

行政院及所屬各機關出國報告

(出國類別：研究)

研習先進國家建構現代化法醫研究中心機構及運作模式
(臺灣國家級法醫解剖中心建置規劃)

服務機關：法務部法醫研究所

出國人職稱：法醫病理組

研究員

副研究員

技士

姓名：潘至信 曾柏元 鍾芳君

出國地區：美國新墨西哥州

出國期間：民國九十九年十月二十九日至

民國九十九年十一月六日

報告日期：民國一〇〇一年一月九日

目 次

目次	2
摘要	3
壹、目的	5
貳、過程	6
參、心得與結果	7
一、任務與職掌	7
二、隸屬	7
三、編制	7
四、設施與設備	7
(一) 設施設備與操作	8
(二) 附屬支援設施設備與操作	9
(三) 主要周邊支援單位	9
五、數位影像虛擬解剖 (Virtual Autopsy)	9
六、心得	10
肆、建議	13

摘 要

2010年10月29日至11月06日，赴美國新墨西哥州參訪該州新建法醫師（醫學偵察員）辦公室（New Mexico Office of Medical Investigators, NMOMI）。以實際了解生物安全第三等級（BSL3）解剖室，及生物安全第三加等級（BSL3+）之隔離解剖室之設施設備，及所謂“數位影像虛擬解剖(Virtual Autopsy)”操作與運轉之情形。

該法醫師辦公室，於設施及設備方面，堪稱當今世界最先進之法醫解剖(Forensic Autopsy)中心。因為解剖前生物危險等級（Risk Groups）之不確定性，該法醫解剖中心採用了嶄新思維，將所有常規性法醫解剖作業之生物安全等級（Biosafety Level），提升至生物安全第三等級（BSL3）解剖室進行；並將具高度傳染性及危險性之傳染病解剖作業，提升至生物安全第三加等級（BSL3+）之隔離解剖室進行。該法醫解剖中心內含1間大型生物安全第三等級（BSL3）解剖室，計有12座解剖檯；及4間生物安全第三加等級（BSL3+）隔離解剖室，各含一座解剖檯。

該法醫師公室並將3D電腦斷層攝影（3D CT Scan）室及核磁共振掃描（MRI）室，與法醫解剖室連結，並已納入法醫解剖與鑑定作業範疇。目前預計累積2000至6000件各類型法醫解剖案件之數位影像學研究，以統計該影像學運用於各種法醫案件之傷勢型態或疾病診斷之敏感度（sensitivity）與精密度（specificity），為日後數位影像學資料供作呈堂證供之可行性評估，提供科學性之數據。

近年來，臺灣發生疑似H1N1新型流感、疑似H1N1疫苗傷害、肉毒桿菌毒素、極可能新型庫賈氏病致死等案件，突顯法醫組織病理學（Forensic Histopathology）結合免疫組織化學染色（Immunohistochemistry, IHC）等分子病理學與電子顯微鏡診斷技術，運用於法醫解剖與鑑定之重要性與迫切性。

庫賈氏病致死案件之解剖，根據世界衛生組織之建議，最好於專屬解剖室進行。

臺灣各地方法院檢察署，目前已建構多所地區型（localized）法醫解剖(Forensic Autopsy)室，此些解剖室大多已達生物安全第二加等級（Biosafety Level 2+, BSL2+）。臺灣迫切需要者，乃建構國家級（centralized）法醫解剖中心，以因應法醫解剖與鑑定所面臨之困難與挑戰。

綜合以上，強烈建議臺灣建構國家級法醫解剖中心時，能具整合性之思維，畢其功於一役，一次到位，一舉超越歐美之法醫解剖中心設施與設備之水準。

建議：

臺灣未來建構國家級（centralized）法醫解剖中心，應含如下設施與設備，以強化生物安全防護及法醫病理診斷之功能：

一、高等生物安全解剖室：

- （一）大型生物安全第三等級（BSL3）解剖室，以處理常規性法醫解剖案件。
- （二）多間生物安全第三加等級（BSL3+）隔離解剖室，以處理高度傳染性與危險

性之傳染病，包括庫賈氏病之法醫解剖案件。

二、數位影像虛擬解剖(Virtual Autopsy)實驗室：

(一) 3D 電腦斷層攝影 (3D CT Scan) 實驗室。

(二) 核磁共振掃描 (MRI) 實驗室。

三、法醫組織病理 (Forensic Histopathology) 實驗室：

(一) 特殊染色實驗室 (Special Stains) 實驗室。

(二) 免疫組織化學染色 (Immunohistochemistry, IHC) 等分子病理實驗室。

(三) 電子顯微鏡實驗室。

壹、目的

參訪美國新墨西哥州新建之法醫師（醫學偵察員）辦公室，研習法醫解剖中心設施設備之世界發展趨勢，以做為建構臺灣國家級法醫中心之參考。參訪重點為：

- 一、生物安全（Biosafety）：生物安全第三等級（BSL3）法醫解剖室，及生物安全第三加等級（BSL3+）隔離法醫解剖室之設施、設備與實際操作情況。
- 二、數位影像虛擬解剖(Virtual Autopsy)：包括 3D 電腦斷層攝影（3D CT Scan）及核磁共振掃描（MRI）裝置於法醫解剖中心，並納入法醫解剖與鑑定作業範疇之實際運作情形。

貳、過程

2010年10月29日至11月06日，赴美國新墨西哥州參訪該州法醫師(醫學偵察員)辦公室(New Mexico Office of Medical Investigators, NMOMI)，實際了解BSL3及BSL3+法醫解剖室之設施設備，及所謂“數位影像虛擬解剖(Virtual Autopsy)”操作與運轉之情形。

參訪期間參與該辦公室之晨會與解剖後會議、困難案歷討論會、參觀BSL3法醫解剖過程、參與切腦會議，並於該法醫師辦公室副主任Dr. Kurt B. Nolte安排及帶領下，與該辦公室多位重要專家分別單獨會談，包括主要新墨西哥州州立大學醫學院病理部主任Dr. Thomas Williams、神經病理主任Dr. Ross Reichard、放射線學專家Dr. Phil Wiest、技術員主管Yvonne Villaloboss、流行病學家Dr. Sarah Lathrop。

參、心得與結果

新建之新墨西哥州法醫師辦公室，於 2001 年左右開始構思，於 2010 年 5 月落成，為佔地 60000 平方英尺，造價 8900 萬美金之五樓建築。本次參訪重點為法醫解剖中心之生物安全第三等級（BSL3）法醫解剖室，及生物安全第三加等級（BSL3+）隔離法醫解剖室之設施、設備與實際操作情況，以及 3D 電腦斷層攝影（3D CT Scan）及核磁共振掃描（MRI）裝置於法醫解剖室，並納入法醫解剖與鑑定作業範疇之實際運作情形。

一、任務與職掌：

其任務與職掌乃負責該州專業之死亡調查、開立死亡證明書、執行傳染病偵測與鑑定、協助司法單位之犯罪偵查及法醫病理之教育訓練。

二、隸屬：

新墨西哥州法醫師辦公室隸屬於新墨西哥州州立大學醫學院。

三、編制：

依美國畢業後醫學教育認證協會（Accreditation Council for Graduate Medical Education，簡稱 ACGME）之認證規定，及美國病理專科法醫師協會（National Association of Medical Examiners，N.A.M.E.）所頒佈之法醫解剖操作標準（Forensic Autopsy Performance Standards），該辦公室目前有 8 位具法醫病理專科醫師（Forensic Pathologists, FP）之法醫師（在新墨西哥州名稱為 Forensic Investigator，許多州名為 Medical Examiner，簡稱 ME），法醫師辦公室主任也依認證規定，為法醫病理專科醫師。具法醫病理專科醫師資格之法醫師負責所有法醫解剖（Forensic Autopsy）之工作。其中兩位為亦為神經病理專家，主持每週舉行之切腦會議。該辦公室每年招收 4 名法醫病理醫師研究員（Fellow）及多名住院醫師。新法醫師辦公室完成後，每年約有 20-30 位之解剖病理專科醫師申請，爭取僅有 4 名之法醫病理醫師研究員訓練容量，可謂炙手可熱。另該法醫師辦公室，設有法醫技術員（名為 morphology technician）主管，負責技術員之教育訓練、聘僱任用、協助與支援法醫解剖相關工作事宜。目前該法醫師辦公室有 30 餘位法醫技術員，絕大部份聘僱新墨西哥州州立大學醫學院學生擔任。另設有一名專職之流行病學博士，負責該辦公室年度統計報表、法定傳染病通報、以及所有統計相關事宜；以及一名行政主管，負責行政業務。

四、設施與設備：

該新建之法醫師辦公室，於設施及設備方面，堪稱當今世界最先進之法醫解剖（Forensic Autopsy）中心(附圖一)。因為解剖前生物危險等級（Risk Groups）之不確定性，該法醫解剖中心採用了嶄新思維，將所有常規性法醫解剖作業之生物安全等級（Biosafety Level），提升至生物安全第三等級（BSL3）解剖室進行；並將具高度傳染性

及危險性之傳染病解剖作業，提升至生物安全第三加等級 (BSL3+) 之隔離解剖室進行。新法醫師辦公室，內含 1 間大型生物安全第三等級 (BSL3) 解剖室，計有 12 座解剖檯；4 間生物安全第三加等級 (BSL3+) 隔離解剖室，各含一座解剖檯；及 3D 電腦斷層攝影。且正在進行安裝核磁共振掃描機器之工作。

(一) 設施設備與操作：

1. 內含 1 間大型生物安全第三等級 (BSL3) 解剖室，計有 12 座解剖檯，包括 10 座常規法醫解剖檯(附圖二)、1 座 (隔開 1 間) 腐敗屍體解剖檯、1 座 (隔開 1 間) 人類學研究專屬解剖檯；4 間傳染病 (包括 1 間庫賈氏病專屬) 屍體生物安全第三加等級 (BSL3+) 隔離解剖室(附圖三)。
2. 整座解剖中心為氣密。
3. 分開獨立之空調、廢液、固態廢棄物處理系統。
4. 解剖室與下列空間之連結具雙門傳遞系統 (transmission box)：
 - (1) 固態廢棄物處理室(附圖四)：固態廢棄物移出解剖室，須先置入解剖室與固態廢棄物處理室間之超大型雙門高壓滅菌器。消毒後，方能從固態廢棄物處理室之另一道門移出。
 - (2) 停屍間(附圖五)：遺體進出解剖室，須經置於解剖室與停屍間之雙門高壓滅菌器進入。解剖後遺體，消毒後，方能從停屍間之另一道門移出。
 - (3) 檢體分送室：解剖所採檢體 (包括組織、血液、尿液、膽汁、胃內容物、眼球液、骨骼等)，置入容器後，容器外面經消毒液擦拭後，方能置入解剖室與檢體分送室之間的雙門傳遞箱(附圖六)，再由傳遞箱位於檢體分送室之另一道門取出。
 - (4) 切腦室(附圖七)：解剖所採腦髓及脊髓檢體，置入大型容器後，容器外面經消毒液擦拭後，方能置入解剖室與切腦室之間的雙門傳遞箱 (因較重，置於離地面較近處)，再由傳遞箱位於檢體分送室之另一道門取出。
 - (5) 洗衣室：可再使用之布質解剖衣，使用後須置入更衣室 (連於解剖室) 與洗衣室間之雙門處理槽內消毒液桶中(附圖八)，消毒後，再由另一道門取出，方能進行後續洗衣室內之洗衣機洗衣工作。
5. 解剖後解剖室內消毒 (名之為 “stand down”) 作業系統：
 - (1) 解剖後，解剖檯上屍盤須置入解剖室內之大型單門高壓滅菌器消毒 (附圖九，一次可消毒 6 個屍盤)。
 - (2) 解剖後，解剖檯及地板每日須以消毒液擦拭消毒進行。
6. 空調系統：
 - (1) 解剖室內負壓空調，每小時氣體交換次數 12-16 次。
 - (2) 由上而下之導向氣流，氣流進入口位於天花板。
 - (3) BSL3+ 隔離解剖室廢氣排出口隱藏於解剖檯內。
 - (4) BSL3+ 隔離解剖室，為解剖中心負壓最低處。
 - (5) 廢氣排放經高效率濾網 (HEPPA filter)，過濾後方能排出。
 - (6) BSL3 解剖室與 BSL3+ 隔離解剖室間，置有雙門氣閘系統 (double-door air

lock system)，一邊門開時，另一邊門一定關閉，等另一邊門關閉時，另一邊門方能打開(附圖十)。

7. Med-X 檢體採樣室，存放傳染病檢體採樣所需耗材及表單。
8. 人類學研究專屬解剖室內，置有超大型骨化處理鍋(附圖十一)。
9. 每座解剖檯具懸掛式電腦裝置(附圖十二)。
10. BSL3 解剖室緊鄰 3D 電腦斷層攝影室(附圖十三)，與即將安裝之核磁共振掃描室，但屍體取得數位影相後，還是經由停屍間之雙門高壓滅菌器進入解剖室解剖。

(二) 附屬支援設施設備與操作：

1. 3D 電腦斷層攝影室，緊鄰 BSL3 解剖室。
2. 核磁共振掃描室，緊鄰 BSL3 解剖室。
3. 停屍間：分冷藏室(4°C)及冷凍室(-20°C)，皆有溫度控制及記錄儀。冷藏室放置一般遺體，有堆高機協助擺置(附圖十四)；冷凍室放置無名屍或特殊案件屍體。
4. 組織儲存室：常規福馬林固定組織，存放五年(附圖十五)；具司法問題案件組織分開並永久存放(附圖十六)。
5. 組織蠟塊及病理玻片存放室：蠟塊及病理玻片永久存放(附圖十七)。
6. 耗材及消毒器具存放室。
7. 固態廢棄物存放室(附圖十八)。
8. 屍體及所有文件檔案，皆以 RFID 系統管理。
9. 圖書室：各類期刊及藏書存放(附圖十九)。
10. 晨會室：與緊臨之 BSL3 解剖室間有透明玻璃隔開及影音傳輸裝置(附圖二十)。
11. 中型會議室：解剖後午會討論室，具電腦影音系統。
12. 大型會議室：置於解剖中心外，舉辦大型會議用。

(三) 主要周邊支援單位：

1. 毒物化學實驗室、州級公共衛生部門及微生物實驗室：置於法醫辦公室樓上樓層。
2. 組織病理切片及免疫組織化學染色：委託醫療院所病理部門製作。
3. 微生物檢驗：與州級公共衛生部門之微生物實驗室，及美國疾病管制與預防中心(CDC)以 Med-X 系統連繫與合作。
4. DNA 檢驗：委託警方等 DNA 檢驗部門檢驗分析。

五、數位影像虛擬解剖 (Virtual Autopsy)：

該法醫師辦公室與新墨西哥州州立大學附設醫院放射科合作，執行所謂“數位影像虛擬解剖(Virtual Autopsy)”研究計畫。新建之法醫師辦公室於 2010 年 9 月架設完成 3D 電腦斷層掃描機，並開始運轉，並已著手進行核磁共振掃描之架設與運作。本研究計畫包括司法案件解剖前進行死後 3D 電腦斷層掃描檢查與核磁共振掃描檢查，再與解剖後資料進行比對與分析。其實際運作情形如下：

(一) 研究目的：

以數位影像學技術，運用於各類型法醫案件之傷勢型態或疾病診斷之分析，以輔助及強化法醫解剖與鑑定之效能。

(二) 研究方法：

建立法醫解剖案例解剖前之數位影像資料，再與解剖後之結果，進行資料比對與分析，以求得數位影像學技術對於傷害或病變診斷之敏感度 (sensitivity) 與精密度 (specificity)。

(三) 預計蒐集案件數 2000-6000 例。

(四) 研究單位：新墨西哥州法醫師辦公室，新墨西哥州立大學附設醫院放射科。

(五) 研究團隊主要人員：法醫病理專科醫師 Dr. Kurt B. Nolte，放射線專家 Dr. Phil Wiest。

(六) 操作：

1. 解剖前，屍體先於緊鄰於 BSL3 解剖室之 3D 電腦斷層攝影室，執行 3D 電腦斷層攝影 (平均僅耗時 15 分鐘即完成)，蒐集 3D 數位影像資料。
2. 電腦斷層攝影完成後，遺體經由經由停屍間之雙門高壓滅菌器進入解剖室解剖，蒐集解剖發現資料。
3. 3D 數位影像資料研判與分析。
4. 比對 3D 數位影像資料與解剖發現資料。

六、心得

自 2006 年瑞士伯恩大學的法醫團隊提出 virtopsy 這個詞，“Virtopsy”是由 virtual “虛擬”和 autopsy “解剖”兩個字所組成的。他們認為現代橫斷面成像技術可以輔助，甚至可能部分取代傳統解剖。透過伯恩大學的法醫學、放射診斷學和神經放射學三個部門共同密切合作以希望通過現代化的橫截面成影技術，達到司法體系欲知項目之目標。目前應用電腦斷層掃描死後影像分析還是以外傷骨折、體腔內積氣病變 (例如，空氣栓塞，創傷後皮下氣腫，高氣壓性創傷，死後腐敗產氣)、大面積組織傷害、脊髓損傷等情形較為適用。各種成像後處理技術可以提供強而有力的法醫證據於司法程序中使用。但是，這些形態學特徵和信號強度特性上的差異到底是生前還是死後變化，尚有待系統性的研究。

由於數位影像虛擬解剖具有非破壞性、再現性、重組性、永久保存等優點，這個想法出現於 20 世紀 90 年代初所發展的法醫攝影學，自 2000 年起發展死後影像學診斷以來，目前許多西方先進國家正致力於此領域之研究，也逐漸累積相當多經驗，但是只有做死後影像學檢查而無執行後續的解剖，以確認影像學的發現是否與解剖肉眼所見一致的問題上，目前在美國法庭上死後影像學檢查的證據力還未能確定。以我國來說，過去完全沒有死後影像學診斷之相關解剖學資料，也沒有影像判讀的標準流程，故貿然把應用在活人身上的影像學診斷方法應用在死者身上是十分危險且有待商榷的，因此需要更多的案件資料的蒐集和經驗的累積。

如果以後數位影像虛擬解剖的準確性和司法證據能力可達到社會大眾接受程度，他的優點是相當淺而易見的，可節省司法解剖所需的人力、物力、資源，亦可減少家屬

的阻力，提供一個可以正確快速篩檢死者死因的方法，對無法確立的死者，才進行司法解剖鑑定，如此對於增進我國人權的維護應有相當的助益。但是亦有其缺點存在，雖然電腦斷層掃描或核磁共振日後可能日趨便宜，但是仍屬貴重醫學檢查儀器，對我國各縣市解剖室的設備目前連X光機都屬稀少設備，且大多尙未能達到一般可接受的國際標準之際，實難要求再架設更高價位的電腦斷層掃描或核磁共振設備。再者，數位影像虛擬解剖需要專業的影像醫學判讀能力，目前我國法醫師並無獨自操作機器和判讀影像的能力和資格，勢必要與我國的教學醫院影像醫學部門合作，雖不無可能，但尙有其困難性（例如，健保如何給付，醫院影像醫師意願等）。

死後影像學檢查，最早於法醫界即有應用 X 光機來檢查槍擊傷、火燒焚毀或腐敗的屍體，以查明屍體內部是否有殘留彈頭或刀片等異物存在，但以當時 X 光的解析度，僅作 X 光檢查而無解剖打開屍體體腔來檢查的話，將因 X 光影像解析度模糊而無法判讀，或因死後變化程度厲害而造成誤判，許多案件將無從解決。隨著影像學的發展與分析技術日新月異，現在可運用電腦斷層掃描和磁共振造影來進行司法解剖案件影像的保存與重組，雖然司法解剖上的發現單靠數位影像虛擬解剖仍有不足，但根據國外研究結果及本次參訪美國新墨西哥州法醫中心他們的成果顯示，數位影像虛擬解剖和司法解剖具有相輔相成的極大助益，應可作為未來規劃我國國家級解剖室的設計方向。至於使用電腦斷層掃描或核磁共振方法何種較佳，因電腦斷層掃描較便宜，使用起來較方便，較容易取得，亦可重組 3D 立體影像，所以可以考慮先以電腦斷層掃描作為設備規劃方向。

新建之新墨西哥州法醫師辦公室設施設備與操作之特點為將常規性法醫解剖的生物安全等級提升至生物安全第三等級（BSL3）與生物安全第三加等級（BSL3+），並將數位影像虛擬解剖（Virtual Autopsy）實際融入法醫解剖的作業流程。其不足之處，乃未發展自屬之法醫組織病理學（Forensic Histopathology）相關之病理切片、特殊染色（Special Stains）、免疫組織化學染色（Immunohistochemistry, IHC）等分子病理學技術，以及電子顯微鏡之與功能，而將上述業務委外處理。

近年來，臺灣發生疑似 H1N1 新型流感、疑似 H1N1 疫苗傷害、肉毒桿菌毒素、極可能新型庫賈氏病致死等案件。每於微生物或病原體感染致死之最終診斷確認所需之病理診斷技術，礙於設施設備不足，須委外處理，徒增困擾。而庫賈氏病致死案件之解剖，根據世界衛生組織之建議，最好於專屬解剖室進行。此突顯臺灣法醫解剖的兩個問題：

（一）法醫解剖的生物安全

臺灣各地方法院檢察署，目前已建構多所地區型（localized）法醫解剖（Forensic Autopsy）室，此些解剖室大多已達生物安全第二加等級（Biosafety Level 2+, BSL2+）。臺灣迫切需要者，乃建構國家級（centralized）法醫解剖中心，且需達生物安全第三等級（BSL3）及生物安全第三加（BSL3+）等級，以因應具高度生物危險（Biohazard）之法醫解剖與鑑定所面臨困難與挑戰。

（二）法醫病理功能強化

強化法醫病理功能，設施設備方面需從建構以下實驗室著手：

1. 建構法醫組織病理實驗室：

（1）特殊染色（Special Stains）實驗室。

（2）免疫組織化學染色（Immunohistochemistry, IHC）等分子病理實驗室。

- (3) 電子顯微鏡實驗室。
- 2. 建構數位影像實驗室：
 - (1) 3D 電腦斷層攝影 (3D CT Scan) 實驗室。
 - (2) 核磁共振掃描 (MRI) 實驗室。

肆、建議

臺灣未來建構國家級（centralized）法醫解剖中心，應含如下設施與設備，以強化生物安全防護及法醫病理診斷之功能：

一、高等生物安全解剖室：

- （一）大型生物安全第三等級（BSL3）解剖室，以處理常規性法醫解剖案件。
- （二）多間生物安全第三加等級（BSL3+）隔離解剖室，以處理高度傳染性與危險性之傳染病，包括庫賈氏病之法醫解剖案件。

二、數位影像虛擬解剖(Virtual Autopsy)實驗室：

- （一）3D 電腦斷層攝影（3D CT Scan）實驗室。
- （二）核磁共振掃描（MRI）實驗室。

三、法醫組織病理（Forensic Histopathology）實驗室：

- （一）特殊染色實驗室（Special Stains）實驗室。
- （二）免疫組織化學染色（Immunohistochemistry, IHC）等分子病理實驗室。
- （三）電子顯微鏡實驗室。

附圖一：新墨西哥州法醫師辦公室新建大樓



附圖二：大型生物安全第三等級（BSL3）解剖室，包括 10 座常規法醫解剖檯



附圖三：4 間傳染病屍體生物安全第三加等級（BSL3+）隔離解剖室



附圖四：固態廢棄物處理室之超大型雙門高壓滅菌器



附圖五：停屍間與解剖室之間的雙門傳遞系統



附圖六：解剖後檢體之雙門傳遞箱



附圖七：切腦室



附圖八：連於解剖室之更衣室與洗衣室間的雙門處理槽



附圖九：解剖臺上屍盤須置入解剖室內之大型單門高壓滅菌器消毒



附圖十：雙門氣閘系統，等一邊門關閉時，另一邊門方能打開



附圖十一：人類學研究專屬解剖室，置有超大型骨化處理鍋



附圖十二：每座解剖檯具懸掛式電腦裝置



附圖十三：緊鄰解剖室之 3D 電腦斷層攝影室



附圖十四：冷藏室有堆高機協助擺置遺體



附圖十五：常規組織儲存室



附圖十六：永久存放之具司法問題案件組織



附圖十七：組織蠟塊及病理玻片存放室



附圖十八：固態廢棄物存放室



附圖十九：圖書室



附圖二十：晨會室與緊臨之 BSL3 解剖室間有透明玻璃隔開及影音傳輸裝置

