



# 臺灣空氣品質

## 監測／監督系統之公民參與實踐

袁明豪／中國醫藥大學公共衛生學院職業安全與衛生學系 助理教授

陳宥羽／中國醫藥大學公共衛生學院職業安全與衛生學系 專題生

近年每當 11 月進入秋冬季節以後，臺灣中南部民眾在生活上最有感的變化就是必須戴上口罩，以面對 PM<sub>2.5</sub> 紫爆空污季。為此，臺灣公民社會群策群力，展開一系列之監測／監督系統之創新計畫，包括提供民間空氣品質監測數據之環境感測器網路系統 (LASS) / 空氣盒子、整合民間 LASS / 空氣盒子及官方空氣品質測站數據之 g0v 零時空污觀測網及利用官方固定污染源 CEMS 公開數據之綠盟透明足跡等。本文將介紹臺灣公民社會近期這些空氣污染監測與監督系統之實踐，分析其核心目標、數據資料來源及其對臺灣空污環境治理之影響。

### 前言

臺灣於 1975 年公告實施《空氣污染防治法》，目標為改善空氣品質，維護人民健康、生活環境，更進一步於 2011 年制定《室內空氣品質管理法》，以提高室內空氣品質。然而，40 多年空氣品質管理，民眾仍是對生活區域惡化的空氣品質感到不滿。根據遠見雜誌於 2016 年進行的全臺民眾空污認知調查，結果顯示，54.6% 的臺灣民眾不滿意目前居住環境的空氣品質，且一般民眾不但對於每天必須呼吸的空氣品質不滿，更認為現有制度或策略很難改善空氣品質<sup>[1]</sup>。因此改善空氣污染是政府當務之急，民眾期待政府能提出更積極的改善策略與手段。

空氣污染不僅影響生活品質，對人體健康的負面影響已經無庸置疑，包括誘發呼吸道疾病、心血管疾病，甚至增加罹癌率及死亡率等。根據世界衛生組織 (World Health Organization, WHO) 在 2009 年發表的《全球健康風險》報告，都市室外空氣污染已被列為 2004 年全球死亡人口的第十四大大風險因素<sup>[2]</sup>。2013 年世界衛生組織國際癌症研究署 (International

Agency for Research on Cancer, IARC) 公布，室外空氣污染是癌症死亡的首要環境因子，是第一級致癌物質。Lelieveld 等人<sup>[3]</sup>分析因室外空氣污染造成的早死 (Premature death)，全球前三名國家為中國、印度與巴基斯坦，且依照基準 (Business as Usual) 情境全球在 2050 年因空氣污染造成的早死發生率將倍增。Di 等人<sup>[4]</sup>以美國國家環境空氣品質標準 (National Ambient Air Quality Standard) 中 PM<sub>2.5</sub> 與 O<sub>3</sub> 濃度標準 12 μg/m<sup>3</sup> 及 50 ppm 作為基準，以美國聯邦醫療保險 (Medicare) 受益人為標的，總計追蹤六千一百多萬人，如果接觸量在標準以上，PM<sub>2.5</sub> 濃度每增加 10 μg/m<sup>3</sup> 則死亡率將增加 7.3%；臭氧濃度每增加 10 ppb 則死亡率增加 1.1%。

目前環保署針對空氣品質改善之方向為降低境內原生性 PM<sub>2.5</sub> 及衍生性 PM<sub>2.5</sub> 前驅物，如硫氧化物、氮氧化物及揮發性有機物排放。目標在 2019 年底將 PM<sub>2.5</sub> 年平均濃度由 22 μg/m<sup>3</sup> 降到 18 μg/m<sup>3</sup> (目前國內空氣品質標準為 15 μg/m<sup>3</sup>)、全年紅色警戒站日數則由 997 站 / 日 (2015 年) 降至 528 站 / 日，改善比率 47%<sup>[5]</sup>。

然而，這樣的目標設定與執行成效仍待時間檢驗。另一方面，臺灣公民社會從解嚴後的幾波環保運動，已儼然發展出符合當代科技民主治理思潮之公民認識論（Civic Epistemology）基礎<sup>[6]</sup>。民眾不僅不再對空污問題視若無睹，許多地方公民團體更是群策群力，以草根公民參與行動來監督政府，使得政治決策程序變成一個競爭的社會創新過程。例如，高雄地球公民基金會拍攝「高雄的天空」與推動升「空污旗」行動、中部學界之「找藍天聯盟」、彰化醫療界之「台灣健康空氣行動聯盟」以及嘉義社區醫療發展協會之「嘉義市365天空氣品質年曆」等行動倡議，致力喚起社會大眾及政府重視。在此發展脈絡下，本文將介紹臺灣公民社會近期三個主要針對空氣品質監測與監督系統之創新實踐計畫，包括 LASS/ 空氣盒子、gOv 零時空污觀測網與綠盟透明足跡，並分析比較其計畫目標、數據資料來源及其對臺灣空污環境治理之影響。

## LASS 空品微型監測

LASS (Location Aware Sensor System) 是一套以開源和公益定位的「環境感測器網路系統」。2013 年由中研院副研究員陳伶志研究團隊提出「參與式感測」的構想，製造低成本空氣感測裝置，並招募志願者參與感測，透過收集大量資料，進行時空資料分析。於 2015 年 10 月和 LASS 環境感測網路系統合作，LASS 創辦人許武龍以手作的方式組裝微型監測器 (LASS FT)，並將硬軟體資料全部公開，鼓勵社群參與者一稱為創客 (Maker)，自行架設微型監測器進行空品監測。2016 年訊舟科技以企業角度，協助開發微型空品監測器 (訊舟空氣盒子 EdiGreen AirBox)，並捐贈、佈點於台北、新北、桃園、台中、台南及高雄市政府學校，推廣環境教育。隨後，LASS 亦開發 LASS4U 微型空品監測器給公民認養，以擴大空品數據佈點範圍。目前 EdiGreen AirBox 已在全世界建立了 2,500 多個空

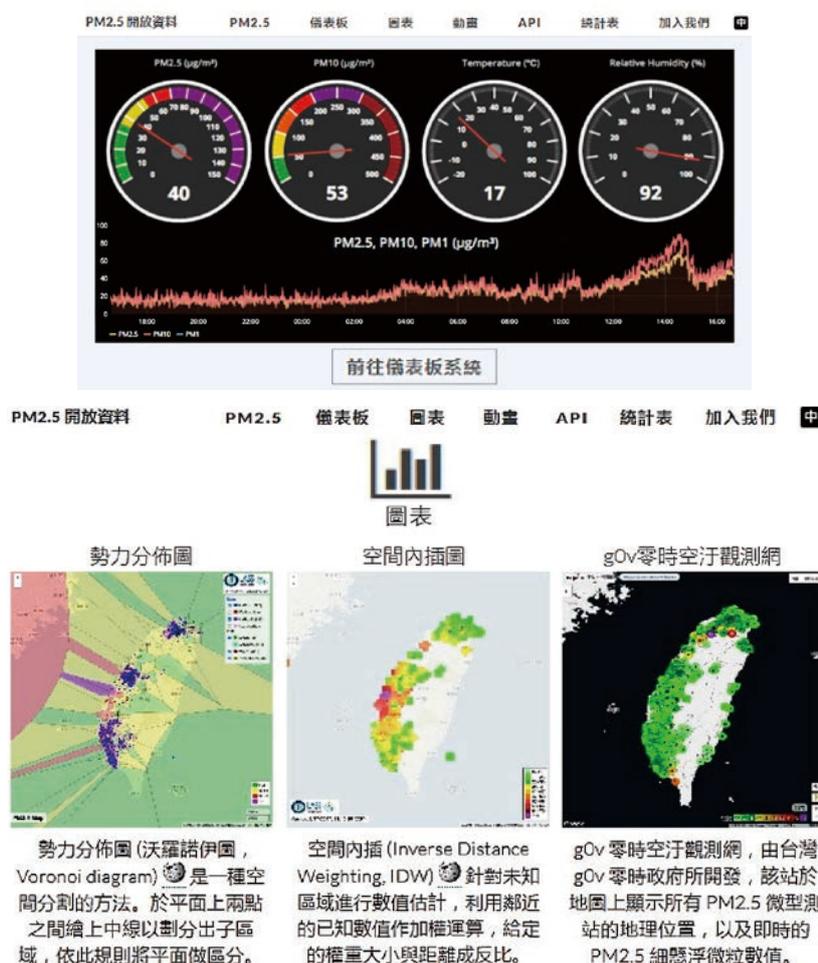


圖 1 LASS 微型環境感測器網路系統之即時空品監測數據 ([https://pm25.lass-net.org/zh\\_tw/](https://pm25.lass-net.org/zh_tw/))

氣盒子，遍及台灣等共 29 個國家。LASS 系統亦包括超過 4,700 個微型監測器（含空氣盒子），在全臺各地提供即時空品監測數據。

LASS 微型監測項目包括 PM<sub>2.5</sub>、CO<sub>2</sub>、溫溼度等，其數據並非要取代環保署的測站或是挑戰環保署的數據。由於環保署及地方環保局所設置空氣品質監測站多放置於工廠或非人口密集處，並無法確切體現民眾生活區的空氣品質與其實際需求，加上發佈頻率低，比起以大區域的平均濃度為數據，民眾更想知道「當下」所在的「區域」，「現在」的空氣品質如何，以自行評估是否需要戴口罩、是否適合進行室外活動等。因此，LASS 微型監測數據可以提供一個區域的即時變化趨勢，讓民眾瞭解所處環境之空氣品質狀況，並可作為政府空氣品質管理的輔助參考。

由 LASS 官方網站或 APP 平台，可以針對每一台上線中的 PM<sub>2.5</sub> 微型感測器或相關測站，提供其專屬的儀表板頁面。儀表板中將呈現即時感測值、一天當中的歷史資料、以及在地圖上呈現感測器的地理位置；

亦可透過勢力分布圖、空間內插圖或 g0v 即時空污觀測網得到各局部地區的濃度範圍變化，如圖 1 所示。雖然微型感測器所得之數據精準度，仍無法與標準方法儀器相比，但是在公民和企業參與下，越來越密集的微型監測器，其揭露的空品大數據能被環工與公衛的空污專家賦予知識價值與力量，提高了公民關注。

### g0v 零時空污觀測網

g0v 零時政府是一個臺灣在地推動資訊透明化的社群，以致力開放原始碼的精神為基底，關心言論自由、資訊開放，寫程式提供公民容易使用的資訊服務。g0v 零時空污觀測網為零時政府的專案之一，計畫目標是整合官方與民間各方之空污監測站的觀測資料，結合即時氣象資料及固定污染源位置，以 Google Map 視覺化呈現，讓民眾更清楚能瞭解所關心區域之即時空品監測數據及可能污染排放來源。

圖 2 為 2017 年 7 月 28 日之 g0v 零時空污觀測網之台中市空品狀況。左側的群組可選數據來源、量測



圖 2 g0v 零時空污觀測網之整合官方與民間空品監測數據 (<http://airmap.g0v.asper.tw/>)

類別、固定污染源站點及氣象雲圖。此外，g0v 配合衛星檢視，將網頁右下角的小人拉至所選的街道，亦可出現街道樣貌。

### 綠盟透明足跡

透明足跡為 2017 年綠色公民行動聯盟發起監督企業污染排放與環境表現的一個專案計畫。數據主要擷取各縣市環保局針對空氣固定污染源煙道連續監測系統（Continuous Emission Monitoring Systems 簡稱 CEMS）及水污染連續監測系統之公開即時監測資料。使用者可以用「環境地圖」或是「企業單位列表」兩種方式搜尋，如圖 3 所示。使用者可選擇依企業所在地或類型選定所設之煙囪數據，系統可呈現即時與過

去長時間累積之空氣污染物排放數據，與企業空污裁罰紀錄。目前透明足跡已將企業廢氣、廢水即時監測數據，以及部分企業違規裁處事由的紀錄匯入資料庫，未來的目標為含括更多環安、職安等裁罰紀錄及企業獲得租稅優惠補貼之政府公開資訊。

透明足跡團隊於 2017 年 1 月檢視六輕工業區固定污染源 CEMS 排放資料，發現有許多違規事實但無裁罰紀錄之異常現象。進一步檢討現行制度，發現廠商可自行將「固定污染源暫停運轉」等非正常運轉的理由，註記於超標數據以規避違規事實。因此，促使環保署修法擴大管制範圍、提高連線數據有效時數，受到國內外媒體關注，特別是公民科技、開放政府社群之國際媒體 Civicist [7]。



圖 3 綠盟透明足跡網站監督企業環境表現 (<https://thaubing.gcaa.org.tw/facility/P5801728#P201> 煙道)

透明足跡的平台建置是透過公眾募資而成立，利用官方公開環境數據成為民眾檢視企業是否善盡社會責任的關鍵第三方平台，亦希望讓公民以公開數據化被動為主動，健全環境治理之公民參與，包括：

- (1) 強化政府管制機制：從數據找出政府環境治理的漏洞，提出修法及政策倡議。
- (2) 企業環境社會責任：呈現企業環境污染情況，從數據進一步分析應用，找出讓企業負起環境社會責任的動力，要求取消重大違規企業的租稅優惠。
- (3) 公民參與監督：落實公眾環境知情權，透過這個網站的視覺化，讓民眾清楚看到哪些工廠是污染源、現在的排放情況、以及過去的違法記錄等，捲動民眾參與監督及串連。

### 公私協力開創環境治理新想像

本文介紹臺灣公民社會近期三個主要針對空氣品質監測與監督系統之創新實踐計畫，包括 LASS/ 空氣盒子、g0v 零時空污觀測網與綠盟透明足跡。三個計畫主要透過民間創客、企業自行參與建立微型監測網或結合官方、民間公開數據建立資訊呈現平台，以喚起公民意識，培養民眾對在地環境品質的覺察能力，並且藉此發展與官方空氣品質資訊及空污管制策略之對話空間。

雖然微型監測器不比官方測站的標準儀器設備，其準確性仍被質疑。中研院陳伶志副研究員提出一個新觀點：「我們要學的，是和稍微有一點不準的 data 共存，設法從這些數據之中，找出一些價值」，只要微型監測器具備一定程度的準確性及一致性，透過大數據分析，資料所呈現的污染變化趨勢，仍具有參考價值。

微型空品監測數據並非要取代環保署的測站或是挑戰環保署的數據，而是提供民眾所關切區域的即時空品變化趨勢，是一種更直觀、更切身且草根的環境資訊。微型監測的優點是包括公私部門、公民皆能以低成本進入參與，並分享訊息於開放資訊平台。公民亦從單方面接收官方資訊到主動參與、實際操作、交換資訊、議題倡議，其中的轉換象徵著「公民科學」的抬頭。可預期未來這些長時間累積的公開大數據，將繼續被臺灣公民社會創造價值使用，開創一種公民參與式的環境治理之新可能。

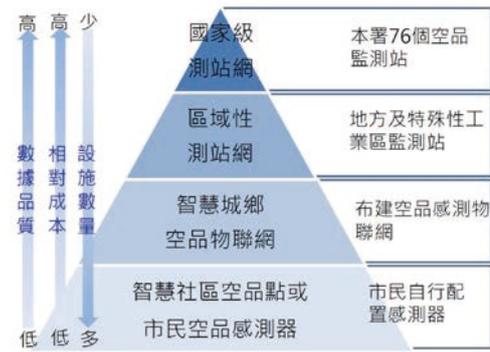


圖 4 多階層的全國空氣品質監測體系（環保署，2016）

事實上，環保署已於 2016 年「環境品質感測物聯網發展布建及執法應用計畫」<sup>[8]</sup> 中認可公民參與監測之優點。由於具公信力的國家級空氣品質監測站網體系，其價格昂貴且體積龐大，無法大規模建置。因此，未來結合國內產業創新及活力，善用感測技術及資通訊等新科技，建構感測物聯網，同時整合地方及大型公營事業機構監測站網，善用各類監測設施特性差異，將可形成多階層的空氣品質監測體系，如圖 4 所示，將可使民眾得以隨時、隨地且容易取得更多、更新生活周遭的空氣品質資訊。

### 參考資料

1. 林佳誼，《遠見》國人空污觀念大調查，遠見雜誌，臺北，臺灣，2016。https://www.gvm.com.tw/article.html?id=21381
2. World Health Organization (WHO), Global Health Risks: Mortality and burden of disease attributable to selected major risks, WHO, Geneva, Switzerland, 2009.
3. Lelieveld, J., J.S. Evans, M. Fnais, D. Giannadaki & A. Pozzer, The contribution of outdoor air pollution sources to premature mortality on a global scale. Nature 525, 367–371 (2015).
4. Di, Q., Y. Wang, A. Zanobetti, Y. Wang, P. Koutrakis, C. Choirat, F. Dominici & J.D. Schwartz, Air Pollution and mortality in the Medicare population. N Engl J Med 376, 2513–2522 (2017).
5. 蔡鴻德、楊鏗行、黃星富，空氣污染防治新作為，國土與公共治理季刊，第五卷第三期，頁 105–113 (2016)。
6. Chou, K.T., From anti-pollution to climate change risk movement: Reshaping civic epistemology. Sustainability 7, 14574–14596 (2015).
7. Wilson, A.W., In Taiwan, using open data to expose rampant pollution, Civicist, 2017. https://civichall.org/civicist/taiwan-using-open-data-expose-rampant-unchecked-pollution/
8. 環保署，環境品質感測物聯網發展布建及執法應用計畫，環保署，臺北，臺灣，2016。https://ici.ly.gov.tw/LyLCEW/agenda1/02/pdf/09/02/13/LCEWA01\_090213\_00065.pdf