

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

應用地理資訊系統網格化資料建立重大交通建設之空間發展影響模型 以北二高沿線為例

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC93-2415-H-004-020-

執行期間：93年08月01日至94年07月31日

執行單位：國立政治大學地政學系

計畫主持人：白仁德

共同主持人：岳裕智

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 94 年 10 月 31 日

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

應用地理資訊系統網格化資料建立重大交通建設之空間發展影響模型—以北二高沿線為例

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC93-2415-H-004-020-

執行期間：93年08月01日到94年07月31日

執行單位：國立政治大學地政學系

計畫主持人：白仁德

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中華民國94年10月28日

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫 成果報告

應用地理資訊系統網格化資料建立重大交通建設之空間發

展影響模型—以北二高沿線為例

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC93-2415-H-004-020-

執行期間：93年08月01日到94年07月31日

計畫主持人：白仁德老師

共同主持人：岳裕智老師

計畫參與人員：黃茹偵、王思翰

成果報告類型（依經費核定清單繳交）：精簡報告

本成果報告包括以下應繳附件：

- 赴國外出差或研習心得一份
- 赴大陸地區出差或研習心得報告一份
- 出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份
- 國際合作研究計畫國外研究報告書一份

處理方式：除產學合作研究計畫、提升產業技術及人才培育研究計畫、列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢

執行單位：國立政治大學地政學系

中華民國九十四年十月二十八日

一、摘要

政府對區域進行重大交通建設投資，在建全交通網路及改善地區可及性的同時，亦將改變地區的區位條件，影響影響土地之發展與潛力型態。北二高自通車以來，車行交通量逐年增加，已成為北部區域發展的主要動脈之一，明顯地與中山高速公路北部路段共同架構起整體北部區域之交通網路，通車至今已逐漸影響北部區域空間結構的發展，故本研究以北二高建設前後沿線人口在空間分布上之變遷，檢視北二高對沿線地區帶來的人口空間重分配效應及時間影響效應。

本研究透過事前事後分析方法，就北二高建設前後之戶口普查統計資料，分別從空間及時間的向度運用地理資訊系統(GIS)，進行空間分析作業，可見北二高沿線地區人口成長存在有明顯的影響圈域，且有隨距交流道距離遞遠遞減的空間效應，以及受都會中心影響之波及效果造成地方發展上時間落差。進一步應用網格化資料轉換，建立更為均質且精細的網格空間資料，可更為容易且明顯地辨認北二高沿線地區各網格空間區位條件的變動狀況，並發現北部區域內各網格人口分布消長型態及重點影響範圍，本研究結果可作為分析重大建設政策之參考基礎。

關鍵詞：北二高、人口空間分析、地理資訊系統、網格化

Abstract

As to the interaction between land-use and transportation, major transportation infrastructure invest will improve the network mobility and local accessibility, and also change the location condition. Since the completion of the Northern Second Freeway construction, the traffic on it increases tremendously, thus it becomes the major circulation artery of Northern Taiwan area. Accompanied with Chung-Sung Freeway as the most important backbone of Northern area, and play the major role to influence the spatial structure of Northern area. For analyzing the spatial redistribution effect and temporal effect, this research focus on the pattern change of population spatial distribution brought by Northern Second Freeway.

By using before-and-after analysis method, based on census data of before and after year, GIS software was utilized along spatial and temporal dimensions to process the spatial analysis. Research result identifies the obvious influential sphere of population growth along freeway. The spatial effect decreases as the distance of each spatial unit to interchange increases. The time lag effect of local development was also influenced by their distance to the metropolitan center. Furthermore, by transforming the GIS data into grid data, more homogeneous and detail spatial data set was build, and the location condition change of each grid can be very easily revealed. Also the population distribution trade-off pattern and critical influenced places within Northern area were identified. The contribution of this research will be the formulation of the fundamental grid dataset and spatial analysis for related policy analysis for major investment.

Keyword : Northern Second Freeway, Population Spatial Distribution, GIS, Grid Data

二、緣由與目的

交通建設是以網絡狀態分佈在區域之間，成為區域之間相互聯繫的橋樑；區域間人口、資源的移動，多半依靠此種聯絡網路進行，故區域之間的發展因素在交通建設的網路中流動，將造成不同區域有著不同的成長契機，影響了區域之間發展的差距。交通運輸系統的改善會增加運輸服務地區的可及性，促進空間的競爭力，引起人口與產業的重分配，進而改變土地的使用型態，以長期來看的話，交通建設的興建完成將改變地區的空間基本結構特性(張益山,2002)。

北部第二高速公路自民國八十二年陸續通車、八十六年全線通車以來，車行交通量逐年增加，已成為北部區域發展的主要動脈之一，北二高通車之後，明顯地與中山高速公路北部路段共同架構起整體北部區域之交通網路，再加上其通車前後沿線地區陸續出現許多大型土地開發案和發展計畫，通車至今已逐漸影響北部區域的空間發展，成為一項重要的研究課題。

重大交通建設便利人口的遷移，對於區域之間人口的成長分佈有相當影響，中華民國區域科學學會(1997)的研究報告顯示，交通建設的興建可以聯絡城鄉之間，亦便利人口的社會遷徙。在關於交通建設對區域發展影響的研究中，就人口成長相關的課題部分，過去亦有馮正民、蘇振雄、朱冠文(1995)研究高快速運輸系統對西部走廊區域發展之衝擊，以交通機動性、運輸服務人口與產業人口數、運輸服務人口密度變化、區域人口分布集散程度變化、都市空間人口結構改變等五個指標來衡量。以及徐瑞彬、馮正民(2001)先以敘述統計分析歷年旅運型態變化情況，再以相關分析方法，探討各項人口社經因素、土地使用型態以及其他總體特性對於旅運型態之相關性，再以多元迴歸建立分析模式，探討旅運型態和土地使用、社會經濟因素之變動關係。在社經因素方面，在旅次產生及吸引模式，各項社經條件之人口均影響顯著。故本研究將比較北二高建設前後北部地區人口在空間發展的變動，探討北二高建設後如何影響周圍地區發展，並探討各地區受影響程度不同的原因，分析各項主要影響因素的空間及時間效應。

而為了驗證重大交通建設對地方發展的影響必須分別從空間及時間的向度掌握完整的資料以進行分析，故本文在時間上蒐集北二高通車前後沿線人口及相關之統計資料，於空間面應用地理資訊系統進行空間分析，但由於官方統計資料均以行政分區為主，配合到空間資料，由於單元界線的不規則，造成在空間上，無法達到完整的均質性分析，過去交通運輸影響與土地使用間的相關研究，亦多受限於此，為突破此一限制，考慮到將屬性資料配合空間分布，進行網格化的轉換。

網格化空間資料運用於動態模擬起源於地理資訊系統的發展，其中於人文科學研究部份以宮格自動機(Cellular Automata, CA)為重要研究領域，依 Engelen 細胞(cells)演化模式為基礎，基本假設將土地利用變遷型態於空間上，為與周圍相鄰單元交互影響的結果，在系統推論機中每一細胞視為一個體(objects)，有其獨立資料及屬性，傳統定義包括宮格(cells)、宮格狀態(cell states)、鄰近關聯定義(neighborhoods)、轉移規則(transition rules)等等。所有活動都由宮格所組成的棋盤網上完成(賴進貴,2000,林峰田,2002)。

利用轉換結果所構成的空間資料庫及 GIS(地理資訊系統)為空間分析工具，配

合計量經濟分析方法，可對研究範圍內的影響效應做更精確細緻的展現及分析，並進而以此為基礎建立北二高沿線地區人口分布的空間影響模型，期能藉此釐清高速公路與沿線地區發展間複雜且密切的關係。

三、資料庫建立

建構資料庫之空間範圍為包括北二高沿線通過地區，即國道2號及國道3號汐止至竹南路段沿線地區，包括台北縣市、基隆市、桃園縣及新竹縣市，共計2312個村里單元。在時間上，以民國80年至90年為時間斷點，以涵蓋北二高通車前後一段戶口普查年期為分析期間。在檢視空間區位條件的變動方面，應用地理資訊系統，計算各空間單元之中心點與距二高交流道點位之最短直線距離，以此為空間分析的重要指標進行後續相關分析。

此外，整合民國79及89年的戶口普查資料，取得資料年期研究範圍內之各村里的總人口數，配合都市計畫土地使用分區管制資料，進行空間網格化的作業，以構建更為精緻細膩分析的基礎平台。網格化分派模式的建構主要參考『地理資訊系統空間資料庫網格化轉換作業之研究』（李萬凱、白仁德,2003）之『戶宅普查分派模式』。其概念如圖2所示之圈選區域，透過人口分派模式的初步分派，可將戶口普查之村里人口資料，先行分派至各筆土地之上。其後，在透過相關圖層之疊圖，來進算各網格之人數，如圖3中之圈選區域，為圈選區所在網格的一部份，該網格之人口數量，則為其所包含之各筆土地之人口數加總，即為其最終人口數。而圈選區域人口數，依其原先未分割之土地總面積除以圈選區域面積，即可求出圈選區域之面積佔原先未分割土地面積的比例，進而依照該比例，求出圈選區域的人口數。

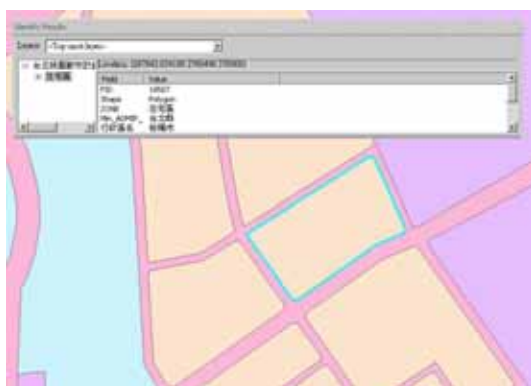


圖2 人口分派模式示意圖(1)



圖3 人口分派模式示意圖(2)

本研究以120M 120M為基本單元的空間網格，來進行網格圖層繪製的工作。透過ArcView3.x之外掛模組，GridMaker_V5(Taro Narahashi)來完成。再透過相關之圖層，需包含：都市計畫、行政區、高速公路路網等圖層，其他資料則需人口普查資料以及都市計畫土地使用分區管制資料等。再使用ArcMap製作成適合進行後續空間網格化之資料內容。即可呈現人口網格化效果，最後結果共計網格數為24,573個。計算網格與重要節點(高速公路交流道、地區主要車站)之間的直線距離，進行網格人口相關資料與重要節點距離之相關分析，以瞭解人口因時間、空間的變動所產生的變化。

四、空間分析結果

本研究運用地理資訊系統及網格化空間資料製作方法，對北二高沿線地區人口成長在空間上分布變遷型態情形，進行空間分析及通車前後的事前事後的比較分析，主要之分析結果發現。

1. 北二高建設後，為沿線所經地方帶來正面的成長效應，和原有的中山高建構北部地區完的交通網路，加速了北部區域人口快速成長，強化了台灣地區人口北部區域集中的效應。兩條主要交通軸線廊帶之人口發展上有互為消長的現象。
2. 藉由比較三個地區(台北地區、桃園地區、新竹地區)受北二高所帶來的影響效果，有隨時間逐漸北往南推移的趨勢，故推論北二高帶來的影響效應在時間向度上，愈接近都會區中心台北市的地區，其受影響的期間愈早。
3. 綜觀北二高對地方發展所帶來的增強效應，在於交流道鄰近地區，大多以正成長居多，且均有隨距離遞遠遞減的現象。於圖 4 中可明顯看出受到交通建設改善區位條件的影響，在人口空間分布上產生的變化。

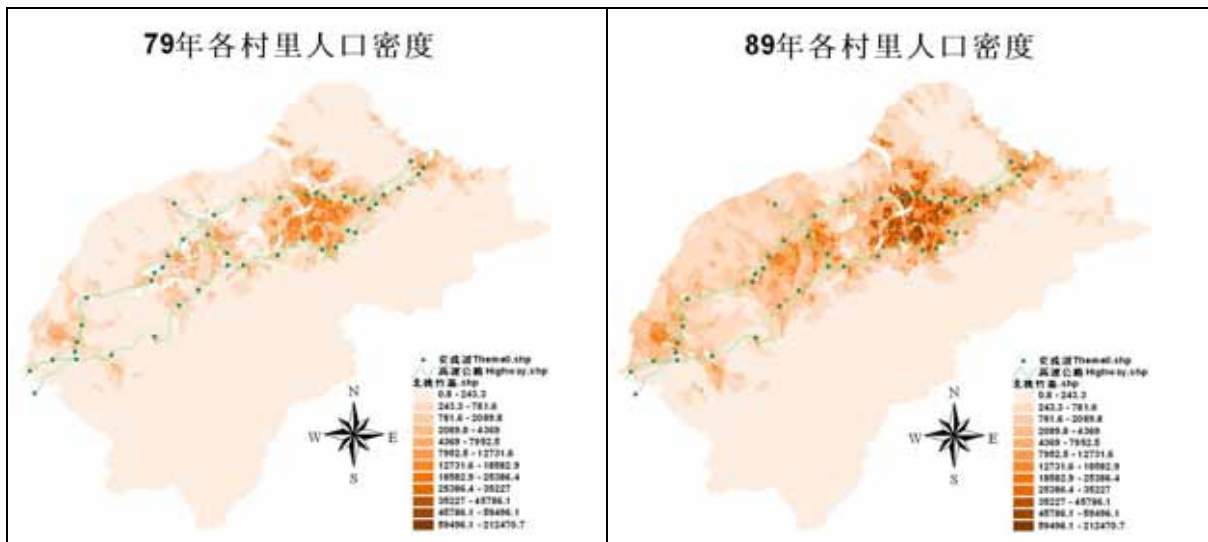


圖 4 民國 79、89 年各村里人口密度空間分佈圖

4. 北二高交流道的影響圈域大致在 5 公里的範圍內，雖因各交流道點位本身條件不同而造成附近地區有不同發展情形，由表 1 可看出，在 15 公里以外地區無明顯受影響的情形。

表 1 北部地區各村里距離北二高交流道遠近與人口成長情形一覽表

距離交流道遠近	總面積(平方公里)	總人口成長量(人)	平均人口成長量(人)	總成長率(%)	79年人口密度(人/平方公里)	89年人口密度(人/平方公里)	人口密度變化	村里個數
0-5km	985.82	3234929	3026.12	224.37	1462.51	4743.98	3281.47	1069
5-10km	1178.00	2085366	2776.78	210.96	839.13	2609.38	1770.25	751
10-15km	988.30	830521	2628.23	240.56	349.33	1189.68	840.36	316
15km 以上	2004.34	332006	1886.39	252.64	65.56	231.21	165.64	176
全部村里	5156.45	6482823	2803.98	223.01	563.74	1820.97	1257.23	2312

資料來源：民國 79 年及 89 年戶口普查資料，本研究整理

5. 北二高在建全了北部地區的公路運輸網路的同時，也改變了北部地區整體的空間結構，與所經地區的區位條件，比較二高建設前後研究範圍內村里的可及性改變情形如表 2，在北部地區 2313 個村里當中，距二高交流道最近距離在 5 里內的計有 1069 個村里，占 46.23%，研究範圍內約有一半的村里受二高建設

影響而有效提昇其區位條件。

表 2 北部地區距二高交流道距離村里個數統計表

距二高交流道距離	5 公里內	5 至 10 公里	10 至 15 公里	15 公里上	全部村里數
村里個數	1069	751	316	176	2313
百分比(%)	46.23	32.48	13.67	7.61	100

資料來源：本研究整理

6. 進一步運用網格化空間資料庫，觀察北二高建設前後之空間區位條件變動情形，分別計算各網格與中山高交流道及北二高交流道的最短直線距離，比較二高建設前後可及性改變的情形，以 10 公里為區隔分別統計後繪製直方圖如圖 5，比較兩圖後可發現，因北二高的興建，明顯提高區內大部分地區的交通便捷性，二高建設完成後，大部分網格距交流道的最短距離均在 5 公里以內，對區位條件的提昇更加明顯。

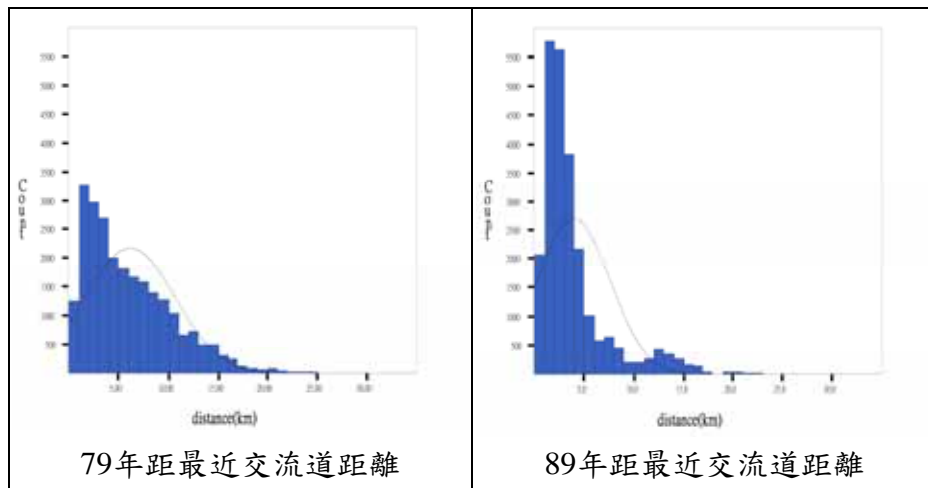


圖 5 網格距最近交流道之數量距離直方圖

而利用網格化空間資料庫，繪製網格化人口空間分佈圖如圖6進行分析，結果發現特別在台北都會區周圍的鄉鎮市，如三峽、中和，有特別明顯的正成長情形，與都會區內部舊有發展區的負成長現象，在交流道鄰近地區形成明顯的消長對比現象，驗證北二高帶來的都會區內人口空間分佈重分配效應。

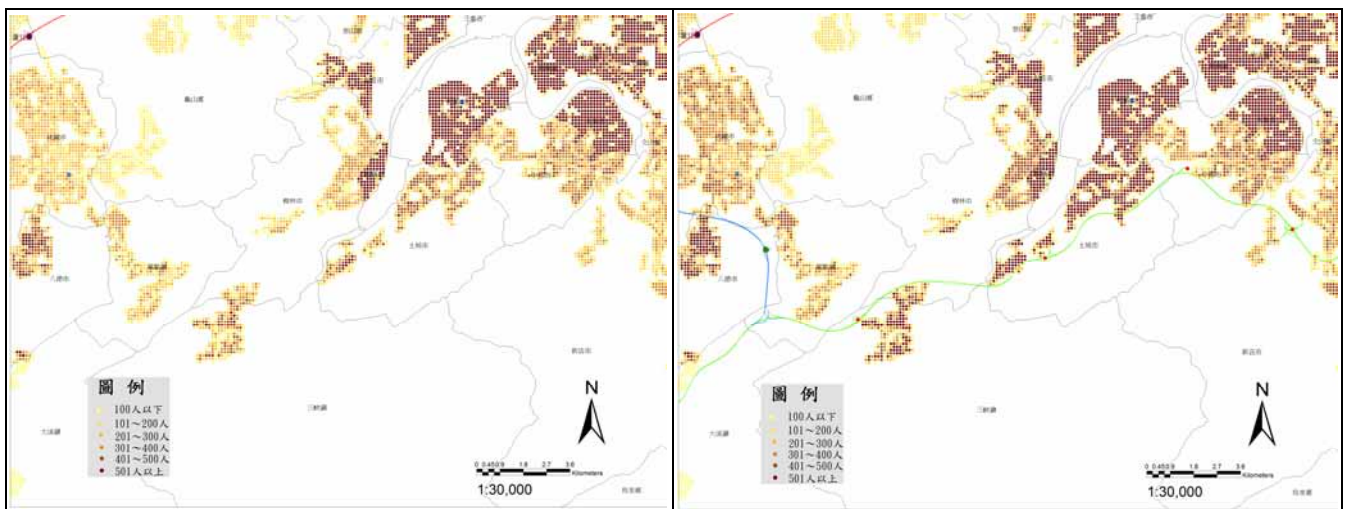


圖 6 北二高中和至三峽交流道79及89年網格化人口分佈

五、人口及產業影響模式

由以上分析結果顯示，北部地區人口及產業發展及空間分布確實受到北二高建設完成的影響，故嘗試建構地方人口及產業距北二高交流道不同距離之影響分析模型。以試誤的方式評估各種函數型態的可能性，參考相關文獻的研究成果，試行之模型型態包括下列函數型態。

簡單迴歸模型 $y = a + b_i x_i$

指數模型 $y = a \cdot b_i^{x_i}$

冪次模型 $y = a \cdot x_i^{b_i}$

以人口或產業指標為因變數，搭配各項自變數的組合，進行多種模式的測試，應用SPSS統計軟體進行迴歸分析，透過試誤的過程，挑選最為符合且最具統計說明上之意義的模型。模型考慮的變數包含：

1. 人口變數，如：人口數量、人口密度。
2. 產業變數，如：廠商家數、員工數、生產總值。
3. 距離變數，如：距中山高、距北二高、距區域中心、距地方中心。
4. 其他社經變數。

經試誤的過程後發現，以指數函數型態： $y = a \cdot b_i^{x_i}$ ，可求出最適統計結果的模型型態。以人口空間影響模型為例，模式如下所示：

$$\ln Y_t = a + b_1 \ln Y_{t-10} + b_2 \ln x_1 + b_3 x_2 + b_4 x_3 + b_5 x_4 + b_6 x_5$$

自變數說明		係數 (a 、 $b_1 \sim b_6$)	t 值
常數項		5.50268	39.073
Y_{t-10}	79年人口密度(人/平方公里)	0.3933	42.303
x_1	90年廠商家數(家)	0.3591	17.685
x_2	與最近中山高交流道之直線距離(km)	-0.06342	-13.470
x_3	與最近北二高交流道之直線距離(km)	-0.03438	-8.282
x_4	與北部區域中心距離(km)	-0.01412	-11.478
x_5	與地方發展中心距離(km)	-0.03092	-10.246
$Adj - R^2 = 0.804$		F 值=1574.209	

依據先驗知識判斷，本模型中係數為正的變數有79年人口密度及90年的廠商家數二項指標，而距離變數：與中山高交流道之最短距離、與北二高交流道之最短距離、與北部區域中心距離、與地方發展中心距離四項指標，均與應變數呈負指數的函數關係，且在距離的修正因子中，以距中山高交流道遠近的影響效果最大，距北二高交流道遠近的影響效果次之，此外，各地方人口密集程度及產業發展亦有一定的影響。由結果顯示，在影響人口密度空間分佈上，交通運輸及區位條件扮演了重要的角色。

本研究透過事前事後分析方法，歸納出北二高對台北都會區與區域空間結構

所造成的影響，北二高空間影響模型的建構，雖因北部地區與中部及南部地區其他發展條件的差異及人口聚集情況不同，在應用上須為一定的調整，但此一模型所顯示的發展趨勢及修正因子所造成的影響，仍可做為推估後續台灣西部走廊人口發展及空間分布的參考，研究成果亦可為相關單位在重大交通建設與地方發展政策上，事前的規劃與評估之參考。

六、參考文獻

1. 李萬凱、白仁德，2003，地理資訊系統空間資料庫網格化轉換作業之研究。
2. 林峰田、林建元、孫志鴻、李培芬、李萬凱、林士弘，2002，宮格自動機於土地利用變遷模擬之結合機制，2002 中華地理資訊學會年會暨學術研討會。
3. 徐瑞彬、馮正民，2001，以社會經濟與土地使用因素探討台北都會區總體旅運型態，交大交通運輸研究所碩士論文。
4. 張益三，2002，從台灣地區發展經驗探討交通建設對區域發展之影響，金廈大橋方案與影響學術研討會論文集。
5. 馮正民、蘇振雄、朱冠文，1995，台灣地區西部走廊高快速運輸系統對區域發展之衝擊，運輸計畫季刊，第 24 卷第 4 期。
6. 賴進貴，2000，宮格自動機與地理資訊系統結合之初探研究，中國地理學學會會刊，NO. 28, 109-126。