

登革熱病例於統計區分類系統之熱源分析

內政部統計處

一、前言

現行大多數的社會經濟統計資料係利用行政單元（如縣市別、鄉鎮市區別、村里別）發布，但受到加總方式或空間單元大小、形狀之差異，得到資料不同的概括化程度或結果，此種狀況稱為「可調整地區單元問題」(Modifiable areal unit problem, MAUP) (Openshaw 1984)。

基於以行政區為空間彙整單元的統計資料，難以呈現點資料的空間趨勢及區域內資料變異程度，可能產生偏頗的分析結果被決策者使用。除此，統計資料亦受到統計單元邊界變動，導致跨時序性的分析不易進行，為了減少邊界變動與資料概括化影響，國土資訊系統社會經濟資料庫分組積極建置「統計區分類系統」之小統計區圖資，做為蒐集社會經濟資料共用的空間統計單元(內政部統計處 2008; 台灣地理資訊學會 2008; 林美君等 2012)。此系統包括資料彙總的最小空間單元，稱為「最小統計區」(Basic Statistical Area)，以及資料發布使用的各階層「發布區」(Dissemination Area)。規劃完成之統計區系統包括：最小統計區、二級、一級發布區，整合至現行鄉鎮市區(三級發布區)與縣市發布區(四級發布區)等。資料由最小統計區開始，合併成不同等級的階層式發布區體系，一、二級發布區是在「鄉鎮市區」層級以下的空間單元，較過去的鄉鎮市區統計資料更為細緻，三級以上的發布區則整合至現有行政區體系。

本文研究將點資料彙整至統計區分類系統的空間單元，依序呈現鄉鎮市區及村里發布區及最小統計區、一級發布區、二級發布區之資料狀況，由於統計區分類系統單元面積較現行行政區單元面積小，冀以呈現較符合實際狀況的空間趨勢特性，並保有隱私權，以呈現統計區分類系統之使用效能。

在登革熱疫情的防治期間，不能公布登革熱患者空間位置，多將病例資料整合到縣市別、鄉鎮市區別或村里別空間單元（如圖 1）(行政院衛生署疾病管制局 2010)，圖 1 說明 2010 年的本土登革熱病例數量，在高雄縣市、臺南縣市等區域高於 50 個，對於防疫人力與資源該如何分配於高雄縣市或臺南縣市，仍無法經由縣市空間單元的本土病例地理分布圖提供明確的資訊。

採用鄉鎮市區別的本土病例地理分布圖（如圖 2）(行政院衛生署疾病管制局 2010)，能夠提供較明確防疫人力及資源配置的參考。以鄉鎮市區為基礎的統計資料指出登革熱病例數最多的區域是三民區，病例數高達 432 人，此時防疫當務之急則需對三民區進行疫情探討，進行大規模的噴藥、環境清潔之工作，期望能夠迅速控制及降低疫情擴散。故當資料彙整至越小的空間單元，獲得之資訊更為精準，正確的決策可大幅降低人力與醫療資源之浪費。因政府相關統計如疾病、犯罪等資料若能以統計區分類系統的空間單元發布，必能夠提升資

料使用效能，輔助資料分析者從中粹取更多更有用的資訊提供決策者進行參用。

本文應用空間自相關分析（Spatial Autocorrelation Analysis, SAA）相關理論，運用統計區分類系統的空間單元，以空間分析（Spatial Analysis）之探索式分析（explore analysis）、全域分析（global analysis）與區域分析（local analysis）分別進行，探討分析登革熱病例在空間上是否有呈現聚集現象，且是否有熱源區域產生，以窺視統計區分類系統空間單元之奧秘及效用，進而擴大推廣運用。

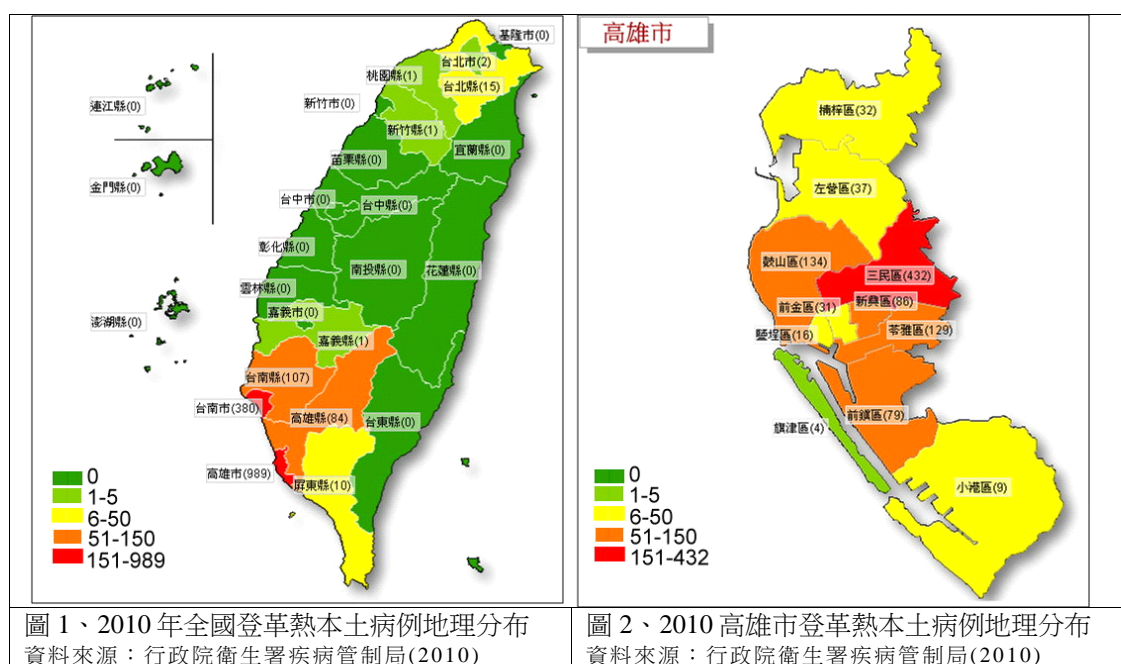


圖 1、2010 年全國登革熱本土病例地理分布
資料來源：行政院衛生署疾病管制局(2010)

圖 2、2010 高雄市登革熱本土病例地理分布
資料來源：行政院衛生署疾病管制局(2010)

二、空間分析方法

個別資料受限於個人資料保護法因素，無法釋出與取得，機敏性資料受限資料的特性不適宜公開發布，雖以行政區域別為單位進行統計與發布，但是概括化資料的分析結果，無法有效闡述資料的空間群集程度或趨勢，故考量維持資料空間趨勢與隱私保護情況下，亟需將資料彙整至較為細緻的空間單元，如最小統計區、一級發布區或二級發布區，以細緻化的空間單元去處理暴露個資的困境且維持資料的空間趨勢特性，應用空間分析方法闡述與數據去說明不同大小的空間單元對空間趨勢改變關係。

闡述「空間因素」重要性是空間分析的重點，連結屬性資料與其空間位置去分析該空間現象(Flahaut, Mouchart et al. 2003; ESRI 2005)，常見的方法為探索式分析、全域分析及區域分析，略述如后。

2-1. 探索式分析：以地圖呈現資料地理分布特性

此方法是繪製統計資料在不同空間單元的地理分布情形，以地圖呈現資料的多、寡、高、低等資料特性及統計數據等，常用的統計工具有主題圖、直方圖、盒狀圖、散布圖…等，圖 1 與圖 2 為明顯的應用範例，對於圖面資料的解釋與應用較為主觀。因為資料的空間呈現，可能受到資料分類級距、分類數量、空間單元大小等因素影響，有不同的趨勢產生，故在應用探索式分析時，需小心謹慎方能減少謬誤的資訊產生。

2-2.全域分析：空間群集型態分析

根據地理學第一定律 “All things are related, but closer things are more related” (Tobler 1970)，說明事物皆相關特性存在，當距離越近者相關越大，其空間資料是存在著空間相依性。若空間的相依性存在，則說明鄰近區位間同一屬性值有相似的傾向，且區位距離越遠的情況下即較為不相似。「相似」表示當一個屬性值越大，則其鄰近區位的同一屬性值也會越大，反之亦然。空間自相關分析法目的是為了解近似屬性的空間單元是否有聚集於鄰近的空間位置，其群集於相鄰區域的現象謂機率誤差(Cliff and Ord 1971; Cliff and Ord 1973; 朱健銘 2000; 張秀玲等 2000)。藉由相關分析(correlation analysis)去討論變數間相關程度高或低，若是分析不同觀察者的同一屬性，此情況可謂自相關(autocorrelation)。又空間自相關(spatial autocorrelation)是同時處理屬性與空間位置的資訊，單就空間單元與其鄰近單元的某種屬性的特徵值，以統計分析去說明空間自相關程度，藉此瞭解該空間單元在空間上的分布趨勢，有效處理空間分布的資訊(薛益忠、郭士鳳 2010)。在空間分析中的常用評估指標為 Moran's I，Moran's I 分析係針對整體性的空間相關情形，了解資料在空間特性是否具有群集現象，無法對於區域性的變化加以分析及指出熱源之空間分布。

Moran's I

Moran's I 是基於相關變數的共變數(covariance)觀念推演形成，其數學式定義如下：

(1)

其中： n 表示為資料數量； \bar{x} 表示屬性的平均值； x_i 表示第 i 點的屬性值；

x_j 表示第 j 點的屬性值； w_{ij} 表示 i 點對 j 點之空間鄰近權重矩陣。

空間鄰近權重矩陣根據點位資料或者是區域別決定，當研究材料為點資料時，表示 i 點對 j 點的鄰近關係，以 i 、 j 點間距離倒數去計算空間鄰近矩陣，若 i 、 j 點間尤拉距離為 10 單位時，其權重則是 1/10，因此兩點間的距離短時其權重越大，距離越遠時該權重越小；若研究材料為區域別時，可採用(1)相鄰觀點(2)區域的中心位置，兩種方式去建立空間鄰近矩陣。研究中利用圖 3 說明如何應用相鄰與區域中心位置去計算空間鄰近矩陣。

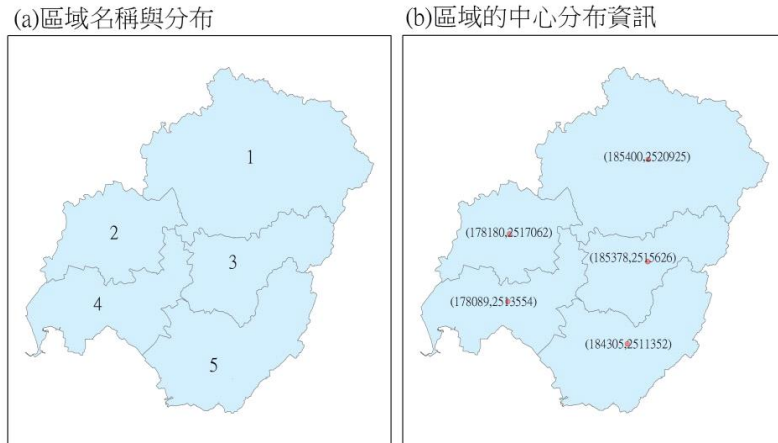


圖 3、區域名稱與區域中心位置分布圖

圖 3(a)是由鄰近觀點建立權重矩陣，從不同區域邊界是否相鄰給予權重判斷，區域相鄰情況下該權重為 1，不相鄰時的權重為 0，以 0 或 1 來闡述兩個區域是否呈現相鄰關係(Moran 1950; Lee and Wong 2000)。如區域 1 和區域 2、3、4 皆相鄰，權重為 1，區域 1 與區域 5 不相鄰，權重為 0，依此類推，可建立圖 3(a)資料的權重矩陣如式(2)所示。

(2)

圖 3(b)顯示各區域別的中心位置，如區域 1 之中心位置為 (185400,2520925)、區域 2 之中心位置為(178180,2517062)...等，可利用中心位置計算區域間的尤拉距離，如區域 1、2 的距離為 8188.5 單位，區域 1、3 的距離為 5299.0 單位...等，以兩個區域間的距離倒數為權重，故以中心位置為基礎建立的權重矩陣如式(3)所示。

(3)

Moran's I 之意義類似相關係數，Moran's I 值範圍介於 1 至 -1，可根據 Moran's I 值判斷其資料的空間趨勢。

- Moran's I 趨近 0，表示資料間無空間自相關，表隨機分布。
- Moran's I 趨近 1，表示資料間具有正向的空間自相關，鄰近區位的屬性資料具有高度相關性，屬性相似性高，表群集的空間分布。
- Moran's I 趨近-1，表示資料間具有負向的空間自相關，鄰近區位的屬性資料具有負向相關性，屬性相似性相反，表分散的空間分布。

例如以犯罪資料研討其空間趨勢，根據式(1)計算的 Moran's I 值為 0.2，此種情況是屬於隨機或群集分布？故需再和隨機分布(無空間自相關)的期望值(如式(4))與變異數(如式(5))進行檢定(Goodchild 1986)。

(4)

(5)

其中： $E(I)$ 表示隨機分布 Moran's I 期望值； $Var(I)$ 表隨機分布 Moran's I 的變異數； n

表示為資料數量； x_i 表示屬性的值； \bar{x} 表示屬性的平均值； W_{ij} ：為空間相關權重矩陣； i

列及 j 行之總和，又 S_0, S_1, S_2 的關係式如(6)至如(8)：

$$(6)$$

$$(7)$$

$$(8)$$

在統計檢定過程中，將 Moran's I 進行標準化(如式(9))，以利去除單位的影響，方能檢定在一定的顯著水準下，判斷空間自相關是否達到統計水準之顯著差異。標準化後的 $Z(I)$ 值進行顯著檢定時，若 $Z(I)$ 大於 1.96 時，表示研究範疇內的屬性資料有顯著性的關聯存在，鄰近的空間單元彼此間具有高度且正向空間自相關； $Z(I)$ 小於 -1.96 時，資料屬性分佈呈現負向的空間自相關。

$$(9)$$

其中： $Z(I)$ 為 Moran's I 標準化； $E(I)$ 為 Moran's I 的期望值； $Var(I)$ 表 Moran's I 的變異數

2-3. 區域分析：聚集區空間分布位置之探求

根據 Moran I 指標定義，只能夠瞭解屬性資料在空間上是否有空間自相關與其分布趨勢(分散、隨機或群集分布)。當空間屬性資料無空間自相關時，即資料屬性在空間上可能為隨機或分散現象，此空間分布情形無需加強資源分配與管理。若 Moran's I 分析結果為群集現象時，是無法界定該屬性資料在空間上的聚集位置，不易針對屬性群集的區域進行管理，又空間聚集現象多呈現為負面影響且異常(Ratcliffe and McCullagh 1999)，因此需探究影響異常的原因以利於進一步分析。

基於處理異常情況時或 Moran's I 指標判釋屬性資料呈現群集時，則需要進區域分析或是熱源分析 (hot spot analysis)；即進行微觀的空間分析，將大範圍的區域劃分出數個空間關聯性高的小區域，以探討更細部的空間變化及避免關聯性不高之空間區位或變數資料對計算結果所造成的偏差。區域分析應用的指標為區域空間自相關，如 Local Indicators of Spatial Association (LISA) 與 Local Getis Index (Local G)(Getis 1991; Getis and Ord 1992; Anselin 1995; Lee and Wong 2000)，指標可以呈現資料在空間上的鄰近關係強度，如高-高 (high-high, HH)、高-低 (high-low, HL)、低-高 (low-high, LH)、低-低 (low-low,

LL)。以犯罪率資料為例，當某一個縣市有多個區域(編號 1、2、3...)的犯罪率，又區域 1 的犯罪率高於平均犯罪率時，且鄰近的區域犯罪率也高於平均值，簡單來說區域 1 之犯罪率高，鄰近的區域犯罪率也比其他區域相對性的高，此種狀況即是 HH，意即熱區；若區域 1 的犯罪率高於平均犯罪率時，且鄰近的區域犯罪率也低於平均值，其空間相關特性是空間負相關，表示為 HL；若區域 1 的犯罪率低於平均犯罪率且鄰近區域犯罪率也高於平均值，表示為 LH；對於 HL 或 LH 情況被稱為空間例外(spatial outlier)或飛地(Anselin 1995)；若區域 1 的犯罪率低於平均犯罪率且鄰近區域犯罪率低於平均值，稱為 LL 關係，表示為冷區。

本研究選用最常用的 LISA 指標進行分析與研討，利用區域分析結果去判斷某事件具有正面或負面影響，研討空間上呈現群集現象的空間位置，說明區域間的區域自相關關係。藉由 LISA 指標進行探討，其數學關係式(如式(10))：

(10)

其中： I_i 表為 i 區域的 LISA 指標； I_i 表示屬性的值； \bar{I}_i 表示屬性的平均值； W 表示空間權重矩陣； n 表區域數量；

LISA 指標是以每一個區域資料作為基本單位，計算並加總與其鄰近的其他區域資料，又 LISA 指標無一定的涵蓋範圍，所以需透過 LISA 標準化(如式(11))與統計檢定方式，檢定此區域中的資料分佈呈現正向或負向的空間自相關性。檢定過程中，當 $z(I_i)$ 大於 1.96 時，為顯著的正向區域空間自相關，即某區域屬性與鄰近區域屬性聚集且相似度高， $z(I_i)$ 界於-1.96~1.96 間，無顯著的區域空間自相關存在。

(11)

其中： $z(I_i)$ 為 LISA 指標標準化； $E(I_i)$ 為 LISA 期望值； $Var(I_i)$ 表 LISA 變異數，又 $E(I_i)$ 與 $Var(I_i)$ 的關係式如(12)至如(13)。

(12)
(13)

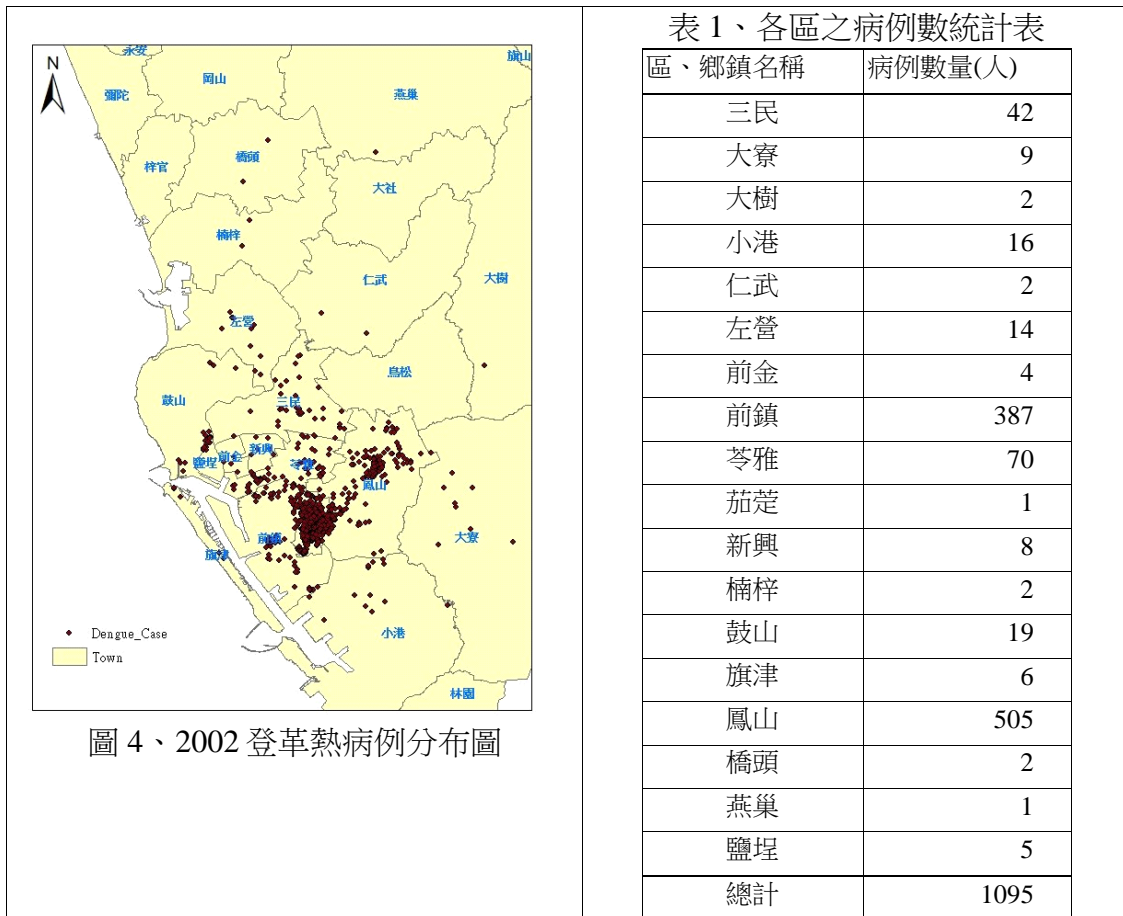
再者，LISA 的統計檢定結果，以地圖方式呈現，將達到顯著水準的地區依其類別，利用不同的色塊區分其區域空間自相關關係，可觀察不同時間點 LISA 群集現象的變化，瞭解空間結構隨時間而變化的情況。

綜合 Moran's I 與 LISA 空間相關特性，得知 Moran's I 指標與統計檢定資料的空間分布結果為「群集」時，才需要藉由 LISA 指標進一步研討群集落於何處的空間位置。同理，Moran I 檢定結果為隨機或分散型態時，無須使用 LISA 指標。

三、研究材料

Moran's I 指標能夠分析資料在空間上是否有群集現象，無法指出群集的空間位置為何，進而引用 LISA 指標分析空間群集的位置，呈現群集的區域單元與鄰近單元的關係。因此本研究利用公共衛生疾病類型的資料，研討資料屬性是否呈現空間群集，以 2002 年的高雄縣、市的登革熱病例通報資料為研究材料，通報疾病資料項目包括通報醫院、通報日期、通報醫院地址、是否為境外移入、衛生署獲報日期、病患年齡、性別、是否死亡、地址等項，由於個別資保護限制因素，取得經由模糊化處理後的地址。

取得地址資料後，以建物門牌庫為基礎，進行空間定位，則可建立登革熱病例的空間位置，資料筆數共有 1095 筆，基於區的空間統計單元下，能夠彙整各區登革熱病數的統計表(如表 1)，同時繪製病例的地理空間點位分布圖(如圖 4)，初步從統計表知道登革熱病例最多區域為鳳山，次之為前鎮，病例數最少數在茄萣。但是統計表無法呈現登革熱病例在空間上的分布，故需藉由病例的地理分布圖，檢視病例在不同區域別分布情形，初步觀察到鳳山與前鎮的交界處，有多起病例群集的現象，其餘區域的病例分布較為分散。



四、分析結果

當病例資料以點位方式呈現時，如圖 4，容易有暴露登革熱病患隱私之疑慮，因此疫情統計與發布時，需將病例資料以行政區或其他的統計單元進行彙整與發布，此作法能夠避免個別資料隱私的暴露，但受到統計單元大小的影響，資料概括化程度不一，當統計單元較大時則無法呈現資料的細緻變化。基於此，本研究將病例資料彙整行政單元(鄉鎮市區、村里)與統計區分類系統的二級發布區、一級發布區和最小統計區，藉此研析基於不同空間單元下，各熱源區的空間分布情形。分析內容主要有三項，依序為研討登革熱病例地理分布概況、登革熱病例之全域分析與區域分析。從病例的地理分布概況乃是具視覺性的檢視是否呈現空間群集現象，再者以全域分析與分析數據去研討病例的確呈現群集現象，最後以區域分析指出病例群集區域(即熱源)。

4-1.登革熱病例地理分布概況

1.病例數量地理分析

研究中把登革熱病例整合至鄉鎮市區、村里、二級發布區、一級發布區與最小統計區，以五種不同的發布層級單元為統計基礎，各層級的病例數統計以繪圖方式呈現，可瞭解登革熱病例的空間分布概況(如圖 5)，藉此描述登革熱病例在不同大小空間單元的分布差異，會隨著發布層級降低呈現顯著的變化。

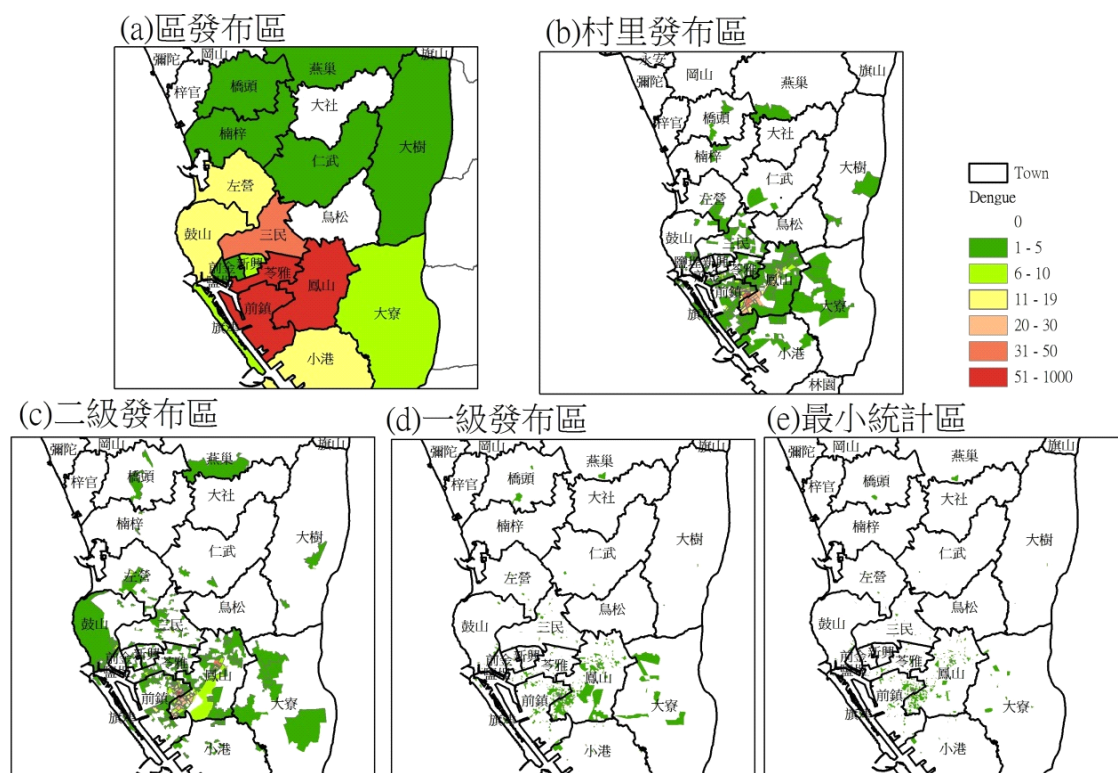


圖 5、登革熱病例數量的地理分布面量圖

圖 5(a)是高雄縣、市登革熱病例數整合至鄉鎮市區單元，是目前政府相

關機關單位最常使用的空間統計單元，也是最容易取得的統計資料，基於鄉鎮市區單元的統計資料，在發布時不易暴露個別資料隱私；圖 5(b)是基於村里發布層級將登革熱病例數進行統計，雖然「村里」是行政單元之一，唯有戶籍人口數用此空間單元發布外，在疾病、犯罪、公共衛生、教育、工商…等類型資料顯少見以村里層級進行統計與發布。

當面臨學術、專業研究或區域性決策的分析時，較易取得鄉鎮市區層級的概括化資料，不易取得村里或細緻化資料內容，若要使用細緻化資料，則需要進行訪查、田野調查、問卷等完成後，再將資料建檔後，才能夠符合分析資料者之所需。採用鄉鎮市區層級的統計資料進行分析時，因資料已被概括化，該結果是否能夠輔助區域性的政策、決策之執行成效則有待評估。

為了使用細緻化資料且不暴露隱私情況下，把病例資料整合至統計區分類系統的單元，依序為二級發布區、一級發布區與最小統計區，其彙整結果如圖 5(c)、5(d)與 5(e)，此類型的空間單元具有邊界穩定性、內部為均質特性，圖 5(c)至 5(e)呈現細緻化的登革熱病例空間分布，且在保有病患的隱私情況下，提供較為正確的登革熱疫情在空間分布概況。

圖 5(a) ~ 5(e)乃基於不同大小空間情況下的登革熱病例數面量圖，統計層級(空間單元)由大至小，當單元空間較大時，涵蓋區域面積較大，因此會有較多的病例數；區域的面積小時，則病例數偏少。以鳳山、苓雅、前鎮而言，以鄉鎮市區為單位繪製病例數的面量圖，三個區域的病例數量最多，若以村里為單位，多數村里的病例數量低於 5 個；以二級發布區、一級發布區與最小統計區為單位，觀察到單元越小有越細緻改變，更能夠表現哪些區域是沒有登革熱病例存在。把圖 5(a) ~ 5(e)與圖 4 比較，以視覺判斷知道圖 5(e)的空間分布型態最為相似。

2. 得病率地理分析

如前所述，大空間單元(如鄉鎮市區)的病例數較多，小空間單元的病例數少，若單提供登革熱病例數量在地理空間分布的圖層，則忽略人口數的影響，提供給決策單位可能會有所偏頗，因病例數量多寡與人口數多寡相關性高。舉例來說：A 區域人口數為 1,000 人且有 10 個病例，B 區域人口數為 500 人且病例數為 10 人。以病例數而言，A、B 兩區域的疫情程度是相同的；但若得病率觀點，A 區域得病率為 1%，B 區域得病率為 2%，表示 B 區域的疫情較 A 區域為嚴重。若單以病例數量當成研判疫情程度的依據，則有可能會將病例數量相同的區域視為疫情嚴重程度相同，而忽略了區域內人口數的影響，此種情況會影響疫情之控制手段與方法。

為了降低區域病例數統計所造成的偏頗資訊，需將人口數納入考慮進行校正，以採取發生率(incidence rate)去評估登革熱疫情的蔓延情形(陳國東 2007)，相關數學式(14)所示。

(14)

其中: *rate* 為發生率, *case* 為病例數, *pop* 表示人口數。

發生率為特定疾病在單一時點或一段時間內, 新增病患人數佔暴露該疾病之下人口數的比例, 比例愈大則代表罹患該疾病的機率也相對較高(Porta 2008)。本研究以年為單位, 探討 2002 年的登革熱病例是否呈現空間聚集, 將登革熱發生率繪製在行政區及統計區分類系統單元, 疫情的空間分布概況如圖 6 所示, 圖 6(a)及 6(b)為區及村里行政區的發生率面量圖, 圖 6(c)到 6(e)為一、二級發布區及最小統計區的發生率面量圖。從圖 6(a)至 6(e)觀察前三嚴重發生率的區域, 整理如表 2 所示, 紀錄以個層級為單位下的最嚴重三個區域與其發生率。

表 2、不同層級之前三嚴重區域

發布單位	最嚴重的三個區域	發生率(%)
區	前鎮、鳳山、苓雅	0.2、0.15、0.04
村里	成功里、瑞和里、瑞平里	2.48、2.18、1.36
二級發布區	A1201-55、A1201-C8、A6408-57	50、33.33、12.12
一級發布區	A1201-55-355、A1201-C8-837、A1210-11-089	50、33.33、20
最小統計區	A1201-1254-0、A1201-1456-00、A1201-0280-00	33.33、23.07、20

利用村里更小的發布層級, 可指出防疫單位需特別關注的區域, 除了以村里發布區去發布登革熱疫情外, 更可使用二級發布區的發布資料, 以細緻化的資料呈現疫情的空間分布概況, 例如高雄市小港區有 12 個村里或 14 個二級發布區需要投入防疫資源, 但 12 個村里的範圍面積大於 14 個二級發布區面積, 故在有限的防疫資源使用下, 使用二級發布區的資訊可提高防疫資源使用效率。又以一級發布區的發布資料指出小港區有有 1~2 個區, 需要投入防疫人力或資源等。綜上, 統計區分類系統的發生率統計資料更能呈現登革熱在空間上的差異情形, 以統計區單元較村里層級發布更能詳盡描繪疫情資訊分布。

3.小結

圖 5 與圖 6 是利用病例數與發生率去呈現登革熱疫情的空間分布, 尚未進行疫情資料的空間分析, 無法瞭解疫情在空間上是否呈現分散或群集現象。因此面量圖方式為視覺化呈現, 無法判適疫情的空間特性, 因此需進一步利用空間分析方析方法研討空間趨勢特性, 由空間分析的結果, 可即時處理群集區域, 降低疫情蔓延或提資源使用效率。

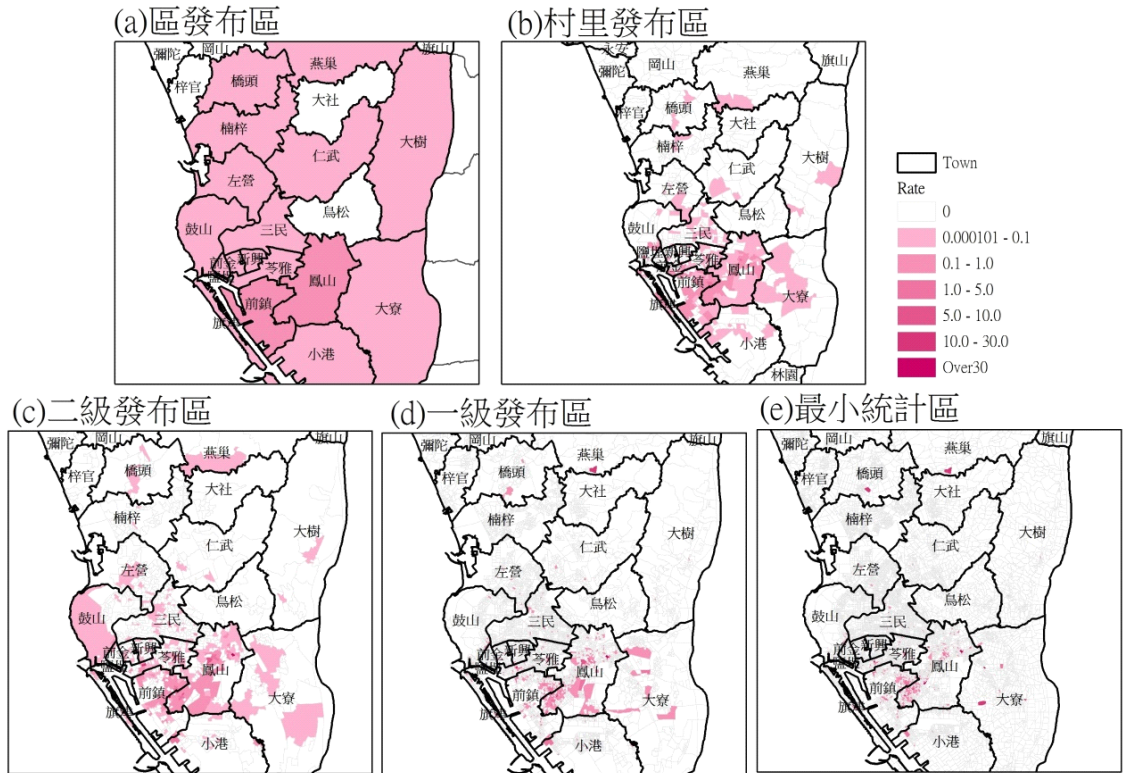


圖 6、登革熱發生率的地理分布面量圖

4-2. 登革熱發生率之全域分析

面量圖是視覺化呈現，只能窺見資料在空間分布狀況，無數據分析去研討空間分布趨勢，為了降低人口影響，採用發生率研討疫情分布趨勢，因此以 Moran' s I 指標與統計檢定登革熱發生率是否呈現空間群集，依序使用區、村里、二級發布區、一級發布區、最小統計區空間單元進行分析 Moran' s I，研究過程把登革熱資料彙整於不同的空間單元進行研析，故空間鄰近權重矩陣是以區域別的中心距離倒數決定，並計算 Moran' s I 指標，分析結果如表 3，依序記錄 Moran' s I， $Z(I)$ 與空間分布結果。

當 $Z(I)$ 大於 1.96 表示為具有高度空間自相關，表示資料間具有空間群集現象， $Z(I)$ 小於-1.96 為分散現象，其他則是表示隨機狀況，結果顯示若以鄉鎮市區層級發布時，疫情資料是呈現隨機分布；以村里、二級發布區、一級發布區和最小統計區層級發布時，登革熱得病率是呈現群集現象。

表 3、不同空間單元的 Moran' s I 值

空間單元層級	Moran' s I	$Z(I)$	空間分布
--------	------------	--------	------

鄉鎮市區	0.007	1.22	隨機
村里	0.31	41.50	群集
二級發布區	0.01	17.40	群集
一級發布區	0.04	39.20	群集
最小統計區	0.04	37.87	群集

從表 3 可了解登革熱的發病率基於村里以下的空間單元，檢定分析結果中顯示有顯著性的群集現象，又 Moran's I 分析無法說明發生率在空間上的熱源位置，為了瞭解空間群集的位置，進一步採用 LISA 分析探討其空間單元與鄰近空間單元的關係，說明登革熱發生率是否呈現 HH、HL、LH 或 LL 關係。

4-3.登革熱發生率的區域分析

以 LISA 分析，可得每一個區域的 LISA 指標值，依序以區、村里、二級發布區、一級發布區與最小統計區為單位計算，隨著單位大小不同，LISA 指標範圍相差甚大，範圍依序為-0.003~0.4，-0.02~2.4，-0.07~0.3，-0.05~11.6，-0.02~22.4，基於不同空間大小的 LISA 指標彼此間是無法相比較，故以標準化的 LISA 指標呈現，結果如圖 7 所示。

標準化後的 LISA 指標顏色若趨近紅色，表示該區域之 LISA 指標偏離平均 LISA 指標越多；顏色若越趨近於藍色，表示此區域的 LISA 指標遠低於平均 LISA 指標，圖 7(a)-7(e)說明哪些小區的發生率偏高或偏低，再由統計檢定判別各地區與鄰近地區的空間自相關結果，描述說明各小區域之 HH、HL、LH、LL 關係，描述地域性的登革熱發生率與鄰近區域的關係，如圖 8 所示。

圖 8(a)-8(e)中的 HH 空間單元表示登革熱發生率高的地方，鄰近區域也呈現較高的發生率；LL 表示登革熱發生率低的地方，鄰近區域的發生率低；HL 表示登革熱得發生高的地方，鄰近區域則是發生率低，此狀況表示尚未造成大規模之流行，需加強防疫工作(防堵疫情擴散)；LH 表示登革熱發生率低的地方，周遭的地區則是發生率高，因而需對高發生率周圍附近的空間單元，進行清理環境或噴藥，防止疫情較不嚴重的區域被感染。

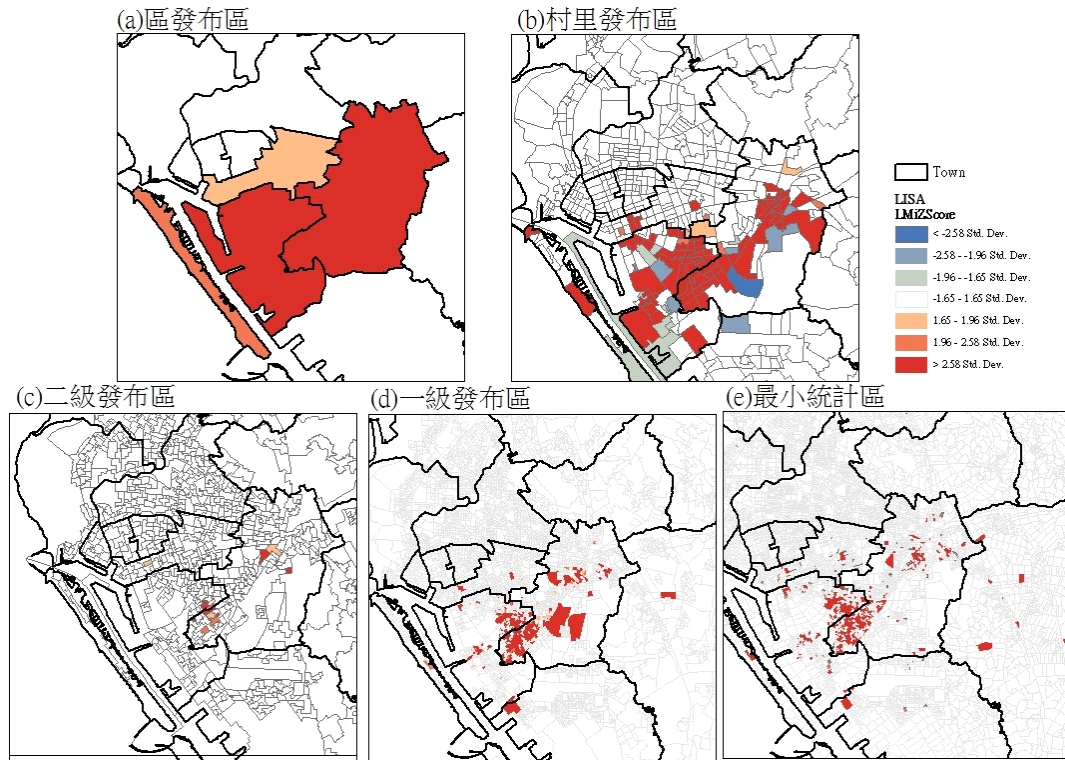


圖 7、標準化 LISA 指標之地理空間分布圖

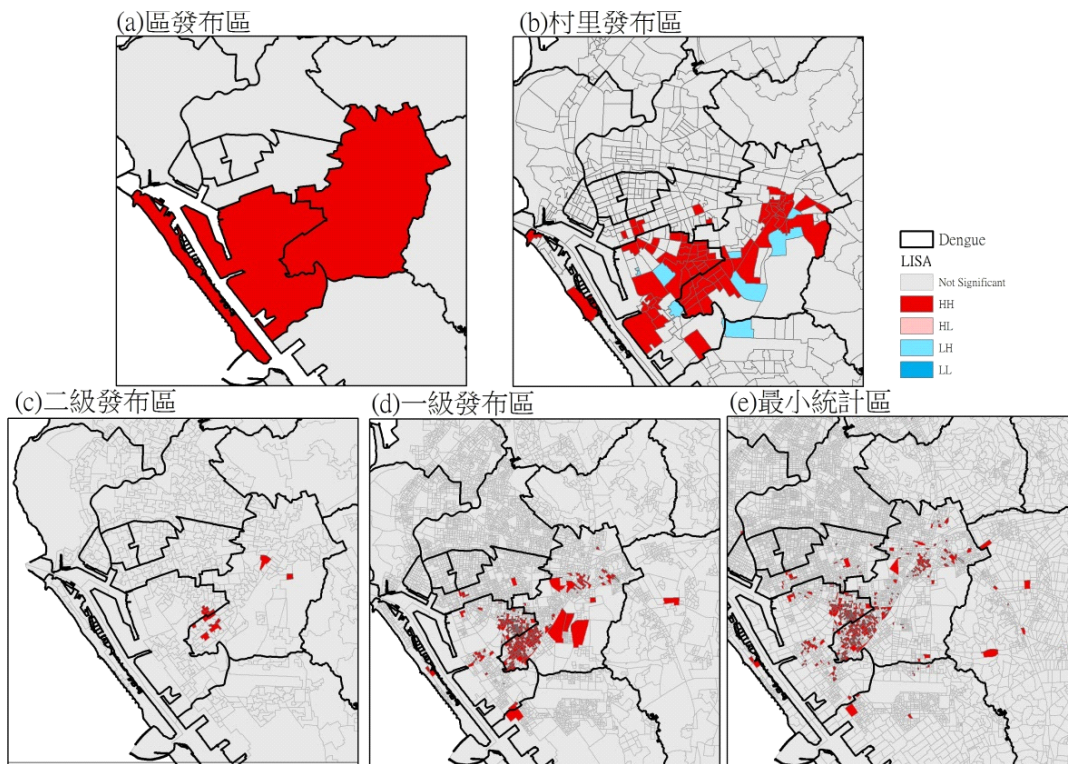


圖 8、登革熱發生率的 HH、HL、LH、LL 地理空間分布圖

圖 8(a)到 8(e)為 2002 年高雄縣、市（尚未合併成大高雄）的登革熱發生率

分析結果，顯示愈小空間統計單元呈現較為精細之地理統計資訊。從登革熱發生率較嚴重的前鎮區與鳳山市而言，鄰近區域的登革熱發生率在空間存在 HH、HL、LH 關係，並無 LL 關係。

圖 8(a)知鳳山與前鎮的空間鄰近自相關是呈現 HH 關係，表示鳳山區的登革熱發生率高且前鎮區的發生率也高；圖 8(b)則是鳳山市西南邊的村里(如新武里、正義里、一甲里、二甲里、善美里、龍成里、福誠里、福祥里、福星里、五福里、大德里、天興里、鎮南里、南和里等)與前鎮區的東邊村里(如瑞昌里、瑞隆里、瑞平里、瑞祥里、瑞南里、瑞竹里、瑞誠里、瑞文里、瑞興里、瑞崗里、瑞東里、瑞和里、瑞豐里、瑞西里等)有 HH 關係，鳳山有 4 個村里(如鎮東里、誠義里、保安里與新甲里)為 LH 關係，即是該村里的發生率低但鄰近周遭的發生率高，此種情況下防疫手段需要對鄰近的村里加強進行環境清潔，以遏止登革熱疫情的擴散；圖 8(c)是以二級發布區為單位，鳳山有 7 個發布區(A1201-69、A1201-83、A1201-B6、A1201-C2、A1201-C8、A1201-D1、A1201-E2)，前鎮有 3 個發布區(A6409-47、A6409-563、A6409-54)皆呈現 HH 關係，該防疫工作需立即對周圍環境進行噴藥消毒、積水容器清除…等，降低病媒蚊傳染。圖 8(d)說明鳳山市西南向的一級發布區與前鎮區東邊的一級發布區具有 HH 關係，即前鎮與鳳山的交界處的發生率有 HH 關係並呈現群集分布，又鳳山的內部也有幾個一級發布區亦是 HH。圖 8(e)是以最小統計區單元進行分析，分析結果鄰近區域關係亦是以 HH 關係為主，HH 的空間分布位置大抵圖 8(d)相似，又最小統計區更能夠呈現登革熱發生率在區域內部的變異程度，顯示愈小空間統計單元，能更精確呈現疫情發生區域及其與鄰近關係，相對於鄉鎮市區及村里發布區，越小的空間單元更明確呈現疫情發生區位範圍及鄰近單元的空間關係，明確了解疫情熱源所在，對於疫情防制及遏止，能更有效率。

圖 7 至圖 8 是呈現不同空間單元下的標準化 LISA 指標與發生率鄰近關係結果，發現二級發布區的分析結果與其他空間單元的結果有不一致，原因在於二級發布區是由數個一級發布聚合而形成，所以登革熱病例加總至二級發布區幅度遠小於人口數加總至二級發布區的數量，使得一級發布區的發生率(0.12% ~ 50%)大幅降低至 0.03% ~ 50%，導致區域分析 LISA 時，故很多個二級發布區的疫情不明顯。再者，村里分析推論結果與一級發布區或最小統計區推論結果相仿，是因為一級發布區與最小統計區的單元皆小於村里單元，比村里層級單元更為細緻。除此之外，二級發布區是由單一個或多個一級發布區合併形成且有跨村里特性存在，村里空間單元是為了行政發布資料參考使用，並非由單一個或多個一級發布區形成。簡單來說，二級發布區推論結果與其他單元不一致問題主要是源自於二級發布區的人口數多，發生率極低，其推論結果與其他單元較為不一致，基於村里的推論與最小統計區與一級發布區較一致，由最小統計區與一級發布區屬於細緻化呈現結果。

五、結論

以往的統計發布資料多採用縣市、鄉鎮層級發布，但大尺度的統計資料往往隱匿了資料的空間特性與分布型態，唯有使用較小空間單元的統計資料方能夠保有資料的空間分布趨勢，又傳統統計資料使用上多忽略資料本身的空間特性，故本研究採用統計區分類系統中的各發布單元，研討較小的統計單元能夠提供細緻化的分析結果。

在統計區分類系統中的最小統計區空間單元建立，主要係利用街道巷弄、門牌地址或經緯度等對位功能及區劃效果劃設，作為社會經濟資料蒐集、彙總及比較分析之基本空間統計單元。統計區分類系統中的二級發布區、一級發布區及最小統計區的空間單元大小皆小於行政區單元，不僅能保護個別資料隱私，並且能夠完整且充分的展示資料在空間分布的特性及差異性。

案例分析中採用最小統計區、一級、二級發布區、村里與區的空間單元，將 2002 年高雄縣、市登革熱病例彙整於不同大小的空間單元，探討統計區分類系統的單元是否能夠有效的保護隱私與保有資料空間特性，結果顯示統計區分類系統的單元皆能夠明確指出登革熱病例危險區域及熱源所在，有助於防疫單位能在有限的人力、物力情況下，更精準有效地進行防疫工作及遏止疫情擴散。故若能夠將多項社會經濟資料建立在統計區分類系統上，細緻化社會經濟資料空間發布單元，並能相互整合，勢必能夠大幅提昇資料使用、分析的效能，其結果會更符合實際狀況，可避免錯誤的決策行為。

雖然愈小空間統計單位能呈現更為精細之地理統計資訊，直觀上是必然的結論，但是研究以登革熱病例為例，應用空間統計方法加以佐證，並引入空間角度思考疫情風險的分析，和以往單純的統計分析方法有所差異。除此，統計區分類系統於建置過程中，有嚴謹的劃設標準與依據，確保所建置的各層級發布區與最小統計區皆有確保不暴露隱私之考量。又統計區分類系統的階層式的發布區骨幹形成一個「共同」的資料發布體系，因不同資料的多寡隱私特性不同，故不同資料的最小發布區不完全相同，亦即並非所有資料都從一級發布區開始供應，但是當需要時都可以整合在此發布區骨幹中的某一個層級進行分析。

綜整上述分析，以行政區空間單元分析的結果雖能夠幫助決策者進行決策，但所使用的人力、醫療、資源配置相對性較高；若採用統計區分類系統分析的結果，可針對不同發布層級的異常地區進行強化人力、醫療資源配置等工作，地方行政首長運用統計區分類系統空間單元相關研究成果，可促進管轄區域資源有效分配，提升行政管理效能。

六、參考文獻

- Anselin, L. (1995). "Local indicators of spatial association - LISA." Geographical

Analysis 27(2): 93-115.

- Cliff, A. D. and J. K. Ord (1973). Spatial autocorrelation. London, Pion.
- Cliff, A. D. and K. Ord (1971). "Evaluating the percentage points of a spatial autocorrelation coefficient." Geographical Analysis 3(1): 51-62.
- ESRI (2005). "Spatial Statistics for Commercial Applications." from <http://www.esri.com/library/whitepapers/pdfs/spatial-stats-comm-apps.pdf>.
- Flahaut, B. t., M. Mouchart, et al. (2003). "The local spatial autocorrelation and the kernel method for identifying black zones: A comparative approach " Accident Analysis & Prevention 35(6): 991-1004.
- Getis, A. (1991). "Spatial Interaction and Spatial Autocorrelation: A Cross-Product Approach." Environment and Planning A 23: 269-1277.
- Getis, A. and J. K. Ord (1992). "The Analysis of Spatial Association by Use of Distance Statistics." Geographical Analysis 24(3): 189-206.
- Goodchild, M. F. (1986). Spatial autocorrelation, Geo Books.
- Lee, J. and D. W. S. Wong (2000). Pattern Descriptors. Statistical Analysis With Arcview GIS. Canada, John Wiley & Sons, Inc: 133-190.
- Moran, P. A. P. (1950). "Notes on continuous stochastic phenomena." Biometrika 37(1): 17 – 23.
- Openshaw, S. (1984). The modifiable areal unit problem. Concepts and Techniques in Modern Geography. England, Norwich.
- Porta, M. (2008). Dictionary of Epidemiology (5th Edition). Cary, NC, USA Oxford University Press, USA
- Ratcliffe, J. H. and M. J. McCullagh (1999). "Hotbeds of crime and the search for spatial accuracy." Journal of Geographical Systems 1(4): 385-398.
- Tobler, W. R. (1970). "A computer movie simulating urban growth in the Detroit region." Economic Geography 46(2): 234-240.
- 內政部統計處 (2008). "統計區分類系統建置及應用." 網址：
<http://sowf.moi.gov.tw/stat/topic/%E7%B5%B1%E8%A8%88%E5%8D%80%E5%88%86%E9%A1%9E%E7%B3%BB%E7%B5%B1%E5%BB%BA%E7%BD%AE%E5%8F%8A%E6%87%89%E7%94%A8.pdf>.
- 台灣地理資訊學會 (2008). 國土資訊系統統計區建置計畫整體規劃暨試作. 台北, 內政部統計處.
- 朱健銘 (2000). 土地利用空間型態之研究. 地理學研究所, 國立台灣大學. 碩士.
- 行政院衛生署疾病管制局 (2010). "傳染病統計資料查詢系統." 網址：
http://nidss.cdc.gov.tw/NIDSS_DiseaseMap.aspx?pt=s&Dc=1&Dt=2&disease=061&d=3&s=determined_cnt&i=0.

- 林美君, 蘇明道, 蔡博文, 陳敬宏, 劉惠玲 (2012). "統計區分類系統在洪災事件之人口暴露量推估" 農業工程學報 **58**: 40-49.
- 張秀玲, 鄒克萬, 張曜麟 (2000). 都市地價之空間態變化特性研究. 地理學與區域發展學術討會, 彰化.
- 陳國東 (2007). 應用流行病學, 合記圖書出版社.
- 薛益忠、郭士鳳 (2010). "利用「空間自相關」探索 1999 年至 2005 年台灣腸病毒病例之空間擴散." 華岡地理學報 **25**: 37-52.