

出國報告（出國類別：研習）

赴美國亞特蘭大
參加國際新興傳染病研習

服務機關：疾病管制署

姓名職稱：鄭皓元 防疫醫師

派赴國家/地區：美國/亞特蘭大

出國期間：107年8月25日至8月29日

報告日期：107年10月4日

摘要

國際新興傳染病會議（International Conference on Emerging Infectious Diseases, ICEID）每隔 2-3 年由美國疾病管制局舉行，一向是新興傳染病領域非常重要的學術會議。本屆正好適逢 20 週年，與會的專家們除了從過往的防疫經驗統整許多寶貴的心得分享之外，面對層出不窮的新挑戰和技術發展，也有不少專家前仆後繼的投入。除了近年許多重大疫情的第一手資訊更新和經驗分享，大會更安排了不少可能改變下一個世代防疫工作的新技術介紹與討論。其中，怎麼運用傳染病數理模式的推估來協助應變和決策，也是大家關心的重點之一。台灣作為資訊之島科技之島，科技部近年來更是推廣 AI 和大數據應用不遺餘力，如何結合這些新世代的數位技術，真正應用到實際的防治工作上，相信絕對也是本署未來工作的重點。

工作報告

緣起與目的

國際新興傳染病會議（International Conference on Emerging Infectious Diseases, ICEID）每隔 2-3 年由美國疾病管制局於亞特蘭大舉行，夥同 5 個國家和國際機構負責籌劃，世界各國的參與也很積極，計有來自全球各專業領域人員，超過 1600 人參加，進行新知與經驗交流。

本署今年度與宏碁股份有限公司合作，建置「流感預報站」網站，藉著運用人工智慧（AI）技術與應用大數據分析，讓疫情掌握和預估能夠更加精準。該網站主要是運用疾管署的類流感監測系統資料、健保資料庫，以及政府開放資訊中之氣象資料，以人工智慧的機器學習技術，建立視覺化且即時的疫情推估模型。目前已建置四種不同的機器學習模型及一種集成（ensemble）模型，這些模型可成功預測全國各縣市未來四週流感疫情趨勢及門、急診就診人數，提供各地衛生局與醫療院所做為在地防疫決策、疫情應變與就醫分流之參考，使防疫工作更加精準確實、醫療資源配置更加妥善，亦可做為民眾提早準備自我防護措施之參考。

因此，本次出國研習也希望能夠藉此機會對外展示本署於大數據分析和流感預測之成果，同時也是藉著與與會專家的討論，反饋至本署所建置之數理模型，以期在即將來臨的流感季能夠發揮更多作用。

研習過程

開幕專題

本項會議過去已舉辦九次，今年為第十屆，正好也是 1998 年以來舉辦 ICEID 的第十屆。也因此大會特別在開幕的專題演講做了一次回顧，一開始就由 Emory 大學的 James Hughes 教授從 1998 年 ICEID 開始策劃舉辦的時空背景開始，講述了當年遇到的新興傳染病疫情爆發，如新型漢他病毒，愛滋病發現，以及美國疾管局的專家們如何一步步地確立流病調查的要素和架構，並一路發展至今，而當時的各種應變措施和學術討論，也成了催生第一屆 ICEID 會議的產生。

因此，CDC的副局長Anne Schuchat進一步以Learning while Doing為題，精準而簡要的向大家重新昭示了應用流行病學在面對新興傳染病時的重要概念，不僅僅只在過往遇過的那些疫情曾經派上用場，即使是在面對近年來的疫情如伊波拉和茲卡病毒等重新出現的新威脅，這些原則依舊能夠讓我們從這些疫情中一面學習，一面利用最新的學到的東西應用在下一個階段的防疫工作上。Anne Schuchat的演講從很基本的流病概念出發，卻能夠深刻的用在每一個我們關注的新興傳染病疫情上，即使是近年的伊波拉病毒疫情和茲卡病毒疫情也不例外，這些經驗分享讓我們深刻的體認到，這些應用流行病學的原則，的確是經得起時間的考驗，甚至是歷久彌新。本署的衛生調查訓練班也已跨過數十個年頭，這些重要的基本訓練，每年訓練出的人才，都是面對疫情爆發時莫大的寶貴資產。

最後一個專題演講則是請到目前於帝國理工學院任教的Neil Ferguson教授，為大家仔細地解說了一些新的分析方式跟工具，怎麼在新興傳染病的爆發中提供幫助。由於近年來在面對新興傳染病爆發的時候，大家逐漸發現傳統的流行病學和分析工具，能夠提供決策所需的資訊已經不再足夠。因此，大家期盼能夠引入更新的分析技術，一來可以提升疫情的監測敏感度，甚至預測疫情何時可能爆發，二來是疫情一旦爆發，從疫情的初期我們便可以藉由這些新技術提供的更多資訊（例如會不會持續，可能的嚴重程度），幫助我們對整個疫情應變的決策做出更好的判斷。

要做到這樣的應用，研究者，或者說是提供推估分析的技術人員，就不能再只是關在學術的象牙塔裡頭，單純為了更完整、更漂亮的研究數字而努力，而是

必須走出來跟決策者（decision makers）一同工作，了解現場應變的時候對資訊和資料分析的需求，進而提供即時且可靠的分析。

同時，我們需要建立一個很好的資料應用流程，從一開始系統性的資料收集、整理，一直到分析和做出應用，這需要建立一個完整且容易遵循的架構，能夠確保一開始的資料收集的完整度和資料品質，然後產出高品質的分析結果，進而讓決策者能夠快速地吸收後做出更高品質的決策。

Ferguson教授現場便以2014年的Ebola和MERS疫情，還有2016-2017的茲卡病毒疫情為例，介紹這些新的數理模型及工具，在這樣的新興傳染病疫情爆發時，是如何被用來評估病原體的傳染力（例如用來推估R0），對疫情造成的影響，並藉此作出對未來疫情的推估，讓決策者在決定要投入多少資源，以及怎麼使用這些資源防治疫情的時候，能夠有更多的研判依據。同時，這些模型也可以利用來評估各種疫情介入措施的效果，於是決策者可以根據這些資訊決定還需要把多少資源，投入在什麼樣的地方。

新一代的分析技術，除了傳統流行病學中習慣計算的指標之外，已經做到可以提供有力的工具，用來進行對疫情嚴重程度和疾病負擔的推估，疫情分布的變化，傳染力的高低，和短期的疫情趨勢以及對防疫措施效益評估。這些都是在疫情防治上具有重要決策意義的關鍵資訊。唯有系統性地建立好整個資料收集的流程，這些工具才能夠更好也更有效率地發揮它的作用。要做到這一步，其實是仰賴著許多團隊合作和應用。能夠成功的將每一塊拼圖都集合起來，所拼湊出來的，或許就是下一個世代疫情防治工作的全新面貌。

這四個專題演講承先啟後，從歷史淵源講起，到基本的應用流行病學精神，再接到最新的資訊與分析技術應用，恰恰是20年來美國CDC以及整個應用流行病學與新興傳染病防治領域努力成長的縮影，做為ICEID 20年的回顧與期許，實在非常精彩。

主題演講

接下來三天的演講，其實就是都圍繞這些重要的主題在走：

1. 新興傳染病防治面臨的挑戰與嘗試

大會頭兩天首先安排了許多近年在第一線實際從事新興傳染病疫情爆發防治，以及引入新技術利用的專家，來分享目前在疫情防治中引入新技術的努力和經

驗分享，同時也有許多專家來分享開發的新技術或平台。

其中最重要的自然是2014年在西非，以及今年在中非爆發的伊波拉疫情防治經驗。當中兩個最重要的專題分別由倫敦衛生與熱帶醫學院的David Heyman教授和世界衛生組織的Dr. Oliver Morgan所帶來。

倫敦衛生與熱帶醫學院作為熱帶醫學領域的領頭羊，在非洲本來就有耕耘許久，更不用說從一開始的發現伊波拉病毒，到後續出現的疫情，處處都可見到該學院專家教授們的身影。做為伊波拉防治的重要團隊成員，David Heymann教授除了一一指出每個伊波拉防治經驗，並總結出從中學到的重要的每一課，也進一步針對每一個課題，之後該怎麼再繼續往下走，為我們帶來許多深刻的反思與討論。這些許多都是要對實務執行非常熟悉的人，才能講出的深刻洞見。例如隨著2014非洲迎來史上最嚴重的伊波拉疫情，許多專家紛紛投入跟伊波拉病毒相關的臨床試驗，無論是疫苗或各種可能的抗病毒藥物治療。但是我們應該怎麼決定這些東西的優先順序？怎麼在有限的資源下完成最需要的試驗，完成以後又該怎麼在實務上使用？其實每個環節都隱藏著非常多需要關注和額外討論的問題，這些都是只有實際參與過的人，才能夠講出的深刻體會。例如伊波拉疫苗在2014年之後紛紛完成初步的臨床試驗，那麼，在今年的疫情，我們能夠直接使用這些疫苗嗎？又該採取什麼樣的接種策略，哪些人可以接種或是先被接種，哪些人又可以緩緩？怎麼接種才會對阻止疫情擴散最有幫助。這些東西都沒有絕對的答案，只能仰賴流病專家「從做中學」，實地收集資料，汲取經驗，即時評估，然後作出修正。而現在越來越多的實驗室診斷新技術被引入在伊波拉病毒的防治工作中，例如各種行動檢驗儀器，這些東西是否能夠變成之後疫情防治時的常態，所收集的資料是否又能夠被好好的分享，以便產生最大的影響力？這中間也還有許多需要折衝的地方。

最後，這些防治的經驗和新技術的使用，是否能夠真正化成公衛上的防治作為，帶來足夠的改變，而不是只停留在收集數據發表的學術論文呢？這些都仰賴於大家努力地將所學到的東西與實務作結合，而不是發表論文了事。同時，新技術的使用也需要許多不同的專家團隊的合作，以及各種資金的支援，這些都是需要長期而穩定的努力才能做到。David Heymann教授的分享，一方面讓我即使沒有能夠實際參與其中，也如身歷其境的學到許多經驗，但另一方面也讓我們發現，在這條路上，我們的確也還有很長的路要走。

緊接著，Dr. Oliver Morgan作為世界衛生組織快速應變小組的領導，是近年來幾次伊波拉疫情中，實際參與疫情防治的重要人物，也因此，他為大家帶來許多

在第一線的寶貴數據，以及觀察和經驗分享。這次在中非的連續兩波疫情，前一波順利的結束，但第二次在剛果東北邊爆發的疫情，由於位置地處衝突區域，又靠近與數個國家的邊界，增添許多防治難度。這兩次的疫情中WHO都很快投入開發中的疫苗，以此次八月開始的疫情為例，在短短兩個禮拜內已經有超過四千人接種伊波拉疫苗，但這仍只佔預估需要接種的接觸者人數的三分之一。WHO跟其他夥伴們也在短期就投入了大量的人力跟資源，試圖在第一時間阻止疫情擴散。即便如此，要做到完善的隔離、檢驗與治療、接觸者追蹤和疫苗接種，所需要的資金和人力缺口其實非常可怕，也是WHO在進行疫情防治時非常頭痛的一個環節。

在此同時，應變小組也不停的試驗各種新技術於傳染病疫情爆發時的應用，其追逐新東西的腳步，事實上遠遠超過我們所想像。例如之前提到的床邊檢驗（現在已經可以在床邊用小型的PCR儀器檢驗伊波拉病毒）、疫苗和新的抗病毒藥物，甚至是太空膠囊式的行動照護單位。這些新技術的應用，聽起來都十分的讓人期待，同時也不禁羨慕起國外的應用流行病學專家，總是能夠有機會在第一線獲得這些難得的體驗和經驗。

新技術導入

在數位監測技術的部分，哈佛醫學院的Dr. John Brownstein作為Health Map的共同創辦人之一，分享了在這個網路世代，可以怎麼開發和利用這股浪潮。演講一開始他便引用了網路時代的幾個巨頭的故事：綜觀Google, Facebook, Amazon, Netflix, Uber, Airbnb這幾間網路巨擘的發展故事可以發現，網路世代的共享經濟概念，其實已經為整個人類的經濟和商業活動帶來典範的轉移，為什麼公衛不能是下一個被改變的領域呢？

新一代的監測系統，應該改變從病人到醫生，再到實驗室/衛生單位，最後再傳到跨國衛生組織如WHO的這種傳統通報途徑，而是創造出一個全新的平台，讓所有資訊可以在上頭被交流和監測。Health Map就是在做類似這樣的事情，捨棄了傳統需要被通報，實驗室確診後才會發現可能的疫情資訊，直接從各地的輿情監視中去挖掘可能的疫情訊號，在H1N1和2014年的西非伊波拉疫情，其實Health Map上頭收集到的資訊，都證明了他可能可以更快更早的發現可能的疫情爆發訊號。近年來一直被討論的participatory surveillance（參與式監測）也是類似的概念，藉由讓使用者的主動參與，試圖更早地發現可能的病例聚集和疫情升溫的訊號。雖然這些資料的完整度和代表性常常被傳統的資料收集者質疑，但

不管是黑貓還是白貓，只要是會抓老鼠的，就是好貓，只要能夠證明他在疫情偵測上是真的能夠派上用場，即使沒有完整的資料結構或是嚴謹的研究設計，那也不見得就是沒有用處的資料。

除此之外，引入數位技術時最大的門檻，其實往往是在使用者介面的難以親近，因此，Dr. Brownstein也特別提到了新一代的人機介面的開發，其實也是未來監測系統開發時，不可忽略的一大重點。像傳統的網頁介面已經逐漸無法符合大家的期待了，新一代的人機介面，已經慢慢往對話式的介面發展，許多大公司的服務，也已經慢慢引入聊天機器人的概念，利用簡單的對話和指令，便可以讓電腦執行我們想要執行的動作或分析。例如麻州總醫院開發的Buoy Health chatbot app，便是利用對話式的介面，讓大家在跟機器人對話的過程中，從提供的症狀找出最有可能的診斷，並建議後續的處置。順著這個發展的思路，其實語音智慧助理可能就是下一個世代最重要的人機介面，以後大家只需要對著智慧音箱說話，便可以請他執行或查詢需要的動作。這些想法其實都跟我們開發疾管家聊天機器人的原因跟動機非常類似，可見得這些新技術的應用，其實已經默默的在世界上不同的地方發酵。

傳染病預測模式的建置與使用

如同一開始在最後一個開幕演講Neil Ferguson教授就昭示的，現今的傳染病疫情防治急需，也已經試圖引入許多傳染病數理模型的推估，藉此協助整個疫情防治的決策。整個ICEID大會中也不停的出現「Novel surveillance」，「New data/systems/techniques」等主題與關鍵字。這些技術發展關注的，都是怎麼將這些看似生硬的數理模型以及資訊技術，順利地跟公衛上的實務做結合。因此，大會的最後一天也特別安排了兩個專題討論，都在討論類似的主题，讓相關的專家可以互相討論分享與交流建置及使用這些新技術的經驗。

其中第一個專題請到MSF（無國界醫師組織）合作的研究機構，Epicentre的負責人 Dr. Rebecca Grais。事實上雖然Epicentre作為MSF合作的學術研究機構，Dr. Grais本身並不是傳染病模型的專家，但與MSF這樣「實戰性」十足的機構合作，非常需要有人能夠把生硬的學術語言，轉化為實際可利用的決策參考。這也是為何Dr. Grais會有這樣的分享。

作為提供MSF學術支援的研究中心，Epicentre有許多跟第一線人員溝通如何使用研究結果的經驗，這自然也包括如何使用數理模式的推估和預測。在他的觀察中，其實數理模式的推估，所遇到的最大問題，往往不見得單純只是模式使用

的是否正確，或是推估或預測的結果是否完全準確，而是在於建模者能夠做到的，跟真正的決策者想要或需要看到的，中間往往可能有個很大的落差，這個欠缺溝通造成的誤差，才是模型推估的結果難以被應用在實際決策的最大原因。在現今數理模型預測技術已經發展越來越成熟的同時，光是一味的追求「百分百準確」的推估，實際上已經不見得是個實際的選擇，但「夠準就好」這件事，就關係著建模者跟決策者雙方到底能夠彼此理解到什麼程度，才能夠一起找出「兩邊都覺得夠準了」的解決方案。也因此，下一個階段的數理模型推估的發展，重點已經逐漸從「怎麼做出最準確的推估」，轉變成「怎麼協助決策者有效的利用推估結果做出最好的決策」。這中間的過程便不是單純數學或統計就可以完成的，而是需要對實際的決策過程和思路有更多的瞭解和掌握。

所以關於傳染病模型的推估和預測，下一個階段的發展，一方面是建模者要能夠更有效率的傳達建模技術的概念，以及該怎麼解讀推估的結果，另一方面也賴決策者要對數理模型的理論，或是對機率的概念有更多的理解，才能夠知道怎麼去正確的去使用推估的結果，這也需要許多背景知識的補充。最後Dr. Grais其實是建議組織間針對每次怎麼使用數理模式推估的討論，應該建立一個系統性的流程，同時要能夠詳實的記錄下來當中的討論過程，例如「這次推估的結果是什麼，我們的判斷應該是要怎麼解讀，所根據的理由是如此這般」，「這次的推估結果我們覺得應該要上修，因為根據我們的判斷應該是如此這般」，諸如此類的記錄，其實都是後續在精進建模技術，以及在學習磨合如何解讀建模結果時，非常重要的經驗保存與參考。

另一個專題則是請到美國CDC的Dr. Michael Johansson來介紹最近美國疾管局在努力推動的一個傳染病預測計畫，稱為Epidemic Prediction Initiative。這個計畫的核心思想是希望藉由開放疫情資料，提供給所有有興趣的傳染病數理模型專家使用，計畫本身僅設定好要預測的各項指標，然後讓各路專家大顯神通，做出自己最有信心的預測，最後再想辦法集合這些專家的各種不同預測，產出一個可能最有用的預測結果出來。

以流感疫情為例，EPI會釋出美國CDC手上掌握的歷年類流感病患人數，打包成R package提供所有專家直接下載使用。每個參與此一計畫的團隊，都要針對四種預測指標來作出預測：包括何時進入流行期，何時達到最高峰，以及長期和短期的疫情規模度。EPI同時會提供一個視覺化面板網站，讓大家可以上傳所有的預測結果，網站上可以直接呈現所有人針對未來數週到數個月的疫情預測，讓大家可以一目瞭然地了解各個團隊的預測情況。

事實上我們流感預報站的網站建置，有一半就是借鏡了EPI的設計構思。不過因為EPI參與的團隊實在太多，網站上呈現的預測結果多如牛毛，實在很難做到真正的一目了然，所以流感預報站在建置時，有針對這點特別去做避免，畢竟如果只是單純「什麼結果都呈現」，實際上不見得是在輔助決策，反而有可能是「干擾覺決策」。針對此點會後也有與Dr. Johansson做交流，他也表示這的確是個問題，他們其實是希望能夠藉由找到最好的一種集成模型（ensemble model）的做法，來做出一個最好的預測，替代其他的預測結果。另一方面則是可以先利用網站技術的設計，讓使用者能夠更簡單的比較和探索各個不同團隊的預測結果，減輕使用者的認知負擔。

另外一個Dr. Johansson提到的重要概念，則是大家在使用預測結果常見的問題：所有人看到預測的點預測，都會膝反射的問「那這個點預測準不準？」，然後只要點預測不是百分百正確，就會得出「預測一點用都沒有」的結論。

事實上，這是對預測的錯誤認知：一來預測的意義並不在於點預測能夠「有多準」，而是在於它對我們的決策能夠提供多少額外的資訊和幫助。二來預測本身就有機率的成份在裡頭，所以Dr. Johansson建議做預測的團隊，應該想辦法加入「機率」的概念，提供額外的「可能性」推估，例如「我們的點預測為A，我們對這個預測會發生的可能性推估為幾成」，「另一個團隊的點預測為B，而他們推估可能會發生的可能性為幾成」。如此一來，便能夠讓決策者能夠更好地掌握對這些點預測結果的理解，進而做出他的決策。

討論了這麼多，其實這些數理模型專家們希望能夠做的境界，便是大會中每個研究者都會提到的「operational forecasting」。預測模式本身固然是充滿各種數學和統計技術的生硬學問，眾人往往一聽到要學怎麼建置預測模式就避之唯恐不及，或是覺得數理模式就是關在研究室裡頭可以做得很漂亮的數學之美，但實際上派不上什麼用場。然而，應用流行病學的發展已經到了急需尋求下一個突破口的階段，「怎麼讓數理模式的預測結果真正連結到實際的決策與作為」，相信絕對是未來數年內所有應用流行病學領域的專家們，最關心發展的課題之一。

海報展示

此次研習另一個重點，便是利用海報展示的機會展現本署與宏碁公司團隊開發建置之流感預報站之成果。

海報展示的時候大家都對我們所使用的數理模式極為感興趣，不過因為真正從事數理模式，甚至是機器學習或是使用人工智慧的專家畢竟極為少數，大部分的人都是對「什麼是機器學習」其實認識不多，所以很多時候都在問一些「機器學習到底是什麼東西」此類的問題。如果有機會的話，或許應該爭取更多口頭報告，或是在更專業的會議報告分享的機會，或許更能讓專業的社群認識到我們的努力。

另一方面，我們的網站建置之初，僅有中文內容，雖然有許多專有名詞都是原生英文，在跟大家分享時還是不容易讓大家馬上進入狀況，雖然我們有因應此次海報展示先行開發了一個英文的測試版型，但如果想要在國際上好好公開宣傳我們的成果，這樣的程度還略顯不足，這也是之後可以努力的重點。



(流感預報站海報展示)



心得與建議

總結整個疫情監測與防治的技術演變，其實不外乎如何：1. 利用新的資訊設備/技術/人機介面協助資料收集，2. 開發各種更多不同的資料來源，3. 引入新的分析技術，降低使用的門檻，4. 將分析成果導入決策過程，做出更有效率和品質的決策。

事實上，如何利用傳染病模型進行防疫政策的制定，決策以及評估，已經成為公衛及數理模型專家們最關心的課題。在伊波拉等疫情爆發的應變中，許多應變小組們已經開始嘗試利用有結構性的建立的資訊系統與方法，有系統的建立資料收集與分析的管道，再藉由數理模型的加值應用，來加強防疫的決策與相關應用。在這整個系統化的框架中，需要資訊、流病、應用流行病學、和決策相關的專家一同協作，才能產出真正能應用於現場之實際成果。

除了向外探尋更多具有相關資訊與統計能力的團隊之外，針對如何與擁有相關技術的專家進行溝通，同時利用我們本身的領域知識（domain knowledge）協助專案開發，做到真正的「operational forecasting」，絕對是未來發展的重要課題。

ICEID作為美國CDC新興傳染病中心每2-3年的重要學術聚會，其實有許多非常寶貴的經驗和技術分享，都非常值得我們觀摩和學習。我們也應該多多利用此一機會，向世界各國的專家展示我們的經驗以及開發新技術的成果。