

以地域連攜為基礎的科學園區規劃模式

林楨家* 馮正民** 丁柏雅***

論文收件日期：九十四年三月二十四日

論文接受日期：九十四年十二月二十七日

摘 要

為處理地方政府爭相設置科學園區計畫，導致個別計畫間產生競爭與規模不經濟的問題，本研究利用「地域連攜」之概念建立分析方法，藉由運輸設施與土地開發之建設與整合，使某些地區形成合作關係，以解決地方間互競資源的問題。本研究建立方法分兩階段進行，並以桃竹苗地區所提六處科學園區計畫作為實例分析對象。第一階段使用優勢關係評估法之ELECTRE I方法，目的在篩選得到易於吸引科技廠商進駐之科學園區非劣計畫。第二階段利用考量服務範圍之區位決策方法進行地區合作規劃，模式以模糊規劃方法求解，追求開發成本最小化及園區涵蓋人口最大化兩個目標，並考量政府預算限制與科技廠商需求規模限制，在不同運輸系統建設情境下，規劃最佳之園區開發計畫，以促進鄰近地區之就業機會與園區跟學術研究機構之合作。實例分析之規劃結果發現，加入各個運輸系統建設方案之總涵蓋人口數，皆多於不作任何運輸系統建設且所有園區計畫全部設置的情境，但卻花費較低的總建設成本，因此地域連攜規劃確能減少資源浪費情形，並促進原有政策的效益。

關鍵詞：科學園區、地域連攜、多準則評估、模糊規劃

* 國立台北大學都市計劃研究所副教授，聯絡地址：台北市建國北路二段69號都市計劃研究所，電話：02-25009715，電子郵件信箱：jenjia@mail.ntpu.edu.tw。

** 國立交通大學交通運輸研究所教授。

*** 國立交通大學交通運輸研究所碩士。

The Regional Cooperation Model for Science Parks Planning

Jen-Jia Lin* and Cheng-Min Feng** and Po-Ya Ting***

ABSTRACT

Competition between local governments in setting up new science parks has created problems of scale diseconomies. In order to improve development efficiency, this study applies the concept of “regional cooperation” to create an analytical approach to examining how transport systems and land use planning can be integrated, so as to mediate the problem of adverse regional competition. The regional cooperation analysis approach is designed into two phases. In the first phase, the outranking method of ELECTRE I is applied to select superior plans from the proposed science parks. These chosen plans are then treated as alternatives for regional cooperation planning in the following phase. In the second phase, a multi-objective covering model is used. Two objectives are considered simultaneously: minimizing development cost and maximizing covered population. The model also considers the constraints of the government budget and the demand for land by manufacturers. Based on given conditions of transport systems, the developed model calculates the optimal science parks for enhancing employment in the covered area and cooperation between the science parks and research organizations. The developed approach is applied to Tao-Chu-Myau area, where there are six science parks proposed by local governments. The study finds that regional cooperation can increase the coverage on population and decrease the development cost. It concludes that regional cooperation planning indeed minimizes the problem of wasting resources and promotes the efficiency of development policy.

Keywords: Science park, Regional cooperation, Multiple criterion evaluation, Fuzzy programming

一、前言

科學園區是指以科技產業研究、培育與生產等相關機能的提供為主，並可從事小規模量產之高科技產業園區，包括研究園區(Research park)、科學園區(Science park)、科技園區(Technology park)、商業園區(Business park)、研發中心(Innovation center)、產業培育中心(Incubator center)等；由於它具有污染小、附加價值高以及產業關聯效果強等特性，成為地方政府積極爭取設置的項目。由於科學園區發展存在總體規模需求與個別規模經濟之限制，若任由各地方政府爭相設置科學園區，將導致個別計畫間產生競爭與規模不經濟的問題，因此中央政府必須進行整體的規劃與協調，然而在面臨地方強力要求以及國家整體資源利用的兩難局面下，如何作出各方均可獲益且接受的規劃，便成為相當重要的議題。

「地域連攜^{註1}(regional cooperation)」是指地區之間的合作行為，利用運輸系統與公共設施之整合規劃，提升合作地區內各地方之生活環境品質。在各地方之機能經由合作而互補完整後，一般地區可以享受高階的服務，提昇選擇的多樣性；例如中心都市一小時生活圈以外的地方圈，因具有人口減少且呈現高齡化、生活環境整備的遲緩、主要產業停滯且活動力下降等問題，若能促使幾個交通節點與聚集地形成合作發展關係，使這些地方能享受和地方中心都市一樣的服務，並可能促使產業競爭力向上以及地域的活化；而且幾個地方都市間若產生地域連攜，同樣會享受到與中心都市相同水準的公共服務，並可能提高產業競爭力(長門町和田村課題圈連攜事業推進委員會，1998)。

日本近年所進行的連攜規劃在地理範圍上包括特定地區內(縣內或好幾個縣的範圍)以及全國或區域性兩種連攜層次，其連攜主體均為運輸系統。地區內的交流連攜，為主要地方都市與周圍地區的交流連攜，例如島根縣的地域活化與連攜(島根縣地域振興部地域政策課，2003)；全國或區域性的交流連攜包括國家等級的特定大都市或中心都市區域間的連攜，或是特定地區進行全國性的交流連攜，例如，日本全國性的產學連攜(ASTEC株式會社，2003)。而從機能的角度的分類，大致可分為三類連攜規劃：一是學術教育方面，例如地域大學主體的交流連攜(產業技術總合研究所，2003)；二是文化娛樂方面，例如藝術祭、音樂祭、戲劇祭等等的催化交流(國土庁計画調整局總合交通課，1997；上越市都市計画課，2003)；三是居住及生活方面，例如個人間的連攜與醫療福祉的連攜交流(國土庁計画調整局總合

註1.此為日文，中文意義接近於「地區合作」或「區域合作」，由於目前國內尚無譯名，而日文名稱使用漢字易於理解，故本文使用日文名稱。

交通課，1997；福島縣廣域行政課，2003)。根據日本的發展經驗，推動地域連攜政策產生以下重要影響：一是創造地域發展機會，二是產生地域發展活化效果，三是形成新圈域構造。而為形成地域連攜，必須具備以下條件：一是交流系統，例如運輸設施或通訊設施；二是制度與組織，例如財務補助或推動機制；三是設施分享，例如情報、服務、設施的共享；四是一致且清楚的政策。目前日本應用「地域連攜」的概念已經非常普及，但是對於地域連攜的分析卻少以量化的方法進行，少數以一般統計方法輔助分析，或是強調評估地域連攜後會帶來的效果，關於「地域連攜」的規劃方法尚未被建立；若能針對此點予以發展構建，設計地域連攜規劃模式，協助規劃者系統化且有效率地運用「地域連攜」概念進行地域發展規劃，對地方意識日漸抬頭而中央又無法有效協調發展的台灣而言，是相當有幫助的。

利用地域連攜概念進行科學園區開發計畫決策分析，可解決重複性計畫帶來的資源困窘問題，並可藉由地域間資源共享來提昇資源使用效益。例如，在具有較佳潛力的地區設置科學園區，搭配運輸系統建設提昇連攜地域對園區之可及性，而非重複規劃設置，以改善資源浪費及公共設施不足的情況。因此，為解決各地爭設科學園區而導致資源不足與誤用之困境，本研究設計以地域連攜觀念為基礎的科學園區規劃方法，方法構建為兩個階段：園區計畫篩選以及連攜規劃分析，用於決定最適之科學園區開發計畫與運輸系統建設決策內容，可供其他土地或設施開發在地域連攜規劃方法設計上之參考；並以桃竹苗地區所提6處科學園區計畫為對象進行實例分析，確認所設計方法之實用性，分析結論可供政府國土與運輸規劃單位參考。文章分為五個部分，在本段前言之後，第二段會說明模式構建內容，第三段與第四段分別描述方案篩選與連攜規劃之實例分析，最後在第五段提出結論與建議。

二、模式建構

本段說明整體架構以及計畫篩選與地域連攜規劃兩階段模式之內容。

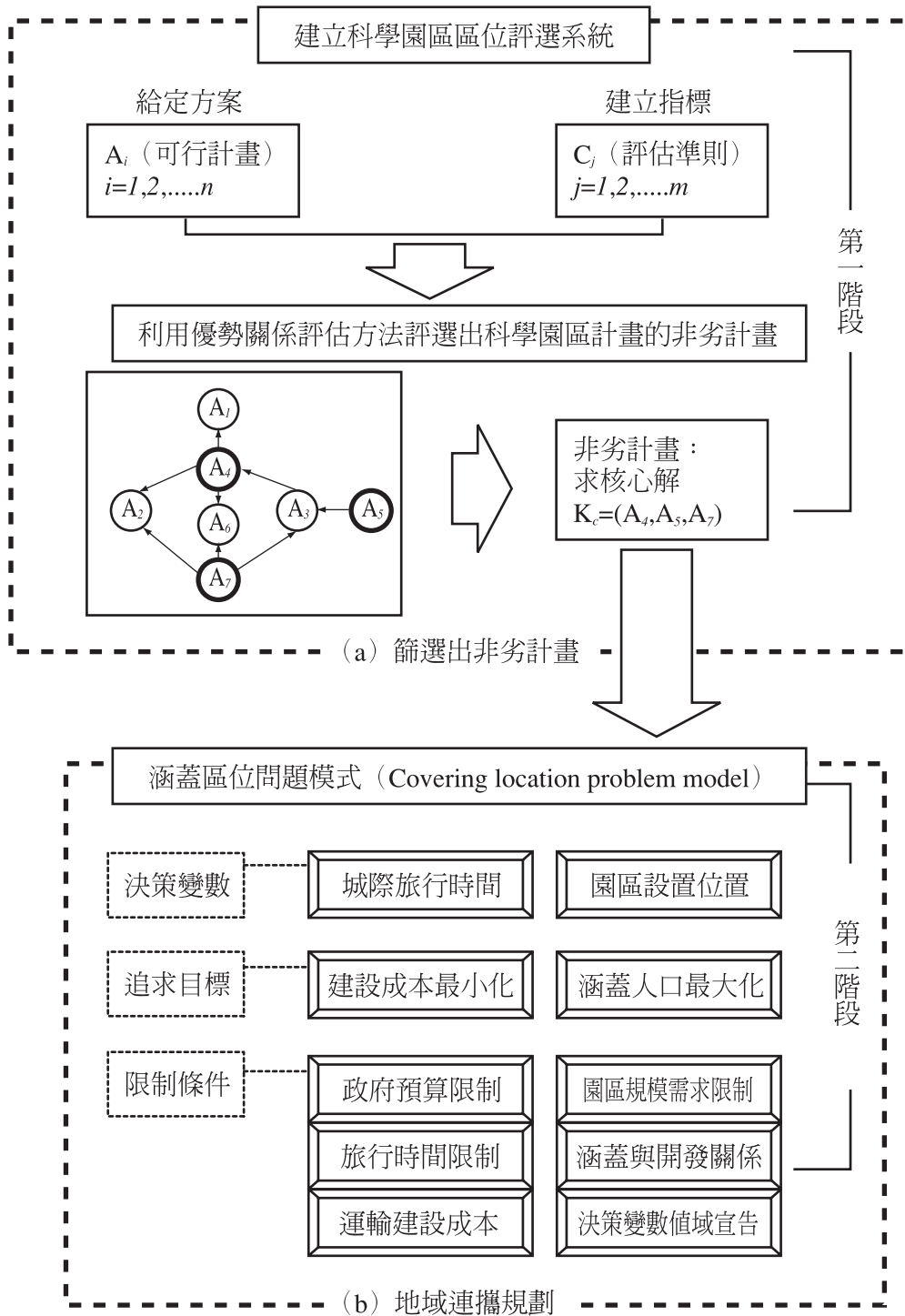
(一) 整體架構

為了統籌規劃國土資源的運用，在假設個別科學園區計畫皆已通過可行性評估的情況下，首先應從國土規劃者的角度進行可行計畫的篩選工作。因為過去評估科學園區計畫並未考慮其他科學園區計畫所帶來的競爭性，這關係到個別科學園區計畫未來是否成功；再加上台灣地狹人稠且可用資源有限，故應由國土規劃者的角度篩選出發展潛力較佳的科學園區計畫，以免造成多處科學園區計畫面臨失敗的危

機。計畫篩選的目的是為了將基地本身區位條件明顯劣於其他基地之科學園區計畫篩選出來，以減少各地方政府爭相設置科學園區計畫所產生之投資浪費問題；篩選後之科學園區基地條件皆為適合科技廠商進駐之計畫，在無法取捨任一科學園區計畫開發與否，又無法排列較佳計畫間優劣順序的情況下，篩選出的科學園區計畫即所謂的非劣計畫。但是因為篩選後之科學園區非劣計畫總規模可能超過產業需求或是國家政策上限，為有效利用政府財政資源，並發揮科學園區對地方發展的正面效益，應以非劣計畫為替選計畫進行決策分析。本研究以地域連攜觀念進行園區開發計畫以及運輸系統建設之整體規劃分析，科學園區之地域連攜規劃有兩個目標：第一是增加園區對地方發展正面效益的影響空間範圍，例如，就業機會與知識外溢效果；第二是減少政府財政支出，例如，科學園區計畫設置成本與運輸系統建設成本。第一個目標在設置園區愈多及運輸系統愈完善情況下，會有愈大的影響空間範圍，但將會增加政府財政支出，故上述二個目標之間存在衝突性。另一方面，園區的開發與運輸系統的建設之間在二個目標上均具有替代關係，例如，運輸系統建設可以取代園區開發而維持相同的影響範圍與建設成本，這在園區開發規模有其需求上限時特別具有政策意義。

根據上述構想，分析方法整體架構設計如圖一所示二階段，第一階段在利用優勢關係評估方法，篩選出各處科學園區計畫中的非劣計畫，即相對其他計畫而言具有較佳潛力優勢者，作為地域連攜規劃方法之替選方案。第二階段進行地域連攜規劃，對設施開發決策與運輸系統建設進行整合的規劃分析，以達到總建設成本最小化及效益影響空間範圍最大化之雙重目標。

第一階段之構想如圖一(a)，為篩選非劣計畫，採用多準則評估之優勢關係評估法。其主要構想為先建立決策者之偏好關係(即優勢關係)，然後根據優勢關係進行一致性的探討與分析，以輔助決策者進行計畫篩選。常用的優勢關係評估法有ELECTRE與PROMETHEE二種，其中Roy(1968)所提出ELECTRE I的功能，在從可行的計畫中篩選出彼此無明顯優勢關係的非劣計畫，符合欲以國土規劃角度篩選科學園區計畫的目的。ELECTRE模式雖已發展出許多修改模式以因應不同問題的需要，例如II版(Roy and Bertier, 1973)、III版(Roy, 1978)、IV版(Roy and Hugonnard, 1982)、IS版(Roy and Skalka, 1985)等，但均非用於篩選方案；同時，過去它已被成功應用於許多決策問題，例如捷運站設置(Roy and Hugonnard, 1982)與停車場闢建(曹勝雄與曾國雄, 1991)；由它所篩選出的非劣計畫，皆為能滿足科技廠商設廠需求之科學園區計畫，並具備完善的園區進駐條件，故以這些計畫為地域連攜規劃之替選計畫。



圖一 模式架構圖

第二階段之構想如圖一(b)所示，係修改涵蓋區位模式進行地域連攜規劃。涵蓋區位模式之基本問題包括LSCP(location set covering problem)與MCLP(maximum covering location problem)兩種，由於最小化運輸成本與最大化涵蓋人口兩項目標分屬於LSCP與MCLP兩類模式之目標式，故必須結合此兩類問題並以多目標規劃方法求解此結合問題之模式。此規劃模式之決策變數有二：一為各地方之間的城際旅行時間，代表運輸系統之規劃建設；另一項決策變數為各個非劣計畫是否開發，代表科學園區計畫之規劃建設。而在限制條件方面必須考量以下幾項：一是建設成本之政府預算限制，二是園區規模之市場需求限制，三是各地之間的旅行時間限制(現況之上限與改善之可能下限)，四是園區開發計畫與涵蓋人口之關係式，五是建設成本與園區開發和運輸系統建設間的關係式，最後是決策變數之值域宣告。

(二) 方案篩選模式

1. ELECTRE I 評估程序

ELECTRE I之目的，在於從可行計畫中篩選出彼此之間不具有明顯優勢關係的非劣計畫，包括以下八個步驟：

- (1) 為決策問題之界定，令給定 n 項可行計畫 $A = \{A_1, A_2, \dots, A_n\}$ 與 m 個評估準則 $I = \{C_1, C_2, \dots, C_m\}$ 兩個集合。
- (2) 決定 m 個評估準則的權重 $W = \{w_j \mid j = 1, 2, \dots, m\}$ 。
- (3) 求取成對計畫 $\{(A_h, A_k) \mid h, k = 1, 2, \dots, n; h \neq k\}$ 的滿意指標 $c(h, k)$ ，並建立滿意矩陣 ϕ 。滿意指標表示計畫 A_h 比計畫 A_k 好的程度，本研究使用下式衡量：

$$c(h, k) = \frac{\sum_{j \in I^+} w_j}{\sum_{j \in I} w_j} \dots \dots \dots (1)$$

其中， I 為準則集合， I^+ 為 A_h 比 A_k 表現好的準則集合，亦即 $g_j(A_h) \succ g_j(A_k)$ ， $g_j(A_h)$ 代表方案 A_h 在準則 j 的績效值。

- (4) 求取成對計畫 $\{(A_h, A_k) \mid h, k = 1, 2, \dots, n; h \neq k\}$ 的不滿意指標 $d(h, k)$ ，並建立不滿意矩陣 D 。可行計畫 A_h 對可行計畫 A_k 的不滿意指標 $d(h, k)$ ，意謂選擇 A_h 而不選擇 A_k 可能導致決策者之最大不滿意程度。本研究在不滿意指標 $d(h, k)$ 之定義為：

$$d(h, k) = \begin{cases} 0 & , \text{若 } g_j(A_h) \succ \approx g_j(A_k) \\ \frac{1}{R^*} \max_j [g_j(A_k) - g_j(A_h)] & , \text{若 } g_j(A_h) \prec g_j(A_k) \end{cases} \dots \dots \dots (2)$$

其中， $R^* = \max_{a,b,j} [g_j(a) - g_j(b)]$ ， $\forall a, b \in A$ 。由於各評估準則的衡量單位不盡相同，可先對績效值進行區間尺度的正規化；又因為計畫 A_h 在某些準則的績效值比計畫 A_k 差，其差距值越大不滿意的偏好程度也就越大，因此以差距值最大者衡量不滿意的程度，並以最大差距值占全部準則中最大尺度的比例作為不滿意指標。

- (5) 決定滿意門檻值 p 與不滿意門檻值 q 。就計畫 A_h 與計畫 A_k 而言，滿意指標在多少以上決策者才認為計畫 A_h 對計畫 A_k 具有優勢關係？同理不滿意指標應該在多少以下決策者才認為計畫 A_h 對計畫 A_k 具有優勢關係？因此為了決定計畫 A_h 與計畫 A_k 之優勢關係，必須先決定決策者的滿意門檻值 p 與不滿意門檻值 q 。
- (6) 針對滿意矩陣 ϕ 與不滿意矩陣 D 要素，檢查是否滿足 $c(h, k) \geq p$ 與 $d(h, k) \leq q$ ，如果滿足則代表計畫 A_h 優於計畫 A_k ，如果不滿足則表示計畫 A_h 與計畫 A_k 之間沒有明顯的偏好關係。
- (7) 建構偏好優勢關係圖。
- (8) 根據優勢關係圖找出核心解，作為非劣計畫供下階段地域連攜規劃使用。

2. 評估準則

國內過去已有許多針對科學園區區位評估準則的研究：科學工業園區管理局(1993)從社會政策配合性、對科技廠商吸引力、地方配合難易度三個向度進行評估，包括8個評估準則及18個衡量指標；而科學工業園區管理局(1999)建議之科學園區區位評選因素則分為6大類，包括自然環境、產銷環境、研發環境、生活環境、行政配合與其他；鄧光浦(2001)對中部科學園區區位建立評選架構時，同樣從社會政策配合性、對科技廠商吸引力、地方配合難易度3個向度考量，涵蓋了10個評估準則及27個衡量指標；莊瑞慈(2000)認為影響科技工業園區區位選擇的考量因素分為基本環境條件及相對優勢條件兩方面。雖然過去研究僅針對個別計畫進行評估，忽略同時對多個計畫進行整體的比較，但他們所建立的評估準則是本研究相當重要的參考基礎。我們根據以下三項原則重新篩選過去文獻使用的準則：

- (1) 衡量指標可量化操作程度：為了由國土規劃尺度評估各科學園區計畫之發展潛力，故衡量指標資料必須容易操作且易於蒐集。為求指標操作容易，因此合併某些準則下之衡量指標，例如區位近便性包括鄰近鐵路、機場與港口等重大

註2. 本研究之正規化方法為 $R = \sum_{i=1}^n r_i$ ， $r_i = (X_i - X_i^{min}) / (X_i^{max} - X_i^{min})$ ；其中， X_i 為第 i 種設施數量或距離(例如，高速公路、交流道或國際機場)， X_i^{min} 為第 i 種設施數量或距離在替選計畫中的最小值， X_i^{max} 為第 i 種設施數量或距離在替選計畫中的最大值， n 為設施種類數， R 為正規化後的評估準則值。

交通建設，故將計畫位置與前述各重大交通建設距離正規化後之值加總^{註2}視為此準則之衡量指標，盡量以單一衡量指標或是合併某些易於操作的衡量指標進行單項準則的評估，增加國土規劃者篩選整體科學園區計畫之方便性。

- (2) 影響空間範圍之決定：科學園區之效益影響範圍可由知識外溢範圍與就業者最大可忍受旅行時間估算而得。根據林楨家等(2004)實證大學院校與研究機構基礎研究在空間上之知識外溢範圍約20-30公里，以時速40公里之旅行時間約30到45分鐘間；而國土計畫調整局綜合交通課(1997)曾調查日常生活的活動圈域約為三十分鐘以內，但是由於台灣的運輸系統發展程度相對日本而言較不完善，人民的忍受標準應會相對提高；綜合上述兩項數據，本研究將影響空間範圍界定為旅行時間45分鐘或旅行距離25公里，作為各項準則之影響空間範圍界定，此值爾後可依環境變遷與設施特性而調整。
- (3) 符合科學園區成功條件：由何東波(1990)、呂清松(1997)、施鴻志(2000)以及廖淑蓉等(2001)等文獻發現，科學園區成功的條件多數為區位因素，例如交通可及性、設廠環境、是否鄰近大學或研究試驗機構等因素，只是還須加上政府政策的支援與研究機構和廠商間的雙向配合等條件；因此具代表性科學園區區位評估準則之決定，應該涵蓋大部分使科學園區成功的區位條件。

依據上述原則建構科學園區計畫評估指標系統如表一所示，包括三個考量面向：一是滿足科技廠商之需求，因為吸引科技廠商進駐為科學園區設置之主要目標，而科技廠商最重視的環境支援條件因素為區位近便性，其次為與鄰近學術及研究機構之互動；又由於聚集經濟對於科技廠商來說非常重要，故具有助於此類園區之相關產業基礎也相當重要；而居住生活環境品質之考量則是為了吸引高科技廠商之高科技人才進駐；同時，具備充足人力資源為發展產業之不可或缺因素，但是必須考慮人力需求的層次。二是科學園區所能帶來的外部效益，科學園區主要以妥善的公共設施條件與便利的交通運輸條件吸引科技廠商之進駐，最終希望為帶動地方的經濟發展，故最直接的影響就是增加地方就業機會，亦即在就業率越低之縣市設置科學園區，所能帶來之外部效益會越高。最後是地方執行配合能力，在政府財政赤字日益嚴重的情況下，要支持如科學園區等屬於國家重大經濟建設計畫者越來越困難，地方政府必須先負擔用地取得成本，故土地取得難易程度將是政府考慮是否設置科學園區計畫之要件。

(三) 地域連攜規劃模式

地域連攜規劃牽涉到以下二種結合問題：第一種是設施區位與路網規劃之結

表一 科學園區計畫評估指標系統

評選目標	考量面向	評估準則	衡量指標
擁有較佳發展潛力的科學園區計畫	滿足科技廠商之需求	區位近便性	科學園區至最近高速公路交流道、國際機場、國內機場以及國際港之旅行距離正規化總分
		與鄰近學術及研究機構之互動	計畫影響空間範圍內學術及研究機構數量
		相關產業基礎	計畫影響空間範圍內高科技相關產業場所單位總數
		居住生活環境品質	計畫影響空間範圍內教育設施(公私立國民中小學總數)、文化設施(文化機構總數)及醫療設施(公私立醫療機構病床數)三項生活基礎設施數量正規化後總分
		充足人力資源	計畫影響空間範圍內高中、職以上學歷人口數
	科學園區所能帶來的外部效益	帶動地方的經濟發展	計畫所在鄉鎮市居民失業率
	地方執行配合能力	土地取得難易度	計畫土地取得成本

合，Daskin et al(1993)曾對設施區位問題常將運輸路網視為已知條件提出質疑，之後Daskin(1995)與Melkote and Daskin(2001)陸續致力於此議題之研究。Kashiwadani et al(1999)曾經以P中位法(P-median)及MCLP兩種設施區位模式衡量道路路網改善所產生之「地域互動效果」及「地域連攜效果」，地域互動效果是指由道路路網之改善而產生地區間旅行時間縮短的效果，即縮短兩地區之間的空間距離並產生設施服務範圍重疊情形，此時若搭配設施區位調整至最適，則進而產生地域間

的連攜效果；雖然未實際規劃路網與設施之區位，卻將旅行時間之縮短視為路網改善而形成之效果，並從空間面向量化促進道路路網而產生地域互動與連攜的效果，此文獻為本研究發展地域連攜規劃模式之重要基礎。參考設施區位與路網整合概念以及Kashiwadani et al(1999)所提道路路網改善產生之地域互動與合作效果，本研究認為欲整合規劃科學園區區位與運輸系統，此決策問題分析尺度不適合詳細到個別運輸系統的分析，而適合以平均旅行時間代表城際運輸系統的服務狀況進行地域連攜規劃，或事先設想各種運輸系統情境進行方案式的規劃分析。

第二種是成本最小化及服務範圍最大化兩目標之結合，Current and Storbeck(1988)、Current et al(1990)、Avella et al(1998)、Owen and Daskin(1998)均曾提出結合LSCP與MCLP兩種模式以同時追求使成本最小化及服務範圍最大化的概念，不過並未真正發展出結合模式；而Nozick and Turnquist(2001)則提出整合存貨成本、運輸成本以及服務等級三方面的模式方法，提供決定配送中心區位決策之參考，利用固定成本的區位模式整合多種目標，其中包括使成本最小化及服務範圍最大化兩目標，以探討決定配送中心區位時對各種成本的取捨問題；尚有Min(1988)為了解決公共設施該擴張規模或再配置之問題，曾經將幾個可能有衝突的指標列在限制式之中，以建構一個有容量限制的動態模式，並利用多目標規劃的方法解決圖書館之配置問題。

由於「地域連攜」強調區域設施與運輸系統之間的整合規劃，牽涉到設施的服務範圍與涵蓋區位問題類似，本研究以結合LSCP與MCLP的構想，同時分析運輸系統建設與科學園區計畫開發決策，並以成本最小化及涵蓋人口最大化兩者為目標設計規劃模式。假設科學園區替選計畫皆為發展潛力優良的地區，替選方案之間同質性高且彼此具替代性，科學園區之影響空間範圍由知識外溢與就業機會反映，並且科學園區規模大小不影響其影響範圍。模式分析前可掌握的已知條件包括：(1)需求分區位置，(2)科學園區替選方案之計畫規模，(3)兩地區之間現在的平均旅行時間及旅行時間可能下限，(4)科學園區單位面積建設成本，(5)運輸系統建設成本與旅行時間之間的函數關係，(6)科學園區影響空間範圍，(7)政府之預算限制，以及(8)科學園區設置總規模限制。在上述假設及已知條件下，模式之輸出結果須包括科學園區替選計畫的開發決策以及運輸系統建設決策(可為任兩分區間的旅行時間改善水準或是特定改善計畫執行與否)。

模式使用符號定義如下：

- 已知參數

N ：科學園區非劣計畫集合；

M ：需求分區集合；

$C1_j$ ：計畫 j 之科學園區建設成本(元)；

$C2_{ij}$ ：改善 i 區與 j 區間運輸系統之建設成本(元)， $i \in M$ ， $j \in N$ ；

a_i ：需求分區 i 之人口數^{註3}(人)；

B ：政府預算限制(元)；

L_j ：計畫 j 之計畫規模(平方公里)；

D ：廠商對計畫總規模的需求(平方公里)；

T_{ij}' ： i 區與 j 區間目前的平均旅行時間(分鐘)， $i \in M$ ， $j \in N$ ；

T_{ij}'' ： i 區與 j 區間旅行時間可能下限(分鐘)， $i \in M$ ， $j \in N$ ；

W ：影響 $C2_{ij}$ 之其他影響因素集合；

S ：科學園區影響空間範圍(旅行時間，分鐘)；

• 決策變數

X_j ： j 計畫開發(=1)或不開發(=0)；

Y_i ： i 區被涵蓋(=1)或未被涵蓋(=0)；

T_{ij} ： i 區與 j 區間運輸系統改善後的平均旅行時間(分鐘)， $i \in M$ ， $j \in N$ 。

模式追求兩個目標，首先為解決園區重複設置而產生之資源浪費問題，欲以運輸系統之建設替代開發科學園區所產生龐大之建設成本，故目標一追求使園區建設成本($C1_j$)加上運輸系統建設成本($C2_{ij}$)最小化，如下式：

$$\text{Min} \quad \sum_{j \in N} C1_j X_j + \sum_{i \in M} \sum_{j \in N} C2_{ij} X_j \quad \dots \dots \dots (3)$$

其次，由於地域連攜之概念為以運輸系統之改善達到資源共享，規劃後之園區配置必須追求使涵蓋人口達到最大化之目標，因此目標二列如下式：

$$\text{Max} \quad \sum_{i \in M} a_i Y_i \quad \dots \dots \dots (4)$$

模式考量四方面的限制條件，首先是決定園區計畫開發與需求點被涵蓋的關係如下：

$$\sum_{j \in \alpha_i} X_j \geq Y_i, \quad \forall i \in M \quad \dots \dots \dots (5)$$

其中， $\alpha_i = \{j \in N | T_{ij} \leq S\}$ ；當 $\sum_{j \in \alpha_i} X_j = 0$ ，表示需求點 i 不被涵蓋在開發園區計畫之影響範圍內，依式(5) Y_i 將為0；當 $\sum_{j \in \alpha_i} X_j > 0$ ，表示需求點 i 至少被涵蓋在一個開發

註3. 此人口數應與科學園區之就業或服務有關，本研究假設各種特性之人口與科學園區間有均等關係，而使用居住人口數代表之；此參數之對象範圍尚待進一步確認與估計，並據以決定其它相關參數值，例如科學園區影響空間範圍(S)。

園區計畫之影響範圍內，此時 Y_i 可為0或1，但在式(4)的作用下， Y_i 將為1。其次，由於園區之開發總規模受到政府預算與科技廠商之需求所限制，故園區建設成本加上運輸系統建設成本不可超過政府之預算限制，如式(6)；而由供給面角度來看，園區開發總規模不應超過規劃範圍內科技廠商之總需求，如式(7)^{註4}。

$$\sum_{j \in N} C1_j X_j + \sum_{i \in M} \sum_{j \in N} C2_{ij} X_j \leq B, \quad \forall i, j \dots\dots\dots (6)$$

$$\sum_{j \in N} L_j X_j \leq D \dots\dots\dots (7)$$

再者，兩地區運輸系統改善後之旅行時間不能大於未改善之旅行時間，且其值為城際旅行時間，故不能小於城際間旅行時間之最小可能值，如下式：

$$T_{ij}'' \leq T_{ij} \leq T_{ij}', \quad \forall i \in M, j \in N \dots\dots\dots (8)$$

為使總建設成本最小必須先知道運輸系統改善程度與運輸建設成本間的關係，即得知欲縮短旅行時間至何種程度應花費多少成本，並由此關係探討園區開發成本與運輸建設成本之權衡關係，以達到最小化總建設成本的目標，此限制列式如下：

$$C2_{ij} = f(T_{ij}, W), \quad \forall i \in M, j \in N \dots\dots\dots (9)$$

最後，決策變數之值域宣告如下：

$$T_{ij} \geq 0, \quad \forall i \in M, j \in N \dots\dots\dots (10)$$

$$X_j = \{0,1\}, \quad \forall j \in N \dots\dots\dots (11)$$

$$Y_i = \{0,1\}, \quad \forall i \in M \dots\dots\dots (12)$$

根據以上說明，地域連攜規劃模式可表示如下：

[P₁]

Min (3) ; Max (4)

S.T. (5)~(12)

然而[P₁]問題在實際應用上會有兩個困難：其一，(9)式之運輸系統改善程度與運輸建設成本間的關係式不易決定，且無適當的樣本資料可供校估參數；其二，因

註4.若從需求面角度看，園區開發總規模不可低於廠商之總需求，則(7)式應改為 $\sum_{j \in N} L_j X_j \geq D$ ，

此適用於政府財政充裕或產業處於快速成長階段；基於本文分析情境考量，採用供給面的列式方法。

爲它兼具多目標規劃、混合整數規劃、非線性規劃以及局部最佳解等特質，求解過程繁複耗時。故本研究建議在實務應用時可將[P₁]修改爲[P₂]如下：

$$[P_2]$$

$$\text{Min } \sum_{j \in N} C1_j X_j + C2 \dots\dots\dots (13)$$

$$\text{Max } \sum_{i \in M} a_i Y_i \dots\dots\dots (14)$$

S.T.

$$\sum_{j \in \alpha_i} X_j \geq Y_i, \quad \forall i \in M \dots\dots\dots (15)$$

$$d_i = \{j \in N | F_j \leq S\}, \quad \forall j \in M$$

$$\sum_{j \in N} C1_j X_j + C2 \leq B \dots\dots\dots (16)$$

$$\sum_{j \in N} L_j X_j \leq D \dots\dots\dots (17)$$

$$X_j = \{0,1\}, \quad \forall j \in N \dots\dots\dots (18)$$

$$Y_i = \{0,1\}, \quad \forall i \in M \dots\dots\dots (19)$$

[P₂]問題之修改主要包括以下兩點：一是將運輸系統建設成本視爲給定之參數，其由給定的運輸系統改善計畫所決定，故刪除式(9)，並將式(3)與式(6)修正成式(13)與式(16)；二是將T_{ij}視爲給定之參數，其由已知的運輸系統改善計畫所決定，並刪除式(8)與式(10)，則[P₂]問題之決策變數減少爲二：其一爲X_j，代表園區計畫之開發與否；其二爲Y_i，代表需求點被涵蓋與否。使用[P₂]問題進行實例分析時，將以設想各種運輸系統改善計畫方案，推估各方案所形成之城際平均旅行時間(T_{ij})及運輸系統建設成本(C2)，分析園區之最佳開發決策，最後比較各方案與未作任何運輸系統改善之現況方案規劃結果，決定最佳的科學園區開發與運輸系統建設之連攜規劃內容。

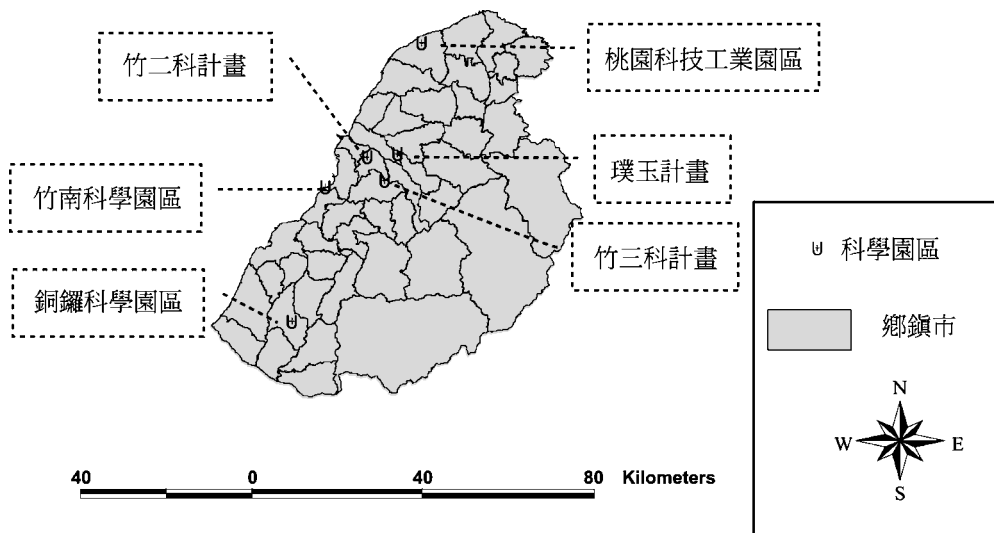
三、實例分析之方案篩選

本段進行實例分析的第一階段，即方案篩選工作，空間範圍界定爲「桃竹苗地區」，包括桃園縣、新竹縣、新竹市以及苗栗縣等地。此地區之地方政府計提出六

個科學園區計畫，這些計畫方案雖然經過個別地初步評估，但是未以國土規劃的角度進行整體評估。本段目的在於進行國土規劃角度的園區計畫篩選，以相對發展潛力較好的科學園區計畫，作為下段地域連攜規劃之替選計畫。

桃竹苗地區位於台北與台中二個都會區之間，由於都市規模的限制，無法使用高階資源，且因為空間上的接近，具有地域間互助合作的必要性與可能性。基於新竹科學園區的成功經驗，桃竹苗地區各地方政府最近爭相提出計6項科學園區計畫，包括桃園科技工業園區、璞玉計畫、竹二科、竹三科、竹南科學園區與銅鑼科學園區(以下將以計畫a到f代表)，分佈如圖二所示。其中，除竹南科學園區以生物科技業為發展重點，目標較為明確外，其他計畫發展目標與內容雖然不同卻過於相近，而園區計畫往往需要龐大的財政支出，若任由各計畫之間互相競爭，可能導致政府財政耗損且計畫失敗的結果。故必須由國土規劃的角度比較6處園區計畫之未來發展優劣程度，篩選出非劣計畫作為連攜規劃之替選計畫。

方案篩選分析過程需要三方面的輸入參數，首先是各個計畫在各項衡量指標之績效表現；其中，科學園區至最近高速公路交流道、國際機場、國內機場以及國際港之旅行距離，係使用交通部運輸研究所「新世紀台灣地區交通路網數值地圖1.0版」(2001年版)衡量實際旅行距離；而各項衡量指標之影響空間範圍係設為園區基地向外25公里旅行距離或45分鐘旅行時間範圍內包含之鄉鎮市，並由交通部運輸研究所「新世紀台灣地區交通路網數值地圖1.0版」(2001年版)，估算各基地影響空間範圍



圖二 桃竹苗地區6處園區計畫分布圖

內所包含之學術及研究機構數量、公私立國民中小學總數、文化機構總數(包括圖書館、文化中心及文化局)；高科技相關產業場所單位總數，以民國九十年之工商普查資料為衡量資料；公私立醫療機構病床數、高中職以上學歷人口數以及居民失業率等資料，為配合工商普查之資料時間限制，故以民國九十年之各縣市統計要覽為衡量資料；依據平均地權條例第四十六條及地價調查估計規則第三條規定，可得知區段地價為公告土地現值之前身，故基地每平方公尺土地之公告現值以各鄉鎮市工業區區段地價作為衡量資料。第二部分參數是評估準則權重，由於鄧光浦(2001)所建立之評估系統包含本研究使用之各項準則，故直接引用其以AHP調查決定的準則權重。第三部分參數是滿意門檻值與不滿意門檻值，本研究先以滿意矩陣與不滿意矩陣內元素之平均值為門檻，繼而逐次放寬與降低門檻設定，觀察優勢關係圖與核心解的變化，據以討論方案篩選的決策。

優勢關係與核心解分析結果如表二所示，以平均值為門檻之方案間優勢關係如表三編號8，其核心解為『計畫b、計畫e、計畫f』。在改變門檻值的設定上，愈嚴格的門檻設定(提高滿意門檻值或降低不滿意門檻值)將使優勢關係愈不易成立，而優勢關係愈少核心解就會增加；相對若降低優勢關係判斷的嚴格程度，優勢關係愈易成立，計畫間之優勢關係愈多則核心解愈少；設定標準每次以0.05幅度作調整。

由表二編號1到7可以發現，門檻值設定愈嚴格，各計畫間存在之優勢關係愈少，其核心解愈多；從編號8到7增加計畫a為核心解，表示計畫a對於提高門檻設定較為敏感，容易成為核心解，而編號4到2之核心解皆維持不變，這表示除非再提高門檻值至各方案間皆不存在優勢關係為止(即編號1)，否則其核心解應該維持不變。由編號9到11所示，可得知門檻值設定愈不嚴格，各計畫間存在之優勢關係愈多，其核心解愈少，而編號8到10之核心解由計畫b、e、f減少為計畫b與e，表示計畫f對於降低門檻設定較為敏感，不容易成為核心解，直到門檻值降低至某程度將會使得6個方案之間皆具有優勢關係，故無從比較其間優劣，表示即使再降低門檻值也無法選出非劣計畫。

從編號1到12之結果可知，在各種門檻值之設定下計畫b幾乎皆為核心解之一，故計畫b應為6個可行計畫中較優者；但是在編號11的結果卻只剩下計畫e為核心解，主要是因為計畫b與其他計畫間有較多優勢關係，致最後篩選結果為計畫e而非計畫b。不過，由編號1到12之結果可歸納出最差之計畫應為d(竹三科)，因為即使門檻已調整至最高，計畫d仍然不會出現於核心解，故最後篩選結果將以計畫a、b、c、e、f作為下一部份地域連攜規劃之替選計畫。


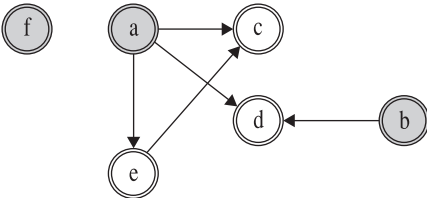
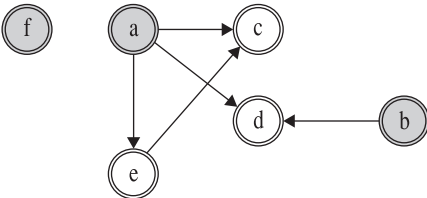
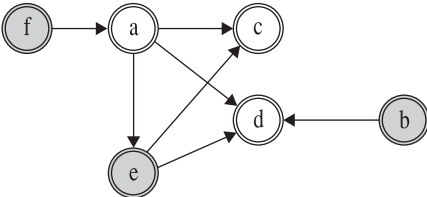
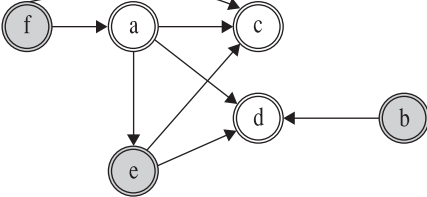
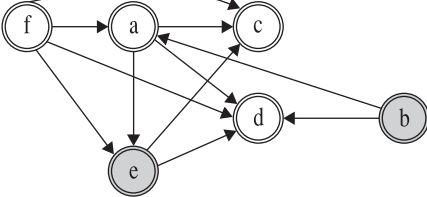
表二 各門檻值下方案間之優勢關係與核心解

愈嚴格之門檻設定	編號	p	q	優勢關係圖 ^{註5}	核心解 ^{註6}
	1	0.83	0.37	各計畫間不存在優勢關係。	所有計畫皆為核心解
	2	0.78	0.42		計畫a 計畫b 計畫c 計畫e 計畫f
	3	0.73	0.47		計畫a 計畫b 計畫c 計畫e 計畫f
	4	0.68	0.52		計畫a 計畫b 計畫c 計畫e 計畫f
	5	0.63	0.57		計畫a 計畫b 計畫f


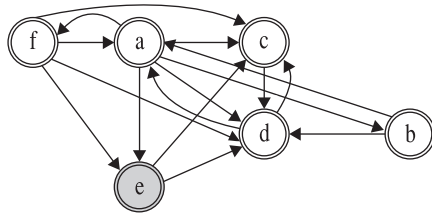
註5. 通常以箭頭代表優勢關係，即起點方案優於終點方案；方案間無箭頭標示者，表示其間無優勢關係。

註6. 未被箭頭終點連接者均屬核心解，代表未被別的方案「優於」，或是與其它方案間無明顯優勢關係。

表二 各門檻值下方案間之優勢關係與核心解 (續)

	編號	p	q	優勢關係圖	核心解 
愈嚴格之門檻設定	6	0.58	0.62		計畫a 計畫b 計畫f
	7	0.53	0.67		計畫a 計畫b 計畫f
平均值	8	0.48	0.72		計畫b 計畫e 計畫f
愈不嚴格之門檻設定	9	0.43	0.77		計畫b 計畫e 計畫f
	10	0.38	0.82		計畫b 計畫e

表二 各門檻值下方案間之優勢關係與核心解（續）

	編號	p	q	優勢關係圖	核心解 
愈不嚴格之門檻設定	11	0.33	0.87		計畫e
	12	0.28	0.92	六個計畫彼此皆有優勢關係， 即在同一優勢關係群內，故無核心解。	無核心解

四、實例分析之地域連攜規劃

本段進行實例分析的第二階段，即連攜規劃分析，由於連攜規劃模式兩個追求目標之間互相衝突，且無法事先得知決策者對各目標之偏好程度，因此本研究使用 Zimmermann (1978) 提出的「模糊多目標規劃 (Fuzzy multi-objective programming)」方法求解，該方法以模糊隸屬函數衡量個別目標之達成度，並將多目標問題轉換為使最大化最差目標達成度之單目標問題進行求解，求解結果為各目標妥協下之單一解。以下分為輸入資料、規劃結果分析以及考量既有園區之規劃分析三個部分進行說明。

(一) 輸入資料

為應用 $[P_2]$ 問題進行地域連攜規劃，須先設定運輸系統建設方案，再比較不同方案規劃結果的表現，討論最佳的運輸系統建設與科學園區開發決策。本研究參考交通部高速鐵路工程局 (1999) 設定五個運輸系統建設方案如表三。運輸系統建設成本 (C_2) 在第一及第二種方案下為零，是因為第一種方案為不作任何運輸建設之零方案，而第二種方案雖加入高速鐵路通車後旅行時間的變化，但是在民國 104 年時高速鐵路應該已經通車，此兩種方案主要是為了比較有無高速鐵路對園區設置之影響，故第二種方案為有高速鐵路下之零方案，其運輸系統建設成本也為零；第三、四、五種方案則依台灣省政府住宅及都市發展局 (1994, 1997) 以及交通部高速鐵路工程局 (1999) 所估計之運輸系統建設成本估算，其中捷運系統之建設費用以地方政府負擔總建設費用的百分之二十作為第四種方案之運輸建設成本。

表三 設定運輸系統建設方案內容

	方案一	方案二	方案三(以第二種方案之旅行時間為主)	方案四(以第二種方案之旅行時間為主)	方案五
各方案內容	北部區域第二高速公路計畫及後續計畫	以第一種方案為主加入高速鐵路通車後旅行時間的變化	桃園青埔站聯外道路改善計畫	桃園都會區大眾捷運系統規劃	第二種方案加上第三與第四種方案之旅行時間變化
	東西向快速公路建設計畫—觀音大溪線、南寮竹東線與後龍汶水線		新竹六家站聯外道路改善計畫	新竹都會區大眾捷運系統規劃	
	西部濱海快速公路建設計畫		苗栗站聯外道路改善計畫		

另外，本研究以計畫篩選後之a、b、c、e以及f為科學園區替選計畫，並以桃竹苗地區共47個鄉鎮市及其人口為需求分區與分區之人口數；而科學園區之建設成本依新竹科學園區的經驗，平均每公頃約須投資0.55億元，尚須加上土地徵收成本，在此以6處園區計畫之平均土地成本約每公頃1.3億元估算，故科學園區之建設成本約每公頃1.85億元。政府之預算限制方面，根據民國92年與民國93年行政院主計處公佈之國家預算，可得知政府對於參與創業投資事業、具創新技術之傳統產業、生物科技產業及其他促進產業升級事業等投資，每年預算約為50億元；並根據新十大建設計畫，行政院規劃於未來5年內將投資1,005億元於投資創新研發項目上；由此可推估在民國104年政府對發展高科技產業之預算約為1,505億元，再加上園區之土地徵收成本1188.2億元(以每公頃1.3億元乘上可開發之園區計畫面積)，則政府之預算限制為1690.2億元。因為政府經費無法同時開發五處園區計畫，故將依序討論開發1到4處園區計畫($P=1$ ； $P=2$ ； $P=3$ ； $P=4$)之區位配置結果。新竹科學園區由民國69到91年約進駐335家廠商，10年約進駐146家廠商，而目前6處計畫開發總面積約為新竹科學園區3倍，故推算桃竹苗地區至民國104年可能進駐之廠商約為438家，其面積需求約為828公頃，此值可被視為廠商需求總規模上限。

最後，根據交通部運輸研究所(1999)有關台灣地區各鄉鎮市之間在民國84年的平均旅行時間資料，加上各個運輸系統建設方案內容，以Floyd方法推估桃竹苗地區各鄉鎮市間在目標年(民國104年)的最短路徑平均旅行時間。而空間影響範圍則

以前段所設定推估之45分鐘或25公里作為參數。

(二) 規劃結果分析

地域連攜規劃模式之分析結果發現，開發4處園區計畫在五種運輸方案下皆會超過政府經費限制，故表四為開發1到3處園區計畫之輸出結果整理。

方案二為有高鐵建設後之零方案，在此情境下若五個園區全部開發，其總建設成本為2,384.65億元，總涵蓋人口數為2,999,771人，然而加入運輸系統建設之其他方案，如表四所示各方案總涵蓋人口數最多者皆發生於 $P=3$ 時，各方案之總涵蓋人口數皆多於不作任何運輸系統建設且五個園區全部設置的情境，各方案之總建設成本也遠低於此情境下之總建設成本；由此得知，經由地域連攜後確實能達到原本欲追求之目標，即總建設成本最小化與涵蓋人口最大化兩目標。各方案下開發數目以及各方案間之連攜效果進一步分析如下：

1. 在第一種運輸方案之下，當 $P=1$ 時最差目標達成度為0，是由於最佳園區開發計

表四 地域連攜規劃結果

園區開發個數	輸出項目	方案一	方案二	方案三	方案四	方案五
$P=1$	最差目標達成度 ^{註7}	0	0	0.98	0	0
	總建設成本(億)	370	370	519.26	655.28	689.84
	總涵蓋人口數(人)	2,501,457	2,671,425	2,717,211	2,798,188	1,808,875
	開發園區計畫	b	b	b	b	e
$P=2$	最差目標達成度	0.44	1	0	0.17	0.17
	總建設成本(億)	756.65	625.3	774.56	1308.33	1457.59
	總涵蓋人口數(人)	2,743,726	2,980,320	2,985,060	3,012,673	3,012,673
	開發園區計畫	a, e	b, e	b, e	b, f	b, f
$P=3$	最差目標達成度	0.79	0	0.29	—(唯一解)	—(唯一解)
	總建設成本(億)	1230.25	1126.65	1673.66	1411.93	1561.19
	總涵蓋人口數(人)	2,963,281	2,980,320	3,116,029	3,113,216	3,113,216
	開發園區計畫	b, c, e	a, b, e	a, b, f	a, b, e	a, b, e

註7.達成度之值域為[0,1]，值愈大，達成度愈高。

畫為b，而計畫b總涵蓋人口數恰為5個園區計畫中最多者，故開發計畫b之總建設成本會成為目標一隸屬函數的負理想解，又因為其它計畫之總建設成本(目標二)皆大於目標一的正與負理想解^{註8}，便使得最佳開發計畫成為b，其總建設成本只比正理想解多而總涵蓋人口數卻是最多者，這同時也解釋其它最差目標達成度為0或偏低的結果。當 $P=2$ 時最差目標達成度為0.44，其總建設成本見表四所示；而當 $P=3$ 時，最差目標達成度0.79為此方案下最大者，表示在此方案下政府開發三個園區計畫於b、c、e時，可以滿足其他限制條件並使兩目標之達成度都達到較高水準。

2. 在第二種運輸方案下，當 $P=1$ 時最差目標達成度為0，與第一種運輸方案之理由相同。而 $P=2$ 時最差目標達成度1為此方案下最高者，由於開發計畫b、e時，其總建設成本與總涵蓋人口數恰為兩目標函數之正與負理想解，能夠完全符合兩目標之要求，所以若政府欲多開發一個園區計畫(即 $P=3$ 時)，便導致其最差目標達成度為0，此時其總建設成本增加而總涵蓋的人口數未增加造成投資浪費，故在此方案下政府開發兩個園區計畫於b、e應為最適。
3. 在第三種運輸方案下，當 $P=1$ 時開發計畫b之最差目標達成度為0.98，表示若政府只願意開發1個園區計畫時，開發計畫b為最適者。當 $P=2$ 時最差目標達成度為0，其原因與第一種運輸方案之理由相同。而 $P=3$ 時雖然總涵蓋人口數增加，但其總建設成本卻遠大於 $P=2$ 時之總建設成本，不過因為 $P=3$ 總建設成本在政府的預算限制內，故應視政府之政策方向而決定園區之開發數。
4. 在第四種運輸方案下，當 $P=1$ 時最差目標達成度為0，與第一種運輸方案之理由相同。當 $P=2$ 時最差目標達成度為0.17，其總建設成本與總涵蓋人口數如表四所示。又由於政府的預算限制，當 $P=3$ 時只能開發計畫a、b、e，屬於唯一解的情況，故此方案下以總涵蓋人口數為主要考量時，政府開發三個園區計畫於a、b、e應為最適。
5. 在第五種運輸方案下，當 $P=1$ 時最差目標達成度為0，與第一種運輸方案之理由相同，但不同的是此方案下園區之最適計畫為e，原因為開發計畫b之總建設成本較大，故在權衡兩目標的隸屬函數值後，將使最後之最適開發計畫變成e。而當 $P=2$ 與 $P=3$ 時，其最適配置結果與總涵蓋範圍和第四種方案下之結果相同。
6. 由圖三可看出當 $P=1$ 時，方案二最適決策之總涵蓋人口數較方案一多，其總涵蓋

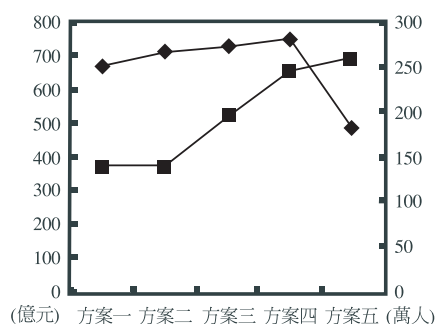
註8. 以最小化目標為例，此處「正理想解」為Zimmermann(1978)式(8)的 b_i' ，即最佳值；「負理想解」為同文獻式(8)的 $b_i' + d_i$ ，即最差值。

人口數的差代表高速鐵路之影響；而方案三與方案四的總涵蓋人口數皆比方案二多，兩方案與方案二的差代表兩種運輸系統建設的影響，兩方案的總建設成本雖較方案二多但尚在政府預算限制內，符合地域連攜規劃之目的；方案五之總涵蓋人口數不及前述各項方案，總建設成本卻為五種方案中最高者，其連攜結果較為不理想。

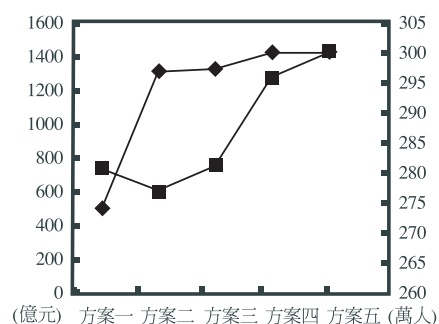
7. 由圖四可看出當 $P=2$ 時，方案一與方案二在總涵蓋人口數之差較其他方案與方案二間的差距為多，表示高速鐵路的影響較其他運輸系統建設為大；而在有高速鐵路的情況下所進行之運輸系統建設，以方案四之總涵蓋人口數為最多，但其總建設成本比方案三增加許多，故當 $P=2$ 時以第三種方案之連攜規劃結果為較佳；而方案五之總涵蓋人口數與方案四相同，總建設成本卻較多，其連攜結果並不理想。
8. 由圖五可看出當 $P=3$ 時，由於高速鐵路之影響使方案二之總涵蓋人口數較方案一多，各園區的服務範圍受到其影響而擴大，致使方案二之總建設成本降低，充分達成地域連攜規劃之目的；方案三、方案四與方案五在方案二之運輸情境下進行運輸系統建設，雖然使總建設成本增加，總涵蓋人口數卻大幅增加，同樣達成連攜規劃的目的，尤其方案四之總建設成本為三方案中最低者，表示在此情境下方案四為最佳的地域連攜規劃結果。

(三) 考量既有園區之規劃分析

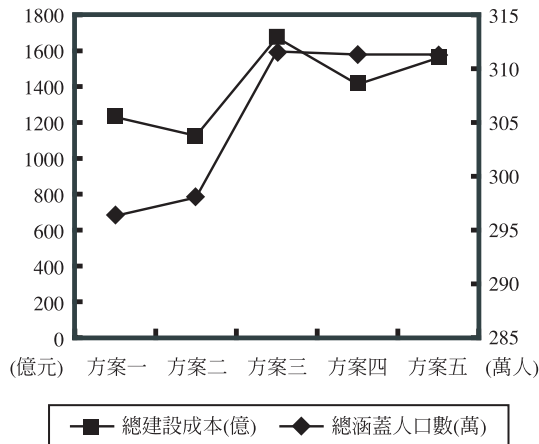
本段選擇在方案三之運輸建設情境下，當開發數量 $P=3$ 時，加入既有的新竹科



圖三 當 $P=1$ 時各方案比較



圖四 當 $P=2$ 時各方案比較



圖五 當 $P=3$ 時各方案比較

學園區進行地域連攜規劃，探討既有園區對地域連攜結果之影響與比較分析，地域連攜規劃結果如表五所示。表五顯示，因為加上新竹科學園區原本之涵蓋範圍，故加入既有園區後之最差目標達成度與總涵蓋範圍比原規劃結果為佳，且總建設成本減少114.7億元，除既有園區外，再開發a、e、f三處園區計畫，總涵蓋人口數為2,900,210人。由於計畫b與新竹科學園區間之地理位置靠近且影響範圍重疊，為追求涵蓋人口最大化之目標，加入新竹科學園區後之配置結果會排除計畫b，而選擇地理位置離新竹科學園區較遠，但能擴大總影響範圍之計畫e。

然而，當新竹地區的就業發展潛力尚未飽和時，可以忽略既有的新竹科學園區與新開發計畫影響範圍重疊的問題，並沿用原方案三之配置結果，即桃園科技工業園區(a)、璞玉計畫(b)與銅鑼科學園區(f)，除了為新竹地區增加就業機會外，更增加附近學術研究機構與新、舊園區之間的合作機會，達到政府設置園區計畫所欲達成之社會經濟效益目的。但是，當新竹地區就業發展潛力已達到飽和，若沿用原方案三之決策而開發璞玉計畫(b)，其與新竹科學園區之地理位置靠近且影響範圍重疊過多，實際上將減少地域連攜規劃後園區所能增加之社會經濟效益；所以若新竹地區的就業發展潛力已趨飽和時，則以加入新竹科學園區計畫之規劃結果，即桃園科技工業園區(a)、新竹科學園區、竹南科學園區(e)與銅鑼科學園區(f)為決策，以達到最佳的地域連攜效果。

表五 考量既有園區之規劃結果

園區開發個數	輸出項目	未考量新竹科學園區	考量新竹科學園區	開發a、e、f三處計畫
P=3	最差目標達成度	0.286	0.288	—
	總建設成本(億)	1673.66	1558.96	1558.96
	總涵蓋人口數(人)	3,116,029	3,119,765	2,900,210
	開發園區計畫	a、b、f	a、e、f、竹科	a、e、f

五、結論與建議

過去國土規劃單位在進行科學園區計畫之開發決策時，只對單一計畫進行評估與討論，但是科學園區計畫花費之經費龐大，即使中央政府以專案款項補助，若地方提出之計畫方案過多，將造成整體投資過度而導致資源浪費情形。有鑑於此，本研究試圖以地域連攜之概念解決前述問題。

本研究提出以地域連攜觀念為基礎的科學園區規劃分析方法，包括以下兩個階段：一是園區計畫篩選，以優勢關係評估法在可行的園區計畫中，評估出在多數評估準則下具有滿意偏好而對任一評估準則又滿足不滿意偏好水準要求之計畫，篩選出之非劣計畫間不具有明顯的優勢關係存在。二是地域連攜規劃模式，利用考量服務範圍之區位決策方法，同時分析運輸系統建設與科學園區開發的最佳決策內容，模式追求開發成本最小化及園區涵蓋人口最大化兩個目標，考量限制條件包括政府之預算限制與科技廠商需求規模限制，並以模糊規劃方法求解。

於實例分析之計畫篩選，發現篩選後之非劣計畫皆為適合科技廠商進駐之園區計畫，故這些園區計畫皆擁有成功的條件，但由於政府經費以及科技廠商之需求有限，須進一步將篩選後之非劣計畫作為地域連攜規劃替選計畫，使規劃結果在符合前述限制下，使未設置園區計畫地區，也能享受到園區設置所帶來的社會效益。桃竹苗地區篩選出之科學園區非劣計畫，包含桃園科技工業園區、璞玉計畫、竹二科、竹南科學園區與銅鑼科學園區五處園區計畫，評估結果排除竹三科計畫在非劣計畫之外，原因是其與璞玉計畫及竹二科計畫同位於新竹地區，易於與前述兩計畫產生優劣關係。

於實例分析之地域連攜規劃分析，發現地方政府積極爭取園區設置之主要目的為增加地方就業機會，進而促進地方產業之活化；故當園區配置經由地域連攜規劃後，能形成即使不在當地開發園區，卻同樣可以形成在當地開發園區欲達成目的

之條件時，地域連攜規劃之影響為正向的。而各運輸建設方案下之地域連攜規劃結果，雖無法使兩目標之達成度皆為最大化，但其以整體規劃的角度權衡取捨兩目標之達成值，將使最後規劃結果達到最適的妥協情況。同時，加入運輸系統建設方案之總涵蓋人口數，皆多於不作任何運輸系統建設且五個園區全部設置的情境，其總建設成本也遠低於此情境下之總建設成本，由此可知地域連攜規劃確能減少資源浪費情形。地域連攜規劃結果以運輸建設方案三與方案四之達成效果為佳，兩方案之涵蓋總人口數在符合限制條件之情形下皆多於運輸建設方案二，表示此兩種運輸系統建設方案之影響效果為正向。運輸建設方案五之地域連攜規劃結果未如原先之預期，原因是方案三與方案四主要為高速鐵路站區之聯外運輸系統，若同時進行兩項運輸系統建設，可能造成總建設成本過高，而涵蓋之總人口數增加有限，此為進行地域連攜規劃時應審慎考慮之處。既有園區對地域連攜地區規劃結果之影響，應視既有園區所在地區就業發展潛力是否飽和而定。

由於地域連攜規劃觀念尚不普遍，本研究雖獲得上述研究成果，尚有許多議題與限制可於後續繼續研究，以下提出6點建議供參考：

1. 為降低複雜度與維持實用性，本研究以靜態規劃與兩階段方式建立模式結構，為獲得更多資訊以及使分析過程更有效率，建議朝以下兩個方向調整模式結構：一是進行動態之分期規劃，以滿足政府於進行重大建設計畫時之決策型態需要。二是將第一階段之評估準則併入第二階段規劃模式中處理，使模式成為單純的數學規劃問題，或是將第二階段之目標式與限制式併入第一階段評估模式中處理，使模式成為單純的多準則評估問題；此種作法雖會增加模式複雜度，但可減化模式結構與操作時間，值得進行嚐試。
2. 本研究於政府預算限制與科技廠商需求之估算，主要以過去新竹科學園區發展經驗資料作為推估基礎，日後的應用對於此兩項限制可進行更嚴謹之估算。
3. 本研究在計畫篩選之評估指標，係由文獻回顧整理而建立，評估指標之權重則依據評估方法之特性直接引用鄧光浦(2001)之調查結果，由於該調查在時間與空間向度與本研究有些差異，為消除可能偏誤，建議後續可以AHP或其他方法決定評估指標之權重，以更符合評估目標之特性。
4. 由於本研究之需求分區與園區所在區位以鄉鎮市為單位，若分區內有交通設施節點之設置，此分區至其他分區之城際旅行時間會大幅縮短，進而影響園區計畫之開發決策，可於後續研究時針對需求分區之大小以及城際旅行時間之推估作深入探討。
5. 由於運輸系統改善程度與運輸建設成本間的關係式決定不易，故本研究建議實務

應用以設定運輸系統建設方案之方式進行連攜規劃分析，後續可針對此關係式進行校估與討論，使地域連攜規劃模式之應用更形完整。

6. 本研究著重於地區間人的移動之地域連攜規劃，故以科學園區所能帶來的社會經濟效益影響範圍作為園區之影響空間範圍，事實上地域連攜尚可考慮物的移動，必需建立另一套地域連攜規劃模式以重新考量模式限制、服務範圍之訂定、運輸系統建設方案以及輸送貨物特性等影響，形成另一種主題的地域連攜分析。

參考文獻

- ASTEC株式會社，(2003)，〈全國產學連攜ネットワーク〉，www.astec.co.jp。(日文)
- 上越市都市計畫課，(2003)，〈まちづくりと連攜〉，www.city.joetsu.niigata.jp。(日文)
- 台灣省政府住宅及都市發展局，(1994)，〈桃園都會區大眾捷運系統規劃〉，委託亞聯工程顧問有限公司辦理。
- 台灣省政府住宅及都市發展局，(1997)，〈新竹都會區大眾捷運系統規劃〉。
- 交通部高速鐵路工程局，(1999)，〈高速鐵路站區聯外道路系統改善計畫〉。
- 交通部運輸研究所，(1999)，〈第三期台灣地區整體運輸系統規劃－整體運輸系統供需預測與分析〉，鼎漢國際工程股份有限公司合作辦理。
- 何東波，(1990)，〈科學園區發展實例比較〉，《建築師雜誌》，1990年4月號，pp88-93。
- 呂清松，(1997)，〈科學園區對地方發展之論爭與台灣實證：新竹科學園區個案研究〉，國立中興大學都市計畫研究所碩士論文。
- 林楨家、馮正民、李洋寧，(2004)，〈知識可及性對創新的影響：以台灣北部區域電子產業為例〉，《運輸計劃季刊》，第33卷，第3期，pp577-602。
- 長門町和田村課題圈連攜事業推進委員會，(1998)，〈中山道の歴史文化活用した地域活性化〉，課題圈連攜事業實施報告書。(日文)
- 施鴻志，(2000)，〈從區域發展藍圖觀點看新竹科學城之發展趨勢〉，《空間雜誌》，第130期，pp37-40。
- 科學工業園區管理局，(1999)，〈設置科學園區總體環境分析之研究〉，台灣大學建築與城鄉研究所辦理研究報告。

- 科學園區管理局，(1993)，〈設置第二科學工業園區可行性研究〉，委託台灣大學建築與城鄉研究所以及亞新工程顧問公司辦理研究報告。
- 島根縣地域振興部地域政策課，(2003)，〈日本海國土軸與地域連攜軸的形成〉，www.pref.shimance.jp。(日文)
- 國土庁計画調整局総合交通課，(1997)，〈地域連攜軸をつくる〉(日文)。
- 曹勝雄，曾國雄，(1991)，〈ELECTRE多評準決測評估方法之應用比較：以停車場關建優先順序之評估為例〉，運輸，第14期，pp1-20。
- 產業技術総合研究所，(2003)，〈地域における産学官連携の展開〉，www.aist.go.jp(日文)。
- 莊瑞慈，(2000)，〈高科技工業區位選址之研究－以桃園縣為例〉，中華大學建築與都市計劃研究所碩士論文。
- 廖淑蓉、古宜靈、辛晚教，(2001)，〈新竹地域空間的科技化與網絡化〉，2001年中華民國區域科學學會年會暨論文研討會論文集，pp75-88。
- 福島縣廣域行政課，(2003)，〈産学連攜的強化〉，www.city.fukushima.go.jp(日文)。
- 鄧光浦，(2001)，〈運用多準則決策方法於科學園區區位選址之研究－以中部科學園區為例〉，逢甲大學土地管理研究所碩士論文。
- Avella, P., Benati, S., Cánovas, M. L., Dalby, K., Di Girolamo, D., Dimitrijevic, B., Ghiani, G., Giannikos, I., Guttmann, N., Hultberg, T. H., Fliege, J., Marin, A., Munõz, M. M., Ndiaye, M. M., Nickel, S., Peeters, P., Pérez, B. D., Policastro, S., Saldanha, G. F. A., Zidda, P. (1998). "Some personal views on the current state and the future of locational analysis". *European Journal of Operational Research*, 104: 269-287.
- Current, J. R. and Storbeck, J. E. (1988). "Capacitated covering models", *Environment and Planning B: Planning and Design*, 15: 153-163.
- Current, J. R., Min, H. and Schilling, D. A. (1990). "Multiobjective analysis of facility location decisions". *European Journal of Operational Research*, 49: 295-307.
- Daskin, M. S. (1995). "Network and Discrete Location: Models, Algorithms, and Applications". Wiley, New York.
- Daskin, M. S., Hurter, A. P. and VanBuer, M. G. (1993). "Toward an integrated model of facility location and transportation network design". Northwestern University.
- Kashiwadani, M., Asakura, Y. and Uno, M. (1999). "Road network improvement and regional cooperation effects". *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation*

Studies, 3(4): 237-251.

- Melkote, S. and Daskin, M. S. (2001). "An integrated model of facility location and transportation network design". *Transportation Research Part A* (35): 515-538.
- Min, H. (1988). "The dynamic expansion and relocation of capacitated public facilities: A multi-objective approach", *Computers and Operations Research*, 15(3): 243-252.
- Nozick, L. K. and Turnquist, M. A. (2001). "Inventory, transportation, service quality and the location of distribution centers", *European Journal of Operational Research*, 129: 362-371.
- Owen, S. H. and Daskin, M. S. (1998). "Strategic facility location: a review", *European Journal of Operational Research*, 111: 423-447.
- Roy B. (1968). "Classment et choix en presence de points de vue multiples, la methode ELECTRE", *R.I.R.O*, 2(8): 57-75. (In French)
- Roy, B. (1978). "ELECTRE III: Un algorithme de rangement fonde sur une representation floue des preferences en presence de criteries multiples", *Cahiers du Centre d'etudes de recherche operationnelle*, 20: 3-24. (In French)
- Roy, B. and Bertier, P. (1973). La methode ELECTRE II. Une application au media-planning, in *Operations Research'72*, UBLIN 1972, Ross M., Ed., 1973, North-Holland, 291-302. (In French)
- Roy, B. and Hugonnard, J.C. (1982). "Ranking of suburban line extension projects on the Paris metro system by a multicriteria method", *Transportation Research*, 16A(4): 301-312.
- Roy, B. and Skalka, J.M. (1985). ELECTRE IS, Aspects methodologiques et guide d'utilisation, *Cahier du LAMSADE*, 30, University de Paris-Dauphine, Paris. (In French)
- Zimmermann, H. J. (1978). "Fuzzy programming and linear programming with several objective functions", *Fuzzy Sets and Systems*, 1: 45-55.