

國立陽明交通大學
運輸與物流管理學系
碩士論文

Department of Transportation and Logistics Management
National Yang Ming Chiao Tung University
Master Thesis

捷運與輕軌整體路網對不動產價格之影響-以雙北地區為例
Property value uplift analysis for public transport network: a
case study in Taipei, Taiwan

研 究 生：李彩榛 (Lee, Tsai-Chen)

指導教授：閻姿慧 (Yen, Barbara T.H.)

中華民國一一二年 七 月

July 2023

捷運與輕軌整體路網對不動產價格之影

響-以雙北地區為例

Property value uplift analysis for public transport network: a
case study in Taipei, Taiwan

研 究 生：李彩榛

Student：Tsai Chen Lee

指導教授：閻姿慧 博士

Advisor：Dr. Barbara T.H. Yen

國立陽明交通大學

運輸與物流管理學系

碩 士 論 文

A Thesis

Submitted to Department of Transportation and Logistics Management

College of Management

National Yang Ming Chiao Tung University

in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of

Master of Science

in

Traffic and Transportation

July 2023

Taiwan, Republic of China

中華民國一一二年七月

誌謝

在這篇論文完成之際，我想衷心地感謝所有在研究過程中給予我支持和幫助的人們。

本論文的完成首先要感謝我的指導教授，閻姿慧老師兩年來的悉心指導。兩年來閻老師不論是在研究或課業上都提供了我非常多的幫助。在我的研究遇到困難與瓶頸，或是對課程內容理解不完全時，老師總是不厭其煩地教導我哪怕是最基礎的問題，在我思考錯方向或是迷茫時也總是耐心的教我如何修正以及提供許多寶貴的建議。而除了研究之餘老師也時常關心生活上的狀況，讓每次的 meeting 都變得不那麼緊張了。就讀碩士的兩年因為老師的悉心指導及關懷使我獲益良多，再次向老師致上最誠摯的感激。

另外感謝我的口試委員，邱裕鈞老師及鍾易詩老師，在口試時給了我許多寶貴的意見，使得這份論文可以更臻完善。

而雖然待在研究室的日子不多，還是非常感謝北交同學們的照顧，首先感謝家榮在我有問題時總是很耐心的回答並教我怎麼修正程式上的問題。再來感謝旻蓉不論是研究、課業或生活都讓我在這兩年有可以傾訴的對象，一起共事的時候也獲益良多。還要感謝君潔、欣樺還有我的實驗室夥伴暄筑，和其他同學在研究生涯壓力很大的時候互相勉勵，和大家聊天與相處使我的研究生生活更加豐富。

最後感謝我的家人，因為有你們的支持和鼓勵，我才能一路就讀到研究所，因為大學和研究所離家遙遠，無法時常回家，也謝謝家人的包容與理解。

這份成果獻給所有支持與關心我的人，並再次致上我最衷心的感謝！

李彩榛 謹致
民國一一二年七月

中文摘要

公共運輸建設為都會區不可或缺之運具，尤其都會區之公共運輸藉由路網效應可供更為便捷之服務。然公共運輸之提供往往伴隨大額投資需求，且多為政府主導之建設，因此，目前有許多研究專注於探討公共運輸建設對房價之影響，並提出以土地增值回饋(Land Value Capture)，挹注資金建設公共運輸。在過去的研究中已廣泛探討單一公共運輸場站發展對其周遭房價影響，並無廣泛針對整體公共運輸路網之效果進行討論，即針對公共運輸路網對房價影響之研究較為不足。故本研究先以總體層面，建立 ARIMA 及 ARIMA 干預分析模型進行時間序列分析，以雙北地區之捷運和輕軌路網為例，探討在公共運輸路網發展下，對雙北地區總體房價之趨勢影響。研究結果顯示大部分的情況下，公共運輸路網發展進程可使得地區總體之房價上漲，但仍然而少數路線發展反而使得總體房價呈下降趨勢，如輕軌開工會對房價造成微幅下降。由此可知，整體路網對房價影響程度不一，但多為上升趨勢。然而，總體趨勢分析僅能了解公共運輸路網對房價影響之大略方向，且由過去之研究可知房價具空間異質性。故本研究亦以房產個體角度分析，建立地理加權迴歸模型，探討在公共運輸路網發展下，其周遭房價之影響。研究結果顯示公共運輸路網效應對房價影響具顯著空間異質性，且整體路網規劃變動與市場區域移轉均會對場站周遭房價造成程度不一之顯著影響，其中以新建運輸系統發展之影響效果校估較為明確，對其周遭房價造成顯著正向影響。

關鍵詞：公共運輸路網、路網效應、趨勢分析、ARIMA、地理加權迴歸法、土地價值提升、土地增值回饋

英文摘要

Public transport is one of the most efficient transport modes in the urban areas. In particular, the network effect of public transport can improve urban accessibility and mobility. However, funding a public transport infrastructure is never an easy task for the Policy makers who constantly seek for alternative funding sources. Value capture has been proposed to address this issue that has been firstly adopted in USA. Before implementing a value capture scheme, value uplift effects need to be quantifying first. However, while measure property value uplift, most studies or projects only use a particular public transport infrastructure or corridor without considering network effects whole system. Therefore, this study aims to investigate how public transport network effects might influence property price with trend analysis. ARIMA and ARIMA-intervention analysis model are used to conduct trend analysis. This study uses Taipei area with Taipei metro as the case study from 2012 to 2021. In addition, the intervention variables are Taipei metro related time line. The model results show that most intervention variables have positive impacts to property trend with two event showing negative impacts related to government Luxury tax policy for property and beginning of metro construction. However, a macro trend analysis can only provide a general direction of public transport network effects on property prices. Furthermore, previous researches have shown that property prices have spatial heterogeneity. Therefore, in order to investigate property value uplift in the micro level, this study investigate property value uplift with consideration of public transport network effects via geographically weighted regression model. The model results confirm that the impact of the public transport network effect on property prices has significant spatial heterogeneity. Further, due to Taipei metro route re-plan, property niche market has shifted in the central business areas. Within the study period, there are two newly introduced light rail systems which property value uplift effects are more significant than existed Taipei Metro system firstly introduced 1997 (e.g., Tamsui line). Some policy implications can be proposed. Public transport network effects should be considered while policy makers try to quantified the property value uplift because property value not just influenced by the geographical different but also by planning strategies (e.g., re-route).

Keywords: Public transport network, network effects, trend analysis, ARIMA, geographically weighted regression, value uplift, value capture

目錄

中文摘要...	i
英文摘要...	ii
目錄.....	iii
圖目錄.....	iv
表目錄.....	v
第一章 緒論	1
1.1 研究背景與動機.....	1
1.2 研究目的.....	2
1.3 研究範圍.....	2
1.4 研究流程與架構.....	3
第二章 文獻回顧	6
2.1 土地增值回饋(Land Value Capture)與土地價值提升(Land Value Uplift)	
6	
2.2 路網效應(Network Effect).....	9
2.3 趨勢分析(Trend Analysis).....	10
第三章 研究範圍與資料	11
3.1 雙北地區公共運輸路網.....	11
3.2 不動產時價交易資料.....	14
第四章 研究方法與變數	16
4.1 趨勢分析法.....	16
4.1.1 SARIMA 模型.....	16
4.1.2 SARIMA 干預分析模型.....	17
4.1.3 趨勢分析模型變數.....	18
4.2 地理加權迴歸法.....	19
4.2.1 地理加權迴歸模型.....	19
4.2.2 地理加權迴歸法研究範圍與變數.....	21
第五章 雙北地區房價時間趨勢分析	25
5.1 趨勢分析模型結果.....	25
5.2 趨勢分析模型序列圖.....	26
第六章 雙北地區房價空間分析	30
6.1 全域型模式.....	30
6.2 區域型模式.....	31
第七章 結論與建議	44
參考文獻.....	46

圖目錄

圖 1 雙北地區捷運與輕軌路網	3
圖 2 研究架構流程圖	4
圖 3 臺北捷運及輕軌發展時間線	13
圖 4 單價年平均值趨勢圖	15
圖 5 總價年平均值趨勢圖	15
圖 6 地理加權迴歸法研究範圍	21
圖 7 SARIMA 模型序列圖	27
圖 8 SARIMA 干預預測模型序列圖	27
圖 9 SARIMA 干預分析模型序列圖	28
圖 10 村里人口密度分布圖	33
圖 11 模型殘差分布圖	34
圖 12 十年捷運/輕軌站距估計值分布圖	35
圖 13 十年捷運/輕軌站距 T 值分布圖	36
圖 14 年度捷運/輕軌站距估計值分布圖	38
圖 15 十年火車站距估計值分布圖	39
圖 16 年度火車站距估計值分布圖	41
圖 17 十年捷運/輕軌進站人數估計值分布圖	42
圖 18 年度捷運/輕軌進站人數估計值分布圖	43

表目錄

表 1 土地增值回饋機制	6
表 2 文獻彙整	7
表 3 不動產實價交易資料敘述性統計	14
表 4 SARIMA 模型變數	18
表 5 地理加權迴歸法變數與定義	23
表 6 地理加權迴歸法數基本統計 (資料筆數：421,517)	24
表 7 趨勢分析模型結果	26
表 8 特徵價格模型結果	31
表 9 區域型模式係數基本統計	32



第一章 緒論

1.1 研究背景與動機

公共運輸在都會區的交通運具中扮演極其重要之角色，然其建設過程通常伴隨龐大之建設成本，隨著都市發展，民眾對於公共運輸的需求亦日漸提升，因此其鉅額投資以對各級政府造成不小之壓力。以臺北捷運為例，其地下路段平均每公里之建造總成本金將近五十億新台幣，此種情況不限於臺北市，國內外之專家學者皆積極尋找替代之資金來源。土地增值回饋(Land Value Capture)法即為目前文獻中最廣為探討之方法(Medda, 2012; Sun et al., 2017)，其假設建造新的交通建設可以增加地區可及性，隨著可及性提高，進而使得土地價值提升(Land Value Uplift)，房價亦會隨之上漲。截至目前之研究多數僅針對個別運具探討其周邊房價變化，如輕軌(例：Mulley et al., 2016; Song et al., 2019; Yang et al., 2020; Yen et al., 2019)、鐵路(例：Cervero & Duncan, 2002; Dubé et al., 2014; Mohammad et al., 2013)及捷運(例：Martínez & Viegas, 2009; Mohammad et al., 2017; Sharma & Newman, 2018)等公共運輸之建造與營運對其周邊房價影響。

然而，過去的研究中，公共運輸對周遭房價影響分析結果差異甚大，過去文獻中並無單一結論。部分研究結果顯示公共運輸建設會對房價產生正面影響、部分研究結果說明運輸建設使得周邊房價下跌，而其他研究則顯示其對房價影響微乎其微。究其原因為，實務上公共運輸的發展係由不同運具與不同路線互相交互形成公共運輸路網，無法獨立成為單一體系，僅考慮單一運具或路線無法完整反映交通發展對房價之實際影響。以澳洲新南威爾斯州為例，其公共運輸路網由地鐵、火車、公車、輕軌與渡輪交織而成；此外，英國倫敦之公共運輸由地鐵、公車、火車、英國國鐵、電車及輕軌等多種運具形成路網；另德國之公共運輸路網也不例外，其以城市快鐵、火車、地鐵、公車及有軌列車等運具組成。而就臺北市而言，其公共運輸包含捷運、輕軌、臺鐵、高鐵及公車，公共運輸覆蓋率廣而密集，且許多場站皆提供轉乘之服務，以此形成複雜之公共運輸服務路網，若僅考慮單一運具或單一路線無法解釋其房價變化是否受到其餘路線或運具所影響。

除此之外，在過去針對土地價值提升的研究中，模型所使用之自變數除欲研究運具之可及性屬性外，多數亦會納入房產至其他運具之距離等變數，表示房價亦可能受到周遭其餘公共運輸所影響，例如 Song et al. (2019) 針對倫敦輕軌進行探討，但其模型變數中亦考慮房產至英國國鐵場站距離、房產至地鐵站距離等變數。而雖將其列入自變數考慮其他運具產生之效果，但僅考慮與場站

距離，其他運具之營運發展與改建等效用並無納入研究，也就是說在過去的研究中並無針對地區整體公共運輸路網效應進行全面性之探討。因此本研究將針對雙北地區公共運輸路網進行分析，探討其整體路網發展與營運對房價之影響。此外如先前所述，過去之研究多探討公共運輸場站周圍之房價，針對公共運輸對地區整體房價影響之研究較少，對這部分之理解較為不足。因此，本研究亦進行總體趨勢分析，以初步探討不同運量之運輸系統發展對房價整體趨勢之影響。

1.2 研究目的

如研究背景與動機所述，本研究之研究目的如下所述：

- (一) 透過文獻回顧，了解目前對於土地提升價值研究之方向與目前研究之議題。
- (二) 透過時間序列分析，探討捷運與輕軌整體路網對總體房價趨勢影響。
- (三) 建立個體迴歸模型以探討捷運與輕軌整體路網效應及其對周遭房價之影響。

1.3 研究範圍

本研究以臺灣雙北地區之捷運與輕軌路網為研究範圍，如圖 1 所示。圖中捷運路網包含已全線通車之淡水信義線、松山新店線、文湖線、中和新蘆線、板南線，與環狀線已通車之西環段。輕軌則包含已通車之淡海輕軌綠山線與藍海線第一期，以及興建中之安坑輕軌。

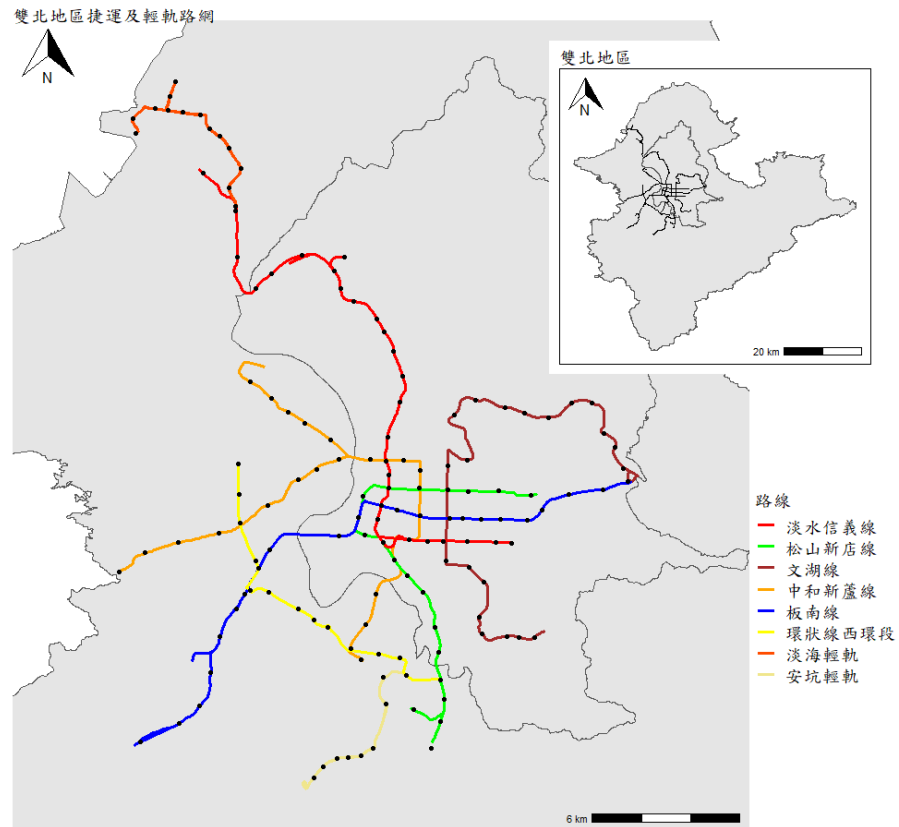


圖 1 雙北地區捷運與輕軌路網

1.4 研究流程與架構

本研究之研究流程圖如圖 2 所示，本研究之研究目的為探討公共運輸路網對房價之影響，首先針對相關議題進行文獻回顧，接下來針對研究範圍及資料進行說明，而後針對本研究所採用之模式進行介紹及進行變數定義，再接續建構模型、對模型結果進行分析，再藉由分析結果探討其政策意涵，最後則是研究之結論與建議。

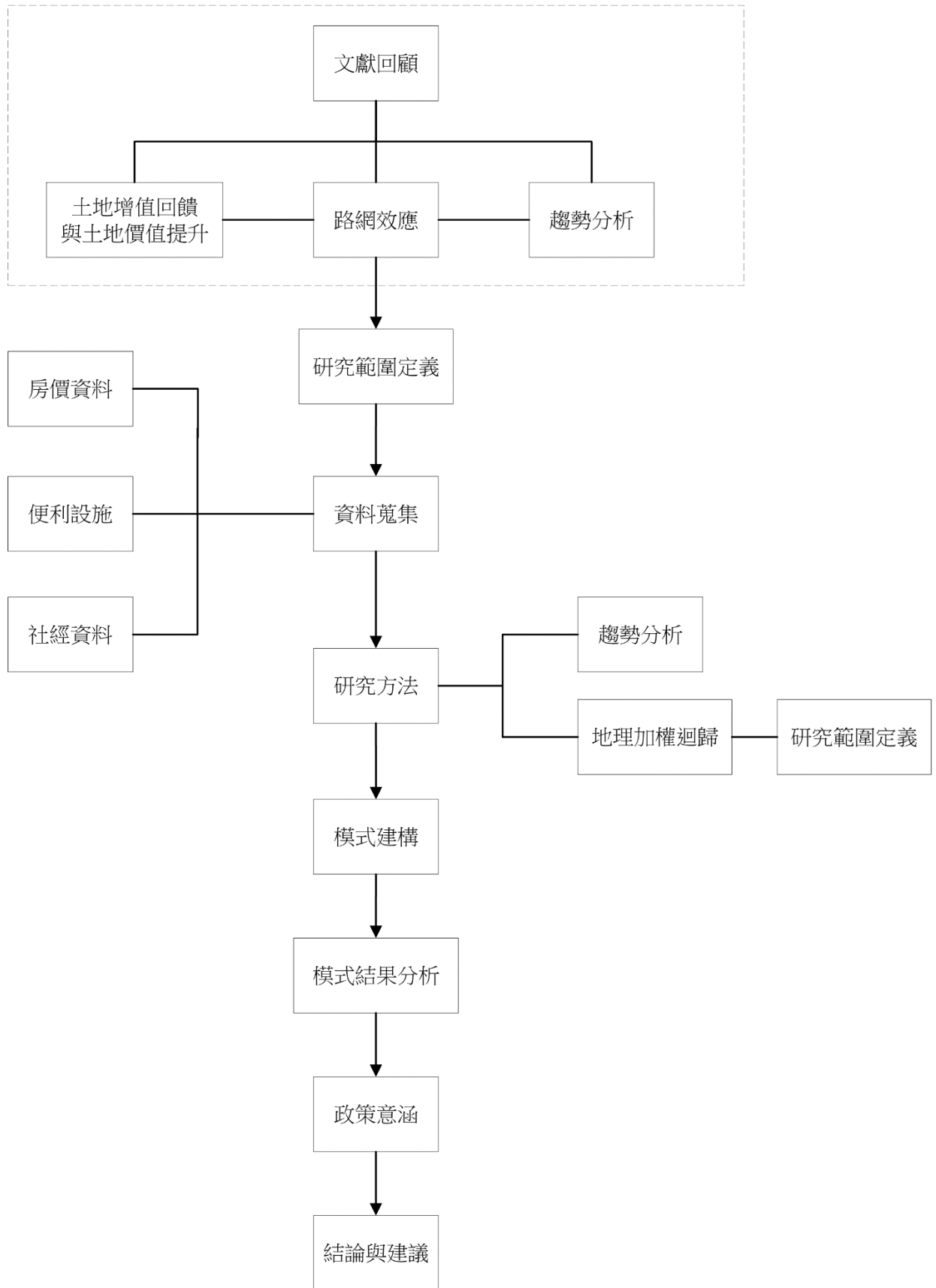


圖 2 研究架構流程圖

本文之架構如下：第二章節將針對土地價值提升、土地增值回饋、路網效應及時間序列分析進行文獻回顧；由於時間序列分析係一種資料分析方法，本研究於第三章節先行介紹本研究之研究範圍及進行資料蒐集；第四章將分別介紹本研究之研究方法，趨勢分析及地理加權迴歸法，並就模型個別進行變數定義；第五章則進行趨勢分析模型建構以及針對趨勢分析結果進行分析說明；第六章針對地理加權迴歸法之模型校估結果進行分析，最後第七章則為結論與建議。



第二章 文獻回顧

2.1 土地增值回饋(Land Value Capture)與土地價值提升(Land Value Uplift)

建造新的公共運輸建設可使得通往一個地區更加便利，即增加其地區可及性，進而帶動當地社會及經濟發展，使得地區土地價值提升，房價亦隨之上漲(Chen et al., 2019)。且如同先前所述，土地增值回饋法已被廣泛應用於因應新建公共運輸建設對各級政府帶來之鉅額投資壓力，其則以此理論為基礎，透過「捕獲」之方式，將交通建設所產生不動產附加價值部分或全部回饋至其建設投資成本(Batt, 2001)。目前常用之土地增值回饋方法如表 1 所示，包含地價稅、稅金增額融資、特賦、大眾運輸導向開發費用、聯合開發與以交通為中心之不動產費用等，並針對土地增值回饋法各方案之效率、權益、永續性及可行性等面向進行探討，以及目前應用之個案研究(Mulley et al., 2021)。

表 1 土地增值回饋機制

方案	效率	公平性		永續性	可行性		個案研究
	價格信號、經濟成長	付款人的成本及收益	支付能力	充分性/成長潛力/穩定性	政治可行性	行政管理上	
地價稅	佳	佳	極佳 ¹	基礎廣泛/適度成長/穩定性佳	低	相當容易	巴西聖保羅的城市基礎設施、英國倫敦橫貫鐵路
稅金增額融資	較少用於交通領域	佳	佳 ²	僅適用於有限項目/跟隨通貨膨脹/收入穩定性	高	複雜且昂貴	美國德克薩斯州地鐵紅線、英國倫敦橫貫鐵路、美國紐約地鐵 7 號線延伸
特賦	佳	取決於結構與免稅額	極佳	基礎狹窄/收入有限/一次性	低	難以制定	英國倫敦橫貫鐵路伊莉莎白東部幹線、美國華盛頓紐約大道地鐵站、美國華盛頓杜勒斯地鐵銀線擴線
大眾運輸導向開發費用	有潛力	佳	中	狹窄/可調節成長/週期性	高	低成本	英國倫敦橫貫鐵路、法國大巴黎快線
聯合開發	佳	佳	中/佳	基礎狹窄/收入有限/週期性	高	複雜	香港地鐵、英國倫敦橫貫鐵路、法國大巴黎快線、美國華盛頓紐約大道地鐵站、美國紐約地鐵 7 號線延伸
以交通為中心之不動產費用	有潛力	佳	佳	基礎狹窄/可調節成長/一次性	高	低成本	美國紐約地鐵 7 號線延伸

¹ 極佳：隨納稅人收入和財富的增加而實際稅率逐步遞減

² 佳：隨納稅人收入和財富的增加而實際稅率逐步遞減

因此，如何捕捉交通建設產生之不動產附加價值便成為重要之課題，先前

許多研究已證實隨著公共運輸之興建與營運，會對其周遭房價產生顯著影響 (Mulley et al., 2016; Song et al., 2019; Yang et al., 2020)。目前的研究中已有許多方法用以衡量土地價值提升，Rosen (1974) 提出之特徵價格法即為衡量房產價格常見的模型之一，其基於消費者理論，假設一種商品(如房產)係由它的一系列相關屬性(如鄰里屬性、可及性屬性等)所定價而得，商品價值即為其屬性影子價格之和(Yang et al., 2020)。特徵價格法同時具備簡單及實用兩種特性，對影響房價的屬性進行權重之預測及可及性分析(例：Chen et al., 2019; Sharma & Newman, 2018; Torzewski, 2020)。而若要考慮時間序列資料時，即欲探討房價隨著交通建設的營運與興建過程之變化，常見的分析方法為雙重差分法(例：Mulley et al., 2017; Murray & Bardaka, 2021; Yen et al., 2019)，其利用雙重差分，將研究範圍劃分為集水區與控制區，並探討位於集水區與控制區之房產(第一重差分)，以及交通建設興建過程前後(第二重差分)是否存在顯著差異(Mulley et al., 2017)。然而，實務上隨著房產之區位不同，房產價格亦會產生不同的影響，即房價有地區異質性(Mulley & Tsai, 2016; Yang et al., 2020; Yen et al., 2019; Zhang et al., 2020)。Mulley and Tsai (2016)即將多層次迴歸模型應用於土地價值提升之研究，其以雙重差分法為基礎，在誤差項考慮分群結構和對空間依賴性之控制，可捕捉鄰里間變異，然其亦無法由房產之個體探討土地價值提升之區域差異性。若需以房產個體角度對土地價值提升進行分析，則須使用地理加權迴歸法，其假設自變數對應變數之影響有空間異質性，以探討土地價值提升之區域差異，目前地理加權迴歸法亦已廣泛應用於探討公共運輸對房價之影響(例：Yang et al., 2020; Zhang et al., 2020; Zolnik, 2021)。

此外，在過去的研究中，交通建設對其周遭房價影響分析結果喜憂參半，Song et al. (2019)之研究結果顯示在倫敦碼頭輕軌周遭之房產平均每 100 公尺可產生 0.09%至 0.35%之溢價；Yang et al. (2020)之研究結果顯示與廈門 BRT 場站距離兩倍之房價下降 2.2%，而 BRT 走廊周圍 400 公尺內之房價較 400 公尺外低 4.4%；Mulley et al. (2017)則發現當以傾向評分匹配法劃分研究範圍時，布里斯本公車專用道不會對周遭房價造成影響。

本小節之文獻彙整如表 2 所示，雖如同前面所述，過去的研究對公共運輸對房價之影響結果並非完全一致，但其共通點為，先前之研究大多數皆選定單一運具及單一路線為其研究標的，較少文獻針對整體公共運輸路網進行分析，因此本研究將以公共運輸路網為研究標的，探討其發展與營運對房價之影響。

表 2 文獻彙整

作者及年份	運輸系統	研究範圍	研究方法	研究範圍劃分	研究變數	研究結果
-------	------	------	------	--------	------	------

Mulley et al. (2017)	公車專用道	澳洲布里斯本	雙重差分法	以距離劃分：集水區為場站 800m 環域、控制區為場站 800-1600m 環域；傾向評分匹配法	應變數：房價(取自然對數) 自變數：時間變數、研究範圍變數、房產屬性變數、鄰里屬性變數、可及性屬性變數	以距離劃分研究範圍的雙重差分模型顯示北公車專用道的完工使得場站周遭房價提升 3%，而以傾向評分匹配法劃分研究範圍之模型結果顯示不會造成房價提升。
Murray and Bardaka (2021)	環城公路	美國北卡羅萊納州	雙重差分法	以距離劃分：場站 1.5 英里環域	應變數：房價(取自然對數) 自變數：時間變數、研究範圍變數、房產屬性變數、鄰里屬性變數、可及性屬性變數	環城公路對房價之影響在建設結束後逐漸增加，影響至建設結束 6-8 年。而對房價影響分布呈倒 U 狀，影響最大在距最近之公路交會處 0.75~1.5 英里間，且距離 0.25 英里內會產生顯著負面影響。
Sharma and Newman (2018)	地鐵	印度邦加羅爾	特徵價格法	以距離劃分：場站 2000m 環域	應變數：房價 自變數：時間變數、研究範圍變數、房產屬性變數、鄰里屬性變數、社經變數、可及性屬性變數	邦加羅爾地鐵顯著影響當地房產價值，使得房價上漲。位於地鐵站環域 500m-1000m 之房產價格上漲 25%，高於 500m 環域內之 11%。
Chen et al. (2019)	地鐵	澳洲雪梨	特徵價格法	以距離劃分	應變數：房價(取對數) 自變數：研究範圍變數、房產屬性變數、鄰里屬性變數、可及性屬性變數	軌道運輸對房產之影響隨設施之不同階段而有所變化，在公告階段影響為負面，離地鐵站越近房價越低；在施工階段則相反，與最近的地鐵站距離每減少 1%，房價平均上漲 0.037%。
Torzewski (2020)	地鐵	波蘭華沙	特徵價格法、空間誤差模型、空間滯後模型	以距離劃分：場站 1500m 環域	應變數：房價(取自然對數) 自變數：研究範圍變數、房產屬性變數、鄰里屬性變數、可及性屬性變數	如果房產在地鐵站環域 1500m 內，其價格上漲與地鐵站顯著相關。環域 800m 內房價漲幅約 13%，而 800-1500m 之房產漲幅約為 10-11%。
Zolnik (2021)	地鐵	美國華盛頓	地理加權迴歸法	以距離劃分：第一階段模型為場站 800m 環域，第二階段為場站+路線 1000m 環域	應變數：房價 自變數：房產屬性變數、可及性屬性變數、鄰里屬性變數	地鐵對房產價格影響不敏感，基礎設施帶來之價值提升不大。
Yen et al. (2019)	輕軌	澳洲布里斯本	雙重差分法、多層次迴歸模型	以距離劃分：集水區為場站 800m 環域、控制區為場站 800-1600m 環域	應變數：房價(取自然對數) 自變數：時間變數、研究範圍變數、房產屬性變數、鄰里屬性變數、可及性屬性變數	對於房產土地價值提升分析，使用多層次迴歸模型之校估結果較雙重差分法為佳；研究範圍劃分則是以傾向評分匹配法為佳。

				域； 傾向評分匹 配法	數	
Song et al. (2019)	輕軌	英國倫敦	特徵價格法	以距離劃分：場站 1000m 環域	應變數：房價(取對數) 自變數：時間變數、可及性屬性變數、房產屬性變數、鄰里屬性變數	沒有其餘公共運輸連接的東南支線每 100m 產生 0.352% 溢價，高於北部支線的 0.093%，其中 DLR 和 JRE 同時運行。
Yang et al. (2020)	輕軌	中國廈門	特徵價格法、空間迴歸模型、分位數迴歸模型、地理加權迴歸法	以距離劃分：場站 400m 環域	應變數：房價(取對數) 自變數：研究範圍變數、房產屬性變數、鄰里屬性變數	研究結果表明在與最近輕軌車站距離的兩倍時，房價將下降 2.2%；而位於輕軌走廊 400m 環域內之房產價格較位於 400m 環域以外之房產價格低 4.4%。
Zhang et al. (2020)	輕軌	澳洲布里斯本	地理加權迴歸法	以距離劃分：輕軌場站 800m 環域，及支線公車站 400m 環域	應變數：房價(取自然對數) 自變數：研究範圍變數、房產屬性變數、鄰里屬性變數、可及性屬性變數	研究結果顯示輕軌對房產價格的影響存在地區異質性，輕軌走廊以外之地區亦會產生溢價之情形。

2.2 路網效應(Network Effect)

路網效應之概念使源於 Economides (1996)，其源自於經濟學與商業活動。路網效應被定義為，當消費者使用的某種產品或服務數量發生變化時，消費者從其中所獲得的效益變化。當路網效應為正時，使用此產品之人數越多，消費者所獲得之效益越大，如電話或社群軟體。而當路網效應為負時，使用人數越多獲得之效益越低，這時即稱為路網外部性。

路網效應之概念已廣泛應用於電信、金融、軟體等網路活動，而交通亦由不同運具、不同路線形成路網，路網效應亦體現在交通領域，即交通路網效應 (Xie & Levinson, 2009)。其表示當交通設施連接到一個新的地區時，當地或其他地區之居民或企業可從新的連結中受益，因其可藉由新連接之交通設施享有更多活動，即增加地區可及性。過去針對交通路網效應對房價影響的研究較少 (Mulley et al., 2017)，且如同先前所述，過去的研究大多數僅針對單一路線或是單一運具進行土地價值提升分析。然而，由於都會區之公共運輸係由多種運具交織形成公共運輸路網，當其中一條路線延伸發展時，除增加原路線站點地區之可及性，其餘路線或運具所在地區之居民亦可藉由公共運輸路網提供之轉乘等服務增加其可及性，因此僅由單一路線無法得知其路網效應可影響之範圍。

此外，過去針對路網效應於土地價值提升之研究中，針對「交通路網效應」產生之效果並無統一之定義，部分研究視房產周圍共構車站數為路網效應

之指標(例：Zolnik, 2021)，部分則以運輸系統之可及性，即房產至場站之距離作為其概似指標(例：Zhang et al., 2020)。然而，若以公共運輸路網之共構場站數做為路網效應之指標，其目的為探討場站本身對房產之影響，以整體路網而言無法反映房價之區域差異分布。而就地理加權迴歸法而言，其用以捕獲房產個體之空間異質性，因此以公共運輸路網可及性做為路網效應指標較能解釋房價在空間上的變化。

因此，本研究將交通路網效應應用於土地價值提升分析，並以房產至場站之距離做為路網效應指標，藉由房價的變化，探討隨著交通路網發展，其可影響路網中其餘運具之範圍以及時間。

2.3 趨勢分析(Trend Analysis)

時間序列分析係用以處理時間序列資料及趨勢分析，常見的時間序列分析方法有差分整合移動平均自我迴歸 (ARIMA) 模型、多變量模型、Holt-Winters指數平滑模型等。其中 ARIMA 模型係最常被使用之時間序列模型，因其具有處理非平穩及季節性資料之能力，且已廣泛被運輸領域所使用(Tsai et al., 2014)。此外，本研究透過時間序列分析探討公共運輸路網發展對總體房價之趨勢影響，並藉此進一步分析其造成之路網效應及公共運輸路網對其周遭房價之影響，因此須建立 ARIMA 干預分析模型以探討事件發生對時間序列資料之趨勢影響。在過去 ARIMA 干預分析模型已廣泛被應用於行銷及金融相關研究(例：Bianchi et al., 1998; Chung et al., 2009; Jarrett & Kyper, 2011)，較少應用於運輸領域，因此本研究亦期望可提供趨勢分析在運輸領域上以提供更多政策建議，例如捷運整體發展是否會對整體房價造成影響，影響時間點會是在捷運之核定、開工或通車階段。

綜上所述，本研究將分別以總體與個體層面進行分析，總體分析部分藉由建立 ARIMA 模型進行趨勢分析以探討公共運輸路網對雙北地區總體房價趨勢影響；個體層面則是藉由建立雙重差分模型以探討公共運輸路網對房價之影響範圍與影響時間。

第三章 研究範圍與資料

本章節將先針對本研究之研究範圍進行定義及說明，而後進行資料蒐集及分析，最後則根據本研究之研究方法進行變數之定義，個別論述如接續小節。

3.1 雙北地區公共運輸路網

雙北地區包含臺北市及新北市，為臺灣整體發展最快速之地區，亦為全臺灣公共運輸系統最進步、路網最完整之地區，其公共運輸路網由公車、臺鐵、高鐵、捷運及輕軌組成。據 2020 年交通部《民眾日常使用運具狀況調查》統計，臺北市及新北市之公共運輸市佔率分別為 40.4% 及 33.6%，為全臺灣之第一、三名，因此本研究選定雙北地區做為本研究之研究範圍。另據民國 2019 年臺北市政府交通局《雙北市民眾日常使用運具狀況調查》統計，雙北地區公車與捷運之市佔率分別為 15.4% 及 13.8%，為雙北地區大眾運輸市佔率最高之兩項運具。由此可知，雙北地區大眾運輸便捷，民眾日常多仰賴公車及捷運進行旅運活動。

在過去的文獻中，針對運具對房屋價值提升影響之研究多數以軌道運輸為例，係因相較於公路運輸，軌道運輸興建及營運後進行大幅度之路線修改較為困難，路網較為穩定，因此可進行長時間之趨勢分析，觀察其對於房價漲幅之影響。而其中又以針對捷運及輕軌進行研究之文獻為多數，究其原因為捷運與輕軌之站點較火車及高鐵密集，多以人潮密集之市中心為設站地點，班距短且班次密集，而火車增設路線或站點時常以交通較為不便之偏鄉地區為考量，以長途旅次為主，由捷運與輕軌之路網較能解釋其對都會區房價趨勢之影響。

綜上所述，本研究針對雙北地區之捷運及輕軌路網，分析公共運輸路網發展對周遭房價影響，並進一步探討其路網效應，其路網如圖 1 所示。而以下將亦針對雙北地區各公共運輸進行簡介，包含公車、台鐵、高鐵、捷運與輕軌。

公車

臺北市區公車係由臺北市公共運輸處作為主管機關之汽車客運，除少數路線外，多數臺北市區公車路線皆由臺北市公車聯營管理委員會（聯管會）及臺北市公車聯營管理中心（聯管中心）統一管理，採統一路線編碼及統一收費制度，而由聯管會所管理之公車路線統稱為「臺北市聯營公車」。其路線主要可分為一般路線、休閒公車路線、快速公車路線、幹線公車路線、捷運接駁公車路線、小型公車路線、市民小巴路線、主題專車路線及園區通勤專車路線等。而新北市區公車則以新北市政府交通局作為主管機關，自 2000 年以後與臺北市聯營公車整合，統一設置站牌。其路線主要可分為一般路線、快速公車路線、捷運接駁路線、輕軌先導路線、跳蛙公車及新北市新巴士等。由臺北市聯營公車

及新北市區公車整合成之雙北公車路網覆蓋率廣且密集，且提供便捷之轉乘服務，為雙北地區市占率最高之公共運輸之一。

臺鐵

臺鐵全稱為臺灣鐵路，係由臺灣鐵路局所營運管理，其以西部幹線、東部幹線及南迴線組成環島鐵路網，為臺灣主要之鐵道運輸系統。而其中西部幹線中之縱貫線北段路線行經雙北地區，為臺鐵營運路線中客流量最高之路段，七堵至樹林區間每日單向約 150 車次行駛。此外，臺北車站為全臺運量最大之鐵路車站，據 2021 年交通部鐵路局《臺灣鐵路統計年報》，臺鐵臺北車站平均每日客運量約 7 萬 5 千人次，其車站由臺鐵、高鐵及捷運共構而成，亦與桃園機場捷運共站，另其周邊亦有臺北轉運站等公路客運及公車站點，為臺北都市之中央車站。

高鐵

高鐵全稱臺灣高速鐵路，目前營運之路線由南港至左營共 12 站，全線縱橫臺灣人口最為密集之西部走廊。臺灣高鐵主要服務對象為滿足長途城際旅運需求之旅客，而隨著站點增加，位於雙北地區之板橋-南港路線亦提供民眾都會區旅運之另一種選擇，且板橋、臺北及南港站皆為臺鐵、高鐵及捷運三鐵共構車站，並列為臺北都會區之三大交通樞紐，其多種運具交織形成之公共運輸路網已使雙北地區之公共運輸成為臺灣最完整且便利之公共運輸系統。

捷運與輕軌

臺北大眾捷運股份有限公司於 1994 年成立，而臺北都會區捷運路網發展主要可分為核定、開工與通車三階段。臺北捷運初期路網於 1986 年獲行政院核定，包含木柵、淡水、新店、中和、南港、板橋等六路線，其於 1988 年開工，1990 年內湖線、土城線納入捷運路網規劃。而初期路網中，全臺首條中運量捷運系統-木柵線(棕線)於 1996 年通車，淡水線(紅線)於 1997 年全線通車，為全臺首條高運量捷運系統。中和線(橘線)於 1998 年通車，新店線(綠線)於 1999 年全線通車，板南線(藍線)於 2000 年通車。蘆洲線與新莊線(橘線)於 1994 年奉行政院核定、2001 年開工，蘆洲線於 2010 年通車，新莊線則於 2012 年通車。信義線(紅線)於 2004 年獲行政院核定，2005 年開工，於 2013 年通車。松山線(綠線)於 1997 年奉行政院核定，於 2006 年開工，2014 年通車。環狀線(黃線)第一階段路網於 2004 年獲行政院核定，2011 年開工，於 2018 年通車。而輕軌系統目前則由新北捷運公司所營運，其中淡海輕軌於 2013 年獲行政院核定綜合規劃，第一階段於 2014 年開工，2018 年通車。安坑輕軌則於 2015 年獲行政院核定綜合規劃，於 2016 年開工，預計將在 2022 年底通車，其時間線如圖 3 所示。

如同前面所述，臺北捷運由 1986 年發展至今已 37 年，然而受限於資料範圍，本研究僅使用 2012-2021 年度之資料分析(安坑輕軌於研究範圍尚未開通)。

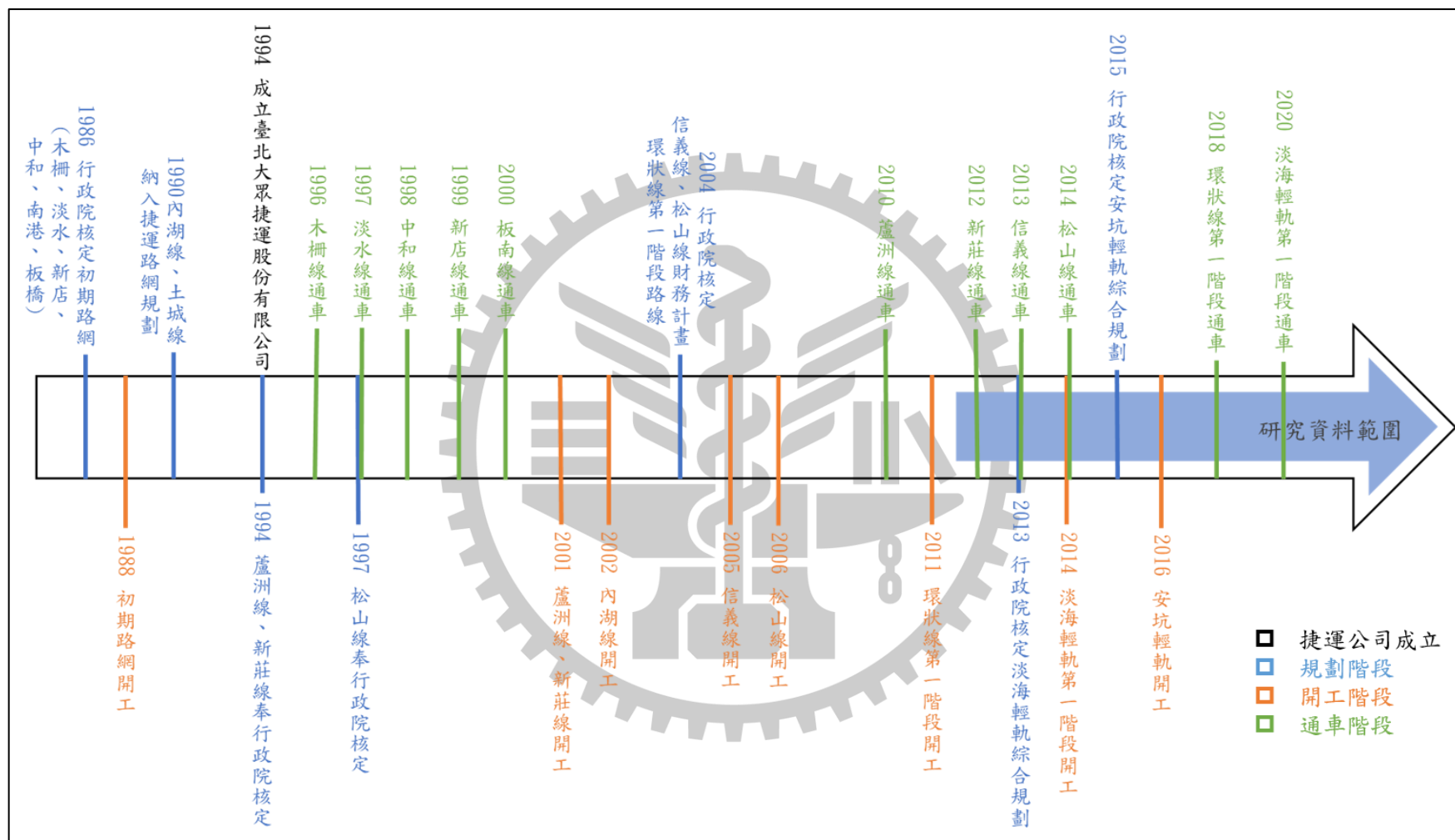


圖 3 臺北捷運及輕軌發展時間線

3.2 不動產時價交易資料

為分析公共運輸對房價影響，本研究所採用資料為 2021 年 12 月向內政部申請提供之不動產實價交易資料。內政部自 2012 年起實行不動產實價登錄，因此本研究所取得之資料為 2012 年至 2021 年 11 月之不動產實價交易資料，其原始資料包含交易房地或土地之所在鄉鎮市區、交易標的、土地位置/建物門牌、土地移轉總面積(平方公尺)、建物移轉總面積(平方公尺)、都市土地使用分區、交易年月日、建物型態、主要用途、總價(元)、單價(元/平方公尺)等，其中建物型態分為公寓、住宅大樓、套房、華廈、透天厝、店面、廠辦、辦公商業大樓及其他等九類。2012 至 2021 年雙北地區之不動產實價交易資料之敘述性統計如表 3 所示，2012 年至 2021 年之交易筆數平均每年約 7 萬筆，其中以 2013 年交易筆數最多，約 11 萬筆。

表 3 不動產實價交易資料敘述性統計

交易 年	資料筆 數	單價(元/平方公尺)				總價(元)				建物 型態 -非 住宅 佔比 (%)
		平均值	標準差	偏態 統計 量	峰態統計 量	平均值	標準差	偏態 統計 量	峰態統計 量	
2012	46,603	108,157	420	7.1	145.5	16,902,690	300,007	40.6	2,121.9	16.8
2013	110,781	119,334	267	5.6	121.6	17,351,540	134,893	34.4	1,887.2	16.9
2014	83,469	127,658	359	7.3	190.2	18,119,379	155,164	36.8	2,396.4	18.7
2015	65,978	127,585	1,029	201.0	47,492.9	18,189,892	207,574	39.2	2,534.2	18.3
2016	57,702	121,313	375	4.8	67.1	17,311,786	209,995	40.8	2,465.4	15.9
2017	67,898	120,549	347	5.0	69.7	17,060,485	189,869	37.3	2,061.0	16.4
2018	70,053	123,987	400	50.9	7,345.6	17,964,619	205,046	35.3	1,893.7	15.2
2019	75,127	126,368	315	4.3	57.2	18,183,611	184,820	34.7	1,921.8	15.2
2020	81,333	129,901	323	6.1	133.1	18,994,104	158,060	22.4	834.7	13.4
2021	57,021	141,469	7,000	237.7	56,678.3	19,575,268	211,905	32.0	1,858.3	12.2
總平 均	71,597	124,769	486,085	772.9	631,580.3	17,969,284	50,111,197	36.3	2,122.4	16.0

不動產之單價與總價之變動如圖 4 與圖 5 所示。其中，不動產之單價雖整體呈上漲趨勢，2014 年至 2017 年卻持續下跌，而以 2021 年交易單價最高，某些程度上可能由通貨膨脹所導致，另 2020 年至 2021 年單價漲幅較大，推測其因新冠肺炎疫情險峻，導致房產價格呈上漲趨勢，而 2015 年及 2021 年之單價標準差較其他年度為高，分別為 1,029 元與 7,000 元。而相較於單價，總價之趨

勢波動較劇烈，而兩者會呈現不同趨勢的可能原因為，不動產時價交易資料之單價隨著交易標的的不同，採不同之計算方式：交易標的為土地時單價為總價除以土地移轉總面積；而交易標的為房地(土地與建物)時，單價則僅為總價除以建物移轉總面積，推測由於計算方式的不同造成單價與總價波動有些許差異。此外，建物型態中，2012 年至 2021 年非住宅比例為 16%，以 2014 年之 18.7% 為高峰，而後大致呈除年減少趨勢，以 2021 年之 12.2% 為最少之佔比，可看出雙北地區不動產交易以住為主，且比例亦逐年增加。

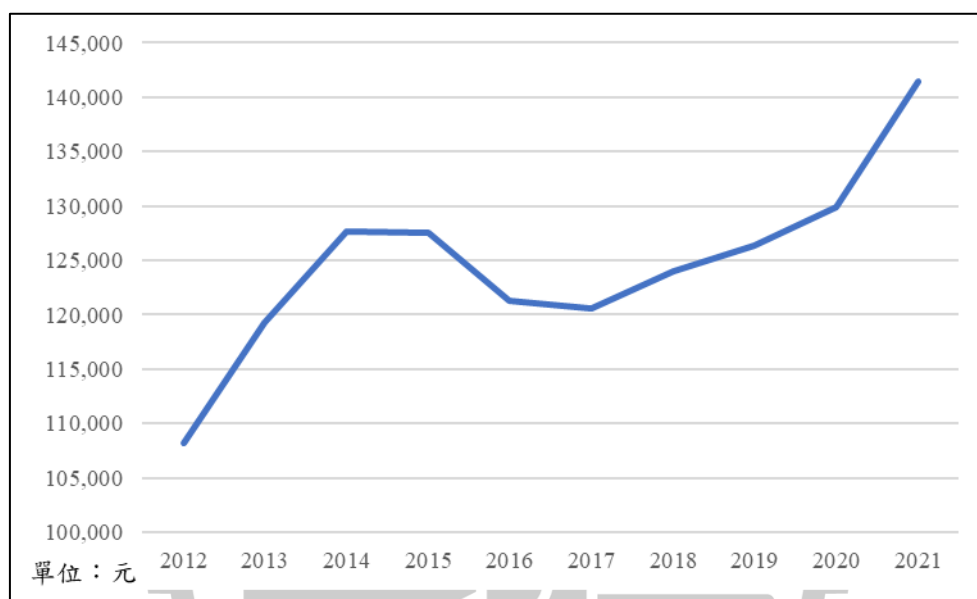


圖 4 單價年平均值趨勢圖

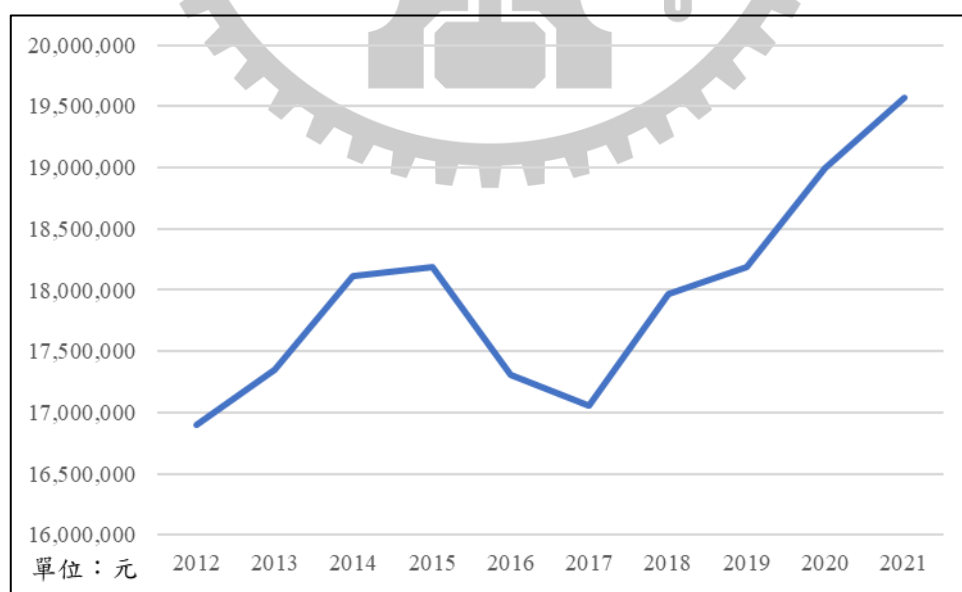


圖 5 總價年平均值趨勢圖

第四章 研究方法與變數

本研究之研究目的旨在探討公共運輸發展對房價之影響。如同第二章節所述，房價具地區異質性，且在目前探討公共運輸對房價影響之方法中，惟地理加權迴歸法得以看出其影響之區域差異，因此本研究採地理加權迴歸法以探討雙北地區捷運及輕軌路網對其周遭房價影響。而如先前所述，本研究欲以整體路網探討其對房價之影響，因此在進行個體分析前，本研究先進行趨勢分析，以 SARIMA 模型進行時間序列分析，探討雙北地區捷運及輕軌路網之興建與營運對雙北地區總體房價趨勢是否存在顯著影響，為一資料分析方法。趨勢分析僅為初步分析，無法觀察出公共運輸路網效果對個體房價之影響與其影響範圍，本研究仍以地理加權迴歸法為探討公共運輸路網對房價影響之主要模式。因此，本研究採用兩方法之研究範圍與變數將各自定義。而本章節將針對本研究採用之研究方法以及所採用之變數進行進一步之說明，分別為房價總體分析之趨勢分析法及個體分析之地理加權迴歸法。

4.1 趨勢分析法

4.1.1 SARIMA 模型

ARMA 模型(Auto Regressive and Moving Average Model，自我迴歸移動平均模型)，通常表示為 $ARMA(p, q)$ ，由 Box 和 Jenkins 於 1970 年提出，為常見之時間序列模型之一。ARMA 模型以兩個模型為基礎組成，分別為自我迴歸(AR)模型及移動平均(MA)模型。

自我迴歸模型(Autoregressive Model)即以過去之資料來預測現今資料，而越接近現今資料者對預測結果影響越大，通常以 $AR(p)$ 表示。其中 p 代表此 AR 模型服從 p 階自我迴歸，用過去之 p 期資料預測當期資料，以下列方程式表示之：

$$y_t = \mu + \phi_1 y_{t-1} + \phi_2 y_{t-2} + \cdots + \phi_p y_{t-p} + e_t \quad (1)$$

其中 y 為模型應變數， μ 為常數， t 為時間序列資料之總期數， $\phi_n (n=1\sim p)$ 為係數，而 e_t 為平均數為 0、標準差為 σ 之隨機誤差項，即白噪音。

移動平均模型(Moving Average Model)則係將時間序列中之白噪音序列進行加權平均而得，包含 q 階移動平均項，通常以 $MA(q)$ 表示之。MA 模型在任何條件下皆為平穩，可表示為下列方程式：

$$y_t = \mu + e_t + \theta_1 e_{t-1} + \theta_2 e_{t-2} + \cdots + \theta_q e_{t-q} \quad (2)$$

其中 $\theta_n(n=1\sim q)$ 為係數，ARMA 模型則包含 p 階自我迴歸項及 q 階移動平均項，可表示為：

$$y_t = \mu + \phi_1 y_{t-1} + \phi_2 y_{t-2} + \cdots + \phi_p y_{t-p} + e_t + \theta_1 e_{t-1} + \theta_2 e_{t-2} + \cdots + \theta_q e_{t-q} \quad (3)$$

然而，ARMA 模型僅能處理平穩資料，非平穩資料則需透過 ARIMA 模型 (Autoregressive Integrated Moving Average model，差分整合移動平均自我迴歸模型) 將其進行平穩化，通常表示為 ARIMA(p, d, q)，其中 d 為使資料呈平穩序列所進行之差分階數。此外，若資料為週期性，則須建構季節性 ARIMA (Seasonal ARIMA, SARIMA) 模型，以 ARIMA(p, d, q)(P, D, Q)_s 表示，其中 P 為季節性自我迴歸階數，D 為季節性差分階數，Q 為季節性移動平均階數，s 表示季節週期數，以下列方程式表示：

$$(1 - B)^d (1 - B^s)^D y_t = \mu + \frac{\theta(B)\theta_s(B^s)}{\phi(B)\phi_s(B^s)} e_t \quad (4)$$

其中：

$$\begin{aligned} \theta_s(B^s) &= 1 - \theta_{s,1}B^s - \cdots - \theta_{s,P}B^P \\ \phi_s(B^s) &= 1 - \phi_{s,1}B^s - \cdots - \phi_{s,Q}B^Q \\ B \text{ 為後移運算子; } (1 - B^s)y_t &= y_t - y_{t-s} \\ \mu &\text{ 為常數} \end{aligned}$$

4.1.2 SARIMA 干預分析模型

干預分析模型(Intervention Analysis Model)係用於檢視特殊事件，即干預對於時間序列資料之影響(Box & Tiao, 1975)。常見的干預變數有兩種，一種為持續性之干預，表示事件在時間T之後持續產生影響，可用階躍函數表示為：

$$f(I_t) = \omega_0 I_t \quad (5)$$

其中 ω_0 為一常數， I_t 為干預變數且當事件發生前之每一個時間皆為 0，在事件發生後之每一個時間均為 1，以下列方程式表示：

$$I_t = \begin{cases} 0 & \text{干預事件發生前 } (t < T) \\ 1 & \text{干預事件發生後 } (t \geq T) \end{cases}$$

而另一種干預變數則為短暫性干預，表示事件在時間T發生，且僅在此時間產生影響，干預變數 I_t 在事件發生時為 1，其餘時間皆為 0，可表示為：

$$I_t = \begin{cases} 1 & \text{干預事件發生時 } (t = T) \\ 0 & \text{其餘時間 } (t \neq T) \end{cases}$$

而干預分析模型即可表示為：

$$y_t = \mu + \omega_0 I_t + \frac{\theta(B)\theta_s(B^s)}{(1-B)^d(1-B^s)^D\phi(B)\phi_s(B^s)} e_t \quad (6)$$

進行干預分析前須建立一個如前一小節所述之 SARIMA 模型，而後加入表示事件發生之干預變數，以上述方程式(6)重新校估模型。干預變數之統計顯著性解釋其干預事件是否對時間序列產生影響，而係數大小則表示其對於時間序列之影響程度。

4.1.3 趨勢分析模型變數

本研究之趨勢分析以季度做為時間週期，房產季度之總體平均價格為時間序列資料，因此本研究使用 SARIMA 模型做為趨勢分析模式。此外，由於本研究之趨勢分析僅考慮捷運與輕軌路網發展對雙北地區之總體房價影響，然實際上房價亦受房產本身特性，以及社經變數等屬性所影響，而趨勢分析為總體分析，無法考量房產本身如房間數等特性。因此，本研究之趨勢分析以房產單價取自然對數之值做為模型之應變數。

而本研究趨勢分析之模型自變數則為 4.1.2 小節所介紹之干預事件，由於本研究之趨勢分析部分旨在探討雙北地區捷運及輕軌路網對房價之總體趨勢影響，因此採用捷運工程局及臺北捷運局提供之不同路線建造及營運重大事件作為模型自變數，以探討當事件發生或事件發生後，對雙北地區總體房價趨勢影響。另外，受新冠疫情影響，我國於 2021 年 5 月實施第三級警戒，臺灣各產業皆受其影響，本研究預計其亦會造成房價之波動，因此將其加入模型之自變數，本研究所使用之干預變數及其定義詳列如表 4。表 4 中之變數為 2012 年至 2021 年各捷運及輕軌路線重大記事(例：路線完工、通車)，欲藉由其個別記事探討其對總體房價之影響。

表 4 SARIMA 模型變數

變數	預期符號	定義
應變數		
單價_nl		房產價格(單位：元/平方公尺)取自然對數之值。
自變數_干預變數		
淡水信義線(紅線)		
紅_新莊線東門段通車	+	=1 表示新莊線東門段通車與中和線銜接，中和線列車不再開往北投(2012 年第 3 季度及以後)，否則=0。
紅_信義線通車	+	=1 表示信義線通車與淡水線銜接(2013 年第 4 季度及以後)，否則=0。
紅_機捷通車銜接	+	=1 表示桃園機場捷運通車銜接淡水信義線時(2017 年第 1 季度)，否則=0。
淡海輕軌		

淡海_核定環境影響說明書	+	=1 表示淡海輕軌獲行政院環境保護署備查環境影響說明書(2012 年第 4 季度及以後)，否則=0。
淡海_核定綜合規劃	+	=1 表示淡海輕軌獲行政院核定綜合規劃時(2013 年第 1 季度)，否則=0。
淡海_第一階段主體開工	-	=1 表示海輕軌第一階段路網主體工程開工時(2014 年第 4 季度)，否則=0。
淡海_第一階段綠山通車	+	=1 表示淡海輕軌綠山線通車(2018 年第 4 季度及以後)，否則=0。
淡海_藍海線第一期通車	+	=1 表示淡海輕軌藍海線一期通車時(2020 年第 4 季度)，否則=0。
松山新店線(綠線)		
綠_松山線完工	+	=1 表示松山線完工(2013 年第 1 季度及以後)，否則=0。
綠_小碧潭支線通車銜接	+	=1 表示小碧潭支線通車銜接松山新店線(2014 年第 3 季度及以後)，否則=0。
綠_松山線通車	+	=1 表示松山線通車與新店線串聯營運(2014 年第 4 季度及以後)，否則=0。
環狀線(黃線)		
環狀_頭前庄站—新北產業園區站開工	-	=1 表示環狀線第一階段頭前庄站—新北產業園區站開工(2012 年第 4 季度及以後)，否則=0。
環狀_板新站(不含)至大漢溪過河段南側間開工	-	=1 表示環狀線第一階段板新站(不含)至大漢溪過河段南側間開工(2013 年第 3 季度及以後)，否則=0。
環狀_第一階段完工	+	=1 表示環狀線第一階段完工(2018 年第 4 季度及以後)，否則=0。
環狀_第一階段初勘	+	=1 表示臺北市政府辦理環狀線第一階段初勘作業(2019 年第 4 季度及以後)，否則=0。
環狀_第一階段通車	+	=1 表示環狀線第一階段正式通車營運(2020 年第 1 季度及以後)，否則=0。
安坑輕軌		
安坑_核定可行性研究	+	=1 表示安坑輕軌可行性研究獲得行政院正式核定(2013 年第 3 季度及以後)，否則=0。
安坑_環評備查	+	=1 表示安坑輕軌環境影響評估獲行政院環境保護署備查(2013 年第 4 季度及以後)，否則=0。
安坑_核定綜合規劃	+	=1 表示安坑輕軌獲行政院正式核定綜合規畫報告，確定安坑線興建(2015 年第 2 季度及以後)，否則=0。
安坑_主體開工	-	=1 表示安坑線的主體工程開工(2016 年第 2 季度及以後)，否則=0。
安坑_安心橋全橋合攏	+	=1 表示安心橋完成全橋合龍作業(2020 年第 3 季度及以後)，否則=0。
新冠疫情		
三級警戒	-	=1 表示受新冠疫情影响，行政院與中央流行疫情指揮中心提升雙北地區之疫情警戒至第三級時(2021 年第 2 季度)，否則=0。

4.2 地理加權迴歸法

4.2.1 地理加權迴歸模型

地理加權迴歸(Geographically weighted regression, GWR)係由 Fotheringham et al. (2002)所提出。過去衡量公共運輸對房價影響較常被使用之模型如特徵價

格法、雙重差分法等模型皆屬於全域型模式，其僅由一條方程式分析自變數及應變數之間的關係，使得其分析結果反映在所有觀測值之效應皆相同，而地理加權迴歸模型則為區域型模式，其假設自變數對應變數之影響有空間異質性，以一組方程式估計空間範圍內所有不同位置之係數，以探討自變數及應變數之關係，以及其隨空間之變化(Fotheringham et al., 2002; Yang et al., 2020; Zhang et al., 2020)。

地理加權迴歸法在建立區域型模式前，亦會先建立全域型模式以分析自變數與應變數間的關係，隨後再建立區域型模式以探討自變數對應變數影響之空間異質性。其中全域型模式為特徵價格模型，方程式如下所示：

$$y_i = \beta_0 + \sum_k x_{ik} \beta_k + \varepsilon_i \quad (7)$$

其中， y_i 表示模型應變數，即房產價格， β_0 為常數， β_k 為係數， x_{ik} 表示第*i*個觀測值的第*k*個屬性， ε_i 則為模型之殘差。

而後建立地理加權迴歸模型，下列為其方程式：

$$y_i = \beta_0(u_i, v_i) + \sum_k X_{ik} \beta_k(u_i, v_i) + \varepsilon_i \quad (8)$$

其中 (u_i, v_i) 表示觀測值*i*之座標， $\beta_0(u_i, v_i)$ 為常數， $\beta_k(u_i, v_i)$ 表示區域型模式中觀測值*i*在第*k*個屬性之係數，其餘變數與特徵價格模型相同。

由於地理空間數據常呈現非平穩狀態，建立地理加權迴歸模型時，需要選擇最佳的帶寬(bandwidth)以為研究區域的每個資料點產生地理權重。而帶寬的選擇通常以特定準則如最小化 AIC(Akaike Information Criterion)經 GWR 軟體計算而得其對應帶寬。AIC 係地理加權迴歸法選擇帶寬被廣泛利用之準則，其用以衡量模型之擬合度及複雜度。

地理加權迴歸模型結果會生成一組特定位置之參數估計值，得以繪製於地圖並進行分析，以探討資料之地理空間異質性。透過地圖化進行空間分析，可更好理解自變數與應變數之間的關係，以及其關係在空間上的變化。

4.2.2 地理加權迴歸法研究範圍與變數

地理加權迴歸法需針對研究範圍進行定義，以距離劃分之研究範圍為由場站至房產之直線距離形成之環域，而此直線距離之界定為民眾可接受之步行距離訂定(Yen et al., 2019)。本研究根據內政部營建署道路工程組《都市人本交通規劃設計手冊》，捷運場站周遭民眾可接受之最大步行距離 800m 環域(步行 10 分鐘距離)，故本研究將研究範圍訂為場站之 800m-1600m 環域。其中，輕軌之研究範圍為場站之 800m，捷運則為場站之 1600m，範圍之訂定主要乃依據不同運具特性而定，捷運為高運量運具而輕軌則為輕運量運具，故其研究範圍應有不同等級，此亦如同 Yen et al. (2019)之研究範圍設定。本研究之研究範圍如圖 6 所示。

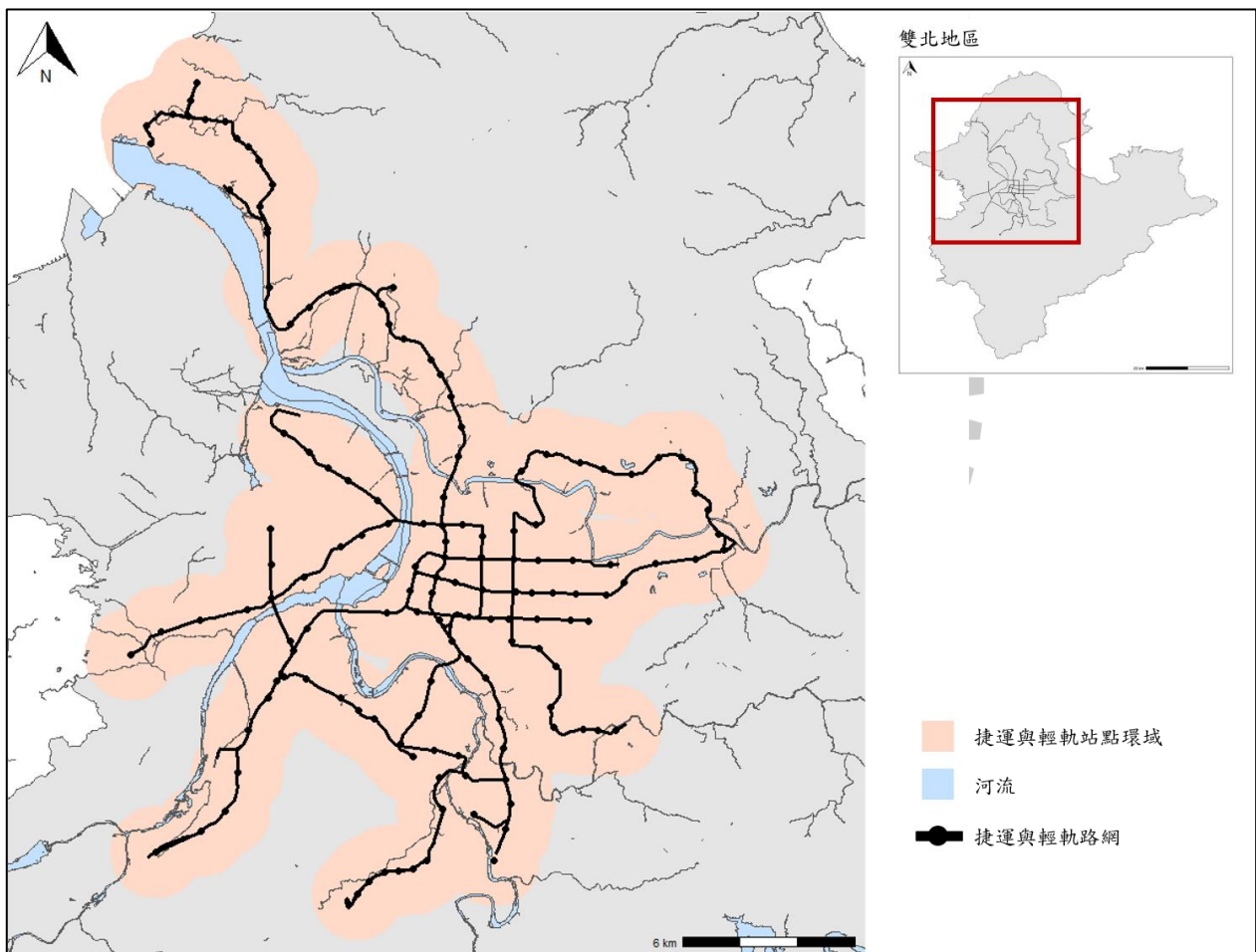


圖 6 地理加權迴歸法研究範圍

而先前於 4.3 小節使用房產單價取自然對數做為趨勢分析之應變數，其因趨勢分析為總體分析，無法反映房產個體屬性，而地理加權迴歸法則須將房產屬性、地區社經屬性等因素納入考量，且由於本研究資料橫跨不同年度，須將房產價格轉換為 2021 年之價值以排除通膨之影響，因此本研究將房產總價 2021 年價值取自然對數之值做為地理加權迴歸法之應變數。本研究假設折現率

為台灣 2021 年通膨率 1.98%加上台灣銀行 2021 年利率 0.75%之 2.73%。

本研究建立地理加權迴歸模型之目的為探討公共運輸路網效應對房價之影響，模型自變數包含房產屬性，社經變數以及可及性屬性等三大項目，詳列如表 5。而雖社經變數不易解釋其個別如何影響房產價格，仍須將其納入作為模型之控制變數。變數本研究之房產屬性將內政部不動產時價交易資料中房間數、廳數及衛浴數列入模型變數考量。社經變數則參考過去土地價值提升相關研究，並將臺灣特定變數如原住民人口比例等列入變數，其資料由內政部社會經濟資料服務平台所提供，且其值為村里範圍內各家戶之平均值。可及性屬性除多數先前研究所使用之捷運/輕軌站距及火車站距外，由於本研究預期隨著路網的發展，捷運及輕軌場站之進站人數可象徵場站對周遭旅運者之重要性，亦會影響其周遭房價，且在過去的研究中旅運量較少被列入變數考量，因此本研究亦將捷運/輕軌進站人數列入模型變數，其資料由臺北大眾捷運股份有限公司所提供。而各變數之基本統計分析如表 6 所示。



表 5 地理加權迴歸法變數與定義

變數	預期符號	定義
應變數		
ln_pp		房產總價 2021 年價值取自然對數之值。
自變數		
房產屬性		
房間數	+	房產之房間數。
廳數	+	房產之廳數(例：客廳、餐廳)。
衛浴數	+	房產之衛浴間數。
社經變數		
平均所得		綜稅所得平均數，平均家戶綜稅所得(單位：千元)。
男女人口比		性別比，男性人口數對女性人口數之比率。
戶量		平均每戶人口數。
人口密度		平均每平方公里之人口數。
扶養比		依賴人口對工作年齡人口扶養負擔的一種測度。
男性人口比例		男性人口比例。
65 歲以上人口比例		65 歲以上人口比例。
原住民人口比例		原住民人口比例。
離婚人口比例		15 歲以上離婚人口比例。
大學人口比例		大學院校人口比例。
不識字人口比例		不識字人口比例。
可及性屬性		
捷運/輕軌站距	-	房產與最近捷運或輕軌站距(單位：公里)。
火車站距	-	房產與最近火車站距(單位：公里)。
捷運/輕軌進站人數	-	距房產最近捷運或輕軌場站之年進站人數(單位：千人)。

表 6 地理加權迴歸法數基本統計 (資料筆數：421,517)

變數	單位	平均值	標準差	偏態	峰態
房產總價 2021 年價值	元	22,150,229.469	62,583,538.318	94.265	15,952.182
房產屬性					
房間數	間數	2.415	1.925	163.487	64,669.715
廳數	間數	1.521	0.796	5.058	417.861
衛浴數	間數	1.504	1.650	292.497	141,955.228
社經變數					
平均所得	千元	1,041.189	386.125	4.054	45.258
男女人口比	%	86.400	34.308	2.047	30.169
戶量	人	2.342	0.785	240.375	102,064.507
人口密度	人/平方公里	51,658.317	44,815.922	2.707	18.760
扶養比	%	35.876	58.669	537.530	316,697.334
男性人口比例	%	47.624	5.409	148.621	2,844.701
65 歲以上人口比例	%	12.879	6.292	202.735	1,879.161
原住民人口比例	%	0.698	1.134	4.933	56.492
離婚人口比例	%	7.454	4.241	564.531	9,111.901
大學人口比例	%	28.346	7.771	6.479	490.591
不識字人口比例	%	0.404	0.957	1,715.845	63,451.541
可及性屬性					
捷運/輕軌站距	公里	0.584	0.344	0.904	0.271
火車站距	公里	4.795	4.307	1.754	2.525
捷運/輕軌進站人數	千人	4,982.495	4,851.035	2.493	16.952

第五章 雙北地區房價時間趨勢分析

本章節將針對本研究之趨勢分析模型校估結果進行解讀及分析，據第三章節所述，建立 SARIMA 干預分析模型前須建立 SARIMA 模型，因此本研究亦同時針對未加入干預變數之 SARIMA 模型結果列入分析。此外，本研究亦建立以 2012 至 2021 年資料為訓練集之 SARIMA 干預預測模型，以期能預測未來雙北地區總體房價趨勢。模型校估結果如下面小節所述。

5.1 趨勢分析模型結果

本研究建立之趨勢分析模型結果如表 7，模型 1 為僅加入應變數，單價取自然對數之 SARIMA 模型；模型 2 為加入干預變數且以 2020 第四季度及之前之時間序列資料為訓練集、2021 年度之資料為驗證集之 SARIMA 干預預測模型；模型 3 為加入應變數，無進行預測之 SARIMA 干預模型，表 7 僅列出呈顯著之變數，然在建模時，所有變數均有列入考量。

SARIMA 模型之模型適合度可由平穩 R 平方、均方根誤差與正規化 BIC 值所衡量。平穩 R 平方之值越接近 1，表示其模型可解釋之變異越高，模型適合度越高，模型 2 及模型 3 之平穩 R 平方值分別為 0.900 及 0.922，表示其可解釋 90% 及 92.2% 之變異，而模型 1 僅可解釋 17.8% 之變異，適合度較差。而模型 2、3 之均方根差為 0.026，小於模型 1 之 0.077，表示模型 2 及模型 3 之適合度優於模型 1。以正規化 BIC 值而言亦可得到相同結果，正規化 BIC 之值越小表示模型適合度越高。另外，Ljung-Box 測試即為白噪音檢驗，當顯著性大於 0.05 時，表示接受殘差為隨機分布之假說，由表 7 可看出本研究所建立之三個模型之 Ljung-Box Q 顯著性均大於 0.05，表示皆通過 Ljung-Box 測試，殘差呈隨機分布。

而模型參數之校估結果，根據表 7 可看出模型 2 與模型 3 之結果相似，大部分之變數估計值皆為正數，表示隨著大眾運輸發展，會對雙北地區之總體房價產生顯著正影響，唯捷運新莊線東門段通車與安坑輕軌主體開工呈顯著負影響。此外，由模型 3 之校估結果可看出新冠疫情三級警戒對雙北地區之總體亦產生顯著正影響，表示當疫情加劇，雙北地區房價愈高。

表 7 趨勢分析模型結果

模型參數						
	模型 1		模型 2		模型 3	
	SARIMA 模型		SARIMA 干預預測模型		SARIMA 干預分析模型	
	ARIMA(0,0,1)(0,0,0) ₄		ARIMA(0,0,1)(0,0,0) ₄		ARIMA(0,0,1)(0,0,0) ₄	
單價_nl	估計	顯著性	估計	顯著性	估計	顯著性
常數	11.803	0.000	11.993	0.000	11.993	0.000
紅_新莊線東門段通車	-	-	-0.403	0.000	-0.403	0.000
紅_信義線通車	-	-	0.069	0.001	0.069	0.001
淡海_核定環境影響說明書 環狀_頭前庄站—新北產業園區站開工	-	-	0.075	0.030	0.075	0.034
淡海_核定綜合規劃	-	-	0.071	0.020	0.072	0.022
環狀_第一階段初勘	-	-	0.046	0.006	0.055	0.000
安坑_主體開工	-	-	-0.033	0.016	-0.033	0.018
三級警戒	-	-	-	-	0.241	0.000
模型統計量						
模型適合度統計量	平穩 R 平方	0.178	0.900	0.922		
	RMSE	0.077	0.026	0.026		
	正規化 BIC	-4.935	-6.535	-6.444		
Ljung-Box Q (18)	統計量	2.777	24.521	21.783		
	自由度	17	17	17		
	顯著性	1.000	0.106	0.193		

5.2 趨勢分析模型序列圖

圖 7 為模型 1，SARIMA 模型之序列圖，圖中之原始資料及模型校估曲線趨勢大致相同，唯模型校估曲線相較於原始資料曲線，整體呈現滯後之情形，模型配適度較差。

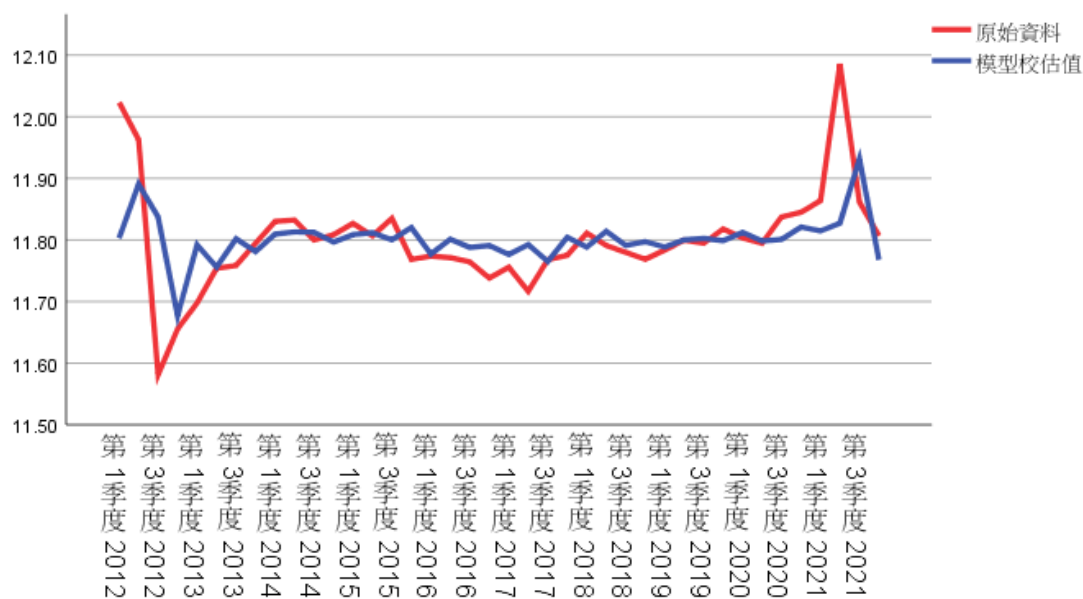


圖 7 SARIMA 模型序列圖

模型 2 之序列圖如圖 8 所示，可由圖中模型校估值曲線看出，相較於模型 1，加入干預變數後之模型校估結果更接近原始資料，意即當排除干預事件之影響後，模型校估結果較佳，表示干預事件的發生的確會影響雙北地區總體房價趨勢，以 2012 年第 3 季度為例，加入干預變數前原始資料在 2012 第 3 季為低峰，而模型校估值之低峰卻在 2013 第 1 季度，加入干預變數後模型校估值曲線之低峰與原始資料相同，由表 7 模型結果可知其原因為排除了捷運新莊線東門段通車之干預變數。然而，當將 2021 年度資料作為驗證集以預測房價趨勢時，由於疫情之影響，雙北地區房價在 2021 年第 2 季度有劇烈漲幅，造成預測結果不佳，無法貼合實際情形，若未來有較長期之資料，較能進行房價之預測。

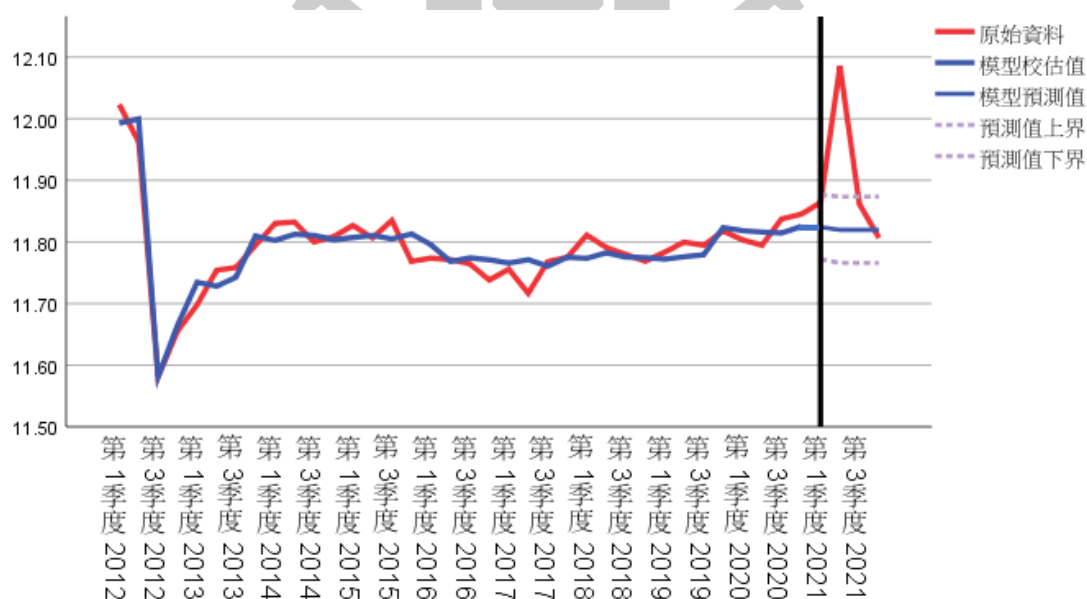


圖 8 SARIMA 干預預測模型序列圖

圖 9 為模型 3 之序列圖，相較於模型 2，模型 3 考慮新冠疫情因素，將疫情三級警戒加入變數進行校估。由圖可看出模型 3 之模型校估曲線相較於模型 2 更接近原始資料曲線，因其排除 2021 年第 2 季度之新冠疫情影響，表示新冠疫情升至三級警戒使得雙北房價產生劇烈漲幅，與表 7 模型校估結果相符。由於疫情之影響在本研究蒐集資料的最後端，若用歷史資料進行預測效果均不佳，故模型 3 進針對趨勢進行分析，不進行房價預測。

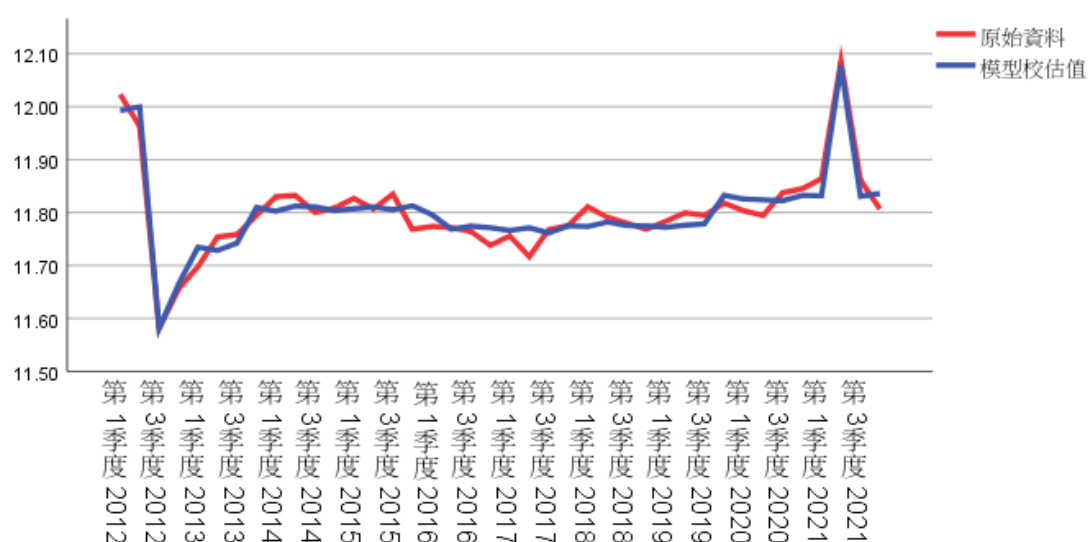


圖 9 SARIMA 干預分析模型序列圖

本研究之趨勢分析探討臺北捷運及輕軌形成之公共運輸路網對雙北地區之總體房價趨勢影響，採用 SARIMA 模型以進行時間序列分析，另採 SARIMA 干預分析模型以檢視干預事件，即公共運輸發展對雙北地區房價影響。

模型校估結果顯示，相較於僅加入應變數之 SARIMA 模型，加入干預變數之 SARIMA 干預分析模型校估結果與實際值較相近，表示公共運輸發展確實會對房價總體趨勢造成顯著影響。然而並非所有與捷運及輕軌相關之事件變數均呈顯著，且呈顯著之變數係數並非全數為正，表示影響並非全數為正向影響。綜觀而言，高運量且位於市中心之路線，以及中運量系統之通車均會對總體房價產生正向影響；而中運量系統之開工由於預期對當地交通造成負面影響，由模式結果亦可看出其對總體房價產生些微負面影響，導致房價略微下跌；至於輕軌系統之核定及完工由模式結果可得均顯著為正，表示其亦會使得總體房價上漲。

然而，藉由整體房價趨勢分析僅可了解公共運輸路網對房價影響之大略方向，且本研究之趨勢分析模型校估結果與預期有所差異。究其原因為如同先前所述，房價具地區異質性，而趨勢分析僅針對地區整體房價進行探討。此外，實際上不動產價格除受公共運輸發展影響外，亦會受到其餘如地區社經特性、房產本身屬性等變數影響，僅進行趨勢分析無法反映上述屬性影響，且藉由趨勢分析無法得知公共運輸發展過程中不同階段對房價之影響範圍及影響持續時間等進一步之分析。因此，後續章節本研究將藉由建立地理加權迴歸模型，以個體分析角度探討公共運輸路網對房價之影響。

第六章 雙北地區房價空間分析

本研究在第三章節針對地理加權迴歸法進行介紹，而如先前所述，地理加權迴歸法分為全域型模式以及區域型模式，在建立地理加權迴歸模型前須先建立特徵價格模型以了解相關屬性與房產價格間之關係。因此，本章節將先針對研究之全域型模式結果進行說明，而後在 6.2 小節將針對區域型模式，即地理加權迴歸模型結果進行分析。

6.1 全域型模式

全域型模式，即特徵價格模型之模型結果如表 8 所示，如同 4.4 小節所述，本研究之地理加權迴歸法之資料範圍為捷運場站 1600 公尺環域以及輕軌場站 800 公尺環域內之房產，經篩選後位於環域內不動產交易資料筆數為 421,517 筆。整體而言變數之顯著性皆小於 0.05，呈顯著影響，且 VIF 值皆小於 10，表示所有變數間皆無共線性之情形。另由表 8 可見模型之 R 平方值為 0.271，表示模型解釋力並不佳，僅建立全域型模式可能無法解釋應變數之變異。

房產屬性

變數之個別係數而言，房產屬性中三個變數之係數皆呈正向，表示當房產之房間數、廳數及衛浴間數愈多時，房產價格愈高，此結果符合預期。

社經變數

社經變數係數中，平均所得、扶養比、男性人口比例、大學人口比例及不識字人口比例等變數係數為正，表示當房產所位於區域之平均所得及上述比例越高時，房產價格越高；反之，男女人口比、戶量、人口密度、65 歲以上人口比例、原住民人口比例和離婚人口比例等變數係數均為負值，表示其值或比例越高時，房產價格越低。其中，人口密度越高之地區房產價格越低，表示當房產位於市中心或商業區等較繁榮之地區，可能因噪音或污染等外部性會對房價造成負面的影響。

可及性屬性

如表 8 所示，捷運/輕軌站距、火車站距及捷運/輕軌進站人數三變數之係數皆為負值，表示就整體研究範圍而言，房產距捷運或輕軌場站近一公里，其房價會增加 12%；而房產距火車站近一公里，其房價會增加 4%，說明捷運或輕軌場站對房價之效應大於火車站，此外，當距房產最近之捷運或輕軌場站進站人數越多時，會對房產價格產生負面影響。

表 8 特徵價格模型結果

係數 ^a						
模型變數	非標準化係數		標準化係數	T 值	顯著性	VIF 值
	β	標準誤	β			
(常數)	0.031	0.001	0.072	23.787	0.000	5.237
房產屬性						
房間數	0.031	0.001	0.072	23.787	0.000	5.237
廳數	0.160	0.002	0.155	97.500	0.000	1.458
衛浴數	0.023	0.001	0.046	16.793	0.000	4.376
社經變數						
平均所得	0.000	0.000	0.214	146.790	0.000	1.229
男女人口比	-0.001	0.000	-0.022	-13.031	0.000	1.613
戶量	-0.066	0.003	-0.063	-25.274	0.000	3.620
人口密度	-0.000 ^b	0.000	-0.191	-135.256	0.000	1.150
扶養比	0.001	0.000	0.061	25.698	0.000	3.241
男性人口比例	0.922	0.026	0.061	35.619	0.000	1.683
65 歲以上人口比例	-0.472	0.020	-0.036	-24.172	0.000	1.294
原住民人口比例	-0.030	0.001	-0.041	-29.927	0.000	1.078
離婚人口比例	-2.597	0.028	-0.134	-91.941	0.000	1.232
大學人口比例	1.657	0.017	0.157	98.016	0.000	1.482
不識字人口比例	2.356	0.122	0.027	19.264	0.000	1.177
可及性屬性						
捷運/輕軌站距	-0.129	0.003	-0.054	-39.487	0.000	1.088
火車站距	-0.042	0.000	-0.218	-145.076	0.000	1.307
捷運/輕軌進站人數	-0.000 ^c	0.000	-0.008	-5.330	0.000	1.265
模型統計量						
觀測值個數	421,517					
R 平方值	0.271					
調整後 R 平方	0.271					

^a 應變數為 ln_pp^b -3.492E-6^c -1.333E-6

然而，如先前所述，房價係有地區異質性，僅以全域型模式分析較無法看出捷運及輕軌路網對房產價格之效應隨地區之變化，因此接續之小節本研究將由區域型模式，即地理加權迴歸模型結果以深入探討捷運與輕軌路網對房價之影響。

6.2 區域型模式

本研究之地理加權迴歸模型帶寬為 290，係以最小 AIC 法而得。係數基本統計如表 9 所示，由表 9 可知區域型模式之 R 平方值為 0.619，優於全域型模

式之 0.271，表示建立區域型模式可更好地解釋變數之變異。而由於地理加權迴歸模型係以個體房產座標為一條迴歸方程式之方程組，如本研究之觀測值為 421,517 筆，即產生 421,517 組迴歸係數，因此須將模型結果進行地圖視覺化呈現，將變數係數繪製於地圖以探討其空間異質性。

表 9 區域型模式係數基本統計

	平均值	標準差	最小值	最大值	範圍
截距	15.626	9.814	-1,211.413	358.281	1,569.694
房產屬性					
房間數	0.064	0.104	-2.537	1.943	4.480
廳數	0.108	0.185	-2.768	3.615	6.383
衛浴數	0.165	0.140	-5.339	7.218	12.557
社經變數					
平均所得	0.000	0.006	-.909	1.536	2.445
男女人口比	0.017	1.258	-100.469	28.731	129.201
戶量	-0.100	0.444	-31.450	18.058	49.508
人口密度	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
扶養比	0.007	0.020	-0.581	1.888	2.470
男性人口比例	0.249	18.995	-403.651	1,858.997	2,262.649
65 歲以上人口比例	-1.423	4.594	-528.675	285.228	813.903
原住民人口比例	-0.022	0.115	-5.098	5.356	10.454
離婚人口比例	-2.436	4.566	-137.816	377.393	515.209
大學人口比例	1.477	3.116	-75.679	476.115	551.795
不識字人口比例	-0.496	20.168	-495.365	2,616.715	3,112.080
可及性屬性					
捷運/輕軌站距	-0.136	1.277	-129.998	200.805	330.803
火車站距	0.000	1.138	-168.171	127.402	295.573
捷運/輕軌進站人數	0.000	0.001	-0.076	0.077	0.153
R 平方值	0.619				
AIC _c	69,598.952				

圖 10 為雙北地區之村里人口密度分布圖，圖中顏色越深之區域表示人口密度越高。由圖可看出雙北地區人口密度較高處多集中在捷運及輕軌路網周遭，由表 8 可知人口密度對房價有顯著負向影響，然而全局模式同時顯示越靠近捷運與輕軌之房價越高，此二結果無法以全局模式解釋，但由本節之區域型模式結果，可以明確分析出具有顯著負向影響之區域。故再次說明使用地理加權迴歸模型之必要性。

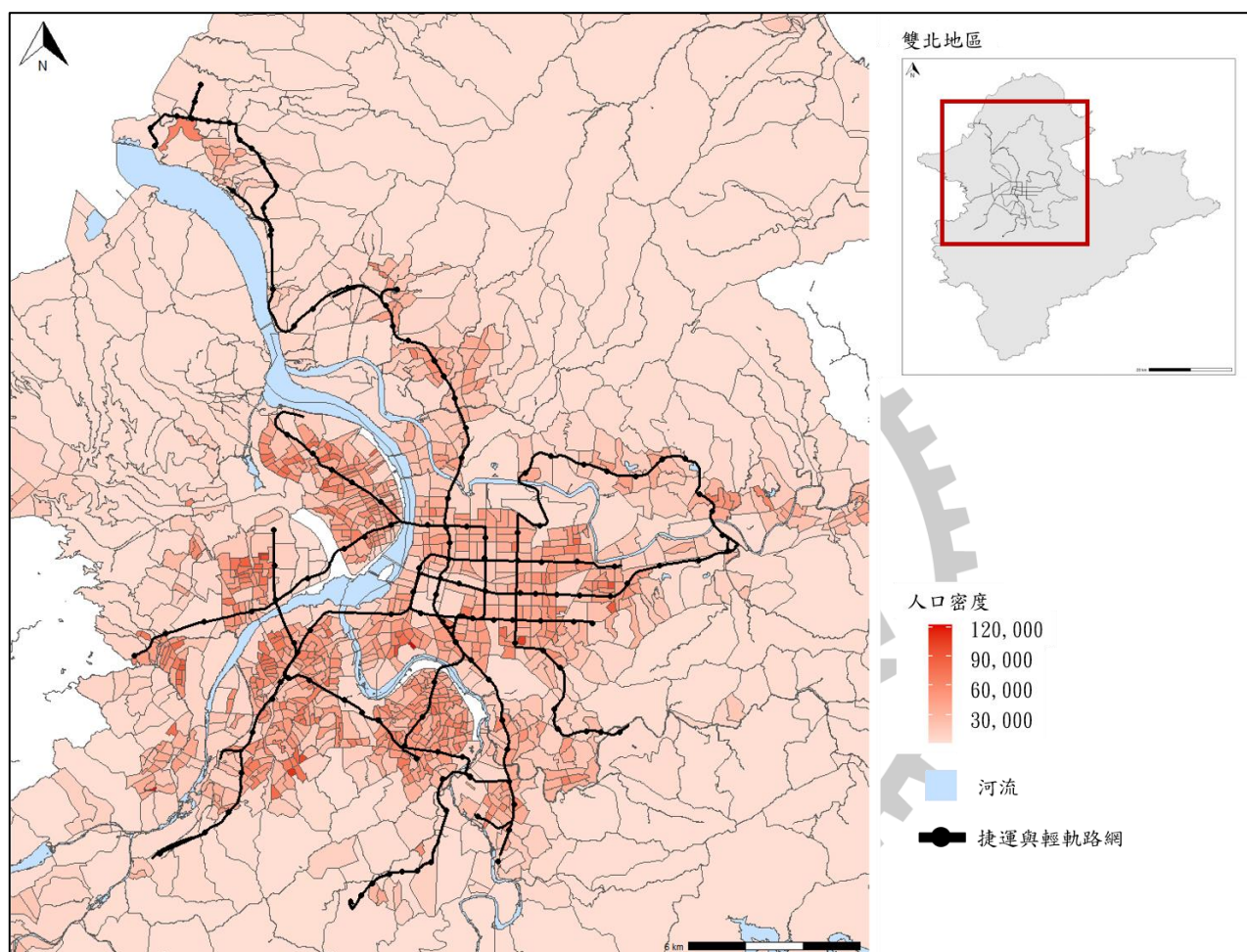


圖 10 村里人口密度分布圖

本研究地理加權迴歸模型之殘差分布繪製如圖 11，圖例中殘差值區間乃以六分位數劃分，由於本研究資料數龐大且座標密集，且資料點係由小至大之值依序繪製於地圖上，導致較小殘差值之資料點被較大殘差值所覆蓋，由圖較難看出實際殘差之分布。由殘差分布無法明確分析各變數之區域差異，本研究針對個別變數進行局部變數分析，包含捷運/輕軌站距、火車站距以及捷運/輕軌進站人數。

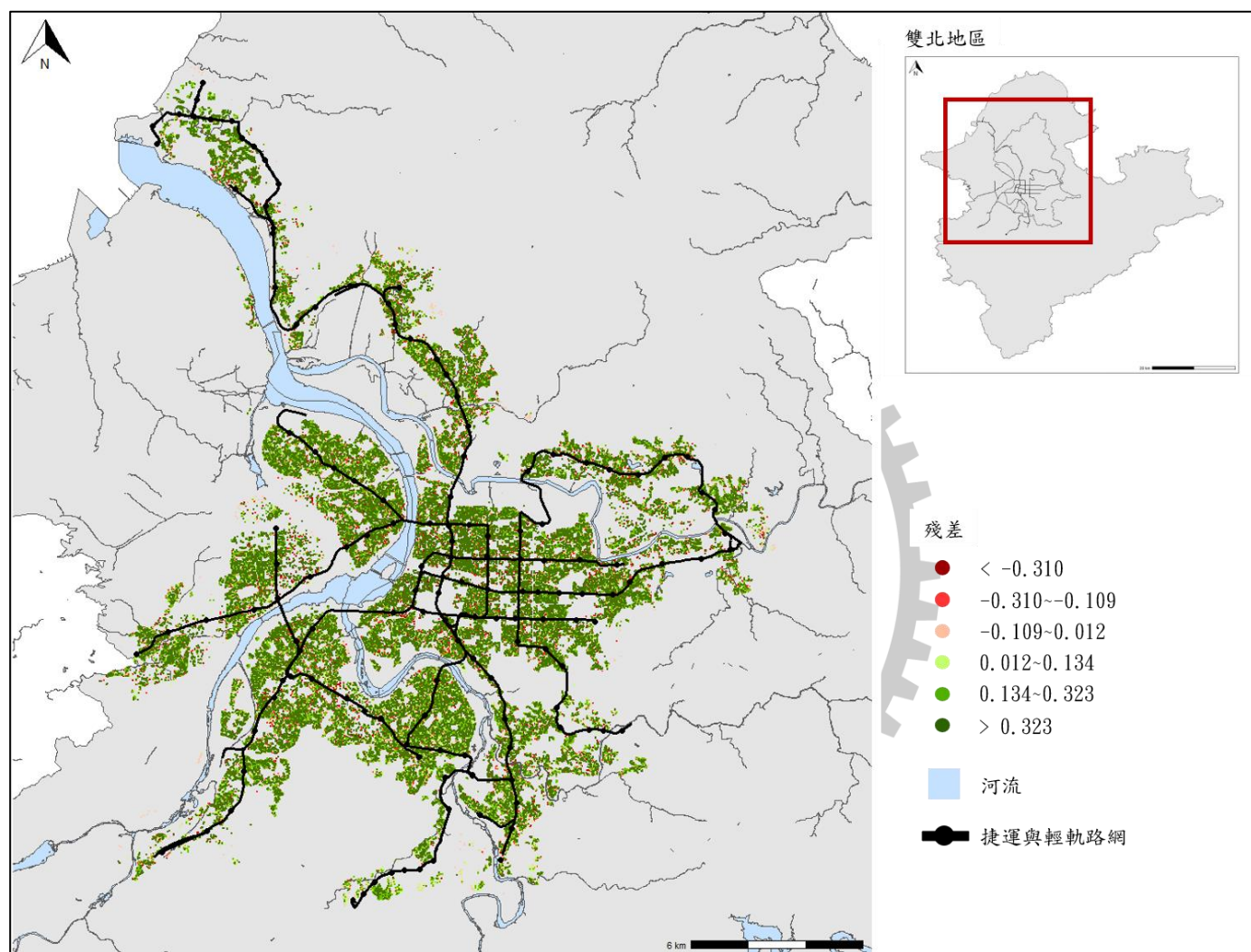


圖 11 模型殘差分布圖

圖 12 及圖 13 分別為捷運/輕軌站距變數模型估計值及 T 值之分布圖，其涵蓋 2012 至 2021 年不動產實價交易資料。圖中資料區間係以九分位數繪製，圖 12 之第一分位數至第九分位數之區間為-0.771 至 0.526，圖 13 則為-2.994 至 1.785。紅色資料點表示距場站越近之房產，捷運及輕軌路網對房價影響為負向影響，且顏色越深影響越大；綠色資料點則表示距場站越近之房產，捷運及輕軌路網對房價影響為正向影響，且顏色越深影響越大，由於區間內資料筆數大致相同，由圖例可看出估計值為負者多於估計值為正者，與表 8 之模型結果相

符。此外，呈現灰色之資料點為不顯著之估計值。

由圖 12 與圖 13 可看出以估計值與 T 值繪製之分布大致相同，且由圖可看出房產與最近之捷運或輕軌場站之距離對房價之影響確實存在地區異質性。然而，如同圖 11 之情形，圖 12 及圖 13 為十年之不動產實價交易資料估計值，其資料點按照影響由負向至正向繪製而成，除呈負向影響之資料點可能被覆蓋無法看出實際區域差異分布外，由於資料範圍如圖 3 涵蓋路網部分路線之發展，僅以十年整合之資料亦無法看出路網對房價影響隨時間之變化，因此，本研究將十年之估計值依年度個別繪製分布圖如圖 14，以期能更完整地解釋雙北地區捷運及輕軌路網對其周遭房價之影響。

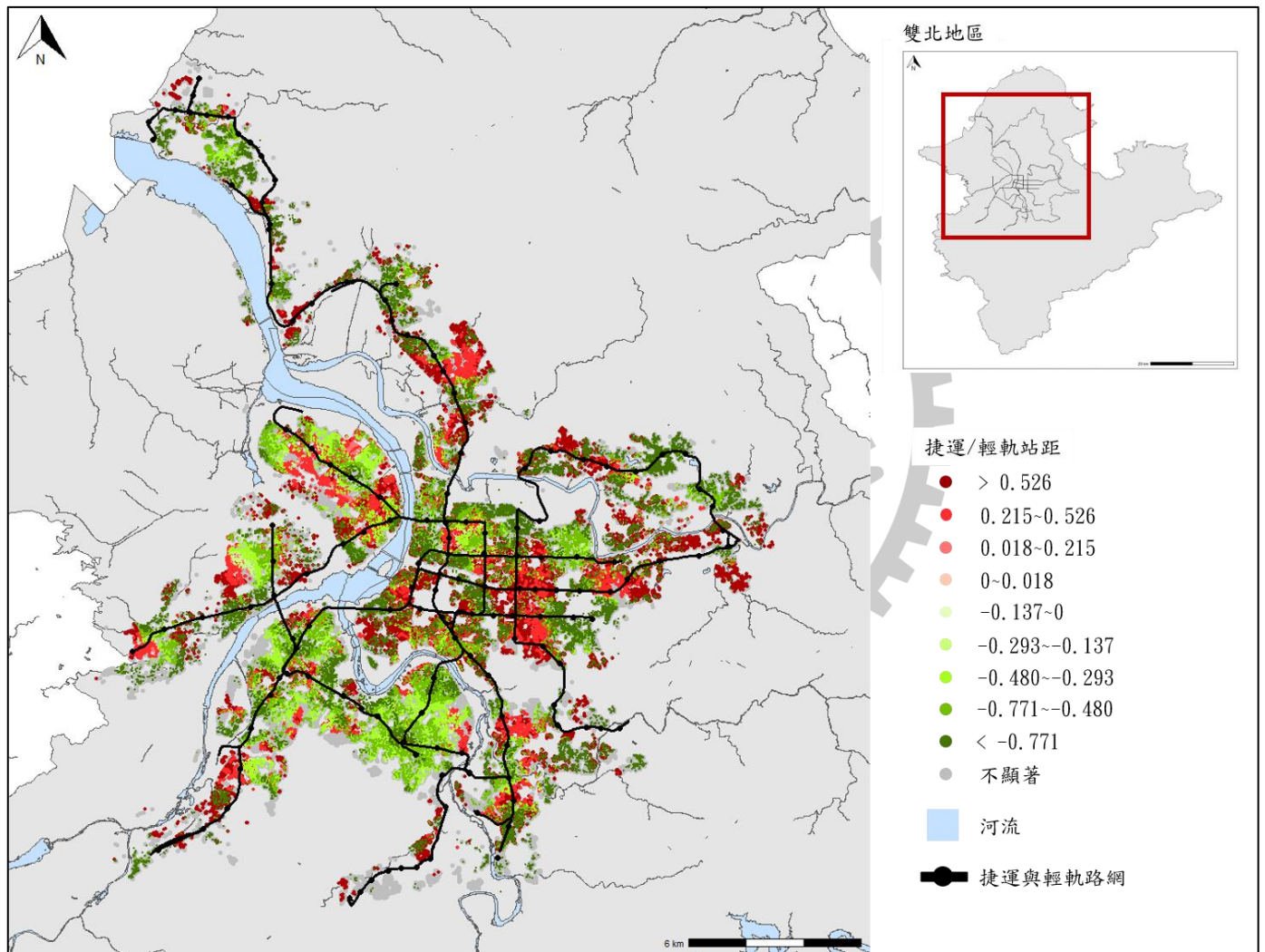


圖 12 十年捷運/輕軌站距估計值分布圖

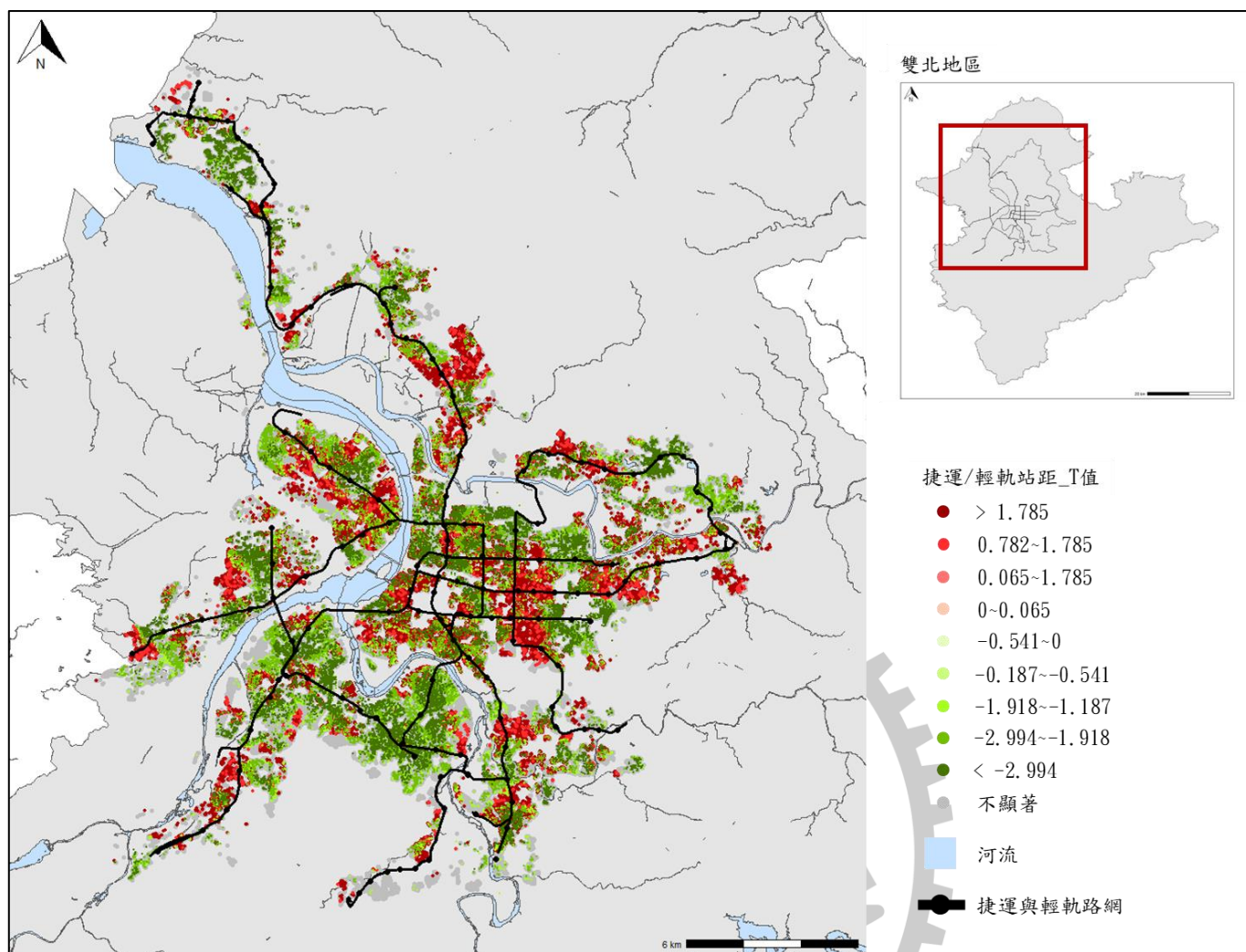


圖 13 十年捷運/輕軌站距 T 值分布圖

由圖 14 可觀察出各年度之捷運/輕軌站距估計值皆呈局部且分散紅色分布，表示當位於這些區域之房產距捷運或輕軌場站越近時，對房價影響為負向。但整體而言，可看出房價於 2013 年大部分區域呈正向顯著，而於 2016 至 2017 年呈紅色之區域增加，表示路網對房價產生負向影響，此趨勢與第四章之趨勢分析結果相符。然因土地價值提升有地區異質性，實際之效果則須分區探討，以了解整體路網對個體房價變化之影響。

捷運淡水線為臺北捷運最早開發之路線之一，就其周遭區域而言，整體呈現較不顯著之情形，且石牌站、唿哩岸站周遭則呈現負向顯著。可推測因其位於山區，且已建設完工許久，對周遭土地價值提升無太大助益。且本研究資料涵蓋年度為 2012 年至 2021 年，並無法校估淡水線興建前後之房價變化，只能在已抬高之房價下進行分析，故導致此不顯著或負向影響之結果。

臺北車站與南港站、板橋站皆為高鐵、臺鐵、捷運三鐵共構場站，為雙北地區主要之交通樞紐，由圖可看出上述三個場站周遭之區域皆呈現負向顯著，且負向影響區域均非常鄰近各場站，說明雖三鐵共構之場站提供雙北地區交通及大之便利性，其伴隨之外部效果如過多之人潮、以及因人潮眾多導致環境髒

亂、噪音與治安等問題等，皆可能導致周遭房價的下跌。

而捷運環狀線於 2011 年開工，第一階段於 2018 年通車；淡海輕軌則於 2014 年開工，第一階段於 2020 年通車，本研究資料範圍涵蓋環狀線與淡海輕軌之工期與開通營運期，如圖 14 所示，各年度環狀線與淡海輕軌周遭區域大致皆呈正向顯著，說明新建大眾運輸路線會對其周遭房價之上漲造成顯著影響。而相較於淡海輕軌開工前及通車後，2015 年至 2017 年其周遭房價較不顯著且少部分地區呈負向顯著，說明輕軌之開工會因其噪音、汙染等外部性對周遭房價產生負面影響。然而，至 2017 年環狀線第一階段工程後期起至通車營運，新店線南端之區域由負向顯著轉為正向顯著，其因環狀線銜接新店線之大坪林站，環狀線之通車可使得搭乘新店線之乘客於大坪林站轉乘，可及性之增加導致其土地價值提升，而此種因路網中另一路線發展而導致之土地價值提升即為 2.2 小節所述之路網效應。

圖中各年度南京復興、忠孝復興、忠孝敦化等場站周圍之區域，即臺北之東區，多數呈紅色之分布。臺北東區為雙北地區重要商圈之一，過去商家林立、人潮洶湧，極具商業價值，近十年來則因租金高昂，商家不堪重負紛紛面臨倒閉。此外，鄰近之信義商圈崛起，出現人潮轉移之情形，導致臺北東區逐漸沒落不如既往，經濟價值大不如前，推測其為導致周遭房價下降之原因。

而信義商圈，即臺北 101、象山及市政府等場站周遭區域，如同先前所述為臺北地區之新興商圈，且涵蓋臺北市政府、臺北 101 等重要設施，由圖 14 可觀察各年度上述場站周遭區域皆呈綠色，說明其周遭房價隨著與捷運場站之距離呈上漲之情形，表示信義商圈之興起帶動其周遭房產價值提升。

捷運信義線於 2013 年開通銜接淡水線，而松山線於 2014 年通車營運，淡水線不再與新店線直通。可由圖 14 發現 2014 年後台北車站周遭區域呈負向顯著，且 2015 與 2016 年新店線南端亦呈負向顯著，而信義商圈周遭區域呈正向顯著，推測其因淡水信義線之改線營運造成台北車站人潮轉移，信義商圈周遭區域因而受益，亦對其周遭房價產生正向影響。此結果與第五章趨勢分析結果相符，信義線通車會導致雙北地區總體房產單價顯著上漲，而由地理加權迴歸模型可更加明確看出信義線之通車對周遭房價造成顯著正向影響。此外，新店線亦可能因捷運改線導致可及性變動，當地居民無法再自新店線直達台北車站等熱區，間接對其周遭房價產生負面影響。

此外，捷運文湖線周遭區域大部分呈正向顯著影響，文湖線行經松山機場與動物園站，其鄰近場站周圍之區域亦呈正向顯著，說明除捷運場站及路線本身區位，周邊之重要設施或景點亦會對房價造成顯著影響。

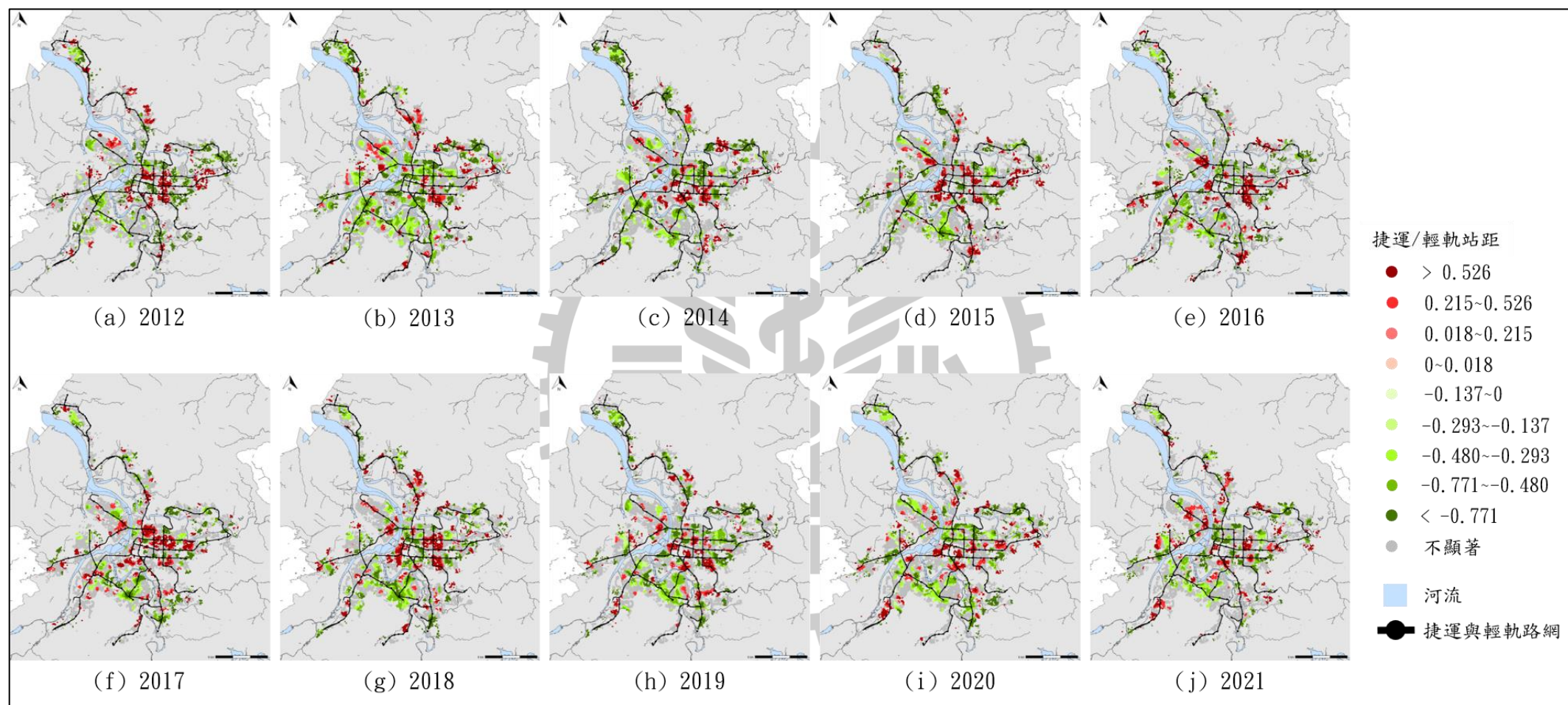


圖 14 年度捷運/輕軌站距估計值分布圖

圖 15 為十年火車站距估計值分布圖，可看出相較於圖 12 之捷運/輕軌站距變數，火車站距之估計值呈現紅色部分區域分布較廣，且火車站距之第一分位數至第九分位數之區間為-0.463 至 0.441，尤其第一分位數較捷運/輕軌站距之-0.771 小許多，表示當房產距捷運或輕軌場站較近時，對房價上漲之影響較當其距火車站較近時來得高，可見相較於捷運與輕軌，雙北地區之火車對土地價值提升之助益較少。推測其可能原因為，相較於捷運與輕軌站點密集且集中於市中心，雙北地區之火車站間之距離較長且並無多條路線交織之路網，大部分區域之房產均距離火車站較遠，火車站對其房價上漲無助益。此外，雙北地區之火車以城際運輸為主，有都市運輸需求之乘客相較於火車更常以捷運或是輕軌作為其運具移動，因此對於雙北地區房價上漲之影響較不樂觀。且如先前所述，十年估計值無法看出影響實際上之分布，因此本研究將針對年度火車站距估計值進行進一步之探討，其分布圖如圖 16 所示。

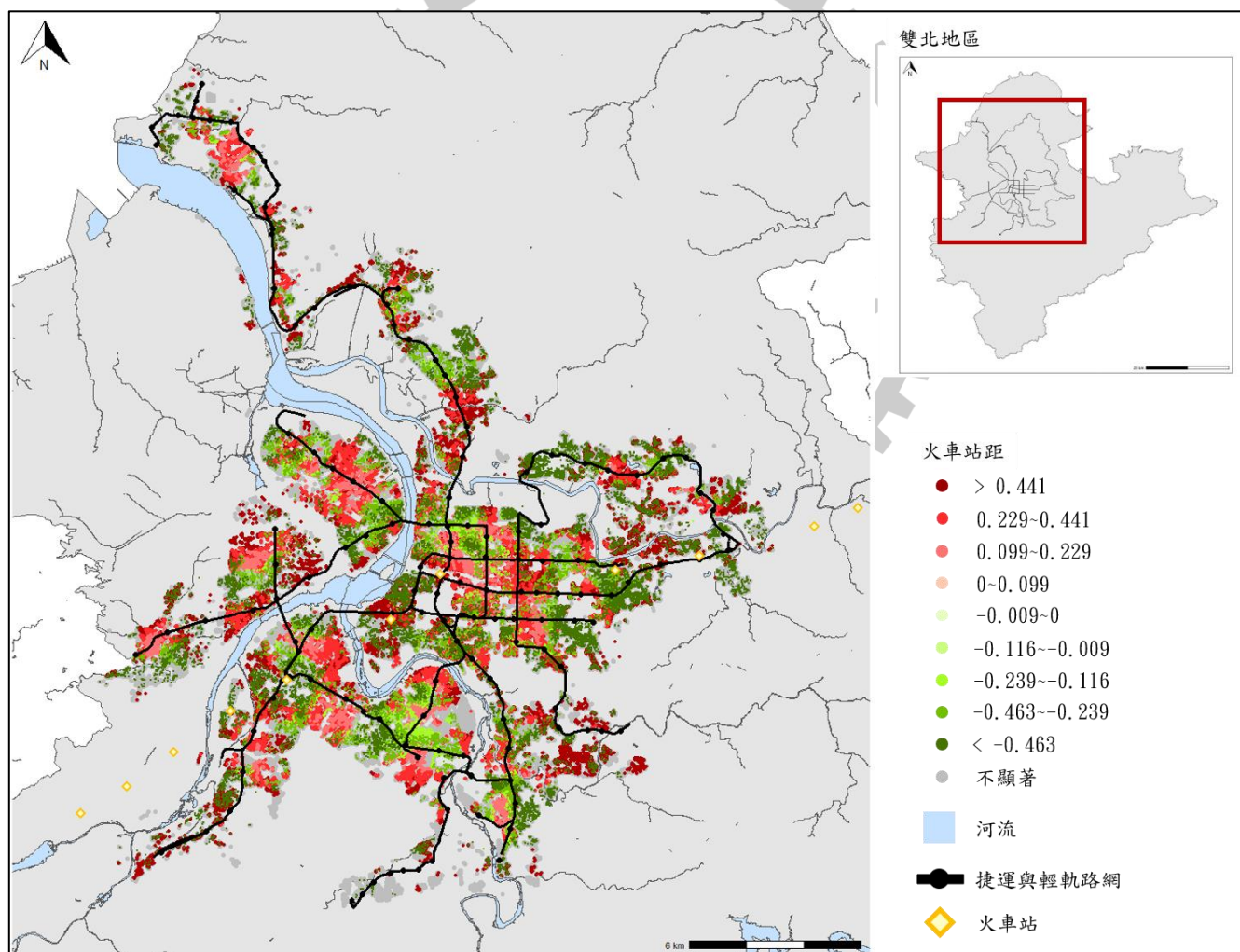


圖 15 十年火車站距估計值分布圖

根據圖 16 可更明顯觀察出，火車站距對捷運及輕軌周遭房價之影響估計值呈不顯著之區域較多，再次印證先前所述，因多數區域距火車站遠，火車站對房價上漲並無助益。

此外，由圖 16 可發現，火車站點周遭區域例如板橋站周圍多呈綠色分布，表示距火車站較近之房產，火車站對其房價存在顯著正向影響。而距離火車站較遠之區域例如淡海輕軌周遭之房產，火車站對其房價之影響較小。而於市中心周圍之區域亦如同捷運/輕軌站距之估計值分布，多呈負向影響，推測兩者之原因相同，為環境所致而非運具本身之影響。



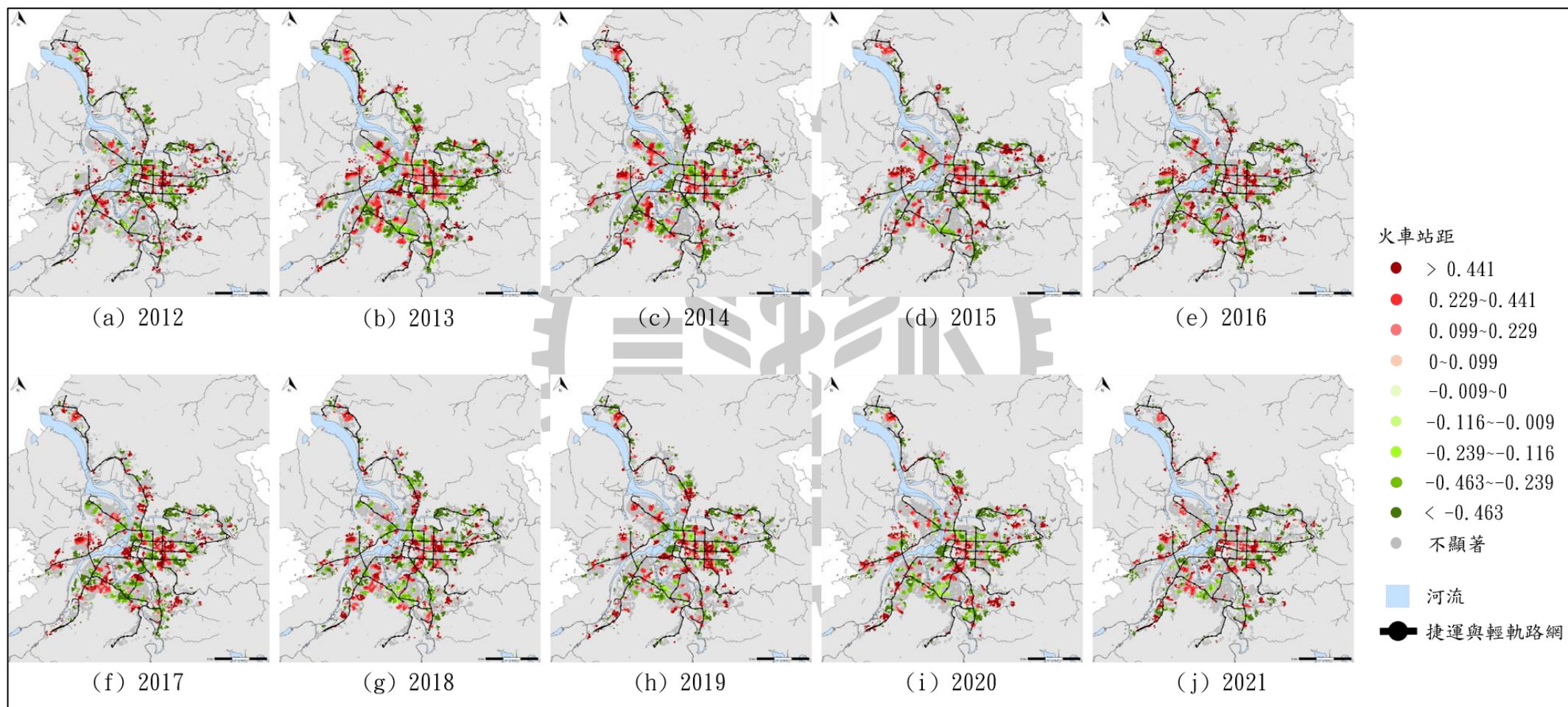


圖 16 年度火車站距估計值分布圖

如同 4.4 小節所述，在公共運輸對土地價值提升影響之先前研究中，極少將場站之旅運量作為變數進行分析。因此本研究亦針對捷運/輕軌之進站人數變數進行區域型模式估計值分析，其十年估計值繪製如圖 17。

根據圖 17，捷運/輕軌進站人數模型估計值之第一分位數至第九分位數區間位於 $-1.33\text{E}-04$ 至 $1.30\text{E}-04$ ，其區間遠小於捷運/輕軌站距及火車站數兩變數，表示捷運/輕軌進站人數對其周遭房價之影響相較於上述兩變數不明顯。而圖中紅色資料點表示當距房產最近之捷運或輕軌場站年進站人數越多，其房價越低，且紅色越深表示影響越大；反之圖中綠色資料點表示當距房產最近之捷運或輕軌場站年進站人數越多時，其房價越高，且綠色越深表示影響越大。如同先前兩變數，本研究將年度捷運/輕軌進站人數估計值繪製如圖 18。

如圖 18 所示，位於市中心以外之住宅區等區域，例如蘆洲線、新店線、土城線、南港線等，捷運/輕軌進站人數對其周遭房價多呈顯著負向影響，推測當大量人潮湧入除可代表其場站之重要性外，亦有可能增加環境壅擠或犯罪率等相關負向效果。此外，大量人潮可能反應其場站之規模，而規模較大之場站可能造成較高之外部效果如汙染、噪音等，因而導致對周遭房價之負向影響。

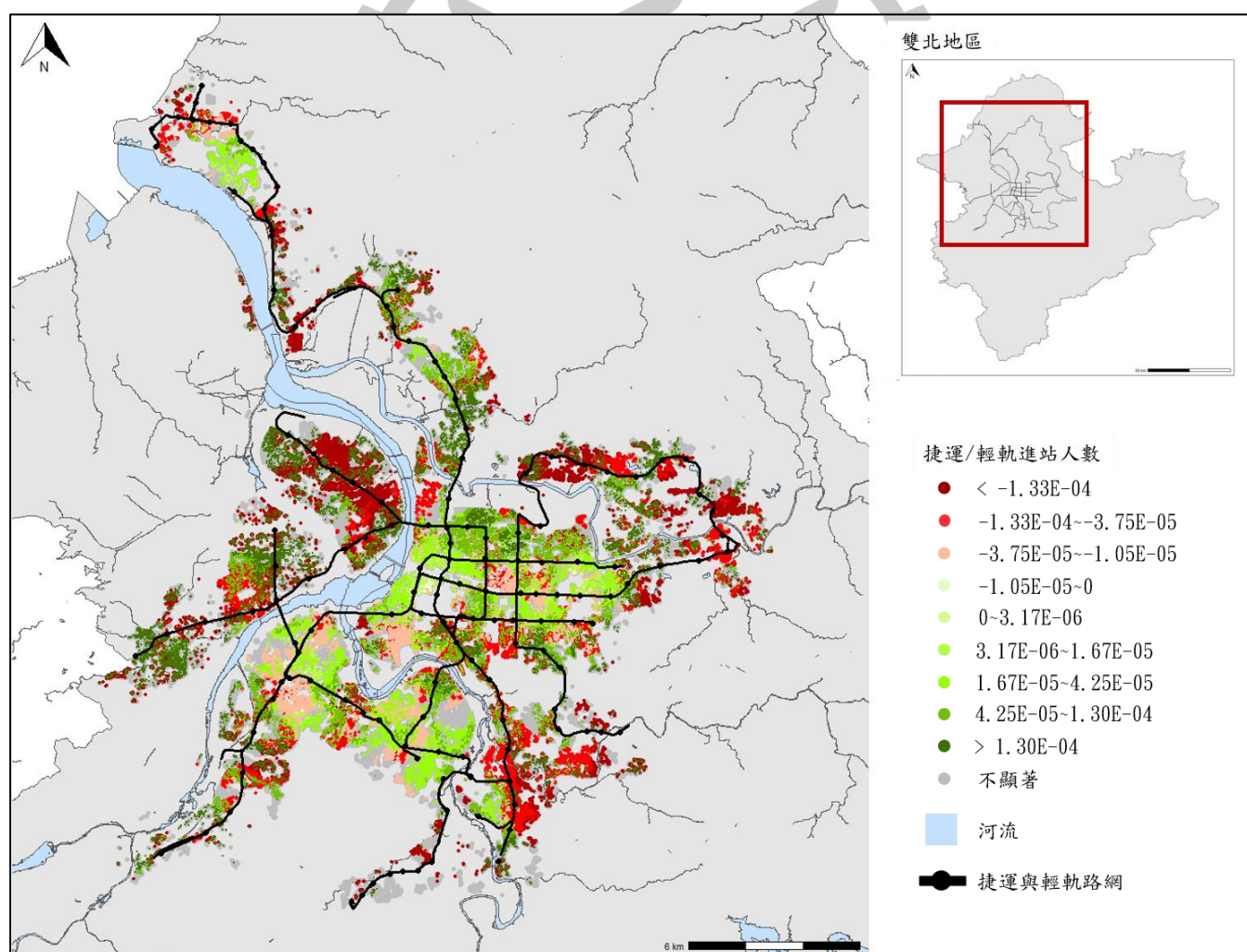


圖 17 十年捷運/輕軌進站人數估計值分布圖

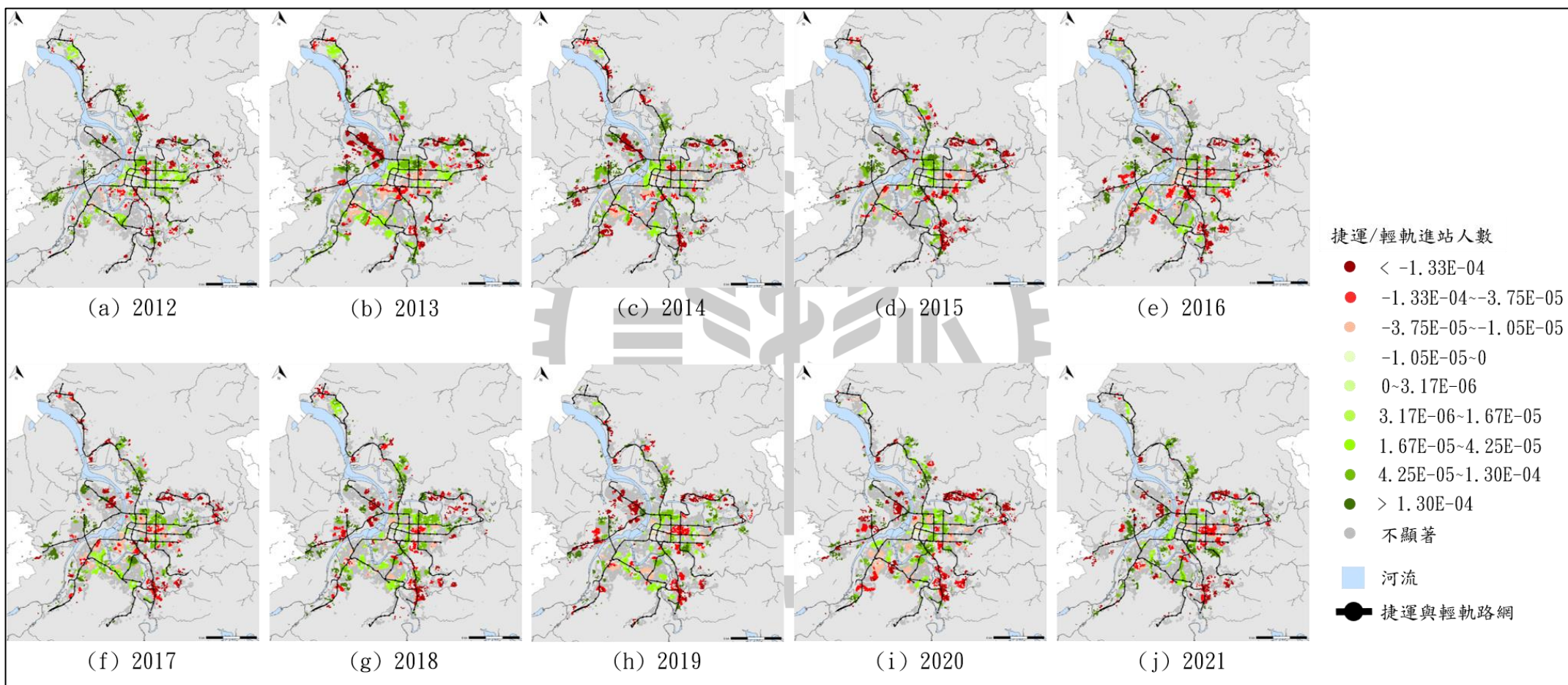


圖 18 年度捷運/輕軌進站人數估計值分布圖

第七章 結論與建議

本研究旨在探討捷運與輕軌整體路網對雙北地區不動產價格之影響，由於房產價格具地區異質性，本研究採地理加權迴歸法以針對不同區域進行分析。研究結果顯示，就捷運與輕軌路網而言，場站湧入過多之人潮、噪音與污染等外部效果皆會對其周遭區域房價產生顯著負向影響。而整體路網規劃的變動與區域市場轉移會對受益場站周遭區域房價產生顯著正向影響，相反地，受市場轉移區域之場站則對其周遭區域房價造成顯著負向影響。此外，除捷運與輕軌路線與場站本身之影響，場站周遭之重大設施或景點亦會對其周遭房價造成顯著影響。且因本研究資料範圍僅包含 2012 年至 2021 年之不動產時價交易資料，相較於雙北地區之成熟捷運系統，新建之輕軌系統發展對其周遭房價影響效果校估較為明確。

而本研究之主要研究貢獻有三。首先，相較於先前針對土地價值提升之多數相關研究僅考量單一運具或單一路線，本研究之研究範圍考量雙北地區之捷運與輕軌整體路網以將路網效應之概念納入土地價值提升之研究，且就變數而言，本研究亦考量運量相關變數，以將場站規模列入分析探討。其次，除探討捷運與輕軌場站周遭之區域，本研究亦針對雙北地區全域進行總體趨勢分析，趨勢分析結果顯示捷運及輕軌路網發展會對雙北地區總體房價產生顯著影響。最後，本研究採地理加權迴歸法進行分析，而模型校估結果可細部反映各地方特殊影響，除捷運與輕軌整體路網，本研究亦針對地方特性提出當地之影響房價變動因素。

此外，就政策方面而言，由於現今土地增值回饋如地價稅、土地增值稅等機制皆為地區一致收費，並無針對不同地區調整稅率。然就本研究之研究結果而言，公共運輸路網對房價影響具有顯著地區異質性，若採統一收費有失公平性，在土地增值回饋相關政策制定時須因地制宜。另本研究之研究對象為現有之捷運及輕軌路網，雖研究結果顯示增設路線會造成周遭房價產生顯著增幅，然其以市中心為主要設站地點，且目前路網仍以中高運量之捷運路網為主，未來於雙北地區較外圍地區增設捷運或輕軌路線之評估時，其適合性仍須討論。而如同 6.2 小節所述，公共運輸路網發展會產生顯著路網效應，未來路網之增設須將其納入考量進行規劃。

然而，本研究仍存在下列限制：由於雙北地區之整體公共運輸路網除捷運及輕軌外，然公車亦為連結各運具及場站之重要運具之一，然因雙北地區之公車站點及路線過於密集，若將整體公車路網納入研究範圍，由本研究之地理加權迴歸模型校估結果將很難看出其影響原於何種運具或路線，故本研究目前並無納入公車路網分析，但建議後續研究可依照不同公車服務等級（例：幹線公車與一般公車），將其納入整體分析中，因此未來之研究建議可採更加多樣化之模式

以期能將更多元與更完整之公共運輸路網納入研究考量。此外，本研究受限於資料，並未將部分變數如興趣點等列入模型分析，未來之研究可將更多樣化之變數列入模型，以期能獲得更準確之校估結果。最後，由本研究之地理加權模型結果發現，捷運與輕軌整體路網變動，如前所述之信義線改線之影響，亦會間接導致其周遭房價之變動，未來研究亦可針對公共運輸路網規劃變動效果進行進一步校估，探討其對房價變動之影響。



參考文獻

- Batt, H. W. (2001). Value Capture as a Policy Tool in Transportation Economics: An Exploration in Public Finance in the Tradition of Henry George. *The American Journal of Economics and Sociology*, 60(1), 195-228.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1111/1536-7150.00061>
- Bianchi, L., Jarrett, J., & Choudary Hanumara, R. (1998). Improving forecasting for telemarketing centers by ARIMA modeling with intervention. *International Journal of Forecasting*, 14(4), 497-504.
[https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0169-2070\(98\)00037-5](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0169-2070(98)00037-5)
- Box, G. E. P., & Tiao, G. C. (1975). Intervention Analysis with Applications to Economic and Environmental Problems. *Journal of the American Statistical Association*, 70(349), 70-79. <https://doi.org/10.1080/01621459.1975.10480264>
- Cervero, R., & Duncan, M. (2002). Transit's Value-Added Effects: Light and Commuter Rail Services and Commercial Land Values. *Transportation Research Record*, 1805(1), 8-15. <https://doi.org/10.3141/1805-02>
- Chen, Y., Yazdani, M., Mojtahedi, M., & Newton, S. (2019). The impact on neighbourhood residential property valuations of a newly proposed public transport project: The Sydney Northwest Metro case study. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 3, 100070.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.trip.2019.100070>
- Chung, R. C. P., Ip, W. H., & Chan, S. L. (2009). An ARIMA-Intervention Analysis Model for the Financial Crisis in China's Manufacturing Industry. *International Journal of Engineering Business Management*, 1, 5.
<https://doi.org/10.5772/6785>
- Dubé, J., Legros, D., Thériault, M., & Des Rosiers, F. (2014). A spatial Difference-in-Differences estimator to evaluate the effect of change in public mass transit systems on house prices. *Transportation Research Part B: Methodological*, 64, 24-40. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.trb.2014.02.007>
- Economides, N. (1996). The economics of networks. *International Journal of Industrial Organization*, 14(6), 673-699.
[https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0167-7187\(96\)01015-6](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0167-7187(96)01015-6)
- Fotheringham, A., Brunsdon, C., & Charlton, M. (2002). Geographically Weighted Regression: The Analysis of Spatially Varying Relationships. *John Wiley & Sons*, 13.
- Jarrett, J. E., & Kyper, E. (2011). ARIMA Modeling with Intervention to Forecast and Analyze Chinese Stock Prices. *International Journal of Engineering Business*

- Management*, 3. <https://doi.org/10.5772/50938>
- Martínez, L. M., & Viegas, J. M. (2009). Effects of Transportation Accessibility on Residential Property Values: Hedonic Price Model in the Lisbon, Portugal, Metropolitan Area. *Transportation Research Record*, 2115(1), 127-137. <https://doi.org/10.3141/2115-16>
- Medda, F. (2012). Land value capture finance for transport accessibility: a review. *Journal of Transport Geography*, 25, 154-161. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2012.07.013>
- Mohammad, S. I., Graham, D. J., & Melo, P. C. (2017). The effect of the Dubai Metro on the value of residential and commercial properties. *Journal of Transport and Land Use*, 10(1), 263-290. <http://www.jstor.org/stable/26211731>
- Mohammad, S. I., Graham, D. J., Melo, P. C., & Anderson, R. J. (2013). A meta-analysis of the impact of rail projects on land and property values. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 50, 158-170. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tra.2013.01.013>
- Mulley, C., Ma, L., Clifton, G., Yen, B., & Burke, M. (2016). Residential property value impacts of proximity to transport infrastructure: An investigation of bus rapid transit and heavy rail networks in Brisbane, Australia. *Journal of Transport Geography*, 54, 41-52. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2016.05.010>
- Mulley, C., Sampaio, B., & Ma, L. (2017). South Eastern Busway Network in Brisbane, Australia: Value of the Network Effect. *Transportation Research Record*, 2647(1), 41-49. <https://doi.org/10.3141/2647-06>
- Mulley, C., & Tsai, C.-H. (2016). When and how much does new transport infrastructure add to property values? Evidence from the bus rapid transit system in Sydney, Australia. *Transport Policy*, 51, 15-23. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2016.01.011>
- Mulley, C., Yen, B. T., & Zhang, M. (2021). Land value gains and value capture: The potential for financing public transport infrastructure. In *The Routledge Handbook of Public Transport* (pp. 123-137). Routledge.
- Murray, J., & Bardaka, E. (2021). Evaluating the spatial and temporal distribution of beltway effects on housing prices using difference-in-differences methods. *Transportation*. <https://doi.org/10.1007/s11116-021-10233-0>
- Rosen, S. (1974). Hedonic Prices and Implicit Markets: Product Differentiation in Pure Competition. *Journal of Political Economy*, 82(1), 34-55. <https://doi.org/10.1086/260169>
- Sharma, R., & Newman, P. (2018). Does urban rail increase land value in emerging cities? Value uplift from Bangalore Metro. *Transportation Research Part A:*

- Policy and Practice*, 117, 70-86.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tra.2018.08.020>
- Song, Z., Cao, M., Han, T., & Hickman, R. (2019). Public transport accessibility and housing value uplift: Evidence from the Docklands light railway in London. *Case Studies on Transport Policy*, 7(3), 607-616.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cstp.2019.07.001>
- Sun, J., Chen, T., Cheng, Z., Wang, C. C., & Ning, X. (2017). A financing mode of Urban Rail transit based on land value capture: A case study in Wuhan City. *Transport Policy*, 57, 59-67.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2017.03.014>
- Torzewski, M. (2020). Public transport accessibility and the prices of nearby properties: the case of the first metro line in Warsaw. *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, 20(2), 41-59.
<https://doi.org/10.18757/ejtir.2020.20.2.3979>
- Tsai, C.-H., Mulley, C., & Clifton, G. (2014). Forecasting public transport demand for the Sydney Greater Metropolitan Area: A comparison of univariate and multivariate methods [Other Journal Article]. *Road & Transport Research*, 23(1), 51-68.
<https://search.informit.org/doi/10.3316/informit.323925388958414>
<https://search.informit.org/doi/full/10.3316/informit.323925388958414>
<https://search.informit.org/doi/pdf/10.3316/informit.323925388958414>
- Xie, F., & Levinson, D. (2009). Modeling the Growth of Transportation Networks: A Comprehensive Review. *Networks and Spatial Economics*, 9(3), 291-307.
<https://doi.org/10.1007/s11067-007-9037-4>
- Yang, L., Chu, X., Gou, Z., Yang, H., Lu, Y., & Huang, W. (2020). Accessibility and proximity effects of bus rapid transit on housing prices: Heterogeneity across price quantiles and space. *Journal of Transport Geography*, 88, 102850.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2020.102850>
- Yen, B. T. H., Mulley, C., & Shearer, H. (2019). Different Stories from Different Approaches in Evaluating Property Value Uplift: Evidence from the Gold Coast Light Rail System in Australia. *Transportation Research Record*, 2673(3), 11-23. <https://doi.org/10.1177/0361198118823001>
- Zhang, M., Yen, B. T. H., Mulley, C., & Sipe, N. (2020). An investigation of the open-system Bus Rapid Transit (BRT) network and property values: The case of Brisbane, Australia. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 134, 16-34. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tra.2020.01.021>
- Zolnik, E. (2021). Geographically weighted regression models of residential property transactions: Walkability and value uplift. *Journal of Transport Geography*,

92, 103029. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2021.103029>

