國立臺東大學區域政策與發展研究所

碩士論文

碎形理論應用於台南市土地混合使用特性分析之研究

Application of fractal theory on urban mixed land use -The case study of Tainan city

研究生：周倚臣

指導教授：岳裕智 王聖銘

中華民國九十七年七月

博碩士論文電子檔案上網授權書

（提供授權人裝訂於紙本論文書名頁之次頁用）

本授權書所授權之論文為授權人在 國立臺東大學 區域政策與發展研究所 _____組 97 學年度第 二 學期取得 碩士 學位之論文。

論文題目： 碎形理論應用於台南市土地混合使用特性分析之研究

指導教授： 岳裕智 王聖銘

茲同意將授權人擁有著作權之上列論文全文（含摘要），非專屬、無償授權國家圖書館及本人畢業學校圖書館，不限地域、時間與次數，以微縮、光碟或其他各種數位化方式將上列論文重製，並得將數位化之上列論文及論文電子檔以上載網路方式，提供讀者基於個人非營利性質之線上檢索、閱覽、下載或列印。

- • 讀者基非營利性質之線上檢索、閱覽、下載或列印上列論文，應依著作權法相關規定辦理。

授權人： 周倚臣

簽　名： 周倚臣 _____ 中華民國 97 年 07 月 28 日

博碩士論文授權書

本授權書所授權之論文為本人在 國立臺東大學 區域政策與發展研究 系(所)

_____組 九十七 學年度第 二 學期取得 碩 士學位之論文。

論文名稱：碎形理論應用於台南市土地混合使用特性分析之研究

本人具有著作財產權之論文全文資料，授權予下列單位：

同意	不同意	單　位
■	□	國家圖書館
■	□	本人畢業學校圖書館
■	□	與本人畢業學校圖書館簽訂合作協議之資料庫業者

得不限地域、時間與次數以微縮、光碟或其他各種數位化方式重製後散布發行或上載網站，藉由網路傳輸，提供讀者基於個人非營利性質之線上檢索、閱覽、下載或列印。

■同意 □不同意 本人畢業學校圖書館基於學術傳播之目的，在上述範圍內得再授權第三人進行資料重製。

本論文為本人向經濟部智慧財產局申請專利(未申請者本條款請不予理會)的附件之一，申請文號為：_____，請將全文資料延後半年再公開。

公開時程

立即公開	一年後公開	二年後公開	三年後公開
	✓		

上述授權內容均無須訂立讓與及授權契約書。依本授權之發行權為非專屬性發行權利。依本授權所為之收錄、重製、發行及學術研發利用均為無償。上述同意與不同意之欄位若未勾選，本人同意視同授權。

指導教授姓名：岳修賢 王聖鈴 (親筆簽名)

研究生簽名：周侑臣 (親筆正楷)

學　　號：9500608 (務必填寫)

日　　期：中華民國 97 年 07 月 14 日

國立台東大學
學位論文考試委員審定書

系所別：區域政策與發展研究所

本班 周倚臣 君

所提之論文 碎形理論應用於台南市土地混合使用特性分析之研究

業經本委員會通過合於 ☑ 碩士學位論文 ☐ 博士學位論文 條件

論文學位考試委員會：

（學位考試委員會主席）

（指導教授）

論文學位考試日期：97 年 7 月 11 日

國立台東大學

附註：1. 本表一式二份經學位考試委員會簽後，送交系所辦公室及註冊組或進修部存查。

2. 本表為日夜學制通用，請依個人學制分送教務處或進修部辦理。

摘要

土地混合使用為都市智慧成長（Smart Growth）與緊湊都市（Compact City）發展策略之一，主要是因為混合使用可提升土地使用多樣性，進而維持都市活力並營造適於永續發展的都市環境。而有別於國外有計畫性的土地混合使用，國內土地混合使用受到市場機制與都市機能的影響較大，因此，有必要針對國內土地混合使用的空間拓樸特性與影響效果進行深入分析。

過去由於土地使用資料來源與分析技術的限制，對於土地混合使用空間結構難有全面性的瞭解，然而藉由碎形理論的引入，對於處理土地混合使用分佈之空間拓樸特性有相當大的助益。因此，為了瞭解台南市土地混合使用之空間結構特性，本文分為二部分進行分析：（一）在土地混合使用量測指標中，本文分別以碎形理論之容積維度與訊息維度衡量土地混合使用空間聚集特性與多樣性。（二）以人口、地價、所得、計畫環境因子(住宅分區、商業分區與工業分區）、宗地環境因子(街廓面積、面臨路寬)為對象，探討土地混合使用空間特性對都市環境之影響關係。

結果顯示，台南市土地混合使用多樣性(訊息維度)之空間分佈型態愈往市中心區多樣性愈高，另外郊區聚落亦出現多樣性較高的情形。而透過相關分析，可發現土地混合使用多樣性與住宅分區、商業分區、面臨路寬呈現正向關係，與街廓面積、工業區呈現負向關係，顯示訊息維度能夠充分解釋土地使用多樣性效果。

另在集中性(容積維度)方面，人口與住宅容積維度、商業容積維度、工業容積維度呈現正向關係；地價與商業容積維度、商工容積維度呈現正向關係與住工容積維度、工業容積維度呈現負向關係；所得與商業容積維度呈現正向關係與工業容積維度、住工容積維度呈現負向關係，亦可合理描述土地使用空間集中特性關係。面對日趨複雜的都市活動型態，藉由本研究之成果，將可瞭解都市土地混合使用之空間特性，並作為未來都市發展策略擬定時之參考。

關鍵字:碎形理論、訊息維度、容積維度、土地混合使用

Abstract

Mixed land use is one of the main approaches of delivering Smart Growth and Compact City concept. The advantages of providing diversity, vitality and higher density, mixed land use enables a city towards a more sustainable future. Unlike the planning-oriented mixed-land use projects in the western countries, the mixed land use schemes and patterns are usually dominated by the market mechanism and urban function. Therefore, it is necessary to evaluate the level of influence of the mixed land use in Taiwan.

Due to the limitation of technique and data management system in the past, an overall comprehensive pattern of mixed land use has been lack in Taiwan. By introducing the geographical information system (GIS) and fractal theory, it could be more helpful in processing the spatial information of mixed land use distributions. In order to further explore the mixed land use spatial characteristics in the Tainan City, this research is divided into two parts. First, to establish a measuring indicator system of the mixed land use, this research adopted two dimensions of fractal theory, fractal area and volume of the messages, in order to measure the spatial diversity and cluster tendency of mixed land use. Secondly, to analyze the impacts of mixed land use from the perspective of population, land prices, land use plan (residential district, commercial and industrial zoning district) and individual site characters (Street area, width of the street).

The results indicated the mixed land use patterns tend to become more diverse towards the town centre, so does the village centres in the suburban. Furthermore, through the regression analysis, it is verified that population, land prices, residential and commercial land use have positive correlation with the diversity of mixed land use while the width of the street, industrial land use have the contrary result. The result also proved that the dimensions of fractal area and volume of the messages actually could describe and analyze the diversity and spatial distribution characters of mixed land use projects. This research could suggest a more fundamental way to analyze the increasingly diverse urban land use patterns and spatial characteristics of mixed-use for future studies.

Keyword: fractal theory, capacity dimension, information dimension, mixed land use

謝誌

兩年的研究所生涯，不知覺已在台南與台東兩地往返中度過，碩一時總想著將來論文謝誌要怎樣書寫，然而如今卻不知該從何處下手；隨著論文的付梓，亦述說暫告我最愛的學生生涯邁向另一個里程碑，而台東美麗的山與海我雖帶不走，但此景永垂心中值得慢慢回味。

在撰寫論文的過程中，首先感謝恩師 岳裕智老師細心的教導與包容，讓學生在論文研究寫作過程順利進行，同時感謝口試委員王聖銘老師以及白仁德老師中肯的寶貴意見，讓學生在撰寫論文的過程中獲益良多。

在研究所求學過程期間，感謝區域所的各位師長在課程上的諄諄教誨，特別是靳老師除課程上的腦力激盪外更在生活中對我的關心，在此，跟靳老師說聲感謝您；另方面特別感謝亦師亦友的書偉老師，您總是在我課業或人生遭遇瓶頸與挫折時，適時給於幫助與鼓勵使我不至於在徬徨無助中迷失方向，並提供我正確的學術研究態度與人生觀，著實讓我受益良多，雖然現階段的我有時並不是非常能理解您說的每句話，可您的教導我會謹記於心並努力去實踐，亦希望您也能堅持理念勇敢邁進，彼此共勉之。

在學習過程中，感謝阿江學姐與玉樹學長對論文的建議，維中學長與黃國展大哥在 GIS 技術上的幫忙，國秀學姐、小明學長與鎮州學長經常適時給予鼓勵，沒有你（妳）們的支持我恐怕在這難熬的歲月裡中途就夭折了；感謝溱云、呆呆家族的各位、小白、小豬妹、亭婷學妹、小鬼、祥鳳在我低潮時給予我支持；研究所的同窗們則是我在區域所的有緣人，感謝你（妳）們開拓了我的視野與豐富了我研究所的生活。

最後，僅將本論文獻給我最深愛的家人，感謝母親即使艱辛萬分仍無怨無悔的付出，並包容我在論文寫作遇瓶頸時所發的牢騷與脾氣；感謝老弟總在我心情低落時，不惜犧牲色相要寶逗我開心；感謝遠在台北求學的老妹總是在我最需要幫助時伸出援手，這是身為女兒與姊姊的我無以回報的，在此由衷的感謝，因為有你（妳）們在身邊，讓我可以勇敢面對外在一切的挑戰，也因為有你（妳）們的存在，讓我瞭解到我是最幸福的女兒與姊姊。

謹誌於

中華民國九十七年七月

目　　錄

第一章 緒論..... 1-1

第一節 研究動機與目的..... 1-1
第二節 研究範圍..... 1-4
第三節 研究內容..... 1-5
第四節 研究流程..... 1-6

第二章 文獻回顧..... 2-1

第一節 都市空間發展結構理論之探討..... 2-1
第二節 土地混合使用..... 2-6
第三節 碎形理論..... 2-19

第三章 研究設計..... 3-1

第一節 基本分析資料之建立..... 3-1
第二節 碎形維度值之衡量計算..... 3-6
第三節 土地混合使用影響分析..... 3-9
第四節 研究分析方法..... 3-13

第四章 實證分析..... 4-1

第一節 土地使用取樣分析..... 4-1
第二節 土地混合使用空間分佈特性分析..... 4-6
第三節 土地混合使用之影響分析..... 4-12

第五章 結論與建議..... 5-1

第一節 結論..... 5-1
第二節 建議..... 5-3

圖　目　錄

圖 1-1-1　研究流程圖 1-7
圖 2-1-1　四種土地混合使用型態 2-8
圖 2-1-2　混合使用發展的效益 2-10
圖 2-1-3　等面積比卻不同土地混合使用程度之空間結構 ... 2-15
圖 2-2-1　不同單位下的海岸線總長度 2-20
圖 2-2-2　Sierpinski 三角形..... 2-21
圖 2-2-3　尺度不變示意圖 2-22
圖 2-2-4　碎形與非碎形物體 2-23
圖 2-2-5　歐基里得線面立體幾何維度概念圖 2-25
圖 2-2-6　寇區曲線結構 2-26
圖 2-2-7　整數維度值空間分佈圖 2-28
圖 2-2-8　盒計法的表示 2-31
圖 2-2-9　利用 BCM 方法計算出不同空間形態的碎形維度值 . 2-40
圖 3-1-1　分析資料建置流程圖 3-2
圖 3-1-2　碎形維度值之資料建置 3-7
圖 4-1-1　2006 年土地使用現況圖..... 4-3
圖 4-1-2　土地使用分析單元 4-4
圖 4-2-1　台南市訊息維度分析 4-7
圖 4-2-2　住宅區訊息維度分析 4-8
圖 4-2-3　商業區訊息維度分析 4-8
圖 4-2-4　工業區訊息維度分析 4-8
圖 4-2-5　台南市容積維度分析 4-9
圖 4-2-6　住宅區容積維度分析 4-10
圖 4-2-7　商業區容積維度分析 4-10
圖 4-2-8　工業區容積維度分析 4-10
圖 4-2-9　訊息與容積維度比值圖 4-11

表　目　錄

表 3-1-1　土地使用分類表 3-4
表 3-3-1　影響土地混合使用變數一覽表 3-12
表 4-1-1　各行政區土地發展強度 4-1
表 4-1-2　各行政區已發展用地面積 4-2
表 4-1-3　樣本資料分佈表 4-4
表 4-1-4　樣本敘述統計資料表 4-5
表 4-2-1　土地混合使用特性指標統計資料一覽表 4-6
表 4-3-1　影響因子係數表 4-13
表 4-3-2　人口影響因子係數表 4-14
表 4-3-3　地價影響因子係數表 4-15
表 4-3-4　所得影響因子係數表 4-16

參考文獻

附表

NTTU Library

第一章 緒論

第一節 研究動機與目的

一、研究動機

國內外過去為了解決人口快速成長所導致的都市內部諸如居住、交通、休憩等擁擠問題，而於郊區興建新市鎮或擴大都市規模，以抒解都市內人口、居住等問題，然而這種將人口移至郊區，利用汽車作為市區與郊區的串連工具，不僅造成能源浪費與環境污染的產生，更使得都市的蔓延擴張，同時土地使用的單一化，使得居住、工作、休憩、購物等一般生活所需之機能被予以分離，此現象使住宅區不但被孤立於郊外，造成更多都市治安上的壓力。

近年來，新都市主義提倡在步行範圍內能夠滿足居住、消費、工作、娛樂等日常生活各項需求之社區空間規模，土地混合使用即為策略之一。透過居住、商業等多樣性的土地混合使用，配合公共運輸系統與完善之行人路網，可達到土地使用效能強化的目的（Lau et al.,2005），因此土地混合使用為都市智慧成長（Smart Growth）與土地使用規劃的重要原則之一（Song and Knaap,2004）。目前許多美國都會區亦將土地混合使用發展作為規劃之重要策略，部分的歐洲國家在緊湊都市（Compact City）的概念下也逐漸朝向土地混合使用發展（Lagendijk,2001；Burton,2002；Hoppenbrouwer and Louw,2005）。另一方面，由於土地混合使用可降低兩相鄰地區因日常生活行為所耗費交通旅次的需求(Priemus et al., 2000)，進而減少能源的消耗與降低環境污染，故土地混合使用逐漸被視為衡量都市本身的吸引力與是否為適於永續居住環境的工具。

由於土地混合使用發展為都市轉換提升其使用強度的主要工具（Hoppenbrouwer and Louw,2005），因此，對於地窄人稠的台灣而言，更是可以增加都市土地的使用面積。然而，國內土地混合使用已是一種普遍存在的事實，過去農業社會在交通運輸不發達與剩餘勞動力利

用的情況下，土地混合使用因應當時的社會發展情況而逐漸形成，雖然國內對於土地使用管理策略採用分區管制，但在使用分區與使用類別上，基於彈性之理由而無嚴格的限制與區隔，間接造成土地混合使用情形更易發生且逐漸形成無計畫性土地混合使用的都市空間結構（陳秉立，2000），並造成居住環境惡化的情形，亦對國內社經環境與都市發展造成影響，故國內土地混合使用之相關研究相對於其他國家而言，更為重要（鄒克萬、黃書偉，2007）。

另一方面，碎形理論（Fractal Theory）有別於傳統歐基里德的幾何運算，著重於不規則性的空間描述，比一般指標更能描述自然界的狀況（王素芬，1998），亦可用以描述都市空間的特徵（林峰田，1991）。藉由碎形維度計算之結果，更能表達都市空間地物之分佈範圍與鄰近性的概念（李介中，2005），在探討都市土地使用混合的空間特性更易突顯其功效，且透過碎形維度可輔助傳統討論地理空間分佈的方法，使空間分佈形態更淺顯易懂（陳亮瑜，2002）並能改善以往數值表格無法分析之地理空間單元間的複雜關係，了解土地混合使用在不同地理空間所產生之影響與變動情形，將有助不同土地使用管理策略之擬定。然而，過去受限於空間性的資料以及分析工具，導致對於整體土地混合使用型態有所侷限，然而藉由地理資訊系統（Geographical Information Science, GIS）的引入，對於處理大量空間資料方面提供強大的計算、分析等功能，對於土地混合使用空間分佈型態有相當大的助益，而應用數理統計來描述與衡量土地混合使用之空間分佈型態將有助於不同都市或空間的比較分析。

二、研究目的

從都市生態學的觀點來看，都市為一個複雜的有機體，其發展受到人文、經濟、社會等因素變動的影響，最終形成不同的土地使用所建構而成的都市型態與空間結構（陳喬峰，1997），而土地混合使用的型態，即綜合實際上土地使用於空間中交錯分佈的情形（許智宏，2006）。過去國內對於土地混合使用之研究主要為土地混合使用類別相容性與對（居住）環境品質影響之研究（宋良正，1986；許戎聰，2001；莊琮博，2001；賴彥伶，2006）、利用數理模型來評估土地混合使用之混合度指標（林峰田，1991；林如珍，1998；許智宏，2006）

和土地混和使用與交通旅運需求間之關係（林禎家、蕭博正，2006）。而這些研究所討論的重點主要集中於土地使用種類相容性問題、混合度的量測、旅運需求管理（travel demand management, TDM）與大眾運輸導向的土地使用發展模式（transit-oriented development, TOD），而過去這些研究中僅許智宏（2006）針對土地混合使用的發展特性與土地使用影響因子間之相關性進行分析，然而，人類經濟活動行為影響著都市社經環境發展與土地使用混合型態，因此，瞭解土地混合使用與都市社經環境發展兩者間在都市空間結構中之互動關係實為重要，亦為本文研究目的之一。

以往用於衡量土地使用之空間分佈特性之方式可分為定性的文字敘述、地圖或圖解的敘述與數學模型或空間計量的敘述等三種方式（Hulshoff,1995），近年來由於電腦軟體快速的發展，因此，以數學模型或空間計量來衡量土地使用空間分佈特性越來越多，包含應用碎形理論（林峰田，1991；Batty and Longley,1995；林如珍，1998；劉繼生、陳彥光，1999；陳志閣，2004）、景觀生態結構指數（許智宏，2006）等。另一方面，在量測土地混合使用之方式可分為利用面積比、相鄰活動衡量法等指標來衡量，然而利用面積的比值無法完全表示相同面積但不同土地使用的空間混合度而相鄰活動衡量法雖可改善面積比所不能表示的土地使用活動空間的相對位置關係但卻忽略面積的大小，因此，為了同時衡量不同類型的土地混合使用與其相對應的空間結構，本文將利用碎形維度的計算來量測都市土地混合使用與其空間分佈結構特性。

綜合上述，本文研究目的說明如下：

（一）為摒除過去研究以數值表格說明土地混合使用空間結構分佈特性，本文藉由碎形維度之計算來探討台南市都市土地混合使用空間結構的特性，並配合 GIS 的輔助，使土地混合使用之研究更具空間分佈特性。

（二）藉由土地混合使用之空間分佈特性，來瞭解不同土地使用類型之土地混合使用與都市社經發展環境兩者間之關連性。

（三）利用土地使用混合使用與都市社經發展環境兩者間之關連性分析，進而瞭解台南市土地混合使用之空間特性，有助於未來都市土地混合使用管理策略的擬定。

第二節 研究範圍

一、空間研究主體

由於人口快速集中與成長，促使都市的形成，而隨著都市形成的過程中，人類活動在不同的自然環境條件、社會經濟背景與歷史文化發展情況下，將會產生各種不同的土地使用型態，其中又以都市地區的土地最易受到社會經濟發展的影響（周天穎、簡甫任、雷祖強，2003），因此，本文將以都市土地為討論對象。

都市土地即是已發佈都市計畫之土地，依照都市計畫法之規定都市計畫得劃定住宅、商業、工業等使用，並是實際情況劃定其他使用區或特定專用區。

受到功能主義的影響，開始以居住、工作、休憩、交通等都市機能為導向的計畫發展，亦將主要之都市經濟活動集中於住宅區、工業區與商業區等使用分區中，因此，本文將以住、工、商之土地使用分區為主要分析對象。

二、空間分析單元

過去研究土地混合使用空間型態分佈時，常以交通分區（Song and Knaap,2004）、郵遞區號分區（Burton,2002）、鄰里（楊恩捷，2004）、街廓（陳亮全，1989；許戎聰，2001；Talen,2005）為空間分析單元，藉以取得所需之相關社經資料。而運用街廓為空間分析單元，主要因為以此為分析單元時可提供無過於集中或複雜的空間水平變動資料（Quinn and Pawasarat,2003），在地理學方面而言，更是呈現地區多樣性最適當的空間衡量單元(Talen,2005)。因此，為了更進一步瞭解台南市土地混合使用空間分佈型態，本文將以台南市為實證分析之空間範圍，以街廓為最小空間分析單元，並配合都市計畫使用分區，進行台南市土地混合使用之空間分析。

三、空間研究型態

一般探討土地混合使用形態可分為：（一）共存混合（二）水平混合（三）垂直混合（四）時間變動混合等四個面向（Hoppenbrouwer

and Louw,2005），而在進行土地混合使用之量測與分析時，共存混合與時間變動混合之情況較為特殊與少見，因此水平混合與垂直混合成為土地混合使用量測與分析時的主要焦點，且其中垂直混合常因建物內部樓層使用類別不易調查而增加了分析上的困難度，亦導致大部分的相關研究多以第一層樓的使用類別進行水平混合分析（鄒克萬、黃書偉，2007）。而本文受限於資料來源的取得，因此以水平混合使用面向為分析對象。

第三節 研究內容

本文主要目的在於利用碎形維度衡量土地使用混合的程度，並配合都市社經發展現況進行比較分析。整體研究以 GIS 建立基礎空間資料，以碎形維度衡量土地使用混合的程度，並以街廓為空間分析單元，瞭解不同區位之街廓環境與土地使用混合的程度是否存在相關連性。

一、相關理論與文獻整理

藉由整理國內外相關研究，以瞭解近年來土地混合使用之研究重點，以作為本文研究之依據，文獻回顧內容包含：

（一）土地混合使用之定義與類型

（二）土地混合使用之效益

（三）衡量土地混合使用方法之研究

（四）土地混合使用之相關研究

（五）土地混合使用之影響因素

（六）碎形理論方法回顧

二、台南市土地混合使用空間分析

（一）資料來源

本文主要利用臺灣不動產資料庫於 93 年對於建築物使用類別之調查，並與台南市門牌地址點選系統進行屬性資料之連結以建立本文所需之土地使用基本資料。

（二）資料建置

利用台南市地籍圖與各地段地號之土地公告現值相互連結並將各里人口資料、所得、地價等資料一同匯入台南市

都市計畫街廓圖內，以進行後續研究所需之基礎資料之建置，上述所需資料之建置主要運用 GIS 為建構資料之平台且利於進行後續維度計算值於空間分佈特性之分析。

（三）研究區維度計算

在基礎資料建置完畢後，便利用容積（容量）維度（capacity dimension）與訊息維度（information dimension）進行研究區街廓維度值之衡量。利用所計算出之維度值大小，進而瞭解各街廓土地混合使用之空間分佈結構特性如空間聚集性與多樣性。

三、綜合分析與結論建議

（一）藉由各區維度值於 GIS 的展現上，可瞭解台南市都市土地混合使用於空間結構分佈特性。

（二）藉由相關與迴歸分析可得知，土地混合使用與都市發展重要之社經因子彼此間之交互作用情形，以利於未來都市土地混合使用管理策略的擬定。

第四節研究流程

本文主要運用碎形理論中的碎形維度值來計算土地使用混合程度，探討台南市都市土地混合使用之空間分佈特性，並藉此探討在不同空間中土地使用混合程度與都市社經發展現況之關係。

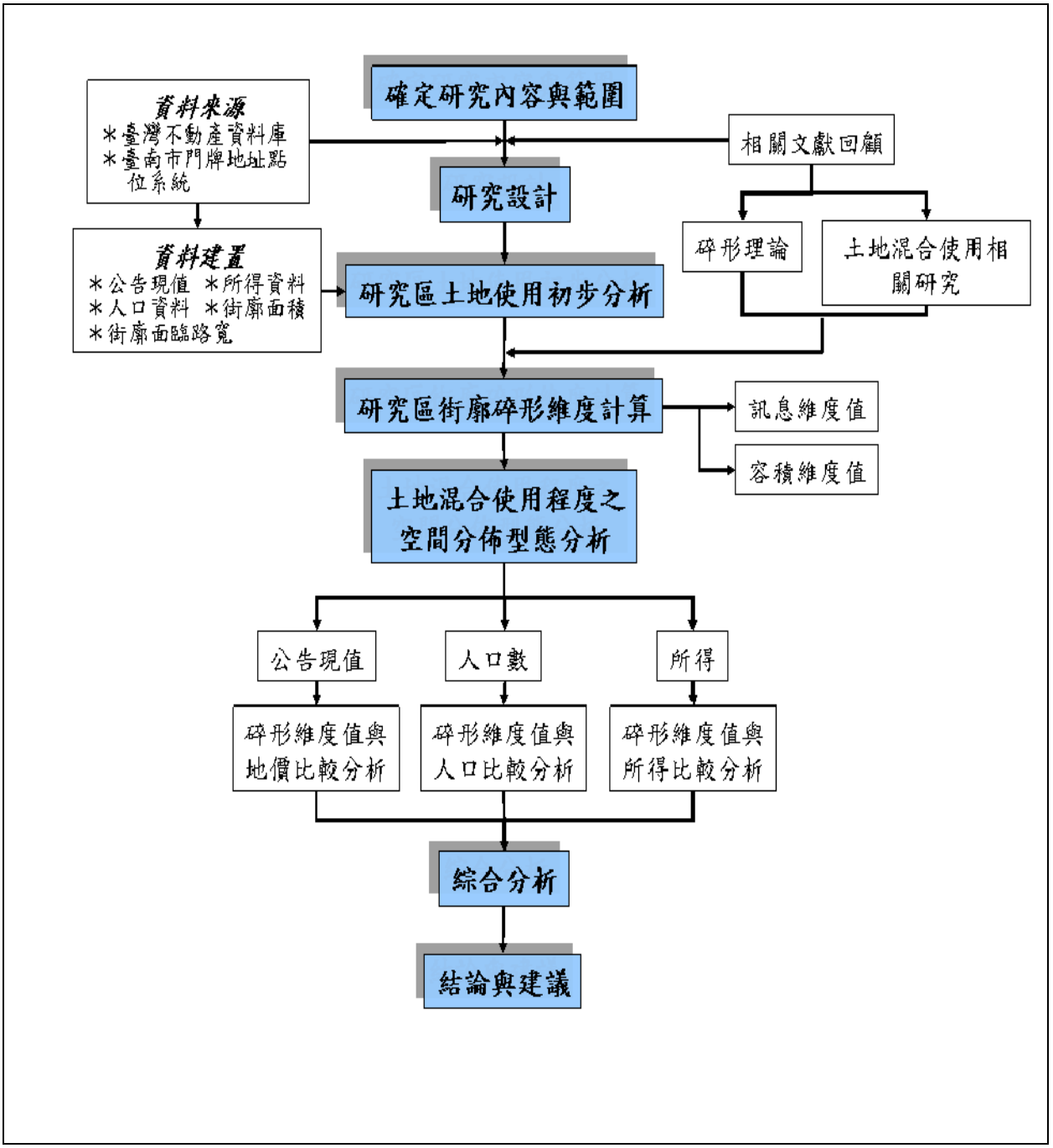

確定研究內容與範圍
資料來源
＊臺灣不動產資料庫
＊臺南市門牌地址點位系統
相關文獻回顧
研究設計
碎形理論
土地混合使用相關研究
資料建置
＊公告現值 ＊所得資料
＊人口資料 ＊街廓面積
＊街廓面臨路寬
研究區土地使用初步分析
研究區街廓碎形維度計算
訊息維度值
容積維度值
土地混合使用程度之空間分佈型態分析
公告現值
人口數
所得
碎形維度值與地價比較分析
碎形維度值與人口比較分析
碎形維度值與所得比較分析
綜合分析
結論與建議

圖 1-1-1 研究流程

第二章 文獻回顧

都市空間結構中土地使用型態之構成要素一般包含土地使用機能（與使用類型有關）、土地使用規模（所佔用之面積）、土地使用密度（建築面積與土地面積之關係或單位土地面積容納人口數）、土地使用區位（位置關係）等四項，而土地混合使用即是綜合上述四項要素於空間中交錯分佈的情形。因此，本文將從都市空間結構與土地使用影響因子等相關研究中，歸納出影響土地混合使用之影響因子，作為本文後續研究之依據。

另一方面在回顧相關理論與研究中，於土地混合方面，首先針對過去對於土地混和使用之相關研究進行整理，內容包含土地混合使用之定義、型態、效益與相關研究；於碎形理論方面，本文從碎形幾何學之理論進行說明，並探討碎形維度值之計算方法與應用於都市空間結構之特性進行說明。

第一節 都市空間發展結構理論之探討

在探討土地混合使用型態時，需從土地使用型態與空間發展結構兩者之關係進行說明，Rugg 認為空間結構是由於人類活動體系所形成之各種土地使用類別之間內部發展的結果；Bourne 認為空間結構是指與經濟活動有關的土地使用及其空間關係的變遷而言，亦即空間結構並非一成不變或是永久固定的現象；Lynch and Rodwin 認為空間結構是會自然而然的發生，並使得建物、街道、其他結構體與開放空間之間會產生一種內部的型態關係；Foley and Senior 認為任一空間結構是由於人們基於特定的需要或理由所賦予的一種關係；Dickinson 認為研究都市空間結構之發展可從聚落之實質結構與不同時期的發展狀態等進行探討；Post 認為空間結構應充分表現於土地使用的分佈、人類居住地與活動的聚集及強度、人類行為與實質環境結構體之間的互動等主題（黃勝雄，1996）；Hodge and Gatrell 認為經濟、社會等系統中各項活動作用之結果即是展現於空間結構型態中。綜合上述之定義可得知，土地使用型態與空間發展結構兩者間之關係密切，因此，本節將從都市空間發展結構之理論進行探討。

一、空間組織描述性模式

1921 年，美國芝加哥古典人文生態學派，開啟探討人類社會結構與空間之相互關係研究，將都市視為一個經濟系統同時亦為一個社會系統與生態社區，以生態或社會的觀點探究都市內部結構與人類社會結構發展的意義，並以經濟競爭因素說明都市發展現象。透過經濟競爭的壓力下，都市內之各種使用活動將以最適區位選擇為其分佈，主要應用之理論包含：

（一）伯傑特（Burgrss,1923）同心圓理論

其理論以同心圓的觀念闡述都市內部結構及其互動關係，同時假設都市內只有一個中心（即 C.B.D.），且自中心地區呈現放射狀擴張，而都市內各種土地使用以同心圓型態發展之原因為：1、各地點至中心地區距離和最短；2、圓形空間使用面積比其他圓形使用面積大。然而，其理論基礎雖簡單明瞭但卻簡化都市內各項土地空間結構之關係，因此同心圓適用於都市化程度低之土地空間結構分析上。

（二）賀依特（Hoyt,1939）扇形理論

其理論認為都市只有一個中心（即 C.B.D.），且都市內部實質空間發展結構主要沿著交通路線由市中心向外擴張，隨著都市人口的增加，都市將沿著不同的交通路線逐漸向外擴大，而在都市內相同土地使用均會沿著放射狀延伸發展且不同的所得階級，傾向於不同的地區，此等發展將構成以一圓周內之若干扇形地區之發展型態。

（三）哈利斯、烏爾曼（Haris＆Ullman,1945）多核心理論

其理論認為都市空間結構並非為單一核心發展而是因實質發展結構間相互影響進而形成環繞著多個核心發展，且都市發展之所以產生許多不同活動聚集區之原因為：1、有些活動需要某種特定的設施；2、有些活動聚集一處，可產生聚集經濟；3、有些相互不相容之活動，應該彼此隔離避免造成妨害；4、有些活動需較大空間，而為了減少成本，因而自宜選擇地租較便宜之處。另一方面，都市核心數目之多寡因都市發展歷史以及地區性活動的力量而有所不同，一般而言，

越大的都市其核心數目越多，都市功能也越專業化。

二、空間組織解釋性模式

新古典經濟理論對於都市的經濟活動與空間結構之相互關係，主要是從經濟學當中的供給與需求兩方面進行分析，其基本概念乃由經濟活動與空間分佈之區位安排效率關係為研究分析之出發點，主要應用之理論包含：

（一）屠能（Von Thunen）農業區位論

屠能最早提出運輸成本對農業生產者區位的影響。其理論假設在一區域中有一市集，所有農產品的交易全部均在市集內為之。整個區域的地勢平坦，每塊土地的肥沃性、生產力、氣候條件均相同。屠能認為產品在生產點的獲利即是市集內所能賣出的價格減去運送至市集的運輸成本、和生產因素成本的剩餘。對同一產品其在市集內的售價對不同的生產者均相同，故土地無靠近市集可獲利潤愈高，這就形成了競租曲線。隨者產品單位運送成本的不同，競租曲線的斜率不同，這就形成有些產品的生產區位座落在靠近市集較有利，譬如單位運送成本較高者，或是單位面積生產價值較高者。有些則座落在遠離市集較有利，譬如單位運送成本較低者。整個區域的產品區位就形成以市集為中心，向外成同心圓的分區狀。離市集愈近者之土地作較高經濟價值的作物，遠離市集之土地作為較低經濟價值之作物。

（二）韋伯（Alfred Weber,1909）工業區位理論

韋伯對於製造業的區位問題提出論點，其理論假設：原料供給地點是固定的且原料價格已知原料可無窮供應、勞工供應的地點是固定的且在工資率固定下勞動力可無窮供給、消費者集中在各處消費市場，但每個消費市場的消費是無窮的，生產者無法獲得獨佔利益。其理論認為影響生產者區位的因素有區域因素包括運輸成本和勞工成本，以及聚集因素包括人口密度和工業複合度。生產者之區位選擇首先在追求最小運輸成本，然後再考慮勞工成本與聚集利益。在運輸成本最小的考量方面，生產者在消費地與兩個原料產地所形成

約三角形尋找最小運輸成本的區位，廠商區位將會座落在三角形的內部。當考慮到勞工成本與聚集利益後，廠商區位就會偏向勞工供應地與廠商聚集地，而不論是勞工供應地或廠商聚集地通常會聚集在一處，那就是都市。所以綜合考量廠商會盡量往都市集中。

（三）佩蘭得、胡佛（Palander and Hoover）市場區域理論

佩蘭得是第一位討論市場區域範圍的經濟學家。其理論假設工廠的生產因素成本固定，消費者均質的分佈在各處，消費者需負擔產品的運送成本。座落在不同區位約兩個廠商將會競爭其銷售市場，市場的區域範圍將視兩廠商的送達成本（含產品出廠成本與交通運送成本）來劃分。

胡佛將佩蘭得的理論加上規模報酬遞增或現模報酬遞減，來討論市場區域範圍。當兩個廠商中的一個廠商具有生產的規模報酬遞增能力時，其送達成本線會隨者距離工廠位置愈遠而下彎，此時若另一廠商的送達成本線維持不變，則具備規模報酬遞增的廠商在較低的送達成本下，將可擴大其市場區域範圍。反之，若具有規模報酬遞減性質之廠商將會減少其市場區域範圍。

（四）羅許（Losch,1954）的理論

羅許討論更一般化的廠商區位理論，其理論假設原料、勞工、與消費者均是均勻分佈在均質平原上的，並採用廠商追求最大利潤的區位選擇行為。廠商將產品銷售到其四周的消費者，其收入減去其成本支出即為廠商之利潤。產品收入可以是產品價格與消費需求函數的乘積，而成本可以受生產函數的影響。其理論導出廠商的市場區域範圍將是呈六角形的幾何圖形，因為從六角形的中心到市場範圍內所有點的總距離是最小的。對不同產品將會有不同的六角形幾何圖形。羅許將所有個別的系統重疊在一起，其中將至少會有一個生產中心會在同一區位，此一重疊的區位將有超過一種產品在同一區位生產，或許就形成城鎮。當有更多個生產中心集結在同一區位時，該區位就會形成大都會。羅許所討論的區位理論與較早的克里斯托勒(W. Christaller,1993)的中地理論在

基本精神上並無差異。

（五）艾薩得（Isard）的理論

艾薩得主要的貢獻在將前述的區位理論與經濟理論結合。透過有明的替代原則解釋許多區位理論，任為區位選擇基本土是資源在時間與空間上的衝突所引起。有衝突就須有決擇，在決擇中資源具有替代性質，選用較多的某一種資源就不能選用較多的另一種資源。在替代關係下，經濟個體決定其生產或消費區位。另一方面，資源有些具有互補關係，這就產生聚集效果，替代與互補相互折衝，區位均衡點就形成了。

（六）阿隆索（Alonso,1964）住宅區位理論

強調土地價值和土地使用之間的關係，其理論假設消費者的偏好型態、工作地點、和一般消費品價格為已知，且消費者在其所得限制下，追求效用水準最大。利用數學模式推導，可分析地租函數的型態以及偏好屬性間的關係，其數學規劃模式所代表的意義為：消費者在其偏好型態下，受到所得水準之限制，企圖選擇最佳的土地以外之其它消費品數量和土地使用量之組合，以達成最大滿意程度。而模式中也說明了地價或地租受到通勤成本的影響，工作地點的地租最高，越往郊區地價越低。

第二節 土地混合使用

近年來，土地混合使用已成為都市智慧成長（Smart Growth）與土地使用規劃的重要原則之一。美國許多都會區亦將土地混合使用發展作為規劃之重要策略，部分的歐洲國家在緊湊都市（Compact City）的概念下也逐漸朝向土地混合使用發展，且新都市主義亦以土地混合使用作為土地規劃的主要策略之一（Song and Knaap,2004）。這主要是因混合使用可創造與維持都市的活力並營造一個適於居住與永續發展的都市環境。因此，本節針對土地混合使用之定義與類型、效益與相關研究進行分析。

一、土地混合使用之定義與類型

土地混合使用之定義一般可分為下列幾種說法：（一）結合兩種功能使用即稱為混合使用（Hoppenbrouwer and Louw,2005）；（二）於某個空間與時間內能夠進行多樣性的功能使用即是混合使用（Priemus et al.,2000）；（三）強調使用上相容且有交互作用的多樣性混合（Grant,2002）；（四）土地混合使用最廣義且簡便的定義為在一個特定區域內相鄰土地有著不同的土地使用種類（Handy et al., 2002）；（五）依據不同卻能產生交互作用的活動之間的相互作用與聚集作用所產生的影響來定義（Nijkamp et al., 2003）；（六）混合使用是指一塊土地或結構物具有非單一的用途[1]。

因此，綜合以上之說法，土地混合使用即是「在一定的空間與時間範圍內，包含兩種以上之功能或活動的使用」(許智宏，2006)。而以空間性的觀點來描述土地使用類型，則可分為共存混合、水平混合、垂直混合、時間變動混合等四種類型（Hoppenbrouwer and Louw,2005），在此分類說明（如圖 2-1-1）：

（一）共存混合：

意指在同一建物且同一平面空間中，同時存在兩種以上的使用功能。

（二）水平混合：

意指在特定區域中的不同建物存在兩種以上的使用功能。

[1]依據國內都市計畫專業用語之說明

（三）垂直混合：

意指在同棟建築物中不同層的樓地板作不同的使用。

（四）時變動混合：

意指在同一個特定空間中，因時間的不同而有不同的使用類別。

NTTU Library

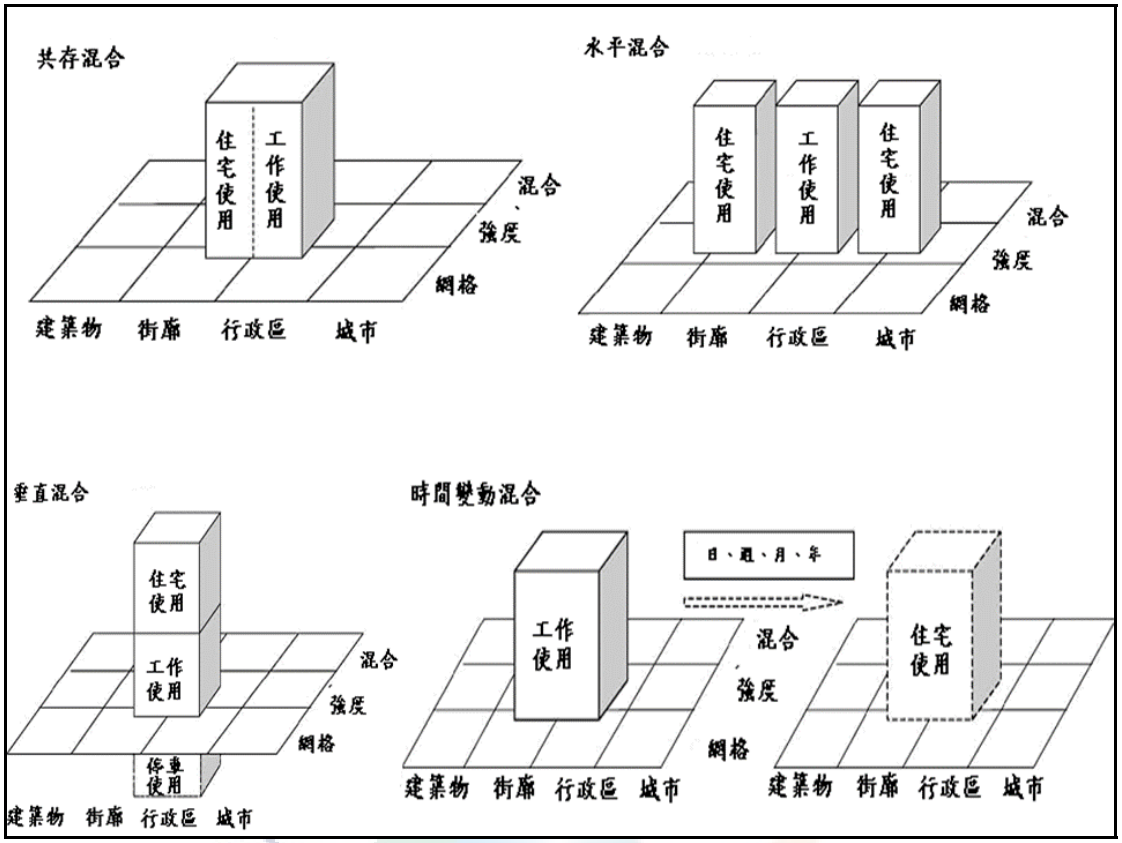


圖 2-1-1 四種土地混合使用型態

資料來源Hoppenbrouwer and Louw,2005

二、土地混合使用之效益

自90年代出期，世界各地在永續性的城市發展目標下，衍生出緊湊城市的概念（Burton,2002），主要因緊湊城市的發展有利於減少交通旅次以降低能源的消耗、有利於提供更有效率的公共交通建設、都市內部空間再生與恢復活力的機會進而減少鄉村地區的開發等優點，因此，為緊湊城市發展現象之一的土地混合使用既成為歐美許多城鎮在土地使用形態規劃方面的策略之一。Grant(2002)認為土地混合使用所產生的效益是可被預期的，也因此國外對於土地混合使用之研究主要著重於土地混合使用所帶來的效益分析，如Song and Knaap（2004）探討土地混合使用對於房價的影響等。然而，這些預期效益必須配合許多法令的規範。因此，英國政府在其法令中說明推廣土地混合使用的理由（如圖2-1-2），其一，藉由土地混合使用可降低相鄰兩地區為了日常生活需求所耗費的交通旅次，而整體經濟活動的集中更可以提升都市交通系統的效率(Priemus et al.,2000；Grant,2002)；其二，土地混合使用可促進都市發展多樣性以增加都市活力，同時可為都市地區提供機會來改善其品質以及增加都市活力。舉例說明，在白天、傍晚或週末增加對都市的使用等（Hoppenbrouwer and Louw,2005）；其三，在防堵犯罪方面，更可提升都市的安全感（Hoppenbrouwer and Louw,2005）。

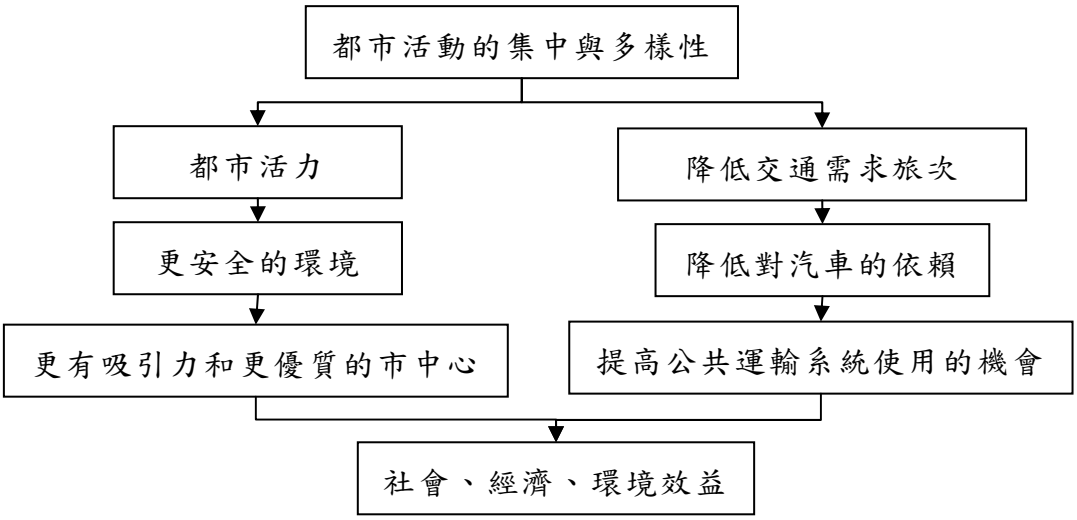


圖 2-1-2 混合使用發展的效益

資料來源 Hoppenbrouwer＆Louw,2005

因此，歐美國家在土地混合使用發展策略方面採有計畫性的將兩種或三種用途整合為一體之使用（許戎聰，2001），其中根據美國都市與土地協會（Urban Land Institute, ULI）對於混合使用開發的詮釋中提出三項有別於土地單一使用之益處：

（一）從經濟效益來看（如將三種以上重要收益生產使用且有良好計畫相互支持）：

所謂三種重要收益性生產使用（行業類別包含零售、辦公室、居住、旅館、休閒等），無論是在平面或立體混合發展在計畫上需能統合不同用途之使用，並且對公共意象與市場有敏銳洞察能力。因此，在高密度的發展與發揮土地最大潛力的前提下，土地的績效將提高，如得到較高的租金以及使用等。

（二）從整體發展來看：

混合使用提供了一次計畫整合的機會，經過環境、財務與其他等方面的考量，整合不同使用與分區，以有次序與計畫的開發來發揮混合使用應有的功能。

（三）從規劃應用來看：

混合使用開發可運用於建築物、在發展藝術特區，依照不同的基地特性而發展不同的經營、管理與混合使用程度。

另一方面，土地混合使用發展對於公共政策亦有其效益，其中迫使政府推廣混合發展最普遍的理由，即增加地方稅收，然而，混合使用發展還有其他很重要的目的就是：創造良好的都市環境、避免都市枯萎與衰敗、改善大眾運輸系統的搭乘、整合公共使用；次要目的則包含創造就業機會、擴展社區零售與商業基礎、建造新的房屋機會和參與計畫的效益。以下就針對增加地方稅收、創造良好的都市環境、避免都市枯萎與衰敗、改善大眾運輸系統的搭乘、整合公共使用等予以說明之（許戎聰，2001）。

（一）增加地方政府稅收：

土地混合使用發展對於地方政府而言，可增加地方政府稅收，如Horton Plaza in San Diego每年有1,200萬的所得稅收，同時亦提升毗鄰土地的價值由此觀之，土地混合使用除了激勵更多的發展同時也增加城市的基本稅收。

除了稅收與其它商業利益外，土地混合使用比單一目標使用還有更大的利益，如土地價值、收入與資本增加等等，這些長期稅收與大資本的投入能確保都市不衰敗與惡化。

（二）創造良好的都市環境

增加政府的稅收是混合使用的一大收穫，不僅如此，混合使用還能創造一個良好都市環境，當政府公共部門為公共福利的計畫努力時，其最初的目標就是要創造好的都市環境，但要達成這個目標；並無真正好的方法，而混合使用發展正可以在這一方面有其潛能與答案。

有幾個因素可以說明這個趨勢，在城市有較強烈的辦公市場，公共部門則鼓勵混合使用含有零售、旅館、居住、娛樂使用等等，如此一來可避免AM：9-PM：5辦公時間的無生氣，混合使用發展是要能提供吸引公共空間與使城市有較愉快之購物、工作、訪友的機會。

在近郊地區，混合使用計畫能提供一個成長的焦點，特別是在第二階段發展的近郊地區，當使用是密集的發生，而非單一目標的辦公公園、購物中心或是在第二代混合使用發展所發生之商業利益，混合使用就能避免單調之情況發生，這樣的混合使用發展就能有好的都市環境。

最近的近郊城市之混合使用發展地區，一直是缺乏一些基本功能如戲院、旅館、食物工廠，或者是相互之間距離太遠。一個混合使用發展是要將單一目標之活動有效的組合在一起，其應具有適當的規模、彈性並有效的對都市產生刺激的作用。同時混合使用也應提供公共部門一些非常具吸引力的參與環境，且能創造令人愉快、興奮的都市居住空間。

（三）避免都市枯萎與衰敗

就實際規模、特性和效用來說，混合使用發展是可以圍繞枯萎的鄰里單元，而使衰敗之地區復活。是否在衰敗地區採用創新且較大的實質環境去抵抗衰敗，或者是引進居住、旅館或娛樂活動區等機能，這都是可行的。

混合使用發展也能刺激鄰近的發展，如Horton Plaza in San Diego和在Tulsa的威廉中心這兩個地區，都被視為促進發展而從事建設，以避免衰敗現象產生(Horton Plaza in San Diego 的發展計畫，同時也預期到鄰近地區的土地更有價值)。

（四）改善大眾運輸系統的搭乘

現今都市成長模式，經常需要考量大眾運輸系統的問題，尤其是住宅與工作中心擴展至大眾運輸不易服務時，混合使用發展就能提供大眾運輸系統的改善，與其相關理由有三點：

1、混合使用發展能照顧千分之十之實質交通旅次需求

2、在單一或高密度之的發展情況下，混合使用發展比較分散式建築物還要集中。

3、混合使用發展能顧及每天擴充的交通旅次需求，因為在計畫上每一個使用各有其不同吸引旅次和生產順序。

（五）整合公共使用

許多地方政府現今已將公共建築物計畫放在混合使用發展之中，其所含之要素包括市政廳、法院、出租辦公空間、公共圖書館、會議中心、運動場、藝術中心等等。這些現已成為混合使用的焦點，如多倫多、Hartford和Lexington、肯特基之會議中心，也都是在這些設施上創造出的利益(其中含有旅館、零售業之空間)。

混合使用若含有藝術、文化等機能設施發展，同樣對公共有利益，雖然藝術只能增加微小的利益，但是在計畫執行時也能提供本身或人民有價值之商業服務。

綜合上述說明，可得知歐美國家，其土地混合使用發展是有計畫性的將兩種以上用途，放置於同一基地內，其間會考量不同使用類別之間的相容性，同時創造收益。而國內土地混合使用情形十分嚴重，從階段而言，大概可分為計畫性混合與無計畫性混合，計畫性混合涉及法令許可層面，無計畫性混合則屬於使用管理層面與市場需求層面（許志宏，2006）。然而，在都市活動中，某些活動仍須靠土地使用分區管制予以隔離，舉例說明，探討一般住宅區土地使用時，重工業活動應予以隔離（Angotti and Hanhardt,2001），因為此種土地混合使用之行為並不會自動地提升都市的活力。

另一方面，Lynch（2000）亦指出都市中過量的土地使用活動，反而容易造成都市生活環境的壓迫，因此，土地混合使用發展並不適合單獨用於都市設計當中，還需包含都市的經驗、土地使用本質等綜合性的考量（Hoppenbrouwer and Louw,2005）。

三、衡量土地混合使用方法之研究

過去在衡量土地混合使用的方法大致可分為四種，第一種是利用土地使用種類或設施種類之數量直接計算土地混合使用的程度（Burton,2002；Song and Knaap,2004；林禎家、蕭博正，2006）；第二種是以與公共機關、公園、郵局等設施之距離作為衡量土地混合使用的程度（Song and Knaap,2004）；第三種為相鄰活動衡量法[2]，

[2] 混合率％＝不同使用單元之混合臨接次數之合計次數/所有使用單元之臨接次數之合計次數

主要是計算相鄰不同建築物之共用牆壁的合計數量作為衡量土地混合使用的程度（陳亮全，1989）；第四種是利用面積來計算，此種計算方式可分為三種，其一，利用市中心面積、都市內部面積、近郊的面積與都市周遭未開發的面積等四項之面積比值作為衡量土地混合使用的程度（Rowley,1996），其二，計算商業、住宅、公共設施、公園等使用之面積比值作為衡量土地混合使用的程度（Song and Knaap,2004），其三，將所求得之使用面積比值進一步計算出熵數（Entropy）、Shannon-Weaver 指數、Simpson 指數（Song and Knaap,2004；Talen,2005；林禎家、蕭博正，2006）。

然而光利用面積的比值無法完全表示相同面積但不同土地使用的空間混合度（如圖2-1-3的A、B、C），因為空間混合度不只為土地使用面積的觀念還包含其形狀的觀念（林峰田，1991）；利用相鄰活動衡量法與可改善利用面積比所不能表示的土地使用活動空間的相對位置關係，然而不考慮不同土地使用的面積大小，因此，當研究個體之活動面積差異很大時，則不便適用，而不同類型的土地使用其面積與座落於空間的分佈位置會直接影響整體都市空間結構的變化。

另一方面，Talen（2005）認為在探討土地混合使用程度的變化時，亦需考量土地使用的多樣性，因為多樣性為政策規劃強而有力之因素，對於土地使用而言更有明確的政策目標且對於建立良好的都市生活、健全的經濟、社會的公平與都市的永續性發展等方面更具有其助益；Sarkissian（1976）認為土地混使用多樣性的目的為：提升下層社會的水準、促進藝術與文化的多樣性、增加社會公平的機會、促進社會的和諧、改善都市機能（提昇工作機會與服務）、保持鄰近地區穩定的發展等；Jacobs（1961）認為都市結構的多樣性對於人類而言更是重要的經濟資產，總言之，都市土地使用多樣性可提升都市活力，即使都市其中一項經濟活動消逝，也不至於造成都市整體的沒落，因此，多樣性亦是用於衡量都市永續發展的準則之一。

而在評估鄰里地區的土地使用多樣性時需考量彼此間近鄰位置與相互影響關係(Talen,2005)，因此，為了能多面向的探討都市土地混合使用的特性，本文將以容積維度（Capacity Dimension）衡量土

地混合使用之空間聚集特性、以訊息維度（Informatiom Dimension）衡量土地混合使用之空間多樣性。

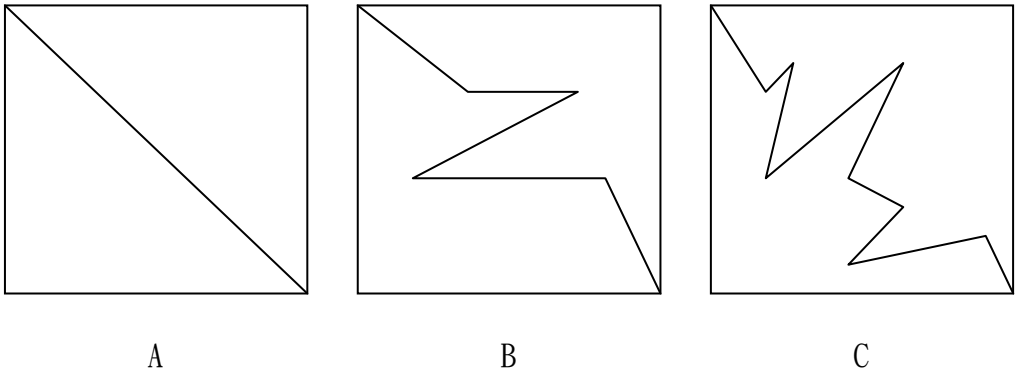


圖 2-1-3　等面積比卻不同土地混合使用程度之空間結構

資料來源：林峰田，1991

四、土地混合使用相關研究

近年來，國內有關土地混合使用之相關研究相當廣泛，主要可分為：土地混合使用類別相容性、對（居住）環境品質影響之研究（宋良正，1986；許戎聰，2001；莊琮博，2001；賴彥伶，2006）等；土地混和使用與交通旅運需求間之關係（林禎家、蕭博正，2006）等；利用數理模型來評估土地混合使用之混合度指標（林峰田，1991；林如珍，1998）等三類。

其中，土地混合使用類別相容性、對（居住）環境品質影響之研究，主要以住商混合使用現況，探討以住宅為主體的活動與其他活動類別之相容性，利用問卷調查建立安全、噪音、污染、寧適度與方便性等指標，以評估土地使用相容類別，寄望改善住宅環境；而土地混和使用與交通旅運需求間之關係，主要藉由土地混合使用對旅次發生數量與運具選擇之關係，進而研擬都市土地使用規劃策略，以達到減少旅運需求與提高大眾運具使用的目的；而利用數理模型來評估土地混合使用之混合度指標，主要利用準碎形維度作為衡量不同都市發展之土地使用混合度整體結構及個別內部結構之差異，以評估其都市發展之程度。

另方面國外對於土地混合使用之研究主要強調土地混合使用帶來的效益與影響，如Song和Knaap（2004）探討土地混合使用對於房價的影響、Borrego et al.（2006）探討不同都市結構對於空氣品質的

影響、Burton（2002）則是著重於探討土地混合使用對於日常生活機能之影響。

整體而言，都市土地混合使用對於都市環境之影響有正面亦有負面，要使得正面影響提升負面影響降低，除探討不同使用類別間之相容性、減少旅次需求之研究外，亦需考量都市土地混合使用之空間分佈特性，進而分析土地混合使用與社經環境因子間之關係，藉以未來都市土地混合使用管理策略的擬定。

五、土地混合使用因子分析

由於土地使用是人類使用資源的表現，不同的土地使用型態、強度及其分佈皆是反應人類各項地表活動的類別強度及分佈而土地混合使用即是綜合各種土地使用型態於空間分佈中，因此在探討土地混合使用之影響因子時，需從過去許多探討空間發展結構理論所提及影響土地使用種類、區位與分佈等因子著手，例如：土地租金、市場需求等。

過去亦有研究指出土地使用分區管制之限制、路寬、所得等因素（陳亮全，1989；許戎聰，2001；Talen,2005）亦會影響土地混合使用型態之發生，因此在探討影響土地混合使用型態之因子時，亦需考量社經環境發展、計畫環境因子、宗地環境等影響變數，在此，本文將影響因子區分為三項，分述如下：

（一）社經環境因子

經濟因子為探討土地使用與都市空間結構中主要影響因素之一，一般而言，可將經濟因子細分為產業結構、人口特性、所得、地價、地區文化特性等，而土地混合使用即是呈現各項因子於土地使用空間中。

Talen（2005）認為社經因素會影響土地使用的混合情形，其研究以所得、種族、住宅型態、屋齡、房屋所有權等五項影響因子分別與土地使用分區管制下的多樣性進行比較分析，並利用最小平方法（OLS）與最大概似法（ML）檢定該五項社經因素與土地使用多樣性之間的相關性。

（二）計畫環境因子

國家之空間政策對於土地使用具有相當程度的影響

力，由於政策會因空間尺度的差異而具有層級性，其中對於都市地區土地使用特性較具影響力之空間政策即為土地使用分區管制。

土地使用分區管制為都市土地使用計畫執行工具之一，其依據計畫目標與內容、地區人口、產業特性、都市實質發展潛力等，將計畫範圍內之土地依使用目的與需求，劃定各種不同用途之分區，如住宅區、工業區、商業區等，依使用強度再予以細分（如住一、住二等）。土地使用分區管制提供包含使用類型、使用強度等管制內容，並限制有礙各分區用途的其他使用，因此，對於地區之土地使用類型有一定影響力。

（三）宗地環境因子

宗地本身屬性的差異，亦是影響土地使用決策的因素，許戎聰（2001）針對台北市大安區與萬華區之住宅區土地混合使用業種相容性分析之研究中指出臨路寬、建築物型態、鄰接商業區與是否位於道路轉角處等為商業行為混入住宅區之影響因素，此研究顯示出以街廓為衡量單元時，所選取研究之樣本其宗地環境特性會影響混合使用的發生；許志宏（2006）藉由街廓面積、道路寬度等影響因素，利用迴歸分析與典型相關分探討都市土地混合使用之影響。

六、小結

綜合上述之分析，可歸納出在探討土地混合使用之影響因子分為社經環境、計畫環境、宗地環境等三方面，社經環境因子雖可細分為產業結構、人口、所得、地價、地方文化特性等因子，然而，當研究尺度為街廓時，產業結構與地方文化特性等因子並不適用，因為此兩種影響因子主要是反映不同都市間之差異，因此，本文在社經環境因子方面主要以人口、所得、地價；在計畫環境因子為了瞭解都市土地使用分區對於土地混合使用之影響，因此，將土地使用分區納入考量；在宗地環境因子方面主要包括宗地面積、面臨路寬等影響因素，因為面積即是反應土地使用規模，且在其他條件相同的情況下，面積越大之街廓可容納土地使用種類亦越多，而街廓

臨路寬即可反應此街廓道路系統之型態，通常於主要道路上來往人車較多，土地混合使用型態亦會不同（許戎聰，2001），本文將針對上述之影響因子作一詳全之分析與探討。

NTTU Library

第三節 碎形理論

真實世界為一複雜的現象，傳統歐基里得幾何學已無法充分解釋一些複雜的自然現象，例如：雲不是球面、山峰不是圓錐形等，因此，近年來所興起的碎形理論便是專門用於解釋歐式幾何學無法解釋的自然現象，凡舉於不規則的自然物，如雲、海岸、流水、樹木成長等，而對於人造物而言，只要具有自我相似性與維數非整數的特徵，便可應用此理論依據（李宗仰，1995），此一理論因不受研究領域限制，故應用層面相當廣泛，如地表逕流與雨量預測（汪立本，2005）、地形高低起伏變遷（Cheng et al.,1999）、都市空間結構變化（許玉琴，1994；Batty and Longley,1995；Bovill,1996；Brodie,1996；林如珍，1998；Heath et al.,2000；Rodin et al.；林裕彬，2001；蔡厚男、呂慧穎，2001；陳亮瑜，2002；Cooper,2003；Hagerhall et al.,2004；李介中，2005；Li,2000；Ricotta,2000；Schmiidt,2000；Cooper,2005；Thomas et al.,2008）、河川棲地變遷（林伯航，2004；林呈益，2004）等，而這些複雜的圖像與歷程以往慣用歐式幾何學方法予以描述，運用直線或圓弧等採用逼近方法予以描述但這將會是複雜且冗長的工作，在實際的應用上是不符合成本效益且對現實情況過於簡化（林峰田，1991；林淑真，1998）。而碎形是利用物體本身的自相似性來描述物體的特性，因此，較一般維度標更適合自然界景物的描述（王素芬，1997），亦顯示出碎形理論於複雜系統科學的重要地位（林淑真，1998）。

經由上述說明，運用碎形理論分析都市空間結構特性主要有以下意義：其一，碎形理論中的自我相似性在都市結構中有明顯的的展現，例如：都市道路系統由主要幹道細分至次要幹道等，經道路一再細分的過程中，呈現出自我相關性（Batty,1995）；其二，都市結構的發展具有碎形的特性並非呈線性發展，因此，必須瞭解無秩序自然環境現象並從中找出都市空間內部的特性（Batty ,1994）。

一、理論背景

傳統的歐氏幾何學的要素為直線、平面、圓、球…等來描述物體的外型，但雲朵不是球體、山岳不是錐體、海岸線不是圓周、樹皮並非光滑、閃電更不是沿著直線傳播的（Mandelbrot,1983），雖然歐氏幾何認為大自然的物體都是無定型的東西，而不加以理會，但

近年來已有許多研究鑽研於傳統歐氏幾何所無法解釋的形體（張志三，1996）。

碎形理論正式出現於 1967 年，由法裔美國學者 Mandelbrot 所提出，他認為英國海岸線在某種意義上可以視為無限長，因為海岸線長度會取決於所選擇的量測單位而有所不同，量測單位越小則可以掌握更多細節，所量測出來的海岸線總長度會越長，如下圖 2-2-1。

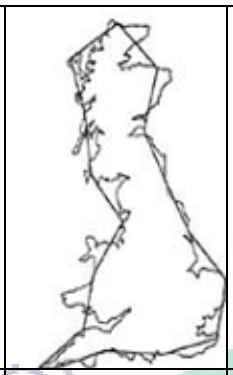
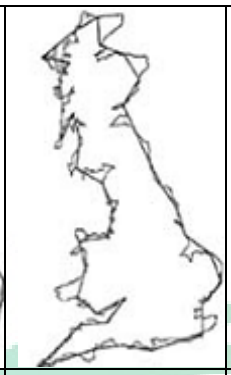
圖形				
單位長度	200 miles	100 miles	50 miles	25 miles
線段數	7	16.25	40	96
總長度	1400 miles	1625 miles	2000 miles	2400 miles

圖 2-2-1 不同單位下的海岸線總長度

資料來源：Bovill,1996

由每一張地圖來看，海岸線的長度是一致的，但隨著量測單位的縮小，其線段數與總長度會隨著增加，總長度並不會收斂，反而會呈現發散的現象。此乃因為當採用量測單位來測量時，則在大的量測單位中所忽略的峽谷、海灣等便可以計算在海岸線長度內，因此，採用較小量測單位所衡量出之海岸線顯然會比用較大量測單位所衡量的海岸線更長（張志三，1996）。然而，這樣運算下去所得海岸線長度是無限長的，這樣的結論是毫無意義的，故 Mandelbrot（1983）利用在不同的量測單位中找到共同的規則，就是自我相似性的特徵，因而發展出碎形的基本概念。

碎形又稱為分形，按 Mandelbrot 的解釋為「不規則」、「破裂的」，可從看似不規則的情況中，找尋共同的規律。因此，Mandelbrot 定義碎形：「碎形是以某種方式與整體相似的部分，所組成的形。」（A fractal is a shape made of parts similar to the whole in some way ）

這裡所指的某種方式，意指自相似性而言，從上面的定義可得知碎形所解釋的現象為整體與局部存在某種相似性的幾何圖形，形

狀的變換與尺度無關，而這也是碎形最要的特徵之一，一般稱為自我相似性。

因此，碎形可運用來研究自然界與社會活動中廣泛存在無規則而又具有自我相似性的系統，如雲、山岳、海岸線、地形等自然現象（林如珍，1998）或是都市空間結構、土地混合使用、股市、影像壓縮等社會人文活動（詹振雄，2000）。

（一）自我相似性（Self-similarity）

自我相似性是碎形理論系統中重要原理之一，表示不管以任何規模或任何尺度進行一碎形物體之量測，取其一小部分放大後，仍同等於整體的形狀一樣（張志三，1996），亦即在任何尺度量測下，其形狀會完全一樣，也就是說總體通常可以用個體來顯示。由 Sierpinski 三角形（圖 2-2-2）可以發現 Sierpinski 三角形都是相似的，而其局部與整體間的關連就是自我相似性。

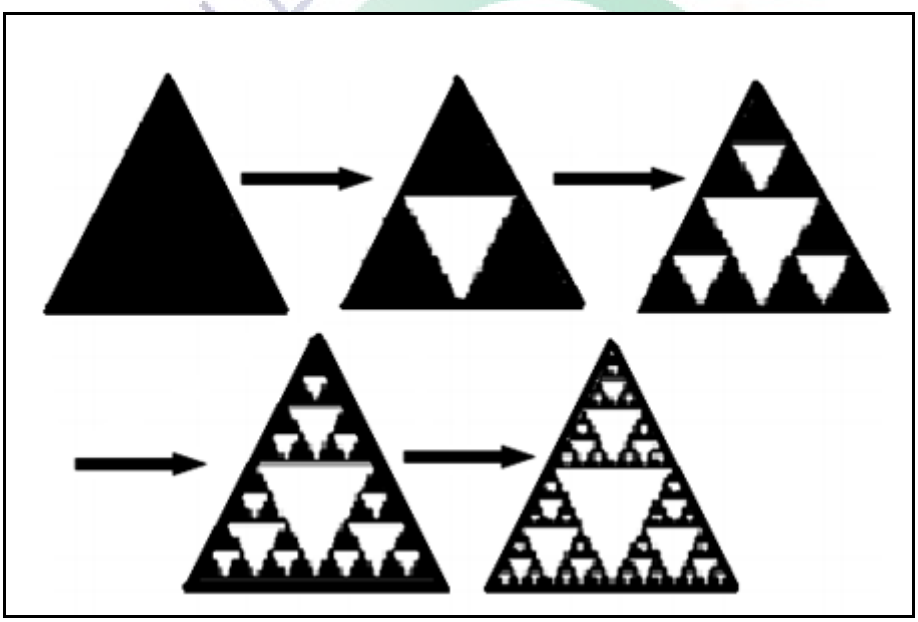


圖 2-2-2　Sierpinski 三角形

資料來源：Batty and Longley,1994

（二）特徵尺度

在所有自然或人造的圖形中，大致可以分成兩類，一種是具有特徵尺度的圖形，另一種則否；具有特徵尺度的圖形的一個重要特徵是，構成其形狀的線與面都是平滑或近似平滑

的，是可以微分的，如正方形、橢圓等幾何圖形，或是房屋之類的人造物；而不具特徵尺度圖形的最大特徵則是到處都是不平滑的，不管圖形如何放大，圖形仍是複雜而不能微分的，如山脈、河川或海岸線等。

而碎形理論的特徵尺度是沒有特定的尺度，這種與尺度無關的現象稱為尺度不變性（scale-invariant）。然而一般物體僅只在某個特定的尺度下才具有尺度不變性與自我相似性，但超過該範圍，就是非碎形的體系（李宗仰，1995）（如圖 2-2-3）。

因此藉由不同衡量尺度可以發現非碎形物體與碎形物體間之差別，對於非碎形物體而言，在較大衡量尺度下，其細部是由直線所組成，反觀碎形物體，在任何衡量尺度下均擁有無窮的細部結構，因此，無法以傳統歐氏幾何學的點線面解析（李宗仰，1995）(如圖 2-2-4)。

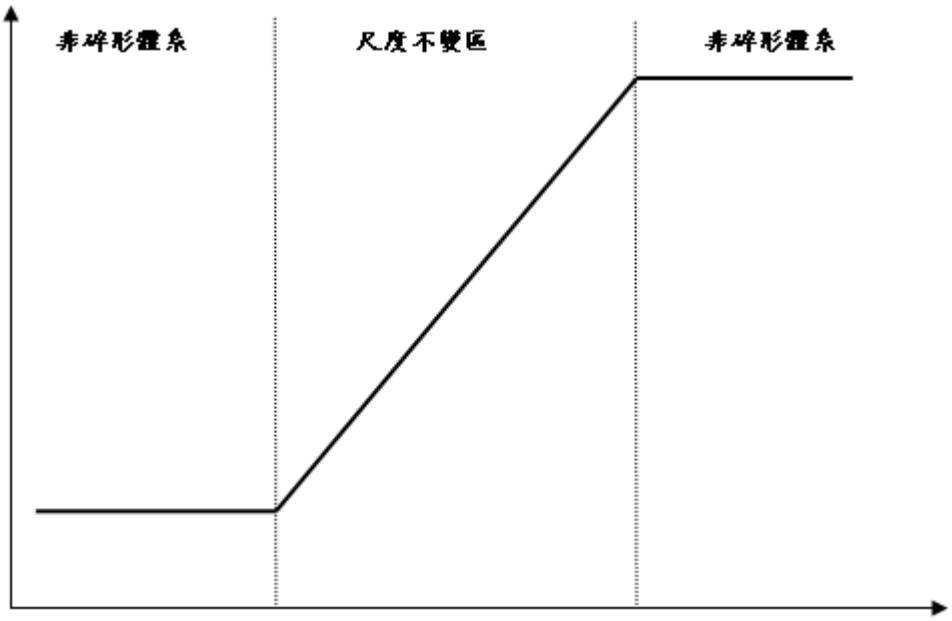


圖 2-2-3 尺度不變示意圖

資料來源：李宗仰，1995

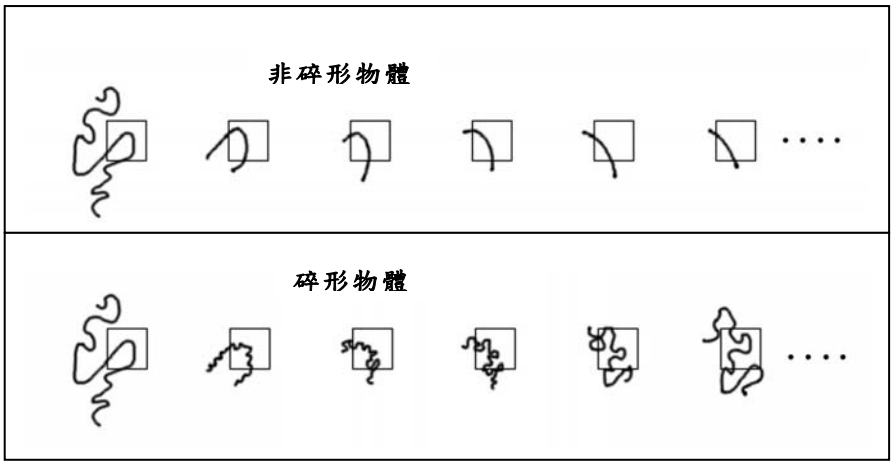


圖 2-2-4　碎形與非碎形物體

資料來源：李宗仰，1995

二、碎形種類

（一）定率碎形與序率碎形

自我相似性為碎形理論中最重要的特徵之一，其意旨將圖形的一部份放大或是縮小其形狀不變，如 Sierpinski 三角形一樣（圖 2-2-2）。然而在自然界中難存在像 Sierpinski 三角形一樣，擁有完全的自我相似性。因此，又將將碎形區分為定率碎形（Deterministic Fractal）與序率碎形（Stochastic Fractal）兩種，定率碎形又稱為完全自相似碎形，其主要是由數學家依照一定的規則所創造出的圖形(詹振維，2000)，如 Sierpinski 三角形；而序率碎形（Stochastic Fractal）又稱為隨機碎形（Random Fractal)，其在特徵為僅在一定比例尺範圍內才能出現碎形的特徵，但是在統計學的意義上，卻可視為相似，故又稱為統計自相似性碎形（詹振維，2000)，而不管大自然物體亦或社會人為活動，例如：河川、地形、海岸、都市建地等均屬於序率碎形，因此在這種在統計學上具有碎形特徵的物體才是多數研究的對象（李介中，2005)。

（二）準碎形

林峰田（1991）在探討都市空間結構時發現，在小比例尺圖上，都市可能只是一小點或一小平面，然而，隨著比例尺增大，都市邊緣的形狀，越來越明顯且各種土地使用的分類也越趨細緻。在小比例尺中被忽略的部分，在較大比例尺圖

中，都會被清楚描繪出來，因此，都市空間結構亦具有碎形的現象。然而，都市空間結構與都市土地使用並非在所有的量測範圍均具有碎形的特徵，亦即超過一定的量測範圍後，都市空間結構與都市土地使用則會符合傳統歐氏幾何學。因此，準碎形具有有限遞迴性（finit recurrence）與不均勻性（unevenness）兩種特徵。

有限遞迴意旨，其自相似性的遞迴次數為有限次，舉例來說，都市中的住宅區在小比例尺的地圖是一個多邊形，每一邊均是一直線，隨著比例尺的增加，構成每一邊之住宅區會逐漸明顯原來的直線會被許多折線（建物輪廓）所取代，這種多邊形的直線邊被折線所取代的碎形現象會持續下去，直到當比例尺放大到一定程度後建築物的牆面線出現為止，因為牆面線是人為構築最基本的直線，因此，不管再大的比例尺，也不會被折線所取代。自此，碎形現象停止取而代之以歐氏幾何特性出現，即直線永遠為直線。

不均勻現象意旨，在同一張地圖中各個不同屬性的物件間其有限遞迴次數各不相同，舉例來說，在小比例尺圖中，道路的直線特性已經顯現出來，而住宅區卻還呈現碎形的特性，而在較大的比例尺圖中，住宅區的歐氏幾何特性才會出現，然而，湖泊、山川等自然物體則一直保持碎形的特性。

由上述兩項特性可得知，都市空間結構與都市土地使用在某個尺度內具有碎形的特性，而碎形維度更是利用一個簡單的數值去解釋空間複雜的程度（陳亮瑜，2002）與土地混合使用的程度（林如珍，1998）。

三、碎形維度（Fractal Dimension）

（一）背景說明

維度值之觀念來自於傳統歐氏幾何學，而其中 0 維是點、一維是線、二維是面、三維是立體空間的概念如圖 2-2-5 所描述。從圖 2-2-5 可得知 $N = r^D$ 其中，N 為線段數、格子數，r 為縮小比例，D 為維度值。因此，經過演算後，可得 $D=\frac{\log N}{\log r}$ 。

故將圖中 N 與 r 帶入，即可得線 D=1、面 D=2、體 D＝3 之整數維度值。

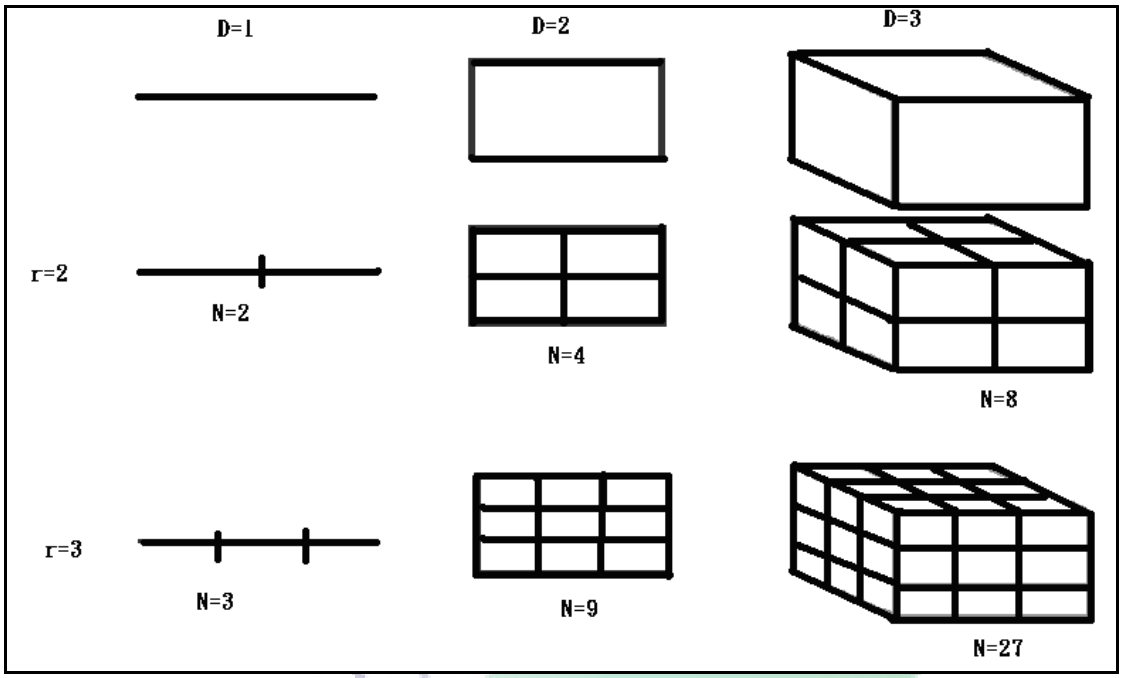


圖 2-2-5　歐基里得線面立體幾何維度概念圖

資料來源：李介中，2003

然而，Mandelbrot 在英國海岸線的量測問題中，可以知道不同的量測單位長度所得到的海岸線總長度亦會不同，但是，如果量測單位長度趨近無限小，必將得出一個無限大的總長度；因此，為解決歐氏幾何無法解釋的問題，而提出維度值應該連續、應該存在小數點，故以碎形維度來解決上述的問題。海岸線總長度會因量測單位不同而有所不同且量測單位（縮小比例）與量測線段數之間必存在一個關係，而這關係會反映出所量測物體的破碎程度，在此利用寇區曲線（Koch Curve）加以說明，其計算公式通常如下所示：

$$N(r) = r^{-D} \qquad \text{2-2-1 式}$$

其中，N 為線段數，r 為縮小比例（量測單位），D 為碎形維度值，N（r）為量測次數。其產生方式如下（張志三，1996）：

1、畫出一條直線並假設其長度為 1。

2、將此線段等分為三段，刪去中間那一段，並由等邊三

角形的兩邊取代，此時每一段邊長為 1/3，總長度為 4/3。

3、反覆重複上步驟於曲線中的每一段，則每一小段的邊長將為 $(1/3)^n$，總長度則為 $(4/3)^n$

寇區曲線（Koch Curve）正可解釋為何海岸線可以是無限長，且處處為連續卻處處為不光滑的一條曲線。

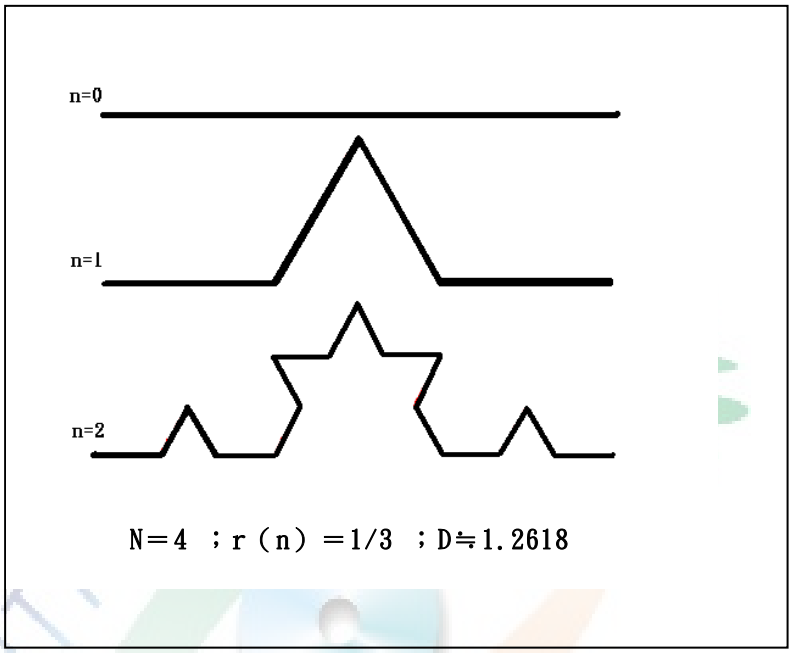


圖 2-2-6 寇區曲線結構

資料來源：Batty and Longley,1994

整體而言，碎形維度之概念為「量測尺度發生變化時，該物體之大小變化率為量測尺度變化率的 D 次方，其中 D 為維度值」（王素芬，1998）。

另一方面需留意一點，碎形為一種描述性的系統，即碎形幾何能描述一個體系是否為碎形，但不能解釋為何是碎形。雖然如此，但仍有許多研究運用碎形理論進行都市空間結構特性之分析，如建物天際線與都市複雜特性之關係（Hagerhall et al.,2004）、都市街道路網的碎形特徵（Rodin and Rodina,2000；Cooper,2005）、都市棲地景觀分佈型態（Li,2000）、都市建地空間型態(鄧東波、林裕彬，2001；陳亮瑜，2002；李介中，2005；Thomas et al.,2008)、都市成長

模式（詹振雄，2000）、都市空間分佈與計畫之關係（Batty,1995；Batty and Longley,1998）、都市土地使用混合度（林峰田，1991；林如珍，1998）與聚集度（劉繼生、陳彥光，1999）等。

（二）範圍

在說明碎形維度值範圍之前，必須先瞭解碎形維度與空間結構特性之關係，故本文在此藉由維度值的變化說明，兩者間之關係。

碎形理論為採用相對的觀點透過不同的量測尺度進行整體與各部分間所遵從的共同規則（林怡利，2004），藉由量測尺度的變化，可瞭解空間分佈的狀況，當碎形維度值越大時，表示其分佈範圍越廣，且越均勻分佈於統計單元中。

在平面空間空間中，任何物件的碎形維度值應該介於 0～2 之間（Batty and Longley,1994；劉繼生、陳彥光，1999），其中，當物件分佈呈現特定的型態時，則所對應的維度值為整數值。當維度值為 2 時，表所描述之物件為均勻分佈於空間中（圖 2-2-7(a)）；當維度值為 1 時，表所描述之物件為集中於一線分佈上（圖 2-2-7(b)）；當維度值為 0 時，表所描述之物件為集中於一點（一空間分析單元）分佈上（圖 2-2-7(c)）（Batty et al.,1996；De Keersmaecker et al.,2003）

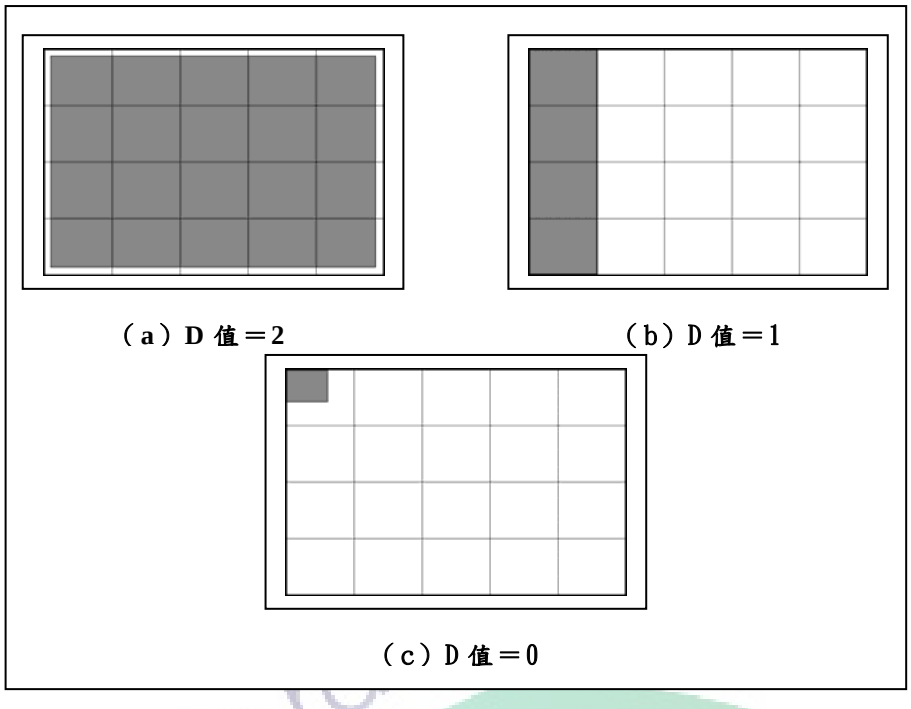


圖 2-2-7 整數維度值空間分佈圖

四、碎形維度衡量方法

碎形維度值之計算方式，主要有等步進法、面積-周長法與盒計法三種（Batty＆Longley,1994；Kenkel＆Walker, 1996），以下就以三種方法進行介紹。

（一）等步進法（Structured Walk Method）

所謂等步進法是以圓規，沿著物件之邊緣，以等距離的步進方式前進。若以每次步進之距離單位為 r，而步進次數為 N（r），則量測物件之周長為 P=r×N（r），一般而言，繞著物件步進一周，並不會剛好回到起點，因此，一般處理方式則將最後不滿一步之部分捨去。此種方法最早被 Richardson 於 1961 年使用並就每步距離 r 與周長 P 分別取其對數值，並繪製關係圖，而這些關係圖稱為李查森圖（Richardson plots），其關係式如下（林峰田，1991；林如珍，1998；李介中，2005）：

$$\ln P = \ln \lambda + g(D) \ln r \qquad \text{2-2-2 式}$$

其中，P 為衡量之周界長度；λ 為常數項；g（D）為碎形維度；r 為單位步進距離。

若利用不同的衡量單位 r_1、r_2，所對應之周長 P_1、P_2 帶

入 2-2-2 式中，及可得 r_1、r_2 所對應之 $N(r_1)$ 與 $N(r_2)$。而運用等步進法求取維度值時，主要將 r 與 $N(r)$ 之迴歸線取其斜率之絕對值，即為碎形維度值 D。此方法主要用於當面積無法表現空間分佈特性時所採用的維度計算方式。

（二）面積-周長法（Area-Perimeter）

面積-周長可分為周長、面積等兩種維度關係去衡量（Kenkel and Walker,1996），就非碎形而言，長度 L、面積 A 與體積 V 之間的關係式為：

$$L \propto A^{1/2} \propto V^{1/3}$$

這關係意旨，當長度 L 增加 λ 倍時，$A^{1/2}$ 與 $V^{1/3}$ 也會增加 λ 倍。若任一物體 X（具有 D 維測度的量），則此物體 X 滿足下列關係式：

$$L \propto A^{1/2} \propto V^{1/3} \propto X^{1/D}$$

因此，若假設 X 為周長 P，則可推論出面積與周長的關係為：

$$P = \lambda A^{D/2} \qquad \text{2-2-3 式}$$

其中，L 為長度，A 為面積，V 為體積，λ 為常數，D 為碎形維度值將 2-2-3 式兩邊取對數，即可得一線性迴歸，此迴歸線之斜率就是碎形維度值（王素芬，1998；鄧東波、林裕彬，2001；蔡厚男、呂慧穎，2006）。

面積-周長的計算過程與碎形理論的假設有所矛盾，主要在於其計算方式建立於 $L \propto A^{1/2}$ 之下，然而在碎形理論中，符合碎形物體之周長應該是發散的，就算是準碎形的都市結構也無法得到一個穩定的周長，因此雖說無法絕對滿足 $L \propto A^{1/2}$，但卻因為地圖資料的概括化，使得此方法可用於計算碎形維度值(李介中，2005)。

（三）盒計法（Box Counting Method）

盒計法，是將空間分割成邊長為 r 之大小相同的小立方體，然後計算覆蓋某一形狀所需小立方體之個數。如果所研究的碎形位於平面上，則把平面分割成邊長為 ε 的小方格，在此，以平面作為說明。

盒計法是以圖像呈現之物件分佈的不同來處理其空間的碎形維度，如圖 2-2-3 所示，利用網格的方式切割多邊形然後計算在不同的切割單元下，研究物件所佔的網格數目，由於面積=格子數 N（ε）＊格子邊長（ε），舉例來說：以大比例尺去衡量 A 區塊時發現並無物件所佔的格子數，然而利用小比例尺去衡量時發現物件所佔格子數為一格；另方面，以大比例尺去衡量 B 區塊時發現物件所佔的格子數為一格，然而利用小比例尺去衡量時發現物件所佔格子數為三格，因此，藉由格子數與格子邊長的變化來檢測出碎形維度，其公式如下（Cheng et al.,1999；Shen,2002）：

$$N(r) = \lambda \times (\frac{1}{r})^{D} \qquad \text{2-2-4 式}$$

其中，λ 為常數，r 為格子邊長，D 為碎形維度值，N（r）為在 r 為邊長下所切割的格子數。利用不同的衡量單位 r_1、r_2，所對應之 $N(r_1)$、$N(r_2)$ 帶入 2-2-4 式，並取其對數，即可得

$$D0 = \frac{\ln N(r_1) - \ln N(r_2)}{\ln r_1 - \ln r_2} = \frac{\Delta y}{\Delta x} = m$$

其中，m 為斜率。因此，運用盒計法求取維度值時，主要將 r 與 N（r）之迴歸線取其斜率之絕對值，即為碎形維度值 D_0。

運用盒計法所得之碎形維度亦稱為容積（容量）維度（capacity dimension）。容積維度可用來顯示空間分佈的情形（A.N.D.Posadas et al.），一般而言，容積維度值（D_0）於平面分析上的變化值介於 0～2 之間（李介中，2005），當 D_0 值越高其空間分佈越均勻，反之則越為集中。因此，容積維度亦可分析空間聚集程度（劉繼生、陳彥光，1999）。

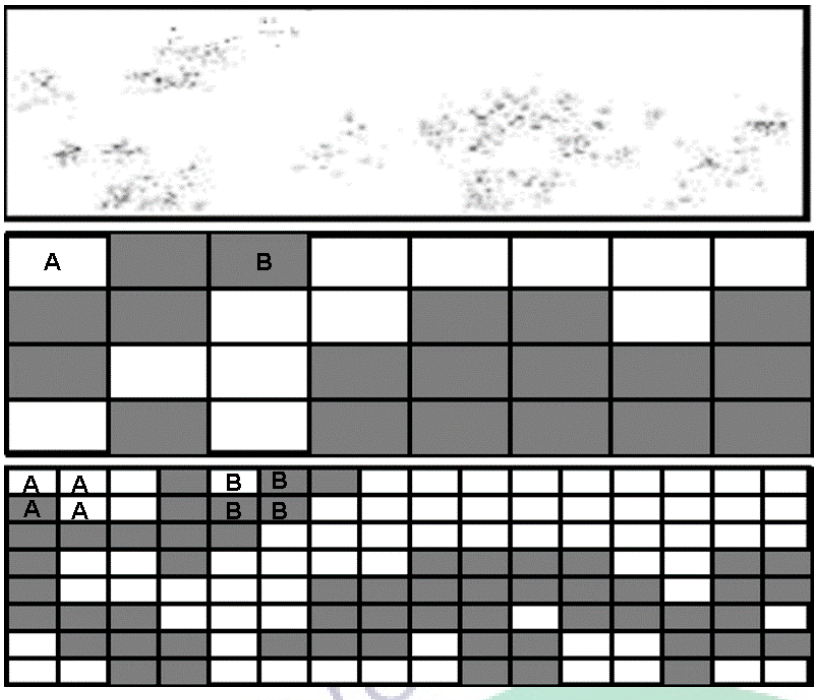


圖 2-2-8　盒計法的表示

資料來源 Kenkel and Walker,1996

五、碎形理論之應用

碎形理論運用領域相當廣泛，本節主要整理有關研究空間分佈結構之應用作為碎形理論應用文獻分析。從研究方向可區分為都市內部結構、生態景觀與自然地理學等觀點分析空間結構的變化。

（一）以都市內部結構觀點分析空間變化

Batty and Longley(1987)，運用碎形理論於都市型態學當中，利用等步進法在不同量測單位下進行英國威爾斯 Cardiff 市於三個不同時期下（1886 年、1901 年與 1922 年）都市邊界的維度統計關係。研究結果顯示，當都市邊界維度值越高時，其邊界形狀越趨複雜。

Batty and Longley(1988)，運用面積周長法在不同量測單位進行英國小鎮（Swindon）五種土地使用分區（住宅區、工商區、交通用地、學校用地、開放空間）的維度計算。研究結果顯示，開放空間大多位於不同土地使用種類之邊界上並呈現凌亂與小面積的分佈，而住宅區則是零散的分佈於空間中，另一方面，住宅區與開放空間其邊界形狀較為複雜，同時各類土

地使用分區面積之對數值與周長之對數值間，呈現負相關。

Batty and Longley（1995）以碎形理論探討英國 Bristol 地區在不同的土地利用類型（建成區、住宅、非住宅、空地）的形狀與密度的變化，並以 1981 年與 1991 年的人口普查資料與遙測資料為基礎資料來源。研究結果顯示：1、相較於其他土地使用類型在都市內部住宅類型的邊界複雜程度較高，而空地的邊界複雜程度最低。住宅在都市地區複雜度最高，是因在開發過程中受到人口集中、都市化之影響，因此，其邊界成長變化較大；2、利用各種聚落的住宅類型的人口密度與都市距離加以比較，發現合併式與連棟式住宅的維度變化量高於其他的類型，這是因為家庭收入之關係，且當離市中心越遠，人口密度隨之減少，因此，加入社經資料於都市的空間分佈是可以利用一定的數值來區分都市的形態。

Shen（2002）利用盒計法計算美國 20 個大城市都市化地區之碎形維度值，並與都市化區域之總面積、總人口數作迴歸分析。研究結果顯示：1、碎形維度值之範圍應為 1～2 之間，然而，Baltimore 於 1792 年之碎形維度值為 0.6641（<1），推論是由於當時都市化區域小於研究設計中盒計法所採用的格子大小所致；2、碎形維度值與總面積為高度相關（相關係數＝0.8761）與人口數為中度相關（相關係數＝0.6404），而造成此結果，主要原因為當都市邊緣之維度值相同且面積大小一樣時，卻擁有不同的人口密度，因此，維度值在此研究中對於都市面積之解釋能力較高。

De Keersmaecker et al.（2003）運用「擴張」與「相關」兩種維度描述布魯塞爾都市內部空間結構（以建成區為主）變化之特性，其中，以建物邊緣線的維度變化表空間結構的擴張性，以建物內部面積的維度變化表空間結構的相關性，並與租金、所得、與 CBD 距離、規劃尺度進行 Pearson`s 相關係數分析。研究結果顯示：1、碎形維度可改善以往只用建物密度來描述都市空間結構的缺失，因密度沒考量其空間分佈的結構變化；2、碎形維度衡量都市建成區之分佈時，比利用人口密度來衡量建成區之分佈特性時，更加考量到建成區基本的空間分

佈結構特性；3、租金、與 CBD 的距離、所得均與「擴張性」呈現負相關與規劃尺度成現正相關；其中，僅與 CBD 距離和「相關性」通過 α＝0.05 顯著性顯定並呈現負相關；4、D 值為 2 時，表物件均勻分佈於空間中、D 值為 1，表物件分佈於一線上、D 值為 0 時，表物件集中於一點分佈上。

林峰田（1991）以準碎形理論進行高雄市內惟埤地區之都市空間結構變化研究，並利用不同之衡量單位進行量測分析。研究結果顯示，都市土地使用是一種準碎形結構，利用等步法所度量出的指標，可以作為混合度的衡量指標，同時可顯示出不同尺度下，整體空間結構及細部空間結構之變化。當量測單位越小時，則空間結構越驅細緻。

許玉琴（1994）運用碎形理論與整體空間限制發展模式（DLA Model）分析都市空間結構變遷之現象，並藉由台北市土地使用、人口變遷與經濟活動等將其現象反應出來。研究結果顯示：可以一維密度函數解釋都市人口距離市中心之人口聚集變化程度，以二維碎形模式顯示都市人口之平面擴張情形，以三維立體模式同時探討都市人口之聚集程度與人口分佈於平面之擴張情形。

林如珍（1998）以準碎形理論為基礎利用不同的量測單位去探討都市土地混合使用空間分佈的自我組織特性，並以台北縣三重市及南投縣名間鄉土地使用情形為例，有助於瞭解都市空間系統的演化規則。研究結果顯示，土地混合使用之空間分佈特性呈現碎形結構，不受都市規模、衡量單位影響。

劉繼生、陳彥光（1999）運用三種碎形維度（聚集維度、網格維度、空間關聯維度）分析河南省城鎮係體空間分佈結構特性，包含中心性、城鎮分佈型態與其關聯性、城鎮間交通的連結性等。研究結果顯示，運用三種不同維度的計算方式可顯示出不同的空間結構特性，如聚集維度是從密度的一點關聯出發，用於描述系統要素圍繞核心聚集的型態；關聯維度是從密度的多點相關出發，用於描述要素的相對分佈狀態；網格維度是直接從要素分佈出發，用於描述系統的空間結構特性，此三種維度彼此既有關聯又不可相互替代。碎形維度可以反映系統

的分佈狀態與系統對於空間的佔據能力，可作為都市結構系統優化的定量判斷依據。

鄧東波、林裕彬（2001）以碎形理論探討中部地區六縣市（雲林縣、南投縣、台中縣、苗栗縣、彰化縣、台中市）建成區邊界之碎形維度。量測建成區之碎形維度為周長與面積之關係，其碎形維度值介於 1～2，維度值為 1 時，代表建成區為簡單的正方形，碎形維度值為 2 時，代表建成區為複雜的形狀。此六縣市之建成區碎形維度大小依序為雲林縣、南投縣、台中縣、苗栗縣、彰化縣、台中市。研究結果顯示，碎形維度越高其都市發展的程度越低，都市化程度越高的地區，因為人為因素影響，建成區排列形狀越趨於整齊，碎形維度則相對變低。

陳亮瑜（2002）利用盒計法（Box Counting Method，簡稱 BCM）並以行政區為統計單元，計算台灣地區各縣市（不含外島與北、高兩市）建成地之網格維度與一般用於都市空間分佈的社經指標來做討論，如人口數與密度、戶數、汽機車數、道路密度等指標。研究結果顯示：1、建地碎形維度值與人口密度與道路密度為高度相關；與人口數目、戶樹、機車數、汽車數和公里程數等指標相關性較低；2、當碎形維度值趨於 1 時，則呈現集中型態；當碎形維度值趨近 2 時，則呈現平均分佈型態；3、以新竹、台中、嘉義、台南等省轄市就時間序列而言，碎形維度的增加呈現由慢而快的現象，與臺灣經濟成長的速度類似；4、聚落分佈型態呈現北中南不平衡的狀態，北部縣市維度值較高，而中南部維度值較低且變化較大。

李介中、蔡博文（2005）利用盒計法並以台灣地形圖（1924 年～1927 年）、航空測量數值資料（1981 年～1984 年）與國土利用調查（1991 年～1994 年）等三項土地利用數值資料進行在不同的量測單位下台灣建地與地形之相關研究。研究結果顯示：1、碎形維度值範圍：建地維度在 0～2 之間；地形維度 2～3 之間；2、地形維度與建地維度的分佈現象並非隨機存在，建地維度會偏好出現在特定的地形維度範圍內，建地與地形間存有顯著相關連性；3、建地維度越大者所分佈的地形維度偏

低，而建地維度越小則分佈在地形維度越高的地方，此種現象越到晚期越為明顯。

蔡博文、李介中（2005）運用盒計法並以 1994 年地籍圖與官方發行之台灣地圖，利用 GIS 以行政區為劃分將其數位化作為建地面積基礎分析資料來源。以不同的量測單位計算建地之維度值，進而分析建地維度值與人口密度、都市面積比之間的相關性、聚落分佈形態及其變遷，並與 Shen 在 2002 年分析美國二十個主要城市在都市人口與都市面積兩者間線性關係之結果進行比較。研究結果顯示：1、碎形維度值 D 介於 1～2 之間，顯示台灣地區聚落形態屬於碎形幾何的特性；2、北、東、南地區之聚落分佈形態為：北部以散村為主（D 值較低）、東部與南部則多為集村（D 值較高）；3、台灣的聚落型態與 Shen 在 2002 年研究的美國二十個主要都市的型態非常相似，與人口及聚落面積的關係也相當一致，其中，台灣在建地維度值與人口密度之 R^2 為 0.7639 而建地維度值與都市面積比之 R^2 為 0.7820

（二）以生態景觀與自然地理學觀點分析空間變化

Cheng et al.（1999），以碎形理論探討台灣地區地形起伏變化，運用盒計法計算在不同高程下碎形維度的變化。研究發現，台灣地區地形相對起伏較高之地區，碎形維度值較高，故以維度的變化量，可以清楚知道一地區在地形變化的特性。

蔡厚男、呂慧穎（2006）利用碎形維度分析台北市文山區利用不同解析度下之相片基本圖網格資料，藉以瞭解都市發展對於景觀樣式的影響與碎形維度在都市中對於景觀空間樣式的代表性。再者，分別以時間面與空間面觀察在都市化影響下，景觀空間樣式碎形維度值之變化。研究結果顯示，以歷史時間面向而言，年代越晚近，全區及各分區之碎形維度值越高；空間面向而言，各分區之聚落影響區面積與碎形維度值成正相關；都市化程度越高則都市景觀之碎形維度值越高。

林裕彬、鄧東波（2001）以碎形理論與時間序列為研究方法進行台北市信義計畫區內綠地空間分佈結構分析，並以 1994 年、1996 年、1998 年與 2000 年的衛星影像作為基礎分析資料。

研究結果顯示，信義計畫區內綠地空間分佈結構之碎形維度值由高變低，且計畫區內的綠地包含未開發之荒草地的分佈由零碎轉變為完整，此結果主要因都市計畫的施行確實可使得零散的畸零地越少，相對都市的空間分佈亦趨平均且密集的分佈，且都市空間結構的形態受人為因素的影響其相關性為高。

林裕彬（2001）以地理資訊系統應用線性法、信息理論、碎形理論及統計方法探討蘆竹鄉農田景觀異質性、多樣性、優勢度、碎形之空間變化，並以嵌塊體面積、周長、形狀指數分析蘆竹鄉埤塘之景觀生態特性，並探討使地區農田、埤塘及廊道之景觀空間變化極其相關性。研究結果顯示，都市開發程度越高之地區，因受到人為干擾程度高，故土地利用（人為景觀）的多樣性高（信息熵越高），導致土地利用單元切割越小，而呈現破碎化（亂度越高），因此，整體而言，都市開發程度越高之地區其多樣性與碎形維度值均呈現越高之趨勢。

林呈益（2004）利用碎形維度與歧異度，分析大漢溪流域中段區在有無人工結構物的情形下，對於四種棲地潭瀨（深潭、淺潭、深流、淺流）分佈的影響。以 Simpson 氏歧異度指數探討棲地多樣性，以嵌塊體平均碎形維度分析不同類型棲地的破碎性與棲地邊界的複雜性，藉以分析生物棲息地的空間優劣程度。研究結果顯示，設置堰壩將使得棲地潭瀨類型呈現單調化，且棲地破碎化而造成邊界複雜化，因此，整體而言，棲地歧異度降低而平均碎形維度變高。

都市內部結構	
Batty and Longley(1987)	1、運用等步進法進行衡量。 2、維度值越高時，其邊界形狀越趨複雜。
Batty and Longley(1988)	1、運用面積周長法進行衡量。 2、進行住宅區、工商區、交通用地、學校用地、開放空間邊界維度值計算。 3、住宅區與開放空間其邊界形狀較為複雜
Batty and Longley(1995)	1、運用碎形理論探討不同時期都建成區、住宅、非住宅、空地等四種土地使用的邊界形狀的變化。 2、以都市內住宅使用之邊界複雜性為最高，而空地為最低。 3、與市中心區距離和人口密度成負相關。
Shen（2002）	1、運用盒計法進行都市化地區之維度直計算。 2、進行維度值與總面積、總人口數之迴歸分析。 3、維度值與總面積呈現高度相關與人口數呈現中度相關。
De Keersmaecker et al.（2003）	1、運用「擴張」與「相關」兩種維度描述布都市內部空間結構變化之特性。 2、租金、與 CBD 的距離、所得均與「擴張性」呈現負相關與規劃尺度呈現正相關；與 CBD 距離和「相關性」呈現負相關。 3、D 值為 2 時，表物件均勻分佈於空間中、D 值為 1，表物件分佈於一線上、D 值為 0 時，表物件集中於一點分佈上。
林峰田（1991）、林如珍（1998）	1、以準碎形理論進行都市空間結構變化研究。 2、都市土地使用是一種準碎形結構，並作為混合度的衡量指標。
許玉琴（1994）	運用碎形理論與整體空間限制發展模式分析都市空間結構變遷之現象。
劉繼生、陳彥光（1999）	1、運用聚集維度、網格維度、空間關聯維度等分析城鎮係體空間分佈結構特性。 2、聚集維度：用於描述系統要素圍繞核心聚集的型態；關聯維度：用於描述要素的相對分佈狀態；網格維度：用

	於描述系統的空間結構特性。
鄧東波、林裕彬（2001）	1、運用面積周長法進行建成區邊界維度值衡量。 2、維度值為 1 時，表建成區為簡單的正方形；碎形維度值為 2 時，表建成區為複雜的形狀。
陳亮瑜（2002）	1、運用盒計法進行臺灣地區建成區維度值之衡量。 2、進行維度值與人口數、人口密度、戶數、汽機車數、道路密度等指標之相關分析。 3、維度值與人口密度、道路密度呈現高度相關；與人口數、戶數、機車數、汽車數和公里程數等呈現低度相關。
李介中、蔡博文（2005）	1、運用盒計法進行在不同的量測單位下台灣建地與地形之相關研究。 2、碎形維度值範圍：建地維度在 0～2 之間；地形維度 2～3 之間。
蔡博文、李介中（2005）	1、運用盒計法進行臺灣聚落分佈型態分析。 2、台灣在建地維度值與人口密度之 R^2 為 0.7639 而建地維度值與都市面積比之 R^2 為 0.7820

生態景觀與自然地理學	
Cheng et al.(1999)	1、運用盒計法探討台灣地區地形起伏變化。 2、以維度的變化量，可以清楚知道一地區在地形變化的特性。
蔡厚男、呂慧穎（2006）	1、運用面積周長法進行在都市化影響下，景觀空間樣式碎形維度值之變化。 2、年代越晚近，碎形維度值越高。 3、聚落面積與碎形維度值成正相關。 4、都市化程度越高則都市景觀之碎形維度值越高。
林裕彬、鄧東波（2001）	1、以碎形理論與時間序列為研究方法進行綠地空間分佈結構分析。 2、都市計畫的施行確實可使得零散的畸零地越少，相對都市的空間分佈亦趨平均且密集的分佈。
林裕彬（2001）	1、應用線性法、信息理論、碎形理論及統計方法探討蘆竹鄉農田景觀異質性、多樣性、優勢度、碎形之空間變化。 2、都市開發程度越高之地區其多樣性與碎形維度值均呈現越高之趨勢。
林呈益（2004）	1、利用碎形維度與歧異度，分析大漢溪流域中段區在有無人工結構物的情形下，對於棲地潭瀨分佈的影響。 2、設置堰壩將使得棲地潭瀨類型呈現單調化，且棲地破碎化而造成邊界複雜化。

五、小結

在碎形維度值計算方式方面，等步進法與面積-周長法對於物體形狀有較高的量測能力（李介中，2005）而盒計法雖然對於物體形狀的衡量能力較其他兩者低（Berube and Jebrak,1999），但對於空間分佈研究方面，盒計法卻遠超過其他方法（李介中，2005）。如圖 2-4-4 所示，在等步進法與面積-周長法的衡量下，A、B、C 之碎形維度值是相同的，但在盒計法衡量下其碎形維度值是不同的，另一方面，Li（2000）更指出運用碎形理論於空間分佈型態之研究時，若研究個體均勻分佈於空間中，則利用盒計法所運算出之維度值為 2，反之，若研究個體分佈越不均勻時，則維度值越低。

另一方面，運用盒計法所求得之容積維度主要用於分析研究區內部元素分佈之空間構造特性（A.N.D.Posadas et.al）並無考量一定衡量範圍內其元素出現的次數，然而在分析土地混合使用時，不僅需考量元素本身面積的大小、形狀與空間分佈特性外，其土地使用的多樣性亦為衡量土地混合使用時最常採用的衡量指標，其衡量方式後續說明。

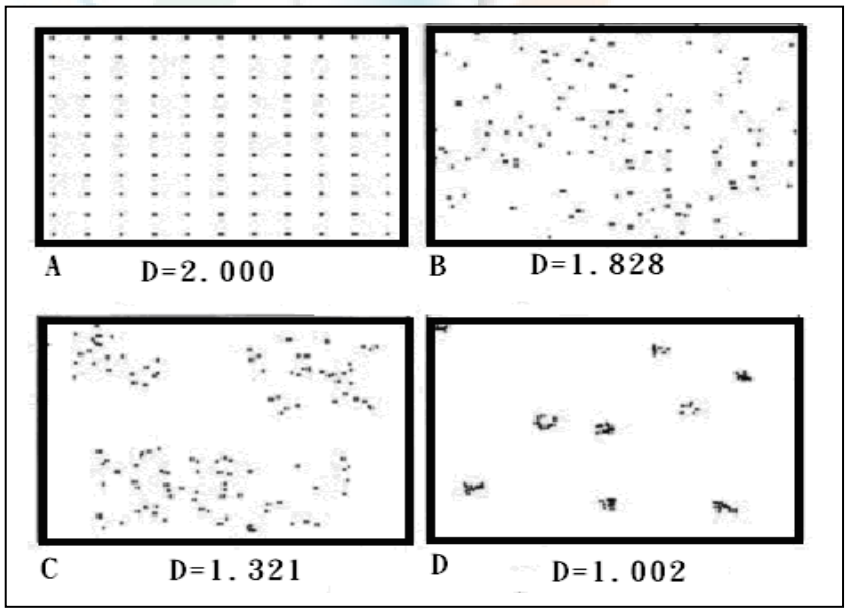


圖 2-2-5 利用 BCM 方法計算出不同空間形態的碎形維度值

資料來源 Li，2000

第三章 研究設計

根據第二章有關影響土地混合使用型態之因子與碎形維度相關計算方式後，本文在此章節，主要依據研究資料的來源與建置、碎形維度的衡量計算、影響因子的說明與分析程序設計等三部分進行說明。

第一節 基本分析資料之建立

本文在研究土地混合使用之空間結構特性時，主要針對建物一樓之使用型態進行分析，以都市計畫街廓為空間分析單元，並進行各項土地使用類別之分類與選取進行說明。

一、土地使用資料建置

本文所運用的基礎資料主要包含「93 年臺灣不動產資料庫」、「都市計畫街廓圖」，另外，由於「臺灣不動產資料庫」並無空間屬性資料，因此，另與「門牌地址點位系統」相對應以取得空間屬性資料。其中大量的地理空間資訊與其屬性資料的處理，包含都市土地利用情形、空間分佈等資料之建構，以作為後續量化的基礎資料。最後匯入都市計畫街廓圖之屬性資料，包含土地使用分區類別、街廓之碎形維度值、街廓之公告現值、街廓臨路寬、街廓面積、街廓人口、街廓所得等資料。

另一方面，關於土地使用資料之來源為內政部於民國九十三年所建置的「臺灣不動產資料庫」。其內容包含建物地址及土地使用類別等二十四項屬性資料，本文主要應用其中「地址」、「使用類別」、「面臨路寬」等屬性資料，其中「地址」將與「門牌地址點位系統」相互連結以取得實際之空間位置。而「臺灣不動產資料庫」將「建物使用類別」分為 51 項，而本文基於研究所需並配合國土利用現況調查之分類系統，將其重新分類為十二種使用分類。

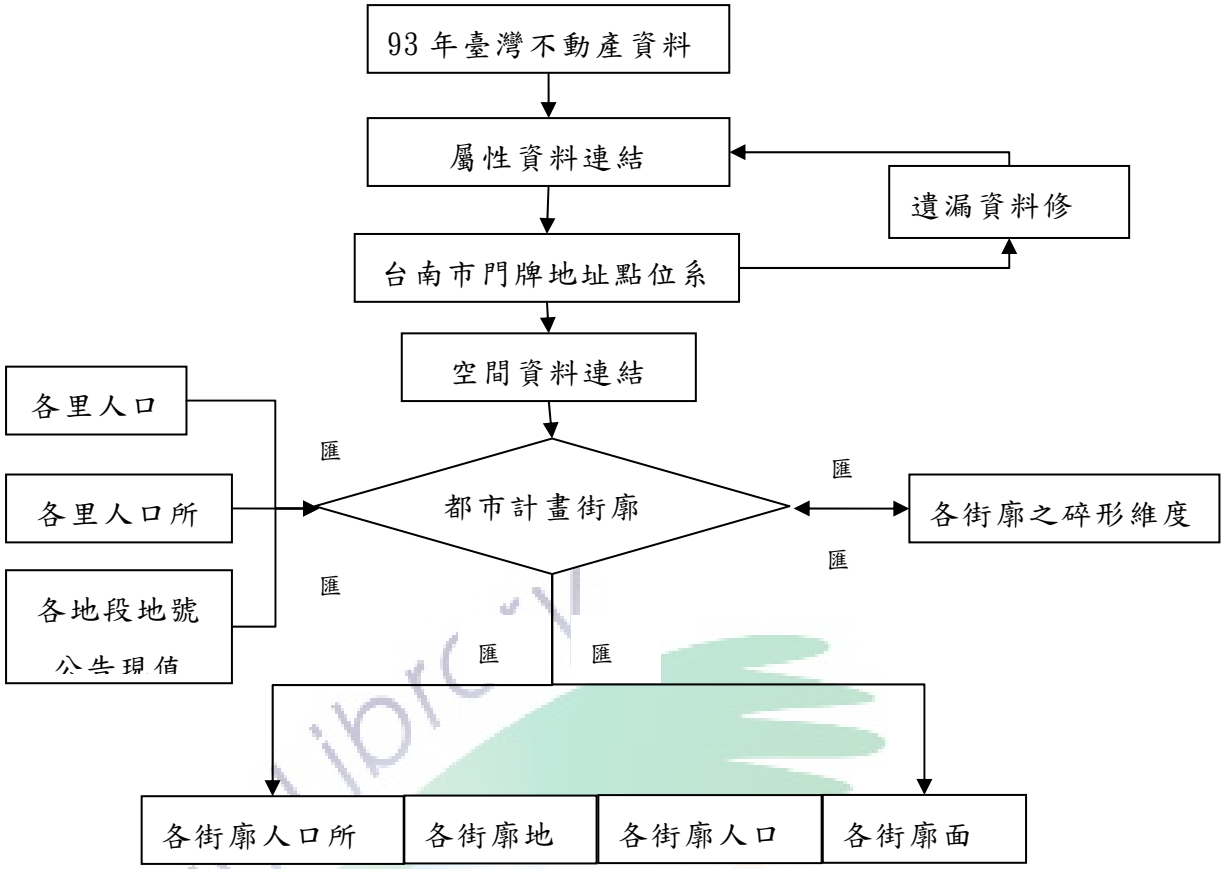


圖 3-1-1 分析資料建置流程圖

二、土地使用類別之選取與分類

過去研究顯示土地混合使用可被視為用來維持都市的吸引力與適於永續居住環境的工具（Hoppenbrouwer and Louw,2005），而其中更可藉此降低相鄰兩地區的居民為日常生活所耗費的通行旅次進而提升通行的效率(Priemus,2000)，因此，在分析土地混合使用時需考量其活動行為與周遭環境的相容程度，例如在探討一般住宅土地使用時須隔離重工業與其他有公害之設施（Angotti and Hanhardt,2001)而在衡量混合使用預期的效益時，則需排除重工業地區、多用途的發電廠地區與航空站地區（Talen,2005)，以確保整體生活環境的品質。有鑑於此，在探討土地混合使用對於整體都市之發展時，本文在土地使用類別之選取計算上，將摒除發電廠、機場用地、喪葬設施等鄰避設施不在本文衡量土地使用混合度之計算範圍內。

由於土地混合使用研究是將大量的土地屬性資料進行各項的分析，因此，Song 和 Knaap（2004）為了資料分析的方便性，故將土地使用現況分為鄰里商業（neighborhood commercial stores）、多元住宅單元（multifamily-residential units）、輕工業（light industrial sites）、公共團體（public institutions）、公園（public parks）等五類；Burton（2002）將土地使用種類簡化為以報攤、餐廳與咖啡廳、外賣餐館、糧食店、銀行與社福團體、化學使用相關設施以及醫療診所等七類設施進行土地混合使用之衡量；林楨家、蕭博正（2006）在探討土地混合使用對交通旅次影響的研究中，將土地使用之類別分為住宅、旅館業、娛樂商業、餐飲業、零售業……等 15 類。而本文在整體有關土地使用資料部分，主要根據「臺灣不動產資料庫」於 2004 年間對建築物使用的調查與國土利用現況調查分類系統將其重新分類為住宅用地、商業用地、工業用地、農業用地等十二類如（表 3-1-1）。

表 3-1-1 土地使用分類表

土地使用分類	臺灣不動產資料庫	國土利用調查土地使用類別
住宅用地	套房、公寓、大樓、透天厝、別墅、國宅、眷村、山坡地住宅	住宅
商業用地	零售商店、百貨公司、大型商場、超級市場、市場、餐廳、純辦公室、商辦混合、國際觀光旅館、觀光旅館、旅館	商業（零售業、服務業）
工業用地	工廠、廠辦、倉庫	工業、工業相關設施、倉儲
農業用地	農舍、農業用房屋	林業、畜牧、農作、農業附帶設施、養殖
機關用地		機關團體
學校用地	學校、校舍、宿舍	學校
交通用地		公路、街道
其他公共設施	醫院、診所、禮堂、寺廟、教堂、圖書館、美術館、博物館、紀念堂、遊藝場所、影劇院、游泳池、體育館、社福機構	公用事業、文教藝術、宗教、慈善福利、衛生醫療、環保設施、陸上遊憩設施(戶外遊樂場、體育場所)、遊憩服務設施
公園綠地廣場		陸上遊憩設施(公園綠地廣場)
都市空地		空置地、草生地、棄土地、濕地、灌木荒地
水利用地		河道、蓄水池
其他用地	防空避難所	土石、礦業、軍事用地、興建中

資料來源：本文整理

三、空間分析單元之訂定

由於土地混合使用主要需求為住宅、工作與服務等用途，且能引起其他次要使用之需求如零售商店、小吃店等（Hoppenbrouwer and Louw,2005），這反映著都市社經活動與土地混合使用有重要的關聯性，且受到功能主義的影響，亦將都市四大機能（居住、工作、休憩與交通）集中於住宅區、商業區及工業區等使用中，因此，針對土地混合使用之探討，應摒除農業用地、水利用地、交通用地等不易發生混合使用之區域，而以對於都市社經活動發展較重要之住宅區、商業區及工業區為主要使用的街廓，作為本文街廓分析之單

元。

另一方面，都市計畫街廓圖主要是根據土地使用分區予以分類，因此，容易產生在同一區塊內有兩種或兩種以上不同之街廓編號，然而本文之街廓劃設主要是利用相鄰道路予以編號，因此，在同一區塊內不同之土地使用分區仍為相同之街廓編號，此種街廓編號將提升本文以街廓為空間分析單元時，衡量土地混合使用程度各項指標的準確性。

NTTU Library

第二節碎形維度值之衡量計算

本文運用碎形理論中之訊息維度與容積維度作為分析都市土地混合使用空間結構特性之分析。

一、碎形維度資料建置

有關計算碎形維度值之資料建置，其流程如下：

（一）將土地使用現況圖依本文所需分類為十二種土地使用（住宅用地、商業用地、工業用地、農業用地、機關用地、學校用地、交通用地、其他公共設施、公園綠地廣場、都市空地、水利用地、其他用地）。

（二）將土地使用現況圖中十二種土地使用現況圖層轉成網格圖層（4公尺與8公尺分次產生）。

（三）利用台南市行政區圖估計出4公尺與8公尺網格最大空間範圍之空間座標（X與Y座標之最大值及其最小值）。

（四）由最大空間範圍座標產生4公尺與8公尺的向量式網格。

（五）將十二類土地使用現況網格圖資料之屬性資料匯進4公尺與8公尺的網格圖層中。

（六）修改4公尺與8公尺網格圖層之屬性資料，將非研究區域之土地使用現況的欄位刪除。

（七）將修改後之土地使用現況網格圖轉成點圖層。

（八）將土地使用分區圖與土地使用現況網格圖之屬性資料做結合。

（九）分別計算每個網格編號所分別佔有十二種土地使用之網格數。

（十）運用進行訊息維度與容積維度的計算。

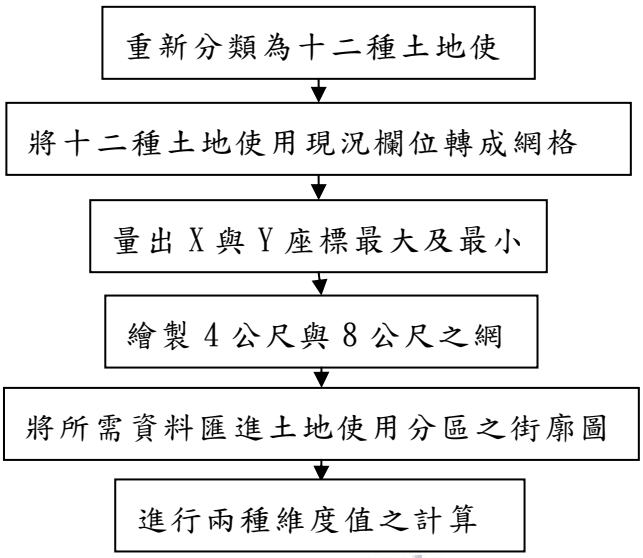


圖 3-1-2 碎形維度值之資料建置

二、土地混合使用之空間多樣性

訊息維度主要之概念為將研究區分割為 N（r）個大小相同的網格，並計算在同一網格內不同屬性資料之出現機率，因此，訊息維度可以表達在相同研究個體中不同土地使用種類其出現機率，因此在衡量土地混合使用多樣方面，本文運用訊息維度來衡量各街廓土地使用的多樣性。其計算公式如下：

$$D_1 = \lim_{r \to 0} \frac{I(r)}{\ln r}$$

$$I(r) = \sum P_i \ln P_i$$

其中 $I(r)$ 為在 r 為量測尺度下的 Shannon 值，P_i 為 i 類使用在 i 空間單元出現的機率。將所得之 $I(r)$ 與 $\ln r$ 做迴歸，求其斜率的絕對值，即為此研究區之訊息維度值。

當各網格內不同屬性資料出現之機率相同時，訊息維度即等於容積維度，機率不同時，訊息維度會小於容積維度，且訊息維度值越高時，其土地使用多樣性越高（林裕彬，2001）。

三、土地混合使用之空間聚集性

由第二章有關碎形維度之計算方式回顧可知，盒計法為進行空間分佈之碎形維度演算方法中，最能表現空間分佈之差異，因此本文以容積維度為計算土地混合使用之空間分佈之聚集型態衡量方式。

其計算公式如下：

$$N(r) = \lambda \times (\frac{1}{r})^{D}$$

其中，λ為常數，r為格子邊長，D為碎形維度，N（r）為在r為邊長的情形下，所佔有物件之切割格子數。利用r_1、r_2做量測，且取其對數，可得：

$$\ln N(r_1) = \ln \lambda - D \ln(r_1)$$
$$\ln N(r_2) = \ln \lambda - D \ln(r_2)$$
$$\ln N(r_1) - \ln N(r_2) = D(\ln r_2 - \ln r_1)$$
$$D_0 = \frac{\ln N(r_1) - \ln N(r_2)}{\ln r_2 - \ln r_1} = \frac{\Delta y}{\Delta x} = m$$

將所有的r與N（r）做迴歸，求其斜率的絕對值，即為此研究區利用盒計法所計算出之容積維度值D_0，且D_0值越高其空間分佈越均勻，反之則越為集中，因此，容積維度亦可分析空間聚集程度（劉繼生、陳彥光，1999）。

第三節 土地混合使用影響分析

根據都市計畫劃設之目的為改善居民生活環境，並促進市、鎮、鄉街有計畫之均衡發展，並同時在各種計畫工具的輔助運用下，多透過空間結構規劃來創造之都市發展。而人口、地價、所得為主要衡量都市環境市場發展程度之指標，因此，本文將人口、地價與所得作為研究對象，分析不同的都市土地使用混合情形，對於人口、地價及所得結構的影響。

一、依變數因子

所謂社經發展因素係指來自於外在社經環境的先決條件與作用力量，並非使用者或所有者所能掌握控制，卻對土地使用決定有影響者。經濟的結構因子乃是許多研究的基本假定，也就是說經濟因子為土地利用行為及決策的根本依據（張曜麟，2005）其因子說明如下：

（一）人口

許多研究顯示，人口會影響不同活動的產生，進而形成不同土地使用的種類，隨著人口密度程度的不同反應於土地使用活動力亦不相同，一般而言，人口數越集中時，土地使用需求項目與複雜度越高所產生之土地使用種類也越多，因此，人口密度與土地混合使用多樣性成現正相關。

本文人口資料來源為民國九十六年各里之人口總數，並根據建物樓地板面積將各里之總人口數分配至各個街廓。

（二）地價

Marshall 強調地價高低影響土地使用強度，一般而言，地價水準較高之區域其土地使用強度越高，而根據新古典理論對於都市空間結構發展過程之觀點可知地租或地價為影響土地使用區位選擇因素之一，因此，地價的變動著實影響著土地使用型態，故將其納入考量因子。

（三）所得

所得常被用來衡量一地區經濟成長重要的指標，且所得之高低反應著居民的消費行為。高所得地區消費層級較高，能引發消費的商業活動需求種類也較多，土地使用的種類也會隨之增加。

Alonso（1964）的區位理論中亦有提及，消費者在其所得限

制下，為追求效用水準最大，將依其偏好選擇不同地租之區位，這樣的區位選擇行為會影響土地使用種類的發生與變遷，亦會影響土地混合使用之空間型態。Talen(2005)研究顯示，所得與土地混合使用多樣性呈現正相關。

二、自變數因子

（一）計畫環境因子

都市土地使用計畫主要依據地區人口、產業結構、都市實質發展潛力並配合公共設施與交通運輸等其他計畫,將都市土地依據使用種類做合理的配置，因此，對於地區之土地使用類型具有一定影響力。

故為了瞭解都市土地使用分區對於土地混合使用之影響，本文以衡量之街廓是否為住宅區、商業區、工業區等三項進行討論。

（二）宗地環境因子

1、面積

宗地面積之大小會影響其土地使用之型態,因為面積即是反應土地使用規模，且在其他條件相同的情況下，面積越大之街廓可容納土地使用種類亦越多（許戎聰，2001)，故將其納入考量因子。

2、面臨路寬

街廓面臨路寬即可反應此街廓道路系統之型態,通常於主要道路上來往人車較多,土地混合使用型態亦會不同（許戎聰，2001)，本文以各街廓面臨最大路寬為反映此街廓道路系統之影響因子。

綜合上述分析，為了瞭解個別街廓實質環境差異與土地混合使用影響因子間之關聯，本文以人口、所得、地價、面積、面臨路寬、都市計畫分區（區分為住宅區、商業區、工業區）等因子進行分析。各項變數之名稱、操作定義及與土地混合使用之影響相關係如下表所示。

NTTU Library

表 3-3-1　影響土地混合使用變數一覽表

項目	變數名稱	變數代號	操作定義	預期與依變項之影響關係
土地混合使用因子	訊息維度	X_i		均為＋
	容積維度	X_h＝住宅容積維度值 X_b＝商業容積維度值 X_f＝工業容積維度值 X_{hb}＝住商容積維度值 X_{hf}＝住工容積維度值 X_{bf}＝商工容積維度值		＋or－
宗地因子	面積	X_1	該街廓之面積（單位：公頃）	＋or－
	面臨路寬	X_2	該街廓面臨最大路寬（單位：公尺） 編號為 1 者，8 公尺以下 編號為 2 者，8(含)～18 公尺以下 編號為 3 者，18(含)～25 公尺以下 編號為 4 者，25 公尺以上	＋or－
計畫因子	住宅區	X_3	該街廓都市計畫使用分區為住宅區 （是＝1；否＝0）	＋or－
	商業區	X_4	該街廓都市計畫使用分區為商業區 （是＝1；否＝0）	＋or－
	工業區	X_5	該街廓都市計畫使用分區為工業區 （是＝1；否＝0）	＋or－

第四節研究分析方法

針對樣本資料進行統計分析，並利用敘述性統計分析、複迴歸分析與殘差分析，對樣本資料做詳細之說明。

一、　敘述性統計分析

在進行樣本資料分析前需將各項資料做初步的統計分析，說明資料樣本之屬性結構，以利清楚資料的特性。敘述性統計，為目前最具一般性與普遍性之分析方法，因此廣為大部分之研究所採用，而透過最大值、最小值、平均數等敘述統計量，可瞭解整體資料的屬性特色。

二、　逐步迴歸分析

本文將各項影響因子投入逐步迴歸分析中，已瞭解各項變數對於訊息維度值與容積維度值之關係，而在逐步迴歸分析中，會依照各因子對於模式解釋的能力逐一將影響因子投入，並且計算所有變數的迴歸係數，其方程式為：

$$Y = \alpha + \beta_1\chi_1 + \beta_2\chi_2 + \beta_3\chi_3 + \ldots + \beta_\tau\chi_\tau$$

其中，α 為常數；β_1 至 β_τ 為迴歸係數；χ_1 至 χ_τ 為影響變數因子

另一方面，在迴歸分析的應用上，自變數之間應彼此獨立，且無相關的情況下，才能評估每一單獨的自變數對依變數之影響力，然而在實際資料的運用上，卻常發生自變數之間，存在某些程度的相關，這種自變數之間存在顯著線性相關的現象，稱之為多元共線性。因此，為提升迴歸式的解釋力，在此利用多元共線檢定與自我相關分析來檢定迴歸式中各項變數間之關係。一般而言，利用係數變異數膨脹值（Variance Inflation Factor）來檢定各項變數間之多元共線性程度，VIF 大於 10 則表示多元共線性會影響到迴歸參數的估計；利用杜賓檢定（Durbin-Watson）檢定各項殘差值的自我相關程度，DW 趨近 0 時為正相關，趨近 4 時為負相關，趨近 2 時為無關。

第四章 實證分析

國內雖實行土地使用分區管制，但對於土地使用類型與土地使用分區方面，基於彈性之理由而無嚴格的限制與區隔，間接造成土地混合使用情況更容易發生。另一方面，由於台南市是臺灣最早發展的都市，加上近年來致力於歷史文化保存吸引觀光遊憩人潮，為台南市都市發展增添許多活力亦增加土地使用的多樣性，因此，本文以台南市為實證分析之空間範圍相較於其他都市更為適當。

第一節 土地使用取樣分析

有關於台南市土地使用樣本資料，本文以街廓為空間分析單元並以住宅區、商業區與工業區為主要分析單元。

一、土地使用現況

台南市面積為 17,564.56 公頃，根據台南市主要計畫第四次通盤檢討有關土地使用調查方面顯示，台南市已發展用地佔 20.30%，未發展用地佔 76.48%，不可發展用地佔 3.22%。

若以土地使用發展強度來看，台南市中西區土地使用已達 66.667%，土地使用強度最高；其次為東區土地使用發展強度為 61.093%，為台南市近年來發展最迅速之地區；安南區土地使用發展強度為台南市六個行政區內之最低，其值僅有 8.166%，然而其中未發展土地面積遼闊，因此，未來的開發潛力極大。各行政區土地使用發展強度如表 4-1-1；各行區發展面積如表 4-1-2。

表 4-1-1 各行政區土地發展強度　　單位：平方公尺

行政區	已發展用地	未發展用地	不可發展用地	總土地面積	發展比率
中西區	4,132,938	2,065,548	0	6,198,486	**66.677%**
北區	4,978,132	4,858,679	14,420	9,838,804	50.597%
東區	7,816,254	5,164,814	175,952	12,793,936	61.093%
南區	8,263,641	14,371,253	539,935	22,775,059	36.284%
安平區	1,265,496	9,373,492	639,487	11,257,341	11.242%
安南區	9,208,823	99,758,518	4,281,384	112,776,760	8.166%

表 4-1-2 各行政區已發展用地面積　　單位：平方公尺

行政區	已發展用地				
	住宅用地	商業用地	工業用地	公共設施	其他用地
中西區	1,525,825	709,096	246,805	835,809	815,403
北區	2,194,941	456,600	518,467	1,013,298	794,827
東區	2,831,987	652,236	894,916	1,846,784	1,590,331
南區	2,800,851	352,127	2,016,432	1,118,483	1,975,749
安平區	463,576	48,246	82,060	366,107	305,508
安南區	5,237,342	387,705	1,162,485	1,006,049	1,415,242

根據台南市土地使用現況而言（如圖 4-1-1），台南市發展核心地區以舊市中心區（中西區）為主並向外擴張發展，而主要都市機能集中於台南市外環道路（中華路）所圍繞之範圍內，其餘則分佈在各行政區內主要聚落集中之地區（如：南區-喜樹、灣裡一帶；安平區-舊安平港一帶；安南區-本淵寮、安順、和順一帶）。

NTTU Library

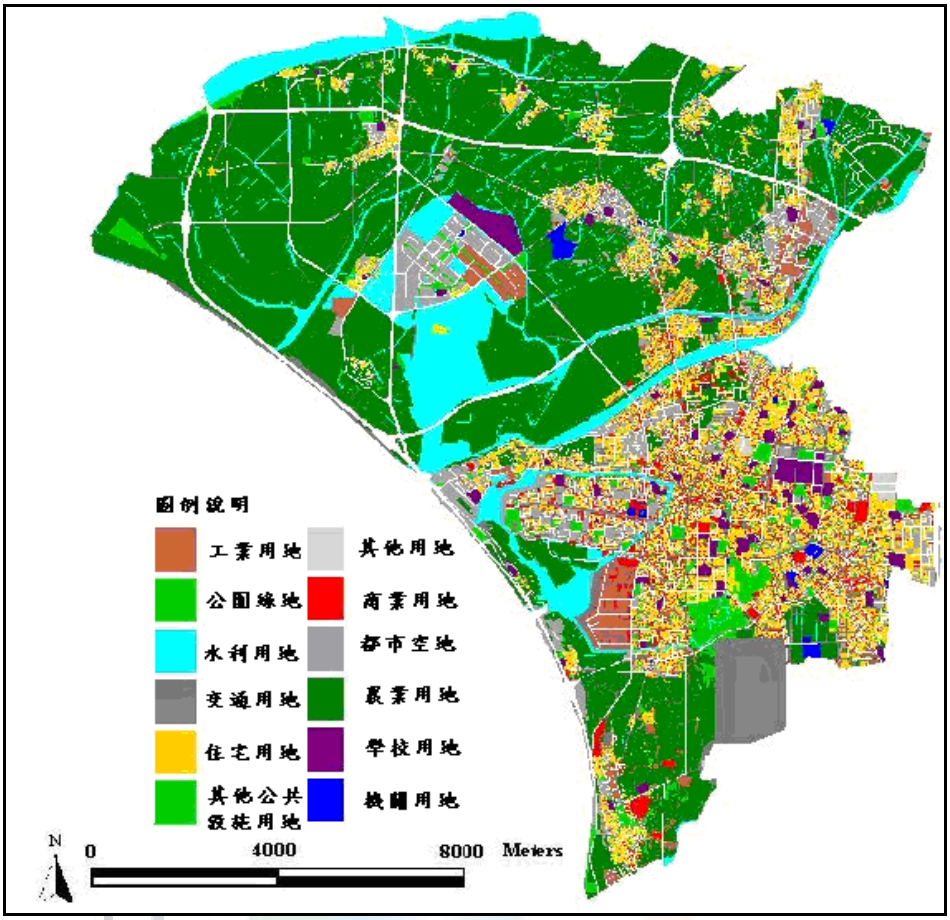


圖 4-1-1 2006 年土地使用現況圖

另一方面，由土地使用類型分佈來看，台南市土地混合使用情形嚴重，除工業土地使用於法定工業區內，其餘住商混合使用情形普遍，其中商業土地使用主要沿著道路兩旁發展而住宅土地使用則分佈於街廓內部。

整體而言，台南市之都市發展主要集中於東側，其原因受限於自然地形限制，以及台南市都市活動與台南縣仁德、永康等市鎮有密切的互動及旅次有關（張曜麟，2005）。

二、空間分析單元選取

為了更詳細地瞭解台南市土地混合使用之空間結構特性，本文以都市計畫最小空間單元-街廓（以住宅、商業、工業為主要使用之街廓），作為本文分析之空間選取單元，並配合都市計畫土地使用分區（住宅區、商業區、工業區），街廓之空間分佈情形如圖 4-1-2 所示，其中住宅區街廓個數為 4517 個、商業區街廓個數為 457 個、工業區街廓個數為 145 個，共計 5119 個研究分析單元。

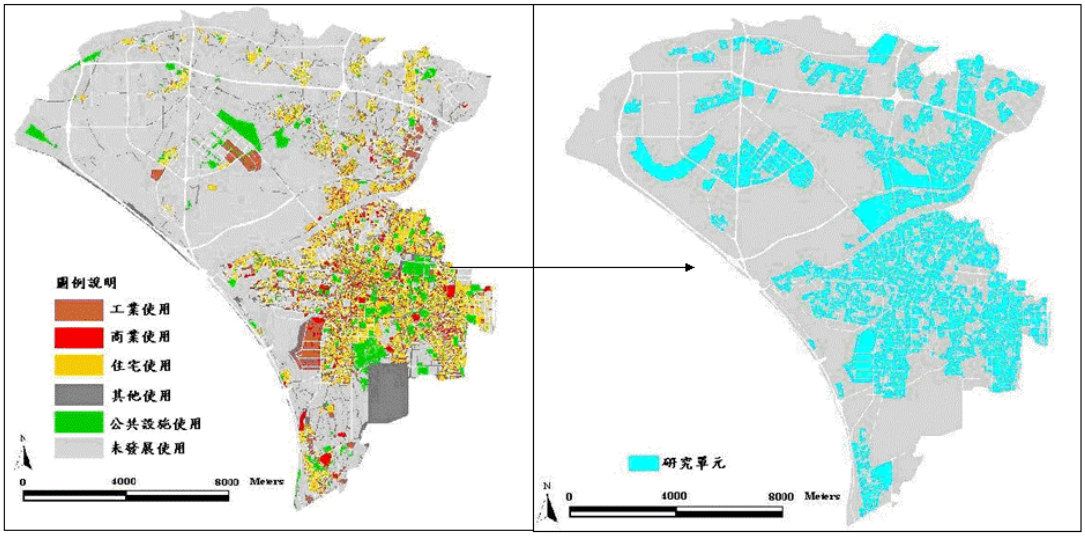


圖 4-1-2 土地使用分析單元

表 4-1-3 樣本資料分佈表

行政區	住宅區	商業區	工業區	住宅區樣本比例（%）	商業區樣本比例（%）	工業區樣本比例（%）
中西區	284	188	0	6.287	41.138	0.000
北區	614	109	0	13.593	23.851	0.000
東區	908	78	2	20.102	17.068	1.379
南區	758	29	20	16.781	6.346	13.793
安平區	399	39	5	8.833	8.534	3.448
安南區	1554	14	118	34.403	3.063	81.379
樣本總數	4517	457	145	100.000	100.000	100.000

三、影響土地混合使用因子樣本敘述統計分析

為瞭解各影響因子（自變數）樣本之基礎資料特性與分佈情況，將以平均數、最大值、最小值、標準差等敘述統計量說明各影響因子的特性與離散程度，其各項因子之敘述統計資料如表 4-1-4 所示。其中人口與所得兩項資料標準差較高，資料具有較大的變異情況。

表 4-1-4 樣本敘述統計資料表

變數	最小值	最大值	平均數	標準差
人口（人）	0	3392	179	224
所得（千元）	105	1403	736	166
地價（千元）	1,400	135,485	26,394	15,352
面積（公頃）	0.010	30.282	0.593	1.054
面臨路寬區別	1	4	2	1
土地使用分區別	1	3	2.086	0.330

NTTU Library

第二節 土地混合使用空間分佈特性分析

一、土地混合使用空間分佈特性分析

針對土地混合使用空間分佈特性之分析中，本文將運用訊息維度值說明土地混合使用之多樣性，並進一步以容積維度值探討土地使用於空間分佈的聚集特性，以利瞭解整體台南市土地混合使用之空間結構特性。

訊息維度值與容積維度值統計之計算結果如表 4-2-1 所示，分析單元共計 5119 個街廓，訊息維度最小值為 0.000，最大值為 2.000，平均數為 0.669；容積維度最小值為 0，最大值為 2.005，平均數為 1.729。本文進一步將此兩項土地使用空間分佈特性指標利用 GIS 技術進行空間分佈之展示，說明如下：

表 4-2-1 土地混合使用特性指標統計資料一覽表

項目	研究單元	最小值	最大值	平均數	標準差
訊息維度值	5119	0.000	2.000	0.669	0.544
容積維度值	5119	0.000	2.005	1.729	0.655

（一）訊息維度分析

透過訊息維度的計算，可得知街廓內土地使用的多樣性，使得混雜的土地使用情形，可進一步的分析與判讀。

由圖 4-2-1，可知台南市土地使用呈現往市中心區訊息維度越高亦即多樣性高，而郊區訊息維度值較高處出現於聚落分佈之地區，如安南區之本淵寮、安順；南區之喜樹；安平區鯤鯓里等地區。而安南區部分農業區之街廓，可能因為包含零星的住宅、商業或工業使用，因此，亦出現較高之訊息維度值。

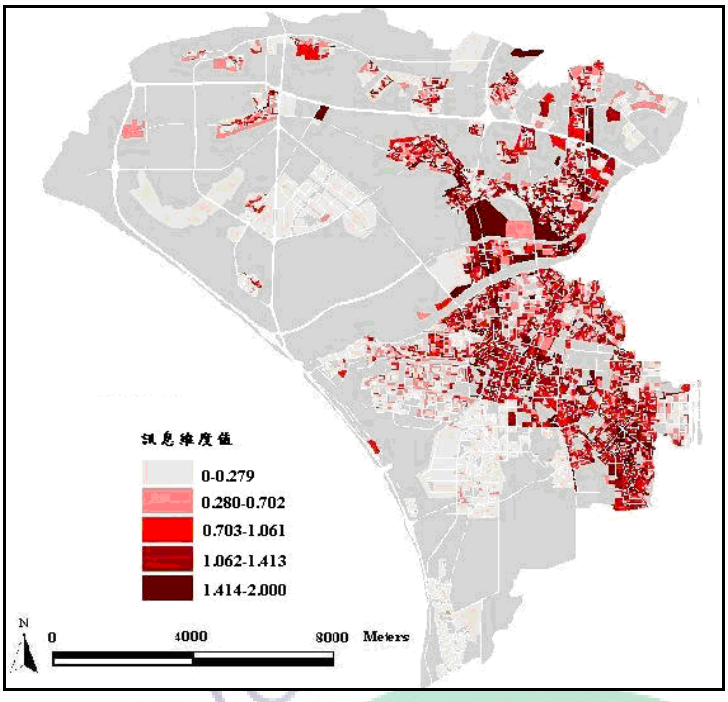


圖 4-2-1　台南市訊息維度分析

另一方面，為了進一步瞭解住宅區、商業區與工業區街廓訊息維度值於空間分佈情況，在此，將其分述說明。

住宅區之街廓訊息維度（如圖 4-2-2）主要沿著道路兩旁呈現較高之維度值，如海佃路、北安路、成功路、金華路、小東路、大同路等，在安南區則以理想社區、十二佃、土城子、本淵寮、安順、頂安、和順等地區亦出現較高之訊息維度值，而南區與安平區之住宅區街廓多樣性相較於其他行政區而言較為偏低；對於商業區而言（如圖 4-2-3），以道路兩旁與市中心區之街廓其訊息維度值較高，而其他商業區街廓之訊息維度值則偏低；對於工業區而言（如圖 4-2-4），和順工業區之訊息維度高於台南科技工業園區與安平工業區，原因為和順工業區受到台南市早期都市發展歷史的影響而逐漸形成各項生活機能聚集於同一區域中，故產生住工混合使用之情況嚴重，因此，訊息維度值較高，而台南科技工業園區則是新興之工業區，有完整的土地使用規劃，因此，園區內土地使用種類較少，故訊息維度值偏低。

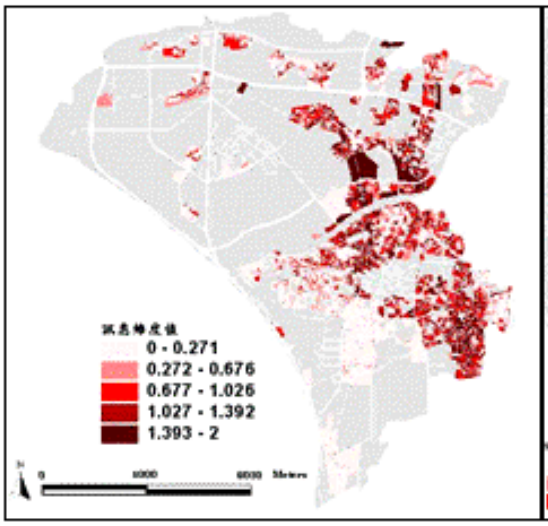


圖 4-2-2 住宅區訊息維度分析

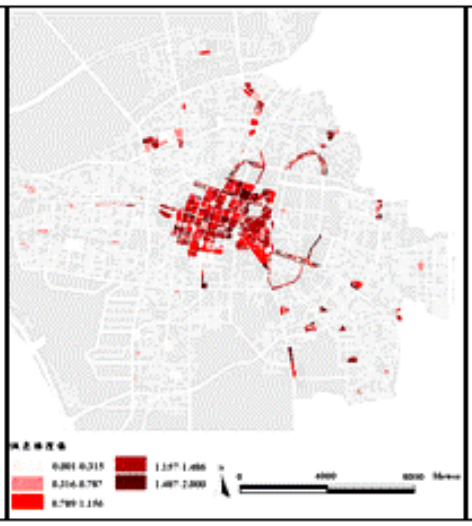


圖 4-2-3 商業區訊息維度分析

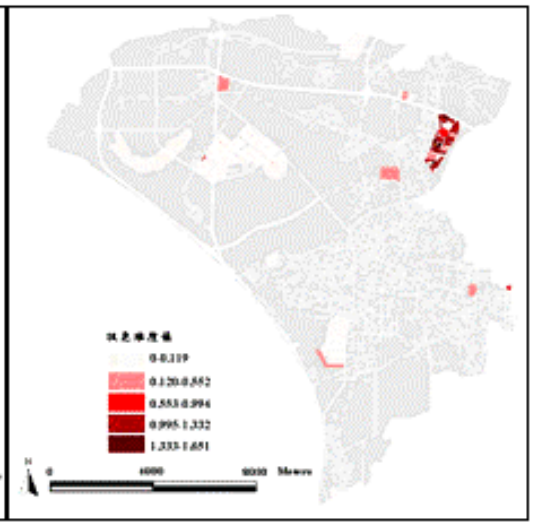


圖 4-2-4 工業區訊息維度分析

NTTU Library

（二）容積維度分析

在空間分佈分析當中，本文以街廓為空間分析單元，運用容積維度進行分析，而透過容積維度的計算，可得知街廓內土地使用於空間分佈之聚集特性。

如圖 4-2-5 中，可知台南市土地混合使用整體而言並無明顯之聚集情況發生，各項土地使用平均分散於街廓內。

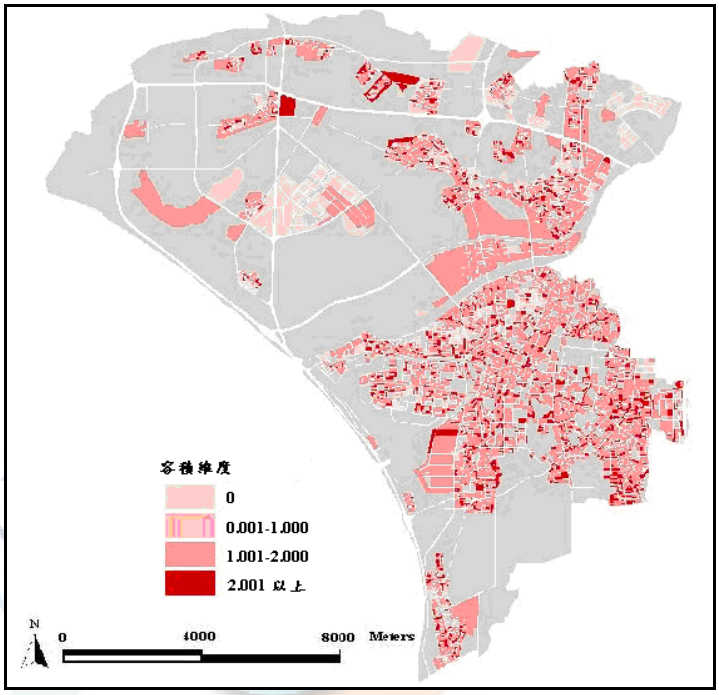


圖 4-2-5 台南市容積維度分析

另一方面，為了進一步瞭解住宅區、商業區與工業區街廓容積維度值於空間分佈情況，在此，將其分述說明。以商業區而言可發現整體市中心之商業呈現平均分佈之情形，其他區域之街廓則出現商業聚集情形；以工業區而言，安平工業區與和順工業區之土地使用呈現平均分散情形，以土地使用現況來看，台南科技工業園區內維度值較高者為園區內目前主要工業使用之區域且平均分佈於各街廓內，而維度較低者則零星分佈於各街廓內。

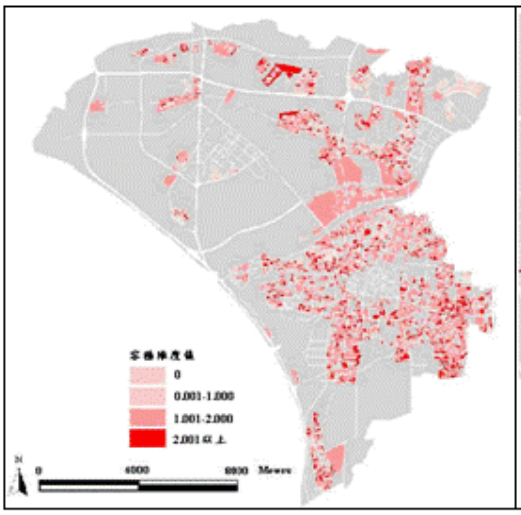


圖 4-2-6 住宅區容積維度分析

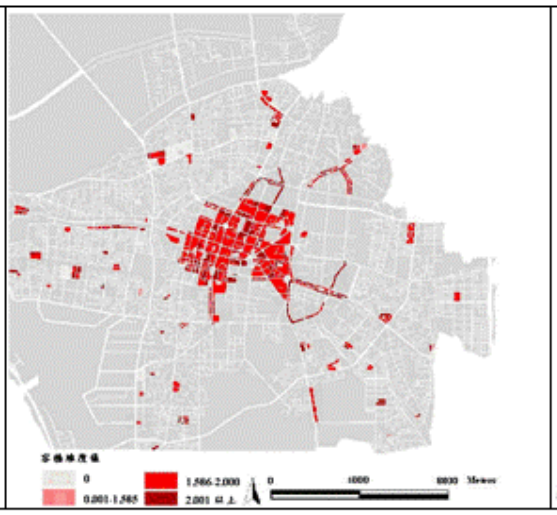


圖 4-2-7 商業區容積維度分析

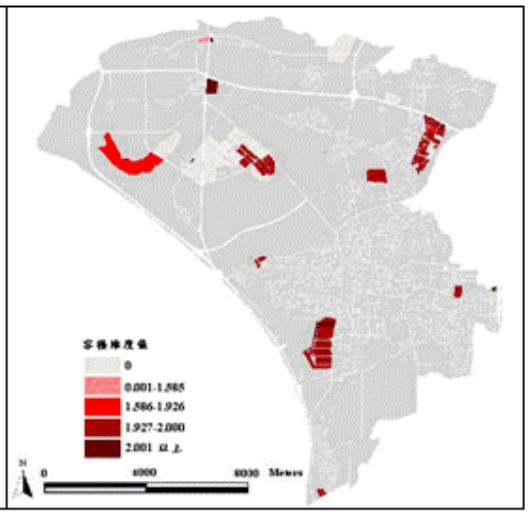


圖 4-2-8 工業區容積維度分析

NTTU Library

（三）訊息維度與容積維度綜合分析

為更瞭解台南市土地混合使用空間結構特性，因此，將訊息維度與容積維度兩者相除求其比值。當比值越高時，亦表土地混合使用之訊息維度值高且容積維度值小（即土地混合使用多樣性高且空間分佈呈現聚集現象）。

另一方面，由圖 4-2-9 可知，訊息與容積維度比值和訊息維度值之空間分佈情形相似，及呈現往市中心區土地混合使用之多樣性越高且空間分佈聚集，而郊區以聚落分佈地區呈現混合使用多樣性高且空間分佈聚集。

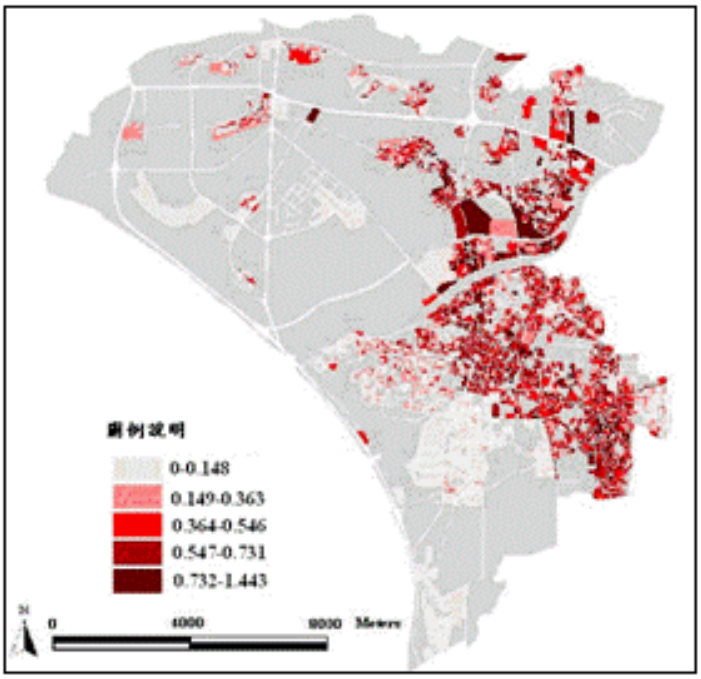


圖 4-2-9 訊息與容積維度比值圖

第三節 土地混合使用之影響分析

一、樣本變數相關分析

為了各變數間相關係數，在此將利用皮爾森相關係數分析，探討各變數之正負關係。由表 4-2-1 可知，在訊息維度方面，與面積、商業區呈現正向關係與面臨路寬、住宅區、工業區呈現負向關係；在容積維度方面，與面臨路寬、住宅區、商業區呈現正向關係與面積、工業區呈現負向關係。其中，容積維度與與其他種類之容積維度呈現高度相關，其對迴歸式所造成共線性問題，在迴歸分析中，將予以排除。

在面臨路寬方面，從競爭的觀點而言，能產生較高經濟效益的區位環境，容易使得各種活動的進入，使得原本單純的土地使用複雜化，而同樣的道路寬度亦有類似的情形產生，道路寬度反應著人車流量的多寡，一般而言，道路越寬則人車經過頻率易相對增加，進而影響道路兩旁土地使用種類的增加，而藉由各種不同經濟活動的進入，豐富周遭環境，提升鄰近地區各項的都市機能，促使人口增加與周遭地價的提升。

在面積方面，面積越大容易造成土地使用多樣性的增加，然而，在本文研究中卻發現街廓面積與土地使用多樣性呈現反比的現象，其原因為以往研究土地使用多樣性與面積間之關系主要利用各種土地使用所佔全部面積之比值或以一定面積範圍內保含土地使用種類個數作為土地使用多樣性的展現，主要考量整體面積內土地使用多樣性的變化，而本文所運用之訊息維度，利用小尺度衡量單位的劃設，可展現細微的空間結構變化，因此，在於面積與多樣性的呈現有別於以往的研究結果。

而在於都市計畫使用分區的影響方面，住宅區與商業區對於土地使用的多樣性為正相關、工業區的影響則不顯著。主要由於都市計畫法實行細則中，對於住宅區與商業區所容許進入之行業較工業區多，甚至允許輕工業於住宅區發展。

表 4-2-1 影響因子係數表

	訊息維度	容積維度	住宅容積維度	商業容積維度	工業容積維度	住商容積維度	住工容積維度	商工容積維度	面積	面臨路寬	住宅區	商業區	工業區
訊息維度	1	.283**	.247**	.321**	.296**	.271**	.269**	.376**	-.029*	.149**	.093**	.169**	-.111**
容積維度	.283**	1	.810**	.420**	.290**	.889**	.920**	.523**	-.046**	.316**	.071**	0.024	-.179**
住宅容積維度	.247**	.810**	1	.362**	.156**	.906**	.876**	.328**	-.068**	.256**	.151**	-0.005	-.284**
商業容積維度	.321**	.420**	.362**	1	.199**	.471**	.330**	.775**	-0.02	.562**	-.088**	.188**	-.152**
工業容積維度	.296**	.290**	.156**	.199**	1	.152**	.317**	.548**	.062**	.076**	.071**	-.102**	.039**
住商容積維度	.271**	.889**	.906**	.471**	.152**	1	.812**	.415**	-.061**	.329**	.106**	.041**	-.275**
住工容積維度	.269**	.920**	.876**	.330**	.317**	.812**	1	.439**	-.035*	.254**	.104**	-0.026	-.158**
商工容積維度	.376**	.523**	.328**	.775**	.548**	.415**	.439**	1	0.006	.454**	-.087**	.136**	-.065**
面積	-.029*	-.046**	-.068**	-0.02	.062**	-.061**	-.035*	0.006	1	-.062**	-.133**	-0.026	.304**
面臨路寬	.149**	.316**	.256**	.562**	.076**	.329**	.254**	.454**	-.062**	1	-.150**	.250**	-.139**
住宅區	.093**	.071**	.151**	-.088**	.071**	.106**	.104**	-.087**	-.133**	-.150**	1	-.858**	-.468**
商業區	.169**	0.024	-0.005	.188**	-.102**	.041**	-0.026	.136**	-0.026	.250**	-.858**	1	-.053**
工業區	-.111**	-.179**	-.284**	-.152**	.039**	-.275**	-.158**	-.065**	.304**	-.139**	-.468**	-.053**	1

二、迴歸分析

為了進一步瞭解各街廓人口密度、地價、所得與實際土地混合使用環境之關係，在此，將訊息維度值、容積維度值、計畫環境影響因子（都市土地使用分區-住、商、工）及宗地環境影響因子（面積、臨路寬）等因子進行逐步迴歸分析。

（一）人口

以人口為依變數下依序將面積、商業容積維度值、住宅容積維度值、面臨路寬、住宅區、工業容積維度值、工業區、訊息維度值等影響因子投入逐步迴歸分析中並比較各因子對於依變數影響程度（詳見附表 1），整體模型 $R^2 = 0.231$，表此迴歸模型成立並具有統計意義。

表 4-2-2 人口影響因子係數表

	未標準化係數	標準化係數		T	顯著性	共線性統計量	
	B 之估計值	標準誤	Beta 分配			允差	VIF
（常數）	-0.71	0.055		-13.01	0		
面積	0.334	0.013	0.334	25.878	0	0.903	1.108
商業容積維度值	0.125	0.017	0.12	7.21	0	0.541	1.847
住宅容積維度值	0.284	0.039	0.215	7.218	0	0.17	5.865
面臨路寬	0.156	0.015	0.156	10.227	0	0.649	1.54
住宅分區	0.247	0.046	0.079	5.377	0	0.689	1.451
工業容積維度值	0.086	0.014	0.079	5.984	0	0.857	1.167
工業分區	-0.448	0.093	-0.074	-4.825	0	0.636	1.573
訊息維度值	0.088	0.025	0.048	3.456	0.001	0.795	1.258

由表 4-2-2 可知，以人口為依變數之迴歸模型係數及檢定結果，其中，由於商業分區、住工容積維度值、住商容積維度值與工商容積維度值等因子因不顯著而被模型所剔除。

在人口方面中，街廓人口總數與各項宗地因子、與計畫因子均呈現正向相關，惟工業分區與人口數量呈現負相關，符合一般性理論。由土地混合使用空間結構特性來看，住宅容積維度、商業容積維度與人口數有正向之關係，表示當容積

維度值愈大（分散）時則人口數愈高，另一方面，土地混合使用多樣性高之區域則人口愈多。

（二）地價

以地價為依變數下依序將面臨路寬、商業分區、商業容積維度值、住宅分區、住工容積維度值、訊息維度值、工業容積維度值、商工容積維度值、面積等影響因子投入逐步迴歸分析中並比較各因子對於依變數影響程度（詳見附表 1），整體模型 $R^2 = 0.539$，表此迴歸模型成立並具有統計意義。

表 4-2-3 地價影響因子係數表

	未標準化係數	標準化係數		T	顯著性	共線性統計量	
	B 之估計值	標準誤	Beta 分配			允差	VIF
（常數）	-0.615	0.063		-9.827	0.000		
面臨路寬	0.435	0.012	0.435	36.795	0.000	0.645	1.550
商業區	1.532	0.071	0.437	21.557	0.000	0.220	4.549
商業容積維度值	0.116	0.019	0.111	6.269	0.000	0.286	3.500
住宅區	0.458	0.062	0.147	7.394	0.000	0.227	4.400
住工容積維度值	-0.125	0.016	-0.087	-7.974	0.000	0.756	1.323
訊息維度值	0.187	0.020	0.102	9.525	0.000	0.794	1.260
工業容積維度值	-0.122	0.014	-0.113	-8.653	0.000	0.530	1.886
商工容積維度值	0.099	0.022	0.091	4.524	0.000	0.224	4.469
面積	-0.029	0.010	-0.029	-2.929	0.003	0.903	1.108

由表 4-2-3 可知，以地價為依變數之迴歸方程式係數及檢定結果，其中，由於工業分區、住宅容積維度值、住商容積維度值等因子不顯著而被模型所剔除。

在地價分析中，各項宗地因子與計畫因子均呈現正相關，惟面積呈現負相關。另一方面，由土地混合使用空間結構特性來看，商業容積維度商工容積維度值與地價有正向關係，表示當容積維度愈高（分散）時則地價愈高；於住工容積維度值呈現負向關係，表示當容積維度值愈高（分散）時則地價愈低，另一方面，土地混合使用多樣性高之區域則地價愈高。

（三）所得

以所得為依變數下依序將面臨路寬、訊息維度值、工業容積維度值、住工容積維度值、商業分區、商業容積維度值、面積等影響因子投入逐步迴歸分析中並比較各因子對於依變數影響程度（詳見附表 1），整體模型 $R^2 = 0.268$，表此迴歸模型成立並具有統計意義。

表 4-2-4 所得影響因子係數表

	未標準化係數	標準化係數		T	顯著性	共線性統計量	
	B 之估計值	標準誤	Beta 分配			允差	VIF
（常數）	-0.037	0.034		-1.061	0.287		
面臨路寬	0.430	0.015	0.430	28.902	0.000	0.903	1.108
訊息維度值	0.370	0.025	0.201	15.032	0.000	0.541	1.847
工業容積維度值	-0.140	0.014	-0.130	-9.845	0.000	0.170	5.865
住工容積維度值	-0.098	0.019	-0.068	-5.082	0.000	0.649	1.540
商業區	0.118	0.045	0.034	2.632	0.009	0.689	1.451
商業容積維度值	0.039	0.016	0.037	2.412	0.016	0.857	1.167
面積	-0.027	0.012	-0.027	-2.247	0.025	0.636	1.573

由表 4-2-4 可知，以所得為依變數之迴歸方程式係數及檢定結果，其中，由於住宅分區、工業分區、住宅容積維度值、住商容積維度值與商工容積維度因子不顯著而被模型所剔除。

在所得分析中，各項宗地因子與計畫因子均呈現正相關，惟面臨路寬呈現負相關。另一方面，由土地混合使用空間結構特性來看，商業容積維度與所得有正向之關係，表示當容積維度值愈大（分散）時則所得愈高，工業容積維度值與住工容積維度值呈現負向之關係，顯示當工業或住工（分散）時則所得愈低，而土地混合使用多樣性高之區域則所得越高。

第五章 結論與建議

在新都市主義與緊湊都市的發展概念下，土地混合使用發展已成為都市提升土地使用效率與都市永續發展的主要策略之一。有別國外有計畫性的混合使用，國內受到都市歷史發展與人文生活背景的影響，易造成無計畫性的土地混合使用情形的發生。而目前國內土地混合使用發展更受到市場機制與都市生活機能的影響，對於市場機制而言，土地混合使用可視為「根據法令的規範下，追求土地使用效率極大化」；對於都市生活機能而言，土地混合使用則可說是「在法令的規範內，滿足人們最適生活效用之區位配置」。過去土地混合使用空間分佈特性與其對都市發展的影響，在過去的研究中卻較少探討，本文嘗試運用碎形理論於空間描述性指標量測土地混合使用之程度，並分析其影響因素。另一方面，為瞭解土地混合使用與都市發展之關係，本文以迴歸模式說明都市土地混合使用空間結構特性與人口、地價、所得之關係。而在究尺度分析方面，為清楚瞭解土地混合使用與實質環境之關係，以本文試以街廓作為分析單元。透過研究之設計與分析，得結論與建議如下說明。

第一節 結論

綜合上述之分析，本文擬出幾項結論說明如下：

（一） 運用空間描述指標與分析，可以強化表格資料無法表達之空間區位關係，且面對複雜的空間位相關係，亦能有效的分析時空現象並掌握整體空間關係的特質。過去空間結構發展之相關理論中，對於土地使用發展之討論，多以單一使用的土地使用情況做為說明，對於土地混合使用的探討仍屬缺乏，本文嘗試採用空間結構之概念對土地混合使用之空間分佈型態加以量測，並分析其影響因素。

（二） 土地混合使用空間分佈特性方面，本文採用碎形理論描述土地混合使用空間結構特性，以訊息維度與容積維度兩個指標進行量測，從空間分佈圖的結果得知，台南市土地混合使用多樣性之空間分佈型態愈往市中心區多樣性愈高，另外郊區聚落亦出現多樣性較高的

情形。

（三） 變數相關分析中發現面積、面臨路寬與都市計畫使用分區（住、商兩者）等方面，對於土地混合使用多樣性有正向關係。其中，面積此項因子於過去研究中顯示，面積越大容易造成土地使用多樣性的增加，然而，本文卻發現街廓面積與土地使用多樣性呈反向關係，其原因是以往研究土地使用多樣性與面積間關係主要利用各種土地使用所佔全部面積之比值或以一定面積範圍內保含土地使用種類個數作為土地使用多樣性的展現，主要考量整體面積內土地使用多樣性的變化，而本文所運用之訊息維度，利用小尺度衡量單位的劃設，可展現細微的空間結構變化，因此，在於面積與多樣性的呈現有別於以往的研究結果。

（四） 都市人口、地價、所得與土地混合使用空間結構特性方面，在人口方面：住宅容積維度、商業容積維度、工業容積維度方面均與人口數量呈現正向關係，表示容積維度愈高時（分散）則人口數愈多；在地價方面：商業容積維度、商工容積維度與地價呈現正向關係，表示容積維度值愈高時（分散）則地價愈高，而住工、工業容積維度與地價呈現負向關係，表示容積維度值愈高（分散）則地價愈低；在所得方面：商業容積維度與所得呈現正向關係，表示容積維度值愈大（分散）時則所得愈高，工業容積維度與住工容積維度呈現負向關係，表示工業或住工容積維度值愈大（分散）時則所得愈低。另一方面，由多樣性方面來看，街廓內土地使用多樣性愈高，則對於街廓人口、地價及其所得均有正向關係。

第二節 建議

（一）　本文以地理資訊系統為平台，整合了多項資料庫的資料，而類似的分析非常仰賴亦受限於空間統計資料的建置成果，以及資料庫彼此連結時對應的問題。例如在研究中運用不動產資料庫內門牌屬性資料，但由於資料建置背景不同，需將該調查資料重分類，此一過程使得重分類的資料僅能往上一層級分類整並，致使無法呈現更細部的分析；另外，建置者的背景在使用分類定義上的亦有所不同。因此往後欲進行大範圍的研究特別是空間資訊的研究，實務上是急需一個整合資料庫的資訊平台，以利研究分析。

（二）　未來規劃者能夠透過本文在人口、地價、所得與土地混合使用空間結構特性分析方面，做為土地混合使用與三者相關之都市發展政策。例如：欲提升街廓人口時，可於土地使用計畫中住、商、工分散於街廓中並提高街廓內土地使用種類；欲提升地價時，可將商業與工商使用分散於街廓中。

（三）　本文研究空間單元為街廓，雖可反應細微的土地混合使用空間特性，但對於其他使用分區（如：農業用地、公共設施等）未加以探討，因此建議在後續研究中，可將其納入分析，同時亦可做跨縣市的比較分析。

（四）　土地混合使用之影響不單僅於街廓範圍，其近鄰街廓的土地混合使用型態亦對此區域之社經環境造成影響，因此建議在後續研究中，除衡量單一街廓本身之混合使用情形，更需將其近鄰街廓土地使用情形納入研究分析。

參考文獻

中文部分

1. 宋良正（1986）住商混合使用之研究，文化大學實業計畫研究所碩士論文
2. 陳亮全（1989）台北市土地混合使用適宜尺度之研究，台北市都市計畫處
3. 陳喬峰（1997）應用碎形理論之整體空間限制發展模式探討都市空間結構之研究，逢甲大學土地管理研究所碩士論文
4. 林峰田（1991）空間混合度之準碎形指標，國立臺灣大學建築與城鄉研究學報，第 6 期，第 9～17 頁
5. 劉士鴻（1993）不同都市型態下交通運輸績效影響之研究，國立交通大學運輸研究所碩士論文
6. 許玉琴（1994）台北市都市空間結構發展探討與碎形應用模式之初探，淡江大學土木工程研究所碩士論文
7. 王素芬（1998）地理資訊系統和碎形維度於森林地景空間變化上之應用，國立臺灣大學森林學研究所碩士論文
8. 林如珍（1998）以準碎形空間混合度指標探討都市土地使用形態的自我組織-整體空間發展受限模式之應用，國立中興大學都市計畫研究所碩士論文
9. 林淑真（1999）碎形與渾沌在非線性水文系統之解析與預報，國立成功大學水利及海洋工程研究所博士論文
10. 李宗仰（1999）地文水文時空變化之碎形結構及其應用，國立成功大學水利及海洋工程學系博士論文
11. 劉繼生、陳彥光（1999）城鎮體系空間結構的分形維度及其測算方法，地理研究，第十八卷，第二期
12. 陳秉立（2000）台北市住宅區使用組別管制演變之研究，國立成功大學都市計畫研究所碩士論文
13. 詹振維（2000）以碎形幾何理論模擬與分析都市成長模式之研究，國立成功大學建築研究所碩士論文
14. 林裕彬、鄧東波（2001）以衛星影像及碎形理論探討都市綠空間之發展結構-以台北市信義計畫區為例，都市與計畫學報，第 28 卷，第 2 期，第 127 ～ 154 頁
15. 林裕彬、鄧東波、吳振發（2001）景觀生態計量方法於農業景觀生態系統之空間結構探討，中國農業工程學報第 47 卷，第 2 期，第 74～91 頁
16. 鄧東波、林裕彬（2001）以碎形維度探討中部地區建成地形態之研究，人與地，第 209 期，第 55～61 頁
17. 許戎聰（2001）住宅區相容性土地使用評估指標之研究-以台北市為例，技術學刊第十六卷第一期，第 27～36
18. 莊琮博（2001）從維護居住環境品質觀點探討台北市住宅區混合使用管制實施

策略-以大安區車層里與龍雲里為例，臺灣科技大學建築系碩士論文
19. 陳亮瑜（2002）碎形維度與空間形態之研究-臺灣地區之聚落空間為例，國立臺灣大學地理環境資源研究所碩士論文
20. 林怡利(2004)台灣發展之分形現象研究，暨南國際大學公共行政與政策學系碩士論文
21. 楊恩捷（2004）緊密都市之永續性分析，台北大學都市計畫研究所碩士論文
22. 汪立本（2005）應用多重碎形理論於雨量預測之研究，國立臺灣大學土木工程學研究所碩士論文
23. 李介中、蔡博文（2005）碎形理論應用於臺灣地區建地空間形態之研究，國立臺灣大學地理環境資源研究所碩士論文
24. 蔡博文、李介中（2005）臺灣聚落形態的碎形研究，臺灣地理資訊學刊，第 2 期，第 1～10 頁
25. 林呈益（2004）以歧異度與碎形維度為棲地指標探討堰之影響，國立中央大學土木工程研究所碩士論文
26. 林伯航（2004）應用碎形分析河川棲地分佈之時空特性，國立中央大學土木工程研究所碩士論文
27. 林怡利(2004)台灣發展之分形現象研究，暨南國際大學公共行政與政策學系碩士論文，。
28. 蔡厚男、呂慧穎（2006）都市化對景觀碎裂影響的碎形分析，臺灣園藝期刊，第四十九卷，第二期，第 233-248 頁
29. 林楨家、蕭博正（2006）台北市土地混合使用特性對旅次發生之影響，臺灣土地研究，第九卷，第一期，第 89～115 頁
30. 賴世剛、陳志隔(2006)分區管制對台北都會區土地使用變遷的影響-電腦模擬，臺灣土地研究，第九卷，第一期，第 1～31 頁
31. 許智宏（2006）都市混合土地使用形態及其影響因素之研究-以台南市為例，國立成功大學都市計畫研究所碩士論文
32. 賴彥伶（2006）由住商混合空間尺度探討居住偏好與居住選擇之關係-台北市實證分析，逢甲大學都市計畫學系碩士班碩士論文
33. 鄒克萬、黃書偉（2007）都市土地混合使用型態之探討，第十一屆-國土規劃論談論文集
34. 張志三（1996），漫談分形，湖南：湖南教育出版社
35. Mandelbrot, B.B.(1983)，大自然的分形幾何學（The Fractal Geometry of Nature)，陳守吉、凌復華合譯（1998)，上海：上海遠東出版社

西文部分

1. Angotti, T ., E. Hanhardt (2001) Problems and prospects for healthy mixed-use communities in New York City, Planning Practice ＆ Research, 16(2):145-154
2. Batty, M ., P. A. Longley (1987) Fractal-based description of urban form., Environment and planning B: planning and design, 14:123-134
3. Batty, M., P. A. Longley (1988) The morphology of urban land use , Environment and Planning B: planning and design, 15:461-488
4. Batty, M., P. A. Longley (1994) Fractal Cities : A Geometry of Form and Function , Academic Press : San Diego
5. Batty, M., P. A .Longley (1995) Morphology from imagery: detecting and measuring the density of urban land use , Environment and Planning A , 27:759-780
6. Berube, D., M. Jebrak (1999) High precision boundary fractal analysis for shape characterization，Computer＆Geosciences ，25:1059-1071
7. Borrego, G.., H. Martins, O. Tchepel, L. Salmim, A. Monteiro, A. I. Miranda (2006) How urban structure can affect city sustainability from an air quality perspective. Environmental Modeling and Software, 2
8. Bovill, C. (1996) Fractal Geometry in Architecture and Design，Boston: Birkhauser
9. Brodie, J.C.(1996) Fractal as art-a landscape design concept. Landscape Design , September,18.
10. Burton, E. (2002) Measuring urban compactness in UK towns and cities. Environmental and Planning B: Planning and Design ,29: 219-250
11. Cheng, Y. C., P . J. Lee, T. Y. Lee (1999) Self-similarity Dimensions of the Taiwan Island Landscape, Computer ＆ Geosciences, 25(9):1043-1050
12. Cooper, J.C.(2003) Fractal assessment of street-level skylines –a possible means of assessing and comparing character, Urban Morphology, 7:73-82
13. Cooper, J.C.(2005) Assessing urban character: the use of fractal analysis of street edges. Urban Morphology,9(2):95-107
14. De Keersmaecker, M.L., P. Frankhauser, I. Thomas (2003) ,Using fractal dimensions for characterizing intra-urban diversity: the example of Brussels. Geographical Analysis,35:310-328
15. Grant, J. (2002) Encouraging mixed use in practice: Canadian Experience with Implementing a Planning Principle. Journal of the American Planning Association , 68(1):71-84
16. Hagerhall, C. M. , T. Purcell, R. Taylor (2004) Fractal dimension of landscape silhouette outlines as a predictor of landscape preference, Journal of

Environmental Psychology , 24(2):247-255
17. Hayden, D. (2003) Building suburbia: Green fields and urban growth , 1820-2000, Pantheon, New York
18. Hoppenbrouwer, E., E. Louw (2005) Mixed-use Development: Theory and Practice in Amsterdam`s Easterm Docklands., European Planning Studies , 131(7):967-983
19. Hulshoff, R. (1995) Landscape indices describing a Dutch landscape. Landscape Ecology , 10(2):101-111
20. Jacob, J (1961) The death and life of great American cities, Vintage Books , New York
21. Jon,C. (2005) Assessing urban character: the use of fractal analysis of street edges, Urban Morphology, 9(2):95-107
22. Kenkel, N. C., D. J. Walker (1996) Fractals in the biological sciences , COENOSES ,11:77-100
23. Li, B.L. (2000) Fractal geometry applications in description and analysis of patch patterns and patch dynamics, Ecological Modelling 132:33-50
24. Lynch, K. (2002) Good City Form, Originally published: A theory of good city form,1981,12th printing (Cambridge , MA:MIT Press)
25. Nijkamp, P., C. A. Rodenburg, R. Vreeker (2003) The Economics of Multifunctional Land Use (Massstricht: Shaker Publishers).
26. Priemus, H. , P. Nijkamp , F.Dieleman (2000) Meervouding ruimtegebruki; Stimulansen en belemmeringen (Delft:Delfe University Press)
27. Quinn, L., J. Pawasarat (2003) Racial integration in urban American :A block level analysis of African American and White housing pattern. Employment and Training Institute, Univ. of Wisconsin Milwaukee.
28. Ricotta, C. (2000) From theoretical ecology to statistical physics and back: self-similar landscape metrics as a synthesis of ecological diversity and geometrical complexity, Ecological Modelling, 125,245-253
29. Rodin, V. , E. Rodina (2000) The fractal dimension of Tokyo's streets, Fractals ,8(4):413-418
30. Rowley, A. (1996) Mixed-use development: Ambiguous concept, simplistic analysis and wishful thinking?, Planning Practice and Research,11(1):85-97
31. Sarkissian, S. (1976) The idea of social mix in town planning: An historical overview. Urban Stud., 13(3),231-246.
32. Schmid, P.E.(2000) Fractal properties of habitat and patch structure in benthic ecosystems, Ecological Research 30,339-401
33. Shen, G. (2002) Fractal dimension and fractal growth of urbanized areas ,International Journal of Geographical Information Science, 16(5):419-437

34. Song, Y., G.. J. Knaap (2004) Measuring the effects of mixed land uses on housing values., Regional Science and Urban Economics , 34(6):663-680
35. Stamps A.E. (2002) Fractals, skylines, nature and beauty. Landscape and Urban Planning, 60(3):163-184
36. Talen, E. (2005) Land Use Zoning and Human Diversity: Exploring the Connection. Journal of Urban Planning and Development,131(4):214-232.
37. Thomas, I., P. Frankhauser, C. Biernacki (2008) The morphology of built-up landscapes in Wallonia(Belgium):A classification using fractal indices. Landscape and Urban Planning, 84(2):99-115

NTTU Library

附表1-人口數模式摘要

模式	R	R平方	調過後的 R 平方	估計的標準誤	Durbin-Watson 檢定
1	.283(a)	.080	.080	.95909920	
2	.398(b)	.158	.158	.91765146	
3	.439(c)	.193	.192	.89877196	
4	.453(d)	.205	.204	.89192565	
5	.466(e)	.217	.216	.88534684	
6	.473(f)	.224	.223	.88168689	
7	.477(g)	.228	.227	.87942893	
8	.479(h)	.231	..229	. 87796606	1.793

a 預測變數：常數, 面積
b 預測變數：常數, 面積, 商業使用容積維度值
c 預測變數：常數, 面積, 商業使用容積維度值, 住宅使用容積維度值
d 預測變數：常數, 面積, 商業使用容積維度值, 住宅使用容積維度值, 面臨路寬
e 預測變數：常數, 面積, 商業使用容積維度值, 住宅使用容積維度值, 面臨路寬, 住宅區
f 預測變數：常數, 面積, 商業使用容積維度值, 住宅容積維度值, 面臨路寬, 住宅區, 工業容積維度值
g 預測變數：常數, 面積, 商業使用容積維度值, 住宅容積維度值, 面臨路寬, 住宅區, 工業容積維度值, 工業區
h 預測變數：常數, 面積, 商業使用容積維度值, 住宅容積維度值, 面臨路寬, 住宅區, 工業容積維度值, 工業區, 訊息維度值
j 依變數：人口數

附表2-人口數ANOVE分析表

模式		平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
1	迴歸	411.019	1	411.019	446.822	.000(a)
	殘差	4706.981	5117	.920		
	總和	5118.000	5118			
2	迴歸	809.897	2	404.949	480.888	.000(b)
	殘差	4308.103	5116	.842		
	總和	5118.000	5118			
3	迴歸	986.149	3	328.716	406.932	.000(c)
	殘差	4131.851	5115	.808		
	總和	5118.000	5118			
4	迴歸	1049.653	4	262.413	329.859	.000(d)
	殘差	4068.347	5114	.796		
	總和	5118.000	5118			
5	迴歸	1110.231	5	222.046	283.280	.000(e)
	殘差	4007.769	5113	.784		
	總和	5118.000	5118			
6	迴歸	1144.076	6	190.679	245.287	.000(f)
	殘差	3973.924	5112	.777		
	總和	5118.000	5118			
7	迴歸	1165.177	7	166.454	215.225	.000(g)
	殘差	3952.823	5111	.773		
	總和	5118.000	5118			
8	迴歸	1173.943	8	146.743	190.123	.000(h)
	殘差	3944.057	5110	.772		
	總和	5118.000	5118			

a 預測變數：常數, 面積
b 預測變數：常數, 面積, 商業使用容積維度值
c 預測變數：常數, 面積, 商業使用容積維度值, 住宅使用容積維度值
d 預測變數：常數, 面積, 商業使用容積維度值, 住宅使用容積維度值, 面臨路寬
e 預測變數：常數, 面積, 商業使用容積維度值, 住宅使用容積維度值, 面臨路寬, 住宅區
f 預測變數：常數, 面積, 商業使用容積維度值, 住宅容積維度值, 面臨路寬, 住宅區, 工業容積維度值
g 預測變數：常數, 面積, 商業使用容積維度值, 住宅容積維度值, 面臨路寬, 住宅區, 工業容積維度值, 工業區
h 預測變數：常數, 面積, 商業使用容積維度值, 住宅容積維度值, 面臨路寬, 住宅區, 工業容積維度值, 工業區, 訊息維度值
j 依變數：人口數

附表3-地價模式摘要

模式	R	R 平方	調過後的 R 平方	估計的標準誤	Durbin-Watson 檢定
1	.613(a)	.375	.375	.79053275	
2	.702(b)	.492	.492	.71267366	
3	.716(c)	.512	.512	.69857994	
4	.721(d)	.519	.519	.69366158	
5	.724(e)	.525	.524	.68975861	
6	.729(f)	.531	.530	.68538865	
7	.732(g)	.536	.535	.68166767	
8	.733(h)	.538	.537	.68033164	
9	.734(i)	.539	.538	.67982781	1.284

a 預測變數：常數, 面臨路寬
b 預測變數：常數, 面臨路寬, 商業區
c 預測變數：常數, 面臨路寬, 商業區, 商業使用容積維度值
d 預測變數：常數, 面臨路寬, 商業區, 商業使用容積維度值, 住宅區
e 預測變數：常數, 面臨路寬, 商業區, 商業使用容積維度值, 住宅區, 住宅及工業使用容積維度值
f 預測變數：常數, 面臨路寬, 商業區, 商業使用容積維度值, 住宅區, 住宅及工業使用容積維度值, 訊息維度值
g 預測變數：常數, 面臨路寬, 商業區, 商業使用容積維度值, 住宅區, 住宅及工業使用容積維度值, 訊息維度值, 工業使用容積維度值
h 預測變數：常數, 面臨路寬, 商業區, 商業使用容積維度值, 住宅區, 住宅及工業使用容積維度值, 訊息維度值, 工業使用容積維度值, 商業及工業使用容積維度值
i 預測變數：常數, 面臨路寬, 商業區, 商業使用容積維度值, 住宅區, 住宅及工業使用容積維度值, 訊息維度值, 工業使用容積維度值, 商業及工業使用容積維度值, 面積
j 依變數：地價

附表 4-地價 ANOVE 分析表

模式		平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
1	迴歸	1920.172	1	1920.172	3072.560	.000(a)
	殘差	3197.828	5117	.625		
	總和	5118.000	5118			
2	迴歸	2519.564	2	1259.782	2480.356	.000(b)
	殘差	2598.436	5116	.508		
	總和	5118.000	5118			
3	迴歸	2621.809	3	873.936	1790.802	.000(c)
	殘差	2496.191	5115	.488		
	總和	5118.000	5118			
4	迴歸	2657.315	4	664.329	1380.663	.000(d)
	殘差	2460.685	5114	.481		
	總和	5118.000	5118			
5	迴歸	2685.404	5	537.081	1128.874	.000(e)
	殘差	2432.596	5113	.476		
	總和	5118.000	5118			
6	迴歸	2716.599	6	452.767	963.830	.000(f)
	殘差	2401.401	5112	.470		
	總和	5118.000	5118			
7	迴歸	2743.067	7	391.867	843.321	.000(g)
	殘差	2374.933	5111	.465		
	總和	5118.000	5118			
8	迴歸	2752.831	8	344.104	743.444	.000(h)
	殘差	2365.169	5110	.463		
	總和	5118.000	5118			
9	迴歸	2756.795	9	306.311	662.772	.000(i)
	殘差	2361.205	5109	.462		
	總和	5118.000	5118			

a 預測變數：常數, 面臨路寬
b 預測變數：常數, 面臨路寬, 商業區
c 預測變數：常數, 面臨路寬, 商業區, 商業使用容積維度值
d 預測變數：常數, 面臨路寬, 商業區, 商業使用容積維度值, 住宅區
e 預測變數：常數, 面臨路寬, 商業區, 商業使用容積維度值, 住宅區, 住宅及工業使用容積維度值
f 預測變數：常數, 面臨路寬, 商業區, 商業使用容積維度值, 住宅區, 住宅及工業使用容積維度值, 訊息維度值
g 預測變數：常數, 面臨路寬, 商業區, 商業使用容積維度值, 住宅區, 住宅及工業使用容積維度值, 訊息維度值, 工業使用容積維度值
h 預測變數：常數, 面臨路寬, 商業區, 商業使用容積維度值, 住宅區, 住宅及工業使用容積維度值, 訊息維度值, 工業使用容積維度值, 商業及工業使用容積維度值
i 預測變數：常數, 面臨路寬, 商業區, 商業使用容積維度值, 住宅區, 住宅及工業使用容積維度值, 訊息維度值, 工業使用容積維度值, 商業及工業使用容積維度值, 面積
j 依變數：地價

附表 5-所得模式摘要

模式	R	R 平方	調過後的 R 平方	估計的標準誤	Durbin-Watson 檢定
1	.464(a)	.215	.215	.88608675	
2	.490(b)	.240	.240	.87167212	
3	.511(c)	.261	.261	.85964542	
4	.515(d)	.265	.264	.85766880	
5	.516(e)	.266	.265	.85711077	
6	.517(f)	.267	.266	.85672736	
7	.517(g)	.268	.267	.85638833	1.769

a 預測變數：常數,面臨路寬
b 預測變數：常數,面臨路寬,訊息維度值
c 預測變數：常數,面臨路寬,訊息維度值,工業使用容積維度值
d 預測變數：常數,面臨路寬,訊息維度值,工業使用容積維度值,住宅及工業使用容積維度值
e 預測變數：常數,面臨路寬,訊息維度值,工業使用容積維度值,住宅及工業使用容積維度值,商業區
f 預測變數： 常數,面臨路寬,訊息維度值,工業使用容積維度值,住宅及工業使用容積維度值,商業區,商業使用容積維度值
g 預測變數：常數,面臨路寬,訊息維度值,工業使用容積維度值,住宅及工業使用容積維度值,商業區, 商業使用容積維度值,面積
h 依變數：所得

NTTU Library

附表 6-所得 ANOVE 分析表

模式		平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
1	迴歸	1100.389	1	1100.389	1401.502	.000(a)
	殘差	4017.611	5117	.785		
	總和	5118.000	5118			
2	迴歸	1230.800	2	615.400	809.937	.000(b)
	殘差	3887.200	5116	.760		
	總和	5118.000	5118			
3	迴歸	1338.065	3	446.022	603.556	.000(c)
	殘差	3779.935	5115	.739		
	總和	5118.000	5118			
4	迴歸	1356.163	4	339.041	460.906	.000(d)
	殘差	3761.837	5114	.736		
	總和	5118.000	5118			
5	迴歸	1361.791	5	272.358	370.738	.000(e)
	殘差	3756.209	5113	.735		
	總和	5118.000	5118			
6	迴歸	1365.885	6	227.648	310.154	.000(f)
	殘差	3752.115	5112	.734		
	總和	5118.000	5118			
7	迴歸	1369.588	7	195.655	266.778	.000(g)
	殘差	3748.412	5111	.733		
	總和	5118.000	5118			

a 預測變數：常數, 面臨路寬
b 預測變數：常數, 面臨路寬, 訊息維度值
c 預測變數：常數, 面臨路寬, 訊息維度值, 工業使用容積維度值
d 預測變數：常數, 面臨路寬, 訊息維度值, 工業使用容積維度值, 住宅及工業使用容積維度值
e 預測變數：常數, 面臨路寬, 訊息維度值, 工業使用容積維度值, 住宅及工業使用容積維度值, 商業區
f 預測變數： 常數, 面臨路寬, 訊息維度值, 工業使用容積維度值, 住宅及工業使用容積維度值, 商業區, 商業使用容積維度值
g 預測變數：常數, 面臨路寬, 訊息維度值, 工業使用容積維度值, 住宅及工業使用容積維度值, 商業區, 商業使用容積維度值, 面積
h 依變數：所得