

國立臺灣師範大學文學院地理學系

碩士論文

Department of Geography

College of Liberal Arts

National Taiwan Normal University

Master's Thesis

以 ETC 交通資料探討臺灣都會通勤圈住業失衡現象

Using ETC Traffic Data to Explore Jobs-Housing
Imbalance of Urban Commuting Areas in Taiwan

介姿淇

Chieh, Tzu-Chi

指導教授：吳秉昇 博士

Advisor: Wu, Bing-Sheng, Ph.D.

中華民國 111 年 6 月

June 2022

謝辭

對我來說，這兩年是我二十幾年來，進步最快、幅度最多的兩年，這趟豐富且奇妙之旅受到許多人的幫助。

秉昇老師從我大三開始帶我，總是比我還更相信我自己，帶我看到許多不同的視野，也讓我做到很多我以前不覺得我會做到的事情，培養我成為一個更厲害的人，推我到人生不同的高度，真的很謝謝老師。謝謝宗祐老師總是帶給我不同面向的觀點，刺激思考，不論在學術上或是做人處事上，教導我、幫助我許多。謝謝哲銘老師從我碩一就擔任我論文的評論人，針對我研究上缺點，提點許多寶貴建議。謝謝奕中老師擔任我的口委，讓我對於資料處理的了解，更加深入。謝謝所有給過我建議的老師們，讓我的研究更加完整。

在這兩年，有一群總在身旁支持、聽我述說、陪我運動的朋友與同學們：小博士、猛毒、黑公主、乃姊、體老、讀書會夥伴、羊學姊、砂礫、昭蓉、快樂羽球團，謝謝大家的支持與陪伴。陳銘與繼成學長是研究生的榜樣，讓我學習，與他們做研究，讓我知道與強者合作是多麼有趣的一件事。謝謝拉拉姊總是不斷地給予溫暖鼓勵、關心、餵食我，使我成為更圓滑更成熟的人。

謝謝總是在半夜被我吵的老哥，耐心聽我說，甚至還幫我校稿。謝謝家人無條件的支持，在我晚回家時，都會為我留一盞燈。

最後也謝謝自己，堅持到最後，完成這篇論文，也希望可以提醒自己，不要忘記這段旅程帶給自己的東西與成長。

摘要

都會通勤是近代都市發展的一項重要議題。當都市逐漸向外圍擴張，除了造成土地利用型態產生變化，也影響都市居民的通勤狀況，民眾需要花費更多通勤成本往返住所與工作地點。

住業均衡（Jobs-Housing Balance）理論認為在理想狀態下，就業人口的工作地點與居住地點位於相同區域，以節省通勤時間、距離，減少汽、機車的使用時間，進而降低能源消耗，以及空氣污染的排放量。既有文獻多使用政府各類年度交通與人口統計資料，應用於 Jobs - Housing 比例，衡量住業均衡現象，一地所提供之就業機會數與居住數是否達到平衡。同時搭配超額通勤指數，量化往返住所與工作地點所耗費之額外通勤成本，並進一步推估都會區潛在的最小及最大通勤成本。過往受限於資料時空解析度不佳，在即時交通資料的大數據分析，或都會通勤區之空間視覺化，皆缺乏深入探討。

臺灣都市區域發展過程中，高速公路建設擔任重要的角色，聯繫著都市、市鎮、郊區、鄉村，增加城鄉與區域間的可及性，帶動高速公路沿線城市與交流道周邊區域之人口以及工商業快速發展。交通部高速公路局將具有不同車輛類型的車行紀錄，去標籤化後，發布自 2015 年起，不同的電子道路系統（Electronic Toll Collection，簡稱 ETC）資料集，而本研究選用的資料集為「各類車種旅次數量（M08A）」。試圖以時空解析度較佳的巨量資料，進行空間視覺化，並區分臺灣不同的通勤圈，以探討各通勤圈內住業分布與通勤現象。

本研究結果將臺灣高速公路跨市鎮通勤，分為五大通勤圈：北北桃通勤圈、新竹通勤圈、中部通勤圈、臺南通勤圈、高雄通勤圈。透過超額通勤指標分析五大通勤圈通勤狀況，大部分之通勤距離為逐年增加的趨勢，而北北桃通勤圈、新竹通勤圈、臺南通勤圈、高雄通勤圈的通勤較為穩定，而中部通勤圈的通勤則逐年趨近飽和。藉由不同視覺化方式，探討住業分布與通勤圈觀測範圍、住業均衡範圍以及潛力通勤範圍，助於瞭解通勤圈主要通勤範圍，其住業的空間分布，並推估潛力發展範圍，期望可作為將來都市規劃的參考依據。

關鍵字：都會通勤、住業均衡、超額通勤、ETC 資料、視覺化

Abstract

Urban commuting is one of the most important issues in the development of modern cities. As the cities gradually expand to the suburbs, not only does the land use pattern change, but it also affects the commuting of urban residents, who have to spend more costs on commuting between their homes and workplaces.

Jobs-Housing Balance theory indicates that the ideal situation would be the supply of jobs and housing in the same region, which will reduce commuting time and distance, the use of automobiles and motorcycles, the energy consumption and air pollution emissions. Scholars before used a variety of annual government transportation and Census data to measure the Jobs-Housing ratio, which measured the balance between the number of employment opportunities and the number of residences in a region. Also, they quantified the additional cost of commuting between home and work via Excess Commuting, and estimated the potential minimum and maximum commuting costs in metropolitan areas. In the past, due to the poor spatial and temporal resolution of the data, there was a lack of analyzing real-time traffic data and spatial visualization of urban commuting areas.

In the development of Taiwan's urban areas, highway construction plays an important role. It links cities, towns, and suburbs, increasing accessibility between urban and rural areas, driving the rapid development of population and industry in the cities along the highway and the areas surrounding the interchanges. The Freeway Bureau, Ministry of Transportation and Communications (MOTC) released the Electronic Toll Collection (ETC) dataset on the highway in Taiwan. The dataset records different types of vehicles. The dataset selected for this study is the "number of trips by vehicle type (M08A)". This study attempts to spatially visualize the big data with better spatial-temporal resolution, and to distinguish different commuting areas in Taiwan. The goal is to explore the distribution of jobs and housing, and commuting phenomena within each commuting area.

The results of this study divides the cross-town commuting of Taiwan's highways into five major commuting areas: Pei-Pei-Tao commuting area, Hsinchu commuting area, the middle commuting area, Tainan commuting area, and Kaohsiung commuting area. Analyzing the commuting of the five commuting areas through the Excess Commuting Index, most of the commuting distances are increasing year by year. While the commuting of the Pei-Pei-Tao commuting area, Hsinchu commuting area, Tainan commuting area, and

Kaohsiung commuting area are more stable, excepting the middle commuting area which is getting saturated year by year. Through different visualization methods, this study explores the distribution of jobs and housing, commuting areas, and the jobs-housing balance area, and the potential commuting areas. This study is helpful of understanding the main commuting scopes of commuting areas, the spatial distribution of jobs and housing, and the potential development areas. The results of this study could be a reference for the future urban planning.

Keywords: Urban Commuting, Jobs-Housing Balance, Excess Commuting, ETC data, Visualization



目錄

謝辭.....	i
摘要.....	ii
Abstract	iii
目錄.....	v
表目錄.....	viii
圖目錄.....	ix
第一章 緒論.....	1
1.1 前言	1
1.2 研究動機.....	2
1.3 研究目的.....	3
1.4 研究架構.....	4
第二章 文獻回顧.....	6
2.1 都市發展與通勤.....	6
2.2 住業均衡.....	7
2.3 超額通勤.....	13
2.4 交通大數據分析及應用	16
第三章 研究方法.....	18
3.1 研究區域.....	18
3.2 資料來源.....	18
3.3 研究方法	22
3.3.1 資料清洗	22
3.3.2 超額通勤指數計算	23

3.3.3 J/H 比率計算與視覺化	25
3.3.4 通勤影響圈繪製	25
3.4 研究限制	27
第四章 研究結果	29
4.1 通勤圈劃分	29
4.2 超額通勤	34
4.2.1 北北桃通勤圈－超額通勤	34
4.2.2 新竹通勤圈－超額通勤	35
4.2.3 中部通勤圈－超額通勤	36
4.2.4 臺南通勤圈－超額通勤	37
4.2.5 高雄通勤圈－超額通勤	38
4.2.6 綜合比較－超額通勤	40
4.3 住業現象與分布	44
4.3.1 北北桃通勤圈－住業現象與分布	44
4.3.2 新竹通勤圈－住業現象與分布	47
4.3.3 中部通勤圈－住業現象與分布	49
4.3.4 臺南通勤圈－住業現象與分布	51
4.3.5 高雄通勤圈－住業現象與分布	53
4.3.6 綜合比較－住業現象與分布	56
4.4 通勤影響區	57
4.4.1 北北桃通勤圈－通勤影響區	57
4.4.2 新竹通勤圈－通勤影響區	60
4.4.3 中部通勤圈－通勤影響區	64

4.4.4 臺南通勤圈－通勤影響區	68
4.4.5 高雄通勤圈－通勤影響區	71
4.4.6 小結－通勤影響區	75
第五章 結論與建議.....	76
參考文獻.....	78
中文文獻.....	78
英文文獻.....	79
附錄.....	83



表目錄

表 3- 1 2014 至 2020 年 ETC 運作狀況表	19
表 3- 2 ETC 資料篩選說明	21
表 4- 1 2018-2020 年北北桃通勤圈－超額通勤指數	35
表 4- 2 2018-2020 年新竹通勤圈－超額通勤指數	36
表 4- 3 2018-2020 年中部通勤圈－超額通勤指數	37
表 4- 4 2018-2020 年臺南通勤圈－超額通勤指數	38
表 4- 5 2018-2020 年高雄通勤圈－超額通勤指數	39
表 4- 6 2020 年北北桃通勤圈－住業比例	45
表 4- 7 2020 年新竹通勤圈－住業比例	48
表 4- 8 2020 年中部通勤圈－住業比例	50
表 4- 9 2020 年臺南通勤圈－住業比例	52
表 4- 10 2020 年高雄通勤圈－住業比例	54

圖目錄

圖 1-1 本研究之研究流程架構	5
圖 2-1 住業均衡示意圖	8
圖 2-2 住業較不均衡示意圖	9
圖 2-3 住業極不均衡示意圖	10
圖 3-1 研究區域-臺灣全區通勤圈	18
圖 3-2 各類車種旅次數 (M08A) 原始資料	20
圖 3-3 2018/3/5-3/9 全台測站每小時小客車車流量	21
圖 3-4 2018 至 2020 年上班日早上 06:00-09:00 國道小客車總流量	22
圖 3-5 ETC 測站與交流道關係示意圖	26
圖 3-6 民國 109 年民眾日常使用運具狀況 (以通勤為目的)	28
圖 4-1 北北桃通勤圈	30
圖 4-2 新竹通勤圈	31
圖 4-3 中部通勤圈	31
圖 4-4 臺南通勤圈	32
圖 4-5 高雄通勤圈	33
圖 4-6 2018-2020 年臺灣五大通勤圈小客車平均通勤距離 (T_{obs})	40
圖 4-7 2018-2020 年臺灣五大通勤圈小客車理想最短的通勤距離 (T_{min})	41
圖 4-8 2018-2020 年臺灣五大通勤圈小客車理論最長的通勤距離 (T_{max})	41
圖 4-9 2018-2020 年臺灣五大通勤圈超額通勤指數 (EC)	42
圖 4-10 2018-2020 年臺灣五大通勤圈已消耗通勤潛力指數 (C_u)	43
圖 4-11 2020 年北北桃通勤圈－住業分布	47
圖 4-12 2020 年新竹通勤圈－住業分布	49
圖 4-13 2020 年中部通勤圈－住業分布	51
圖 4-14 2020 年臺南通勤圈－住業分布	53
圖 4-15 2020 年高雄通勤圈－住業分布	55
圖 4-16 2020 年北北桃通勤圈－ T_{min} 通勤影響區	58

圖 4- 17 2020 年北北桃通勤圈— T_{obs} 通勤影響區	58
圖 4- 18 2020 年北北桃通勤圈— T_{max} 通勤影響區	59
圖 4- 19 2020 年北北桃通勤圈— T_{min} 、 T_{obs} 、 T_{max} 通勤影響區	59
圖 4- 20 2020 年北北桃通勤影響區與土地利用疊圖	60
圖 4- 21 2020 年新竹通勤圈— T_{min} 通勤影響區	61
圖 4- 22 2020 年新竹通勤圈— T_{obs} 通勤影響區	62
圖 4- 23 2020 年新竹通勤圈— T_{max} 通勤影響區	62
圖 4- 24 2020 年新竹通勤圈— T_{min} 、 T_{obs} 、 T_{max} 通勤影響區	63
圖 4- 25 2020 年新竹通勤影響區與土地利用疊圖	64
圖 4- 26 2020 年中部通勤圈— T_{min} 通勤影響區	65
圖 4- 27 2020 年中部通勤圈— T_{obs} 通勤影響區	65
圖 4- 28 2020 年中部通勤圈— T_{max} 通勤影響區	66
圖 4- 29 2020 年中部通勤圈— T_{min} 、 T_{obs} 、 T_{max} 通勤影響區	66
圖 4- 30 2020 年中部通勤影響區與土地利用疊圖	67
圖 4- 31 2020 年臺南通勤圈— T_{min} 通勤影響區	68
圖 4- 32 2020 年臺南通勤圈— T_{obs} 通勤影響區	69
圖 4- 33 2020 年臺南通勤圈— T_{max} 通勤影響區	69
圖 4- 34 2020 年臺南通勤圈— T_{min} 、 T_{obs} 、 T_{max} 通勤影響區	70
圖 4- 35 2020 年臺南通勤影響區與土地利用疊圖	71
圖 4- 36 2020 年高雄通勤圈— T_{min} 通勤影響區	72
圖 4- 37 2020 年高雄通勤圈— T_{obs} 通勤影響區	73
圖 4- 38 2020 年高雄通勤圈— T_{max} 通勤影響區	73
圖 4- 39 2020 年高雄通勤圈— T_{min} 、 T_{obs} 、 T_{max} 通勤影響區	74
圖 4- 40 2020 年高雄通勤影響區與土地利用疊圖	75

第一章 緒論

1.1 前言

自 1970 年代起，臺灣經濟快速成長，以及國家重大建設的興建，使得我國都市化過程十分明顯。大型城市如臺北市、新北市與高雄市，提供大量就業機會，吸引外來人口，又連帶影響都市用地向外擴張，逐漸形成各地區的都會區。當都市逐漸向外圍擴張時，除了造成土地利用型態產生變化，也影響都市居民的通勤狀況。都市規模變大，都市核心區的就業機會隨之增加，但也造成居住成本大幅提升，因此都市居民被迫往外圍移動，尋求居住成本較低之住所，通勤往來居住地點與工作地點之間。

都會通勤是都會發展中重要一環。當居住地點遠離就業場所時，通勤過程往往需要花費額外時間或距離等通勤成本（Nechyba and Walsh, 2004）。完善的交通建設與運輸工具可有效減少往返市中心與郊區的成本，使民眾願意居住在市中心外圍，每日通勤到市中心工作或從事其它經濟活動。此外，都會通勤也會產生其他問題，例如交通壅塞、廢氣排放的加劇等（Weitz, 2003）。

檢視一個城市的居住、就業分布，住業均衡（Jobs - Housing Balance）理論是一種有效的方法。住業均衡，指一地的住房供給數與工作機會數可以同時滿足當地的需求（Cervero, 1989），反之，當一地的住房供給或工作機會無法滿足需求，人們需要向外地尋找居住或工作需求時，則為住業失衡。衡量住業均衡現象的指標有許多種，其中，Jobs - housing 比例（簡稱 J/H）是最為廣泛使用的指標之一，且經常搭配超額通勤（Excess Commuting）探討該地的通勤。

超額通勤，用以說明一地就業人口之平均通勤成本，比起該地處在住業均衡情況下之平均通勤成本，人均的額外通勤花費（Horner, 2002）。透過超額通勤指標，可以判斷居住地與就業地之距離，藉此進一步了解一個城市的潛在通勤範圍。當住業均衡理論搭配超額通勤指標時，常應用於探討都市擴張、環境、政策等都市相關議題，以邁向都市永續發展（Peng, 1997）。

目前對於住業均衡與超額通勤之研究，大多著重於指數計算，以及分析不同城市指數差異之原因（Cervero, 1989; H.-P. Chen, 2000; Ma and Banister, 2006; Merriman *et al.*, 1995; White, 1988），對於超額通勤所造成的居住地與就業地之土地利用分布和變遷，缺乏進一步分析，同時對於超額通勤的潛在範圍也缺乏空間視覺化之呈現。

就數據來源而言，目前應用超額通勤指數分析住業均衡現象的研究，大多利用政府普查、問卷調查等統計資料進行量化分析（Yang *et al.*, 2018）。然而，傳統資料調查與建置成本龐大，資料更新速度緩慢、時空解析度也相對不理想，無法即時分析都市之間的連結與互動。近年來，大數據的開放與興起，除了資料的時間解析度較傳統統計資料細緻（Zhang *et al.*, 2017），也可以捕捉到多個尺度的時空現象，意即同時能驗證常態，也能發現意想之外的現象（Miller and Goodchild, 2015）。若能將空間大數據資料導入住業均衡與超額通勤之研究，並進一步視覺化，不僅可以呈現潛在通勤範圍之時空動態變化，同時也可藉由大數據資料驅動（Data-Driven）特性，客觀反應資料分析結果，以此了解大數據分析後的成果，是否較傳統資料的分析更貼近真實情境。

1.2 研究動機

在過去數十年，交通運輸建設的新建，促進城市間的交流，也帶動都市發展，因此都會通勤也成為臺灣都市發展的重大議題之一。當前研究在都會通勤與住業均衡議題上，多由公共政策或土地利用面向切入，探討如何改善都會通勤議題為主（林佩萱, 2011; 林書汝, 2010; 梁紹芳, 2019）。值得注意的是，國外的都會通勤研究除了探討都會通勤與土地利用相關性之外，也經常討論都市潛力與通勤效率（Bwire and Zengo, 2020; Chowdhury *et al.*, 2013; Ma and Banister, 2007; Niedzielski, 2006; Zhou *et al.*, 2014）。透過分析都市的通勤模式與通勤能力，了解都市發展的可能趨勢或限制，此類議題正是目前臺灣都會通勤研究目前較為缺乏的研究方向。

對於變動快速的都市發展而言，資料來源是一大問題。過去礙於統計資料的限制，更新速度緩慢，調查單元較粗糙，時空解析度也較不佳。自 2013 年起，電子道路系統（Electronic Toll Collection，簡稱 ETC）全面取代臺灣國道人工收費站，該系統紀錄車輛在高速公路的行車距離，以收取通行費，同時，也持續紀錄高速公路上不同車種的行車旅次與往來地區。交通部高速公路局於 2015 年底，發布 ETC 交通資料庫，由於 ETC 交通資料具有不同車輛類型的車行紀錄，因此取用適當的 ETC 型態資料，作為探討都市的動態現象，具有極大的參考價值（周辰, 2017）。本研究擬以 ETC 交通資料作為計算超額通勤指標的資料來源，從交通通勤方面來瞭解臺灣都市快速發展的現象。同時利用 ETC 資料的空間特性，觀察大都市與臨近城市之間的通勤強度，進一步描繪跨縣市通勤的樣貌，跳脫既有都會區的空間劃設，重新檢視臺灣的通勤圈範圍，探討更符合臺灣實際情況的住業分布。本研究將以空間視覺化的方式，呈現都市的通勤影響範圍，旨在更精準探討城市間的通勤流動與住宅就業分布，從而掌握臺灣各地區都市發展的狀況，以利後續都市各項議題的探討與規劃。

1.3 研究目的

由於過去臺灣針對住業均衡理論的探討，多著重於政策的改善，對於都市擴張的探討、預測較少，本研究擬藉由住業均衡理論搭配超額通勤指標，分析臺灣各通勤圈的居住、就業分布，了解住業失衡下的城市發展，並推測將來可能發展的潛力範圍。

都市快速發展，需加以及時的分析。過去研究的主要資料來源為統計資料，更新緩慢，顯然不敷使用。臺灣高速公路收費電子化後，同時也記錄旅次起迄、數量等資訊，因此本研究將透過 ETC 資料來探討跨區域的住業均衡現象。利用大數據的資料特性，使數據直接呈現臺灣通勤圈的邊界、範圍，降低先入為主的觀念影響誤差。同時改善由於傳統資料的限制，僅能針對數值上的探討，進一步進行視覺化住業分布，繪製出實際通勤範圍、通勤潛力範圍，使得都市發展的探討更為具體。

基於上述研究動機，本研究預期達到下列三項目標：

- (1) 透過 ETC 大數據分析，搭配超額通勤指標，推估臺灣的通勤圈與其通勤影響範圍
- (2) 分析各通勤圈的住業分布與現象
- (3) 比較各通勤圈的超額通勤指標、通勤狀況，並探討各通勤圈的都市發展潛力

1.4 研究架構

本研究的研究流程如圖 1-1 所示。

首先藉由動機發想擬定研究目的，確立研究主軸與方向。

其次回顧國內外相關文獻，系統性歸納住業均衡定義及理論、超額通勤指標概念及計算模式，並利用既有文獻關於交通大數據分析與應用之介紹，設計研究架構及方法。

實際操作上，本研究選用交通部高速公路局開放資料庫的 ETC 交通資料，利用 Python 程式語言進行資料篩選與處理，資料處理成果再導入 ArcGIS 繪製通勤圈與住業分布圖，觀察臺灣通勤圈的住業現象與發展變化，進行分析及討論可能發展趨勢。

最後提出結論與建議，作為後續都市發展與都會通勤相關研究之參考。

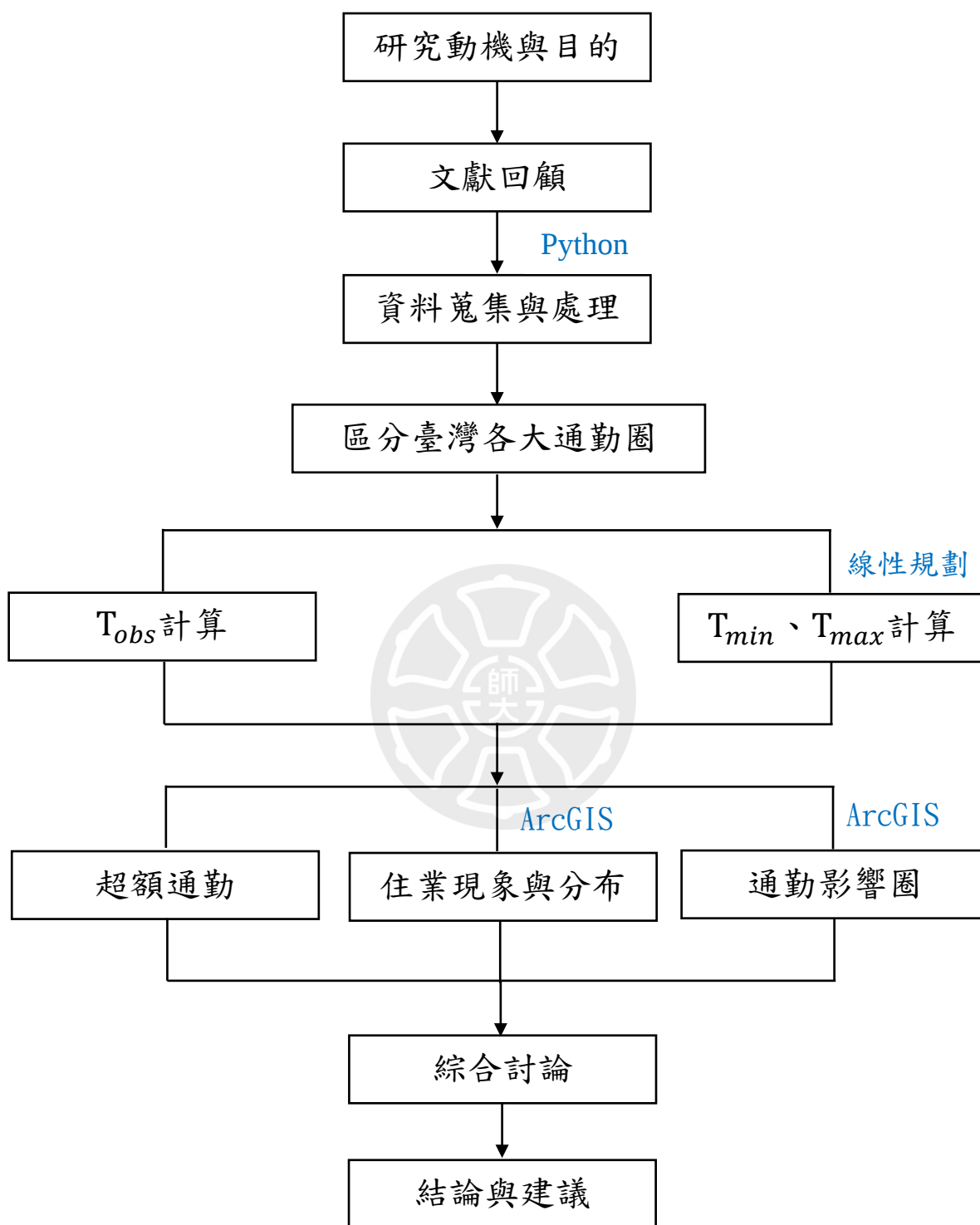


圖 1-1 本研究之研究流程架構

第二章 文獻回顧

本章節文獻回顧分為四大部分。首先，綜觀都市發展下，與都會通勤的相互影響。其次，回顧住業均衡理論的緣起，檢視歷來國內外相關文獻探討的面向，並簡述主要衡量的指標。再次，針對最為廣泛使用的超額通勤指標進行回顧，理解其概念與公式的運用，並歸納超額通勤應用於探討都市通勤的面向。最後，整理交通大數據如何應用於探討都市議題的相關文獻，以奠定後續研究操作的基礎。

2.1 都市發展與通勤

都市擁有商業、工業、住宅設施及服務等功能，其歷史發展與地理分布，都牽連著都市發展。每個城市有各自注重的都市功能，無論一個都市的特徵或是功能為何，其空間結構勢必都圍繞著就業機會與服務設施，並與交通網絡相關聯 (Herbert and Thomas, 1982)。

人口不斷增長，收入增加，以及通勤成本的下降，都有可能使都市範圍逐漸擴張，此三者被認為是都市擴張的主要要素 (Brueckner, 2000)。因此，過去在探討都市擴張程度時，除了利用航測影像觀察城市的變化，大多會以此三個面向切入檢視 (Camagni *et al.*, 2002; J. Chen *et al.*, 2016; Cohen, 2006; Huang *et al.*, 2015; You and Yang, 2017)。

相較於西方傳統都市發展理論，亞洲地區的都市發展脈絡與結構有所不同，因此也發展出亞洲獨有的景觀。比如 Desakota，這是位於城市與鄉村之間的過渡地帶，其發展要素為：由兩個或以上的大型核心都市，以交通道路連結一起，其中主要的通勤路線形成發展走廊，有許多不同規模的城市伴隨在沿線，且有緊密的經濟互動 (McGee, 1991)。檢視臺灣都市演變時，林珪如 (2005) 認為 Desakota 確定存在並參與過程，而臺灣的都市區域發展類型中，最大城市和交通節點尤為重要 (簡博秀, 2004)。

臺灣於 1970 年代實施了十大建設，使核心都市、縣轄市與周遭之衛星市鎮的都市化現象，呈現快速成長（劉曜華, 2004）。高速公路將都市、市鎮、郊區、鄉村建立連結，增加城鄉與區域間的可及性，提高民眾的機動性，使臺灣西部各鄉鎮市區的交通條件上，相對發展的優勢差異趨同，帶動沿線城市與交流道周邊區域之人口以及工商業快速發展（白仁德, 2015）。這充分說明交通建設的新建與革新，對於社會經濟發展是重要的因素之一。

透過前述針對亞洲都市發展的回顧，都市與市鎮間的交通連結，與跨市鎮間的經濟活動，皆為臺灣西部都市與區域發展、擴張的主要要素，因此本研究後續將針對臺灣跨市鎮的通勤進行探討。

2.2 住業均衡

住業均衡（Jobs-Housing Balance）聚焦在給定地理區域內，其工作機會數與住宅單位數之間的空間關係。當該區居住人口能在距離住處合理的通勤範圍內取得工作，且住宅類型可以提供各行業的員工住宅需求，該區域即被認為是住業均衡（Cervero, 1989）。在住業均衡的理想狀態下，就業人口的工作地點與居住地點位於相同區域，意即該區有自給自足的能力，能大幅節省通勤時間、距離，減少汽、機車的使用時間，進而降低能源消耗，以及空氣污染的排放量。反之，當一地住業失衡時，則表示該地區較有潛力與其他地區間產生較高比例、或是較長距離的通勤旅次，亦即地區之間透過人的流動所形成的連結關係較緊密（梁紹芳, 2019）。

范聖堂（1993）為將住業均衡、不均衡的概念具體呈現，將概念以圖像化來說明（圖 2-1 至 圖 2-3）。圖示假設一地區內，含有五個次區域（Sub-region）：A、B、C、D、E 區，五個次區域的位置分布如圖，而箭頭表示人口流向，粗細則表示人口多寡。

1. 住業均衡

當住業均衡時（圖 2-1），就業機會數量能符合該次區域需要就業之居民數量，亦即該次區域的就業機會與居住分布為均勻的，住業上能自給自足。在此情況下，人們選擇就近就業，通勤上不需花費多餘的經費成本與時間。

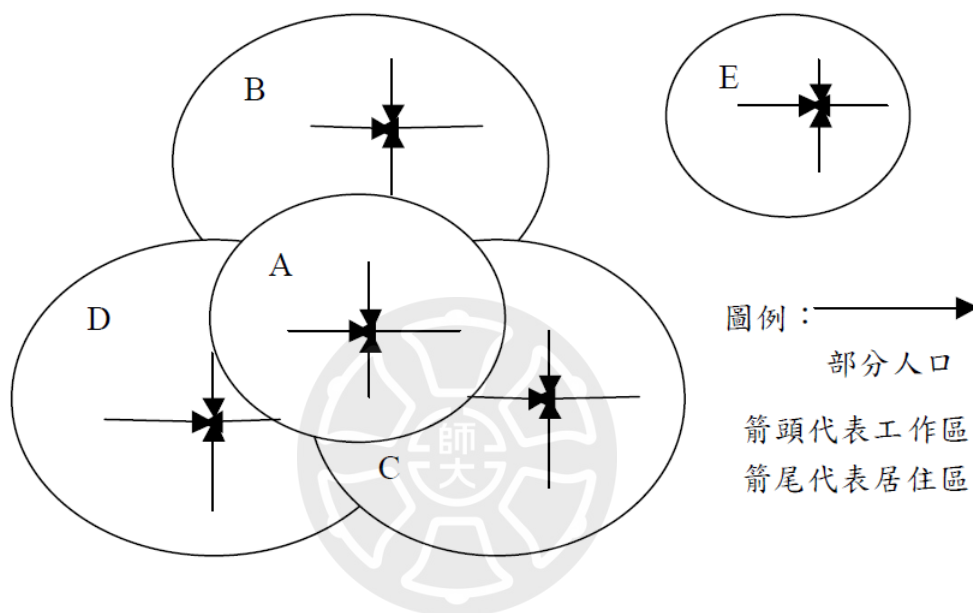


圖 2-1 住業均衡示意圖

資料來源：范聖堂（1993）；陳郁芝（2003）

2. 住業較不均衡

當住業較不均衡時（圖 2-2），每一個次區域提供的就業機會與居住較不均勻的，就業機會數量無法符合該次區域需要就業之居民數量。如圖示，假設 A 區域為工作核心區，B、C、D、E 區域內有部分工作機會與需要就業人口，因此有一部分的工作人口留在居住的區域內工作，而另一部份的工作人口則被迫需要通勤至其他區域工作，導致部分人口需要花費額外的通勤成本。

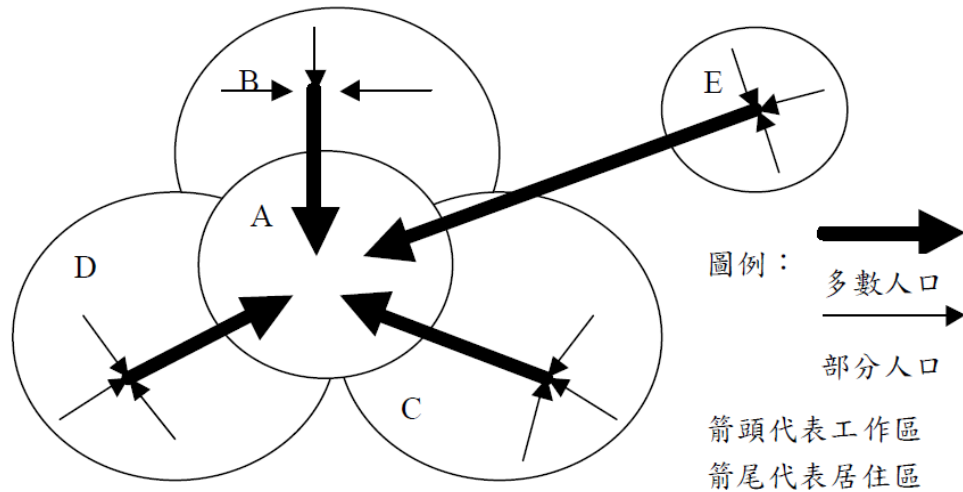


圖 2-2 住業較不均衡示意圖

資料來源：范聖堂（1993）；陳郁芝（2003）

3. 住業極不均衡

當住業極不均衡時（圖 2-3），每一個次區域提供的就業機會與居住為極度不均勻的，就業機會數量完全無法符合該次區域需要就業之居民數量。如圖示，假設 A 區域為工作核心區，B、C、D、E 區域則為住宅區域，工作區與住宅區完全分離，迫使所有工作人口需要通勤至其他區域工作，導致全部的工作人口皆需花費額外的通勤成本，此情況也為最不理想的住業空間分布型態。

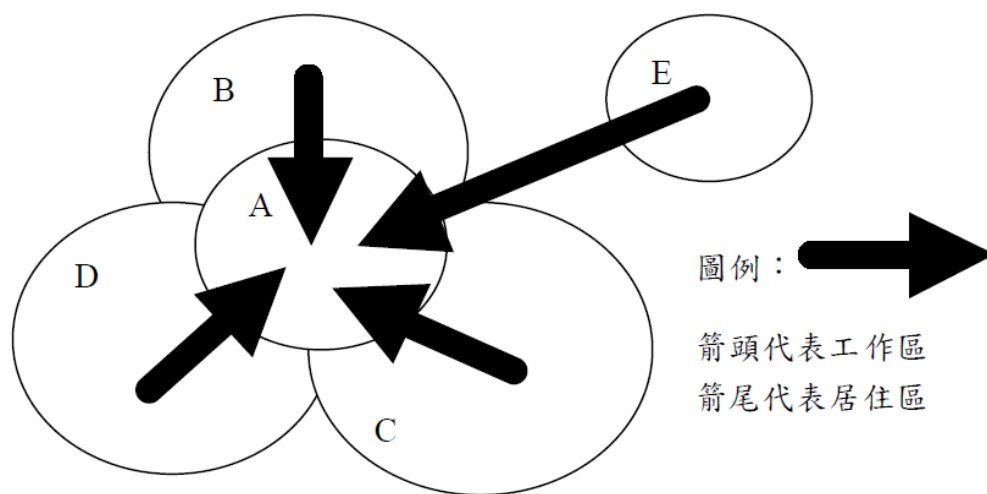


圖 2-3 住業極不均衡示意圖

資料來源：范聖堂（1993）；陳郁芝（2003）

在住業均衡提出後，學者開始分析導致住業失衡、分離的原因，大部分歸因於政策、土地使用的規劃，當地住房成本太高昂以致當地就業者的負擔，抑或是家庭、人口、職業的轉變（Cervero, 1989）。在都市化、郊區化的過程中，雖然自由市場會以有限的幅度調整都市中的住業（Zhang *et al.*, 2017），但是若沒有政府的干涉，難以使都市更趨於住業均衡（Cervero, 1996）。因此，近二、三十年的文獻，各地區學者會運用住業均衡的概念，分析其居住地、就業地分離的原因，並探討政策、土地利用規劃如何改善，進而縮短通勤成本、改善交通壅塞、減少廢氣排放（Giuliano and Small, 1993; Levine, 1998; Wang and Chai, 2009）。

臺灣學者針對住業均衡，也多以改善政策作為主要探討方向，追求都市永續發展的目標。交通建設的興建，可以縮短城市之間旅行的時間，影響兩地人口與產業的分布，進而加劇住業失衡（林書汝, 2010）。在住業失衡的情況下，對於都市結構有不小的影響。以臺灣的都會區為例，都會區的旅次有由各區往中心都市集中的傾向，中心都市與周圍衛星市鎮的聯繫越來越密切；同時，都會區的範圍也有向外圍逐漸擴張的趨勢（邱信智, 2000; 楊宗棋, 2004）。雖然交通建設、產業的興起，對

於工作與居住人口會在空間上造成重分配的現象，但是，當少子化而造成的人口趨緩，生活品質與生活機能將成為另一關注的要點，也可以藉由住業均衡及其相關的土地使用型態與住宅政策（林佩萱, 2011），來輔助未來都市規劃，以提高都市的生活機能。

衡量住業均衡的方式有許多種，其中有 Jobs - Housing 比例（簡稱 J / H）（Cervero, 1989）、概念性、空間性、經濟性指標（范聖堂, 1993）、通勤時間等指標。以下分別簡述上述指標：

1. J/H 指標

J/H 指標旨在探討一城市住業之相對關係。藉由一地的總工作人口數與居住在該地的就業人口數之比例，探討勞動力與受雇居民的關係（Cervero, 1989）。當比率介於 0.75 至 1.25，則認為該城市為均衡；當比率大於 1.25，則認為該城市以就業為主；當比率小於 0.75，則認為該城市以居住為主（Margolis, 1957）。

$$J/H = \frac{\text{城市就業人數}}{\text{城市常住勞動人數}}$$

2. 概念性、空間性、經濟性指標

范聖堂（1993）認為，原有的 J/H 指標是以就業中心都市為主，預設所有居民也在當地工作，忽略到外地工作的該市居民。因此進一步利用分析通勤就業活動在空間分布的空間性指標與經濟性指標，指出都會的主、次及業核心，並分析主副核心之間是否產生連結，逐漸形成聯繫密切的都市系統。

(1) 概念性指標，為原有的 J/H 指標，當數值落在 0.5 至 1.5 範圍外，即認為是該區住業不均衡。

(2) 空間性指標，由透過修改、延伸 J/H 指標之概念後提出，將空間性指標分為三個面向分析：

- i. 旅次吸引指標，透過計算各地區占的旅次吸引比率，了解該地區的工作旅次吸引強度為何。當比率越高時，工作旅次吸引強度越強；反之，比率越低，工作旅次吸引強度越低。
- ii. 旅次吸引集中度指標，計算多少其他分區會前往各區工作，藉此找出整個地區中的工作旅次吸引集中的方向。當數值越高時，代表其吸引越多分區至該區工作；而當數值最高時，該區可能為整個地區中的工作核心區。
- iii. 鄰近旅次吸引集中度指標，計算吸引的工作旅次是否來自鄰近地區，藉此了解鄰近旅次吸引的集中程度。當數值達到 3 或 4 倍以上，該區則可能為地方上的工作中心。

(3) 經濟性指標，為住業分布曲線指標 (J/H Rang)，由兩組曲線組成：一為可支付住房成本能力曲線，另一為住宅可取得能力曲線。理想狀況下，基於同一物價水準，可支付房價之住宅需求量與可取得之住宅供給量，應能互相配合。兩曲線在不同的工作機會數與住宅數下，會呈現不同的分布型態。同時，交錯之缺口大小，表示住業空間分布不均的程度。

3. 通勤時間

此方法直接統計區域內平均的通勤時間做為衡量住業現象的指標之一。其方法是設定該地區住業均衡的基準通勤時間，統計高於基準值的比例。陳郁芝（2003）利用通勤時間針對民國 70 年代至 90 年代的臺北都會區進行住業空間區位研究，指出臺北都會區以臺北市為核心地區，就業者的居住地點逐漸往核心外圍移動。又指出該區內臺北市的住業分離較不嚴重，距離越外圍，住業越失衡。但此指標由於設定住業均衡之基準通勤時間沒有明確的規範，因此衡量住業現象可能較不客觀。

綜合上述指標，不同的指標其實都基於不同的背景概念，用以衡量住業均衡現象亦有各自的利弊。(1) J/H 指標的臨界值會依照不同地區調整，進行不同城市

比較時，會有城市規模不同的疑慮。(2) 概念性、空間性、經濟性指標，對於分析住業均衡有較全面的考量，然而資料取得不易，導致應用的普遍性不佳。(3) 通勤時間，資料取得與分析方法較方便，但對於住業均衡之基準通勤時間沒有明確的規範，較無法進行比較分析。

另外，住業均衡現象經常會搭配超額通勤指標討論一地之通勤，由各項居住、工作等因素所導出的公式計算，且在提出後的幾十年內，經由多位學者的修正、調整與延伸。

本研究即主要以 J/H 指標搭配超額通勤指標，進行分析臺灣通勤圈的住業現象與通勤狀況。

2.3 超額通勤

通勤，為聯繫於居住地與工作地之間的旅行 (Hanson and Pratt, 1988)。多數人的居住地與工作地並非同一地，進而產生多餘的通勤，此現象則被稱為「超額通勤 (Excess Commuting, EC)」 (Small and Song, 1992)。超額通勤為衡量住業均衡現象最普遍使用的指標。超額通勤被認為是評估、測量就業與居住地之間關係、空間上重要的要素之一 (Horner & Murray, 2002)，由平均實際通勤量與理論平均最小通勤量之間的差衡量，其數值越小代表通勤模式越接近理想最短的通勤模式，花費較少的通勤成本，反之，數值越大需要花費較多的通勤成本，代表較不理想的通勤模式。而人們會藉由換工作或居住地，來改變其超額通勤 (Ma and Banister, 2006)。

過去較早的文獻，計算超額通勤的概念為，一地的就業人口的實際平均通勤成本，多於理想上最小平均通勤成本多少，並利用實際平均通勤成本作為標準化，其公式如下：

$$EC = \left(\frac{T_{obs} - T_{min}}{T_{obs}} \right) * 100$$

EC ：超額通勤； T_{obs} ：實際平均通勤成本； T_{min} ：理論最小平均通勤成本

T_{min} 為理論最小平均通勤成本。 T_{min} 的計算方式有兩種，其中之一，Hamilton and Röell（1982）基於單核心城市模型提出，假設就業人口都會往中心商業區集中就業，計算出平均通勤距離。然而，White（1988）指出，現實中單核心的城市已經越來越少，許多城市已轉變成雙核心甚至是多核心的城市，認為此假設與實際狀況不符。White另外提出基於現實狀況的工作機會、居住人口以及旅行成本，並假設就業與住房機會皆為均等，沒有等級之分，重新分配工作者的住業，藉以達到理想上就業人口可以被分配到最少的通勤成本。因此，提出以線性規劃為基礎的公式，加以限制下所推導的最小值 T_{min} ：

$$T_{min} = \frac{1}{W} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m C_{ij} X_{ij}$$

$$\sum_{i=1}^n X_{ij} = D_j \quad \forall j = 1, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^m X_{ij} = P_i \quad \forall i = 1, \dots, n$$

T_{min} ：理論最小平均通勤成本

W ：通勤總流量

n ：研究區域之起點(i)數量

m ：研究區域之迄點(j)數量

C_{ij} ：為區域 i 至區域 j 之通勤成本

X_{ij} ：區域 i 至區域 j 之最理想旅次分佈數

D_j ：區域 j 之就業總人數

P_i ：就業者在區域 i 居住之總人數

之後，Horner 則認為每個地區的發展潛力不一，通勤的容量也不同。因此針對此問題，基於舊有的公式，延伸其概念，利用理論最大平均通勤成本（ T_{max} ）與理論最小平均通勤成本（ T_{min} ）的差值，作為城市的總通勤潛力，並計算已消耗的通勤潛力，來衡量城市消耗了多少百分比的通勤潛力、剩餘多少百分比的通勤潛力，進而討論該城市的通勤效率（Horner, 2002）。其公式如下：

$$Cu = \left(\frac{T_{obs} - T_{min}}{T_{max} - T_{min}} \right) * 100$$

Cu ：已使用之通勤潛力； T_{obs} ：實際平均通勤成本；

T_{min} ：理論最小平均通勤成本； T_{max} ：理論最大平均通勤成本

T_{max} 為理論最大平均通勤成本。 T_{max} 與 T_{min} 的計算方式雷同，以現實的狀況，各區域提供多少就業機會以及居住人口來進行推測，在理想上就業人口可以被分配到最多的通勤成本，差別在於 T_{min} 求最小值， T_{max} 求最大值。

在 Horner 改良超額通勤指標後，後續研究利用這些指標探討都市結構、通勤模式、都市尺度與規模等，大致可分為兩類。

第一類主要探討通勤效率與模式。如 Zhou 等人探討北京超額通勤時，比較北京公車與汽車的使用率及通勤狀況（Zhou et al., 2014），研究結果顯示公車通勤的 EC 指標、 Cu 指標皆略差於汽車通勤，但考量到使用率、 T_{min} 與 T_{obs} ，公車通勤所花費的成本皆小於汽車通勤，因此認為公車通勤提供較佳住業均衡的通勤模式。Murphy 的研究則指出，愛爾蘭都柏林的公共運輸與私人運輸的使用具有不同的通勤效益（Murphy, 2009）。其結果顯示私人運輸通勤的 EC 指標差於公共運輸通勤，這可能代表私人運輸的通勤效率較差，但另一方面， Cu 指標則相反，因此認為判斷通勤效率時，需要考量、搭配其他因素，如 T_{min} 、 T_{obs} 與 T_{max} 。

第二類探討指標的可比較性。由於指標運算時，牽涉到都市規模、研究單元的尺度，因此 Niedzielski et al.（2013）利用美國的普查資料，進行不同單元大小

下的指標運算，結果指出 *EC* 指標對於單元大小的變化高度敏感，而 *Cu* 指標則對於單元大小較不敏感。因此在進行衡量土地利用與通勤關係，抑或是城市之間的比較時，以 *Cu* 指標衡量為佳。

2.4 交通大數據分析及應用

近年來由於資訊產業在軟硬體方面的大幅進步，資料收集方式由傳統的政府統計資料，逐漸轉變為利用大量微型感測器或行動裝置來收錄即時資訊，此類資料內容可在短時間內收集大量資訊，並可持續紀錄，因此被稱為大數據（Batty, 2013），亦稱為巨量資料。Sagiroglu and Sinanc（2013）定義大數據通常具有三個特性（3V）：多樣性（Variety）、資料量（Volume）、速度（Velocity）。大數據的資料類型具有多樣性，分為資料清晰整齊且易於分析的結構化、資料雜亂但完整的非結構化、資料型態不固定的半結構化，因此通常資料量都大於 TB、PB 儲存，但是能以最快的速度，收集、儲存並處理最龐大的資料量。

資料解析度更細緻的大數據，逐漸開放與興起（Zhang *et al.*, 2017），地理學領域的資料量也隨之出現轉換，由相對缺乏漸漸轉為豐富。而且不僅僅是數量上的變化，作為地理學資料時，捕捉現象的速度、種類多樣性也越來越佳，也可以捕捉到多個尺度的時空現象，並能驗證常態，或是發現意想之外的現象（Miller and Goodchild, 2015）。此外，大數據資料驅動（Data-Driven）的特性，也能更客觀反映資料的分析結果。當大數據應用在交通相關議題時，多會以流量分析、流量預測、交通模式等方面，來探討交通建設規劃的效率與效能；而當交通議題搭配都市領域時，大數據則會凸顯人們流動的方式、聚集的模式，探討對都市造成的影響，以及如何規畫整個都市的發展。

當大數據應用於都市議題時，大數據資料類型以大眾運輸的智慧卡（Gao *et al.*, 2019; Long and Thill, 2015; Zhou and Long, 2014; Zhou and Murphy, 2019; 陳力煒, 2015）、手機信令（Yang *et al.*, 2018; Zhang *et al.*, 2017）為主。大眾運輸通常由電

子票證、智慧卡作為媒介，在大眾運輸的各個站點蒐集人們通勤的資訊：時間、起訖站。利用智慧卡的大數據，捕捉該城市主要通勤的時間規律，得以假設人們旅行的起站為居住地、迄站為工作地。手機信令資料則能捕捉個人的行動軌跡，直接掌握其居住、工作地點。兩者相同的優勢為可以利用大量的數據，來掌握人們通勤的規律性，以利後續進行分析。

大眾運輸的新建與擴展，連通兩地、改善兩地之間的通勤距離或時間，進而促進郊區化。以深圳地鐵為例，由於地鐵的革新會潛在的影響人們就業與居住的選擇，導致住業失衡的現象更為嚴重（Gao *et al.*, 2019）。又以臺北捷運為例，將土地利用以政府政策規畫進行情境模擬分析，探討不同政策下的土地利用，捷運對於住業現象的影響，結果驗證土地利用與交通運輸兩者相互影響（陳力煒, 2015）。分析人們搭乘大眾運輸軌跡的規律性，可以了解都市內的通勤模式，同時搭配土地利用資料，驗證智慧卡的交通資料可以用於探討動態的都市變化現象（Long and Thill, 2015），以及繪製都會通勤者的可能通勤距離（Zhou and Long, 2014）。

藉由智慧卡探討都會通勤時，會侷限於大眾運輸站點，對於實際的居住、工作地點較無法掌握；而手機信令資料則能捕捉個人的行動軌跡，資料較詳細、精度較高、相對較複雜，且能直接捕捉到人們居住、工作的位置。手機信令資料應用於住業均衡、超額通勤時，可以藉由人們通勤的軌跡，了解都市內人們較集中的居住區與就業區，並分析城市是屬於單核心、雙核心或是多核心的都市結構（Yang *et al.*, 2018）。辨識都市通勤的空間結構，觀察動態的都市通勤變化，手機信令資料是有效的工具。同時，手機信令資料對於視覺化的呈現更為理想而具體，更貼近實際狀況（Zhang *et al.*, 2017）。

綜合上述，當交通大數據探討都市議題時，可以即時、精細、大規模的討論都市動態的變化，大數據的時空資料分析，對於了解都市空間上的分布變化也是一項有用的工具，進而提供都市規劃者具體的都市範圍，以更有效地針對都市問題進行規劃。

第三章 研究方法

3.1 研究區域

本研究欲探討臺灣的都會通勤現象，並以 ETC 高速公路交通資料進行通勤路線之追蹤。由於目前 ETC 資料僅紀錄國道一號、三號及五號的交通流量，因此本研究之研究區域設定為國道一號、三號及五號所觸及的區域。將 ETC 資料進行資料清洗後，過濾取出 2018 年流量前三百名的通勤流，繪製臺灣民眾在國道上主要通勤（圖 3-1），並依照圖中呈現出的真實情況，區分臺灣各個不同的通勤圈域，進行後續進一步分析。



圖 3-1 研究區域-臺灣全區通勤圈

3.2 資料來源

電子道路系統（Electronic Toll Collection，簡稱 ETC）自 2013 年起，全面取代臺灣國道人工收費站。此系統感應過程中，記錄了車輛的起迄站、旅行距離等資訊，藉此收取國道通行費；同時也將記錄保存在資料庫中，進而將資料去標籤化後，由

交通部高速公路局發布自 2015 年起不同的 ETC 資料集，開放給大眾使用。由於高速公路用路人使用 ETC 的使用率高達九成，收費成功率更是接近 100%（表 3-1），證明 ETC 資料具有高精度，且 ETC 交通資料具有不同車輛類型的車行紀錄，因此取用適當的 ETC 型態資料，作為探討都市的動態現象，具有極大的參考價值（周辰, 2017）。

表 3-1 2014 至 2020 年 ETC 運作狀況表

	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年
ETC 使用率	93.49%	93.03%	92.80%	92.84%	92.75%	92.65%	92.57%
系統可收費成功率	99.98%	99.99%	99.99%	99.99%	99.99%	99.99%	99.99%

資料來源：交通部高速公路局 <https://data.gov.tw/dataset/45760>，此表為本研究自行整理

本研究資料來自於交通部高速公路局所發布之交通資料庫：交通資料蒐集支援系統(Traffic Data Collection System, TDCS)。此系統為透過 ETC 蒐集後整理釋出的資料，因此有不同類型的資料集，而本研究選用的資料集為「各類車種旅次數量（M08A）」。此資料集透過紀錄每台車輛之起迄偵測站、時間以及車種，以五分鐘內經過同一起點偵測站，至各個迄點偵測站作為旅次分類，並依照車種進行統計車流量。其資料收集頻率為每五分鐘產出一個報表（圖 3-2），報表內的欄位包括：時間（圖 3-2, A 欄）、起點偵測站編號（圖 3-2, B 欄）、迄點偵測站編號（圖 3-2, C 欄）、車種（圖 3-2, D 欄）、交通量（圖 3-2, E 欄）。

各欄位資料說明如下：（1）時間記錄為依據旅次通過起點測站的時間計算。（2）由於臺灣高速公路通行費僅收費於南北向的國道上，即國道一、三、五號，因此起點偵測站與迄點偵測站也僅分布於國道一、三、五號，並分為南北向測站。（3）車種分為小客車（代號 31）、小貨車（代號 32）、大客車（代號 41）、大貨車（代號 42）、聯結車（代號 5）。（4）由於 ETC 測站位於兩交流道間，當起、迄交流道互相相鄰時，所記錄到 ETC 測站僅有位於兩交流道之間的測站，因此會出現同測站上下的旅次。以（圖 3-2）第一列舉例，01F0005N 測站位於國道一號起

點基隆端與基隆交流道之間，該列代表在 2018 年 1 月 1 日 00:00 時，通過 01F0005N 測站，由基隆端上高速公路，並在基隆交流道下高速公路的小客車旅次有 8 台車。

	A	B	C	D	E
1	2018/1/1 00:00	01F0005N	01F0005N	31	8
2	2018/1/1 00:00	01F0005N	01F0005N	32	1
3	2018/1/1 00:00	01F0005S	01F0005S	31	7
4	2018/1/1 00:00	01F0005S	01F0005S	32	2
5	2018/1/1 00:00	01F0005S	01F0005S	41	1
6	2018/1/1 00:00	01F0005S	01F0061S	31	4
7	2018/1/1 00:00	01F0005S	01F0061S	32	1
8	2018/1/1 00:00	01F0005S	01F0061S	41	1
9	2018/1/1 00:00	01F0005S	01F0099S	31	4

圖 3-2 各類車種旅次數 (M08A) 原始資料

本研究目的為探討就業人口的通勤行為，因此藉由 M08A 資料集的特性，進行資料篩選。交通部高公局提供的資料始於 2015 年，然而，經過檢查後發現 2015 至 2017 年資料內容有部份缺漏，而 2021 年則受到 COVID-19 疫情影響，加上全臺於同年五月至七月進入疫情三級警戒，造成交通運輸工具使用頻率大幅降低，使得全年交通流量資料與往年有較大落差。因此，本研究資料選取日期範圍為 2018 至 2020 年的資料，來進行本研究的資料分析，並以平日通勤時間為資料篩選的時間區間。為了定義本研究的通勤時間，將一周平日的全台灣 ETC 測站車流量繪製成折線圖。圖表指出平日早上尖峰時段約從 06:00 至 09:00，而下午尖峰時段分布時間較廣，平日五天各有不同的圖徵（圖 3-3），因此，本研究將通勤時間定義為早上 06:00 至 09:00。車種篩選為小客車，作為通勤的私人載具。框定時間與車種後，本研究假設在通勤時間的旅次，其起點測站為通勤者的居住地，其迄點測站為通勤者的工作地。

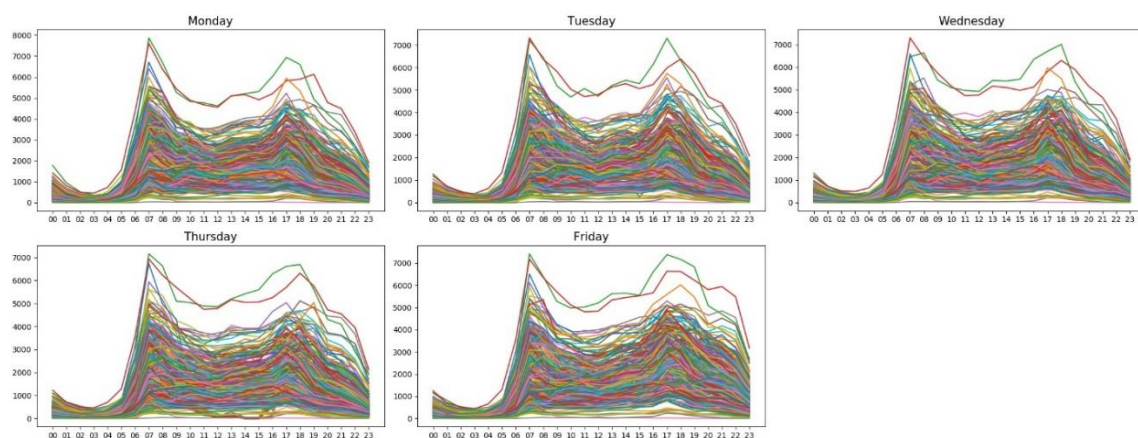


圖 3- 3 2018/3/5-3/9 全台測站每小時小客車車流量

表 3- 2 ETC 資料篩選說明

	原始資料說明	本研究資料篩選
時間	報表產製的時間	2018 年至 2020 年平日早上 06:00 至 09:00
起點偵測站編號	國道一、三、五號上的所有 ETC 測站	國道一、三、五號上的所有 ETC 測站
迄點偵測站編號	國道一、三、五號上的所有 ETC 測站	國道一、三、五號上的所有 ETC 測站
車種	小客車（代號 31）、小貨車 （代號 32）、大客車（代號 41）、大貨車（代號 42）、 聯結車（代號 5）	小客車（代號 31）
交通量	以起點時間每五分鐘，並依旅 次的起迄、車種分類進行統計 交通量	加總

透過此 M08A 資料集的特性，且經過資料的篩選、處理後（表 3-2），作為計算超額通勤指標的資料來源。

3.3 研究方法

本節分為四個小節，第一小節針對 ETC 資料的清洗，第二小節說明本研究計算超額通勤指數時，以 ETC 資料代入原先的變數，第三小節說明 J/H 比例的計算，第四小節則詳述繪製通勤影響圈的步驟。

3.3.1 資料清洗

本研究蒐集交通部高速公路局開放 ETC 資料庫之各類車種旅次資料（M08A），利用 Python 程式語言進行大數據資料處理與篩選。

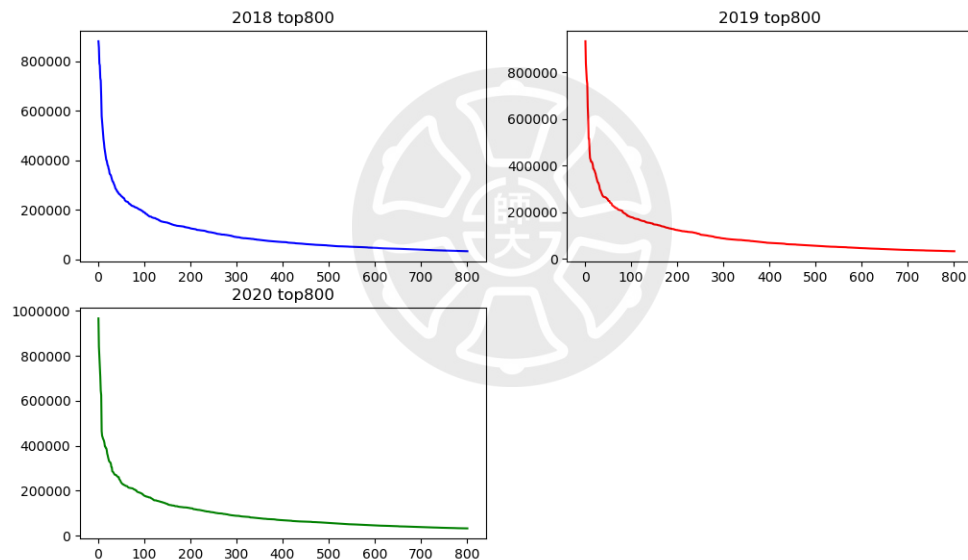


圖 3-4 2018 至 2020 年上班日早上 06:00-09:00 國道小客車總流量

資料時間篩選每年上班日通勤時間 06:00 至 09:00，上班日定義為星期一至星期五之平日，不包含連假，包含連假補假上班日。經過資料整理，將所有旅次的總車流量排序後，發現排序較後之車流量，平均每小時通過約一台小客車，因此本研究設門檻值，選用較具代表性之通勤流量作為分析。

大約自排名 200 後，總車流量的差異趨向平緩（圖 3-4），為了提高容錯率，因此本研究將排名 300 內的旅次，作為該年度通勤時較有影響力的旅次，而後資料處理時，會篩選總車流量在排名 300 內的旅次。

基於上述資料篩選，本研究之假設：

1. 每台車代表一位通勤者的通勤旅次。
2. 旅次之起站為通勤者之居住地；迄站為通勤者之就業地。

3.3.2 超額通勤指數計算

ETC 資料篩選完畢後，將資料帶入超額通勤指標，計算每年之理論最小平均通勤成本（ T_{min} ）、實際平均通勤成本（ T_{obs} ）、理論最大平均通勤成本（ T_{max} ）。根據 Horner（2002）對於超額通勤指標中的參數定義，許多與就業人口和及業人口的相關參數，均可利用 ETC 資料進行替代，故本研究擬使用 ETC 資料來替代下列參數：

$$EC = \left(\frac{T_{obs} - T_{min}}{T_{obs}} \right) * 100 \quad (1)$$

- EC ：超額通勤，依照公式(1) 推導，本研究區域之超額通勤指數，單位為 %。
- T_{obs} ：實際平均通勤成本，利用 ETC（M08A）交通資料，取起、迄站資料，計算小客車於上班日在高速公路上通勤的平均距離，單位為公里。
- T_{min} ：理論最小平均通勤成本，依照公式(3)求得最小值，計算理想上，小客車於上班日在高速公路上通勤的最小平均距離，單位為公里。

$$Cu = \left(\frac{T_{obs} - T_{min}}{T_{max} - T_{min}} \right) * 100 \quad (2)$$

- Cu ：已使用之通勤潛力，依照公式(2)推導，本研究區域之已消耗通勤潛力指數，單位為 %。
- T_{max} ：理論最大平均通勤成本，依照公式(3)求得最大值，計算理想上，小客車於上班日在高速公路上的最大平均距離，單位為公里。

$$Z = \frac{1}{W} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m C_{ij} X_{ij} \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^n X_{ij} = D_j \quad \forall j = 1, 2, \dots, m \quad (4)$$

$$\sum_{j=1}^m X_{ij} = P_i \quad \forall i = 1, 2, \dots, n \quad (5)$$

上述公式(3)，由線性規劃分別求最小值與最大值，並限制於公式(4)與公式(5)，得到 T_{min} 與 T_{max} 。公式(4)限制每個選取之區域總就業機會數不變，而公式(5)則限制每個選取之區域總居住人數不變。

本研究為處理多年多區域的理論最小平均通勤成本（ T_{min} ）、理論最大平均通勤成本（ T_{max} ），透過 AMPL 程式撰寫，利用 Gurobi 求解器，來執行線性規劃。以下為各變數之說明：

- W ：通勤總流量，ETC（M08A）交通資料中起、迄站資料小客車一整年上班日的總車流量。
- n ：研究區域之起點(i)數量，本研究區域之 ETC 起站數量。
- m ：研究區域之迄點(j)數量，本研究區域之 ETC 迄站數量。
- C_{ij} ：為區域 i 至區域 j 之旅行成本，本研究旅行成本採用距離，單位為公里。起、迄兩測站分別對應到的交流道，查詢交流道對應到高速公路局所公布的里程數相差後，求兩交流道間的距離。

- X_{ij} ：區域*i*至區域*j*之最理想旅次分佈數，本研究利用線性規劃求解方法，並依照原公式所設定的限制，求其值。
- D_j ：區域*j*之就業總人數，本研究以迄站（工作地區）累積所有小客車的車流量代替。
- P_i ：就業者在區域*i*居住之總人數，本研究以起站（居住地區）累積所有小客車的車流量代替。

3.3.3 J/H 比率計算與視覺化

J/H 比率藉由一地的總工作人口數與居住在該地的就業人口數之比例，探討勞動力與受雇居民的關係（Cervero, 1989）。本研究為了解各通勤圈內，詳細之住業分布狀況，因此細部計算各個交流道之 J/H 比率，將各個交流道於通勤時間之起迄流量代入公式運算。當交流道作為起點時，統計得出的總流量，假設為該交流道提供之跨市鎮通勤居住人數；而交流道作為迄點時，統計得出的總流量，則假設為該交流道提供之跨市鎮通勤就業數。根據 Margolis（1957），當一區域為住業均衡時，其 J/H 比率介於 0.75 至 1.25；而比率大於 1.25，該區域以就業為主；當比率小於 0.75，則認為該區域以居住為主。

$$J/H = \frac{\text{城市就業人數}}{\text{城市常住勞動人數}}$$

本研究將各通勤圈篩選之交流道與起迄流量進行視覺化，以呈現各交流道於通勤圈內之空間位置與就業、居住的空間分布。圓圈位置即為交流道位置，而圓圈大小代表在該通勤圈內該交流道站通勤總流量之比例，越大即越多，越小則越少，並以黃色、藍色分別表示居住、就業人數在該交流道之占比。

3.3.4 通勤影響圈繪製

藉由統計一年上班日早上 6:00-9:00 之資料，計算出各研究區內，觀測之每台車平均通勤成本 (T_{obs})，進而透過線性規劃，求解每年各通勤圈小客車於高速公路上行駛之理論最小平均通勤成本 (T_{min})、理論最大平均通勤成本 (T_{max})。本研究延伸運用超額通勤指標，將此三種通勤成本，分別繪製各都市的通勤影響範圍，步驟如下：

步驟一、將該研究區內，被採用的測站，對應到所屬的交流道。如圖 3-5，ETC 測站編號 01F0681N 為北向測站，所對應的起點交流道為楊梅交流道、迄點交流道為幼獅交流道；相反的，編號 01F0681S 為南向測站，其對應之起點交流道為幼獅交流道、迄點交流道為楊梅交流道。

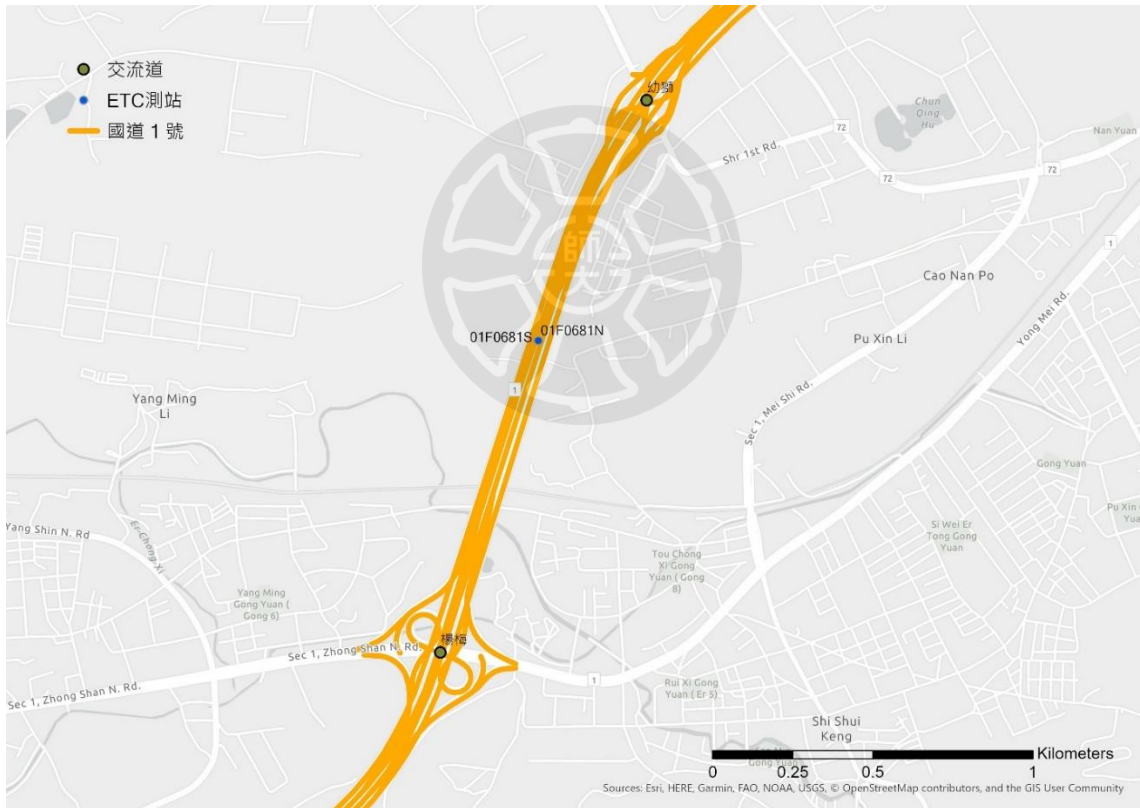


圖 3-5 ETC 測站與交流道關係示意圖

步驟二、以步驟一對應到的交流道，將計算出來的理論最小平均通勤成本（ T_{min} ）、每台車實際平均觀測通勤成本（ T_{obs} ）、理論最大平均通勤成本（ T_{max} ），分別進行計算，於不同通勤成本下，選取對應之可到達之交流道。

步驟三、由於交流道出入口無法代表工作或是居住的地點，於是以交流道服務的範圍作為可能工作或是居住的範圍，依據「高速公路增設及改善交流道設置原則」，交流道服務範圍的距離約 10 公里。因此本研究將步驟二選取到的交流道，使用 QGIS 軟體進行路網分析中的服務區分析，繪製出通勤吸引或影響範圍。

步驟四、將繪製出的通勤圈，搭配國土測繪中心的土地利用圖資，透過商業區及住宅區等土地利用類型，檢核 ETC 資料搭配超額通勤指數視覺化的可行性與準確性。

3.4 研究限制

交通部統計處 109 年民眾日常使用運具狀況調查，將運具類別分為公共運輸、非機動運具以及私人機動運具，而臺灣地區做為通勤目的的運具類別比例，分別是：公共運輸 11.7%，非機動運具 3.3%，私人機動運具 85.0%（圖 3-6）。根據調查，臺灣地區民眾在通勤時最常使用的為私人機動運具，包含小客車、機車（中華民國交通部, 2021），因此本研究選用的車種資料為小客車。

然而，本研究選用的 ETC 資料仍有一定的限制。選用高速公路上的交通流量資料，得以分析人們進行跨市鎮甚至是跨縣市的通勤，在探討郊區化或都市化議題上，確是重要媒介之一。但由於電子收費系統僅架設於縱向國道上，亦即國道一號、國道三號、與國道五號，因此收集到的 ETC 交通資料，涵蓋的空間範圍被限制在縱向國道上。同時，民眾使用小客車通勤時，除了行駛高速公路之外，也會行駛在市區道路，如省道或縣道，但目前國道以外的車輛偵測與流量資料尚未完備，因此本研究限制在高速公路上的通勤，以及城際間跨市鎮的通勤。若將來一般道路、快

速道路的車輛偵測器（Vehicle Detector, VD）資料完善後，或是取得手機信令資料，可直接套用本研究的架構，探討城市的住業現象。

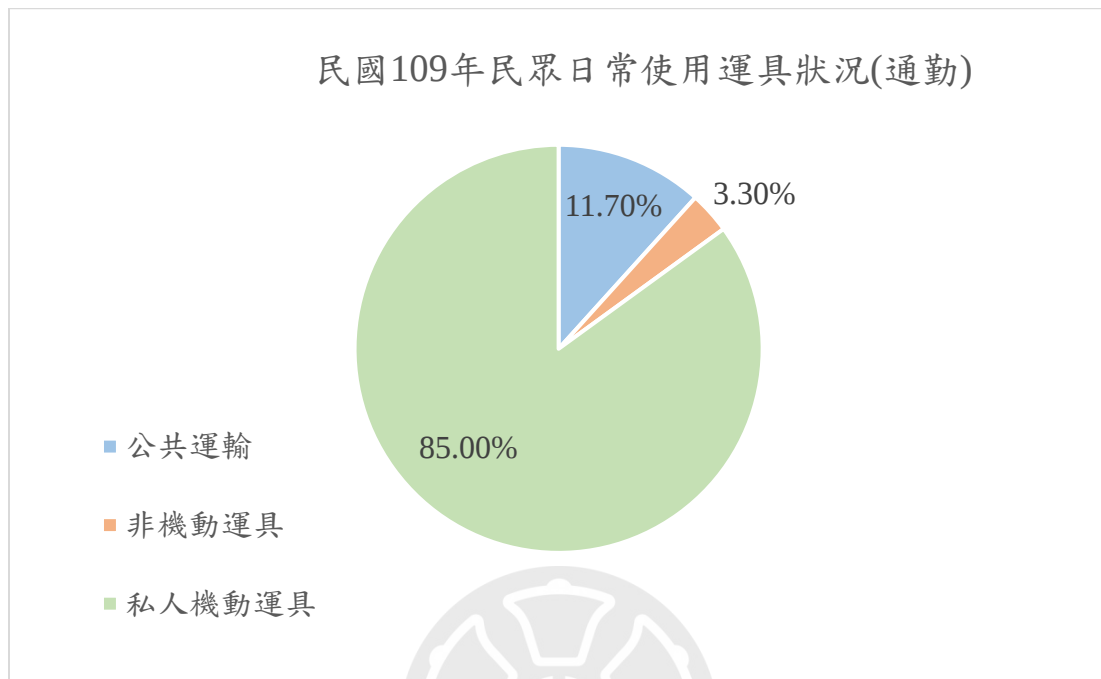


圖 3-6 民國 109 年民眾日常使用運具狀況（以通勤為目的）

第四章 研究結果

本研究基於資料驅動的精神，透過圖 3-1，得知全臺灣北區、中區、南區皆有大量的通勤產生，尤以北區更為集中，以下章節在畫分通勤範圍時，為便於呈現通勤之空間分布，仍依照縣市界進行細部分析與描述。

4.1 通勤圈劃分

透過通勤流的空間視覺化呈現（圖 4-1 至 圖 4-5），將通勤流的起迄交流道以弧線連接，白色點代表起點，藍色點代表迄點，依此表現通勤流向。此外，弧線的粗細表示通勤流量的多寡，弧線越粗代表通勤流量越多，若弧線越細，則代表通勤流量越少。透過上述符號與色彩之變化，了解通勤圈內通勤流之細節，並加以探討分析。

首先，以北區通勤圈分析，大致可以分為兩個通勤圈：

第一，以大臺北地區為主的通勤圈（圖 4-1）。本區通勤來源可概分為三個方向：（1）北方：吸引來自於基隆地區的通勤流量。（2）東南方：吸引來自宜蘭地區的通勤流量。（3）西南方：以臺北市為中心，最遠來自桃園機場系統交流道的流量；以新北市為中心，最遠來自國道一號桃園幼獅交流道、國道三號龍潭交流道的流量。值得注意的是，經過通勤流向的分析，通勤流不是單向地由桃園市流入臺北市與新北市（合稱雙北市），通勤流也會由雙北市流入桃園市，因此，雙北市與桃園市已經是互相往來通勤的關係。



圖 4-1 北北桃通勤圈

第二，以新竹為主的通勤圈（圖 4-2）。從通勤流的角度，新竹交流道為北區桃園以南的核心，大量吸引各區往新竹通勤：北面吸引來自桃園楊梅、平鎮系統交流道的流量，南面則最遠吸引到苗栗頭份、西濱交流道的流量。

以上兩大通勤圈大致以國道一號平鎮系統交流道，以及國道三號龍潭、關西交流道作為分界，因此本研究將北區的通勤圈分為大臺北、新竹兩大核心，並分別命名為北北桃通勤圈、新竹通勤圈，後續將分別針對這兩大通勤圈進行分析。



圖 4-2 新竹通勤圈

中區較北區為單純（圖 4-3），主要以臺中市為核心，與彰化、南投草屯、南投中興以及少部分苗栗苑裡通勤往來互動，因此中區僅有一個通勤圈，並以臺中市為核心。本研究因此命名為中部通勤圈，進行後續分析。

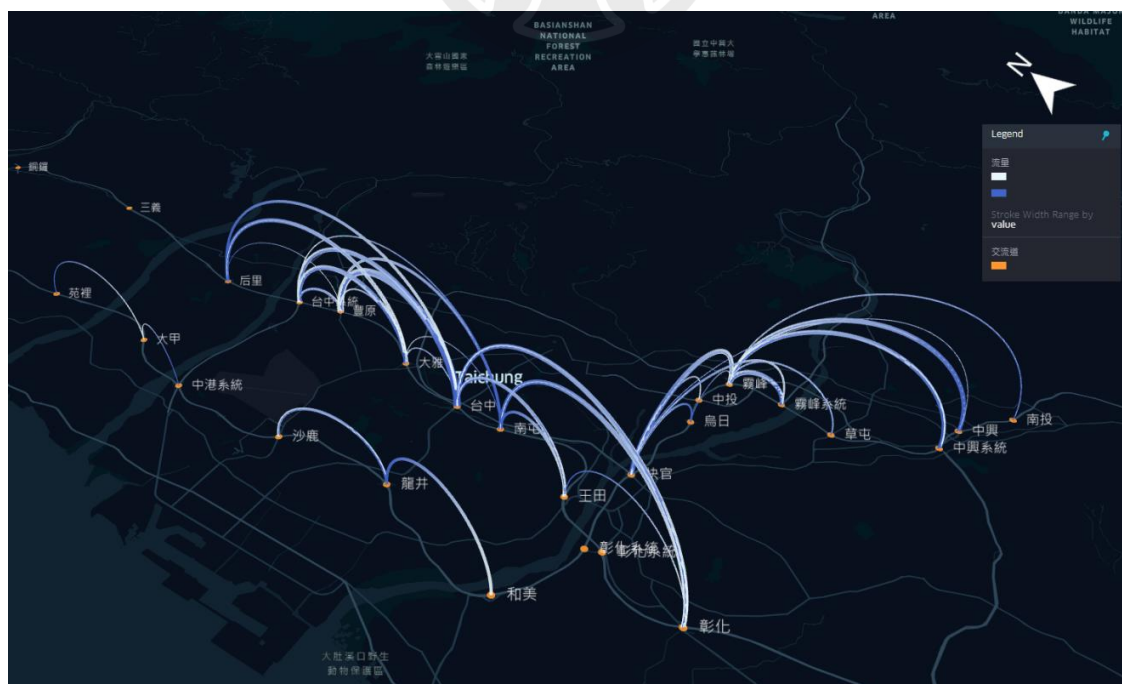


圖 4-3 中部通勤圈

南區通勤圈涵蓋臺南市、高雄市兩縣市，經由 ETC 資料分析，兩縣市的通勤流分佈具有清楚的區隔（圖 3-1）。

臺南通勤圈範圍（圖 4-4）往北至臺南新營交流道，往南通勤至高科交流道。其通勤流量，主要以國道一號為主，流量大多集中在臺南系統交流道至仁德系統交流道之間，而國道三號關廟交流道至新化系統交流道也有不少的通勤流量。

高雄通勤圈範圍（圖 4-5）往北通勤至高科交流道，往南至瑞隆路、五甲系統。其通勤流量，以國道一號為主，流量大多集中在五甲系統交流道至鼎金系統交流道之間。推測高雄通勤圈的通勤者跨市鎮通勤時，由於缺乏連接高雄市區與相鄰市鎮的快速道路，因此通勤者需要仰賴高速公路通勤。

由於兩大通勤圈大致可根據國道一號高科交流道畫分為界，因此南區通勤流將各自針對臺南通勤圈與高雄通勤圈進行分析。

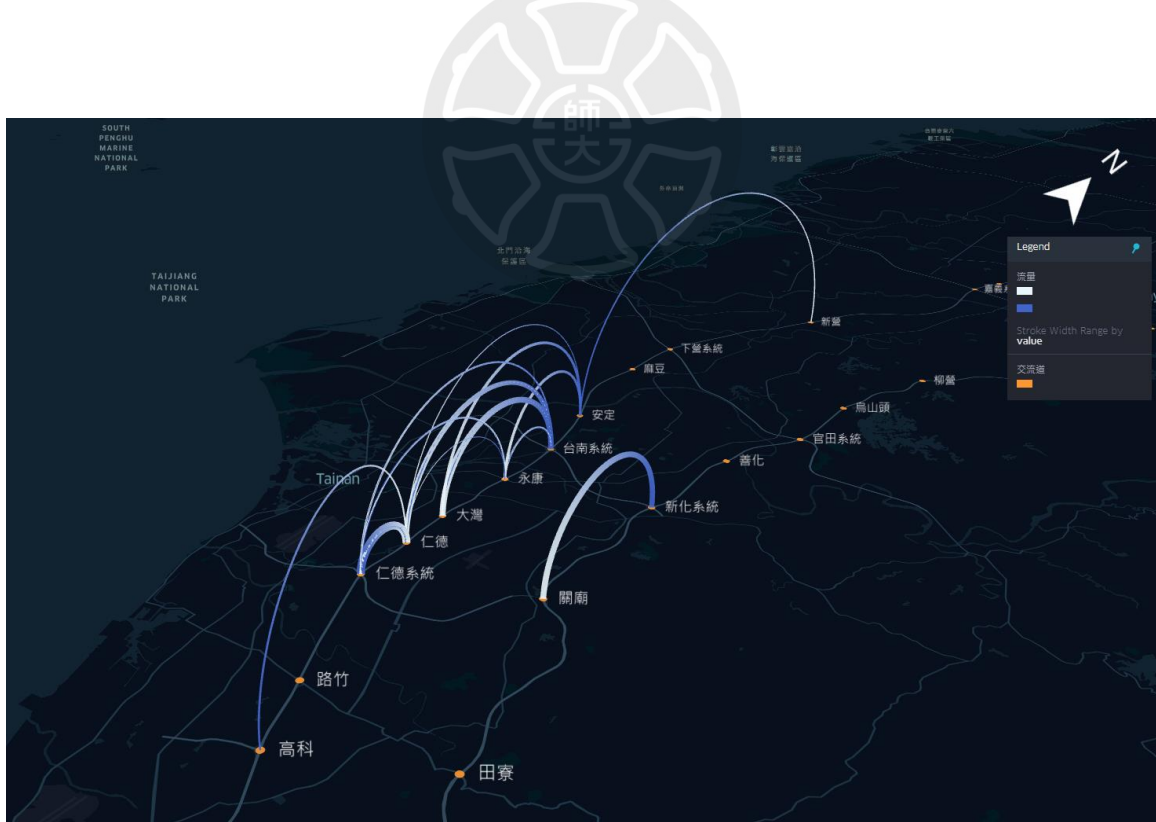


圖 4-4 臺南通勤圈



圖 4-5 高雄通勤圈



4.2 超額通勤

將 2018 年至 2020 年的 ETC 交通資料進行資料清洗後，以上一小節劃分之通勤圈，分別帶入超額通勤公式進行運算，本節將深入分析、探討並比較三年之臺灣各通勤圈的超額通勤指標。

4.2.1 北北桃通勤圈－超額通勤

2018 年，以臺北市、新北市為主的北北桃通勤圈區，在高速公路上，每台小客車平均的觀測通勤距離 (T_{obs}) 約為 10.651 公里，而每台小客車理想最短的通勤距離 (T_{min}) 約為 2.522 公里，每台小客車理論最長的通勤距離 (T_{max}) 則約為 14.673 公里，其超額通勤指數約為 76.319%，已消耗的通勤潛力則約為 66.898%。

2019 年，北北桃通勤圈每台小客車平均的觀測通勤距離 (T_{obs}) 約為 11.472 公里，而每台小客車理想最短的通勤距離 (T_{min}) 約為 2.828 公里，每台小客車理論最長的通勤距離 (T_{max}) 則約為 15.356 公里，其超額通勤指數約為 75.351%，已消耗的通勤潛力則約為 68.998%。

2020 年，北北桃通勤圈每台小客車平均的觀測通勤距離 (T_{obs}) 約為 11.414 公里，而每台小客車理想最短的通勤距離 (T_{min}) 約為 3.057 公里，每台小客車理論最長的通勤距離 (T_{max}) 則約為 15.176 公里，其超額通勤指數約為 73.214%，已消耗的通勤潛力則約為 68.962%。

在 2018 至 2020 年三年間，北北桃通勤圈使用高速公路的通勤者，平均會使用高速公路通勤約 10 至 11 公里，相對於理想最短的通勤距離 (T_{min}) 約 2.5 至 3 公里，多餘了約 8 公里，因此北北桃通勤圈的超額通勤指數也高達約 73% 至 76%。另外，推估的理論最長的通勤距離 (T_{max}) 約 15 公里左右，對於北北桃通勤圈的通勤潛力已消耗約 66% 至 69%，潛在的通勤潛力尚有約 30% 達到飽和。

表 4- 1 2018-2020 年北北桃通勤圈－超額通勤指數

北北桃通勤圈	2018 年	2019 年	2020 年
T_{obs}	10.651	11.472	11.414
T_{min}	2.522	2.828	3.057
T_{max}	14.673	15.356	15.176
EC	76.319%	75.351%	73.214%
Cu	66.898%	68.998%	68.962%

4.2.2 新竹通勤圈－超額通勤

2018 年，以新竹竹科為主的新竹通勤圈，在高速公路上，每台小客車平均的觀測通勤距離 (T_{obs}) 約為 11.198 公里，而每台小客車理想最短的通勤距離 (T_{min}) 約為 5.186 公里，每台小客車理論最長的通勤距離 (T_{max}) 則約為 12.863 公里，其超額通勤指數約為 53.687%，已消耗的通勤潛力則約為 78.313%。

2019 年，新竹通勤圈每台小客車平均的觀測通勤距離 (T_{obs}) 約為 11.326 公里，而每台小客車理想最短的通勤距離 (T_{min}) 約為 5.127 公里，每台小客車理論最長的通勤距離 (T_{max}) 則約為 13.022 公里，其超額通勤指數約為 54.730%，已消耗的通勤潛力則約為 78.521%。

2020 年，新竹通勤圈每台小客車平均的觀測通勤距離 (T_{obs}) 約為 11.657 公里，而每台小客車理想最短的通勤距離 (T_{min}) 約為 5.217 公里，每台小客車理論最長的通勤距離 (T_{max}) 則約為 13.462 公里，其超額通勤指數約為 55.241%，已消耗的通勤潛力則約為 78.100%。

在 2018 至 2020 年三年間，新竹通勤圈使用高速公路的通勤者，平均會使用高速公路通勤約 11 公里左右，相對於理想最短的通勤距離 (T_{min}) 約 5 公里，多餘了約 6 公里，超額通勤指數約為 53% 至 55%。另外，推估的理論最長的通勤距離

(T_{max}) 約 13 公里左右，對於新竹通勤圈的通勤潛力已消耗約 78%，潛在的通勤潛力剩餘約 22% 達到飽和。

表 4-2 2018-2020 年新竹通勤圈－超額通勤指數

新竹通勤圈	2018 年	2019 年	2020 年
T_{obs}	11.198	11.326	11.657
T_{min}	5.186	5.127	5.217
T_{max}	12.863	13.022	13.462
EC	53.687%	54.730%	55.241%
Cu	78.313%	78.521%	78.100%

4.2.3 中部通勤圈－超額通勤

2018 年，以臺中為主的中部通勤圈，在高速公路上，每台小客車平均的觀測通勤距離 (T_{obs}) 約為 8.741 公里，而每台小客車理想最短的通勤距離 (T_{min}) 約為 2.555 公里，每台小客車理論最長的通勤距離 (T_{max}) 則約為 10.277 公里，其超額通勤指數約為 70.768%，已消耗的通勤潛力則約為 80.113%。

2019 年，中部通勤圈每台小客車平均的觀測通勤距離 (T_{obs}) 約為 9.712 公里，而每台小客車理想最短的通勤距離 (T_{min}) 約為 2.727 公里，每台小客車理論最長的通勤距離 (T_{max}) 則約為 10.993 公里，其超額通勤指數約為 71.919%，已消耗的通勤潛力則約為 84.500%。

2020 年，中部通勤圈每台小客車平均的觀測通勤距離 (T_{obs}) 約為 10.442 公里，而每台小客車理想最短的通勤距離 (T_{min}) 約為 2.339 公里，每台小客車理論最長的通勤距離 (T_{max}) 則約為 11.486 公里，其超額通勤指數約為 77.597%，已消耗的通勤潛力則約為 88.590%。

在 2018 至 2020 年三年間，中部通勤圈使用高速公路的通勤者，平均會使用高速公路通勤約 8 至 10 公里，相對於理想最短的通勤距離 (T_{min}) 約 2 至 3 公里，多餘了約 6 至 7 公里。在 2018、2019 年時，中部通勤圈的超額通勤指數約為 71% 左右，2020 年超額通勤指數上漲到 77.6%。另外，推估的理論最長的通勤距離 (T_{max}) 約 10 至 11 公里左右，對於中部通勤圈的通勤潛力已消耗約 80% 以上，而 2020 年中部通勤圈的通勤潛力更是已消耗了 88.6%，潛在的通勤潛力僅剩餘約 11.4% 達到飽和。

表 4-3 2018-2020 年中部通勤圈－超額通勤指數

中部通勤圈	2018 年	2019 年	2020 年
T_{obs}	8.741	9.712	10.442
T_{min}	2.555	2.727	2.339
T_{max}	10.277	10.993	11.486
EC	70.768%	71.919%	77.597%
Cu	80.113%	84.500%	88.590%

4.2.4 臺南通勤圈－超額通勤

2018 年，以臺南為主的臺南通勤圈，在高速公路上，每台小客車平均的觀測通勤距離 (T_{obs}) 約為 8.791 公里，而每台小客車理想最短的通勤距離 (T_{min}) 約為 4.422 公里，每台小客車理論最長的通勤距離 (T_{max}) 則約為 11.013 公里，其超額通勤指數約為 49.700%，已消耗的通勤潛力則約為 66.287%。

2019 年，臺南通勤圈每台小客車平均的觀測通勤距離 (T_{obs}) 約為 9.834 公里，而每台小客車理想最短的通勤距離 (T_{min}) 約為 5.488 公里，每台小客車理論最長的通勤距離 (T_{max}) 則約為 12.236 公里，其超額通勤指數約為 44.193%，已消耗的通勤潛力則約為 64.410%。

2020 年，臺南通勤圈每台小客車平均的觀測通勤距離 (T_{obs}) 約為 10.109 公里，而每台小客車理想最短的通勤距離 (T_{min}) 約為 5.658 公里，每台小客車理論最長的通勤距離 (T_{max}) 則約為 12.448 公里，其超額通勤指數約為 44.033%，已消耗的通勤潛力則約為 65.562%。

在 2018 至 2020 年三年間，臺南通勤圈使用高速公路的通勤者，平均會使用高速公路通勤約 8 至 10 公里，相對於理想最短的通勤距離 (T_{min}) 約 4 至 5 公里，多餘了約 4 至 5 公里，而臺南通勤圈的超額通勤指數約為 65% 左右。另外，推估的理論最長的通勤距離 (T_{max}) 約 11 至 12 公里左右，對於臺南通勤圈的通勤潛力已消耗約 65% 左右，潛在的通勤潛力尚餘約 35% 達到飽和。

表 4-4 2018-2020 年臺南通勤圈－超額通勤指數

臺南通勤圈	2018 年	2019 年	2020 年
T_{obs}	8.791	9.834	10.109
T_{min}	4.422	5.488	5.658
T_{max}	11.013	12.236	12.448
EC	49.700%	44.193%	44.033%
Cu	66.287%	64.410%	65.562%

4.2.5 高雄通勤圈－超額通勤

2018 年，以高雄為主的高雄通勤圈，在高速公路上，每台小客車平均的觀測通勤距離 (T_{obs}) 約為 8.232 公里，而每台小客車理想最短的通勤距離 (T_{min}) 約為 2.596 公里，每台小客車理論最長的通勤距離 (T_{max}) 則約為 10.061 公里，其超額通勤指數約為 68.464%，已消耗的通勤潛力則約為 75.504%。

2019 年，高雄通勤圈每台小客車平均的觀測通勤距離 (T_{obs}) 約為 8.716 公里，而每台小客車理想最短的通勤距離 (T_{min}) 約為 3.206 公里，每台小客車理論最長

的通勤距離 (T_{max}) 則約為 10.598 公里，其超額通勤指數約為 63.221%，已消耗的通勤潛力則約為 74.545%。

2020 年，高雄通勤圈每台小客車平均的觀測通勤距離 (T_{obs}) 約為 8.774 公里，而每台小客車理想最短的通勤距離 (T_{min}) 約為 3.269 公里，每台小客車理論最長的通勤距離 (T_{max}) 則約為 10.554 公里，其超額通勤指數約為 62.740%，已消耗的通勤潛力則約為 75.560%。

在 2018 至 2020 年三年間，高雄通勤圈使用高速公路的通勤者，平均會使用高速公路通勤約 8 公里左右，相對於理想最短的通勤距離 (T_{min}) 約 2 至 3 公里，多餘了約 5 公里。高雄通勤圈的超額通勤指數在 2018 年約為 68.5%，2019 至 2020 年超額通勤指數約為 63%。另外，推估的理論最長的通勤距離 (T_{max}) 約 10 公里左右，對於高雄通勤圈的通勤潛力已消耗約 75% 左右，潛在的通勤潛力剩餘約 25% 達到飽和。

表 4-5 2018-2020 年高雄通勤圈－超額通勤指數

高雄通勤圈	2018 年	2019 年	2020 年
T_{obs}	8.232	8.716	8.774
T_{min}	2.596	3.206	3.269
T_{max}	10.061	10.598	10.554
EC	68.464%	63.221%	62.740%
Cu	75.504%	74.545%	75.560%

4.2.6 綜合比較－超額通勤

本研究將臺灣主要分為五個通勤圈：北北桃通勤圈、新竹通勤圈、中部通勤圈、臺南通勤圈以及高雄通勤圈。透過超額通勤指標量化，分別將五大通勤圈計算出各自的小客車理想最短的通勤距離（ T_{min} ）、觀測平均的通勤距離（ T_{obs} ）、理論最長的通勤距離（ T_{max} ），本小節加以綜合比較。

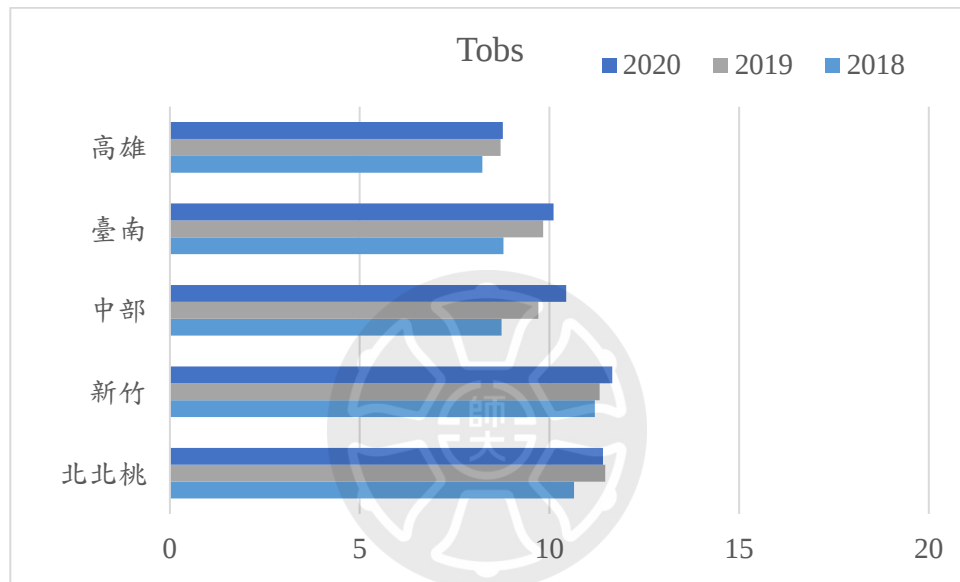


圖 4-6 2018-2020 年臺灣五大通勤圈小客車平均通勤距離（ T_{obs} ）

綜觀 2018 至 2020 年觀測平均的通勤距離（ T_{obs} ）（圖 4-6），臺灣主要五大通勤圈，除了北北桃通勤圈，其餘四者皆有逐年上升的趨勢。由此可知，臺灣主要通勤圈之通勤者，通勤距離逐年增加。其中，新竹通勤圈通勤距離最遠，三年的平均皆在 11 公里以上，其次為北北桃通勤圈，最短則為高雄通勤圈，三年的平均約在 8 至 9 公里。準此，推測新竹通勤圈與北北桃通勤圈之實際通勤範圍最大，而高雄通勤圈則最小。

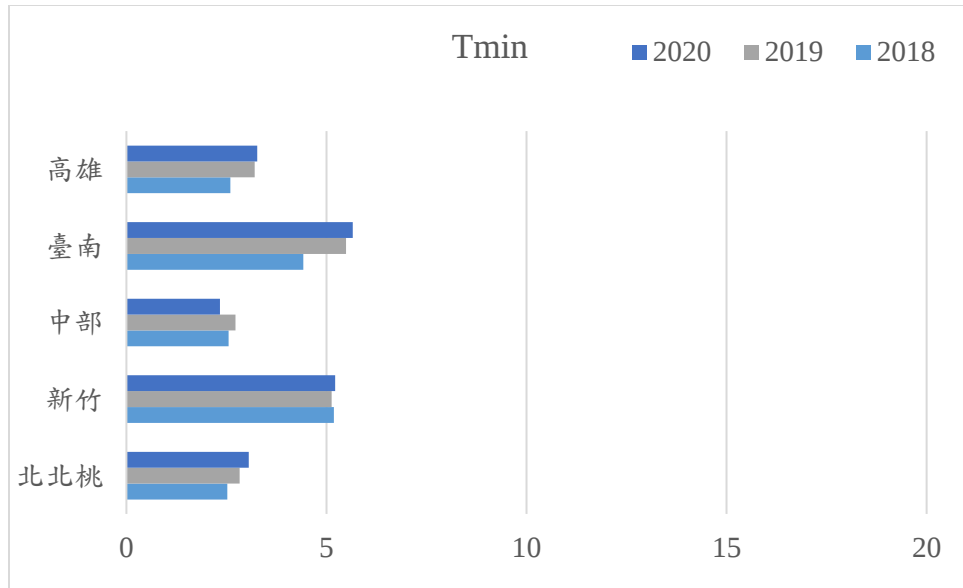


圖 4-7 2018-2020 年臺灣五大通勤圈小客車理想最短的通勤距離 (T_{min})

比較 2018 至 2020 年理想最短的通勤距離 (T_{min}) (圖 4-7)，臺南通勤圈之理想最短的通勤距離 (T_{min}) 數值最高，約為 5 公里左右，其次為新竹通勤圈，中部通勤圈數值最低約為 2.5 公里。準此，推測臺南通勤圈與新竹通勤圈理想之住業均衡能影響的範圍最大，而中部通勤圈最小。

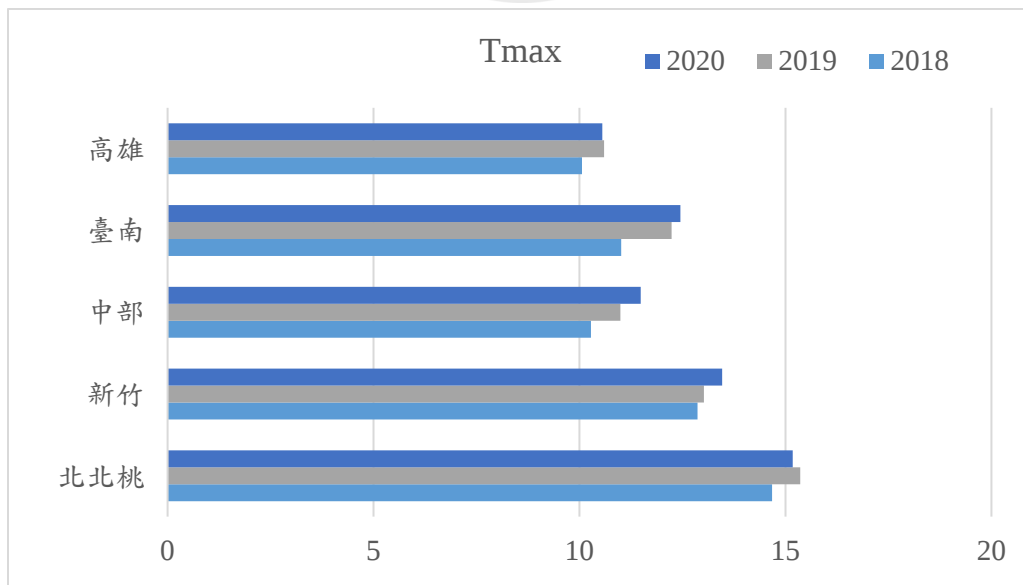


圖 4-8 2018-2020 年臺灣五大通勤圈小客車理論最長的通勤距離 (T_{max})

比較 2018 至 2020 年理論最長的通勤距離 (T_{max}) (圖 4-8)，北北桃通勤圈之理論最長的通勤距離 (T_{max}) 數值最高，約為 15 公里左右，與其他通勤圈有明顯之差距。而高雄通勤圈理論最長的通勤距離 (T_{max}) 數值最低，約 10 公里左右。準此，推測北北桃通勤圈之潛力通勤圈範圍最大，而高雄通勤圈最小。

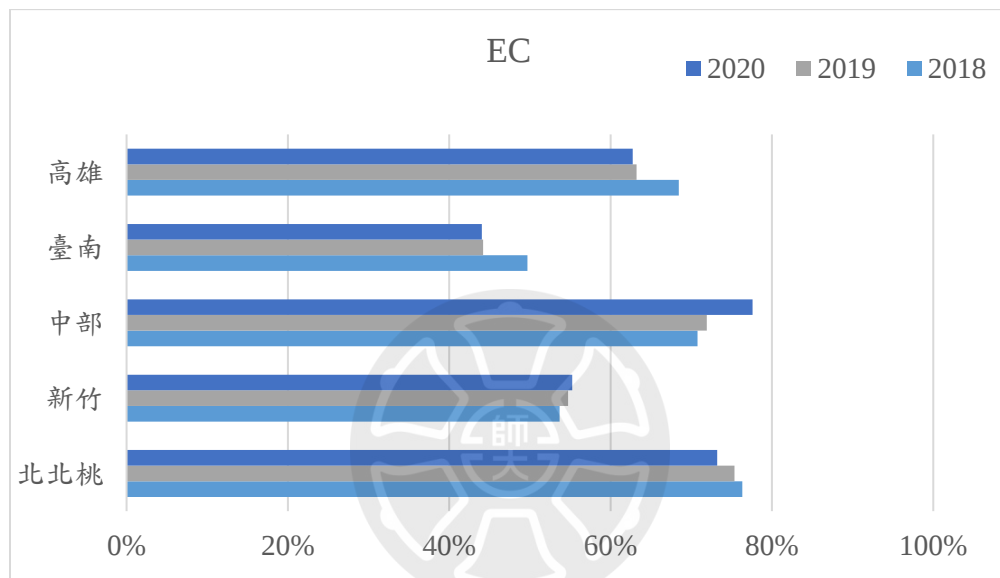


圖 4-9 2018-2020 年臺灣五大通勤圈超額通勤指數 (EC)

觀察 2018 至 2020 年臺灣五大通勤圈超額通勤指數 (EC) 的變化 (圖 4-9)，北北桃通勤圈、高雄通勤圈、臺南通勤圈逐年有些微降低的趨勢，而新竹通勤圈以及中部通勤圈則有逐年增加的趨勢，兩通勤圈通勤成本不斷上升，使得住業失衡現象更加明顯。另外，觀察到新竹通勤圈與北北桃通勤圈，兩者觀測平均的通勤距離 (T_{obs}) 數值相近，卻在超額通勤指數 (EC) 相差較大，此因北北桃通勤圈理想最短的通勤距離 (T_{min}) 的數值小於新竹通勤圈，導致北北桃通勤圈的超額通勤指數 (EC) 數值較大，因此其住業失衡較新竹通勤圈嚴重。

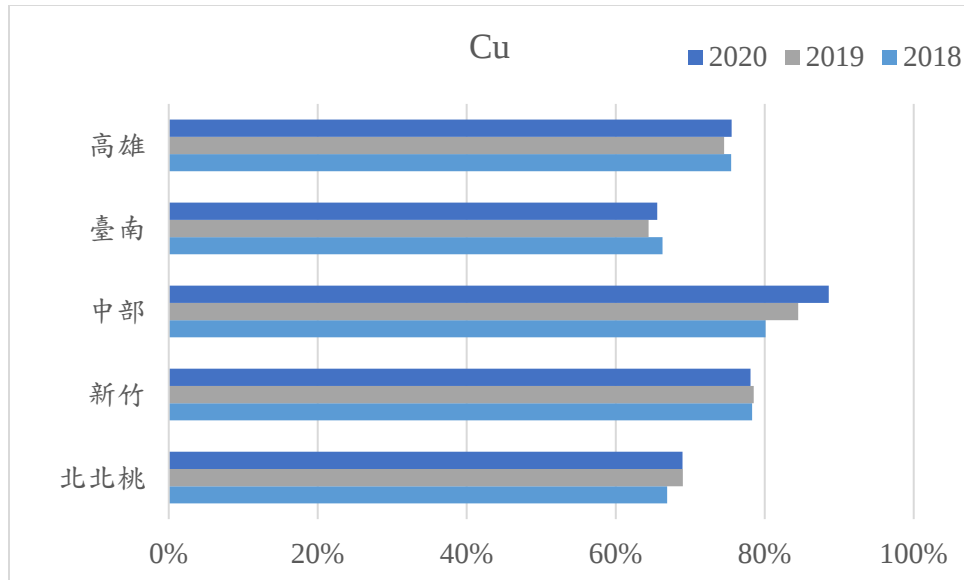


圖 4- 10 2018-2020 年臺灣五大通勤圈已消耗通勤潛力指數 (Cu)

觀察 2018 至 2020 年臺灣五大通勤圈已消耗通勤潛力指數 (Cu) 的變化 (圖 4-10)，相較於中部通勤圈逐年升高、變化較大，另外四者，北北桃通勤圈、新竹通勤圈、臺南通勤圈以及高雄通勤圈之已消耗通勤潛力指數 (Cu)，變化不大。這說明北北桃通勤圈、新竹通勤圈、臺南通勤圈、高雄通勤圈的通勤較為穩定，而中部通勤圈的通勤則逐年趨近飽和。

4.3 住業現象與分布

本小節以 J/H 比例及圓餅圖，呈現各交流道起、迄車次，以代表跨市鎮之居住、就業人次，探討各通勤圈之住業現象與分布。由於 2018 至 2020 年，各通勤圈住業分布，差異不大，因此本小節以 2020 年進行視覺化並分析。

根據 Margolis (1957)，當一區域為住業均衡時，其 J/H 比率介於 0.75 至 1.25；而比率大於 1.25，該區域以就業為主；當比率小於 0.75，則認為該區域以居住為主。因此本研究將各通勤圈篩選之交流道與流量，計算交流道之 J/H 比率，並將其視覺化。圖 4-11 至圖 4-15 為五大通勤圈之住業分布圖，圓圈位置即為交流道位置，而圓圈大小代表在該通勤圈內，該交流道站通勤總流量之比例，越大即越多，反之越少，並以黃色、藍色分別表示居住、就業人數在該交流道之占比。

4.3.1 北北桃通勤圈－住業現象與分布

根據表 4-6，北北桃通勤圈於 2020 年，總流量於全台排名前 300 名內，共有 38 個交流道，提供跨市鎮之居住數或是就業數。其中，J/H 比率介於 0.75 至 1.25，共有 12 個交流道；J/H 比率大於 1.25，以提供就業為主的交流道，共有 11 個；J/H 比率小於 0.75，以提供居住為主的交流道，共有 15 個。由於本研究資料採用總流量排名前 300 名之旅行，有部分交流道與北北桃通勤圈之起或迄旅行流量，於 300 名外，因此其對應之居住數或就業數為 0。

透過觀察圖 4-11，分析北北桃通勤圈之住業空間分布。

在臺北市，除了木柵、東湖交流道外，其餘交流道到達的通勤流量大於出發的通勤流量，因此臺北市對於北北桃通勤圈跨市鎮的通勤，以提供就業為主。

在新北市，三重、新店、安坑、樹林、三鶯交流道，出發的通勤流量較明顯大於到達的通勤流量，其餘交流道出發的通勤流量約等於到達的通勤流量，因此新

北市對於北北桃通勤圈跨市鎮的通勤，雖然兼以就業、居住的提供為主，較偏向以提供居住。

在桃園市，桃園、中壢、平鎮系統交流道，出發的通勤流量明顯大於到達的通勤流量，其餘交流道出發的通勤流量約等於到達的通勤流量，總流量也較小，因此桃園市對於北北桃通勤圈跨市鎮的通勤，則屬於提供居住為主。

另外基隆市與宜蘭縣，大多數交流道，出發的通勤流量大於到達的通勤流量，因此基隆市與宜蘭縣對於北北桃通勤圈跨市鎮的通勤，也屬於提供居住為主。

以通勤流量分析，圓圈最大、通勤占比最多的多位於新北市與臺北市，而又以臺北市、基隆市、宜蘭縣內各區所提供之就業與居住，占比相差較大，說明臺北市、基隆市、宜蘭縣提供之就業與居住為較不均衡的，迫使通勤者需要跨市鎮的通勤，導致超額通勤指數高達約 75%。

表 4-6 2020 年北北桃通勤圈－住業比例

縣市鄉鎮市區	交流道名	車流對應之 居住數	車流對應之 就業數	J/H 比例
臺北市松山區	下塔悠	0	313935	∞
基隆市七堵區	五堵	0	135613	∞
基隆市七堵區	瑪東系統	0	164451	∞
新北市汐止區	南港	127692	574942	4.50257
臺北市內湖區	堤頂	297345	1132477	3.80863
臺北市內湖區	內湖	598494	1521211	2.54173
臺北市文山區	萬芳	326371	645588	1.97808
臺北市大同區	環北	374502	618850	1.65246
新北市土城區	土城	1056025	1458899	1.3815
桃園市龍潭區	龍潭	228531	300895	1.31665
新北市汐止區	新台五路	365717	480039	1.3126

臺北市大安區	台北端	501837	627174	1.24976
臺北市大同區	台北	902986	1099901	1.21807
新北市中和區	中和	1114824	1328731	1.19188
新北市林口區	林口	2062021	2378862	1.15366
台北市中山區	圓山	1630548	1837936	1.12719
桃園市大溪區	大溪	653325	690358	1.05668
新北市鶯歌區	鶯歌系統	1387726	1391734	1.00289
桃園市桃園區	機場系統	479371	449951	0.93863
基隆市安樂區	基隆	318885	260264	0.81617
基隆市仁愛區	基隆端	393525	318885	0.81033
桃園市中壢區	內壢	270618	209844	0.77543
新北市五股區	五股	1961968	1511606	0.77045
新北市三峽區	三鶯	705459	505633	0.71674
新北市汐止區	汐止	250622	173395	0.69186
臺北市文山區	木柵	286791	185860	0.64807
臺北市內湖區	東湖	462590	281017	0.60749
桃園市蘆竹區	桃園	1245485	645296	0.51811
新北市新店區	安坑	1126099	566154	0.50276
新北市新店區	新店	356343	130543	0.36634
新北市樹林區	樹林	582031	202829	0.34848
新北市三重區	三重	855437	235214	0.27496
桃園市中壢區	中壢	113606	0	0
基隆市七堵區	八堵	87959	0	0
基隆市安樂區	基金	722040	0	0
基隆市七堵區	大華系統	273052	0	0
宜蘭縣宜蘭市	宜蘭	127004	0	0
桃園市平鎮區	平鎮系統	131258	0	0

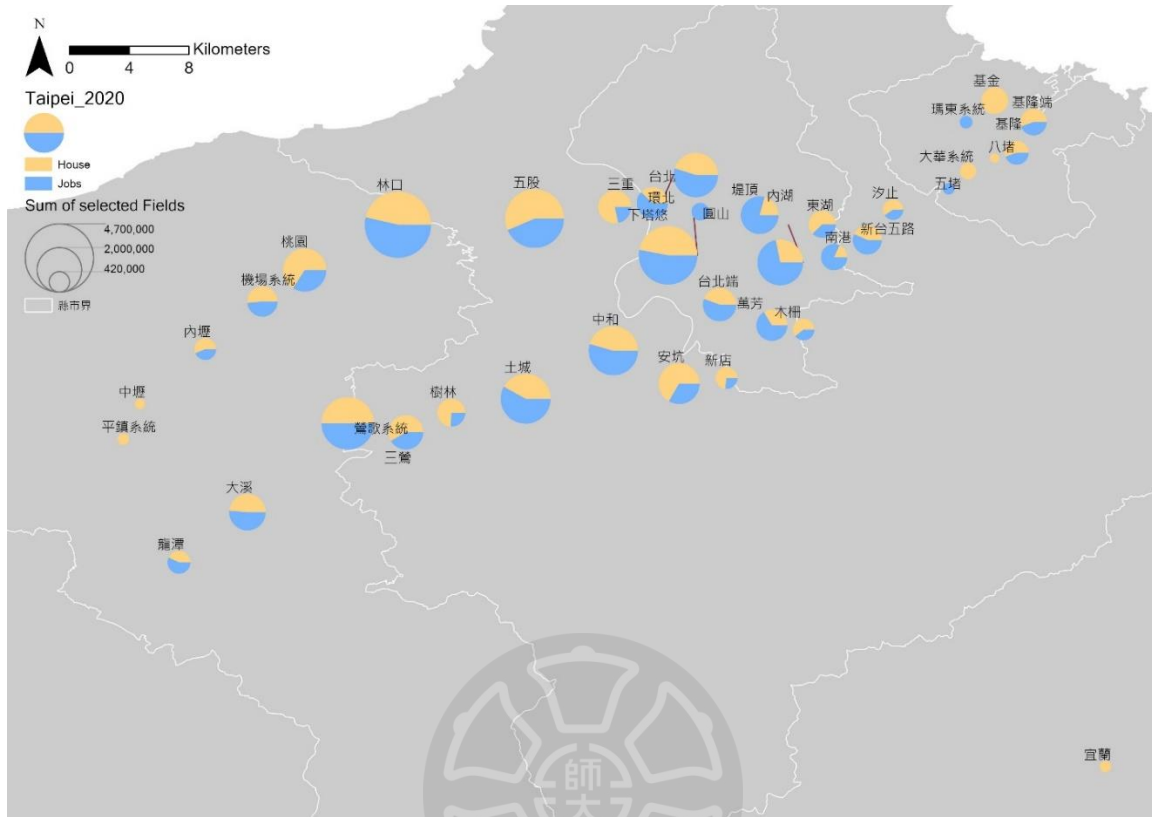


圖 4-11 2020 年北北桃通勤圈－住業分布

4.3.2 新竹通勤圈－住業現象與分布

根據表 4-7，新竹通勤圈於 2020 年，總流量於全台排名前 300 名內，共有 12 個交流道，提供跨市鎮之居住數或是就業數。其中，J/H 比率介於 0.75 至 1.25，僅有 1 個交流道；J/H 比率大於 1.25，以提供就業為主的交流道，共有 4 個；J/H 比率小於 0.75，以提供居住為主的交流道，共有 7 個。由於本研究資料採用總流量排名前 300 名之旅行，有部分交流道與新竹通勤圈之起或迄旅行流量，於 300 名外，因此其對應之居住數或就業數為 0。

透過觀察圖 4-12，分析新竹通勤圈之住業空間分布。在新竹通勤圈內，鄰近新竹科學園區的新竹與寶山交流道、竹南科學園區的香山交流道、新竹工業區的湖

口交流道，為新竹通勤圈提供了大量的就業機會，到達的通勤流量大於出發的通勤流量，因此，此四個交流道以提供就業為主。而平鎮系統、楊梅、竹北、竹林、茄苳、頭份、西濱交流道，出發的通勤流量大於到達的通勤流量，對於新竹通勤圈跨市鎮的通勤，則屬於提供居住為主。

以通勤流量分析，圓圈最大、通勤占比最多的為新竹交流道，與前文所述新竹交流道為新竹通勤圈主要核心，得以互相驗證。另外，由於各區所提供之就業與居住，除關西交流道約為50%，其餘占比相差較大，說明新竹通勤圈提供之就業與居住為不均衡的，迫使新竹通勤圈之通勤者，需要跨市鎮的通勤。

表 4-7 2020 年新竹通勤圈－住業比例

縣市鄉鎮市區	交流道名	車流對應之 居住數	車流對應之 就業數	J/H 比例
新竹縣寶山鄉	寶山	0	541112	∞
新竹市東區	新竹	1220640	2646334	2.167989
新竹縣湖口鄉	湖口	658263	1157421	1.758296
新竹市香山區	香山	253519	438159	1.728308
新竹縣關西鎮	關西	89167	97088	1.088833
新竹縣竹北市	竹北	1193828	698812	0.585354
新竹縣芎林鄉	竹林	411627	89167	0.216621
新竹市東區	茄苳	419529	90582	0.215914
苗栗縣頭份市	頭份	894190	177090	0.198045
桃園市平鎮區	平鎮系統	245374	0	0
桃園市楊梅區	楊梅	237772	0	0
苗栗縣竹南鎮	西濱	311856	0	0

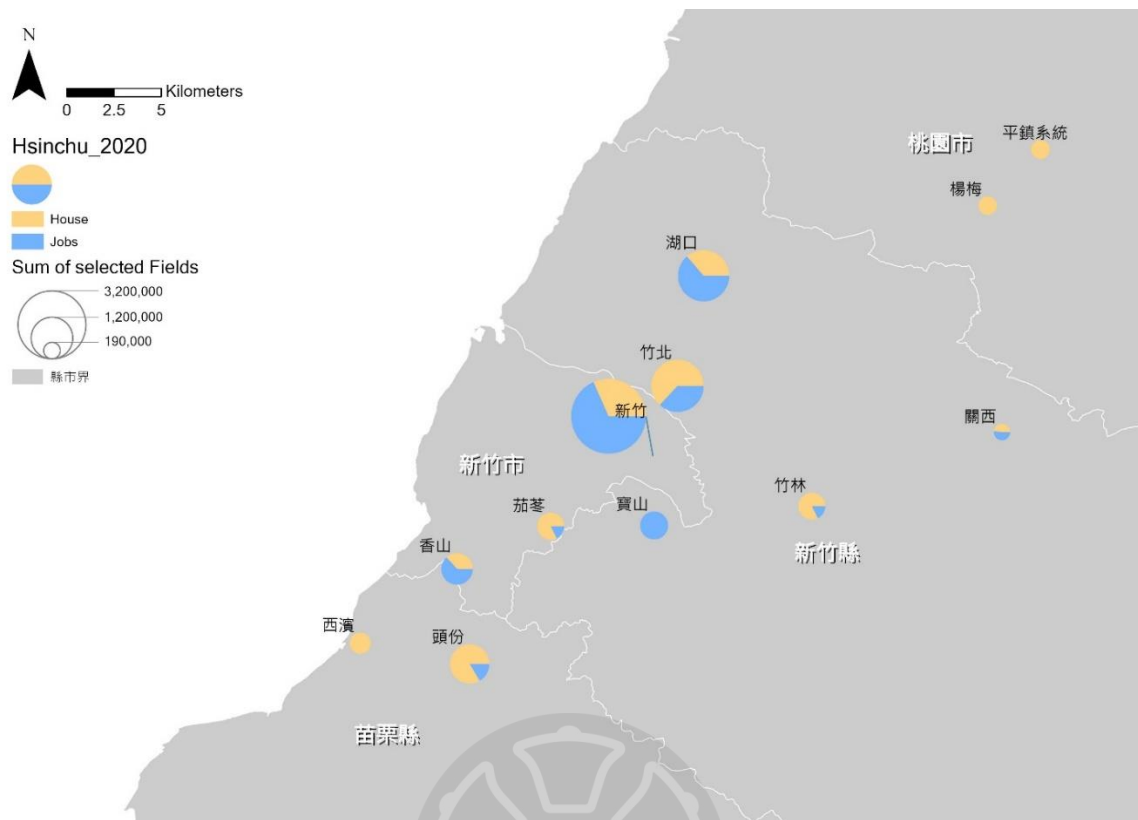


圖 4- 12 2020 年新竹通勤圈－住業分布

4.3.3 中部通勤圈－住業現象與分布

根據表 4-8，中部通勤圈於 2020 年，總流量於全台排名前 300 名內，共有 23 個交流道，提供跨市鎮之居住數或是就業數。其中，J/H 比率介於 0.75 至 1.25，共有 8 個交流道；J/H 比率大於 1.25，以提供就業為主的交流道，共有 8 個；J/H 比率小於 0.75，以提供居住為主的交流道，共有 7 個。由於本研究資料採用總流量排名前 300 名之旅行，有部分交流道與中部通勤圈之起或迄旅行流量，於 300 名外，因此其對應之居住數或就業數為 0。

透過觀察圖 4-13，分析中部通勤圈之住業空間分布。在中部通勤圈內，苑裡、后里、中港系統、龍井、臺中、南屯、快官、烏日、中興、南投交流道，到達的通勤流量大於出發的通勤流量，因此對於中部通勤圈跨市鎮的通勤，則屬於提供就業

為主。而大甲、臺中系統、豐原、大雅、和美、王田、中投、霧峰、彰化交流道，出發的通勤流量大於到達的通勤流量，則屬於提供居住為主。

以通勤流量分析，相較於新竹通勤圈，中部通勤圈比較沒有明顯仰賴的就業核心。以圓圈較大、流量較大的交流道探討，臺中系統、豐原、大雅、臺中、霧峰交流道之就業占比，最多僅約為 50%，而居住占比，也大致約為 50%~70%，說明各區提供的就業與居住數量相差不多，可以滿足住業需求。然而中部通勤圈的通勤者，多選擇跨市鎮的通勤，導致其超額通勤指數（EC）約為 70% 至 80% 相較於其他通勤圈，中部通勤圈多餘的通勤較為嚴重。

表 4-8 2020 年中部通勤圈－住業比例

縣市鄉鎮市區	交流道名	車流對應之 居住數	車流對應之 就業數	J/H 比例
臺中市清水區	中港系統	0	104022	∞
臺中市烏日區	烏日	0	229870	∞
苗栗縣苑裡鎮	苑裡	0	109046	∞
臺中市后里區	后里	98353	443582	4.510101
臺中市南屯區	南屯	187918	709201	3.773992
臺中市龍井區	龍井	142068	303040	2.133063
南投縣草屯鎮	中興	198979	296199	1.488594
南投縣南投市	南投	93820	117591	1.253368
彰化縣彰化市	快官	462292	556338	1.203434
南投縣草屯鎮	中興系統	171506	193811	1.130054
南投縣草屯鎮	草屯	115895	125457	1.082506
臺中市西屯區	台中	887558	952932	1.073656
臺中市霧峰區	霧峰系統	304966	305636	1.002197
臺中市沙鹿區	沙鹿	149762	142068	0.948625
臺中市大雅區	大雅	611701	535092	0.874761

臺中市神岡區	台中系統	657001	543905	0.82786
臺中市大肚區	王田	322736	233981	0.724992
臺中市霧峰區	霧峰	1157366	794219	0.68623
臺中市神岡區	豐原	813869	415421	0.510427
彰化縣彰化市	彰化	486962	231984	0.47639
臺中市霧峰區	中投	114297	0	0
彰化縣和美鎮	和美	153278	0	0
臺中市外埔區	大甲	213068	0	0

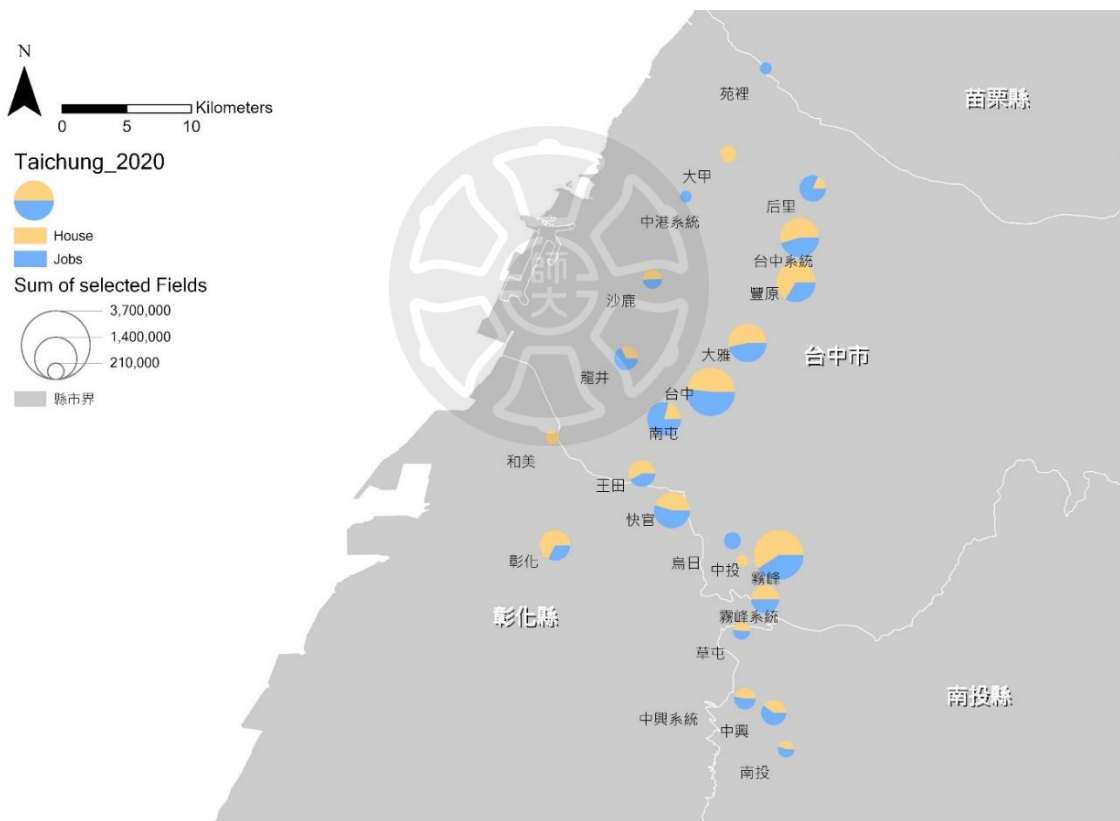


圖 4- 13 2020 年中部通勤圈－住業分布

4.3.4 臺南通勤圈－住業現象與分布

根據表 4-9，臺南通勤圈於 2020 年，總流量於全台排名前 300 名內，共有 10 個交流道，提供跨市鎮之居住數或是就業數。其中，J/H 比率介於 0.75 至 1.25，共有 2 個交流道；J/H 比率大於 1.25，以提供就業為主的交流道，共有 4 個；J/H 比率小於 0.75，以提供居住為主的交流道，共有 4 個。由於本研究資料採用總流量排名前 300 名之旅行，有部分交流道與臺南通勤圈之起或迄旅行流量，於 300 名外，因此其對應之居住數或就業數為 0。

觀察圖 4-14，分析臺南通勤圈之住業空間分布。在臺南通勤圈內，安定、臺南系統、新化系統、仁德系統、高科交流道，到達的通勤流量大於出發的通勤流量，因此對於臺南通勤圈跨市鎮的通勤，則屬於提供就業為主。而新營、永康、大灣、仁德、關廟交流道，出發的通勤流量大於到達的通勤流量，則屬於提供居住為主。

以通勤流量分析，臺南通勤圈內交流道之出發的通勤流量與到達的通勤流量，相差都較大，說明臺南通勤圈各區提供之就業與居住為不均衡的，迫使臺南通勤圈之通勤者，需要跨市鎮的通勤。

表 4-9 2020 年臺南通勤圈－住業比例

縣市鄉鎮市區	交流道名	車流對應之 居住數	車流對應之 就業數	J/H 比例
臺南市安定區	安定	0	532752	∞
臺南市新市區	新化系統	0	210045	∞
高雄市路竹區	高科	0	120729	∞
臺南市安定區	台南系統	425159	680514	1.600611
臺南市仁德區	仁德系統	390418	484151	1.240084
臺南市永康區	永康	410239	331446	0.807934
臺南市東區	仁德	785472	257197	0.327443
臺南市永康區	大灣	377889	104984	0.277817
臺南市新營區	新營	122596	0	0

臺南市關廟區	關廟	210045	0	0
--------	----	--------	---	---

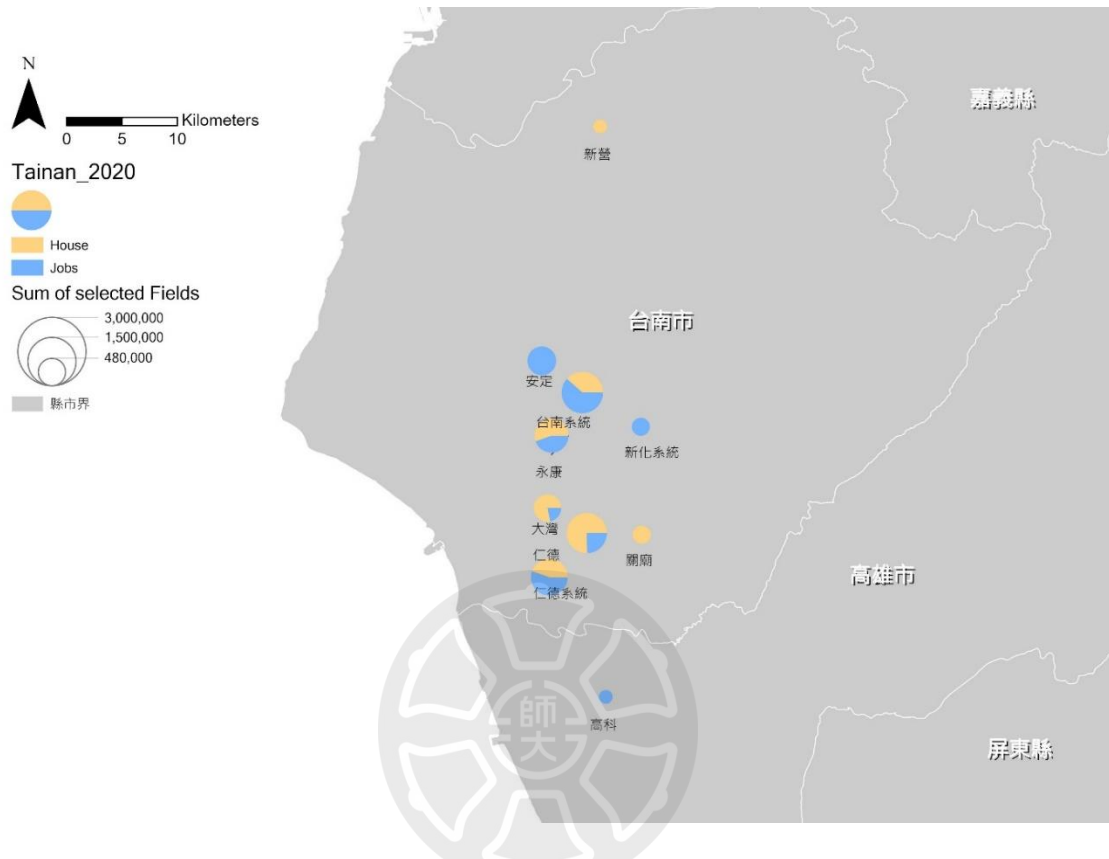


圖 4-14 2020 年臺南通勤圈－住業分布

4.3.5 高雄通勤圈－住業現象與分布

根據表 4-10，高雄通勤圈於 2020 年，總流量於全台排名前 300 名內，共有 11 個交流道，提供跨市鎮之居住數或是就業數，由於瑞隆路交流道僅設南向出口，五甲系統交流道設有北向入口與南向出口，兩交流道僅間隔約一公里，因此假設兩交流道代表同一地區。其中，J/H 比率介於 0.75 至 1.25，共有 4 個交流道；J/H 比率大於 1.25，以提供就業為主的交流道，共有 4 個；J/H 比率小於 0.75，以提供居住為主的交流道，共有 2 個。由於本研究資料採用總流量排名前 300 名之旅行，有部分交流道與高雄通勤圈之起或迄旅行流量，於 300 名外，因此其對應之居住數或就業數為 0。

透過觀察圖 4-15，分析高雄通勤圈之住業空間分布。在高雄通勤圈內，仁德系統、高科、岡山、高雄、瑞隆路、燕巢交流道，到達的通勤流量大於出發的通勤流量，因此對於高雄通勤圈跨市鎮的通勤，則屬於提供就業為主。而高雄、五甲系統、九如交流道，出發的通勤流量大於到達的通勤流量，則屬於提供居住為主。另外，楠梓、鼎金系統、高雄端交流道，出發的通勤流量約等於到達的通勤流量，表示就業、居住的提供兼等。

以通勤流量分析，以圓圈大小來看，該地區提供之就業與居住數量約略相等。而高雄通勤圈內圓圈較大者，除了高雄交流道，其餘主要的交流道，出發的通勤流量約等於到達的通勤流量。

表 4-10 2020 年高雄通勤圈－住業比例

縣市鄉鎮市區	交流道名	車流對應之 居住數	車流對應之 就業數	J/H 比例
臺南市仁德區	仁德系統	0	99054	∞
高雄市路竹區	高科	0	334150	∞
高雄市燕巢區	燕巢系統	92476	147783	1.598069
高雄市燕巢區	岡山	446320	666018	1.492243
高雄市鳳山區	五甲系統/瑞隆路	1897533	2258205	1.190074
高雄市仁武區	鼎金系統	1684577	1752995	1.040614
高雄市鳳山區	高雄端	98415	98415	1
高雄市楠梓區	楠梓	1068119	969235	0.907422
屏東縣九如鄉	九如	147783	92476	0.625755
高雄市三民區	高雄	2511330	1528222	0.608531

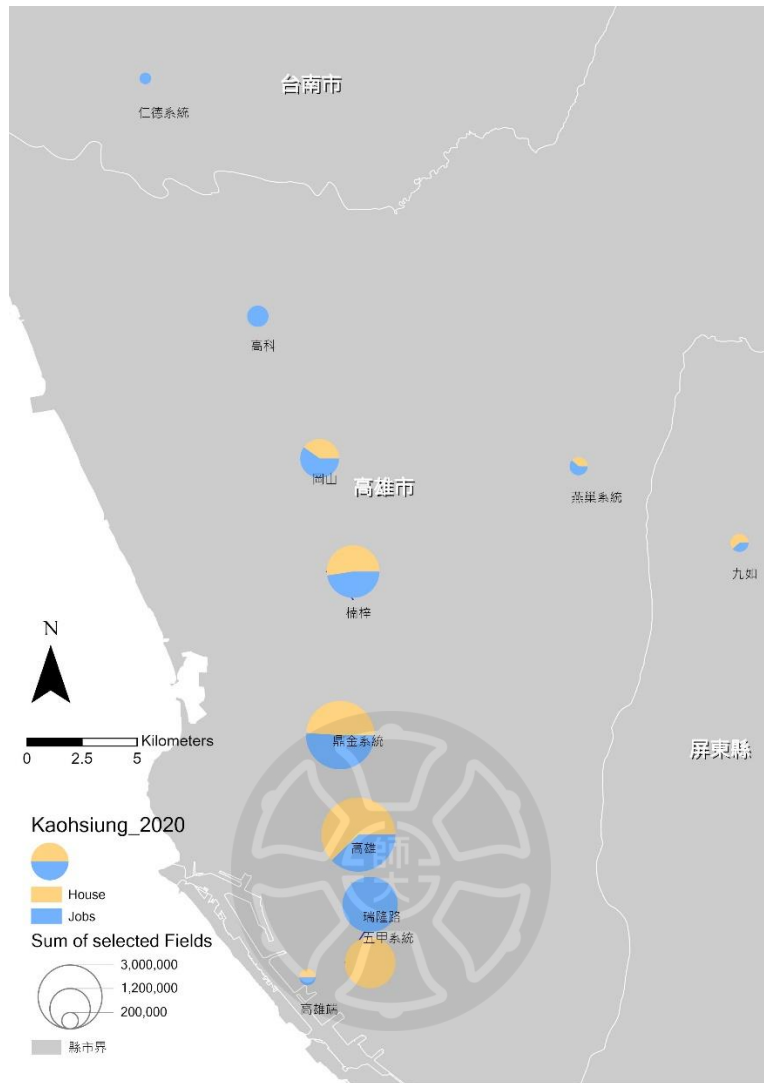


圖 4- 15 2020 年高雄通勤圈－住業分布

4.3.6 綜合比較－住業現象與分布

綜合比較臺灣五大通勤圈的住業分布，北北桃、中部、高雄通勤圈內，各交流道之住業數，較為均勻、相差不大。通勤圈內的民眾選擇以跨市鎮的通勤，而非就地居住與就業。相對於理想住業均衡情況下，需要花費較多額外的通勤成本，因此三者之超額通勤指數較高。

反之，新竹通勤圈與臺南通勤圈內，各交流道之住業數，較不均勻、相差較大，迫使兩通勤圈之通勤者，需要跨市鎮的通勤，因此，新竹通勤圈與臺南通勤圈其超額通勤指數相較於其餘三者較低。



4.4 通勤影響區

本節將探討臺灣五大通勤圈超額通勤指標中，三項主要變數之視覺化：每台小客車平均的觀測通勤距離（ T_{obs} ）、每台小客車理想最短的通勤距離（ T_{min} ）、每台小客車理論最長的通勤距離（ T_{max} ）。進行空間視覺化後，推測各通勤圈影響之通勤往來範圍，即通勤影響區。復將繪製出的通勤圈，搭配國土測繪中心的土地利用圖資，透過商業區（紅色）、住宅區（黃色），觀察通勤圈主要之土地利用與將來發展趨勢。

雖然數值上，每台小客車平均的觀測通勤距離（ T_{obs} ）、每台小客車理想最短的通勤距離（ T_{min} ）、每台小客車理論最長的通勤距離（ T_{max} ），2018 至 2020 年都有些許變化，但資料受限於高速公路上，大多數仍不及下一個交流道，因此各通勤圈之通勤影響區範圍相差不大，本小節將以 2020 年進行視覺化並分析。

4.4.1 北北桃通勤圈－通勤影響區

以大臺北地區為核心的北北桃通勤圈，在以實際的居住、就業供給的分布條件下，小客車理想最短的通勤範圍（ T_{min} ）（圖 4-16）最遠影響到桃園市楊梅區、龍潭區、基隆市、宜蘭縣宜蘭市、壯圍鄉、羅東鎮；小客車目前觀測的通勤範圍（ T_{obs} ）（圖 4-17）以理想最短通勤影響範圍往南擴及新竹縣關西鎮、新埔鎮，東南方則往外擴及宜蘭縣頭城鎮、礁溪鄉、冬山鄉；小客車不理想最長的通勤範圍（ T_{max} ）（圖 4-18）相較於目前觀測的影響通勤範圍（ T_{obs} ）往南蔓延至新竹縣關西鎮為主。

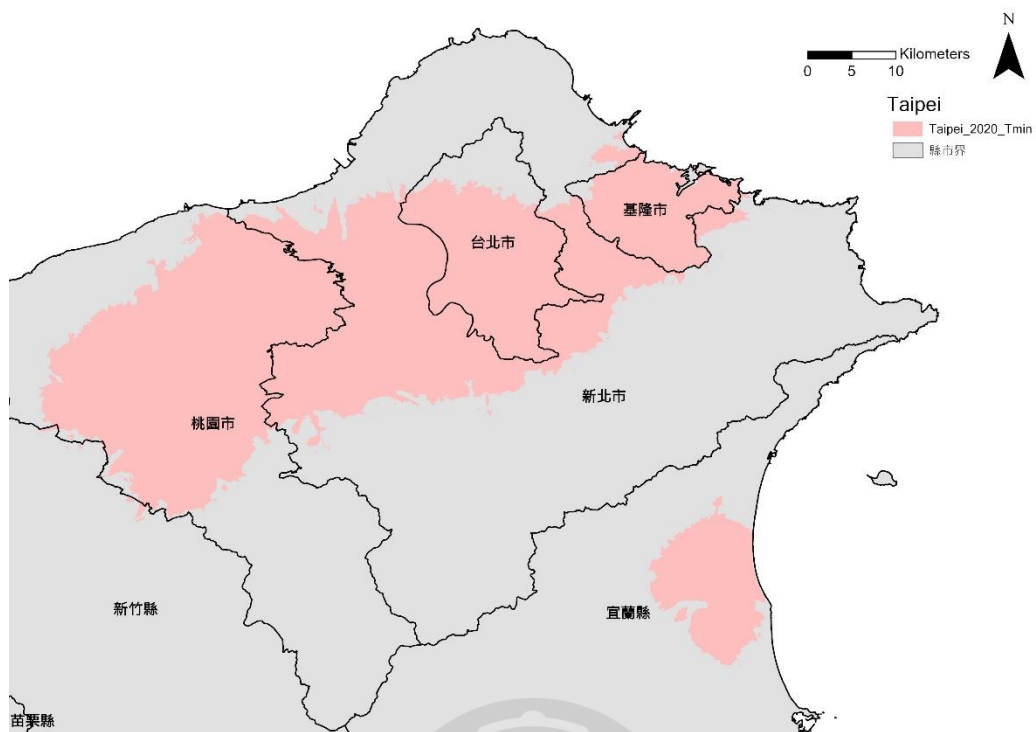


圖 4- 16 2020 年北北桃通勤圈— T_{min} 通勤影響區

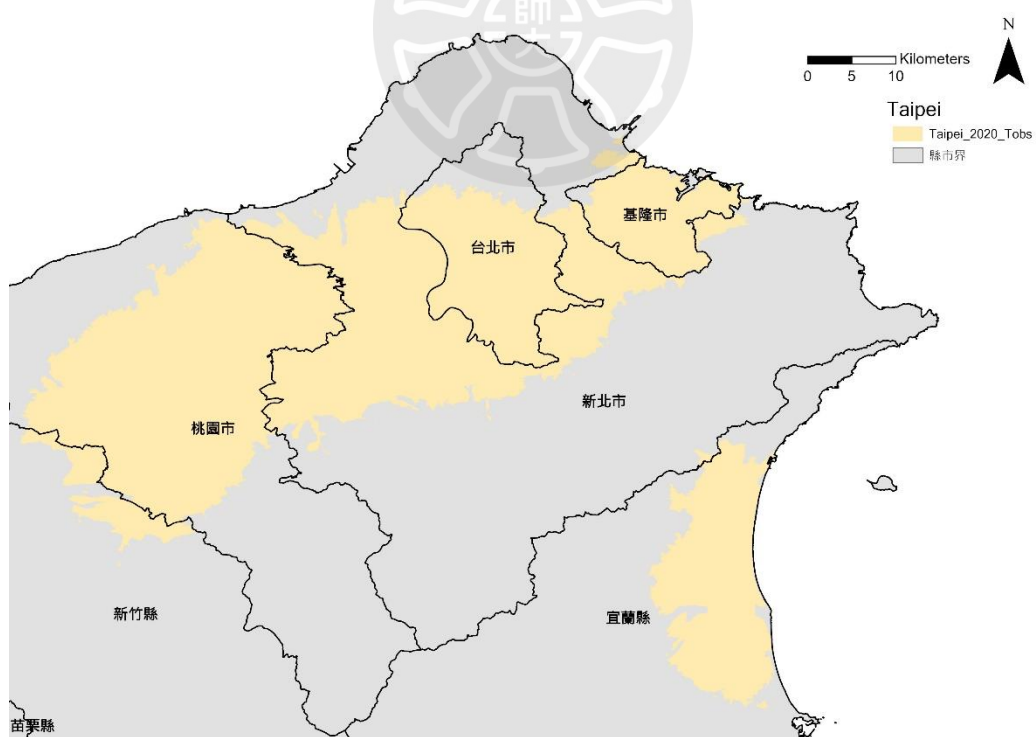


圖 4- 17 2020 年北北桃通勤圈— T_{obs} 通勤影響區

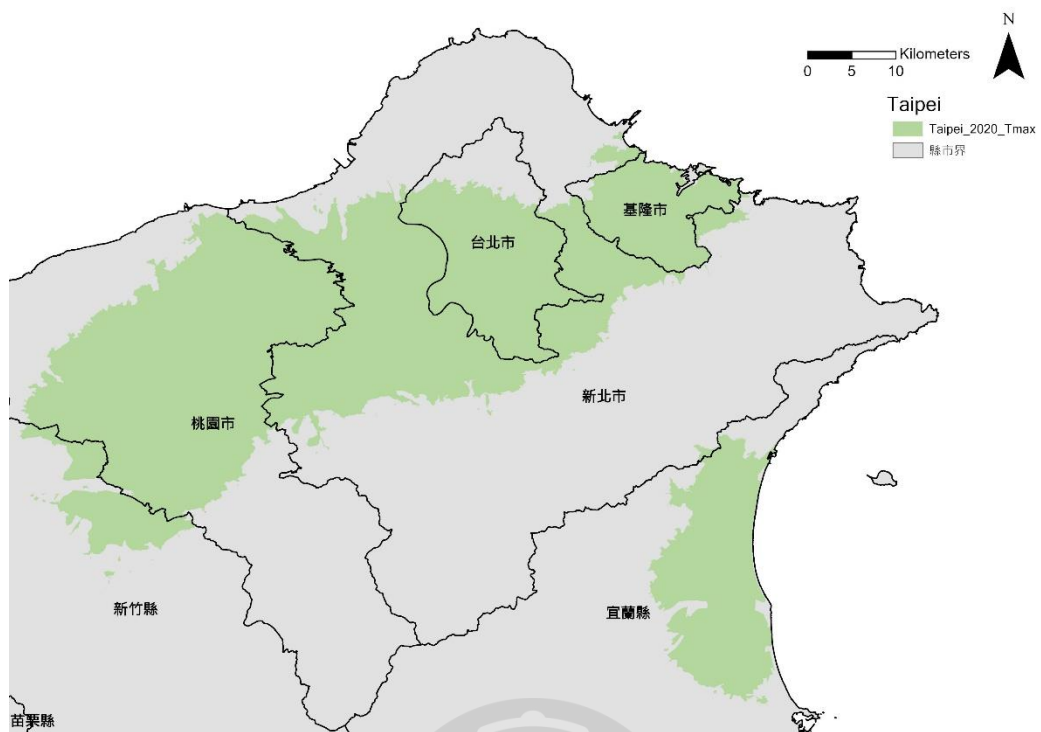


圖 4- 18 2020 年北北桃通勤圈— T_{max} 通勤影響區

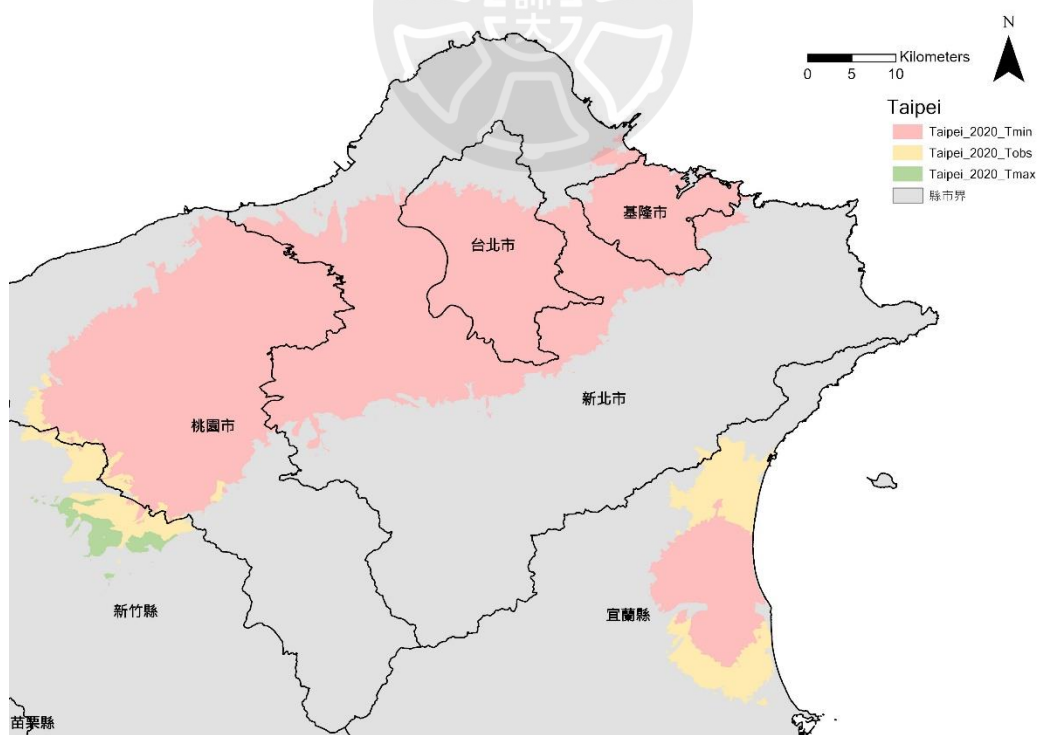


圖 4- 19 2020 年北北桃通勤圈— T_{min} 、 T_{obs} 、 T_{max} 通勤影響區

將北北桃通勤圈每台小客車平均的觀測通勤距離 (T_{obs})、每台小客車理想最短的通勤距離 (T_{min})、每台小客車理論最長的通勤距離 (T_{max}) 之通勤影響區與土地利用進行疊圖。透過 (圖 4-20) 觀察北北桃通勤圈於新竹縣關西鎮，平均觀測通勤影響區 (T_{obs}) 之邊界，與建築土地利用密集之分布圖徵相似，其範圍內，多數為亮黃色土地利用，推測新竹縣關西鎮對於北北桃通勤圈主要以提供居住為主。理論最長的通勤影響區 (T_{max}) 範圍內，大多為亮黃色土地利用，推測北北桃通勤圈之潛力發展範圍向外擴張，主要以提供居住為主。

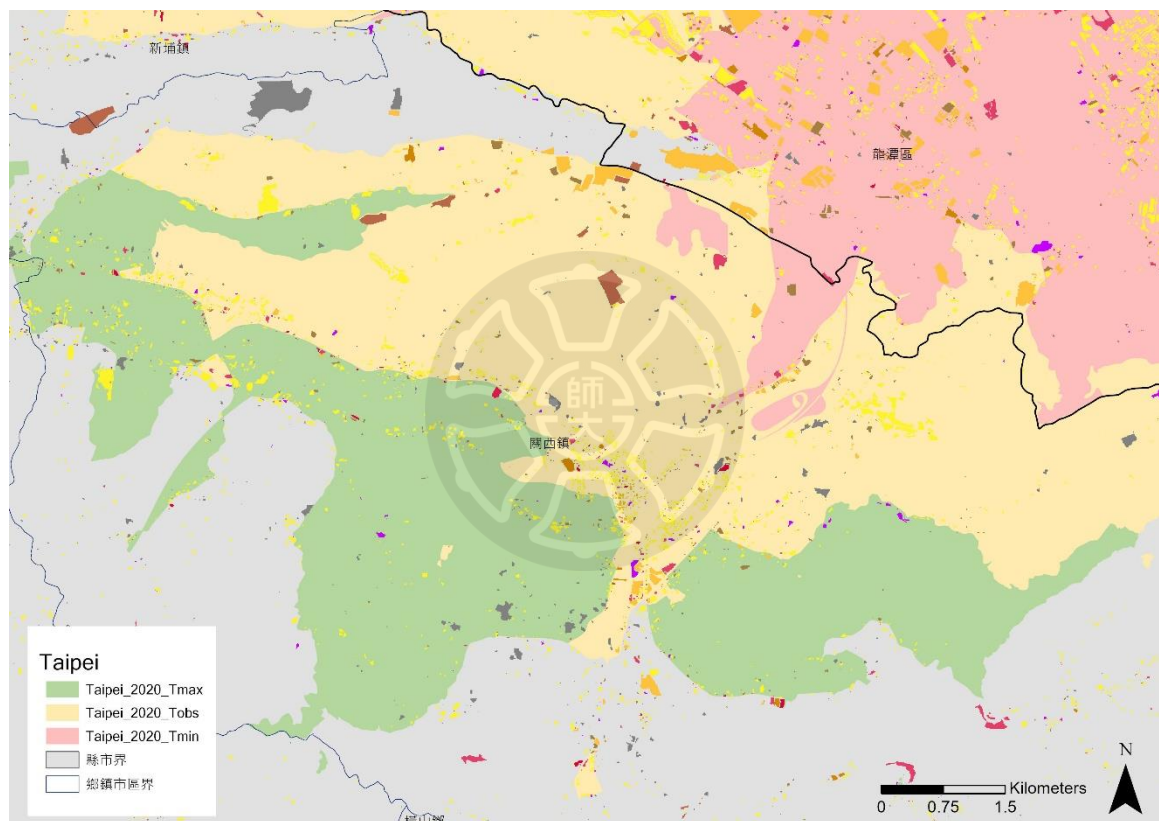


圖 4-20 2020 年北北桃通勤影響區與土地利用疊圖

4.4.2 新竹通勤圈－通勤影響區

新竹為主的新竹通勤圈，在以實際的居住、就業供給的分布條件下，小客車理想最短的通勤範圍 (T_{min}) (圖 4-20) 往北最遠影響到桃園市平鎮區、中壢區，往南則影響至苗栗縣竹南鎮、頭份鎮、後龍鎮與造橋鄉；小客車目前觀測的通勤範

圍 (T_{obs}) (圖 4-21) 以理想最短通勤影響範圍往北擴及桃園市桃園區、蘆竹、大園區、八德區，往南擴及苗栗縣後龍鎮、苗栗市；小客車不理想最長的通勤範圍 (T_{max}) (圖 4-22) 相較於目前觀測的影響通勤範圍往北蔓延至桃園市蘆竹區與龜山區為主。

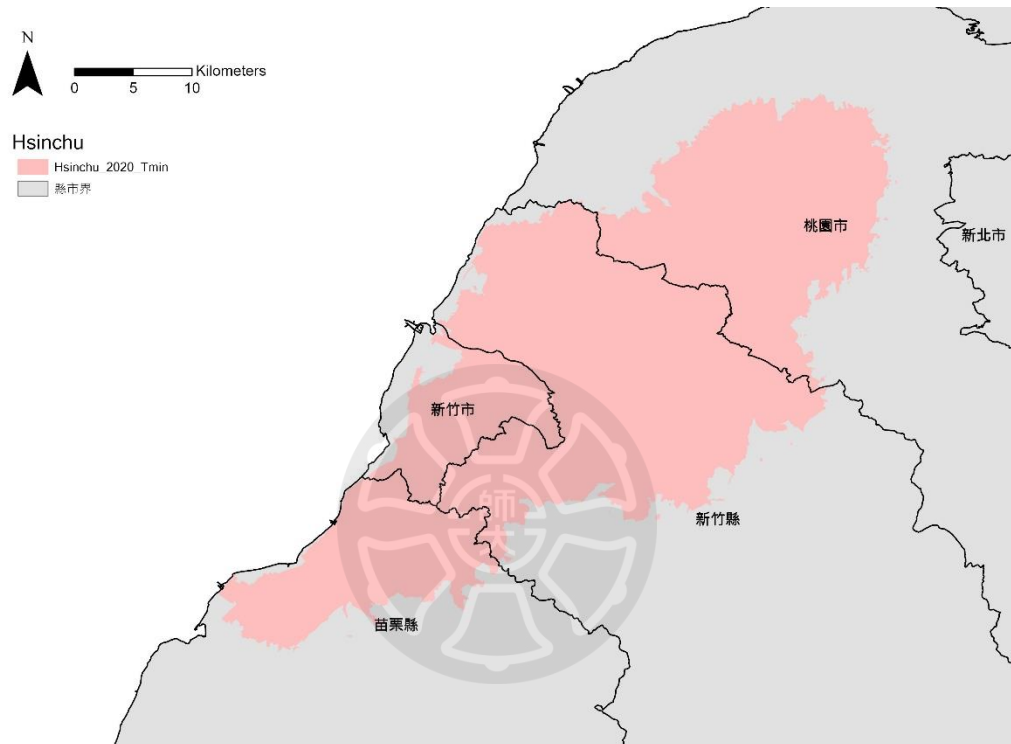


圖 4- 21 2020 年新竹通勤圈— T_{min} 通勤影響區

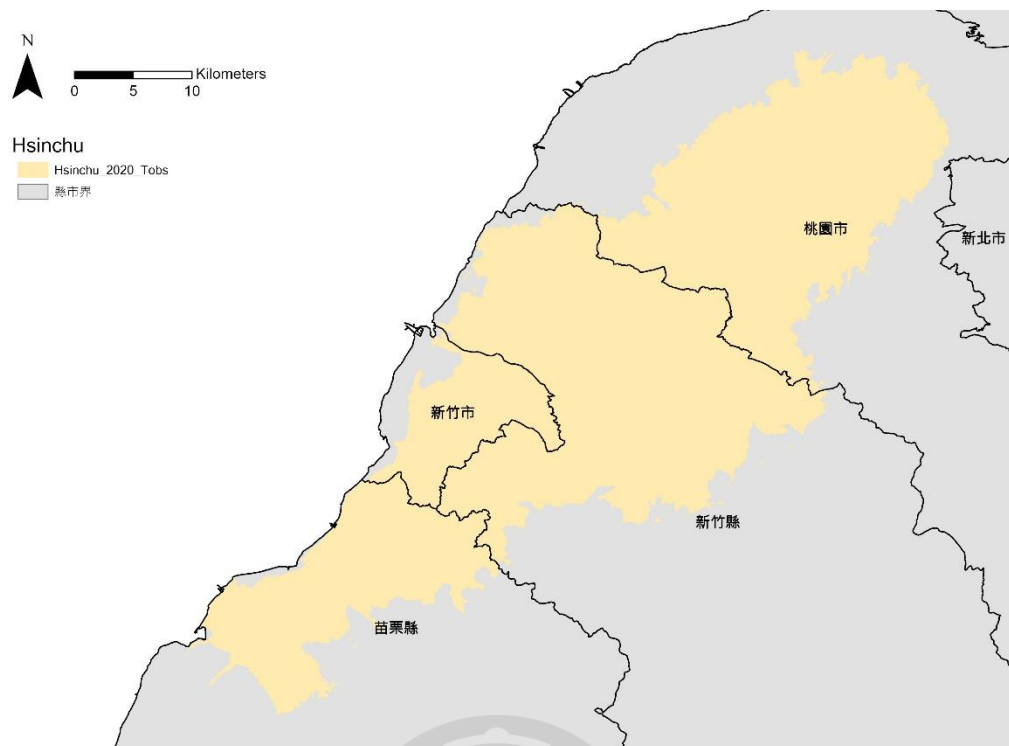


圖 4-22 2020 年新竹通勤圈— T_{obs} 通勤影響區

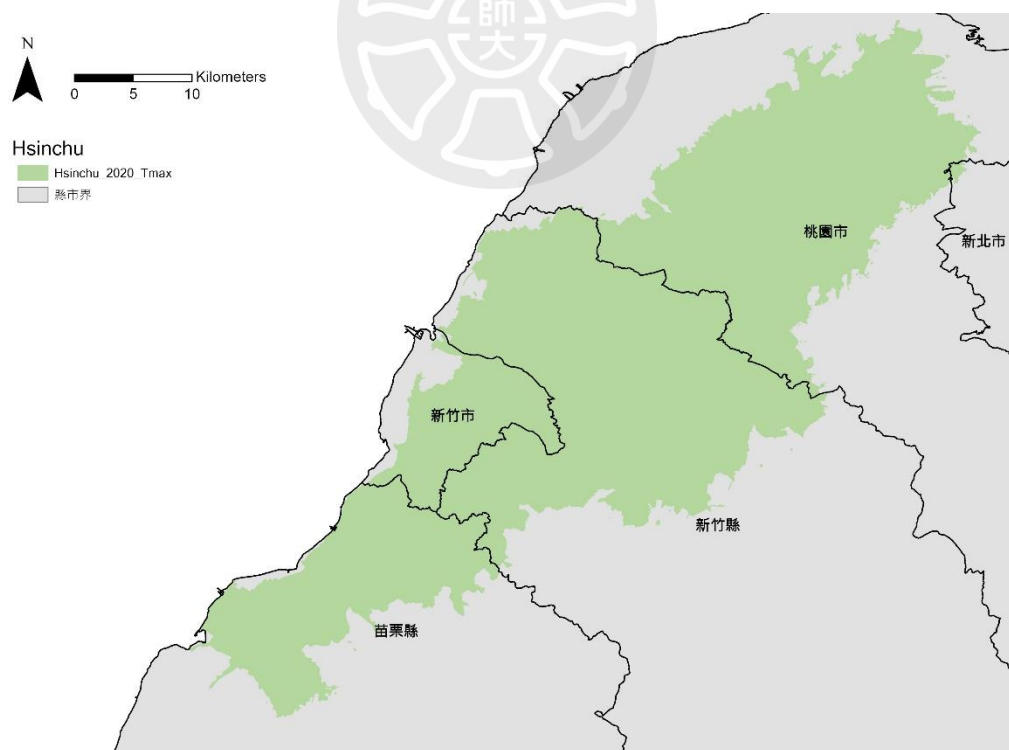


圖 4-23 2020 年新竹通勤圈— T_{max} 通勤影響區

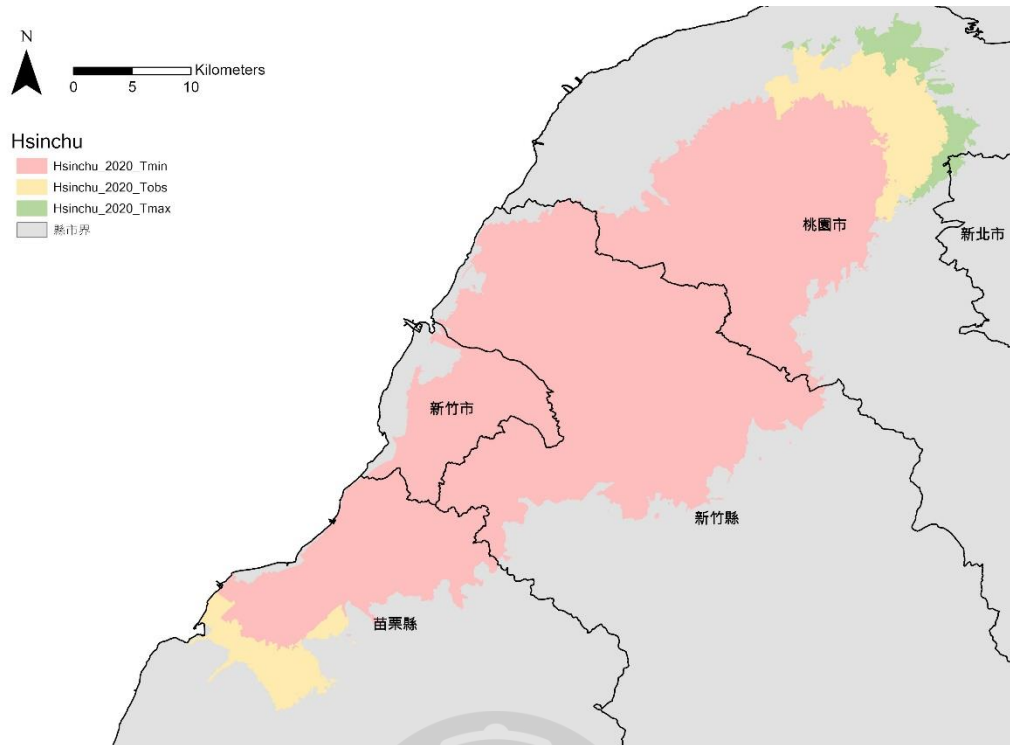


圖 4-24 2020 年新竹通勤圈— T_{min} 、 T_{obs} 、 T_{max} 通勤影響區

將新竹通勤圈每台小客車平均的觀測通勤距離 (T_{obs})、每台小客車理想最短的通勤距離 (T_{min})、每台小客車理論最長的通勤距離 (T_{max}) 之通勤影響區與土地利用進行疊圖。透過 (圖 4-25) 觀察新竹通勤圈於桃園市，理論最長的通勤影響區 (T_{max}) 之邊界，與建築土地利用密集之分布圖徵相似，其範圍內，大多為深黃色土地利用，推測新竹

通勤圈之潛力發展範圍向桃園市擴張，主要以提供製造業之就業為主。

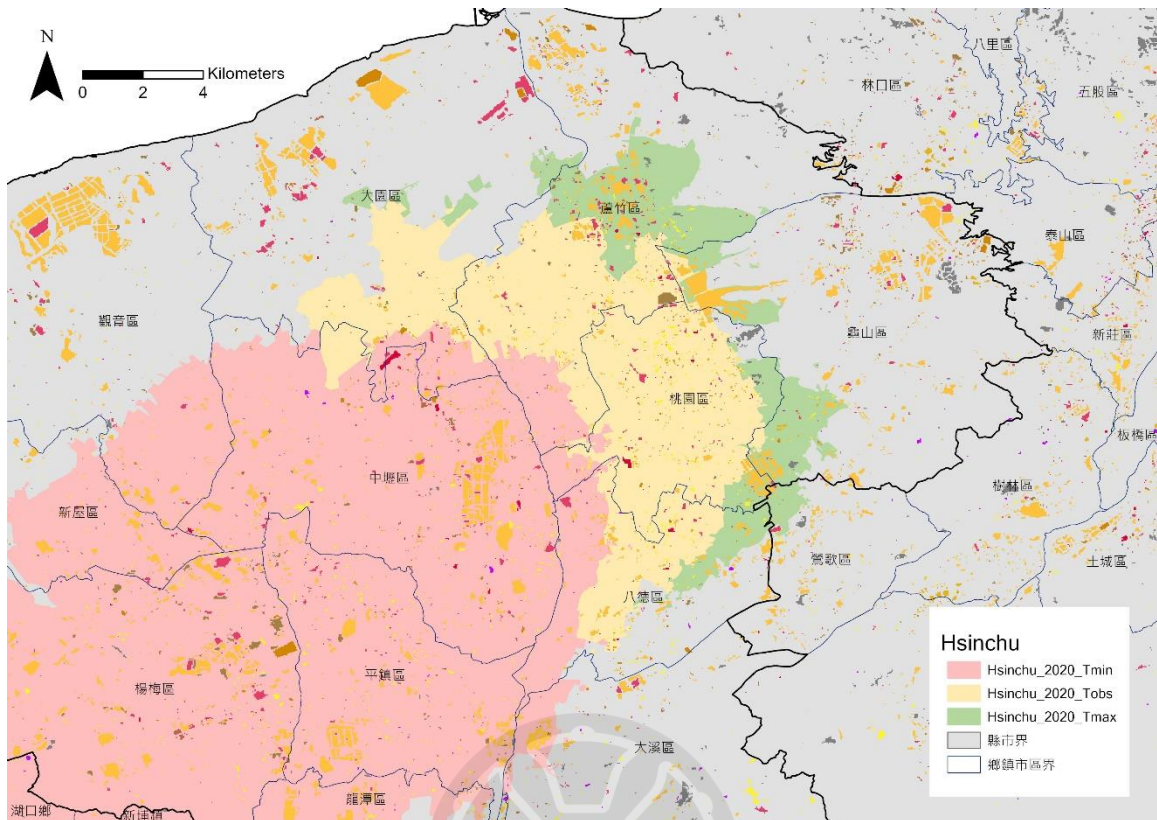


圖 4-25 2020 年新竹通勤影響區與土地利用疊圖

4.4.3 中部通勤圈－通勤影響區

以臺中市為核心的中部通勤圈，在以實際的居住、就業供給的分布條件下，小客車理想最短的通勤範圍（ T_{min} ）（圖 4-24）以北最遠影響到苗栗縣苑裡鎮，以南則影響至彰化縣鹿港鎮、秀水鄉、員林鎮、南投縣草屯鎮、南投市；小客車目前觀測的通勤範圍（ T_{obs} ）（圖 4-25）以理想最短通勤影響範圍往南擴及南投縣南投市、名間鄉；小客車不理想最長的通勤範圍（ T_{max} ）（圖 4-26）相較於目前觀測的影響通勤範圍往南蔓延至彰化縣花壇鄉、大村鄉、埔鹽鄉、溪湖鎮、埔心鄉、永靖鄉。

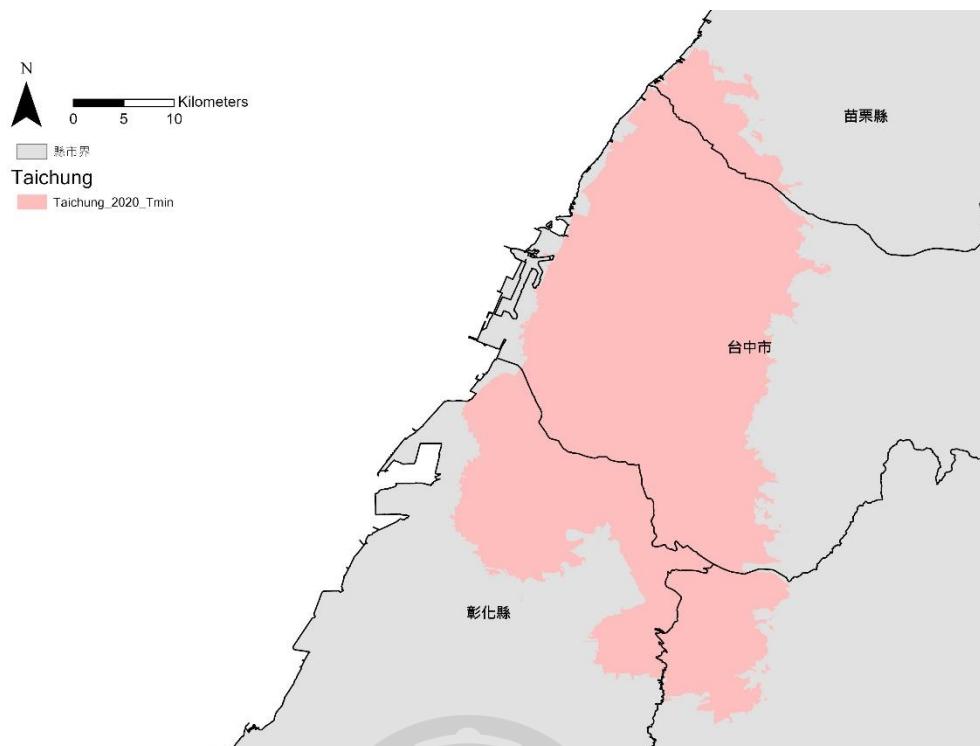


圖 4-26 2020 年中部通勤圈— T_{min} 通勤影響區

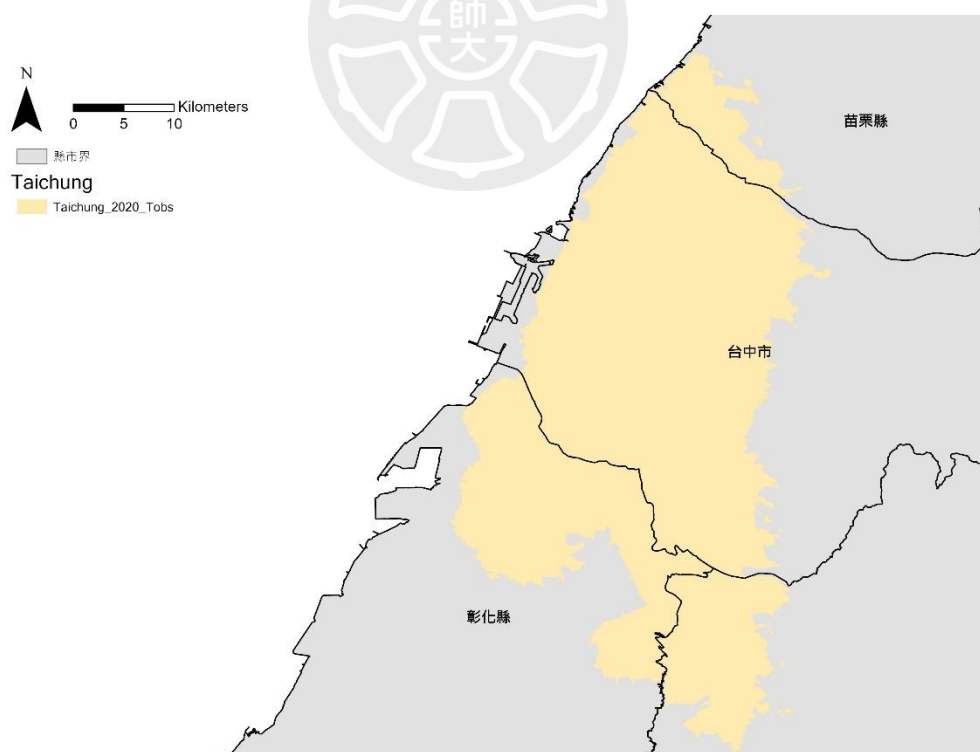


圖 4-27 2020 年中部通勤圈— T_{obs} 通勤影響區

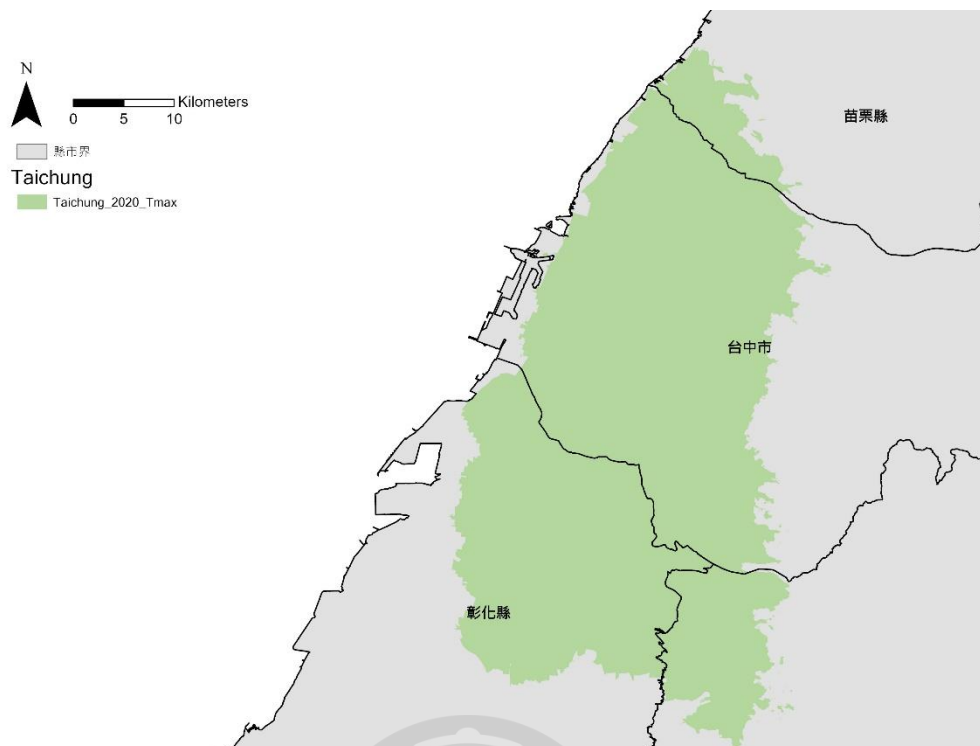


圖 4-28 2020 年中部通勤圈— T_{max} 通勤影響區

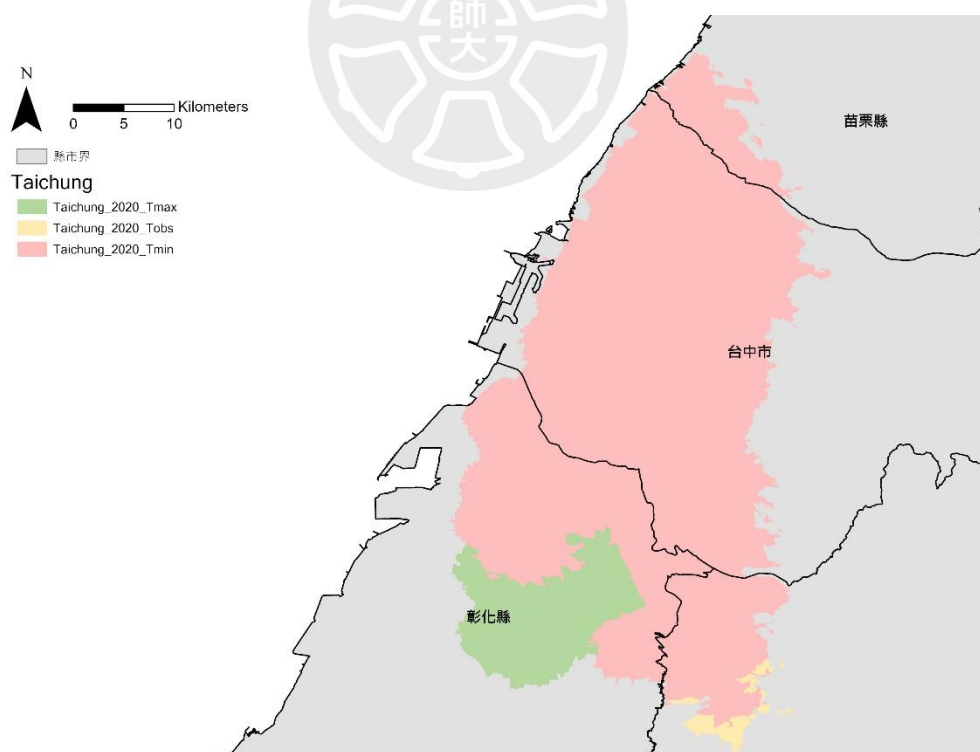


圖 4-29 2020 年中部通勤圈— T_{min} 、 T_{obs} 、 T_{max} 通勤影響區

將中部通勤圈每台小客車平均的觀測通勤距離 (T_{obs})、每台小客車理想最短的通勤距離 (T_{min})、每台小客車理論最長的通勤距離 (T_{max}) 之通勤影響區與土地利用進行疊圖。透過 (圖 4-30) 觀察中部通勤圈於彰化縣，平均觀測通勤影響區 (T_{obs}) 與理想最短通勤影響區 (T_{min}) 範圍內，多數為亮黃色土地利用，推測彰化縣對於中部通勤圈主要以提供居住為主。理論最長的通勤影響區 (T_{max}) 範圍內，大多為亮黃色土地利用，部分位於員林鎮與溪湖鎮為紅色、大村鄉為深黃色，推測中部通勤圈之潛力發展範圍向外擴張，主要以提供居住為主，部分則提供以商業、製造業之就業。

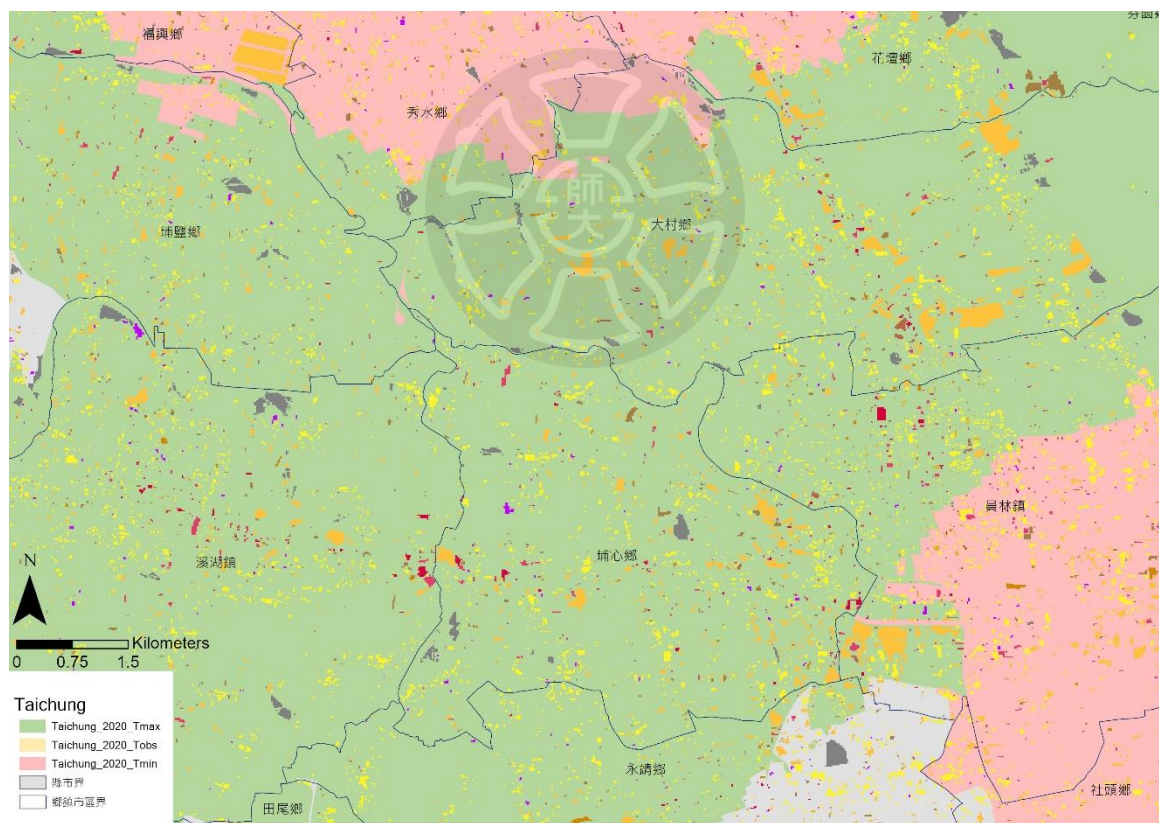


圖 4-30 2020 年中部通勤影響區與土地利用疊圖

4.4.4 臺南通勤圈－通勤影響區

以臺南市為主的臺南通勤圈，在以實際的居住、就業供給的分布條件下，小客車理想最短的通勤範圍 (T_{min}) (圖 4-28) 以北最遠影響到臺南市後壁區、新營區、鹽水區，以南則影響至高雄市路竹區、岡山區。小客車目前觀測的通勤範圍 (T_{obs}) (圖 4-29) 以理想最短通勤影響範圍往北擴及臺南市官田區、大內區，往南擴及高雄市燕巢區、橋頭區、楠梓區。而臺南通勤圈之小客車不理想最長的通勤範圍 (T_{max}) (圖 4-30) 與目前觀測的影響通勤範圍相同，這是由於本研究基於高速公路路網進行篩選各通勤影響之交流道，再推估交流道服務範圍，而臺南通勤圈觀測的通勤影響交流道 3 公里範圍內沒有其餘交流道，因此導致觀測通勤影響範圍與不理想通勤範圍相同。

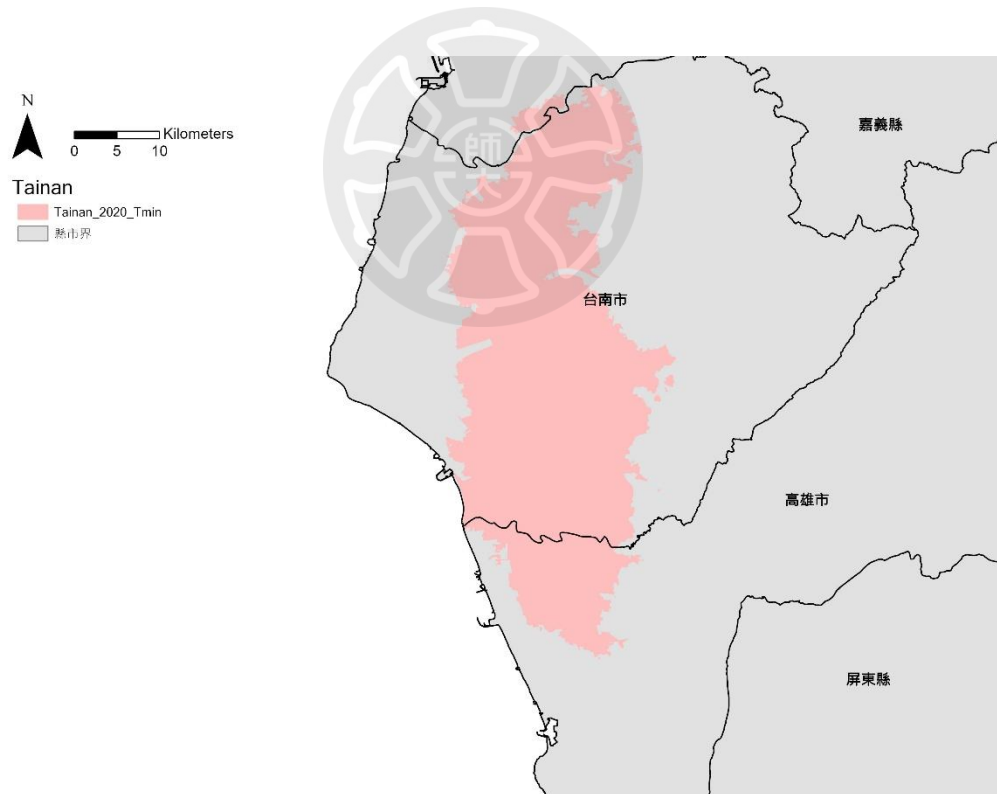


圖 4-31 2020 年臺南通勤圈－ T_{min} 通勤影響區

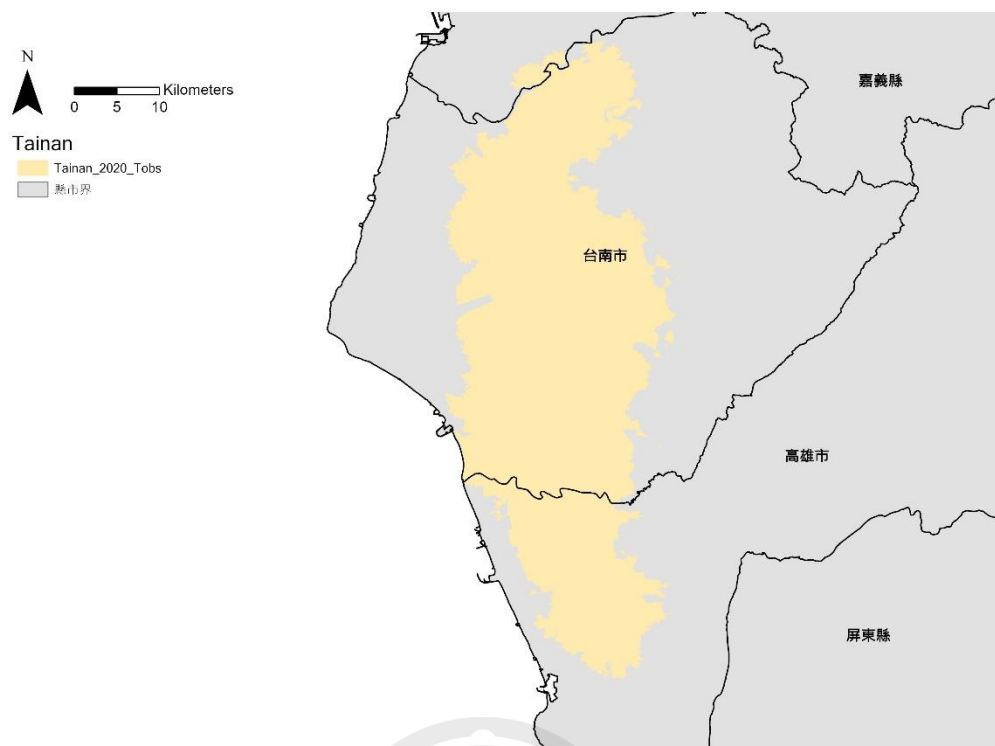


圖 4-32 2020 年臺南通勤圈— T_{obs} 通勤影響區

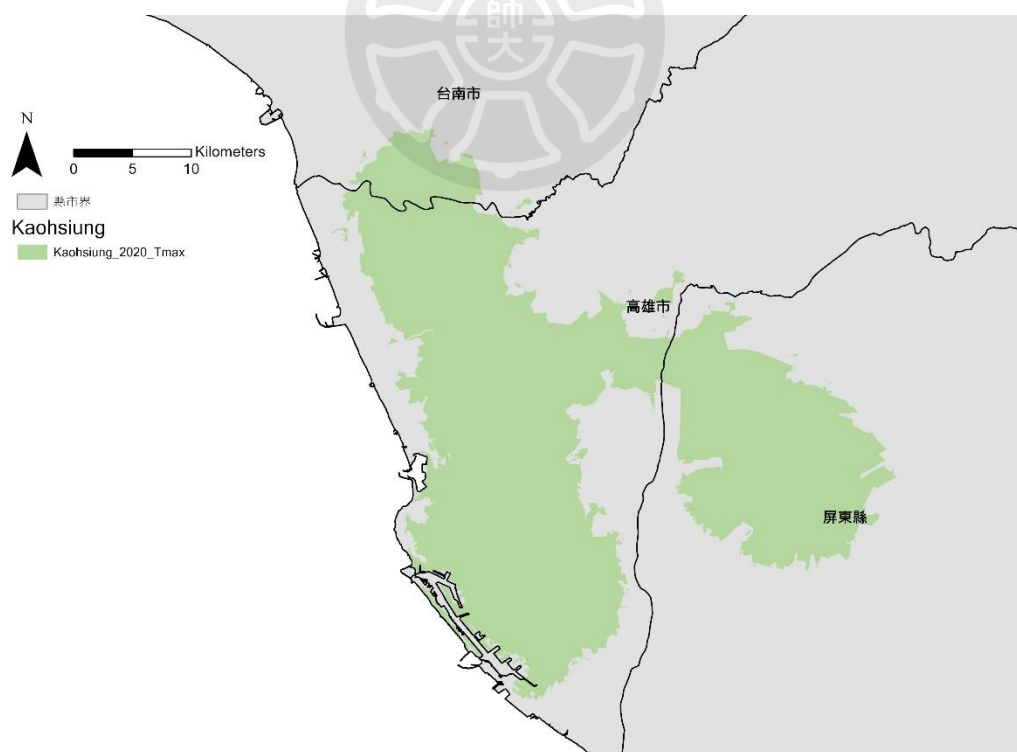


圖 4-33 2020 年臺南通勤圈— T_{max} 通勤影響區

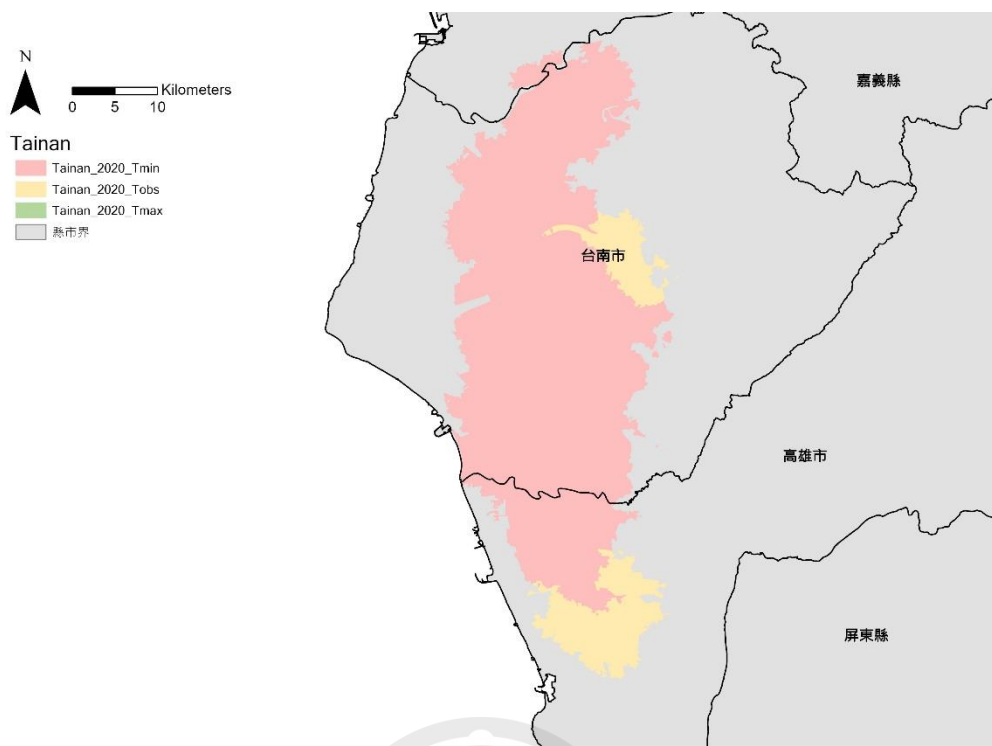


圖 4-34 2020 年臺南通勤圈— T_{min} 、 T_{obs} 、 T_{max} 通勤影響區

將臺南通勤圈每台小客車平均的觀測通勤距離 (T_{obs})、每台小客車理想最短的通勤距離 (T_{min})、每台小客車理論最長的通勤距離 (T_{max}) 之通勤影響區與土地利用進行疊圖。透過 (圖 4-35) 觀察臺南通勤圈於北高雄市，理想最短通勤影響區 (T_{min}) 範圍內，多數為亮黃色與深黃色土地利用，推測北高雄市於理想住業均衡情況下，對於臺南通勤圈多以提供居住與製造業為主之就業；平均觀測通勤影響區 (T_{obs}) 範圍內，多數為深黃色土地利用，推測北高雄市對於臺南通勤圈主要以提供製造業為主之就業；理論最長的通勤影響區 (T_{max}) 則與平均觀測通勤影響區 (T_{obs}) 範圍相同。

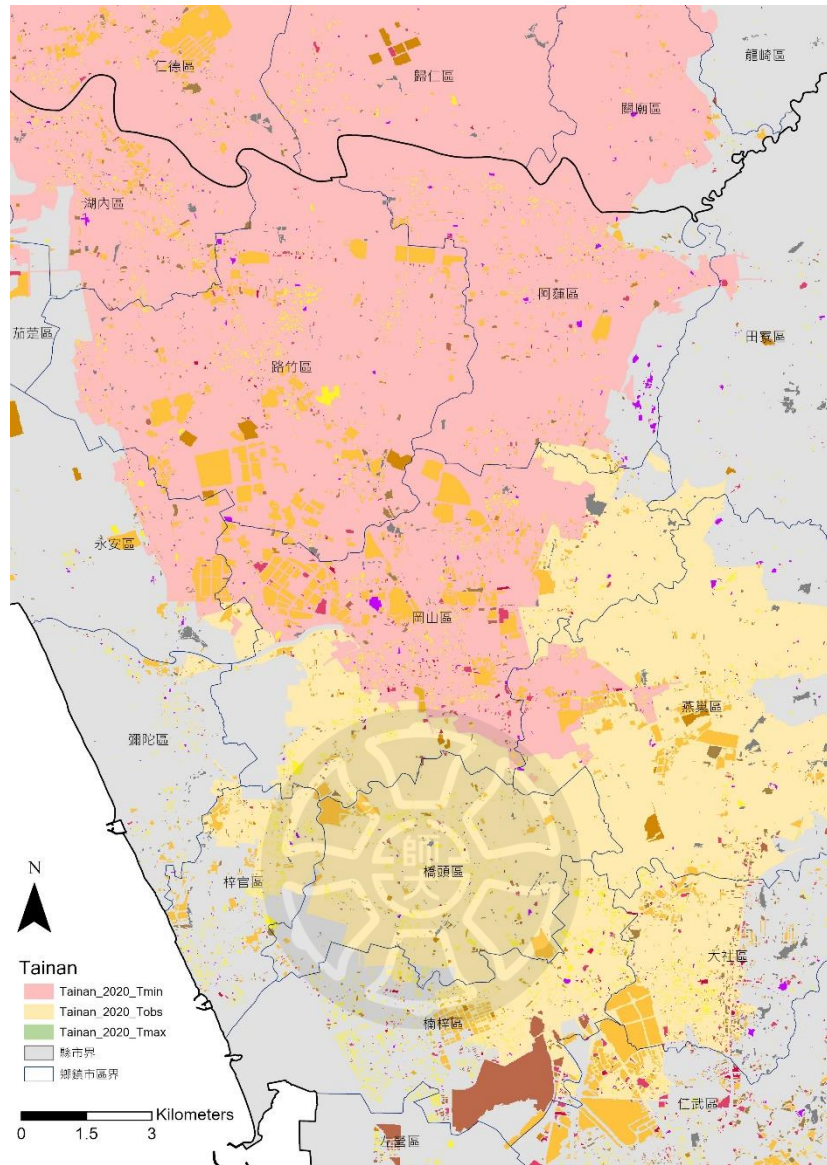


圖 4-35 2020 年臺南通勤影響區與土地利用疊圖

4.4.5 高雄通勤圈－通勤影響區

以高雄市為主的高雄通勤圈，在以實際的居住、就業供給的分布條件下，小客車理想最短的通勤範圍（ T_{min} ）（圖 4-32）以北最遠影響到高雄市路竹區、阿蓮區，以南則影響至屏東縣里港鄉、九如鄉、鹽埔鄉；小客車目前觀測的通勤範圍（ T_{obs} ）（圖 4-33）以理想最短通勤影響範圍往北擴及臺南市仁德區、歸仁區，往

南擴及屏東縣鹽埔鄉、長治鄉、屏東市；小客車不理想最長的通勤範圍 (T_{max})
(圖 4-34) 相較於目前觀測的影響通勤範圍往南蔓延至屏東縣麟洛鄉、內埔鄉。

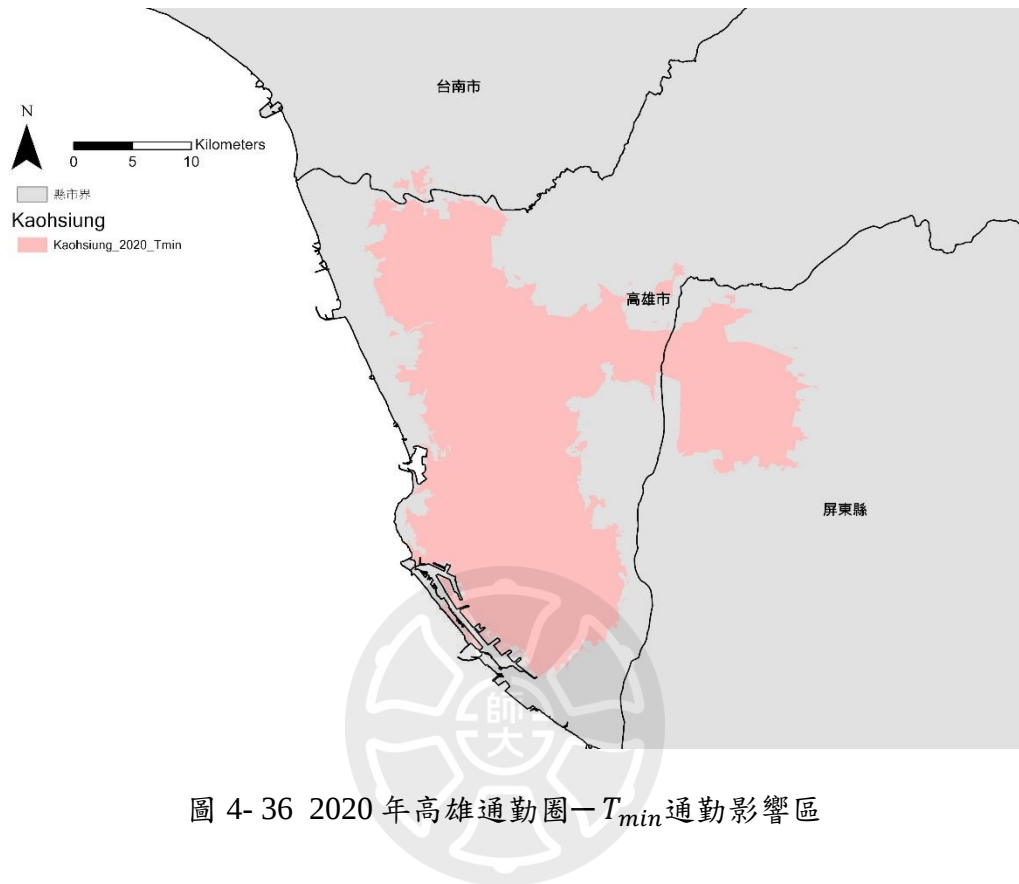


圖 4-36 2020 年高雄通勤圈— T_{min} 通勤影響區

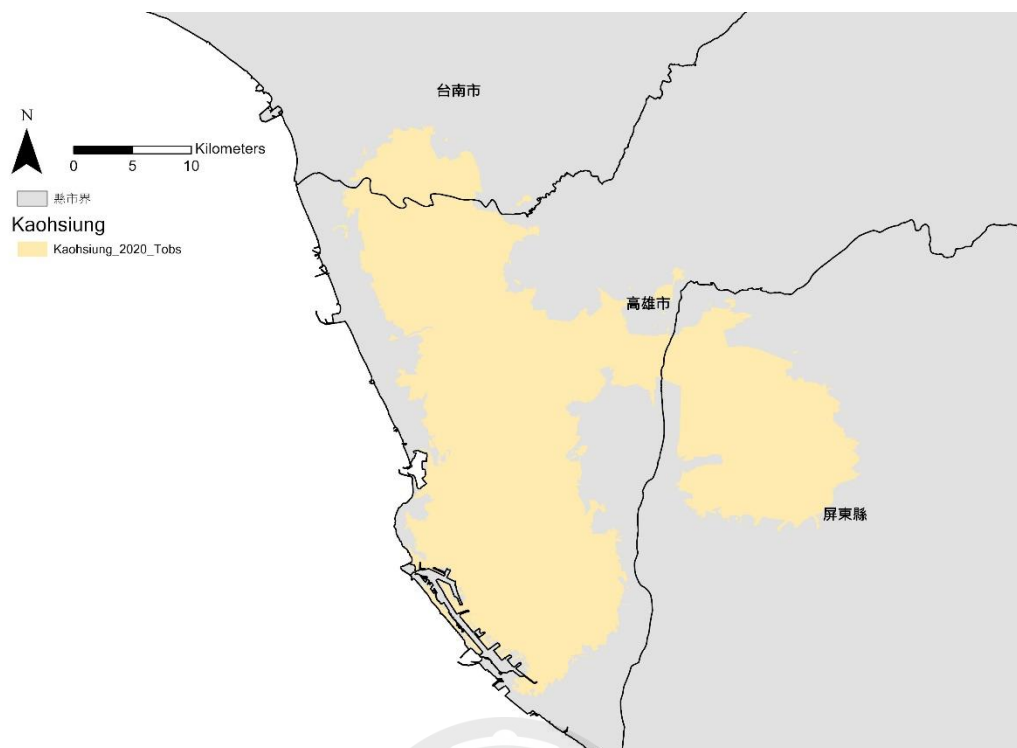


圖 4- 37 2020 年高雄通勤圈— T_{obs} 通勤影響區

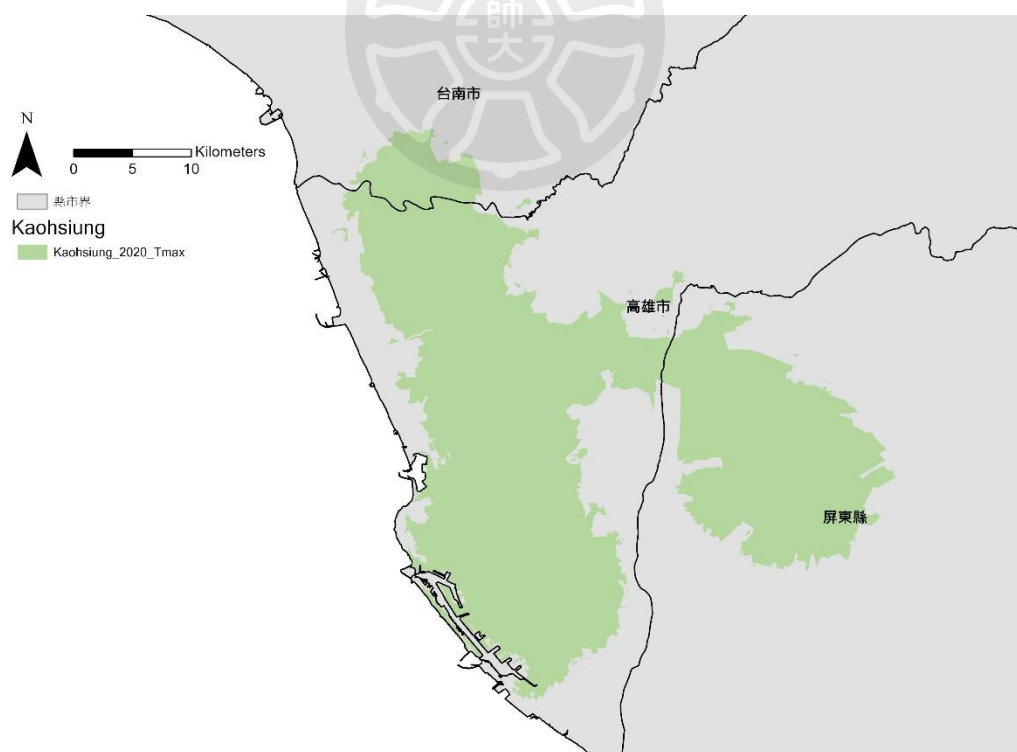


圖 4- 38 2020 年高雄通勤圈— T_{max} 通勤影響區

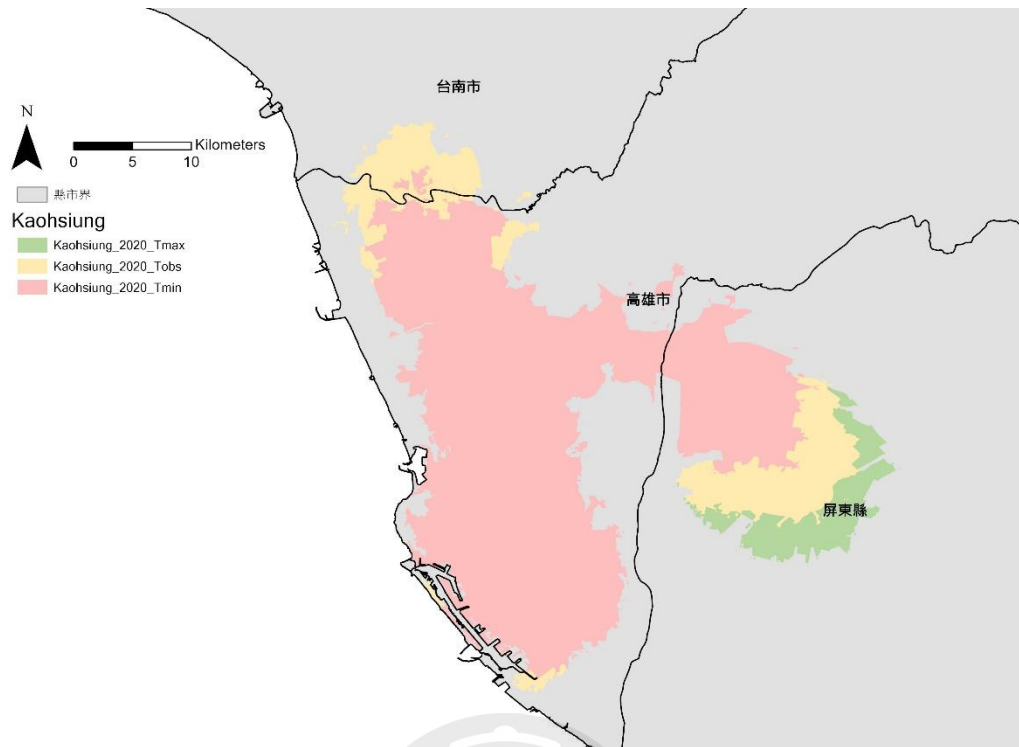


圖 4-39 2020 年高雄通勤圈— T_{min} 、 T_{obs} 、 T_{max} 通勤影響區

將高雄通勤圈每台小客車平均的觀測通勤距離 (T_{obs})、每台小客車理想最短的通勤距離 (T_{min})、每台小客車理論最長的通勤距離 (T_{max}) 之通勤影響區與土地利用進行疊圖。透過 (圖 4-40) 觀察高雄通勤圈於屏東縣，理想最短通勤影響區 (T_{min}) 範圍內，多數為深黃色與深紅色土地利用，推測屏東縣於理想住業均衡情況下，對於高雄通勤圈多以提供商業、製造業為主之就業；平均觀測通勤影響區 (T_{obs}) 範圍內，多數為亮黃色土地利用，推測屏東縣對於高雄通勤圈主要以提供居住為主；理論最長的通勤影響區 (T_{max}) 範圍內，大多為亮黃色土地利用，推測高雄通勤圈之潛力發展範圍向外擴張，主要以提供居住為主。

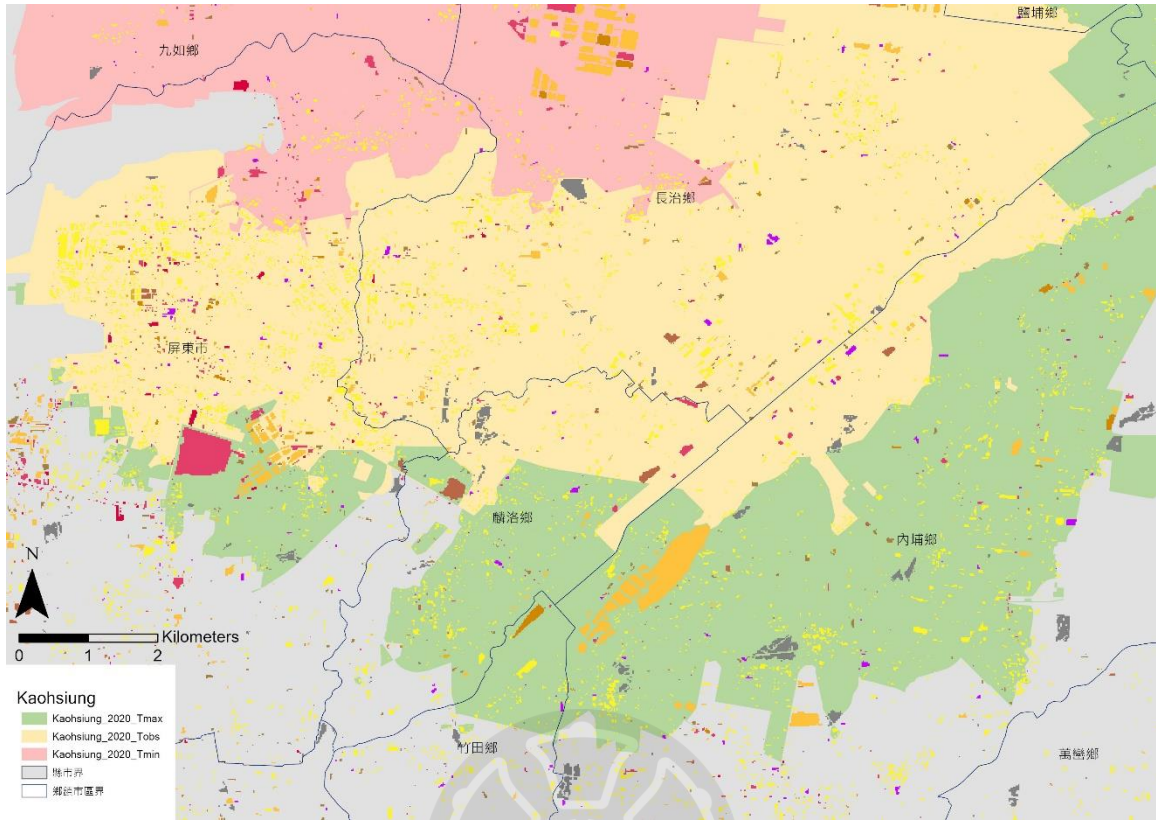


圖 4-40 2020 年高雄通勤影響區與土地利用疊圖

4.4.6 小結－通勤影響區

綜觀臺灣五大通勤圈之通勤影響範圍，透過視覺化，呈現出 T_{min} 、 T_{obs} 、 T_{max} 不同的通勤影響範圍，容易進行探討分析。各通勤區內的通勤，不僅僅跨市鎮，同時也跨至鄰近縣市，並且有向外蔓延可能性。值得注意的是，相鄰的兩通勤圈，通勤影響範圍互相重疊，若將來依照呈現之 T_{max} 通勤影響範圍，持續發展下去，推測兩通勤圈或許會慢慢合併，如北北桃通勤圈與新竹通勤圈，臺南通勤圈與高雄通勤圈。

第五章 結論與建議

都市變動快速，過往對於衡量都市發展的資料是一大問題，透過普查、統計資料無法即時了解都市發展。然而，近年電子道路系統（Electronic Toll Collection，簡稱 ETC）啟用於國道一、三、五號，在收取通行費的同時，亦紀錄各旅次的起迄站。因此本研究透過 ETC 交通資料，統計南北向高速公路的通勤旅次與往來地區，分析通勤人口聚集的居住地區與就業地區，進而界定各通勤圈的範圍，並利用超額通勤指標的概念，繪製 T_{min} 、 T_{obs} 、 T_{max} 通勤影響範圍，以了解各通勤圈的發展潛力範圍。

在收集 2018 年全年 ETC 交通資料後，依資料驅動原則，將通勤資料進行整理分析，並依此將臺灣劃分為五大通勤圈：第一，以大臺北地區為首的北北桃通勤圈，範圍擴及臺北市、新北市、桃園市、基隆市、宜蘭縣。第二，以新竹為主的新竹通勤圈。第三，以臺中市為核心的中部通勤圈。第四為臺南通勤圈。第五為高雄通勤圈。依據上述畫分之通勤圈範圍，分別進行住業均衡之相關分析。首先整理 2018 至 2020 年 ETC 資料，並用來計算五大通勤圈超額通勤指數（ EC ）的變化，其變化趨勢反應出北北桃通勤圈、高雄通勤圈、臺南通勤圈逐年有些微降低的趨勢，而新竹通勤圈以及中部通勤圈則有逐年增加的趨勢。當針對北北桃通勤圈、新竹通勤圈兩通勤圈比較時，雖然兩通勤圈觀測平均的通勤距離（ T_{obs} ）數值相近，則會因為各自城市的居住、就業提供數量與分布，影響理想最短的通勤距離（ T_{min} ），進而而有不同程度的超額通勤。

此外，透過 GIS 技術進行超額通勤指數的空間視覺化，繪製五大通勤圈在不同超額通勤參數（ T_{min} 、 T_{obs} 、 T_{max} ）下的通勤影響範圍，反應出各通勤區內的住業現象，不僅呈現跨市鎮的空間尺度，同時也出現居住與就業地點處於不同縣市的情況，並且有向外蔓延的可能性。值得注意的是，相鄰的兩通勤圈，通勤影響範圍互相重疊，若將來依照呈現之 T_{max} 通勤影響範圍，持續發展下去，推測兩通勤圈或許會慢慢合併，如北北桃通勤圈與新竹通勤圈，臺南通勤圈與高雄通勤圈。總體來說，各通勤圈之都市發展越來越穩定，也持續朝外圍蔓延。

本研究透過一系列的分析與探討，說明 ETC 交通資料雖然空間解析度較為粗糙，但藉由超額通勤指標探討跨縣市、跨市鎮的都市發展是可行的。

迫於時間與資料的限制，本研究仍有許多不足，因此提供以下建議，以俾後續深入研究：

1. 由於本研究僅針對高速公路上、跨市鎮的小客車通勤，忽略都市內、大眾運輸的通勤，若將來能獲得都市內與大眾運輸通勤，同時考量，住業現象的結果應會更貼近真實。
2. 本研究取得之資料，其空間範圍為高速公路路網，高速公路路網不如一般道路路網為密集的網狀，較偏向線狀，同時也無法隨處供使用者使用或離開，或是離開交流道連接的是其他高速公路抑或是快速道路。所以探討通勤影響範圍時，可能會出現範圍相同的現象（如臺南通勤區）。盡量選擇路網較密集處進行分析探討。
3. 本研究因考量資料取得不易，在計算超額通勤時，選擇使用通勤距離作為通勤成本。然而僅考慮距離，會忽略道路寬度所能容納的車流上限，而導致忽略塞車時間。因此建議將來的研究可以採用通勤時間作為通勤成本，將塞車時間一併納入考量。
4. 最後，本研究透過 ETC 資料繪製出通勤圈，以套疊土地利用圖資作為驗證，建議後續可以加入房價、手機信令等資料，更全面的驗證與應用，應用於了解都市通勤、都市發展等領域。

參考文獻

中文文獻

中華民國交通部（2021）。109 年民眾日常使用運具狀況調查摘要分析。取自：

https://srda.sinica.edu.tw/srda_freedownload.php?recid=3338&fileid=20366。

白仁德（2015）。歷年來高速公路系統沿線地區人口及產業空間分布變遷之研究。

Journal of Taiwan Land Research，18（2），21—46。

周辰（2017）。臺灣中南部主要都市地區之國道 ETC 各車種行車距離與土地使用及生活圈範圍合理性之探討。成功大學都市計劃學系學位論文，1—119。

林佩萱（2011）。從成長管理之住業均衡觀點檢視台南市現況-兼論住宅政策及土地使用議題。土地問題研究季刊，10（1），106—122。

林珣如（2005）。全球化下的大都會衍伸區帶之發展與轉變——以 2000 年台灣西部走廊為例。元智大學資訊社會學碩士論文。

林書汝（2010）。高速公路建設對住業均衡的影響：國道 5 號之實證分析。國立臺北大學都市計畫研究所碩士論文。

邱信智（2000）。台灣地區都會區通勤-就業活動空間分布之研究。逢甲大學建築與都市計畫所碩士論文。

范聖堂（1993）。工作-居住均衡指標之建立及其應用。國立交通大學交通運輸工程研究所碩士論文。

梁紹芳（2019）。捷運對都會區內人口產業分布之影響——台北捷運實證研究。國立政治大學。

陳力煒（2015）。台北都會區之住業均衡分析。國立臺灣海洋大學河海工程學系碩士論文。

英文文獻

- Batty, M. (2013). Big data, smart cities and city planning. *Dialogues in human geography*, 3(3), 274-279.
- Brueckner, J. K. (2000). Urban sprawl: diagnosis and remedies. *International regional science review*, 23(2), 160-171.
- Bwire, H., & Zengo, E. (2020). Comparison of efficiency between public and private transport modes using excess commuting: An experience in Dar es Salaam. *Journal of Transport Geography*, 82, 102616. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2019.102616>
- Camagni, R., Gibelli, M. C., & Rigamonti, P. (2002). Urban mobility and urban form: the social and environmental costs of different patterns of urban expansion. *Ecological Economics*, 40(2), 199-216. doi:[https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(01\)00254-3](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(01)00254-3)
- Cervero, R. (1989). Jobs-housing balancing and regional mobility. *Journal of the American Planning Association*, 55(2), 136-150.
- Cervero, R. (1996). Jobs-housing balance revisited: trends and impacts in the San Francisco Bay Area. *Journal of the American Planning Association*, 62(4), 492-511.
- Chen, H.-P. (2000). Commuting and land use patterns. *Geographical and Environmental Modelling*, 4(2), 163-173.
- Chen, J., Gao, J., & Chen, W. (2016). Urban land expansion and the transitional mechanisms in Nanjing, China. *Habitat International*, 53, 274-283. doi:<https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2015.11.040>
- Chowdhury, T. A., Scott, D. M., & Kanaroglou, P. S. (2013). Urban form and commuting efficiency: A comparative analysis across time and space. *Urban Studies*, 50(1), 191-207.
- Cohen, B. (2006). Urbanization in developing countries: Current trends, future projections, and key challenges for sustainability. *Technology in society*, 28(1-2), 63-80.
- Gao, Q.-L., Li, Q.-Q., Zhuang, Y., Yue, Y., Liu, Z.-Z., Li, S.-Q., & Sui, D. (2019). Urban commuting dynamics in response to public transit upgrades: A big data approach. *PloS one*, 14(10), e0223650.
- Giuliano, G., & Small, K. A. (1993). Is the Journey to Work Explained by Urban Structure? *Urban Studies*, 30(9), 1485-1500. doi:10.1080/00420989320081461

- Hamilton, B. W., & Röell, A. (1982). Wasteful commuting. *Journal of Political Economy*, 90(5), 1035-1053.
- Hanson, S., & Pratt, G. (1988). Reconceptualizing the Links between Home and Work in Urban Geography. *Economic Geography*, 64(4), 299-321. doi:10.2307/144230
- Herbert, D. T., & Thomas, C. J. (1982). *Urban Geography*.
- Horner, M. W. (2002). Extensions to the concept of excess commuting. *Environment and Planning A: Economy and Space*, 34(3), 543-566.
- Huang, Z., Wei, Y. D., He, C., & Li, H. (2015). Urban land expansion under economic transition in China: A multi-level modeling analysis. *Habitat International*, 47, 69-82. doi:<https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2015.01.007>
- Levine, J. (1998). Rethinking accessibility and jobs-housing balance. *Journal of the American Planning Association*, 64(2), 133-149.
- Long, Y., & Thill, J.-C. (2015). Combining smart card data and household travel survey to analyze jobs–housing relationships in Beijing. *Computers, Environment and Urban Systems*, 53, 19-35.
- Ma, K.-R., & Banister, D. (2006). Extended Excess Commuting: A Measure of the Jobs-Housing Imbalance in Seoul. *Urban Studies*, 43(11), 2099-2113. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/43197427>
- Ma, K.-R., & Banister, D. (2007). Urban spatial change and excess commuting. *Environment and planning A*, 39(3), 630-646.
- Margolis, J. (1957). Municipal fiscal structure in a metropolitan region. *Journal of Political Economy*, 65(3), 225-236.
- McGee, T. G. (1991). The Emergence of Desakota Regions in Asia: Expanding a Hypothesis. In N.Ginsburg, B. Koppel, & T.G.McGee (Eds.), *The Extended Metropolis: Settlement Transition in Asia* (pp. 3-25). Honolulu: Univ. of Hawaii Press.
- Merriman, D., Ohkawara, T., & Suzuki, T. (1995). Excess commuting in the Tokyo metropolitan area: measurement and policy simulations. *Urban Studies*, 32(1), 69-85.
- Miller, H. J., & Goodchild, M. F. (2015). Data-driven geography. *GeoJournal*, 80(4), 449-461.

- Murphy, E. (2009). Excess commuting and modal choice. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 43(8), 735-743.
- Nechyba, T. J., & Walsh, R. P. (2004). Urban sprawl. *Journal of economic perspectives*, 18(4), 177-200.
- Niedzielski, M. A. (2006). A spatially disaggregated approach to commuting efficiency. *Urban Studies*, 43(13), 2485-2502.
- Niedzielski, M. A., Horner, M. W., & Xiao, N. (2013). Analyzing scale independence in jobs-housing and commute efficiency metrics. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 58, 129-143.
- Peng, Z.-R. (1997). The jobs-housing balance and urban commuting. *Urban Studies*, 34(8), 1215-1235.
- Sagiroglu, S., & Sinanc, D. (2013). *Big data: A review*. Paper presented at the 2013 international conference on collaboration technologies and systems (CTS).
- Small, K. A., & Song, S. (1992). "Wasteful" Commuting: A Resolution. *Journal of Political Economy*, 100(4), 888-898. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/2138692>
- Wang, D., & Chai, Y. (2009). The jobs–housing relationship and commuting in Beijing, China: the legacy of Danwei. *Journal of Transport Geography*, 17(1), 30-38.
- Weitz, J. (2003). *Jobs-housing balance*: American Planning Association Chicago, IL.
- White, M. J. (1988). Urban Commuting Journeys Are Not "Wasteful". *Journal of Political Economy*, 96(5), 1097-1110. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/1837250>
- Yang, X., Fang, Z., Yin, L., Li, J., Zhou, Y., & Lu, S. (2018). Understanding the spatial structure of urban commuting using mobile phone location data: a case study of Shenzhen, China. *Sustainability*, 10(5), 1435.
- You, H., & Yang, X. (2017). Urban expansion in 30 megacities of China: categorizing the driving force profiles to inform the urbanization policy. *Land Use Policy*, 68, 531-551. doi:<https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.06.020>
- Zhang, P., Zhou, J., & Zhang, T. (2017). Quantifying and visualizing jobs-housing balance with big data: A case study of Shanghai. *Cities*, 66, 10-22. doi:<https://doi.org/10.1016/j.cities.2017.03.004>

- Zhou, J., & Long, Y. (2014). Jobs-housing balance of bus commuters in Beijing: Exploration with large-scale synthesized smart card data. *Transportation Research Record*, 2418(1), 1-10.
- Zhou, J., & Murphy, E. (2019). Day-to-day variation in excess commuting: An exploratory study of Brisbane, Australia. *Journal of Transport Geography*, 74, 223-232. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2018.11.014>
- Zhou, J., Murphy, E., & Long, Y. (2014). Commuting efficiency in the Beijing metropolitan area: An exploration combining smartcard and travel survey data. *Journal of Transport Geography*, 41, 175-183.



附錄

附錄表 1 ETC 門架與對應之起迄交流道坐標表

ETC 門架 ID	起交流道	迄交流道	起交流道 X 坐標	起交流道 Y 坐標	迄交流道 X 坐標	迄交流道 Y 坐標
01F0005N	基隆	基隆端	121.72813	25.11469	121.73826	25.12692
01F0005S	基隆端	基隆	121.73826	25.12692	121.72813	25.11469
01F0017N	八堵	基隆	121.72381	25.10515	121.72813	25.11469
01F0017S	基隆	八堵	121.72813	25.11469	121.72381	25.10515
01F0029N	大華系統	八堵	121.69883	25.09735	121.72381	25.10515
01F0029S	八堵	大華系統	121.72381	25.10515	121.69883	25.09735
01F0061N	五堵	大華系統	121.68710	25.08672	121.69883	25.09735
01F0061S	大華系統	五堵	121.69883	25.09735	121.68710	25.08672
01F0099N	汐止	五堵	121.65362	25.07411	121.68710	25.08672
01F0099S	五堵	汐止	121.68710	25.08672	121.65362	25.07411
01F0147N	東湖	汐止	121.61092	25.06532	121.65362	25.07411
01F0147S	汐止	東湖	121.65362	25.07411	121.61092	25.06532
01F0155N	內湖	東湖	121.59049	25.06483	121.61092	25.06532
01F0155S	東湖	內湖	121.61092	25.06532	121.59049	25.06483
01F0182S	內湖	圓山	121.59049	25.06483	121.53332	25.07262
01F0213N	圓山	內湖	121.53332	25.07262	121.59049	25.06483
01F0233N	台北	圓山	121.51392	25.07794	121.53332	25.07262
01F0248S	圓山	台北	121.53332	25.07262	121.51392	25.07794
01F0256N	三重	台北	121.49439	25.07578	121.51392	25.07794
01F0264S	台北	三重	121.51392	25.07794	121.49439	25.07578
01F0293N	五股	三重	121.43755	25.06877	121.49439	25.07578
01F0293S	三重	五股	121.49439	25.07578	121.43755	25.06877
01F0339N	泰山轉接道	五股	121.41944	25.06382	121.43755	25.06877

01F0339S	五股	泰山轉接道	121.43755	25.06877	121.41944	25.06382
01F0376N	林口	泰山轉接道	121.35519	25.06511	121.41944	25.06382
01F0376S	泰山轉接道	林口	121.41944	25.06382	121.35519	25.06511
01F0413N	林口	林口	121.35519	25.06511	121.35519	25.06511
01F0413S	林口	林口	121.35519	25.06511	121.35519	25.06511
01F0467N	桃園	林口	121.29762	25.03776	121.35519	25.06511
01F0467S	林口	桃園	121.35519	25.06511	121.29762	25.03776
01F0509N	機場系統	桃園	121.27351	25.01883	121.29762	25.03776
01F0509S	桃園	機場系統	121.29762	25.03776	121.27351	25.01883
01F0532N	中壢服務區	機場系統			121.27351	25.01883
01F0532S	機場系統	中壢服務區	121.27351	25.01883		
01F0557N	內壢	中壢服務區	121.23909	24.99013		
01F0557S	中壢服務區	內壢			121.23909	24.99013
01F0578S	內壢	中壢	121.23909	24.99013	121.19975	24.95705
01F0584N	中壢	內壢	121.19975	24.95705	121.23909	24.99013
01F0633N	平鎮系統	中壢	121.18963	24.93587	121.19975	24.95705
01F0633S	中壢	平鎮系統	121.19975	24.95705	121.18963	24.93587
01F0664N	幼獅	平鎮系統	121.17094	24.92474	121.18963	24.93587
01F0664S	平鎮系統	幼獅	121.18963	24.93587	121.17094	24.92474
01F0681N	楊梅	幼獅	121.16454	24.90918	121.17094	24.92474
01F0681S	幼獅	楊梅	121.17094	24.92474	121.16454	24.90918
01F0699N	校前路	楊梅	121.15371	24.90104	121.16454	24.90918
01F0699S	楊梅	校前路	121.16454	24.90918	121.15371	24.90104
01F0750N	湖口	校前路	121.02953	24.87586	121.15371	24.90104
01F0750S	校前路	湖口	121.15371	24.90104	121.02953	24.87586
01F0880N	竹北	湖口	121.01715	24.82355	121.02953	24.87586
01F0880S	湖口	竹北	121.02953	24.87586	121.01715	24.82355
01F0928N	新竹	竹北	121.00544	24.79039	121.01715	24.82355
01F0928S	竹北	新竹	121.01715	24.82355	121.00544	24.79039

01F0950S	新竹	新竹	121.00544	24.79039	121.00544	24.79039
01F0956N	新竹	新竹	121.00544	24.79039	121.00544	24.79039
01F0979N	新竹系統	新竹	120.98765	24.75743	121.00544	24.79039
01F0980S	新竹	新竹系統	121.00544	24.79039	120.98765	24.75743
01F1045N	頭份	新竹系統	120.91836	24.69143	120.98765	24.75743
01F1045S	新竹系統	頭份	120.98765	24.75743	120.91836	24.69143
01F1123N	頭屋	頭份	120.85719	24.57975	120.91836	24.69143
01F1123S	頭份	頭屋	120.91836	24.69143	120.85719	24.57975
01F1292N	苗栗	頭屋	120.82029	24.52409	120.85719	24.57975
01F1292S	頭屋	苗栗	120.85719	24.57975	120.82029	24.52409
01F1389N	銅鑼	苗栗	120.78524	24.47616	120.82029	24.52409
01F1389S	苗栗	銅鑼	120.82029	24.52409	120.78524	24.47616
01F1465N	三義	銅鑼	120.75812	24.39263	120.78524	24.47616
01F1465S	銅鑼	三義	120.78524	24.47616	120.75812	24.39263
01F1572N	后里	三義	120.70191	24.31307	120.75812	24.39263
01F1572S	三義	后里	120.75812	24.39263	120.70191	24.31307
01F1621N	台中系統	后里	120.69287	24.27069	120.70191	24.31307
01F1621S	后里	台中系統	120.70191	24.31307	120.69287	24.27069
01F1664N	豐原	台中系統	120.69022	24.24785	120.69287	24.27069
01F1664S	台中系統	豐原	120.69287	24.27069	120.69022	24.24785
01F1725N	大雅	豐原	120.65656	24.20567	120.69022	24.24785
01F1725S	豐原	大雅	120.69022	24.24785	120.65656	24.20567
01F1774N	台中	大雅	120.63100	24.17521	120.65656	24.20567
01F1774S	大雅	台中	120.65656	24.20567	120.63100	24.17521
01F1802N	南屯	台中	120.61994	24.15285	120.63100	24.17521
01F1802S	台中	南屯	120.63100	24.17521	120.61994	24.15285
01F1839N	王田	南屯	120.58317	24.11885	120.61994	24.15285
01F1839S	南屯	王田	120.61994	24.15285	120.58317	24.11885
01F1906N	彰化系統	王田	120.55468	24.09965	120.58317	24.11885

01F1906S	王田	彰化系統	120.58317	24.11885	120.55468	24.09965
01F1960N	彰化	彰化系統	120.52274	24.06500	120.55468	24.09965
01F1960S	彰化系統	彰化	120.55468	24.09965	120.52274	24.06500
01F2011N	埔鹽系統	彰化	120.50744	23.98368	120.52274	24.06500
01F2011S	彰化	埔鹽系統	120.52274	24.06500	120.50744	23.98368
01F2089N	員林	埔鹽系統	120.50639	23.95347	120.50744	23.98368
01F2089S	埔鹽系統	員林	120.50744	23.98368	120.50639	23.95347
01F2156N	北斗	員林	120.49039	23.87511	120.50639	23.95347
01F2156S	員林	北斗	120.50639	23.95347	120.49039	23.87511
01F2249N	西螺	北斗	120.47532	23.78156	120.49039	23.87511
01F2249S	北斗	西螺	120.49039	23.87511	120.47532	23.78156
01F2322N	虎尾	西螺	120.47036	23.73579	120.47532	23.78156
01F2322S	西螺	虎尾	120.47532	23.78156	120.47036	23.73579
01F2394N	斗南	虎尾	120.47153	23.69313	120.47036	23.73579
01F2394S	虎尾	斗南	120.47036	23.73579	120.47153	23.69313
01F2425N	雲林系統	斗南	120.45639	23.66802	120.47153	23.69313
01F2425S	斗南	雲林系統	120.47153	23.69313	120.45639	23.66802
01F2483N	大林	雲林系統	120.43711	23.61208	120.45639	23.66802
01F2483S	雲林系統	大林	120.45639	23.66802	120.43711	23.61208
01F2514N	民雄	大林	120.41572	23.55345	120.43711	23.61208
01F2514S	大林	民雄	120.43711	23.61208	120.41572	23.55345
01F2603N	嘉義	民雄	120.39150	23.49487	120.41572	23.55345
01F2603S	民雄	嘉義	120.41572	23.55345	120.39150	23.49487
01F2674N	水上	嘉義	120.36695	23.44448	120.39150	23.49487
01F2674S	嘉義	水上	120.39150	23.49487	120.36695	23.44448
01F2714N	嘉義系統	水上	120.35661	23.42455	120.36695	23.44448
01F2714S	水上	嘉義系統	120.36695	23.44448	120.35661	23.42455
01F2827N	新營服務區	嘉義系統			120.35661	23.42455
01F2827S	嘉義系統	新營服務區	120.35661	23.42455		

01F2866N	新營	新營服務區	120.29082	23.30732		
01F2866S	新營服務區	新營			120.29082	23.30732
01F2930N	下營系統	新營	120.23911	23.21915	120.29082	23.30732
01F2930S	新營	下營系統	120.29082	23.30732	120.23911	23.21915
01F3019N	麻豆	下營系統	120.23561	23.18239	120.23911	23.21915
01F3019S	下營系統	麻豆	120.23911	23.21915	120.23561	23.18239
01F3083N	安定	麻豆	120.24357	23.11765	120.23561	23.18239
01F3083S	麻豆	安定	120.23561	23.18239	120.24357	23.11765
01F3126N	台南系統	安定	120.25222	23.07919	120.24357	23.11765
01F3126S	安定	台南系統	120.24357	23.11765	120.25222	23.07919
01F3185N	永康	台南系統	120.25143	23.04191	120.25222	23.07919
01F3185S	台南系統	永康	120.25222	23.07919	120.25143	23.04191
01F3227N	大灣	永康	120.24815	22.99862	120.25143	23.04191
01F3227S	永康	大灣	120.25143	23.04191	120.24815	22.99862
01F3252N	仁德	大灣	120.24941	22.97222	120.24815	22.99862
01F3252S	大灣	仁德	120.24815	22.99862	120.24941	22.97222
01F3286N	仁德系統	仁德	120.24966	22.94266	120.24941	22.97222
01F3286S	仁德	仁德系統	120.24941	22.97222	120.24966	22.94266
01F3366N	路竹	仁德系統	120.27929	22.87961	120.24966	22.94266
01F3366S	仁德系統	路竹	120.24966	22.94266	120.27929	22.87961
01F3398N	高科	路竹	120.29545	22.84582	120.27929	22.87961
01F3398S	路竹	高科	120.27929	22.87961	120.29545	22.84582
01F3460N	岡山	高科	120.32063	22.78790	120.29545	22.84582
01F3460S	高科	岡山	120.29545	22.84582	120.32063	22.78790
01F3525N	楠梓	岡山	120.33427	22.73050	120.32063	22.78790
01F3525S	岡山	楠梓	120.32063	22.78790	120.33427	22.73050
01F3559N	楠梓	楠梓	120.33427	22.73050	120.33427	22.73050
01F3561S	楠梓	楠梓	120.33427	22.73050	120.33427	22.73050
01F3590N	鼎金系統	楠梓	120.32899	22.67523	120.33427	22.73050

01F3590S	楠梓	鼎金系統	120.33427	22.73050	120.32899	22.67523
01F3640N	高雄	鼎金系統	120.33642	22.63047	120.32899	22.67523
01F3640S	鼎金系統	高雄	120.32899	22.67523	120.33642	22.63047
01F3676N	高雄	高雄	120.33642	22.63047	120.33642	22.63047
01F3676S	高雄	高雄	120.33642	22.63047	120.33642	22.63047
01F3686S	高雄	瑞隆路	120.33642	22.63047	120.34122	22.60622
01F3696N	五甲系統	高雄	120.34121	22.59863	120.33642	22.63047
01F3736S	高雄端	高雄端	120.31568	22.57670	120.31568	22.57670
01F3736N	高雄端	高雄端	120.31568	22.57670	120.31568	22.57670
01H0163S	汐止	堤頂	121.65362	25.07411	121.57319	25.07081
01H0174N	堤頂	汐止	121.57319	25.07081	121.65362	25.07411
01H0200N	下塔悠	堤頂	121.53737	25.07294	121.57319	25.07081
01H0206S	堤頂	環北	121.57319	25.07081	121.50851	25.07816
01H0208N	環北	下塔悠	121.50851	25.07816	121.53737	25.07294
01H0271N	五股	環北	121.43755	25.06877	121.50851	25.07816
01H0305S	環北	五股	121.50851	25.07816	121.43755	25.06877
01H0333N	泰山轉接道	五股	121.41944	25.06382	121.43755	25.06877
01H0334S	五股	泰山轉接道	121.43755	25.06877	121.41944	25.06382
01H0447N	機場系統	泰山轉接道	121.27351	25.01883	121.41944	25.06382
01H0447S	泰山轉接道	機場系統	121.41944	25.06382	121.27351	25.01883
01H0579N	中壢	機場系統	121.19975	24.95705	121.27351	25.01883
01H0579S	機場系統	中壢	121.27351	25.01883	121.19975	24.95705
01H0608N	校前路	中壢	121.15371	24.90104	121.19975	24.95705
01H0610S	中壢	校前路	121.19975	24.95705	121.15371	24.90104
03A0015N	萬芳	台北端	121.58055	25.00442	121.54903	25.01695
03A0015S	台北端	萬芳	121.54903	25.01695	121.58055	25.00442
03A0041N	木柵	萬芳	121.59500	25.00195	121.58055	25.00442
03A0041S	萬芳	木柵	121.58055	25.00442	121.59500	25.00195
03F0006S	基金	瑪東系統	121.71489	25.13984	121.69760	25.12688

03F0021N	瑪東系統	基金	121.69760	25.12688	121.71489	25.13984
03F0054N	汐止系統	瑪東系統	121.64570	25.07278	121.69760	25.12688
03F0087S	瑪東系統	汐止系統	121.69760	25.12688	121.64570	25.07278
03F0116N	新台五路	汐止系統	121.63806	25.05585	121.64570	25.07278
03F0116S	汐止系統	新台五路	121.64570	25.07278	121.63806	25.05585
03F0136S	新台五路	南港	121.63806	25.05585	121.62528	25.04557
03F0140N	南港	新台五路	121.62528	25.04557	121.63806	25.05585
03F0150N	南港系統	南港	121.62091	25.03597	121.62528	25.04557
03F0158S	南港	南港系統	121.62528	25.04557	121.62091	25.03597
03F0201N	木柵	南港系統	121.59500	25.00195	121.62091	25.03597
03F0201S	南港系統	木柵	121.62091	25.03597	121.59500	25.00195
03F0217N	新店	木柵	121.55319	24.97275	121.59500	25.00195
03F0217S	木柵	新店	121.59500	25.00195	121.55319	24.97275
03F0301N	安坑	新店	121.52467	24.96936	121.55319	24.97275
03F0301S	新店	安坑	121.55319	24.97275	121.52467	24.96936
03F0337S	安坑	中和	121.52467	24.96936	121.48500	24.98914
03F0338N	中和	安坑	121.48500	24.98914	121.52467	24.96936
03F0394N	土城	中和	121.43217	24.96021	121.48500	24.98914
03F0394S	中和	土城	121.48500	24.98914	121.43217	24.96021
03F0447N	樹林	土城	121.38738	24.95182	121.43217	24.96021
03F0447S	土城	樹林	121.43217	24.96021	121.38738	24.95182
03F0498N	三鶯	樹林	121.43217	24.96021	121.38738	24.95182
03F0498S	樹林	三鶯	121.38738	24.95182	121.35995	24.93879
03F0525N	鶯歌系統	三鶯	121.32491	24.93926	121.35995	24.93879
03F0525S	三鶯	鶯歌系統	121.35995	24.93879	121.32491	24.93926
03F0559N	大溪	鶯歌系統	121.26449	24.89185	121.32491	24.93926
03F0559S	鶯歌系統	大溪	121.32491	24.93926	121.26449	24.89185
03F0648N	龍潭	大溪	121.22319	24.86168	121.26449	24.89185
03F0648S	大溪	龍潭	121.26449	24.89185	121.22319	24.86168

03F0698N	關西服務區	龍潭			121.22319	24.86168
03F0698S	龍潭	關西服務區	121.22319	24.86168		
03F0783N	關西	關西服務區	121.17139	24.80158		
03F0783S	關西服務區	關西			121.17139	24.80158
03F0846N	竹林	關西	121.08102	24.76641	121.17139	24.80158
03F0846S	關西	竹林	121.17139	24.80158	121.08102	24.76641
03F0961N	寶山	竹林	121.00600	24.75721	121.08102	24.76641
03F0961S	竹林	寶山	121.08102	24.76641	121.00600	24.75721
03F0996N	新竹系統	寶山	120.98765	24.75743	121.00600	24.75721
03F0996S	寶山	新竹系統	121.00600	24.75721	120.98765	24.75743
03F1022N	茄苳	新竹系統	120.95688	24.75686	120.98765	24.75743
03F1022S	新竹系統	茄苳	120.98765	24.75743	120.95688	24.75686
03F1051N	香山	茄苳	120.91233	24.73659	120.95688	24.75686
03F1051S	茄苳	香山	120.95688	24.75686	120.91233	24.73659
03F1128N	西濱	香山	120.86631	24.70130	120.91233	24.73659
03F1128S	香山	西濱	120.91233	24.73659	120.86631	24.70130
03F1161N	竹南	西濱	120.84733	24.67569	120.86631	24.70130
03F1161S	西濱	竹南	120.86631	24.70130	120.84733	24.67569
03F1215N	大山	竹南	120.81797	24.63648	120.84733	24.67569
03F1215S	竹南	大山	120.84733	24.67569	120.81797	24.63648
03F1257N	後龍	大山	120.78595	24.59793	120.81797	24.63648
03F1257S	大山	後龍	120.81797	24.63648	120.78595	24.59793
03F1332N	西湖服務區	後龍			120.78595	24.59793
03F1332S	後龍	西湖服務區	120.78595	24.59793		
03F1395N	通霄	西湖服務區	120.70527	24.49717		
03F1395S	西湖服務區	通霄			120.70527	24.49717
03F1485N	苑裡	通霄	120.66936	24.39659	120.70527	24.49717
03F1485S	通霄	苑裡	120.70527	24.49717	120.66936	24.39659
03F1633N	大甲	苑裡	120.64331	24.33711	120.66936	24.39659

03F1633S	苑裡	大甲	120.66936	24.39659	120.64331	24.33711
03F1651N	中港系統	大甲	120.61379	24.30746	120.64331	24.33711
03F1651S	大甲	中港系統	120.64331	24.33711	120.61379	24.30746
03F1710N	清水服務區	中港系統			120.61379	24.30746
03F1710S	中港系統	清水服務區	120.61379	24.30746		
03F1739N	沙鹿	清水服務區	120.59042	24.25009		
03F1739S	清水服務區	沙鹿			120.59042	24.25009
03F1779N	龍井	沙鹿	120.57212	24.19506	120.59042	24.25009
03F1779S	沙鹿	龍井	120.59042	24.25009	120.57212	24.19506
03F1860N	和美	龍井	120.52093	24.14008	120.57212	24.19506
03F1860S	龍井	和美	120.57212	24.19506	120.52093	24.14008
03F1941N	彰化系統	和美	120.55468	24.09965	120.52093	24.14008
03F1944S	和美	彰化系統	120.52093	24.14008	120.55468	24.09965
03F1991S	彰化系統	快官	120.55468	24.09965	120.60405	24.09191
03F1992N	快官	彰化系統	120.60405	24.09191	120.55468	24.09965
03F2066N	烏日	快官	120.64612	24.06828	120.60405	24.09191
03F2066S	快官	烏日	120.60405	24.09191	120.64612	24.06828
03F2078N	中投	烏日	120.66289	24.06529	120.64612	24.06828
03F2079S	烏日	中投	120.64612	24.06828	120.66289	24.06529
03F2100N	霧峰	中投	120.67825	24.05165	120.66289	24.06529
03F2100S	中投	霧峰	120.66289	24.06529	120.67825	24.05165
03F2125N	霧峰系統	霧峰	120.66886	24.02750	120.67825	24.05165
03F2129S	霧峰	霧峰系統	120.67825	24.05165	120.66886	24.02750
03F2152S	霧峰系統	草屯	120.66886	24.02750	120.65243	24.00557
03F2153N	草屯	霧峰系統	120.65243	24.00557	120.66886	24.02750
03F2194N	中興系統	草屯	120.65479	23.95848	120.65243	24.00557
03F2194S	草屯	中興系統	120.65243	24.00557	120.65479	23.95848
03F2231N	中興	中興系統	120.66915	23.94868	120.65479	23.95848
03F2235S	中興系統	中興	120.65479	23.95848	120.66915	23.94868

03F2260N	南投	中興	120.68342	23.92324	120.66915	23.94868
03F2261S	中興	南投	120.66915	23.94868	120.68342	23.92324
03F2306N	南投服務區	南投			120.68342	23.92324
03F2306S	南投	南投服務區	120.68342	23.92324		
03F2336N	名間	南投服務區	120.70256	23.85231		
03F2336S	南投服務區	名間			120.70256	23.85231
03F2415N	竹山	名間	120.70186	23.79595	120.70256	23.85231
03F2415S	名間	竹山	120.70256	23.85231	120.70186	23.79595
03F2447N	南雲	竹山	120.65922	23.77451	120.70186	23.79595
03F2447S	竹山	南雲	120.70186	23.79595	120.65922	23.77451
03F2535N	斗六	南雲	120.59534	23.73294	120.65922	23.77451
03F2535S	南雲	斗六	120.65922	23.77451	120.59534	23.73294
03F2614N	古坑	斗六	120.57294	23.64639	120.59534	23.73294
03F2614S	斗六	古坑	120.59534	23.73294	120.57294	23.64639
03F2709N	古坑	古坑	120.57294	23.64639	120.57294	23.64639
03F2709S	古坑	古坑	120.57294	23.64639	120.57294	23.64639
03F2747N	古坑服務區	古坑			120.57294	23.64639
03F2747S	古坑	古坑服務區	120.57294	23.64639		
03F2777N	梅山	古坑服務區	120.52291	23.59553		
03F2777S	古坑服務區	梅山			120.52291	23.59553
03F2840N	竹崎	梅山	120.49414	23.49464	120.52291	23.59553
03F2840S	梅山	竹崎	120.52291	23.59553	120.49414	23.49464
03F2899N	竹崎	竹崎	120.49414	23.49464	120.49414	23.49464
03F2899S	竹崎	竹崎	120.49414	23.49464	120.49414	23.49464
03F2923N	中埔	竹崎	120.48481	23.45070	120.49414	23.49464
03F2923S	竹崎	中埔	120.49414	23.49464	120.48481	23.45070
03F2985N	水上系統	中埔	120.46847	23.42901	120.48481	23.45070
03F2985S	中埔	水上系統	120.48481	23.45070	120.46847	23.42901
03F3101N	白河	水上系統	120.43945	23.34731	120.46847	23.42901

03F3101S	水上系統	白河	120.46847	23.42901	120.43945	23.34731
03F3187N	東山服務區	白河			120.43945	23.34731
03F3187S	白河	東山服務區	120.43945	23.34731		
03F3211N	柳營	東山服務區	120.37875	23.27097		
03F3211S	東山服務區	柳營			120.37875	23.27097
03F3259N	烏山頭	柳營	120.35597	23.21259	120.37875	23.27097
03F3259S	柳營	烏山頭	120.37875	23.27097	120.35597	23.21259
03F3307N	官田系統	烏山頭	120.35209	23.16646	120.35597	23.21259
03F3307S	烏山頭	官田系統	120.35597	23.21259	120.35209	23.16646
03F3392N	善化	官田系統	120.33161	23.12371	120.35209	23.16646
03F3392S	官田系統	善化	120.35209	23.16646	120.33161	23.12371
03F3445N	新化系統	善化	120.32385	23.06437	120.33161	23.12371
03F3445S	善化	新化系統	120.33161	23.12371	120.32385	23.06437
03F3496N	關廟	新化系統	120.32451	22.97698	120.32385	23.06437
03F3496S	新化系統	關廟	120.32385	23.06437	120.32451	22.97698
03F3588N	關廟服務區	關廟			120.32451	22.97698
03F3588S	關廟	關廟服務區	120.32451	22.97698		
03F3670N	田寮	關廟服務區	120.36052	22.88048		
03F3670S	關廟服務區	田寮			120.36052	22.88048
03F3743N	燕巢系統	田寮	120.42614	22.78472	120.36052	22.88048
03F3743S	田寮	燕巢系統	120.36052	22.88048	120.42614	22.78472
03F3854N	九如	燕巢系統	120.49164	22.75354	120.42614	22.78472
03F3854S	燕巢系統	九如	120.42614	22.78472	120.49164	22.75354
03F3916N	屏東	九如	120.52819	22.71623	120.49164	22.75354
03F3916S	九如	屏東	120.49164	22.75354	120.52819	22.71623
03F3984N	長治	屏東	120.55537	22.69634	120.52819	22.71623
03F3981S	屏東	長治	120.52819	22.71623	120.55537	22.69634
03F4018S	長治	麟洛	120.55537	22.69634	120.53773	22.63848
03F4021N	麟洛	長治	120.53773	22.63848	120.55537	22.69634

03F4142N	竹田系統	麟洛	120.52810	22.57145	120.53773	22.63848
03F4142S	麟洛	竹田系統	120.53773	22.63848	120.52810	22.57145
03F4168N	炭頂	竹田系統	120.52481	22.51329	120.52810	22.57145
03F4168S	竹田系統	炭頂	120.52810	22.57145	120.52481	22.51329
03F4232N	南州	炭頂	120.53020	22.48964	120.52481	22.51329
03F4232S	炭頂	南州	120.52481	22.51329	120.53020	22.48964
03F4259N	林邊	南州	120.50595	22.44533	120.53020	22.48964
03F4263S	南州	林邊	120.53020	22.48964	120.50595	22.44533
05F0000S	南港系統	石碇	121.62091	25.03597	121.64753	25.00860
05F0001N	石碇	南港系統	121.64753	25.00860	121.62091	25.03597
05F0055N	坪林行控專用道	石碇	121.71253	24.94173	121.64753	25.00860
05F0055S	石碇	坪林行控專用道	121.64753	25.00860	121.71253	24.94173
05F0287N	頭城	坪林行控專用道	121.78983	24.82792	121.71253	24.94173
05F0287S	坪林行控專用道	頭城	121.71253	24.94173	121.78983	24.82792
05F0309N	宜蘭	頭城	121.78160	24.73858	121.78983	24.82792
05F0309S	頭城	宜蘭	121.78983	24.82792	121.78160	24.73858
05FR113S	宜蘭	宜蘭	121.78160	24.73858	121.78160	24.73858
05FR143N	宜蘭	宜蘭	121.78160	24.73858	121.78160	24.73858
05F0438N	羅東	宜蘭	121.79238	24.68389	121.78160	24.73858
05F0439S	宜蘭	羅東	121.78160	24.73858	121.79238	24.68389
05F0494S	羅東	蘇澳	121.79238	24.68389	121.82665	24.61675
05F0528N	蘇澳	羅東	121.82665	24.61675	121.79238	24.68389

※註：各服務區不列入本研究之討論，因此其座標並未列入。