

都市土地利用與人口老化對基層醫療資源分布 之影響：以台北市為例

The Effect of Urban Landuse and Population Aging to Primary Medical Resources Distribution in Taipei City

張國楨^a

張文崧^b

曾露儀^c

Kuo-Chen Chang

Wen-Song Zhang

Lu-Yi Zeng

Abstract

According to the statistics of the Ministry of the Interior, by the end of 2010, the proportion of elderly population in Taiwan reached 10.74%, much higher than the standard of aging society defined by World Health Organization as 7%. With the low birth rate and the improvement of health and primary medical cares, the elderly population proportion will continue to rise this will result in the structural imbalance of the population, labor shortages and other problems emerge, beside increasing demands for elderly nursing care services and primary medical resources. The distribution of primary medical resources is not homogeneous, even in urban areas where medical resources are relatively abundant that tends to create problems of resources redundant and inefficient. It is necessary to address and explore the suitability of allocation and factors that affect the distribution of urban primary medical resources.

The spatial distribution of primary medical resources in urban areas is affected by demographic composition, land use types and other factors. In this paper, we applied spatial analysis to explore relationship between demographic characteristics and primary health care resources in Taipei and found out that the allocation of the medical clinics does not reflect the higher needs of the elderly. We also applied Geographically Weighted Regression to analyze the relationship between the spatial distribution of primary medical resources and main factors, including the elderly population ratio, land use type proportion and street density, and presented the spatial variations of these main factors graphically. The results showed that the Geographically Weighted Regression provided a result than the traditional

^a 國立臺灣師範大學地理學系副教授

Associate Professor, Department of Geography, National Taiwan Normal University

^b 國立臺灣師範大學地理學系碩士班研究生 (E-mail: hwestasilme@hotmail.com)

Master Student, Department of Geography, National Taiwan Normal University

^c 國立臺灣師範大學地理學系碩士班研究生

Master Student, Department of Geography, National Taiwan Normal University



multi-regression on the spatial distribution of primary health resources; the spatial variations of distributions of main factors explain the spatial variation of the distribution of both the primary medical resources and the residuals from the Geographically Weighted Regression. From the analysis, the locations of primary medical resources has high correlation with both mixed residential and commercial areas, and areas with high street network density, but not closely related to areas with high proportion of elderly population.

Keywords: basic medical resources, land use, population aging, spatial analysis, geographic weighted regression

摘 要

根據內政部戶政司統計，2010 年底台灣老年人口比例達 10.74%，已遠高於世界衛生組織所定義老年人口比率 7%之高齡化社會標準，且隨著少子化與衛生醫療的進步，老年人口比例將持續上升，此現象將造成人口結構失衡、勞動力短缺等問題浮現，老年安養照顧服務及醫療資源需求亦隨之擴大。各地醫療資源的可及性並非均質，即便於醫療資源相對充足的都市地區，其內部亦存在空間配置不均的現象，容易造成醫療資源的重複而導致資源耗費。因此都市內醫療資源配置的適宜性，以及影響都市醫療資源分布之因素，是亟需被探討的。

都市醫療資源分布會受到人口組成、土地利用類型等因素影響。本文透過空間分析，探究台北市人口特性與基層醫療資源之相關性，發現醫療診所的配置並無呼應到老年人較高的需求；並以地理加權迴歸，分析台北市醫療資源分佈與老年人口比、土地利用類型比例的關係，將主要影響因子的連續變化具體於空間上呈現。結果顯示地理加權迴歸較傳統迴歸更能解釋基層醫療資源的空間分佈；主要影響因子在空間上分佈之差異造成醫療資源分布的不一致，也是造成基礎醫療資源預測殘差在空間分布的主要原因；醫療診所傾向設立於住商混合比例高且路網密集之處，與老年人口比例之相關性則較低。

關鍵字：基層醫療資源、土地利用、人口老化、空間分析、地理加權迴歸

緒 論

過往研究顯示，年齡與醫療資源利用量呈現正相關（Grossman, 1972）。人的健康會隨著年齡增長加速折耗，醫療服務的需求亦跟著提高；邁入高齡化社會的台灣，隨著老年人口的增加，各地醫療資源的豐缺成為社會公平性常探討的議題。台灣的醫療資源不僅存在城鄉差距，即便於醫療資源較充裕的都市地區，人均醫療資源的分布也存在空間不均的現象。若醫療資源的分佈過於集中，易造成醫療資源的重複與資源耗費，因此都市內部醫療資源的配置均衡性與適切性成為重要議題。地理學在處理醫療體系運作方面，主要著重在探討醫療資源區位與空間分析，即醫療資源是否均衡分佈、人均醫療資源是否各地皆同？

（一）文獻回顧



臺灣人口結構老化是一種趨勢，根據聯合國的定義，「高齡化社會」係指 65 歲以上的老年人口比率在 7% 以上。而臺閩地區 65 歲以上人口比率已由 1992 年的 6.81%，增加至 2005 年的 9.7%。又從 2005 年臺閩地區人口年齡分配金字塔圖，可以明顯發現幼年人口比例逐年減少，相對地老年人口比例持續增加，意味著台灣的人口年齡結構正式邁入老年型階段。

台灣的人口老化趨勢帶動相關學術論文探討。張雅華（2007）認為人口老化對臺灣社會和經濟帶來了相當大的衝擊：如「國家退休制度下退休年齡可能延長」、「新生代努力賺錢扶養老人已成了不可逃避的宿命」等。更重要的是，社會需提供大量的醫療資源與養護設施等來照顧日漸龐大的老年人口。增加的老年人口形成一重要議題：老年人使用醫療資源的頻率較一般人高，而醫療資源的空間配置是否有能夠因應人口老化的趨勢？

衡量人口老化程度常使用的指標有三種：「老年人口比率」係指一地老年人口數占該區總人口之比率；「老年依賴人口指數」表示一地老年人口數占該區勞動人口數之百分比；「老化指數」則指一地老年人口數占該區幼年人口數之相對指數（杜鵬，1994）。本文採用其中的老年人口比率，做為老化程度的判斷依據。

醫療資源廣義來說指可以利用的人力資源、基礎建設、資金、設備以及提供醫療保健和其相關機構的全部總和（葛忠良等，2005）。根據衛生署 2006 年度醫院評鑑及教學醫院評鑑基準，醫療院所可大致分為醫學中心、地區醫院、基層醫療單位三類及教學醫院體系（張雅華，2007），分列於下：

- (1)醫學中心：係指醫院之設置符合醫療機構設置標準，且在衛生局登記開放的急性病床（含急性一般病床及急性精神病床）達 500 床以上，另外至少能提供家庭醫學、內、外、婦產、兒、骨、神經外、整行外、泌尿、耳鼻喉、眼、皮膚、神經、精神、復健、麻醉、放射線、病理、核醫、牙醫、急診醫學、職業醫學等 22 科之診療服務與符合甲類教學醫院評鑑基準者。
- (2)地區醫院：係指能提供一般專科看診與住院服務，針對醫院設施、醫事人員、醫療業務及設備等詳細規定符合者。
- (3)基層醫療單位：提供一般健保門診服務，以及持續性的醫療照顧包含診所、衛生所（群體醫療執業中心）。

根據歐陽鍾玲（2008）的整理，台北市醫療資源設施至 2007 年，公私立醫院診所合計 2,950 所，療養院、性病防制所各一，相關醫事人員計有 34,287 人，其中登記合格的醫師（包含西醫、中醫、牙醫）總計 10,969 人，醫事技術人員 7,559 人。平均每一醫事人員服務市民 63 人，每萬人執業醫師數 42 人，一般病床數加特殊病床數 20,558 床，診所病床 1960 床，合計 22,518 床。其歸納出早期台北市立醫院的建立完全屬於延續前期醫療設施經營的面向，並無考量醫院區位問題，近年新建的醫院才有針對區域發展與人口增長快速的地區設置。

Meade, M. S. and Robert J. E.（2000）指出，空間性因子如實際距離（physical proximity）為探討醫療資源易達性及利用性的重要指標，相當程度影響了民眾就醫行為。相關研究如賴文福（2005）分析台北縣居民之地區醫院求醫行為，指出一般人就醫往往以方便性為主，民眾會期待醫院能夠以更直接的方式來促使自己不僅能得到完善的照顧，又能更有效率的完成就醫行為。顧漢凌（2005）發現無論門診或住院，病患對醫療資源的使用量皆與距離成反比，意即距離因素對



於人們就醫行為產生相當的影響力，特別是在基層醫療資源的使用上。歐陽鍾玲（2008）強調醫療資源的易達性會影響就醫行為，其以時間距離（time distance）的概念來解釋民眾就醫行為與醫療資源分佈的關係，並且利用問卷設計等行為地理方法及理論檢測利用者至醫療設施的情形。

過往研究發現空間距離相當程度地影響了民眾就醫意願，特別是在基層醫療資源上，然過去研究多以一般民眾為醫療資源需求者，並未考量到與日俱增的高齡人口對醫療資源較高的需求性，故本文將進一步探討基層醫療資源分布與老年人口需求間的適切性。

此外亦有從醫療資源密度的空間分佈面向切入者，著重分析醫療資源密度分佈與人口、社經因素、土地利用規劃之相關性。相關研究如張雅華（2007）以空間統計方法呈現台中市醫療資源密度與村里老化程度的空間特徵，並分析兩者相關性。發現台中市基層醫療資源分布具空間聚集性，其分布與人口密度有關，但與老年人口分布無直接相關，而人口老化村里的空間差異則受到都市規劃與發展脈絡影響。研究顯示台中市人口老化村里之區位與市地重劃區的開發有相當大的相關性，於1990年代以降，台中市人口老化區塊逐漸由市中心向外擴張，且總體的老化情形持續增加，然與非市地重劃區的人口年齡結構相較之下，市地重劃區域的人口年齡結構顯著地較為年輕。

與台中市相較，台北市近十幾年來在缺乏年輕新移民的情況下，人口老化情形較台中市更為顯著，因此其面臨的高齡人口醫療資源迫切性更甚，再者台北盆地內開發已臻成熟，近年除基隆河截彎取直後的沿岸部分地區外少有新開發區域，故基層醫療資源的分佈紋理應與台中市有所不同，基於上述原由，本研究將以台北市為研究區進行探討。

歐陽鍾玲（2006）利用台北市衛生局製作之醫療院所圖資，分析台北市各里醫療診所服務級數之空間分布情形。其以結構式問卷蒐集資料，釐清台北市醫療診所運作情形及空間分佈之影響機制，並針對空間分布的行塑過程做詮釋，最後對醫療系統運作的發展提出評估。結果顯示台北市醫療資源設施的分佈基本上受到地形及人口密度的影響，尤其基層診所分佈密度和人口分佈密度有高度相關。台北市醫療設施的時空分佈，一直受到都市擴張及人口密度增加影響，醫療設施的密度及分佈反應一區域的發展與特色，經濟的發展及政府的政策是其外顯的影響因子，而文化因素及行為因素則為其潛在因子。這些因素隨著時間一直在改變，因此醫療設施分佈的情形跟土地利用條件有相當大的關係。現今台北市無論哪一級醫院的分佈，大都分佈在主要的交通要道及人口的密集區，且基層醫療診所之空間分佈，非常明顯除了人口密集區之外，土地利用的機能也是重要的指標。然而此文對於台北市醫療設施之時空分布變遷情形，僅用描述性統計的方式論述，再以空間分佈圖做視覺上的呈現，對於醫療資源的空間分布型態並無更深入的討論。

白玉如（2003）以地理學人地觀點，透過空間分析的角度探討台中市人口老化與都市化發展之關係。發現台中市人口老化與土地利用類別有密切關係，於都市化的人口老化區中商業區密度、工業區密度與住宅區密度對老年人口的解釋力達0.64。若土地利用類型與人口老化程度相關，那麼其又是否同樣地會影響到醫療資源之空間分布，是本研究欲討論之處。

承襲前人之脈絡，本研究將利用空間統計技術，以里為空間單元，對具體呈現台北市基層醫療資源與老年人口的空間分布特徵，並分析兩者的相關性。另加入土地利用現況為影響因子，透過空間迴歸方法，探討土地利用特性如何影響基層醫療資源之分佈。希冀於過往研究基礎上做更進一步的討論。



(二) 研究目的與設計

基於對上述文獻之回顧與爬梳，本文以台北市為研究區，提出兩點研究目的。一為分析台北市基層醫療資源分布與人口老化趨勢的空間相關性。對此首先以核密度估計台北市醫療診所的空間密度，並藉由局部性空間自相關指標 Getis-Ord G_i^* 呈現各里老年人口比的熱點，視覺化呈現兩者的空間分布特徵；接著透過 Pearson 相關係數，分析基層醫療資源和人口密度、老年人口密度、老年人口比間的相關性，以了解基層醫療資源分布之適切性。

目的二為探究影響基層醫療資源分布的因子。本研究選定包括各里老年人口比及住宅區、住商混合區、商業區、工業區、公共用地、道路等六種都市土地利用類型的面積比例為影響因子，以地理加權迴歸分析探討基層醫療資源分布與老年人口及各類都市土地利用間的關係，並找出迴歸模型難以解釋的空間異質區。

研究方法

(一) 基層醫療資源與老年人口分布

1. 最近鄰分析 (Nearest Neighbor Analysis)

本研究首先以最近鄰分析判斷醫療診所分佈是否具有空間聚集性。其指標為每個觀測點與最近鄰點的平均距離 ($\bar{d}$) 及期望距離 $E(d_i)$ 的比值，指標值小於 1 代表空間點位聚集，愈趨於 0 聚集程度愈高；指標值大於 1 則代表空間點位分散。公式如下 (1)：

$$R = \frac{\bar{d}}{E(d_i)} \quad \text{其中 } \bar{d} : = \frac{\sum_{i=1}^N d_i}{N}, E(d_i) : 2\sqrt{d} - 1 \quad (1)$$

2. 核密度估計 (Kernel Density Estimation)

若醫療診所分布有聚集性，再以核密度估計醫療診所的分布密度與空間特徵。每間診所對周圍的影響性會隨著距離愈遠而漸趨於 0，對此可用核函數 (kernel function)，根據空間點分布特性來估算其分布密度。 h 為搜尋距離， d 為空間次元， $K(x)$ 為放射狀對稱機率密度函數。密度值愈大代表其附近的基層醫療資源設置愈充足。公式如下 (2)：

$$\hat{f}(x) : = \frac{1}{nh^d} \sum_{i=1}^n K\left\{\frac{1}{h}(x - X_i)\right\} \quad (2)$$

3. 區域型空間自相關指標 Getis-Ord G_i^*

本研究使用 Getis A. and Ord J. K. (1992) 提出的 Getis-Ord G_i^* 統計方法呈現台北市各里老年人口比的空間分布特徵。其對每一個空間單元 (里) 皆會賦予一個指標值，代表該里與鄰近里間屬性特徵的空間聚集程度。若某里與鄰近里的老年人口比皆為高值，則該地 Getis-Ord G_i^* 值即為高值，為老年人口比例高的熱點 (hot spot) 所在。公式如下 (3)：



$$G_i^*(d) = \frac{\sum_{j=1}^n w_{ij}(d)x_j}{\sum_{j=1}^n x_j}, \quad j = i \quad (3)$$

4. 皮爾森相關 (Pearson's r)

爲了解台北市基層醫療資源分布與老年人口分布間是否具有相關性，本研究以 Pearson 係數來分析診所密度與人口密度、老年人口密度、老年人口比的關係，討論基層醫療資源配置適宜性。Pearson 相關係數是一種去除變數單位影響，以兩變數之標準差爲分母所計算的標準化關聯係數，範圍介於 $-1 \leq r \leq 1$ ，值愈大代表相關程度愈高，反之相關程度愈低。公式如下 (4)：

$$r = \frac{cov(x, y)}{S_x S_y} = \frac{\sum (X - \bar{X})(Y - \bar{Y})}{\sqrt{\sum (X - \bar{X})^2 \sum (Y - \bar{Y})^2}} \quad (4)$$

(二) 基層醫療資源影響因子

1. 多元線性迴歸分析 (Multiple Linear Regression, MLR)

本研究使用多元線性迴歸來推估基層醫療資源與人口老化、各類土地利用密度的關係，迴歸模型如下所示：

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 + \beta_6 X_6 + \beta_7 X_7 + \varepsilon, \quad i = 1 \sim 7 \quad (5)$$

Y：基層醫療診所密度 (家/km²)

X₁：老年人口比例 (%)

X₂：住宅區佔里面積比例 (%)

X₃：住商混合區佔里面積比例 (%)

X₄：商業區佔里面積比例 (%)

X₅：公共用地佔里面積比例 (%)

X₆：工業區佔里面積比例 (%)

X₇：道路佔里面積比例 (%)

$\beta_{0 \sim 7}$ ：各變項的標準化迴歸係數

ε ：殘差

由於線性迴歸分析建立在殘差於空間中呈現隨機分布的假設上，因此應用於地理議題研究時，可能會發生殘差值具有空間自相關而違反假設的情況；再者，地理現象常具有空間不穩定性 (Spatial non-stationarity)，意即個別因素的影響力會隨著空間位置不同而異，使全域型的迴歸模型出現偏誤 (Fortherinham et al., 2002)，對此使用地理加權迴歸來進行修正。

2. 空間自相關檢定 (Spatial Autocorrelation test)

對於多元線性迴歸的殘差值，本研究以 Moran's I 檢測存在空間自相關現象與否，Moran's I 值介於 1 與 -1 之間，值愈大代表空間自相關程度愈高，愈小代表空間負相關程度愈強，趨近於 0



則表示空間現象隨機分布。若檢測結果顯示殘差值存在空間自相關，則表示迴歸模型受到空間自相關與空間不穩定性的影響，需再以地理加權迴歸進行分析。

3. 地理加權迴歸分析 (Geographically Weighted Regression, GWR)

地理加權迴歸是一種延伸自傳統迴歸理論的分析方法，加入了空間座標作為加權變項，允許迴歸係數隨空間而變化，且在空間上呈現連續的變化，能夠具體地呈現空間不穩定性。其將線性迴歸方程式修改如下：

$$Y_i = \beta_0(u_i, v_i) + \beta_1(u_i, v_i) X_i + \varepsilon_i \quad (6)$$

其中 (u_i, v_i) 表示空間點 i 的座標位置， $\beta_0(u_i, v_i)$ 、 $\beta_1(u_i, v_i)$ 為點 (u_i, v_i) 的迴歸係數， ε_i 為點 (u_i, v_i) 迴歸式之誤差。各點迴歸係數可由下式推求：

$$\beta = (X^T W X)^{-1} X^T W Y \quad (7)$$

其中 β 為迴歸係數矩陣、 X 為自變數觀測值矩陣、 W 為空間權重矩陣，資料點 j 於觀測點 i 的權重為：

$$w_{ij}(u_i, v_i) = \exp(-d_{ij}/h)^2 \quad (8)$$

d_{ij} 為迴歸點 i 與觀測點 j 的距離， h 為頻寬。頻寬選取上採用 AIC 值法，核心類型使用固定核心 (Fixed Bandwidth)。

資料建置

(一) 基層醫療資源

由於本研究欲探討基層醫療資源的分布特性，故選定研究對象為台北市中西醫醫療診所，地區醫院以上層級者由於服務範圍涉及民眾就醫行為模式，因此不在研究範圍內。資料來源為 Apache POI，時間 2004~2005 年間，計有基層醫療診所 2650 家。經由空間統計技術，取得所需的各里醫療診所密度資料¹ (圖 1、圖 2)。

(二) 人口資料

研究對象以里為基本空間單元，因此需要台北市各里的分齡人口數據。配合醫療診所資料的建置時間點，自內政部戶政司購得 2006 年 12 月底全台村里分齡人口統計表，從中加總出台北市各里 65 歲以上人口數、總人口數，並以此計算各里老年人口比例。而後將其與 2005 年調整後的里界圖資整合，最後透過圖層屬性值計算，取得各里人口密度、老年人口密度等資料。

¹ 以 arcmap 9.3.1 中的 zonal statistic 功能取得每個村里範圍內各網格醫療資源密度之平均值。



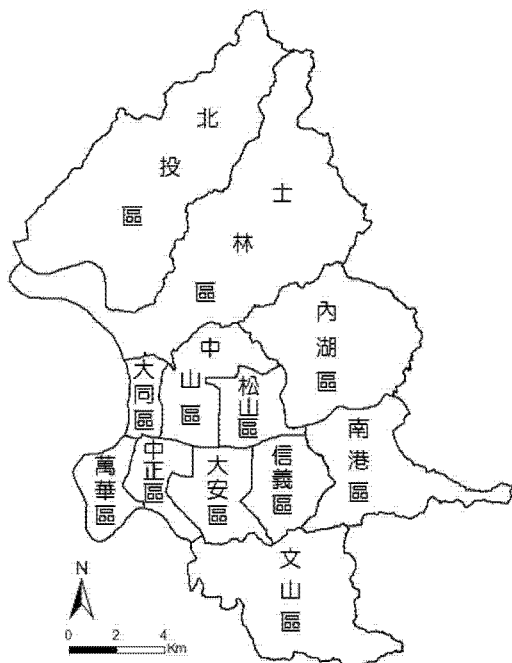


圖 1 研究區行政區圖

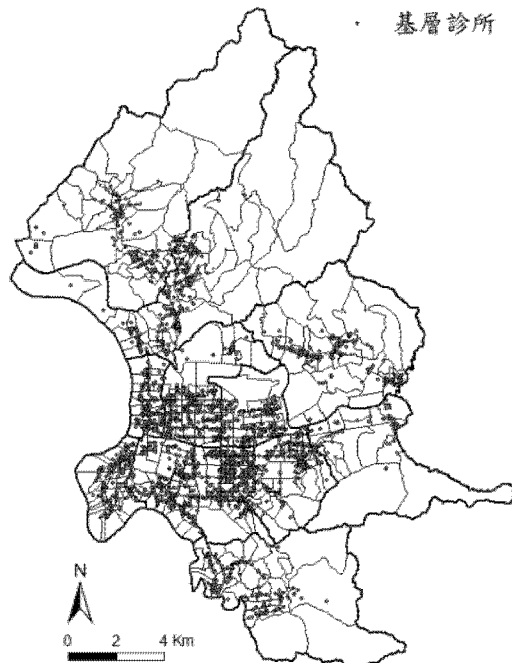


圖 2 台北市醫療診所點位分佈圖

(三) 土地利用類型

本研究所使用的土地利用圖資來源為 2006 年國土利用調查，依據研究目的及都市土地使用特性，從中擷取、合併出六大類都市土地利用類型，包括：

1. **住宅區**：純住宅、兼其他使用住宅。
2. **住商混合區**：兼商業使用住宅。
3. **商業區**：批發零售、服務業。
4. **工業區**：製造業、倉儲等。
5. **公共用地**：政府機關、學校、休閒文化設施、公用設施等。
6. **道路**：各類公路、鐵路、高鐵。

最後將土地利用圖層與村里圖層進行整合，求出台北市各里各種都市土地利用面積占里面積之百分比，做為基層醫療資源分布的影響因子。

結果與討論

(一) 醫療診所與老年人口的空間分布及相關性

在探討基層醫療診所分佈前，先以最近鄰分析確認其空間分布是否有聚集性。得 $R=0.388028$ 、 $Z=-60.267809$ ，顯示基層醫療診所分佈有空間聚集現象，可進一步分析空間分布趨勢。接著以診所點位為中心，網格解析度 25 公尺、搜索半徑 1000 公尺，繪製醫療診所的核密度分布圖（圖 3）。

從圖 3 中可見台北市的基層醫療診所主要分布於市中心的大安、大同、萬華、中正及基隆河以南的中山區，並沿著主要交通幹道往北向北投、士林延伸；往南朝萬隆、景美連結，另外在內湖市區易有局部高密度存在。密度較低的部分位於陽明山國家公園、南港木柵山區與社子島、關渡平原等地。

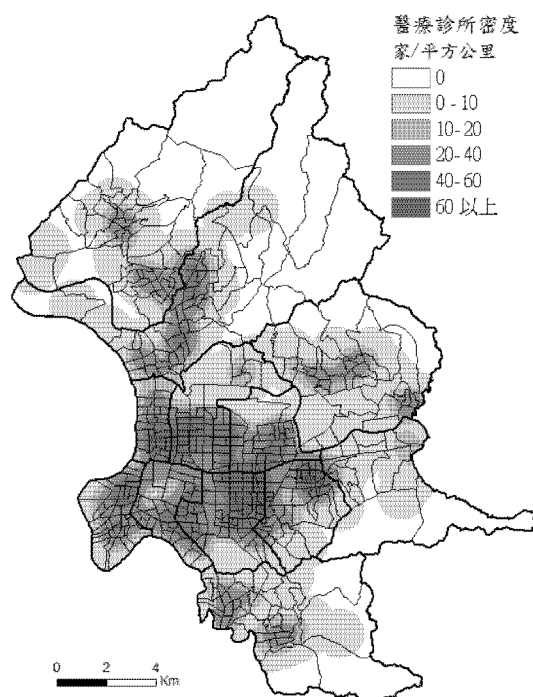


圖 3 醫療診所核密度分布圖

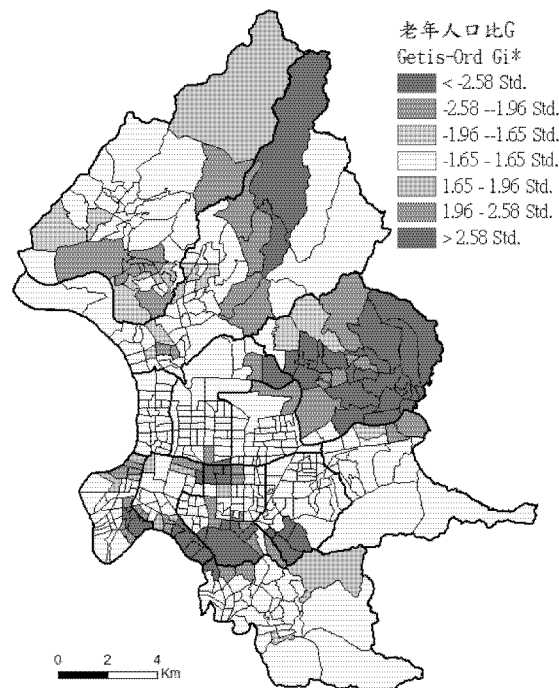


圖 4 老年人口比聚集區分布圖

圖中 Gi^* 值大於 2 個標準差的 Hot Spot 有兩個地區，其一分佈於市中心萬華區青年公園周圍、和平東西路以南的大安區及中正區、信義區六張犁、以及大安區空軍總部附近；此外陽明山上也有明顯的 Hot Spot 分佈。這些地方多為開發已久的舊市區與眷村聚集之處，多數眷村在改建後往往就地重建為國宅，大量原居民仍然繼續定居，如青年公園周圍的青年新城、六張犁的四四東村、空軍總部旁的正義國宅等，使這些地方成為明顯的老年人口比高點。

Gi^* 值小於 2 個標準差的 Cold Spot 集中於內湖區與其西側的大直重劃區，以及北投石牌至復興崗沿途。此二處皆為台北市近年來主要的人口淨移入區，特別是內湖區與中山區的大直重劃區一帶，於 90 年代基隆河截彎取直後釋出大量土地，工商業的移入加上相對低廉的房價，吸引了大量新居民移入，特別是年輕人口的遷入，使得本地人口結構上形成相對年輕的 Cold Spot。

人口及老年人多的地方意味著對醫療診所的需求亦高，本研究之基層醫療資源分佈適切性，係指醫療診所之分布是否與人口及老年人口分布有相同趨勢。故將醫療診所密度分別與人口密度、老年人口密度、老年人口比進行相關分析（表 1）。

從表 1 可得知診所密度與人口密度呈現中度相關性（0.40-0.69），但診所密度與老年人口比卻僅具低度相關，這顯示基層醫療資源配置大致符合人口分布趨勢，但與老年人口比例多寡卻關係不大，表示基層醫療資源的配置沒有特別考慮到老年人的需求。

表 1 基層醫療資源與人口組成特性相關分析

	診所密度	人口密度	老年人口密度	老年人口比
診所密度	1			
人口密度	0.619**	1		
老年人口密度	0.591**	0.920**	1	
老年人口比	0.189**	0.040	0.306**	1

** 在顯著水準為 0.01 時（雙尾），相關顯著。

此外雖然老年人口密度與診所密度亦呈現中度相關，但老年人口密度與人口密度的 r 值高達 0.92，而老年人口比與人口密度卻不具顯著相關性，故以老年人口比做為指標，可以排除人口密度的影響，反映出不考慮人口密度下，老年人口比例高的里別是否擁有相對較多的基層醫療資源，因此做為後續迴歸分析的因子，是較為適宜的。

（二）各類都市土地利用的空間分布

2006 年台北市各里住宅區面積比例如圖 5 所示，由圖中可看出住宅區主要分佈於台北盆地內並往北東南山麓延伸。圖 6 為各里住商混合面積比例，相較於住宅區，住商混合區更大程度的集中於市中心分布。圖 7 為各里商業區面積比例，與住商混合區類似，亦有集中於市區分布的趨勢，且於台鐵沿線、以及內湖重畫區一帶有較高的比例。理論上住宅區與住商混合區反映了居住人口，商業區則為人潮聚集之地，皆提供了醫療診所的市場需求，應為醫療資源密度的正向因子。

圖 8 為各里工業區面積比例，可得知台北市工業區面積並不大，主要集中於南港、內湖區基隆河沿線以及社子島一帶。圖 9 為各里公共用地面積比例，如博愛特區、台灣大學、大安森林公園所在的各里，皆呈現明顯高值。圖 10 為各里道路面積比例，可看出其明顯地集中於市中心地區，道路密度相當程度反映了該里的空間易達性，因此理論上也該是醫療資源密度的正向因子。

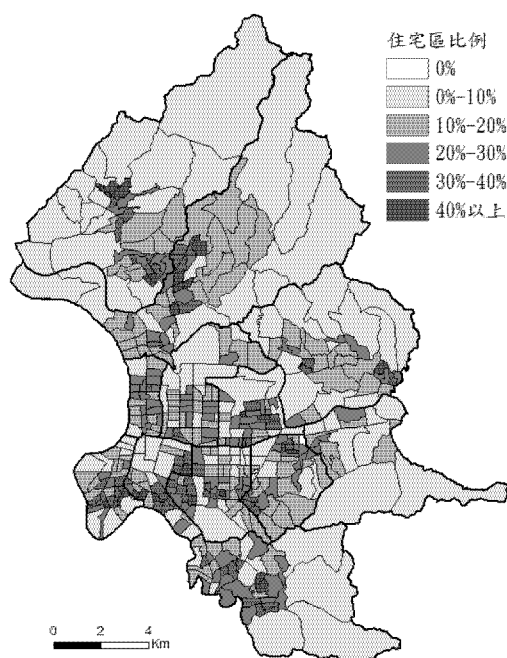


圖 5 各里住宅區面積比例

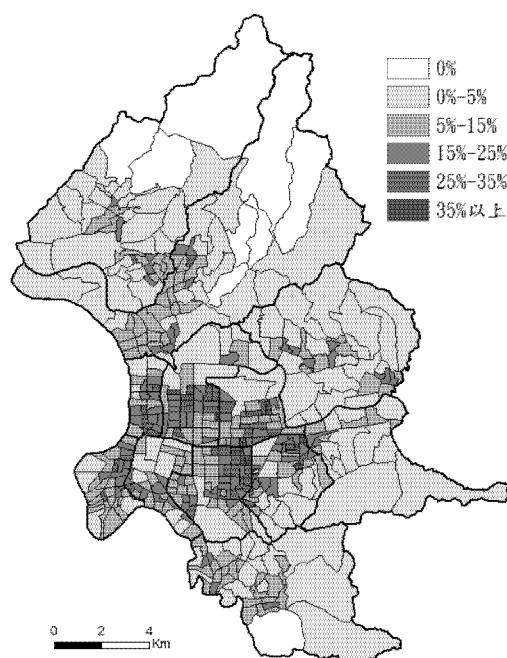


圖 6 各里住商混合面積比例

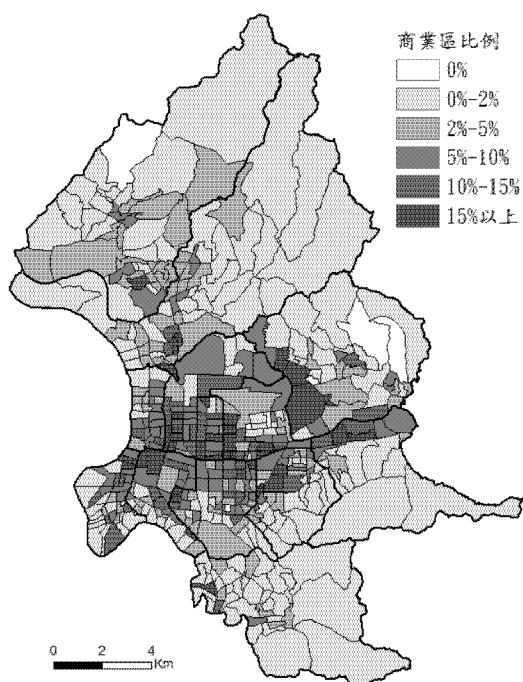


圖 7 各里商業區面積比例

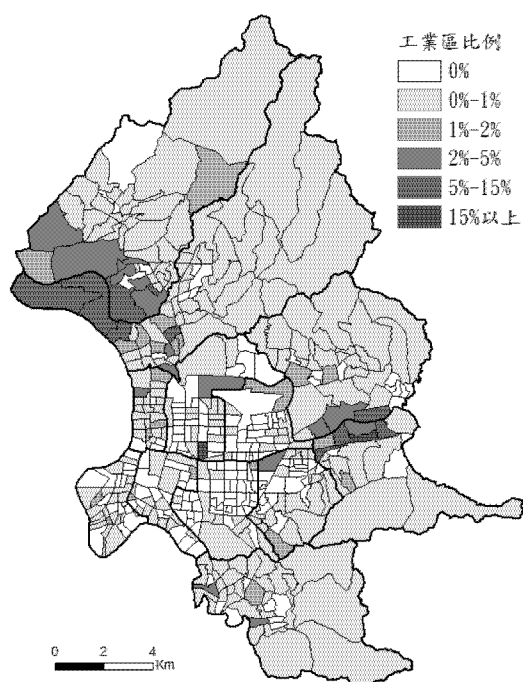


圖 8 各里工業區面積比例

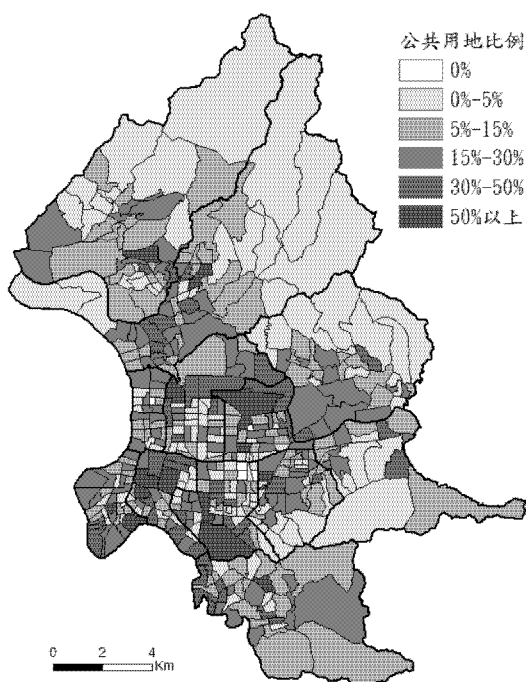


圖 9 各里公共用地面積比例

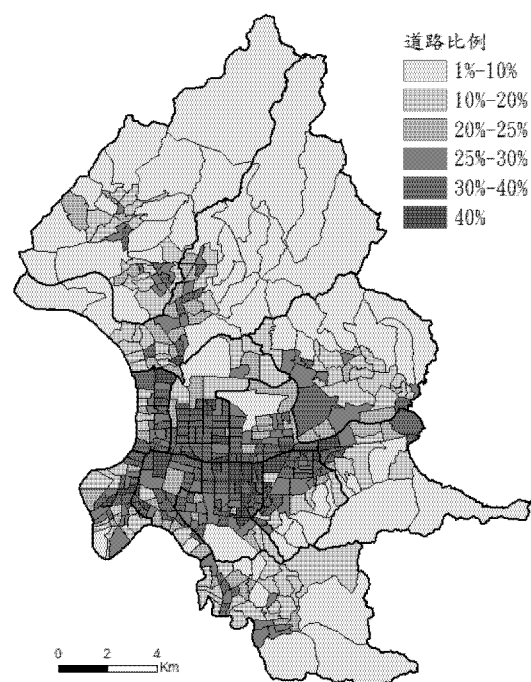


圖 10 各里道路面積比例

(三) 基層醫療資源分布因子探討

本研究利用多元迴歸分析法，以各里 6 種都市土地利用類型的比例及老年人口比為自變項，與里診所密度建構多元線性迴歸模型。迴歸模型通過 F 檢定 ($p=0.01$)，Adjusted R^2 為 0.689，表 2 為各變項之係數值。

由於各個變項的 VIF 值皆甚低，可知此迴歸模型無明顯的共線性問題。各變項皆為顯著因子 ($p<0.05$)，其中住商混合比例的解釋力最高 ($R^2=0.577$)，影響診所密度的程度亦最高且為正向關係 ($Beta=0.556$)，亦即當住商混合區比例多 1% 時，診所密度預期多 0.556%。道路比例的解釋力次高 ($R^2=0.071$)，影響方向亦為正向。老年人口比解釋力再次之，但 R^2 僅有 0.014，影響方向亦為正向。此外住宅區、商業區、公共用地比例的影響方向亦為正向，但 R^2 已低於 0.01。工業區對診所密度的影響方向為負向，不過程度相當低。也就是說，台北市醫療診所的分布相當程度的受所在地該里各都市土地利用類型比例的影響，且以住商混合比例與道路比例最為關鍵，其傾向於分布在住商混合比例高且道路密度高之處；老年人口比雖然也有影響，但程度很小。

表 2 多元線性迴歸分析結果

變項	係數	標準化係數	顯著性	VIF
老年人口比	80.889	0.113	0.000	1.020
住宅區比例	25.488	0.148	0.000	1.314
住商混合比例	111.590	0.556	0.000	2.100
商業區比例	52.158	0.151	0.000	1.528
公共用地比例	17.289	0.117	0.000	1.271
工業區比例	-56.594	-0.060	0.029	1.092
道路比例	42.613	0.223	0.000	2.514

接著將迴歸模型之殘差進行空間自相關檢定，結果 Moran's $I=0.471$ 、 $Z=16.336$ ，顯示迴歸的殘差值呈現空間自相關性，這表示殘差分佈違反多元線性迴歸中，殘差於空間上應為隨機分佈的假設，故使用地理加權迴歸修正之。

透過地理加權迴歸的修正，明顯地改善了多元線性迴歸模式，使 R^2 值由 0.689 提升至 0.777，提高了將近 9% 的解釋力。由表 3 可知道各因子之迴歸係數變動範圍，迴歸係數有空間差異意味著各因子對診所密度的影響會隨著區域而變化，迴歸係數的平均值則與傳統迴歸估計出的相似。以下就影響程度前三大的因子，繪製迴歸係數分布圖以展示迴歸係數之異質性對模型的影響。

表 3 地理加權迴歸係數統計

變項	MLR		GWR	
	係數	平均值	最小值	最大值
老年人口比	80.889	76.258	-32.177	192.457
住宅區比例	25.488	32.618	19.685	45.498
住商混合比例	111.590	104.807	88.337	136.462
商業區比例	52.158	55.552	22.211	82.516
公共用地比例	17.289	19.962	6.802	27.937
工業區比例	-56.594	-55.365	-115.206	12.189
道路比例	42.613	50.663	27.446	77.388



圖 11 為住商混合比例迴歸係數分布圖，由圖可得知係數值於南港區、信義區、文山區等地偏高，在士林區、北投區的市區部分則偏低，表示住商混合比例對東南方各區的診所密度影響性較高。圖 12 為呈現出道路比例係數的空間差異，係數值以大安區、中山區、松山區、信義區一帶最高，往四周逐漸下降，顯示愈接近市中心，道路比例對診所密度的影響程度愈大。圖 13 為老年人口比的迴歸係數分布，係數值在盆地東緣的內湖、南港、松山區偏高，係數為正值；萬華區及陽明山則偏低，且係數為負值，意味著這些地區老化程度與診所密度呈現負向關係，老年人口比例提高，診所密度反而下降，應為亟需加強注意老年人基層醫療資源需求的區域。

接著將迴歸模型之殘差進行空間自相關檢定，結果 Moran's $I=0.391$ 、 $Z=9.581$ ，發現迴歸之殘差值的空間自相關性雖較多元線性迴歸模型下降，但仍然顯著。這表示除了空間不穩定性外，仍有其他重要因素未被考慮進迴歸模型，可能是某關鍵性的影響因子，抑或是空間相依性（Spatial dependence）的問題。從圖 14 可得知，地理加權迴歸模型之殘差值於東區商圈、大稻埕、西門町、天母、信義商圈等地偏高，也就是說此模型於台北市的主要商業區會有低估醫療資源密度的問題；另一方面殘差值於博愛特區、臺灣大學、市政府附近、基隆河沿岸、萬華區新店溪沿岸等地區偏低，表示模型於這些地方會高估了醫療資源密度。

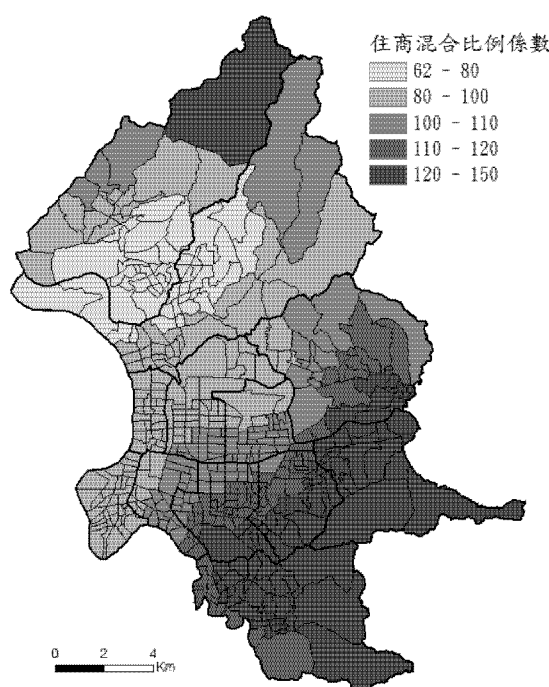


圖 11 住商混合比例係數分佈圖

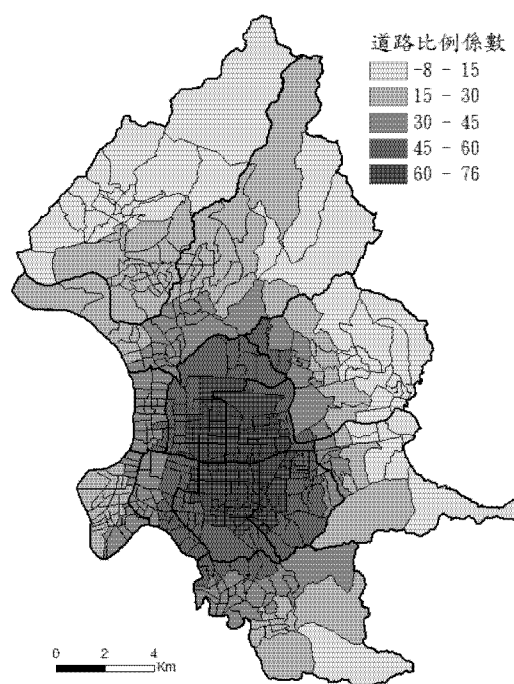


圖 12 道路比例係數分佈圖

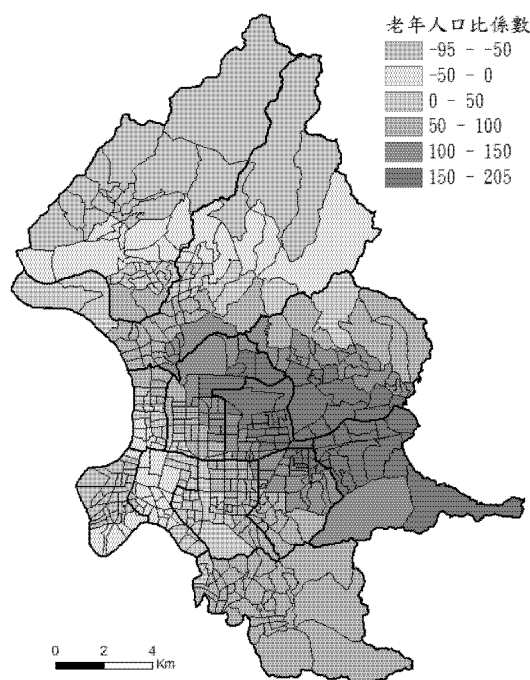


圖 13 老年人口比係數分佈圖

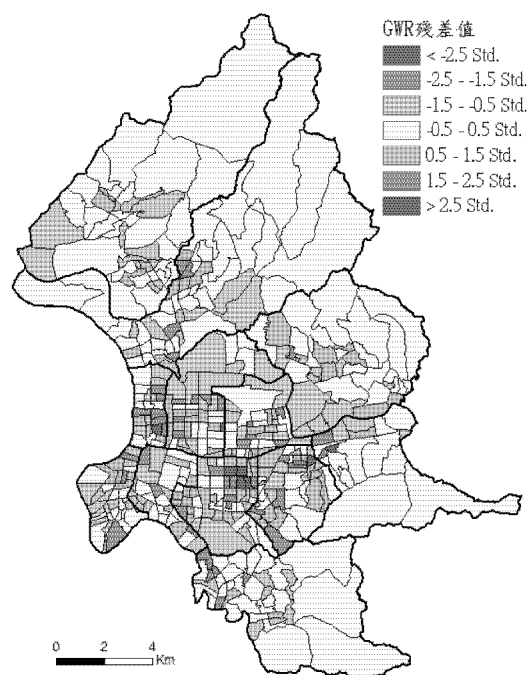


圖 14 GWR 殘差分佈圖

結論與建議

（一）台北市基層醫療資源分布與老年人口比例不具相關性

利用核密度估計醫療診所分佈趨勢，統計出各里診所密度後與各里老年人口比進行相關分析，發現兩者僅具低度相關性，顯示台北市基層醫療資源的配置並沒有呼應老年人較高的需求。從地理加權迴歸模型中得知，老年人口比係數於陽明山區、萬華區為負值，代表這些地方診所密度與老年人口比為負向關係，應為亟需加強注意老年人基層醫療資源需求的區域。

（二）台北市醫療診所密度與里住商混合面積比例、道路面積比例關係最大

以診所密度為依變項，老年人口比及 6 種都市土地利用類行為自變相建構多元線性迴歸模型，得出影響程度最高的因子為住商混合比例、道路面積次之、老年人口比再次之，且皆為正向關係。意即台北市醫療診所傾向於分布在住商混合比例高且道路密度高之處；老年人口比雖然也有影響，但程度較低。

（三）地理加權迴歸能具體呈現空間異質性，但在本案例中仍有其他因素未被考慮

地理加權迴歸較於傳統迴歸提升了 9% 的解釋力，且相較於多元線性迴歸假定各因子於不同空間位置具有相同影響力，地理加權迴歸得以透過連續變化的係數分佈，具體呈現影響程度的空間差異（圖 11~13）。然而模型的殘差值仍具有空間相關性，透過殘差分佈圖，可得知此模型在主要商業區會低估診所密度，部分水利地、公共設施用地比例高的里別則高估了診所密度。

(四) 後續研究方向

台北市各里老年人口比例應與眷村及國宅分佈、重劃區設置有關，唯本研究並無相關圖資佐證，是往後研究可以著眼之處。此外由於地理加權迴歸模型的殘差值呈現空間聚集現象，代表仍有重要因子未被考慮，或是具有空間相依性（Spatial dependence）的問題，故未來可再針對其他因子進行討論，或以其他空間模型來分析。最後本研究僅使用 2007 年左右資料，但地理現象卻會隨著時間有所變化，因此可進一步加入其他時間點，以探討其時空變遷。

參考文獻

- 白玉如（2003）：《台中市人口老化變遷與都市化發展之研究》。台北：國立台灣師範大學地理學系碩士論文。
- 杜 鵬（1994）：《中國人口老齡化過程研究》。北京市：中國人民大學出版社。
- 張國楨、張文崧、曾露儀（2011）：《都會區醫療資源空間分佈差異性分析—台北市與台中市之比較》。2011 數位典藏地理資訊研討會口頭發表。
- 張雅華（2007）：《台中市老年人口與醫療資源空間相關性研究》。台中：逢甲大學土地管理學系碩士班碩士論文。
- 張齡方、范毅軍、葉高華、廖泓銘（2010）：〈日治時期 1930 年代日語普及率地理加權迴歸分析〉，《2010 數位典藏地理資訊論文選集》，171-187。
- 許彙君（2008）：《台灣人口老化之空間分析》。台北：國立臺灣大學地理環境資源學系碩士論文。
- 葛忠良、繆凡、何寒青、童峰（2005）：〈醫療資源整合模式的研究〉，《浙江預防醫學》，10:66。
- 歐陽鍾玲（1998）：〈地理醫療體系網研究：以 1981-1990 年臺灣中部醫療體系網為例〉，《地理研究報告》，29:33-62。
- 歐陽鍾玲（2006）：〈台北市醫療設施分佈之地理研究〉，《地理研究》，45:51-72。
- 歐陽鍾玲（2008）：〈都市醫療體系的運作與空間型態的建構—以台北市為例〉，《師大地理研究叢書》，36。
- 賴文福（2005）：《十年健保回顧：地區醫院民眾之求醫行為分析—以臺北縣為例》。台灣：弘智。
- 顧漢凌（2006）：《全民健保體系下醫療資源分佈對個人醫療使用的影響》。花蓮：國立東華大學國際經濟研究所碩士論文。
- Fotheringham, A. S., Brunsdon, C. and Charlton, M. (2002): *Geographically Weighted Regression: The Analysis of Spatially Varying*. Chichester: John Wiley and Sons.
- Getis, A. and Ord J. K., (1992): The Analysis of Spatial Association by Use of Distance Statistics. *Geographical Analysis*, 24:189-206.
- Grossman, M. (1972): *The Demand for Health: A Theoretical and Empirical Investigation*. New York: Columbia University Press.
- Meade, M. S. and Robert, J. E. (2000): *Medical Geography*. (2nd) New York: The Guilford Press.

