

公共政策與法律研究中心

104 年度研究計畫案期末報告

臺灣空氣污染之風險治理與制度研究

Study on risk governance and regulatory
institution of air pollutant in Taiwan



主持人：周桂田 教授

協同主持人：杜文苓教授

研究助理：王瑞庚、張景儀

撰寫日期：民國 105 年

目 錄

壹、 計畫背景.....	1
一、 計畫內容.....	1
(一) 緣起：臺灣空氣污染管制研究之重要性.....	1
二、 相關文獻探討.....	3
(一) 臺灣空氣污染風險治理之管制現況.....	3
(二) 管制科學的興起與運用.....	4
(三) 公民科學與風險治理典範轉移.....	5
三、 研究方法.....	8
(一) 文獻分析法：.....	8
(二) 焦點團體(focus group)研究：.....	8
(三) 論述分析(discourse analysis).....	9
四、 研究結果.....	10
(一) 空污治理的歷史與趨勢.....	10
(二) 臺灣空污治理的歷史與趨勢.....	12
(三) 臺灣空氣污染的管制科學問題.....	13
五、 立法建議與結論.....	18
(一) 立法建議.....	18
(二) 衝擊與效益分析.....	19
貳、 計畫工作項目及期中成果.....	21
一、 會議與出版品摘要.....	21
(一) 研討會.....	21
(二) 座談會.....	22
(三) Working paper.....	23
二、 計畫績效指標及人力投入.....	23
(一) 績效指標說明.....	23
(二) 參與人力簡歷.....	24
參、 附件.....	25
一、 會議記錄.....	25
二、 活動照片集.....	31
三、 產出文章.....	38
四、 參考書目.....	47

壹、計畫背景

一、計畫內容

(一) 緣起：臺灣空氣污染管制研究之重要性

人類活著的每分每秒，都與空氣進行親密接觸；每分鐘 15~20 次，空氣進入人體的最深處，然後再被呼出。人與任何事物，人與人之間都沒有這樣的緊密關係，而這樣的親密關係維繫著人的生命，一旦這個關係結束，人的生命也結束。人類社會的空氣污染，呈現典型風險社會特徵（周桂田，2002；Beck, 1986）；前現代人類活動所製造的空氣污染，從未絲毫影響到偉大的大地母親，大氣的自清能力遠遠超過人類活動對空氣的污染。工業革命的進步與控制思維，人類將風險看做現代性副產品，並且可以透過技術控制風險。但一連串 20 世紀以來嚴重的、不可逆的工業污染、以及新興科技衍生各類無法預期的風險，標誌著「控制革命」(Beniger, 1983)的危機，人類使用科技的能力大過瞭解與掌握科技的能力，科技帶來的風險早已迫使人類必須用更多力量去對抗科技造成的危害，西方社會開始覺醒到，在富裕社會中風險議題在相當程度地取代過去財富資本的追求，成為社會主要議題。

以空氣污染為例，1930 年比利時 Meuse Valley 霾害三日內造成 60 人死亡、1948 年賓州毒雲三日內超過 50 人死亡，而最為眾人熟知的 1952 年倫敦大霧，5 日內至少造成 4000 人死亡，此時人類意識到，廣袤無邊的大氣，並非如想像中的無窮盡，關於空氣污染的研究與管制，此時才開始被重視，並且正因為「空氣與人」有切身親密的關係，最直接影響的就是人身生命安危，1980 年代開始，空氣污染研究緊密與健康高度相關。空污包含懸浮微粒(particulate matter)、二氧化硫(SO₂)、二氧化氮(NO₂)、臭氧(O₃)、一氧化碳(CO)、揮發性有機氣體(VOCs)等，各種健康危害雖不盡相同，但皆對於心血管、呼吸系統、慢性發炎、中樞神經系統、新生兒各種疾病有已知或可能高度相關，而研究也指出空氣污染與這些疾病導致的死亡率有關(Craig et al., 2008; Thach et al., 2010)。

相較於西方之已開發國家，類似於台灣之新興工業國家並未擁有長時間發展成熟之公民社會傳統；另一方面其工業化歷程壓縮於短短數十年之內完成，以致在經濟系統驅動之開發主義下，既有之社會批判與制衡受到壓制。其結果為強勢的經濟系統凌駕於弱化的公民社會，導致政治、經濟系統的合流而壓抑社會多元理性之思辯、競逐，並進一步造成風險治理與溝通的困境。

本計畫特別針對空氣污染課題進行深入探討，主要因為空氣污染的概念已不再是侷限於環境保護及環境永續的框架範疇，隨著科學知識與技術監測的更迭與進展，針對空氣污染課題亟需置放於風險社會(Risk Society)的脈絡進行深層地理解，其當中蘊含著風險分配下的環境不正義、風險知識與概念的釐清、風險治理模式的創新與改革等課題。然而，目前我國空氣污染管制卻面臨管制困境問題，經由主流媒體報章雜誌的傳播後，社會大眾已開始對於空氣污染議題感到憂心忡忡，不僅僅相關公民團體進行遊行抗議，亦對於我國高科技、石化等高污染排放的產業開發行為進行抗議，造成民眾對於政府部門的不信任感嚴重加劇。

對此，本計畫認為不能僅單純視為經濟發展與環境永續的衝突。並且，其管制困境之

肇因，除了目前科學技術與知識的侷限下，在我國的管制政策與制度的設計更顯得管制空氣污染的課題顯得更為險峻。更細緻而言，空氣污染其影響的幅地廣泛與時程之長，對國民健康的危害，實際上已經等同國家安全問題。以細懸浮微粒（Fine Particulate Matters, 粒徑小於 $2.5\mu\text{m}$ 之粒子，以下簡稱 PM2.5）為例，即是基於科學的知識與技術的日新更迭，發現大氣中飄散的細懸浮微粒夾帶著相關致癌重金屬物質，嚴重地影響人體健康危害，致使民眾罹患肺腺癌比例逐年升高，同時亦容易對於老幼婦孺等易受敏感族群造成健康危害的影響。

延續上述脈絡，本計畫認為我國空氣品質區制度的劃分亦會使得管制課責難以歸屬。其因即是因為空氣污染的特性之一即是受至我國氣候、地形、光化學反應等影響，而具有衍生、擴散、累積的不對稱分配特性，其特殊性本就對於行政管制機關為難以進行管制行為。即便在目前的科學知識與監測空氣污染的技術之下，仍然呈現空氣污染的管轄權在我國現行空品區的劃分之下顯得更難以管控與防制。舉例而言，我國台中火力電廠、雲林石化區工業的空氣污染排放，卻會間接使得嘉義、南投等地顯現空氣污染物的濃度為全台最高，各縣市機關亦無法有權限針對排放污染源進行管制而難以課責。

（二）研究目的：推動國家建立總量管制、AQI 與 HAPs 法案研究

本研究之研究目的，旨在呈現空氣污染管制之跨界風險問題，其考驗我國風險治理模式，過往傳統技術官僚治理樣態，則難以處理行政責任與風險課責之複雜狀況。研究藉由風險社會（risk society）、管制科學（regulatory science）以及公民科學與風險治理典範轉移的觀點進行分析，以目前臺灣空氣污染現況與空氣污染相關法制為研究對象，探討未來臺灣空氣污染防治法：特別針對總量管制相關規定、空氣品質標準（Air Quality Index, AQI）、有害空氣污染物（Hazardous Air Pollutant, HAPs）、目前的法律密度、有效性，並未未來修訂可能的綱要建議。

在空氣污染治理方面，我國在 1975 年制定空氣污染防治法，開始我國對空氣品質維護的起點。在 1980 年訂定交通工具污染物排放標準，開始為移動污染源之管制做準備，幾十年來，臺灣始終跟隨美國管制的腳步，雖然有幾年落後但仍在緩步向前，為隨著經濟成長，高污染產業亦隨之不斷成長，一方面管制跟隨歐美標準，但產業體質卻沒有明顯轉型。到近二十年來，歐美一方面不斷訂定更嚴格的細懸浮微粒、SO₂ 等管制標準，一方面總量管制以環境涵容量來限制地區空污排放時，臺灣風險治理的遲滯與資訊隱匿，愈來愈顯得明顯。

臺灣雖然在 2012 年 5 月 14 日發布細懸浮微粒空氣品質標準，訂出較 WHO 寬鬆的年均濃度 $15\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、日均濃度 $35\mu\text{g}/\text{m}^3$ 的標準，但其管制仍是落後的。首先，近年來美、日、歐等國的空氣污染管制已經逐漸由過去的空污污染指標（Pollutant Standards Index, PSI）管制發展為空氣品質指標（AQI），這個轉變當中的關鍵要素就是開始對於細懸浮微粒進行管制，但臺灣至今仍採不包括細懸浮微粒的空污污染指標（PSI）為主，然後細懸浮微粒濃度另採警示標準，英國每日空氣品質指標（Daily Air Quality Index, DAQI）的細懸浮微粒項目。又例如總量管制，台灣其實早在 1999 年的空氣污染防治法增訂總量管制有關條文，但如何具體實施總量控管仍尚未有重大進展，本計畫認為此亦為目前管制困境其中一環，即是空氣污染管制政策需要整體考量地區環境涵容量。換言之，除了 PM2.5 為重要管制標的物外，二氧

化硫、臭氧、二氧化氮等已被列管的污染物亦須加以嚴格控管。因此，管制政策考量地區的整體環境涵容量極屬重要。但在我國法條上明確地規定需要經濟部同意得實施，以致於台灣的總量管制實施一再延誤，至 2014 年底政府在民間團體與社會極大的強力要求下，於 2015 年 6 月才在全台灣空污最嚴重的高雄與屏東開始實施。

因此，本計畫重點首先針對我國總量管制相關法制進行檢視，然後對未來空氣品質標準(AQI)，由國際趨勢的控制技術基準(Technology-based)到健康風險基準(Health risk-based)的典範轉移，以國際空污治理為參考，以臺灣在地空氣污染實況作為科學基礎，考察臺灣空氣污染管制現況，針對空氣品質健康標準(AQHI)規範制訂進行建議，另一重點於臺灣尚未發佈針對有害空氣污染物(HAPs)進行明確定義及法規，這部份如何進行規範強化進行建議。

二、 相關文獻探討

(一) 臺灣空氣污染風險治理之管制現況

我國對於空氣污染的論述範疇，在現今公民社會的成熟與蓬勃發展與資訊科技的推波助瀾下，有了很大的轉變。過往，攸關我國空氣污染的議題仍模糊地侷限於境外霾害的傳輸影響。直至近期，在 2010 年度的國光石化開發案的特定的政治事件發酵後，其中的論述即是空氣污染將有可能危害人體健康的風險、造成全民健康與壽命受損，後續，亦在 2012 年時 PM_{2.5} 的規範標準在社會的期待下成為我國管制規範之一。

上述的論述範疇亦因為 2014 年高雄市區的石化管線管理疏失，終究導致不幸的且劇烈的氣爆事件後更產生質變，社會大眾驀然地驚覺我國空氣污染管制法規系統仍有缺漏，並無全面地規範潛在以及立即可能發生危害的空氣污染物 (Hazardous Air Pollutant, HAPs)，致使行政機關難以進行全面控管於日常不斷運輸的空氣污染物質；接著，也開始在中國記者拍攝的紀錄片渲染、我國主流媒體的專題報導下，最後，我國對於空氣污染的公共意識已經在中產階級發酵，開始有更多的公民團體關注、遊行與抗議。

民眾開始理解至空氣污染的議題已經不僅僅是環境永續的議題，更是與人體健康息息相關，因此，引發更多的政治與科學爭議：民眾亟欲得知每天的空氣污染現況、如何確保孩童的戶外活動的健康安全、應該依循何種空氣污染的指標才能貼近真實污染狀況、我國的標準規範與先進國家或全球性組織相比後是否過於寬鬆，甚而，開始質疑我國政府如何進行空氣污染濃度的監測過程、認為政府監控空氣污染的過程資訊皆不透明，而開始不信任政府的相關資訊、民眾質疑政府審查開發案下的空氣污染健康風險評估仍有缺失。

以近年來空氣污染管制重點之細懸浮微粒管制而言，最早為美國 1997 年的法定標準¹，加拿大 2000 年 (2005 年實施 AQHI)、2006 年 WHO 的建議值、澳洲 2005 年²、歐盟 2008 年 6 月 11 日、日本的 2009 年、英國的 2010 年 (2012 實施 DAQI³)。我國於 2012 年訂定

¹ Code of Federal Regulations. Title 40 - Protection of Environment Title: Section § 50.7 National primary and secondary ambient air quality standards for PM_{2.5}. [62 FR 38711, July 18, 1997, as amended at 69 FR 45595, July 30, 2004]

² 1998 年訂出 2008 年實施 PM_{2.5} 全國管制。

³ The new UK DAQI was launched on 1st January 2012 and made changes to the following: 1. They have continued to report the current pollution levels for particulate (PM₁₀ & PM_{2.5}) using the redundant running 24 hour system rather than change to the fixed 24 hour system used by the DAQI.

2. They are reporting TEOM data as gravimetrically equivalent PM₁₀ (TEOM * 1.3) rather than EU reference

了細懸浮微粒管制標準，但尚未訂定空氣品質指數（含細懸浮微粒）。中國已於 2012 年根據《中華人民共和國環境保護法》、《中華人民共和國大氣污染防治法》等法律，訂定了 PM2.5 規範⁴以及環境空氣品質指數日報和即時報工作，制定環境空氣品質指數(AQI)技術規定 Technical Regulation on Ambient Air Quality Index(on trial)，香港於 2013 年 12 月 31 日起採取 AQHI(2014)、印度於 2014 年採取 AQHI。相對於此，目前環保署訂定本土的 AQHI 確有落後國際的趨勢。

我國行政機關面臨複雜的空氣污染管制已感到捉襟見肘。同時，更顯現出社會對於政府所呈現的風險知識已感到不滿足，知識的詮釋權已不再專屬於專家學者或技術官僚的角色。以下，本計畫藉由管制科學(regulatory science)的理論來更進一步闡釋。

（二）管制科學的興起與運用

管制科學(regulatory science)一詞的概念乃是因為在政府官僚體系在歷史脈絡的演化下，開始不斷地專業分工化與擴大化，來因應與解決因新興科技的擴散與運用，產生趨於複雜的公共問題。政府體制當中開始延攬各方領域專家的專家學者來進入決策體系藉由專業、理性、客觀、中立的科學思維來解決重大爭議性的公共問題。這樣的型態，便是運用客觀理性的科學態度來認清事實(Fact)，來排除主觀的社會價值以及政治干預的可能性(周桂田，2009)。這樣的治理氛圍逐漸形塑成為專家政治(expertise politics, Fisher, 2000; 2009)，也使得政府的管制型政策脈絡產生改變，無形當中便是專業與科學知識的治理樣貌，隱然為政府的第五部門(the fifth branch; Jasonoff, 1999)。

換句話說，公共政策的始端來自於公共問題的浮現，而管制過程需要運用既存的科學知識外，更需要針對特殊的公共問題脈絡來生產科學知識，而前者即是一般實驗室的常態科學知識(normal science)，後者即是運用至管制政策制度的知識形態，即為管制科學(regulatory science)。而只要進入了政府體制、政策脈絡，「科學」即被賦予了政治性權力，因為其科學知識的生產目的就是為了要釐清與解決公共問題(杜文苓、施佳良、蔡宛儒，2012)，並成為具體的制度法規，來規範人類社會的秩序與行為或是更改政治與社會的運作，因此，此種管制科學是具有強制性權威的意涵(Salter, 1988)。

然而，從政治管理者的角度來看，體制內運用專業科學進行治理模式除了政策效益之考量外，亦可以藉由中立客觀的科學將政策形塑地更為專業化、科學化，並強化政治權威的合法性。但卻也無形當中杜絕公民參與政策制定的可能性，也產生公民參與政治制定的排擠效應(Frickel & Moore, 2006; Bickerstaff, Lorenzoni, Jones & Pidgeon, 2010)。

equivalent measurements (TEOMVCM) required by the DAQI

3.They have not introduced the triggers that form a fundamental part of the DAQI to supplement the fixed day reporting for particulate.

We have analysed the performance of our implementation of the DAQI based on two widespread pollution episodes during the first two months of 2012. This analysis (available here) demonstrates that COMEAP's 'trigger' system, adopted by Defra in the DAQI and used on www.londonair.org.uk, successfully predicted 'high' daily particulate levels during the episode's peak during the afternoon. The old system, still in use on other websites, did not show 'high' pollution until the end of that day and continued to report 'high' the following day when the episode had passed. COMEAP specifically considered this lag issue in their review and it influenced the change to fixed day reporting combined with triggers.

⁴ 2016 年按標準實施。

基此，近期科技與社會(science, technology and society, STS)的學術社群其中便開始質疑與挑戰科學的客觀中立性。提出新的批判性假設認為科學進入社會與政策的體制後，便可能基於政治行動者的網絡、制度設計的影響而改變了科學研究的方向、知識的生產以及科學方法論的運用(Blume, 1974:1)。抑或是，何種政治行動者可以進入科學知識的場域？甚麼知識在政策領域當中是該做而未做(undone science)，而表徵出政治制度的科學評估與預測上的缺失(Frickel, Gibbon, Howard, Kempner, Ottinger & Hess, 2010)？上述的質問直指出科學並非想像中的客觀中立，也隨著公民參與的深度與廣度在民主深化的影響之下，體制外的社會組織與公民團體不斷地形成公民運動來要求參與相關的科學與科技政策的制定過程。過程中，不斷地挑戰科學的權威與「客觀中立」的意涵。

而本計畫認為在空氣污染的課題當中，仍有許多「該做而未做的科學知識」(undone science)生產，致使管制政策的過程充滿了科學不確定性(uncertainty)。更具體而言，在環境開發案涉及的環境影響評估主要以科學理性、客觀中立的方式來模擬、預測人類行為或是開發行為的入駐對於周遭環境範疇、生態系統、人體健康等影響。但在我國空氣污染指標、健康風險評估等其他相關法制仍未與時俱進或建置完全下，更顯得整個科學評估的過程充滿不確定、模糊而無法斷言的氛圍。相關的公民團體、涉及的民眾皆無法得知一項經濟發展的開發行為後的負面成本，自然而然地，容易在這樣的缺陷下行使預測式的科學政策評估或是管制行為，引發民眾對於專家政治的不信任、對於政府提供的任何管制資訊也有所質疑。甚而，這樣的衝突更容易被簡單地化約成經濟與環境永續的紛爭。然而，事實上背後的爭議肇因，卻是有可能是我國的官僚體系在空氣污染的管制課題下經常呈現出「該做而未做」的知識建構，也自然呈現出轉型怠惰的樣貌，引發我國公民對於政府的不信任。

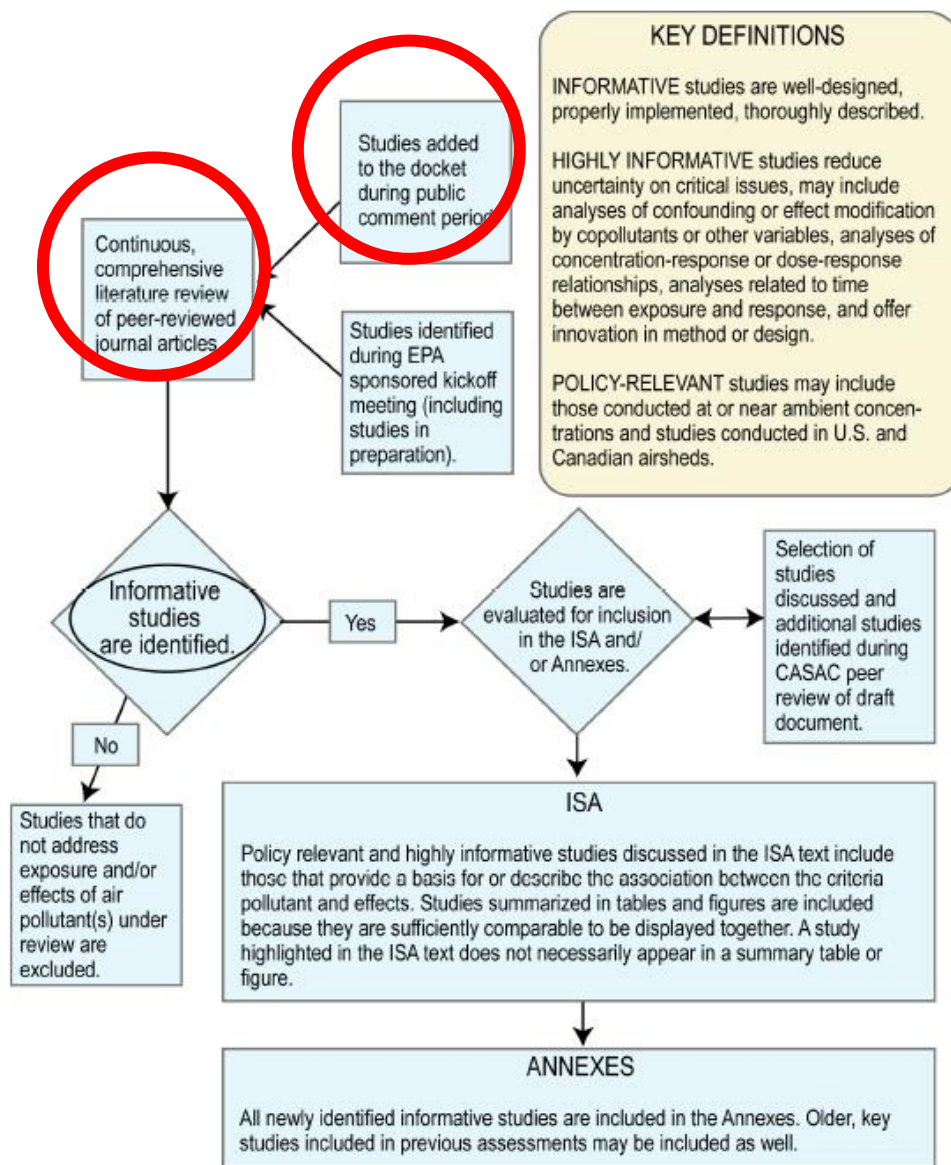
也因此，以下本計畫將更為詳述地闡明政府體制面對新興的環境風險治理的模式應有所典範轉移，並且闡述美國空氣污染治理。

(三) 公民科學與風險治理典範轉移

新興風險治理倡議一種更親民的科學政策範疇中，強化相關公民團體對於科學政策決策的參與，包括「相關利益者」(stakeholder)、公民團體、與科學社群對於創新研發科技或科技風險的參與討論；傳統技術官僚權威式的、中心式的科技決策已無法體察與因應風險衝擊後之社會快速變動與困境，而實證性的科學風險評估模式更加無法面對開放性的、不確定性的各種生態、健康、社會與倫理風險衝擊。因此相對的，發展去中心化的、更透明化的、多元領域的、多元層次的與開放性的風險評估與科技決策程序變得相當重要(周桂田, 2007; Gerold & Liberatore, 2001; Renn and Graham, 2005)。2009年美國的懸浮微粒整合性科技評估(Integrated Science Assessment for Particulate Matter)即空氣污染上述概念的典型呈現。

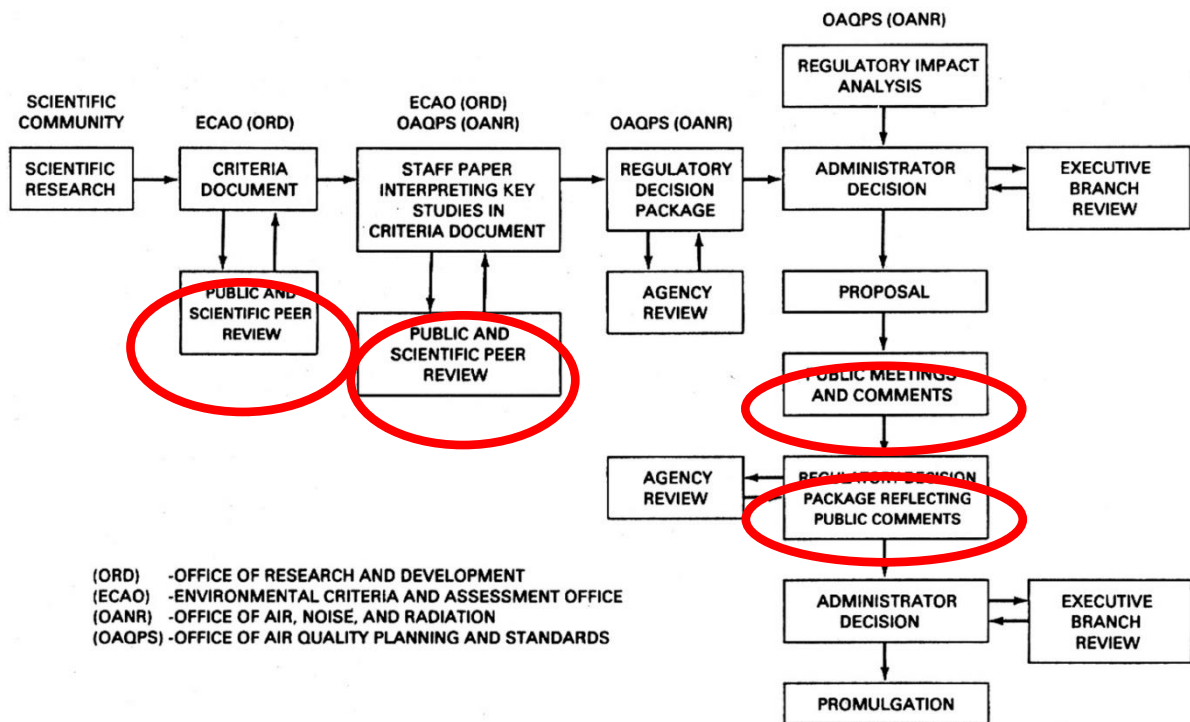
美國進行細懸浮微粒管制標準與治理乃是被規定要按照嚴謹的科學基礎來進行，這科學基礎即一套整合性的科學評估流程(圖一)。此流程初期即重視在公眾審議(Public Comment Period)階段就應該將各種研究列入目錄，按此持續全面性的進行有審查機制的期刊文獻回顧。並且必須資訊公開，設計良好的研究應適當被採用，完整的敘述。研究被評

估確認，過程中採用某些研究，不採用某些研究，得到哪些結論，必須基於嚴謹的科學證據，選擇與政策相關高資訊價值的研究(highly informative)，這些方向初期公眾審議就應該被放入考量。



圖一：美國的懸浮微粒整合性科技評估流程

與政策相關高資訊價值的研究，這些研究必須被以包含圖與表的方式有效的一起併陳。這樣嚴謹的科學評估才能做為政策參考的依據，進入美國國家空氣品質標準制訂與審查的流程（圖二）。



圖二：美國國家空氣品質標準訂定與審查流程

美國國家空氣品質標準訂定與審查流程一開始的科學研究基礎，就已經基於高度公開而擴大學術審查社群的原則，並讓公民科學能參與其中。其後欲制訂之標準的評估文件、詮釋有關評估文件的科學研究的工作文件，都必須讓公眾和科學社群進行審查，並且到公眾與科學社群滿意為止。到管制計畫提案出爐後，必須再次經過公眾審議階段，然後再將確實能反應公眾意見的管制決策交付主管機關審查，這個步驟需要一直往返到滿足公眾意見為止，再進入行政決策。

我國的情況而言，環保署並沒有上述美國科學評估標準程序和空氣污染標準制訂的審查流程。事實上，臺灣基本上尚未針對有害空氣污染物(HAPs)進行明確法規發布，更遑論空氣品質標準機制的制訂是否有公眾參與或者資訊透明的法源保障。單就涉及科學評估方面少數的法源，即我國健康風險評估技術規範，但它並沒有公眾參與機制，而且該技術規範主要為開發之環境影響評估服務，主管機關訂定標準之健康影響評估規範目前並無規範。現行法規仍有部份限制有害空氣污染物之排放，包括「固定污染源空氣污染排放標準」、「特定行業空氣污染物排放標準」、「毒性化學物質管理法以及勞工作業環境空氣中有害容許濃度標準」以及「揮發性有機物空氣污染管制及排放標準」，制訂過程亦屬於政府機關與其所召集之科學委員會，仰賴未經廣泛公眾與學術討論的科學文獻即訂定（陳仲麟，2014）。

目前臺灣在科技與風險治理上，存在專家政治管制文化以非人總量、濃度治理漠視了健康風險的人本導向，迫使臺灣必須面對應該如何轉型，屬於社會價值與規範的辯論領域，超克目前威脅切身健康的空氣污染問題是否能成為公民社會力量的強大動力，推動台灣能源、產業、經濟的轉型？本研究將觀察與分析臺灣的空氣污染治理，面對源自於發展型國家後進追趕的經濟發展優先的框架，並且政府的技術與經濟系統的官僚握有相對較大的主導權（Chou, 2002, 2009; Chou and Liou, 2009; 王振寰, 1996; 吳挺鋒, 2003; 黃崇憲, 2010），

這樣的框架導致臺灣在空污管制乃至於各種風險治理呈現隱匿資訊、遲滯治理的現象，公民參與以公民科學作為動能，一種以公民認識論作為行動理念，推動臺灣風險治理典範轉移的現實分析。

三、 研究方法

本兩年期研究主要是從空氣污染管制的政策評估角度，試圖建立攸關於我國風險治理典範應有所轉移新思維。空氣污染的課題極屬複雜，在風險社會之治理思維下，應在政策（風險）評估、風險溝通與風險決策管理的架構下，一方面探討政策之擬訂、評估與發展典範的具體結構性問題，其涉及政府內部政策規劃與執行之專家政治、政府與公民社會、團體之相關科學知識、資訊競逐等；另一方面企圖釐清先進國家面對此挑戰，如何涉及公民社會之監督與參與決策能耐，包括組織特性、知識內涵、監督論述、參與決策條件。藉由上述來逐步朝向我國跨界風險治理的新挑戰。

由於上述各項研究問題需要相當的統整與歸納，並配合整合型計畫之推動，本研究計畫需要進行兩年期以上的研究。主要研究方法為：

（一）文獻分析法：

從政策評估角度，將就因應科學知識、技術的更迭，蒐集不同時期重要的國家或國際性組織的空氣污染管制政策演進脈絡；並配合焦點團體研究進度，以滾雪球方式追溯重要文獻分析。透過官方文獻、期刊文獻與公民團體刊物，可以初步掌握整個國家一定時期之牽涉的空氣污染、健康風險、公眾審議、產業與能源結構調整等基本架構。因此，文獻分析法將有助於我們深化掌握國家發展結構、技術官僚的政策規劃理念、與公民社會倡議之衝突，而作為研究論述分析的基礎材料。本計畫將會審閱美國、英國以及國際衛生組織的空氣污染法制架構。諸如，本計畫鎖定美國懸浮微粒整合性科技評估(Integrated Science Assessment for Particulate Matter)的論述、潔淨空氣法案(Clean Air Act, CAA)底下的危害性污染物管制(Hazardous Air Pollutant, HAPs)標準；歐盟的空氣品質規範標準及英國的每日空氣指數(DAQI)的標準設置等。藉由審閱上述科學循證為基礎的法制架構，釐清背後科學與管制法規的關係。

其後，在釐清先進國家以及重要的國際性組織的管制經驗後，本計畫將焦點置於我國的治理脈絡。首先，將收集我國環保署從過往至今所建立的環境基礎資料庫來釐清我國國土範圍的環境涵容量為何。更具體而言，攸關於空氣污染排放清冊(TEDs)、空氣品質報告、各項空氣污染物即時監測值與濃度值、涉及我國地區面積、人口分布等排放資料，進而分析空氣污染的課題呈現何種風險治理的挑戰。其次，針對公民社會所生產的論述、行動等，將透過相關的民間期刊、學術期刊論文、傳統剪報與媒體電子資料庫（聯合報電子資料庫）等資料收集，整理與分析，公民社會與政府之間的反動或衝突。

（二）焦點團體(focus group)研究：

本計畫將分批邀集相關中央與地方的決策官員、各方領域的專家學者、公民社會團體。第一，進行決策評估之討論，第二，進行風險與政策溝通之訪談，結構性的探討我國過去

執行面、現實面上之空氣污染政策（風險）評估與風險溝通。

焦點團體實質運作上，檢視臺灣總體永續經濟社會體系的困境與契機，需要進行利害關係人焦點團體訪談研究。根據規劃，每年需要進行三次以上的焦點團體，我們將分別以單一議題或交叉議題的方式，來進行追蹤探討。基本上焦點團體研究分為兩部份：第一，第一年及第二年年度將邀集中央行政院經濟部工業局官員（石化、電力等排放污染源之產業代表）、地方縣政府官員（實際進行管制與稽查之官員）、環保署官員（環工大氣、健康風險專長等建立我國基礎環境基本值之官員）、各方領域專家學者（我國長期研究永續發展之環工、社會、公衛、法律、經濟等學者）、長期關注空氣污染議題的公民社會團體、在地團體，結構性地探討我國過去現實面上之管制空氣污染的風險問題。

第二，將相關文獻、法制及政策分析與焦點團體研究基礎，再次更進一步的探討我國風險社會下的空氣污染治理與社會參與問題。將同樣邀請中央行政院經濟部工業局、環保署官員、地方縣政府官員、公民團體來共同探討。但將著重邀請各方領域的專家學長及公民社會團體。這個部份需要建立研究長期互動的學界、官員、公民社會團體網絡，除了透過問題的接觸與互動，將視情況進行六場次以上的焦點團體研究。

（三）論述分析(discourse analysis)

論述分析的科學產生於後實證主義詮釋取向的傳統，更根源於意識形態分析、修辭學、科學社會學及語言哲學的傳統 (Hajer 1995:40)。論述，事實上就等於日常生活的言談、討論，從其中人們形成共識性的理解意義。社會科學的分析，正是從其中掌握言談的方式與規則和在一定社會背景脈絡下一套想法、概念與範疇所代表的社會意涵。透過這套意涵的理解，可分析出社會意義的建構與再生產的邏輯。如同前述，語言、論述本身就是一個真實的社會建構。

論述分析的重點在於哪一種論述處於霸權的地位，以及其為何處於霸權的地位？(Hajer 1995:43) 根據傅柯的觀點，其中涉處權力的介入：論述本身即是一種權力的展現。「形構分析」(frame analysis)主要的意義在於一個社會的「形構」必須是透過語言、論述和其延伸出之隱喻意涵而達成。論述表意一個社會內的形構，因為它是在一定社會脈絡下生產和再生產出來的。因此，論述生產了意義，而形構承載、集合這組意義。同時，透過論述而組成的社會形構也涉及了論述權力的機制：它展現在政治制度和組織中（官方、非官方）、媒體及人際與團體內的互動。從形構分析的觀點而言，政治現實本身是經由論述形構而成。論述在此被定義為由個人的對話發展為社會的對話，由不同的個人、組織、利益團體針對社會政治制度的實踐提出一套看法，或可稱之為意識型態。

我們將藉由論述分析，從統整各種政策、會議、焦點團體訪談、全國性空氣污染的相關監測資料資料、各階段重大開發衝突爭議，將進一步以論述分析方法，結構性與歷時性的觀察與討論台灣近十多年的空氣污染的風險治理挑戰問題。尤其，發展型國家治理特徵中的技術官僚統合主義(techno-corporatism)，即結合技術官僚、科學菁英、產業菁英所構成威權封閉的決策模式，將做為我們考察從風險分配下的不正義問題，致使中央與地方的府際衝突、公民不信任的重要路徑之一。

四、 研究結果

(一) 空污治理的歷史與趨勢

探究近代空氣污染管制歷史，工業化最早的英國在 1952 年著名的倫敦大霧之前，早在 19 世紀就對空氣污染、特別是煤的燃燒與煙道排放有所管制，例如鐵路交通 (1845, Railway Clauses Consolidated Act)、工廠 (1847, the Improvement Clauses Act)，並且透過公共衛生方面立法對排煙進行若干程度管制 (1866, the Sanitary Act; 1875, the Public Health Act)。倫敦大霧這樣的公害發生後，在 1956 年英國就有了第一個名為 Clean Air Act 法案強制管制特定地區煙道排放。美國在 20 世紀初期即對一些州的工廠排煙進行管制，聯邦政府到 1955 年最早訂定 Air Pollution Control Act，而後經過一連串立法，1963 年通過最初的 Clean Air Act 法案。1963 年法案最重要的概念是將空氣污染明確界定為跨行政區與跨區域的問題，應屬於聯邦政府管轄權，且由聯邦訂定空氣品質標準，不過這份初期法案尚未賦予聯邦政府強制稽查與懲罰違規的強制力，一直要到 1970 年美國基於全面性的科學評估與多元利益關係者的角力後的 Clean Air Act 才真正具有管制強制力 (Bachmann, 2007; Rosenbaum, 2013, 2005; Jasanoff, 1990; Collingridge and Reeve, 1986; Wahlström, 1992; Kirby, 2000)。因此若要談空氣污染管制立法，最早應追溯到 1970 年美國的 Clean Air Act (以後簡稱 CAA) 的經典地位。

在美國的多元社會背景下，管制若要具備更大的強制力的合法性，必須有足夠的時間與資源，運作其管制科學體系生產科學證據作為後盾。在國會、白宮、科學委員會進行更多辯論，造成科學論據的競逐，使得 1970 年的 Clean Air Act 成為管制科學研究的經典案例；1970 年的法案能引出許多風險治理的研究議題，但它特別引出本研究一個重要的軸線是，1960 年代到 1970 年的 Clean Air Act 論述競逐背景，其中一個非常重要的論述競爭是「風險對技術 (risk versus technology)」的爭議，意即風險與結果基準 (risk and results based) 或最佳可行技術 (best available technology, BAT) 何者作為決策主角，何者為輔助的爭議。當時背景下，風險基礎是訂出符合科學與評估需要花費時間能達成的「安全」標準，被認為目標清楚且容易達成，這部份較受到企業界歡迎；反觀最佳可行技術 (BAT) 被認為是比較嚴格的，因為需要採取的技術最高標準，隱含著道德價值上的意義—做到最好，因此大致上民間團體與公共衛生、醫學倡議者較支持最佳可行技術 (BAT)。

當時美國的 Clean Air Act 與空污治理的概念，便由最佳可行技術 (BAT)，即後來演變為最佳可行控制技術 (best available control technology, BACT) 為主，風險評估為輔或併行。但隨著科學研究進展和風險治理典範轉移 (例如預警原則意涵與實踐逐漸被重視、後常態科學、多元、跨學科的影響評估被倡議)，研究支持需要更好的空氣品質才能足夠保障健康，導致空氣品質標準愈來愈嚴格；此時現有的最佳可控制技術 (BACT)，在一些情況下可能根本達不到空氣品質標準，意即污染源必須有很大的改變，例如交通方面全面改為電動車或限制搭載，產業方面能源、鋼鐵或石化產業製程重大革新，甚至減產或轉型等較大的政策改變，才能達到足夠保障健康的空氣品質標準。因此 2004 年負責評估將美國從「污染技術控制途徑」轉向「風險基礎的空氣品質管理途徑」，由污染技術控制邏輯，逐漸導向以人的生命健康為基礎的空氣品質提升，健康風險評估在美國整體管制上的重要性愈來愈提高 (EPA, 2009; Pennell, 2011; Brook, et al., 2011)。細懸浮微粒管制相當程度可以呈現上述管制邏輯的重點轉移，儘管事實上若對細懸浮微粒進行嚴格管制，將對目前最佳可控制技術 (BACT)

造成很大的挑戰，美國環保署(EPA)仍然於1997年建立世界最早的細懸浮微粒環境標準，並且隨著Pope的哈佛6城市世代研究以及不斷更新的細懸浮微粒健康風險評估研究為基礎，促成了美國於2006年與2012年12月修訂，導致WHO與全世界逐漸建立或修訂細懸浮微粒空氣品質標準。

自1980年代起歐美地區便著手進行空氣污染管制。歐洲在1979年因境內許多國家遭致酸雨污染危害，而共同簽訂《長程跨域越境空氣污染公約》(Convention on Long-range Transboundary Air Pollution, CLRTAP)，並在此公約下制定更為豐富多元的管制規章，進行跨域性的空氣污染問題探究與規範(Lidskog & Sundqvist, 2011)；而於此同時，美國亦因汽車工業蓬勃發展，空氣污染問題日益嚴重，而朝向逐漸加嚴的管制策略。

迄今，國際空污治理趨勢強調，相關決策需要納入三大元素：行政的協調(administrative coordination)、風險為基準的決策制定(Risk-Based decision making)、以及課責性(Accountability) (Hidy et al., 2011: 3)。這是由於空氣污染物在當代的科學理解下，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會產生刺鼻臭味、能見度下降、物質腐蝕、農作物損害、人體健康危害、氣候變遷等對人類與生態體系的各種負面效應。在上述的科學理解上，當代的科學能力尚無法訂定出絕對安全的暴露劑量，更為重要的是，在管制層面將涉及許多公共機關，而非由單一機關統籌與執行便能夠解決。這類決策更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。在這個治理架構下的空氣污染管制政策過程更是極為關鍵，可以影響科學、政府機關與人民對於暴露多重污染物、個別污染物等風險掌握能力(Hidy et al., 2011)。

在理解空污問題的複雜性、科學知識掌握的有限性、以及其相關治理需要跨領域互動、協商，國際社群在最近一、二十年間，發展出以社區為主的行動科學，或稱公民科學，從挑戰污染運動過程中，建構出對於空氣污染問題的另一層理解。O'Rourke與Macey (2003:406)討論美國加州與路易斯安納州的社區參與空氣監督計畫(bucket brigades)，居民運用一種材料便捷、使用簡易而低成本的空氣收集桶，發展出社區志願網絡與小型組織的支援系統，即時協助社區居民與管制單位掌握傳統固定空氣監測所無法提供的更細緻與更精準的資訊。他們的研究指出，公部門自知運用傳統監測技術與能力的侷限，已傷害了政府在環境管制的威信，而希望探詢新的方法，解決空污治理所遇之難題。作者們指出，這類公民空氣監測計畫，提供新的資訊來源，增進民眾社區意識，強化地方所主導之社區環境防護策略，更透過系統性空氣樣本採集的集體行動，促使工廠的空氣排放資訊更加透明，迫使企業負起污染責任，進而促成環境監測的政策辯論，從傳統技術性的風險取向，轉移到社區本身所定義的健康與生活品質論述。

Ottinger與Cohen(2012)的研究也指出，如果環保單位願意投入資源協助公民科學的發展，除了提供社區居民更有系統的掌握污染狀況，要求污染者更謹慎的面對環境問題，深化社區科學環境教育與促進企業社會責任外，可透過更多元(且低成本)的方法，掌握污染樣貌，如平時監測儀器掌握不到的臨時大量排放問題，使低門檻的科技民主參與，成為提升環境科學專業度與課責性之助力，並使科學更能在政策過程中扮演解決問題的角色。在公民推動社區科學的壓力下，美國南海岸空氣品質管理局(SCAQMD)於2014年七月份開始，對於市面上低成本空氣監測器展開全面評估。這個計畫指出，透過提供監測物的測試結果以及一些使用作業準則，可以協助與教育公民準確的使用日益發達普遍的空氣監測器具，

並有助於增進傳統空氣監測表現。了解傳統空污管制的侷限性，也使美國環保署更致力於在空污即時監測與資訊透明性上的努力。近幾年發展「即時空氣」(Air Now)更為廣泛地散播與應用，並結合地方組織懸掛不同顏色的空氣品質旗，來促使在地居民採取更積極的行動保護社區健康。晚進發展的這些計畫，直指民主參與以及資訊公開透明，已漸漸成為空污治理的重要核心。

上述研究皆看到晚近發展的空氣污染監督策略，嘗試回應傳統國家管控不力的限制，思索打破空污監測高成本與高技術門檻，透過更民主透明的治理策略，以有效掌握空污問題，並在多元監測技術發展，以及促進民眾空污知情權上兩個層次採取行動。而這類賦予社區參與環境監督管道與力量的策略，公部門在相關技術、制度、與政策上的支援與投資佔有重要的角色。研究認為，環保行政單位需要在經費、技術訓練、採樣品質保證、提供社區參與監督合法性的地位，以及肯認官民協力策略上提供協助，才有利於重塑制度性的問題修正。

(二) 臺灣空污治理的歷史與趨勢

從管制手段而言，臺灣至今的空氣污染治理可以區分為四個階段(蕭代基、張瓊婷, 1999)，即第一階段 1950-1960 年的地方政府主管管制階段，主要管制措施為生煤管制、第二階段 1961-1987 年中央政府主管管制階段，主要管制手段：排放標準、第三階段 1987-1999 年價格經濟誘因制度，實施空氣污染防制費、第四階段 1999 年至今的數量經濟誘因制度，以總量管制作為治理手段，但延宕到 2015 年才在高高屏地區首先實施。從組織與制度架構來看，同樣可以分為四期，即 1971 年以前第一階段內政部衛生司時期、1971 年至 1982 年第二階段行政院衛生署環境衛生處時期、1982 年至 1987 年第三階段行政院環保局時期、1987 年至今第四階段行政院環保署時期。

臺灣的空氣污染管制與英美同樣是從各縣市禁燃生煤相關管制開始，1955 年台北市最早制訂台北市生煤使用管制辦法，後來一些縣市也跟進。真正全面性的空氣污染管制法規，則是 1975 年的空氣污染防制法，1976 年制訂的空氣污染防制法施行細則。在 1992 年空污費開徵以前，臺灣的空污治理主要手段即為本法所定之排放標準管制，而關鍵的「空氣污染物排標準」於 1978 年 7 月核定、1979 年 3 月 1 日實施。1975 年以前使用的「管制區內最高容許量」與 1975 年以後逐漸取代的「排放標準」，「管制區內最高容許量」按照 1975 年空氣污染防制法第六條規定為「各防制區內排放空氣污染物之最高容許量，由省(市)主管機關核定後公告之」，但後來的排放標準概念為全國統一標準，到 1982 年 5 月 7 日第一次修訂空氣污染防制法全面改為排放標準。

其實從「管制區內最高容許量」當「排放標準」在科學邏輯上沒有不同，都是指排放廢氣所容許混存各種空氣污染物之最高濃度或總量。但值得注意的是其中的治理變遷，這些轉變乃是空氣污染逐漸提高重要性與專門化(衛生與環境區分)的治理邏輯改變，亦即從最早的衛生署環境衛生處，到 1982 年改為環境保護局，到 1987 年 8 月 22 日環保署程度整體提高管制位階與全國統一性。

1992 年空氣污染防制法第二次修法，開始徵收空氣污染防制費，1995 年正式開徵；1999 年空氣污染防制法增列總量管制，延宕多年一直受限於規定需經濟部同意實施，至 2015 年 6 月 30 日才在高高屏地區公告實施。目前的總量管制基礎，乃按照空氣品質模式模擬規範，推估排放增量與濃度增量關係，作為增量管制的總量管制增量值的各公私場所排放依

據，但相關跨域治理、增量限值、交易抵換等規定、細則、制度皆有檢討必要，目前高高屏地區實施的結果值得繼續研究。不過目前總量管制項目並沒有納入細懸浮微粒，未來如何發展值得觀察。

(三) 臺灣空氣污染的管制科學問題

自 1975 年以來，我國公告空氣污染防治法條文規範，迄今已經有餘 40 餘年。然而，在過去經濟發展主導的發展型國家經濟模式，導致相關空氣污染防治法仍尚未發揮太大的管制作用。過去空氣污染改善最顯著的成就，不能不提油品含硫程度的嚴格規範，大大降低我國國民行駛汽機車等排放的移動污染源，這部份成就甚至領先全球；但另一方面，在固定污染源上，在過去國家刻意的經濟配置與政策規劃下，大多煉油、石化產業、電力業等等固定污染源的排放皆集中為高雄縣市、中南部等地區，致使我國中南部成為我國嚴重空氣污染的範圍。當課責對象為民眾時，顯得進步很快，反觀課責對象為產業時，過去遺留的發展型國家體制顯得轉型緩慢、困難重重。加速現代化的發展型國家沒有足夠的時間孕育政治自由主義傳統、發展成熟之公民社會傳統的西歐、北美國家，經歷市場經濟、公民社會與國家的規範化(normalizing)成為制度國家(regulatory state)。面對第二現代社會典型的跨界風險，傳統技術官僚權威式、中心式的科技決策無法處理其複雜性、開放性、不確定性。以致多元社會中擁有知識權力、社會資本的那方經常主導風險評估與科學評估與論述，使得風險治理乃在一個複雜的社會背景脈絡中進展，充滿社會、經濟與政治的意涵(Callon, 2009; Jasanoff, 1990; Wynne, 1980; Yearly, 1996; Schwarz & Thompson, 1990)。因此風險治理不可避免的具有事實與價值的模糊性，客觀性與普遍性的宣稱難免失效，可能被偏差的解釋或被操弄而治理失效，而出現「未做的科學(undone science)」，它可能是探索權力結構下管制科學與風險治理及分配的關鍵(杜文苓, 2010、2012; Hess, 2007; Gross, 2007, 2009; Frickel et al., 2010; Wynne, 1996, 2008; Kempner, 2005)。

目前我國空氣污染的情形日趨嚴重，隨著國光石化興建爭議、六輕工業區爆發多次的工安大火事件、高雄縣市國小的常升不降空污旗現況、沒有工業污染源排放卻居冠臺灣空污嚴重排名的埔里鎮與嘉義縣市，甚而，近期的中科五期興建爭議⁵、雲林麥寮地區基於空氣污染嚴重而使得當地孩童被迫遷校的社會問題，2010 年以降，台灣的空氣品質與空污治理爭議屢次引發社會關注。彰化國光石化環評中的細懸浮微粒(Fine Particulate Matters，以下簡稱為 PM2.5)評估，學者提出空污研究報告檢視，還引發台塑狀告學者的司法爭議；雲林六輕廠區多次工安大火，揮發性有機化合物(Volatile Organic Compounds，以下簡稱為 VOCs)總量無法掌握而使擴廠環評通過屢引爭議，在地的流行病學調查也顯示化學物質暴露與癌症風險相關性，迫使當地孩童遷校避離污染；號稱全世界最大的中部火力發電廠，被指認為造成嚴重霾害的禍首；而沒有工業污染源，南投的埔里鎮與嘉義縣市空污危害問題居然毫不遜色，與重工業重鎮的高雄市同步懸掛警示意象分明的空污旗。上述案例再再顯示，我國空氣污染情形日趨嚴重，相關空污治理的科學爭議與困境也逐漸地浮上檯面，顯示政府已經對於空氣污染下的健康危害問題束手無策而無法良善的治理。

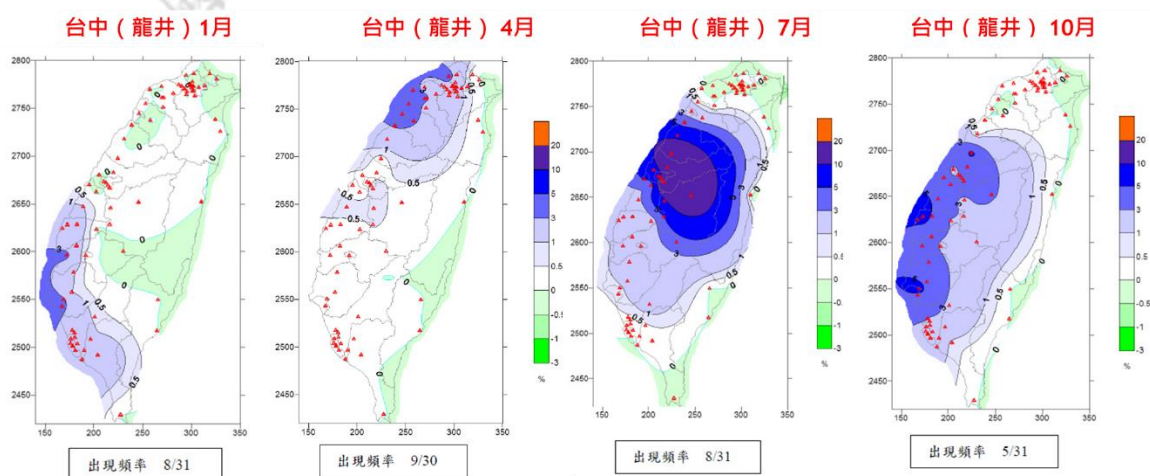
⁵ 魏紘鈴，2015/02/08，《中科擴廠 學者憂台中霾害更糟》，大紀元。郝雪卿，2015/08/27，《中科空污影響 將評估居民健康風險》，中央社。

當代管制政策的訂定，從規劃到執行，乃至標準設定，皆需要有一定的事實證據做為決策判斷的基礎。因此，管制標準的設置、管制客體的事實、與資訊的生產等，多仰賴著標準化的科學步驟與方法進行測量與評估。尤其新興科技推陳出新與擴散運用，今日的公共問題也日趨複雜，政府組織體制不斷地進行專業分工與重組，希望透過理性客觀、中立的科學來解決重大爭議性的公共問題，並針對特殊的公共問題脈絡來生產科學知識，這樣的知識型態即是管制科學(regulatory science)，即為運用至管制政策制度的科學知識。Jasanoff (1990) 在其著作《第五部門》(The Fifth Branch)中區辨了研究科學(research science)與管制科學(regulatory science)的差異。前者是一般所認知的實驗室科學；後者則是在管制政策中所使用的科學。不同於研究科學，管制科學作為生產與政策制訂相關的技術或工具，屬於應用型的科學。作為管制行政的輔助，管制科學需要提供包括評估、篩選、分析等工作服務，需要向管制行政的決策者提供預測(prediction)，協助決策者評估相關風險，因此更看重透過既有知識建構管制工具的知識合成(knowledge synthesis)，而有別於研究科學所重視的同儕審查、發表論文。

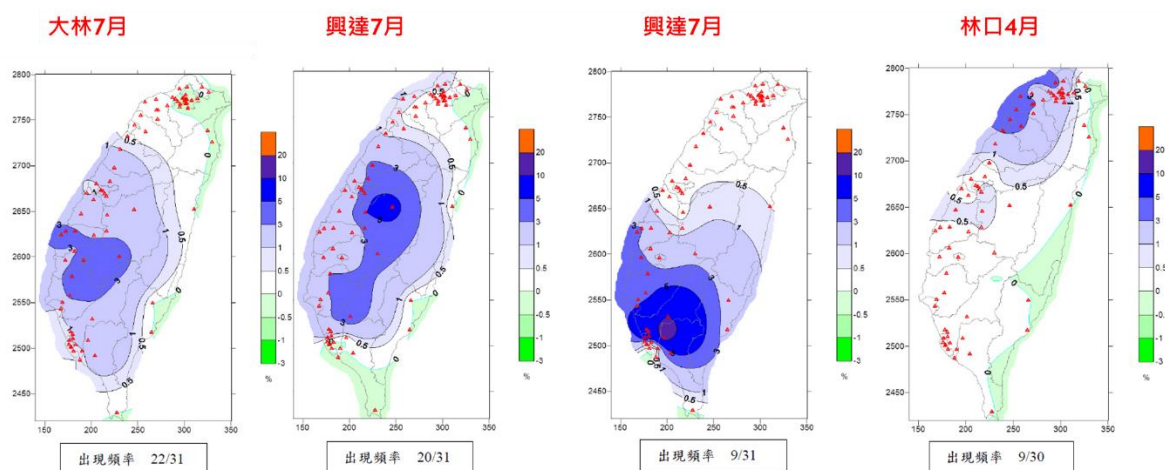
檢視我國空氣污染治理過程，也可同樣發現我國空氣污染受到特殊氣候、地形、大氣的光化學反應等，而有衍生、擴散、累積的不對稱分配特性。同時，我國空氣污染指標多軌制問題、健康風險評估的標準法規或其他相關法制尚未建置完全情況下，一般公民團體或公眾皆難以了解經濟開發行為背後的負面成本。而最能夠表徵出上述科學不確定性而遲滯管制的案例，即是盤踞在我國中南部龐大石化廠區所排放的 VOCs 問題。迄今，行政機關仍無法掌握 VOCs 的排放數值，更無法有效減輕雲林地區的環境負荷與健康風險。

(四) 臺灣空氣污染跨境與總量管制問題必須重視

引用臺灣電力公司對火力電廠 PM2.5 貢獻的模擬報告，圖一由左至右分別為台中火力發電廠、大林火力發電廠、興達火力發電廠與林口火力發電廠的部份月份 PM2.5 貢獻比例之列舉。台中火力發電廠 1 月之中有 8 天主要影響嘉義與臺南地區最高達 3%-5%，7 月之中有 8 天主要影響苗栗、台中彰化、南投，高峰貢獻高達 10-20% 的區間。



火力電廠空污排放對細懸浮微粒 (PM_{2.5}) 因應對策研究之影響與因應對策研究。

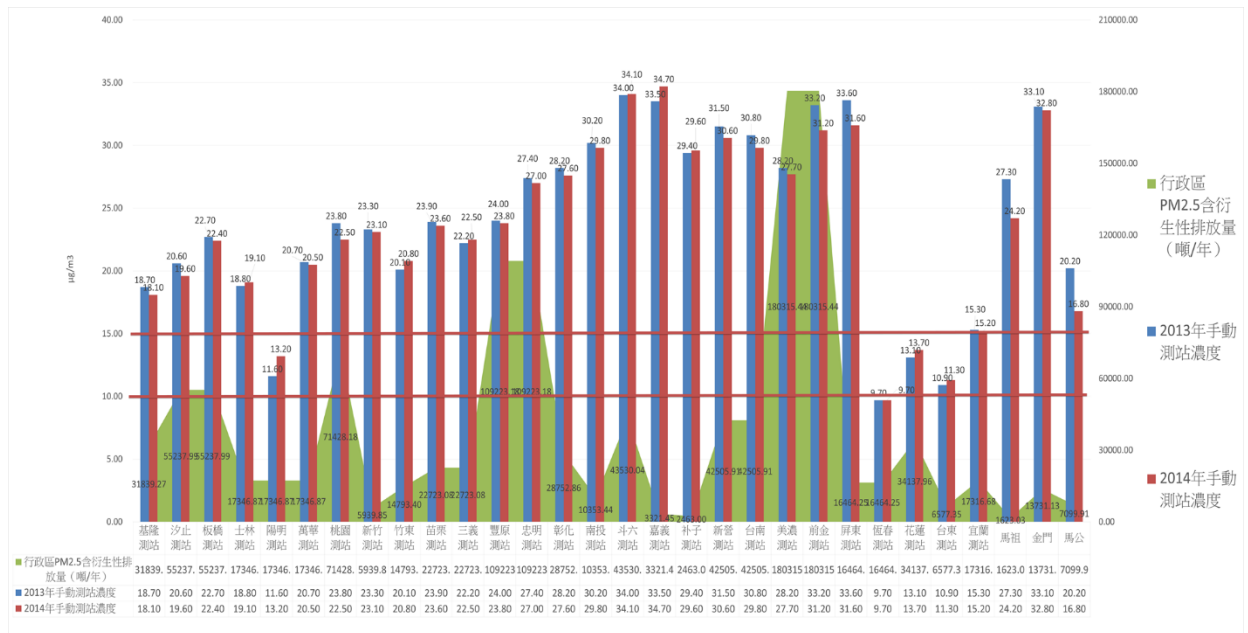


火力電廠空污排放對細懸浮微粒 (PM 2.5) 因應對策研究之影響與因應對策研究。

圖三、臺中、大林、興達與林口火力發電廠 PM2.5 貢獻的模擬節錄。圖片來源：蔡德明等(2013) 台灣電力股份有限公司火力電廠空污排放對細懸浮微粒(PM2.5) 之影響與因應對策研究。台北，臺灣電力公司。

在此舉例火力發電廠乃因引用其完整模擬報告，並非指稱火力發電為臺灣 PM2.5 最大貢獻源。若按照 CMAQ 推估模擬為基礎的排放清冊再進行火力發電廠推估出來的「濃度百分比貢獻」相當準確，以此份報告為依據，整體而言，台電各火力電廠對全臺 PM 2.5 質量濃度的貢獻比例均小於 1%。固然該報告在研究上嚴謹且正確，但該報告對於政策執行而言，卻存在三個低估：首先以「全臺為分母」的貢獻度是否合理？意即報告以對全臺貢獻為旨，但其實污染源在個時期對不同地區可能貢獻 3-20%，忽略對高潛勢地區健康影響評估；第二是把交通測站和工業測站包含進去；第三是沒有考慮麥寮與和平民營電廠。不管如何，該報告已經確實呈現了火力發電廠產生之 PM2.5 在全臺跨境擴散的狀況，大部份之 PM2.5 經過大氣傳播、光化效應，傳播範圍大多跨越行政區，因此有必要跨越行政區進行治理。

這種跨區傳播的特性，造成臺灣各縣市行政區排放總量與濃度間矛盾。從圖三可以看到，臺灣各縣市行政區 2014 年 PM2.5 排放總量與濃度台灣境內傳播受到氣候與地理影響，造成少工業、交通在相對不密集的嘉義市 ($34.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$)、南投縣 ($29.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$)、2014 年 PM2.5 濃度高過人口、交通密集的大都市台北市(士林站 $19.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、萬華站 $20.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$)、新北市(汐止站 $19.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、板橋站 $22.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$)、台中市(豐原站 $23.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、忠明站 $27.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$) 等地區，嘉義市甚至高過全台工業空氣污染最嚴重的高雄市(美濃站 $27.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、前金站 $31.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$)；跨空間除了監測、管制技術難度增加，衍生出跨地區污染的課責性問題 (accountability)。



圖四、臺灣各縣市行政區 2014 年 PM2.5 排放總量與濃度

學理上，不同公共議題採用之跨域治理模式有很大差異，需要建立一套評估工具，按照跨域事務性質，評估影響有效跨域治理因素，規劃執行跨域治理架構。臺灣在流域方面首先開始跨域治理概念，但由於國土計劃法尚未通過，流域管理相關之管制權分散在各部會，故無法有效推動跨域治理；目前空氣污染，特別是PM2.5與空污跨境風險治理上亦面臨跨域治理的需求。河流流域較易觀察，空氣污染分布雖較河流不易為常民觀察所見，但目前臺灣的衛星遙測、大氣模擬皆已經做到相當精緻的程度，另外，環境工程與公共衛生在空氣污染風險評估上技術上都可行，應該要充分利利用針對高污染風險潛勢地區加強研究，作為總量管制之科學基礎。惟目前總量管制雖高高屏推動，但其管制效果可謂問題重重。

空氣污染管制手段可以分為排放管制與總量管制。排放管制由中央訂定標準，地方政府（都、縣市）執行許可制度、檢測與裁罰。總量管制則由中央按照地方分區劃定空氣污染防制區，規劃排放增量限值，依據空氣污染防制法第八條：中央主管機關得依地形、氣象條件，將空氣污染物可能互相流通之一個或多個直轄市、縣（市）指定為總量管制區，依各地區空氣品質現況，計算出各區域之排放總量上限，訂定總量管制計畫。因此總量管制法源具備跨域治理之空間，特別是總量管制之手段，涉及增量現值、排放總量與交易制度之建立。雖然我國尚未有交易抵換之施行細則（固定污染源空氣污染物削減量差額認可保留抵換及交易辦法總說明，尚未搭配施行細則與公告實施），甚至並未將PM2.5納入總量管制對象，然PM2.5納入總量管制應為趨勢，且管制邏輯應搭配同時具備行政管制與經濟誘因之工具，否則將成為「總量限制」而已，由於國家的經濟趨力與遊說下，增量現值可能過高以保護既有產業（按圖五，我國目前空污已經超標的縣市仍然允許增量），那管制密度甚至不如直接針對排放源進行嚴格之管制。

依空氣污染防治法施行細則第七條規定計算各縣市主要污染物連續三年平均值統計表及容許增量限值

縣市別	基隆市	新北市	臺北市	桃園市	新竹縣	新竹市	苗栗縣	臺中市	彰化縣	南投縣	雲林縣	嘉義縣	嘉義市	臺南市	高雄市	屏東縣	臺東縣	花蓮縣	宜蘭縣	花蓮縣	金門縣	澎湖縣	
空氣品質背景值 (C b)	PM ₁₀ 日平均第八大值(μg/m ³)	68.5	99.2	96.2	101.7	96.5	102.6	100.4	116.1	124.3	124.7	129.2	151.1	138.1	142.2	140.1	135.9	71.2	65.7	77.7	123.7	159.9	96.5
	SO ₂ 小時第八大值(ppb)	26.0	32.3	22.8	54.5	17.0	12.6	12.6	20.7	20.0	15.1	12.1	17.4	19.1	21.7	59.6	23.3	5.0	7.8	14.8	14.4	43.3	16.6
	NO ₂ 小時第八大值(ppb)	51.7	76.8	77.9	62.5	48.9	57.2	48.0	64.0	54.6	55.9	42.6	35.5	46.9	51.2	78.7	51.8	24.1	38.2	40.2	28.7	51.0	22.0
	O ₃ 小時第八大值(ppb)	93.0	111.0	110.7	103.8	110.6	97.3	104.9	111.9	104.7	115.5	108.7	110.4	106.6	111.6	123.6	128.3	69.8	69.1	79.4	103.4	101.8	90.8
容許增量限值	PM ₁₀ 年平均(μg/m ³)	14.1	6.5	7.2	5.8	7.1	5.6	6.1	2.2	2	2	2	2	2	2	2	13.5	14.8	11.8	2	2	2	7.1
	PM ₁₀ 日平均(μg/m ³)	28.2	12.9	14.4	11.7	14.3	11.2	12.3	4.4	4	4	4	4	4	4	4	26.9	29.7	23.7	4	4	4	14.3
	SO ₂ 年平均(ppb)	6.7	6.5	6.8	5.9	7.0	7.1	7.1	6.9	6.9	7.0	7.1	7.0	6.9	6.8	5.7	6.8	7.4	7.3	7.1	7.1	6.2	7.0
	SO ₂ 日平均(ppb)	22.4	21.8	22.7	19.5	23.3	23.7	23.7	22.9	23.0	23.5	23.8	23.3	23.1	22.8	19.0	22.7	24.5	24.2	23.5	23.6	20.7	23.3
	SO ₂ 小時平均(ppb)	56.0	54.4	56.8	48.9	58.3	59.4	59.4	57.3	57.5	58.7	59.5	58.1	57.7	57.1	47.6	56.7	61.3	60.6	58.8	58.9	51.7	58.4
	NO ₂ 年平均(ppb)	9.9	8.7	8.6	9.4	10.1	9.6	10.1	9.3	9.8	9.7	10.4	10.7	10.2	9.9	8.6	9.9	11.3	10.6	10.5	11.1	10.0	11.4
	NO ₂ 小時平均(ppb)	49.6	43.3	43.0	46.9	50.3	48.2	50.5	46.5	48.9	48.5	51.8	53.6	50.8	49.7	42.8	49.5	56.5	53.0	52.5	55.3	49.8	57.0
	O ₃ 八小時平均(ppb)	6.8	2.2	2.3	4.1	2.4	5.7	3.8	2.0	3.8	2	2.8	2.4	3.4	2.1	2	2	12.5	12.7	10.1	4.1	4.5	7.3
	O ₃ 小時平均(ppb)	13.5	4.5	4.6	8.1	4.7	11.3	7.6	4.1	7.6	4	5.6	4.8	6.7	4.2	4	4	25.1	25.5	20.3	8.3	9.1	14.6

註：陰影為三級防制區

圖五、主要污染物連續三年平均統計表與增量限值

臺灣目前僅高高屏地區首先實行總量管制，各區規劃則常以空品區為單位。然而總量先以不符合擴散實況的空品區實行，防制區以污染物濃度為劃分，但管制手段為限制縣市、公私場所的污染源排放量，意味應先清楚掌握各地背景值、並且濃度與排放量關係應有更多的實證研究基礎，但環保署並沒有強化這方面的研究。因此無論是排放管制、總量管制，若實際面對改善區域空氣品質與提升居民健康時，都面臨權責不清的課責性問題，課責不清則無法妥善管制，例如若六輕對嘉義與彰化 PM2.5 濃度實有顯著影響，那六輕就不應該面對僅是雲林沿海鄉鎮的壓力和面對雲林縣政府，而應該是承擔多縣市共同課責。又例如嘉義空氣污染來自境外部份比例高，若要改善嘉義空氣品質，責任亦在鄰近的雲林、彰化等縣市，鄰近縣市總量削減嘉義亦是受惠者，嘉義的增量是否有必要義務提供雲林。以上列舉，即說明必須釐清跨域之來源與責任，透過公民環境權與健康權的主張，促使政府跨域治理平台共同處理跨境空氣污染減量容許、排放許可等各種事項，才能完善 PM2.5 治理。



五、 立法建議與結論

(一) 立法建議

本研究所倡議之各種風險治理與制度興革事項，在跨域治理這個議題上有具體立法建議。空氣污染防治法施行細則第七條所規定之增量限值，有必要按照跨域治理的實況進行修訂。

跨域治理概念進入空氣污染防治法與施行細則，必須考慮的項目包含資金、組織、管制權與計劃四個跨域治理基本要素，稱為 A+CORP(agreement + capital, Organization, Regulation, Plan)基本要素模式，目前 PM2.5 與空污跨域治理現狀來說，首先就資金來說：資金為促成地方政府間跨域治理之主要誘因，研究指出空間發展計畫、經費和組織平台，在地方政府的角度而言，三者當中最缺的便是財政資源(陳一夫, 2015)。在空氣污染方面，資金可以從各縣市空污費來進行運用。空污費在跨域治理意涵下，必須在實證研究基礎下，釐清該區域內排放量與影響權重，按照排放比例提撥空污費。例如若雲林、嘉義成立 PM2.5 跨縣治理委員會，若雲林縣因為六輕收取空污費較多，則應在實證基礎上釐清六輕對嘉義的影響，按比例提撥跨縣治理委員會。另外，跨域治理縣市的空污費，應當透過委員會協商共同決定如何使用。

組織方面，目前地方政府間已自發性組成許多區域合作組織，例如北臺區域發展推動委員會、中臺區域合作發展平台、雲嘉南區域永續發展推動委員會、高屏區域合作平台等。PM2.5 與空污的跨境治理可以在既有的發展平台上發展，例如雲嘉南區域永續發展推動委員會，但同時必須考量組織運作專業性，評估在既有平台發展或是新建立新組織何者適當。影響組織有效推動跨域治理之因素則包括組織之法制化與地方民意機關之監督，例如依據區域計畫法所設置之區域建設推行委員會，經常缺乏建設經費與土地使用管制權外其他領域(例如交通)資源分配權，故仍無法有效推動跨域治理；因此空氣污染的跨縣治理委員會應在組織位階上，各地方政府所組成之區域合作平台，需由各地方政府首長、專家學者與企業代表組成委員會決策，執行由各地方政府一級單位分議題組成推動小組來負責。若空氣污染跨域治理委員會，更應該直屬縣市首長，由縣市首長直接擔任共同召集人，由副縣長擔任執行長，地方民意代表與空民團體亦必須納入，並且常設固定專家委員，提高執行位階並且以參與式民主方式進行多元利益關係者決策，才能真正有效協商跨域空氣污染問題。有關管制權外，屬於中央部份，牽涉到中央與地方權責；建議若要讓空氣污染區域治理可行，達成細懸浮微粒有效治理，中央應尊重跨域治理委員會，盡量賦權。此即衍生下面要談的管制權的問題。

管制權方面，研究認為(陳一夫, 2015)，地方政府間跨域治理已在地方制度法與行政程序法等相關法令上具有法制基礎，但實際推動上仍需資金與協議之達成。跨域治理事務之管制權若屬於中央政府，地方政府難扮演協調角色，需中央政府介入協調，且跨域事務所牽涉之管制權分散在中央政府各部會，在協調上亦面臨極大挑戰。空氣污染在中央主管機關相對清楚，即為環保署；但牽涉到產業、交通等廣及國發會、經濟部、交通部等，因此中央政府各部會間協調整合，仍是影響有效跨域治理的關鍵因素，環保署在主管全國環保事項上，經常落於協調角色，甚至在經濟部、產業界壓力下經常被質疑無法捍衛民眾環境權與健康權。一個可能的倡議，可以參考北美對流層臭氧研究計劃(North American

Research Strategy for Tropospheric Ozone, NARSTO) 2004 年負責評估將美國從「污染技術控制途徑」轉向「風險基礎的空氣品質管理途徑」。這項計畫由美國國家科學院(NRC)提出，旨在非人的污染技術控制邏輯，逐漸導向以人的生命健康為基礎的空氣品質提升(Pennell, 2011)。

這樣的典範轉移對臺灣的空氣污染跨域治理，特別是 PM2.5 跨域治理將有幾個啟示。在空氣污染風險治理上，衛福部應該與環保署聯合，採取一致立場捍衛民眾環境權與健康權。管制上除了以縣市行政區、工業區、工廠這些排放源為單位，更應該依據健康影響評估，找出「受空氣污染高健康風險潛勢地區」，這些地區應該由環保署與衛福部來區域管制辦法。意即以健康實證研究為基礎，縱使排放源已經達到最佳可控制技術(BACT)、減排目標達成、濃度下降都不是空氣污染管制的真正目標，而是保障居民健康。若對區域健康仍有顯著危害，或則交通、產業型態、生活型態，則應針對問題繼續改善。「受空氣污染高健康風險潛勢地區」為跨域治理提供更堅實的人民民主與權利基礎。

計畫是政府引導資源分配的重要工具，中央與地方政府在計畫之規劃與決策過程中的協調與權力、資源分配的機制，則是落實或解決跨域治理事務的關鍵。我國目前已經在環境工程領域、大氣科學領域有相當多政府委託研究，因此對於 PM2.5 與各種空氣污染物大氣擴散、濃度分布有相當程度的掌握，但對於各區域的健康影響評估卻尚未充分普及。PM2.5 與空氣污染跨域治理的核心計畫，可以參照美國從「污染技術控制途徑」轉向「風險基礎的空氣品質管理途徑」計畫，找出臺灣「受空氣污染高健康風險潛勢地區」地圖，按此即可透過計畫進行整體 PM2.5 與空氣污染之跨域治理的目標、執行、考核作為任務具體項目，以收治理之效。

(二) 衝擊與效益分析

目前臺灣僅高高屏空品區推動總量管制，其他地區尚未推動。以目前總量管制不減量邏輯，若按照跨域治理風險評估，並且加嚴管制，可能對高耗能、高污染產業有相對衝擊。目前以總懸浮微粒(TSP)、氮氧化物(NOx)、硫氧化物(Sox)三種污染物為例，TSP 排放量：TEDS 8.1 版本中面源 81%，面源則是以鋪面道路車輛行駛揚塵貢獻 60 % 最多，其次為營建工程與農耕風蝕，分別貢獻 15 % 與 8 %。(才有台積電掃路方案)；點源佔 12%，以水泥製造業、鋼鐵業、電力業與礦業及土石採取業為最主要貢獻行業，前四大行業別之貢獻比例已佔 TEDS 8.1 點源 TSP 排放量之 59 %。SOx 排放量：TEDS8.1 版點源 Sox 佔 87%，線源接近 0%。主要貢獻來源為電力業，佔固定源總排放量超過 4 成，其次為化學材料製造業與鋼鐵基本工業，兩者分別佔總排放量 17 % 與 15%。NOx 排放量：移動源 NOx 佔 49%，排放量仍以柴油車輛為主要來源，約為線源總量之 70 %；面源 NOx 主要污染源貢獻來源與 SOx 一致，為商船船舶燃燒，佔比 50 %，其次為旱田農業燃燒與住宅燃燒排放，分別皆佔 10 % 之貢獻量。點源部份佔 42%，NOx 主要貢獻比例與 SOx 相同，皆是以電力業及化學材料製造業為主，佔 TEDS 8.1 版本點源總排放量 61 %，其次為水泥業佔 11 %。

總而言之，在跨域風險評估結果必須加嚴管制，首要衝擊產業為電力業、能源密集產業（水泥、石化等），電力業又直接關連到電價牽動全部產業。因此精確的跨域風險評估相當重要，並且考慮區域間抵換交易等與產業轉型進程；惟現階段在跨域風險評估進行前，衝擊較難推估。

效益方面，空氣污染管制與提升空氣品質的健康效益明顯。近期國際研究回顧涵蓋 1974 年至 2014 年的多篇研究，細懸浮微粒健康影響已獲得證實(Kim et al., 2015; Hoek et al., 2013)，綜論而言，長期暴露於細懸浮微粒濃度每增加 $25\mu\text{g}/\text{m}^3$ 總死亡率提高 6%、心血管疾病死亡率提高 11%。相對來說，即改善空污對健康有顯著效益。

並且本土研究發現⁶，臺灣盛行的肝癌也與 PM2.5 有關；中研院時領導團隊與陽明、成功大學合作，在台灣本島、澎湖 5 縣市收案 2 萬多名 30 歲以上成人，平均追蹤 16.9 年後，有 464 人罹肝癌，再比對居住地與環保署 PM2.5 監測資料，發現本島與澎湖 PM2.5 濃度，每立方公尺各增 13.1 微克和 0.73 微克時，罹肝癌風險就提高 2 成 2。



國立臺灣大學公共政策與法律研究中心
Center for Public Policy and Law, NTU

⁶ Huang, Y. T., Yang, H. I., Liu, J., Lee, M. H., Freeman, J. R., & Chen, C. J. (2016). Mediation Analysis of Hepatitis B and C in Relation to Hepatocellular Carcinoma Risk. *Epidemiology*, 27(1), 14-20.

貳、計畫工作項目及期中成果

一、會議與出版品摘要

本計畫從 2015 年度 7 月迄今執行相關內容主要為兩部分：首先，經由初步的文獻檢閱建構我國空污治理目前的困境與樣貌，了解目前臺灣重大空污事件的脈絡，釐清在我國的中央與地方政府部門、公民團體、專家學者的代表；第二，本計畫與臺大社科院政策與法律中心共同籌辦 2015 年度 8 月 1 日的「臺灣風險社會論壇—空氣污染與能源轉型」，與會來賓的選取與邀訪即是奠基在上述文獻爬梳的基礎。當天會議籌辦過程，亦有相當精彩的官方與民眾的對話以供後續期末報告逐一探討。以下逐一分別說明：

(一) 研討會

會議名稱：臺灣風險社會論壇—空氣污染與能源轉型

(1) 辦理目的：藉由此次會議的舉辦，建構能夠理性溝通的對話平台。

(2) 辦理時間：2015 年 8 月 1 日

(3) 參與人員：中央研究院李遠哲院士、嘉義市涂醒哲、雲林縣張皇珍副縣長、高雄市環保局鄒燦陽局長、環保署空保處謝炳輝副處長、經濟部能源局吳玉珍副局長、臺大張慶瑞副校長、臺大社科院風險社會與政策研究中心周桂田主任、中研院蕭代基研究員、海科大海洋環工系沈建全教授、海科大 STS 研究中心洪文玲主任、地球公民基金會李根政執行長。

(4) 重要結論

詹長權教授引言便以臺灣的十大死因中以癌症為首位，而肺癌、肺腺癌更逐漸成為我國國病；尤其，根據世界衛生組織的定義來看，空氣污染所引發的疾病還包括心臟與心肌的問題。詹教授指出全台無論何處，跟全球的數據比較後都不好。詹教授使用投影片簡單地呈現出雲林和宜蘭人在六輕營運前、中、後的健康和收入之比較；說明雲林人比宜蘭人降低了平均餘命，但是卻沒有增加多少收入。反之，六輕營運 9 年後，居民罹患癌症的比例增加了 2 倍。詹教授接著播放非營利組織「美國肺臟協會」(American Lung Association) 的影片指出火力發電廠可能帶來的問題。宛若蝴蝶效應，減碳能夠帶來公共衛生和生態效益。所以說臺灣當前重要的抉擇就是要選綠電還是火電。尤其是石化相關疾病的範圍與 PM2.5 所影響的範圍差不多重疊的情況下，社會更是面臨到政策選擇的關鍵路口上。

關於政策選擇的問題，嘉義市涂醒哲市長認為我們長久以來並沒有面對問題。他舉出在擔任立委時也曾罵過環保署長，「就是因為不做環保才當署長」。在嘉義市掛空污旗，雖然掛空污旗不會減少空污，但是可以有所警示。鴛鴦時代應該要過去了。另一個問題是臭氧。為什麼空污被放到三層樓，偵測儀器放到這麼高也是鴛鴦心態。涂市長坦白指出，嘉義的空氣污染是全國最嚴重的，誠實面對才是最重要的。嘉義的目標是陳澄波的玉山積雪。涂市長也談到，嘉義沒有真正的工業區，嘉義衍生性的空污可能都來自外縣市。他也指出一個癥結，嘉義車輛之所以空污嚴重，因為我們沒有公車處，是靠嘉義縣營運的，所以大家都騎機車。公車最差的一班平均不到 1 個人。他最後對中央和地方政府都提出建議。對

中央：未來台電要用節電量算年終。而且以後電費分 8 級，要用智慧電表。最後則是可以增加電價，但是要來發展再生能源。對地方政府部份：他希望六輕應付污染費；而地方上應該推動電動巴士、電動自行車以及建築物自治管理條例，用屋頂、容積來做再生能源獎勵。

雲林縣張皇珍副縣長則指出過去僅執行 PSI，而 PM2.5 並沒有在這個指標之中。她以在台南服務的經驗說明如何意識到 PM2.5 的問題，並且當時就發現來源貢獻有六輕、台中火力發電廠、高雄等，問題相當複雜。而當她要前往雲林縣服務時，台南同仁就說過去要推動改善濁水溪揚塵、PM2.5 兩個大問題。她讚揚雲林縣李進勇縣長推動的禁燒政策，不過現在仍在備查。尤其，禁燒並不能使得天下太平，縣環保局的研究顯示，雲林境外的影響最大到 40%，境內的影響最大來到 60%。境外污染源可能要靠中國的環保意識提高來改善。而在境內部份，大約固定污染源佔 3 成、移動佔 3 成、溢散佔 3 成。溢散可能需要管理像濁水溪揚塵等，而移動則需要整體交通運輸的轉變。雲林極力推動光電，雖然以前被稱為煙囪下的雲林和麥寮，未來是不是能改成「雲林好風光」，因為雲林目前 2014 年底完成 41 座風力發電、太陽光電 1339 件，1 年可以發兩億度的電。即使如此也還是不夠。像雲林準備把地層下陷區改成種電的好地方，但這還是要靠能源局的幫忙，還有與國發會一同合作。雲林還有在進行的，一個是在台西區工業區，拉出 800 公頃來做養水種電。另一個是新興區工業區，283 公頃會改成光電區來推動光電和風電，這些推動要怎麼成功，還是要跟中央來全力配合。

(二) 座談會

會議名稱：「臺灣空氣污染之風險治理與制度研究」專家焦點座談會

(1) 辦理目的：了解我國台灣空氣污染問題的公民團體針對我國空氣污染問題之觀察與行動策略。

(2) 辦理時間：2015 年 11 月 17 日

(3) 參與人員：國立臺灣大學國家發展研究所周桂田教授、國立政治大學公共行政學系杜文苓教授、國立政治大學施佳良博士、國立臺灣大學國家發展研究所王瑞庚博士候選人、○○聯盟副秘書長○○○與專員○○○、嘉義市○○協會與○○自救會○○○醫師、國立臺灣大學社會科學院風險社會與政策研究中心張景儀助理研究員、劉怡亭兼任助理。

(4) 重要結論

各個不同的團體組織因為不同的背景與網絡關係有不同的行動：○○社大藉由增添儀器來建立有利的科學論述；○○團體鎖定各固定汙染源企業的即時監測資訊公開，未來的資訊希望不再只是 low data，而是可以結合、運用的視覺化資訊；○○協會則是與市長、行政部門較有緊密連結，將 PM2.5 的醫療資訊轉化為常民語言進行社區教育；○○老師研究團隊提及了公民實驗室與國外公民科學的運用。

三者團體的困境共同點在於找不到污染源兇手。目前公民團體僅能依循較為簡陋的、低成本的科學儀器來進行檢測，試圖建立相關的科學論述；在污染後端的健康問題，相關醫療協會也僅能作後端的處理。相關公民團體僅能要求大眾如衛教的資訊、升降空污旗的訂定、提醒避免出門等建議。但對於實質上的空污問題難有減緩的狀況，因為無法推論僅能猜測方式去論述空氣污染的源頭。

而空污的監測情勢，隨著科技進步是可以運用各種科技或行動裝置來進行，但都面臨到難以指出誰是污染源，而無法進行針對性的管制。而在法制上更是需要更有堅實的科學研究指證固定污染源來源才能進行開罰。此部分也延伸出法規制定嚴格度、法規執行的問題。

法規執行的問題便是經費與預算、中央與地方分權的政治結構問題。以國際法規比較，我國環境法規嚴格度是似乎足夠的，但是在執行上面，可能地方環保局的認知度、專業度，以及法規、標準、規格等都仍沒有統一，致使相關監測資訊無法被承認、認可甚而質疑；而中央與地方之間對於政策的權責劃分也有所失焦，因為空氣污染涉及到能源使用與政策的議題，容易產生相關憲政爭議。基此，再次概括空氣污染的問題，從科學問題與治理問題來檢視，科學上的各種專業論述，從不同途徑（大氣、健康）角度出發的論述和公民監測的科學論述，都有可能產生科學爭議問題。

在治理方面，除了空氣污染，其他的污染也應該要更多的資訊透明程度。同時，台灣的空污更和能源使用有極大的關係，在當今因為氣候變遷的緣故，使得大氣過於穩定、降水季節減少等原因，來致使污染物有擴散不良的現況，因此，未來因應空氣污染問題應該要有一個機制平台，或是一個預測性的機制在。並不能僅交由政治性的操作或是緊急應變協調等這樣的機制(像是環保署長與台中市長的緊急應變協調)來降載相關燃煤電廠，否則後續污染貢獻、權責等也都難以釐清。

未來，在產官學之間串聯橋接點，可以發現各個公民團體關心與施力著點不大一樣，未來仍應相互交流，從固定污染源排放口的即時監測，並且視覺化的資訊透明、與民眾生活接近的監測污染、後端的健康危害等醫療社區教育等串聯來建立起論述，將。

(三) Working paper

書籍名稱：

《臺灣空污關鍵時刻：迎向藍天或戴上防毒面具的選擇》(暫訂)。周桂田、杜文苓、王瑞庚、張景儀著。

(1) 出版時間：未定

(2) 分送單位：未定

《久聞不知其毒：台灣空污治理的挑戰》。杜文苓、張景儀著

(1) 出版時間：2016年1月

(2) 分送單位：國立臺灣大學社會科學院公共政策與法律研究中心

二、計畫績效指標及人力投入

(一) 績效指標說明

■ 量化成效

指標構面與項目		篇數	說明或附件別
著作成果	論文總計		
	國內（研討會或期刊）	篇數	1（如報告所示）
	國外	篇數	
	研究報告（指書籍裝訂成冊者）	本數	2（如報告所示）
	出版品（指經政府出版品管理辦法而發行者；ex.年鑑/白皮書等）	項數 本數	2（如報告所示）
會議	座談會（含論壇）	場次(人次)	1（如報告所示）
	研討會	場次(人次)	1（如報告所示）
	說明會（含發表會、展覽活動）	場次(人次)	
	其他	場次(人次)	

（二） 參與人力簡歷

編號	姓名	職稱	最高學歷	聘任期間	總支用經費
1	周桂田	計畫主持人	德國慕尼黑大學 社會學博士		
2	杜文苓	共同主持人	美國加州柏克萊 大學環境規劃學 系博士		
3	王瑞庚	專任助理	臺灣大學國家發 展研究所博士候 選人		
4	張景儀	研究助理	政治大學公共行 政學系碩士		

參、附件

一、會議記錄

臺灣大學社科院風險社會與政策研究中心、公共政策與法律研究中心於今年(104年)8月1日聯合舉辦臺灣風險社會論壇—空氣污染與能源轉型，並邀請到現任臺灣大學張慶瑞副校長致詞、中央研究院李遠哲院士貴賓引言。

張慶瑞副校長一開始便提到，臺灣在發展的同時，有部分的地區承受了不平均的環境負擔，像是高雄便因為經濟發展的需求，被選擇為發展石化工業的區域，因此高雄承受了大量的環境成本，造成現在必須高掛空污旗來警示空氣品質的情況。

張慶瑞副校長再指出，除了高雄之外，雲林也是PM2.5濃度最高的地方之一，這顯示了空氣污染是沒有界線的。再舉一例，大家公認好山好水的南投縣埔里鎮，居然是PM2.5最高的地區，這總總都更加顯示了空氣污染絕對是臺灣全體需要共同面臨的重要課題。現在臺灣正面臨轉型的十字路口，在這個選擇的十字路口上，需要有一個平衡點，這不只牽涉到政治決心和決策，亦需要公眾的關心與努力，大家一起行動才能追尋永續的未來。像六縣市為了對抗空污，開始共同聯合禁用生煤與石油焦，希望改善持續惡化的空氣問題。6月有反PM2.5的全臺大遊行，同月也通過了溫減法，這是一個很重要的里程碑，7月經濟部能源局對再生能源的宣示又提高了目標，這些都顯示出全臺灣正在努力面對此一課題。空氣污染和背後的能源轉型議題值得大家深入討論，像是李院長過去幾年所發表的演說，提到了公眾的警覺，今日的論壇也邀請到了許多官學代表一同來討論，想必今日的討論勢必會十分精采並有利於提出對臺灣有建設性的看法。

中央研究院李遠哲院士接著引言道目前人類所共同面對的重要問題，我們人類好像還住在一個很美好的地球，這個地球沒有界線，如果從不同的角度看地球，人類所居住的地球，其實只是薄薄的一層。觀看人類在地球的發展，都是過去20萬年平穩發展下的結果，直到最近1~200年，工業革命之後，我們的居住環境開始產生很大的改變，而且幾乎已經超越了環境可以負載的臨界點。一則是溫室氣體的問題，其實，過去溫室氣體一直都很穩定，地球的溫度也是，雖然說如果沒有溫室氣體，地球表面可能會只有負15度，但現今溫室氣體持續的快速增加，使得溫度不斷上升，造成了生存危機。

另一則是環境的破壞使得生物多樣性的消失，像是我們今天的農產品所使用的化學肥料，便有1/3是由石油提煉而成。如果全然放棄這些化學肥料，未來世界上的糧食也會隨之缺少。但同時也正是因為大量地使用化石燃料，而導致了嚴重的空氣污染問題。我們使用化石燃料所產生的溫室氣體越來越多，雖然好幾十年來我們一直倡導減碳，但卻一直沒有做到，如果我們不改變，氣溫將繼續升高，IPCC研究成果也是證明溫度將繼續升高。大家必須更努力的朝減碳邁進。李遠哲院士表示，雖然妻子常常詢問自己努力是否可以改善現況，但其認為若要COOL EARTH可能非常困難，但至少得讓溫室效應別再繼續加劇，必需繼續努力，給下一代有個好環境生存。IPCC的研究都指出，極端氣候給世界許多地區帶來極大的影響。李遠哲院士在當國際科學理事會會長期間一直在努力倡導減碳的理念，雖然努力不一定有結果，但不努力一定會更糟！

李院士持續談到，在某次會議上見到中國元首習近平，其表示中國面對空氣污染的壓力比減碳的壓力還大，中國正努力不要讓溫度繼續上升並做出承諾，希望能在2070年達到

零排放，並且 2050 達到現在 20% 排放的目標。當時的會議共識是已開發國家必須協助開發中國家達成減碳目標，並達到平等並消除差異。聯合國強調世界必須有足夠的食物與乾淨飲水分配給所有人，在我們考慮消除貧窮時，卻沒有思考過把富人拉下來，教宗 Francis Pope 近來也一直強調貧富差距所帶來的社會問題。

李院士總結到，環境是全球的問題，必然需要全球一起解決，單一國家的努力無法改變太多，全世界都必須努力，不能以聯合國的主要國家為單位，而是要以全球合眾國一起，公民身分必須轉移。從社會層面來說，單以工業發展思維是行不通的，必須突破這種觀點。技術上，我們尚未把太陽能的能源充分利用，研發必須持續進行，把乾淨能源的使用擴充到世界，我們現在面對的困境，必須靠社會轉型才能解決。臺灣必須跟上全世界的腳步，以減碳為目標，消耗也必須降低，如果大家不努力，五十年以後年輕人會開始抱怨上一代，空氣污染與能源轉型絕對要做到 2050 年達到現在排放的 20%，產業上每個部門都要努力，我們的努力是第一步，再擴充到全球，考慮下一代的生活環境，一定要做到。

第二場次，則是臺灣大學風險社會與政策研究中心主任周桂田教授主持，中央研究院經濟研究所蕭代基研究員、高雄海洋科技大學海洋環境工程系暨研究所沈建全教授、高雄海洋科技大學科技與社會研究中心洪文玲主任共同與談。

一開始，本場次主持人周桂田教授即指出，引言人李遠哲博士從相當廣闊的角度出發，從氣候變遷對世界影響進行探討，本場論壇所觸及的問題不限於高雄氣爆，而是能從來高層次到能源選擇、產業轉型以及等等對現今臺灣嚴禁的問題來做切入。總統大選來臨之際，檯面上雖然沸沸揚揚，然而風險與氣候變遷問題終將超越國界。周桂田教授指出，臺灣是治理轉型怠惰，在追求勞動權等等都怠惰，在以前臺灣並不缺轉型與改革，但至今就變成不可抹滅的痛苦。

與談人中研院蕭代基研究員進一步提到，國際上來推動永續發展，從八零年到現在是失敗的，之所以如此是因為經濟與社會發展模式是褐色的經濟，我們必須轉型，轉型到永續的經濟與社會發展模式，也就是綠色經濟。至於如何轉型，以及其原因在哪裡，蕭代基教授表示，就過去而言，永續發展政策算到現在有五十年，都是短期的、治標而應景的策略，根本的策略都沒有要去做，根本的問題之一，是因為我們都吃完了「低垂的果實」，容易開採的土地資源都用光了，剩下都是開採困難的。在能力方面，臺灣人力資源的潛力，都已經到極限，在科學的研究發展上也到達極限，我們會逐漸到達成本變高、效益變低的境地，這是一個定律，這也是人類社會相當自然的發展，這亦是一個原因。再來，效率的提升也使得價格下降，使用的更多，使得用量增加，在效率提升的同時必須提升價格或加以管制，然而現在的世界都以為效率提升可以減量，只有經濟誘因加進來才可以解決。市場失靈、人們與未來世代的關係皆是大家的共同責任，然而我們這一代所考慮的都是短期的決定，並沒有考慮到未出生的世代，這是必須關注的。最後，人們有被經濟成長所綁架的危險，認為經濟發展不成長是災難，是相當嚴重的問題，政治人物可能就因此無法當選。

至於解決方案，蕭代基研究員指出，經濟、環境與社會三角鼎立的發展，是現在的發展模型，但綠色經濟是三個圈，社會與經濟兩個交疊的圓，要在環境這個大圓之中。尊重環境、代際公平、長期觀點與人類福祉是重要的綠色經濟議題。在資本方法，綠色資本不是要減量，而是有許多資本搭配而成的策略，人們都一直追求盈餘和匯率，並且都在追求低成本的生產方式，使得我們無法發展高附加產業，我們必須把、盈餘、匯率與稅的政策加以改革，這是重要的。在代際公平上，後代權益促進機構必須被放在立法機關當中，例

如以色列就會有未來世代委員會，這個委員會有權利審查對後代有影響的法案。企業的社會責任必須寫在法律之內，而不是淪為口號。人造資本上，以需求面管制進行發展，能源部分，能源必須有供給總量的管制，希望成為地方政府對污染產業進行管制，制度面必須是大家加以研究的部分，跨代的公平正義也是不可忽視的。

緊接著沈建全教授以高雄氣爆的受害者與教授的身分進行發言，其表示石化產業的上游是能源工業，接下來的中游是輕油裂解，合成原料生產廠才是臺灣主要的部分，至於為什麼是說這是一個犧牲體系，是因為大部分石化公司總部設在臺北，廠房設在高雄，在這些地方這樣的犧牲體系更加徹底。而為什麼位有氣爆的情況發生？就是因為規劃不良。高雄氣爆災害損失慘重到高雄政府去收規費，損失的 163 億，大概還要再收 105 年才夠。

沈建全教授表示，高雄還有水體污染的問題、土壤污染等等。住在距離工業區相當近的自己的家人，咳血，罹患癌症、表示健康風險越靠近工業區就越大。肺炎、慢性支氣管炎在北高雄也超標，高雄市雖然對氣爆進行補救，卻也沒有實質的改變。氣爆事件法務部說高雄違法，高雄也不敢斷油管。只有用都市計畫的方法，以法律加以管制，才能加以預防。這些企業不能只賺自己的錢，增加我們的健康風險，VOCs 加上 PM2.5，我們不知道怎麼存活。至少短期內，應該做好管線檢查，然後中期目標，三年內應啟動都市計畫廢除石化管線，長期目標的話，五年內應該要檢討產業與能源政策。

周桂田教授補充說明，指出東亞發展型國家包括韓國、日本與臺灣都是褐色經濟，整個世界如果要轉向綠色經濟，必須加以更加深刻的轉型。關於公民議題也跟資訊透明有關。

接著由洪文玲教授講解關於公民議題與資訊透明的議題，她認為，在臺灣現代社會中，有很多都是科技議題，並且跨了很多領域的學門，如何把空污與能源成為有效的公民教育，是重要的。從歷史上來看，工程的災難都會引來很多反省。工程師養成重要的一部分，其實是文書記載，為了避免重蹈同樣的覆轍，鐵達尼號、挑戰者太空梭等都是工程安全與工作倫理的重要問題。在高雄氣爆的後續，有很多的問題，是跨部的專業訓練不足，地方政府人員必須獲得定期訓練，這些服務都是企業的社會責任。

至於社會需要的是怎樣的企業社會責任呢？洪文玲教授表示，要有更多的研究，是在建立安全工具等等的措施，公共教育必須要是公司的責任。我們應該要有在地的公民科學訓練。高雄市必須對空氣相關的訊息以及相關的災害，加以給予學生知悉。在日本，311 地震後，用輻射探照器排出輻射風險地圖，都是實際的例子。臺灣公民需要培育世界的空氣、能源有關的知識的見地，空氣品質研究的領域在人文社會都缺少研究，而高度集中在技術研發上。莊秉潔教授的研究被跨領域地應用，相關的議題也有研究的空間。在教育上，高雄氣爆之後，相關的教育協會靜悄悄的，或者工程倫理被說是公共之中不能說的議題，這些都是問題之一。洪文玲教授認為，專業支持的公民科學才能消除科技議題的門檻，大家一起面對才会有希望。

周桂田教授最後總結，從褐色經濟、綠色經濟到資訊透明，都是永續治理重要的部分，現在的官員還把資訊透明的要求當作不合理的要求，是相當不進步的，我們應該共同努力。

最後場次，主題是鎖定在高雄氣爆後一周年，當人們從當下的危機管理和傷痛走出以後，如何面對事件背後更加深沉和糾結的能源與產業發展脈絡？由請臺灣大學公共衛生學院詹長權教授擔任主持人，以及嘉義市涂醒哲市長、雲林縣張皇珍副縣長、高雄市環保局鄒燦陽局長、環保署空保處謝炳輝副處長、經濟部能源局吳玉珍副局長和地球公民基金會李根政執行長，一同在論壇的討論中思索臺灣的空氣污染和能源轉型問題；在論述的交鋒

中，追尋可能改變臺灣未來的契機。

詹長權教授引言便以臺灣的十大死因中以癌症為首位，而肺癌、肺腺癌更逐漸成為我國國病；尤其，根據世界衛生組織的定義來看，空氣污染所引發的疾病還包括心臟與心肌的問題。詹教授指出全台無論何處，跟全球的數據一進行比較都不好。詹教授使用投影片簡單地呈現出雲林和宜蘭人在六輕營運前、中、後的健康和收入之比較；說明雲林人比宜蘭人降低了平均餘命，但是卻沒有增加多少收入。反之，六輕營運 9 年後，居民罹患癌症的比例增加了 2 倍。詹教授接著播放非營利組織「美國肺臟協會」(American Lung Association) 的影片指出火力發電廠可能帶來的問題。宛若蝴蝶效應，減碳能夠帶來公共衛生和生態效益。所以說臺灣當前重要的抉擇就是要選綠電還是火電。尤其是石化相關疾病的範圍與 PM2.5 所影響的範圍差不多重疊的情況下。今天社會面臨到在這個政策選擇的關鍵路口上誰說了算的問題。

關於選擇的問題，嘉義市涂醒哲市長認為我們長久以來並沒有面對問題。他舉出在擔任立委時也曾罵過環保署長，「就是因為不做環保才當署長」。在嘉義市掛空污旗，雖然掛空污旗不會減少空污，但是可以有所警示。鴛鴦時代應該要過去了。另一個問題是臭氧。為什麼空污被放到三層樓，偵測儀器放到這麼高也是鴛鴦心態。涂市長坦白指出，嘉義的空氣污染是全國最嚴重的，誠實面對才是最重要的。嘉義的目標是陳澄波的玉山積雪。涂市長也談到，嘉義沒有真正的工業區，嘉義衍生性的空污可能都來自外縣市。他也指出一個癥結，嘉義車輛之所以空污嚴重，因為我們沒有公車處，是靠嘉義縣營運的，所以大家都騎機車。公車最差的一班平均不到 1 個人。他最後對中央和地方政府都提出建議。對中央：未來台電要用節電量算年終。而且以後電費分 8 級，要用智慧電表。最後則是可以增加電價，但是要被用來再生能源。對地方政府部份：他希望六輕付一點污染費；而地方上應該推動電動巴士、電動自行車以及建築物自治管理條例，用屋頂、容積來做再生能源獎勵。

雲林縣張皇珍副縣長則指出過去僅執行 PSI，而 PM2.5 並沒有在這個指標之中。她以在台南服務的經驗說明如何意識到 PM2.5 的問題，並且當時就發現來源貢獻有六輕、台中火力發電廠、高雄等，問題相當複雜。而當她要前往雲林縣服務時，台南同仁就說過去要推動改善濁水溪揚塵、PM2.5 水兩個大問題。她讚揚雲林縣李進勇縣長推動的禁燒政策，不過現在仍在備查。尤其，禁燒並不能使得天下太平，縣環保局的研究顯示，雲林境外的影響最大到 40%，境內的影響最大來到 60%。境外污染源可能要靠中國的環保意識提高來改善。而在境內部份，大約固定污染源佔 3 成、移動佔 3 成、溢散佔 3 成。溢散可能需要管理像濁水溪揚塵等，而移動則需要整體交通運輸的轉變。雲林極力推動光電，雖然以前被稱為煙囪下的雲林和麥寮，未來是不是能改成「雲林好風光」，因為雲林目前 2014 年底前完成 41 座風力發電、太陽光電 1339 件，1 年可以發兩億度的電。即使如此也還是不夠。像雲林準備把地層下陷區改成種電的好地方，但這還是要靠能源局的幫忙，還有與國發會一同合作。雲林還有在進行的，一個是在台西區工業區，拉出 800 公頃來做養水種電。另一個是新興區工業區，283 公頃會改成光電區來推動光電和風電，這些推動要怎麼成功，還是要跟中央來全力配合。

高雄市環保局鄒燦陽局長則從他在宜蘭和高雄的實務經驗出發，提供在場的貴賓思考的空間。他指出夏天為什麼空污比較好，是因為西南氣流把境外的空污吹走。話鋒一轉，他指出在地方訂立自治條例的困難。以前向中央送交的自治條例都無法通過，直到今年 3

月 16 日高雄市提出時，就盡可能排除與中央抵觸的部份。而今年的版本又跟中央甫通過的溫減法有所競合。此外，他也指出自治條例的幫助。如移動污染源影響高雄甚鉅。高雄市還包含高雄港，港區裡面的運作污染非常大。所以自治條例希望能通過。另外一個實務的問題就是罰金，能不能罰高一點，只要議會民意支持，當然可以。事情是可以做的，問題是要不要做。他今年有前往日本石化區，進到其中幾乎聞不到味道，但在台灣是還沒到之前就能聞到。這是因為日本管線比較注重，在可能溢散處採用負壓的方式來管制，但在台灣廠商就會說成本太高。像是其實高雄管線已經有了 3~40 年，但問中油知不知管線，他也不清楚。甚至是鄒局長以前在宜蘭，民國 69 年設的管線，民國 82 年去要資料就沒有圖資，最後是他一條一條去抓，才弄出來。所以高雄也可以做，高雄市的目標是 3 年做一次檢測，廠商說做不到。可是日本卻可以 1 年測 2 次。最後，鄒局長也盼望眾人都可以前往高雄實際體驗。他開玩笑地說到原本想抗議冷氣開太強，台北的冷氣都開得比較強，但污染都設在我們這邊。其實這些事是全台灣的人都要一起做。他期許未來將論壇辦在高雄，他認為真的需要去體驗才知道，否則地方法令訂定過程一直與中央單位抵觸或者是與地方廠商利益衝突，施政真的不容易。

接續地方的聲音，環保署空保處謝炳輝副處長則報告環保署的努力成果以及對中央跨部會、地方跨局處的治理整合之期許。他讚同涂市長、張副縣長、鄒局長都在空氣污染上都提出一些相關的成果、問題和建議；就環保署的角度而言，他指出過去幾年也有一些成果。過去的空气品質指標的確都是用 PSI 為主，指數也有下降的趨勢。不過基本上，環保署所面對的不只是國民的期待，也還面對一些業界的角力。像是固定污染源，過去 3 年，他指出環保署是有做出一些管制並取得一些成果，當然大家未必滿意。就空氣污染的解決方式而言，他舉過去在南部的例子，曾經接到楠梓、左營有民眾通報臭味，後來就發現石化業晚上進行燃燒的情事。後來把燃燒塔改成污染防治設備，後來把他解決掉。就環保署的觀點來看，他希望一致性地透過制度去解決問題，像是空污法明訂的準則。另外一個在空氣污染面向上取得的成果則是有關細懸浮微粒的管制。目前細懸浮微粒的標準與日本一樣，但是比美國低一點，這是因為設立標準之後，美國又進一步地提高標準。關於懸浮微粒，由於境外來源佔了 4 成，我們的標準是 15 微克，其中就有 6-7 微克來自境外。所以如何將法規落實是一個問題，透過交流，謝副處長也希望大陸的環保部看到我們怎麼管制。只要透過他們落實管制，我們也會有間接的改善。他認為大陸應該是會做真的，因為北京的空污非常嚴重，黨政軍高層都住在北京，只要他們有這樣的方式來做，就會有間接的貢獻。第二個，因為空氣是跨縣市的，所以他在管制策略上也希望透過地方、不只是在環保機關。他認為講起來環保機關都是做管末的。今天環保署成立一個環境保制會報，把各部會都找來、還有三個空品區的會議。希望中央各部會一同來減。像車輛、能源的問題都不是環保局一個機關能夠來做的。希望由中央各部會一同來做，在這個會報中提出來。在縣市也一樣，鄒局長能做這麼多的事，也需要各局處的支持。

從能源局的觀點出發，經濟部能源局吳玉珍副局長則從當前政策、成本效益的方面出發。她首先指出剛看到資料，看到是中央 vs 地方，她相當不以為然。因為情況應該是中央 with 地方。她指出，即使是經濟部來看待經濟發展，也會看到有關環境和社會的衝擊等。她認為我們很多環保署人員是來自美國，其實是會廣泛考慮問題。而關於污染物的管制，她指出像粒狀污染物，美日是比我們寬鬆的、或是氮氧化物 (NOx) 的規則也是比我們寬鬆。甚至，我們的地方政府還有因地制宜的加嚴。像是興達電廠的排放，高雄加嚴到 60 ppm，

電廠方面完全尊重，而這個標準也送到中央環保署核備，所以她認為中央和地方是可以合作的。像是最近浮出的禁燒生煤政策，她指出台中市政府就有來文詢問。反之，雲林縣政府明明可以像其它地方一樣但是卻跳過這個過程。回到能源產業的部份，她指出像是太陽光電，中央通過之後，我們就訂定躉購制度。為什麼不馬上大量推動，因為要考量產業穩定成長。關於這點也很感謝地方，要求建立再生能源。吳副局長指出太陽光電雖然目前我們的量不多，但考量到我們有 2/3 都是山地，人口密集，從單位面積來看，我們跟英國差不多、高於法國。至於禁燒生煤這件事，從健康的角度來看，大家都希望不要用。但從用電來看則會缺電。現在考慮是不是透過天然氣進行替代。但全部靠進口，能源是不是不安全？吳副局長也陸續報告地熱能源生產不足等問題。節能的部份，我們是跟國際同步的，前面可以看到一定的進步，但我們就會看到一定的瓶頸。耗能的成長目前低於節能的成長。然而吳副局長後段的報告，則受到民眾相當嚴厲的駁斥，忍不住發聲。

最後一位發言人高雄在地關心環境的公民團體、地球公民基金會李根政執行長為我們說明公民的關懷為何。他指出像高雄氣爆、台灣的環境災難，它的源頭就是不公平的體制和向財團傾斜。他對當前的人類未來悲觀，但還是要努力。然而，從幾位官員嘴中聽到的，好像我們已經做很好了。他進一步希望我們回顧一下兩次的政黨輪替的結果。像是京都議定書，我們從 1998 年開了好幾次的全國能源會議，到後來都不敢訂目標，因為不能達成。後來的能源使用之削減，不過是因為 2008 年的全球經濟蕭條之故。所以高耗能高污染之路，兩黨都還在走。李執行長在當環評委員會時，有台塑煉鋼、好幾個火力發電廠的提案，污染會大幅上升，但行政院還是繼續推動。像國光石化也不是馬英九和行政官員擋下來的，如果不是公民社會，這些案子最終都會通過。又像空污法總量管制，就被會同單位經濟部給阻擋了十幾年。好不容易，地球公民跟環保署合作多年，終於才逼經濟部同意在高屏地區實行總量管制。所以到底兩黨做了些什麼？前面像李遠哲院長也都講了轉型、零成長的目標，人民要幸福和更高的生活，而不是追求 GDP，不是馬英九的 633。我們在座都很清楚問題，但為什麼不行，就是因為只有口號沒有政治決心。又像是行政院永續發展委員會，什麼時候會開會，就是行政院長良心發現的時候。高雄氣爆事件也是這樣的犧牲、大社、後勁也都是這樣的犧牲。高雄不可能再接受石化的擴張、石化專區。高雄市不是喊出宜居城市嗎？怎麼能容忍有管線在地下？他對高雄市政府非常失望。希望我們要想想為什麼要靠這些年輕人來撐？佔領教育部、行政院等。

論壇的各位發言人引發會場內的廣泛迴響。有人提出台灣最好的能源就是地熱，宜蘭那邊致力於發展者卻碰到許多的行政障礙，最後導致虧錢。另外則是關於能源技術的利用，國內台中工業區的鋰鐵電池，在福島核災之中，日本的中小學都來向廠商訂購，所以我們有很好的技術，但是我們的產品都靠外銷。蘭陽人文基金會的陳錫南董事長也發言像是排放 PM2.5 的燃煤電廠，也許可以每發一度的燃煤的電，就也要發出一定比例的風力來發展再生能源。現在這個再生能源比率是沒有辦法發展的，我們的風力發電現在都是雜牌軍。再者，核能延役對台灣的影響是非常大的，核廢料是無解的。他期盼日後的能源局長都需要在地的經驗，否則政策總是偏離民心。

也有發言者為國小學生唱一首歌，並且因詹長權教授在爭取環境改善上所負擔的壓力而對他鼓勵。發言者也提問應該要找經濟部加入與談，並且指責官員講了很多，卻一直沒讓眾人看到資料。而且雖然我們在談能源他我不知道中央有什麼做法。官員說起來好像說台灣比法國進步，真的嗎？藍綠都要好好檢討。南部除了涂醒哲市長以外，常跑第一線，

其它似乎也都無動於衷。是不是應該要請台大以其學術地位發表宣言。

最後，葉光芄醫師希望眾人都要思索如何理智地去判斷，全台都沒有電的時候，該怎麼做？也希望 STS 的老師，能夠進一步指導有關公民教育的訊息。最後，則是希望大家從高雄氣爆事件，瞭解正確的佈線。而他不解的是們的官員為什麼不能提供資料，而在會議中，地方首長在那邊切切私語。台灣還有其它問題，像是詹老師所提過的環境荷爾蒙，那是無範圍、無界的，但不要說是從北部流到南部。

尾聲之際，主持人詹長權教授說明，本來這個論壇就有討論是不是要辦一天，來讓大家暢所欲言，而台大的作為學術平台也不會發出聲明。但台大就是個學術場域供大家交流，希望下次我們在高雄辦的時候，可以有更具體的討論。各式各樣的意見的衝突，即使是會後仍然在空氣中激盪。雖然短短半天的會議並沒有獲致最終的結論，但依據促進社會思辨與討論平台的學術社會責任，臺大風險社會政策中心非常榮幸能夠在此作為各種聲音彼此流通的管道。

二、活動照片集



圖一、2015/08/01 民眾熱烈參與本場次活動。



圖二、2015/08/01 與會貴賓嘉義市涂醒哲涂市長、臺大公衛學院詹長權詹副院長擔任本場次的主持人、台大榮譽醫師謝豐舟謝醫師皆熱烈參與本場次活動。



圖三、2015/08/01 與會貴臺大張慶瑞副校長致詞。



圖四、2015/08/01 與會貴賓田秋堇田委員參與本次活動剪影。



圖五、2015/08/01 與會貴賓中央研究院李遠哲院士引言。



圖六、2015/08/01 與會貴賓嘉義市涂醒哲涂市長報告。



圖七、2015/08/01 與會貴賓雲林縣副縣長張皇珍張副縣長報告。



圖八、2015/08/01 與會貴賓高雄市環保局鄒燦陽局長報告。



圖九、2015/08/01 與會貴賓經濟部能源局吳玉珍副局長報告。



圖十、2015/08/01 與會貴賓地球公民基金會李根政執行長報告。



圖十一、2015/08/01 與會貴賓環保署空保處謝炳輝副處長報告。



圖十二、2015/08/01 與會貴賓海科大 STS 研究中心洪文玲主任。



圖十三、2015/08/01 與會貴賓海科大海洋環工系沈建全教授報告。



圖十四、2015/08/01 與會貴賓中研院蕭代基研究員報告。





圖十五、2015/08/01 臺大社科院風險社會與政策研究中心周桂田主任報告



圖十六、2015/0801 所有與會貴賓合影紀念

三、產出文章

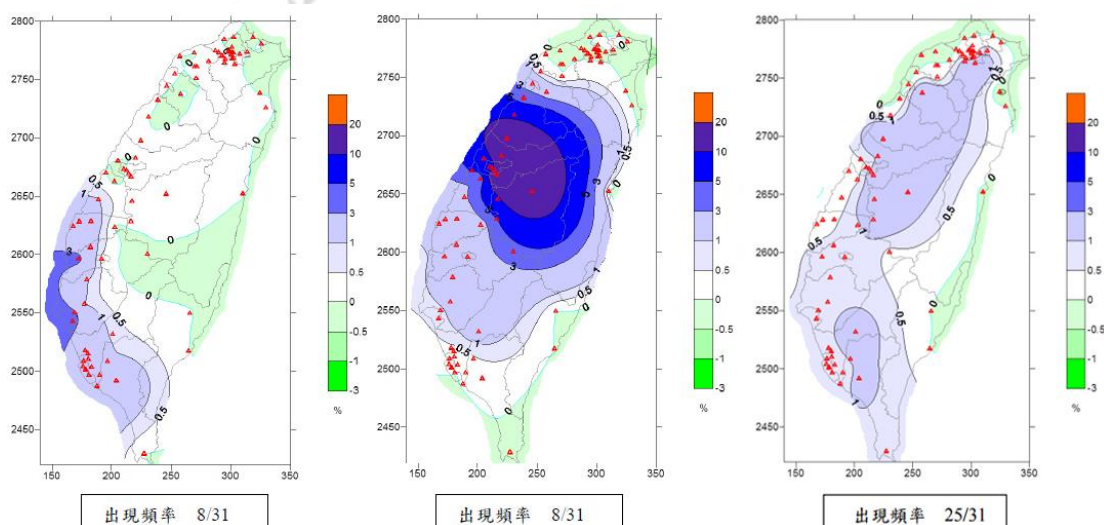
(一) 短文系列一

1. 篇名：《臺灣應針對細懸浮微粒（PM2.5）進行跨域治理》
2. 載於國立臺灣大學社會科學院風險社會與政策研究中心鉅變新視界 Newsletter 第 11 期。
3. 刊登日期：2015/07/28
4. 內文：

臺灣細懸浮微粒（PM2.5）健康風險存在跨境問題。臺灣境外由於中國與亞洲內陸之沙塵與工業燃燒與衍生的細懸浮微粒，隨著季風傳播到各個國家，從風向與成分分析得知台灣細懸浮微粒 20% - 40% 來自境外（Chen et al., 2014; 環保署, 2013a, 2014a），而各國經濟發展階段差異，造成管制程度不同，加深風險治理困難度。台灣境內傳播受到氣候與地理影響，造成少工業、交通在相對不密集的嘉義市（ $34.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ）、南投縣（ $29.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ）、2014 年 PM2.5 濃度高過人口、交通密集的大都市台北市（士林站 $19.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、萬華站 $20.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ）、新北市（汐止站 $19.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、板橋站 $22.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ）、台中市（豐原站 $23.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、忠明站 $27.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ）等地區，嘉義市甚至高過全台工業空氣污染最嚴重的高雄市（美濃站 $27.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、前金站 $31.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ）；跨空間除了監測、管制技術難度增加，衍生出跨地區污染的課責性問題（accountability）。

本文僅討論臺灣境內的跨境議題。引用臺灣電力公司對火力電廠 PM2.5 貢獻的模擬報告，圖一由左至右分別為台中火力發電廠 1 月、7 月與協和火力發電廠 10 月的 PM2.5 貢獻比例之列舉。台中火力發電廠 1 月之中有 8 天主要影響嘉義與臺南地區最高達 3%-5%，7 月之中有 8 天主要影響苗栗、台中彰化、南投，高峰貢獻高達 10-20% 的區間。最右圖位於基隆之協和火力發電廠，10 月之中有 25 天主要貢獻廣部新北市、大台中、南投與高屏地區 1-3%。

圖一



來源：蔡德明等（2013）台灣電力股份有限公司火力電廠空污排放對細懸浮微粒（PM2.5）之影響與因應對策研究。台北，臺灣電力公司。

必須強調，在此舉例火力發電廠乃因引用其完整模擬報告，並非指稱火力發電為臺灣PM2.5最大貢獻源。若按照CMAQ推估模擬為基礎的排放清冊再進行火力發電廠推估出來的「濃度百分比貢獻」相當準確，以此份報告為依據，整體而言，台電各火力電廠對全臺PM2.5質量濃度的貢獻比例均小於1%，然而報告僅考慮「全臺」，其實污染源在個時期對不同地區可能貢獻3-20%。大部份之PM2.5經過大氣傳播、光化效應，傳播範圍大多跨越行政區，因此有必要跨越行政區進行治理。

以未來台灣將並用的空氣污染兩大管制系統，排放管制與總量管制來看，排放管制由中央訂定標準，地方政府（都、縣市）執行許可制度、檢測與裁罰。總量管制則由中央按照地方分區劃定空氣污染防制區，規劃排放增量限值，依據空氣污染防制法第八條：中央主管機關得依地形、氣象條件，將空氣污染物可能互相流通之一個或多個直轄市、縣（市）指定為總量管制區，依各地區空氣品質現況，計算出各區域之排放總量上限，訂定總量管制計畫。因此總量管制法源具備跨域治理之空間，特別是總量管制之手段，涉及增量現值、排放總量與交易制度之建立。雖然我國尚未有交易抵換之施行細則（固定污染源空氣污染物削減量差額認可保留抵換及交易辦法總說明，尚未搭配施行細則與公告實施），甚至並未將PM2.5納入總量管制對象，然PM2.5納入總量管制應為趨勢，且管制邏輯應搭配同時具備行政管制與經濟誘因之工具，否則將成為「總量限制」而已，基於工業化國家的經濟趨力與遊說下，增量現值可能過高以保護既有產業（按圖二，我國目前空污已經超標的縣市仍然允許增量），那管制密度甚至不如直接針對排放源進行嚴格之管制。

圖二

依空氣污染防制法施行細則第七條規定計算各縣市主要污染物連續三年平均值統計表及容許增量限值

縣市別	基隆市	新北市	臺北市	桃園市	新竹縣	新竹市	苗栗縣	臺中市	彰化縣	南投縣	雲林縣	嘉義縣	嘉義市	臺南市	高雄市	屏東縣	臺東縣	花蓮縣	宜蘭縣	連江縣	金門縣	澎湖縣	
空氣品質背景值 (C b)	PM ₁₀ 日平均第八大值(μg/m ³)	68.5	99.2	96.2	101.7	96.5	102.6	100.4	116.1	124.3	124.7	129.2	151.1	138.1	142.2	140.1	155.9	71.2	65.7	77.7	123.7	159.9	96.5
	SO ₂ 小時第八大值(ppb)	26.0	32.3	22.8	54.5	17.0	12.6	12.6	20.7	20.0	15.1	12.1	17.4	19.1	21.7	59.6	23.3	5.0	7.8	14.8	14.4	43.3	16.6
	NO ₂ 小時第八大值(ppb)	51.7	76.8	77.9	62.5	48.9	57.2	48.0	64.0	54.6	55.9	42.6	35.5	46.9	51.2	78.7	51.8	24.1	38.2	40.2	28.7	51.0	22.0
	O ₃ 小時第八大值(ppb)	93.0	111.0	110.7	103.8	110.6	97.3	104.9	111.9	104.7	115.5	108.7	110.4	106.6	111.6	123.6	128.3	69.8	69.1	79.4	103.4	101.8	90.8
容許增量限值	PM ₁₀ 年平均(μg/m ³)	14.1	6.5	7.2	5.8	7.1	5.6	6.1	2.2	2	2	2	2	2	2	2	2	13.5	14.8	11.8	2	2	7.1
	PM ₁₀ 日平均(μg/m ³)	28.2	12.9	14.4	11.7	14.3	11.2	12.3	4.4	4	4	4	4	4	4	4	4	26.9	29.7	23.7	4	4	14.3
	SO ₂ 年平均(ppb)	6.7	6.5	6.8	5.9	7.0	7.1	7.1	6.9	6.9	7.0	7.1	7.0	6.9	6.8	5.7	6.8	7.4	7.3	7.1	7.1	6.2	7.0
	SO ₂ 日平均(ppb)	22.4	21.8	22.7	19.5	23.3	23.7	23.7	22.9	23.0	23.5	23.8	23.3	23.1	22.8	19.0	22.7	24.5	24.2	23.5	23.6	20.7	23.3
	SO ₂ 小時平均(ppb)	56.0	54.4	56.8	48.9	58.3	59.4	59.4	57.3	57.5	58.7	59.5	58.1	57.7	57.1	47.6	56.7	61.3	60.6	58.8	58.9	51.7	58.4
	NO ₂ 年平均(ppb)	9.9	8.7	8.6	9.4	10.1	9.6	10.1	9.3	9.8	9.7	10.4	10.7	10.2	9.9	8.6	9.9	11.3	10.6	10.5	11.1	10.0	11.4
	NO ₂ 小時平均(ppb)	49.6	43.3	43.0	46.9	50.3	48.2	50.5	46.5	48.9	48.5	51.8	53.6	50.8	49.7	42.8	49.5	56.5	53.0	52.5	55.3	49.8	57.0
	O ₃ 八小時平均(ppb)	6.8	2.2	2.3	4.1	2.4	5.7	3.8	2.0	3.8	2	2.8	2.4	3.4	2.1	2	2	12.5	12.7	10.1	4.1	4.5	7.3
O ₃ 小時平均(ppb)	13.5	4.5	4.6	8.1	4.7	11.3	7.6	4.1	7.6	4	5.6	4.8	6.7	4.2	4	4	25.1	25.5	20.3	8.3	9.1	14.6	

註：陰影為三級防制區

目前僅高高屏地區首先實行總量管制，各區規劃則常以空品區為單位。然而總量先以不符合擴散實況的空品區實行，防制區以污染物濃度為劃分，但管制手段為限制縣市、公私場所的污染源排放量，意味應先清楚掌握各地背景值、並且濃度與排放量關係應有更多的實證研究基礎，但環保署並沒有強化這方面的研究。因此無論是排放管制、總量管制，若實際面對改善區域空氣品質與提升居民健康時，都面臨權責不清的課責性問題，課責不清則無法妥善管制，例如若六輕對嘉義與彰化PM2.5濃度實有顯著影響，那六輕就不應該面對僅是雲林沿海鄉鎮的壓力和面對雲林縣政府，而應該是承擔多縣市共同課責。又例如嘉義空氣污染來自境外部份比例高，若要改善嘉義空氣品質，責任亦在鄰近的雲林、彰化

等縣市，鄰近縣市總量削減嘉義亦是受惠者，嘉義的增量是否有必要義務提供雲林。以上列舉，即說明必須釐清跨域之來源與責任，透過公民環境權與健康權的主張，促使政府跨域治理平台共同處理跨境空氣污染減量容許、排放許可等各種事項，才能完善PM2.5治理。

因應諸如PM2.5空氣污染的新興風險議題，傳統行政轄區難以解決跨域議題，跨域治理的倡議與實踐乃目前國際趨勢。從風險社會理論來看，第二現代意涵的全球化風險社會，政治、經濟、社會結構快速變遷與發展，政府部門主導回應公共議題能力下降，跨部門、跨地區特性之治理開始湧現（陳一夫等，2015）。在政治與公共行政學領域中，政策網絡理論較能解釋中央與地方政府執行政策領域之垂直與戶賴關係，包含五種類型政策網絡：政策社群、專業者網絡、府際網絡、生產者、議題網絡，這些跨域治理模式能對公共議題進行參與、意見與資源交換，達成共識與解決（陳一夫等，2015；范淑敏、周志龍，2008；楊友仁、蘇一志，2005）。

學理上，不同公共議題採用之跨域治理模式有很大差異，需要建立一套評估工具，按照跨域事務性質，評估影響有效跨域治理因素，規劃執行跨域治理架構。臺灣在流域方面首先開始跨域治理概念，但由於國土計劃法尚未通過，流域管理相關之管制權分散在各部會，故無法有效推動跨域治理；目前空氣污染，特別是PM2.5與空污跨境風險治理上亦面臨跨域治理的需求。河流流域較易觀察，空氣污染分布雖較河流不易為常民觀察所見，但目前臺灣的衛星遙測、大氣模擬皆已經做到相當精緻的程度。

引用陳一夫等（2015）的跨域治理必須有資金、組織、管制權與計劃四個基本要素，稱為A+CORP(agreement + capital, Organization, Regulation, Plan)基本要素模式，目前PM2.5與空污跨域治理現狀來說，首先就資金來說：資金為促成地方政府間跨域治理之主要誘因，研究指出空間發展計畫、經費和組織平台，在地方政府的角度而言，三者當中最缺的便是財政資源（陳一夫，2015）。在空氣污染方面，資金可以從各縣市空污費來進行運用。空污費在跨域治理意涵下，必須在實證研究基礎下，釐清該區域內排放量與影響權重，按照排放比例提撥空污費。例如若雲林、嘉義成立PM2.5跨縣治理委員會，若雲林縣因為六輕收取空污費較多，則應在實證基礎上釐清六輕對嘉義的影響，按比例提撥跨縣治理委員會。另外，跨域治理縣市的空污費，應當透過委員會協商共同決定如何使用。

組織方面，目前地方政府間已自發性組成許多區域合作組織，例如北臺區域發展推動委員會、中臺區域合作發展平台、雲嘉南區域永續發展推動委員會、高屏區域合作平台等。PM2.5與空污的跨境治理可以在既有的發展平台上發展，例如雲嘉南區域永續發展推動委員，但同時必須考量組織運作專業性，評估在既有平台發展或是新建立新組織何者適當。影響組織有效推動跨域治理之因素則包括組織之法制化與地方民意機關之監督，例如依據區域計畫法所設置之區域建設推行委員會，經常缺乏建設經費與土地使用管制權外其他領域（例如交通）資源分配權，故仍無法有效推動跨域治理；因此空氣污染的跨縣治理委員會應在組織位階上，各地方政府所組成之區域合作平台，需由各地方政府首長、專家學者與企業代表組成委員會決策，執行由各地方政府一級單位分議題組成推動小組來負責。若空氣污染跨域治理委員會，更應該直屬縣市首長，由縣市首長直接擔任共同召集人，由副縣長擔任執行長，地方民意代表與空民團體亦必須納入，並且常設固定專家委員，提高執行位階並且以參與式民主方式進行多元利益關係者決策，才能真正有效協商跨域空氣污染問題。有關管制權外，屬於中央部份，牽涉到中央與地方權責；建議若要讓空氣污染區域治理可行，達成細懸浮微粒有效治理，中央應尊重跨域治理委員會，盡量賦權。此即衍生

下面要談的管制權的問題。

管制權方面，研究認為（陳一夫，2015），地方政府間跨域治理已在地方制度法與行政程序法等相關法令上具有法制基礎，但實際推動上仍需資金與協議之達成。跨域治理事務之管制權若屬於中央政府，地方政府難扮演協調角色，需中央政府介入協調，且跨域事務所牽涉之管制權分散在中央政府各部會，在協調上亦面臨極大挑戰。空氣污染在中央主管機關相對清楚，即為環保署；但牽涉到產業、交通等廣及國發會、經濟部、交通部等，因此中央政府各部會間協調整合，仍是影響有效跨域治理的關鍵因素，環保署在主管全國環保事項上，經常落於協調角色，甚至在經濟部、產業界壓力下經常被質疑無法捍衛民眾環境權與健康權。一個可能的倡議，可以參考北美對流層臭氧研究計劃(North American Research Strategy for Tropospheric Ozone, NARSTO) 2004 年負責評估將美國從「污染技術控制途徑」轉向「風險基礎的空氣品質管理途徑」。這項計畫由美國國家科學院(NRC)提出，旨在非人的污染技術控制邏輯，逐漸導向以人的生命健康為基礎的空氣品質提升。

這樣的典範轉移對臺灣的空氣污染跨域治理，特別是 PM2.5 跨域治理將有幾個啟示。在空氣污染風險治理上，衛福部應該與環保署聯合，採取一致立場捍衛民眾環境權與健康權。管制上除了以縣市行政區、工業區、工廠這些排放源為單位，更應該依據健康影響評估，找出「受空氣污染高健康風險潛勢地區」，這些地區應該由環保署與衛福部來區域管制辦法。意即以健康實證研究為基礎，縱使排放源已經達到最佳可控制技術(BACT)、減排目標達成、濃度下降都不是空氣污染管制的真正目標，而是保障居民健康。若對區域健康仍有顯著危害，或則交通、產業型態、生活型態，則應針對問題繼續改善。「受空氣污染高健康風險潛勢地區」為跨域治理提供更堅實的人民民主與權利基礎。

計畫是政府引導資源分配的重要工具，中央與地方政府在計畫之規劃與決策過程中的協調與權力、資源分配的機制，則是落實或解決跨域治理事務的關鍵。我國目前已經在環境工程領域、大氣科學領域有相當多政府委託研究，因此對於 PM2.5 與各種空氣污染物大氣擴散、濃度分布有相當程度的掌握，但對於各區域的健康影響評估卻尚未充分普及。PM2.5 與空氣污染跨域治理的核心計畫，可以參照美國從「污染技術控制途徑」轉向「風險基礎的空氣品質管理途徑」計畫，找出臺灣「受空氣污染高健康風險潛勢地區」地圖，按此即可透過計畫進行整體 PM2.5 與空氣污染之跨域治理的目標、執行、考核作為任務具體項目，以收治理之效。

5. 參考資料：

王瑞庚、張景儀 (2015)。風險非不確定管制非常不確定：談中部地區 PM2.5 治理。環境與土地正義工作坊，台中，東海大學。

蔡德明等 (2013) 台灣電力股份有限公司火力電廠空污排放對細懸浮微粒(PM2.5) 之影響與因應對策研究。台北，臺灣電力公司。

陳一夫、林建元、鄭安廷 (2015)。跨域治理模式的建構與評估。都市與計劃，42(2)，153-170。doi:10.6128/CP.42.2.153

楊友仁、蘇一志 (2005)，地方成長聯盟轉化與空間治理策略：以台南科學城為例，「都市與計劃」，第 32 卷，第 1 期，第 1-23 頁。

范淑敏、周志龍 (2008)，台灣的地方發展策略：治理與網絡化，「都市與計劃」，第 35 卷，第 2 期，第 99-122 頁。

Pennell, William T.(2011).Executive Summary. in Brook, J. R., Demerjian, K. L., Molina, L. T., Pennell, W. T., & Scheffe, R. D. (Eds.). Technical challenges of multipollutant air quality management. New York: Springer.

(二) 短文系列二

1. 篇名：《從 VOCS 管制看空污治理的新趨勢與新想像》
2. 載於國立臺灣大學社會科學院風險社會與政策研究中心鉅變新視界 Newsletter 第 14 期。
3. 刊登日期：2016/01/20
4. 內文：

一、與管控 PM2.5 一樣重要：揮發性有機化合物(VOCs)

我國細懸浮微粒 PM2.5 的污染與管制問題，自國光石化興建爭議後與中國媒體人柴靜所拍攝的《穹頂之下》，便開始如火如荼在公民社會當中發酵。民眾開始針對政府目前管制空氣污染提出一連串的質問，特別是 PM2.5 污染物。至於關於 PM2.5 的管制與治理問題，臺灣大學社會科學院風險社會與政策研究中心已有許多傑出的文章論點與廣播(參見註釋)，因此，本文在此不再贅述關於 PM2.5 空污治理問題。

反之，本文亟欲探討的是，揮發性有機物(Volatile Organic Compounds, VOCs)管控問題，並藉由 VOCs 污染排放問題來簡要地說明在科學不確定性與法規制度的影響，容易難以了解與釐清目前污染排放狀況。最後，本文簡略地提供目前國際空污治理趨勢的新典範與視野。

首先，VOCs 是重要形成衍生性 PM2.5 的貢獻性來源之一，化學物質(可能是固體、液體或氣體)等前驅物，在大氣環境中經過一連串極其複雜的化學變化與光化反應而成的衍生性 PM2.5。⁷PM2.5 的組成成分過於複雜，其中，VOCs 便是衍生性 PM2.5 的重要前驅物之一。除此之外，VOCs 中更包含多種的危害空氣污染物(Hazardous Air Pollutant, HAPs)，如苯(Benzene)，是對於人體健康具有致癌性，引起人體的呼吸系統、肺臟、肝臟、腎、神經系統、造血系統及消化系統等都會引起健康問題。因此，若欲有效治理 PM2.5 的空氣污染問題以及維繫人體與生態的健康和永續，VOCs 管控與了解亦屬極為重要。

揮發性有機溶劑是在工業的製程當中最常被使用，在使用或相關製程生產過程時，通常會從兩種媒介傳遞污染途徑：空氣與水。通常會經由工廠的製程設備元件(儲槽、設備元件等)逸散至大氣當中。裝載相關揮發性有機液體的儲槽、油漆的塗抹、輸送管線裝置的等各種設備元件(如圖一所示)下的接縫處亦會產生洩漏揮發性有機氣體；或是經由放流水成為廢水污染了正常水體，而這中間的廢水處理過程也有可能會有逸散的有機揮發物(高雄市環保局，2012)。

⁷ 參考環保署網站：http://air.epa.gov.tw/Public/suspended_particles.aspx

設備元件



圖一：設備元件示圖（資料來源：環保署六輕計畫總體評鑑研討會會議手冊，2010/10/28）

VOCs 不同逸散的途徑其實隱含象徵著是人類與社會行為運作。也就是說，VOCs 污染的排放主要可以來自於工業的固定污染源以及汽機車移動污染源。在我國空氣污染最屬嚴重的地區是在於中南部，又特別是高高屏地區，在中央環保署與各地環保局的資料庫當中顯示，固定污染源排放 VOCs 最大宗的產業係來自於石化煉製業與電子高科技產業（環保署，2010；劉希平，2008；高雄市環保局，2012）。

二、管控 VOCs 排放量的治理困境

石化產業是 VOCs 的主要污染源之一，我國的中南部更是座落了世界規模龐大的石化產業重鎮。高雄與雲林這兩大石化廠區更是皆已運轉將近 20 餘年以上。然而，在雲林麥寮石化廠區始終未明的 VOCs 排放數字的個案，凸顯了我國目前空氣污染治理的困境之一。

VOCs 本身揮發易變的特性、推估計算 VOCs 的科學不確定性，再加上我國專業審查制度的行政妥協、多重管制法規的使然與裁量權限的彈性等因素交纏，導致了科學數字出現多重且不斷更迭變動的政治性空間（杜文苓、張景儀，2014）。簡單地說，龐大的石化廠區規模下多種設備元件的計算逸散方式，（不同製程、不同的設備元件皆有不同的科學係數規範，更遑論在地係數建置仍有科學問題待需討論；不同設備元件又有不同的操作時數計算，這些變異因素計算 VOCs 的簡易基礎公式⁸下，都造成難以釐清逸散量或是導致推估結果的數字不同），以及科學謬誤(error)的因素存在，如像是人為操作不當、場址的錯誤設計、維修缺失等等(Culis, 2012)，這些因素容易造成科學極大的不確定性，並致使目前各個國家在測量 VOCs 排放量時仍無法有效地縮短實測與推估值之間的落差。這也顯示出當代的科學治理技術的侷限性。

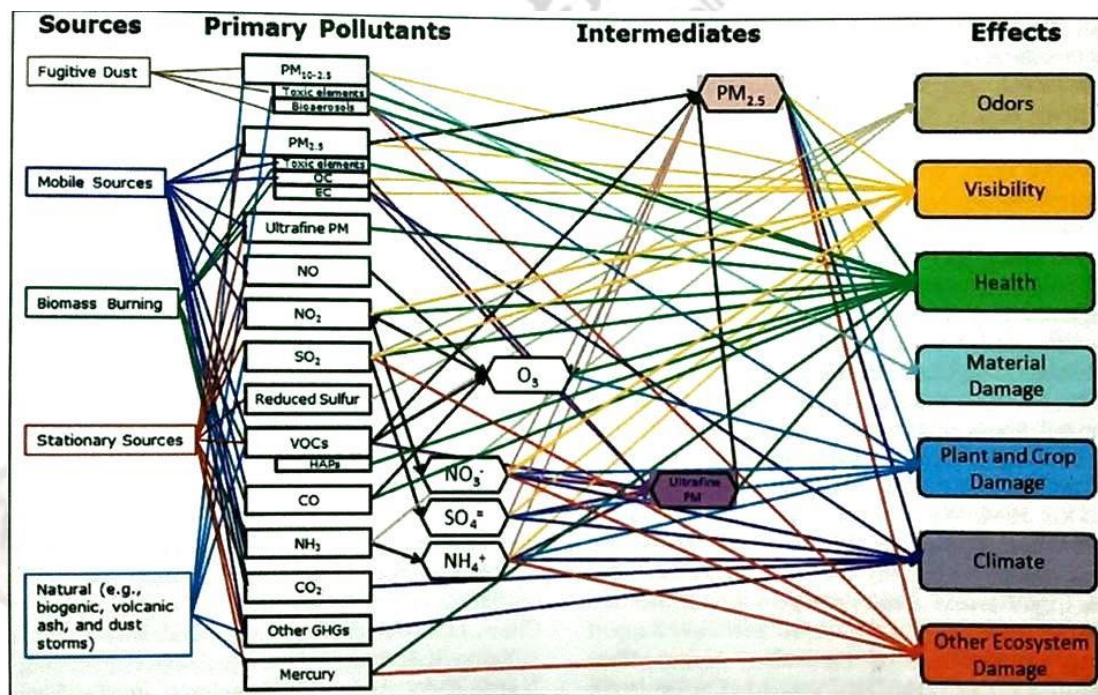
同時，在政府治理的過程中，不同的管制法規、規範標準導致至少會有三種排放量數字：排放量申報、許可證排放量與空污費排放量；以及地方基層管制人員進行稽查時間有其彈性行政裁量等因素下，我們看到 VOCs 排放量的「事實」生產，與法規規範、行政裁量與壓力息息相關。最終，行政機關在推估與掌握污染數據時，更受制於科學的可行性、人力以及財政資源的分配窘境，而無法釐清污染排放的真實現狀，而呈現出非決策制定的管制延宕氛圍（張景儀，2014）。

⁸ 基礎公式為： $A \times B = C$ ，A 是運作時間（活動強度）；B 是係數（排放強度）；C 是排放量。更為詳細的內容，可以參照杜文苓，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》：125-137，台北：五南。

VOCs 排放的管制困境提供政府部門對於空氣污染治理一個省思：空氣污染其實蘊含著更為複雜的科學不確定性(Hidy, Brook, Demerjian, Molina, Pennell & Scheffe, 2011)，而此「科學不確定」，更常是我國空氣污染治理遲滯不前的主要原因(杜文苓, 張景儀, 2015)。除了科學計算空氣污染擴散的不確定性外，單一污染物經由空氣傳播下的光化學反應更容易衍生、擴散其他具有危害性的污染物。就如同我國雲林石化廠區所排放的 VOCs 污染量會在我國的穹頂之下衍生出 PM2.5 的問題，只要在 VOCs 排放量管制尚未釐清之下，則可能也難以完整地建構出目前我國 PM2.5 污染狀況。這些都再再顯示空氣污染的複雜性、不確定性，以及當代科學對於空氣污染物合成效應方面的知識建構仍所知有限，也對於人體健康與生態系統暴露在多重污染物的損害仍有所進展遲緩(Hidy et al., 2011)。並且，在政府治理方面，更是凸顯現行法律所規範的方法與監測項目亦可能無法完全有效地掌握開發單位的排放現況與涵蓋最新的風險預防知識(杜文苓, 張景儀, 2014)。

三、國際治理的趨勢：複合型態的空氣污染治理與公民科學

對於複雜的空氣污染治理問題，國際空污治理趨勢更強調，相關決策需要納入三大元素：行政的協調(administrative coordination)、風險為基準的決策制定(Risk-Based decision making)、以及課責性(Accountability) (Hidy et al., 2011: 3)。這是由於空氣污染物在當代的科學理解下，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會產生刺鼻臭味、能見度下降、物質腐蝕、農作物損害、人體健康危害、氣候變遷等對人類與生態體系的各種負面效應(Cao et al., 2011) (如圖二)。



圖二：Multiple pollutants and their multiple adverse effects (資料來源：Cao et al., 2011)

在上述的科學理解上，當代的科學能力尚無法全面性地釐清污染物質是如何經由不同的傳遞媒介來影響至生態各層面的負面影響，並從中訂定出絕對安全的暴露劑量。對此，國際的治理趨勢已從單一的空氣污染物控管周界濃度的思維，轉移至複合式污染物空氣品質管理(Multipollutant air quality management)，藉由整合式的途徑來使排放量共同降低來達

到最大化的空氣品質改善(Hidy et al., 2011)。更為重要的是，對於政府部門來說，管控大氣中的危害性有毒物質將必須涉及許多公共機關，而非由單一機關統籌與執行便能夠解決，這類決策應該被視為一種複合性的管制政策（杜文苓、張景儀，2015）。

另外，在有限的行政資源與成本、科學知識掌握的有限性等，空氣污染治理實屬複雜。國際社群便發展出以社區為主的行動科學，或稱公民科學(citizen science)，藉由低成本、簡易型態的收集空氣方式，來分析在地空氣品質的有毒物質監測。此過程即是嘗試打破公民參與環境檢測監督的技術門檻，運用科學的普及與民主，協助管制機關掌握更為貼近事實的證據，並從中建構出對於空氣污染問題的另一層理解，並亦有契機打開新的政治對話機制與空間。⁹

對此，本文在此提出複合式的空氣品質管理政策與公民科學等概念，是認為在當今空氣污染的科學複雜性與跨域性（王瑞庚，2015）等因素下，我國空污治理與管制過程應不再是過往的傳統分權制度或是交由單一環境權責機關進而統籌與管制，因為在科學不確定性下將可能難以釐清或建構出我國目前空氣污染的現況。如能包含更多元參與的方法，便可促進空污監測的透明性、民主性與課責性，更可促進民主治理的實踐（杜文苓、張景儀，2015）。

註：

臺灣大學社會科學院風險社會與政策研究中心鉅變新世界所收錄的電子報文章節錄篇章：杜文苓，2015，〈石化空污管制困境與社區行動科學的啟發〉，周桂田主編，《臺灣風險十堂課》：102-112，台北：巨流。

王瑞庚，2015，〈臺灣應針對細懸浮微粒（PM2.5）進行跨域治理〉，

<http://rsprc.ntu.edu.tw/zh-TW/air-pollution/263-pm2-5-governance>，鉅變新世界第 11 期，2015 年 7 月 25 日。

王敏玲，2014，〈我不認識我呼吸的 PM2.5〉，

<http://rsprc.ntu.edu.tw/zh-TW/m03/17-articles-category/environmental-justice/110-i-do-not-know-i-breathe-pm2-5>，鉅變新世界第 05 期，2014 年 8 月 19 日。

莊秉潔、古鎧禎、郭珮萱、鄭逸瑋、李泓錡，2014，〈細懸浮微粒歷史變化與健康風險之關係〉，

<http://rsprc.ntu.edu.tw/zh-TW/m02/13-articles-category/social-welfare/113-changes-in-the-relationship-between-the-history-of-fine-suspended-particles-and-health-risks>，鉅變新世界第 05 期，2015 年 8 月 19 日。

楊之遠，2014，〈中國對霧霾天氣的因應作為〉，

<http://rsprc.ntu.edu.tw/zh-TW/m01/9-articles-category/social-innovation/109-china-because-of-fog-and-haze-should-be-used-as>，鉅變新世界第 05 期，2014 年 8 月 19 日。

廣播：

錢建文（彰化兒科醫師、醫勞盟常務理事），《空氣中的隱形殺手—：「有難 同當」的空氣污染？！》，104 年 6 月 11 號。

5. 參考資料

⁹ 關於更為完整的公民科學概念，可以參考杜文苓，2015，〈石化空污管制困境與社區行動科學的啟發〉，周桂田主編，《臺灣風險十堂課》：102-112，台北：巨流。

- Junji. Cao, Judith C. Chow, Frank S. C. Lee, John G. Waston. (2013). Evolution of PM2.5 Measurements and Standards in the U.S. and Future Perspective for China. *Aerosol and air quality research*, 13: 1197-1211.
- George M. Hidy, Jeffrey R. Brook, Kenneth L. Demerjian, Luisa T. Molina, William T. Pennell & Richard D. Scheffe. 2011. *Technical challenges of multipollutant air quality management*. Dordrecht : Springer Science+Business Media.
- Culis, A. (2012). *Why Emission Factors Don't Work at Refineries and What to do about it*. The Emissions Inventory Conference, Tampa, Florida.
- 高雄市環保局，2012。揮發性有機物防制策略與防制技術。取自：
http://www.ksepb.gov.tw/FileUpload/pdf/1020313water_pollution_1.pdf
- 行政院環保署，2010。六輕計畫 VOC 排放量分析及減量回收成效。載於六輕總體評鑑研討會議手冊。2010 年 10 月 28 日，取自：網址
<http://www.epa.gov.tw/ch/DocList.aspx?unit=8&clsone=552&clstwo=736&clsthree=1196&busin=336&path=14327>
- 行政院環保署，2010。網址固定污染源揮發性有機物（VOC）收費可行性及衝擊評估計畫。2001 年 12 月，取自：<http://www.epa.gov.tw/public/Attachment/4331450262.pdf>
- 劉希平，2008。VOC 自廠排放係數建立之探討與建議。收錄在工業污染防治，Vol. 106: 111-138.
- 王瑞庚，2015，〈臺灣應針對細懸浮微粒（PM2.5）進行跨域治理〉，
<http://rsprc.ntu.edu.tw/zh-TW/air-pollution/263-pm2-5-governance>，2015 年 7 月 25 日。
- 杜文苓、張景儀，2014 〈環境管制政策之科學困境？以六輕 VOCs 總量管制爭議為例〉，臺灣公共行政與公共事務系所聯合年會，台北：淡江大學。
- 杜文苓、張景儀，2015 〈久聞不知其毒：台灣空污治理的挑戰〉，臺灣政治學年會，金門：金門大學。
- 張景儀，2014，〈鑲嵌於管制政策制度的科學政治性：以 VOCs、PM2.5 為例〉，國立政治大學碩士論文。

（三）工作報告

參考附件紙本印製書籍《久聞不知其毒：台灣空污治理的挑戰》，杜文苓、張景儀著。

四、參考書目

- Bachmann, J. (2007). Will the circle be unbroken: a history of the US National Ambient Air Quality Standards. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 57(6), 652-697.
- Callon, M. (2009). *Acting in an uncertain world*. MIT press.
- Collingridge, D., & Reeve, C. (1986). *Science speaks to power: The role of experts in policy making*. London: Pinter
- Gross, M. (2007). The unknown in process dynamic connections of ignorance, non-knowledge and related concepts. *Current Sociology*, 55(5), 742-759.
- Hess, D. 2007. *Alternative pathways in science and industry: Activism, innovation, and the environment in an era of globalization*. Cambridge: MIT Press.
- Hidy, G. M., & Pennell, W. T. (2010). Multipollutant air quality management. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 60(6), 645-674.
- Huang, Y. T., Yang, H. I., Liu, J., Lee, M. H., Freeman, J. R., & Chen, C. J. (2016). Mediation Analysis of Hepatitis B and C in Relation to Hepatocellular Carcinoma Risk. *Epidemiology*, 27(1), 14-20.
- Jasanoff, S. (1990) *The Fifth Branch: Science Advisers as Policymakers*, Massachusetts: Harvard University Press
- Kempner, Joanna, C. S. Perlis, and J. F. Merz.(2005). "Forbidden Knowledge." *Science* 307: 854
- Kirby, K. W. (2000). *Beyond common knowledge: the use of technical information in policymaking* (Doctoral dissertation, UNIVERSITY OF CALIFORNIA Davis)
- Rosenbaum, W. A. (2005). *Environmental Policy and Politics*. Cq Press.
- Rosenbaum, W. A. (2013). *Environmental politics and policy*. Cq Press.
- Schwarz, M. and Thompson, M.1990."Dissolving Risks into Technologies and Technologies into Ways of Life," in *Divided We Stand: Redefining Politics, Technology and Social Choice* , pp. 25-38, 103-122. London: Harvester Wheatsheaf
- Wahlström, B. (1992). Avoiding technological risks: the dilemma of complexity. *Technological Forecasting and Social Change*, 42(4), 351-365
- Wynne, B.1980."Technology, Risk and Participation: On The Social Treatment of Uncertainty," in J. Conrad (ed.), *Society, Technology and Risk Assessment*, pp. 173-208. New York: Academic Press
- Yearly, S.1996. *Sociology, Environment, Globalization: Reinventing the Globe*. London: Sage Publications Ltd
- 杜文苓, 2010, "環評決策中公民參與的省思：以中科三期開發爭議為例," *公共行政學報*, No.35, pp.29-60.
- 杜文苓. (2012). 環評制度中的專家會議-被框架的專家理性. *臺灣民主季刊*, 9(3), 119-155.