

疫病中的空間資訊與應用

中國文化大學地理學系教授 / 朱健銘

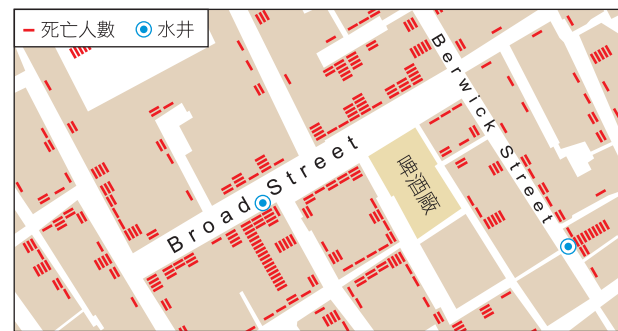
在探討疫病的流行病學中，「時間」、「空間」與「人」是重要的三個因素，而屬於地理學分支的空間流行病學（Spatial epidemiology），是透過地理學的製圖與空間分析方法，利用地理資訊系統強大的能力，進行疾病製圖、空間相關性與疾病聚集、擴散等空間分析，著眼在地理空間與疾病之間的關係。

2020 年之始，一場疫病從中國武漢開始向外蔓延，使得中國政府不得不在春節前夕封鎖了武漢，避免疫病從源頭向外擴散，影響到更多的地方。然而在封鎖之前，卻已有百萬人離開武漢前往各地，產生後續的影響。這一場「武漢肺炎」的發展，從武漢開始至中國境內，再從鄰近國家蔓延到全世界（圖 1）。從全球健康地圖（HealthMap）每周確診病例時空分布變化，可以看出從武漢向外擴散的過程（註 1）。

疾病地圖能呈現疾病隱含的空間特性，例如 1854 年約翰史諾（John Snow）醫師繪製的倫敦高登廣場霍亂患者與水井分布地圖

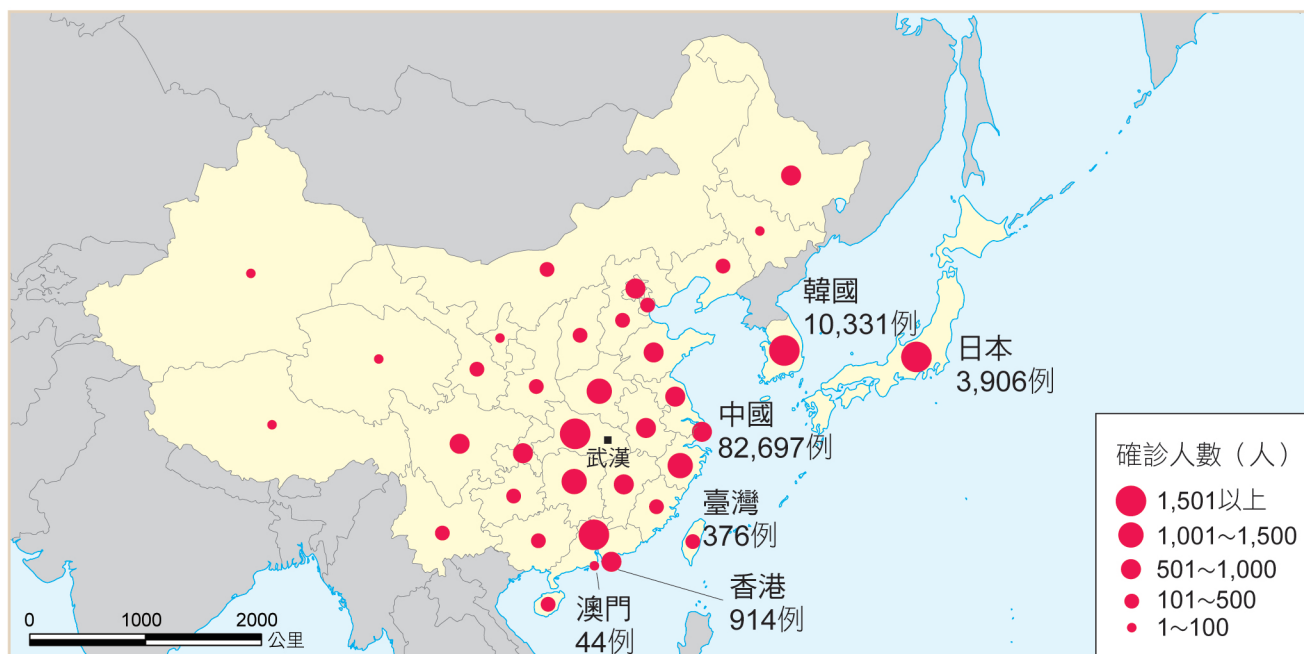
（圖 2），發現大多數患者居住地圍繞著街上特定水井，而擁有獨自水井的釀酒廠卻沒有患者，推論霍亂與飲水污染有關，而不是當時認為受瘴癘之氣的影響。此例由病患空間群聚的差異，再推論到飲水污染，說明從空間鄰近與聚集現象，探究環境的相關性，能提供疫病調查的線索。然而，不同的疾病隱含的空間特性卻可能有差異，必須從疾病的感染鏈開始，探究源頭與傳播途徑上所存在的空間意涵。

註 1：新型冠狀病毒肺炎擴散情況，可詳見 <https://www.healthmap.org/covid-19/>



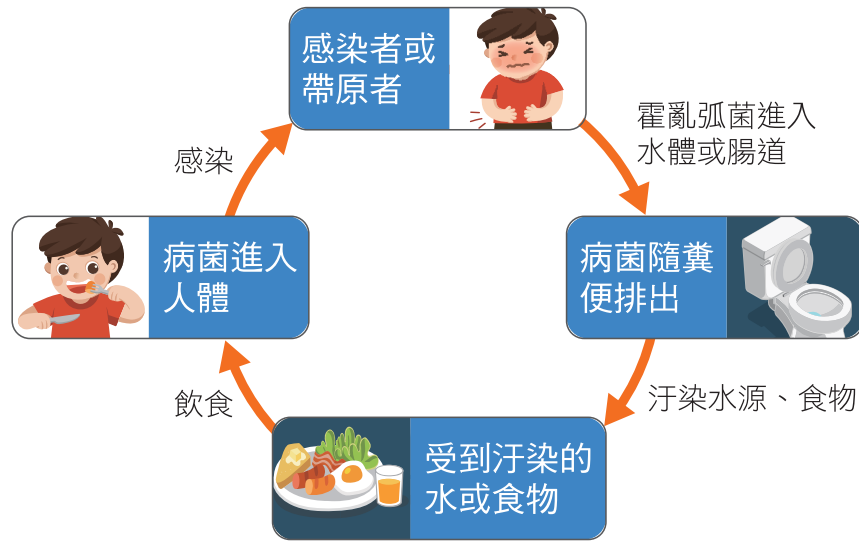
參考資料：Merritt Cartographic

▲圖 2 倫敦高登廣場霍亂疫情分布圖



參考資料：約翰霍普金斯大學 新型冠狀病毒肺炎全球疫情地圖

▲圖 1 東亞地區確診病例累加數分布圖（2020 年 4 月 7 日）



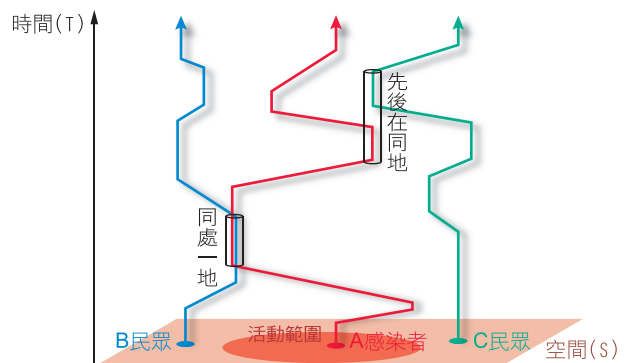
▲圖 3 霍亂感染鏈

以倫敦高登廣場的霍亂為例，源頭來自於受污染的水井，傳播途徑則於飲水後罹病，罹病者糞便再污染水源或飲食，形成糞口污染的感染鏈（圖 3），只要打破感染鏈的任一處，就能減緩疾病擴散。在這次肺炎疫情中，只要眼口鼻接觸到新型冠狀病毒就有感染機會，而病毒的傳播主要是透過飛沫直接傳染，或是接觸到飛沫噴濺後的物體又摸眼口鼻。從中斷感染鏈的方式而言，個人帶口罩、勤洗手是避免形成完整感染鏈的一種方式。若擴大地區或國家的空間尺度，居家隔離、封城及邊境管制等，這些管制人們移動的方法，亦是破壞感染鏈中感染者的傳播途徑。

然而，此次疫情的控制為何如此困難，原因就在於感染者未發病或確診前的移動，容易擴大肺炎傳播的機會。例如臺灣疫情案 32 外籍看護確診前的移動，就讓社會大眾須努力回想自己過往的行程，或者利用 Google 地圖時間軸的移動紀錄，來確認是否與案 32 有可能在同一地點接觸過。這種傳播者與接觸者的時空路徑判斷，1970 年代的瑞典地理學家托斯騰·哈格斯特朗（Torsten Hägerstrand）提出的時空地理模型就非常適合，可評估群眾與病患接觸的狀況。例如透過 A 感染者與 B、C 民

眾的移動路徑關係，可以了解 A 與 B 在時空路徑上是否有交集，或者 A 與 C 是否有先後到達某一場所的狀況（圖 4）。在現今手機不離身的狀況下，若能以此概念模型，再藉由感染者手機定位紀錄，發送給時空路徑或場所交集的群眾警訊，將可提高民眾的警惕性，降低疫病傳播的可能。

從這次新型冠狀病毒肺炎的疫情控制上，數據資料的蒐集能力已經比起 2003 年 SARS 疫情進步，若將防疫資料中空間性的因素妥善運用，除了疾病製圖或傳播途徑追蹤外，也可解決許多防疫上的問題，例如從人口或就業空間分布差異，解決口罩供給與需求之間的落差，因此在疫病流行的時候，除了醫學相關領域外，屬於空間之學的地理學也格外重要。



▲圖 4 感染者與健康者的時空路徑模型