

## 第三章 模式構想

經由第二章對於土地使用變遷模式、多主體系統以及影響土地使用變遷因素的回顧，對於土地使用變遷的內涵有初步的了解與概念。本章首先針對土地使用變遷模式的決策問題進行課題分析與界定，之後再根據研究架構所界定決策問題的需要建立模式，包括行為者之定義、轉換規則的產生，以及影響因素的選擇，最後設計整個研究的架構。

### 3.1 研究課題

本節目的在分析研究課題與建立研究情境，主要針對研究中可能遭遇的相關課題進行了解，並提出研究構想，以當作之後研究架構與模式建立之基礎。

#### 3.1.1 課題分析

本研究之主要課題有六個，分別說明如下：

課題一：造成捷運沿線土地使用變遷之因素為何？

說明：

造成土地使用變遷的因素很多，根據第二章的文獻回顧指出影響土地使用變遷因素包含生態、社會經濟、鄰近特性、空間政策等因素，但近年都市的土地使用變遷受到生態、生物上的因素影響已經非常的小，尤其是在都市地區甚至幾乎沒有影響，因此如何選取合理的土地使用變遷因素是相當重要的決策因素。

研究構想：

在界定捷運沿線影響因素時，捷運的興建與營運是重要的外生因素，而本研究將自然環境因素中生態、生物影響因素拿掉，將針對交通因素、社經因素、政策因素與鄰近特性四個構面去考量，說明如下：

1. 交通因素：鄰近捷運車站、交流道距離與道路寬度；
2. 社經因素：人口特性、公告現值、剩餘容積率；
3. 政策因素：政府政策、土地分區、限制發展區；
4. 鄰近特性：利用 CA 加以分析，計算網格鄰近土地使用類型。

透過這些因素會產生影響土地使用變遷的函數 =  $f$  (外生因素)，其中交通因素與政策因素為外生變數，而社經變數與鄰近特性為內生變數，透過土地使用變遷模式可以決定下一期的土地使用類型，改變土地使用的社會經濟與鄰近特性屬性，如網格人口數、公告地價等，而下一期的土地使用使性會透過回饋去改變內

生變數，形成一個循環的土地使用影響架構，如圖 3.1 所示。

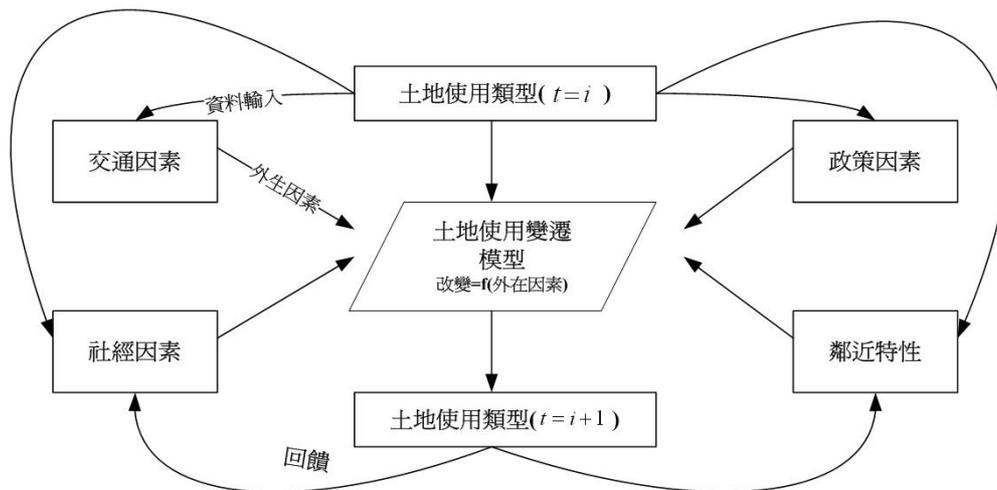


圖 3.1 土地使用影響因素架構圖

課題二：如何決定土地使用變遷項目？

說明：

台北捷運興建的目的是為了解決台北都會區的擁擠問題，因此捷運興建都選擇在人口擁擠地區，多數捷運的沿線土地在規劃前都已經開發完成，沒有存在未開發土地。因此土地使用變遷項目著重於「都市土地使用」的分類上，但需要考慮到都市土地使用強度的問題，Conder 與 Analyst 在 1998 年對波特蘭捷運地區進行土地價值與「資本-土地替代參數(Capital-Land Substitution Parameter)」之研究，探討捷運地區附近之土地價值土地使用變化之關係，而此項研究的假設是政府不能限制都市的成長與發展，結果發現住宅市場會反應不同的地租在不同的土地上，也就是說同樣是住宅區，他的價值是不一樣的，土地價值較高地區會以十坪的土地蓋十層樓，來取代一百坪的土地蓋一層樓。因此捷運沿線的土地使用變遷需考慮土地強度，不單是何種使用類型。

研究構想：

土地使用類別項目及判釋準則依照「國土規劃基本分析圖表標準作業程序」中的判釋標準分類，依照本研究需要的土地使用類型，將捷運沿線可能土地使用類型分成已開發區、交通用地、公有及其他設施、水體與其他五大類，其中包括有閒置用地、農業使用、住宅使用、工業使用、商業此用、公園綠地、機關用地、軍事用地、學校用地、交通用地、水體、林地與其它等 13 種類型，如圖 3.2 所

示。

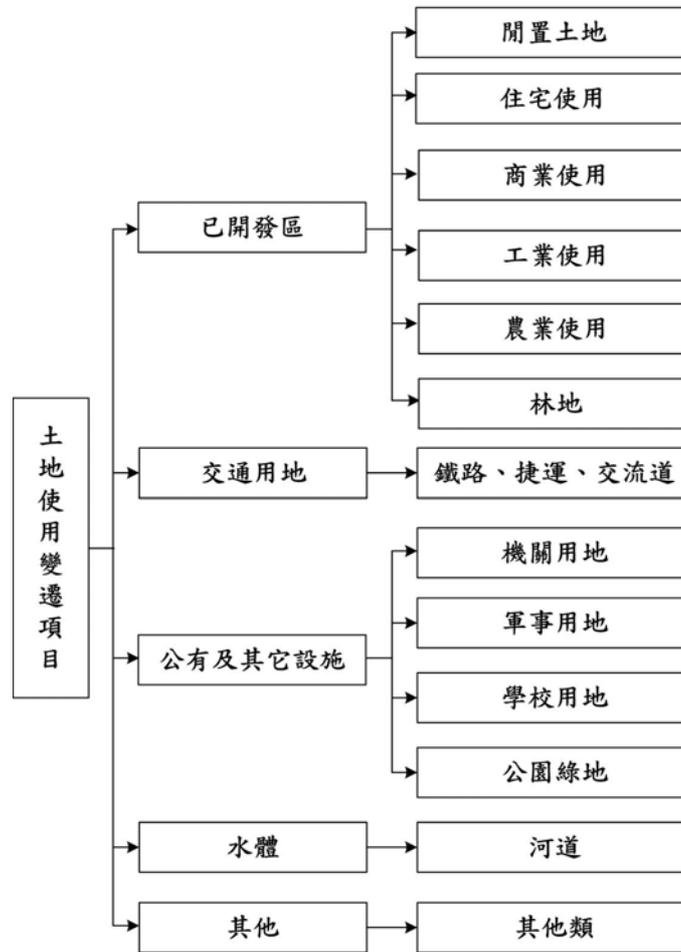


圖 3.2 土地使用類型項目圖

在土地使用強度方面，本研究以剩餘容積來加以表示，因每種土地使用分區的容積率不相同，而土地使用強度可以用是否有完全使用容積來表示。

課題三：土地使用變遷的決策者是誰？

說明：

土地使用變遷中，決策者對土地使用會有直接影響力，決策者會以個人觀點加上所有因素去決定個人最適的土地使用類型。因此需去界定決策者為何？

研究構想：

土地使用變遷的決策者為土地擁有者，他會綜合各因素去決定較佳的土地使用類型，假如一土地上有多个決策者則會透過投票模式去決定最適的土地使用，但是決策者並非只有地主而已，政府的政策因素扮演一個重要的決策者，土地政

策會限制土地的使用以及開發方式，如土地使用管制、禁止開發區等等…，因此土地使用的決定是需要地主與政府去共同決定，一般而言政府的決定權大於地主，但地主也可以透過申請變更方式改變土地使用類型，在本研究中將把網格當成決策行為者，土地使用變遷決策示意圖如圖 3.3 所示。

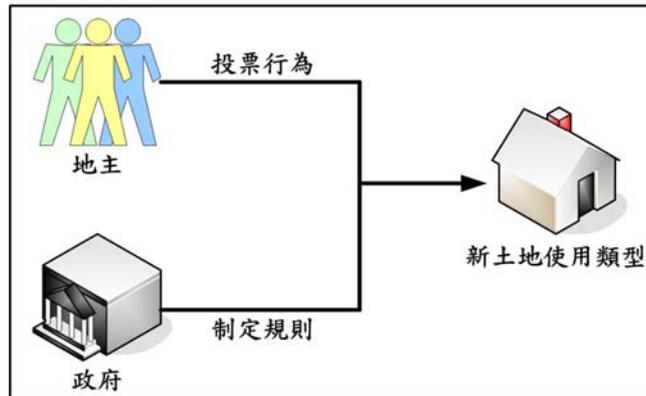


圖 3.3 土地使用變遷決策行為圖

課題四：如何取得土地使用變遷的資料庫？

說明：

驗證土地使用變遷需要有捷運興建前後之土地使用判釋資料庫，因此資料庫的取得對模擬的驗證有莫大的影響。

研究構想：

土地使用判釋的資料系統是以民國 83 年國土利用調查資料為依據，內容包括有台北都會區各種土地使用覆蓋情況，以及 100 公尺×100 公尺網格資料、土地使用情況及人口分派資料，例外模擬驗證資料將使用民國 95 年的土地使用現況調查資料，先利用航照圖判釋出農業、河川、林地、交通用地及有建物部份，而建物部份再依照現場調查方式得知目前做何種使用。

課題五：如何決定土地使用變遷轉換規則？

說明：

土地使用的變遷會因為時間、空間與人為因素而有所不同，因此土地使用變遷規則需根據當時的時空背景加以制定，而如何決定正確與有效的轉換規則會影響預測的正確與否。

研究構想：

在變遷規則中本研究使用多元羅吉特模式去推估，使用 LUCAS 的多元羅吉特模式為基礎，推導出適合的土地使用變遷公式，進而計算每個網格土地使用轉變的機率，LUCAS 公式如下：

$$p[i \rightarrow j] = \frac{\exp(\alpha_{i,j} + z^T \beta_j)}{\sum_{j=1}^n \exp(\alpha_{i,j} + z^T \beta_j)}$$

其中：

$p[i \rightarrow j]$ ：為  $i$  種土地使用變成  $j$  種土地使用的機率；

$z$ ：為  $n \times 1$  的矩陣，表示影響土地使用變遷的變數， $n$  為變數數目；

$\alpha_{i,j}$ ：為校估的常數；

$\beta_j$ ：為  $z$  矩陣的校估參數。

有關土地使用變遷因素的部分，則根據國內外土地使用變遷模式採用的變數，加上本研究特性需求，來選取適合的土地使用變遷變數，包括有社經環境變數、交通變數、鄰近特性與政策變數，但政策變數會因研究地區不同而有所差異，在本研究中政策變數選定計畫居住密度與地區商業區使用上限，共選取 14 個變遷因素，如表 3.1 所示。

表 3.1 土地使用變遷變數表

衡量層面	變遷因素	註解
社經環境變數	人口數	各分區內總人口數 (單位：人)
	人口成長率	各分區人口增加/人口總數 (單位：%)
	公告現值	各分區內之平均公告現值 (單位：千元)
	公告現值增加率	各分區公告現值增加量/年期(單位%)
	剩餘容積	法定容積減去現行容積(%)
交通變數	至交流道之可及性	各分區至鄰近交流道距離 (單位：公尺)
	至捷運車站之可及性	各分區至捷運車站距離 (單位：公尺)
	鄰道路寬度	各分區內道路之等級 (單位：等距)
	鄰近有捷運之網格比例	各研究分區其鄰接之8個分區中，有捷運經過之網格比例
鄰近特性	相鄰分區之住宅使用比例	各研究分區其鄰接之8個分區中，住宅土地使用所佔之比例
	相鄰分區之商業使用比例	各研究分區其鄰接之8個分區中，商業土地使用所佔之比例
	相鄰分區之農業使用比例	各研究分區其鄰接之8個分區中，農業土地使用所佔之比例
	相鄰分區之工業使用比例	各研究分區其鄰接之8個分區中，工業土地使用所佔之比例
政策變數	計畫居住密度	限制每個網格最大人口數(單位：人)
	商業區上限	限制商業區最大發展比例(%)

課題六：多主體系統在土地使用變遷上的應用為何？

說明：

本研究利用多主體系統的概念，強調一種由下而上的規劃決策方式，但如何將多主體系統概念清楚顯示於土地使用變遷模式上，將會影響模式的模擬過程設定與適切性。

說明：

本研究利用多元羅吉特模式當作土地使用的轉換規則，直到目前為止，在單一時點內分析個體決策行為時大部分仍使用多元羅吉特模式(Landis et al.,1998)。根據 Domencich and McFadden(1975)解釋，在個體選擇模式中羅吉特模式的參數用需要基於三項假設：

1. 在資訊充分的情況下，個體決策者會理性地選擇對其效用最大的方案；
2. 假設在數學的空間中方案的集合必為可微分且存在最大值；
3. 假設個體選擇彼此間是獨立的，意思是一個個體的決策既不會也不能影響另一個個體的決策。

根據這些假設了解多主體系統的架構下行為決策者不一定要是可動的，每一個網格就可以當成一個行為者，因為每個網格會擁有充分的資訊去選擇效率最大的土地使用變遷方案。最後一項假設是為了排除了策略行為的發生，也就是經濟學上的勾結行為產生，但是在多主體系統中 CA 是存在的，也就是說個體之間會互相影響，且影響程度會與距離呈反比關係，也就是說距離越近影響程度越大，因此在本研究中修正這個假設，將鄰近因素考慮到羅吉特模式中，完成一個以多主體為概念的模式。

課題七：如何呈現土地使用變遷變化？

說明：

土地使用變遷可以有靜態與動態的呈獻方法，靜態方法可以清楚地比較變遷的情況，而動態的模擬可以了解每一個時點的空間的變化過程。

研究構想：

本研究欲利用多主體系統去進行模擬，多主體包含了行為者基礎模式與 CA 模式，因此利用多主體模擬軟體 NetLogo 來進行土地使用變遷模擬分析，使用 NetLogo 的原因是因為這軟體建立在座標程式語言 Logo 上，他是將 CA 模式加

上行為者的系統程式，可以界定每一個網格的類型，並加上網格屬性，而且可創造行為者可以在空間中散佈與行動，行為者會對網格組成的環境有知覺與做反應。

根據以上的課題分析本研究將利用土地使用判識資料庫的基本資料來建立土地使用變遷轉換規則，變遷規則的建立會對表 3.1 中的參數進行校估，選取可用的變數建立羅吉特模式的土地使用轉變機率，以多主體系統的觀念去呈獻變遷的過程，模擬概念過程如圖 3.4 所示。

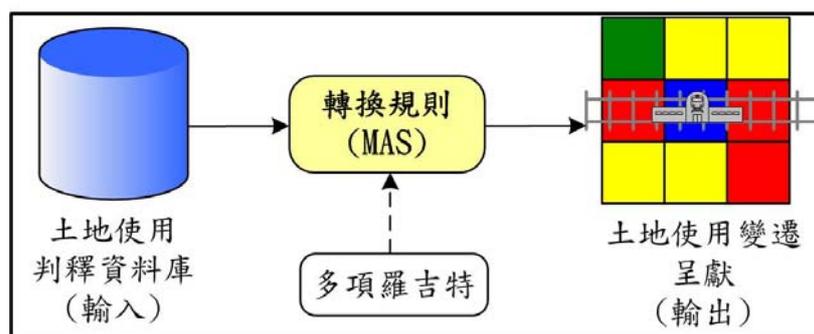


圖 3.4 模擬過程示意圖



### 3.1.2 研究架構

本研究架構根據 3.1.1 節的課題所產生，研究架構主要分成六個部份，如圖 3.5 所示，茲說明如下：

#### 一、土地使用變遷因素之決定

土地使用變遷因素之決定，本研究將透過文獻回顧去建立選取原則，經由文獻之實證研究可以了解影響土地使用變遷因素有哪些，進而透過選取原則去選定適合本研究範圍的變遷因素。

#### 二、社經資料庫之調查

選定影響變遷的因素後，根據因素的類型去進行社經資料之調查，並將其建立成未來模式可以使用之資料形式，以利於模式之資料讀取。

#### 三、建立土地使用轉換規則

本研究利用多主體系統概念，以多元羅吉特模式去建立土地使用變遷的轉換規則，並校估出轉換規則的係數。

#### 四、驗證土地使用轉換規則

以 NetLogo 軟體為模擬平臺，建構捷運新店線之地景網格空間模式，並以 84 年之土地利用調查資料為基礎，來模擬 95 年之土地使用變遷情況，並驗證土地使用轉換規則是否可行，以及校估之係數使否恰當。

#### 五、建構捷運沿線土地使用預測分析

根據轉換規則接下來以 95 年的土地使用為基礎，去預測未來十年之土地使用變化情形，並且檢視有無捷運對土地使用變遷之影響。捷運因子在本研究中是土地使用變遷重要的驅動因子，台北捷運的興建都是通過人口聚集的地區，因此透過 NetLogo 中可 ON/OFF 調整的全域變數 Switch(在 4.1.1 中詳細說明)，去設計並檢視有無捷運之差異。

#### 六、政策分析比較

政策在土地始變遷上一向扮演重要角色，本研究將擬定政策進行土地使用變

遷的模擬，來說明政策的有效性並提出建議。

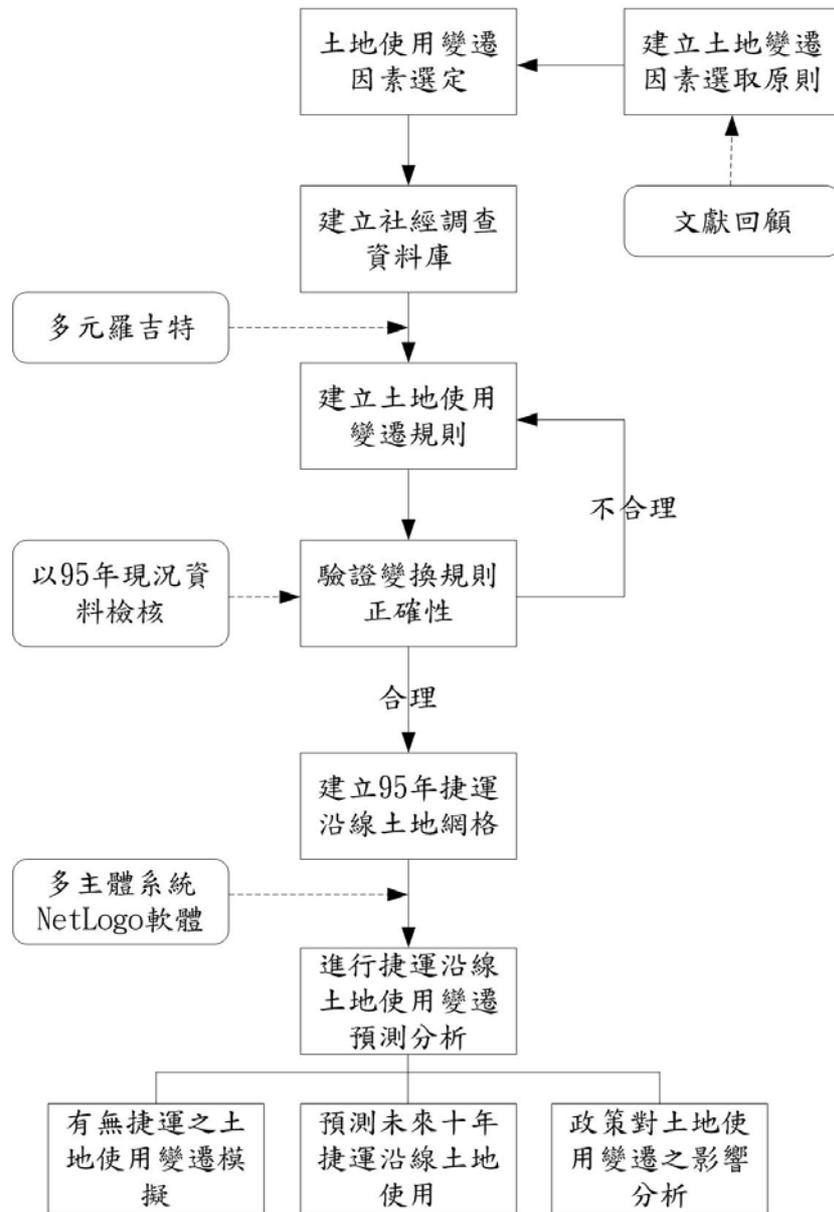


圖 3.5 研究架構圖

## 3.2 問題說明

本節主要針對模式本身的問題進行說明，根據模式的問題說明，可以了解模式的組成以及適當的使用時機，使模式在預測過程將偏誤降到最低。

### 一、誰會使用這模式(Who)？

根據 Verburg 等人所提出的研究我們了解到，許多重大交通建設的決定往往只是部分人的決定，因此到後來會產生許多的都市問題，導致後來需要花費更多的成本去解決都市的不協調問題。至今都市與交通的問題是非常複雜，並非靠著幾個簡單的數學式就可以預測或呈現，而且需要考慮的變數也越來越多，因此規劃者或是政策決策者要考慮到的面向也更多。捷運對土地使用的變遷模式可以讓地主、規劃者或政策決策者在考慮每個面向的因素後，透過模式可以去了解捷運的興建對於土地擁有者會有怎樣的決策行為，以及未來將會如何發展將有個藍圖，他們可以透過這個藍圖去制定更好的決策，未來更不僅只於捷運或交通建設，任何的土地使用政策都可以加入模式去了解其未來對土地使用的影響。

### 二、使用土地使用變遷模式的時點(When)

交通建設與土地使用之間原本就存在著循環的關連性，因此當我們在評估交通建設的興建以前，可以利用土地使用變遷模式去模擬未來土地使用的發展，更可以對現行的捷運地區未來發展進行的預測模擬，來了解未來的發展趨勢。

### 三、土地使用變遷模式的空間限制(Where)

在研究捷運沿線土地使用變遷時，研究空間應在於捷運沿線土地使用變化，以及捷運對其鄰近土地使用的影響範圍有多大。土地使用變遷模式可以探討各種空間與地方，差異只是在於每個地區的特性不同，使用者在探討研究範圍時，應根據研究地區的特性去適合地轉換規則。

### 四、土地使用變遷模式需掌握的資訊(What)

在土地使用變遷模式的使用上，資訊的來源對土地使用的影響很大，他會影響預測的正確性與否，因此至少需要有二個時點完整的土地使用判釋資料庫，才可以對模式進行驗證，以確保模式是否符合現實情況需求。模式除了需要輸入研

究區域土地使用情形外，還需要適合研究地區的轉換規則，因此因素的決定與取得也是土地使用變遷模式應掌握的，之後透過土地使用資料庫與轉換規則的輸入會產生新預測的土地使用狀況，了解土地之間變化情況，以及之間相互影響的情況，如圖 3.6 所示。

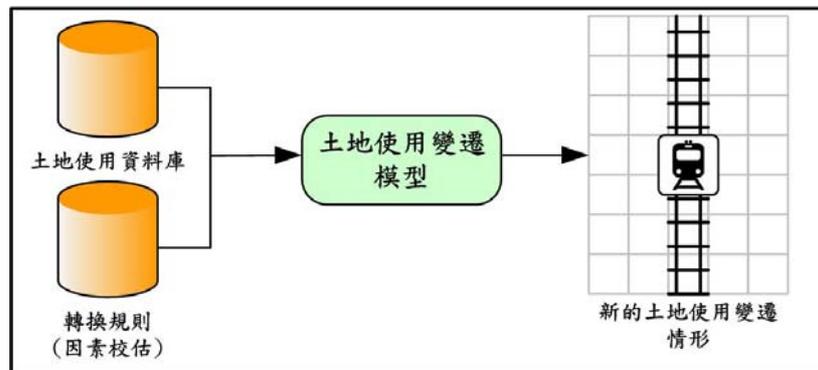


圖 3.6 輸入輸出示意圖



### 3.3 模式架構

根據 3.2 的問題說明，接下來介紹 NetLogo 軟體的組成與多主體系統的介紹，以及如何將多主體系統與 NetLogo 之間做連結，來完成整個模式的架構。

#### 3.3.1 多主體系統

「Agent」在軟體中常翻譯成「代理」，但是在其他領域往往翻譯成「主體」。隨著電腦應用的進步，將「模擬」運用在分散式計算方面越來越普遍，而可以對個體行為準則的模式稱為行為者基礎模式(Agent-based model)，但決策的行為者可能不只有一個，所以後來發展出多主體系統(Multi-agent system)。在多主體系統的模式中，每一個個體都按照一定規則運作，而整體卻能呈現出有序的模式。下面說明多主體系統在模擬上的特性與目前所開發出的多主體系統軟體(王利,2005)。

##### 一、多主體系統模擬的特性

現實世界中存在許多無法集中控制的離散系統，如動物現象、交通運輸與市場經濟現象等。多主體系統的特性是不但重視群體中每一個個體的特性，更重視個體之間互相的交互作用，其特性如下：

##### 1. 具有確定性與隨機性相結合

多主體系統是由底層建立的模擬模式，每一個個體行為者可以由簡單的法則組成，個體的變化不單單來自系統的外部，更包含在一定條件下系統內部各因素相互作用的結果。

##### 2. 動態模擬

不平衡的系統本身存在著不確定性變化與不均衡狀態，系統本身會處在不斷的變化中。個體之間的非線性作用，會使得整體的狀況並非由個體的簡單累加如此簡單，而是系統之間存在著因果關係與相互影響。因此多主體模式相對其他模式具有更強的描述與表達能力，會使結果更接近現實世界的情況。

##### 二、多主體系統軟體

自從 20 世紀 90 年代美國桑塔費研究所(Santa Fe Institute)為複雜系統模擬設計出軟體平台 Swarm 以來，許多大學和研究機構投身於這類系統平台的開發研製，其發展趨勢是基於 Java 語言，以開放源代碼形式開發，以下介紹較具影響

力的多主體系統軟體(王利,2005)。

### 1.NetLogo

NetLogo 是美國西北大學網路學習和電腦模擬中心推出的可編程模擬環境。該系統是採用 1.4.1 版 Java 語言編寫的，因此能夠在多種主流平台上運行 (Mac、Windows、Linux 等)。它同時提供單機和網路環境兩種版本，每個模式還可以保存為 Java applets，可嵌入到網頁上運行。

NetLogo 提供一個開放的類比平台，自身帶有模式庫，用戶可以設定多種條件屬性，進行多主體思想仿真模擬。利用 NetLogo 的 HubNet 版，學生可以在教室裡通過網路來控制模擬環境中的主體。他對研究人員而言可以允許模擬者對幾千個“獨立”的主體下達指令進行並進行運作，特別適合研究隨時間演化的複雜系統。NetLogo 提供了應用程式介面，用戶可以透過 Java 程式的撰寫對 NetLogo 進行外部控制或者擴展功能。

NetLogo 更新頻繁，又於 2006 年 3 月 21 日推出 NetLogo 3.1beta3 released。其網址是：<http://ccl.northwestern.edu/netlogo/>。

### 2.StarLogo

StarLogo 是在美國自然科學基金會和樂高集團(LEGO Group)贊助下，由麻省理工學院多媒體實驗室開發的基於主體的可編程模擬環境。早期版本的 StarLogo 只能在 Macintosh 機器上運行，2000 年 2 月發佈了基於 Java 的版本，擺脫了電腦平臺的限制。2004 年 6 月推出了 StarLogo 2.1 版，其網址是：<http://education.mit.edu/starlogo/>。

StarLogo 和 NetLogo 系統本身提供許多內建原程式語言，支援多主體模擬和平台作業，用於建立模式的程式語言是一種擴展的 Logo 程式語言。

Logo 是 20 世紀 60 年代末期由麻省理工學院教授 Seymour Papert 和 Wally Feurzeig 設計的一種解釋型程式設計語言，其初是為了方便兒童學習電腦編程技能。Logo 的原型取自 LISP 語言，它內置一套海龜繪圖(Turtle Graphics)系統，用戶通過向海龜發送命令，可以直觀地學習程式的運行過程，因此很適合沒有很強程式設計基礎的人學習編程。

### 3.Swarm

Swarm 是一個多主體複雜系統模擬工具，最初由桑塔費研究所於 1994 年用一種被稱為 GNU Objective-C 的擴展 C 語言研發，其目的為可提供研究人員進行

多主體模擬。Swarm 最初只能運行在 Unix、Linux 作業系統平台上。1998 年 4 月推出了可以在 Windows 95/98/NT 上運行的版本。1999 年 Swarm 又提供了對 Java 的支援。目前，Swarm 可以在 Linux 系統、Unix 系統和 Mac OS X 下運行，要在 Windows 下運行，必須先安裝 Cygwin 環境。2004 年 6 月發佈了 Windows XP 下運行的 Swarm2.1.1 版，網址為：<http://eco83.econ.unito.it/swarm/materiale/cd/>。但從 2004 年 3 月起，Swarm 網站遷移到新址：<http://wiki.swarm.org/>。新的網站由密執安大學複雜系統研究中心主持更新。

#### 4.Repast

Repast 是 Recursive Porus Agent Simulation 的縮寫，這是一個用 Java 開發的基於主體的模擬工具。Repast 從 Swarm 中得到了很多設計理念，形成一個“仿 Swarm”的類比軟體架構。Repast 最初是由芝加哥大學的社會科學計算實驗室開發研製的，後來俄勒岡國家實驗室維護了一段時間，現在由來自政府、教育界和行業組織成員組成的非贏利機構管理，網址是：<http://repast.sourceforge.net/>。

2004 年 11 月推出了最新版本 Repast 3.0。Repast 3.0 的核心部分是一個基於主體模擬服務內核，支援 3 種實施平台：Java 平台的 Repast J、微軟.Net 框架下的 Repast.Net、支援 Python 腳本語言的 Repast Py，因此它支援 Java、Python、DotNet 三種編程介面。高級模式需要在 Repast J 中用 Java 編寫，或者在 Repast .Net 中用 C# 編寫。

Repast 同時也提供了多個類庫，用於創建、運行、顯示和收集基於主體的類比資料，並提供了內置的適應功能，如遺傳演算法和回歸等。它包括不少內建模模版和例子，具有支援完全並行的離散事件操作、內置的系統動態模式等諸多特點。

#### 5.TNG Lab

TNG Lab 代表 Trade Network Game Laboratory(商業網絡博弈實驗室)，它是美國愛荷華州立大學的 McFadzean、Stewart 和 Tesfatsion 用 C++開發的套裝軟體。TNG Lab 提供了一個在 Windows 下運行的可計算“實驗室”，可用於研究在多種特定市場環境下，商業網絡是怎樣形成和演化的。模式中包括買家、賣家和經銷商，他們根據自己的預期效用重複地選擇更合適的商業夥伴，參與無合作博弈的雙方交易，並隨著時間的推移不斷調整自己的商業策略。

TNG Lab 有標準元件，並具有可擴展性，操作相對比較簡單。它適於作為

經濟研究和教學的工具，只要用戶對有關經濟參數的設置有清晰的認識，就可以在 TNG Lab 搭建的商業網絡實驗室中進行相關的研究。參考網址是：  
<http://www.econ.iastate.edu/tesfatsi/tnghome.htm>。

#### 6.jES

JES 是義大利都靈大學 Pietro Terna 用 Java 開發的企業模擬工具，JES 就是由 Java Enterprise Simulator(Java 企業模擬器)三個字的首字母組成的。這是一個以在 Java 版本的 Swarm 基礎上開發的模式架構，可用於測試帶有不同目標企業的動態行為，並可進一步對虛擬企業的創建、發展，以及企業之間網路關係進行理論分析。JES 的參考網址是：<http://web.econ.unito.it/terna/jes/>。

#### 7.Ascape

Ascape 代表 Agent Landscape 的意思，它是美國布魯金斯研究所的 Miles T. Parker 開發的基於主體模擬平台。它除了具有其他基於主體模擬工具的許多共同特點外，用戶可以在運行模式時選擇不同的製圖特徵來定制自己的視窗。Ascape 全部用 Java 語言實現，可以在 Windows、Macintosh、Unix、Linux 以及網路環境下使用。因為 Ascape 有選擇性地使用了 Java 1.2 API，其網路應用可以在任何瀏覽器中使用。開發者於 2000 年 10 月推出 Ascape 1.9.1 版，其參考網址是：  
<http://www.brookings.edu/es/dynamics/models/ascape/main.htm>。

#### 8.其他

Ecolab 是在澳大利亞新南威爾士大學高性能計算支持中心 Russell Standish 教授主持下，用 C++開發的基於主體動態演化模式。Ecolab 既是套裝軟體名稱也是研究專案的名稱。Ecolab 的參考網址是：<http://parallel.hpc.unsw.edu.au/rks/ecolab/ecolab.html>。

MASON 代表多主體鄰里或網路仿真 (Multi-Agent Simulator of Neighborhoods or Networks)。它是喬治梅森大學用 Java 開發的離散事件多主體仿真核心庫，具有快速、靈活和便攜的特點。它本身支援羽量級的類比需求，模式可以嵌入到其他 Java 應用當中，還可以選擇 2D 和 3D 圖形顯示。MASON 的網址是：<http://cs.gmu.edu/~eclab/projects/mason/>。

ABLE 表示主體模擬和學習環境 (Agent Building and Learning Environment)，它是 IBM 公司用 Java 語言開發的框架，包括構件庫和工具包，用於支持智慧主體模擬。ABLE 利用 JavaBeans 提供可重用元件，並能夠進行視

覺化編輯。ABLE 的構件庫包括讀寫檔或資料庫的 data beans、machine learning beans 和用於推理的 ruleset bean，其定義語言與 Java 類似。ABLE 從 2000 年 5 月起可以從 IBM 的 alphaWorks 得到。ABLE 的網址是：<http://www.alphaworks.ibm.com/tech/able>，但是在下載之前必須先申請 IBM 的 ID。

Cougaar 是一個用 Java 構建的體系結構，適用於構築基於主體的大規模分散式應用模式。它本身是一個開放源代碼項目，從 DARPA 研究專案到大規模主體系統，先後用了 8 年的時間。Cougaar 不僅包括核心體系結構，而且帶有各種用於示範、視覺化演示和管理的元件。有關參考資料的網址是：<http://www.cougaar.org/>。

### 三、小結

基於上面我們更能了解到多主體系統能呈現與模擬真實情況，但進行多主體模擬時需選擇本身最適的工具軟體，每一個多主體工具都具有其本身特性，而本研究選擇 NetLogo 作為模擬的工具，因它可以支援多平台運行，且建構之模式可容易地嵌入到網頁上提供使用，加上它的版本不斷的進行更新，未來有更多的發展空間。



### 3.3.2 NetLogo 介紹

NetLogo 模式分成三大部分：海龜(turtles)代表行為者；patches 是由所有環境中的所有宮格所組成，因此 patches 也可以代表我們要觀察的大環境；觀察者(observer)我們稱為人生觀(world view)，可以代表環境觀察的人或是模式使用者，NetLogo 的架構如圖 3.7 所示。

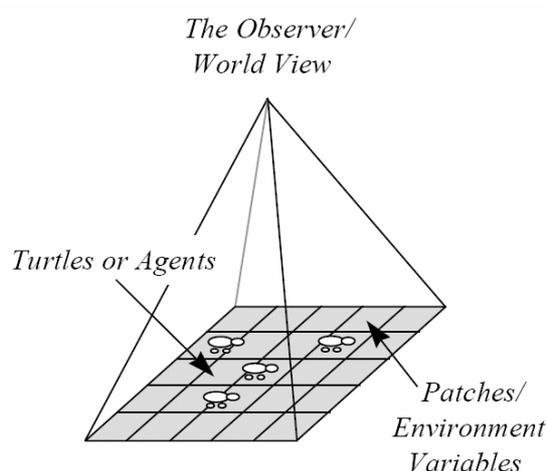


圖 3.7 NetLogo 架構圖(Batty et al.,1999)

其中海龜是擁有自主的行為者，存在於由 patch 所組成的宮格空間中，每一個宮格就是一個 patch。他們之間相互影響有：

1. **海龜與海龜之間**：行為者本身除了自身的特性外，還會受到其他行為者的影響，才會做出決策。
2. **宮格與宮格之間**：從土地使用的觀點來看，宮格之間會有細胞自動機的作用產生，也就是說每一個宮格會受到鄰近的宮格所影響。
3. **海龜與宮格之間**：以土地使用的改變而言，行為者本身會受到環境的影響，而有不同的決策行為產生；相對的環境也會因為行為者的決策而改變，所以二者之間會互相影響，我們可以利用各因素之間組成來決定環境的轉變與否。
4. **觀察者與每個元素之間**：觀察者其實指的就是模式的操作者，我們將設定一些決對不能改變的東西，例如某些地區限定開發的強度，或是容積率的管制，因此在研究中需要給予限制條件。這可以顯示政策變數對土地使用的影響。

### 3.3.3 模式架構

根據研究架構我們可以了解整各模擬過程，如圖 3.8 所示。首先透過建置之資料庫去進行土地使用變遷因素判定，然後去選取影響捷運沿線土地之因素，根據選取之因素進行土地使用變遷模式之建立，可以了解每個網格是否會轉變使用的機率。接下來可以利用模擬軟體進行土地使用變遷動態模式之建立，來預測未來土地使用的變化情況，透過動態模擬過程我們可以觀察每一個網格的變化，而不僅只是大範圍的變遷情形。

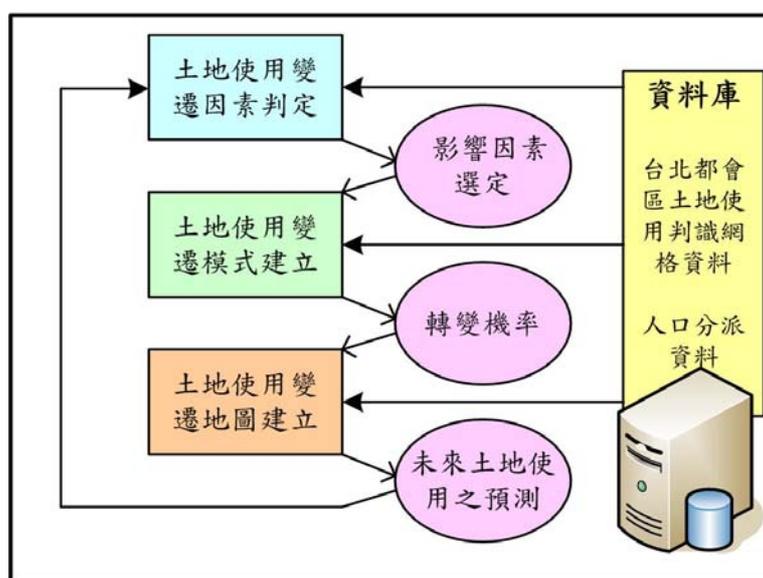


圖 3.8 模擬過程圖

本研究中行為者是作土地使用決策的主體，本身並不須具有遷移行為出現，在模擬土地使用變遷時，可以將其屬性放入網格中，根據行為者的定義，只要具有決策能力就可以當成行為者，也就是說土地使用網格本身可代表行為者，因此在本模式架構中同時將網格視為行為者，網格中本身就存在許多進行決策的地主或土地使用者。

模式架構前需先界定判釋準則，以區分土地使用類別，之後根據研究地區之特性建立土地使用(patches)的網格屬性，包含有社會經濟因素、鄰近特性因素、交通特性因素與政策因素，這四大因素透過校估會產生羅吉特模式的土地使用變遷規則，透過網格屬性的資料將變數帶入程式撰寫的轉換規則中，求出土地使用變遷機率，再根據轉變機率最大的土地使用類型做變更。這過程有如多主體的投票行為，地主本身會根據自身最大效用做出土地使用決策行為，最後依據投票行

為來決定最後的土地使用，也就是選取轉變機率最大的進行變更，模式架構如圖 3.9 所示。

但模式架構中我們除了本身轉換規則的影響外，更要去考量到外在變數土地使用變遷的影響，本模式有包含二項：

### 1. 社會經濟環境因素

社會環境因素的變動沒有恆定值的，因此我們需要有彈性的去進行調整，例如人口成長率而言，每個地區的人口成長率不相同，不能將其設在程式中，且人口成長率可能會隨著政策有所改變，因此要隨時對他進行調整，像這樣的變數可以設計調整裝置元件(Slider)來控制調整。

### 2. 新政策因素

新政策因素對土地使用影響非常大，例如土地使用管制、土地使用分區等，當有新政策時模式要有辦法馬上反映出來，例如一地區更改成文教用地，那土地使用變遷的可能性會降低，要馬上反應到模式中。

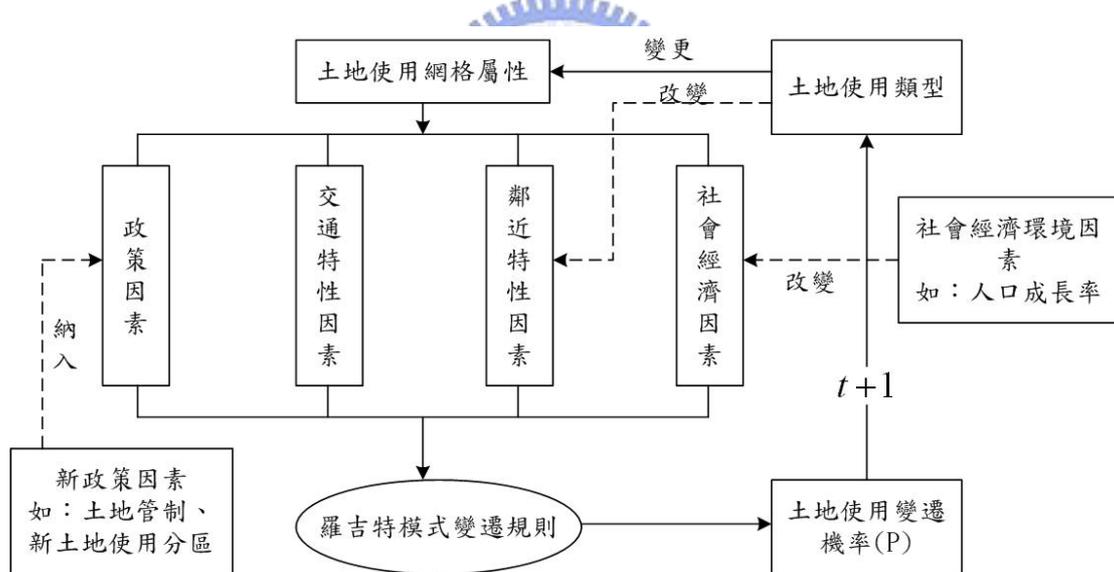


圖 3.9 模式架構圖