

109 年環境科技論壇

活動紀要

「109 年環境科技論壇」於 109 年 11 月 10 日假集思臺大會議中心-蘇格拉底廳舉辦，論壇涵蓋「專題演講」、「專家座談」、「108 年度科技計畫研究成果報告」之動態互動及 108 年度各科技計畫研究成果海報之靜態展覽共 23 張。本年度與會人士包含貴賓、主持人暨演講者 18 人、各界人士 101 人，共計 119 人次參與。

論壇在引言人行政院環境保護署蔡鴻德副署長的期勉下展開系列交流。兩場次「專題演講」邀請國立臺灣大學公共衛生學系王根樹教授主講「飲用水中新興污染物流佈及其健康風險評估」及行政院環境保護署毒物及化學物質局許仁澤組長主講「化學雲-建立災害應變圖資示範區」，透過專題演講主持人國立中山大學環境工程研究所高志明教授的引導，在場嘉賓皆從兩位專家的分享與剖析中收穫不同的新知。

本年度「專家座談」聚焦於「臺灣空氣品質能見度改善與聲音照相之科技創新與應用」，邀請行政院環境保護署空氣品質保護及噪音管制處蔡孟裕處長、國立中央大學大氣科學系林能暉教授、國立臺灣大學環境工程學研究所蕭大智教授、國立中央大學化學系王家麟教授、財團法人車輛研究測試中心李建興副理等五位嘉賓參與與談。幾位專家在領域知識及應用層面皆涉略甚深，為此次座談參與者帶來豐富的知識饗宴。

「108 年度科技計畫研究成果報告」方面則發表包含「應用碳與鉛同位素鑑識技術評估細懸浮微粒的污染源計畫」、「次世代定序方法應用於污染鑑識技術開發」、「工業區污染源鑑識追溯及解析研究」、「水體環境污染感測、鑑識調查與物聯網應用研究開發計畫」、「環境噪音振動與新興物理性公害研究計畫」及「綠色產品衡量指標擬訂與提升計畫」等六項研究計畫，多項議題的熱絡討論展現本署科技計畫之創新與成效。

引言

本年度第 11 屆環境科技論壇由行政院環境保護署蔡鴻德副署長致詞揭開序幕。蔡副署長強調創新技術對於領導環境領域發展的重要性，舉例善用環境鑑識指紋比對、物聯網、AI 系統、大數據分析等技術，關聯污染來源，另針對循環經濟面向，應從源頭減量並思考資源的利用性，解決環境問題。最後蔡副署長藉由韌性城市之建立，期勉氣候變遷投入更多的科技發展研究，最終朝向零碳、零污染，並落實永續發展目標(SDGs)，透過產官學界的合作力量加速環境改善，於 2030 年達成階段里程碑。



行政院環境保護署
蔡鴻德副署長

專題演講 1：飲用水中新興污染物流佈及其健康風險評估

本次論壇邀請國立台灣大學公共衛生學系王根樹教授主講「飲用水中新興污染物流佈及其健康風險評估」主題，分享飲用水中的新興污染物發展趨勢，內容主要提到臺灣目前將可能的污染物質列入觀察清單，再篩選出毒性、濃度與發生率高者進入環保署審查列管。透過檢測技術提升，解析水生生態系或可能對人體有害的化學物質，例如戴奧辛、塑化劑及近年的全氟化物。



國立臺灣大學
公共衛生學系
王根樹教授

王教授表示，氣候變遷、乾旱發生，進而使得河川自淨與稀釋效果不彰，最後污水濃度增加，陷入惡性循環。在污水影響飲用水的品質議題，污水處理目標必須以保護健康為目的，透過檢測技術、偵測極限，共同討論檢測結果的代表性。此外，高級處理方法需要消耗能源，新的技術可能會造成溫室氣體排放，目前沒有最完美的污水處理流程。

新興污染物的種類項目繁多，因此列管項目根據健康效應與發生機率，依重要程度進行篩選，在以醫師處方劑量為最低劑量進行保守的風險評估下，計算結果遠低於臨界暴露值。然而受限於現行毒理資料的不足，長期低濃度暴露危害、混合物的急性跟慢性暴露、加成效應及對於民眾的風險溝通，都是未來需要努力收集資料及持續精進方向。

專題演講 2：化學雲-建立災害應變圖資示範區

本次論壇邀請行政院環境保護署毒物及化學物質局許仁澤組長以「化學雲-建立災害應變圖資示範區」主題，由化學雲、災害應變圖資及示範區三部分進行主講。許組長表示，環保署透過化學雲將各部會的系統整合，透過既有的資料進行推廣與應用，本次主要的議題，聚焦於化學災害的應變。

盤點化學災害應變目前所遇到的問題，現行圖資散落於各單位，且平面圖與衛星圖資無法在突發狀況時，快速掌握室內的實際資訊，因此計畫主要以立體化圖資為建置重點。此外各工廠化學物質清單完整性，進而影響災害發生時化學物質訊息釋出。

當前建模以視覺化為目標，欲使消防人員能在短時間內掌握化學品全球調和制度(GHS)及安全資料表(SDS)，所規範的防災資訊、化學物質擺放位置，做出立即且準確的判斷，降低危害的發生。

化學局為促成消防機制的建立，從工業區及科技部所管轄的科學園區著手推動，期望未來普及至所有工廠，佈建多元監控及災防技術，使現場資訊得以即時接入，提供消防栓位置、救災動線等位置，結合預防演練以實境技術(AR/VR)模擬輔助。化學雲將持續推動各部會之間的資源整合，針對各單位技術需求，持續完善相關災防作業環境。



行政院環境保護署
毒物及化學物質局
許仁澤組長

專家座談-臺灣空氣品質能見度改善與聲音照相之科技創新

與應用

本次專家座談邀請國立中央大學大氣科學系林能暉教授、國立臺灣大學環境工程學研究所蕭大智教授、國立中央大學化學系王家麟教授、財團法人車輛研究測試中心李建興副理等 4 人擔任與談人，並由行政院環境保護署空氣品質保護及噪音管制處蔡孟裕處長擔任本次座談之主持人。

行政院環境保護署空氣品質保護及噪音管制處蔡孟裕處長

蔡處長以「臺灣空氣品質能見度改善與聲音照相之科技創新與應用」兩個主題進行專家座談引言。蔡處長表示，懸浮微粒研究自民國 80 年左右，從 PM₁₀ 至民國 101 年的 PM_{2.5}，現在則聚焦超細懸浮微粒 PM₁ 的問題，隨著懸浮微粒的粒子越來越小，科技必須要相對進步及發展，此外針對空氣品質能見度的問題，透過邀請氣象方面的專家，共同探究在不同氣象條件，如濕度、風速變化，解析能見度跟空氣品質的狀況。環保署在相關議題上，必須對於未來政策及策略進行相關的探討。另外對於聲音照相創新技術，在國際上建置經驗，主要是因為聲音照相立法或規範，需與外界及民眾進行充分的溝通，驗證技術的可信度也是重點工作，未來我國聲音照相技術上路後，環保署透過善用科技執法，落實噪音公害管理，維護公眾利益。



行政院環境保護署
空氣品質保護及噪音管制處
蔡孟裕處長

座談議題：臺灣空氣品質能見度改善

國立臺灣大學環境工程學研究所蕭大智教授

蕭教授對於臺灣空氣品質能見度改善，提出未來建議。蕭教授表示，在空氣品質能見度研究經驗，整體空氣品質改善時，無明顯反應於空氣能見度的變化。過去此現象多被歸因於不同的氣象條件（如風速、風向、溼度等），若濕度提高時，空氣中的顆粒會吸收水氣、低風速造成質量濃度升高等因素影響，導致空氣中的能見度降低。經研究團隊解析成份、光學以及各種不同質量濃度的長期監測與量測後，研究結果發現 PM₁ 質量濃度的影響，較天氣條件來的更為顯著。



國立台灣大學
環境工程學研究所
蕭大智教授

能見度主要影響在可見光 0.3 到 0.7 μm 的範圍，PM₁ 粒徑與可見光的波長重疊，導致能見度干擾效率高。粒徑組成成份多為衍生物，而非原生性的排放源產生，在能見度劣化時，硝酸鹽在 PM₁ 的貢獻特別高。我國空氣品質透過機制落實減量有成，未來應針對 1.0 μm 以下粒徑質量濃度進行改善，提升能見度改善成效。

座談議題：聲音照相之科技創新與應用

財團法人車輛研究測試中心李建興副理

李副理分享臺灣聲音照相科技執法於國際上的領先應用。現階段推出噪音取締系統，主體包含麥克風及照相機，系統功能如同測速照相，能偵測擷取違規紀錄。透過聲音全像技術 (Acoustic Holography) 獲取音源後，系統經由演算法進行處理與辨識，設備正確性及公平性已經過標檢局認證獲得認可。車輛噪音管理架構中，分為規格認證與行為管制，歐美國家的管制標準自 1966 年開始，噪音管制範圍包含排氣、引擎及輪胎，至 2006 年起開始思考從實際行為規範國民或特定族群。國際上之作法非針對使用者進行行為管制，具有界定的困難性，因此趨向對於噪音源頭進行規範。臺灣目前於規格認證部分，主要透過製造過程及實施路檢進行延續性確認。環保署推動智慧執法，以聲音照相技術進行噪音行為管制，獲得如日本、法國等國際關注，透過分享民眾溝通、設備的公正性、執法面作業程序、演算法等議題，皆促成進一步的交流與進步。



財團法人車輛研究測試中心
李建興副理

國立中央大學大氣科學系林能暉教授

林教授以氣象學者的視角，分享觀察空氣品質與能見度互相影響的問題。能見度為一個區域內的視覺平均狀態，會因為受大氣的條件不同而有所影響。目前 PM_{2.5} 經量測已大幅下降，能見度在氣象條件中，主要與水進行反應，但與 PM_{2.5} 的減量，未必為對等因果關係。從大氣理論直觀而言，能見度受影響原因不外乎為可見光波長範圍受阻，導致民眾感受與科學結果不符。林教授建議在釐清能見度不佳的原因後，探究造成硝酸鹽阻擋可見光的組成成分追蹤來源，釐清源頭為高爐排放亦或為交通排放污染，以利後續在管制面對症下藥。針對車輛噪音部分，林教授認為除了瞭解受管制族群的想法外，也應傾聽受噪音影響族群的心聲，期盼雙方可以互相尊重諒解，在主張自我權利時同理他人，維護環境品質。



國立中央大學
大氣科學系
林能暉教授

國立中央大學化學系王家麟教授

王教授以化學專業，補充影響能見度之化學成分資訊。由前述研究成果得知，當能見度惡化時，硝酸、硫酸及有機物質成分上升，其中有機物質內，可能由上千種不同物質所組成，因此建議未來研究，可朝向有機物質的主要成分為主題，解構造成吸濕及吸水源頭成因，屬於人為或自然因素造成，進行進一步的分析。王教授另外提出空氣靜止程度的觀點，解釋因為全球暖化關係，許多證據顯示近幾十年來，空氣流動越來越少，而該現象對於空氣品質的改善實較為不利，此演變也構成空氣品質管制面上的新挑戰，未來應集思廣益找尋解決的方法。



國立中央大學
化學系
王家麟教授



專家座談貴賓合照

108 年度科技計畫成果報告 1：

應用碳與鉛同位素鑑識技術評估細懸浮微粒的污染源計畫

中央研究院環境變遷研究中心周崇光教授於「應用碳與鉛同位素鑑識技術評估細懸浮微粒的污染源計畫」分享研究成果，周教授表示，藉碳和鉛同位素的分析技術，可由另一個面向，解析空氣污染來源。環保署至2017年開始，於全國設置六個PM_{2.5}化學成份觀測站，每6天進行一次PM_{2.5}的採樣及化學分析，分析結果顯示，有機碳及元素碳約佔21%至28%，其中有機碳約佔PM_{2.5}達40%至50%的質量。碳的污染來源，包含原生性氣膠及衍生性氣膠，其中衍生性氣膠，在交通、隧道或燃燒等污染源採樣與特徵分析，顯示有機氣膠多來自衍生源。近年空氣品質中，PM_{2.5}的濃度降低幅度日漸趨緩，透過C¹⁴區別源頭屬於現代碳或化石碳的燃燒，結果顯示石化燃料與生質燃燒的佔比相當，但從分子組成特徵中發現，木質燃燒情形比現今所認知由稻草燃燒更多。

世界各國對鉛同位素提出相當多的研究，PM_{2.5}中的鉛濃度高時，可將鉛同位素比值對照資料庫進行溯源。利用2016年至2017年北臺灣及中臺灣的資料分析後，東北季風盛行時，鉛同位素濃度比值與華北的大氣污染調查結果相符，其餘時間的高值則可能來自於本地的污染源。在傳統的分析化學之外，應用同位素的分析技術，期望藉以增加對於空氣品質溯源的解析能力，並提供環保署管制策略資訊參考。



中央研究院
環境變遷研究中心
周崇光教授

次世代定序方法應用於污染鑑識技術開發

國立台灣大學環境工程學研究所童心欣教授於「次世代定序方法應用於污染鑑識技術開發」提及，許多水溶性污染物，在水域環境中不易留下痕跡，污染鑑識的化學檢測方法，需在污染發生時進行量測。本計畫利用長期暴露於污染水域的環境微生物變化特性，溯源該河川遭受污染的情形。

微生物的數量與種類，依河水深度、有機鹽及氧氣量等之不同皆有所差異，透過採樣四條溪流樣本，解析不同深度菌屬、基因體與重金屬因子間的相關性，研究發現河川底泥表層深度 10 公分處，具有最豐富與重金



國立台灣大學
環境工程學研究所
童心欣教授

屬直接相關的菌屬與數量，可作為建置重金屬污染推估溯源，推估污染暴露程度之指標依據。

工業區污染源鑑識追溯及解析研究

工業技術研究院許心蘭經理於「工業區污染源件事追溯及解析研究」分享以受體模式(Chemical Mass Balance, CMB)進行污染鑑識的研究成果。CMB 藉由蒐集已知污染源與受體的化學指紋特徵，透過數學解析得出各污染源對受體的污染貢獻比例。此模式目前已廣泛運用於空氣污染，於新竹客雅溪取樣五個污染源，經研究證實 CMB 模式用於水污染鑑識的可行性。

計畫以桃園觀音工業區 346 家廠商，依據行業別與製程挑選 10 家工廠為代表，透過 CMB 模式，運用複數污染來源情境驗證可行性，進行廢水、放流水及污泥分析。研究結果水污染源的化學指紋特徵蒐集，採用無機元素具備穩定性與重複性，水樣特徵建議選用經長時間累積後取得的平均資料，以降低時間變異性。CMB 模式所呈現結果，應視為具有相同污染源特徵工廠的總體貢獻。



工業技術研究院
許心蘭經理

108 年度科技計畫成果報告 2：

水體環境污染感測、鑑識調查與物聯網應用研究開發計畫

工業技術研究院王榮豪研究員於「水體環境污染感測」分享水質感測的元件開發、系統組成及場域應用於國產化設備研發與製作。利用電化學測量重金屬、光學測量濁度，建立試驗場域的檢量線進行校正，初步驗證結果較市售感測器差距甚小，現階段正在進行長時間測試。

研究成果涵蓋固定式的感測設備、另有移動式及手持式，共三個種類。移動式量測模組藉由河流帶動感測器，量測流域內酸鹼、電導及溶氧分佈，實地測試效果良好。手持式量測模組整合酸檢、電導度及溫度，配合 App 使用，提供稽查人員上傳量測數據至雲端，再由手機照相及地圖 GPS 標定地點，以利人員現場作業。全臺灣共計已佈建 150 台感測器，皆已連線至「水質物聯網」系統，結合 LINE 機器人發送資料，用以觀察突發事件、檢驗異常及協



工業技術研究院
王榮豪研究員

助稽查罰款等資訊。後續期望與業界進行整合應用與佈建，使技術商業化，把關我國環境品質。

中原大學環境工程學系王玉純教授於「鑑識調查與物聯網應用研究開發計畫」提到，環境法醫是透過物理、化學跟歷史性的數據，以系統性跟科學性的評估，找出可能的污染源，希望在科學數據上提供法律佐證的依據，瞭解關鍵問題，釐清污染者、污染時間、範圍及貢獻量。河川調查數據之視覺化及網頁應用，透過整合 14 條河川的採樣分析結果將其視覺化，河川資料分析著重於集群分析和熱圖分析呈現。數據透過區域污染物排放資料清冊進行整合，可得知產業可能與高污染重金屬相互關聯，進一步進事業廢水分析。河川採樣點位、重金屬資訊、檢監測數據等相關數據資料已歸整至「水環境資訊地圖」進行資料呈現。



中原大學
環境工程學系
王玉純教授

環境噪音振動與新興物理性公害研究計畫

行政院環保署空氣品質保護及噪音管制處謝仁碩科長於「環境噪音振動與新興物理性公害研究計畫」分享光暴露及主動控制噪音防制兩個部分，解決民眾的感受問題。臺灣 LED 的曝光率，預計於 111 年到 112 年間將超過 70%，延伸民眾對光的亮度、閃爍以及垂直照度的陳情議題。本計畫產出涵蓋閃爍評價指數、光暴露圖像及光污染指引等面向，藉以管理照明相關問題。研究結果發現，民眾對閃爍的感受與照度無具有明顯關聯，透過光暴露圖像可做為民眾陳情與光環境管控的參考資料，在光污染指引部分，分別定義商店區在不同時段的亮度規範，並設有特殊警示需求的例外事項。



行政院環保署
空氣品質保護及噪音管制處
謝仁碩科長

針對噪音部分，主要執行為主動控制(active noise control)研究，透過被動音和主動音，達成以聲消聲的概念，避免隔音效果，造成無法通風之困境，以交通系統聲音干擾敏感地進行試驗，具有約 15 分貝減益效果。該技術運用於高速公路產生低頻噪音改善尤其明顯，但受限成本考量，技術尚未商業化。

綠色產品衡量指標擬訂與提升計畫

工業技術研究院盧怡靜副研究員於「綠色產品衡量指標擬訂與提升計畫」分享綠色採購推動。國內各機關綠色採購達成率高達 95%，但綠色採購金額佔政府採購預算比例僅約 0.5%，透過擬定前瞻策略方法提升綠色採購驅動力，驅動企業採買綠色產品。研究參考美國綠色和平組織，公佈知名大廠環保評比結果方法，經資料調查蒐集分析，提出綠色採購診斷意見，回饋企業內部參考。診斷項目包含整體概況說明、依產業別所製雷達圖分佈落點及依據實際調查分析，經由上述項目統整後，建議企業精進綠色採購作為，最終達成自主管理的目的。調查結果顯示，企業多以官方所認可的綠色採購的定義與範疇作進行推動，環保署推動綠色產品或是綠色採購的政策，為國內綠色採購市場依循的方向。目前綠色採購偏重以最終產品進行定義，未來期望推動範圍涵蓋供應商及承攬商，串聯各階段綠色採購供應鏈以收推行綜效。



工業技術研究院
盧怡靜副研究員

結語

本年度全球 COVID-19 疫情蔓延，新興科技的研究與應用成為尋找解方的重要線索。環保署科技計畫以創新技術引導環境領域的突破，論壇收錄環保署 108 年度科技計畫執行成果展現，論壇研討主題涵蓋水質、空氣、噪音等污染源鑑識與檢測、化學雲災害應變整合、綠色採購推廣與落實等議題，邀集專家學者、業界先進、公私立部門及對環境科技有興趣之大眾共襄盛舉、集思廣益，建言未來環境議題施政策略方向，健全國人生活環境，環保署將持續善用科技技術，以提升大眾生活環境品質為目標，逐步落實解決環境問題，邁向永續環境的未來。