

第一章 緒論

第一節 研究動機與目的

隨著全球氣候變遷(global climate change)議題受到注目後，氣候變遷對於人類、環境與經濟系統之間衝擊等相關議題被廣泛討論。而世界氣象組織(World Meteorological Organization, WMO)與聯合國環境規劃署(United Nations Environment Programme, UNEP)所成立的跨政府氣候變遷小組(Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC)，與 2007 年提出第四次(Assessment Report 4,AR4)氣候變遷評估報告(IPCC,2007a)，引領了全球氣候變遷衝擊研究的發展。其大多以 IPCC 所提出的溫室氣體排放情境(Special Reports : Emission Scenarios, SRES)與氣候變遷模擬結果為基礎，進一步針對區域性或地方尺度之各種衝擊。

在 IPCC 研究的推廣下，對於全球氣候變遷之因應，主要由減緩(mitigation)與調適(adaptation)兩個向度進行。其中，對於溫室氣體的減緩在京都議定書(Kyoto Protocol)的規範下，近年來多將研究重點置於生活習慣部門(如：節能觀念與政策推廣)、產業部門(如：生產技術與能源利用技術)與交通部門(如：排氣量檢測與綠色運具)的探討上，然而土地利用型態改變後，對於生活型態部門、產業部門與交通部門的能源消耗與溫室氣體的排放所產生的影響，以地景變遷觀點下的溫室氣體減量研究，在聯合國氣候變化綱要公約(United National Framework Convention on Climate Change, UNFCCC)的引導多以巨觀的溫室氣體會計帳系統(greenhouse gas accounting system)進行記錄。然而，目前對於地景變遷(landscape change)、二氧化碳排放及吸存(carbon dioxide emission and sequestration)與社經代謝作用(socio-economic system)(資源消耗、資產累積與廢棄物產生)在空間形態上之關連性仍未被仔細探討。

加上 LUCC 的推廣與 GIS(Geographical Information System)系統技術成熟的輔助下，國際間各式地景變遷的模型開發方法論陸續被提出來如。目前，國際上空間系統模型發展主要以空間統計方法，由下而上的行為者基礎模型(agent-based models)和細胞自動體(cellular automata)為建構模型的主流(Matthew,2006)。而空間系統模型早期以系統基礎為取徑，由上而下強調以生物物理觀點(biophysical approach)，探討物質和能量之間的流動與累積，在分析地景變遷與資源消耗間之過程具有較佳的分析能力。後續，以空間系統模擬方法開發出台北都會區(Socio-Economic Metabolism and Land-Use Change ,SEMLUC)空間系統模擬模型(Lee et al., 2008)，不但驗證了 1971 年至 2005 年間台北都會區快速經濟發展下，地景變遷與社經代謝作用空間格局(spatial patterns)之變化，亦被用來初步探討全球氣候變遷對於社經代謝作用與地景變遷的空間格局變化(李俊霖，2009)。

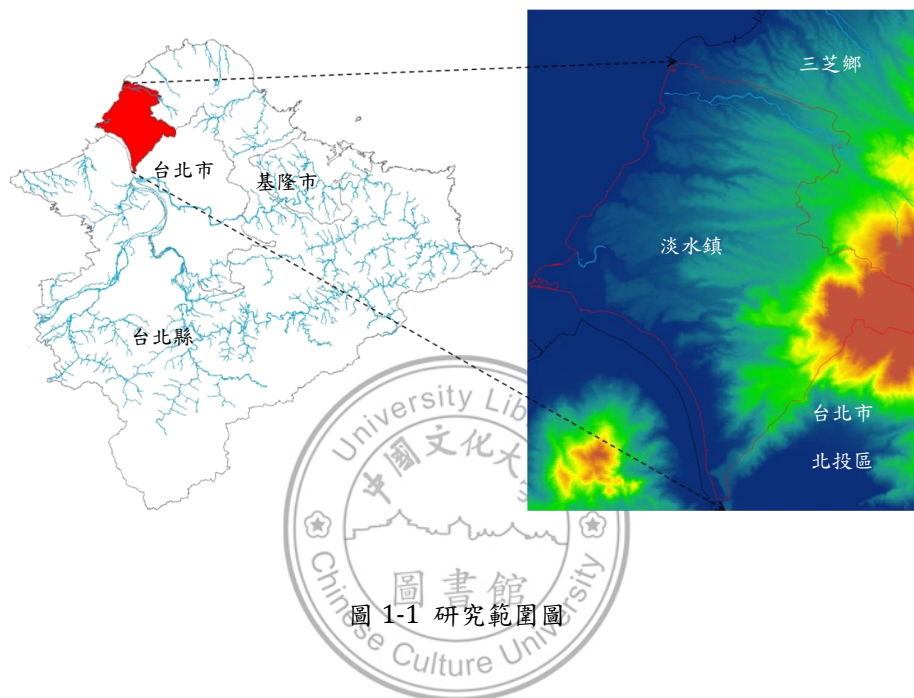
因此，為了能進一步探討全球環境變遷趨勢，對於溫室氣體減量與地景變遷空間型態之影響。本研究以李俊霖(2008)博論「社經代謝作用與土地利用變遷之整合與空間動態」中，其社經代謝作用卻未提及的二氧化碳¹排放與吸存一環，以二氧化碳排放與吸存之觀點，探討與地景變遷間在空間形態上的相互影響。因此，以近年來快速發展的「台北縣淡水鎮」為研究對象，以空間系統模擬(spatial system simulation)方法建構「淡水鎮地景變遷模型」，探討過去的 36 年淡水鎮地景變遷²、資源消耗、二氧化碳排放與吸存在空間型態上之相互影響關係。

¹本文中所提及社經代謝作用中，其溫室氣體一環，以對氣候變遷影響最劇的二氧化碳為其探討重點。

²地景變遷之定義：本論文中所提及地景變遷，為綜合土地覆蓋與土地利用之觀點。土地覆蓋意指地球表面或表面下的生物物理狀態(吳振發、林裕彬，2006)，主要為強調土地物理面；土地利用意指人類在土地上生活動的表徵，會因時空有所差異導致土地利用據有時間和空間的特徵(吳振發、林裕彬，2006)，主要為表現土地功能面。因此本研究中提及之地景變遷同時具備其土地物理面與功能面。

第二節 研究範圍

本研究將以近年來公部門重點發展之一，「台北縣淡水鎮」為研究計畫之空間範圍(參見圖 1-1)，並以 1971 年至 2006 年為主要時間範圍。研究核心主要考量以地景變遷對二氧化碳放及吸存之衝擊，建構淡水地景變遷與社經代謝系統。



第三節 研究方法與工具

一、研究方法

主要以空間系統模擬(spatial system simulation)方法建構台北縣淡水鎮地區之地景變遷與社經代謝作用模型，並以全球氣候變遷條件下，探討地景變遷與二氧化碳排放及吸存之空間格局與機制。

空間系統模擬為一整合性之方法，以其系統模擬(system simulation)為核心，在系統階層(system hierarchy)與碎形(fractal form)的假設下，以圖形代號(map algebra)方法配合 GIS 軟體進行空間系統模擬。其中，本研究採用之系統模擬主

要以 Odum and Odum(2000)的能量系統語言(energetic system language)與系統模擬技術為主。此外，模型建構過程中亦採用土地適宜性分析(land suitability analysis)，以整合土地之生物物理與空間政策條件，以賦予台北縣淡水鎮空間系統模型，且進一步考量土地本身條件以及空間發展政策之能力。然而，採用空間系統模擬方法的同時，所能探討的領域與對象亦受到限制；由於空間系統模擬主要以系統模擬方法為基礎，研究的特性上屬於量性(quantitative)的研究方法，因此，如文化系統此類偏重質性(qualitative)的研究領域或概念性的知識，則因難以量化而無法藉由空間系統模擬方法加以探討。

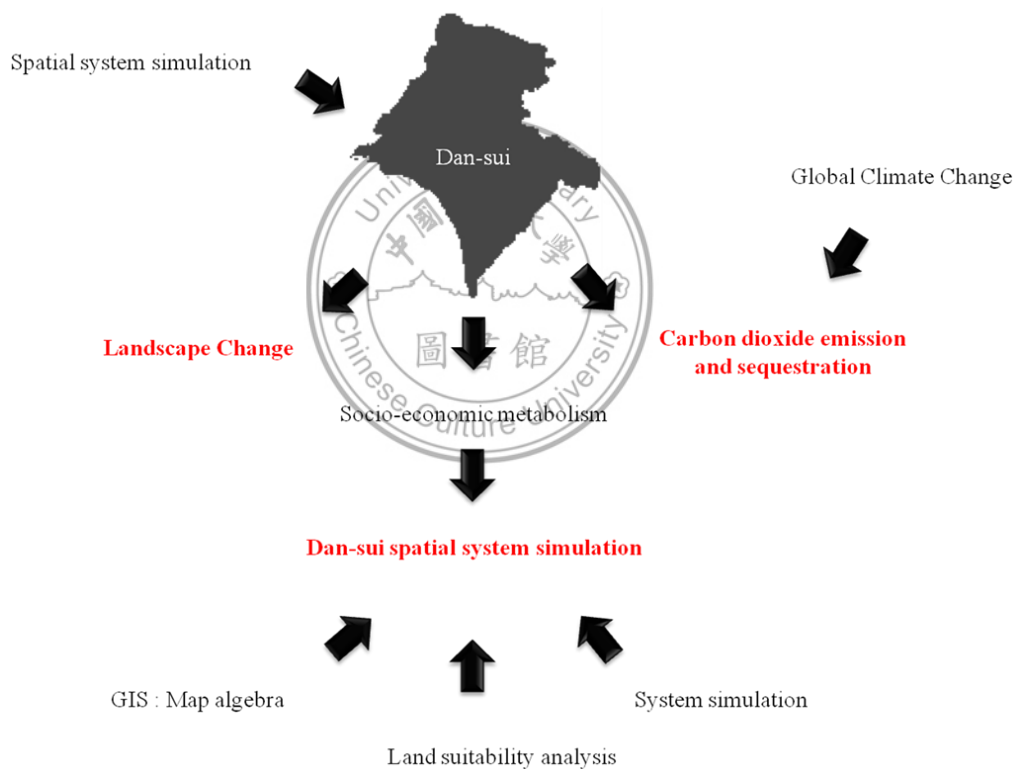


圖 1-2 研究方法示意圖

二、研究工具

空間系統模型之開發主要透過程式撰寫(programming)整合系統模擬與 GIS 軟體，因而提高了採用該方法之門檻。本研究中台北縣淡水鎮系統模型之建構，

利用 ArcGIS 軟體中「模型開發者」(Model Builder)工具，整合系統模擬與圖形代數方法以建構淡水鎮空間系統模型。其中，亦將 ArcGIS 中各種空間分析(spatial analyst)工具整合進 Model Builder 中，建構台北縣淡水鎮空間系統模型，主要架構在一台筆電(CPU：Cor Duo T9330，Memory：4GB，Hard Drive：350GB)，模型容量大小為 96.4MB，進行一次 36 年之電腦模擬約耗時 1 小時。

此外，台北縣淡水鎮空間系統模型為一網格為基礎(cell-based)的模型，而其所採用之空間系統模擬為一由上而下的取徑，因此，網格尺寸的決定可視為變數多樣性(diversity)與模型解析度(resolution)間的權衡(trade off)議題，而「網格尺寸是否具有足夠的解析度來探討研究主題？」以及「網格中變數的多樣性是否足以呈現出該系統模型的特性？」兩個問題的思考則為網格尺寸決定的主要因素。因此，本研究為了保留其網格解析度與網格多變性，採取先將網格尺寸設定為 $1 \times 1(\text{m}^2)$ 大小，再將其套疊至 $100 \times 100(\text{m}^2)$ 大小的網格內，此做法將同時解決解析度與多樣性的考量。

第四節 研究內容與流程

一、研究內容

本研究計畫，主要以地景變遷與社經代謝作用、地景變遷與二氧化碳排放及吸存、地景變遷與空間系統模型以及發展為文獻回顧之基礎，進行 GIS 圖檔之收集，以分析淡水鎮過往地景變遷社經代謝作用之發展狀況。其次以淡水鎮過往發展為基礎資料，建構「淡水鎮地景變遷與代謝作用系統」，並依據空間系統模擬之程序於 ArcGIS 之 Model Builder 中開發「淡水鎮空間系統模型」，其中以「淡水鎮空間系統模型」得到有效驗證後，先分析 1971 年到 2006 年間空間政策對於淡水鎮地景變遷、社經代謝作用與二氧化碳排放及吸存之衝擊。

(一)文獻回顧

本研究計畫透過國內外專家學者所發表的研究收集與回顧 1.掌握地景變遷與社經代謝作用研究之發展狀況；2.瞭解地景變遷與二氧化碳排放及吸存之間交互作用；3.瞭解地景變遷與各種空間模型之發展與應用；4.掌握淡水鎮過往空間政策對於地景變遷與社經代謝作用之衝擊。

(二)資料收集

本研究中，統計資料、圖檔資料以及淡水鎮空間範圍、時間範圍以 1971 年到 2006 年為主。資料收集之內容以地景變遷部分、社經代謝作用與二氧化碳等三大部分。地景變遷部分，以農委會農林航測所、內政部地政司和國土測繪中心取得相關土地類別資料，以便進行地景變遷之研究；社經代謝部分，以外資源的輸入、內部流動與流出為主要資料收集；二氧化碳部分，以土地使用分區為前提，收及土地各類別對二氧化碳排放與吸存的量。

(三)淡水鎮地景變遷與社經代謝作用

以文獻回顧、統計資料和圖檔資料之收集為基礎，分析淡水鎮過去地景變遷、社經代謝作用與空間發展政策之狀況。以充分瞭解淡水鎮近年來在社會經濟的發展和各種空間發展政策的引導下，地景變遷、資源消耗、資產累積與廢棄物排放間之趨勢與關聯性，作為建構「淡水鎮地景變遷與代謝系統」之基礎。

(四)淡水鎮地景變遷與空間系統模型建立

於 ArcGIS 之 Model Builder 中開發「淡水鎮空間系統模型」，以 2006 年之現況資料與模擬結果進行有效評估，確認該模擬結果之有效性。

(五)地景變遷衝擊之模擬與分析

地景變遷衝擊分析主要以「淡水鎮空間系統模型」1971年至2006年之模擬結果分析空間政策對於淡水鎮過去之地景變化與社經代謝作用在空間形態上的影響。

第五節 研究架構

整體來說，本研究之架構以生物物理觀點下之地景變遷為基礎，(見圖 1-2) 示，配合社經代謝作用與系統觀點提出社經代謝作用與地景變遷架構，並藉以建立台北縣淡水鎮社經代謝作用與地景變遷系統。隨後，以此架構為核心配合空間系統模擬方法建立台北縣淡水鎮模型，以針對台北縣淡水鎮之能量消耗、物質攫取、資產累積、廢棄物產生與地景變遷之空間型態進行分析，以提出其對二氧化碳排放及吸存之關聯性，則可進一步探討地景變遷對於二氧化碳排放及吸存的影響。



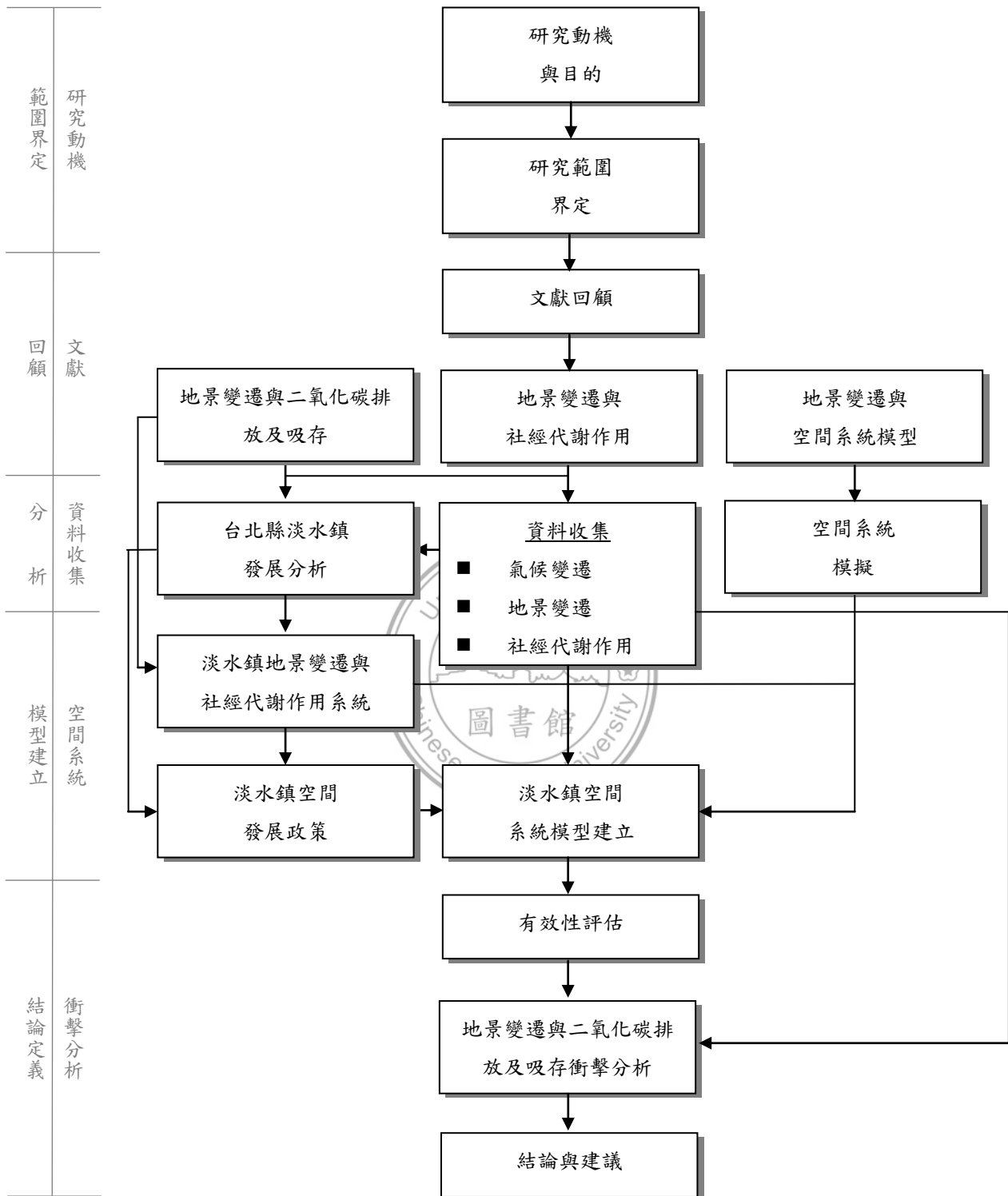


圖 1-3 研究流程圖