

疾病地圖的時空視角

詹大千^{1,2,3,4,5}

¹ 中央研究院人文社會科學研究中心 ² 陽明交通大學公衛所 ³ 國防醫學院公衛所 ⁴ 中山大學
學士後醫學系 ⁵ 中國醫藥大學公衛系

E-Mail: tachien@gate.sinica.edu.tw

一、前言

2020年新冠肺炎疫情席捲全球，不論政府或民眾都非常重視全世界的疫情走勢，空間資訊在此發揮了重大的資訊整合、視覺化、與決策輔助的功能，例如美國約翰霍普金斯大學的 COVID-19 地圖(<https://coronavirus.jhu.edu/map.html>)，提供了全球各國感染個案數、死亡數的最新數據與歷史趨勢資訊，這些公開資訊也被各界進一步加值成各類決策支援地圖，例如筆者將這些各國的數據拿來計算各國在 2020 年疫情初期新冠肺炎的傳染速度(如圖 1 所示)，也可以用來評估各國防疫政策對於疾病控制的效果。其實空間資訊與傳染病的相遇，早在 1796 年美國紐約市爆發黃熱病疫情時，美國的 Valentine Seaman 醫師使用最基礎的道路圖將感染個案與蚊子出沒的廢棄物地點進行地圖繪製(Seaman, 1795)，雖然當時他並未正確辨識出蚊子為主要的傳播源頭，但卻開啟了疾病地圖的應用。後來在醫學地理上最有名的案例是 19 世紀中葉英國倫敦的霍亂疫情，當時約翰·斯諾(John Snow)醫師—現代流行病學之父—使用手稿將霍亂個案的點位、水井的位置、街道圖彙整成疾病地圖，經由綜合判斷發現在百老匯街(Broad Street)與劍橋街(Cambridge Street)交叉路口水井受到污染，在建議封閉該水井後，霍亂的新增病例數果然隨之下降。時至約一百七十年後的今天，類似的傳染病爆發時所採取的疫情調查、繪圖形式與上述的基本流行病學原理差異不大，然而近年隨著科技的進步，實驗、採樣技術與電腦、地理資訊系統(Geographic Information System, GIS)、甚至是行動通訊科技的使用，幫助我們得到比以往更精準的分析結果，空間資訊也因此可以更廣泛應用於傳染病的偵測、流行病學調查與公共衛生防治策略之評估上。

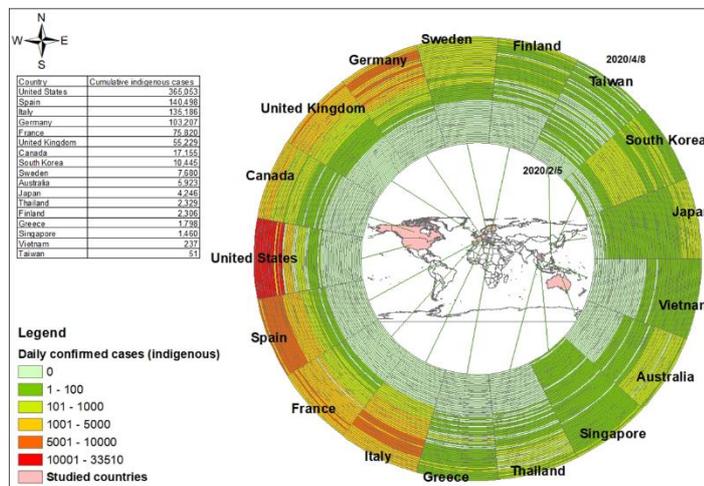


圖 1.自 2020 年 2 月 5 日至 4 月 8 日，每天本土確診新冠肺炎個案數的環狀圖，最內

圖為 2 月 5 日，最外圈為 4 月 8 日 (<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0255873>)

二、 時空視覺化疾病地圖

疾病地圖的視覺化在多時間維度的展現上，除了常以動畫的方式呈現外，如何能壓縮在二維的平面中展現多時空維度的結果是疾病地圖上的挑戰，筆者團隊曾經開發一個在商用軟體 ArcGIS 中的小工具稱為環狀地圖(ring map toolbox, (Chan, Wang et al., 2013))，使用者透過工具可以計算出以多邊形(polygon)為中心的多時間環狀地圖，並透過程式的自動計算，連結各圖徵中心點與各地區、時間對應的環狀地圖，如此一來即可在同樣的尺度下進行資料的比較。例如下方圖 2 (A)台灣 1991-2010 年女性子宮頸癌標準化死亡率的環狀地圖，最內圈為 1991 年最外圈為 2010 年，透過環狀圖可以輕易了解在 1990 年代初期，子宮頸癌死亡率在全台灣都偏高，但在 1995 年起早期篩檢早期治療的觀念下，衛生署補助 30 歲以上婦女每年 1 次子宮頸抹片檢查，的確顯著降低了子宮頸癌的死亡率，在 2000 年後全台的子宮頸癌死亡率即大幅度地下降；圖 2 (B)則是使用筆者團隊所提的 spatio-temporal G_i^* 方法 (<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0215434>) 進行時空聚集計算的結果，可以更直覺地看到從疾病熱區到疾病冷區的整個轉型過程。過去也有學者將不同地區疾病危險因子的變量都做成環狀圖上的一圈，這時就可以同時比較不同危險因子在空間的分布情形(Stewart, Battersby et al., 2011)。

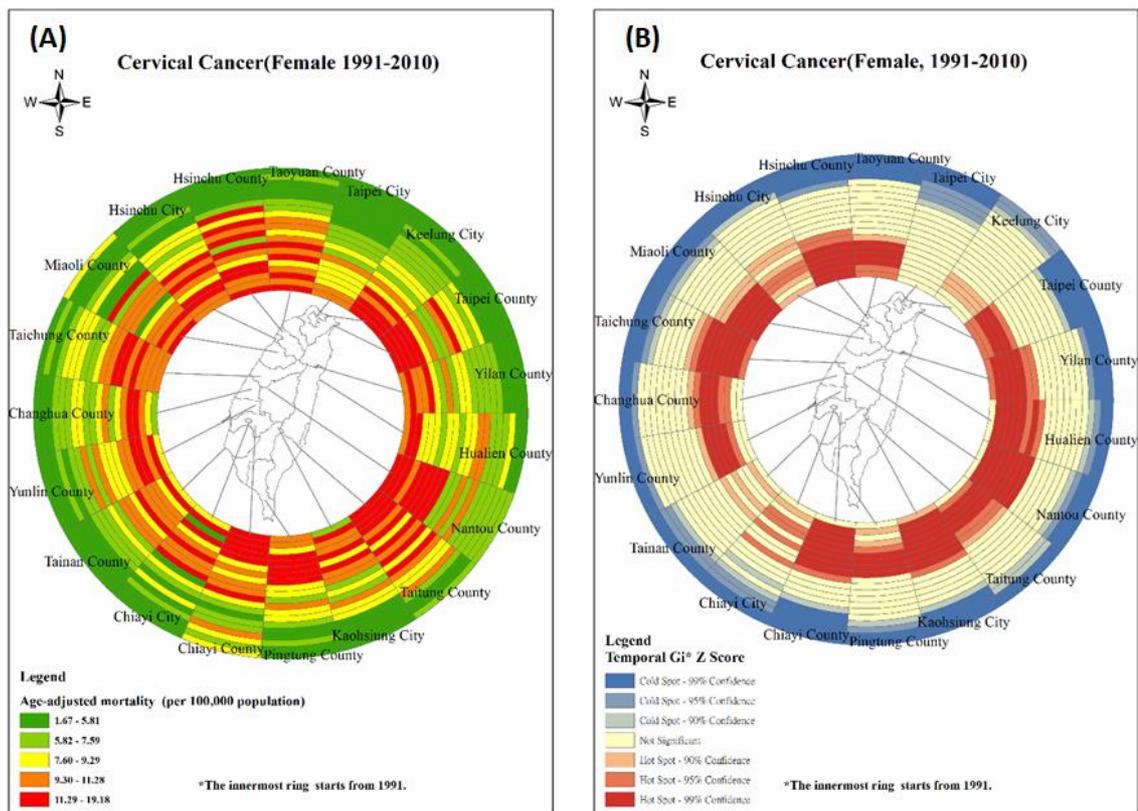


圖 2. 1991-2010 子宮頸癌死亡率環狀地圖 (A)標準化死亡率 (B)使用 spatio-temporal G_i^* 後的 Z score 結果

三、 互動式疾病地圖發展

以往的疾病地圖，大多以主題地圖為主，隨著使用者互動式需求的增加，單純的靜態疾病地圖呈現已經無法滿足使用者的需求，加上現在的軟體工具成熟，開發者可以利用許多的 Javascript 工具如 OpenLayers, Leaflet 等開源函式庫進行地圖、統計圖的開發。此處舉台灣傳染病發生率地圖為例(<http://id.geohealth.tw/> (Chan, Teng et al., 2017))，透過每天程式自動排程撈取衛生福利部疾病管制署的各類傳染病發生數，以 R 軟體計算年齡標準化發生率，再將發生率與各縣市、鄉鎮排行榜資訊呈現到網頁上。使用者可以在網頁上看到年或月的流行趨勢圖(圖 3)，並使用時間軸工具選取特定的時間或以動畫播放發生率變化圖；也可以選取特定的縣市，進一步比較不同鄉鎮市區中的時間趨勢、性別差異與感染年齡組成，以及每日自動計算出的各縣市或鄉鎮前十大傳染病發生率排名；另外還提供線上計算空間聚集(Local Moran's I)的工具，以利使用者線上查看聚集的位置與統計顯著性。目前有越來越多商業智慧工具(如 Tableau, ArcGIS Insights, SAS Viya 等)，皆可以快速將具有空間屬性的資料發布成具有地圖與統計圖功能的互動式網頁，不須寫任何程式使用方式大大降低了技術門檻，相信可以讓相關互動式地圖的應用更為蓬勃發展。

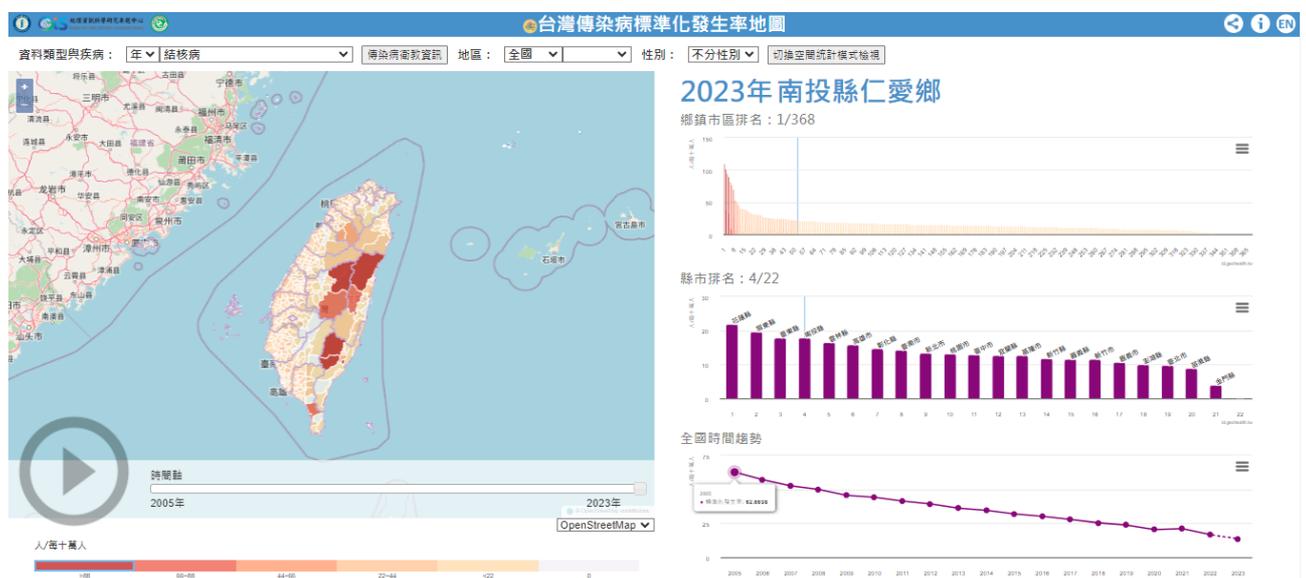


圖 3. 疾病地圖、發生率排行榜與流行趨勢圖

延伸學習

1. 疾病地圖連結分享: (1). 台灣傳染病標準化發生率地圖: <https://id.geohealth.tw/>; (2). 台灣標準化死亡率地圖: <https://mortality.geohealth.tw/>; (3). 台灣癌症發生率地圖: <https://cancer.geohealth.tw/>.

2. 鄧詠竹、郭巧玲、陳建州、葉耀鮮、高瑞鴻、林柏丞、范毅軍、詹大千*，2016，〈利用政府開放性資料建構台灣線上互動式疾病死因地圖〉，《台灣公共衛生雜誌》，第 35 卷第 5 期，頁 553-566。DOI：10.6288/TJPH201635105012.
3. 詹大千*，李玉亭，2021，〈善用空間資訊於疫情管理與控制-高雄市登革熱防治疫情資訊系統〉，《GeoDigital Life》，3, 14-25。 <https://colab.ngis.org.tw/ngisnews/files/GDL2021V3.pdf>