

臺灣空氣污染之風險治理與政策研究

－ 公民科學革新管制之實作初探：以政府與民間微型監測為例

計畫主持人：周桂田

協同主持人：杜文苓

基於「臺灣空氣污染之風險治理與制度研究」豐富的成果，發現臺灣空氣污染治理存在管制革新之必要。從規範面而言，排放管制與總量管制兩項目前主要的空氣污染管制工具，皆無法有效管制行政與管制區域之「跨域治理」；且工業與交通排放深植於臺灣既有產業結構與民生經濟活動狀態，國家經濟發展面臨產業轉型的問題。從管制科學面來看，許多臺灣民眾深切感受到空氣污染已經影響生活，發起各地標示、檢測防範、自救運動，公民參與所帶出的在地知識，經常突顯出專家、官方與常民知識之落差問題。

目前臺灣環境運動已經由過去受害者身體歷經許多變化成為「公民認識論」基礎的社會運動（Chou, 2015），若要延展與深化前期研究成果，應聚焦在臺灣空氣污染之知識產製與運用於管制之根本問題與解決之道，而國際上的公民科學（citizen science, civil science）實作經驗，相當值得參考。公民科學來自於當代社會公民與科學之間關係的改變（Irwin, 1995: 1-17）。從較早廣義上的「公民參與科學」，到美國與加拿大興起的社區環境檢測（Ottinger, 2012: 251-254; Conrad and Hilchey, 2011: 274-275），被認為是促進管制革新的途徑；儘管「公民科學」目前並不會取代官方依循之專家主導的管制科學，但公民科學能促進管制單位填補某些「該做未做科學」，促進開放知識討論與資訊公開等，例如透過社會運動基礎的公民科學（Ottinger, 2017: 3-7），強化了舊金山灣區空氣品質管制區的毒物逸散監測的設計、執行、監督與資訊解釋的流程（Ottinger, 2016: 7-9）。

目前臺灣中南部社區監測空污行動是基於一些反空污的環境運動脈絡產生。這些與美國相比「類似但不完全相似」的公民科學實作，促使政府與社會討論管制科學的風險標準界定，填補了傳統監測資料生產的系統性漏洞，回應風險政策知識的共同生產概念（杜文苓、施佳良，2016）。因此，本研究計畫透過觀察與分析臺灣反空污公民運動，探討「臺灣在地公民科學發展」特色。並配合目前環保署正欲推動的「空氣微型監測」計畫，深度分析是否可能促進政府與公民科學合作進行「諮詢/功能治理」模式（Conrad

¹ 計畫主持人同為臺灣大學風險社會與政策研究中心主任

² 協同主持人同為臺灣大學風險社會與政策研究中心研究員

and Hilchey, 2011: 274-275), 旨在提供解決臺灣空污「跨域治理」、「知識落差」和「產業轉型」等問題之建議。

壹、緒論

一、研究緣起與問題意識

基於「臺灣空氣污染之風險治理與制度研究」豐富的成果，發現臺灣空氣污染治理存在管制革新之必要，主要可以從規範與管制科學兩個層面來看。從規範面而言，空間尺度存在排放管制到總量管制（目前僅高屏空品區實施，其他區預備實施）兩項主要空氣污染管制工具而言，皆存在目前行政區域與管制區域無法有效管制之「跨域治理」問題；歷史尺度存在國家經濟發展面臨產業轉型的問題，工業排放（固定污染源）與交通（移動污染源）深植於臺灣既有產業結構與民生經濟活動狀態。從管制科學方面來看，目前許多臺灣民眾深切感受到空氣污染已經影響生活，各地標示、檢測防範、自救運動，公民參與所帶出的在地知識，經常突顯出專家、官方與常民知識之落差、其間對話不足或官方「該做未做科學」問題。官方據以進行空氣污染治理的知識，可能無法有效的支援改善空氣污染的管制手段。事實上，管制科學涉及之知識生產與實作的改變，應為促進規範革新的內涵根本；因此本研究認為：延展與深化前期研究成果應聚焦在臺灣空氣污染之知識產製，以及運用於管制之根本問題與解決之道，而國際上的公民科學（citizen science, civil science）實作經驗，相當值得臺灣參考。

公民科學來自於當代社會公民與科學之間關係的改變（Irwin, 1995: 1-17），西方科學革命時，知識來自極少數專家，也只有少數人能掌握知識與操作知識，但當代社會在教育與資訊的普及化，過去的界線成為類似光譜的存在。從較早廣義上的「公民參與科學」，到美國與加拿大興起的社區環境檢測（Ottinger, 2012: 251-254; Conrad and Hilchey, 2011: 274-275），被認為是促進管制革新的途徑；儘管「公民科學」目前不會取代官方依循的專家主導管制科學，但公民科學能促進管制單位填補某些「該做未做科學」，能促進開放知識討論與資訊公開等，透過社會運動基礎的公民科學（Ottinger, 2017: 3-7）強化了舊金山灣區空氣品質管制區的毒物逸散監測的設計、執行、監督與資訊解釋的流程（Ottinger, 2016: 7-9），在路易斯安那州促使政府加強檢測補足該做未做項目，並活絡了公民參與與知識對話的貢獻。

比較廣義的公民科學認為公民科學試圖連結起過往被視為獨立的「科學」及「公共」領域（Irwin, 1995），也就是說，希望讓兩者相互理解。公民科學喚起的是一種滿足公民需求與認知的科學，也是一種經由公民自主發展並建立起來的科學。公民科學懷有許多抱負，例如增進公眾在科學或技術面決策的參與、促成科學的充分代表性、活化公民和公眾對於科學的思辨、建立科學中的民主治理（Bäckstrand, 2003）。從這個廣義的定義而言，臺灣近年來的空氣污染運動已經具備相當程度的知識運動色彩，各地湧現的反空污運動，不僅是以空氣污染受害者型態出現，更是要求污染數據公開、資訊透明與強化檢測；並且對於「官方與廠商」提供的數據，提出有一定理性基礎的懷疑（杜文苓，2014）特別是反國光石化運動，在知識論述上已經出現專家對專家知識的論述競爭與挑戰，研究認為這是臺灣公民認識論參與環境運動的代表性發展（Chou, 2015）。

目前臺灣環境運動已經由過去受害者身體歷經許多變化成為公民認識論基礎的社會運動（Chou, 2015）。臺灣目前存在中南部社區監測空污行動，而這些行動是基於一些反空污的環境運動脈絡產生。這些與美國相比「類似但不完全相似」的公民科學實作，

促使政府與社會去討論管制科學的風險標準界定，填補了傳統監測資料生產的系統性漏洞，回應風險政策知識的共同生產概念（杜文苓、施佳良，2016）。因此，本研究計畫聚焦在探討臺灣在地「具有公民科學意義的反空污環境運動」，探討其行動者與所在知識脈絡下的「臺灣在地公民科學發展」；以「臺灣空氣污染微型監測」行動者網絡作為研究對象，在臺灣如何對管制單位的嚴謹科學對話帶來影響，配合目前環保署正要推動的「空氣微型監測」計畫，是否可能促進政府與公民社會的協力治理，促進治理革新，強化管制能力。

二、 研究目的

本研究之研究目的，旨在探索「臺灣在地公民科學」實作的範疇與現況，提供政府對於公民科學參與空氣污染管制的知識基礎。以公民科學作為協力治理的媒介與平台，試圖解決臺灣空氣污染管制目前面臨的「跨域治理」、「產業轉型」與「知識落差」問題。

臺灣不乏關心空氣污染議題，甚至自主發起標示污染源、推動微型檢測、自救運動等公民團體及一般民眾，誠然，臺灣現況與歐美經驗存在差距，然而基於各國的污染程度、污染源所在、地理背景與氣候條件、法規制度等先天與後天因素均不相同，臺灣不必要、也不適合一味仿效歐美之公民科學途徑。反之，應首先著眼於臺灣本身的公民參與空污管制的進程背景，並非如美國經驗般起源於地方社群，而是由工程師、科技業廠商、以及政府發展出微型監測的工具，進而推廣到一般大眾的使用。待釐清這些脈絡後，方能回溯這股動能的興起之由，包括工程師如何發想與創造出空氣污染的資訊公開平台，以及產業界和政府協力的過程，進而探究這種參與途徑影響政策標準的可能性。

貳、計畫內容

一、臺灣空氣污染治理之管制現況與困境

我國於 2016 年 12 月 1 日實施了新的「空氣品質指標 (Air Quality Index)」，簡稱 AQI；其最大修改處是能將 PM2.5 污染情況反應在指標中。不過就管制的實質來說，雖然推動新的 AQI 是正確的，但我國自從 2012 公布 PM2.5 管制標準後，改善 PM2.5 雖列為重點，但較缺乏強而有力的手段。

就目前臺灣空氣品質管制現況而言，過去環保署對空氣污染管制已經做出極大貢獻，然而目前對 PM2.5 所牽涉的高度複雜風險，可能面臨力有未逮的困境。因此 PM2.5 應是目前我國空氣污染管制的最大挑戰。現實情況是對於已經採取「最佳可行控制技術 (BACT)」的排放源缺乏法源要求減排，總量管制目前容許增量設計又是「符合現況」的管制而非降低排放的設計，因此固定污染源改善空間有限。而移動污染源多年來環保署亦有極大的進展，但在汰換老舊高污染交通工具，例如二行程機車等考量民生需求未有大規模改善動作，而事實上交通改善牽涉到交通部與內政部協力，絕非環保署單方面能執行，但較少看到跨部會協力改善空污的配套手段。

其實臺灣目前幾個主要有效的空氣污染改善工具，都箭在弦上，就缺臨門一腳。例如總量管制，因為設計不良屢遭民間質疑，包括環保團體與企業界都無法支持而未能貿然全國推動；已推動的高屏空品區，依據「容許增量」規定，最多只能維持現況，並非改善現況。而現行之總量管制又不含 PM2.5，PM2.5 尚未列入空污費的徵收範圍。誠然 PM2.5 大量來自硫氮氧化物、揮發性有機氣體等所衍生，然而更容易受到氣候與地形影響，相當複雜；但實際上若不嚴謹的進行掌握，危害甚巨。事實上 PM2.5 風險評估雖然複雜，但是國內外多年研究累積成果，已有一定程度的風險知識能提供管制上夠用的科學實證基礎，進行有效管制。但透過風險知識卻發現，目前的行政區域和空品區都必須按照 PM2.5 的風險評估進行修訂，而空污費與總量管制也必須因應而調整，跨域治理牽涉到跨域協商與課責等議題，可能才能徹底改善空氣品質。

二、臺灣空污公民科學實作潛力

臺灣作為全球資通訊產業重要地區，「臺灣在地公民科學」相當多的潛力來自於以資通訊工程作為發展基礎的空氣污染「微型監測」與「資訊平台」推動。由一群網路及軟體業界程式開發設計的工程師及駭客高手組成「g0v 零時政府」，串連臺灣的一些電子設備製造大廠與環保署的全部空氣污染監測站資訊，製作「g0v 零時空污觀測網」³。成為一個重要的民間空氣品質監測平台，未來華碩與訊舟科技等民間的空氣盒子與環保署微型監測推動後，這個平台的資訊品質與密度將有顯著提升，成為推動社會運動基礎的公民科學即為重要的力量。

³ <http://airmap.g0v.asper.tw/>。

根據創市際市場研究顧問股份有限公司每半年一次的「臺灣網路使用概況調查」，2016年7月，臺灣整體上網率已達到80.9%(見圖2-1)；而臺灣的資訊與通信產業(Information and Communication Technology)亦十分發達，政府於1974年成立工研院電子所，1979年與民間共同籌設財團法人資訊工業策進會，1970~80年代間，國內的資訊產業在政府支持下逐漸成形，工研院電子所及資策會不但引領研發資訊技術與設備，培育的人才更成為業界相關產業崛起之契機。直至今時，臺灣仍為世界上舉足輕重的資通訊產品設計及製造國，資訊設備的年產值已超過臺幣3兆元，通訊設備則超過1兆元(陳信宏、王蒞君、陳春秀、余蘭妮，2011)。

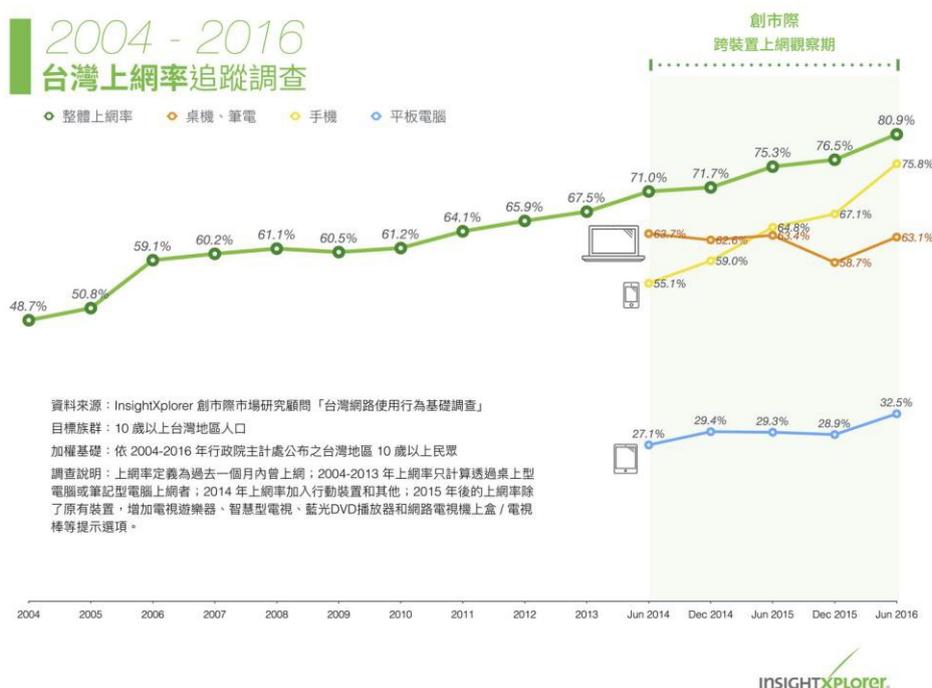


圖 2-1 2004-2016 臺灣上網率追蹤調查
 (資料來源：創市際市場研究顧問股份有限公司官方網站)

在此背景之下，臺灣資通訊產業可謂人才濟濟，這股能量不僅止於創造產值，更注入了公民參與領域，具體代表即「g0v 零時政府」。g0v 最初由一群網路及軟體業界程式開發設計的工程師及駭客高手組成，其後陸續有 NGO、NPO、學生、新聞工作者、藝術視覺影像工作者等各方人士加入，社群目的是開發公民參與社會的資訊平台與工具，幫助公民更確實瞭解政府運作、快速瞭解議題、不被媒體壟斷，藉此有效監督政府並化為參與行動。g0v 創造極豐碩的開放政府及開放資料成果，「零時空污觀測專案」為其中一項，目標為整合官方與非官方測站的觀測資訊、工廠與交通等各類排污資訊、以及氣象資料，並以地圖視覺化呈現即時的空污動態追蹤，具體成果可見於「g0v 零時空污觀測網」，其監測站點遍布全臺(見圖2-2)並廣募空污感測器之自造站點，只要點進任一測站，便可讀取當地的PM2.5濃度、溫溼度、歷史圖表等詳細資訊(見圖2-3、圖2-4)。

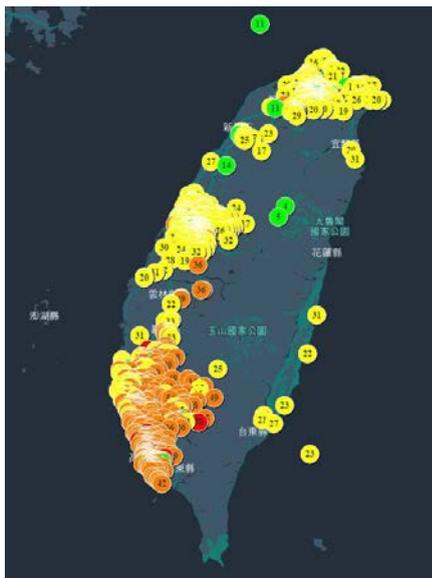


圖 2-2 全臺零時空污觀測站點分布圖
(資料來源：g0v 零時空污觀測網)

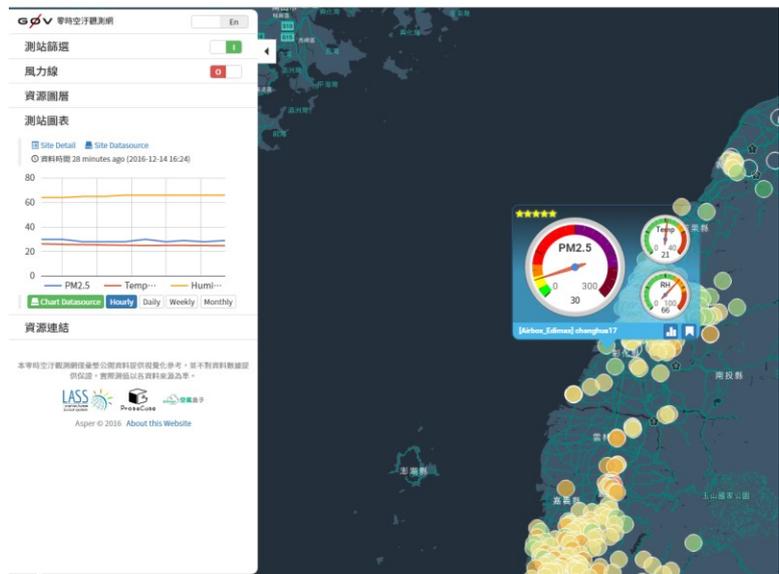


圖 2-3 零時空污觀測站點歷史圖表
(資料來源：g0v 零時空污觀測網)

Detail

SiteGroup	Airbox_Edimax
SiteName	changhua17
Marker	null
Lat	24.047
Lng	120.429

Data

Create_at	2016-12-14T08:24:08Z
Temperature	20.87
Humidity	66
Dust2_5	30

Raw Data

id	74DA3895C306
name	changhua17
lat	24.047
lon	120.429
pm25	30
t	20.87
h	66
time	2016-12-14 16:24:08
org	
area	
type	airbox
device_id	74DA3895C306

圖 2-4 零時空污觀測站點詳細資訊
(資料來源：g0v 零時空污觀測網)

除了源於工程師關懷公共議題的民間動能，g0v 零時空污觀測網其實必須來自廣泛設置的「微型監測」資訊，目前主要由民間設置，環保署亦規劃部建。民間設置的微型監測部份，目前發展出Edimax 訊舟科技與中研院資訊科學研究所合作的「空氣盒子」，提供學校和市民用於感測PM2.5、溫濕度的空氣盒子，並將環境資訊上載至Edimax Cloud 訊舟科技雲端物聯網平台，大眾可透過官方網站或 EdiGreen app 隨時監看各據點的空氣品質資訊(見圖 2-5)。另外，「雲嘉嘉空氣盒子」則為企業與地方政府合作的案例，包括華碩雲端、研揚科技、嘉義市政府、嘉義縣政府、雲林縣政府，作法與成果展現大致同前述(見圖 2-6)，並開放環境數據給研究機構分析污染來源以及 Makers 進行創新加值應用。

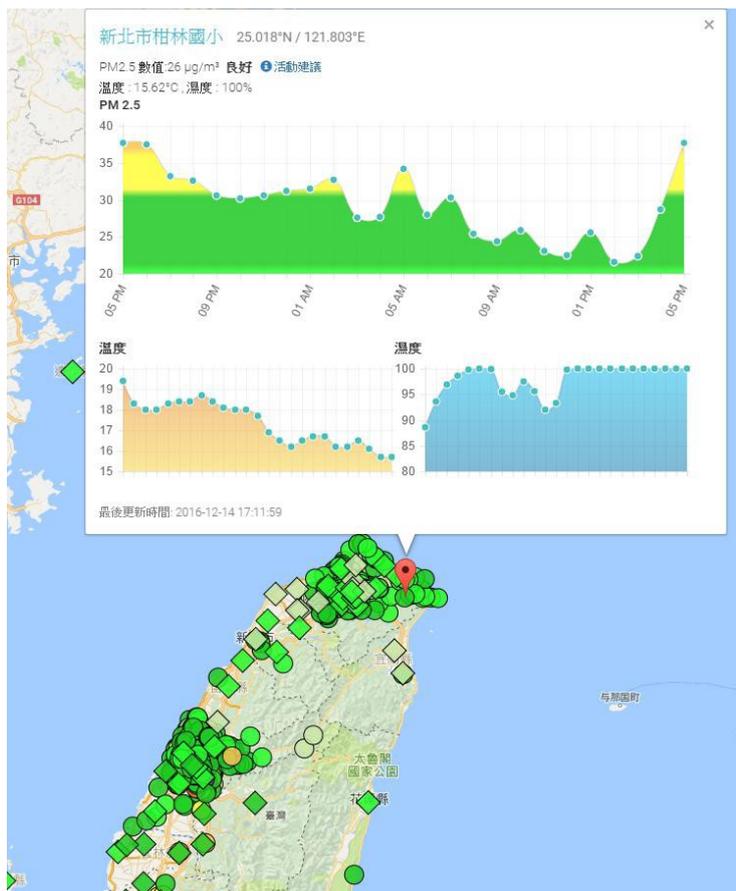


圖 2-5 空氣盒子站點資訊
(資料來源：空氣盒子官方網站)

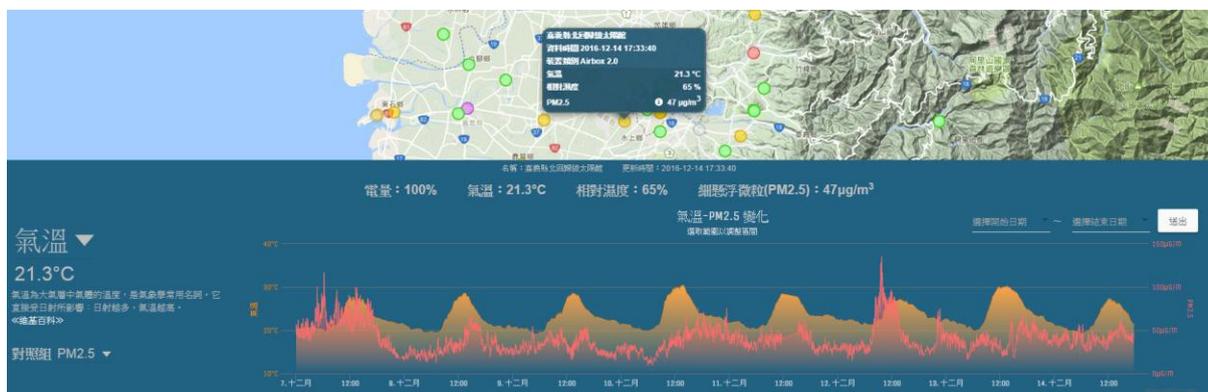


圖 2-6 雲嘉嘉空氣盒子站點資訊
(資料來源：雲嘉嘉空氣盒子官方網站)

無論是 g0v 的空污感測器或空氣盒子，均屬於微型監測的範疇，其與官方測站不同的特色是工具取得容易、成本較低，便於一般民眾進入參與，擴大了監測的時空尺度，尤其因臺灣的氣候條件，污染物易隨季風吹拂飄散，並非只有污染源地區會受影響，更連帶造成前述的「跨域治理」問題；然官方測站為求精確度，無法四處設立，微型監測恰好補充了此不足之處，讓所有在地居民都可隨時查看周遭的空氣污染狀況。而公民進入參與成本低的特徵，立基於這些工程師與科技業廠商、政府的努力，倘若沒有他們的

發明與協力之舉，一般民眾要自行開發出微型監測的工具仍屬不易；這也是臺灣與美國的實作經驗相差最明顯之處；在美國，完全是由地方社群自主創造“Bucket”並採用與政府不同的監測方式。考量背景差異，本計畫欲聚焦於這些工程師的初衷與發展歷程，以及公私部門間從發想到推動空氣盒子的協力進程，試圖釐清臺灣這種獨特的參與途徑，在公民科學領域中代表的意涵與創造的價值，更重要的是，其對政府政策產生那些實質的及潛在的影響。

臺灣在此背景下，環保署也預計將推動「微型監測」計畫，環保署規劃即將推動「微型監測」，在全臺各地設置。近年 10,000 個微型監測，協助 PM2.5 空污治理更多濃度資訊，其實相當適合發展出「諮詢/功能性治理」或「協力治理」之社區檢測的公民科學。美國與加拿大存在已久的社區環境監測 (Conrad and Hilchey, 2011)，以臺灣目前情況而言，政府主導、民間執行的「諮詢/功能性治理」檢測，相當可行。例如六輕周邊，長期以來民眾對於六輕提供的污染數據與環保署抽測的數據存在質疑，而空氣品質監測站雖反應出麥寮地區空氣品質不佳，但沒有辦法細緻到對特定排放對象定位與課責。此時環保署的「加強檢測」，不如讓民眾來參與「微型監測」，培訓民眾來參與特定檢測，參與分析與判讀的過程。如此能夠充分做到資訊公開、公民參與以及風險溝通等科技民主要素。雖然政府主導可能有利害關係者多元性較低，被設計與規定的科學方法偏差，但對於目前管制機制而言已有相當大的突破。

三、以公民科學實作建立平台促進管制革新的探討

知識社會有更長久歷史的美國與加拿大而言，近年發展出具有社區環境監測行動的公民科學 (Ottinger, 2012; Conrad and Hilchey, 2011)，比歐洲傳統公民參與科學式的「廣義公民科學」更進一步，將常民與專家知識在社會行動上更模糊且融合。現代的公民科學中，存在著「社會運動基礎的公民科學」(Ottinger, 2012, 2016)，知識不再是只有專家或政府操弄權力的工具，社會運動透過知識產製，也正在挑戰知識威權，雖然無法取代嚴謹知識 (sound science)，但是讓專家與政府必須回應與調整，基於預警原則和該做未做的科學，專家與政府在科學倫理與道義上必須回應，才能具有政治的合法性。因此，承前，臺灣目前空污公民運動與公民科學間發展，是否能透過「空氣污染微型監測」的公民科學實作，讓既有的空氣污染運動與公民科學結合之影響，促進政府管制革新的平台，進而強化目前臺灣的空污治理，是本研究的重點。

目前臺灣已經有六輕地區反空污運動或者高雄地區反空污運動，存在著多元利害關係者的運動基礎。政府、學界、民間與企業協力治理並非沒有平台，但政府在治理設計上，並沒有賦權給公民社會，讓公聽會經常淪於多方利害關係者衝突對立的平台，而非溝通平台。事實上，讓學界指導企業與民間互相監督彼此監測，政府擔任仲裁與賦權，而企業與民間的監測資料都公開透明採取同樣的方法，並且有法定效果，並非不可能的合作模式。並且，「跨域治理」牽涉的行政問題，在空污治理上雖然有被談到，但實踐較為缺乏，若是交給以公民科學為基礎的「利害關係者」協商平台，可能避免行政上區界問題。從實踐層面上，六輕跨越雲林與彰化的污染，應該由在地組成公民科學的協商

平台共同處理，政府可以避免陷入爭議；臺中火力發電廠亦是如此，而中部推動地區禁燒生煤管制縣市，環保署亦應該透過促進在地協力治理，避開中央與地方權責爭論，讓公民科學促進革新管制。

埔里、雲林、臺中高雄各地都有反空污運動，亦有其知識倡議與論述作為基礎，這些知識雖多為引用研究的次級資料，但這些引用來自嚴謹知識學者，透過社會運動不斷衝擊環境治理；此外，微型監測、空氣盒子資訊平台，是否能讓公民參與和使用知識的行動，成為「臺灣在地公民科學」？對現在臺灣空氣污染的治理與管制現況與困難做出貢獻？

參、研究方法

本兩年期研究主要是從「公民科學」理論與實作為基礎，研究計畫聚焦在探討臺灣在地「具有公民科學意義的反空污環境運動」為研究對象，探討其行動者與所在的公民科學與社會運動脈絡，藉此分析臺灣空氣污染治理問題，提出公民科學促進管制革新的方案。

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、文獻分析與個案研究法

研究首先將國內外「公民科學」知識做回顧，搭配政策評估角度，將就因應臺灣對PM2.5的科學知識、技術的更迭，空氣污染管制政策演進脈絡；以此能探討「臺灣在地公民科學」的可能形式與意涵。分析過程中會運用次級資料分析法，則是運用他人已經蒐集之一手資料進行整理歸納與分析。

個案研究法是利用系統蒐集與客觀評鑑已知的研究對象，採取描述研究的途徑，首先掌握研究對象的特徵，進而考驗有關事件的因果、成效或趨勢，力求透過嚴謹的分析來探究個案作為研究對象之過去與現在之事實情況。本研究首先對臺灣PM2.5的風險治理現況進行文獻探討，包括空氣污染排放清冊與政府管制政策，藉此作為「具有公民科學意義的反空污環境運動」個案的運動知識背景。

二、訪談研究

訪談法是人們了解社會、認識社會的一種基本方法，這種方法是依照一定的目的，根據調查主題，藉由訪談調查員面對面地訪問與調查課題有關的當事人，而獲得資料的一種方法。本研究主要採取半結構式的訪談(semi-structured interviews)，在訪談進行之前，必須根據研究的問題與目的，設計訪談的大綱，作為訪談指引方針。本研究經由前述之歷史文獻回顧與次級資料分析，設計議題題綱，使受訪者在訪談過程中能以個人對問題的認知，提供其經驗與分析，對本研究之研究問題提供重要參考資料。首先確定文獻與次級資料的整理得到的現況描述與背景脈絡分析，能夠與行動者經驗事實相符。若行動者經驗與研究初步得到的現況不符，則可進一步追問釐清事實，或者分析文獻與次級資料與行動者經驗差異的原因。兩種資料之間，可能以互補的形式深化與精確化本研究之論述，亦可能以辯證的方式，呈現結構的表象與後果與行動者認知差異，為本研究帶來更豐富且可能具有經驗事實發展或理論貢獻的內容。

三、 焦點團體

焦點團體研究法是一種無結構式集體訪問，讓受訪者在同一個時間空間下進行共同討論。焦點團體的最大特點是，訪談過程不僅是調查者與被調查者的社會互動過程，也是調查對象之間的社會互動過程，焦點團體資料受到這兩種社會互動的影響。本研究採取焦點團體法，討論「具有公民科學意義的反空污環境運動」。邀請對象包括臺灣 PM2.5 風險治理的學者、管理者與民間團體，彼此陳述實際經驗，除了可以對照、驗證與深化前述各種方法之不足。透過焦點團體，讓這些受訪者交流彼此實際知識與經驗，能讓平面調查文獻立體化、個人之深度訪談客觀化，並且透過互動創作出新的分析觀點與視角，對本研究之事實提供與理論發展有重要的貢獻。

本研究焦點團體執行方式，除傳統工作坊或座談會形式，中心目前規劃採用過去 4 年執行相當成功的「沙龍」形式。沙龍的設計與工作坊大致相同，但開放更多座位給社會大眾參與。焦點團體成員不只是彼此間知識論述對話，調查者對象之間的社會互動更是由於「大眾的在場」，而產製出不同於密室的談話內容。至於在群眾在場可能沈默的意見，本研究已經設計深度訪談，避免焦點團體在公眾下可能不說的內容。

預期效益

綜如上述，基於前研究認為臺灣目前空氣污染治理的主要問題，來自「跨域治理」、「產業轉型」、「常民與專家知識差距」，三者可以透過社會運動為基礎的公民科學，作為促進治理與管制革新的契機。基此，本計畫的預期效益如下：

(一) 預計出版臺灣空氣品質新世紀：具有公民科學意義的反空污環境革命之學術工作報告，以助於推廣與傳散其風險知識。

(二) 預計在2017年5月中下旬邀請國際公民科學研究頂尖學者 Gwen Ottinger 來台系列學術活動。預計拜訪官署、國會與民間團體等單位，結合本研究推動國內公民科學促進治理革新的規劃與實踐。

(三) 舉辦公民科學、空氣污染之風險治理與制度研究相關的學術沙龍，在此平台進行相關風險知識的辯論與溝通。

參考文獻

- 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)：91-138。
- 杜文苓、施佳良 (2016年3月)。挑戰空污：初探社區行動科學的在地實踐。台灣科技與社會研究學會2016年會，臺南。
- 陳信宏、王蒞君、陳春秀、余蘭妮 (2011)。大放異彩的台灣資通訊產業，《科學發展》457：61-66。
- Alan Irwin. (1995). *Citizen Science: A Study of People, Expertise and Sustainable Development*. Psychology Press.
- Karin Bäckstrand. (2003). Civic Science for Sustainability: Reframing the Role of Experts, Policy-Makers and Citizens in Environmental Governance. *Global Environmental Politics*, 3(4), pp.24-41.
- Cathy C. Conrad & Krista G. Hilchey. (2011). A review of citizen science and community-based environmental monitoring: issues and opportunities. *Environ Monit Assess*, 176, pp.273-291.
- Chou, Kuei-Tien.(2015) From Anti-pollution to Climate change risk movement: Reshaping Civic Epistemology, *Journal of Sustainability*
- Gwen Ottinger. (2012). Changing Knowledge, Local Knowledge, and Knowledge Gaps: STS Insights into Procedural Justice. *Science, Technology, & Human Values*, 38(2), pp.250-270.
- Gwen Ottinger. (2016). Citizen Engineers at the Fenceline. *Issues in Science and Technology*, 32(2) (Winter 2016).
- Gwen Ottinger. (2017). Reconstructing or Reproducing? Scientific Authority and Models of Change in Two Traditions of Citizen Science. Reviewed.