

### 第三章 研究設計

為建構科學園區與附近地區之地域連攜分析方法，本章將區分為研究課題、模式架構、優勢關係評估方法及地域連攜規劃模式四部份進行探討與說明。

#### 3.1 研究課題

本研究之地域連攜探討地方之間的合作關係，以城際間運輸系統之改善為促進地方合作的方法，故以此方法解決因各地方政府爭相設置同質性高之科學園區而導致資源浪費問題，並適合由國土規劃者進行科學園區整體性的規劃與配置。為進行地域連攜分析，須建立科學園區區位評選方法及地域連攜規劃模式，衍生出六項課題，這六項課題之說明及構想內容詳述如下。

##### 1、課題一：如何以國土規劃的觀點整體進行科學園區與運輸系統之地域連攜分析？

- (1) 說明：由於地方政府爭相設置科學園區造成過度投資產生資源浪費問題，而中央政府又無法以國土規劃的觀點整體進行科學園區之篩選與規劃配置，故嘗試以國土規劃的觀點進行科學園區與運輸系統之地域連攜分析，希望解決因過度投資所產生之資源浪費問題。
- (2) 構想：將以國土規劃觀點評選桃竹苗地區所提 6 處科學園區計畫，並以評選後較具潛力之科學園區計畫進行與周圍地區間運輸系統的整體規劃配置。故首先應建立科學園區區位之評選系統，利用多準則評估之優勢關係評估方法評選出科學園區的非劣計畫，目的在篩選出具有較佳發展潛力的科學園區計畫；最後以涵蓋區位模式進行科學園區區位與運輸系統之地域連攜規劃，如圖 3-1 所示。

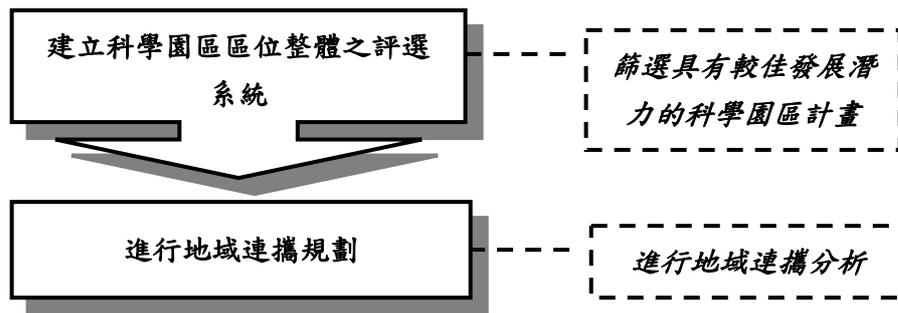


圖 3-1 科學園區與運輸系統之地域連攜分析架構圖

## 2、課題二：如何決定科學園區區位評估指標？

- (1) 說明：為從國土規劃的觀點評選科學園區計畫，必須決定具代表性的科學園區區位評估指標，使國土規劃者能夠有效率且客觀地評選科學園區計畫。為進行這項工作，必須以過去評估單一計畫之評估指標為依據，進而決定適合全面性評估科學園區計畫之重要性指標。
- (2) 構想：彙整相關文獻之科學園區區位評選體系，從科學園區計畫所能達到之整體效益來看，影響科學園區區位評選的因素，大致分為三個面向：一為科學園區能為地方帶來的社會經濟效益程度，二是應設置於何處才能吸引科技廠商進駐，三為地方資源之互相配合程度；為配合此三個面向擬定具代表性之評估準則，如圖 3-2 所示應先訂定評估指標之篩選原則，然後依據評估指標之篩選原則決定重要且可操作的衡量指標，這是因為某些衡量指標適合於評估單一科學園區計畫時使用，若用於全面性的評估可能造成資料取得不完全與評估效果不彰的負面影響，故必須決定適合國土規劃者進行整體科學園區區位評估之重要衡量指標。

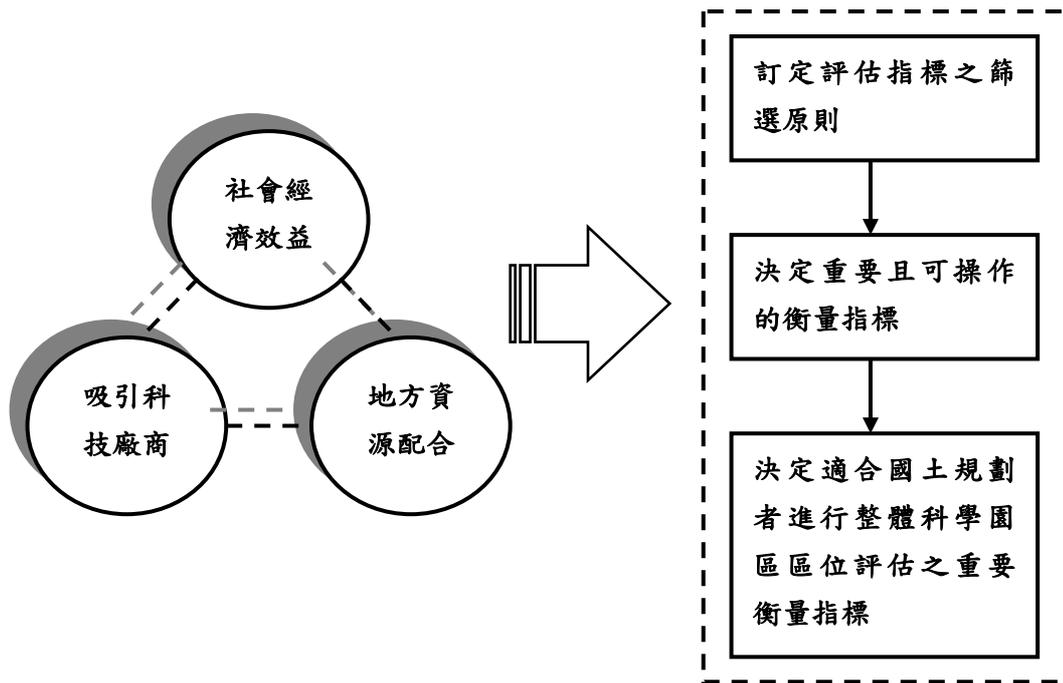


圖 3-2 決定科學園區區位評估指標構想圖

### 3、課題三：如何篩選出較佳的科學園區計畫替選方案？

- (1) 說明：由於各科學園區計畫發展潛力不一，某些計畫之發展潛力明顯劣於其他計畫而可以直接篩除，但某些計畫之間則難以比較其優劣關係，因此需要篩選出這些無法比較其優劣關係的計畫，作為地域連攜規劃時之替選方案。
- (2) 構想：要將發展潛力較劣之科學園區計畫篩除，選出無法比較其優劣關係之科學園區計畫，適合使用優勢關係評估方法之 ELECTRE I (Elimination Et and Choice Translating Reality I) 評選之。如圖 3-3 所示欲篩選出較佳的科學園區計畫替選方案，首先應決定具代表性評估指標之權重以建立滿意度指標與不滿意度指標，並運用前述指標評估這些科學園區計畫選出潛力較佳的計畫，因為無法排列這些計畫的優先順序而它們又優於潛力明顯較差的計畫，這些計畫為無法比較其優劣關係的非劣計畫，最後以這些篩選出之非劣計畫進行地域連攜規劃。

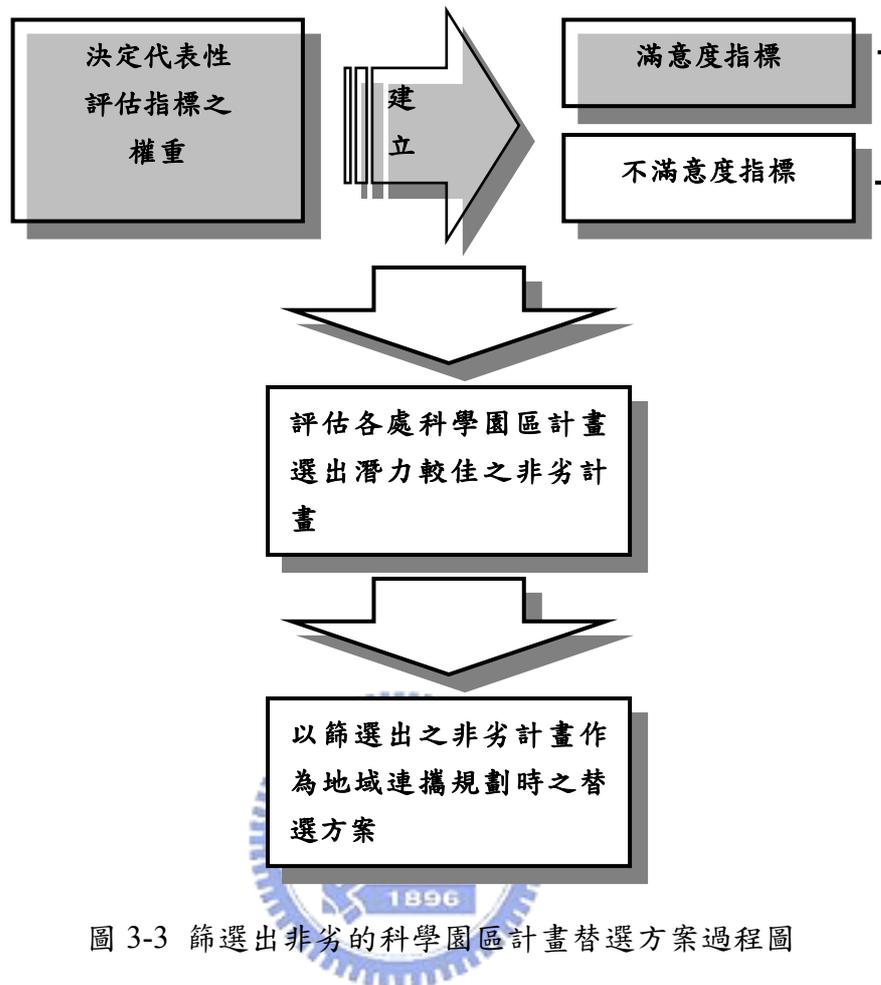


圖 3-3 篩選出非劣的科學園區計畫替選方案過程圖

#### 4、課題四：如何設計地域連攜規劃模式？

- (1) 說明：因為「地域連攜」強調利用運輸系統之改善擴大設施服務範圍，故必須重新配置設施區位達到最小化設置成本並服務到最多需求的目標；然而要以篩選後具較佳潛力的科學園區計畫進行與運輸系統間的連攜規劃，必須建立符合前述規劃目標的模式，以探討改善運輸系統對設施區位的影響。
- (2) 構想：如圖 3-4 所示地域連攜規劃主要包括最小化設置成本及最大化服務範圍兩目標，而這兩種目標分屬於 LSCP 與 MCLP 兩模式之目標式並且互為限制式。由於結合模式包含最小化設置成本及最大化服務範圍兩目標屬於多目標規劃問題，便以多目標規劃方法解決此結合問題，又因為地域連攜強調運輸系統改善、總設施規模及服務範圍的影響，故地域連攜規劃模式包括三項重

要的考量因素，一為運輸系統之改善程度，二為設置設施總規模限制，三為設施服務範圍的變化。

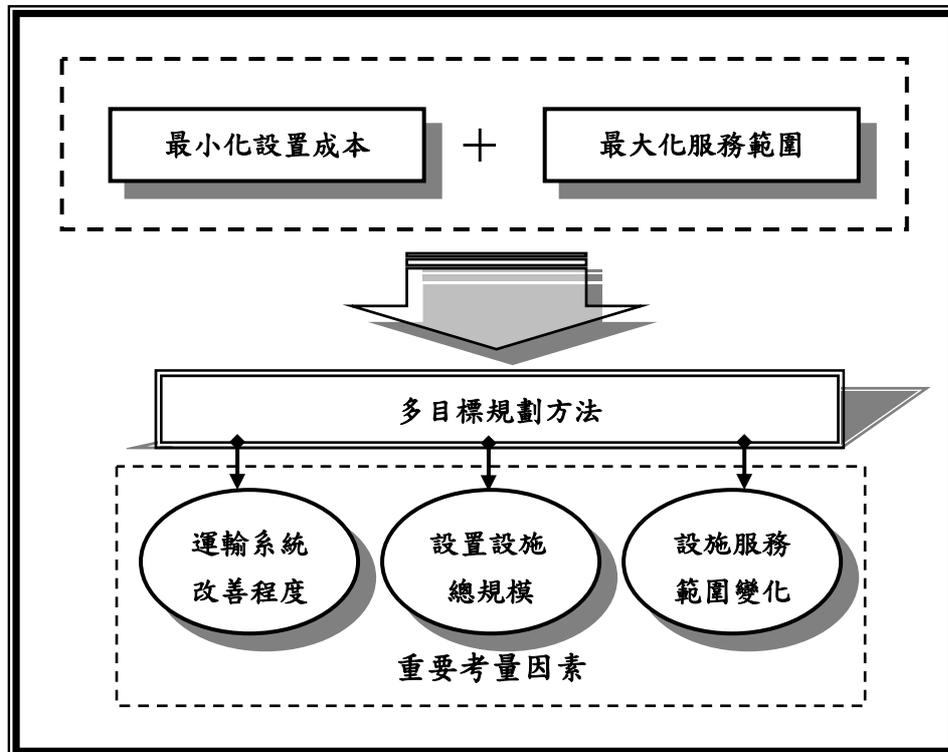


圖 3-4 地域連攜規劃構想圖

### 5、課題五：如何決定科學園區之服務範圍？

- (1) 說明：科學園區之服務範圍的意義與一般公共設施不同，它是指園區所能發揮之社會經濟效益的影響範圍，例如工作通勤距離或知識外溢距離。要探討改善運輸系統對科學園區設置的影響，必須決定何謂科學園區最適的服務範圍，以訂定最大可忍受旅行距離或時間標準，故要以科學園區所能帶來的其他效益影響範圍代替科學園區之服務範圍，才能進行科學園區與周圍地區之地域連攜規劃分析。
- (2) 構想：設置科學園區為社會經濟帶來許多外部效益，包括結合學術理論與實務應用、創造當地就業機會、促進都市及區域發展、促進科技產業成長、增加廠商之聚集利益等（鄧光浦，2001），其中結合學術理論及實務應用與創造當地就業機會兩項為一般科學園區設置於地方上所帶來之主要效益，並且都有

**空間影響範圍之限制。**前者屬於「產學連攜」的概念，即產業與學術間的合作，同樣可藉由運輸系統的改善加強其合作關係，牽涉到學術研究機構等與科學園區的互動；根據李洋寧（2003）實證大學院校與研究機構基礎研究結果在空間上之知識外溢範圍約 20~30 公里，由於本研究以平均旅行時間為服務範圍標準之訂定，將對此門檻值做適當的修正後視其為科學園區的服務影響範圍之一，如圖 3-5(a)。後者則牽涉到就業者所能忍受之最大通勤時間，而根據日本國土庁計畫調整局總合交通課（1997）之調查顯示，日常生活等級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，使人民的忍受標準相對降低，故修定日常生活等級可到達圈域約為四十五分鐘以內，並且視其為科學園區的服務影響範圍之二，如圖 3-5(b)。最後藉由運輸系統的改善探討前兩項服務影響範圍的變化，以進行地域連攜規劃分析。

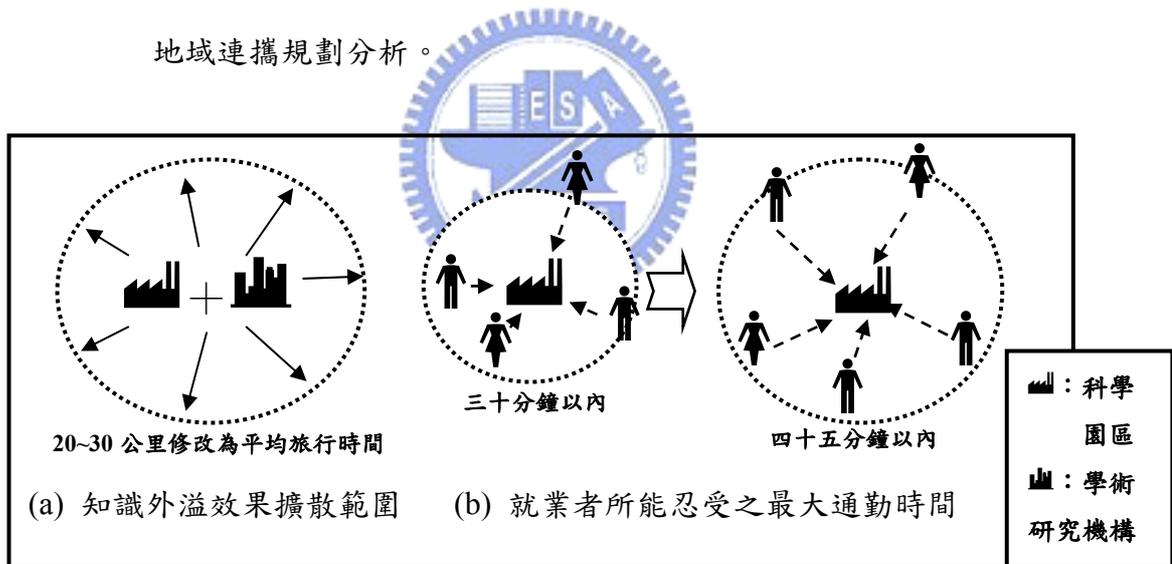


圖 3-5 科學園區服務影響範圍

## 6、課題六：如何考量各種城際運輸系統整合後之改善程度？

- (1) 說明：城際運輸系統包括空運及陸運運輸系統，但是本研究只針對經常性旅次的主要運具陸運運輸系統進行探討。然而陸運運輸系統包括公路運輸系統與軌道運輸系統兩類，這兩項運輸系統更可加以細分，種類過多且複雜不適合逐一用於討論國土規劃尺度的問題，故需要探討如何考量各種城際陸運運輸系統整合後之改善程度，使其成為適合於討論國土規劃尺度問題的考量因素。

(2) 構想：如前述陸運運輸系統包括兩類，其中屬於城際運輸系統的有高速公路及快速道路系統、高速鐵路系統與一般鐵路系統三類，如圖 3-6 所示。若要逐一探討改善各項城際運輸系統與運輸系統間的搭配使用所造成的服務範圍變化，勢必會使科學園區區位規劃模式問題過於複雜化，不適合用於以國土規劃尺度進行科學園區區位規劃的問題，故本研究以需求點距離各科學園區候選區位之平均旅行時間進行探討，以改善運輸系統縮短平均旅行時間之變化，輸入規劃模式中分析。

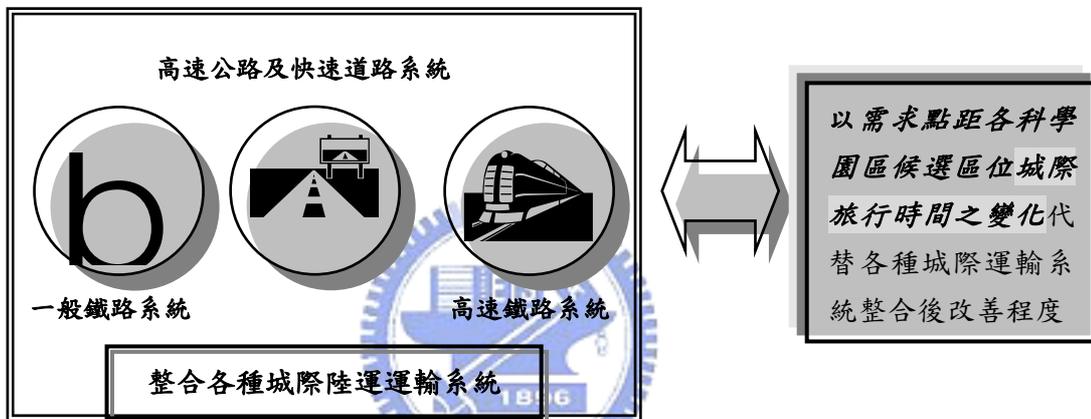


圖 3-6 各種城際運輸系統整合後之改善程度

## 3.2 研究架構

首先介紹整體研究構想，接著詳細說明優勢關係評估方法與地域連攜規劃方法兩部分之組成架構，作為模式建構之基礎。

### 3.2.1 整體研究構想

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通過可行性評估的情況下，如圖 3-7 第一部分所示首先應從國土規劃者的角度進行整體可行方案的篩選工作。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，再加上台灣的地理環境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。

方案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設置與否，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，如圖 3-7 第二部分。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位置進行區位規劃分析，本研究以地域連攜觀念進行園區區位設置以及運輸系統改善之整體規劃分析。

如圖 3-7 第三部分所示，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涵蓋空間範圍，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改善成本。第一個目標在設置園區愈多及運輸系統愈完善情況下，會有愈大的涵蓋空間範圍，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，園區的設置與運輸系統的改善之間在二個目標上均具有替代關係，例如，運輸系統改善可以取代園區設置而維持相同的涵蓋範圍與建設成本，這在園區設置規模有其需求上限時特別具有政策意義。

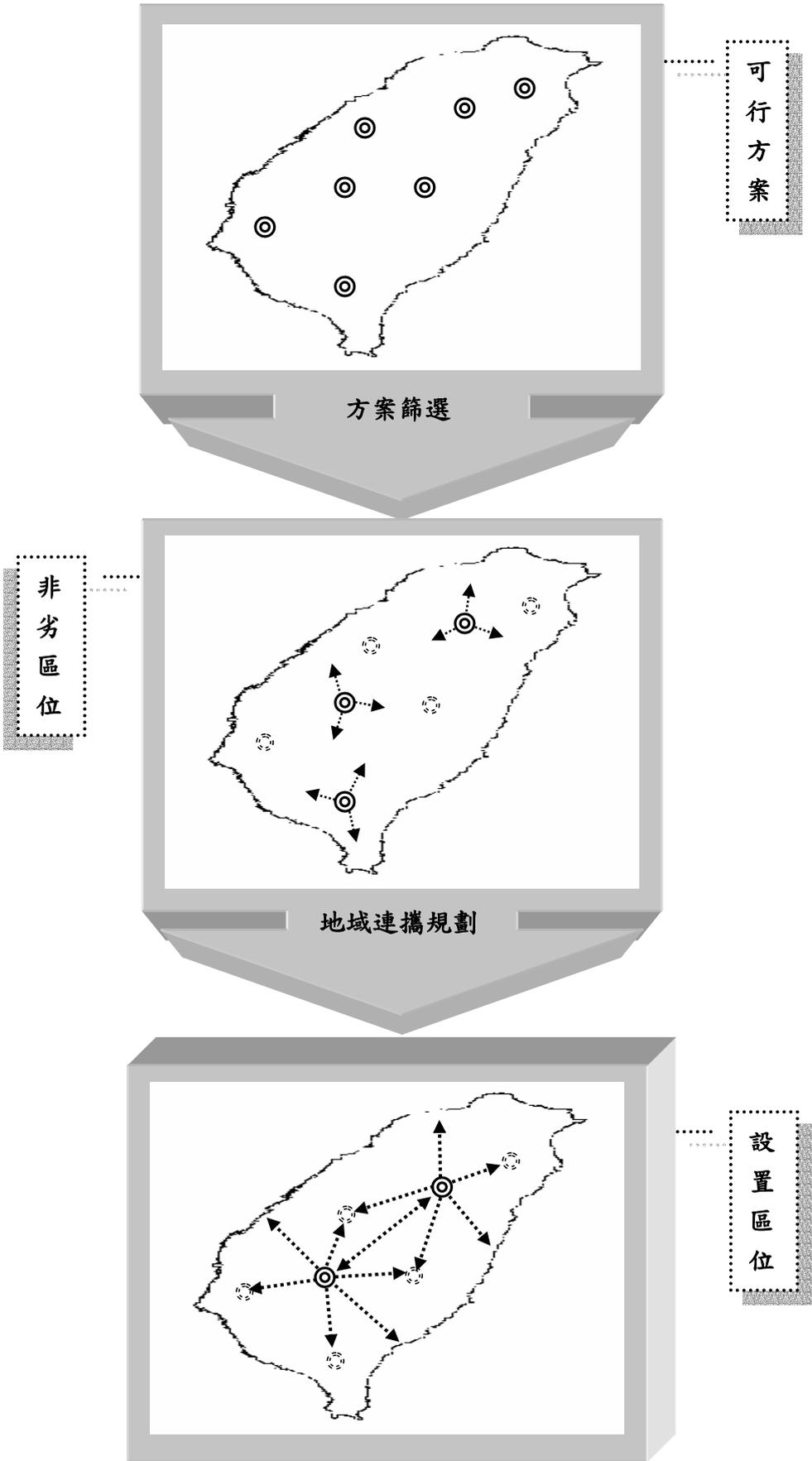


圖 3-7 整體構想圖

### 3.2.2 整體分析架構

整體分析架構如圖 3-8 所示二階段，第一階段在建立科學園區區位評估指標，並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，對設施區位配置與運輸系統改善進行整合的規劃分析，以達到總建設成本最小化及效益涵蓋空間範圍最大化之雙重目標。

第一階段之構想如圖 3-8(a)，為篩選出非劣計畫，將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 ELECTRE I 的功能在從可行的計畫中選出在多數評估準則下具有滿意偏好，同時對任一評估準則又滿足不滿意偏好標準的計畫，符合欲以國土規劃角度篩選科學園區計畫的目的。且 ELECTRE I 評估模式適用於離散型決策問題，而本研究實例分析之 6 處科學園區計畫為有限的個數，故以 ELECTRE I 評估模式為篩選科學園區非劣計畫之評估方法；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方案。模式之方法細節說明於 3.3 節。

第二階段之構想如圖 3-8(b) 所示，將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如第二章所述，包括 LSCP 與 MCLP 兩種，由於最小化運輸成本與最大化涵蓋範圍兩項目標分屬於 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，代表運輸系統改善水準之規劃建設；另一項決策變數為各個非劣計畫是否配置（或開發），代表科學園區區位配置之規劃建設。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），四是園區設置與需求點被涵蓋之關係式，五是建設成本與園區設置和運輸系統改善間的關係式，最後是決策變數之值域宣告。此階段之規劃分析模式將列式說明於 3.4 節。

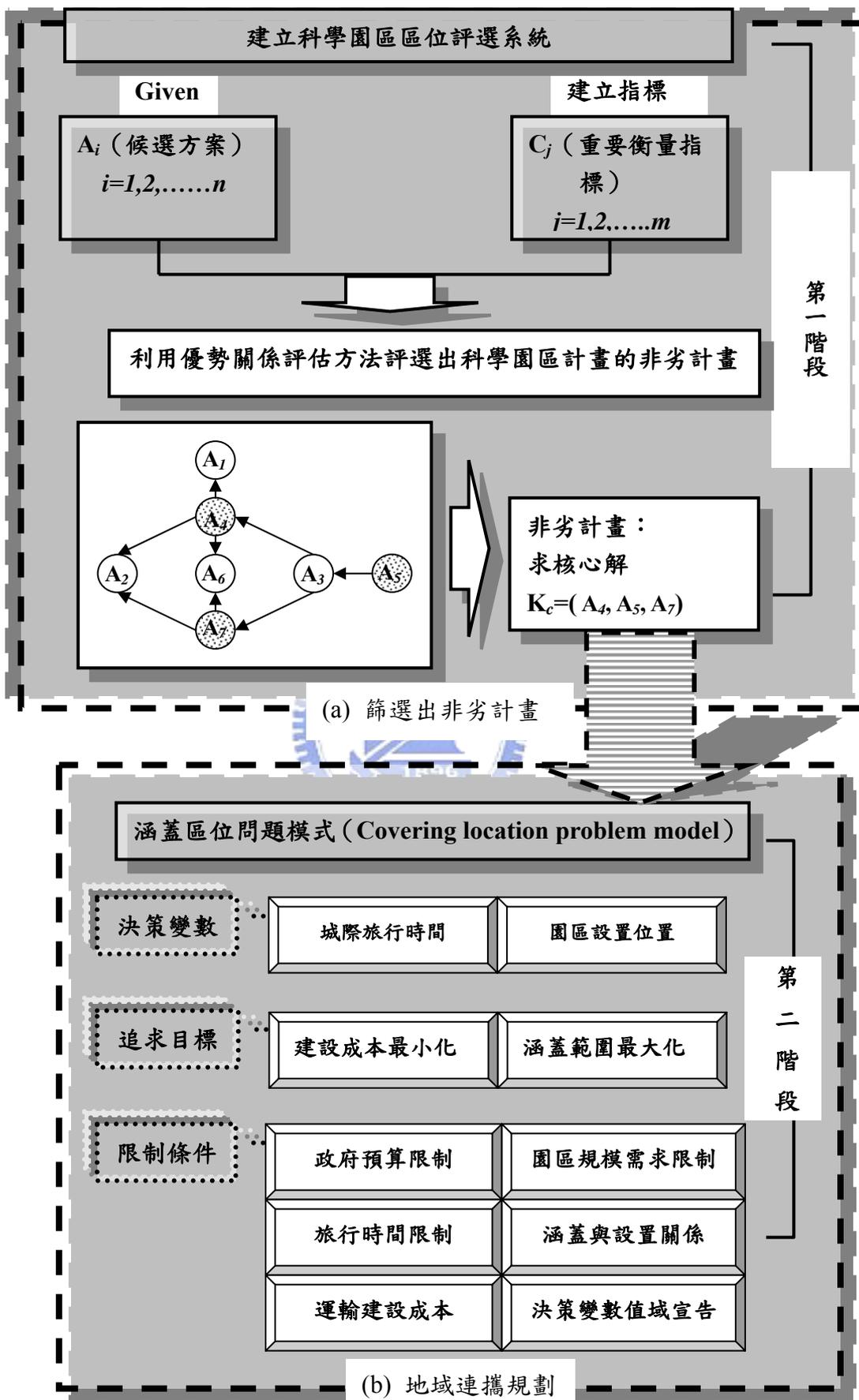


圖 3-8 分析架構圖

### 3.3 ELECTRE (elimination et choice translating reality) I 評估模式

#### 3.3.1 評估程序

ELECTRE I 評估模式之目的在於從可行計畫中，選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，如圖 3-9 所示包括以下八個步驟。

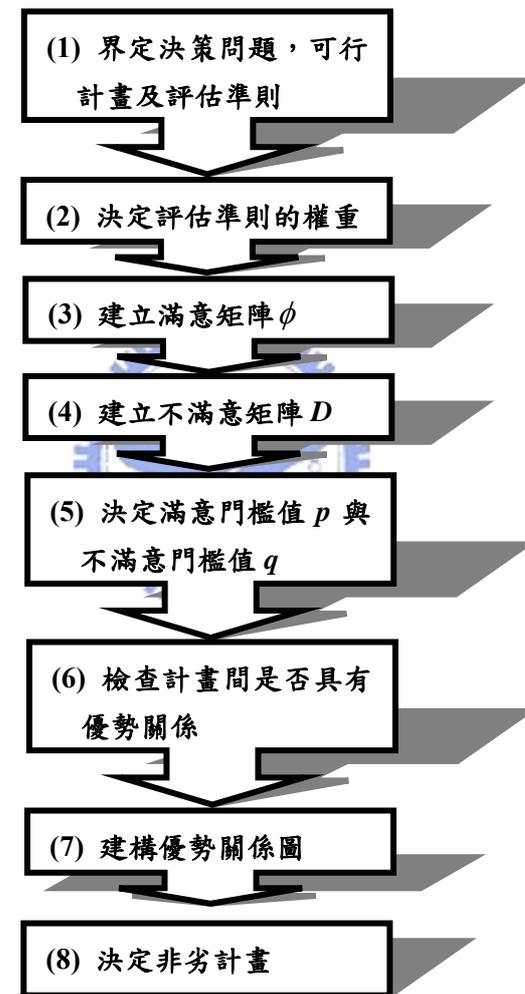


圖 3-9 ELECTRE I 評估模式分析步驟

逐項說明如下：

- (1) 第一步驟為決策問題之界定，即研擬 $n$ 項可行計畫 $A=\{A_1, A_2, \dots, A_n\}$ 及 $m$ 個評估準則的集合 $I=\{C_1, C_2, \dots, C_m\}$ 。
- (2) 第二步驟為決定 $m$ 個評估準則的權重 $W=\{w_j \mid j=1, 2, \dots, m\}$ 。
- (3) 第三步驟則求取成對計畫 $\{(A_h, A_k) \mid h, k=1, 2, \dots, n; h \neq k\}$ 的滿意指標 $c(h, k)$ ，並建立滿意矩陣 $\phi$ 。此模式之滿意指標表示計畫 $A_h$ 比計畫 $A_k$ 好的準則權重與一樣好準則權重一半的加總和占全部權重和的比值，如下式：

$$c(h, k) = \frac{\sum_{j \in I^+} w_j + \frac{1}{2} \sum_{j \in I^-} w_j}{\sum_{j \in I} w_j} \dots\dots\dots(1)$$

其中， $I$ 為準則集合， $I^+$ 為 $A_h$ 比 $A_k$ 好的準則集合， $I^-$ 為 $A_h$ 與 $A_k$ 一樣好的準則集合， $I^+$ 為 $A_h$ 比 $A_k$ 差的準則集合。然而因為計畫 $A_h$ 優於計畫 $A_k$ 的滿意準則集合 $I^+$ 恰為計畫 $A_k$ 劣於計畫 $A_h$ 的不滿意準則集合 $I^-$ ，其無差異之準則集合相同且準則權重平分，所以求取滿意指標時只需求取計畫 $A_h$ 優於計畫 $A_k$ 的滿意程度，故對滿意指標的定義可以只納入在某一評估準則下計畫 $A_h$ 的績效值【 $g_j(A_h)$ 】大於計畫 $A_k$ 的績效值【 $g_j(A_k)$ 】的準則權重，如下式：

$$c(h, k) = \frac{\sum_{j \in I^+} w_j}{\sum_{j \in I} w_j} \dots\dots\dots(2)$$

- (4) 第四步驟則求取成對計畫 $\{(A_h, A_k) \mid h, k=1, 2, \dots, n; h \neq k\}$ 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。在計算不滿意指標時，首先要對每一個評估準則 $C_j(j=1, 2, \dots, m)$ 定義尺度範圍，例如評估尺度為 $(1, S_j)$ ，則在 $C_j$ 準則下計畫的最佳評分為 $S_j$ 分，最差為1分；在 $[1, S_j]$ 分之間可區分為數個等級，因此不滿意指標 $d(h, k)$ 之定義為：

$$d(h, k) = \begin{cases} 0 & , \text{若 } g_j(A_h) \geq g_j(A_k) \\ \frac{1}{R^*} \max_j [g_j(A_k) - g_j(A_h)] & , \text{若 } g_j(A_h) < g_j(A_k) \end{cases} \dots\dots\dots(3)$$

其中， $R^* = \max_{a,b,j} [g_j(a) - g_j(b)]$ ， $\forall a, b \in A$  或  $R^* = \max_j (S_j)$ 。由於各評估準則的衡量單位不盡相同，可先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) 第五步驟必須決定滿意門檻值 $p$ 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) 第六步驟針對滿意矩陣 $\phi$ 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 $A_k$ 之間沒有偏好關係。
- (7) 第七步驟則建構偏好優勢關係圖。
- (8) 第八步驟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。



### 3.3.2 評估準則

欲決定具代表性之科學園區區位評估準則，本研究從三個面向設計評估準則，並擬定衡量指標之篩選原則，作為建構整體評估科學園區計畫系統之依據，詳述如下：

- (1) **衡量指標可操作程度**：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、機場與港口等重大交通建設，故將設置基地與前述各重大交通建設距離正規化後之值加總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) **空間範圍之劃設**：科學園區之效益影響範圍約為 45 分鐘之可及時間，此影響範圍是以知識外溢範圍與就業者最大可忍受旅行時間估算而得，而知識影響範圍約空間範圍 20~30 公里，在就業者最大可忍受旅行時間之內，故以知識外溢空間範圍之中間值約 25 公里為各項準則之範圍界定。
- (3) **符合科學園區成功條件**：由文獻回顧發現科學園區區位評選考量因素和成功條件有很大的關連，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條件因素。
- (4) **滿足科技廠商之需求**：由前述相關文獻回顧得知，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。
- (5) **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提高當地人民之平均收入與增加地方就業機會，亦即在地方平均收入與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。

(6) **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。

根據上述原則，本研究挑選評估準則與衡量指標如表 3-1 所示，逐項說明如下：

- (1) **區位近便性**：根據各文獻顯示便利的交通是科技廠商最重視之因素，而便利的交通內容包括便利的聯外交通路網、鄰近鐵路、機場與港口等重大交通建設，為國土規劃者日後操作方便，故以目前科學園區基地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<sup>1</sup>後所得到的總分作為衡量指標，值愈小愈適合。
- (2) **與鄰近學術及研究機構之互動**：科學園區與研發機構互動越強者其發展成功的機會將顯著提昇，研發機構大致分為學術機構（大專院校）與研究機構（例如，工業研究院等）兩類，為了整體評估方便則以基地距空間範圍 25 公里內之學術及研究機構數量為衡量指標，值愈大愈適合。
- (3) **相關產業基礎**：高科技產業間的產業關聯性非常強烈，因此具有高科技相關產業聚集的地方較易吸引高科技廠商進駐，高科技相關產業包括金屬製品業、機械設備製造修配業、電力電子製造修配業、運輸工具製造修配業、精密機械製造業與化學製品業，以空間範圍 25 公里內鄉鎮市高科技相關產業場所單位總數作為此準則之衡量指標，單位為家數，值愈大愈適合。
- (4) **居住生活環境品質**：為吸引高科技人才進駐確實不可忽視生活環境品質，以空間範圍 25 公里內鄉鎮市之教育設施（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之總分為衡量指標，值愈大愈適合。
- (5) **充足的人力資源**：由於發展產業最需要人力資源的提供，故人力充沛地區將吸引

<sup>1</sup>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。

產業之進駐，而科學園區主要為吸引科技廠商進駐，對於具有專業技術人員之需求較高，同樣以**空間範圍 25 公里內鄉鎮市高中職以上學歷人口數**為此準則之衡量指標，單位為人，值愈大愈適合。

- (6) **帶動地方的經濟發展**：為帶動地方的經濟發展，故最直接的影響就是提高當地人民之平均收入與增加地方就業機會，但是當地人民之平均收入會受到高科技人員收入之影響而提高，可能會高估科學園區對地方發展的影響效果，故以**基地所在鄉鎮市居民失業率**為此準則之衡量指標，單位為百分比，值愈大愈適合。
- (7) **土地取得難易度**：影響地方執行配合能力最直接的因素為土地取得的成本，若土地取得成本過高易造成地方財政負擔過大，故以**基地每平方公尺土地之公告現值**作為衡量土地取得難易度之衡量指標，單位為元/平方公尺，值愈小愈適合。

表 3-1 科學園區區位總體評選系統

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	基地距空間範圍 25 公里內學術及研究機構數量
		相關產業基礎	空間範圍 25 公里內高科技相關產業場所單位總數
		居住生活環境品質	空間範圍 25 公里內教育設施（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	空間範圍 25 公里內高中、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	基地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	土地取得成本



### 3.4 地域連攜規劃模式

地域連攜規劃主要利用考量服務範圍之區位決策方法同時分析運輸系統改善與科學園區區位配置，第二章已介紹過區位設置之服務範圍問題（Location set covering problem, LSCP）及最大服務範圍區位問題（Maximal covering location problem, MCLP）基本模式，本節結合前述兩類問題以成本最小化及服務範圍最大化兩者為目標設計規劃模式，模式架構、構想及列式說明如下。

#### 3.4.1 模式架構

以下逐一說明模式之假設條件、已知條件與輸出需求，其關係如圖 3-10 所示。

##### (1) 假設條件

- a. 經篩選之科學園區替選方案皆為發展潛力優良的地區，易於吸引且適合高科技廠商之進駐。
- b. 替選方案之間的同質性高且彼此具替代性，各替選方案可視為同質之方案。
- c. 以科學園區為地方帶來的社會經濟效益影響範圍代表科學園區之服務範圍。
- d. 科學園區規模大小不影響其服務範圍。

##### (2) 已知條件

- a. 以科學園區替選方案所在縣市之鄉鎮市區為需求分區。
- b. 科學園區替選方案之規模視各計畫規模而定。
- c. 兩地區之間的現在平均旅行時間及旅行時間下限，可參考台灣地區第三期整體運輸規劃模式（交通部運輸研究所，1999）之推估數值。
- d. 科學園區單位建設成本之推估將參考新竹科學園區計畫而決定。
- e. 運輸系統建設成本與旅行時間之間的關係已知。
- f. 科學園區服務範圍將以科學園區能為地方帶來的社會經濟效益影響範圍代表，其中有範圍限制的效益包括知識外溢效果與就業者旅行範圍，以前者之擴散範圍（約 20~30 公里）與就業者所能忍受之最大旅行時間（45 分鐘）代表科學園區效益影響服務範圍，其中知識外溢效果之擴散範圍若以平均速限 50 公里換算成時間距離，其擴散範圍約 30 分鐘可及時間，但考量各種不同運具及離、尖峰時段的影響，故

修正其可及時間約為 45 分鐘，與就業者能忍受之最大旅行時間相同，所以科學園區的效益影響服務範圍限制約為旅行時間 45 分鐘以內能到達之地區。

- g. 科學園區計畫屬於重大建設計畫，需要雄厚的基金支持其開發與建設，總設置成本必須在政府之預算限制內。
- h. 科學園區設置總規模以不超過科技廠商之總需求為限。

(3) 輸出需求

- a. 科學園區替選方案中，何者設置區位？何者不設置？
- b. 所有設置之科學園區服務涵蓋範圍。
- c. 運輸系統之改善程度，可為任兩鄉鎮市區間的旅行時間改善水準，或是特定運輸系統改善計畫執行與否。

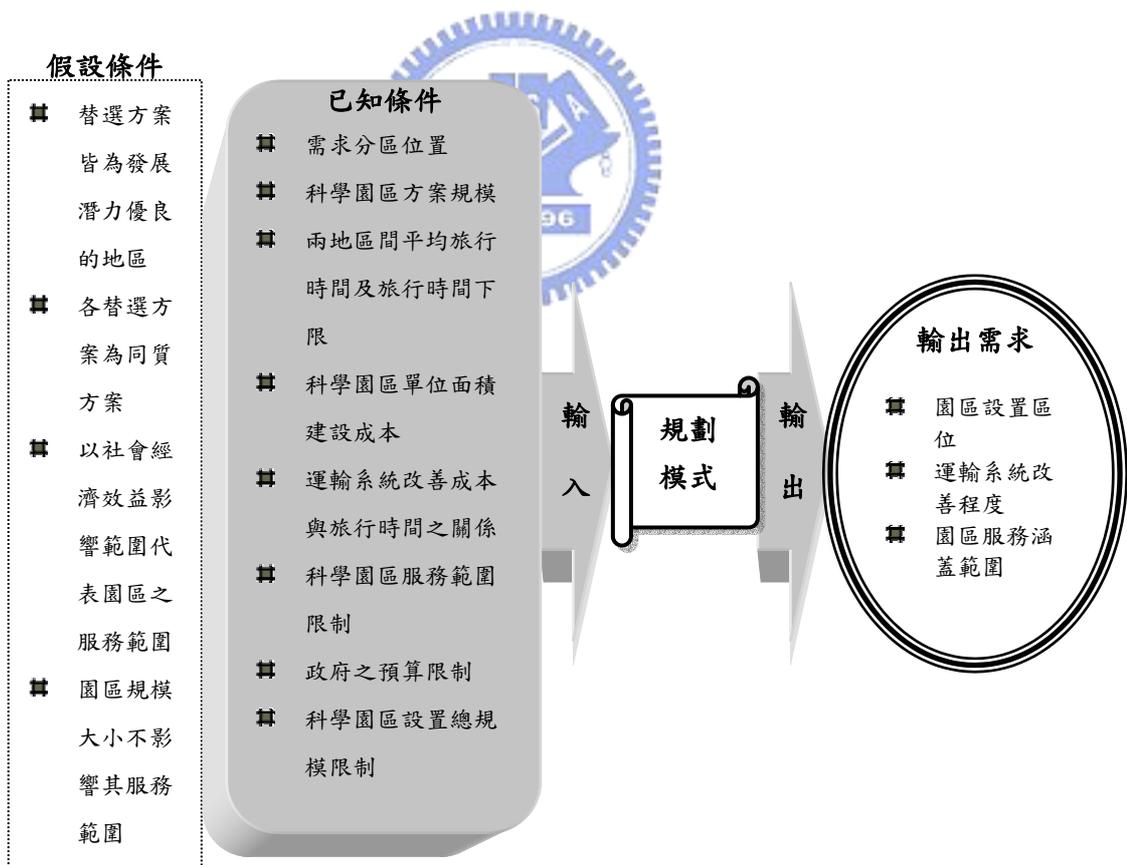


圖 3-10 模式架構關係圖

### 3.4.2 模式構想

#### (1) 決策變數

主要的決策變數有以下三項：

- a. 科學園區設置區位：以優勢關係評估法篩選出之科學園區替選方案，作為地域連攜規劃之候選區位，候選區位有配置者之值為 1，未配置者之值為 0，如圖 3-11 所示。
- b. 需求點之涵蓋與否：檢視需求點是否在科學園區效益服務範圍內，即是否被科學園區服務，有被科學園區服務之需求點之值為 1，未被服務之需求點之值為 0，如圖 3-11 所示。

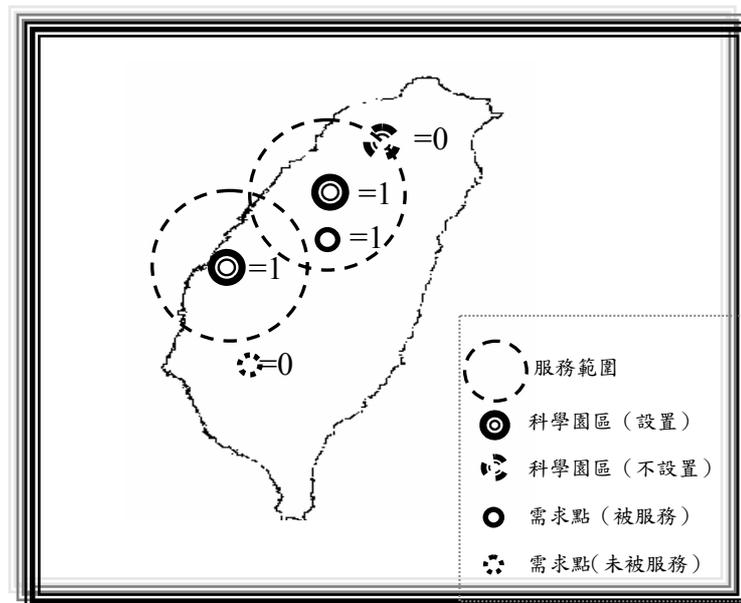


圖 3-11 科學園區基地候選區位與需求點之涵蓋與否示意圖

- c. 城際旅行時間：城際旅行時間必須大於或等於 0。由於運輸建設成本會因為城際旅行時間之縮短而增加，其與科學園區設置成本之間的取捨更影響總建設成本之變化，在涵蓋範圍要最大化的條件下，城際旅行時間對總建設成本與總服務範圍的變化產生權衡影響。

(2) 追求目標

追求目標包括以下兩項，此兩項目標皆為解決高鐵沿線各縣市爭相設置科學園區計畫之投資浪費問題。

- a. 總建設成本最小化：期望藉著運輸系統的改善縮短城際間的旅行時間並減少科學園區之設置，即以建設運輸系統取代重複設置科學園區，達到總建設成本最小化的目標，如圖 3-12 所示。

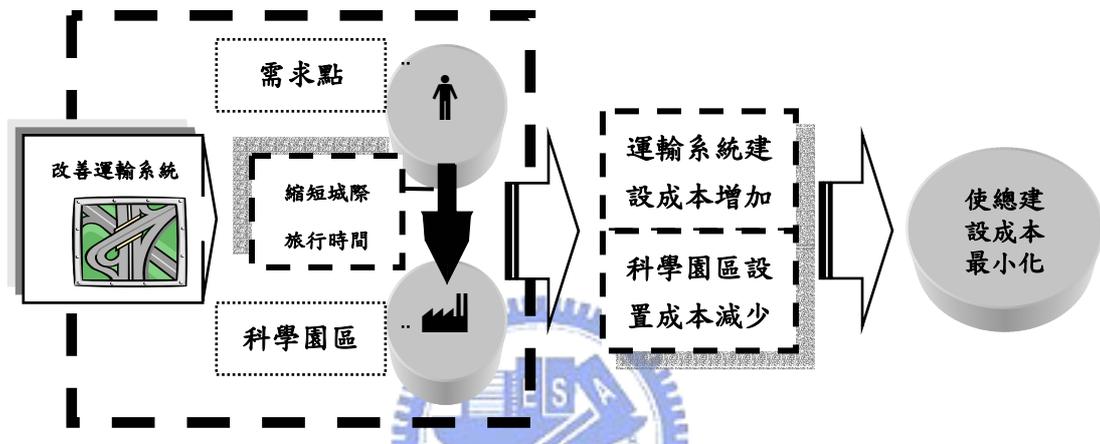


圖 3-12 目標式一構想圖

- b. 總服務範圍最大化：為了使大部分地區都能享受到科學園區所帶來的社會經濟效益，故希望能使總服務範圍最大以服務到最多的需求點，如圖 3-13。

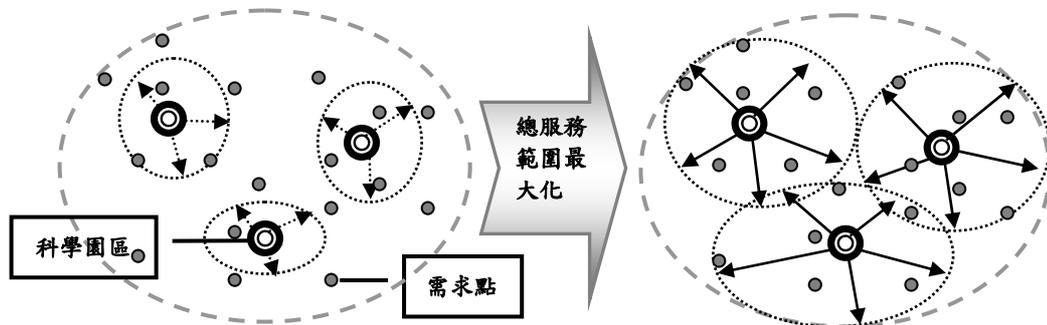


圖 3-13 目標式二構想圖

## (3) 限制條件

限制條件主要考量是否被科學園區效益影響範圍涵蓋之偵測、政府的預算限制、科學園區總設置規模限制以及運輸系統改善程度與成本之關係等四項因素。由上列四項因素建構而成之限制條件構想詳述如下：

- a. 如圖 3-14 所示，由於科學園區效益影響範圍之最大限制為 45 分鐘以內之可及時間，所以若需求點  $i$  與設置之園區  $j$  可及時間在 45 分鐘以內，則表示需求點  $i$  在園區之效益影響範圍內，即需求點  $i$  應該有被園區所服務。

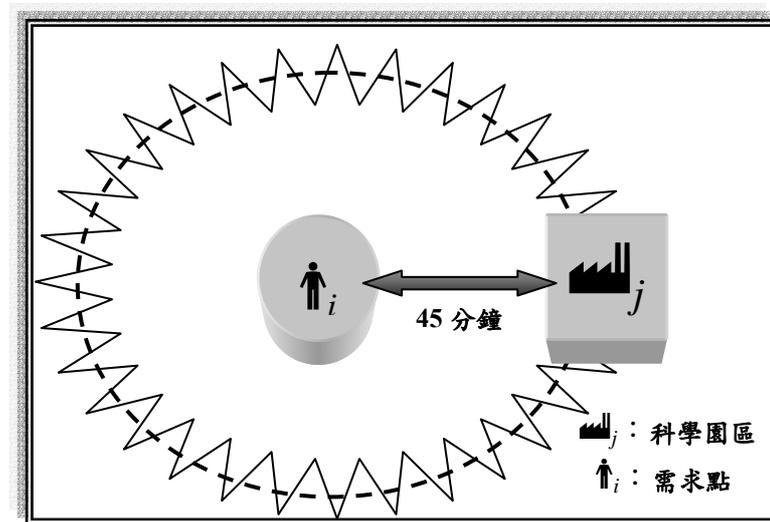


圖 3-14 限制條件構想圖 (1)

- b. 如圖 3-15 所示，政府預算多寡影響運輸系統改善與園區設置總規模，而園區總規模上限則視科技廠商需求多寡而決定；又由於各園區之規模不同，故園區之配置與否也會受到園區總規模上限之影響，而園區總規模上限更必須在政府之預算限制內，由此產生園區之設置區位。最後可做政策敏感度分析，探討在不同預算限制或總規模限制下，科學園區設置區位的變化。

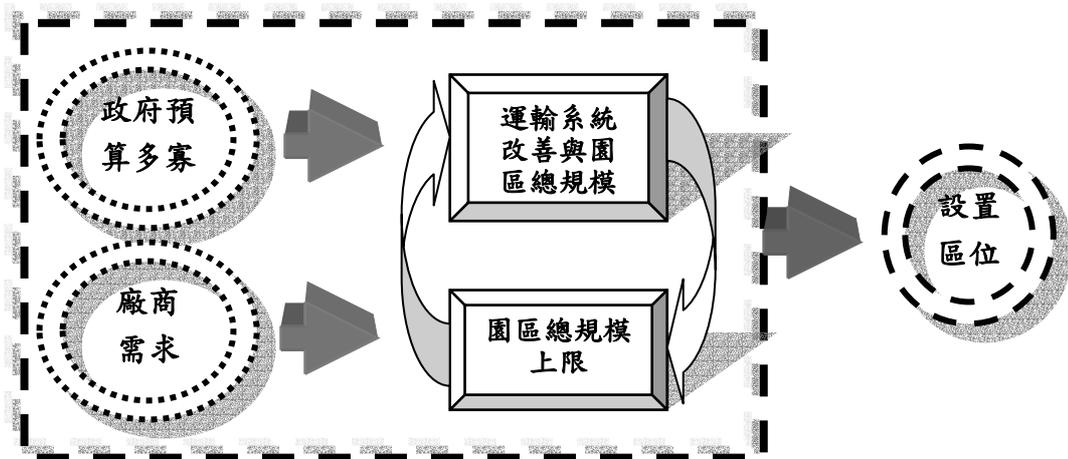


圖 3-15 限制式構想圖 (2)

- c. 如圖 3-16，以各需求點到達科學園區基地之城際平均旅行時間 ( $T'$ ) 代表目前運輸系統之服務水準，並以縮短城際平均旅行時間為 ( $T$ ) 所花費之建設成本，與設置科學園區所花費之成本進行替代權衡，即以運輸系統改善程度代表地域連攜之概念，最後可得出運輸系統之最佳改善程度。

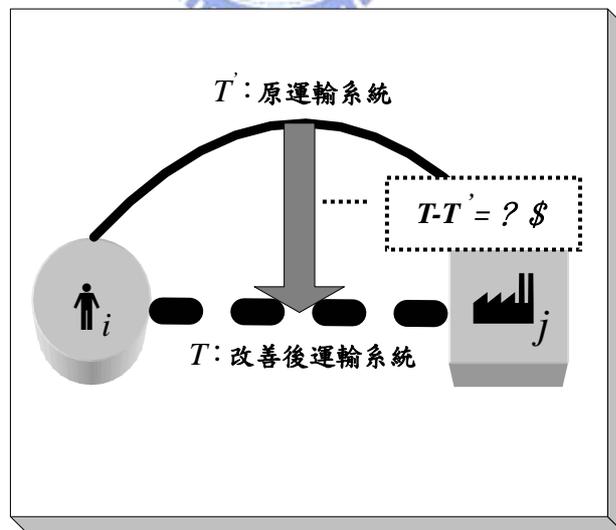


圖 3-16 限制式構想圖 (3)

## 3.4.3 模式列式

本節定義模式所使用參數及符號，並說明構想公式化過程，展現完整數學規劃模式。

## (1) 符號定義

首先定義模式中所使用之符號及參數如表 3-2 所示。

表 3-2 模式符號及參數說明

符號	說明	單位	
$N$	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	
$C2_{ij}$	$i$ 區與 $j$ 區間運輸系統改善成本, $i \in M, j \in N$	元	
$a_i$	需求分區 $i$ 之人口數	人	
$B$	政府預算限制	元	
$L_j$	計畫 $j$ 之計畫規模	平方公里	
$D$	計畫總規模需求上限	平方公里	
$T'_{ij}$	$i$ 區與 $j$ 區間目前的平均旅行時間, $i \in M, j \in N$	分鐘	
$T''_{ij}$	$i$ 區與 $j$ 區間旅行時間下限, $i \in M, j \in N$	分鐘	
$W$	影響 $C2_{ij}$ 之其他影響因素集合	—	
$S$	最大可接受的服務範圍 (旅行時間)	分鐘	
決策變數	$X_j$	$j$ 計畫執行 (=1) 或不執行 (=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, $i \in M, j \in N$	分鐘

(2) 構想公式化

a. 決策變數

本模式之決策變數有三：一為科學園區基地候選區位設置與否， $X_j$ 代表園區計畫 $j$ 執行(=1)或不執行(=0)；二為需求點之涵蓋與否， $Y_i$ 代表需求點 $i$ 區被涵蓋(=1)或未被涵蓋(=0)；三為園區計畫 $j$ 與需求點 $i$ 區間運輸系統改善後之平均旅行時間， $T_{ij} \geq 0$ 。

b. 目標一

為解決園區重複設置而產生之資源浪費問題，欲以運輸系統之改善替代設置科學園區所產生龐大之建設成本，故追求使園區建設成本( $C1_j$ )加上運輸系統改善成本( $C2_{ij}$ )最小化，如式(4)所示：

$$\text{Min} \sum_{j \in N} C1_j X_j + \sum_{i \in M} \sum_{j \in N} C2_{ij} X_j \dots\dots\dots (4)$$

c. 目標二

由於地域連攜之概念為以運輸系統之改善達到資源共享，故規劃後之園區配置必須追求使涵蓋範圍達到最大化之目標，如式(5)所示：

$$\text{Max} \sum_{i \in M} a_i Y_i \dots\dots\dots (5)$$

d. 限制一

式(6)目的在決定園區配置與需求點被涵蓋的關係：

$$\sum_{j \in \alpha_i} X_j \geq Y_i, \quad \forall i \in M \dots\dots\dots (6)$$

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 $i$ 不被涵蓋在配置園區之服務範圍內，依式(6)  $Y_i$ 將為 0；當  $\sum_{j \in \alpha_i} X_j > 0$ ，表示需求點至少被涵蓋在一個配置園區之服務範圍內，此時 $Y_i$ 可為 0 或 1，但在式(5)的作用下， $Y_i$ 將為 1。

e. 限制二

由於園區之配置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改善成本不可超過政府之預算限制，如式 (7)；而園區總規模不應超過規劃範圍內科技廠商之總需求，如式 (8)。

$$\sum_{j \in N} C1_j X_j + \sum_{i \in M} \sum_{j \in N} C2_{ij} X_j \leq B, \quad \forall i, j \dots\dots\dots (7)$$

$$\sum_{j \in N} L_j X_j \leq D \dots\dots\dots (8)$$

f. 限制三

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，如式 (9) 所示：

$$T_{ij}'' \leq T_{ij} \leq T_{ij}', \quad \forall i \in M, j \in N \dots\dots\dots (9)$$

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建設成本與運輸改善成本之權衡關係，以達到最小化總建設成本的目標，此限制列式如下：

$$C2_{ij} = f(T_{ij}, W), \quad \forall i \in M, j \in N \dots\dots\dots (10)$$

g. 決策變數之值域宣告

決策變數之值域宣告包括以下三式：

$$T_{ij} \geq 0, \quad \forall i \in M, j \in N \dots\dots\dots (11)$$

$$X_j = \{0,1\}, \quad \forall j \in N \dots\dots\dots (12)$$

$$Y_i = \{0,1\}, \quad \forall i \in M \dots\dots\dots (13)$$

## (3) 完整模式

由上述構想公式化過程，可將完整的模式列式如下。

[P<sub>1</sub>]

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

$$\text{Max} \quad \sum_{i \in M} a_i Y_i$$

$$\text{s.t.} \quad \sum_{j \in \alpha_i} X_j \geq Y_i, \quad \forall i \in M$$

$$\alpha_i = \{j \in N \mid T_{ij} \leq S\}, \quad \forall i \in M$$

$$\sum_{j \in N} C1_j X_j + \sum_{i \in M} \sum_{j \in N} C2_{ij} X_j \leq B$$

$$\sum_{j \in N} L_j X_j \leq D$$

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

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

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

$$X_j = \{0,1\}, \quad \forall j \in N$$

$$Y_i = \{0,1\}, \quad \forall i \in M$$

[P<sub>1</sub>]問題為連攜規劃的理想模式，它在實際應用上會有兩個困難：其一，因為它兼具多目標規劃、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；其二，式(10)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，且因為尚無適當的樣本資料可供校估參數。故本研究建議在實務上宜將 [P<sub>1</sub>] 修改為[P<sub>2</sub>]應用。

[P<sub>2</sub>]

$$\text{Min} \sum_{j \in N} C1_j X_j + C2 \dots\dots\dots (14)$$

$$\text{Max} \sum_{i \in M} a_i Y_i \dots\dots\dots (15)$$

$$\text{s.t.} \sum_{j \in \alpha_i} X_j \geq Y_i, \forall i \in M \dots\dots\dots (16)$$

$$\alpha_i = \{j \in N | T_{ij} \leq S\}, \forall i \in M$$

$$\sum_{j \in N} C1_j X_j + C2 \leq B \dots\dots\dots (17)$$

$$\sum_{j \in N} L_j X_j \leq D \dots\dots\dots (18)$$

$$X_j = \{0,1\}, \forall j \in N \dots\dots\dots (19)$$

$$Y_i = \{0,1\}, \forall i \in M \dots\dots\dots (20)$$

[P<sub>2</sub>]問題之修改主要包括以下兩點：

- a. 將運輸系統改善成本視為給定之參數，其由給定的運輸系統改善計畫所決定，故刪除式 (10)，並將式 (4) 與式 (7) 修正成式 (14) 與式 (17)；
- b. 將 $T_{ij}$ 視為給定之參數，其由已知的運輸系統改善計畫所決定，並刪除式 (9) 與式 (11)，則[P<sub>2</sub>]問題之決策變數減少為二：其一為 $X_j$ ，代表園區之配置與否；其二為 $Y_i$ ，代表需求點被涵蓋與否。

使用[P<sub>2</sub>]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 ( $T_{ij}$ ) 及運輸系統改善成本 ( $C_2$ )，分析園區之最佳配置區位，最後比較各方案與未做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配置與運輸系統改善之連攜規劃內容。