

參加李昌鈺博士鑑識科學學院研習見聞分享

Sharing Insights from Participating in Dr. Henry C. Lee Institute of Forensic Science

圖、文：臺中市政府消防局 施盈孜

李昌鈺博士物證科學教育基金會每年度為培育鑑識科學領域後生，拓展國際視野，組團赴美研習，後學有幸獲得本局長官及基金會的愛護與支持，和研習團隊隊友們一起踏進紐海芬大學李昌鈺鑑識科學學院（The Henry C. Lee Institute of Forensic Science）參加「刑事鑑識：仇恨犯罪與警察相關駁火案（“Hate Crimes and Police Related Shooting”）」鑑識科學研習課程以及火災證物鑑定實驗室參訪，展開一場與神探李博士同行的奇幻旅程。

The Dr. Henry C. Lee Institute of Forensic Science Education Foundation holds an annual study trip to the U.S. to nurture young talents in forensic science and expand their international horizons. I was fortunate to receive the support of my department leaders and the foundation, and I had the opportunity to join the study team at the University of New Haven's Henry C. Lee Institute of Forensic Science. We attended the forensic science course on "Hate Crimes and Police-Related Shootings" and visited the fire evidence identification laboratory, embarking on an exciting journey alongside Detective Dr. Lee.

火災科學及火災現場調查，在李昌鈺鑑識科學學院的犯罪現場調查與鑑識科學學程中，是很特別的分部，而在臺灣，火災亦屬於刑事公共危險罪範疇。美國的仇恨犯罪在近年越來越氾濫，常有槍擊、暴力伴隨縱火之事件，因此火災科學、火場證物鑑定及防火工程日益重要，除了應用在刑事鑑識犯罪偵查外，也扮演保護人民生命財產的重要角色。本次研習除課堂講課、現場重建實作外，亦參訪紐海芬大學火災及危機管理學院、紐海芬消防局與紐約市警察局鑑識實驗室，得以一探美國火災科學學術與警察消防單位實務之運作。

■ 研習參訪之觀察與收穫

一、仇恨犯罪現場鑑識

刑案現場第一步即是進行封鎖，考量個案單位長官指揮及媒體特性等需求，以保全現場為前提下，警方將採現場分層管制，一般會有 3 層管制需求，第一層在現場最外圍做民眾管制，並考規劃媒體接待區域方便媒體報導及建立合作關係，第二層為無關現場勘察的公務管制，可設置指揮中心、勘察人員簡報及休息區域，第三層則為現場管制目標勘察區域，僅限勘察人員進入。分層管制將能確實保全現場，並達到指揮官與媒體作業需求。

接著開始現場勘察與鑑識，犯罪現場會呈現許多種類的微物跡證，包含物質、化學、生物、痕跡等，對現場鑑識而言都是有用的資訊。此次研習在戶外靶場布置了模擬仇恨犯罪現場，進行微物跡證鑑識與採證、現場重建、物證現場測試、文件紀錄等訓練。除了槍彈痕跡、牆面噴漆、鞋印、指紋、威脅信件外，現場發現了疑似點火失敗的燒損汽油彈裝置（玻璃瓶內塞有燒損毛巾），則需仔細觀察四周除碎裂玻璃外，還有哪些痕跡，例如爆炸跡象、爆裂物液體或火藥粉末等，並於現場使用液體炸藥或乾燥炸藥檢測套件（Liquid explosives/ Dry explosives detection kit）做初步測試，確認待採樣品含有疑似爆裂物成分後，以適當容器進行採樣，送實驗室進行正式之鑑定。

“Every Contact Leaves a Trace”，凡走過必留下痕跡，刑案現場大多遺留



圖 1、仇恨犯罪現場小組鑑識



圖 2、疑似縱火痕跡採證



圖 3、研習團與李博士合影

有接觸或轉移之微物跡證，如同縱火案件現場，可能會找到縱火手法使用工具、潑灑液體痕跡，或火勢對地板及壁面之劇烈火流燃燒痕跡等。刑案與火災現場勘察、重建，均須倚賴微物跡證之觀察、分析、蒐集物證，以科學化辦案之精神，做出符合邏輯之推斷研判。

二、刑事案件法庭活動

美國刑事訴訟制度與我國不同，係採對抗式訴訟制度，為了確保法官的中立，檢察官起訴書不會附帶任何可能影響法官的證據資料與偵查內容，因此法官之證據調查，會藉由檢、辯雙方的言詞舉證、交互詰問來形成，且部分案件亦會加入陪審團制度。因此在法庭上，案件調查內容是否清楚呈現，關鍵在於調查人員表達方式及技巧，以及面對法庭相關人、陪審團能冷靜陳述之能力。

英美法系具有專家證人（Expert witness）制度，係幫助法院和陪審團了解爭議事實所需的專業資訊，專家證人也可以提供意見，若證詞是根據足夠的事實或資料、可信賴的原則或方法，並已將原則和方法可靠地應用於案件事實，該專業意見即能被採納。觀諸我國火災調查人員出庭作證，係將火場燒損狀況及現場清理勘察情形作事實陳述，並以所學專業知識綜合研判調查結果，因此某種程度上也類似專家證人，在法庭上之言詞辯論與陳述，除了會影響法庭對案件之判斷，亦代表著調查單位之公信力。

三、紐海芬大學火災及危機管理學院

（一）防火工程（Fire Protection Engineering）

學院的防火工程實驗室配置了圖



圖 4、參訪火災及危機管理學院



圖 5、防火工程實驗室



圖 6、撒水實驗室



圖 7、全尺寸模擬燃燒櫃 3 間



■ 圖 8、模擬書房燃燒櫃

錐量熱儀，是防火工程研究重要的設備，產出數據應用在火場重建與模擬。圓錐量熱儀的加熱棒可達 5,000 瓦，可以測量一個物品的熱通量，用來量測不同材料的燃燒參數、幾秒內可以將該材料點燃，藉以運用在火災模擬軟體，模擬火場中擺放的物品（各種材料如泡綿、木材、塑膠、紙類等）起火燃燒情境，不同材料產生的熱能曲線、一氧化碳等氣體濃度、產生的煙濃度（smoke density）、消耗後殘餘氧氣濃度等，評估火煙、熱流在避難安全時間上的運用及研究，亦能由評估材料的燃燒參數，來考量採用哪些材料製作家具能較不易被點燃，結合材料科學與火災安全需求，提升居家防火安全。

防火工程實驗室也包含了各類消防安全設備試驗空間，如手提式滅火器、消防栓、自動撒水設備等，其中自動撒水設備的撒水實驗室（fire sprinkler）設置有放水空間，針對不同種類的撒水頭（向上型、向下型、側壁型、ESFR 等）進行放水測試，測量放水量、撒水範圍等，來評估一個空間在不同火災種類下，撒水頭的配

置數量與控制火勢能力，以更好地運用在實務安裝設置。

防火工程在世界各地，雖看似小眾科學學門，卻實際上應用在各類場所空間與建築結合的硬體防護，火災不論規模大小，均能造成財產損失，如煙損後的善後復原常是極為繁複擾人，更甚者往往帶來生命安全威脅，在火災關鍵時間點發揮保護作用的科學，即是防火工程的實務運用。一如引領參訪的副教授 Jing Li 所說，防火工程是一個因應各種新的火災風險而生的跨領域科學。

（二）火災調查實驗與訓練

學院裡火災調查部門，設置火災全尺寸模擬燃燒櫃（Burn box），分



■ 圖 9、模擬地下洗衣室燃燒櫃



■ 圖 10、模擬客廳燃燒櫃



圖 11、燃燒櫃連接二氧化碳鋼瓶



圖 12、燃燒櫃內二氧化碳放射口

別模擬美國住宅常見的空間材質與配置，如地下室（洗衣間與工具櫃）、客廳、書房，以煤油引火，燃燒 2 分鐘，並連接二氧化碳鋼瓶窒息滅火，以完整保留火流燃燒痕跡、材料燃燒型態，觀察火勢成長中間期的火場呈現。滅火方式以二氧化碳鋼瓶連接配管進入燃燒櫃內放射出口，經計算，燃燒櫃空間須以 100 磅二氧化碳進行窒息滅火、降溫並防止復燃。這些燃燒櫃是為了訓練初學學員，判斷不同材料在同一個火場中可能產生不同 Fire Pattern，以及起火點的研判。

內政部消防署對火災調查人員的初訓，也會採用燃燒櫃進行模擬，訓練新進火災調查人員勘察現場燃燒痕跡的能力；消防署模擬燃燒櫃採水霧滅火，目的也在降低對火場的破壞，儘量保留更多燃燒痕跡供教學用。火場實務上，常因消防人員射水滅火搶救、殘火處理作業，使火場燃燒痕跡有所變化及破壞，而需考量各項因素作綜合研判。這次參訪燃燒櫃的應用，以及思考比對消防署燃燒櫃訓練，有新的體會分享：燃燒櫃可採不同空間配置與物品材料（住宅、狹長型工廠等）、不同燃燒時間、不同火勢成長階段，以及不同滅火方式（包含窒息、水霧、水柱滅火與殘火處理破壞現場），做示範燃燒櫃，供初學火災調查人員觀察體會，強化火災調查人員初訓訓練與實務勘察上之落差。

四、紐海芬消防局參訪

紐海芬消防局坐落在城市中心，頂樓可以 360 度環視城市，為民眾提供全方位的災害預防、整備與緊急應變服務。採用消防搶救線上系統，結合地圖與衛星照片，可以預先做搶救部署計畫（pre-plan map），或即時監看案件派遣、建築物資訊等。透過系統可以看到火災與救護案件派遣人車的位置，同時也可以在手機 APP 或是 iPad 上操作，查看案件詳細內容，例如案件關係人資料、火災調查資訊等，並產出案件資訊記錄。若消防隊到場發現需調查，可在系統上點選傳送通知火災調查人員出勤，火災案件涉及縱火（如惡意犯罪、故意詐領保險金等），會與州警局合作進行縱火偵查。這套消防搶救線上系統，整合了消防局各項救災救護勤業務，且適用於



圖 13、與紐海芬消防局局長合影

可攜式設備，消防局局長、副局長除了在辦公室內可以操作系統外，也發配便攜的 iPad 平板，出勤也能經由 iPad 登入查閱，隨時掌握轄內案件狀況。

紐海芬消防局的案件線上圖資系統包含火災案件調查內容，可見美國對火災案件屬性定義與臺灣不同，以我國火災案件均屬公共危險罪之現況，雖無法將調查內容揭露於局內案件系統，但圖資系統的運用，或許可回饋在縱火案件追蹤與防止對策上。我國縱火案件有檢警消防聯防機制，為防治連續縱火案，可以透過地圖系統的熱點案件地址標記，做火災案件分佈與縱火案件地區的統計與地圖化呈現，警消合作分析縱火案件是否具有地緣性，對於研判為縱火卻尚查無嫌疑人之案件，再次檢視案件相關人事物、或重新透過地區監視錄影系統，追蹤掌握、鎖定對象，提升縱火案件破獲率，消弭連續縱火案件發生。



圖 14、消防搶救線上系統說明



圖 15、火場勘察車內部參觀

美國火災案件如涉及故意，與火場相關的證物會由火災調查人員採證，送州警局實驗室鑑定，例如汽油彈等促燃劑；但若是一般電氣火災，火災調查人員不會帶走電氣證物，而是由後續保險公司到場進行勘察、採證及進一步的電氣證物鑑定工作。美國與臺灣的火災調查制度不完全相同，除了縱火案件外，其他火災案件由保險公司做後續處理，並製作相關調查報告，供火災預防機構、防火工程參考。

五、紐約市警察局火災證物鑑定實驗室

美國州立警察局刑事鑑識實驗室包含各類微物跡證鑑定單位，火場殘跡鑑定是其一。火場殘跡鑑定實驗室採用 ISO-17025: Testing and Calibration Laboratories 國際認證規範，鑑定方法參考 ASTM-E1618 (Standard Test Method for Ignitable Liquid Residues in Extracts from Fire Debris Samples by Gas Chromatography-Mass Spectrometry) 標準，並定期執行 CTS (Collaborative Testing Services) 能力試驗，確保實驗室鑑定品質。因警察局收受大量各類證物，證物監管鏈是管理實驗室之關鍵項目，從收案當下即由



圖 17、火場殘跡實驗室烘箱



圖 18、火場殘跡證物庫

電腦產出條碼黏貼在證物袋上，並分案到各實驗室，再由實驗室分案給鑑定人員，證物條碼會在電腦系統中顯示所在流程，確實監管證物的位置、時間、詳細資料與經手人員。

證物鑑定人員出具鑑定報告，亦可能需至法院出庭作證解釋鑑定結果，在紐約市警察局火災證物鑑定實驗室，案件出庭可採代理人制度，原因係鑑定報告均有報告簽署人簽署，而實驗室儀器分析數據資料之判讀，同一實驗室同儕檢閱亦應獲得相同結論。

除了證物鑑定工作外，火災證物鑑定實驗室也針對可能影響證物成分之火場環境或採樣過程作研究，例如曾發現



圖 16、火場殘跡實驗室抽風櫃

火場採證人員習慣以 DNA 採集用棉棒吸附現場疑似縱火液體殘跡，並放入商品化的圓柱狀塑膠容器保存，該塑膠容器之構造組成會吸附芳香族化合物，導致鑑定結果不易研判，便宣導採證人員改用醫用紗布採證，並放入證物專用金屬罐密封；也曾研究可燃性液體於土壤中的分解情形，以及酒精汽油與水混和後導致乙醇成分溶於水，因此水中分析出的乙醇成分可能來自汽油等，這些研究均來自實務工作所得到的啟發，而能反饋在現場採證與證物鑑定工作，強化政府部門調查鑑定公信力。

結語

此次研習拓展視野同時也收穫良多，對於現行火災調查工作也有些反思與分享：

（一）火災現場封鎖實務上常見封鎖線拉設

在建築物大門上，使火調人員進出勘察偶有媒體作業互相干擾情形，或可參考警方分層封鎖概念，擴大出入口封鎖範圍（例如包含部分人行道或建物大門前可供作業空間），實施一至兩層之封鎖線，錯開媒體與火調人員動線，以慎行初期勘察工作。（二）我國開始推動國民法官制度，其結合了參、陪審制的優點，對於重大火災案件，火災調查人員將可能出庭同時面對國民法官、檢察官與律師，作證之樣態與複雜度提高，更加考驗火災現場跡證勘察、蒐證、拍照、撰寫鑑定書與思辨的能力。且隨著科技進步，火災風險樣態不斷變化，火災調查人員所需學習瞭解的知識更加廣泛，不斷充實提昇專業知識、參加訓練、擴展眼界接觸新事物，是火災調查人員必須面臨的重要課題。

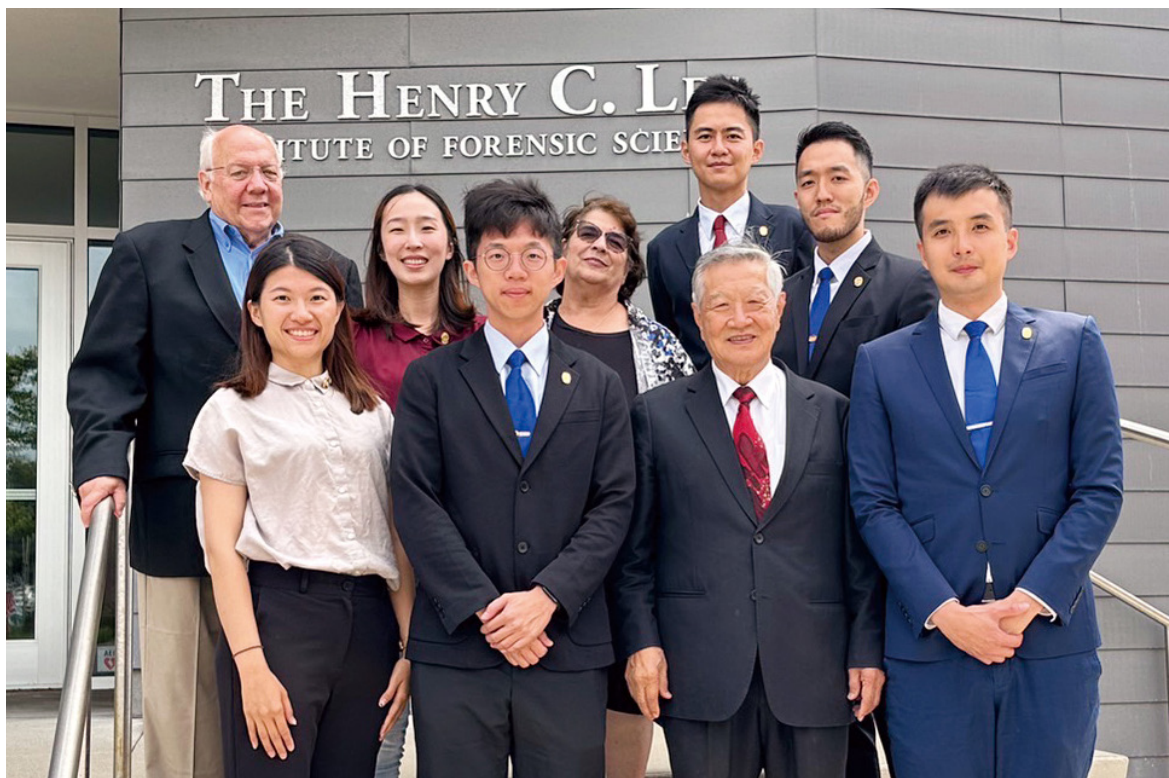


圖 19、與李博士及學院師長合影