

出國報告（出國類別：考察）

美國麻省理工學院電腦暨人工智慧實驗室 (MIT CSAIL)暨智慧醫療參訪

服務機關：臺中榮民總醫院

姓名職稱：重症醫學部主任 詹明澄

派赴國家/地區：美國/波士頓/巴爾的摩

出國期間：2022.09.17-2022.09.25

報告日期：2022.10.03

摘要（含關鍵字）

隨著資訊科技的進步，快速運算的功能、大量數據的累積與儲存及雲端運算的成熟，醫療健康產業也快速導入相關的技術，除可以提供更方便、更高品質的醫療服務外，也藉由避免犯錯，提供更安全的診斷與治療。在 COVID-19 疫情期間，遠距醫療的需求更被凸顯出來。台中榮總在過去建立了良好資訊處，由國際知名媒體「新聞周刊（Newsweek）」與全球重要數據資料庫「Statista」聯合舉辦的 2023 年全球智慧醫院評比（Newsweek World's Best Smart Hospitals 2023），台中榮民總醫院不僅是台灣唯一，更是兩岸三地唯一上榜的醫院。為求更近一步的發展，中榮與全球首屈一指的美國麻省理工學院電腦科學與人工智慧實驗室（MIT CSAIL, Computer Science and Artificial Intelligence Lab）建立合作關係，在今年九月份，疫情緩解後，派出參訪團隊至該機構學習。並趁此機會，團隊成員也依專長分別安排了當地頂尖醫學中心參訪。

關鍵字：人工智慧，機器學習，深度學習，MIT CSAIL (Computer Science and Artificial Intelligence Lab)

目 次

摘要	7
目的	8
過程	9
心得	15
建議(至少四點)	16
附錄	16

一、 目的

智慧醫療是台中榮總發展策略中的一環，在現有的基礎下，願部長官大力支持及同仁共同努力下，獲得了相當得成就，根據新聞週刊評比是台灣唯一，也是兩岸三地為人榜全球智慧醫院的單位。我們希望能在智慧醫療的領域上能有更近一步的發展，因此與全球頂尖 MIT CSAIL 合作，並組織參訪團向全球最高學術殿堂學習，並藉由此此機會安排參訪美東頂尖醫學中心，除學習外，也希望建立聯繫管道，為未來的合作建下基礎。

二、 過程

參訪日期	111 年 9 月 19 日
參訪機構	MIT CSAIL
參訪單位/人員 及內容	1. John Guttag : Machine learning on clinical time-series, causal inference, prediction of clinical outcomes 2. Marzyeh Ghassemi : AI & medical imaging/deep learning; prediction with medical images; Federated learning and privacy policy 3. Manolis Kellis : AI/ML in cancer and other disease prediction 4. Lori Glover : Innovation at MIT CSAIL 5. Polina Golland : AI & medical imaging/deep learning; prediction with medical images; Federated learning and privacy policy 6. Dina Katabi : AI/ML, detection of gait patterns and predictions (條列式呈現，請自行增修)
心得(簡述)	1. Rus Daniela AI 做了一個開場的演講，談到 MIT 開始發展人工智慧運算的故事。但直到今天，因為晶片技術能快速且大量處理資料、資料儲存的設備進步、及雲端作業的建立，在諸多條件下，人工智慧的發展來一個爆炸性成長的時代。他舉了一些例子，如運用在 cancer diagnosis，人也會發生錯誤，AI 也會，但整合人與 AI 可以將錯誤率降到最低，另外 AI 資料整合技術可以克服個資保護問題，AI 技術可以進入 personalized medicine 的新境界。他也提到了他發展膠囊機器人的經驗。 2. John Guttag, AI 演算傳統上只能說明 association, 但藉由 algorithm 可以在未來提供解釋 causality, 另外要注意 AI cheating 的問題。 3. Marzyeh Ghassemi :說明資料 equality 可以藉由資料收集，演算法改善。 4. Manolis Kellis 則把他的團隊從基因到疾病表現及治療反應預測，以 AI 演算帶來新的境界，可能會翻轉未來藥物治療的觀念。 5. Pollina Golland 則以 CXR pulmonary edema 及 MRI placenta 影像說明 AI 運用在影像上的最新進展。 6. Dina Katabi 則以 wi-fi 展現 EMERALD, 在不需要 wearable device, 如何收集病人呼吸、心跳、肢體運動等技術，並以運用在睡眠、遠距、長照等場域，新的技術帶來新的診療，目前正往各個臨床領域發展相關運用。
建議(簡述)	1. CXR 判讀 Pulmonary edema 技術，臨床上並不新穎，本院與東海合作的案子也有類似的技術，我們的長處是有完整的臨床資料，包含 I/O fluid balance, CVP, PiCCO 等 hemodynamic data。以臨床的觀點

	建置新的 AI 模型，相信更實用價值與發展成產品的淺力。 2. AI cheating 是一個要認真面對的問題，需要從不同的角度檢視預測的結果是否有哪些因素造成干擾，Guttag 也提到了以不同的資料驗證的需要。
可行的合作方案 或計畫	1. Prof. Golland 所展示判讀 CXR pulmonary edema 的技術可以與本院 ARDS AI 分類器合作，提升正確率。該技術亦可整合重症資料，含 I/O balance, CVP, hemodynamic data 等更進一步提升效能。 2. Prof. Katabi 的技術不限於步態的偵測，據課後表示，也可以判斷臉部表情。EMERALD wifi 技術運用在 ICU 重症病人 delirium, pain 及鎮靜深度的監測。

活動相片



參訪日期	111 年 9 月 20 日
參訪機構	MIT CSAIL
參訪單位/人員 及內容	1. Sam Madden : Data management, systems design, data visualization and big data analysis 2. Taylor Reynolds (SCRAM) 3. Lalana Kagal : AI & medical imaging/deep learning; prediction with medical images; Federated learning and privacy policy 4. Jim Glass : NLP, deep learning for recommendation systems, AI & HER, improving prediction Models 5. CSAIL Lab Tour / MIT Tour 6. Amar Gupta : Telemedicine
心得(簡述)	1. Sam Madden 主要談 auto-labeling 的技術，運用在 EEG 判讀及資料處理，可以節省人力。 2. Taylor Reynolds 主要談及加密的技術，用來突破對個人隱私保護造成的限制。在他提到的觀念中，藉由這樣的技術，可以作為整合各單位資料的基礎，也達到保護個資的目的。 3. Jim Glass 運用 Framingham study 收錄的錄音資料，藉由聲音的分析，判斷是否有 depression 等疾病，是一個很有趣的議題。 4. CSAIL Lab Tour/MIT Tour 參觀主要的設施並解說 MIT 及 STATA center 建築設計的概念。建築的設計概念特別值得我們參考，互動空間的安排，讓不同領域的研究人員有機會互動，交換互相的領域，激發了新的想法，新的研究與發展。另外在空間設計上，重視窗戶及光線的安排，在明亮的空間環境中，可以工作效能提升及幸福感。 5. Amar Gupta 談 telemedicine, COVID-19 等危機加上資訊技術的進

	步，造成了 telemedicine 發展的重要契機，但仍有許多技術與法規要突破。他也提到了 tele-ICU 的概念，舉例說，因為專業資源有限，加上輪值夜班作業效能較差，可以考慮在美東及台灣可以合作，因為 12 小時的時差，可以考慮兩地重症醫師互值夜班，在白天精神及效率較佳的狀態下作業。
建議(簡述)	1. Auto labeling 的技術可以運用在 EEG 或 睡眠生理檢查等臨床議題。 2. 建議檢視第三醫療大樓設計理念。
可行的合作方案或計畫	Auto labelling 運用在 time series data, 如 EEG, EKG, PSG 等。

活動相片



參訪日期	111 年 9 月 21 日
參訪機構	MIT CSAIL
參訪單位/人員及內容	1. David Sontag : NLP, deep learning for recommendation systems, AI & HER, improving prediction models 2. Peter Szolovits : Machine learning on clinical time-series, causal inference, prediction of clinical Outcomes 3. Meetings with representatives of IMES and JClinic 4. Henry Minsky : Leela AI 5. Benedetto Buratti : Einblick 6. Michal Depa : StataDx
心得(簡述)	1. David Sontag 利用 deep learning 技術，擷取重要臨床資訊，協助醫護人員撰寫病歷。 2. Peter Szolovits 利用 CXR 判斷 pulmonary edema 的嚴重程度。 3. Collin M. Schultz, MGH cardiologist, 利用 QUANTA 測量 EKG 的 device, 推測病人的 heart function 4. Leela AI 藉由影像技術，透過運算，調整作業流程，提升作業效率。 5. Benedetto Buratti Einblick 是一家從 CSAIL 出去的新創公司，主要產品一個介面互動快速、方便的軟體，提供使用者方便的作業環境。 6. Michal Depa 由 CSAIL 技術成立的 startup, 運用晶片技術，快速診斷疾病。
建議(簡述)	1. 本次參訪 CSAIL 特別安排了幾個從 MIT 開發技術後出來的 startup, 深深感受到他們將研發結果開發成產品的精神，真正能運用到現實生活的概念，非僅止於發表文獻。
可行的合作方案或計畫	尋求運用 QUANTA 研發 device 從事本土研究的可行性。

活動相片



參訪日期	111 年 9 月 19 日
參訪機構	Birgham and Weman's Hospital
參訪單位/人員 及內容	1. 急診室 2. 心臟外科加護病房 3. 內科加護病房
心得(簡述)	本次參訪，主要由目前於該院急診部服務的台裔侯文益醫師 (Peter Hou) 以私人拜訪的方式，在匆忙的兩個小時間，快速的參訪了以上幾個單位。過程中以硬體設施的設計與並討論到臨床作業，人力與排班等作業特性的議題。
建議(簡述)	1. 急診室的空間及動線設計。 看診區都是以單獨隔間的設計，充分尊重個人隱私。在空間內配置完整的診療工具，從 vital signs 的監測到抽血、心電圖等檢驗都可以完成，充分尊重病人，不需要頻頻移動。 2. 作業流程與台灣的差異。 人力作業也很吃緊，只有兩位主治醫師帶領 3-4 位住院醫師。檢傷作業由護理同仁完成。病人檢傷後即在原地由醫師診察。另有一區安置需要監測的重症病人。 3. 心臟外科加護病房的設計與本院 CVCU 差異不大。 以收治術後病人為主，病房單位有獨立廁所，較為特別。另外因美國多 overweight 病人，有些重達 300 公斤，床位多有起吊設備。病房單位為單獨隔間，有懸臂處理管路、氣體、電線、網路線等，做到管路不落地，以維持整潔及安全。呼吸器倒是不固定在懸臂上，視病人需要再推至病房使用。病房單位有完善的下床椅，提供術後病人 early mobilization。每兩間病房外有一個工作台，設計如本院 CVCU，但在工作台上，能將病人 vital signs 整合顯示在面板上。 4. 內科加護病房病人單位也是單獨隔間，但空間較心臟外科加護病房小。也有懸臂系統，但整體設計與本院 CVCU 相似。這些加護病房都有相當大的窗戶，提供光線，室內明亮。 5. 重視家屬會客及休息空間 病人家屬休息空間非常寬敞，也設計有獨立空間提供會談。家屬會客時間以預約為主，並無固定會客時間。 6. 工作人力較台灣充裕。 內科加護病房以 10 床為單位，由兩位主治醫師帶領兩位總醫師，6-7 位住院醫師，分成兩個 team 運作。

可行的合作方案 或計畫	1. 與侯醫師提及將來本院醫師至 BWH 從事重症醫學短期或長期進修的可能性，他本人很樂意協助。
活動相片	
	

參訪日期	111 年 9 月 23 日
參訪機構	Johns Hopkins Hospital
參訪單位/人員 及內容	1. Clinical Engineering Services 2. Outpatient Surgery Center 3. Neuroscience Critical Care Unit (NCCU) 4. Sidney Kimmel Comprehensive Cancer Center 5. Capacity Command Center 6. Innovation center
心得(簡述)	1. 本次參訪，由張益彰博士協助安排，首先到他所服務的單位 Clinical Engineer Services，該單位負責全院醫療器材維護，共有 7000 多個品項，該單位目前也正執行 JHH 所屬三家醫院醫工部門的整合，希望能提升效率，降低成本。該單位目前有 35 位人員，大部分維修都自行完成，依他們的說法節省成本且效率佳。 2. 接下來到 outpatient surgery center，每日服務 35-40 位病人，手術包含 mastectomy, lung resection 等，非常 advanced。單位從早上 5 點左右開始運作，接受病人報到，術前準備等，非常忙碌。病人術前準備到術後觀察皆有完整的設備，作業也都電子化，非常進步，有效率。 3. 第三站為 NCCU，包含內科及外科病人，如 stroke, traumatic brain injury 等，平均住院天數四天左右，非常有效率，很少 stasis，呼吸器脫離困難的病人在兩週內會執行 tracheostomy。整個單位 25 床，分成兩個 team，由兩位主治醫師負責，一組以 NP 為一線照護人力，一組以住院醫師為主，各有一位 fellow 協助。照護模式採 semi-close 的模式，加護病房內有專責醫師，與原手術醫師互相合作，共同照護病人。重症單位的效率建立在團隊合作，各司其職，發揮最大的效能。以呼吸器脫離為例，呼吸治療師與護理單位各司其職，再由醫師確認下達拔管的指令。 該單位空間寬敞，都有負壓設計，其前室採兩間共用，充分有效運用空間，也安然度過 COVID-19 疫情。

	整體單位規劃飛上舒適，病人單位及護理站區隔清楚，繁忙但安靜，病人單位都有大片窗戶採光，明亮舒適。庫房管理自動化，取用耗材如同由自動販賣機取物，管理方便，不會漏帳。 4. Sidney Kimmel Comprehensive Cancer Center 雖然與院區內，卻是獨立作業的單位，提供完整的 solid cancer 診療，JHH 的 hematological cancer 在另外的單位。診療的疾病以 breast cancer 及 GI tract cancer 為大宗。服務的項目從門診、點腦斷層、化療、復健，提供全方位完整的服務。該中心作業效率驚人，以電腦斷層為例，當日做完，放射科兩小時內發報告，隨後多科討論，立即與病人說明結果並安排後續診療。這都仰賴縝密的作業安排，讓病人得到最安全及全面的照護。 5. Capacity Command Center 整合床位及病人流向等資訊，除作為院內外轉介聯繫的管道，並橫向掌握院內病床狀態，將有限的醫療資源發揮最大的功效。該系統系 GE 協助設計完成，在眾多面板呈現資訊的內容，做了很好的規劃，讓使用者很容易掌握正確及重要的訊息，並做出決策。環境的設計，也考量到噪音、光線、溫度，讓工作人員處在一個舒適的環境下作業。病床管理基本上尊重醫師專業判斷，但會去了解個別醫師的差異，作為行政協助的考量。CCC 平時作業分成四組，包括 Hopkins Access Line (HAL) 負責複雜且需要及時轉診的病人，每年處理 700 人次；Bed Management 負責協調及安排入院床位，每日完成安置超過 100 位病人到適合的診療單位；Hopkins Communication Center (HopComm)/Lifeline 負責協調轉院的協調，每年服務超過 40000 人次；Admitting 負責協助人從不同的地方入院，包括 HAL，急診室及手術室。 6. Innovation center 由原來舊的手術室改建，與該校 department of biomechanical engineering 合作，主要研發新的診療的器材。參訪的內容包含 3-D x-ray，在 weight bearing 的狀態下，達到傳統電腦斷層無法達到的目的。主要運用在骨科疾病診斷；robotic surgery 運用在神經外科 ventriculoscope 及骨折手術復位；以不同光源結合人工智慧作 UTI 的診斷；以人工智慧協助 colon scope 執行，減少 colon cancer 誤診。
建議(簡述)	1. 舊有單位整建可以考慮活用在其他功能。 2. Innovation center 的研發項目，主要以臨床需求為出發點，藉由整合或導入新的技術，解決臨床需求。另外會結合產業，尋求研究成果商品化，以造福更多病人。 3. 內科系與外科系重症單位可採用不同運作模式，內科系以 close system 模式，外科可採 semi-close，但要有專責加護病房醫師負責。NP 在加護病房的角色很重要，可以提升作業效率與品質，減少部份住院醫師人力。各職系團隊合作建立在 protocol 落實執行。 4. 未來加護病房整建設計，除考慮病房數量及設備外，應該把光線、動線、降低噪音等需求一併考量。

活動相片



三、心得

很興奮能有機會到學術最高殿堂參訪學習，行程相當緊湊，有下列心得：

1. 行前準備作業非常重要，充分的準備是圓滿收穫的基礎。本次行程參與團員頗多，但在吳副院長領導下，充分分工合作，對於上課內容及參訪行程，都有充足的準備。每一堂課，都有問不完的問題，讓 CSAIL 的教授印象深刻。
2. 團隊合作，這次中榮參訪團團員彼此間互相關心，互相幫忙，特別是在參訪醫院行程中，利用以建立的人脈，協助其他團員安排行程，充分表現出向心力。
3. 參訪研究單位的研究項目，大多以解決臨床實務為出發點，除了發表論文外，以完成成品，到最後能商品化為目地，期待能將研究成果發揮最大效益，造福更多病人。
4. 醫院及研究單位的空間設計除滿足功能需求外，也注意到使用者的需求。大片玻璃採光，讓空間光線明亮，使人心情開朗；研究單位的設計中，保留公共空間，經適當設計，增加人與人之間的互動，可以刺激新的想法；整建過程保留歷史遺跡，如 JHH 將最老的建築 **Billing** 的一扇門留下，轉化成裝置藝術，讓發思古幽情，也增加員工的認同感。
5. 利用時間安排人文、藝術、歷史的參訪。一個單位的成功一定是建立在社會整體文化的氛圍下，而一個成功的單位也會對自己的歷史與環境也會非常重視。本次參訪

CSAIL 特別安排了 MIT 整體環境的參訪，從歷史建築、建築設計理念、圖書館、高端研究單位到某些有特別典故的實驗室，一一娓娓到來，十分有趣。我常常也會想，如果外賓來本院，我要帶他看什麼。

四、 建議（包括改進作法）---(至少四點)

1. 除保持與 CSAIL 聯繫，參加年會外，應思考雙方未來合作模式。CSAIL 目前與產業合作的模式為，專案方式由產業提供資源，由教授及研究生完成。建議我們以邀請對方教授指導目前進行的計畫的方式來執行，以視訊方式或邀請來台演講或短期指導。
2. CSAIL 教授專家多為資訊工程背景，授課內容多以工程的角度切入，對我們而言較為困難。建議以後的參訪應搭配目前合作的國內資工學者、單位，讓交流的效益更佳，更全面。
3. 本次計畫以授課為主，建議下次參訪能由我們 present 目前進行或已完成的案子，除探詢建議外，也可以尋求合作機會。
4. 本次分散參訪了許多醫院，有機會接觸到某些領域的大師，應該盡力保持聯繫，可以是每年國際研討會或院慶的外賓，也可藉由安排短期或長期的受訓，並尋求研究合作的關係。
5. 本次也參訪了許多加護病房，希望能提升第三醫療大樓加護病房設計的參考。

五、 附錄