

出國報告（出國類別：國際會議）

參加「2015 歐洲氣膠國際研討會(2015  
European Aerosol Conference, EAC  
2015)」報告

服務機關：勞動部勞動及職業安全衛生研究所

姓名職稱：汪禧年 研究員

派赴國家：義大利

出國期間：104 年 09 月 04 日至 09 月 13 日

報告日期：104 年 10 月 6 日



## 摘要

此次2015歐洲氣膠國際研討會(2015 European Aerosol Conference, EAC 2015)是由義大利氣膠學會(Italian Aerosol Society)主辦，於9月6起至11日於義大利米蘭比科卡大學(Milano-Bicocca University)舉行。本次會議討論主題涵蓋所有與氣膠學相關之議題，包括氣膠基礎之奈米科技、氣膠化學、氣膠模擬、大氣氣膠(氣膠型態、氣膠形成及性質等)、電氣效應、燃燒氣膠、室內與工作場所氣膠、儀器量測、暴露與健康效應及氣懸微粒等，為現今規模最大之氣膠學研討會之一，與會奈米與懸浮微粒相關領域的專家學者多達三、四百人，發表之論文超過600多篇。

本次研討會主要活動為主題演講、數百場的口頭與壁報論文發表及相關儀器廠商展覽。議程期間每天上、下午各有多場論文發表，另有依不同主題區分的論壇，由大會邀請該領域之知名學者專家演講，每天約有 10 場論壇及 2 場壁報論文發表。展場部份，會議中心提供相當大的場地，有超過 30 多家儀器、藥品、設備、專門書籍等供應商參展。各研討會議程皆併行緊湊，參與者必須就演講內容，選擇部分主題前去聽講。這些先進國家在奈米與氣膠學研究上的成果，可作為未來規劃作業環境測定技術研究方向之參考。

關鍵字：奈米科技、氣膠、作業環境測定、暴露

## 目次

壹、目的.....	1
貳、過程.....	1
參、心得.....	8
肆、建議.....	15
伍、附錄.....	19

## 壹、 目的

此行目的是根據 104 年度本所出國計畫預算前往義大利米蘭參加「2015 歐洲氣膠國際研討會(2015 European Aerosol Conference, EAC 2015)」，以了解先進國家奈米與氣膠科學研究之發展現況，蒐集最新資訊及技術資料，學習相關研究經驗，特別是在職業衛生領域之應用，希望了解奈米技術等氣膠研究之國際趨勢，必要時將引進國外研發但適合本土運用之新技術，提供本所未來研究設計之參考；以提昇我國安全衛生永續發展實力，也促成我國職業安全衛生服務產業之發展。

## 貳、 過程

### 一、 行程

日期	行程／活動
104 年 9 月 4~5 日 (五~六)	起程 (台北—泰國曼谷—義大利米蘭)
104 年 9 月 6~11 日 (日~五)	參加「2015 歐洲氣膠國際研討會(2015 European Aerosol Conference, EAC 2015)」(包括會議準備及資料整理)

104 年 9 月 12~13 日(六~日)	返程 (義大利米蘭—泰國曼谷—台北)
------------------------	--------------------

歐洲氣膠研討會為全世界最重要的氣膠學會議之一，今年由義大利氣膠學會(Italian Aerosol Society)主辦，於 9 月 6 起至 11 日於義大利米蘭比科卡大學(Milano-Bicocca University)舉行。

米蘭是義大利的西北方大城，也是米蘭省的省會和倫巴第大區的首府，位於義大利人口最密集和發展程度最高的倫巴第平原上。它是歐洲南方的重要交通要點，歷史相當悠久，以觀光、時尚與建築景觀聞名於世。米蘭目前有 132 萬居民，但如果將郊區的居住人口計算在內，則超過 810 萬人，是歐洲三大都會區之一。總面積約有 1,982 平方公里，每平方公里超過 2,000 人居住，市區生產總值占義大利國內生產總值的 4.8%，這個地區也被稱為藍香蕉 (Blue Banana)，是歐洲人口最密集與工業最發達的地區之一。



圖 1 米蘭市景(米蘭大教堂)

米蘭今年特別熱鬧非凡，五年一度的世博會在 5 月 1 日起開展。

這次的米蘭世博以「餵養地球、生命能源 Feeding the planet, energy for life」為主要方向，反速食、提倡慢食，希望能帶起一場飲食革命，用全新的角度來看待「吃」這件事情，參與的國家超過 140 餘國，但可惜台灣此次並不在參與行列中。



圖 2 米蘭世博徽章

2015 European Aerosol Conference 會議場地之米蘭比科卡大學是一所位於義大利米蘭的公立高等教育機構。在 1980 年代中期，米蘭大學的學生人數已極度膨脹而不便管理，於是開始考慮拆分這所大學。1993 年 9 月市議會通過決議在比科卡區設立新的校區。1998 年 6 月「米蘭第二大學」成立，1999 年 12 月改為現名。米蘭比科卡大學校園相當寬敞優美，有一大型國際會議廳及多間簡報教室，可提供理想場所供來自不同國家、不同地區的研究人員進行研究知識交流。



圖 3 米蘭比科卡大學校園



圖 4 2015 European Aerosol Conference 議場大樓



圖 5 2015 European Aerosol Conference 議場會議廳

## 二、 會議內容

本次會議在 9 月 7 日正式開始，開幕式是由 Dr. Aula Magna, Chair of the Scitentific Programme Committee for 2015 European Aerosol Conference 致歡迎詞，他強調歐洲氣膠學會是代表 12 個國家

及地區的氣膠學者專家所組成，今年很榮幸由義大利氣膠學會來主辦此次 EAC 2015 研討會，並歡迎來自世界各地的研究人員參與此盛會。配合安全科學新領域的主題，今年議題特色是橫跨於環境、工業及法令規章各領域中的科學及其應用之重大發展及成就。邀請專題演講的主要議題結合了空氣中奈米粒子的毒理與評估；海洋微生物、雲反照率和北極冰融之間可能存在的關係；歐洲空氣中微粒汙染及控制策略；氣膠科技用於鑑定多重尺寸官能物質之可行性；及室內氣膠及其來源之檢測鑑定等。

今年會議內容相當豐富且多元，計有 5 場主題演講、多場座談會(symposium)與講習會(workshop)、口頭論文及壁報論文發表。主要包含氣膠基礎之奈米科技(Aerosol-based Nanotechnology)、氣膠化學(Aerosol Chemistry)、氣膠模擬(Aerosol Modelling)、大氣氣膠(氣膠型態、氣膠形成及性質等)(Atmospheric Aerosols - Aerosol Processes and Properties; Atmospheric Aerosols - Specific Aerosol Types)、電氣效應(Electrical Effects)、燃燒氣膠(Combustion Aerosols)、室內與工作場所氣膠(Indoor and Working Place Aerosols)、儀器量測(Instrumentation)、暴露與健康效應及氣懸微粒(Inhalation, exposures and health, PM<sub>x</sub>)等多個重要領域。會議中心並提供相當大的場地，有超過 30 多家儀器、藥品、設備、專門書籍等供應商參展。



圖 6 現場儀器展示 1



圖 7 現場儀器展示 2

由於時程緊湊，所有的議題分成數個議場同時進行，因此在各相關報告上無法全程參與，參與者必須很快就演講內容，選擇出部分前去聽講。當第一天一大早抵達會場完成報到手續後，即趕緊閱讀大會手冊，並安排行程。藉由參與研討會不同主題之討論，在短時間內瞭解不同領域之研究成果，及各主題間之關聯：諸如污染物從污染源

排放至大氣過程之變化及吸入人體產生之影響…等。經由出席本研討會，可瞭解目前氣膠學術研究領域之重點，並獲得目前世界氣膠研究許多寶貴資訊及成果。此外，並於本次大會中發表「A nanopowder dispersion system for generating stable submicron particle concentrations」論文（如附錄摘要），報告本所奈米微粒分散裝置的近期研究成果，並與國際上相關領域的專家學者交流互動。

今年有多位來自台灣的專家學者參加，計有成功大學蔡朋枝教授、台灣大學張靜文教授、黃耀輝教授、宜蘭大學張章堂教授等等，它鄉遇知故，感受特別親切。



圖 8 成功大學蔡朋枝教授(右)與宜蘭大學張章堂教授(左)

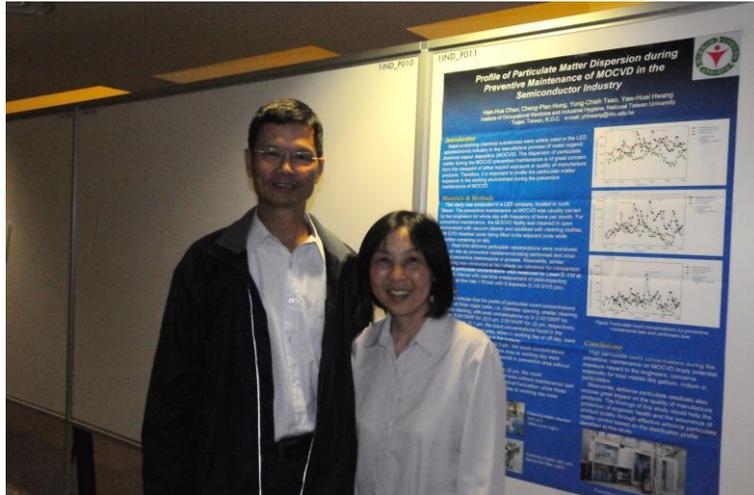


圖 9 台灣大學張靜文教授(右)與黃耀輝教授(左)



圖 10 攝於 TSI 儀器攤位前

## 參、心得

氣膠為懸浮在空氣中粒徑小於 100  $\mu\text{m}$  的微粒，環境中有各種不同粒徑和不同化學組成的氣膠微粒，對人體健康、氣候、能見度及生活品質可造成不同程度的影響。目前先進國家對於微粒造成的民眾健康影響均非常關注，藉由氣膠特性、形成特性、與空氣相關流布研究，探討微粒對於環境影響，檢視微粒在公共衛生與職業醫學方面重要

性，積極發展微粒控制技術。此次分組研討會中所接觸瞭解的研究論文中，比較重要的有：

- 一、 氣膠對人體的危害性：隨著科技快速發展，工作場所類型更趨複雜化，使得職場環境樣態多變化也愈趨於複雜，有多篇論文探討職場中潛藏的許多新類型之氣膠危害因子，例如生物氣膠與奈米微粒，由於其特性與過去習知之粉塵不同，因此需要更多之研究投入，才能避免發生新型職業疾病案例，例如「退伍軍人症」、病菌感染與傳播之發生等生物氣膠之危害。
- 二、 大氣氣膠碳成分：在偵測及解析方法上相當分歧，有研究探討揮發性有機氣體(VOCs)對氣膠採樣的干擾，比較不同裂解碳(pyrolyzed carbon)矯正方法以及不同分析溫度協定造成的差異，瞭解現行氣膠碳成分自動監測儀器的基本性能，以期能分辨不同分析方法導致的氣膠碳成分差異，建立可靠的氣膠碳成分分析結果。
- 三、 PM<sub>2.5</sub> 對人體的危害及偵測：PM<sub>2.5</sub> 是指大氣中直徑小於或等於 2.5 微米的顆粒物，人類頭髮直徑大約是 70 微米，這就比 PM<sub>2.5</sub> 大了近三十倍。PM<sub>2.5</sub> 主要來源是人為排放，其中直接排放主要來自燃燒過程；另外在空氣中轉化成 PM<sub>2.5</sub> 的氣體污染物主要有二氧化硫、氮氧化物、氨氣、揮發性有機物，除此之外還有

各種灰塵、花粉等。肺癌的原因與空氣污染有關，PM<sub>2.5</sub>吸入肺裡沉積，將刺激肺癌發生，對心血管、神經系統也有影響。有多篇研究與 PM<sub>2.5</sub> 對人體的危害及微粒偵測相關。

四、 氣膠在醫學上的應用研究：利用氣膠微粒科技將藥品快速輸送至人體所需部位，可以快速發揮藥效，國外學者在此方面的研究相當多，可作為國內藥學應用研究的參考。

五、 生物氣膠與疾病：生物氣膠包括病毒、細菌和其產生的內毒素、放線菌產生的抗原、真菌和其產生的毒素及抗原、藻類產生的毒素及抗原、原生動物和其產生的抗原、以及節肢動物、鳥類、哺乳動物和植物產生的抗原。有研究探討人體可能在日常生活及工作環境中經由感染而產生各種呼吸道疾病之相關性。

六、 氣膠量測儀器：因為大氣污染物是以氣態及固態同時存在，在採樣及分析時，如果沒有將其彼此分離，將會造成分析結果的極大誤差。目前有多種相關量測分離儀器發表，也有研究議題為生物氣膠快速偵測儀器之開發。

七、 奈米銀濾材處理生物氣膠之研究：有研究探討奈米銀濾材對生物氣膠之過濾及抑菌效能，以氣膠產生器霧化菌液產生生物氣膠，在濾材載負不同時間後遂以震盪方式將微生物自濾材洗下，進而評估濾材之去除效能。

- 八、 奈米微粒氣膠研究：主要在於如何應用氣膠技術於奈米科技上，有研究探討奈米技術之應用、產生機制、與基本性質，而有關職業衛生之議題，包括奈米微粒之危害性評估方法、暴露評估技術、控制防護技術等，也有少數研究議題正在進行。
- 九、 都會區酸性氣膠特性研究：使用固氣分離器(ADS)吸收大氣氣體及微粒具有 2.5  $\mu\text{m}$  及 10  $\mu\text{m}$  兩種不同截取直徑的旋風分離器以分離粗微粒(ADS10)和細微粒(ADS2.5)。酸性氣膠主要化學成分為銨根離子、硫酸根離子、硝酸根離子及氯離子，其酸性以氯離子的濃度作為指標。大氣中高濃度的氨氣會中和氣膠中的酸性，造成都會區大氣中氣膠酸性的降低。氯離子和硫酸根離子的比值可作為酸性氣膠的組成成分的良好指標。
- 十、 奈米微粒危害：奈米技術革命在工程、電子、醫藥等領域的創新提供了巨大的社會和經濟效益。然而，從嚙齒動物的吸入研究顯示，生物持久性的工程奈米材料包括奈米碳管和金屬奈米粒子，在肺和胸膜有可能刺激免疫、炎症、或纖維增生性反應。這些數據建議在職業或消費者暴露的結果，可能存在發展肺間質纖維化或胸膜疾病之風險。有研究以注入或吸入的方式，讓老鼠暴露於單壁奈米碳管中，其實驗結果顯示老鼠的肺部會出現奈米碳管團粒沉積且有肉芽組織病變發生。暴露單壁奈米碳

管的老鼠皆有持續性的上皮肉芽腫(與顆粒的團粒有關)和組織間質發炎的情況發生，且嚴重性與暴露劑量有關；暴露於碳黑的老鼠則並無發現肉芽腫；受到石英暴露的老鼠僅於肺部發現輕微至中等的發炎；暴露於 0.5 毫克含鎳與鈮的單壁奈米碳管的老鼠在四到七天後發生高死亡率。這些發現建議患有哮喘或其他現有呼吸系統疾病的個體，特別容易因為奈米材料而對健康造成不良影響。由於每單位質量的奈米尺寸和表面積增大，工程奈米材料具有更大的潛力達到遠端地區的肺，產生活性氧，並改變細胞的信號轉導通路與疾病的發病機制。奈米微粒，有研究指出其物性、化性、活性發生巨大的改變，對於人體造成之安全與健康危害也隨之改變，雖然目前仍缺乏奈米微粒之毒理、安全性、暴露之完整評估，但根據奈米微粒有較大的表面積，奈米微粒可能穿透人體之屏蔽系統(如細胞膜、有傷口皮膚等)，因此對於奈米物質之暴露問題、作業安全、沉積吸收、及毒性可能都不相同，有研究指出奈米物質毒性遠大於該物質在一般狀況下之毒性，因此對於奈米物質之暴露危害評估與控制防護，應該隨著奈米科技之發展，注意防範造成人員健康衝擊，對於奈米微粒對人體健康的潛在影響，更是需特別注意。

美國勞工安全衛生研究所(NIOSH, National Institute of

Occupational Safety and Health)提出奈米碳管及奈米碳纖維中的元素碳(EC)的建議暴露限值(Recommand Exposure Limit, REL)為  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (以8-小時可呼吸性TWA (time-weighted average) 質量濃度計)，此值為NIOSH 5040 元素碳分析方法的最低定量下限，NIOSH呼籲作業場所的濃度應儘可能將降至此REL以下，因為在REL以下時人體肺部仍會有不良的健康影響。

十一、許多奈米材料可望在生物檢測、疾病的診斷與治療之醫學領域應用中顯示巨大的潛力。因此，逐漸增加對於奈米材料毒性的關切。無論是體外和體內的研究，都用於評估奈米材料生物後果。研究的這些機制包括誘發氧化性應力、炎症與自噬。奈米材料的內在理化性質對於其生物後果與毒性有決定性的影響。這些性質包括大小、形狀、表面電荷、化學成分、表面改性、金屬雜質、結塊和分散性、降解、以及形成“蛋白質電暈 (protein corona)”。進一步理解奈米材料在生物系統中的攝取、運送、藥物動力學、清除及角色很重要，因而可以避免其不要的效應。奈米材料在生物系統中的化學形態、動力學非常必要，因為我們的知識非常有限。最新的分析技術藉由絕對定量、高靈敏度、極佳的準確度與精確度、低基質效應及非破壞性的優點，在奈米毒性的研究中扮演重要的角色。

十二、在奈米技術的發展與奈米材料的廣泛應用下，提高其潛在負面健康效應之議題。在不同的奈米材料中，奈米碳管(CNT)包括單/多壁奈米碳管及奈米纖維-其獨特的物理-化學、電子及機械性質-是毒理學研究的重要對象。但是，CNT的毒性尚未完全被鑑定，尤其是其對肺與免疫的效應。藉由使用蛋白質組學與脂類組學分析、活體內 ESR 旋轉-捕集技術、抗氧化平衡之氧化還原評估、及在野生型和基因操控小鼠的定量形態學（包括膠原蛋白），研究者可以解開 CNT 通過的主要路徑-在與潛在職業暴露相關的劑量下-在暴露動物的肺/遠處器官中發揮其毒性效應。整體而言，發現一不尋常且強大的發炎與纖維化反應是與肺中氧化性應力的進展密切相關。因為 SWCNT 的實際暴露很可能與其他致病影響同時發生，例如微生物感染，研究者發現在暴露 CNT 的小鼠肺中的細菌清除影響具有重大的現實意義，並提到 CNT 與石綿的相對呼吸效應之重要議題，特別是肺傷害性與潛在致癌性。最後並在現行的環境與職業保護的法規下，討論其對毒性機制之充分性。

十三、奈米材料具有異於大型材料之物理-化學性質及使用模式。需要根據不同的情景研發特殊的方法用以測試其對人類健康的效應。尤其是奈米微粒/奈米纖維長期在特定組織的沈積認為比急

性效應更加被關切。因此，奈米材料經由不同路徑的毒物動力學性質與慢性效應之研究是最合適的方法。在日本 MHLW 支助的研究計畫下，數年來研究人員努力建立奈米材料之人體健康風險評估方法。研究者報導多壁奈米碳管(MWCNT)經由腹腔給藥後在大鼠與小鼠的致癌性以及二氧化鈦( $\text{TiO}_2$ )經由氣管暴露後在大鼠的癌症促進效應。反之，在兩階段的癌症研究中用  $\text{TiO}_2$  處理皮膚，在小鼠或大鼠中沒有促進皮膚腫瘤，很可能是缺乏皮膚的穿透。研究者最近並報導經由氣管或腹腔給藥 MWCNT 後在小鼠造成致畸性，且在靜脈內注射奈米級二氧化矽及  $\text{TiO}_2$  後，在小鼠造成妊娠並發症。但是，在大鼠及小鼠注射 MWCNT 後，沒有誘發致畸性。研究者的數據建議關於各暴露途徑之動力學性質及/或慢性效應之研究，是奈米材料在不同暴露情景的風險評估之必要研究。

十四、攜回資料名稱及內容：研討會資料一份，內有各場演講之主題、簡介、與演講者名冊。

## 肆、建議

### 一、氣膠在職業衛生上應用研究趨勢

近年來在生物氣膠與奈米微粒方向有較多研究，例如危害基本測試方法、不同微粒粒徑所造成之影響、奈米微粒之危害性評估方

法、暴露評估技術等，可供研究規劃參考。

## 二、 奈米微粒之職場安全衛生研究

全世界都正投入奈米科技之研究，台灣也投入許多研發能量於奈米科技，從這次 2015 歐洲氣膠研討會的內容，可以看出各國對奈米微粒的毒性都非常重視。目前我國勞動部勞動及職業安全衛生研究所、環保署與及衛生福利部三部會已共同促成跨部會的奈米技術 EHS 預防風險管理工作，針對奈米技術之環境、職場、健康風險評估及管理，提出「環境、衛生、安全整合型計畫(EHS 計畫)」，勞動部勞動及職業安全衛生研究所、衛生福利部及環保署透過每季開會協商奈米產業健康衝擊之相關研究，衛福部專注於健康危害方面研究，環保署專注於奈米微粒生命週期之研究，而本所延續對於職場微粒爆炸預防及暴露控制經驗，專注於奈米微粒之職場暴露評估及控制防護經驗，希望透過三單位之合作，降低奈米微粒造成社會衝擊，永續產業發展。不同奈米物質的實驗動物毒理試驗十分重要，目前的研究成果仍存在許多爭議及不確定性，細胞株實驗可做為毒性篩檢及不同奈米物質的毒性比較之用，其實驗結果仍應與動物試驗結果進行關聯性的比較。

## 三、 奈米微粒之個人暴露偵測方法研究

奈米微粒需藉助粒徑大小、粒徑分布、表面分析、形像分析、物種分析等新興工具和方法，保證樣品不會聚集而得到代表性樣品之

採樣方法。奈米之成份鑑定、暴露程度之定量等皆有賴於分析檢驗技術之建立，雖然本所在奈米粉體火災爆炸、奈米微粒個人採樣器等獲得受到外人肯定的成果，但不同奈米微粒之間因物性不同所產生的差異性很大，研究極為困難而導致研發進展緩慢，目前可以投入的人力、物力及經費也都非常有限。建議應用標準粒徑奈米微粒產生與量測技術評估奈米微粒膠結狀況，開發或改善傳統暴露評估技術應用作業環境奈米微粒暴露技術，探討奈米微粒皮膚暴露與生物指標建立之可行技術。應用可行評估技術評估作業場所奈米微粒暴露情形，評估作業環境奈米微粒暴露情形。

#### **四、 建議持續參與國際研討會及相關訓練**

提昇職業安全衛生為我國保護勞工健康及提高生產力之既定政策，然而科技推陳出新，產業結構與管理方式已成為世界共通問題，相關職業安全衛生問題更是日新月異，因此如何迅速掌握最新資訊，正是提昇職業安全衛生的關鍵，其中可行的方式之一即是促進國際交流與加強國際合作。國際氣膠研究學會為 NGO 組織，台灣氣膠研究學會為其會員，透過參加國際氣膠學會之相關研討會，可強化國內氣膠研究國際合作研究及技術交流，而本所透過國際研討會之交流，除介紹台灣研究氣膠在職業衛生研究成果外，最重要能夠了解最新研究趨勢與發展，提供未來研究規劃，另外也可學習國際上先進的研究經驗，提供未來努力之方向。

研究科技領域日新月異，世界各國由於經濟發展的程度、文化、政治背景之不同，在推動勞工安全衛生之政策、方法及要求標準也都不相同，如何在不同政策、制度中，分析比較及互相觀摩，學習他人成功之經驗，分享先進國家在安全衛生研究上的成果，作為我國施政的參考，使得安全衛生的工作更順利地推動，則需藉由參與國際性的交流活動來達成。國際研討會有最新的研究發展趨勢，研究人員規劃研究議題時應該參考這些資料，才能掌握趨勢，再結合本土資料，研究結果可提供本土職業衛生需求，也能與國際最新研究交流、發表論文與獲得國際重視。建議政府在國家財力許可下，多派員參加研討會，加強國際合作與技術、資訊交流，與國際接軌，並建立合作管道。

## 伍、附錄

### **A nanopowder dispersion system for generating stable submicron particle concentrations**

Shi-Nian Uang<sup>1</sup>, Chuen-Jinn Tsai<sup>2</sup>, Kuang-Yu Chang<sup>2</sup> and Ding Han<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Institute of Labor, Occupational Safety and Health (ILOSH), Ministry of Labor, Executive Yuan, 99, Lane 407, Hengke Road, Shijr, Taipei, 22143, Taiwan

<sup>2</sup> Institute of Environmental Engineering, National Chiao Tung University, Taiwan

Keywords: carbon nanotube, nanopowder dispersion system, nanoparticles, impactor

**ABSTRACT:** Particles generated by nanopowder dispersion method are used in animal inhalation toxicity tests. However, the mass median aerodynamic diameter (MMAD) of generated particles often falls in the micron size range making the experimental data different from those of submicron particles. In this study, a novel SFA-WFI disperser (Shaker-Fluidized bed-Atomizer with Wet Film Impactor) was developed and tested to produce submicron particles with stable concentrations. The SFA-WFI consists of an orbital shaker (TS-500, YSC Inc., Hsinchu City, Taiwan), a fluidized bed, an atomizer and a wet-film particle impactor to further remove micron size particles by mass. The test results for non-purified carbon nanotube (NPCNT) and purified carbon nanotube (PCNT) indicate that the SFA-WFI system is able to generate stable submicron particle concentrations in number with the mass distributions are smaller than those dispersed by other systems shown in the literature. Bimodal mass distribution was observed with a smaller mass fraction in the micron size range than the submicron size range for the NPCNTs. For the PCNT, single modal mass distribution was observed with the MMAD falls in the submicron size range. Tests are under way to examine the differences between generated nanoparticles of different dispersion states in cell toxicities.