

行政院所屬各機關因公出國人員出國報告書
(出國類別：國際會議)

2018 年美國大氣沈降計畫科學研討
會和秋季會議

服務機關：行政院環境保護署

姓名職稱：彭成熹專門委員、徐宏博技士

派赴國家：美國

出國時間：107 年 11 月 2 日至 13 日

報告日期：108 年 2 月 11 日

出國報告 (出國類別：國際會議)

2018 年美國大氣沈降計畫科學研討 會和秋季會議

服務機關：行政院環境保護署

姓名職稱：彭成熹專門委員、徐宏博技士

派赴國家：美國

出國時間：107 年 11 月 2 日至 11 日

報告日期：108 年 2 月 11 日

摘要

2018 年美國大氣沈降計畫(National Atmospheric Deposition Program, NADP)科學研討會和秋季會議於美國奧爾巴尼市舉行，為期 6 天，共 116 位的環保部門及學術研究人員代表與會，希望藉由本次研討會可進一步瞭解全球大氣監測最新發展，區域性大氣化學之特徵變化，可供本署監測技術參考，有助於我國大氣監測技術的提升。會議內容包含：歷年監測大氣沈降之時空變化、汞於大氣沈降及環境循環（流佈）、城市大氣化學及沈降、最新大氣汞沈降模式變化、未來大氣沈降及排放趨勢等多項議題。

本署於臺灣中部鹿林山設置國際級空氣品質背景測站於 2010 年加入 NADP 中大氣汞監測(AMNet)空氣品質監測站(TW01)，為亞洲第 1 個加入該監測網國家，提供逾 7 年之長期大氣汞監測趨勢及紀錄。本次會議 NADP 有 5 個主要子監測網，分別為國家趨勢監測網 (National Trends Network, NTN)、大氣汞監測網 (Atmospheric Mercury Network, AMNet)、大氣整合研究監測網 (Atmospheric Integrated Research Monitoring Network, AIRMoN)、氨監測網 (Ammonia Monitoring Network, AMoN) 及雨水汞監測網 (Mercury Deposition Network, MDN)，共計 486 個監測點，且 NADP 自 1978 年迄今已成立 40 週年，包括提供長期大氣沈降監測資料，並協助美國環保署、美國地理調查局、美國農業部、總沈降科學委員會等單位建構沈降技術，且持續與各大學合作執行大氣乾沈降之先驅性研究(Pilot study)之卓越功績。本署酸雨計畫協同主持人，國立中央大學大氣物理研究所許桂榮教授針對臺灣汞溼沈降相關研究報告。另由會場展示攤位獲悉 2019 年 NADP 發行日曆中將我國鹿林山空氣品質背景測站之大氣汞監測(TW01)列入優良測站點，足見我國監測技術與國際同步，有效提升我國在國際上之能見度。

目錄

一、 會議背景及目的.....	1
二、 會議過程及內容重點整理.....	2
三、 參加會議心得及建議.....	5
附件 1、 2017 全球汞污染國際會議議程.....	8
附件 2、 會議相關照片.....	9
附件 3、 會議討論資料.....	15

一、 會議背景及目的

近年來由於亞太地區經濟快速發展，且仍大量使用燃煤獲取能源。經研究報告指出，亞太地區為汞排放之重要區域，而人為產生的汞污染物在大氣中存留期長，又可藉由氣流傳輸，或經由降雨進入水體、魚體，對環境影響深遠，逐漸引發各國重視大氣汞污染跨境傳輸的監測課題，故聯合國於 2013 年 10 月 9 日在日本熊本市公開簽署關於汞污染防治的全球性公約：「水俣汞公約 (Minamata Convention on Mercury)」，正式開始約束汞之排放，並於 2017 年 8 月 16 日正式生效。

我國有鑑於汞對環境會帶來嚴重影響，自 2007 年開始建立鹿林山高山背景測站同時，並架構大氣汞自動連續監測儀器，由於臺灣位於亞洲氣流系統之下風處，高山背景測站之監測數據就極具代表性。透過臺美環保技術合作協助，鹿林山大氣背景監測站目前已分別加入全球大氣汞監測網 (AMNet) 及美國國家大氣沈降監測網 (NADP)，監測技術與世界先進國家同步並獲得認可。在 2012 與 2013 年舉辦兩場亞太地區大氣汞監測夥伴合作會議後，亞太地區與會國都認為，有必要共同合作監測大氣汞，藉以瞭解其環境濃度分布情形，進而訂定管制策略與控制人為排放量。2013 年我國環保署、美國環保署及 NADP 共同成立「亞太地區汞監測網 (Asia-Pacific Mercury Monitoring Network, APMMN)」，與東南亞國家共同合作，拓展區域大氣汞監測，藉以瞭解其環境濃度分布情形，強化國際共同監測機制以及監測資料交換與分享，進而訂定管制策略與控制人為排放量。

本次「2018 年美國大氣沈降計畫(National Atmospheric Deposition Program, NADP)科學研討會和秋季會議」，共 116 位的環保部門及學術研究人員代表與會，會議內容包含：大氣沈降通量資料庫、評估未來沈降不確定性、大氣沈降對環境負荷及影響、森林土壤酸化與沈降物種相關性、大氣中過敏原監測及健康評估、模式模擬生態復原、更新氮氧化物(NO_x)及硫氧化物(SO_x)趨勢 NADP 監測網 (Atmospheric Mercury Network、Mercury Deposition Network、National Trends Network、Atmospheric Integrated Research Monitoring Network、Ammonia Monitoring Network) 現況、中央分析實驗室(Central Analytical Laboratory, CAL)及汞分析實驗室(Mercury Analytical Laboratory, HAL)數據驗證及品質保證(Quality Assurance)、研商 2019 年 5 月春季會議及 11 月科學研討會和秋季會議地點及討論主題、大氣沈降時空模式分析、城市沈降之臨界負荷(Critical Loads)及大氣汞沈降等多項議題，藉由探討先進汞監測最新發展及區域性汞污染來源之特徵變化，有效管理汞排放。

二、 會議過程及內容重點整理

本次「美國大氣沈降計畫科學研討會和秋季會議」於 11 月 4 至 9 日在美國羅德島舉行。相關議程如附件 1，主要行程及內容簡如下表：

日期	行 程 內 容
107.11.2-3	啟程，出發至美國奧爾巴尼市
107.11.4	拜訪 NADP 主任 Dr. Michael Olson
107.11.5	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 國際大氣沈降座談會 ➤ 各國分享大氣沈降現況及討論歷年變化趨勢
107.11.6	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 水陸生態中大氣汞沈降及循環 ➤ 農業排放及大氣沈降 ➤ 區域性大氣沈降特徵
107.11.7	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 大氣沈降之時空變化 ➤ 汞於大氣沈降及環境循環（流佈）
107.11.8	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 城市大氣化學及沈降、最新大氣汞沈降模式座談會 ➤ 未來大氣沈降及排放趨勢
107.11.9	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 參訪 Shawangunk 山脈之水陸生態及汞大氣沈降 ➤ 討論 NADP 監測網 (Atmospheric Mercury Network、Mercury Deposition Network、National Trends Network)
107.11.10-11	返程，回到臺北

第 1 天 (11 月 4 日)

原規劃拜會威斯康辛州公共與環境衛生實驗室(Wisconsin State Laboratory of Hygiene, WSLH)新任主任 James Schauer 博士與新任美國大氣沈降計畫(National Atmospheric Deposition Program, NADP)實驗室主任 Michael Olson 博士，但因 2 位主任航班影響抵達時間，改於 11 月 5 日拜會。

第 2 天 (11 月 5 日)

於美國紐約州奧爾巴尼市(Albany, New York) 希爾頓飯店(Hilton Hotel)進行大氣沈降討論會議，包括總大氣沈降通量資料庫、評估未來沈降不確定性、大氣沈降對環境負荷及影響、森林土壤酸化與沈降物種相關性、大氣中過敏原監測及健康評估、模式模擬生態復原、更新氮氧化物(NO_x)及硫氧化物(SO_x)趨勢；拜會 WSLH 主任 Dr. James Schauer 博士，瞭解 NADP 實驗室自去(106)年 7 月由伊利諾(Illinois)大學搬遷至威斯康辛大學，並由新任 NADP 主任 Dr. Michael Olson 博士續執行長期環境監測網運作；我方說明我國對亞太地區汞監測之貢獻，並持續雙方汞監測技術合作。

第 3 天 (11 月 6 日)

大氣監測網綜合會議，討論議題包括 NADP 監測網(Atmospheric Mercury Network、Mercury Deposition Network、National Trends Network、Atmospheric Integrated Research Monitoring Network、Ammonia Monitoring Network)現況、中央分析實驗室(Central Analytical Laboratory, CAL)及汞分析實驗室(Mercury Analytical Laboratory, HAL)數據驗證及品質保證(Quality Assurance)、研商 2019 年 5 月春季會議及 11 月科學研討會和秋季會議地點及討論主題。

第 4 天 (11 月 7 日)

NADP 秋季科學討論會開幕儀式，共有 116 位的環保部門及學術研究人員代表與會，NADP 主任 Michael Olson 博士並就 NADP 自 1978 年迄今已成立 40 週年，包括提供長期大氣沈降監測資料，並協助美國環保署、美國地理調查局、美國農業部、總沈降科學委員會等單位建構沈降技術，且持續與各大學合作執行大氣乾沈降之先驅性研究(Pilot study)之卓越功績；2017 年共計 25 篇博士論文引用 NADP 數據、1 篇科學(Science)期刊及 1 篇自然(Nature)期刊刊登。會議後續分為 3 個主題，分別為大氣沈降時空模式分析、城市沈降之臨界負荷(Critical Loads)及大氣汞沈降進行廣泛討論，計有 16 個子題目報告，其中，本署酸雨計畫協同主持人，國立中央大學大氣物理研究所許桂榮教授針對臺灣汞溼沈降相關研究報告；另於晚間展示科學海報及技術解說交流，計有 36 篇論文海報參加。

第 5 天 (11 月 8 日)

大氣沈降與生態復原之綜合討論，會議分為 3 個主題，分別為汞於生態系統中流布與影響、區域性生態系統復原及大氣氮沈降，探討不同區域的魚類、蜻蜓等物種對汞測試及汞之同位素分析，並評估生態系統復原方式、量測大氣中氮及氮排放對生態影響、活性氮長期趨勢及量測不確定性，計有 19 個子題目報告及意見交換。

第 6 天 (11 月 9 日)

參訪美國國家海洋暨大氣總署(NOAA)氣象觀測站，該測站位於夏瓦崗山(Shawangunk Mountains)的莫霍克湖(Mohonk Lake)旁，測站並設有雨量自動收集器，在降水期間進行採樣，提供長期的降水化學紀錄。

三、參加會議心得及建議

(一) 本次出國主要目的為代表本署赴美國奧爾巴尼市出席 NADP 科學研討會，瞭解美國大氣汞及雨水汞沈降、酸雨、國家趨勢監測網等先進研究技術發展，與新任 WSLH 實驗室主任 James Schauer 博士訪談 NADP 實驗室由伊利諾大學搬遷至威斯康辛大學，並說明我國鹿林山空氣品質背景測站於 2010 年加入 NADP 中大氣汞監測網(AMNet)。11 月 5 日至 6 日討論大氣沈降與環境負荷相關性、NADP 實驗室數據驗證及品質保證、11 月 7 日至 8 日評估大氣汞沈降及汞於生態系統中流佈、新任 NADP 主任 Michael Olson 對 NADP 成立 40 週年及長期環境監測進行演說、11 月 9 日參訪 NOAA 氣象觀測站、瞭解該站自 1896 年迄今長期環境監測與紀錄。另由會場展示攤位獲悉 2019 年 NADP 發行日曆中將我國鹿林山空氣品質背景測站之大氣汞監測(TW01)列入優良測站點，足見我國監測技術與國際同步，有效提升我國在國際上之能見度。

1. 本次會議 NADP 有 5 個主要子監測網，分別為國家趨勢監測網 (National Trends Network, NTN)、大氣汞監測網 (Atmospheric Mercury Network, AMNet)、大氣整合研究監測網 (Atmospheric Integrated Research Monitoring Network, AIRMoN)、氨監測網 (Ammonia Monitoring Network, AMoN) 及雨水汞監測網 (Mercury Deposition Network, MDN)，共計 486 個監測點，各監測網之運作，摘述如下：

- (1) NTN 為北美最大監測網，測站多位於遠離都市地區及污染源，以提供長期沈降化學數據，各站點皆設有雨水自動收集器，每週二上午收集當週氫離子(pH)、導電度、鈣(Ca²⁺)、鎂(Mg²⁺)、鈉(Na⁺)、鉀(K⁺)、硫酸鹽(SO₄²⁻)、硝酸鹽(NO₃⁻)、氯(Cl⁻)、溴(Br⁻)及銨根(NH₄⁺)離子樣本。
- (2) AMNet 為量測大氣中汞傳輸的沈降濃度，測站收集每小時氣態元素汞(GEM)、每 2 小時氣態氧化汞(GOM)及粒狀汞(PHg)濃度；我國鹿林山背景測站 GEM 占大氣汞 98.6%為主要物種，進一步由模式推估 GEM 潛勢來源為中國大陸東北沿海區域、中南半島及南海境外移入影響我國。
- (3) AIRMoN 為較高時間解析度研究降水化學，測站收集每日降水樣本，所得數據用於大氣沈降模式運用，測試模式如 NOAA 的空氣軌跡模式 HYSPLIT 及區域多尺度空氣品質(Community Multiscale Air Quality, CAMQ)模式。

- (4) AMoN 為量測大氣中氨(NH₃)濃度之監測網，測站內使用簡單及省費用的被動式擴散採樣器，以每 2 週收集 NH₃ 及執行數據品質保證，提供長期 NH₃ 變化趨勢及建構模式推估。
 - (5) MDN 為量測北美汞溼沉降監測網，測站內雨水自動收集器似 NTN 所使用設備，另調整採樣器的玻璃漏斗、連接管、收集容器及隔熱外殼，藉由修正玻璃漏斗和連接管，可減少汞暴露在開放的大氣中之濃度損失，且於收集容器中加入 1%鹽酸溶液 20 (ml)，有效提升樣品保存，更精確量測汞溼沉降濃度；每週二上午收集當週樣本，並由汞分析實驗室(HAL)量測總汞、甲基汞濃度，每季及每年汞溼沉降所含之汞總通量。
2. 美國環保署的清淨空氣趨勢監測網 (Clean Air Status and Trends Network, CASTNET) 計 96 個站點，為評估美國東岸發電廠之酸雨前驅物，包括 NO_x 及 SO_x 等減量策略，此監測網之測站多遠離區域性污染影響，探討大範圍空氣品質變化趨勢，CASTNET 測站多位於 NADP 的 NTN 站點附近，提供長期沉降化學資料；美國環保署為提高測站效能及降低站房運作成本，2018 年初步規劃 12 個測站使用小尺寸設計站房、利用風力或太陽能發電等節能設施，且 CASTNET 持續與其他監測網合作，精進環境監測所需之高解析度影像。
 3. 我國持續支援泰國、越南、印尼及韓國採集汞溼沉降樣品，委託送至中央大學進行汞分析，並輔導及教育訓練東南亞各委託國建立汞監測技術，待各委託國技術成熟後，定期寄送汞樣品至我國進行品質保證與管制(QA/QC)。此外，藉由我國協助泰國、越南、菲律賓、印尼、斯里蘭卡、尼泊爾等夥伴國建立汞濕沉降採樣技術，輔導建置汞監測採樣點，可鞏固我國於東亞區域內國家之合作關係，促進國際環境保護工作之交流合作。
 4. NADP 預計於 2019 年 5 月 13 日至 16 日於美國威斯康辛州麥迪遜市舉辦春季研討會議，討論各監測網及分析實驗室於威斯康辛大學運作情形、新加入 NADP 的測站及類型、未來監測網執行方式及擴展東南亞大氣沉降測站。

(二) 建議事項：

1. 本署於臺灣中部鹿林山設置國際級空氣品質背景測站，並加入 NADP 之大氣汞監測網(AMNet)空氣品質監測站(TW01)，為亞洲第 1 個加入該監測網國家，提供逾 7 年之長期大氣汞監測趨勢及紀錄，透過國際合作及展示研究成果，提升我國之國際能見度；考量大氣污染跨境傳輸影響我國空氣品質，為持續掌握污染特徵，持續執行長期環境監測，並學習國際先進監測技術，提供高品質監測數據及有效管控污染源。
2. 美國環保署與我國規劃擴展亞太地區汞監測網(Asia-Pacific Mercury Monitoring Network, APMMN)期程，並藉由我國成立之環境監測技術聯合中心，積極輔助東南亞國家建立汞濕沉降技術，為提供後續新加入汞監測網之國家所需採樣、分析及訓練等作業，且為建構完整 APMMN 監測網，我國持續以專案計畫委託國內產學機構，並評估夥伴國家對汞濕沉降採樣器材需求數量、逐步建置東亞區域性汞監測站址及相關技術人員之培訓，協助推動 APMMN。
3. 我國為持續參與全球汞監測最新發展之技術交流，建議出席 108 年 9 月 8 日至 13 日於波蘭的克拉科夫市(Krakow)舉辦第 14 屆 ICMGP 會議，研商水俣公約中汞之科學量測及區域性污染管制方法交換意見，可供我國政策管制參考。
4. 我國建構亞太地區汞監測平臺，可共享東南亞國家之汞監測數據、測站資訊、採樣標準作業程序、會議行程、聯繫方式等項目，並藉由此平臺可掌握汞特徵及變化資訊，進而拓展我國環境監測及檢測產業在東南亞地區商機。

附件1、2018 年美國大氣沈降計畫 (National Atmospheric Deposition Program, NADP)科學研討會和秋季會議議程

附件 2、研討會相關照片



圖 1、中央大學許桂榮授、本署彭成熹專門委員、徐宏博技士與威斯康辛州公共與環境衛生實驗室(WSLH)主任 James Schauer 博士合照



圖 2、美國大氣沈降計畫新任 NADP 主任 Michael Olson 對 NADP 成立 40 週年卓越功績演說



圖 3、中央大學許桂榮教授說明臺灣地理位置及境外污染長程傳輸影響



圖 4、中央大學許桂榮教授發表臺灣設置酸雨採樣之測站分布

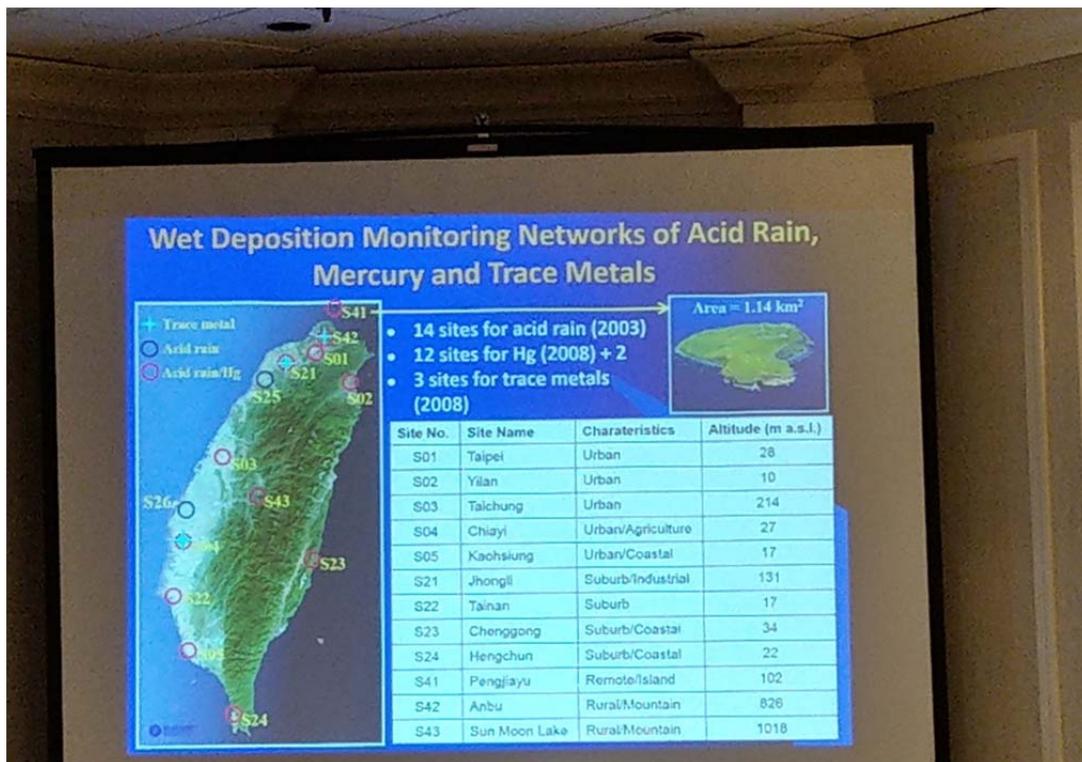


圖 5、臺灣設置酸雨監測站及汞溼沉降監測網



圖 6、美國環保署資深技術專員 David Schmelz 說明 2019 年 5 月 NADP 春季會議



圖 7、大氣沈降研商會議討論大氣沈降對環境負荷及影響



圖 8、NADP 副主席頒獎給設置監測站逾 35 年的維護(管理)人員



圖 9、NADP 科學研討會會場



圖 10、NADP 技術人員解說莫霍克湖旁的 NOAA 氣象觀測站的地理位置



圖 11、NADP 技術人員解說莫霍克湖旁的 NOAA 氣象觀測站儀器



圖 12、NADP 技術人員解說雨量自動收集器

附件 3、會議討論資料