

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：師三級主治醫師蔡尚峰
派赴國家/地區：美國/波士頓
出國期間：2022.09.17-2022.09.25
報告日期：2022.10.03

摘要（含關鍵字）

智慧醫療(eHealth)是目前最熱門的學科，WHO 的定義為「資通訊科技在醫療及健康領域的應用，包括醫療照護、疾病管理、公共衛教監測、教育和研究」。傳統的醫療，在面臨少子化、照護人力不足、高齡社會以及後疫情時代的衝擊下，需要有了新的思維來進行疾病照護管理與健康促進。(Telemedicine)、遠程患者監護 (Remote patient monitoring)、整合型電子病歷管理系統、患者穿戴型裝置、線上醫療諮詢與掛號約診或是 AI 看診等技術進入市場。習以為常的醫療面臨重大的改變。

臺中榮民總醫院在智慧醫療的努力不遺餘力，面臨醫療轉型時代的浪頭上，在陳適安院長的帶領之下，已有些許成果，但需要更多的內在外與外的刺激，增進產官學的合作，真正實踐智慧醫療的落地應用。

MIT CSAIL 教授及研究人員，享譽全球、獲獎無數，包括：99 位專業學會成員、45 位美國國家級院士、9 位麥克阿瑟獎得主、9 位圖靈獎 (Turing Awards)、3 位奈望林獎 (Nevanlinna Prizes)、1 位千禧年科技獎 (Millennium Technology) 得主 及 1 位英國爵級司令勳章受人。MIT CSAIL 向來為全球產業研發重鎮，創新活動旺盛由 MIT CSAILMIT 衍生出來的新創公司逾百家，因此，可以有機會到 MIT CSAIL 進行為期三天的參訪與學習，相信對於台中榮總的人工智慧人才有很大的提升。之後的兩天，由台灣在波士頓之醫師介紹下，訪問波頓 Harvard, MGH, BWH, and BWFH，與國際學者進行交流與建立關係，有利於後續參訪與合作。

關鍵字：智慧醫療(eHealth)，MIT CSAIL (計算機科學與人工智慧實驗室)

註：關鍵字（至少一組），摘要約 200-300 字。

目 次

摘要	7
目的	9
過程	9
心得	18
建議(至少四點)	18
附錄	19

一、目的

MIT CSAIL 向來為全球產業研發重鎮，創新活動旺盛由 MIT CSAILMIT 衍生出來的新創公司逾百家，因此，可以有機會到 MIT CSAIL 進行為期三天的參訪與學習，相信對於台中榮總的人工智慧人才有很大的提升。之後的兩天，由台灣在波士頓之醫師介紹下，訪問波頓 Harvard, MGH, BWH, and BWFH，與國際學者進行交流與建立關係，有利於後續參訪與合作。

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)	• Daniela Rus: CSAIL 的 director，舉了膠囊小機器人去的東西還有用 AI 來看手術過程，偵測血管的可以預防手術的出血，還有癌症的診斷在 AI 幫忙下可以下降 error，還有在 AI 與隱私權的事，應該可以不用涉及隱私，也講到要把質子的治療機器弄小；講到未來要做到 individualized healthcare (vs. 目前為 personalized care)。 • John Guttag : free talk，9-12 月要在 MIT 上課無法來台灣，很樂意來，可能明年一月，只要不被隔離即可。也許目前他想要確定”causality”以及一些傳染性疾病。 • Marzyeh Ghassemi：很會演講的一個人，表情豐富，是一個真正了解 machine learning 的人，任何問題應該都可以問她，應該都可以迎刃而解。提到了種族與性別的問題。對於問題都可以相當輕易的回答，應該是可以對我們做 machine learning 遇到問題可以請教。 • Manolis Kellis：一個 nejm and nature 等級的人，genome 等等資料，對於台灣/中榮的基因/臨床資料有興趣(eg. Heart echo)，應該可以進行後續的合作。 • Lori Glover：CSAIL 的大總管，介紹 AI 的過去現在未來，以及目前 CSAIL 目前的 Pi 以及 AI 的整個概括。

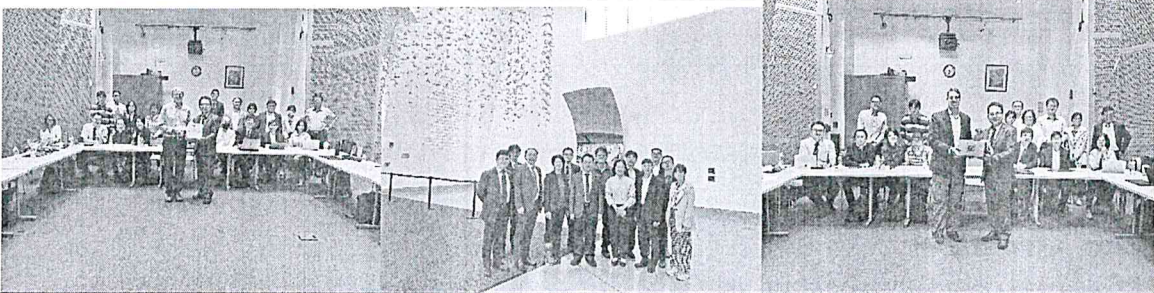
	• Polina Golland：主要做 image 分析，來過高雄與台北，期待來台中，喜歡 bobble team，感覺人蠻好相處的，應該是可以繼續維持長期互動關係的人。研究如 cxr, pulmonary edema, placenta 如何分析圖形，還有 bold (oxygenation)， • Dina Katabi：一個比 wifi 機器大的機會，用來做遠距或是觀察病人在家的狀況很成熟的機會，分析呼吸、心跳等等常見的數據用 AI 分析之後，準備度都比一般的穿戴式裝置來的更好，已經不用穿戴式，也許可以從來做研究或做遠距醫療。領域 • Alzheimer, parkison disease, FSHD, Crohn's disease, COPD, atopic dearmtitis。還有偵驗呼吸來看 covid-19 感染後的 progression or improvement.
建議(簡述)	• Daniela Rus: 最後一天的 discussion 有談到派員學至，至少明年年會可去(Annual meeting 2023, May 24-26 (W3-W5)，合作的話，若有 project 他們再找博士生，會需要約 300 萬台幣/年，不過我想合作是 case by case，由每個 PI 與每個教授談。 • John Guttag：相當友善，明年一月可邀請來台中榮總演講。 • Marzyeh Ghassemi：任何做 machine learning 的人，只要技術上的問題，應該都可以統合一下問題，寫信問此教授。 • Manolis Kellis：很友善的一個人，可以與他視訊會議，他對台灣/中榮的基因/臨床資料有興趣(eg. Heart echo)，可以請精準醫療陳一銘主任與他對口接洽。 • Lori Glover：CSAIL 的大總管/執行長，後續的以院級或團體為單位的事，為聯絡窗口。 • Polina Golland：主要做 image 分析，來過高雄與台北，期待來台中，喜歡 bobble team，人蠻好相處的，9/20 的晚宴也有帶自己小孩來，可見其善意。可以謀合 CM (CXR-肺水腫), CV, GYN(placenta image) 或是任何做 image 相關的 PI 與其合作，也許由游惟強主任統合之後與此教授做後續 image 研究之 PI 談合作。 • Dina Katabi：可以買一台來中榮自己試著看看，遠距醫療可以試試。
可行的合作方案或計畫	依類型去承接相關的合作方案：有人想去長期學習(Lori, Daniela)，有機會邀請來台(John Gutta, Manolis Kellis, and Polina Golland);精準醫療陳一銘主任 (Manolis Kellis)；影像相關 AI 游惟主任等 (Polina Golland)；遠距醫療(Dina Katabi)
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)	• Sam Madden 主要是在做流程與系統的人，演講主要分為兩部分(labeling and querying video)，不過因為第一部分太精采，第二部分就沒有時間講很多。主就是在講找醫師來 label 實在太貴了。他們自己做的系統來幫忙 label, LANCET: labeling complex data at scale。可以來解決三個問題：會自動 label、可能 label 資料的 candidate 以及何時可以終止 label。為全世界第一個。可以節省超過 40%的工作量。主要的例子是 eeg，一些連續性的訊號處理上，而對於影像，他們沒有這方面的自動

label。對於像 arrhythmia 很少發生的，認為可以有很多的偵驗的話，把時間拉長，也許也可以做。另外一個系統是 Real Intelligence Threat Analytics (RITA) is a framework for detecting command and control communication through network traffic analysis，此為一個 unsupervised time series 預測技術。第二個題目為一個系統，運用 machine-learning algorithms 來有效率的在影片中 identify objects，畢竟影片是很 frames，時間關係沒有敘述什麼。

- **Taylor Renynold:**主要是在講 SCRAM (MIT 加密系統),與 PRIVACY。提到用到人的資料就是有風險，加密是個方法 (Cryptographic 有密碼的; encrypted data)，他認為隱私不是做研究的 barrier，運用 PET (privacy enhancing technique)，應該是最好的加密資料的方法，Homomorphic encryption, multi-party computation and private set intersection。我們常常需要自己多加資料分析，所以想要解密再加資料，他認為這是 torture the data to get what we want 是錯的。他認為資料中心 storage data 並不安全，最好都一個一個在一個中心為主
- **Lalana Kagal:** Federated learning 聯邦式學習，講的蠻理論的東西，有點難了解。主要在講如何不用分享資料就可以 train model 在不同醫院/院所的資料。主要在講 DynamoFL 這個方式。面對的戰為：不同不一樣的資料庫如何在同一個 model 訓練、還有 model 的個人化、各 device 如何溝通有效率，以及顧及安全與隱私。他們使用 FedGMA, FedLTN and Collusion Resistant Oblivious DP 來解決技術上問題，而系統性的問題，用 DynamoFL 來解決。DynamoFL 為隨插即用的基礎建設來快速建立 FL。舉了一個用 dynamoFL 來做 brain tumor 為例子。
- **Jim glass:** NLP, speech biomarkers for cognitive health，主要是在使用 NLP 的方法，來做 cognitive function 的研究，使用 Framingham study 的資料庫中來找病人，雖然只有只有 3.7% with cognitive data，病人數只有 92 人。收音完之後，用了 model 來分析語音，L1 regularized logistic regression，分析 audio feature (x230)來看 pitch, jitter, shimmer, root-mean-square, spectral energy, duration; 而 text feature (x21)看 speaking rate, # words, out-of-vocabulary rate, and perplexity。找以上的特徵之後再做分析，最後 AUC 可以到 0.92。很有趣的研究，找出講話的特徵成為 biomarker 來做後續的分析。
- **Amar Gupta:** telemedicine 遠距醫療，講到銀行與醫療產業共通點，就是發生危機促進產業資料化/自動數據化的發展。醫療照護有一個 three-pronged 三管齊下的方式，包括在定點、不在固定點的方式，以及以電腦為主的技術與流程三種，遠距醫

	療的定義是以上三個有兩個即可。而遠距醫療的研究上，如提出與運用一些全球分布團隊的概念，或是加強效率與執行相關（如 tele-ICU），或是在探討 missing and conflicting data，或是在分析與探討一些不公平的議題（inequity）。某些科別的研究，如果泌尿科、神內等等不一樣的專科。以初識的架溝來區分的話，分為知識的取得、探索、處理與宣傳。但是仍然有一些遠距的機會與障礙，如下面的面向 technical; business; medical, legal; public health; policy; and economic. 遠距醫療雙位數的成長，可以突破空間障礙提供醫療服務與溝通。也許可以提供較佳的預後與照護品質。整堂課就概念性的陳述為主。
建議(簡述)	• Sam Madden：其自動 label 的技術，適合長時間監控記錄之資料幫忙自動 label，相關的 AI 者可與他合作。 • Taylor Renynold：臨資中心潘主任也許可以與他討論，看後續是否可以有方便 PI，但又不失安全性的方法。 • Lalana Kagal：目前 TSHA 也在做 FL，拿出去 TSHA 做 FL 的幾個 project 的 PI 可以與他討論。 • Jim glass：講話的特徵成為 biomaker 來做後續的分析，精神科與神經內科應該是可以好好的合作，很有趣的 project。 • Amar Gupta：遠距醫療可與他對接。
可行的合作方案或計畫	影像 AI、臨資中心、TSHA project、神內與精神科、遠距中心。
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)

- **David Sontag**
 - medical chart, very amazing, very fast; predict doctor typing
 - 另一個計畫, based on OMOP; longitudinal long term outcome
- **Peter Szolovits: ML on clinical time series, causal inference, prediction of clinical outcome** 整個概略性的講自己的所有研究與東西
 - Predictive modeling using clinical data to decision support, dynamic strategies, and causal analysis; clinical NLP; incorporating existing knowledge into machine learning.
 - EMRQA: A Large Corpus for Question Answering on Electronic Medical Records
 - EMRKBQA: emrKBQA: A Clinical Knowledge-Base Question Answering Dataset
- **Meetings with representatives of IMES and JClinic**
 - **Collin Stultz (IMES):** CV man in MGH, portable monitor for CV disease, estimation LAP with a portable ECG
 - Home monitor
 - Using ecg data to predict LVEF
 - Using ML to predict results of invasive examinations or which cannot be done in hospital
 - ECG early predict LA pressure and before CXR finding for CHF
 - **Ignacio Fuentes (JClinic): Jameel Clinic -The Epicenter of AI & Healthcare at MIT (executive director)**
 - 一個媒合平台
 - <https://www.jclinic.mit.edu/>
 - https://en.wikipedia.org/wiki/MIT_Jameel_Clinic
 - a research center at the Massachusetts Institute of Technology (MIT) in the field of artificial intelligence (AI) and health sciences, including disease detection, drug discovery, and the development of medical devices.
- **CSAIL research ecosystem presentation**
 - **Leela AI (understand.video)-Henry Minsky 醫務管理流程改善運用? 一種相比於傳統(consumer AI)的 healthcare AI (Leela AI)**
 - XAI video data
 - Training requires 100x less data
 - Robust solutions

	▪ Easily improve the system ▪ Understand.video improves QoL from existing workforce ○ Einblick-Benedetto Buratti 視覺化的快速處理設定與討論，加快整個 workflow，免費下載，可以下載來玩看看。 ▪ A more visual way to work ▪ Data science at the speed of thought ▪ Free download ○ StataDx-Michal Depa: patient centric care 小晶片診斷疾病 ▪ Implement multi-biomarker guided disease management strategies in the clinic or patient's home. ▪ eRAPID sensor technology ▪ 疾病診斷工具: AZ, traumatic brain injury, heart failure，腎臟科有看到列入，但應該還沒有成熟。應該是適合病病有確定原因，且為機轉原因清楚了解為佳，若為 syndrome 則不適合。
建議(簡述)	• David Sontag ○ 我們中榮的 OMOP 的架構整個架好之後，可以找這個教授合作。 • Collin Stultz (IMES): CV man in MGH, portable monitor for CV disease, estimation LAP with a portable ECG 心臟科李維文主任相當適合 • CSAIL research ecosystem presentation ○ Leela AI (understand.video)-Henry Minsky 醫務管理流程改善運用？可以請醫企室考慮先做 research 看看，看這方便也是可以運用做流程改善。 ○ Einblick-Benedetto Buratti 視覺化的快速處理設定與討論，加快整個 workflow，免費下載，可以下載來使用，此軟體也有簡單 AI 的軟體，可以公告所有做資料處理的所有 PI 下載來使用。
可行的合作方案或計畫	David Sontag (臨資中心 OMOP)、Collin Stultz (IMES) (林維文主任)、Leela AI (understand.video)-Henry Minsky (醫企室)、Einblick-Benedetto Buratti (所有做資料處理之 PI)
活動相片	



參訪日期	111 年 9 月 22 日
參訪機構	Brigham and Women's Faulkner Hospital (BWFH) and Brigham and Women's Hospital (BWH)
參訪單位/人員 及內容	9/22 第一站-BWH：BWH rheuma 候醫師帶領參訪公共空間、辦公室、門診區與實驗室。 9/22 第二站 BWFH：搭 shuttle to BWFH，由腎臟科蕭俐俐醫師帶領，看臨床與 intervention nephrology，還有 local HD clini 以及她的 lab。
心得(簡述)	- BWH:醫院整體環境，不同的大樓間都有空橋相連(pike)，而且窗戶都是很大片的採光相當良好，某些地方的屋頂都是有鏤空，採光一樣相當好。辦公室區或是病人的候診區，很多都有地毯，質感與安全度都高一層。一樓大廳，會有 2-3 層鏤空，讓整個空間感大幅上升。也會有某些層有天台，可以讓員工出去透透氣。亦有當員工使用的免費咖啡。之後由 ICU 的候醫師帶領：Icu 的部分，新的 Icu 每間都是單人床，每間都有戶窗，亦都有沙發，即使在 icu 也鼓勵家屬陪病（但在 MGH 的林醫師卻說醫院不可以）。而在 BWH ambulatory center 的外面，當天下面，採光罩遮光遮雨，但是卻會漏水，有點怪。 - 蕭醫師有 member 有一個德國人 Duke 在做 intervention nephrology（幫病人理處 HD 的 AV shunt dysfunction，不過 creation 還是外科處理），已經做了超過十年，技術很好，是附近醫院的 referred center，也許可以考慮派人去學習。之後蕭醫師開載我們去她的一個透析診斷，他每周只需要去查房一次即可，透析床只是一般的床而已，無法完全躺平，病人即使沒有錢，也是可以用州政府的錢來透析。蕭醫師很資深研究也做的很好，但是仍然要帶 call 機處理事情，從下午一點聊到晚上九點，被 call 快十通電話，都是要一線處理事情，其中有個 consult hyponatremia，臨床上他們習慣 consult，處理病情上，與台灣文化相當不一樣。後來回到 longwood area 蕭醫師的 lab，她的研究興趣，在 CKD 的研究，klotho，她是一個很好的 mentor，要去跟她做基礎研究的話，她認為至少是要兩年為佳。在她的實驗室聊了五個小時，她還泡我們帶去的台灣茶給我們喝，還講到論文怎麼寫作，怎麼投稿，怎麼當 reviewer，遇到 rejection 她都怎麼處理，她怎麼從台灣到美國，怎麼做研究。最後還帶我們回住宿的飯店，本來還要請我們吃晚餐，不過實在打擾太久，

	她還要回去寫 note，就不宜了。
建議(簡述)	• 美國醫院新穎的設計方便，陳院長上任之後，早就朝此方向。 • 腎臟科可以派人去人去蕭醫師那邊做 intervention nephrology 以及基礎實驗的學習。蕭醫師常常至北醫或高醫演講，如果回台灣，可以聯絡她至台中榮總演講。
可行的合作方案或計畫	腎臟科對接合作；可邀至台中榮總演講。

活動相片



參訪日期	111 年 9 月 23 日
參訪機構	Brigham and Women's Hospital (BWH), lab of George Church, an Massachusetts General Hospital
參訪單位/人員及內容	• 9/23 第一站：BWH 公共區域。 • 9/23 第二站：Harvard medical school，以及附近一位台大醫學系畢業吳俊廷醫師。 • 9/23 第三站：為台大畢業的林奎佑醫師，目前在 MGH 為 primary physician。
心得(簡述)	• 9/23 第一站：BWH 公共區域。與羅醫師聊天，討論台灣與美國醫療生態還有研究生態的不同，以及 Boston 的醫療生物資訊產業。 • 9/23 第二站：Harvard medical school，以及附近一位台大醫學系畢業吳俊廷醫師。他在 NGS 發明家，也是諾貝爾化學獎得主 George Church 的 lab 做 postdoctor 的研究，他聊到美國的生物科技的進步，來自於與產業的結合，新的發明的技轉相當快速與靈活，還有開公司與以及有人可以幫忙推廣新的發明的技術，以及會有技資人投資。整個產業大，衍伸很多相關的產業與人材，幫忙申請產權的律師很多都是實驗室的學長姐，相當了解這方面的產業與專業，還可以給建議要加做什麼實驗。台灣欠缺的就是有專業經理人在申請完 patent 之後怎麼賣到美國（全世界）。在美國尤其 Boston，就是處處都是機會。George

	Church 的 lab，最多到 100 人，大致上都在 60-100 的研究學者。吳俊廷醫師是台南人，如果回台灣，可以到研究部與我們聊聊這些，相當可以刺激一下大家的想法，也可以幫忙建立 connection. 9/23 第三站：為台大畢業的林奎佑醫師，目前在 MGH 為 primary physician。很多的時間在做 dry lab 資料庫的研究，不看門診，一周只查一次病房，一次大約十個病人，每一年回台灣兩個月，因為臨床 loading 不大，回台灣也可以繼續 dry lab 的研究。他帶我們看了一下病房區，以及到全世界第一個 ether 麻醉的手術室（First Public Demonstration of the Use of Ether as Anesthesia for Surgery）。MGH 的整體環境似 BWF，都是窗戶很大片，大廳挑高的設計。
建議(簡述)	可以請羅盈智與吳俊廷醫師醫師至中榮研究部，與大家做討論，看如何讓中榮的研究可以付諸產品化與推到國際，至少從他們的口中讓大家了解。
可行的合作方案或計畫	可邀請羅盈智與吳俊廷醫師醫師至中榮研究部做演講。
活動相片	
	

三、心得

我們在 AI 的研究上，各細面向上，都需要再與 CSAIL 學習。醫院參訪上，醫院的環境設施礙於老舊建議相當受限，不過院長上任已看的到逐漸追上外國。臨床上不輸先進醫院。建立與國外的 connection，有助於後續的合作。

四、建議（包括改進作法）---(至少四點)

- CSAIL 每年年會至少都可以視訊參加。
- 各個相當對口的單位可以積極與 CSAIL 各 PI 聯絡。
- 可以邀請幾位對我們很友善的教授來台中榮總演講。
- 可以考慮派員至 CSAIL 或參訪的醫院/lab 較為長期的進修。

五、 附錄

CSAIL 行程規劃

