

第四章半導體產業空間自相關分析

4.1 空間自相關

Krugman曾經說過，空間關係的分析是經濟計量分析的最後邊界，加強對於空間關係的瞭解，可以對所要探討的問題有更深入的分析¹。空間自相關即指「鄰近者與自身相似與否」的現象²，空間統計中的空間自相關(spatial autocorrelation)具有明確分析空間關係(集中、隨機、分散)功能，因為空間自相關可將空間關聯程度量化³。

空間自相關分析法(Spatial Autocorrelation)的主要觀點為，在空間或時間上的變化不同，如果證明兩者的變化是本質上的差異，而非出於同一母體的機遇性差異，則兩者便有相關性的存在

(correlation)，在都市規劃界以空間自相關研究來度量空間資料分布，已逐漸受到重視，空間自相關的量度是為了解近似屬性的空間單元是否有聚集在一起之傾向，否則其聚集在一起的現象只是單純的機率誤差⁴。

空間自相關研究除應用在都市規劃中檢測台南市東區地價的分佈呈現空間聚集之狀態(張秀玲, 2000)、分析區域人口的時空變化時(鄒克萬, 2000)及分析人口老化時空變遷之研究(謝純瑩, 2002); 朱健銘(2000)採用Moran I 和 Getis I統計方法度量雲林水產養殖土地利用空間聚集強度的空間變遷; 林文苑(2002)則利用空間統計方法進行遊客屬性空間聚集性分析; 林晶晶(2003)將空間關聯分析運用於台灣知識密集服務業空間結構之研究; 詹士樑(1999)應用global 和local Moran' s I 探討都市更新區的空間分布型態; 謝銘智(2000)應用global 和local Moran' s I 於公共設施計畫方面, 探討空間公平性。

空間自相關 (spatial autocorrelation) 的定義，依據幾位中外的學者的解釋，可以整理如下：

¹ 黃聖峰，2003

² 陳慈仁，2000

³ Lee and Wong, 2001

⁴ 梁蕪善，2001; Gliffth, 1973; 朱建銘，2000; 張秀玲，2000; 謝純瑩，2002

表4-1 空間自相關的內涵與定義

學者	「空間自相關」內涵與定義
Cliff and Ord (1973)	空間單元中若存在某一特質，造成其周圍地區有更相似或較不相似的情形，這種現象則有空間自相關的存在。
Sokal et al (1978)	空間自相關是用以檢驗空間單元的變數，在空間上與鄰近空間變數的差異。
Lee and Wong (2001)	空間統計中的空間自相關(spatial autocorrelation)具有明確分析空間關係(集中、隨機、分散)的功能。
Upton 及 Fingleton (1985)	空間自相關是地圖資料的空間組織所呈現出的特質，其特質為地圖上的空間所代表數值具有系統性與組織性的分佈」，其所謂的系統性與組織性即指分佈空間上的地理現象，若不是隨機分佈，就是存在著某種相互關係。
Griffith (1992)	空間自相關可以同時處理區位 (location) 及屬性資料 (attribute)
黃聖峰 (2003)	在縣市層級下所選取的經濟指標，與縣市層級下的薪資水準，大抵呈現北部為空間正相關，南部為空間負相關，顯見台灣南北地區的發展具有差異性。
朱健銘 (2000)	區域內空間自相關程度高，則相同特質的空間現象將聚集在一起，若自相關程度低，則空間現象可能分散於空間各處。
林晶晶 (2003)	關鍵性知識密集服務業為高度空間自相關的聚集型態，在距離為15km 時，其動態變遷呈現距離越近空間關聯程度越來越高的情形。
李俊霖(2001)	以global 和local Moran' s I 為空間關聯方法，應用於監控都市發展方面，以台北市為研究地區，其結果發現，台北市目前之發展趨勢與台北市綜合發展計畫之目標是不符的。
陳慈仁 (2001)	空間自相關(spatial autocorrelation)是研究「空間中，某空間單元與其周圍單元間，就某種特徵值，透過統計方法，進行空間自相關性程度的計算，以分析這些空間單元在空間上分佈現象的特性」。

本研究整理

經由第三章台灣半導體產業區域分佈及區位商數計算結果得知，北部區域半導體製造業呈現非常明顯的區域集中現象，屬北部區域的重要半導體基礎產業；中部及南部區域並無群集之現象發生。本研究延續上述結論進一步利用空間自相關分析模型探究區域的半導體產業空間群集現象，基本假設為：半導體製造業廠商設置的區位，與其所處的空間條件（基礎環境及群聚優勢）有關，惟各區域鄉鎮市之地物屬性特徵及空間條件各有不同，可依據各鄉鎮市設廠所呈現的區位關聯探究其空間分佈相關性。

4.2 全域空間自相關(global spatial autocorrelation)

首先利用全域空間自相關，計算半導體產業北部、中部及南部區域空間分佈的相關性；由文獻得知，Moran' s I 衡量空間關聯所呈現的結果較令人滿意⁵，因此本研究採以Moran' s I 作為全域空間自相關的衡量方法，以了解北部、中部及南部區域半導體產業空間是否有聚集分佈的現象。

Moran' s I 公式為

$$I = \frac{n}{\sum_{i=1}^{i=n} \sum_{j=1}^{j=n} W_{ij}} \times \frac{\sum_{i=1}^{i=n} \sum_{j=1}^{j=n} W_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\sum_{i=1}^{i=n} (x_i - \bar{x})^2}$$

x_i ：表第 i 鄉鎮半導體製造業廠商家數

W_{ij} ：表第 i 鄉鎮與第 j 鄉鎮之空間相鄰權重矩陣(以1 表示相鄰；0表示不相鄰)

n ：研究區鄉鎮數

\bar{x} ：研究區內所有鄉鎮半導體製造業廠商家數之平均值

計算之資料來源為「90年工商及服務業普查報告」之工商及服務業場所單位數—按地區別及細行業別統計資料內容表列北部區域鄉鎮之空間編號 W_{ij} ，北部區域鄉鎮計有55個⁶（表4-2），並列出每個鄉鎮之半導體製造業廠商家數（ x_i ），然後依據GIS鄉鎮市地理資訊空間資料，製作第 i 鄉鎮與第 j 鄉鎮之空間相鄰權重矩陣⁷，相鄰係依據邊緣相鄰，指兩個鄉鎮的邊緣有相互貼近者即為相鄰。

⁵ Cliff and Ord, 1981

⁶ $n=55$ ， $W_{ij}=1.2... \sim 55$ ，為控制空間矩陣項次，廠商家數為0之鄉鎮不予列入計算

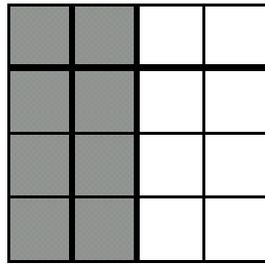
⁷ 以1 表示相鄰；0 表示不相鄰

表4-2 北部區域各鄉鎮編號及半導體製造業廠商家數

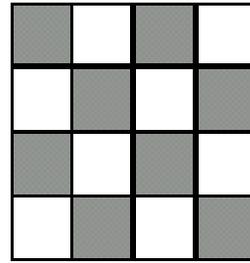
區域	縣市別	地區											
北部區域	台北市	松山區	信義區	大安區	中山區	中正區	大同區	萬華區	文山區	南港區	內湖區	士林區	北投區
	Wij	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	xi	13	10	9	8	5	2	1	2	4	17	3	2
	基隆市	七堵區	暖暖區	中山區									
	Wij	13	14	15									
	xi	1	1	1									
	新竹市	東區	北區	香山區									
	Wij	16	17	18									
	xi	76	4	7									
	台北縣	板橋市	三重市	中和市	永和市	新莊市	新店市	樹林市	鶯歌鎮	三峽鎮	淡水鎮	汐止市	瑞芳鎮
	Wij	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	xi	14	15	17	6	22	25	10	3	2	1	12	1
	Wij	土城市	三芝鄉	蘆洲市	五股鄉	泰山鄉							
	xi	31	32	33	34	35							
桃園縣	桃園市	中壢市	大溪鎮	楊梅鎮	蘆竹鄉	龜山鄉	八德市	龍潭鄉	平鎮市	新屋鄉	觀音鄉		
Wij	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46		
xi	7	10	1	8	7	4	7	5	7	1	1		
新竹縣	竹北市	竹東鎮	新埔鎮	關西鎮	湖口鄉	新豐鄉	芎林鄉	橫山鄉	寶山鄉				
Wij	47	48	49	50	51	52	53	54	55				
xi	19	17	2	1	22	2	2	1	35				

依照以上步驟計算出的Moran's I 值結果一定介於-1 到1 之間，大於0為正相關，小於0 為負相關（表4-2、4-3、4-4），本案經由Moran's I公式計算（如附錄二-1~二-3），可得知北部區域之半導體產業I=0.3533，表示空間分佈的相關性很大，北部區域之半導體產業在空間上有明確的聚集分佈現象。

依照相同方式計算出中部區域之半導體產業的Moran's I 值僅I=0.0504，廠商設廠區位幾乎無相關聯情形，南部區域之半導體產業的Moran's I 值I=0.2085，表示空間分佈關聯不大，聚集分佈現象並不明顯。



Moran's $I > 0$ (正相關)



Moran's $I < 0$ (負相關)

圖 4-1 空間自相關正負結果示意圖

表 4-3 中部區域各鄉鎮編號及半導體製造業廠商家數

區域	縣市別	地區	地區	地區	地區	地區	地區		
中部區域	台中市	東區	西區	北區	西屯區	南屯區	北屯區		
	Wij	1	2	3	4	5	6		
	Xi	2	3	2	3	1	2		
	苗栗縣	竹南鎮	頭份鎮						
	Wij	7	8						
	Xi	5	4						
	台中縣	豐原市	大甲鎮	梧棲鎮	神岡鄉	潭子鄉	烏日鄉	太平市	大里市
	Wij	9	10	11	12	13	14	15	16
	Xi	7	1	2	1	8	1	3	1
	彰化縣	彰化市	員林鎮	社頭鄉					
	Wij	17	18	19					
	Xi	2	1	1					
	南投縣	南投市	草屯鎮						
	Wij	20	21						
Xi	1	1							
雲林縣	斗六市	莿桐鄉	麥寮鄉	北港鎮					
Wij	22	23	24	25					
Xi	1	1	1	1					

表 4-4 南部區域各鄉鎮編號及半導體製造業廠商家數

區域	縣市別	地區	地區	地區	地區	地區	地區
南部 區域	台南市	南區	安南區				
	Wij	1	2				
	Xi	2	2				
	高雄市	小港區	鼓山區	前鎮區	楠梓區	三民區	苓雅區
	Wij	3	4	5	6	7	8
	Xi	1	1	14	22	5	1
	嘉義縣	水上鄉	民雄鄉				
	Wij	9	10				
	Xi	1	1				
	台南縣	善化鎮	新市鄉	仁德鄉	永康市		
	Wij	11	12	13	14		
	Xi	1	6	3	3		
	高雄縣	鳳山市	岡山鎮	大寮鄉	大樹鄉	大社鄉	阿蓮鄉
	Wij	15	16	17	18	19	20
Xi	2	2	5	2	1	1	
高雄縣	長治鄉						
Wij	21						
Xi	1						

4.3 地域空間自相關(local spatial autocorrelation)

以全域空間自相關了解北部區域之呈現之聚集分佈現象後，接著想要進一步了解的是：是否可以較小尺度觀察北部區域空間自相關，尋找出北部區域半導體產業之聚集分佈區域為何，偵測出空間的「聚集點(hot spot)」，本研究選擇以Getis 來作區域空間自相關分析。

為何會選擇以Getis 來作區域空間自相關分析，而不用Local Moran's I 呢？原因在於Getis 及Ord (1992) 曾指出，以Moran's I 作區域型分析時，當 x_i 很小，且其周圍的 x_j 亦很小時，其空間自相關結果為高度正相關，但若以Getis 來作時，卻呈現負相關。而本研究觀察值 x_i 為廠商家數，因此，若在 x_i 與其周圍 x_j 都很小，但卻發生很高的聚集現象，顯然不甚合理。

Getis and Ord (1992)發現Moran's I 在區域的空間單元中，若被同樣值小的空間單元所圍繞時，I 值仍呈現高度自相關，而G 值呈現高度負相關，由於本研究的重點在於瞭解產業的聚集狀態，因此欲度量出區域內產業空間聚集點，則以local G 統計進行分析最為恰當。local G統計中 G_i 和 G_i^* 是以距離(d)衡量空間關聯程度，朱建銘(2000)認為若強調空間聚集的核心點，研究中具有中心性的意涵存在時，多以 G_i^* 值計算：

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

x_j ：表鄉鎮 j 半導體製造業廠商家數

d ：表半徑距離

$w_{ij}(d)$ ：表鄉鎮 i 以 d 為半徑所包含鄉鎮 j 之空間權重矩陣(以1表示距離 d 內包含之鄉鎮 j ，距離 d 外之其餘鄉鎮以0表示)

$G_i^*(d)$ ：表鄉鎮 i 某一產業在距離 d 時之相關程度

如同全域空間自相關計算，由「90年工商及服務業普查報告」之工商及服務業場所單位數—按地區別及細行業別統計資料內容表列(表4-5)北部區域鄉鎮之空間編號 W_{ij} ，因北部區域南至新竹縣市，為順利計算產業空間聚集點，故加入苗栗縣之鄉鎮(竹南鎮 $j=56$ 、頭份鎮 $j=57$)，鄉鎮數共計有57個($n=57$ ， $ij=1.2.3...57$)，然後依據GIS鄉鎮市地理資訊空間資料，分別以新竹科學園區、台北縣新店市、桃園縣中壢市及台北市內湖區為中心點(選擇各縣市 x_i 值最高之鄉鎮)製作距離30公里直徑範圍($d=30$ 公里)之空間相鄰權重矩陣(以1表示距離中心點15公里內包含之鄉鎮 j ，距離中心點15公里外之其餘鄉鎮以0表示)，依照 $G_i^*(d)$ 公式計算其地域空間自相關值。

表 4-5 Gi * 空間自相關分析資料

區域	縣市別	地區												
北部區域及竹南鎮頭份鎮	台北市	松山區	信義區	大安區	中山區	中正區	大同區	萬華區	文山區	南港區	內湖區	士林區	北投區	
	Wij	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
	xi	13	10	9	8	5	2	1	2	4	17	3	2	
	基隆市	七堵區	暖暖區	中山區										
	Wij	13	14	15										
	xi	1	1	1										
	新竹市	東區	北區	香山區										
	Wij	16	17	18										
	xi	76	4	7										
	台北縣	板橋市	三重市	中和市	永和市	新莊市	新店市	樹林市	鶯歌鎮	三峽鎮	淡水鎮	汐止市	瑞芳鎮	
	Wij	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
	xi	14	15	17	6	22	25	10	3	2	1	12	1	
	桃園縣	xi	土城市	三芝鄉	蘆洲市	五股鄉	泰山鄉							
			31	2	33	34	35							
	桃園縣	Wij	13	2	7	7	1							
	桃園縣	Wij	桃園市 36	中壢市 37	大溪鎮 38	楊梅鎮 39	蘆竹鄉 40	龜山鄉 41	八德市 42	龍潭鄉 43	平鎮市 44	新屋鄉 45	觀音鄉 46	
xi	7	10	1	8	7	4	7	5	7	1	1			
新竹縣	Wij	竹北市 47	竹東鎮 48	新埔鎮 49	關西鎮 50	湖口鄉 51	新豐鄉 52	芎林鄉 53	橫山鄉 54	寶山鄉 55				
xi	19	17	2	1	22	2	2	1	35					
苗栗縣	Wij	竹南鎮 56	頭份鎮 57											
xi	5	4												

經由 $G_i * (d)$ 公式計算（如附錄三），得知分別以新竹科學園區、台北縣新店市、桃園縣中壢市及台北市內湖區為中心點，直徑為30公里計算其 $G_i * (d)$ 值，結果如下（表4-6）：

表4-6 $G_i * (d)$ 空間自相關分析結果

中心點	直徑	$G_i * (d)$ 值	排序	備註
新竹科學園區	30公里	11.5882	1	Hot spot
台北縣新店市	30公里	8.8824	2	
台北市內湖區	30公里	7.2941	3	
桃園縣中壢市	30公里	3.8235	4	

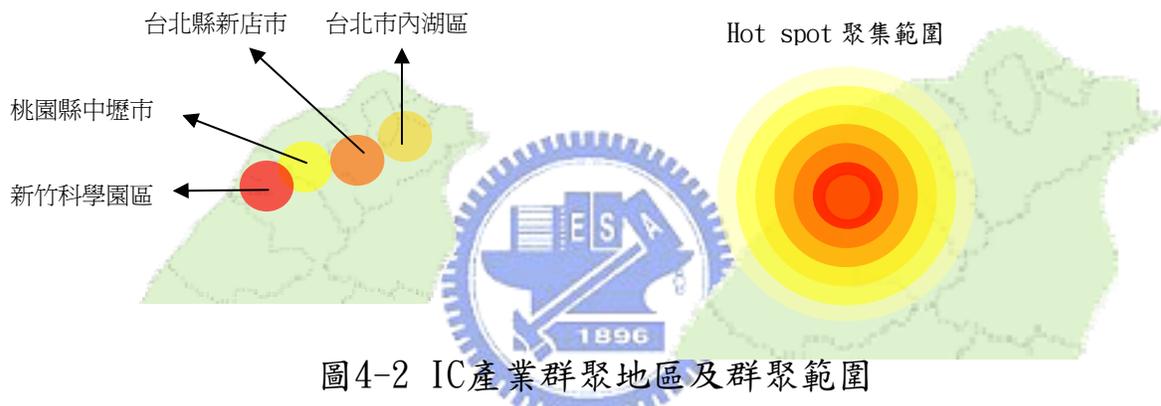


圖4-2 IC產業群聚地區及群聚範圍

可得知半導體製造業於北部區域核心之群聚「聚集點(hot spot)」位於新竹科學園區，30公里範圍之 $G_i * (d)$ 值高達11.5882，其次為台北縣新店市、台北市內湖區及桃園縣中壢市。

另本研究亦進一步欲得知位於新竹科學園區「聚集點(hot spot)」之密集群聚範圍為何，幾公里範圍內之群聚密度最高；依 $G_i * (d)$ 值計算公式可了解， $G_i * (d)$ 值與空間權重矩陣值為正相關，故半徑距離 (d) 越大則 $G_i * (d)$ 值越大，若 $G_i * (d)$ 值各除以其以距離 (d)，可了解距離 (d) 範圍之 $G_i * (d)$ 比例值，經計算結果（如附錄四）整理直徑範圍5、10、20、30、40、60、80、100公里範圍之 $G_i * (d)$ 比例值，得知以新竹科學園為中心點之密集群聚範圍為10公里，包含新竹科學園區鄰近範圍及寶山鄉，計算結果如表4-7：

表4-7 新竹科學園為中心點之群聚範圍

直徑範圍	$G_i * (d)$ 值	$G_i * (d)$ 值/直徑	備註
5公里	4.4706	0.8941	
10公里	9.2941	0.9294	密集群聚範圍
20公里	10	0.5	
30公里	11.5882	0.3863	
40公里	15.6471	0.3912	
60公里	16.7647	0.2794	
80公里	17.8824	0.2235	
100公里	20.0588	0.2006	

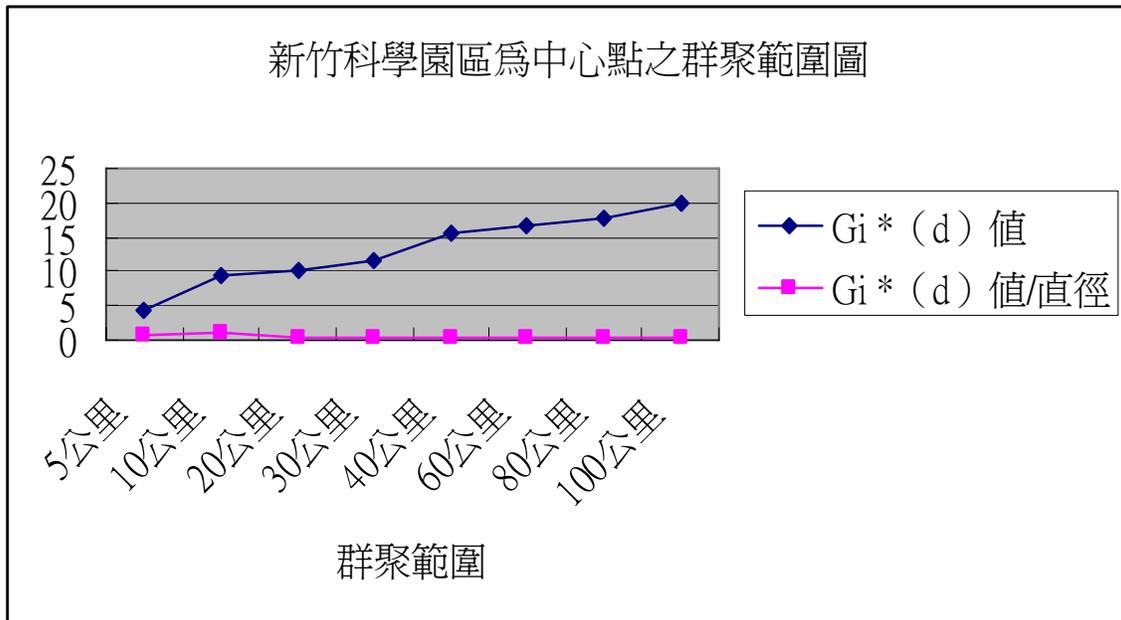


圖4-3 新竹科學園區為中心點之群聚範圍圖