度、風場、大氣層等各類專業整合性的了解：

「(談到空污) 有兩個重要的影響，一個就是天氣、一個就是排放的量。我自己長期研究…比如說高污染累積的地方，受到台灣天氣所影響的程度大，但是現在氣象資料是地面風向，台灣高層風向資料很少，事實上地面的氣象條件與 2,500 公尺以上高山、1,000 公尺以上混合層的風，就是不一樣。想像一下，地面吹東風，碰到 2,500 公尺的高山，風會怎麼跑？那邊不管是風向也好、溫度也好、大氣混合條件，就是跟氣象局看到的風向不一樣。所以很難用一個單一的氣象條件來看污染物會累積在哪裡。…台灣自己的地理特性一定要先看，我做了十幾二十年的天氣模擬、看氣流，六輕那個地理位置(做石化)就是不對，高雄那個位置也是超級不對。(問：那從大氣來看，有哪裡比較好?) 比較好的位置是在新竹苗栗一帶，因為靠著東北風就把污染往外吹，當然這是比較自私的想法。真的你去看，台灣的季節風向不管是高層或低層，竹苗那一帶的風很少會再轉進來。未來在做環境影響評估一定要做風向。現在環評有做，但是做的方式不對，他只要在當地去量，那不行，他要整個大的區域去看。」（受訪者 L）

隨著 PM2.5 空污問題廣為周知，在沒有重工業所在的南投，卻測出高濃度的 PM2.5，讓民眾意識到空污的跨境影響問題。2014 年 9 月埔里居民成立了「埔里 PM2.5 空污減量自救會」（鄧凱元，2015），透過與中部環保團體的聯繫與資訊交流，認知到 PM2.5 的危害，從而積

極向當地民眾宣導面對空污的正確防護觀念。此外，地方自救會與暨南大學資訊管理系戴榮賦教授合作，設計可偵測細懸浮微粒的低階微型感測器，在埔里地區佈點與建置雲端平台記錄資訊系統，嘗試自己監測當地即時污染情況。這個民間自發開創出的「空氣品質微型感測系統」，更成為環保署看中的計畫之一，希望以埔里為示範區，把微型感測器搭配已設置在埔里國中的國家級標準監測站進行串連，建立空氣污染偵測物聯網，即時掌握埔里的外來及在地的污染源（環保署，2015）。

當現有的空氣模擬擴散模式所產生的數據與資訊，無法回應民眾對空氣污染直接的風險感知經驗時，這些研究難與現實的社會問題產生共鳴，空污問題也就難以獲得進一步的釐清。根據杜文苓、張景儀（2016）的研究指出，南投空污問題，顯示各級政府無法掌握核心污染源，進而對症下藥解決地方空污問題的窘境。佈點再多的空污監測系統，如沒有掌握空污擴散的特性與複雜衍生等特質，或跨越行政區污染源特性的了解，則依舊無法拼湊出污染排放樣貌，而提供符合地方觀察經驗一個合理的解釋。另一方面，網路 NGO 團體「g0v」運用環保署監測站資料所繪製 PM2.5 空氣污染地圖，雖然也有參數設定不夠全面的問題，⁷ 但簡明易懂的視覺化圖像，反而廣為散佈，提供警示效果。不過，沒有釐清空污擴散途徑，即使民間善用 g0v 的空污地圖，也只能使相關資訊的運用停留在警告避險，而難以在污染源頭做好妥善管制措施。

四、從量到質：複合性污染物的毒害評估

以眾所矚目的 PM2.5 來看，既有的空污監測，是來自環保署測站所提供的環境監測數據。然而，PM2.5 並非是一種物質，而是所有粒

⁷ 環保署受訪官員 E 提到，「g0v」所繪製 PM2.5 空氣污染地圖，在視覺化的過程中，沒有將地形因素放入，使得繪製出來的中部空污情況跨越了中央山脈到東部。

徑小於 2.5 μm 懸浮微粒的統稱。因此除了濃度之外，對於 PM2.5 組成成分不同，所可能造成的健康風險也有差異。受訪的環保團體成員談到，他們關心的是 PM2.5 上所纏附的物質，例如是否有重金屬、有毒物質等，雖然環保署能夠將 PM2.5 進行分類，藉以辨識其來源，但目前的採樣費時，分析成本高，而且從採樣到結果呈現，需要近一個月的時間，在監測技術上是屬於難以及時掌握的資訊。一位長期關心空污的環保團體成員提到：

「我不認識我們所呼吸的 PM2.5。當時我就是在批判這個，…在一些會議裡面，我提出來第一件事情是我們一直只有考慮到濃度，沒有考慮到那些污染物的特質、它的成份特性。那成分特性現在一般環保署有做的只是把它分類而已。…用這個來辨識這裡的污染物可能是以移動源為主，還是固定污染源為主。這只是個基底的分類。…(PM2.5) 小到你不知道怎麼比…它可能沾附到的東西就很複雜…如果我今天吸了一顆 PM2.5，上面有十種有毒性的東西，這十種東西我還要加乘耶！…當時環保署、學者他們也會說目前還沒辦法有那麼明確的說明。」(受訪者 M)

健康風險專家 T 也提醒我們，空氣中的 PM2.5 來自各方污染源，不同污染源所攜帶的成分不盡相同，不同成分影響的健康風險也有差異。有時貢獻最多 PM2.5 的污染源，不一定是最大的健康風險貢獻者，而「對健康的危害」才是民間與環保團體所在意之處。因此，監測時顯而易見的 PM2.5 濃度數據，卻存有健康風險評估的未知與不確定性：

「PM2.5 上面吸附的物質如果不一樣，它的風險也會不一樣，這是很重要的事情。所以我們勢必要去針對各個排放的質去建立，你這樣才有辦法有效率的去說他排放的 PM2.5 對周遭的影響，有辦法去追。…我們在○○某地設了一個採樣所。製作長期的採樣，然後分析成分，然後用了一個美國 EPA 的模式，去把污染源給確認出來。根據確認出來的污染源，譬

如我這裡假設採了五十個單位，我們去分析這 50 到底百分之幾是誰貢獻，然後根據那個百分之幾貢獻的結果，主要是重金屬…然後去回推汙染貢獻源，貢獻在採樣點上，每小時的百分比，我們發覺說最大 PM2.5 質量的貢獻點排放源，卻不是風險最大的貢獻比例。」(受訪者 T)

除了 PM2.5 之外，工業所排放的揮發性有機物 (VOCs) 也有難以掌握成分的問題。在目前的空污管制當中，對於揮發性有機物 (VOCs) 空氣污染的核可排放量，是採用總揮發性有機物為主，但是不同的 VOCs 有不同的健康影響效應。受訪的健康風險專家 T 舉例指出，同樣一噸 VOCs，甲苯與苯的毒性就相差許多倍。而 VOCs 的即時排放量與濃度很難精確掌握，不同工業製程會產生的 VOCs 組合不同，所推估出的健康風險因而有差異。我們目前掌握的 VOCs 這類的污染複合物資訊，要提供健康風險評估，是不夠的：

「你如果要管 VOC，VOC 是 total VOC 啊！但是問題在這裡，你排放一噸的苯跟排放一噸的甲苯，同樣是一噸兩個健康效應影響是不一樣的。因為毒性不一樣，苯是致癌物質，甲苯不是啊！但是我們現在只有 total VOC 排放量，你並沒有個別物種的排放量。…政府核定給你每一年排放 total VOC 排放量是多少，這基本上應該都符合。可是問題…我們不知道他的一噸是什麼。」(受訪者 T)

五、空污減量的來源爭議 (源頭)

捕捉空氣成分、濃度與影響範圍，可以透過空污監測資料、擴散模擬計算與流行病學調查得到一些答案。但了解空污的嚴重性與影響外，環保團體與地方居民最在意的乃是空污如何減量，以根本地解決空品不良問題。而要達到空污減量的目的，必須知道污染物的排放源以及不同來源的貢獻比率，而這一點卻正是目前的主要爭議。

中部空污問題，早在 1990 年台中火力發電廠興建運轉後，火力發

電廠的廢氣問題便成為中部環保團體長期關注焦點。⁸ 而整個中部地區的空气品質，還深受區域內石化業、電力業等影響。2010年國光石化環評之際，中興大學莊秉潔教授即指出中部地區PM2.5的嚴重污染程度直逼高屏地區，因為台中火力發電廠與台塑六輕的污染物會隨著大氣擴散，使得中部的PM2.5污染幾乎每天超過美國國家標準 $15\mu\text{g}/\text{m}^3$ 的3倍（胡慕情，2010）。一些學者因而主張，台中火力發電廠應盡速從燃煤發電改為天然氣發電，這才能改善中部地區的空气污染問題（俞泊霖，2012）。

不過，環保署公布「空氣污染物排放清冊」（TEDS 8.1）所做的總排放量計算指出，全國排放的PM2.5總量約73,885公噸，其中以「營建、道路揚塵」的27,662公噸（37%）居首，其次分別為「工業」（含電力業）排放16,865公噸（23%），「車輛」排放16,756公噸（23%）居次。而在PM2.5前驅物的硫氧化物方面（Sox）全國排放量為119,720公噸，工業排放量為105,261公噸（88%）；氮氧化物（NOx）全國排放量為434,160公噸，其中工業排放17萬6,100公噸（41%）。環保署認為，電力業影響PM2.5濃度的貢獻比率僅為5.6%（最高為大貨車，佔9.53%），用火力發電廠降載減低空汙的應變作法並不實際。因為，當降載180MW時，單一測站最高也僅減少了1.1%的PM2.5，降載到2,200MW（四個機組），才能減少單一測站0.28%~1.46%（環保署空保處，2015）。環保署的數據成為經濟單位反駁工業部門乃是最大汙染源的最佳證明，但此番說法卻不見得讓所有人都接受：

「光是PM2.5來源，各個污染源佔比這件事情，官方就有不同的版本，就是說官方有個說法數字百分比，那這個有個全

⁸ 爾後在2005年傳出彰濱工業區將興建「彰濱火力發電廠」時，地方環保人士迅速組織「反彰火聯盟」反對興建高碳排的火力發電廠，這個運動，也在紀錄片導演紀文章的鏡頭下，在2009年完成拍攝了「遮蔽的天空」一片，記錄這個運動。

國的百分比，然後台中有個百分比，那個數據的正確性，我沒有辦法去稽核真的假的。（問：你認為官方數據有說服力嗎？）第一個，不懂嘛！其實我們會覺得說那部分可能是需要相關的專家學者去（檢視），可是問題是通常學者們的（認知）也是來自官方的數據啊，所以那個可信度一直是問號，但我們是沒有能力管那個部分。」（受訪者 H）

我們嘗試將以上的討論，從社會對空污問題的認識發展，到其倡議行動與其需求的知識基礎，以及各種行動所反映之既有知識侷限之處，統整製成表 2。從問題脈絡出發，我們希望更有結構性地呈現既有環境資訊在釐清空污問題的困難與限制。

表 2 空污議題及其知識基礎與問題的發展脈絡

社會對空污問題的認識階段	社會需求 / 倡議行動	需求或倡議的知識基礎	行動所反映的知識限制之處
1. 從未知到產生風險意識	環保團體編撰推廣手冊，讓社會認識空污。	空污對健康影響的相關國外文獻。	屬於學理性的知識，較缺乏本土脈絡與切身感。
2. 從風險意識產生避險需求	倡議懸掛空污旗，幫助敏感族群認識空污與避開空污的風險。	<ul style="list-style-type: none"> • 本土的健康風險研究報告。 • 環保署測站所發布的 PSI、PM2.5 數值。 	<ul style="list-style-type: none"> • PSI 分類指標過於寬鬆。 • 指標標準與感官經驗的落差。
3. 想更進一步掌握汙染狀態 (一)：空污擴散	環保署測站反映大範圍空品狀態，但民眾想瞭解生活環境中的即時空品與污染走勢。	<ul style="list-style-type: none"> • 空污擴散模擬。 • 地方發展可即時監測環境的微型感測器。 • gov以環保署資料繪製 PM2.5 空污地圖。 	<ul style="list-style-type: none"> • 學界有不同的計算空污模擬的方式，彼此間仍存有爭議。 • 微型感測器有不夠準確的問題。
4. 想更進一步掌握汙染狀態 (二)：汙染類別	環保團體認識到 PM2.5 成分的不同，其毒性也有相當大的差異。	環保署進行採樣分析。	<ul style="list-style-type: none"> • 採樣分析曠日廢時。缺乏即時性。 • 目前僅以總 VOCs 為管制，無法處理汙染物質差異。
5. 從避險到汙染減量	<ul style="list-style-type: none"> • 倡議政府必須從源頭開始管制，以促使空污減量。 • 倡議政府必須設定與聯合國標準一致的 PM 2.5 標準。 	環保署引用其所掌握的排放清冊。	（部分民間團體對政府數據可信度的質疑）

資料來源：作者自行繪製。

伍、空污行動倡議與政策回應

一、重新設定空污的管制標準

2016 年以前，環保署使用空氣污染指標 (Pollutant Standards Index, PSI) 作為空氣品質分級的標準。空氣污染指標為依據監測資料將當日空氣中懸浮微粒 (PM10) (粒徑 10 微米以下之細微粒)、二氧化硫 (SO₂)、二氧化氮 (NO₂)、一氧化碳 (CO) 及臭氧 (O₃) 濃度等數值，以其對人體健康的影響程度，分別換算出不同污染物之副指標值，再以當日各副指標之最大值為該測站當日之空氣污染指標值 (PSI) (環保署空氣品質監測網)。

早在反對國光石化的運動，促使社會關注 PM2.5 的健康影響問題，彰化環保團體更要求政府立法管 PM2.5。⁹ 不過在高雄地球公民基金會的「高雄的天空」拍攝行動，則直接挑戰了 PSI 指標的有效性與警示效果。

「指標是個非常大的問題，如果指標不改，今年 (2016 年) 不會有所謂的紫爆的新聞，其實指標一改是劃時代的一個革命，可是很少人注意到這個改變對台灣的影響。」(受訪者 M)

因為環保團體的積極倡議與台灣社會風險感知強化下，環保署於 2011 年底研訂細懸浮微粒 (PM2.5) 的環境空氣品質標準草案，訂定本土標準 (環保署空保處，2011)。並於 2012 年 5 月 14 日公布實施細懸浮微粒 PM2.5 納入空氣品質標準，並設定 PM2.5 管制目標值是：24 小時平均值 35 μg/m₃，年平均值 15 μg/m₃，預計民國 109 年達標。¹⁰ 而

⁹ 當時《空氣汙染防治法》主要管制懸浮微粒 PM10、臭氧、氮氧化物、硫氧化物、一氧化碳等汙染物，並未針對比 PM10 粒徑更小的 PM2.5 進行管制。直到 2011 年 12 月，環保署提出「空氣品質標準修正草案」，才將 PM2.5 納入管制項目中。

¹⁰ 台灣自 1997 年以來即建置測站測量 PM2.5，但直到 2012 年才公布管制目標標準。

彰化醫界聯盟也不斷串聯相關學者、立委與環保團體，透過研討會議，不斷提出國內外各樣研究證據，論述 PM2.5 對健康的影響、國內癌症增加與空污的關連、以及國際管制標準等，要求環保署必須站在維護健康的角度，制訂管制標準。他們指出，美國在 2006 年將 PM2.5 濃度標準，日平均值從 65 微克降到 35 微克（年均值保持在 15 微克），日本也在 2009 年公告與美國相同的標準（朱淑娟，2011）。

不過，環保署空保處認為過去台灣的環保法規標準多數直接採用國外標準，PM2.5 是少數試著建立本土研究、也是近年來具代表性的空氣品質立法。因為國際上已經制訂 PM2.5 環境空氣品質標準的國家，大多位於中緯度的大陸氣候區，背景氣象條件的狀況與台灣並不相同，建立符合台灣背景條件的 PM2.5 環境效應資料，才能確保 PM2.5 環境空氣品質標準值的效果（環保署空保處，2011；朱淑娟，2012）。

此外，環保署不僅將 PM2.5 納入空品指標當中，並進一步以考慮健康因素的 AOI 取代 PSI。AQI 採臭氧 8 小時平均值、臭氧小時平均值、PM2.5 的 24 小時平均值、PM10 的 24 小時平均值、一氧化碳 8 小時平均值、二氧化硫小時平均值、二氧化氮小時平均值等共 7 項指標。自 2016 年 12 月 1 日開始，環保署以空氣品質指標（AQI）取代 PSI。

二、源頭減量的政策行動

標準訂定後的 PM2.5 減量工作，成為後續重要的議題。瀰漫於台灣中部穹頂之中的 PM2.5 究竟源自何方？影響了什麼？地方政府的立法措施與協調發電機組降載行動到底能不能解決中部的空污問題，成為新的爭論焦點。

為了從源頭減少 PM2.5 的生成，雲林地區的團體，如「自從六輕來了」團隊，於 2014 年起積極推動禁燒生煤及石油焦的地方公投，並成為當年底雲林縣長選舉的政見議題。選上雲林縣長的李進勇即在 2015 年 1 月宣示禁燒的立場，並且要求環保局修訂「雲林縣公私場所

使用燃料管制自治條例」¹¹（林冠妙，2015）。由於 PM2.5 是跨域的污染議題，李進勇邀集嘉義縣市、彰化、台南、台中等中南部六縣市政府，聯合簽署宣誓禁燒生煤及石油焦，希望以區域治理的方式，共同向 PM2.5 宣戰。2015 年 6 月雲林縣議會通過「雲林縣工商廠場禁止使用生煤及石油焦自治條例」，送環保署備查，但在 9 月被環保署函告無效後，¹² 即未再提出修改版本。

此外，在台中的團體也透過各種組織串連的工作，監督台中火力發電廠的空污排放問題。2015 年底 PM2.5 連續紫爆的情況下，時任台中市長林佳龍與台中火力發電廠共商降載一事，作為緊急應變減量的措施，台中市議會並通過「台中市公私場所管制生煤及禁用石油焦自治條例」，於 2016 年 1 月公告實施。

此外，在 2017 年 6 月，環保署修改「空氣品質嚴重惡化緊急防制辦法」，納入空氣品質惡化時，需要啟動緊急應變措施的制度設計。也與台電達成「電力環保調度」的協議，在空品惡化時期，實施燃煤電廠降載。同時啟動「14+N 空氣汙染防制策略」等減量措施，嘗試與民間空污訴求進行對焦，並宣示在 2018 年啟動全面工業鍋爐的燃料改為燃氣。而 2018 年通過的空氣污染防制法修正案，更展現了政府面對社會空污改善聲浪的制度性回應。

¹¹ 不過在 2015 年，六輕擁有的 7 張使用高硫燃油、石油焦與生煤的電業設備許可證，其中 3 張即將到期之際，地方團體進一步向雲林縣政府倡議遊說，要求縣政府停發許可證。但縣政府仍展延許可證。

¹² 環保署表示依空汙法規定，生煤、石油焦的管制是採「許可制」，因此雲林縣所提採「全面禁止」，是剝奪了法律賦予人民請求核發許可之權利。換言之，人民（包括私人部門）有請求許可的權利，但政府有就請求予以准駁之權。但依環保署解釋，禁燒生煤條例，是直接阻止人民提出請求，已經超過法律的規定，因而無效。

三、總量管制制度所帶動的新資訊揭露

污染源的貢獻度無法釐清，也使得後續政策資源投入的優先序位出現爭議。但污染源貢獻度真的無法釐清嗎？其實也不然，當高屏地區實施空品總量管制時，因為必須盤點既有汙染量當作後續排放許可與減量交易的基礎，許多過去不曾公開或詳細盤點的排放資料，就在總量管制實施後陸續被盤查與揭露，污染源的問题因而有機會得到更進一步的釐清。一位推動空汙總量管制的成員告訴我們：

「以前汙染源要進來的時候，他只要申請設置許可、排放許可就好了。現在不是，他多了一個門檻，你要先取得量。這個量也是剛剛講的抵換交易，我們不喜歡的這件事情，其實成就了另外一件事情，就是如果沒有抵換交易這個我們不喜歡的惡，他沒有辦法去設一個門檻去卡住新來的汙染。」（受訪者 M）

在希望區域汙染總量不要增加的情況下，總量管制的門檻設計，為未來高汙染產業的進駐，設了一個無形的障礙。而這個總量管制的要求，需要建立汙染源排放量查核系統及排放交易制度，也無形中擠出了以往難以系統性得到的汙染源排放資訊。

「沒錯，其實我們總量管制推到成功之後，有一些實質的好處是我們當時沒有想到的，比我們想的還要多。譬如說我們以前不知道有很多固定汙染源根本沒有被納管，這次才知道說因為總量管制實施，他們有法源以後，他們把過去很多沒有納管的汙染源都納進來。…當時我在推的時候，我只知道如果推得過的話，高雄會有四百家被列管。後來才知道高雄四百多家，然後屏東也有其實很多人不知道屏東有，其實加起來高屏六百三十幾個，也就是說過去納管比例沒有那麼高，因為總量管制通過，納管比例高了，大家才知道原來我家附近有那麼多汙染源。很多人驚訝說屏東怎麼會也有」（受訪者 M）

在高雄，因為空污總量管制的制度實施，使政府部門必須將相關的資料進行盤點，來計算高屏空品區的總排放量。也因此意外地使過去不為大眾所知悉的污染排放資料，被揭露出來。例如，除了環保團體與一般民眾所熟知的高雄大型工業是主要排放源外，相關排放清單更透露出屏東也有許多被管制的點排放源。雖然這些資料原本就是政府部門所持有，但隨著制度框架的改變，也使得資料得以重組、系統化的釋出，而成爲新的資訊。

陸、結論

在空污問題日益嚴重的時刻，民眾對於空污影響健康的風險意識逐漸形成，也對於政府部門的空污治理有著強烈的期待。而近幾年地方環保團體在提醒空汙問題上採取各樣創新行動，不僅捲動了台灣社會對於空汙問題的重視，也帶來對於空汙的不同理解方式與所接連呈現的各樣問題，甚至促成政府採取行動。如今，一些問題已經獲得了重要的進展，也有一些仍需要持續努力改善之處。

但傳統的污染管制調查證據與統計所建立的資料，在回應民間所提出的環境問題時，仍存在著許多未生產或未公開的資訊，難以回應民間提問，也沒能盡速釐清問題，找到正本清源的方案。即便在避險概念下，一般民眾對於環境資訊的即時性與小尺度的準確性也有需求。政府資訊的不足，也促使民間自行研發出微型空品監測設備，利用物聯網概念進行資料彙整，並以地圖方式呈現。只是，不論是環保署測站或微型監測設備，主要都是處理空污「濃度」的資訊，雖然範圍尺度有別，但更進一步的複合毒性、健康危害等污染「質」的問題，仍有待進一步釐清與處理。而主要汙染來源爲何、如何減量，也仍然是爭論中的焦點。

本文的分析指出，既有資訊已足以證明空污問題的嚴重性，從而

喚醒大眾對於空污健康風險的認識與避險行動。然而，污染源頭的管控與資訊透明、空污擴散途徑範疇的釐清、乃至複合污染物的健康風險計算，仍有許多灰色不明的地帶，產生「未做科學」的知識間隙，有待進一步的填補與整合。了解這些不確定的資訊與知識所在，我們才能進一步釐清空污問題所需知識生產的重點，以及因應相關資訊生產的制度配套架構。

民間團體的行動、質疑與呼籲，也呼應著空污治理應朝向增進科學責信的典範轉移路徑。透過制度化的公民參與以及社區監測科學的發展策略，讓更多元開放的知識型態可以進入空污科學中交叉驗證，將有助於填補現行制度下的資訊缺漏問題。制度上若能協助社區居民結合在地經驗與觀察，重新審視、界定地方環境影響問題，可能可以形塑出更多環境問題解決方式的想像，從而強化政府環境治理的能力。我們同時也希望透過這個分析，可以協助資源貧乏的民間公民科學發展，針對當前的政策知識空隙，發展出更具策略性的社區空污監測與知識生產方案。

參考文獻

一、中文部分

- 王敏玲 (2011)。〈我們要空污總量管制！〉。地球公民基金會網站：
<http://www.cet-taiwan.org/info/story/1423>。2018/12/26 檢索。
- 王敏玲 (2015a)。〈空污旗的真諦〉。地球公民基金會網站：
<http://www.cet-taiwan.org/publication/issue/content/2156>。2018/
12/26 檢索。
- 王敏玲 (2015b)。〈這杯滿水豈容再倒？回顧空污總量管制推動歷程〉。地球公民基金會網站：<http://www.cet-taiwan.org/node/2260>。2018/12/26 檢索。
- 王建楠、李璧伊 (2014)。〈細懸浮微粒暴露與心血管疾病：系統性回顧及整合分析〉，《中華職業醫學雜誌》21(4)：193-204。
- 地球公民基金會 (2012a)。〈爭取「空污總量管制」、空氣品質即時播報〉。苦勞網網站：<http://www.coolloud.org.tw/node/71652>。2018/12/26 檢索。
- 地球公民基金會。(2012b)。〈地球公民百日拍攝計畫，揭露高屏空污的真相！〉。地球公民基金會網站：<http://www.cet-taiwan.org/node/1504>。2018/12/26 檢索。
- 地球公民基金會。(2011)。〈「懸浮微粒 PM2.5 對國人健康影響」座談暨說明會〉。地球公民基金會網站：<http://www.cet-taiwan.org/node/1410>。2018/12/26 檢索。
- 朱淑娟 (2015)。〈還高雄一口乾淨空氣，空污總量管制終於上路〉。環境報導網站：http://shuchuan7.blogspot.tw/2015/06/blog-post_30.html。2018/12/26 檢索。
- 朱淑娟 (2011)。〈細懸浮微粒 PM2.5 太高 台灣肺腺癌發生率逐年

- 上升〉。環境報導網站：<http://shuchuan7.blogspot.tw/2011/11/pm25.html>。2018/12/26 檢索。
- 朱淑娟（2012）。〈環保署今發布 PM2.5 納入空氣品質標準〉。環境報導網站：<http://shuchuan7.blogspot.tw/2012/05/pm25.html>。2018/12/26 檢索。
- 杜文苓（2015）。《環境風險與公共治理：探索台灣環境民主實踐之道》。臺北：五南出版社。
- 杜文苓（2014）。〈六輕 VOCs 爭議與石化業管制俘虜課題〉，周桂田主編，《永續之殤_從高雄氣爆解析環境正義與轉型怠惰》，頁 125-137。臺北：五南出版社。
- 杜文苓、施佳良（2014）。〈環評知識的政治角色：檢視六輕健康風險評估爭議〉，《臺灣民主季刊》11(2)：1-48。
- 杜文苓、張景儀（2016）。《The Working Paper of RSPRC 2016：久聞不知其毒：臺灣空污治理的挑戰》。臺北：臺大風險政策中心。
- 林冠妙（2014）。〈空污嚴重 環團發起升空污旗活動要學童寫空污日誌〉。民報網站：<http://www.peoplenews.tw/news/16410164-2990-4c82-868c-e37c5f3f041f>。2018/12/26 檢索。
- 林冠妙（2015）。〈李進勇宣示禁燃石油焦與煤 環團喝采籲林佳龍跟進〉。民報網站：<http://www.peoplenews.tw/news/6e975038-0d86-47a9-a1bf-726e02e4e874>。2018/12/26 檢索。
- 周桂田（2005）。〈爭議性科技之風險溝通—以基因改造工程為思考點〉，《生物科技與法律研究通訊》18：42-50。
- 周桂田、林木興（2016）。〈禁燒生煤之風險治理〉，周桂田、林子倫（主編），《臺灣能源轉型十四講（2016 年度風險分析報告）》，頁 113-130。台北：巨流出版社。
- 施佳良（2015）。《環境管制行政中的科學框架與決策困境：以台

- 灣石化產業環評爭議為例》。臺北：國立政治大學公共行政研究所，博士論文。
- 洪敏隆（2014）。〈空污總量管制今預告 高屏農曆年前實施〉。蘋果日報網站：<http://www.appledaily.com.tw/realtimenews/article/new/20141215/524332/>。2018/12/26 檢索。
- 洪敏隆（2015）。〈打經濟部臉？馬宣示空污總量管制 3 年減量 5%〉。蘋果日報網站：<http://www.appledaily.com.tw/realtimenews/article/new/20150422/597265/>。2018/12/26 檢索。
- 紀妙青、謝依倫、王玉純（2010）。〈台灣空氣污染與呼吸道疾病健康風險〉，《長庚科技學刊》13：1-16。
- 柏原祥（2014）。〈埔里媽媽站出來 組埔里 PM2.5 減量自救會〉，《大埔里報》17。
- 俞泊霖（2012）。〈《天然氣發電》台中電廠：年成本多千億 不利電價〉。自由時報網站：<http://news.ltn.com.tw/news/local/paper/614667>。2018/12/26 檢索。
- 胡慕情（2010）。〈學者：蓋國光石化 民眾平均少活 23 天〉。PNN 公視新聞議題中心網站：<http://pnn.pts.org.tw/main/2010/07/07/%E5%88%9D%E5%A0%B1-%E5%AD%B8%E8%80%85%E8%93%8B%E5%9C%8B%E5%85%89%E7%9F%B3%E5%8C%96-%E6%B0%91%E7%9C%BE%E5%B9%B3%E5%9D%87%E5%B0%91%E6%B4%BB23%E5%A4%A9/>。2018/12/26 檢索。
- 陳俊廷（2015）。〈向 PM2.5 宣戰！中南部六縣市會師雲林 宣誓禁燒生煤及石油焦〉。民報網站：<http://www.peoplenews.tw/news/6e975038-0d86-47a9-a1bf-726e02e4e874>。2018/12/26 檢索。
- 莊秉潔（2010）。〈國光石化營運造成 PM2.5 與健康及能見度影響〉。自主研究，未出版。
- 郭珮萱、莊秉潔、薛銘童、林佑勳、胡素婉、陳建仁、江濬如（2011）。

〈國光石化營運將比六輕石化營運致癌死亡人數多 150%〉，
「2011 年台灣風險分析學會『空氣中 PM2.5 之風險分析』研
討會」論文。臺中：台灣風險分析學會。

詹長權、李永凌、洪壽宏（2012）。《100 年度沿海地區空氣汙染物
及環境健康世代研究計畫期末報告》。（雲林縣環境保護局委
託專案研究計畫，YLEPB-101-038）網址：<https://docs.google.com/file/d/0B1w-CfixVP4JNmhYLURUWmZSZWs/edit>。2018/
12/26 檢索。

張景儀（2013）。《鑲嵌於管制政策制度的科學政治：以 VOCs、
PM2.5 為例》。臺北：國立政治大學公共行政研究所，碩士論
文，未出版。

張家豪、蕭逸雲、程萬里（2002）。〈1997-1999 年中部地區空氣
汙染與醫院醫療人數之研究〉，《中華職業醫學雜誌》9(2)：
111-120。

張良輝、簡慧貞、呂鴻光（2002）。〈臭氧汙染控制物種與空氣汙
染防制策略之分析〉，《環境保護》25(2)：95-116。

張哲明、張隆男、吳國榮、呂世宗（2004）。〈氣候變遷對台灣地
區空氣汙染潛勢衝擊之評估〉，《環境保護》27(1)：106-120。

教育部（2015）。〈教育部校園空氣品質旗幟宣導試辦計畫〉。教育
部網站：<https://ws.moe.edu.tw/Download.ashx?u=C099358C81D4876CA89ABD8A8B76D99965236EDA4CA337705C78D1A09C901B6BEE1B840BFE5915D28B2650C04E989DE08447BE71E3A5F6C669835ABA55507DF12450B21845ED67DFD939539B1F463722&n=95594A5DBC171FE00AD919DBBF65F6ACD70792484A1B011DC24E2956C90B281942AE26DACF65DF95D546038870D26F0C&icon=..pdf>。2018/12/17檢索。

楊之遠、周淑琬、羅鈞（2009）。〈台灣戴奧辛排放管制政策之回

- 顧》，《環境保護》32(2)：127-143。
- 環保署空保處（2011）。〈環保署說明訂定細懸浮微粒（PM_{2.5}）環境空氣品質標準進度〉。環保署環保新聞專區網站：http://enews.epa.gov.tw/ENEWS/m_fact_Newsdetail.asp?InputTime=1000403222206&MsgText2=。2018/12/26 檢索。
- 環保署空保處（2015）。〈掌握氣象影響，強化空氣品質不良日管制措施〉。環保署環保新聞專區網站：<https://enews.epa.gov.tw/Page/3B3C62C78849F32F/64c316b9-71ba-4bd7-850b-3440e37bf6b3>。2018/12/26 檢索。
- 環境保護署（2015）。〈多層式微型感測物聯網 改善空氣品質〉，《環保政策月刊》18(12)：5。
- 鄧凱元（2015）。〈你的故鄉，PM_{2.5} 濃度有多高？〉。天下雜誌網站：<http://www.cw.com.tw/article/article.action?id=5065632>。2018/12/26 檢索。
- 劉育豪（2015）。〈空污旗該怎麼升？〉。公民行動影音記錄資料庫：<http://www.civilmedia.tw/archives/29096>。2018/12/26 檢索。
- 劉錦龍（2007）。〈空氣污染防治政策對新生兒健康影響評估〉，《經濟論文叢刊》35(4)：477-511。
- 謝瑞豪、李睿桓、詹長權（2016）。〈台灣大氣中 PM_{2.5} 污染濃度和汙染源的時空分布〉，《台灣醫學》20(4)：367-376。
- 羅偉成、謝瑞豪、詹長權、林先和（2016）。〈台灣可歸因於 PM_{2.5} 暴露之死亡負擔〉，《台灣醫學》20(4)：396-405。

二、英文部分

- Bachmann, John (2007). "Will the Circle Be Unbroken: A History of the U.S. National Ambient Air Quality Standards." *Journal of the Air & Waste Management Association* 57(6): 652-697.

- Barber, Walter F. and Bartlett, Robert V. (2005). *Deliberative Environmental Politics*. Cambridge, MA.: The MIT Press.
- Corburn, Jason (2005). *Street science: community knowledge and environmental health justice*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Douglas, Heather (2005). "Inserting the Public Into Science." In Maasen, Sabine and Weingart, P. (eds.), *Democratization of Expertise? Exploring Novel Forms of Scientific Advice in Political Decision-Making*, pp. 153-169. Dordrecht, Netherlands: Springer Netherlands.
- Fischer, Frank (2009). "Citizen Participation and Deliberative Governance: The Problem of Knowledge and Complexity." In Fischer, Frank (ed.), *Democracy and Expertise*, pp. 48-76. NY: Oxford University Press.
- Hidy, George M., Brook, Jeffrey R., Demerjian, Kenneth L., Molina, Luisa T., Pennell, William T. and Scheffe, Richard D. (2011). *Technical challenges of multipollutant air quality management*. Dordrecht: Springer Science+Business Media.
- Jackson, Tim (1986). *Material Concerns: Pollution, Profit, and Quality of Life*. NY: Routledge.
- Jasanoff, Sheila (1990). *The Fifth Branch: Science Advisers as Policymakers*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Jasanoff, Sheila (2005). *Designs on Nature: Science and Democracy in Europe and the United States*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Jasanoff, Sheila (2012). *Science and Public Reason*. NY: Routledge.
- National Research Council (2004). *Air Quality Management in the United States*. Washington, DC: The National Academies Press.

<http://nap.edu/10728>.

- Nowotny, Helga, Scott Peter B. and Gibbons, Michael T. (2001). *Re-Thinking Science: Knowledge and the Public in an Age of Uncertainty*. London: Polity Press.
- Pleijel, Håkan and Lidskog, Rolf (2011). “Co-Producing Policy-Relevant Science and Science-Based Policy: The Case of Regulating Ground-Level Ozone.” In Lidskog, R. and Sundqvist, G. (eds.), *Governing the Air: The Dynamics of Science, Policy, and Citizen Interaction*, pp. 223-252. London: The MIT Press.
- van Asselt M.B.A., Renn, O. and Klinke, A. (2011). Coping with Complexity, Uncertainty and Ambiguity in Risk Governance: A Synthesis. *AMBIO* 40(2): 231-246.
- Wynne, Brian (1991). “Sheep farming after Chernobyl: A case study in communicating scientific information.” In Lewenstein, Bruce V. (ed.), *When Science Meets the Public*, pp. 43-68. Washington, DC: American Association for the Advancement of Science.
- Wynne, Brian (2003). “Seasick on the Third Wave? Subverting the Hegemony of Propositionalism: Response to Collins & Evans (2002).” *Social Studies of Science* 33(3): 401-417.

Fragmentary Air Pollution Information and The Challenge of Environmental Governance

Chia-Liang Shih & Wen-Ling Tu***

Abstract

Air pollution problems are very complex and regulatory science is full of scientific uncertainty. To understand air pollution problems, we need the following information: (1) pollutants from the emission source; (2) diffusion path simulation; and (3) the affected and changing status of the receptor. Although our knowledge that air pollution affects human health appears certain, there are myriad obstacles to connecting information, knowledge and policy in this area. This paper examines Taiwan's anti-air pollution initiatives between 2010 and 2016 from the perspectives of the production of air pollution-related knowledge and of environmental governance. Important debates over air pollution generated by these initiatives mobilized public consciousness of the risks posed by air pollution, and thereby prompted steps by the government to develop an anti-air pollution strategy and to revise relevant laws. The paper discusses how those initiatives highlighted the difficulties and limitations of current policy knowledge in clarifying and solving environmental disputes. The author further analyzes certain and uncertain knowledge of air pollution

* Postdoctoral Fellow, Department of Public Administration, National Chengchi University.
E-mail: Shih0218@nccu.edu.tw.

**Professor, Department of Public Administration, National Chengchi University.
E-mail: wtu@nccu.edu.tw.

constructed by civil society. By examining the framing of air pollution problems and the process of inquiries and applications for information made by anti-pollution campaigns, the study's conclusions point out the limitations of knowledge production and suggest improvements to air quality governance.

Keywords: Air Pollution, Environmental Knowledge Production, Scientific and Technological Risk, Environmental Governance, Civic Actions

