

出國報告（出國類別：開會）

美國國家職業安全衛生研究所交流合作工作會議 出國報告

服務機關：勞動部勞動及職業安全衛生研究所

姓名職稱：何俊傑副所長、陳志勇組長、潘致弘研究員

派赴國家：美國

出國期間：108年5月12日至5月24日

報告日期：108年8月16日

摘要

美國國家職業安全衛生研究所交流合作工作會議包括：1. 與美國國家職業安全衛生研究所進行職業安全衛生研究雙邊工作會議；2.與美國勞動部職業安全衛生署進行職業傷病預防雙邊工作會議 3.與美國勞動統計局進行職業傷病統計分析雙邊工作會議；4.參加 2019 年 5 月 20 日至 5 月 22 日於美國明尼蘇達州明尼亞波里斯(Minneapolis, Minnesota)舉行的 2019 美國工業衛生研討會及展覽會，發表本所研究成果論文，展示本所專利、物聯網與智慧科技、新型防護具、新發明之採樣器等研究成果，以持續與世界各國職業安全衛生領域之人士交流並洽談進一步合作事宜。

NIOSH 的工作為與其他政府機構、企業、勞工及專業社團協同合作，NIOSH 的科學家研發許多產品，這些產品用來改善作業環境的安全衛生情況。NIOSH 之核心與特定研究計畫包括：1. 主管機關推薦 (Authoritative Recommendations)；2. 緊急應變 (Emergency Preparedness and Response)；3. 工程控制 (Engineering Controls)；4. 暴露評估 (Exposure Assessment) 健康危害評估 (Health Hazard Evaluations)；5. 奈米科技 (Nanotechnology)；6. 職業衛生公平性 (Occupational Health Equity)；7. 個人防護技術 (Personal Protective technology)；8. 透過設計來預防 (Prevention through Design)；9. 安全技術準備好的勞動力 (Safe Skilled Ready Workforce)；10. 小型企業協助 (Small Business Assistance)；11. 調查 (Surveillance)；12. 翻譯研究 (Translation Research)。而 NIOSH 研究中心包括：1. 直讀式儀器研究中心 (Center for Direct Reading and Sensor Technologies (DRS))；2. 海上安全衛生研究中心 (Center for Maritime Safety and Health Studies (MAR))；3. 機動車輛安全研究中心 (Center for Motor Vehicle Safety (MVS))；4. 職業機器人研究中心 (Center for Occupational Robotics Research (ROB))；5. 勞工補償研究中心 (Center for Workers' Compensation Studies (WCS))；6. 中高齡勞工與生產國家研究中心 (National Center for Productive Aging and Work (PAW))。

NIOSH 的使命為在職業安全和健康領域產生新知識，並將這些知識轉化為工作場所實踐，以防止與工作有關的傷害，疾病和死亡。NIOSH 的願景為維護安全健康的工作者。NIOSH 摩根城分所的研究單位包括：安全研究組、呼吸衛生研究組、健康效應實驗研究組、國家個

人防護技術組。NIOSH 於 2016-2020 的使命目標：目標 1：執行研究以減少勞工的疾病和傷害，並提高勞工的福祉。目標 2：透過介入、建議與能力培養，促進勞工的安全健康。目標 3：透過全球合作，加強勞工安全健康。NIOSH 隸屬美國衛生與公共服務部，兼負職業安全衛生研究及疾病管制與預防任務，並與美國勞動部職業安全衛生署(OSHA)共同合作來制定法規，制定新的職業安全衛生法規由 NIOSH 與 OSHA 共同簽署；除此之外 NIOSH 並與礦場安全衛生署(Mine Safety and Health Administration, MSHA)共同合作來制定法規，制定新的礦場安全衛生法規由 NIOSH 與 MSHA 共同簽署。

而目前在與美國國家職業安全衛生研究所(NIOSH)洽商國際合作研究備忘錄(Memorandum of Understanding, MOU)事宜方面，其簽署的程序包括：1.確認我國政府機關與美國政府機關有簽署過 MOU 的前例。2.本所與 NIOSH 討論簽署 MOU 內容。3.本所與 NIOSH 確認簽署 MOU 內容。4.將確認的 MOU 簽陳本部。5.核准的 MOU 由我國駐美代表送交美國國務院(Department of State, USA)。6.美國國務院審核 MOU。7.MOU 經美國國務院審核通過後，由我國駐美代表與美國在臺協會進行簽署。本所並邀請 NIOSH 副所長 Dr. Margaret M. Kitt 參訪本所及進行專題演講，Dr. Kitt 表示由於本所何副所長俊傑於 2019 年 5 月參訪 NIOSH，與 NIOSH 交流績效卓越，充分加強 NIOSH 與本所的友好關係，爰此 Dr. Kitt 預定將於 2020 年參訪本所及進行專題演講。

美國負責職業災害統計之主管機關為隸屬於勞動部(Department of Labor, DOL)的勞動統計局(Bureau of Labor Statistics, BLS)。勞動統計局為美國聯邦政府查明勞工經濟與統計真相的一個主要機構，其具有雙重角色，其既為勞工局的統計單位，同時又是一個獨立的國家統計機構，負責蒐集、處理、分析及發布經濟及統計資料給美國大眾、國會、其他聯邦機構、州政府、地方政府、商業界以及勞工。其作用主要在有關就業、失業、物價、家庭支出、工資、補償、勞資關係、生產力、技術變遷、職業安全與衛生及其他相關資料等事項。勞動統計局在全國設有八個分局，分別在麻塞諸塞州、紐約州、賓州、喬治亞州、伊利諾州、德州、密蘇里州、與加州。

此次研討會發表本所研究成果論文 " Association of Particulate Matter from Cooking Oil Fumes with Heart Rate Variability and Oxidative Stress "，廚師暴露於烹飪油煙的作業環境中，懸浮微粒與多環芳香烴化合物為烹飪油煙的重要成分，懸浮微粒與多環芳香烴化

物會對人體有心血管危害效應及氧化壓力傷害，因此本研究針對 54 位中式餐廳廚師評估職業暴露懸浮微粒與多環芳香烴化合物對其心跳速率變異與氧化壓力傷害之影響，以混合效應線性迴歸模式評估懸浮微粒與心跳速率變異的相關性。測定受測廚師上工前與下工後的尿液中 8-羥基-2-去氧鳥嘌呤核甘與丙二醛濃度，以評估 DNA 氧化傷害指標與脂質過氧化傷害指標。以多變項線性迴歸評估懸浮微粒與多環芳香烴化合物對 8-羥基-2-去氧鳥嘌呤核甘與丙二醛濃度的影響。研究結果顯示，暴露烹飪油煙之懸浮微粒 15 分鐘到 2 小時會造成心跳速率變異降低與心跳速率增加；而尿液中 8-羥基-2-去氧鳥嘌呤核甘在暴露烹飪油煙後顯著提高。烹飪油煙中的粒狀 benzo(k)fluoranthene 及 benzo(a)pyrene 與廚師上下工尿液中 8-羥基-2-去氧鳥嘌呤核甘濃度差呈顯著正相關。烹飪油煙對心跳速率變異效應為上下工尿液中 8-羥基-2-去氧鳥嘌呤核甘濃度差的獨立影響因子。廚師上工前尿液中 8-羥基-2-去氧鳥嘌呤核甘濃度高者比濃度低者，暴露懸浮微粒有較顯著的自主神經反應。暴露烹飪油煙會干擾中式餐廳廚師的自主神經與增加 DNA 氧化壓力傷害的風險。各國學者踴躍發問，充分達到學術交流之目的，皆獲得熱烈迴響與高度肯定，並受到國際矚目。

在完成美國國家職業安全衛生研究所交流合作工作會議後，相關建議事項包括：1.建議本所加強與美國國家職業安全衛生研究所(NIOSH)人員互訪及技術研究交流，尤其建議加長 NIOSH 高層參訪本所的時間，以使 NIOSH 高層深入了解我國的職業安全衛生研究，並加速推動簽署國際合作研究備忘錄事宜。2.拜會美國華府(華盛頓特區)勞動相關政府機關，須先準備討論議題，由本部駐美秘書送交要拜會的機關(例如美國勞動部職業安全衛生署(OSHA)、勞動統計局(Bureau of Labor Statistics))，爰此建議本所各研究業務單位，需先研擬勞動與職業安全衛生政策相關議題，以利國際交流之執行工作。3.建議加強本所研究人員之英文專業能力，以因應國際勞動與職業安全衛生相關議題之推動。4.本所於 2019 美國工業衛生展覽會所展示的運用 VR 體驗安全衛生實境、噪音控制技術、奈米個人採樣器等皆獲國際間高度肯定與贊揚，並極具推廣價值，爰此建議本所加強研究成果之國際展示，以持續與世界各國職業安全衛生領域之人士交流並洽談進一步合作事宜。5.加強爭取國際職業安全衛生相關會議的主辦權，以爭取我國之國際地位與促進我國之經濟成長及增進職業安全衛生之國際交流。

關鍵詞：美國國家職業安全衛生研究所、美國勞動部職業安全衛生署、美國勞動統計局、
2019 美國工業衛生研討會及展覽會

目 錄

| | |
|--|----|
| 摘要..... | 1 |
| 目錄..... | 4 |
| 圖目錄..... | 6 |
| 表目錄..... | 7 |
| 第一章 出國目的..... | 8 |
| 第一節 與美國國家職業安全衛生研究所進行職業安全衛生研究雙 邊工作會議..... | 8 |
| 第二節 與美國勞動統計局進行職業傷病及重要勞動議題統計分析 意見交流會議..... | 9 |
| 第三節 與美國勞動部職業安全衛生署進行職業傷病預防工作討 論會議..... | 10 |
| 第四節 參加 2019 美國工業衛生研討會及展覽會..... | 11 |
| 第二章 過程..... | 12 |
| 第三章 美國國家職業安全衛生研究所交流合作工作會議情形..... | 14 |
| 第一節 與美國國家職業安全衛生研究所-摩根城分所進行工作會議..... | 14 |
| 第二節 與美國國家職業安全衛生研究所-匹茲堡分所進行工作會議..... | 21 |
| 第三節 與美國職業安全衛生研究所總部進行工作會議..... | 26 |
| 第四節 與美國勞動統計局進行職業傷病及重要勞動議題統計分析意見 交流會議..... | 29 |
| 第五節 與美國勞動部職業安全衛生署進行職業傷病預防工作討論會議.. | 34 |
| 第六節 於 2019 美國工業衛生研討會及展覽會發表論文與展示研究成果 | 39 |
| 第四章 心得..... | 46 |
| 第一節 美國國家職業安全衛生研究所交流合作工作會議心得..... | 46 |
| 第二節 於 2019 美國工業衛生研討會及展覽會發表論文與展示研究成果心 | |

| | |
|--|----|
| 得..... | 52 |
| 第五章 建議事項..... | 54 |
| 附錄 研究成果論文" Association of Particulate Matter from Cooking Oil Fumes with Heart Rate Variability and Oxidative Stress 內容"..... | 54 |

圖目錄

| | |
|--|----|
| 圖 1. 美國職業安全衛生管理架構圖..... | 16 |
| 圖 2. 美國國家職業安全衛生研究所總部與各分所位置圖..... | 17 |
| 圖 3. 於美國國家職業安全衛生研究所-摩根城分所與 NIOSH 副所長 Dr. Margaret M. Kitt 合影..... | 18 |
| 圖 4. 於美國國家職業安全衛生研究所-摩根城分所與 NIOSH 呼吸衛生組研究人員合影..... | 19 |
| 圖 5. 於美國國家職業安全衛生研究所-摩根城分所與 NIOSH 研究人員探討職業性氣喘對勞工離職影響等議題..... | 20 |
| 圖 6. NIOSH-匹茲堡分所研究人員展示假人頭型計測資料研究..... | 23 |
| 圖 7. NIOSH 匹茲堡分所研究人員展示 VR 體驗礦場安全衛生實境..... | 24 |
| 圖 8.於美國國家職業安全衛生研究所-匹茲堡分所 與 NIOSH 副所長 Dr. Margaret M. Kitt, 礦場研究組組長 Dr. R.J. Matetic, 個人防護與安全研究組組長 Dr. Maryann D’Alessandro 合影..... | 25 |
| 圖 9.於美國職業安全衛生研究所總部進行工作會議與 NIOSH 幕僚長 Frank Hearl, 科學研究組副組長 Dr.Christopher C. Coffey 合影..... | 28 |
| 圖 10.與美國勞動統計局國際科技合作組組長 Mark W. Dumas 等人員合影... | 33 |
| 圖 11.與美國勞動部職業安全衛生署國際事務分析員 Ylvyonne G. Thomas 等人員合影..... | 38 |
| 圖 12.於 2019 美國工業衛生研討會發表本所研究成果論文與 NIOSH 研究人員合影..... | 41 |
| 圖 13.於 2019 美國工業衛生研討會發表本所研究成果論文與美國學者合影... | 42 |
| 圖 14.於 2019 美國工業衛生展覽會本所展示攤位與美國學者合影..... | 43 |
| 圖 15.本所工作人員指導國外學者運用 VR 體驗安全衛生實境..... | 44 |
| 圖 16. 2019 美國工業衛生展覽會本所工作人員於展示攤位合影..... | 45 |

表目錄

表 1. 2019 美國國家職業安全衛生研究所交流合作工作會議行程.....13

第一章 出國目的

第一節 與美國國家職業安全衛生研究所進行職業安全衛生研究雙邊工作會議

美國國家職業安全衛生研究所（National Institute for Occupational Safety and Health，簡稱 NIOSH）隸屬美國衛生及公共服務部中的疾病控制與預防中心（CDC），對職業災害、傷病進行研究以及提供預防的建議。NIOSH 有三項總體目標，包括進行調查研究來降低與工作有關的疾病和傷害、通過干預、建議與能力建設來提升安全衛生的工作場所及通過國際合作來加強全球工作場所的安全與衛生。此方案將機構的工作分成 8 組，代表不同行業部門。後來方案再細分為 24 個跨部門小組。NIOSH 內部研究人員超過 1,400 人，包括流行病學、醫學、工業衛生、安全、心理學、工程學、化學和統計學。目前 NIOSH 的負責人是約翰·霍華德(John Howard)。

而 NIOSH 之國家職業安全衛生研究主題（National Occupational Research Agenda；簡稱 NORA）由 NIOSH 大力邀請各界的參與，約有 500 個以上之研究單位、公司、機關團體參與 NORA 之討論，NORA 分成三項領域、21 項主題。在第一領域為疾病、傷害方面：有皮膚病、氣喘、生殖危害、聽力損失、傳染病、下背痛、上肢疾病、外傷等八項；在第二領域為環境與生產力方面：新技術、室內環境、混合暴露、工作之組織、特殊危害族群等五項；在第三領域研究工具及方法方面：癌症研究法、工程控制技術及個人防護具、暴露評估法、健康服務探討、風險評估法、社會經濟面之衝擊、監控研究法等八項。除了前述談及 NORA 之大方向、分工與合作之原則，職業病預防之議題是隨著時代而演變的。NIOSH 本身也可以提出法令建議標準提供 OSHA 討論或採納。公布草案之後，社會各界及學者專家都有可以批評建議之處，因此能廣納善諫，使得標準之制定更周延，美中不足的是，其制定每一法規之時間約 8—12 年。

爰此規劃參訪美國國家職業安全衛生研究，包括美國國家職業安全衛生研究所摩根城分所、匹茲堡分所、華盛頓哥倫比亞特區總部，就參訪當今職業傷病預防研究策略交流討論，並進行雙邊工作會議與技術交流，洽商國際交流合作備忘錄等事宜，以提升我國職業傷病預防研究水準與提高我國國際地位。

第二節 與美國勞動統計局進行職業傷病及重要勞動議題統計分析意見交流

美國負責職業災害統計之主管機關為隸屬於勞動部 (Department of Labor) 的勞動統計局 (Bureau of Labor Statistics)。勞動統計局為美國聯邦政府查明勞工經濟與統計真相的一個主要機構，其具有雙重角色，其既為勞工局的統計單位，同時又是一個獨立的國家統計機構，負責蒐集、處理、分析及發布經濟及統計資料給美國大眾、國會、其他聯邦機構、州政府、地方政府、商業界以及勞工。其作用主要在有關就業、失業、物價、家庭支出、工資、補償、勞資關係、生產力、技術變遷、職業安全與衛生及其他相關資料等事項。勞動統計局在全國設有八個分局，分別在麻塞諸塞州、紐約州、賓州、喬治亞州、伊利諾州、德州、密蘇里州、與加州。

勞動統計局設有局長、副局長各一人；行政副局長、研究與評估副局長各一人；技術與問卷調查副局長一人，下設有技術與計算服務組及問卷調查組；工作與失業統計副局長一人，下設工作研究與計畫發展組及問卷設計與行政統計組；物價與生活條件副局長一人，下設有消費者物價與物價指數助理局長、工業價格與物價指數助理局長、國際物價助理局長、以及物價指數研究員各一人；賠償與工作條件副局長一人，下有賠償與水準與趨勢助理局長、安全衛生與工作條件助理局長、賠償研究與計畫發展研究員各一人；另外還有生產與技術、出版與專案研究、現場操作副局長各一人。

根據美國聯邦規章 (Code of federal regulations, CFR) 依據 1970 年的職業安全衛生法案及勞工部部長命令，於 29 CFR 1904.8 中規定，事業單位發生職業意外造成一人或一人以上死亡災害，或者五人或五人以上入院治療之災害，雇主應於事故發生後 48 小時內以口頭或書面向最近的美國勞工部職業安全衛生署的地區主管辦公室報告，報告方式可使用電話或電報。報告內容須含意外狀況、死亡人數及受傷情形。地區主管如果覺得有必要，可要求書面或其他形式有關意外的附加報告。29 CFR 1904.2 中並規定，每一個雇主應在每一機構(establishment)中保有其職業傷病之紀錄，同時應儘早(不得晚於獲知案發後的 6 個工作日)記錄每一個案例，該紀錄保留時間須從次年一月算起，至少五年。

爰此規劃與美國勞動統計局進行職業傷病統計分析雙邊工作會議，以了解美國政府有關職

傷病統計分析之長處與弱點，作為修正我國職業傷病統計分析之重要參考依據。

第三節 與美國勞動部職業安全衛生署進行職業傷病預防工作討論會議

由於有超過九千萬的美國人於白天時間致力於工作，他們是國家最有價值的資源，但在 1970 年有一萬四千名美國勞工因職業災害死亡，有兩百五十萬名勞工因職業災害失能，並有三萬件新浮現職業病案例 (new cases of occupational diseases were accounted as job related)，因此在 1970 美國國會通過職業安全衛生法案 (the Occupational Safety and Health Act of 1970)，以確保每一位工作者的安全健康與保護人力資源。依據職業安全衛生法案，美國於 1971 年 4 月 28 日成立美國聯邦職業安全衛生署，該署並致力於三個工作目標：

- i. 增進工作場所的安全與健康，以減低傷害、疾病與死亡。
- ii. 提高工作場所的文化，以增加雇主與勞工對增進工作場所安全與健康的承諾。
- iii. 發展與致力職業安全衛生署服務的長處，以確保公眾信心。

為了有效執行職業安全衛生法案，美國職業安全衛生署被國會授權來制定與加強職業安全衛生標準 (Safety and Health Standards)。美國職業安全衛生署簽署工作狀況、工具、設備 (equipment)、設施(facility)與工作程序的安全衛生標準與規則。而職業衛生標準的建立與公佈是一個將最近的醫學、科學與工程知識，以及經濟資訊導入公共政策的程序。最終的職業衛生標準必需在經濟面與技術面皆為可行。並為了執行職業衛生標準美國職業安全衛生署依法進行工作場所檢查，以確保工作場所沒有造成致死或導致嚴重身體傷害的危害存在。在檢查過程中對於違反規定者則依照職業安全衛生法加以處罰，例如：非造成致命的違反職業安全衛生標準者，最高可處七千元美金的罰款，而對於非嚴重性的違規事件，可由職業安全衛生主管當局依雇主的認知與努力 (特別是為了符合職業安全衛生法規所作的努力)、過去的違規記錄與企業的大小，來調整降低罰款，而當調整降低的罰款低於一百元美金者，職業安全衛生署則不進行罰款。

美國職業安全衛生的諮詢輔導工作 (The OSHA Consultation Program) 由美國職業安全衛

署贊助經費與領導進行，藉由自由的諮詢服務，使雇主們能夠發現他們工作場所的潛在危害，增強他們職業安全衛生的管理系統，甚至可獲得免除 OSHA 一年檢查的資格。此職業安全衛生的諮詢輔導服務，是由州政府運用訓練合格的人員來進行，諮詢輔導通常在作場所進行，亦有特定的諮詢輔導可在工作場所之外進行。諮詢輔導主要針對小企業來進行，所謂小企業為人數少於 250 人的企業，在安全衛生諮詢輔導時與 OSHA 的檢查工作做完全分開，而且不進行處罰。安全衛生諮詢輔導工作為保密進行，對於個人姓名、公司名稱、所提供的作場所資料、諮詢顧問所發現的不安全或不衛生的工作狀況，皆不會透露給 OSHA 的檢查員。雇主的唯一責任義務為保證在一定時間內，矯正職業安全衛生危害。

爰此規劃與美國勞動部職業安全衛生署進行職業傷病預防雙邊工作會議，以蒐集美國最新的職業傷病預防政策，並蒐集美國政府職業安全衛生管理相關法規或相關標準資料，以了解美國政府職業安全衛生管理制度的長處與弱點，以作為修正我國職業安全衛生相關法規之重要參考依據。

第四節 參加 2019 美國工業衛生研討會及展覽會

美國工業衛生研討及展覽會(American Industrial Health conference & exhibition, AIHce)由美國工業衛生學會 (American Industrial Hygiene Association, AIHA) 及美國政府工業衛生師協會 (American Conference of Governmental Industrial Hygienists, ACGIH) 共同主辦。AIHA 成立於 1939 年，為國際上規模最大之工業衛生非政府組織，會員約 10,000 人，其中有超過半數具有認證工業衛生師(Certificated Industrial Hygienist)資格，AIHce 每年在北美(包括美國及加拿大)各地舉行，為職業安全衛生相關領域專業人員之年度盛會，雖以美國相關專業團體為名，但實質具國際領導地位，吸引世界各國專業人員共襄盛舉。

爰此規劃參加 2019 美國工業衛生研討會及展覽會，發表本所研究成果論文，展示本所參展專利、運用 VR 體驗安全衛生實境、新型防護具、新發明之採樣器等研究成果，以持續與世界各國職業安全衛生領域之人士交流並洽談進一步合作事宜。

第二章 過程

2019年5月12日上午由桃園中正國際機場啟程，5月12日晚間抵達美國賓州匹茲堡，5月13日與美國國家職業安全衛生研究所-摩根城分所進行工作會議，5月14日與美國國家職業安全衛生研究所-匹茲堡分所進行工作會議，5月15日由美國西維吉尼亞州摩根城出發抵華盛頓哥倫比亞特區，5月16日與美國職業安全衛生研究所總部進行工作會議，5月17日上午於勞動統計局(Bureau of Labor Statistics, BLS)進行工作會議，5月17日下午美國勞動部職業安全衛生署(Occupational Safety and Health Administration, OSHA)，5月19日由華盛頓哥倫比亞特區(Washington, D.C.)飛往明尼蘇達州明尼亞波里斯(Minneapolis, Minnesota)，5月20日至5月22日參加於美國明尼蘇達州明尼亞波里斯(Minneapolis, Minnesota)舉行的2019美國工業衛生研討會及展覽會，發表本所研究成果論文，展示本所專利、物聯網與智慧科技、新型防護具、新發明之採樣器等研究成果，以持續與世界各國職業安全衛生領域之人士交流並洽談進一步合作事宜，過程詳如表1。

表 1. 2019 美國國家職業安全衛生研究所交流合作工作會議行程

| 日期 | 行程 | 備註 |
|-------------------------|---|---|
| 5/12(星期日) | 從臺灣出發前往美國賓州匹茲堡 (Pittsburgh, Pennsylvania) | 1. 於美國舊金山轉機 2. 美國時間 18:34 抵達美國賓州匹茲堡 (Pittsburgh, Pennsylvania) |
| 5/13(星期一) | 與美國國家職業安全衛生研究所-摩根城分所進行工作會議 | 西維吉尼亞州摩根城 (Morgantown, West Virginia) |
| 5/14(星期二) | 與美國國家職業安全衛生研究所-匹茲堡分所進行工作會議 | 美國賓州匹茲堡 (Pittsburgh, Pennsylvania) |
| 5/15(星期三) | 由美國西維吉尼亞州摩根城出發抵 華盛頓哥倫比亞特區 | 華盛頓哥倫比亞特區 (Washington, D.C.) |
| 5/16(星期四) | 與美國職業安全衛生研究所總部進行工作會議 | 華盛頓哥倫比亞特區 (Washington, D.C.) |
| 5/17(星期五) | 於美國勞動部職業安全衛生署 (OSHA)及勞動統計局(Bureau of Labor Statistics) 進行工作會議 | 華盛頓哥倫比亞特區 (Washington, D.C.) |
| 5/19(星期日) | 由華盛頓哥倫比亞特區(Washington, D.C.)飛往明尼蘇達州明尼亞波里斯 (Minneapolis, Minnesota) | 上午飛機 由華盛頓哥倫比亞特區 (Washington, D.C.)飛往明 尼蘇達州明尼亞波里斯 (Minneapolis, Minnesota) |
| 5/20(星期一)- 5/22(星期三) | 參加 2019 美國工業衛生研討會及展覽會，展示本所研究成果。 | 明尼蘇達州明尼亞波里斯 (Minneapolis, Minnesota) |
| 5/23(星期四) -5/24(星期五) | 由美國明尼蘇達州明尼亞波里斯 5/23(星期四)出發，5/24(星期五)返回 抵達臺灣桃園機場。 | 飛機 美國明尼蘇達州明尼亞波 里斯(Minneapolis, Minnesota)至臺灣 |

第三章 美國國家職業安全衛生研究所交流合作工作會議情形

第一節 與美國國家職業安全衛生研究所-摩根城分所進行工作會議

與美國國家職業安全衛生研究所(NIOSH)-摩根城分所進行工作會議議程：

1. 美國國家職業安全衛生研究所-摩根城分所簡介
2. 勞動部勞動及職業安全衛生研究所簡介
3. 摩根城分所安全研究介紹
4. 移動式機器人展示
5. 參觀 NIOSH 礦場安全衛生教育巡迴宣導車
6. 呼吸衛生組簡介
7. 健康效應實驗組簡介
8. 國家個人防護技術簡介

NIOSH 的使命為在職業安全和健康領域產生新知識，並將這些知識轉化為工作場所實踐，以防止與工作有關的傷害，疾病和死亡。NIOSH 的願景為維護安全健康的工作者。NIOSH 摩根城分所的研究單位包括：安全研究組、呼吸衛生研究組、健康效應實驗研究組、國家個人防護技術組。NIOSH 於 2016-2020 的使命目標：目標 1：執行研究以減少勞工的疾病和傷害，並提高勞工的福祉。目標 2：透過介入、建議與能力培養，促進勞工的安全健康。目標 3：透過全球合作，加強勞工安全健康。NIOSH 隸屬美國衛生與公共服務部，兼負職業安全衛生研究及疾病管制與預防任務，並與美國勞動部職業安全衛生署(OSHA)共同合作來制定法規，制定新的職業安全衛生法規由 NIOSH 與 OSHA 共同簽署；除此之外 NIOSH 並與礦場安全衛生署(Mine Safety and Healthy Administration, MSHA)共同合作來制定法規，制定新的礦場安全衛生法規由 NIOSH 與 MSHA 共同簽署；美國職業安全衛生管理架構圖如圖 1 所示，NIOSH 的總部設立在華盛頓特區 (Washington, DC)，並包括在俄亥俄州辛辛那提市分所 (Cincinnati, OH)、西維吉尼亞州摩根城分所 (Morgantown, WV)、賓州匹茲堡分所 (Pittsburgh, PA)、阿拉斯加州安克雷奇分所 (Anchorage, AK)、華盛頓州斯波坎分所 (Spokane, WA) 與喬治亞州亞特

蘭大分所 (Atlanta, GA)，各分所都設有其研究實驗室與辦公室，美國國家職業安全衛生研究所總部與各分所位置圖，如圖 2 所示。NIOSH 是一個由多個專業組成的機構，內部職工超過 1,400 人，他們代表多個行業，包括流行病學、醫學、工業衛生、安全、心理學、工程學、化學和統計學。本所人員於美國國家職業安全衛生研究所-摩根城分所與 NIOSH 副所長 Dr. Margaret M. Kitt 合影如圖 3 所示。於美國國家職業安全衛生研究所-摩根城分所與 NIOSH 呼吸衛生組研究人員合影如圖 4 所示。而於美國國家職業安全衛生研究所-摩根城分所與 NIOSH 研究人員探討職業性氣喘對勞工離職影響等議題，如圖 5 所示。

美國職業安全衛生

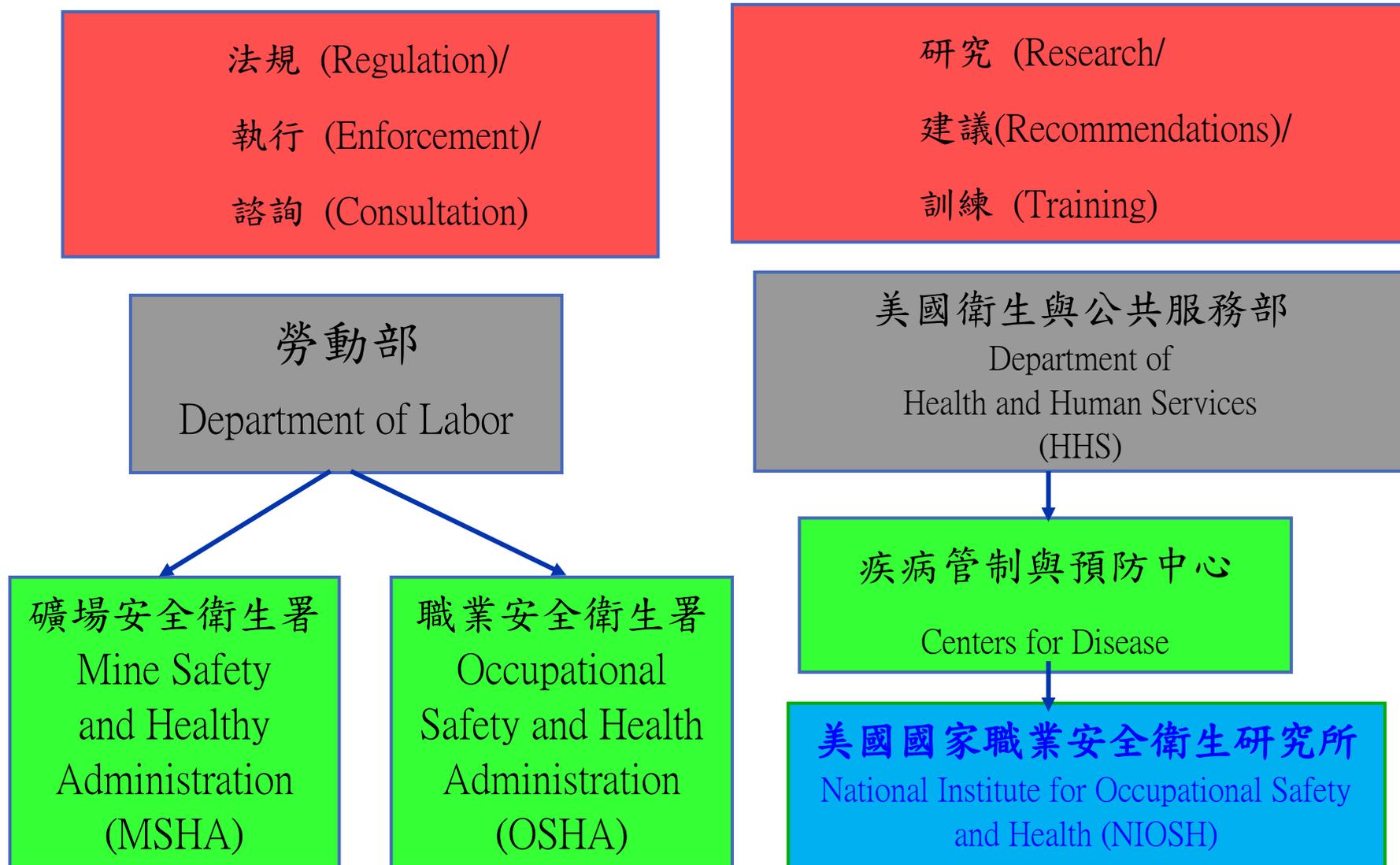


圖 1. 美國職業安全衛生管理架構圖

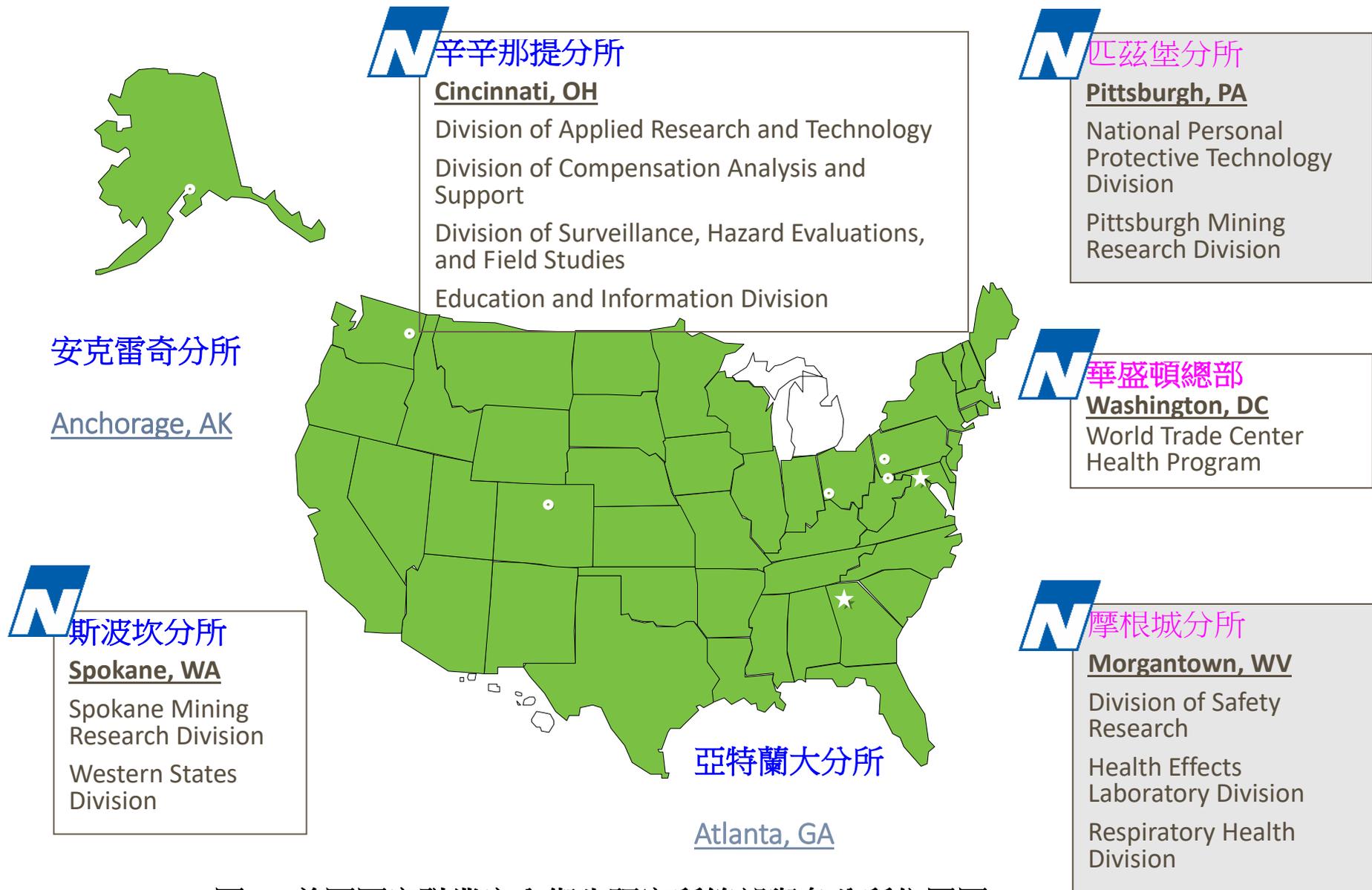


圖 2. 美國國家職業安全衛生研究所總部與各分所位置圖



圖 3. 於美國國家職業安全衛生研究所-摩根城分所與 NIOSH 副所長 Dr. Margaret M. Kitt 合影

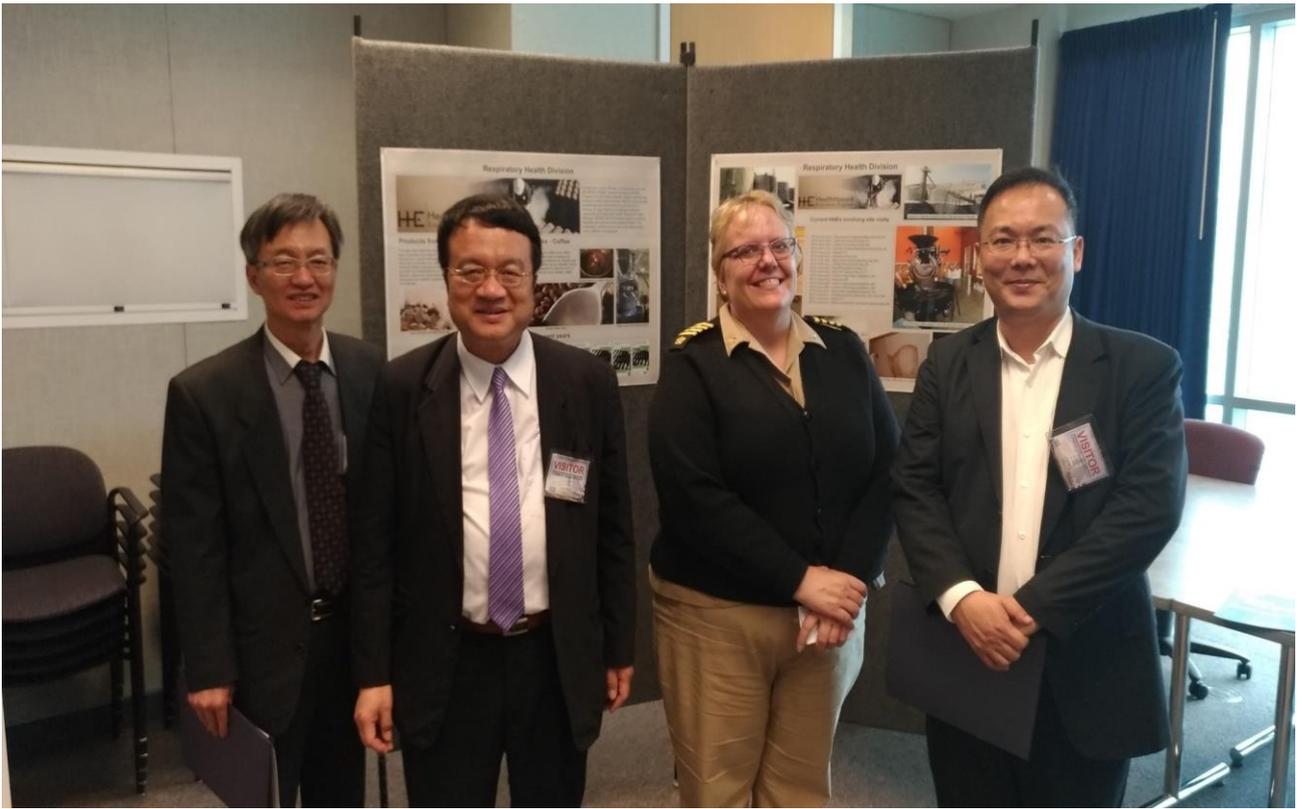


圖 4. 於美國國家職業安全衛生研究所-摩根城分所與 NIOSH 呼吸衛生組研究人員合影

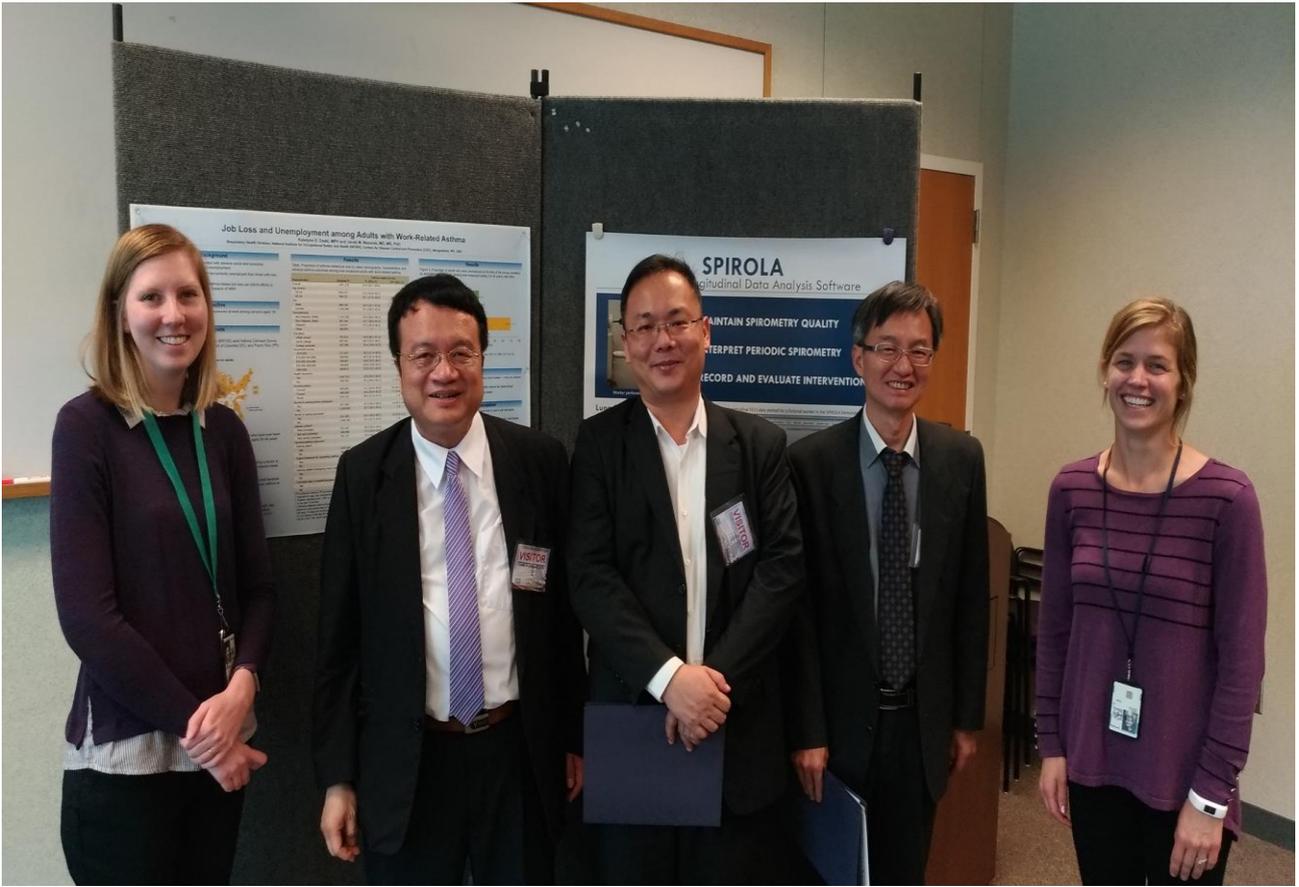


圖 5. 於美國國家職業安全衛生研究所-摩根城分所與 NIOSH 研究人員探討職業性氣喘對勞工離職影響等議題

第二節 與美國國家職業安全衛生研究所(NIOSH)-匹茲堡分所進行工作會議

與美國國家職業安全衛生研究所-匹茲堡分所進行工作會議議程：

1. 勞動部勞動及職業安全衛生研究所簡介
2. 國家個人防護技術實驗室簡介
3. 匹茲堡分所礦場研究組簡介
4. 礦場安全虛擬實境(VR)介紹
5. 矽化合物偵測方法介紹

NIOSH-匹茲堡分所國家個人防護技術實驗室 (NPPTL)，專門致力於個人防護設備 (PPE) 的研究。 NPPTL 是應美國國會的要求於 2001 年創建的，以改進 PPE 和技術研究的需求，其側重於呼吸器面罩的實驗和建議，確保一定的標準過濾效率，並製定測試和開發 PPE 的標準。 NPPTL 進行研究並為其他類型的 PPE 提供建議，包括防護衣、防護手套、護目鏡、頭罩、聽力保護、化學傳感器及用於安全部署緊急工作人員的通信設備。 NPPTL 並保留了 N95 呼吸防護具的認證，並舉辦了 N95 教育的年度教育日。 NIOSH-匹茲堡分所國家個人防護技術實驗室研究組目前約有 100 位研究人員，

NIOSH-匹茲堡分所研究人員展示假人頭型計測資料研究如圖 6 所示。 NIOSH-匹茲堡分所礦場研究組(Pittsburgh Mining Research Division, PMRD)亦約有 100 位研究人員，PMRD 進行研究減少各種礦場職業安全和健康危害。 PMRD 致力於消除礦場死亡災害，以及所有採礦部門的傷病和疾病。 PMRD 與勞工、採礦協會、設備製造商、礦山運營商和其他政府機構共同收集數據、開發測試軟體、創建和審查新技術，並提供對工作場所挑戰的解決方案。 PMRD 其中一些測定設施為全球獨一無二的，包括專業實驗室，全面的畫廊與精密的技術儀器：1.安全研

究和實驗煤礦為健康提供真正的礦場環境安全研究。2.Hemi-Anechoic Chamber 用於精確定位採礦機器上的危險噪音。3.虛擬實境與擬實驗室創建危險採礦的安全模擬的情況。4.礦場照明實驗室改善照明技術。NIOSH 匹茲堡分所研究人員展示 VR 體驗礦場安全衛生實境如圖 7 所示。NIOSH 匹茲堡分所研究人員並說明，以 ANSI 美國國家標準在臺灣製造呼吸防護具的廠商有 10 家。本所人員於美國國家職業安全衛生研究所-匹茲堡分所 與 NIOSH 副所長 Dr. Margaret M. Kitt, 礦場研究組組長 Dr. R.J. Matetic, 個人防護與安全研究組組長 Dr. Maryann D' Alessandro 合影如圖 6 所示。

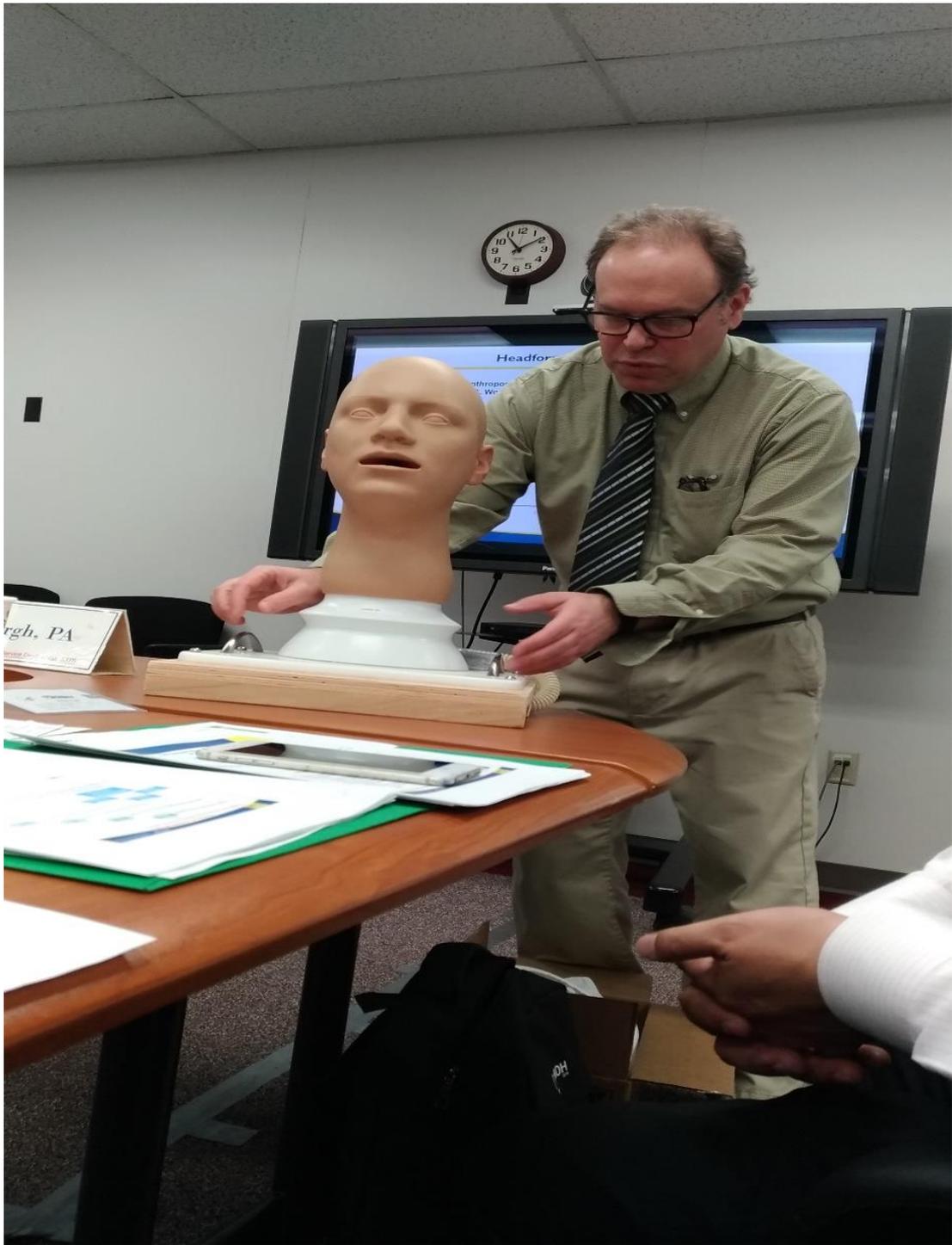


圖 6. NIOSH-匹茲堡分所研究人員展示假人頭型計測資料研究



圖 7. NIOSH 匹茲堡分所研究人員展示 VR 體驗礦場安全衛生實境



圖 8.於美國國家職業安全衛生研究所-匹茲堡分所 與 NIOSH 副所長 Dr. Margaret M. Kitt, 礦場研究組組長 Dr. R.J. Matetic, 個人防護與安全研究組組長 Dr. Maryann D'Allessandro 合影

第三節 與美國職業安全衛生研究所總部進行工作會議

與美國職業安全衛生研究所總部進行工作會議議程：

1. **ILOSH 簡介**
2. **ILOSH 專題研究報告- Health Hazards Evaluation for Barbecue Fume Exposure in Restaurant Workers**
3. **NIOSH 的國際合作研究計畫**
NIOSH's International programs (WHO Coordinating Centers)
4. **NIOSH 的科學研究管理**
Managing NIOSH science
5. **世界貿易中心健康研究計畫概述**
World Trade Center Health Program overview
6. **NIOSH如何與O S H A合作共同制定職業衛生法規**
How NIOSH works with OSHA to develop occupational health standards

由於有超過九千萬的美國人於白天時間致力於工作，他們是國家最有價值的資源，但在 1970 年有一萬四千名美國勞工因職業災害死亡，有兩百五十萬名勞工因職業災害失能，並有三萬件新浮現職業病案例 (new cases of occupational diseases were accounted as job related)，因此在 1970 美國國會通過職業安全衛生法案 (the Occupational Safety and Health Act of 1970)，以確保每一位工作者的安全健康與保護人力資源 [1]。依據職業安全衛生法案，美每國於 1971 年 4 月 28 日成立美國聯邦職業安全衛生署，該屬並致力於三個工作目標：

1. 增進工作場所的安全與健康，以減低傷害、疾病與死亡。
2. 提高工作場所的文化，以增加雇主與勞工對增進增進工作場所安全與健康的承諾。
3. 發展與致力職業安全衛生署服務的長處，以確保公眾信心。

為了有效執行職業安全衛生法案，美國職業安全衛生署被國會授權來制定與加強職業安全衛生標準 (Safety and Health Standards)。美國職業安全衛生署簽署工作狀況、工具、設備 (equipment)、設施(facility)與工作程序的安全衛生標準與規則。而職業衛生標準的建立與公佈是一個將最近的醫學、科學與工程知識，以及經濟資訊導入公共政策的程序。最終的職業衛生標準必需在經濟面與技術面皆為可行。並為了執行職業衛生標準美國職業安全衛生署依法進行工作場所檢查，以確保工作場所沒有造成致死或導致嚴重身體傷害的危害存在。在檢查過程中對於違反規定者則依照職業安全衛生法加以處罰，例如：非造成致命的違反職業安全衛生標準者，最高可處 132,598 元美金的罰款，而對於非嚴重性的違規事件，可由職業安全衛生主管當局依雇主的認知與努力（特別是為了符合職業安全衛生法規所作的努力）、過去的違規記錄與企業的大小，來調整降低罰款，而當調整降低的罰款低於一百元美金者，職業安全衛生署則不進行罰款。於美國職業安全衛生研究所總部進行工作會議與 NIOSH 幕僚長 Frank Hearl, 科學研究組副組長 Dr.Christopher C. Coffey 合影，如圖 9 所示。



圖 9.於美國職業安全衛生研究所總部進行工作會議與 NIOSH 幕僚長 Frank Hearl, 科學研究組副組長 Dr.Christopher C. Coffey 合影

第四節 與美國勞動統計局進行職業傷病統計分析雙邊工作會議

與美國勞動統計局進行職業傷病統計分析雙邊工作會議

1. 勞動部勞動及職業安全衛生研究所簡介

2. 討論美國勞動統計局有關勞工就業、作業場所死亡、傷害、疾病之統計數據

3. 勞動部勞動及職業安全衛生研究所提出之討論議題

(1) 議題 1.

在 2016 年美國勞動部勞動統計局公佈的 2016 年職業傷害統計報告中，“工作場所殺人”和“工作場所自殺”等事件，以及藥物濫用與在工作中酗酒，均列在統計數據中。BLS 是否有關於工作場所殺人、工作場所自殺、藥物濫用與在工作中酗酒的預防研究？

說明：

A. 在 2017 年 12 月 19 日 BLS 公佈的 2016 年職業傷害統計報告中，工作場所兇殺案由 2015 年的 83 項增加至 2016 年的 500 項。

B. 工作場所自殺從 2015 年的 62 項增加到 2016 年的 291 項，創下 1992 年以來的最高自殺率。

C. 在工作期間非醫療的藥物濫用或酗酒，從 2015 年的 165 項增加到 2016 年的 217 項。

討論重點：

A. BLS 是否有關於工作場所殺人、工作場所自殺、藥物濫用與在工作中酗酒的預防研究？

B. BLS 如何與 NIOSH 及 OSHA 合作，以進行職業傷害的預防？

(2) 議題 2.

美國勞動部勞動統計局(BLS)提供與工作相關的傷害、疾病、死亡資料，但 BLS 發現 2011-2017 有錯誤統計資料，BLS 要如何處理這些錯誤統計資料？

說明：BLS 根據行業，職業和地理位置提供與工作相關的傷害，疾病和死亡，但 BLS 發現職業傷害和疾病調查(SOII)的估計誤差 - 與傷害或疾病來源相關的案例和人口統計類別 3244 石油鑽井平台和機械以及 345 Derricks 和相關設備 2011 年至 2017 年(2015 年除外)。該錯誤影響了國家級數據，發病率和中位工作天數的估計值及以下幾州的案件數量：加利福尼亞州，哥倫比亞特區，佐治亞州，路易斯安那州，馬里蘭州，馬薩諸塞州，明尼蘇達州，新墨西哥州，北卡羅來納州，賓夕法尼亞州，田納西州，德克薩斯州，華盛頓州，威斯康辛州和懷俄明州。該錯誤影響了以下特定傷害或疾病來源的

估計：1。建築，採伐和採礦機械；2.採礦和鑽井機械；3.石油鑽井平台和機械；4.物料和人員處理機械；5.井架及相關設備。

討論重點

- A.對於 2011-2017 的職業傷病調查有錯誤統計資料 BLS 要如何更正這些錯誤統計資料？
- B.未來 BLS 是否有較嚴謹的核對機制？以避免發生錯誤統計資料。

(3)議題 3.

美國勞動部勞動統計局發布 2016 年航空運輸業非致命的職業傷病率超過民營行業的 2 倍，BLS 要如何提醒航空運輸業之職業傷病預防？

說明：美國勞動部勞動統計局發布 2016 年，航空運輸業非致命的職業傷病率為 6.7 (件/100 名全職勞工)超過民營行業的非致命的職業傷病率的 2 倍 (2.9 件/100 名全職勞)。

討論重點

- A. BLS 要如何提醒航空運輸業之職業傷病預防？
- B. BLS 如何與 NIOSH 及 OSHA 或交通部合作，以降低航空運輸業之職業傷病？

(4)議題 4.

美國勞動部勞動統計局於 2018 年 12 月 18 日發布 2017 年美國的職業傷害死亡數據，2017 年職業傷害死亡案例以運輸業占最多: 2,077 件 (佔 40%)，BLS 要如何與 NIOSH 及 OSHA 合作，以降低運輸業之職業傷害死亡案例?

說明：美國勞動部勞動統計局於 2018 年 12 月 18 日發布 2017 年美國的職業傷害死亡數據，2017 年有 5,147 件職業傷害死亡案例，其中以運輸業占最多: 2,077 件 (佔 40%)。

討論重點:

- (1) BLS 要如何提醒運輸業者預防職業傷害?
- (2) BLS 如何與 NIOSH 及 OSHA 或交通部合作，以降低運輸業之職業傷害死亡案例?

(5)議題 5.

美國勞動部勞動統計局於 2018 年 4 月份公佈的 2018 年月份非農業就業人口總就業人數增加 196,000 人，但失業率仍維持在 3.8%。 BLS 如何解釋非農就業人口總就業人數的增加和失業率的變化?

說明：美國勞動部勞動統計局於 2018 年 4 月份公佈的 2018 年月份非農業就業人口總就業人數增加 196,000 人，醫療保健和專業技術服務業的就業人數顯著增加，但失業率仍維持在 3.8%。

討論重點

- (1) BLS 如何解釋 2019 年 3 月非農業就業總人數增加和失業率沒有變化?
- (2) 要對失業率負責的權責單位?

有關勞動部勞動及職業安全衛生研究所(本所)所提之討論議題：「在 2016 年美國勞動部勞動統計局公佈的 2016 年職業傷害統計報告中，“工作場所殺人”和“工作場所自殺”等事件，以及藥物濫用與在工作中酗酒，均列在統計數據中。 BLS 是否有關於工作場所殺人、工作場所自殺、藥物濫用與在工作中酗酒的預防研究?」，BLS 表示該局只做數據資料之統計分析，並未做預防研究。

美國勞動部勞動統計局工作人員說明，失業率受到經濟發展的影響，並沒有權責單位要對失業率負玩全的責任。美國勞動部勞動統計局於 2018 年 4 月份公佈的 2018 年月份非農業就業人口總就業人數增加 196,000 人，醫療保健和專業技術服務業的就業人數顯著增加，但失業率仍維持在 3.8%，其原因為統計的基準點不一樣。與美國勞動統計局國際科技合作組組長 Mark W. Dumas 等人員合影，如圖 10 所示。



圖 10. 與美國勞動統計局國際科技合作組組長 Mark W. Dumas 等人員合影

第五節 與美國勞動部職業安全衛生署進行職業傷病預防工作討論會議

與美國勞動部職業安全衛生署進行職業傷病預防工作討論會議:

1. 勞動部勞動及職業安全衛生研究所簡介
2. 美國勞動部職業安全衛生署進行職業傷病預防工作簡介
3. 勞動部勞動及職業安全衛生研究所提出之討論議題

(1) 議題 1.

美國職業安全衛生署(OSHA)自 1992 年頒布製程安全管理標準(29CFR 1910.119)，實施已超過 20 年，如何監督事業單位落實法規？是否有辦理實施成效評估？評估方法為何？

說明：

- A. OSHA 在 1992 年公布實施製程安全管理標準，要求使用高危害化學物質的事業單位需實施製程安全管理，內容包括 14 個管理項目。
- B. 我國參考美國製程安全法法規，於 1994 年公布實施「危險性工作場所審查及檢查辦法」，所要求的管理項目大致可對應到美國製程安全管理中的 7 個管理項目。
- C. 我國於 2014 年公布實施「製程安全評估定期實施辦法」，內容採用美國製程安全管理規定，包含 14 個管理項目。

討論重點：

- A. 我國推動製程安全管理多年，但部份事業單位執行不確實(例如，「製程危害分析」未能辨識出關鍵危害、小型事業單位沒有人力資源實施「機械完整性」項目)，OSHA 如何監督或輔導事業單位落實製程安全管理？
- B. OSHA 是否曾針對製程安全法法規辦理實施成效評估？若有，如何評估？績效指標為何？

(2) 議題 2.

為預防離岸風電建置施工過程所面臨的危害，臨海作業勞工之安全衛生教育訓練及工作條件基準，在法規上有何規定？

說明：

- A. 離岸風電是我國政府規劃未來綠能發展的主軸之一，預計至 2025 年離岸風電的發電量將達 5.5GW。
- B. 離岸風電在設置過程中，所面對的複雜度遠超過陸上風電之建置工程，過去臺灣較為缺乏離岸相關大型專案開發計畫之經驗。
- C. 從本年度起我國離岸風電工程將陸續展開，在風場建置過程中，施工及相關作業人員將面對各種潛在危害，包含：人員運送、高處作業及攀爬、侷限空間作業、吊掛作業、潛水員安全等等。

討論重點：

- A.離岸風電勞工安全衛生教育訓練制度，包括離岸風電作業勞工安全衛生教育訓練時數、課程內容、實施方式、回訓要求、緊急應變訓練等，OSHA 是否有相關規定？
- B.離岸風電勞工工作條件基準，包括離岸風電作業勞工工作時數、安全衛生防護基準、勞動條件、工作時數認定等，OSHA 是否有相關規定？

(3)議題 3.

勞工肌肉骨骼傷病為台灣職業病之大宗，美國是否有類似狀況？是否有相關預防計畫或措施，例如制定法規或加強檢查？

說明：

- A.我國勞工肌肉骨骼傷病案件數約占 50%以上，影響很普遍。
- B.由於目前沒有簡易的人因危害判定工具，勞工檢查不易施行效果有限。

討論重點：

- A.為有效降低勞工肌肉骨骼傷病，OSHA 是否有相關預防計畫或措施，包括宣導或檢查，未來是否有制定法規之計畫？
- B.OSHA 是否計畫與學界或業界合作，開發簡易的人因危害判定工具，共同預防勞工肌肉骨骼傷病

(4)議題 4.

照護作業是一種辛苦的工作，有關的職業安全衛生問題 OSHA 如何預防與改善？

說明：台灣已經進入高齡化社會，照顧服務員需求大增，然而台灣照顧服務員在執行作業時很少使用系統化的工具，耗費體力。

討論重點：

A.在美國照服員在轉移位時，會不會使用工作輔具，轉移位以徒手為主，還是以工作輔具為主。

B.美國照護機構照服員工作量或照服比是否有特別規定？

C. Guidelines for nursing home 是否可以翻譯中文版給台灣參考照服機構及勞工參考

(5)議題 5.

OSHA 如何與 NIOSH 共同合作制定職業衛生法規？

說明：美國在制定職業衛生法規的學理依據涵蓋醫學面、毒物學層面、科技面與經濟面。美國職業安全衛生署於 1971 年，定出 1,3-丁二烯的八小時日時量平均容許濃度(PEL-TWA)為 1,000 ppm，但之後美國進行了許多動物實驗、人類流行病學研究、人體之體內與體外系統之代謝物與代謝機制研究，證明 1,3-丁二烯人體致癌物，美國在 1990 提出修正 1,3-丁二烯 5 之 PEL-TWA 為 2 ppm，並在 1995 將 1,3-丁二烯 PEL-TWA 修正為 1ppm。

討論重點：

- A. 是否還有其他與 1,3-丁二烯類似的職業衛生標準修訂程序，以加強對工人的保護？
- B. 職業衛生標準修訂程序是否考量成本效益分析？
- C. OSHA 如何與 NIOSH 共同合作制定職業衛生法規？

(6)議題 6.

OSHA 對於勞工職業病如何認定?如何通報?及如何管理?

說明：我國職業疾病低估問題，可能與勞雇雙方對因職業疾病認知不足、我國疑似職業疾病通報機制未完整建構、勞工特殊健康檢查未發揮職業疾病篩檢功能、職業疾病調查機制及診斷工具不足、疑似 職業疾病調查與診斷網絡未普及，以及受限於本土流行病學及個案暴露證據常不足等因素，致造成認定比率較其他先進國家為低。

討論重點：

- (1) OSHA 如何訓練醫師來認定工作環境中的潛在危害物與勞工職業病？
- (2)癌症為台灣勞工死因之首位，然而台灣的職業性癌症的發現率嚴重偏低，OSHA 要如何認定勞工的職業性癌症？

(7)議題 7.

OSHA 對於職業駕駛如何認定其睡眠呼吸中止症?對於有睡眠呼吸中止症的職業駕駛如何管理?

說明：睡眠呼吸中止症的患者睡眠呼吸中止症影響的職業高危險群，例如疲勞駕駛造成美國每年 125 億美元的經濟損失，爰此美國聯邦汽車運輸安全管理署（NHTSA）於 2013 年開始以正式的規則程序對卡車司機執行睡眠呼吸中止症測試?

討論重點：

A. OSHA 對於職業駕駛如何認定其睡眠呼吸中止症?

B. OSHA 對於有睡眠呼吸中止症的職業駕駛如何管理?

美國在制定職業衛生法規的學理依據涵蓋醫學面、毒物學層面、科技面與經濟面。美國職業安全衛生署於 1971 年，定出 1,3-丁二烯的八小時日時量平均容許濃度(PEL-TWA)為 1,000 ppm，但之後美國進行了許多動物實驗、人類流行病學研究、人體之體內與體外系統之代謝物與代謝機制研究，證明 1,3-丁二烯人體致癌物，美國在 1990 提出修正 1,3-丁二烯 5 之 PEL-TWA 為 2 ppm，並在 1995 將 1,3-丁二烯 PEL-TWA 修正為 1ppm。與 1,3-丁二烯類似的職業衛生標準修訂程序類似的化學物質，包括游離二氧化矽與石棉。

對於勞動部勞動及職業安全衛生研究所(本所)所提的討論議題：「美國職業安全衛生署(OSHA)自 1992 年頒布製程安全管理標準(29CFR 1910.119)，實施已超過 20 年，如何監督事業單位落實法規？是否有辦理實施成效評估？評估方法為何？」，OSHA 提供石化業製程安全管理(Process Safety Management for Petroleum Refineries)、倉儲安全管理(Process Safety Management for Storage Facilities)、煙火等爆炸物製程安全管理(Process Safety Management for Explosive Pyrotechnics Manufacturing)、小企業安全管理(Process Safety Management for Small Business)等相關資料予本所參考。與美國勞動部職業安全衛生署國際事務分析員 Ylvonne G. Thomas 等人員合影，如圖 11 所示。

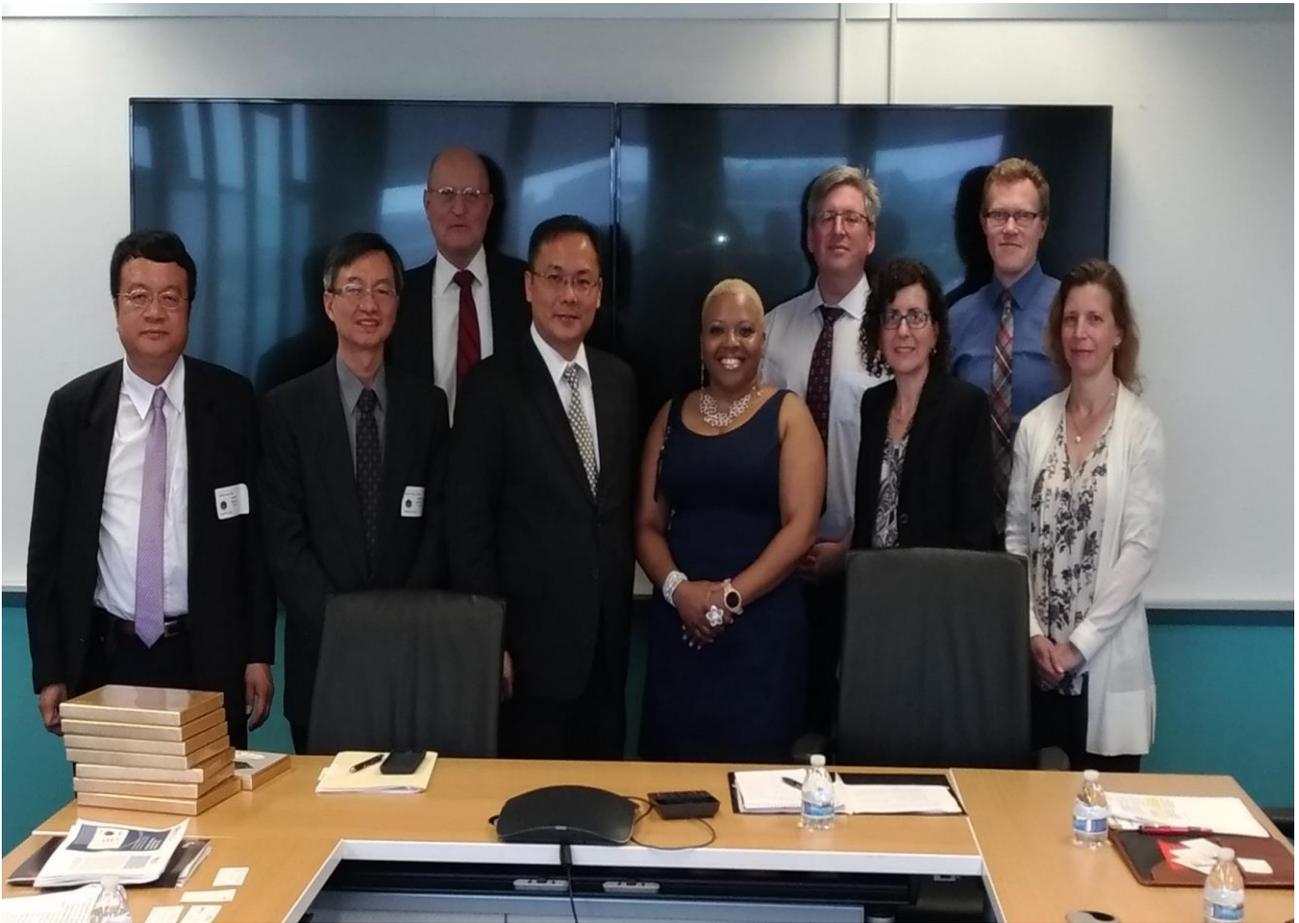


圖 11.與美國勞動部職業安全衛生署國際事務分析員 Ylvyonne G. Thomas 等人員合影

第六節 於 2019 美國工業衛生研討會及展覽會發表論文與展示研究成果

於 2019 美國工業衛生研討會研討會發表本所研究成果論文 " Association of Particulate Matter from Cooking Oil Fumes with Heart Rate Variability and Oxidative Stress "，廚師暴露於烹飪油煙的作業環境中，懸浮微粒與多環芳香烴化合物為烹飪油煙的重要成分，懸浮微粒與多環芳香烴化合物會對人體有心血管危害效應及氧化壓力傷害，因此本研究針對 54 位中式餐廳廚師評估職業暴露懸浮微粒與多環芳香烴化合物對其心跳速率變異與氧化壓力傷害之影響，以混合效應線性迴歸模式評估懸浮微粒與心跳速率變異的相關性。測定受測廚師上工前與下工後的尿液中 8-羥基-2-去氧鳥嘌呤核苷與丙二醛濃度，以評估 DNA 氧化傷害指標與脂質過氧化傷害指標。以多變項線性迴歸評估懸浮微粒與多環芳香烴化合物對 8-羥基-2-去氧鳥嘌呤核苷與丙二醛濃度的影響。研究結果顯示，暴露烹飪油煙之懸浮微粒 15 分鐘到 2 小時會造成心跳速率變異降低與心跳速率增加；而尿液中 8-羥基-2-去氧鳥嘌呤核苷在暴露烹飪油煙後顯著提高。烹飪油煙中的粒狀 benzo(k)fluoranthene 及 benzo(a)pyrene 與廚師上下工尿液中 8-羥基-2-去氧鳥嘌呤核苷濃度差呈顯著正相關。烹飪油煙對心跳速率變異效應為上下工尿液中 8-羥基-2-去氧鳥嘌呤核苷濃度差的獨立影響因子。廚師上工前尿液中 8-羥基-2-去氧鳥嘌呤核苷濃度高者比濃度低者，暴露懸浮微粒有較顯著的自主神經反應。暴露烹飪油煙會干擾中式餐廳廚師的自主神經與增加 DNA 氧化壓力傷害的風險，亦即會影響心血管效應與呼吸道及肺臟功能。各國學者踴躍發問，充分達到學術交流之目的，皆獲得熱烈迴響與高度肯定，並受到國際矚目。於 2019 美國工業衛生研討會發表本所研究成果論文與 NIOSH 研究人員合影，如圖 12 所示。而於 2019 美國工業衛生研討會發表本所研究成果論文與美國學者合影，如圖 13 所示。

參加 2019 年 5 月 20 日至 5 月 22 日於美國明尼蘇達州明尼亞波里斯(Minneapolis, Minnesota)舉行的 2019 美國工業衛生研討會及展覽會，發表本所研究成果論文，展示本所專利、物聯網與智慧科技、新型防護具、新發明之採樣器、噪音控制技術研究成果，尤其本所

研發的奈米個人採樣器，為全世界的第一個發明，其科學原理、材質、尺寸規格、生產技術與成本，受到世界各國學者的高度關注；此外噪音控制技術，包括主動式控制技術(以改變聲場或抵消聲場而達到減低噪音的方法，可運用到局限空間的噪音控制，如管路、車廂、排氣管、與耳罩等。)與被動式控制技術，皆可有效降低作業環境中的噪音，尤其研究所使用的吸音材料為多孔性物質(孔隙度大)，利用其表面多孔之特性，使音波進入後能在各孔隙內形成較多次的折射、反射將能量轉換為熱能，以減少離開材質表面的聲音能量，而達吸音之效果。未來可持續與世界各國職業安全衛生領域之人士交流並洽談進一步合作事宜。於 2019 美國工業衛生展覽會本所展示攤位與美國學者合影，如圖 14 所示。本所工作人員指導國外學者運用 VR 體驗安全衛生實境，如圖 15 所示。2019 美國工業衛生展覽會本所工作人員於展示攤位合影，如圖 16 所示。

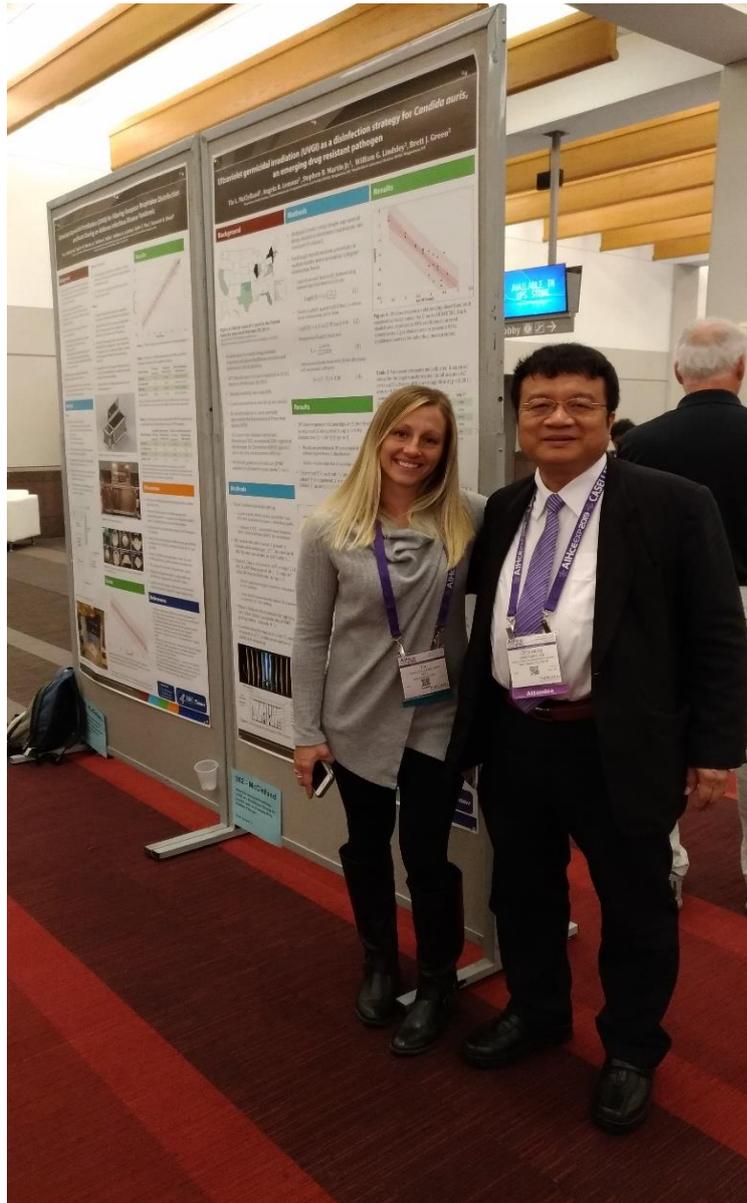


圖 12. 於 2019 美國工業衛生研討會發表本所研究成果論文與 NIOSH 研究人員合影

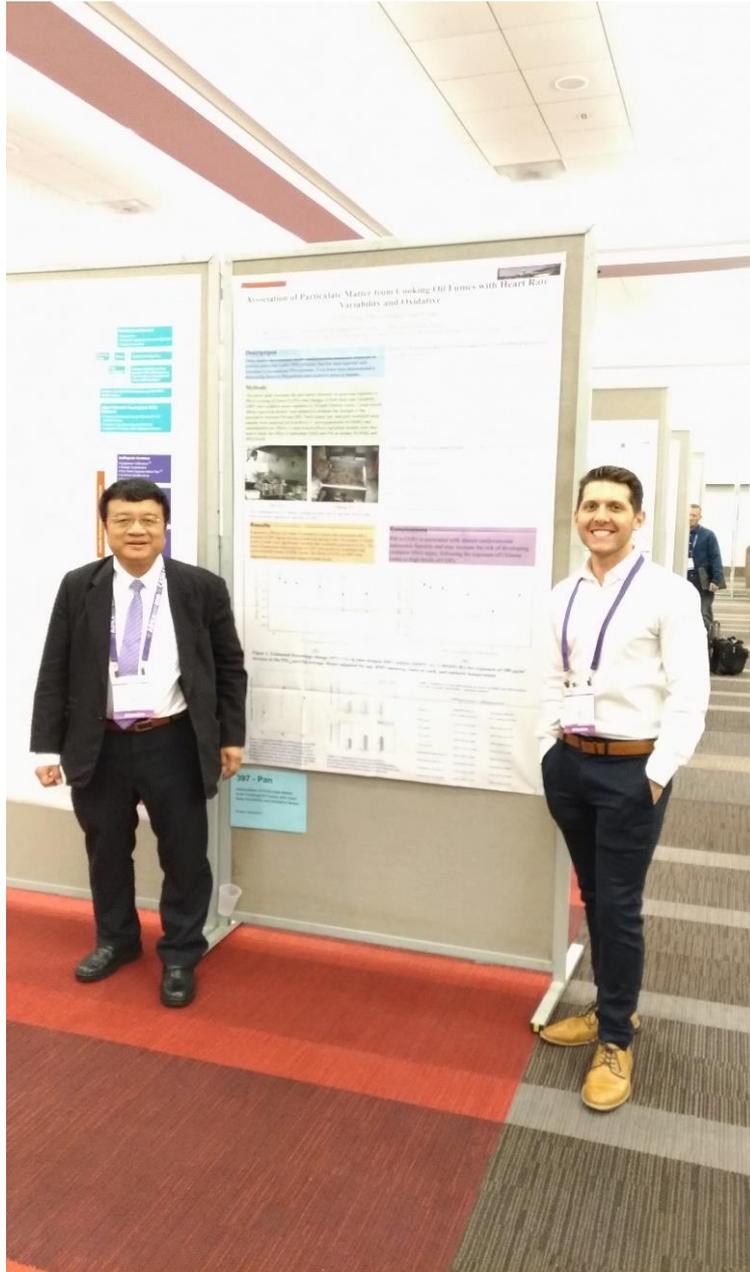


圖 13. 於 2019 美國工業衛生研討會發表本所研究成果論文與美國學者合影



圖 14. 於 2019 美國工業衛生展覽會本所展示攤位與美國學者合影



圖 15. 本所工作人員指導國外學者運用 VR 體驗安全衛生實境

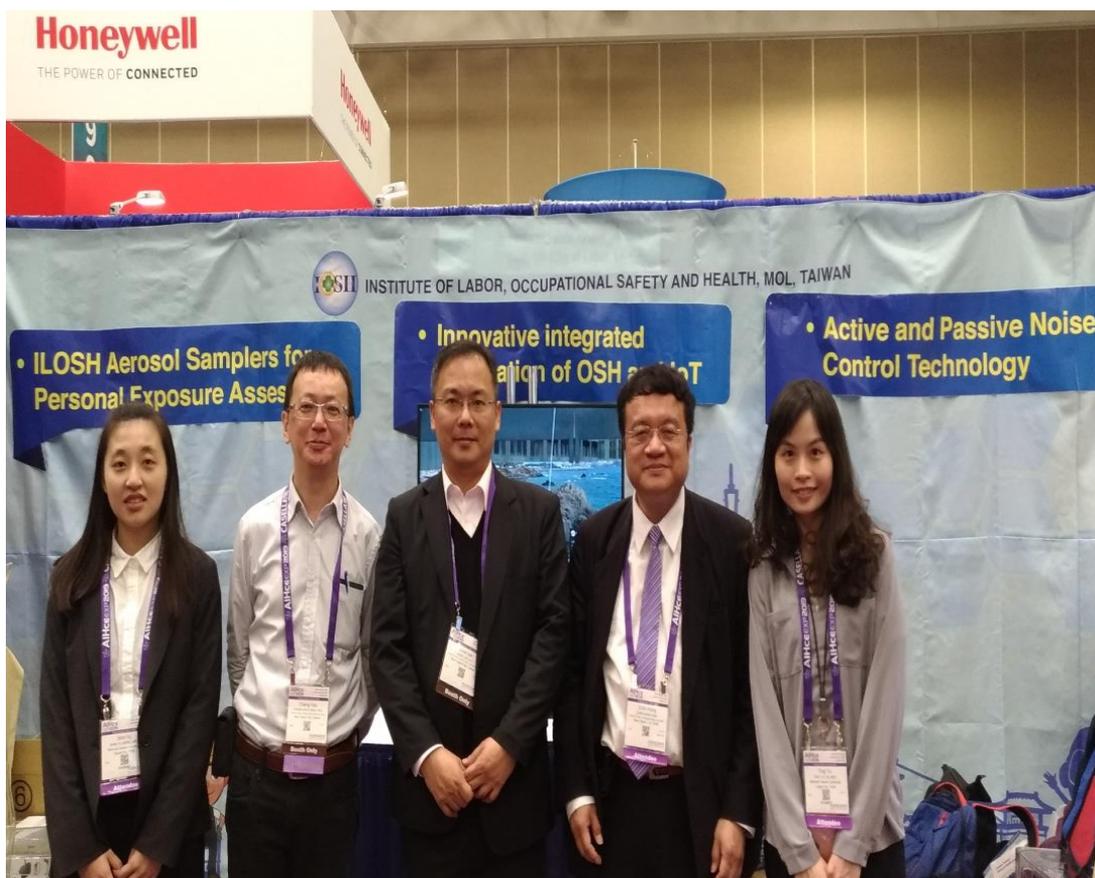


圖 16. 2019 美國工業衛生展覽會本所工作人員於展示攤位合影

第四章 心得

第一節 美國國家職業安全衛生研究所交流合作工作會議心得

美國職業安全衛生法規的通過後，除了成立美國職業安全衛生署（OSHA）外，亦成立了美國勞工安全衛生研究所（NIOSH），NIOSH 是職業安全衛生的研究機構，但不是 OSHA 的一部分，NIOSH 可視為 OSHA 的姊妹機構（sister agency），NIOSH 隸屬於美國健康與人類服務部，疾病防治中心（Department of Health and Human Service, Centers for Disease Control and Prevention）。NIOSH 的工作為與其他政府機構、企業、勞工及專業社團協同合作，NIOSH 的科學家研發許多產品，這些產品用來改善作業環境的安全衛生情況。NIOSH 之核心與特定研究計畫包括：1. 主管機關推薦（Authoritative Recommendations）；2. 緊急應變（Emergency Preparedness and Response）；3. 工程控制（Engineering Controls）；4. 暴露評估（Exposure Assessment）；5. 健康危害評估（Health Hazard Evaluations）；6. 奈米科技（Nanotechnology）；7. 職業衛生公平性（Occupational Health Equity）；8. 個人防護技術（Personal Protective technology）；9. 透過設計來預防（Prevention through Design）；10. 安全技術準備好的勞動力（Safe Skilled Ready Workforce）；11. 小型企業協助（Small Business Assistance）；12. 調查（Surveillance）；13. 翻譯研究（Translation Research）。而 NIOSH 研究中心包括：1. 直讀式儀器研究中心（Center for Direct Reading and Sensor Technologies (DRS)）；2. 海上安全衛生研究中心（Center for Maritime Safety and Health Studies (MAR)）；3. 機動車輛安全研究中心（Center for Motor Vehicle Safety (MVS)）；4. 職業機器人研究中心（Center for Occupational Robotics Research (ROB)）；5. 勞工補償研究中心（Center for Workers' Compensation Studies (WCS)）；6. 中高齡勞工與生產國家研究中心（National Center for Productive Aging and Work (PAW)）。

由於工作場所的安全衛生常被遺忘，在美國平均每天有 16 人死於職業傷害，每天大約有 137 人由於職業病死亡，因此 NIOSH 負責主導職業疾病與傷害的研究，研究範圍從礦工的肺部疾病道電腦使用者的腕道症候群研究，NIOSH 的哲學是接受國家的託付，為人民的安全與衛生進行研究與預防工作。除了執行研究之外，NIOSH 並進行下列工作：

- 1.接收雇主或雇員的請求，調查潛在的工作危害狀況：此部分工作就是職業危害評估調查，而且是根據美國職業安全衛法規(Section 2(a)(6) of the Occupational Safety and Health Act of 1970, 29 U.S.C. 669(a)(6)) 的授權。
- 2.建議與宣導預防工作場所的疾病、傷害與失能。
- 3.提供職業安全衛生專業訓練。

NIOSH 是一個多元化的機構，具有各個領域的人才，包括工業衛生、護理、流行病學、工程學、醫學與統計學。在參訪 NIOSH 期間發現 NIOSH 有專業的技術人員，例如：統計學家、毒物學家、電工專家等，協助其研究人員進行職業安全衛生研究，使研究更有效率，這方面是值得我國學習的。

NIOSH 的總部在美國首府華盛頓(Washington D.C.)，並在喬治亞州首府亞特蘭大(Atlanta, Georgia) 設有辦公室 (Atlanta, Georgia)，而且俄亥俄州的辛辛那提市 (Cincinnati)、西維吉尼亞州的摩根塔恩 (Morgantown)、賓州的布魯斯頓 (Bruceton, Pennsylvania)、與華盛頓州的史坡堪市 (Spokane, Washington) 設有分所。

NIOSH 的研究人員一起工作，以減低美國數目眾多的工作場所傷害與疾病，在 1995 年，一年間僅職業傷害就造成了 1.19 兆美元的薪資與產量損失，而且此損失不包括職業疾病。在美國此人力與經濟資源的損失，可以由職業安全衛生研究發展的科學知識的應用實施，徹底地降低。

自 1972 年起，勞動統計局與州政府機關合作，針對 280,000 至 600,000 家民營機構進行年度樣本調查。勞動統計局由此調查來蒐集並公布與工作相關的傷害、疾病、及死亡的統計數字。但對於事件之發生原因、發生那一類傷害或疾病等資料並無詳細分類。至 1976 年，勞動統計局開始實施一個聯邦與州政府合作的計畫－補充資料系統 (Supplementary Data System, SDS)，利用各州勞工賠償系統的資料來獲得事件類別資料以增加工業安全衛生資料的量與質。

由於勞動統計局分析員對於相對來說比例不高的死亡事件認為其量測準確度不高，同時有研究指出實際的職災死亡數字常較報告的為多，不同組織做出來的死亡數目估計值相差甚遠。勞動統計局因此修正其安全衛生統計計畫，與州政府機構共同建立了職業傷害致死普查

(Census of Fatal Occupational Injuries, CFOI)，來蒐集全國的職災死亡資料。調查範圍中並包括了公營機構的員工（含平民與軍人），以及自僱工作者。每一個死亡案例之成立需由二個以上之獨立的文件來源，或一個文件來源加上追蹤問卷來證實其確為與工作有關的死亡。其資料來源有死亡證書、勞工賠償報告與申訴、驗屍報告、以及其他聯邦與州政府的行政報告（如職業安全衛生署、礦業安全衛生署等的報告）等。此新的計畫自 1991 年起在 32 州及紐約市開始實施，1992 年則擴大至 50 州及哥倫比亞特區。故自 1992 年起之職災資料分類法亦與以前不同。

災害頻率（occupational injury incidence rate）是指每 100 個全時（full-time）工作人員的傷害或損失工作日之數目，其計算方式如下：

$$\text{事件率} = \left(\frac{N}{EH} \right) \times 200,000$$

N = 傷害或損失工作日之數目

EH = 一年中所有員工的總工作時數

200,000 = 相當於 100 個全時工作人員（每人一週以 40 小時計，一年以 50 週計）

職業病事件頻率（occupational illness incidence rate）是指每 1,000 個全時工作人員生病之數目，其計算方式如下：

$$\text{事件率} = \left(\frac{N}{EH} \right) \times 2,000,000$$

N = 生病數目

EH = 一年中所有員工的總工作時數

2,000,000 = 相當於 1,000 個全時工作人員（每人一週以 40 小時計，一年以 50 週計）

由於有超過九千萬的美國人於白天時間致力於工作，他們是國家最有價值的資源，但在 1970 年有一萬四千名美國勞工因職業災害死亡，有兩百五十萬名勞工因職業災害失能，並有三萬件新浮現職業病案例（new cases of occupational diseases were accounted as job related），因

此在 1970 美國國會通過職業安全衛生法案（the Occupational Safety and Health Act of 1970），以確保每一位工作者的安全健康與保護人力資源 [1]。依據職業安全衛生法案，美國於 1971 年 4 月 28 日成立美國聯邦職業安全衛生署，該署並致力於三個工作目標：

1. 增進工作場所的安全與健康，以減低傷害、疾病與死亡。
2. 提高工作場所的文化，以增加僱主與勞工對增進增進工作場所安全與健康的承諾。
3. 發展與致力職業安全衛生署服務的長處，以確保公眾信心。

為了有效執行職業安全衛生法案，美國職業安全衛生署被國會授權來制定與加強職業安全衛生標準 (Safety and Health Standards)。美國職業安全衛生署簽署工作狀況、工具、設備 (equipment)、設施(facility)與工作程序的安全衛生標準與規則。而職業衛生標準的建立與公佈是一個將最近的醫學、科學與工程知識，以及經濟資訊導入公共政策的程序。最終的職業衛生標準必需在經濟面與技術面皆為可行。並為了執行職業衛生標準美國職業安全衛生署依法進行工作場所檢查，以確保工作場所沒有造成致死或導致嚴重身體傷害的危害存在。在檢查過程中對於違反規定者則依照職業安全衛生法加以處罰，例如：非造成致命的違反職業安全衛生標準者，最高可處 132,598 元美金的罰款，而對於非嚴重性的違規事件，可由職業安全衛生主管當局依僱主的認知與努力（特別是為了符合職業安全衛生法規所作的努力）、過去的違規記錄與企業的大小，來調整降低罰款，而當調整降低的罰款低於一百元美金者，職業安全衛生署則不進行罰款。

美國政府的職業安全衛生行政體系可分為：

1. 聯邦政府：目前設有美國聯邦政府勞工部職業安全衛生署隸屬美國勞工部，並另設有十個行政區域辦公室 (Regional Offices)，分別為：
 - (1) 行政區域 I：康內得肯州 (Connecticut)、麻薩諸塞州 (Massachusetts)、緬因州 (Maine)、新罕不什爾 (New Hampshire)、羅德島州 (Rhode Island)、佛蒙特州 (Vermont)、波士頓 (Boston)。
 - (2) 行政區域 II：新澤西州(New Jersey)、波多黎各州(Puerto Rico)、紐約市(New York City)、維爾京群島(Virgin Islands)。
 - (3) 行政區域 III：哥倫比亞特區(District of Columbia)、德拉威州(Delaware)、馬里蘭州 (Maryland)、賓夕法尼亞州(Pennsylvania)、維吉尼亞州(Virginia)、西佛吉尼亞州(West Virginia)。
 - (4) 行政區域 IV：阿拉巴馬州(Alabama)、佛羅里達州(Florida)、喬治亞州(Georgia)、肯塔基

州(Kentucky)、密西西比州(Mississippi)、北卡羅來納州(North Carolina)、南卡羅來納州(South Carolina)、田納西州(Tennessee)。

- (5) 行政區域 V：伊利諾州(Illinois)、印第安納州(Indiana)、密西根州(Michigan)、明尼蘇達州(Minnesota)、俄亥俄州(Ohio)、威斯康辛州(Wisconsin)。
- (6) 行政區域 VI：阿肯色州(Arkansas)、路易斯安那州(Louisiana)、新墨西哥州(New Mexico)、俄克拉荷馬州(Oklahoma)、德州(Texas)。
- (7) 行政區域 VII：愛荷華州(Iowa)、堪薩斯州(Kansas)、密蘇里州(Missouri)、內布拉斯加州(Nebraska)。
- (8) 行政區域 VIII：科羅拉多州(Colorado)、蒙大拿州(Montana)、北達科他州(North Dakota)、南達科他州(South Dakota)、猶他州(Utah)、懷俄明州(Wyoming)。
- (9) 行政區域 IX：美屬薩摩亞(American Samoa)、亞利桑那州(Arizona)、加利福尼亞州(California)、關島(Guam)、夏威夷州(Hawaii)、內華達州(Nevada)、美國太平洋領土所屬島嶼(Trust territories of the Pacific)。
- (10) 行政區域 X：阿拉斯加州(Alaska)、愛達荷州(Idaho)、奧勒崗州(Oregon)、華盛頓州(Washington)。

並於西雅圖 (Seattle)，舊金山(San Francisco)，丹佛 Denver)，達拉斯(Dallas)，堪薩斯市(Kansas City)，芝加哥(Chicago)，亞特蘭大(Atlanta) 費城(Philadelphia)，紐約市 (New York City)，

波士頓 (Boston)等城市，設有區域辦公室。

1. 州政府：目前美國有 25 個州，包括：康內得肯州 (Connecticut)、佛蒙特州 (Vermont)、紐約市(New York City)、波多黎各州(Puerto Rico)、維爾京群島(Virgin Islands)、馬里蘭州(Maryland)、維吉尼亞州(Virginia)、肯塔基州(Kentucky)、北卡羅來納州(North Carolina)、南卡羅來納州(South Carolina)、田納西州(Tennessee)、印第安納州(Indiana)、密西根州(Michigan)、明尼蘇達州(Minnesota)、新墨西哥州(New Mexico)、愛荷華州(Iowa)、猶他州(Utah)、懷俄明州(Wyoming)、亞利桑那州(Arizona)、加利福尼亞州(California)、夏威夷州(Hawaii)、內華達州(Nevada)、阿拉斯加州(Alaska)、奧勒崗州(Oregon)、華盛頓州(Washington)設有州的職業安全衛生署，州政府的職業安全衛生標準，可與聯邦政府的職業安全衛生標準相同或更加嚴格。
2. 地方政府：例如郡政府、市政府，地方政府的職業安全衛生標準，可與州政府的職業安全衛生標準相同或更加嚴格。

美國政府的職業安全衛生行政美國體系，屬中央集權，當州政府與聯邦政府有爭議產生時，一切以聯邦政府的決策為依歸。

美國職業安全衛生的諮詢輔導工作（The OSHA Consultation Program）由美國職業安全衛署贊助經費與領導進行，藉由自由的諮詢服務，使雇主們能夠發現他們工作場所的潛在危害，增強他們職業安全衛生的管理系統，甚至可獲得免除 OSHA 一年檢查的資格。

此職業安全衛生的諮詢輔導服務，是由州政府運用訓練合格的人員來進行，諮詢輔導通常在作場所進行，亦有特定的諮詢輔導可在工作場所之外進行。諮詢輔導主要針對小企業來進行，所謂小企業為人數少於 250 人的企業，在安全衛生諮詢輔導時與 OSHA 的檢查工作做完全分開，而且不進行處罰。

安全衛生諮詢輔導工作為保密進行，對於個人姓名、公司名稱、所提供的作場所資料、諮詢顧問所發現的不安全或不衛生的工作狀況，皆不會透露給 OSHA 的檢查員。雇主的唯一責任義務為保證在一定時間內，矯正職業安全衛生危害。

安全衛生諮詢輔導工作是由雇主自願來進行的活動，因此必需由雇主動向 OSHA 提出申請，可以電話或信件提出申請，諮詢顧問依據特定的需求、申請的先後順序、申請者的工作時間、與諮詢輔導所需的時間，作適當的訪視安排。當諮詢顧問按照約定的時間到雇主的工作場所時，諮詢顧問的開場白（Opening Conference）首先會向雇主介紹諮詢顧問所扮演的角色與雇主應盡的責任。

接著諮詢顧問會與雇主共同進行工作現場訪視，諮詢顧問會檢查工作現場的狀況，OSHA 並鼓勵雇員或勞工共同參與現場訪視，消息靈通與警覺性高的雇員或勞工，能夠使雇主更容易鑑別與矯正工作場所中潛在的傷害與疾病危害物，在現場訪視時與雇員或勞工談話，能協助諮詢顧問鑑定與判斷特定為害物的性質與範圍。諮詢顧問並會研究整個工作場所或雇主所選定的工作場所，以及探討合適的 OSHA 標準，諮詢顧問也會指出 OSHA 沒有規範的安全衛生危害，以及建議安全衛生自動檢查與訓練雇主與勞工預防危害狀況。但在少數的現場訪視過程中，諮詢顧問發現有即將發的危險狀況，雇主則必採取緊急行動，以保護所有的員工。在某些情況下，諮詢顧問發現有工作場所所有明顯地違反 OSHA 的職業安全衛生標準，則雇主必需以合理的計畫時程表來消除與控制危害，諮詢顧問並會提供一般的方法或建議其他的技術協助。

一個綜合的諮詢輔導包括：1.評估所有機械與環境危害及身體的工作習慣。2.評估或建立職業安全衛生計畫。3.職業安全衛生管理說明。4.提出職業安全衛生訓練與改善建議之書面報告。

而目前在與美國國家職業安全衛生研究所(NIOSH)洽商國際合作研究備忘錄(Memorandum of Understanding, MOU)事宜方面，其簽署的程序如下

1. 確認我國政府機關與美國政府機關有簽署過 MOU 的前例。
2. 本所與 NIOSH 討論簽署 MOU 內容。
3. 本所與 NIOSH 確認簽署 MOU 內容。
4. 將確認的 MOU 簽陳本部。
5. 核准的 MOU 由我國駐美代表送交美國國務院(Department of State, USA)。
6. 美國國務院審核 MOU(審核時間約 4 個月)。
7. MOU 經美國國務院審核通過後，由我國駐美代表與美國在臺協會進行簽署。

本所並邀請 NIOSH 副所長 Dr. Margaret M. Kitt 參訪本所及進行專題演講，Dr. Kitt 表示由於本所何副所長俊傑於 2019 年 5 月參訪 NIOSH，與 NIOSH 交流績效卓越，充分加強 NIOSH 與本所的友好關係，爰此 Dr. Kitt 預定將於 2020 年參訪本所及進行專題演講。

第二節 於 2019 美國工業衛生研討會及展覽會發表論文與展示研究成果心得

於 2019 美國工業衛生研討會研討會發表本所研究成果論文 " Association of Particulate Matter from Cooking Oil Fumes with Heart Rate Variability and Oxidative Stress "，廚師暴露於烹飪油煙的作業環境中，懸浮微粒與多環芳香烴化合物為烹飪油煙的重要成分，懸浮微粒與多環芳香烴化合物會對人體有心血管危害效應及氧化壓力傷害，因此本研究針對 54 位中式餐廳廚師評估職業暴露懸浮微粒與多環芳香烴化合物對其心跳速率變異與氧化壓力傷害之影響，以混合效應線性迴歸模式評估懸浮微粒與心跳速率變異的相關性。測定受測廚師上工前與下工後的尿液中 8-羥基-2-去氧鳥嘌呤核甘與丙二醛濃度，以評估 DNA 氧化傷害指標與脂質過氧化傷害指標。以多變項線性迴歸評估懸浮微粒與多環芳香烴化合物對 8-羥基-2-去氧鳥嘌呤核甘與丙二醛濃度的影響。研究結果顯示，暴露烹飪油煙之懸浮微粒 15 分鐘到 2 小時會造成心跳速率變異降低與心跳速率增加；而尿液中 8-羥基-2-去氧鳥嘌呤核甘在暴露烹飪油煙後顯著提高。烹飪油煙中的粒狀 benzo(k)fluoranthene 及 benzo(a)pyrene 與廚師上下工尿液中 8-羥基-2-去氧鳥嘌呤核

甘濃度差呈顯著正相關。烹飪油煙對心跳速率變異效應為上下工尿液中 8-羥基-2-去氧鳥嘌呤核甘濃度差的獨立影響因子。廚師上工前尿液中 8-羥基-2-去氧鳥嘌呤核甘濃度高者比濃度低者，暴露懸浮微粒有較顯著的自主神經反應。暴露烹飪油煙會干擾中式餐廳廚師的自主神經與增加 DNA 氧化壓力傷害的風險。各國學者踴躍發問，充分達到學術交流之目的，皆獲得熱烈迴響與高度肯定，並受到國際矚目。

參加 2019 年 5 月 20 日至 5 月 22 日於美國明尼蘇達州明尼亞波里斯(Minneapolis, Minnesota) 舉行的 2019 美國工業衛生研討會及展覽會，發表本所研究成果論文，展示本所專利、物聯網與智慧科技、新型防護具、新發明之採樣器等研究成果，尤其本所研發的奈米個人採樣器，受到世界各國學者的高度關注，未來可持續與世界各國職業安全衛生領域之人士交流並洽談進一步合作事宜。

。

第五章 建議事項

- 一、建議本所加強與美國國家職業安全衛生研究所(NIOSH)人員互訪及技術研究交流，尤其建議加長 NIOSH 高層參訪本所的時間，以使 NIOSH 高層深入了解我國的職業安全衛生研究，並加速推動簽署國際合作研究備忘錄事宜。
- 二、拜會美國華府(華盛頓特區)勞動相關政府機關，須先準備討論議題，由本部駐美秘書送交要拜會的機關(例如美國勞動部職業安全衛生署(OSHA)、 勞動統計局(Bureau of Labor Statistics))，爰此建議本所各研究業務單位，需先研擬勞動與職業安全衛生政策相關議題，以利國際交流之執行工作。
- 三、建議加強本所研究人員之英文專業能力，以因應國際勞動與職業安全衛生相關議題之推動。
- 四、本所於 2019 美國工業衛生展覽會所展示的運用 VR 體驗安全衛生實境、噪音控制技術、奈米個人採樣器等皆獲國際間高度肯定與贊揚，並極具推廣價值，爰此建議本所加強研究成果之國際展示，以持續與世界各國職業安全衛生領域之人士交流並洽談進一步合作事宜。
- 五、加強爭取國際職業安全衛生相關會議的主辦權，以爭取我國之國際地位與促進我國之經濟成長及增進職業安全衛生之國際交流。

附 錄

研究成果論文" Association of Particulate Matter from Cooking
Oil Fumes with Heart Rate Variability and Oxidative Stress "

內容

Association of Particulate Matter from Cooking Oil Fumes with Heart Rate Variability and Oxidative

Chih-Hong Pan¹, Chang-Chuan Chan²

¹Institute of Labor, Occupational Safety and Health, New Taipei City, Ministry of Labor, Taiwan

²Institute of Occupational Medicine and Industrial Hygiene, College of Public Health, National Taiwan University, Taipei, Taiwan.

Descriptipon

Many studies have reported various cardiovascular autonomic responses to ambient particulate matter (PM) pollution, but few have reported such responses to occupational PM exposures. Even fewer have demonstrated a relationship between PM pollution and oxidative stress in humans.

Methods

This panel study evaluates the association between occupational exposure to PM in cooking oil fumes (COFs), and changes in both heart rate variability (HRV) and oxidative stress responses in 54 male Chinese cooks. Linear mixed-effects regression models were adopted to estimate the strength of the association between PM and HRV. Participants' pre- and post-workshift urine samples were analyzed for 8-hydroxy-2'-deoxyguanosine (8-OHdG) and malondialdehyde (MDA). Linear mixed-effects regression models were then used to study the effect of particulate PAHs and PM on urinary 8-OHdG and MDA levels.

Results

Exposures to PM in COFs from 15 minutes to 2 hours were associated with a decrease in HRV and an increase in heart rate among cooks. The urinary 8-OHdG levels of cooks were significantly elevated after workshift exposure to COFs. The levels of particulate benzo(a)pyrene in COFs were positively correlated with cross-workshift urinary 8-OHdG levels. The effects of COFs on HRV were independent of cross-workshift urinary 8-OHdG levels.

Conclusions

PM in COFs is associated with altered cardiovascular autonomic function and may increase the risk of developing oxidative DNA injury following the exposure of Chinese cooks to high levels of COFs.

Table 1. Personal characteristics and environmental exposures of cooks (n=54)

| Characteristics | Mean \pm SD | Median | Range |
|--|------------------|--------|--------------|
| Age (years) | 33.6 \pm 10.5 | 34.5 | 15 – 56 |
| Body mass index (kg/m ²) | 23.2 \pm 3.7 | 22.1 | 17.6 – 32.9 |
| Years as a cook (years) | 13.4 \pm 10.5 | 14.0 | 1 – 40 |
| Obese subjects † | 10 (20.8)* | — | — |
| Cigarette smokers | 26 (48.1%)* | — | — |
| Heart rate (5-minute mean, beats/minute) | 91.3 \pm 10.2 | 90.4 | 64 – 115 |
| PM ₁₀ (5-minute mean, μ g/m ³) | 72.8 \pm 134.7 | 45.6 | 1.9 – 2481.9 |
| PM _{2.5} (5-minute mean, μ g/m ³) | 49.7 \pm 56.2 | 35.9 | 1.5 – 1168.3 |
| PM _{1.0} (5-minute mean, μ g/m ³) | 37.3 \pm 36.2 | 28.4 | 1.2 – 532.3 |
| Pyrene (ng /m ³) | 4.5 \pm 8.9 | 3.8 | ND – 58.7 |
| Benzo(k)fluoranthene (ng/m ³) | 1.7 \pm 3.0 | 1.4 | ND – 25.3 |
| Benzo(a)pyrene (ng/m ³) | 11.4 \pm 20.1 | 6.9 | 0.1 – 154.4 |
| Benzo(ghi)perylene (ng/m ³) | 8.8 \pm 20.8 | 5.5 | ND – 177.7 |
| Dibenzo(a,e)pyrene (ng/m ³) | 9.3 \pm 24.6 | 6.1 | ND – 179.2 |
| Ambient temperature (5-minute mean, °C) | 25.8 \pm 3.9 | 26.4 | 16.0 – 36.9 |

SD: standard deviation ND: measurements of samples are below detection limit of the analytical method for PAHs. ND was calculated as half of the detection limit of the analytical method. The numbers (proportion) of ND samples for Pyrene, Benzo(k)fluoranthene, Benzo(ghi)perylene, and Dibenzo(a,e)pyrene were 2 (3.7%), 1 (1.9%), 2 (3.7%), and 5 (9.3%), respectively. *N (%)

† Obese subjects: BMI \geq 27 (a criteria adopted by Department of Health, Taiwan).

Table 2. Estimated percentage change (95% CIs) in HR and time-domain HRV indices by an interquartile range (IQR) † increase in PM exposure (n=54) ††

| Outcome | Moving average period | PM ₁₀ | PM _{2.5} | PM _{1.0} |
|---------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| HR | | | | |
| | 15-min | 0.71 (0.42 to 1.01)* | 1.37 (0.91 to 1.82)* | 1.26 (0.72 to 1.80)* |
| | 30-min | 1.55 (0.80 to 1.51)* | 2.39 (1.79 to 3.01)* | 1.92 (1.26 to 2.59)* |
| | 1-hr | 1.29 (0.91 to 1.67)* | 2.70 (0.53 to 4.91)* | 2.10 (1.41 to 2.81)* |
| | 2-hr | 1.16 (0.41 to 1.92)* | 2.17 (1.12 to 3.23)* | 1.26 (0.17 to 2.36)* |
| SDNN | | | | |
| | 15-min | -0.90 (-1.78 to -0.02)* | -2.19 (-3.52 to -0.85)* | -1.78 (-3.36 to -0.16)* |
| | 30-min | -1.41 (-2.46 to -0.35)* | -4.27 (-5.99 to -2.51)* | -3.20 (-5.10 to -1.27)* |
| | 1-hr | -1.63 (-2.83 to -0.49)* | -4.51 (-6.53 to -2.45)* | -3.44 (-5.63 to -1.20)* |
| | 2-hr | -0.14 (-2.85 to 2.63) | -3.85 (-7.41 to -0.15)* | -3.92 (-7.52 to -0.18)* |
| r-MSSD | | | | |
| | 15-min | -0.80 (-1.42 to -0.18)* | -0.76 (-1.29 to -0.23)* | -0.72 (-1.18 to -0.26)* |
| | 30-min | -1.24 (-1.85 to -0.63)* | -2.33 (-3.60 to -1.05)* | -1.72 (-3.01 to -0.43)* |
| | 1-hr | -1.37 (-2.21 to -0.53)* | -2.91 (-4.34 to -1.46)* | -1.89 (-3.45 to -0.31)* |
| | 2-hr | -0.61 (-2.53 to 1.34) | -3.26 (-5.34 to -1.13)* | -3.45 (-6.04 to -0.79)* |

† The IQRs of moving average for 15-min, 30-min, 1-hr, 2-hr in PM₁₀ were 64.39, 60.83, 60.70, and 62.60 µg/m³, respectively. The IQRs of moving average for 15-min, 30-min, 1-hr, and 2-hr in PM_{2.5} were 43.03, 46.71, 46.64, and 41.07 µg/m³, respectively. The IQRs of moving average for 15-min, 30-min, 1-hr, 2-hr in PM_{1.0} were 33.29, 33.58, 33.75, and 29.54 µg/m³, respectively.

†† Models were adjusted for age, BMI, smoking, years as a cook and ambient temperature.

* $p < 0.05$

Table 3. Estimated percentage changes (95% CIs) in LF and HF of frequency domain HRV indices by an interquartile range (IQR) † increase in PM exposure (n=54) ††

| Outcome | Moving average period | PM ₁₀ | PM _{2.5} | PM _{1.0} |
|---------|-----------------------|-----------------------|--------------------------|--------------------------|
| LF | 15-min | -0.27 (-1.63 to 1.12) | -0.71 (-0.98 to -0.44)* | -1.58 (-2.84 to -0.30)* |
| | 30-min | -0.45 (-2.27 to 1.41) | -2.66 (-4.86 to -0.41)* | -2.73 (-4.87 to -0.54)* |
| | 1-hr | -0.56 (-2.48 to 1.40) | -3.69 (-6.92 to -0.34)* | -3.34 (-6.25 to -0.34)* |
| | 2-hr | -1.45 (-5.64 to 2.94) | -6.51 (-11.94 to -0.74)* | -6.05 (-11.58 to -0.18)* |
| HF | 15-min | -0.49 (-1.56 to 0.60) | -1.31 (-2.30 to -0.31)* | -1.47 (-2.69 to -0.23)* |
| | 30-min | -0.62 (-2.21 to 1.00) | -3.00 (-5.35 to -0.58)* | -2.77 (-5.04 to -0.44)* |
| | 1-hr | -0.81 (-2.63 to 1.05) | -4.28 (-7.34 to -1.17)* | -3.84 (-7.13 to -0.43)* |
| | 2-hr | -1.20 (-5.27 to 3.03) | -6.86 (-12.09 to -1.33)* | -6.64 (-11.22 to -1.82)* |

† The IQRs of moving average for 15-min, 30-min, 1-hr, and 2-hr in PM₁₀ were 64.39, 60.83, 60.70, and 62.60 μg/m³, respectively. The IQRs of moving average for 15-min, 30-min, 1-hr, 2-hr in PM_{2.5} were 43.03, 46.71, 46.64, and 41.07 μg/m³, respectively. The IQRs of moving average for 15-min, 30-min, 1-hr, 2-hr in PM_{1.0} were 33.29, 33.58, 33.75, and 29.54 μg/m³, respectively.

†† Models were adjusted for age, BMI, smoking, years as a cook and ambient temperature.

* $p < 0.05$

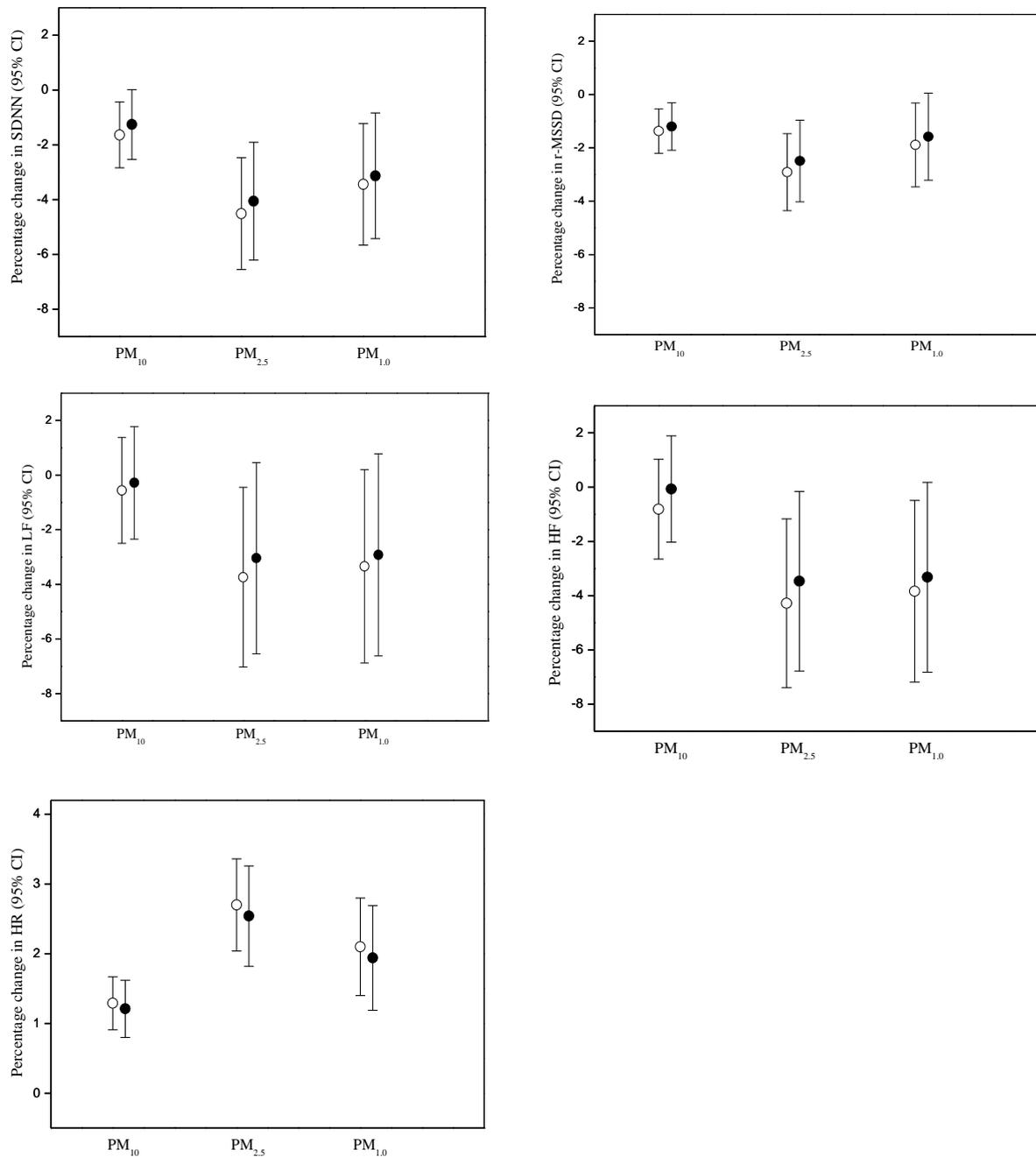


Figure 1. Comparison of effects of 1-hr moving average PM exposure on heart rate variability (HRV) and heart rate (HR) among 54 workers with (solid circles) and without (open circles) adjustment of urinary 8-OHdG levels as estimated using linear mixed effects models. Models were adjusted for age, BMI, smoking, years as a cook and ambient temperature.

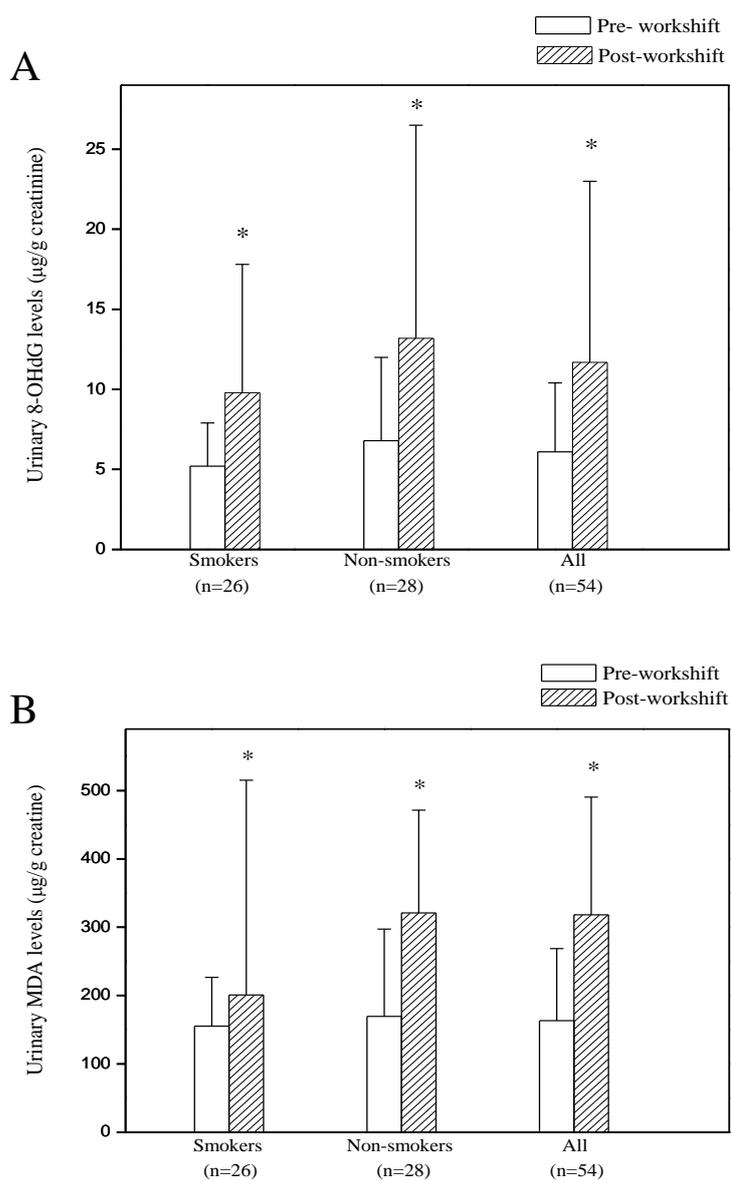


Figure 2. Comparison of urinary 8-hydroxy-2'-deoxyguanosine (8-OHdG) and malondialdehyde (MDA) levels (Mean ± SD (µg/g creatinine)) pre-workshift and post-workshift among 54 cooks in Chinese restaurants.

***Statistical significance of paired *t*-test for comparing pre and post-workshift levels after log-transformation at $p < 0.05$.**

Table 4. Predictors of changes of cross-shift in urinary 8-OHdG and MDA levels in 54 cooks by multiple linear regression analysis.[†]

| Predictors | Log ₁₀ 8-OHdG (µg/g creatinine) | Log ₁₀ MDA (µg/g creatinine) |
|--|---|---|
| | Regression coefficient (95% Confidence interval) | Regression coefficient (95% Confidence interval) |
| Log PM ₁₀ | 2.842 (-2.672 to 8.356) | 0.539 (-5.581 to 6.658) |
| Log PM _{2.5} | 4.011 (-7.585 to 15.607) | 2.305 (-10.565 to 15.175) |
| Log PM _{1.0} | 1.341 (-5.293 to 7.976) | 1.114 (-6.249 to 8.477) |
| Log ₁₀ Pyrene | 0.168 (-0.107 to 0.442) | 0.138 (-0.167 to 0.443) |
| Log ₁₀ Benzo(k)fluoranthene | 1.480 (0.245 to 2.715) | 0.403 (-0.968 to 1.774) |
| Log ₁₀ Benzo(a)pyrene | 2.080 (0.869 to 3.291)* | 0.786 (-0.558 to 2.131) |
| Log ₁₀ Benzo(ghi)perylene | 0.077 (-0.816 to 0.970) | 0.057 (-0.934 to 1.048) |
| Log ₁₀ Dibenzo(a,e)pyrene | 0.089 (-0.025 to 0.203) | 0.111 (-0.016 to 0.237) |

[†] Models adjusted for age, BMI, cigarette smoking and years as a cook.

* $P < 0.00625$ (Bonferroni correction)