

區域人口分布之時空分析

鄒克萬*

論文接受日期：八十八年十月十八日

摘要

自1950年代開始，台灣地區人口分布即逐漸出現明顯的極化現象，引起政府相關部門對於區域均衡發展問題之重視，隨後並開始陸續推行區域計畫，以改善人口過度集中於部份地區的現象。雖然區域計畫之推行已有二十多年，但是否真正達到了均衡區域人口分布之目標，確實是值得深入追蹤探討。

過去有關人口分布之研究不少，但大多採用一般統計技術來分析，此類方法學雖然亦可局部說明某些人口分布與時間變遷之現象，但對於空間變化關係之全盤掌握則較為困難。另方面，相關研究也未見有基於檢視區域計畫實施成效的觀點，而觀察分析區域人口分布之時空變化者。

基於此，本文乃運用空間自我相關分析之理論與技術，並配合地理資訊系統之輔助分析功能，嘗試整合發展出一套較適合於區域人口分布研究的時空分析方法，並據此針對區域計畫實施前後，各縣市地區人口時空變化之型態作一比較分析，以作為未來區域計畫修訂相關政策之參考依據。

關鍵詞：時空分析、空間自我相關、地理資訊系統

*國立成功大學都市計劃系副教授
聯絡方式：台南市大學路1號，(06)2757575-54232
E-MAIL：uptkw@mail.ncku.edu.tw

A Spatio-temporal Analysis of Regional Population Distribution

Ko-Wan Tsou

Abstract

Since 1950s, Taiwan began to show obvious phenomenon of "polarization" in its regional population distribution, which quickly caught the eye of government to notice the equality of regional development. To encounter this problem, government started to pursue regional plan year by year. Until now, regional plans have been implemented for over twenty years, nevertheless the goal of balance population distribution still doubts, and thus the topic deserves deeper discussion.

There has been quite a body of research literature on population distribution, most of them adopted statistical techniques for analysis, although this kind of methodology can demonstrate some trends of population distribution, it has difficulties in understanding the whole picture of spatial change. Meanwhile, related studies have never focussed on the implementation effects of regional plan, and to analyze the change of regional population distribution by time and space.

Under this circumstance, this study will try to develop a better approach for spatio-temporal analysis, by putting theory of spatial autocorrelation and GIS function together. In this way, the pattern of how population distribution varies over time in each county before and after the execution of regional plan will be compared and analyzed, and the results can be further utilized as a reference for future revision of regional plans.

Keywords: spatio-temporal analysis, spatial autocorrelation, geographic information systems

一、前言

人口之空間分布，除受人口自然增加影響外，因區域發展而造成的人口遷移現象實為不可忽視之重要因素。許多有關於人口遷移與分布的研究中指出，台灣地區人口仍向都市集中，顯示人口分布日趨不均的情形越來越明顯(邊瑞芬，1991)，面對日益嚴重的極化現象，跟隨而來的則是公共設施的提供、居住環境之維護以及生活水準之提昇等問題，因此，推動區域均衡發展及促進人口合理分布已成為政府重要施政項目之一，而對人口分布與遷移之瞭解亦成為區域發展研究之要素。

政府於民國63年公佈實施區域計畫法以來，於民國68年推行「台灣地區綜合開發計畫」，並陸續

推動中部、東部、南部及北部等四個區域計畫，這些計畫的實施除了健全經濟發展、改善生活環境、增進公共福利等目的之外，主要的功能之一則在於縮短區域發展之差距，使空間衝突管理及人口分布更趨向合理化。因此實行區域計畫就是希望藉由政策之執行，一方面使地區資源能充分利用，另一方面限制地區過度發展及改善發展緩慢地區之發展基礎，以達到人口在空間上均衡分布，避免人口過度集中於少數幾個都會區，並縮短城鄉之間的差距。故在進行區域計畫檢討時，一般均會檢視人口、經濟 等之發展與變遷，也凸顯這方面研究分析的重要性。

「人口合理分布」既然是區域計畫主要目標之一，且台灣區域計畫之推行也有二十多年，有必要重新分析區域人口分布空間變化之型態與發展趨勢，並藉此評析此方面計畫目標的達成狀況。雖然將區域人口分布之變化完全歸因於區域計畫之作用，可能有論證上不儘周延與妥適的地方；但從計畫目標評估的角度來看，區域計畫既然是整合區域各項發展工作的計畫，且以「人口之合理分布」為其主要目標之一，故應可將人口之時空變化結果視為探討區域計畫推動成效之重要指標之一。過去有關人口分布與變遷之研究雖然不少，但較少依前述之觀點加以全盤性的時空分析，且大部份都以一般統計方法來進行觀察；這類方法學固然有其優點，可是由於無法同時有效處理時間性與空間性的資料，因此對於時空變化關係之全盤掌握較為困難 (Griffith, 1996)。

近幾年來，隨著地理資訊系統(geographic information systems, GIS)技術的日益成熟，有關空間分析的理論與方法學亦逐漸引起都市規劃學者的重視，並且已可見到部份研究成果(Markin et al, 1997; Morphet, 1997; 鄒克萬, 1997)。此種分析理論與方法學提供另類觀察空間狀態的機會，有助於都市規劃學者更深入地掌握空間現象的特質。因此，本文擬運用其中之空間自我相關分析(spatial autocorrelation systems, SAA)的理論及技術，同時結合GIS之空間輔助分析功能，嘗試整合發展出一套較適合於區域人口分布研究的時空分析方法，並據此針對北、中、南、東四區域各鄉鎮市人口分布時空變化之歷程加以詳細探討，藉以比較區域計畫施行前後之發展，以作為未來區域規劃檢討之參考依據。全文除前言外，共包含如次四個部份：(一)相關文獻之回顧與檢討、(二)空間自我相關分析與GIS、(三)區域人口分布之時空分析、(四)結論與建議。

二、相關文獻之回顧與檢討

(一) 區域計畫與人口分布

依據我國「區域計畫法」第一條之規定指出：「區域計畫之目的為促進土地及天然資源之保育利用，人口及產業活動之合理分布，以加速並健全經濟發展，改善生活環境，增進公共福利。」。此條文顯示「人口合理分布」是我國制定區域計畫的主要目的之一。為了達成前述目的，區域計畫透過工業區位計畫、區域運輸系統計畫、區域性公用設施計畫 等建設發展計畫的整合推動(區域計畫第七條)來營塑新的區域發展基礎，並藉此影響人口之分布與區域經濟之發展。以「台灣南部區域計畫(第一次通盤檢討)」(內政部, 1996)為例，其即嘗試透過「都市發展與住宅建設」 等十類部門發展計畫，調整部份發展緩慢地區(如嘉義地區)之人口與經濟成長，疏解高雄都會區的發展壓力。類似

的區域人口分布目標，亦具體反映在其他三個區域計畫的計畫目標體系中。

雖然將區域人口之變化完全歸因於區域計畫之作用，可能有過度簡化因果關係的問題，論證上或有不儘周延與妥適之處。但是人口合理分布既然是區域計畫的主要目的之一，且理論上，區域計畫可透過部門發展計畫，加速改善部份發展緩慢地區之生活環境，經由一雙所謂「看不見的腳」(invisible foot)來影響人口的重分布(Necbyba and Strauss, 1998)。這種經由區域性建設方式影響區域人口分布的研究很多，大多也確認了此一衝擊效果的存在(Li, 1997)。因此，由計畫評估的觀點來看，應仍可將人口分布之時空變化，當作檢視計畫實施的重要指標之一，分析人口重分布的變化趨勢是否漸趨合理，苗栗、雲林、嘉義 等發展緩慢區域之人口發展狀況是否逐漸改善。

(二) 分析方法

早期有關人口分布與變遷之研究往往僅採用次數分配或簡單的迴歸方法進行分析，不但缺乏對分析模式作深入探討，且不易反應其在空間上的複雜關係(Anselin and Can, 1986)，因此近幾年來，隨著計算機的普及，部份研究嘗試進一步藉助多變量統計等方法學來分析，希望整個研究工作能夠更加深入。例如邊瑞芬(1991)在探討台灣地區縣市社經發展與人口遷移的關係時，透過群落分析之方式，將台灣各縣市人口遷移型態加以分類。李瑞麟、錢學陶等(1991)在研究台灣地區人口成長與分佈變遷時，利用每五年人口成長率及人口總數經過群落分析將各階段之都市規模加以分類，並透過圖形來比較各階段都市體系之變遷。周素卿、詹麗芬(1994)在探討台北都會區居住空間之分化類型時，以1990年住宅與人口普查資料進行因子生態分析，並配合繪圖技術，將台北都會區空間分化因素加以分類分析。楊宗惠(1995)探討台灣地區人口老化空間變遷與特性分析時，則是利用平均年齡老化的演變歷程予以區分等級，然後以圖示的方式將屬性資料在空間上的分佈狀況加以表現，以說明各地區人口老化的空間分佈，及歷年各地區在空間上變遷的情形。雖然前述的研究方法有其優點與特色，但由於本身並未具有直接處理空間關係的能力，因此仍無法滿足這方面的分析要求。

為了改善傳統研究方法不易處理空間關係的缺點，已有部份都市規劃、地理 等方面的研究人員配合GIS技術的發展，致力於探討新的空間分析理論與方法學 (Bracken, 1993; Griffith and Kaashoek and Paelinck, 1996; Shen, 1994)，雖然目前這方面的進展仍相當有限，但已有部份成果出現，且其中SAA是最引起注意的方法學之一(Vasiliev, 1996)，同時已有多項研究嘗試加以應用(Chulkatabbha, 1995; Mencken, 1998; Molho, 1995; Sone, 1994等)。例如在一項有關都市支出水準之研究中(Sone, 1994)，便用SAA(spatial autocorrelation systems)來分析日本地方政府財政支出的空間分布特性，藉此驗證城市間之支出水準在空間上是否呈現平均的現象，並確認支出水準和空間影響因子間的關聯性。Chulkatabbha(1995)研究美國地方貨物稅率時，亦曾應用SAA理論與分析方法，探討都市間不同的貨物稅率在空間中的影響程度，以便瞭解中心都市對其鄰近地區城市間，有關零售商品貨物稅和總稅收的關係。另外 Molho(1995)也曾將其應用於地區失業情況與空間之關連性上，藉以說明失業具有空間上的波及效應。由這些研究之結果發現SAA理論與方法在空間關係分析上確實具有相當好的發展潛力，可提供另一種管窺空間現象的參考，彌補傳統分析方法

學的不足(Anselin and Can, 1996), 值得特別加以注意與進一步發展。不過, 應用 SAA 來研究時空現象時, 至今仍然有些弱點存在(Mur, 1999), 例如空間資料整理繁複, 無法直接觀察時空的局部變化 等, 必須借助其他方法學的導入來加以克服或改善。

三、空間自我相關分析與GIS

所謂空間自我相關一般被認為係指在地球表面的某些物件和其相鄰物件的相似程度。在方法學上, 由於SAA可同時處理著區位和屬性的資訊, 所以比較能夠處理有關空間分布之資訊, 為空間分布之解析提供一種相當特殊且有效的分析技巧。在量度某些現象所表現出來的空間自我相關時, 主要的分析程序與方法如次(Anselin, 1995; Dejong, Sprenger and Veen, 1984)。

(一) 區位相鄰矩陣(locational proximity matrix)之建立

空間自我相關分析方法進行時, 應先建立「區位相鄰矩陣」。而矩陣建立之方式包含了二項原則, 一為以區位是否相鄰加以判定, 二為以門檻距離之大小加以區別, 各原則說明如下:

1. 以區位是否相鄰判定

建立以'0'和'1'所組成之區位相鄰矩陣, 其中0代表在空間分佈上分區間不相鄰、1代表在空間分佈上分區間有相鄰的情形。而是否相鄰之判定, 則利用分區界線是否重疊作為判別的指標, 即以各分區的界線重疊狀況來區分, 重疊代表相鄰, 反之為不相鄰。其簡單型式可定義如下:

$$= [W_{ij}]_{n \times n}$$

其中 W = 區位相鄰矩陣

$W_{ij}=1$ 表示區位相鄰

$W_{ij}=0$ 表示區位不相鄰

$i = 1 \dots n ; j = 1 \dots n$

$n=1 \dots n$ 個空間物件

2. 以門檻距離判定

以空間中區域物件之直線距離關係與設定之門檻距離進行比較, 在門檻距離內稱之為相鄰, 在門檻距離外稱之為不相鄰。但是對於各種不同研究地區或是研究的範疇不同時, 則門檻標準有時難以產生一致的定義。

採用上述何種原則, 則得視個別研究目的與狀況而定。在本文中, 基於區域計畫之分析通常以鄉鎮市區為最小分析單元、資料取得及人口分布.... 等因素, 優先考慮採用以鄉鎮市之行政區為分析時之基本分區單元, 並根據「區位是否相鄰判定」來建立區位相鄰矩陣。

(二) 屬性相似矩陣(attribute-similarity matrix)之建立

屬性相似矩陣即為研究範圍中，各分區所統計出來的資料所構成之矩陣。一般而言，屬性資料常為人口、產業等各種社經資料，但依據不同的研究需求，屬性資料之訂定亦有不同。

(三) Moran Index 值之計算

SAA 主要是依賴所謂的 Moran Index ($I(d)$) 為空間自我相關之判定指標，其計算公式定義如下：

$$I(d) = \frac{\sum_{i,j} W_{ij} C_{ij}}{S^2 \sum_{i,j} W_{ij}}$$

$$S^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2$$

$$C_{ij} = (X_i - \bar{X})(X_j - \bar{X})$$

其中 W_{ij} 為區位相鄰矩陣； C_{ij} 為屬性相似矩陣；

X_i 為物件 i 之屬性資料； X_j 為物件 j 之屬性資料；

\bar{X} 為所有物件屬性資料之平均值； S^2 為樣本變異數；

當樣本數為 n 且母體為隨機分配時，可進一步檢定 Moran Index 的期望值和變異數如下：(Cliff & Ord, 1981; Goodchild, 1986)

$$K_R(I) = -\frac{1}{(n-1)}$$

$$AR_R(I) = -\frac{n[(n^2 - 3n + 3)w_1 - nw_2 + 3w_0^2] - K_2[(n^2 - n)w_1 - 2nw_2 + 6w_0^2]}{w_0^2(n-1)(n-2)(n-3)}$$

其中

$$K_2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

$$w_0 = \sum_{i,j} w_{ij}, w_1 = \frac{1}{2} \sum_{i,j} (w_{ij} + w_{ji})^2, w_2 = \sum_{i,j} (w_{.i} + w_{.j})^2$$

$w_{.i}$ 、 $w_{.j}$ 為相關權重矩陣 i 列及 j 行之總和

(四) Moran Index 之解析

由於 Moran Index 之計算是以所有物件屬性資料之平均值為基礎，故 i 物件與 j 物件間之相關性則視其屬性資料值與平均值之間的差異而定。若 i 物件與 j 物件之屬性資料值均大於或均小於平均值，則二者為正相關；若 i 物件與 j 物件之屬性資料值一個大於而另一個小於平均值時，則二者為負相

關。當Moran Index為正值時，代表空間中相鄰地區之屬性相似性高，此現象表示高人口數之地區在空間中有聚集的現象，且低人口數之地區在空間中亦有聚集的現象，此乃城鄉具有極大差距之表徵，也表示人口分布差異性極大。當Moran Index為0時，代表空間中各分區之人口數和其他地區之空間相關位置無關連性，此時空間分佈型態大至呈現二種情況：一為各地區之發展在空間中是隨機分佈，人口分佈較不具規則性；另一種情形為各地區空間分佈屬於均衡發展的狀況，各分區之人口數均趨近於平均值。當Moran Index為負值時，代表空間中相鄰地區之屬性不相似性程度高，此時人口空間分佈呈現多寡分區相間之情況。

Moran Index雖然是衡量空間分布特性的良好指標之一，但在實際應用上，由於常涉及太多的空間性物件，且這些物件的規模與形狀不一，以致建立區位相鄰矩陣及估算的工作十分繁雜，也難以利用傳統的統計程式或語言改進 (Ding & Fotheringham, 1992)。在本文中，除了先行蒐集建置基本空間資料庫外，並藉助 Arc/Info GIS之AML與C語言來處理鄉鎮市間位相關係，以簡化「區位相鄰矩陣」的建立過程，節省許多人工檢核建立的時間，提高應用SAA理論與方法時的效率。另一方面，Moran Index的正負值及大小雖可協助研究者輕易的掌握空間整體變化的情況，但仍有易發生類似「見林不見樹」的問題，常較難觀察時空的細部變化，尤其在人口變遷速度較為緩慢的情況下，比較時間如果不夠長，在時空變化有限的情況下，光依賴SAA來分析探討的層面與深度將受到限制；因此，宜輔以其他空間相依視覺化分析 (Vasiliev, 1996)。故理想上，如能結合3D技術，將原為數字性的空間屬性資料改以3D來展現，將可使研究者亦能輕易地觀察分析空間的細節變化 (Sárközy, 1994)，彌補SAA的不足，致整個分析工作可以更加深入。在本文中，即根據前述觀點，而將Arc/Info GIS之3D展示分析功能加以整合應用，使分析工作可因視覺化的關係而得到更深入的成果。

四、區域人口分布之時空分析

回顧台灣地區區域計畫擬定的歷程，可發現民國60年以前屬於區域計畫的啟蒙時期，當時並未將整個台灣涵蓋在區域計畫範圍內，民國60年將台灣地區分為北區、新苗、中區、嘉雲、南區、東區及宜蘭等七區域；民國68年由於十大建設陸續完成，台灣之經濟活動與空間結構逐漸改變，南北時距縮短，因此將七個區域合併為北、中、南、東四個區域，並分別於71年公告實施中部區域計畫、72年核定實施北部區域計畫及73年核定實施南部與東部區域計畫。

區域計畫為使人口合理分布，規劃利用各種經濟及社會性措施吸引外來人口並提供遷移人口更多不同的選擇。但實際推展計畫以來，對於人口空間變化之影響到底是否已具成效？可由區域計畫實施前後人口空間變化之情形而加以評估，故以下本文將以台灣地區為例，根據第三節所探討之SAA與GIS方法，分析北、中、南、東四區域人口分布時空變化之現象。整個分析歷程及主要結果如次：

(一) 研究範圍

本文以台灣本島十五縣之鄉鎮市、五個省轄市及台北、高雄二直轄市等分區為研究範圍，將台灣本島分成十五個區域，其中台北市、基隆市併入台北地區，新竹市、台中市、嘉義市、台南市及高雄市分別併入新竹地區、台中地區、嘉義地區、台南地區及高雄地區，欲藉此研究台灣本島各地區人口分佈在空間上的變遷情形。而澎湖縣由於不與台灣本島相連且縣內鄉鎮市數目較少分區不足，在與台灣本島一起做空間分析時，容易造成極大的偏誤，故在此不列入研究範圍。

(二) 空間分析資料

在此所謂空間變遷主要是說明台灣地區不同行政分區間發展變遷之現象，至於衡量此變遷之屬性指標則選擇各分區內之人口總數來加以分析。空間關係資料與屬性資料大致說明如下：

1. 區位鄰近資料：

本文首先運用Arc/Info GIS之屬性表功能及位相分析功能，確認區域內各分區間相鄰與不相鄰之關係，並以0或1整理成「區位相鄰矩陣」。

2. 屬性資料：

為資料取得方便起見，本文在人口空間發展屬性指標的選擇上，乃是以各鄉鎮市之人口總數做為衡量之依據，因為人口聚集的地區往往呈現社會、經濟及土地等高強度使用之現象，也就是說人口數之多寡可以反映出一個地區發展程度之強弱。另一方面，為了探討區域計畫實施後，人口分布是否有如預期一樣呈現合理均衡的分布，加上北、中、南、東四區以中部區域計畫於71年公告實施為最早，因此採用計畫實施以前十餘年之資料，與計畫實施後至今之資料來進行分析比較，於是收集了台灣地區各鄉鎮市於61年至85年間之總人口資料進行空間自我相關之分析。

(三) 地區Moran Index值之計算

本文針對台灣十五個地區，將各地區共310個分區人口屬性資料以及區位相鄰矩陣，運用空間自我相關理論加以計算，整理出各地區在民國61年至85年間之Moran Index值如表一所示。在此初步可以看出，大部份地區歷年之變化雖呈現規律性，但除了雲林縣之外，其他地區受區域計畫實施之影響並不明顯，可見區域計畫在實踐均衡城鄉發展及合理調整人口分布之目標上，並未能發揮立竿見影效果。此種現象或許導因於發展緩慢低區的公共投資相對仍然不足，區域計畫的人口目標與部門建設計畫之間的配套措施仍有落差。至於雲林縣變化較大的原因則可能是因為政府與民間在沿海地區投入數千億的資金興建離島工業區、工業港與六輕(雲林縣政府，1993)，與其他發展緩慢地區相比，明顯地有較多的資金投入，改變沿海地區之發展環境，進而影顯人口分布。雖然整體現象的改善不明顯，但仍可由其細微之變化，探討計畫前後的十餘年間各地區人口分布型態與趨勢。

表一 台灣各地區歷年Moran Index統計表

地 區	61年	63年	65年	67年	69年	71年	72年	73年	75年	77年	79年	81年	83年	85年	
北 部 地 區	台北地區	-0.161	-0.147	-0.129	-0.111	-0.093	-0.086	-0.086	-0.085	-0.084	-0.081	-0.076	-0.072	-0.069	-0.072
	桃園縣	-0.093	-0.070	-0.045	-0.020	0.012	0.029	0.033	0.036	0.043	0.049	0.053	0.052	0.071	0.072
	新竹地區	0.040	0.044	0.047	0.051	0.054	0.057	0.057	0.058	0.059	0.061	0.063	0.066	0.072	0.077
	苗栗縣	0.023	0.025	0.029	0.033	0.041	0.045	0.045	0.045	0.050	0.053	0.053	0.058	0.061	0.064
中 部 地 區	台中地區	-0.162	-0.157	-0.145	-0.134	-0.115	-0.103	-0.099	-0.095	-0.089	-0.079	-0.072	-0.064	-0.053	-0.047
	南投縣	0.034	0.031	0.032	0.032	0.041	0.047	0.050	0.053	0.056	0.059	0.063	0.071	0.077	0.082
	彰化縣	-0.108	-0.099	-0.092	-0.085	-0.075	-0.069	-0.066	-0.064	-0.058	-0.051	-0.045	-0.039	-0.033	-0.029
	雲林縣	0.093	0.087	0.079	0.072	0.070	0.067	0.068	0.069	0.077	0.099	0.118	0.126	0.131	0.133
南 部 地 區	嘉義地區	-0.060	-0.060	-0.057	-0.051	-0.038	-0.026	-0.021	-0.016	-0.012	-0.007	-0.001	0.006	0.016	0.022
	台南地區	-0.027	-0.020	-0.016	-0.012	-0.006	-0.001	0.002	0.005	0.012	0.020	0.027	0.034	0.046	0.053
	高雄地區	-0.075	-0.064	-0.058	-0.049	-0.038	-0.031	-0.029	-0.026	-0.023	-0.021	-0.017	-0.013	-0.008	-0.004
	屏東縣	0.033	0.033	0.034	0.035	0.036	0.037	0.036	0.035	0.035	0.033	0.035	0.040	0.045	0.051
東 部 地 區	台東縣	0.186	0.082	0.075	0.068	0.067	0.067	0.066	0.066	0.065	0.062	0.061	0.058	0.058	0.056
	花蓮縣	-0.060	-0.039	-0.011	0.018	0.059	0.077	0.087	0.097	0.104	0.112	0.135	0.156	0.175	0.185
	宜蘭縣	-0.003	-0.017	-0.025	-0.033	-0.039	-0.039	-0.039	-0.038	-0.038	-0.040	-0.038	-0.037	-0.033	-0.030
	台灣地區	0.126	0.136	0.142	0.148	0.146	0.149	0.151	0.154	0.160	0.164	0.164	0.157	0.148	0.142

資料來源：本研究整理自台閩地區人口統計(61年 85年)

(四) 人口分布之空間特性

根據上述所得之歷年Moran Index值可看出，台灣大部份縣市之值約介於0.1至-0.1之間，表示各縣市區內人口分布之集中與分散情形並不十分明顯，反而是台灣地區整體的歷年Moran Index值均大於0.1，表示人口集中於部份縣市的情況較為明顯。由於四個區域計畫公告實施年僅有二年差距，因此將民國71至73年歸為「區域計畫實施年」，民國71年以前稱為「區域計畫實施前」，73年以後稱為「區域計畫實施後」。在此分別就區域計畫實施前後，各縣市人口分布狀況加以整理分類如表二所示。

在表二中，本文主要是依據Moran Index值的大小與變化，將研究地區區分為四種類型。為了更具體地分析每一種類型的特質，本文並藉助3D之模擬展示功能來配合說明如次：

1. 類型：大城市與小城市分隔之人口分布型態

當Moran Index值為正且為較大值時，人口空間分布型態呈現人口分布多的地區集中且人口分布少的地區亦集中，由圖一中可看出，台東縣計畫實施前時人口分布較為集中，人口較多之大城市集中分布於台東縣中部及東北角，而人口少之小鄉鎮則集中於西北及西南邊。此人口分布類型之地

表二 各地區Moran Index值之大小關係

類型	Moran Index值	區域計畫實施前	區域計畫實施年	區域計畫實施後
	值大於0.1	台灣地區 台東縣	台灣地區	台灣地區 雲林縣 花蓮縣
	值為正 且小於0.1	新竹地區 苗栗縣 南投縣 雲林縣 屏東縣	雲林縣 花蓮縣 台南地區 桃園縣 新竹地區 苗栗縣 南投縣 屏東縣 台東縣	台南地區 桃園縣 新竹地區 苗栗縣 嘉義地區 南投縣 屏東縣 台東縣
	值為負 且大於-0.1	嘉義地區 桃園縣 台南地區 花蓮縣 高雄地區 宜蘭縣	台北地區 彰化縣 台中地區 宜蘭縣 高雄地區 嘉義地區	台北地區 彰化縣 台中地區 宜蘭縣 高雄地區
	值小於-0.1	台北地區 彰化縣 台中地區	無	無

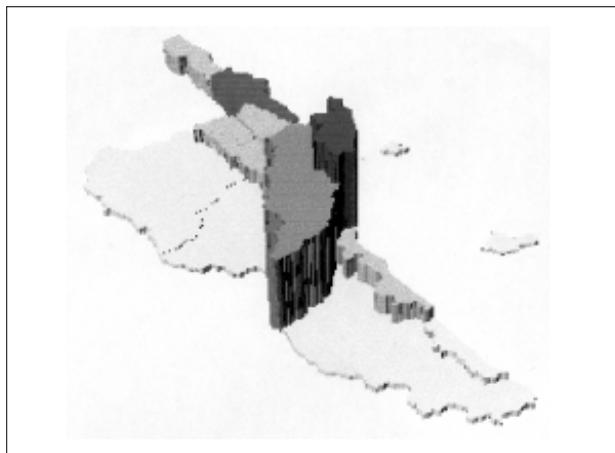
區，區域計畫實施前僅有台東縣有此狀況，區域計畫實施後則有雲林縣(圖四)與花蓮縣，值得一提的是，整個台灣島自區域計畫實施前至實施後均是這種人口分布型態，顯示台灣由大環境來看，人口分布存在過度集中與過度分散的情形，此種人口發展的極化現象也與其他稍早前的研究(經建會，1985)相同。

2. 類型：同心圓式之人口分布型態

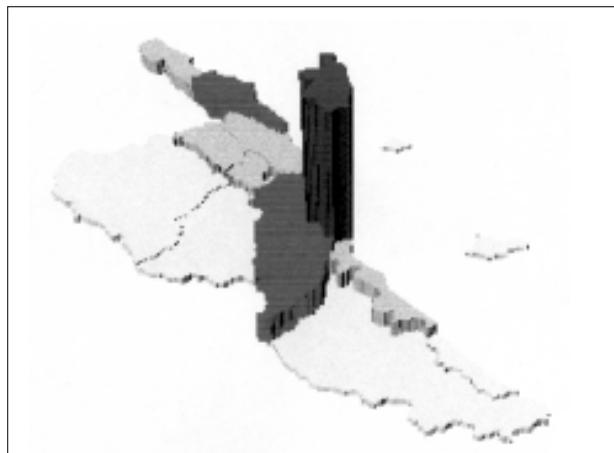
此類人口分布呈現較有規律的由多至中而少之型態，當Moran Index值越接近0時，各鄉鎮人口分布差異越小，亦即人口越朝向均勻分布。由圖三雲林縣計畫實施前人口分布來說，人口分布以斗六及北港為中心向周圍遞減；而從圖六中更可看出，桃園縣以桃園、中壢為中心向外呈同心圓狀分布之狀況更明顯。台灣地區以此類型之人口分布最為廣見，區域計畫實施前有新竹地區、苗栗、南投、雲林、屏東等縣，區域計畫實施後則有新竹地區、台南地區、嘉義地區、桃園、苗栗、南投、屏東、台東等縣。

3. 類型：跳躍式之人口分布型態

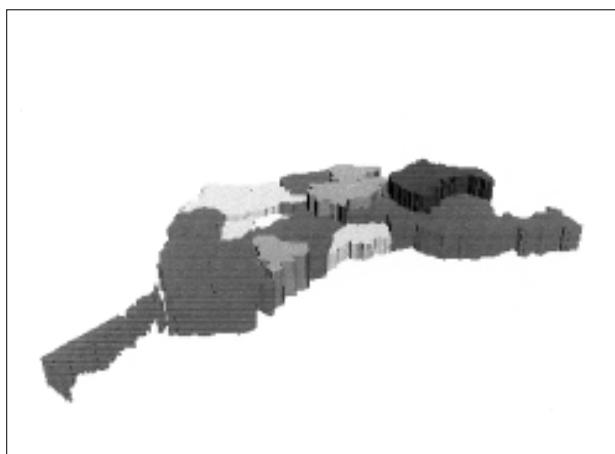
當Moran Index值為負時，人口分布呈現多寡相間之型態，為跳躍式分布。Moran Index值越趨近0時，表示人口越傾向均勻分布；而負值越小則越趨於單一核心分布。以桃園縣計畫實施前人口分布為例(圖五)，鄉鎮市人口分布以桃園、中壢為主作蛙躍式集中。此類型區域計畫實施前有嘉義、台南、高雄、桃園、花蓮、宜蘭等地區，區域計畫實施後則有台北、台中、彰化、宜蘭、高雄等地區。



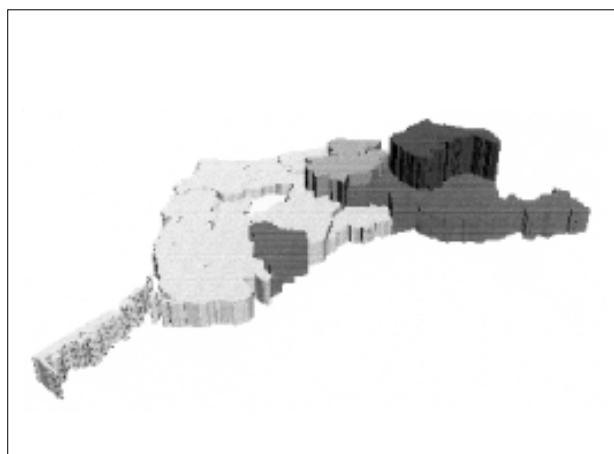
圖一 台東縣計畫實施前人口空間分布圖



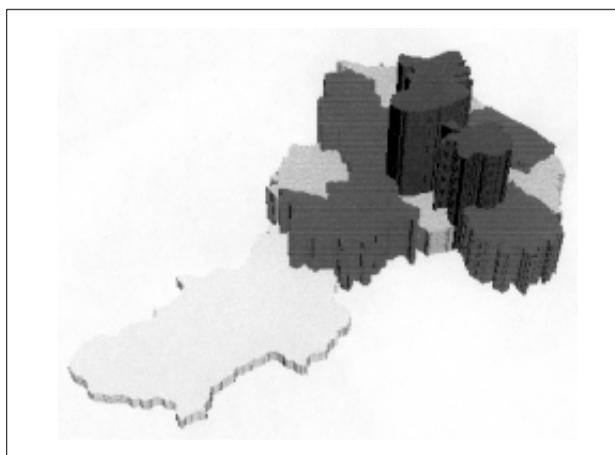
圖二 台東縣計畫實施後人口空間分布圖



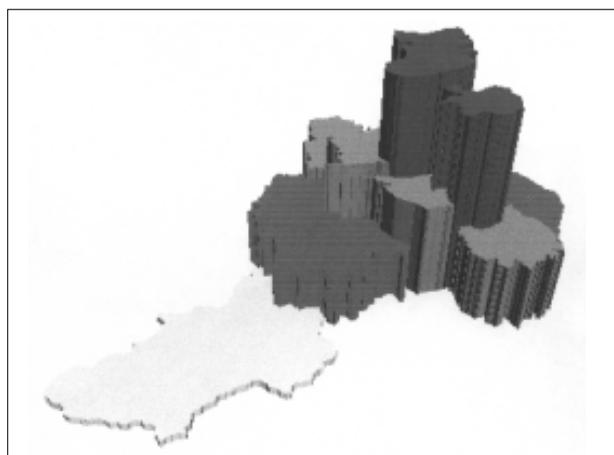
圖三 雲林縣計畫實施前人口空間分布圖



圖四 雲林縣計畫實施後人口空間分布圖



圖五 桃園縣計畫實施前人口空間分布圖



圖六 桃園縣計畫實施後人口空間分布圖

3. 從集中發展到均衡發展再回歸到集中發展

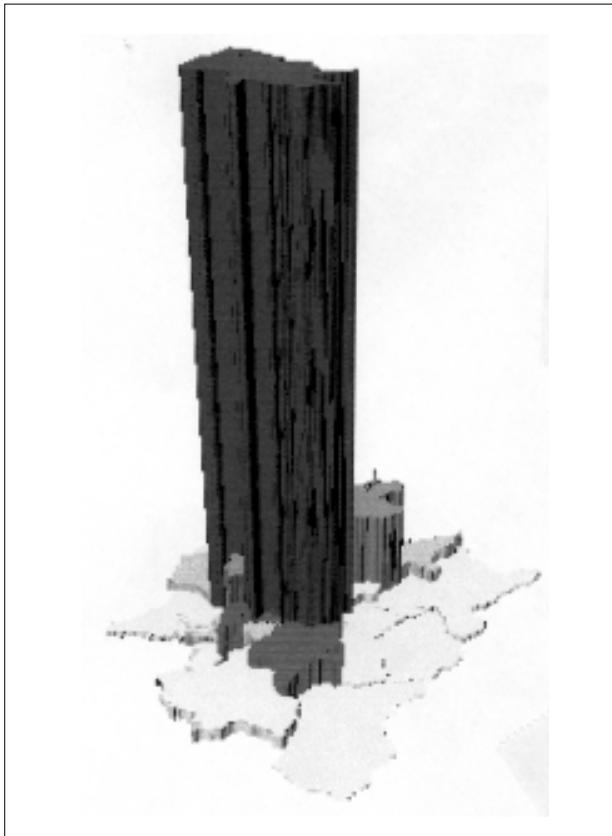
以桃園縣為例，民國61至72年時人口增加以桃園、中壢及周圍鄉鎮為主，民國72至85年時除桃園、中壢之外，其餘地區人口亦有增加現象，但仍以桃園、中壢為中心，此現象說明過去桃園縣僅有桃園、中壢雙核心都市，其餘分區均為小鄉鎮，故地區發展集中於此雙核心地區；之後其他分區人口漸增，發展集中之情況漸漸緩和，但在人口仍集中於桃園、中壢周圍的情況之下，再配合 Moran Index 值之變化情形，則桃園縣仍會集中於桃園、中壢雙核心都市再次的集中發展。此人口變化狀況尚包括嘉義地區、台南地區及花蓮縣。

4. 由均衡分布轉為集中分布再趨於均衡

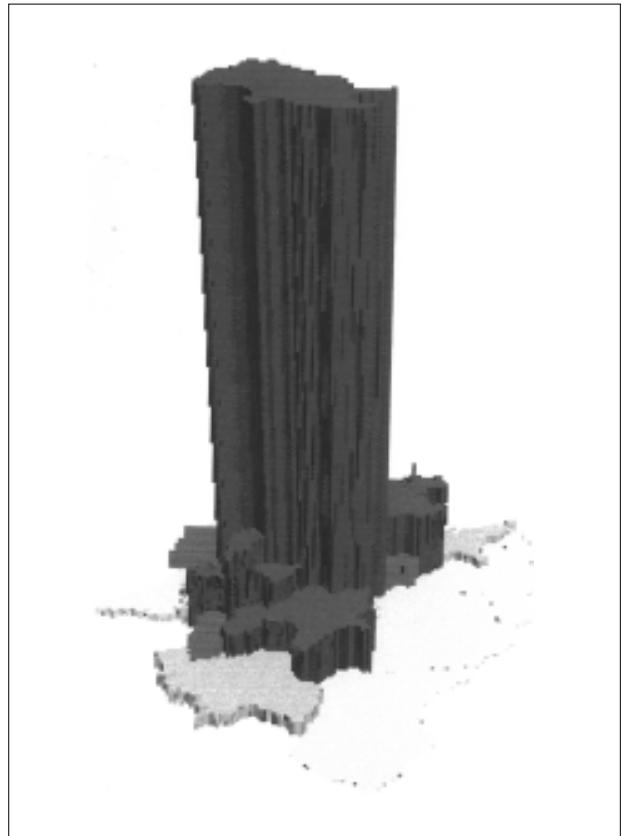
此類行與上一種類型的人口遷移狀況恰好相反，宜蘭縣於民國61年時人口分布較為均衡，由 Moran Index 值之變化情形來看，民國61年至85年人口增加先集中於宜蘭市、羅東、冬山；之後這些地區增加量減少，反而五結、壯圍、員山等地區人口增加，遷移狀況先由集中再趨向於均衡。

5. 人口外移以主要鄉鎮市為主，但其他鄉鎮仍有少數外移

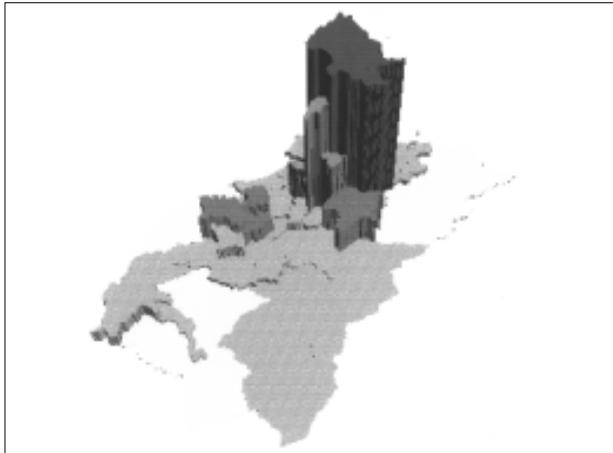
以台東縣為例，民國61至85年人口減少以主要鄉鎮市為主，因此原本以台東市及其周圍為其人口主要集中分布地區的情況遭到改變，人口集中地區外移程度較其他地區更為嚴重，故原本人口集



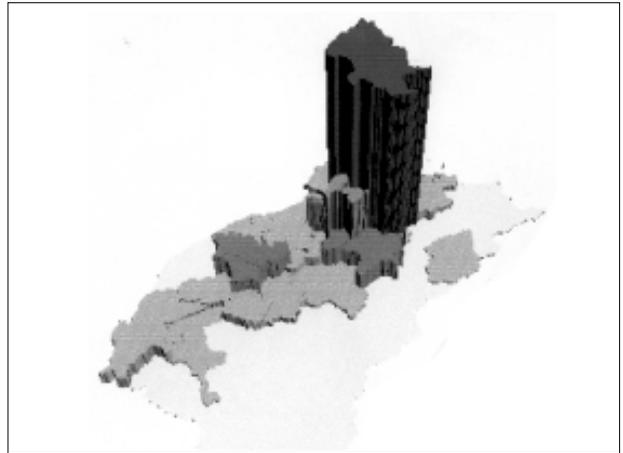
圖七 台北地區計畫實施前人口空間分布圖



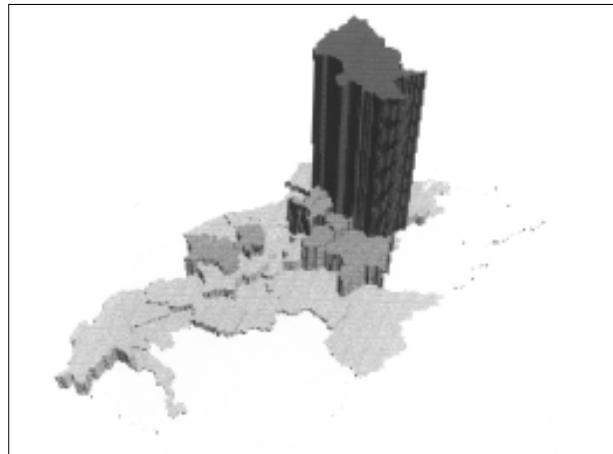
圖八 台北地區計畫實施後人口空間分布圖



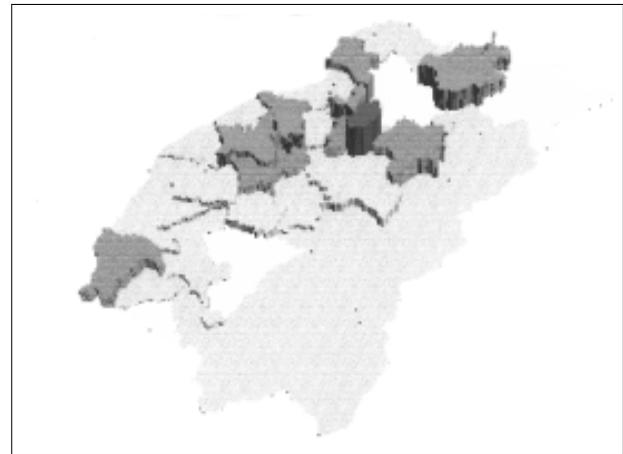
圖九 61-67年北部區域人口數增加圖



圖十 67-72年北部區域人口數增加圖



圖十一 72-79年北部區域人口數增加圖



圖十二 79-85年北部區域人口數增加圖

中發展之狀況漸漸緩和，正如之前所述，Moran Index值漸趨向於0則地區都市人口增加分散，發展將越趨於均衡。

6. 中心都市人口穩定，周圍地區變動程度較大

雲林縣和屏東縣人口遷移趨勢從Moran Index值之變化來看，二地區中心都市斗六市及屏東市之人口變化呈現穩定成長，但其他鄉鎮市人口則變動極大。雲林縣人口集中後又外移；而屏東縣則外移後集中又外移，因此更可由Moran Index值中推論得知這二個縣市未來將持續人口外移。

根據上述之分析，為更確實瞭解北、中、南、東四區域內各縣市人口在空間上的分布與變遷情形，故整理如表四所示。

根據表四之結果，本文進一步綜合整理分析如次：

1. 由各區域的整體變化來看，約略可歸納出：整個台灣地區之人口分布集中於台北地區與高雄地區。北部區域之整體人口在計畫前後均呈現集中現象，但台北市近幾年來呈現人口外移現象。中

4.類型：單一大核心之人口分布型態

當Moran Index值為負且值越小時，表示某地區人口分布與周圍地區差異越大，故將呈現單一大核心之型態，且負值越小狀況越明顯。台北(圖七)、台中、彰化等地區於計畫實施前均為此種分布狀態，但由於基隆、豐原、員林等附近地區發展快速，因此人口分布型態逐漸由單一大核心轉變為跳躍式分布。

(五) 人口分布型態之變遷

上述分析已大致將台灣各縣市人口分布空間結構作一分類，因此以下將利用歷年 Moran Index 值之變化，來探討各縣市中人口遷移之趨勢，由表一中分類整理如表三所示：

由表三可看出，台灣地區各縣市人口遷移趨勢大致可分為新竹等地區、台北等地區、桃園縣等地區、台東縣、雲林縣、屏東縣及宜蘭縣等七類，根據以上各地區人口空間變化的結果，我們可以利用各地區歷年人口成長情況並配合地理資訊系統中 3D 模擬展示功能之輔助，來探討都市人口遷移之趨勢發展。以下便以台北地區人口增加圖為例(圖九至圖十二)，並推演至中、南、東三個區域，各類型之都市舉例說明如下：

1.人口更集中於中心都市，且擴及周遭

以新竹地區為例，民國61至67年時人口增加以新竹市為中心，而民國67至85年時不但以新竹市為中心且有擴散至周遭之情形，因此人口增加分布更為集中，將造成城鄉差異越大。此類情況尚包括苗栗縣、南投縣及台灣地區。

2.人口由中心都市逐漸移出

以台北地區為例，民國61至79年時，人口增加以台北市為中心，但民國79至85年時，台北市總人口數逐年呈現了負成長，而周圍的鄉鎮市卻呈現大量的成長，地區分佈狀況逐漸趨於均衡，城鄉差距之程度也將越來越小。正如前面所述，當Moran Index值為負且逐漸增加趨近於0時，地區空間發展之型態則越呈現均衡狀態。此類情況尚包括高雄地區、彰化縣及台中地區等。

表三 民國61至85年各地區Moran Index值之變化趨勢表

	Moran Index 值逐漸增加	Moran Index 值逐漸減少	Moran Index 值呈現其他變化
Moran Index 值為正	新竹地區 苗栗縣 南投縣 台灣地區	台東縣	雲林縣(先減後增) 屏東縣(先增後減再增)
Moran Index 值由負為正	桃園縣 嘉義地區 花蓮縣 台南地區	-----	無
Moran Index 值為負	台北地區 台中地區 高雄地區 彰化縣	無	宜蘭縣(先減後增)

表四 台灣區域計畫實施前後之人口分布型態與變遷一覽表

地 區		計畫實施前 之分布型態	計畫實施後 之分布型態	遷移變化之狀況
北 部 地 區	台北地區	單一大核心	跳躍式	逐漸分散
	桃園縣	跳躍式	同心圓式	分散再集中
	新竹地區	同心圓式	同心圓式	逐漸集中
	苗栗縣	同心圓式	同心圓式	逐漸集中
中 部 地 區	台中地區	單一大核心	跳躍式	逐漸分散
	南投縣	同心圓式	同心圓式	逐漸集中
	彰化縣	單一大核心	跳躍式	逐漸分散
	雲林縣	同心圓式	大小分隔	周圍地區變動較大
南 部 地 區	嘉義地區	跳躍式	同心圓式	分散再集中
	台南地區	跳躍式	同心圓式	分散再集中
	高雄地區	跳躍式	跳躍式	逐漸分散
	屏東縣	同心圓式	同心圓式	周圍地區變動較大
東 部 地 區	台東縣	大小分隔	同心圓式	中心地區變動較大
	花蓮縣	跳躍式	大小分隔	分散再集中
	宜蘭縣	跳躍式	跳躍式	集中再分散
台 灣 地 區		大小分隔	大小分隔	逐漸集中

部區域之整體人口增加，但計畫實施後分布型態卻逐漸傾向分散，以台中地區較為明顯。南部區域之計畫執行前人口分布傾向分散，計畫執行後則較為集中，各地區人口仍呈現增加現象。東部區域之計畫前與計畫後人口分布均呈現分散現象，且人口有外流傾向。人口遷移理論中提及人口遷移主要在於遷移地與現居地二者間之比較，但由上述分析結果得知，北部地區對人口仍具有極大之吸引力，其次依序為南部、中部及東部。這或許也反映區域之間之發展建設仍以北部區域為重心。

2. 台北地區、台中地區、高雄地區等地區在計畫實施前呈現人口過度集中於台北、台中與高雄市的情況。但近年來由於中心都市過度發展，造成交通擁擠、生活成本提高、生活品質低落等問題，加上捷運建設帶來的交通黑暗期，因此人口增加漸趨和緩並往附近地區遷移，台北市更形成了人口呈現負成長的狀況。
3. 桃園縣、新竹地區、台南地區等地區，區域計畫實施前集中狀況並不明顯，計畫實施後由於計畫中之區域成長中心建設建設投資增加、工商發展成長加上都會區人口逐漸外移，因此集中狀況逐漸明顯，人口增加也較為快速。
4. 嘉義縣、台東縣、雲林縣等地區，由於發展普遍較為緩慢，建設投資較為缺乏，區域內成長中心

之建設投資也並未明顯大幅增加；因此產業發展不足、就業機會不夠，人口逐漸外流，地區內人口也趨向往較繁榮的鄉鎮市集中。

無論是台灣地區綜合開發計畫或北、中、南、東四個區域計畫，均將促進發展緩慢地區之人口引進，做為計畫目標之一，但由上述之分析可知，計畫前發展越快速、都市化越高之地區，十多年後仍是越容易吸引人口的地區，人口分布的時空變化並未明顯地有利於區域計畫目標的達成，發展緩慢地區之人口流失問題依然嚴重，由於人口過度集中確實易導致都市在生活與環境等各方面的負擔，並造成區域發展不均衡，有違公平的原則。因此如何加強區域計畫的推動，針對各地區就業機會、投資建設、產業發展及生活品質等影響遷移之因素加強改善，使區域計畫之人口分布目標能夠早日達成是相當值得注意的。

五、結論與建議

綜合前述各節之分析，本文共擬出如次點結論與建議：

- (一) 由於涉及複雜的空間位相關係，通常很難使用簡捷的方法來有效地綜合分析時空現象。SAA之理論及其衍生之方法提供了改善這方面分析能力的契機，透過其中運算所得之Moran Index值，研究者可有效掌握整個空間關係的特質，如再經由時間性的比較，確可增廣時空分析的層面。
- (二) 以往進行SAA之相關研究時，可發現其仍存在某些弱點，包括區位相鄰矩陣建立過程繁雜、個別空間物件關係難以觀察分析等。為了改善此次研究上關鍵性的弱點，本文進一步整合了GIS方面的技術，運用GIS優越性的位相關係處理能力與3D模擬展示功能，有效地減少了分析時的工作量，並提高研究者觀察分析個別空間物件關係的能力。由本文的個案分析經驗顯示，整合GIS及SAA的時空分析除能有效描述區域人口空間結構型態與集中分散程度之外，也能夠確實掌握時間變動之趨勢。且必要時，可將計算之結果結合外在影響因素或指標，提供更多分析資訊。
- (三) 台灣各地區人口空間分布狀態大致可分為大小城市分隔、同心圓、跳躍、單一大核心等空間型態，且自區域計畫開始實施至今，此種趨勢並未有明顯產生多大的改變。發展緩慢地區中，除雲林縣因有離島工業區、工業港等大額投資而稍有較大的轉變外，其餘地區仍是依據其原來發展之趨勢發展
- (四) 根據分析所得之Moran Index值顯示，台灣地區在整體的空間發展上人口呈現較為集中的狀況，人口以台北地區為主要集中中心，其次為高雄地區及台中地區；而各縣市內人口分布集中與分散狀況則較整個台灣地區不明顯，顯示台灣若以縣市為分區單位，人口分布狀況分區間差異較大，分區內差異並不明顯。
- (五) 雖然目前本文僅將所整合之時空分析方法應用於人口分布之探討，但未來應可進一步加入就業人口、所得、地價等社經資料，提供區域整體比較分析上更多的資訊。也可使未來區域計畫之評估工作更趨周延與完整。

(六) 因為發展的歷史相對較短，故以GIS為基礎的時空分析理論與方法學，尚有許多值得深入研究的地方。建議未來可針對這方面進行更廣泛的探討，使得包括SAA之統計檢定...等基礎理論之數學特性能夠更加清楚，藉此發展出更精確可靠的方法學。

參考文獻

- 內政部，(1996)， 台灣南部區域計畫(第一次通盤檢討)，《內政部》。
- 行政院經濟建設委員會，(1985)， 台灣地區都市與區域發展之研究 - 都市成長及空間結構之變遷，
《行政院經濟建設委員會都市及住宅發展處》。
- 李瑞麟、錢學陶、張德偉，(1991)， 臺灣地區人口成長與分布變遷之研究—民國40年至民國78年，
《都市與計劃》，第18卷，第1期，第125-42頁。
- 周素卿、詹麗芬，(1994)， 台北都會區居住空間之分化類型，
《國立台灣大學地理學系地理學報》，第17期，第147-68頁。
- 雲林縣政府，(1993)， 雲林縣綜合發展計畫，
《雲林縣政府》。
- 鄒克萬，(1997)， 區域性購物中心電腦化選址支援方法之研究，
《規劃學報》，第24卷，第1期，第61-76頁。
- 楊宗惠，(1995)， 台灣地區人口老化空間變遷與特性分析，
《師大地理研究報告》，第20期，第1-25頁。
- 邊瑞芬，(1991)， 台灣地區縣市社經發展與人口遷移的關係，
《人口學刊》，第14期，第83-108頁。
- Anselin, L. (1995), SpaceStat Tutorial: A Workbook for Using SpaceStat in the Analysis of Spatial Data. *Technical Software Series*, NCGIA, University of California, Santa Barbara.
- Anselin, L. and Can, A. (1986), Model Comparison and Model Validation Issues in Empirical Work on Urban Density Functions., *Geographical Analysis*, **18**:179-97.
- Bracken, I. (1993), An Extensive Surface Model Database for Population-related Information : Concept and Application., *Environment and Planning B: Planning and Design*, **20**:13-27.
- Chulkatabbha, P. (1995), Spatial Dependence in Dallas Sales Tax Revenues: Estimation and Forecasting., *Dai-A*, **55(12)**:3940.
- Cliff, A. D. and Ord, J. K. (1981), *Spatial Processes: Models and Applications*. London : Pion.
- Dejong, P., Sprenger, C. and Veen, F. Van (1984), On Extreme Values of Moran's I and Geary'S C., *Geographical Analysis*, **16**:16-24.
- Ding, Y., & Fotheringham, A. S. (1992), The Integration of Spatial Analysis and GIS., *Computers, Environment and Urban System*, **16**:3-20.
- Goodchild, M. F. (1986), Spatial Autocorrelation. *Concept and Techniques in Modern Geography*, **47**:1-56.
- Griffith, D. A. (1996), Introduction the Need for Spatial Statistics., In Arlinghaus,S.L. et al (eds.), *Practical*

- Handbook of Spatial Statistics*, Boca Raton: CRC Press:1-16.
- Griffith, D. A. and Can, A. (1996), Spatial Statistical/Econometric Versions of Simple Urban Population Density Models., In Arlinghaus,S.L. et al (eds.), *Practical Handbook of Spatial Statistics*, Boca Raton: CRC Press.
- Kaashoek, J. F. and Paelinck, J.H.P. (1996), Studying the Dynamics of Pre-geographical Space by Means of Space and Time-potential Partial Differential Equations., *Geographical System*, **3**:259-77.
- Li, B. (1994), Opportunities and Challenges of Parallel Processing Inspatial Data Analysis : Initial Experiments with Data Parallel Map Analysis., *Dai-A*, **54(10)**:3842.
- Li, S. M. (1997), Population Migration, Regional Economic Growth and Income Determination: A Comparative Study of Dongguan and Meizhou, China, *Urban Studies*, **34(7)**:999-1027
- Markin, J., Healey, R. G. and Dowers, S. (1997), Simulation Modelling with Object-oriented GIS : A Prototype Application to the Time Geography of Shopping Behaviour., *Geographical system*, **4(4)**:397-429.
- Mencken, F. C. (1998), Persistent Differences in Well-being between Appalachian Subregions, *Growth & Change*, **29(4)**:469-80.
- Molho, I. (1993), Spatial Autocorrelation in British Unemployment. , *Journal of Regional Science*, **35(4)**:641-58.
- Morphet, C. S. (1997), A Statistical Method for the Identification of Spatial Clusters., *Environment and Planning A*, **29**:1039-55.
- Mur, J. (1999), Testing for Spatial Autocorrelation: Moving Average Versus Autoregressive Processes, *Environment and Planning A*, **31**:1371-82.
- Nechyba, T. J. and Strauss, R. P. (1998), Community Choice and Local Public Services: A Discrete Choice Approach, *Regional Science and Urban Economics*, **28(1)**:51-73.
- Srkzy, F. (1994), The GIS Concept and 3-Dimensional Modeling., *Computers, Environment and Urban System*, **18(2)**:111-21.
- Shen, Q. (1994), An Application of GIS to the Measurement of Spatial Autocorrelation., *Computers, Environment and Urban System*, **18(3)**:167-91.
- Sone, A. (1994), An Analysis of Municipal Government Expenditures in Japan., *Dai-A*, **55(3)**:685.
- Vasiliev, I. R. (1996), Visualization of Spatial Dependence : An Elementary View of Spatial Autocorrelation., In Arlinghaus,S.L. et al (eds.), *Practical Handbook of Spatial Statistics*, Boca Raton: CRC Press: 7-30.