

國立成功大學
都市計劃研究所
碩士論文

以實證型 TOD 類型學檢視臺北市發展之特徵與表現

A Classification of Positive TOD Typology Based on Characteristics and
Performance of Taipei City

研究生：蔡宗霈
指導教授：鄭皓騰

中華民國一一年六月

摘要

TOD 大眾運輸導向發展(Transit-Oriented Development, TOD) 作為近代主流之都市空間規劃策略，在都市中不同建成環境而使實施方式有所差異下，過往文獻藉以研究目的假設其分類模式以反映場站地區的異質性，且多數著重於各別場站或特定面向。實證型 TOD 類型學(TOD Typology)為以運輸網絡之觀點反映都市發展現況的方法，其本質是對具有共同 TOD 相關特徵的場站進行分類，能夠很好的衡量大眾運輸系統的效能與場站地區發展現況的程度與相互關係，並呈現場站之於整體運輸網絡中的發展定位，因此有助於釐清都市整體運輸場站之 TOD 表現，其中「節點—區位—設計」修正模型為衡量 TOD 類型學研究的主要分析方法與分類依據。

臺北市的捷運系統建置已二十餘年，TOD 策略也隨之實施與調整已久，都市空間也已受到捷運系統建置影響甚深，然而尚未有研究探討 TOD 所形塑之都市整體樣貌，因此本研究希望透過場站地區的發展現況了解臺北市 TOD 發展之情形。首先建立符合臺北市情境之「節點—區位—設計」修正模型以衡量臺北市捷運場站之發展現況，以呈現所有場站在運輸服務能力、經濟發展程度與建成環境特徵共三面向之 TOD 表現建立兩種分類模式，接著以二階段集群分析(Two-step Cluster Analysis) 對場站特徵進行分類與辨識，最後對分類模式進行分析與比較。

根據研究分析結果指出，臺北市捷運場站在兩個分類模式中皆可分為六個 TOD 類型，在分類上皆以捷運台北車站為最突出者，中山站、松江南京站、南京復興站以及忠孝敦化站做為全市之社會與經濟活動之核心，位於市區大多數的核心型捷運場站同樣具有相當高的 TOD 表現，卻在可發展空間方面則相對受限；市區型場站在經濟活動方面普遍不及大眾運輸系統提供之服務量能，然而具相對充足之發展空間，顯示其具有一定程度之發展潛力；市郊型場站在 TOD 表現則普遍偏低，經濟活動與運輸服務能力之間的關係與市區型場站相似，其中市區周圍具有較多居住人口的場站普遍具有不錯的機能混合程度，位於都市最外圍的場站雖發展程度極低，但是具有私人機動運具轉乘捷運的良好能力；將本研究建立之 TOD 類型應用於臺北市政府現行之 EOD 策略，顯示以學校為主之市有公共用地在核心型場站地區適合做為引導發展的輔助角色，在市區型與市郊型場站地區則適合做為帶動發展之主要角色。總結而言，本研究凸顯臺北市捷運場站地區 TOD 發展情形的相似與相異程度，並根據不同之發展特性提出相應之規劃應用建議。

關鍵字：大眾運輸導向發展、臺北捷運、TOD 類型學、節點—區位—設計模型

目 錄

摘 要	I
目 錄	III
圖目錄	V
表目錄	VII
第一章 緒論	1
第一節 研究動機與目的	1
壹、 研究背景與動機	1
貳、 研究目的	3
第二節 研究範疇	4
壹、 研究對象	4
貳、 研究型態	4
參、 研究時間	4
肆、 研究空間	4
第三節 研究內容、方法與限制	6
壹、 研究內容	6
貳、 研究方法	7
參、 研究限制	7
第四節 研究流程	9
第二章 文獻回顧	10
第一節 TOD 理念演進與政策運用	10
壹、 TOD 定義與政策意涵	10
貳、 TOD 實施的多種可能	12
第二節 TOD 類型學	15
壹、 類型學的應用	15
貳、 TOD 類型學的建立依據	16
參、 小節	20
第三節 TOD 特徵的衡量	21
壹、 TOD 準則之相關指標與代表變數	21
貳、 節點—區位模型	24
參、 小節	25

第三章	研究設計	26
第一節	研究內容與方法	26
壹、	研究內容與操作架構	26
貳、	實證地區	28
參、	研究範疇	29
第二節	TOD 衡量模型與指標建構	31
第三節	TOD 類型的建立	43
第四章	實證分析	47
第一節	捷運場站 TOD 表現衡量結果	47
壹、	捷運場站 TOD 相關變數分布情形描述	47
貳、	節點—區位—設計模型初步分析結果	57
第二節	捷運場站類型的建構	59
壹、	捷運場站分群操作	59
貳、	捷運場站特徵描述與類型識別	69
參、	節點—區位—設計模型分群分析結果	75
第三節	分析結果討論	80
壹、	場站分類操作過程	80
貳、	場站類型建立	81
第四節	分群成果應用於臺北市都市發展策略	82
壹、	臺北市市有建物及用地整合運用導向之規劃開發(EOD)概述 ..	82
貳、	核心型場站地區支應用情境	83
參、	市區型與市郊型場站地區之應用情境	83
第五章	結論與建議	84
第一節	研究結論	84
壹、	掌握臺北市捷運場站地區 TOD 發展情形之相異與相似程度 ..	84
貳、	建立符合臺北市捷運場站特性之 TOD 類型學	85
第二節	研究建議	86
壹、	後續研究建議	86
參考文獻		87
壹、	中文文獻	87
貳、	外文文獻	88

圖目錄

圖 1-1 本研究實證範圍圖	5
圖 1-2 研究流程圖	9
圖 3-1 研究操作架構圖	27
圖 3-2 本研究之研究範圍圖	29
圖 3-3 研究及捷運場站範圍示意圖	30
圖 3-4 節點—區位模型	31
圖 3-5 節點—區位—設計模型	31
圖 3-6 集群分析成果示意圖	44
圖 3-7 TOD 類型示意圖	46
圖 4-1 捷運站服務路線數	48
圖 4-2 捷運站工作日總班次數	48
圖 4-3 場站出入口數	48
圖 4-4 場站鄰近公車站數	48
圖 4-5 場站鄰近公車路線數	49
圖 4-6 場站附屬汽機車停車位	49
圖 4-7 搭乘捷運至 CBD 所需時間	50
圖 4-8 場站鄰近站數	50
圖 4-9 工作日場站出站人次	51
圖 4-10 場站周邊人口家戶數	51
圖 4-11 場站周邊工商家戶總數	52
圖 4-12 場站周邊批發/零售/住宿/餐飲/金融/保險/不動產業家戶數	52
圖 4-13 場站周邊教育/藝術/娛樂/休閒/醫療/社工服務業家戶數	52
圖 4-14 場站周邊製造/運輸/倉儲/資通/傳播/科學/專業技術服務業家戶數	52
圖 4-15 場站周邊就業類型混合分配比	53
圖 4-16 場站周邊商業利用土地面積	54

圖 4-17 場站周邊混合使用住宅利用土地面積	54
圖 4-18 場站周邊純住宅利用土地面積	55
圖 4-19 場站周邊公共利用土地面積	55
圖 4-20 場站周邊土地混合使用程度(熵值)	55
圖 4-21 場站周邊人行道總面積	56
圖 4-22 場站周邊自行車專用道總長度	56
圖 4-23 場站周邊街廓數	57
圖 4-24 場站周邊路口數	57
圖 4-25 捷運場站之節點值分布情形	58
圖 4-26 捷運場站之設計值分布情形	58
圖 4-27 捷運場站之區位值分布情形 (使用工商家戶相關變數)	58
圖 4-28 捷運場站之區位值分布情形 (使用土地利用相關變數)	58
圖 4-29 以工商家戶變數為區位指標之衡量模式分群樹狀圖	63
圖 4-30 以土地利用變數為區位指標之衡量模式分群樹狀圖	64
圖 4-31 以工商家戶變數為區位指標之各集群中心圖	66
圖 4-32 以土地利用變數為區位指標之各集群中心圖	68
圖 4-33 以工商家戶變數為區位指標之 衡量模式分群圖	69
圖 4-34 以土地利用變數為區位指標之 衡量模式分群圖	69
圖 4-35 各集群工商家戶業種比例分配圖	72
圖 4-36 各集群土地利用類型比例分配圖	74
圖 4-37 以工商家戶變數為區位指標之 TOD 類型	76
圖 4-38 以工商家戶變數為區位指標之模型數值散佈圖	77
圖 4-39 以土地利用變數為區位指標之 TOD 類型	78
圖 4-40 以土地利用變數為區位指標之模型數值散佈圖	79
圖 4-41 臺北市都市計畫市有學校用地分布情形	82

表目錄

表 2-1 規範型 TOD 類型學相關研究綜整表.....	17
表 2-2 實證型 TOD 類型學相關研究綜整表.....	19
表 2-3 TOD 準則、指標及相關因子整理表.....	22
表 2-4 TOD 國內 TOD 影響研究綜整表.....	23
表 3-1 本研究節點指標原始變數選擇.....	32
表 3-2 本研究區位指標原始變數選擇.....	34
表 3-3 本研究設計指標原始變數選擇.....	35
表 3-4 本研究選取變數統整.....	40
表 4-1 以工商家戶變數為區位指標之主成分分析解說總變異量.....	59
表 4-2 以工商家戶變數為區位指標之主成分分析旋轉成分矩陣.....	60
表 4-3 以土地利用變數為區位指標之主成分分析解說總變異量.....	61
表 4-4 以土地利用變數為區位指標之主成分分析旋轉成分矩陣.....	61
表 4-5 以 Duda-Hart 檢定選定各集群觀察值數目.....	62
表 4-6 以工商家戶變數為區位指標之分群顯著性檢定.....	65
表 4-7 以工商家戶變數為區位指標之集群分析結果.....	65
表 4-8 以土地利用變數為區位指標之分群顯著性檢定.....	67
表 4-9 以土地利用變數為區位指標之場站分類表.....	67
表 4-7 以工商家戶變數為區位指標之指標平均數統計表.....	71
表 4-9 以土地利用變數為區位指標之指標平均值統計表.....	73

第一章 緒論

第一節 研究動機與目的

壹、研究背景與動機

大眾運輸發展導向(Transit-Oriented Development, TOD) 提倡圍繞著大眾運輸節點進行都市的開發與更新，並創建高密度、多樣化的土地利用型態以及適合步行的環境，使得站點周圍地區的居民擁有更多的互動機會與更多樣的社交活動，從而減少對私人運具的依賴(Bertolini & Spit, 1998; Calthorpe, 1993; Cervero, 1998, 2004; Dittmar & Ohland, 2004)。TOD 的基本理念在多數相關策略中大多相同，但 TOD 原則的應用會隨著實施地點與尺度而有著很大的差異(Lyu, Bertolini, & Pfeffer, 2016; Higgins & Kanaroglou, 2016)，因此為每個不同條件的大眾運輸節點制定因地制宜的 TOD 規劃策略是必須的。然而，過往評估研究多侷限於各別大眾運輸節點的表現，如使用空間多準則評估分析衡量各別大眾運輸節點之 TOD 程度(Singh, Lukman, Flacke, Zuidgeest, & Van Maarseveen, 2017)，對於評估 TOD 場站自身表現而言相當適切，但難以解釋不同場站地區建成環境的異質性，也無法反映個別場站在整體 TOD 網絡中的發展定位。

為了能夠掌握不同場站地區實施 TOD 的條件，TOD 類型學(TOD Typology) 得以將具有共同 TOD 相關特徵的大眾運輸場站地區組合成為相同類型的 TOD 實施地區。根據 TOD 策略的影響面向，其成效主要反映在場站地區實際之交通運輸、都市社會與經濟活動與建成環境三個面向的發展現況，而透過將發展現況相似的場站地區進行分組，使得研究人員與規劃者能夠更好的理解 TOD 與都市中不同地區所面臨問題之間的關係，以制定更有針對性的規劃策略(Lyu et al., 2016)，具體來說，TOD 類型學能夠凸顯 TOD 策略應具備的多樣性與在地性，並有助於回答如：在不同密度水平的區域，什麼土地使用組合將促成有效的混合使用以及開發發生的區位？或什麼土地使用混合情形下需要配合什麼程度的大眾運輸服務水平？等問題(Kamruzzaman, Baker, Washington, & Turrell, 2014)。

臺北市自捷運開通以來 TOD 發展已 20 餘年，過往已有許多研究專注於探討捷運系統建置後與都市各類環境特徵產生之相互影響的因果關係型研究，關於 TOD 之評估研究大多專注於特定面向或相關延伸議題，如房地產價格、土地使用型態、交通可及性、環境品質等等(李家儂與謝翊楷, 2016)，相關研究若需探討不同性質的站點，

大多會依照場站所在區位與服務層級來分別進行探討，且關於類型的建立也大多是基於特定面向的分析成果，如：以居民認為之發展性質將捷運板南沿線場站區分為居住、就業、休閒三類發展核心(林楨家、馮正民與胡怡騫，2004)。在政策方面，早期曾提出以商業機能將場站地區分為會型、全市型、地區型、鄰里型四個層級做為捷運建設初期之發展策略(許志堅與林育慈，2003)；近年則以場站之區位與商業用地比例做為發展潛力之依據(臺北市政府都市發展局，2019)。

總結來說，TOD 策略應是由等多種面向的目標組合而成的規劃策略，且彼此是有相互關聯的(Huang, Grigolon, Madureira, & Brussel, 2018)。目前國內研究鮮少以全市捷運場站地區之發展現況全面的討論臺北市 TOD 實施至今階段性的成果，也較難反映捷運系統具備之多樣性與在地性；政策方面對於 TOD 場站之評估在工商服務業之發展潛力方面著墨甚深，其他面向如運輸服務與建成環境則大多以單一場站之空間層級被各別探討，較少被視為一個整體之多目標策略進行討論。本研究後續將透過交通運輸、都市社會與經濟活動與建成環境三個與 TOD 相關的衡量指標來掌握大眾運輸場站之發展現況，建立適用於臺北市之 TOD 類型學，以更全面地看待捷運建設至今對臺北市場站地區帶來之成果，並識別各類型場站之特徵以回應 TOD 應具備的。

貳、研究目的

臺北市的捷運通車已二十餘年，且臺北市政府也隨著捷運系統的建置持續針對捷運場站地區實施與調整 TOD 策略，主要目標從最初的以緩解交通壅塞，至今已是創造引導發展與再發展的都市核心區位，而都市活動的分布情形與場站周圍地區的環境特性皆已受到捷運場站的影響甚深，每個場站地區具有截然不同之發展情形，因此本研究欲藉由以下目的有效檢視臺北市大眾運輸導向發展現況之特徵與表現：

一、衡量臺北市捷運場站之 TOD 發展情形

TOD 作為利用交通運輸系統與土地使用相互循環作用的空間策略，與 TOD 相關之交通運輸、社會經濟活動與建成環境為相關研究探討 TOD 的主要面向，經在地化之調整後亦為本研究建立衡量模式之基礎，而為能夠衡量臺北市捷運場站地區整體之 TOD 發展情形，本研究透過為其建立實證型的 TOD 類型學(Positive TOD Typology)，以凸顯每個捷運場站不同的發展情形，並反映 TOD 層次分明的網絡特性。TOD 類型學的應用能夠將具有相似發展特徵的場站地區相互聚合，同時將具有相異特徵的場站地區進行分類，因此能有效聚焦本研究之研究對象並提供後續分析與比較的基礎。

二、識別臺北市捷運場站地區發展之相異與相似程度

TOD 會根據場站地區的條件而在諸多面向各自有不同的策略制定，並會產生相當多樣的發展結果已是過往研究與實務上的共識，為能夠依據捷運場站現行之發展情形進行分類，因此本研究依據目的一所建立之符合臺北市情境的 TOD 衡量模式進行分群操作以確立臺北市實際具備之 TOD 類型，分類結果能夠反映 TOD 具備之多面向特性，有別於過往聚焦於特定議題而僅以區位條件或是都市機能分布情形等單一面向的分類，或是基於都市未來發展願景之政策目的所建立之假設性的分類，更能夠準確呈現臺北市不同場站地區發展至今之 TOD 之特徵與表現。

三、掌握臺北市不同場站類型之發展特徵與表現

依據分類結果得以釐清臺北市不同場站類型在 TOD 不同面向有著各自的發展程度與差異程度，因此能夠凸顯每個類型具備之 TOD 特徵與表現，同時考量不同特性之場站類型可能的構成與區別的原因，最後建立臺北市之 TOD 類型，相較過往著重於個別場站或特定面向的分類模式，較能全面的理解不同類型之捷運場站地區現行可能面臨的問題與未來的發展潛力，接著與過往之捷運場站分類模式進行討論，並對臺北市現行之發展政策提出建議。

第二節 研究範疇

壹、研究對象

本研究以捷運場站以及場站地區的發展情形作為研究對象以呈現臺北市大眾運輸導向發展情形，其中大眾運輸場站是以臺北市內所有已建置之捷運場站作為對象，為臺北市投入之大眾捷運系統後帶動都市發展的主要媒介；場站地區為大眾捷運系統建置後，伴隨以 TOD 策略制定與實施，所主要受到影響的空間範圍，其發展情形則是聚焦於臺北市捷運場站建置發展至今於所有場站地區之交通運輸、社會經濟活動與建成環境此三個 TOD 重要相關面向的發展現況。

貳、研究型態

本研究為描述型研究(Descriptive Research)，用以識別臺北市捷運場站發展情形的衡量模型所確立之指標系統是基於發展現況，其所建立之 TOD 類型主要目的在於完整反映臺北市 TOD 發展之異同程度，指標所選取之影響因子來自於過往 TOD 相關研究所確立之衡量模式，其關聯性與因果關係已由相關文獻所支持，而這些影響因子於本研究彙整為衡量 TOD 特徵與表現程度之依據，屬於都市現象之描述。

參、研究時間

本研究資料選取之時間範圍設定於西元 2020 年 11 月、12 月之周一至周四，主要為探討工作日之大眾運輸運量表現，原因在於此時段全日以捷運為主的大眾運輸班次頻率與乘車人次相對最為穩定，都市活動的產生亦相對較為規律，較能夠呈現捷運場站地區基礎的社會經濟發展情形。另外，此時段已逾 5 個月無新冠肺炎(covid-19)本土病例，為近期都市活動與捷運運量相對處於高峰的時段，大眾運輸運量亦顯示此時段應為相對接近疫情前臺北市整體都市活動的時期。

肆、研究空間

本研究之空間分析單元採用臺北市所有已建置並運行之捷運場站以及場站中心環域半徑 500 公尺之周圍地區，共計 73 個場站地區(圖 1-1)，此範圍為臺北市現行主要政策(臺北市府都市發展局，2019)所設定之空間範圍，共佔全市可發展用地達約

36.80%，且在市中心地區(中正區、大安區、信義區、松山區、中山區)覆蓋率約 75%。臺北市為國內捷運系統發展歷程最久的都市，同時最早將 TOD 概念融入都市發展策略，市民亦有最高的大眾運輸使用率，因此都市整體之發展與各項機能之分布相較於其他縣市所受到之影響甚深。此外，雖臺北市捷運路網與新北市及桃園市連接並相互影響，然而本研究的主要目的在於檢視臺北市之 TOD 發展情形，因此僅選擇以臺北市之捷運場站地區作為空間分析單元。

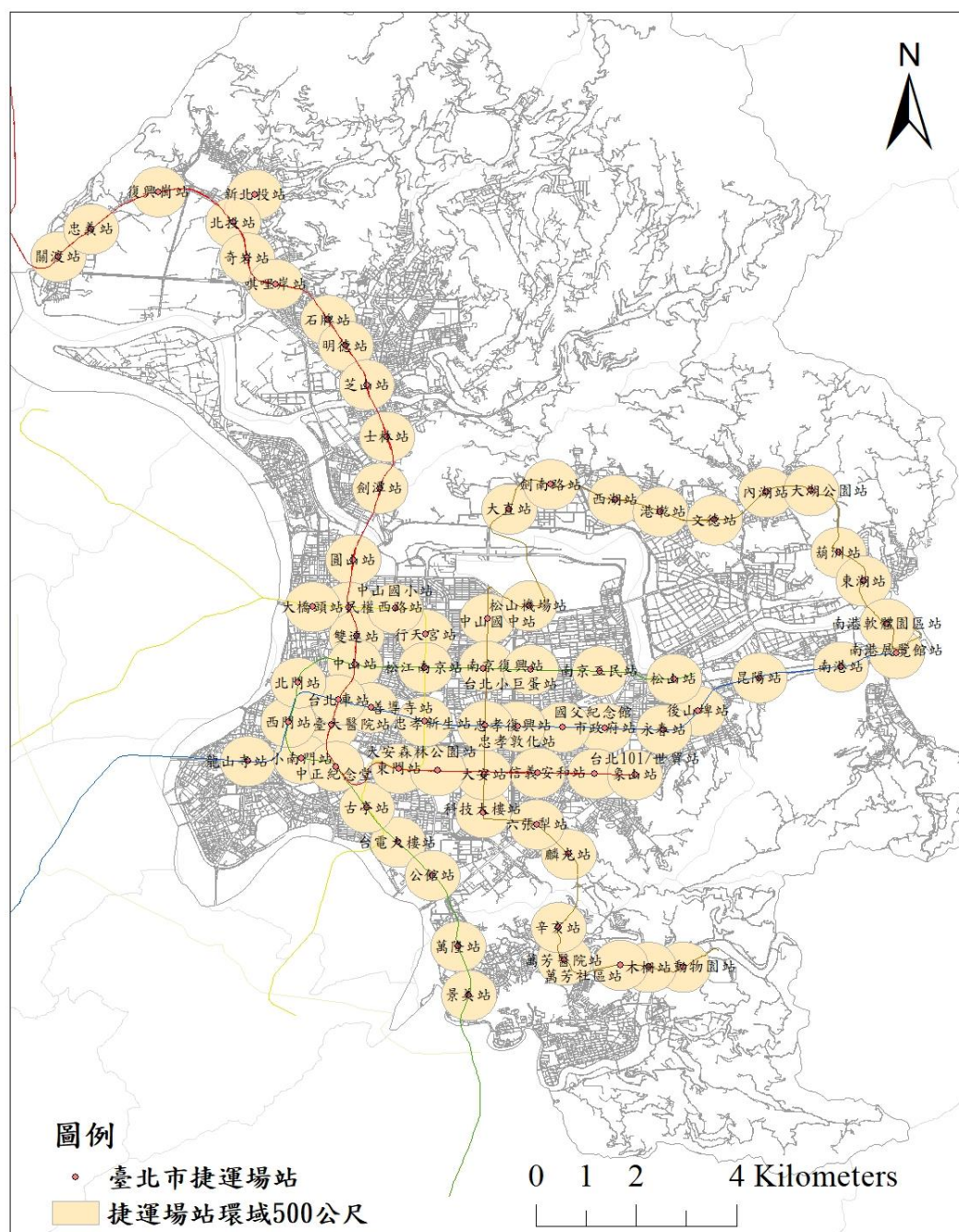


圖 1-1 本研究實證範圍圖

第三節 研究內容、方法與限制

壹、研究內容

一、建立臺北市捷運場站 TOD 發展情形之衡量模式

本研究以採用實證型 TOD 類型學的相關研究中主要使用之「節點—區位—設計」修正模型(Node-Place-Design Model)作為臺北市 TOD 發展情形的衡量模式，模型原理是以指標系統呈現 TOD 作為結合交通運輸與土地使用的多面向策略組合，會對大眾運輸場站周圍地區產生的相對發展程度，並以此推論場站地區是否有達成其發展目標，其中指標系統的建構又以與 TOD 策略最為相關的交通運輸、社會經濟活動與建成環境三面向的影響因子為主，將指標中的各項變數進行符合本研究實證地區特性的篩選與調整後，即能夠呈現臺北市所有場站地區在 TOD 不同面向的相對發展程度，並以此識別臺北市實際存在的 TOD 類型。

二、確立臺北市捷運場站之分群操作架構

TOD 類型的建立需依靠分群操作進行，分群的意義在於能夠有效聚焦本研究的分析對象，並凸顯不同分群之間的差異，將上述衡量模式的結果透過集群分析進行計算後，使得分群能夠呈現捷運場站之間在實際特徵與表現上的相似與相異的程度。此外，衡量模型根據資料屬性的差異區分為兩種分類模式，分別以各業種類別之工商業家戶數代表場站地區所聚集之經濟活動的發展程度與型態，以及以土地利用現況代表 TOD 策略所促成的都市機能之空間分布型態，後續得以透過相互比對的方式以增加的分群成果的解釋能力。

三、依據各分群之 TOD 特徵與表現建立臺北捷運場站之 TOD 類型

依照分群結果能夠掌握相似發展現況的場站所擁有之特徵與表現，並凸顯屬於不同分群的場站彼此間的差異程度，藉以釐清每個分群的場站所具備的特性，並以此建立場站所屬之 TOD 類型，接著探討上述兩種分類模式產生之分群結果的差異為何，提出每個場站類型現行可能面臨的都市問題與未來的發展潛力，最後由此場站分類結果來對臺北市現行以市有土地與建物為導向的發展政策提出規劃應用建議。

貳、研究方法

一、主成分分析

由於 TOD 衡量模型所建立之指標系統的變數涵蓋不同量測單位之資料，因此本研究以主成分分析作為彙整指標系統的資料處理方法，此分析方法能夠將指標系統中的眾多變數進行尺度與變數的縮減與萃取，能夠在得到接近原始資料的訊息量的前提下降低資料雜訊的影響，在接下來進行集群分析時，能夠避免分析結果受到部分偏差數值的影響並提升整體之解釋能力。

二、二階段集群分析

接續上一步驟，本研究將產生之主成分作為新變數進行集群分析，分群會以數值的相近程度為依據，因此群之後可以使得集群內皆為特性相近的捷運場站地區，而不同集群間則具有非常明顯的差異，另外，本研究在集群分析的方法上選擇結合階層式集群法與 K 平均法的二階段法進行，可以解決在非階層式集群法中主觀假定集群數的問題，也可以解決階層式集群法中原樣本無法重新配置到其他集群的問題，使得集群分析能夠在不預先設定分群前提的情形下，讓場站的分類操作完全依據數據所呈現之發展現況。

三、分群敘述統計分析

完成所有捷運場站的分群後，本研究將以集群為單位做敘述性統計分析，作為識別 TOD 類型的最後步驟，由於每個集群中均為數值相近之捷運場站，因此以每個集群各指標數值的平均數作為該集群整體的指標值，接著對指標數值的相對高低程度與在各集群間的分布情形所代表之意涵進行分析與解釋後，據此建立場站類型。

參、研究限制

一、實證型 TOD 類型學研究之分析方法侷限性

本研究所選用之「節點—區位—設計」修正模型雖已有許多研究使用「節點—區位」模型所衍生之各式修正模型作為 TOD 相關議題之評估指標系統，然而此指標系統之架構並無明確定義可以遵循，因此本研究主要以整理相關研究被大量重複使用之指標作為變數組合的選擇依據，僅就概略之發展現況進行探討，並避免選擇較具有特定議題導向之指標。而集群分析做為後續處理指標系統之主要分析方法，其特性在於

能夠不受單一因素大幅影響的分析諸多面向的資訊，但是過於龐雜的變數在使用集群分析時，雖不影響其計算成果，卻會造成每個變數在最終分析集群結果的解釋能力被稀釋，需審慎考量欲進行分析之變數組合，因此本研究經反覆測試後將彙整之指標系統選擇分為兩個衡量模式進行後續之分群操作並相互驗證分群成果。

二、研究資料之時間動態性

本研究進行時已是新冠肺炎疫情流行期間，所選取之資料為顧及時新性，因此選擇研究實證地區較不受疫情影響的時段，但都市環境仍已受到疫情衝擊，旅運行為與各項社會經濟活動行為多少已受疫情影響，本研究所呈現之發展現況可能某種程度上反映疫情對實證地區之影響。此外，本研究所採用之資料多為動態的性質，可能會因特定事件而在短時間內急遽變化，如在可預期的未來中部分場站地區建造之社會住宅所帶動之家戶人口的顯著變化，而本研究建立之場站類型為依據指標彙整之諸多不同面向的變數所共同決定，單一變數即使產生大幅變化仍不易影響整體之分群成果。

第四節 研究流程

本研究之研究流程如圖 1-2 所示：

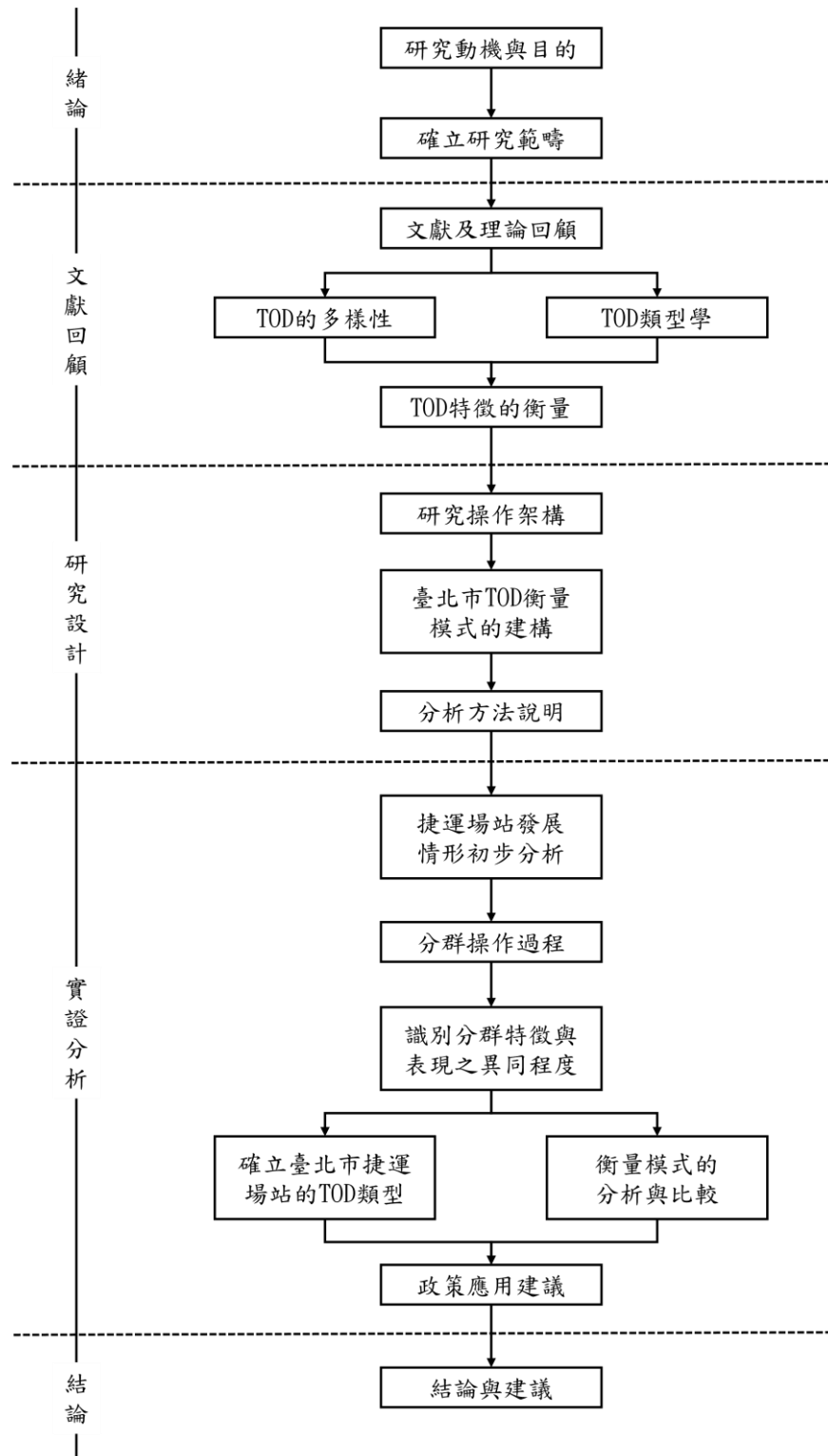


圖 1-2 研究流程圖

第二章 文獻回顧

第一節 TOD 理念演進與政策運用

壹、TOD 定義與政策意涵

一、大眾運輸導向之都市發展思潮

自 1950 年代以來，世界各國的人口受到戰後嬰兒潮的影響開始急速增長，都市的規模因此伴隨著劇增的人口迅速擴張，此時期以美國為主的歐美國家由於人口的大量增加，因此於都市周圍的郊區地區大量建造新市鎮，且都市機能受到分區(Zoning)與土地使用管制(Land use regulation)的影響，被獨立於不同的區位中，並以公路相互連接，因而使得以汽車與公路路網為導向的都市發展模式盛行，同時在工業生產模式方面，盛行的福特主義所帶來的大規模生產模式讓汽車產業快速發展，也使得都市居民的汽車自有率大幅提升，擺脫了原先依賴鐵路等大眾運輸系統的旅運模式，因此大量人口選擇生活在位處郊區的新市鎮，並以汽車為通勤媒介，產生了郊區化現象，而市中心的機能也隨之移往郊區，舊有的市中心地區則面臨發展停滯與衰敗的問題。

此以汽車與公路為導向的發展模式使得開發活動發生的區位集中於都市外圍的農用或空置地區，形成廣大的郊區，因而產生了都市蔓延問題(Urban Sprawl)，其特徵主要為不受計畫主導的都市發展，伴隨低密度、機能單一旦相互分離的土地使用型態，使得人們高度依賴汽車為主的私人機動運具，導致了嚴重的塞車問題，造成花費大量通勤時間與能源消耗的惡性循環。

到了 1980 年代，都市原有的現代主義規劃模式持續地受到自 1960 年代興起的反藍圖式規劃浪潮影響，因此新都市主義(New Urbanism)開始盛行，主要訴求為營造高品質、低汙染、在地性且多樣化的社區環境，其規劃概念主要來自二戰前汽車尚未普及時以人為尺度的都市環境。在交通方面同是如此，主要為提倡減少對汽車的過度依賴，並鼓勵非機動運具的出行，如：步行與自行車，具體作法是將鄰里社區建置於大眾運輸設施周圍(類似於工業革命時期以火車站為城鎮運輸中心的發展模式)，以建立高密度、機能混合且適宜步行的環境。

當時都市發展相關議題亦受到新都市主義思潮的影響，再加上 1970 年代發生的兩次石油危機對美國的汽車產業造成重創，因此主要著重在對抗都市蔓延以試圖中止

依賴汽車與公路的都市發展模式，因此將都市開發區位限制於大眾運輸場站周圍地區的發展模式也於 1980 年代開始受到廣泛討論，並開始出現以大眾運輸場站為中心的新市鎮成功開發的案例(Cervero & Kockelman, 1997)。大眾運輸導向發展(Transit-Oriented Development, TOD)的概念於 1993 年由 Peter Calthorpe 正式提出，當中明確定義 TOD 為「距離大眾運輸場站或核心商業區 2000 英尺之步行距離內的混合使用社區」，並且說明 TOD 應將就業、居住、零售、公共使用、開放空間混合於可步行環境當中，而核心商業與就業區應距離車站最近且為密度最高的區域，其次為公共空間與住宅區。

在此時期可以看出 TOD 的想法部分受 Howard (1902)提出的田園城市理論(Garden City)與 Arturo Soria y Mata 於 1892 提出的線型都市理論(Linear City)影響(Terán, 1964)。在核心概念方面，田園城市理論強調融合農村地區舒適宜居的環境品質與城市中心的就業機會與經濟水準，而在實際規劃上呈現放射狀的網格式道路，且強調行人的便利性與舒適性以及公共空間的塑造(Peter Hall, 2010)；TOD 則提倡使郊區擁有都市中心的機能性，卻不會如市中心繁忙、擁擠與混亂，在路網模式、尺度與行人友善元素等規劃層面也具有相當高的相似性，兩者都強調了密集、緊湊且步行尺度的新市鎮；不同之處在於中心地區與就業區位的不同，前者在中心地區為圍繞著公共服務設施主廣場，就業區位則位於邊陲地區，而後者在中心地區為運輸節點，且就業機會集中於周圍鄰近地區。

在主要交通幹道附近設置居住區的概念方面，線型都市理論提出在公共運輸廊道(如：有軌電車與火車等)沿線設置新市鎮，並將都市發展區位集中於廊道兩側，呈現線型發展模式(Peter Hall, 2010)，而非當時都市主流的輻射狀發展，都市與都市間同樣由公共運輸所串連，後續如：西班牙馬德里、丹麥哥本哈根等城市皆曾經以鐵路為軸帶進行線型都市發展，整體而言與 TOD 有諸多相似之處。總結來說，TOD 所提倡以大眾運輸場站作為都市發展核心的規劃概念，其根本思維是將都市一定程度的回復至二戰前汽車尚未普及的狀態。

二、TOD 作為近代都市空間規劃策略

1990 年代末，新都市主義作為都市發展理論開始受到挑戰，認為新傳統社區發展所強調的自給自足且排除汽車使用的社區生活在現實中難以實施。與此同時，關於 TOD 的相關研究也正迅速增加，雖然對於以大眾運輸場站作為核心的永續社區(Transit Village)概念並未改變(Cervero, 1998)，但是更加強調在場站周圍鄰近地區整

合交通系統、街道設計、社區活力與政策刺激的必要性，並將 TOD 視為場站地區開發策略的最終目標，而非僅僅只是將 TOD 作為社區生活面向的規劃工具。另外，隨著當時重新活化舊有市中心的都市再生議題興起，為了能夠將都市活動重新聚集回到市中心地區，TOD 作為最受到關注的空間規劃策略，除了原先聚焦於開發個別場站地區外，在原有都市地區以大眾運輸場站為中心重新帶動周圍地區的更新與再發展，或以舊有市中心為運輸網絡核心來重新帶動經濟活動的回流等，如 Boarnet and Crane (1997)認為 TOD 包含開發與再開發軌道交通站點附近的土地，透過利用公共投資來促進軌道交通系統的使用。

2000 年後，關於 TOD 的定義，大多數的研究已經逐漸將 TOD 視為一種結合交通運輸與土地使用的規劃策略，且依賴跨部門與不同決策層級間多個參與者之間的合作，TOD 被定義為在環境、社會與經濟等問題上整合地方與區域的規劃流程，並且將大眾運輸場站與周圍的高密度與混合使用的開發相結合以形成步行友善區，如 Parker, McKeever, Arrington, and Smith-Heimer (2002)將 TOD 視為一種與交通運輸相關的土地使用策略，可用於協調並促進社區與大眾運輸系統之間的連結；Schlossberg and Brown (2004)將 TOD 視為一種綜合規劃方法，其中強調透過結合各種規劃手段增加行人到大眾運輸站點的可及性；Nasri and Zhang (2014)也將 TOD 視為一種綜合規劃方法，提供交通運輸服務的同時配合混合使用與高密度的土地開發，以鼓勵民眾選擇使用大眾運輸系統。目前學界和規劃單位沒有明確的 TOD 定義，但 TOD 的共同目標仍是通過將土地使用與城市交通相結合來促進大眾運輸，且通常是以交通節點周圍的中高密度開發以及步行性佳與混合使用的社區為特徵(Li et al., 2019)。

貳、TOD 實施的多種可能

一、TOD 的在地性

雖然在不同都市所制定的 TOD 策略都遵循著同樣的基本原則，然而隨 TOD 策略開始在全球不同的都市中實施，卻產生非常多樣化的結果，即不同都市的 TOD 表現反映了該發展策略的複雜性與多面向性(Ibraeva, Correia, Silva, & Antunes, 2020)，如北美洲與澳洲強調都市發展應該重新集中在交通節點周圍並阻止都市蔓延(J. L. Renne, 2016)；而歐洲則強調對於現有車站地區的再發展(Bertolini & Spit, 1998)；亞洲是將 TOD 被視為現有都會區成長時的大眾運輸廊道規劃策略(P. P.-J. Yang & Lew, 2009; M. Zhang, 2007)，同時也是一種重新連接現有已發展地區的策略(Lindau, Hidalgo, & Facchini, 2010)。

然而在實施過程中，各項策略的制定取決於每個不同的實施地區中的各種影響因素，如：都市原有的實質環境、居民的習慣與偏好等等，因此 TOD 策略會根據各案例而有所差異(Li et al., 2019; Lyu, Bertolini, & Pfeffer, 2016)。此外，每個的都市所實際進行的 TOD 策略即使是同一都市或大眾運輸系統中，也並非每個車站及周圍地區의 TOD 實現方式都相同，每個車站周圍地區的異質性往往為其規劃帶來了極大的複雜性(Higgins & Kanaroglou, 2016)。在歐洲，由於居民的機動運具持有率較低、人口密度較高、大眾運輸系統較健全，各大都市普遍較有將交通系統納入都市規劃的經驗，都市的開發活動原本就區於集中於現有的交通運輸節點，因此更傾向於探討交通與土地使用之間複雜的相互作用(Bertolini & Spit, 1998)，而 TOD 僅被視為其中一種可行的都市發展模式，因此並沒有如同北美洲與澳洲產生同樣的都市發展議題；在亞洲，普遍面臨的都市議題則是市中心的土地壓力與都市機能的過度集中，日本東京於 1990 年代早期即提出以鐵路建設緩解都市擴張的發展策略(Chorus & Bertolini, 2011)，將大都市的機能分散在「環狀線」與「山手線」鐵路轉乘站周圍地區，並由鐵路公司進行相關土地開發，此即將部分 TOD 的規劃原則付諸實現。新加坡(Yang & Lew, 2009)與香港(Cervero & Murakami, 2009)也早在 TOD 概念形成之前就將類似的原則帶入其都市發展策略中，其共同的背景為都市本具有高密度與混合使用的特性，因此土地使用與大眾運輸的整合在其早期的都市發展策略就已經受到重視，TOD 只是在這些亞洲都市既有的規劃邏輯上作為補充(Delpirou, Doulet, & Delaunay, 2016)。

二、國內的 TOD 模式

臺北市自捷運柵湖線(現今捷運文湖線前身)自 1996 年開通以來已超過二十年，同時也將 TOD 概念納入臺北市的發展策略中，旨在解決過往仿效美國的以汽車為導向的都市發展模式所衍生的都市問題(李家儂，2003；李家儂與賴宗裕，2005；蔡佳蓉，2004)。對於都市發展模式的想像，林楨家等人(2004)曾將捷運站區定義為居住發展核心、就業發展核心、休閒發展核心三個類型來檢視居民認為捷運站建置後對台北市造成的發展性質的變化。然而早期的 TOD 策略成效卻不慎理想，許志堅與林育慈(2003)提出捷運系統建置對臺北市實質環境所造成的問題，包含捷運場站周圍地區土地使用模式的改變、公共設施的不足、場站設施衍生的交通問題以及都市景觀的衝擊等等；李家儂與賴宗裕(2007)則認為臺北捷運開通初期即受限於本身既有發展的空間，導致大眾運輸未能與周圍的土地使用產生有效的相互作用。

許志堅與林育慈(2003)也同樣對捷運系統建置所造成的問題提出改進的 TOD 發展策略，其中即有一大重點聚焦於不同的捷運站就應該要有不同的規劃策略以發展出

各自的特色，並以商業機能將場站地區分為都會型、全市型、地區型、鄰里型四個層級，再具體的對土地使用、公共設施以及轉乘系統提出不同的規劃建議，將國內捷運相關研究的重點帶到站區周圍的土地使用規劃、公共設施配置、都市設計、非機動運具轉乘等等的建成環境特性。而關於捷運場站建置對站點周圍地區環境所造成之影響，林孟瑤(2011)證實場站周邊地區的商業使用有集中發展的趨勢，並以捷運站的土地使用等環境特性等將場站分成商業核心區、居住核心區以及郊區，說明不同類型的捷運站點會對周圍土地使用造成不同的影響，且不同發展背景之場站其變遷趨勢與影響因子皆有所差異。吳雅萱(2013)則是將捷運站以土地使用混合型態作為站區類型，分別為商業型、公共遊憩型、住宅型三種，再以運輸服務特性作為車站類型，分為一般車站、轉乘站、端點站三種，這樣的分類方式代表著大眾運輸站點具備多樣的功能並得以分別加以檢視。張惟皓與張效通(2015)根據捷運場站周邊地區的發展模式或土地使用配置以空間型構法則來做都市型態變遷的分析，並將其分為擴張型、緊密型、緩慢型三種發展型態，證實了捷運站的設置會對站點周圍空間造成結果相當不同的發展情形，且可以將場站周邊地區相似的空間特徵視為同一發展型態。

參、 小結

本節說明了 TOD 概念最初源自於北美所面臨的都市發展困境，並且在 20 世紀末提倡環境保護的浪潮中成為受到廣泛討論之都市發展理論，TOD 所提倡建立之環境特徵主要為將開發區位設置於大眾運輸場站周圍，伴隨中高密度發展與良好的步行可及性，在實際規劃策略中通常做為結合交通運輸與土地使用的綜合規劃策略，且依賴跨部門與多層級的參與者之間進行合作。然而不同全球不同都市皆有其原有的都市發展脈絡，歐洲與亞洲許多都市本就有較高的密度以及以大眾運輸系統為主軸的都市發展策略，每個都市皆根據其特性而對 TOD 策略有諸多改良或僅取其部分理念，臺灣最初是希望引進捷運以解決臺北市快速發展所面臨的交通混亂，然而早期卻因未對不同場站地區有詳細之策略而引發更多都市問題，可見 TOD 策略在地性的重要性。綜上所述，為更好的理解不同都市所具備之特性，皆應針對不同 TOD 實施地區有更深入的了解方能制定符合在地性之 TOD 策略。

第二節 TOD 類型學

壹、類型學的應用

一、分類與類型學的概念

分類學(Classification)是一個將研究對象加以識別、區分與理解的分析程序，並且將相似的對象分組於同一個類別中，其主要可以分為類型學(Typology)與分類學(Taxonomy)，兩者的區別主要是在分類的對象，前者為研究者假設性的主觀想法，後者則為可觀察且可測量的客觀項目。其中類型學目前最為人所知的類型概念是由 Max Weber 於 1949 年所提出的理想類型(Ideal Type)，其認為社會科學需透過假設性的抽象概念進行建構，因此理想類型是基於先於經驗的理論、因果判斷等研究者欲探討的部分特徵而建立的模型，而並非必須是現實經驗所發現的對象，其作為研究方法提供了在理論框架中系統性的分類與比較基礎。在操作方法上，類型學用於根據研究對象的相似程度進行分組，並探討研究對象是如何分為不同類型的，而量測的依據則根據研究者採用的理論框架所決定，然而此分類模式通常是根據主觀的標準，分類的結果通常只能做描述性的解釋，卻難以對其類型建立的原因做進一步的推論，或是透過其分類結果進行預測，且先驗的概念會有難以具體化的問題。

在都市規劃與建築學科中，通常是指依據建築物或都市空間共同特徵的分類方法，而其所量測的分類依據則是根據都市規劃理論所建構之理想類型，如：以街道與建築物的排列模式對街廓進行分類，或是以機能、形式、構造對建築進行分類等，而在都市發展模式相似的條件下，或是欲建立相似的都市發展策略的情況下，以類型學將都市空間中的實質環境作為研究或規劃對象進行分類，其分類的依據與類型建立的成因皆以有相關都市理論與發展脈絡的支持，因此將有助於更明確的限定研究範圍以及建立系統性的規劃策略。

二、類型學應用於 TOD

由於 TOD 存在著多樣化的實施方式，過往許多文獻希望能夠根據場站與其周圍地區的特徵，先行評估實施地區內不同區位中有利或不利於 TOD 的條件，再以分類方式針對不同區位進行探討，Jenks and Dempsey (2005)曾認為 TOD 需要做進一步的研究來製定類型學，並為不同類型的 TOD 進行特定的規劃與設計手段，Crockett and Hounsell (2005)也建議必須以不同方式對不同類型的火車站進行判斷，而將相似條件

與特性的 TOD 歸為一類可以更加精確地進行大眾運輸站點的規劃、設計和運營活動，具體地來說，特定的規劃與設計手段只會對特定類型的車站產生效用 (Reusser, Loukopoulos, Stauffacher, & Scholz, 2008)。類型學如前述是一種將具有一組共同特徵的對象組合在一起的方法，而 TOD 類型學的本質即是對具有共同 TOD 相關特徵的站區進行分組(Kamruzzaman et al., 2014; Lyu et al., 2016)，這使得研究人員、政策制定者或開發商能夠更好的理解 TOD 策略與不同地區所面臨之都市問題之間的關係，如：仕紳化可能是市中心舊城區 TOD 所面對的問題而與郊區 TOD 無關(Austin et al., 2010)，因此能夠根據相似條件的 TOD 建立共同的策略組合，或是制定較有針對性的規劃設計與投資。

TOD 類型的建立通常是依據交通系統和土地使用的相關特徵所建構的組合，每一種組合中的所有場站都有一些共同的元素，在經過分類後能夠較清楚的理解每種類型的 TOD 可能所需的密度、土地利用組合、連通性和交通系統功能(Zemp, Stauffacher, Lang, & Scholz, 2011)，而通常衡量場站地區的標準涉及密度、多樣性以及設計，主要由過往文獻所提出的規劃原則作為 TOD 特徵。具明確發展目標的 TOD 策略還能夠透過分類來提出每一種類型的發展潛力和未來必要的規劃策略，根據政策所建立的 TOD 類型學有助於回答諸如：在不同密度水平的區域之中，何種土地使用組合將促成有效的混合使用？或是何種土地使用型態需要配合多少程度的大眾運輸服務水平？等問題(Belzer & Autler, 2002)，也能夠依不同場站的需求來決定影響因子之間所需的平衡程度，如：增加密度雖然有可能增加乘客量，但同時會降低社會公平和生活品質(Lin & Gau, 2006)，總結來說，替同一個運輸網絡中各自面臨不同發展課題的大眾運輸場站地區提出系統性的解答對於都市整體的 TOD 規劃和設計很重要。此外，分類提供了不同場站之間進行比較的基礎，因此可以識別具有類似的發展課題或是空間規劃經驗的場站地區，更能夠確定達成目標所需的策略(Zemp et al., 2011)。

貳、 TOD 類型學的建立依據

TOD 類型學又能夠分為兩種分類方法，根據 Higgins and Kanaroglou (2016)的說明，一種是規範型的類型學，另一種是實證型的類型學。兩者的差別在於類型建立的過程，前者大多是基於對 TOD 實施地區的部分特性與欲達成之發展目標建立假設性的分類，如：市中心、市區、郊區、商業區、住宅區、工業區等不同的區位與機能；後者的類型則是以實施地區當中與 TOD 相關的交通與環境特徵進行量化，再透過集群分析等無監督式運算來得出都市中有多少可以識別的 TOD 類型。

一、規範型的 TOD 類型學(Normative TOD typologies)

TOD 的實施尺度與預期的成果需要根據不同的都市環境進行制定，是大多數相關文獻的大前提。Calthorpe (1993)做為相關文獻的開創者，就有提及可以將 TOD 策略的制定大致分為都市與鄰里兩個尺度，並表示不可能有適用於所有情境的單一種方法。然而都市空間的複雜性使得 TOD 必須有更加仔細的分類，因此 Dittmar and Poticha (2004)曾針對美國都市普遍具備的都市環境提出了六種情境的假設，分別是都市中心區、都市地區、郊區、郊區中心、郊區鄰里過境區和通勤鎮中心，並且從密度、房屋類型和運輸服務等概述了不同 TOD 應具備的環境特徵。

在後續研究與政策中，研究者與規劃者在建立規範型的 TOD 類型學之前通常已經清楚了解了不同場站地區所面臨的都市問題，且具有對都市整體發展的具體想像，以此為每種類型制定適當的策略，如：美國科羅拉多州丹佛市於 2014 所提出之 TOD 策略(Hancock, 2014)，其制定五個類型分別為：都市中心、都市核心、一般都市區、都會區、郊區，並分別賦予不同的發展定位，且詳細制定每種類型之土地使用組合、街廓規模與形狀、建築形態、運輸計畫等；臺北市政府都市發展局 (2019)所擬定之 TOD 策略亦有針對該計畫初期選定之 33 個場站地區，參考其商業機能、區位與服務層級建立五種類型，分別為：市區都市核心、市區鄰里中心、市郊鄰里中心、市區住宅中心、市郊住宅社區，以作為後續控制場站地區更新與開發程度的依據。這種主要以區位條件、部分機能性或政策目的等條件所劃分的類型，為研究者或規劃者預期的理想分類模式，經常被許多驗證 TOD 影響因子的相關研究(如：交通旅運模式、不動產價格、社經環境變化等)所使用，相關研究之分類標準與成果如表 2-1 所示。

表 2-1 規範型 TOD 類型學相關研究綜整表

文獻	分類標準	實施地區	分類成果
Dittmar and Poticha (2004)	區位為主	美國各都市	都市中心區、都市地區、郊區、郊區中心、郊區鄰里過境區和通勤鎮中心
Hancock (2014)	區位為主	美國丹佛市	都市中心、都市核心、一般都市區、都市地區、郊區
臺北市政府都市發展局 (2019)	機能為主	臺北市	市區都市核心、市區鄰里中心、市郊鄰里中心、市區住宅中心、市郊住宅社區

然而亦有研究認為將都市發展 TOD 現況中與 TOD 相關的環境特徵進行量化的分析，能夠更加嚴謹且貼近現實的評估不同實施地區所具備的條件，主要適用於檢視 TOD 實施的結果—即場站地區環境現況的「TOD 表現」(如：大眾運輸旅次數量、社會經濟發展情形、土地使用型態等)做進一步的評估，以驗證 TOD 類型是否符合欲達成之發展目標，或是發掘具有潛力的 TOD 實施地區(Kamruzzaman et al., 2014; Singh, Fard, Zuidgeest, Brussel, & van Maarseveen, 2014)，因此有了實證型的 TOD 類型學。

二、實證型的 TOD 類型學(Positive TOD typologies)

實證型的 TOD 分類方法大致上又可以分為兩種。首先是以 Bertolini (1999)所提出的節點—區位模型(Node - Place Model)做為衡量的方法，其概念是根據節點(Node)與區位(Place)指標來代表場站的運輸服務能力與場站地區的社會經濟發展現況，節點功能所代表的是車站做為地方的運輸中心點以及區域交通網絡中介點的角色，區位功能則代表車站做為就業或居住中心的角色，兩指標組成的模型能夠呈現交通與土地使用間的相對發展程度是否平衡，最初是應用於荷蘭阿姆斯特丹與烏特勒支地區的火車站，作為制定場站地區再發展策略的依據；Reusser et al. (2008); Zemp et al. (2011)針對瑞士境內所有的火車站稍微調整了節點—區位模型，並透過模型所獲得的指標數值使用階層式集群分析法進行車站的分類，得出了可以具體描述共同特徵的車站類型，每類車站都具有各自鮮明的發展程度、服務層級、機能特性等；Kamruzzaman et al. (2014)首次將節點—區位模型用於評估澳洲昆士蘭布里斯班各鄰里社區的 TOD 實施條件，同樣使用集群分析，並在模型的指標中加入 TOD 的都市設計元素，如：可及性、路口數量、路網連通性等；Lyu et al. (2016)則首次使用節點—區位模型進行中國北京地鐵的 TOD 策略成果檢視，並將節點—區位模型的指標轉換為 TOD 相關影響因子，分類結果顯示每個集群的 TOD 表現，如：不同都市機能的分布情形、密度與多樣性的程度等，自此後續不少研究皆使用以 TOD 元素擴充後節點—區位模型對大眾運輸建置已久的都市，如：葡萄牙里斯本(David S Vale, Viana, & Pereira, 2018)、英國倫敦(Y. Zhang, Marshall, & Manley, 2019)、中國上海(Li et al., 2019; Su, Zhang, Wang, Weng, & Kang, 2021)等，進行相關的發展現況檢視與比較分析。

除了節點—區位模型外，還有第二種實證型的方法來識別大眾運輸車站類型，該方法是根據議題來對現有的特定 TOD 特性進行分類。Atkinson-Palombo and Kuby (2011)針對美國鳳凰城計劃所進行的 TOD 輕軌建設計劃，針對場站地區的社會經濟現況與土地使用組合，以集群分析得出了五個不同的鄰里類型。Higgins and Kanaroglou (2016)則針對土地使用型態相關指標作為衡量 TOD 程度的依據，識別出

加拿大多倫多的 BRT 運輸網絡中共具有十個場站類型與其分別具備的 TOD 表現，相關研究之分類標準與成果如表 2-2 所示。總結來說，規範型的 TOD 類型學所呈現的是為研究者與規劃者期望透過 TOD 策略，形塑層級明確的都市發展模式；而實證型的 TOD 類型學所呈現的則是 TOD 策略實施後，在都市中所實際產生的結果。

表 2-2 實證型 TOD 類型學相關研究綜整表

文獻	分類標準	分類方法	實施地區	分類成果
Reusser et al. (2008); Zemp et al. (2011)	大眾運輸的種類與頻率(節點指標)、場站地區的功能組合(區位指標)	二階段 集群分析	瑞士	休閒活動的遠距離小車站、小村落的小車站、距市中心較遠且人口稠密的中型車站、距市中心較近且有較多其他大眾運輸服務的中等規模車站、人口稠密地區的大型與超大型車站
Atkinson-Palombo and Kuby (2011)	土地用途組合	二階段 集群分析	美國 鳳凰城	中等收入混合使用區、就業與娛樂中心、貧困地區、人口聚集區、運輸節點
Kamruzzaman et al. (2014)	大眾運輸可及性、居住密度、就業密度、土地利用組合、路口密度、囊底路密度	二階段 集群分析	澳洲 布里斯班	住宅 TOD、活動中心 TOD、潛在 TOD、非 TOD 區域
Higgins and Kanaroglou (2016)	密度、多樣性、街道連通性、互動潛力、各類別目的地可及性	潛在類別 集群分析	加拿大 多倫多	都市核心型、都市鄰里型、郊區中心型、郊區鄰里型、其他特殊機能型
Huang et al. (2018)	人口/就業/商業密度、土地使用多樣性/混合度、自行車與步行空間的密度與長度	潛在類別 集群分析	荷蘭 阿納姆— 奈梅亨 都會區	都市混合核心、都市住宅、郊區住宅

參、 小節

本節說明了實施 TOD 策略會因為車站本身的運輸能力以及周圍地區的環境條件等等的影響因子而有著高度的複雜性，為了要制定符合實踐情境或更加改善的 TOD 策略，勢必得先將車站依其運輸服務能力與土地使用型態等等的 TOD 相關特徵進行分類。本研究欲採用之操作方式為實證型的 TOD 類型學，原因有二：首先是規範型的 TOD 類型學通常為探討 TOD 相關的延伸議題所使用之分類模式，相較之下實證型的 TOD 類型學更能夠依據 TOD 所有層面之整體表現來辨識出實際存在的 TOD 類型，更能符合特定實證地區之特性；接著是台灣過往研究同樣僅針對 TOD 相關之延伸議題或是針對 TOD 特定層面來選用相應的分類模式，並未有針對整體運輸系統之 TOD 全面的表現進行衡量並以此作為車站的分類依據，期望本研究能夠以 TOD 現階段的發展情形透過整體臺北捷運系統的尺度來識別實際存在之站點類型。

第三節 TOD 特徵的衡量

壹、TOD 準則之相關指標與代表變數

關於 TOD 的衡量方式，過往以有許多研究將 TOD 的表現加以量化並建立指標系統，Singh et al. (2017)將過往相關研究用於衡量 TOD 程度的指標彙整成八個準則(表 2-3)，並分別有其對應的指標。首先是 Cervero and Kockelman (1997)所提出的 3Ds—土地使用多樣性(Diversity)、密度(Density)以及都市設計(Design)，都市密度即是直接支持大眾運輸系統營運能力的基本因子，而土地使用多樣性則提供更加平衡且穩定持續的乘客流量，最後透過設計手段創造支持步行與自行車使用的建成環境則是 TOD 的關鍵，3Ds 的重要性更是受到諸多 TOD 研究的支持(Calthorpe, 1993; Cervero & Murakami, 2009; Evans IV, Pratt, Stryker, & Kuzmyak, 2007; J. L. Renne, 2009)。接著是由 J. Renne, Wells, and Voorhees (2005)所提出的三個與 TOD 地區經濟發展相關的指標，分別是每種土地使用的私部門投資、服務業的數量以及零售業的數量，而 TOD 實踐地區更高的經濟發展就意味著更多使用大眾運輸系統的旅次產生的可能，Bertolini (1999)以及 Evans IV et al. (2007)也同樣強調此類經濟因素特性的重要性。臺灣諸多關於 TOD 研究也同樣採用 3Ds 原則選用指標(李家儂 & 謝翊楷, 2016; 卓易霆, 2013; 林楨家, 李家儂, et al., 2011)。總結來說，3Ds 以及經濟發展因素一直都是討論 TOD 表現相當重要的核心因子。

除了與發展相關的特徵，另一 TOD 的基本原則是高品質的運輸服務(Bertolini, 1999; Reusser et al., 2008)，車站的設計與運輸服務的品質會是影響 TOD 成功與否的一大潛在因素，TOD 很有可能會因為運輸服務不具足夠的吸引力而失敗。與運輸服務品質相關的就是穩定而頻繁的運輸服務頻率，這攸關乘客對於整體大眾系統的信任程度(Cervero & Murakami, 2009; Evans IV et al., 2007)，另外還有車站設施如列車即時資訊顯示、休憩設施、無障礙設計等等的因素會影響大眾運輸系統乘客的使用體驗。此外，大眾運輸系統的使用也會受到 TOD 地區目的地可及性與工作機會大大的影響(Dittmar & Poticha, 2004; Evans IV et al., 2007; J. Renne et al., 2005)，尤其是這些目的地的步行可及性更是需要加以考量的(Calthorpe, 1993; Cervero & Murakami, 2009; J. Renne et al., 2005; J. L. Renne, 2009; Schlossberg & Brown, 2004)。綜上所述，大眾運輸系統應該要是具有吸引力、舒適性、使用者友善、高頻率運輸服務等特性，而且最重要的是車站地區得目的地解能夠以步行抵達。

最後，運輸旅次的增加與減少能夠直接的代表TOD實踐的成功與否(J. Renne et al., 2005)，因此更多的運輸旅次可以代表著更高的TOD程度，然而不同節點提供運輸服務數量頻率的差異使得旅次數量的不足以代表其運輸量能，因此應該將節點的運輸量能視作運輸旅次水平。此外，在車站周圍提供良好的自行車停車設施是促使人們轉乘大眾運輸系統的重要因素(Evans IV et al., 2007)，汽車停車空間也是如此，不過需值得注意的是汽車停車空間需適量配置，使得駕駛人願意停車至大眾運輸站點轉乘而非直接駛往目的地(Calthorpe, 1993; Evans IV et al., 2007; J. Renne et al., 2005)。

表 2-3 TOD 準則、指標及相關因子整理表

TOD 準則		指標	相關因子	參考文獻
1	都市的密度對發展 TOD 相當重要。	密度	人口密度、商業密度	Cervero and Kockelman (1997)
2	土地使用多樣性會在節點周圍創造充滿活力的區域。	土地使用多樣性	土地使用熵值	Cervero and Kockelman (1997)
3	使步行與自行車使用更加友善的都市空間設計對 TOD 是必要的。	步行與自行車使用友善程度	住宅使用混合程度、人行道總長、自行車道總長、路口密度、步行可及範圍	Calthorpe (1993); Cervero and Murakami (2009); J. L. Renne (2009)
4	蓬勃的經濟發展將帶來良好的 TOD 表現。	經濟發展	商家密度、行政區稅收、就業程度	J. Renne et al. (2005)
5	更多的旅次代表更好的 TOD 表現。大眾運輸系統應保持足夠的容量來吸引更多乘客。	大眾運輸量能	尖峰時段乘客數量、離峰時段乘客數量	J. Renne et al. (2005)
6	使用者友善對於鼓勵更多人使用大眾運輸系統而言是必須的。	使用者友善程度	通勤者在車站中的安全、車站基礎設施、必要的資訊呈現	Cervero and Murakami (2009); Evans IV et al. (2007)
7	擁有良好可及性與服務頻率的節點能夠增加創造 TOD 的機會。	可及性	班車服務的頻率、轉乘的路線數量、其他運具類型轉乘、站點周圍的	Dittmar and Poticha (2004); Evans IV et al.

TOD 準則		指標	相關因子	參考文獻
			目的地	(2007); J. Renne et al. (2005)
8	汽車與自行車停車空間的提供能鼓勵更多人用大眾運輸進行距離更長的通勤旅次。	停車空間	汽車的停車容量、自行車的停車容量	Calthorpe (1993); Evans IV et al. (2007); J. Renne et al. (2005)

國內的相關研究則大多是在探討捷運系統建置後對都市環境造成的影響(表 2-4)，大多是關於房地產價格、空間發展模式、土地使用型態、交通或環境品質等 TOD 相關的延伸議題，然而目前仍較少有綜合探討 TOD 規劃面向之發展情形的文章出現。

表 2-4 TOD 國內 TOD 影響研究綜整表

TOD 議題	影響因素	相關影響因子	參考文獻
房地產價格變動	房屋類型使用型態	房屋屬性、日常機能鄰近性、人口密度、土地使用混合比、位於都更或都設區域內、人行環境改善比例	李怡婷(2005)；彭建文、吳森田與吳祥華 (2007)
土地開發效益	社經因素都市化程度	土地公告現值、就業人口數、商店數、道路長度、捷運站數、公設面積、土地使用分區數	李家儂與謝翊楷 (2016)
空間發展模式	土地使用變遷	密度、捷運運量、土地使用混合程度、強度、建築使用面積、農林使用面積、公設使用面積	張惟皓與張效通 (2015)；張學聖與林孟瑤 (2011)
步行可及性與交通便捷程度	步行可及性	捷運運量、都市活動強度、多樣性、人行道連續性、方便性、舒適性、安全性、可視性、自明性	李家儂與羅健文 (2006)；陳姿彤 (2018)
	捷運運量	密度、樓地板面積、混合使用情形、路口密度、街廓數、停車位、家戶所得、汽機車持有數、捷運系統類型、車站型態	白仁德與劉人華 (2014)；林楨家與施亭仔 (2007)；楊徨仁 (2020)
	運具轉乘	密度、運具多樣性、大眾運輸站點距離、家戶屬性、街廓大小、路口數量、各式道路長度、停車空間	林楨家、吳建彤與方若庭 (2011)
環境品質	密度層面混合使用	住商密度、日常機能鄰近程度、鄰接與否、土地使用多樣性、商店數、樓地板面積	蔡育新、王大立與劉小蘭 (2011)

貳、節點—區位模型

Bertolini (1999)所提出的「節點—區位模型」(Node - Place Model)(圖 2-1)是實證型 TOD 類型學相關研究中最多人用於衡量 TOD 程度的定量方法(Li et al., 2019)。「節點(Node)」代表運輸站點的運輸服務能力，或可以說是該節點的可及性，也就是人群互動的潛力(越多人在此代表越有可能發生互動)；「區位(Place)」則代表站點周邊地區的土地使用型態，或可以說是都市活動的密度與多樣性，也就是人群互動在此真實發生的情形(越多都市活動在此代表此地實際發生的互動)。因此該模型呈現了 TOD 的雙重意義：一個是做為提供人們運輸服務的大眾運輸站點，一個是做為人們社交、生活、娛樂和購物的地方(Bertolini, 1999)。其基本思想是交通運輸和土地利用之間的反饋循環，也就是改善交通服務能力(節點價值)將有利於周邊地區土地利用的多樣化和集約化，而土地利用(土地價值)的多樣化和集約化將有利於基礎設施的進一步發展。

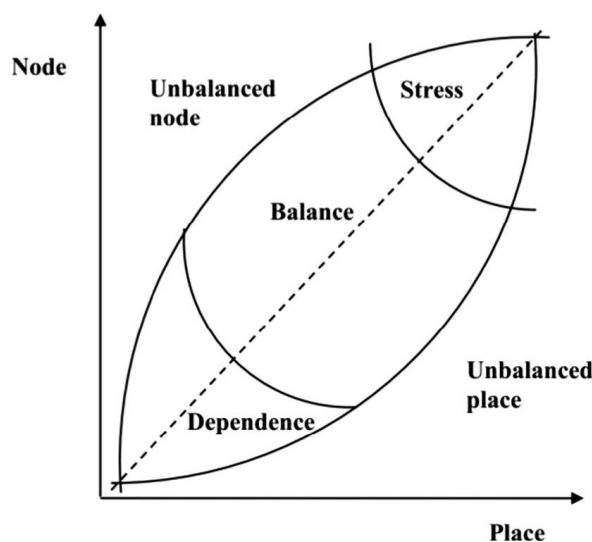


圖 2-1 節點—區位模型

參考來源：Bertolini (1999)

節點—區位模型區分了五種 TOD 形式。第一種是「平衡(Balanced)」形式，當交通和土地使用協調發展時，彼此將提供最有利的發展條件；第二種是「依賴(Dependency)」形式，當交通和土地使用都不太發達時，兩者在有限空間中發生競爭的可能性很小，但同時也很難產生自主發展的動力；第三種是「壓力(Stressed)」形式，交通和土地使用都高度發達，兩者在市中心對有限空間的需求競爭非常激烈；最後兩種分別是「不平衡的節點(Unbalanced node)」，代表交通設施較都市活動發達的多，以及「不平衡的區位(Unbalanced place)」，代表都市活動相較交通設施發達的多。

節點—區位模型雖然有助於衡量大眾運輸站區的交通運輸和土地使用的發展情形，但是無法有效呈現交通運輸和土地使用之間的相互關係。例如，步行性較差的行人環境會將大眾運輸與周圍地區的關係斷開，因而進一步減少節點與區位的相互關係(Li et al., 2019)。此外，如果節點功能的發展對周邊土地使用開發沒有輻射作用，則兩者的相關性也會大大的減弱。更甚者，交通與土地使用皆有明顯發展，但兩者的發展卻不相關的情況，簡稱 TAD(Transit Adjacent Development)(J. L. Renne, 2009)。因此，David S. Vale (2015)建議將「導向 (Oriented)」指標納入節點區位模型，而導向的相關特徵被認為能夠將交通和土地利用之間的反饋循環也能夠被列入 TOD 程度的衡量指標，並創造更佳符合實踐情境的條件。Li et al. (2019)和 Lyu et al. (2016)進一步將 David S. Vale (2015)提出的「導向」指標改進成為「連接度(Tie)指標」來引入節點區位模型，並且強調步行性與日常都市活動的可及性等因素。David S Vale et al. (2018); Y. Zhang et al. (2019)則是同樣將步行性與可及性相關都市設計因素統整做為「設計(Design)指標」來擴充節點—區位模型。Su et al. (2021)則是更加強調可及性因素並整理成「機能(Functionality)指標」來做為節點區位模型的擴充，以原先的 X 軸代表區位、Y 軸代表節點、新增的 Z 軸代表機能，所形成之圖形得以用三維座標軸呈現，並以此來進行都市與都市間大眾運輸的 TOD 特徵的比較。

參、小節

本節首先說明了過往研究所遵循的 TOD 原則以及其相對應的影響因素，並以此作為衡量 TOD 程度並加以量化的依據，接著說明了 TOD 類型學研究主流的指標系統建立方法，以作為本研究 TOD 相關影響因素的彙整與後續運用方式。本研究欲透過建立「節點—區位—設計」之修正模型來做為衡量整體運輸系統 TOD 程度的指標系統，以此來掌握台北捷運系統的 TOD 發展情形，並依據文獻回顧所提及的 TOD 相關影響因子作為指標系統所採用之變數，以此作為上一節所提及之車站的分類依據。

第三章 研究設計

第一節 研究內容與方法

壹、研究內容與操作架構

本研究欲藉由以下三項主要研究內容與對應之分析操作回應研究目的：

一、建立臺北市捷運場站 TOD 發展情形之衡量模式

本研究期望能夠透過衡量捷運場站及其周圍地區之 TOD 相關發展現況來掌握其發展情形，基於 TOD 為大眾運輸系統與土地使用交互作用之規劃策略，其對都市環境所帶來的影響主要為運輸服務能力、社會經濟條件與建成環境特徵三個面向，本研究欲透過「節點—區位—設計」修正模型衡量上述三個 TOD 影響面向之指標系統來對其發展情形進行敘述統計分析，以初步呈現臺北市所有場站地區之 TOD 發展情形，並作為後續建立符合臺北市 TOD 類型學之依據。

二、依據衡量模式分析結果進行臺北市捷運場站之分群操作

為能夠更深入探討場站之間特性之異同，本研究藉由捷運場站周邊發展現況以代表 TOD 表現之特徵建立類型學，類型的建立主要透過集群分析等無監督的運算方式進行分類，其能夠有效組合特徵較為相似的觀察值，且適當的分群數目能夠有效聚焦分析對象並凸顯不同分群間特徵的差異。由於集群分析容易受到偏遠觀察值的影響，因此在進行分群前須先將資料消除量測尺度的差異並降低資料雜訊的影響，主成分分析能夠在最大程度保留資料原始解釋能力的狀態下完成上述目標。

三、描述各分群之特徵與表現並建立臺北市捷運場站之 TOD 類型

完成所有捷運場站的分群後，以集群為單位的分析能夠掌握屬於不同集群之場站在三個面向的相似與相異的特徵與相對發展程度，因此能夠清楚了解每個集群中捷運場站所具備之特性，接著探討各集群間的差異與相互關係，再以此建立臺北市捷運場站之 TOD 類型。有別於過往聚焦探討 TOD 相關之特定議題而單純以區位條件或是都市功能分區做為分類依據的研究，本研究以臺北捷運現行之場站及周圍地區的發展情況做為新的分群依據，以建立更全面的車站分類模式，最後以臺北市現行的發展政策為例提出本研究之政策應用建議。

本研究各項目的對應之研究操作架構如圖 3-1 所示：

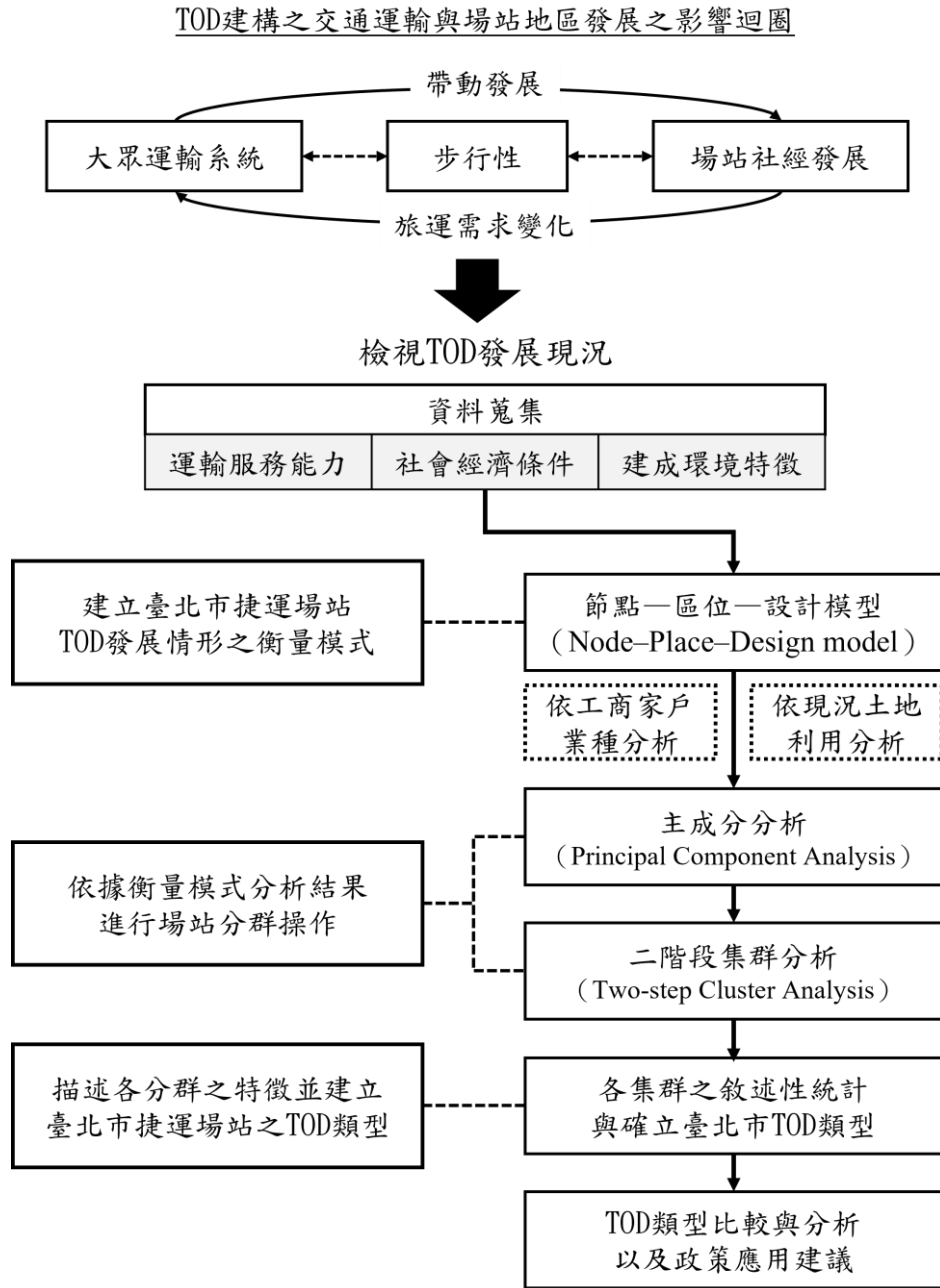


圖 3-1 研究操作架構圖

貳、實證地區

本研究選擇以臺北市捷運場站及周圍地區作為 TOD 研究之實證地區(圖 3-2)，原因共三個層面：

一、臺北大眾捷運系統於國內發展歷程

在臺北捷運系統之發展歷程與規模方面，臺北市於 1996 年已有捷運服務路線正式通車，距今約 25 年，為國內最早建置捷運系統的行政區，同時也是最早將 TOD 概念融入都市整體發展策略中的地區，都市整體之發展與各項機能之分布情形相較於其他縣市所受到之影響甚深，對於捷運系統如何形塑都市發展樣態等與 TOD 概念直接與間接相關的諸多議題更已有不少研究探討。

二、臺北市大眾運輸之服務規模

臺北市公共運輸之運具次數市佔率在過去十年皆超過 40%，遠超過其他縣市，而臺北捷運為市內層級最高之大眾運輸系統，在場站數量、服務路線數量、班次頻率與承載能力皆為全臺灣所有縣市中最具規模之大眾捷運系統，對於都市各項活動的發生皆有十足的影響力。

三、臺北市捷運場站周圍地區之覆蓋範圍

捷運場站地區之發展為都市中受捷運系統建置影響最為直接的區域，若具有足夠的覆蓋範圍也能以其發展情況推測都市中不同機能之分布情形，而臺北捷運場站環域 500 公尺之周圍地區現行之覆蓋範圍已達全市可發展用地 36.80%，且在市中心地區(中正區、中山區、松山區、信義區、大安區)覆蓋率皆高於 75%，為臺灣探討捷運場站地區發展情況最佳之研究場域。

另外，雖臺北捷運系統與新北市及桃園市相互連接，然而本研究未將臺北市捷運場站之捷運場站納入實證地區，主要原因為本研究主要之研究目的在於聚焦探討臺北市 TOD 發展情形，並期望以研究成果應用於現行臺北市之發展政策。此外，新北市與桃園市之都市發展歷程與臺北市相當不同，過往推行之 TOD 相關政策時也並未與臺北市同步，且兩行政區場站地區佔全市可發展用地之覆蓋率明顯較低，較難以從場站地區之發展情況掌握新北市之都市結構，市民使用捷運為主之大眾運輸市佔率同樣明顯低於臺北市，因此本研究僅聚焦於臺北市內之捷運場站。

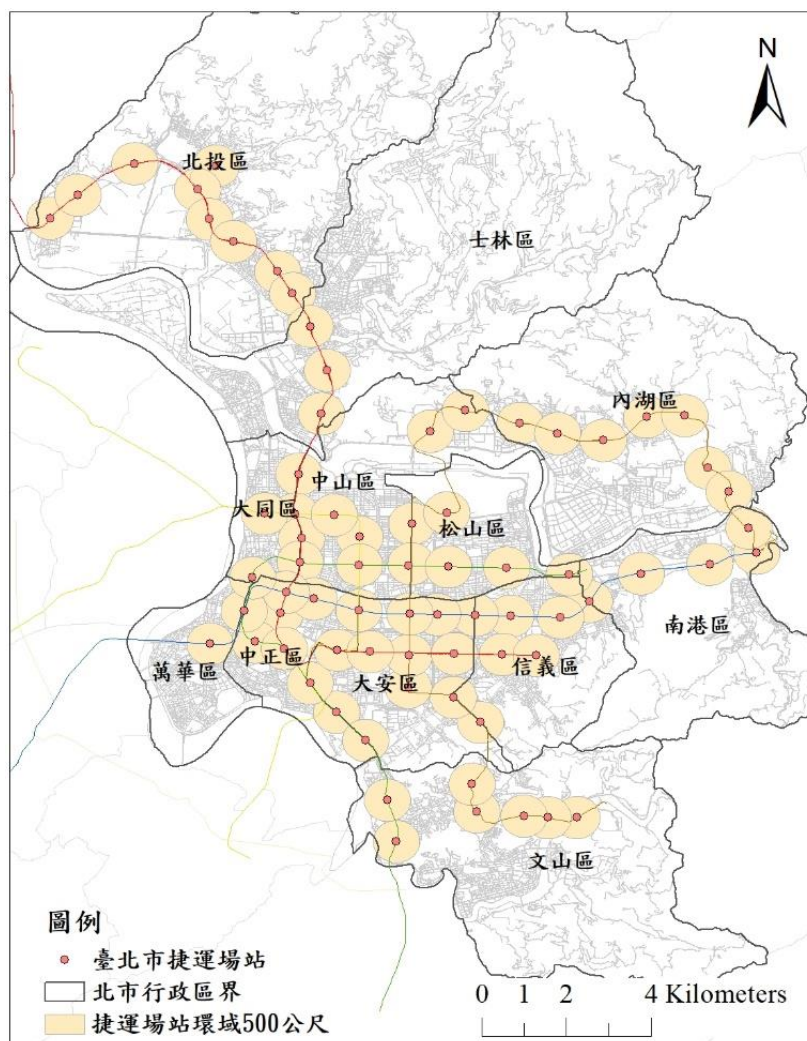


圖 3-2 本研究之研究範圍圖

參、研究範疇

一、分析時間範圍

本研究為探討臺北市捷運場站地區之發展現況，資料選取之時間範圍設定於西元 2020 年 11、12 月所有周一至周四之工作日，此時段大眾運輸運量與都市活動的產生相對較為規律，較能夠呈現捷運場站地區基礎的社會經濟發展情形，而月份的選取主要為受到新冠肺炎(covid-19)疫情影響，全球於 2020 年初爆發疫情，所有都市活動因防疫需求而大幅受到影響，而臺灣於同年 6 月時疫情已獲得穩定控制並開始實施鬆綁防疫政策，至年底時社會經濟活動大多已回復至相對接近於疫情前的水準，如捷運等大眾運輸系統之運量已是疫情爆發後運量最高之月份，此外，11 月與 12 月亦錯開學生之寒暑假時段，以求學為目的之通勤旅次亦不受假期影響。

二、空間分析單元

空間分析單元採臺北市所有捷運場站以及場站中心環域 500 公尺之圓形區域(圖 3-3)，共計 73 個場站地區。選擇以捷運場站周圍 500 公尺地區之核心意義在於此距離大約為行人自場站中心步行約 10 分鐘可及之區域，為國內外多數研究公認之 TOD 策略實施地區範圍之一。此外，諸多關於場站周圍地區之建成環境受到大眾運輸相關因子影響之研究，以及既有法規與政策—臺北市土地使用分區管制自治條例第八十條之四的容積獎勵規定以及近年推行之 TOD 相關政策，皆以環域 500 公尺之範圍做為分析單元或政策實施範圍。另外在資料選取尺度方面，捷運場站間的實際平均間隔距離為 1.2 公里，而位在市中心地區的捷運場站分布又較位在市郊的場站來的密集，以 500 公尺為半徑不致於有過多重複之空間，避免位於市區的捷運場站在蒐集變數時有過多重複取樣的問題。

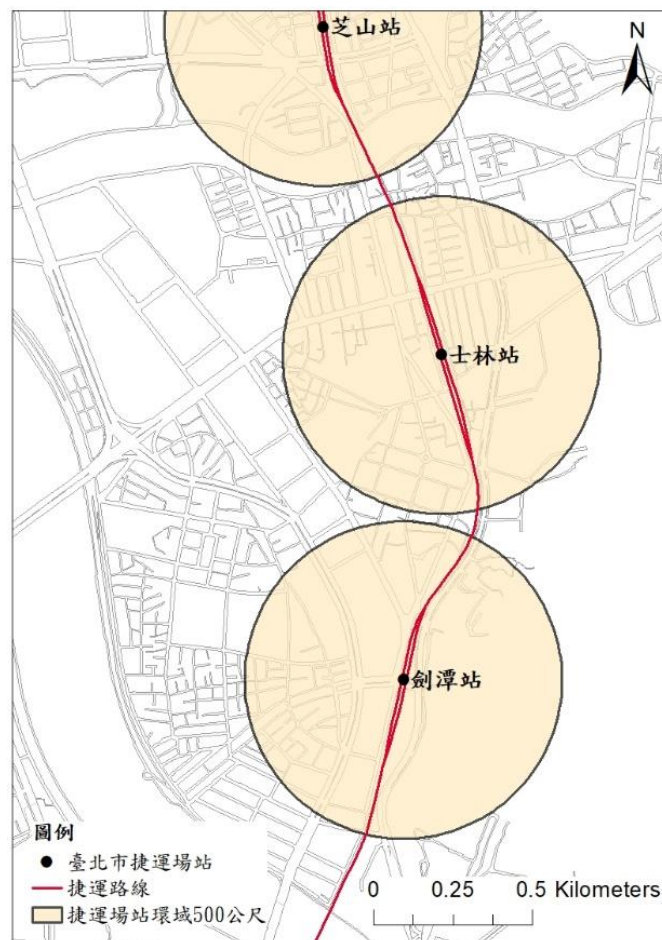


圖 3-3 研究及捷運場站範圍示意圖

第二節 TOD 衡量模型與指標建構

壹、節點—區位—設計模型(Node-Place-Design model)

一、模型概念解釋

本研究採用 David S Vale et al.(2018)與 Y. Zhang et al. (2019) 所提出之「節點—區位—設計」修正模型，模型所建構之指標系統如圖 3-5 所示呈三維座標之散佈圖，原始的節點—區位模型(圖 3-4)即能夠很好的體現 TOD 作為利用交通運輸與土地使用之間相互作用的策略組合所欲達成的規劃目標，也就是以「節點」代表大眾運輸系統的運輸服務能力，以及以「區位」代表對場站周圍地區帶來的發展現況，並聚焦於 TOD 較為關注的居住與就業兩個面向以及多樣性程度，在相關研究實際操作上大致分為社會經濟發展情形與土地使用型態兩種模式，在解釋意義上則分別代表人口活動的分布情形以及都市機能的分布情形，最後新增的「設計」所代表的是步行與自行車現行的使用環境，其體現 TOD 所強調以都市設計鼓勵步行與自行車作為連結場站地區與周圍都市活動的交通模式。在模型判讀上，原始的節點—區位模型依據每個場站的指標數值以點的形式，觀察其座落於模型中的五種不同的區位間來判斷場站屬於何種發展形式，所有場站將以散佈圖的形式呈現於兩座標軸之中，新增指標後亦是如此，並改以三維座標呈現，而不同發展形式之區別在過往文獻中並無明確定義，發展形式之判定多根據實證地區之特性而有所不同，主要用意在於呈現不同面向相對之發展程度。

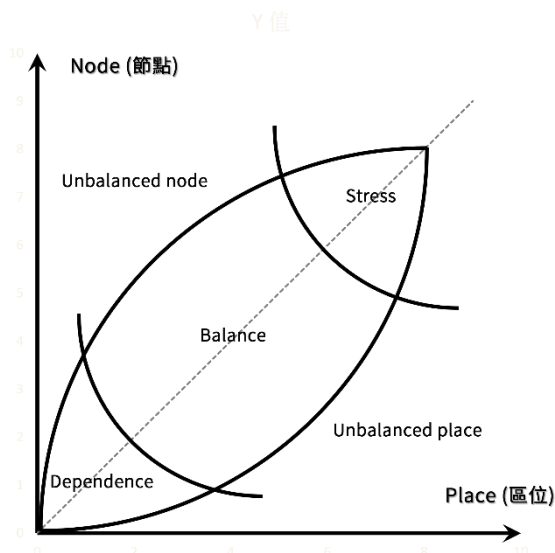


圖 3-4 節點—區位模型

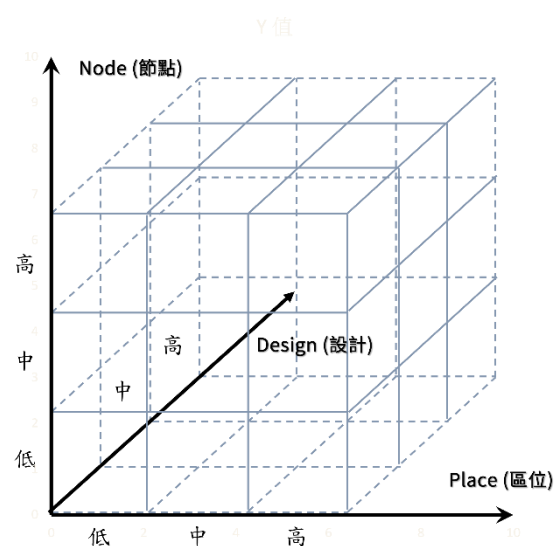


圖 3-5 節點—區位—設計模型

二、模型指標變數

本研究所選擇之變數主要是透過文獻回顧的方式，將以往使用「節點—區位」模型或是其相關修正之模型的相關文獻進行整理，選用變數之依據以大多數文獻重複選用之變數為主。選用變數所從屬之指標說明，同樣為過往相關文獻為針對指標大項所代表之實際意涵進行之深入說明，能夠使得變數選用組合有更佳的解釋能力，同時在進行選取時能夠據此保留本研究中較具解釋意義的變數，並考量資料的可取得性，先行將無法取得之資料刪除而不影響指標的代表性。以下就「節點」、「區位」與「設計」分別進行說明。

(一) 節點

節點指標為大眾運輸場站之運輸服務能力，表示人群在此互動的潛力，為 TOD 策略預期透過運輸服務量能設定在此塑造之發展程度，具體指標多採用相關研究中代表運輸量能、連接度、轉乘能力之相關變數(表 3-1)。其中，運輸量能能夠直接代表捷運場站作為運輸節點的乘載能力，直接反映捷運所提供的人口流動數量，也暗示著場站現行可能的發展極限；網絡連接度則是代表各場站於整體運輸網絡中的可及性，能夠反映其發展的相對層級；轉乘能力則代表捷運場站提供給都市居民與其他運具相互轉乘的便利性，能夠反映捷運場站作為旅次過程中最主要的運輸節點。

表 3-1 本研究節點指標原始變數選擇

指標	指標說明	選用變數	相關文獻
節點 (Node)	大眾運輸 量能	服務路線數量	Lyu et al. (2016); Reusser et al. (2008); Su et al. (2021); David S Vale et al. (2018); Zemp et al. (2011)
		全日發車數量/頻率	Lyu et al. (2016); Reusser et al. (2008); David S Vale et al. (2018); L. Yang and Song (2021); Y. Zhang et al. (2019)
		尖峰/非尖峰時段 發車數量/頻率	Monajem and Nosratian (2015); Su et al. (2021)
		場站出入口數量	Li et al. (2019); Lyu et al. (2016); Monajem and Nosratian (2015)
	場站網絡 連接度	20 分鐘內能夠抵達 的 捷運站數	Li et al. (2019); Lyu et al. (2016); Reusser et al. (2008); David S Vale et al. (2018); Y. Zhang et al. (2019)

指標		指標說明	選用變數	相關文獻
		轉乘能力	搭乘捷運到達 CBD 的時間	Lyu et al. (2016); Monajem and Nosratian (2015); L. Yang and Song (2021); Y. Zhang et al. (2019)
			其他大眾運輸的總服務路線數	Monajem and Nosratian (2015); Reusser et al. (2008); Zemp et al. (2011); Y. Zhang et al. (2019)
			其他大眾運輸的總站數	Li et al. (2019); Lyu et al. (2016); Su et al. (2021); L. Yang and Song (2021)
			場站附屬之汽車/機車/自行車停車容量	Atkinson-Palombo and Kuby (2011); L. Yang and Song (2021); Zemp et al. (2011); Y. Zhang et al. (2019)

(二) 區位

區位指標代表場站周邊地區的土地使用型態，或可以說是都市活動型態，也就是人群互動在此真實發生的情形，為大眾運輸系統建置後實際在此產生之發展情況，並主要關注在居住與就業兩個類別的都市活動，具體指標多採用相關研究中代表場站地區社會經濟發展情況之相關變數(表 3-2)，亦即都市活動的密度與多樣性。變數主要分為兩個模式，多數相關研究採用各就業種類的人口數量與分布情形，就業人口數能夠反映場站地區所聚集之經濟活動的發展程度與型態，近期部份研究開始以各類別土地使用之面積與分布型態作為發展現況之依據，能夠直接反映場站地區所具備之都市機能，兩者的區別在於前者為 TOD 所實際產生的都市活動，後者則是 TOD 所設計的都市機能分布，因此在解釋意義上有所不同。

表 3-2 本研究區位指標原始變數選擇

指標		指標說明	選用變數	相關文獻
區位 (Place)	場站 地區 發展 密度 及多 樣性	社會經濟 現況	場站出站人數	Monajem and Nosratian (2015); Reusser et al. (2008); L. Yang and Song (2021)
			居住人口數	Atkinson-Palombo and Kuby (2011); Lyu et al. (2016); Reusser et al. (2008); David S Vale et al. (2018); Zemp et al. (2011)
			工作年齡人口數	Atkinson-Palombo and Kuby (2011); Zemp et al. (2011); Y. Zhang et al. (2019)
			就業總人口數	Atkinson-Palombo and Kuby (2011); Lyu et al. (2016); Monajem and Nosratian (2015); Zemp et al. (2011)
			零售/旅宿/餐飲業 就業人口數	Monajem and Nosratian (2015); Reusser et al. (2008); David S Vale et al. (2018); Zemp et al. (2011); Y. Zhang et al. (2019)
			工業/物流業 就業人口數	Monajem and Nosratian (2015); Reusser et al. (2008); David S Vale et al. (2018); Zemp et al. (2011); Y. Zhang et al. (2019)
			教育/健康/文化業 就業人口數	Monajem and Nosratian (2015); Reusser et al. (2008); David S Vale et al. (2018); Zemp et al. (2011); Y. Zhang et al. (2019)
			公家行政機關/公 共服務就業 人口數	Monajem and Nosratian (2015); Reusser et al. (2008); David S Vale et al. (2018); Zemp et al. (2011); Y. Zhang et al. (2019)
			就業多樣性 (業種比例分配)	Lyu et al. (2016); Monajem and Nosratian (2015); David S Vale et al. (2018)
		土地使用 型態	零售/旅宿/餐飲業 土地使用面積/ 比例	Li et al. (2019); Su et al. (2021); L. Yang and Song (2021)
			教育/健康/文化業 土地使用面積/ 比例	Li et al. (2019); Su et al. (2021); L. Yang and Song (2021)
			大眾運輸設施 土地使用面積/ 比例	Li et al. (2019); Su et al. (2021); L. Yang and Song (2021)

指標		指標說明	選用變數	相關文獻
			比例	
			休閒娛樂土地使用面積/比例	Su et al. (2021)
			公共服務/行政機關土地使用面積/比例	Li et al. (2019); Su et al. (2021); L. Yang and Song (2021)
			工業/物流業土地使用面積/比例	Li et al. (2019); Su et al. (2021); L. Yang and Song (2021)
			土地使用多樣性(面積比例分配/Shannon's 熵指數)	Li et al. (2019); Su et al. (2021); L. Yang and Song (2021); Y. Zhang et al. (2019)

(三) 設計

設計指標為 TOD 所強調之可步行性以及各項都市機能的步行可及性，由 Vale(2015)提出後，相關研究皆會納入此指標之變數進行模型的擴張。具體指標多採用相關研究中代表可步行空間與路線連通性之相關變數(表 3-3)，以此表示場站地區之各項機能是透過步行與騎乘自行車等旅運行為所串連。在解釋上的另一層用意為確保大眾運輸場站與周圍地區之發展是以非機動旅運行為作為連結，避免兩者皆蓬勃發展但彼此之發展互不相關之情形使得模型失準。

表 3-3 本研究設計指標原始變數選擇

指標		指標說明	選用變數	相關文獻
設計 (Design)	可步行性	可步行程度	人行道面積/長度	Li et al. (2019); Lyu et al. (2016); David S Vale et al. (2018); L. Yang and Song (2021)
			自行車道長度	L. Yang and Song (2021)
			路口數量/密度	David S Vale et al. (2018)
			街廓數量/平均大小	David S Vale et al. (2018); L. Yang and Song (2021); Y. Zhang et al. (2019)
		步行可及之機能	步行至工作/居住地點的平均距離	Li et al. (2019); Lyu et al. (2016); Su et al. (2021); L.

指標		指標說明	選用變數	相關文獻
				Yang and Song (2021)
			步行至教育設施/文化設施/休閒遊憩設施/醫療照護設施/社會福利設施的平均距離	Su et al. (2021); L. Yang and Song (2021)

貳、 指標變數的取得與計算

經由上述之原始變數選擇整理後，需先確認資料尺度的合理性，以及修正變數以更加符合在地特性的過程。由於本研究的研究對象為場站地區之 TOD 表現，因此需整合資料型態為點、線、面之變數，且空間資料原有之統計方式亦須調整為本研究空間分析單元適用之尺度。另外，國外之研究與規劃策略所使用之變數，受到實質環境差異所致，其資料代表性與國內多有不同，故在現有整理的資料中不足或不合適的部分，會依據國內相關研究所使用之變數在不影響代表性的前提下進行替換。

一、節點指標(Node index)相關變數

(一) 大眾運輸量能

本研究以服務路線數量、工作日全日發車數量、場站出入口數量此三個變數為衡量大眾運輸量能之指標。服務路線數量與場站出入口數量兩項變數較無實證地區之區別，分別代表場站轉乘其他路線的能力以及從周圍地區進出場站的便利性。計算方式為於該場站設有月台之服務路線總數量以及場站所有具編號之出入口總數。

而選擇工作日全日發車數量原因有二，一為臺北市平日(周一至周四)與假日捷運運量有明顯之差距，而假日的旅運型態不僅總量明顯少於平日，且旅運人次與目的較不固定，由於以本研究所探討主要以就業與居住為主之都市機能，因此僅採平日；二是平日捷運於所有時段之班次數量與發車頻率皆固定，資料呈現之數據相當穩定，也表示周一至周四之旅運人次與目的相當穩定，因此為衡量都市社會經濟活動最為穩定的時段。計算方式為 2020 年 11 月捷運場站周一至周四之平均日發車班次總數量。

(二) 場站網絡連接度

本研究以 20 分鐘內能夠抵達的捷運站數、搭乘捷運到達 CBD 的時間此二個變數為衡量場站網絡連接度之指標。20 分鐘內能夠抵達的捷運站數能夠表示該場站於運輸網絡中之連接度，國外部份實證地區尺度較大之研究(如：英國大倫敦地鐵系統、中國南京地鐵系統)採用 45 分鐘可及之場站作為量測依據，但受限於臺北捷運系統之尺度，因此採 20 分鐘為依據。計算方式為使用臺北捷運公司於服務網站上的乘車時間預估試算功能，統計臺北市所有捷運場站搭乘 20 分鐘可即之場站總數量，另外票價 25 元(含)可即之場站數量與 20 分鐘可及之數量十分相近，由於此計算方式在後續測試中會過於高估邊陲廠站之連接度，因此予以刪除。

選擇搭乘捷運到達 CBD 的時間能夠較為直接的表示該場站於運輸網絡之中心性。計算方式同樣為使用臺北捷運公司於服務網站上的乘車時間預估試算功能，統計臺北市所有場站搭乘捷運至 CBD 所需時間，CBD 選擇依據為臺北市信義區主要計畫以臺北市及信義計畫特定專用區細部計畫中所提出之定義，即以信義計畫特定專用區範圍作為臺北市之就業、購物、休閒娛樂等機能之發展核心，本研究將場站地區超過 1/3 涵蓋信義計畫特定專用區之捷運市政府站與 101/世貿站設定為代表 CBD 之場站。

(三) 轉乘能力

本研究以公車的總服務路線數、公車的總站數、場站附屬之汽車/機車停車容量此三個變數為衡量轉乘能力之指標。公車的總服務路線數以及公車的總站數，亦較無實證地區之區別，代表捷運場站轉乘至不同服務層級之大眾運輸系統的可及性與便利性，大多數位於歐洲與亞洲的 TOD 都市中，公車皆為相當重要且與軌道運輸系統相輔相成的大眾運輸系統，計算方式為捷運場站地區所涵蓋之公車站點總數量與總路線數量，公車路線的篩選上會刪除專車路線以及僅於特定節日服務之班次。

場站附屬之汽車/機車停車容量則代表提供居民由私人機動運具轉乘至大眾運輸的量能，計算方式以界定為捷運場站附屬設施的汽車與機車停車位加總之數量。不選擇廠站鄰近之停車位數量之原因在於其分布趨勢與場站附屬之汽車/機車停車容量顯著相反，是否能夠代表提供居民轉乘至大眾運輸系統的能力存在疑義，因此不予選用。

二、區位指標(Place index)相關變數

(一) 社會經濟現況

本研究以場站出站人次、人口家戶數此二個變數為衡量社會發展現況之指標。選擇出站人次代表工作日中，每日平均到該場站地區進行各類活動之總人流，計算方式為 2020 年 11 月捷運場站周一至周四之平均日出站人次，過往實證地區位於國外之研究較少以此資料作為區位指標之變數，然而本研究經測試後發現出站人次能夠凸顯臺北市各捷運場站之間的機能特性，因此予以選用。

人口家戶數則代表居住在此之人口總數量，以家戶為計算單位主要因為配合後續工商家戶數之計算單位，由於原資料之空間統計單元為最小統計區。計算方式為首先將所有最小統計區內的樣本視為均質的分布型態，再以場站地區所涵蓋之最小統計區的面積比例推算其涵蓋之樣本數量，因此受場站地區完全涵蓋之最小統計區則擷取所有樣本，而位處邊緣受到分割之最小統計區則按其涵蓋面積比例做為擷取該統計區總樣本數量的比例。

在經濟發展現況方面，本研究以工商家戶總數、批發/零售/住宿/餐飲/金融/保險/不動產業家戶數、教育/藝術/娛樂/休閒/醫療/社工服務業家戶數、製造/運輸/倉儲/資通/傳播/科學/專業技術服務業家戶數、混合分配比此五個變數為衡量之指標。過往研究在區分產業類型時所使用各就業人口資料未如臺北市之分類細緻，因此本研究以土地使用分區管制規則之容許使用項目作為區分就業種類之依據進行，未使用公家行政機關原因則為資料取得性問題。計算方式如同上述之人口家戶數資料。

另外，以家戶數作為計算單位之主要因為資料時間範圍之限制，台北市以人次為單位之就業人口普查已時隔近五年，代表性存有疑義，而工商家戶數資料則為每一季更新一次，因此選擇以 2020 年 12 月統計之工商家戶資料作為變數使用。最後混合分配比代表所有就業種類分布數量之多樣性程度，計算方式如式 3-1：

$$F = 1 - \frac{\left(a - \frac{b}{d}\right) - \left(a - \frac{c}{d}\right)}{2} \quad \text{式 3-1}$$

$a = \max(D_1, D_2, D_3, D_4, D_5)$ 為所有就業種類家戶數 D_i 之最大值相加； $b = \min(D_1, D_2, D_3, D_4, D_5)$ 為所有就業種類家戶數 D_i 之最小值相加； $c = \frac{D_1 + D_2 + D_3 + D_4 + D_5}{5}$ 為捷運場站所有就業種類家戶數 D_i 之平均數； $d = D_1 + D_2 + D_3 + D_4 + D_5$ 為捷運場站所有就業種類家戶數 D_i 相加。

(二) 土地使用型態

本研究以商業利用土地面積、混合使用住宅利用土地面積、純住宅利用、土地面積、公共利用土地面積、土地混合使用程度(熵值)此六個變數為衡量之指標。選用資料為國土利用現況調查成果，與過往研究不同之處在於將混合使用住宅利用作為獨立一項類別，主要原因在於混合使用住宅於臺北市的總量極大，為本研究實證地區之特性，代表介於純商業利用與純住宅利用之間過渡性的使用強度與密度，而將公共服務/行政機關用地與教育/健康/文化業用地則為本研究測試後，依據國土利用系統第一級分類之公共利用土地類別整合而成，對於後續之分析較具解釋能力，計算方式為各類別土地利用面積之加總。最後土地混合使用程度以 Shannon's 指數(熵值)代表土地使用之多樣性，計算方式如式 3-2。

$$H_i = - \sum_i^n \frac{P_i \times \ln(P_i)}{\ln(i)} \quad \text{式 3-2}$$

P_i 為種土地使用類別 i 的面積比例； n 為土地使用類別的數量。

三、設計指標(Design index)相關變數

(一) 可步行程度

本研究以人行道面積、自行車專用道總長度、街廓數、路口數此三個變數為衡量之指標。人行道面積與自行車道長度為鼓勵都市居民選擇非機動運具旅運行為公認之基礎變數，計算方式為場站地區內的實體人行道(含標線型人行道)之面積加總，以及市區內(不含河濱自行車道)之實體自行車道長度加總；街廓數與路口數則為場站地區穿越性道路的數量，亦代表街道的連通性，多數研究認為對於步行與騎乘自行車的路線規劃便利性有明顯幫助，計算方式為場站地區涵蓋所涵蓋之街廓總數量(包含僅部分涵蓋之街廓)以及道路線資料交匯產生之路口總數量。最後，未選擇步行可及之機能，主要原因為資料代表性問題，前述之社會經濟現況與土地使用型態皆能在與可步行程度相關變數作為共同評估指標時，已能反映出各類型廠站之都市機能與可步行性。

表 3-4 本研究選取變數統整

指標變數		資料	資料來源
節點指標(Node index)			
N1	捷運服務路線數	場站服務路線總數(線)	臺北捷運公司
N2	捷運工作日 總班次數	2020 年 11 月周一至周四 每日平均服務班次總數(班)	臺北捷運公司
N3	場站出入口數	場站出入口總數(個)	臺北捷運公司
N4	場站鄰近 公車站數	場站地區之公車站點總數(個)	臺北市交通局 公共運輸處
N5	場站鄰近 公車路線數	場站地區之公車路線總數(線)	臺北市交通局 公共運輸處
N6	場站附屬汽機車 停車位	場站提供之汽機車停車位 加總數量(多寡程度)	臺北捷運公司
N7	搭乘捷運至 CBD 所需時間	搭乘捷運至發展核心 CBD (場站地區涵蓋範圍包含信義計劃 地區之市政府站及 101/世貿站) 所需時間(多寡程度)	臺北捷運公司 預估搭乘時間
N8	場站鄰近站數	20 分鐘內搭乘捷運可及之 場站總數(站)	臺北捷運公司 預估搭乘時間
區位指標(Place index)			
P1	工作日捷運 出站人次	2020 年 11 月周一至周四 捷運場站日均出站人次(人)	臺北捷運公司
P2	人口家戶數	人口家戶總數(戶)	內政部統計處 社會經濟資料庫
P3	工商家戶總數	工商服務業家戶總數(戶)	內政部統計處 社會經濟資料庫
P4	批發/零售/住宿/餐 飲/金融/保險/不動 產業家戶數	批發及零售/住宿及餐飲/金融及保 險/支援服務業家戶總數(戶)	內政部統計處 社會經濟資料庫
P5	教育/藝術/娛樂/休 閒/醫療/社工服務 業家戶數	教育服務/醫療保健及社工/藝術、 娛樂及休閒服務業家戶總數(戶)	內政部統計處 社會經濟資料庫
P6	製造/運輸/倉儲/資 通/傳播/科學/專業 技術服務業家戶數	製造/運輸及倉儲/資訊及通訊傳播/ 專業、科學及技術業家戶總數(戶)	內政部統計處 社會經濟資料庫
P7	就業類型	混合比例分配(比值)	P2 至 P6 資料

指標變數		資料	資料來源
	混合分配比		自行計算
P8	商業利用土地面積	國土利用調查之 商業用地面積加總(平方公尺) (類別代碼 0501)	內政部 國土測繪中心
P9	混合使用住宅利用 土地面積	國土利用調查之混合使用 住宅用地面積加總(平方公尺) (類別代碼 0503)	內政部 國土測繪中心
P10	純住宅利用 土地面積	國土利用調查之 純住宅用地面積加總(平方公尺) (類別代碼 0502)	內政部 國土測繪中心
P11	公共利用土地面積	國土利用調查之 公共利用土地面積加總(平方公尺) (類別代碼 0601 至 0604)	內政部 國土測繪中心
P12	土地混合使用程度	Shannon's 多樣性指數(熵值)	P8 至 P11 資料 自行計算
設計指標(Design index)			
D1	人行道總面積	各種類人行道面積加總(平方公尺)	臺北市工務局 新建工程處
D2	自行車專用道 總長度	市區自行車專用道總長度(公尺)	臺北市交通局交通 管制工程處
D3	街廓數	場站地區之街廓總數量(個)	臺北市 都市發展局
D4	路口數	場站地區之路口總數量(個)	臺北市工務局 新建工程處

四、指標數值的尺度調整

指標中的各項變數其數值均為不同量測單位之資料，不同變數之數值大小具有極大的落差，為了能使模型能夠直觀的呈現場站地區整體的 TOD 表現，以為所有捷運場站提供比較的基礎，本研究將資料以正規化(Normalization)的方式(式 3-3)將原始資料轉換為消除維度差異的數據，此資料轉換方式能夠將資料在保持原始分布情形的狀態下縮放入 0 與 1 之間，使得數據能夠具有一個可比較且容易判讀的基準。

$$X' = \frac{X - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} \quad \text{式 3-3}$$

X 為變數原始數值； X' 為經正規化後的數值； X_{max} 為變數中的最大值； X_{min} 為變數中的最小值。

另外，場站附屬汽機車停車位(N6)與搭乘捷運至 CBD 所需時間(N7)兩個變數其分布趨勢與其他變數呈反向關係，因此除了需要消除其尺度差異外，亦須在不改變其分布情形的前提下調整其方向(式 3-4)。

$$X' = \frac{X_{max} - X}{X_{max} - X_{min}} \quad \text{式 3-4}$$

X 為變數原始數值； X' 為經正規化後的數值； X_{max} 為變數中的最大值； X_{min} 為變數中的最小值。

第三節 TOD 類型的建立

壹、主成分分析(Principle Component Analysis)

本研究將依據上一小節所得出之數據透過集群分析進行分類，由於集群分析容易受到偏遠觀察值的影響，為能夠在得到接近原始資料的訊息量的前提下降低資料雜訊的影響，因此先以主成分分析進行資料的縮減與萃取，再由分析後所得出之主成分作為新變數進行後續操作。主成分分析的特性在於其屬於非監督式學習(Unsupervised learning)的資料處理方法，其透過降維演算法使得龐大且屬於不同維度的資料得以壓縮並保持資料原有的特性，因此為建立指標系統的相關評估研究在面對龐大變數組合所導致計算與分析過於複雜時，經常被用以作為降低模型的複雜度並減少多元共線性問題的方法。本研究透過主成分分析能夠將指標系統中的眾多變數進行有效的縮減與萃取，使得指標數值在後續的分析過程中能保留原始資料的最大變異程度。

主成分分析的原理是將解釋最大總變異量的成分萃取出來作為第一主成份(First principal component)，亦即將消除量測尺度差異後的數據投影至具有最大投影變化量的向量上，即特徵向量(eigenvector)，數據於投影至向量中的加權值即特徵值(eigenvalue)；接著扣除第一主成份所解釋的變異量，再找出與第一主成份互不相關且能解釋所剩餘之最大變異量的第二主成份，亦即投影至與第一主成分垂直的向量上，使得變數在第二主成份的數字變化最大化，依此類推直至所有主成份皆已萃取完成為止，因此在轉軸的方法上以選擇最大變異法(Varimax)為主，其為正交轉軸法(Orthogonal rotation)當中能夠保留最大變異量(原始資料的訊息量)的轉軸方法(式 3-5)。依次排序的主成分之間是互相獨立的，且前一主成份所解釋的變異量會顯著高於後續萃取出之主成份所解釋的變異量，而少數前幾個主成份即能夠解釋大部分的總變異量，因此主成分的特徵值上應選擇大於 1，即一個成分的貢獻要超過一個變數較具解釋意義。

$$\begin{aligned}\bar{Y}_1 &= a_{11}\bar{X}_1 + a_{12}\bar{X}_2 + \cdots + a_{1q}\bar{X}_q \\ \bar{Y}_2 &= a_{21}\bar{X}_1 + a_{22}\bar{X}_2 + \cdots + a_{2q}\bar{X}_q \\ &\vdots \\ \bar{Y}_p &= a_{p1}\bar{X}_1 + a_{p2}\bar{X}_2 + \cdots + a_{pq}\bar{X}_q\end{aligned}\tag{式 3-5}$$

$\bar{Y}_p$ 為第 p 個主成分； a_{pq} 為第 q 個數據於 X 維度對第 p 個主成分 $\bar{Y}_p$ 的加權數值； $\bar{X}_q$ 為數據第 q 個維度。

貳、二階段集群分析(Two-step Cluster Analysis)

集群分析(Cluster Analysis)透過分群(Clustering)找出資料中相似的幾個集合，並依據樣本之間的特徵，將相似者予以集合後形成許多不同的集群(Cluster)。分群通常以數值的相對距離作為依據，距離愈近則相似程度愈高，分群之後可以使得集群內皆為特性相近的樣本，而集群間則具有非常明顯的差異，適當的分群數目能夠有效的聚焦研究的分析對象，同時凸顯不同集群間的差異(圖 3-6)。集群分析也同樣屬於非監督式學習的資料處理方法，其透過分群演算法自動從數據中分析其內在結構，以呈現並界定資料間大致的分布趨勢與規則。

應用於本研究之捷運場站分類中，本研究將發展現況量化後得出的數據透過集群分析進行分群演算，目的為在不預先建立捷運場站類型的前提下，能夠使得場站的分類操作完全依據數據呈現發展現況之特徵，也就是在分群演算後得知的數據分布形態，其能夠較為客觀的回答如：理想的集群數或每個捷運場站位於哪個集群當中等問題。每個集群內所有捷運場站應具有高度相似之特徵，而不同集群間的捷運場站則應具有共同的明顯差異。最後，再依據每個集群內的捷運場站在數據上的共同特徵以及集群間的相對差異，配合過往文獻建立之 TOD 類型學所規範的捷運場站與其周圍地區發展類型，推斷每個集群所屬之場站類型。

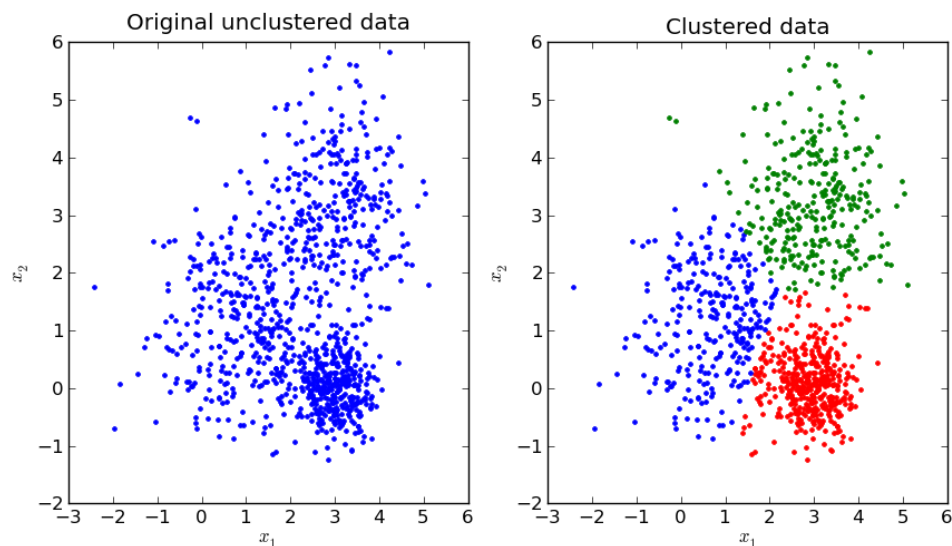


圖 3-6 集群分析成果示意圖

集群分析在實際應用中通常以二階段法(Two-step method)進行，首先以階層式集群法(Hierarchical method)找出合適之分群數量，接著以非階層式集群法(Non-hierarchical method)進行實際之分群運算。在階層式集群的步驟中，本研究首先以華德法(Ward's method)進行相似性聚合，且以歐基里德距離平方法(Square Euclidean distance)測量距離(式 3-6)，並以其凝聚過程之係數變化程度決定較為合適的集群數 K，接著再以非階層式集群的步驟中以 K 平均法(K-means method)進行分割式分群 (式 3-7)，在保持全部集群數量為 K 的情況下移動各群集內的樣本(式 3-8)。二階段法可以解決在非階層式集群法中主觀假定集群數的問題，也可以解決階層式集群法中原樣本無法重新配置到其他集群的問題。

$$\arg \min D_j(x_i, c_j)^2 \quad \text{式 3-6}$$

$$TD_{c_j} = \sum_{x \in C_j} D(x_i, \mu_{c_j})^2 \quad \text{式 3-7}$$

$$c_j(a) = \frac{1}{n_j} \sum_{x \in C_j} x_i(a) \quad \text{式 3-8}$$

D_j 為每個數據 x_i 距離最近的集群中心的歐基里德距離平方； TD_{c_j} 為集群 c_j 中所有數據 x_i 距離集群中心的歐基里德距離平方總和；集群中心 $c_j(a)$ 為所有集群中所有數據 $x_i(a)$ 的平均值。

此外，在決定階層式集群法的分群數量時，除了直接對資料反覆操作測試外，得以另外透過 Duda-Hart Test 來作為的分群數量的參考依據，最佳集群數量的停止準則是在 Duda 值相對最大且 pseudo- T^2 值最小的情形下發生。當 Duda 值越大時，代表在此分群數量下群組間的殘差平方和越接近資料原始狀態的殘差平方(式 3-9)，亦即此時分群間的差異為最明顯，反之，Duda 值越小則代表分群結構越缺乏明確的差異，而 pseudo- T^2 值則作為識別最佳集群數量時的輔助依據，與 Duda 值呈反向關係(式 3-10)。

$$Duda = \frac{Je(2)}{Je(1)} = \frac{W_k + W_l}{W_m} \quad \text{式 3-9}$$

$$\frac{1}{Je(2)/Je(1)} = 1 + \frac{T^2}{N_1 + N_2 - 2} \quad \text{式 3-10}$$

$Je(2)$ 為當資料被分為 C_k 與 C_l 時群組的殘差平方和($W_k + W_l$)； $Je(1)$ 為當只有一個集群 C_m 時的殘差平方； N_1 與 N_2 為兩個集群之中的觀察值數量。

參、分群敘述統計分析(Descriptive Statistics)

完成所有捷運場站的分群後，本研究將以集群為單位做敘述性統計分析，在每個集群中均為數值相近之樣本的條件下，以每個集群的平均數作為該集群的指標值，因此每個集群在不同指標值間皆能夠呈現明顯的差異(圖 3-7)，能夠簡易明瞭的判讀集群間數值相對的高低程度，而對 TOD 類型的建立將以該指標值進行分析與解釋，並以此判別不同 TOD 類型可能面臨之都市問題與未來之發展潛力。

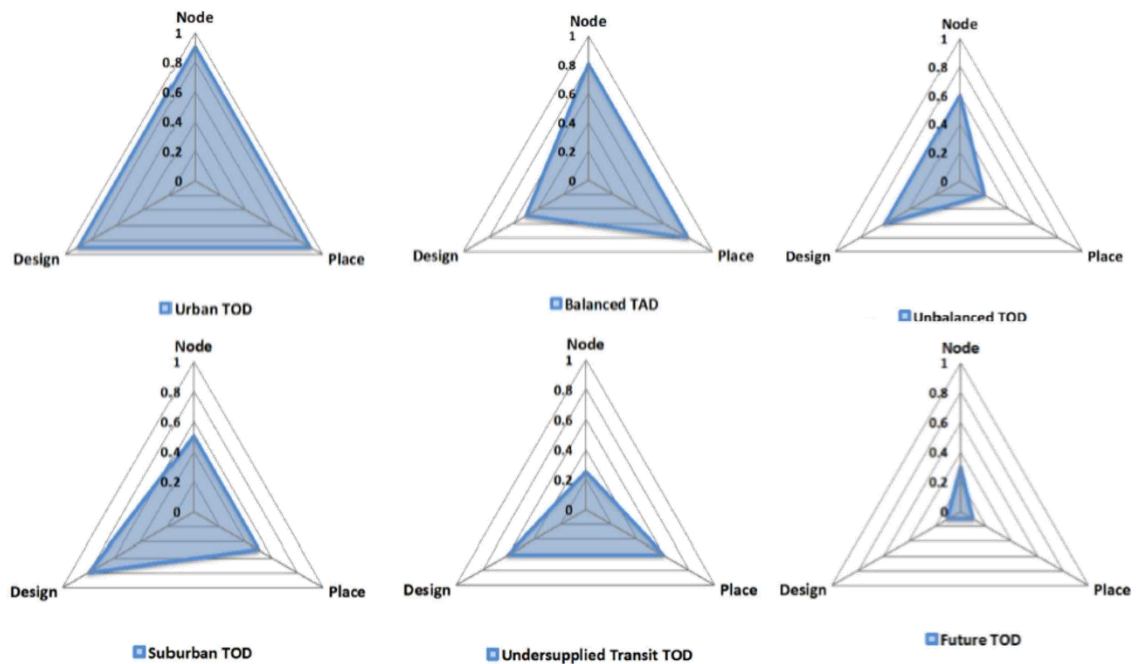


圖 3-7 TOD 類型示意圖

參考來源：David S Vale et al. (2018)

第四章 實證分析

在第四章之實證分析將分為兩個階段進行，第一階段說明捷運場站衡量 TOD 表現的相關變數在研究範圍中的分布情形，並將敘述統計結果進行初步的分析與解釋；第二階段進行捷運場站的分群操作，將根據衡量模型中的區位指標所選用的兩套變數組合來區分為兩種分類模式，並依照分群結果產生之特徵組合建立場站類型，再分析兩種分類模式產生之分群結果的差異為何。

第一節 捷運場站 TOD 表現衡量結果

壹、捷運場站 TOD 相關變數分布情形描述

以下將以節點、區位、設計三個指標項中的相關變數來分別進行說明。

一、節點指標變數分布情形

在捷運場站的節點指標方面，代表運輸服務量能的變數有捷運的服務路線數(圖 4-1)、捷運工作日總班次數(圖 4-2)、場站出入口數(圖 4-3)三項，主要是反映捷運本身的運輸乘載能力。捷運場站的運輸服務量能在分布情形上的呈現如下所示，具有兩個捷運路線交會的場站相較於其他場站會有更高的服務班次數量與出入口數量，服務路線數除了捷運北投站與南港展覽館站外皆位在市中心地區，而服務班次數量則受到淡水信義線與松山新店線影響有在靠近市區的路段設置區間車的緣故，因此外圍地區的服務路線數明顯較少，捷運場站出入口的部分，雖然捷運忠孝敦化站僅一個服務路線，但是具備與捷運站相連的地下街設施，因此有較多的出入口數。

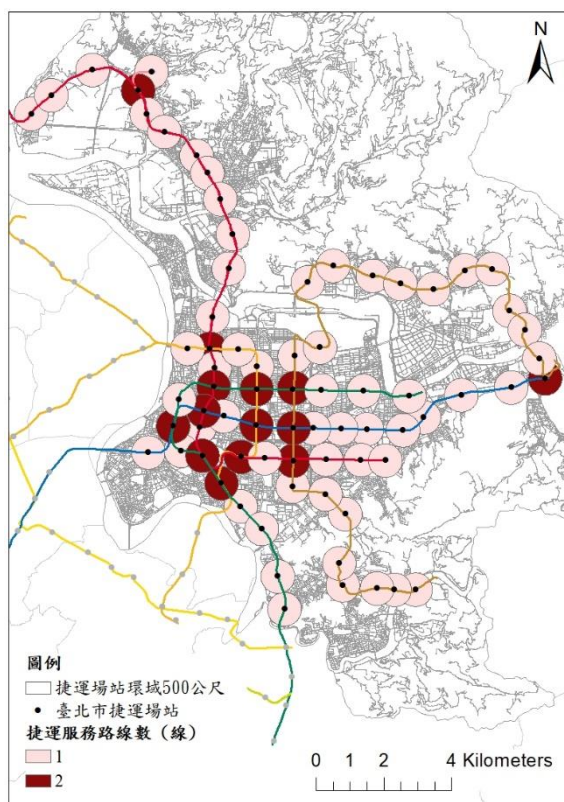


圖 4-1 捷運站服務路線數

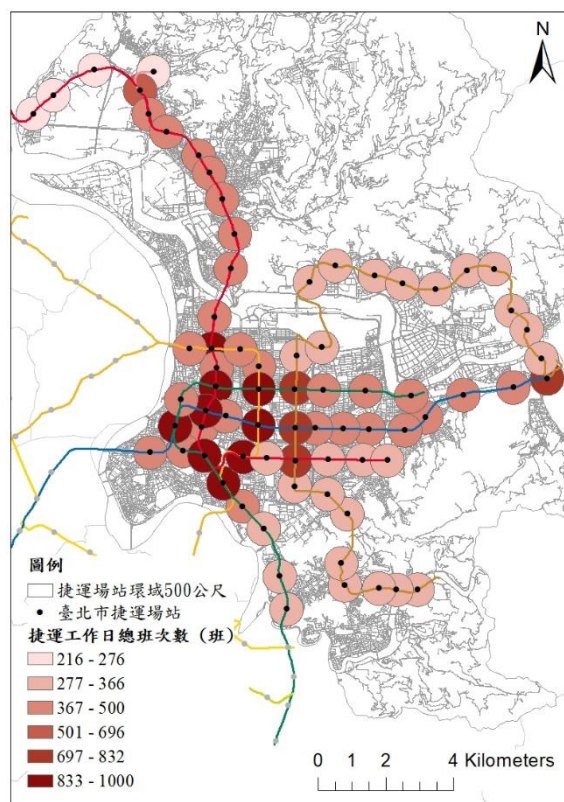


圖 4-2 捷運站工作日總班次數

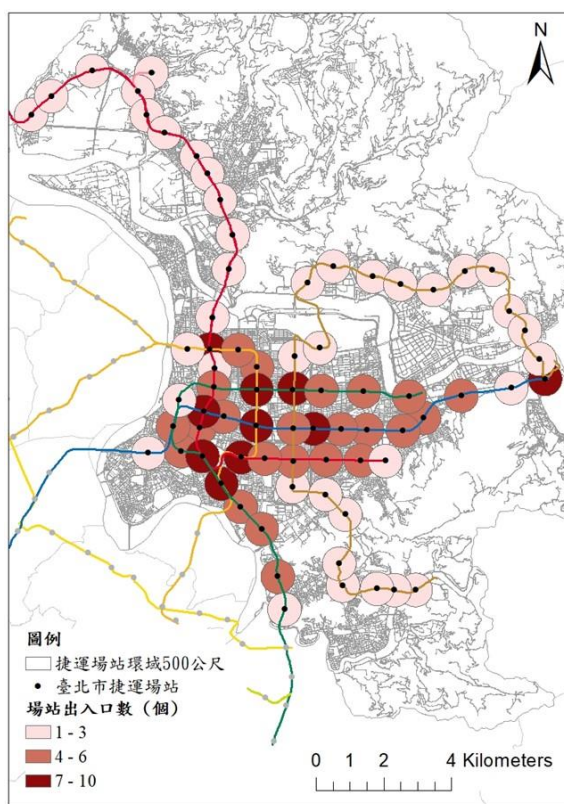


圖 4-3 場站出入口數

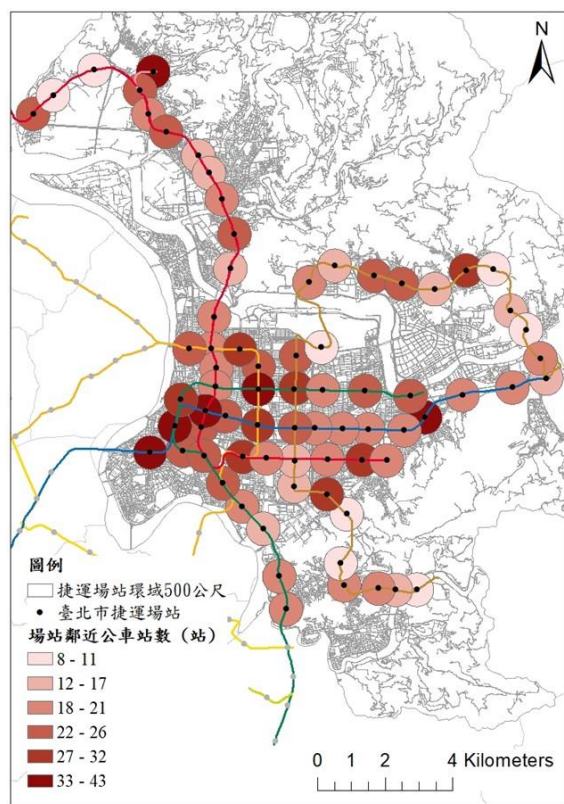


圖 4-4 場站鄰近公車站數

與轉乘能力相關的變數有場站鄰近的公車站數(圖 4-4)、場站鄰近公車路線數量(圖 4-5)、場站附屬汽機車停車位(圖 4-6)三項，主要是反映捷運場站提供都市居民以其他運輸模式轉乘捷運的能力。其中鄰近公車站數與鄰近公車路線數的分布以捷運台北車站以及周圍場站擁有最多，鄰近公車站數較為特別的為捷運新北投站與後山埤站，公車路線數則是在捷運士林站、劍潭站以及公館站也有相當多的路線經過。另外，場站附屬汽機車停車位是呈現標準化後數值反轉的結果，位於淡水信義線北側及文湖線南北兩側的外圍場站普遍擁有較多的汽機車停車位，而是市區內的場站則多未提供汽機車停車位，推測為外圍場站專門提供給居民轉乘捷運進入市區的措施。

與捷運連接程度相關的變數有捷運搭乘至 CBD 所需時間(圖 4-7)、以及場站鄰近站數(圖 4-8)兩項，主要是反映捷運場站與整體運輸網絡中心的時間距離。其中 CBD 所在場站位置設定為捷運市政府站與 101/世貿站，搭乘耗時程度透過將搭乘時間標準化後反轉呈現，分布情形呈現相當明顯的中心往外圍遞減的趨勢，鄰近場站數則是以台北車站與其鄰近具有兩線服務路線的場站為中心，也同樣呈現明顯的中心往外圍遞減的趨勢。

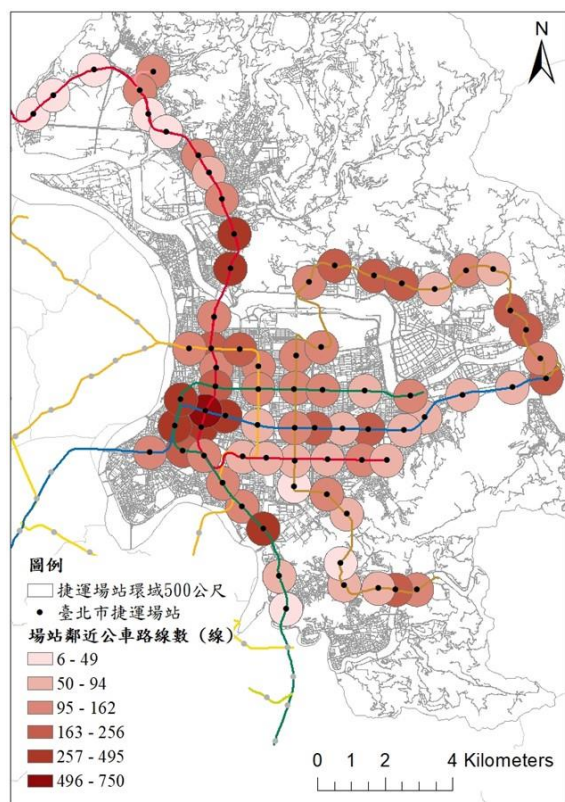


圖 4-5 場站鄰近公車路線數

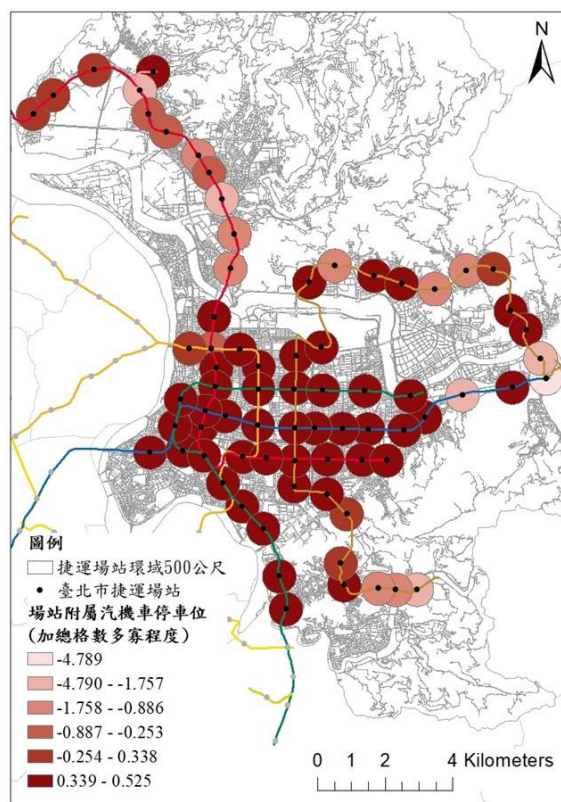


圖 4-6 場站附屬汽機車停車位

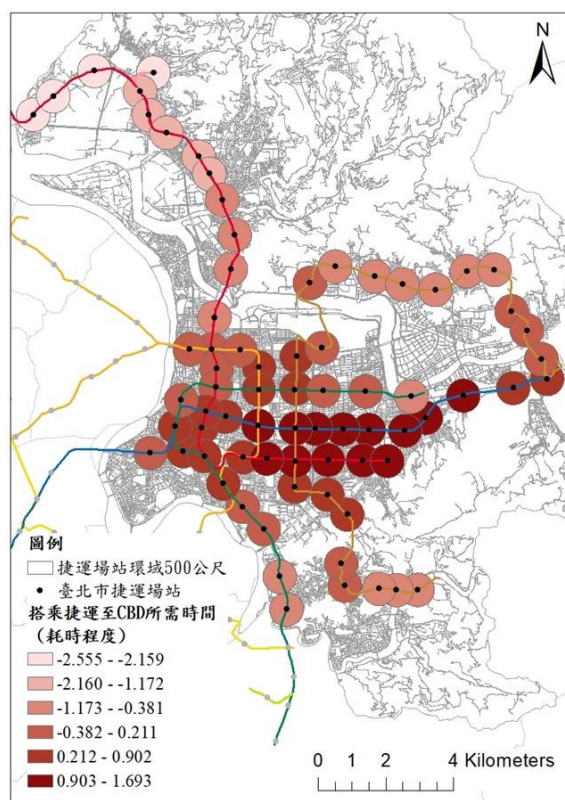


圖 4-7 搭乘捷運至 CBD 所需時間

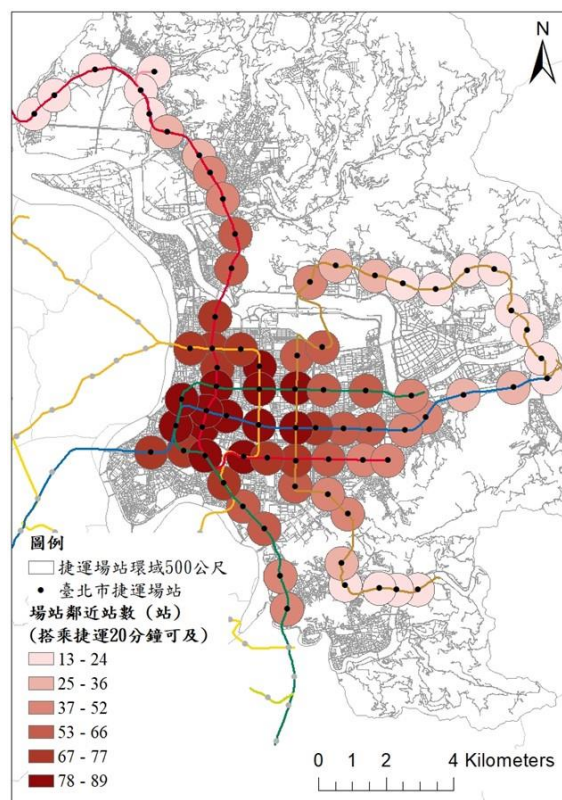


圖 4-8 場站鄰近站數

二、區位指標變數分布情形

在捷運場站周圍地區的區位指標方面，代表社會經濟發展的密度與多樣性，本研究以人口分布相關的變數做為固定的變數，並將經濟發展相關的變數分為兩個面向進行分析，一是以工商家戶數來反映捷運場站周圍地區的就業發展程度與業種分布的樣態，二是以現況的土地利用情形來反映捷運場站地區周圍地區的各項經濟與就業發展發生的區位與種類分布的型態。

首先固定的變數則有工作日捷運的出站人次(圖 4-9)與場站地區的人口家戶數(圖 4-10)兩項，代表會固定搭乘捷運來此進行活動的人流以及固定居住在該場站地區的人口。捷運的出站人次以台北車站遠超過其他場站地區，最少的捷運場站則分布在文湖線北側與南側、淡水信義線北端。人口家戶數分布最多的場站地區為捷運中山站、中山國小站以及後山埤站，淡水信義線北端與松山新店線南端也有部分站點有不少的人口家戶分布，另外，除了外圍場站外，位於市中心的台北車站、臺大醫院站與小南門站皆為人口家戶分布最少的地區。

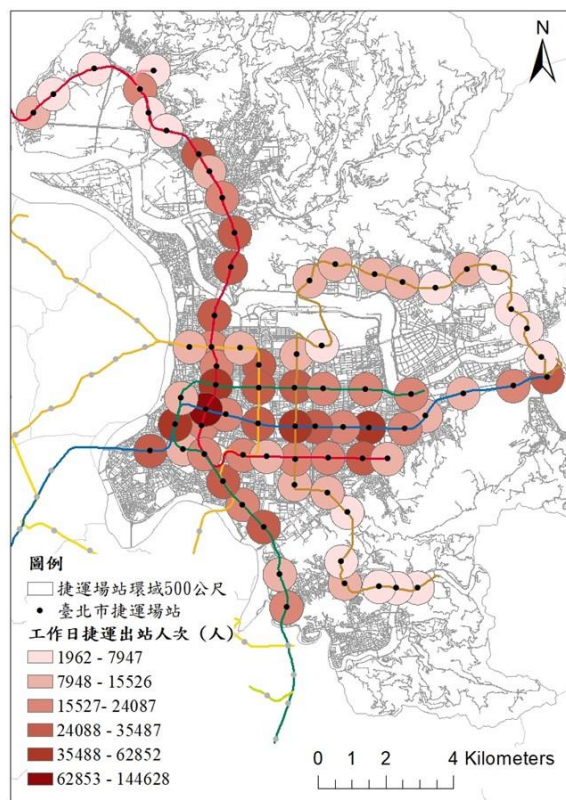


圖 4-9 工作日場站出站人次

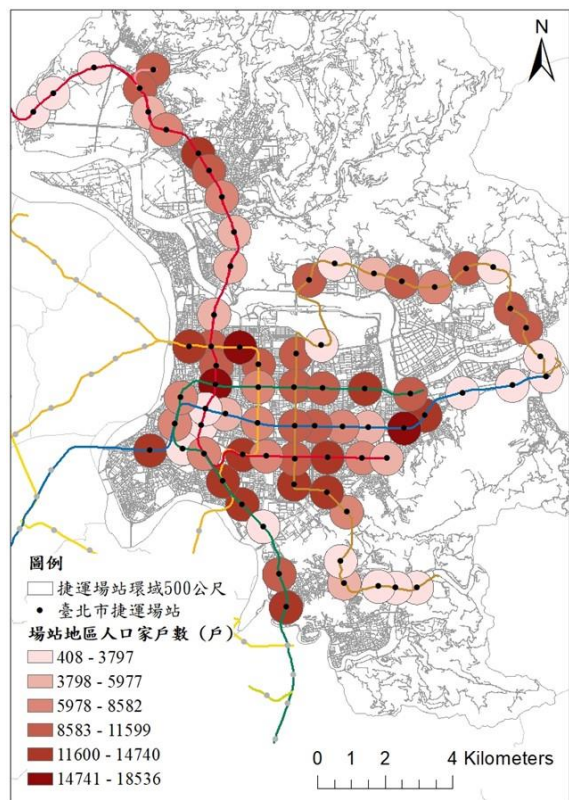


圖 4-10 場站周邊人口家戶數

(一) 以工商家戶數為區位指標變數

捷運場站周圍的工商家戶總數(圖 4-11)的與三項業種家戶數(圖 4-12、圖 4-13 與圖 4-14)的分布情形方面，首先工商家戶總數的分布情形大致上分布於中正區與信義區的北側，以及大同區、中山區與松山區的南側，其中以捷運中山站、松江南京站、南京復興站以及忠孝敦化站的數量最多。三項業種中的家戶數以批發/零售/住宿/餐飲/金融/保險/不動產業家戶數為最多者，其分布情形與製造/運輸/倉儲/資通/傳播/科學/專業技術服務業家戶數的分布情形相似，教育/藝術/娛樂/休閒/醫療/社工服務業家戶數則相對來說更集中於中正區北側與中山區南側。

值得注意的是，場站周圍地區有部分涵蓋信義計劃特定專用區的捷運市政府站與臺北 101/世貿站為臺北市政策引導塑造之發展核心並未有最多的工商家戶數分布，推測為該地區所擁有的工商家戶性質不少為規模較大的企業所設立之單一核心據點，且整體分布密度不如位於西側發展時程較久的市區場站所導致。

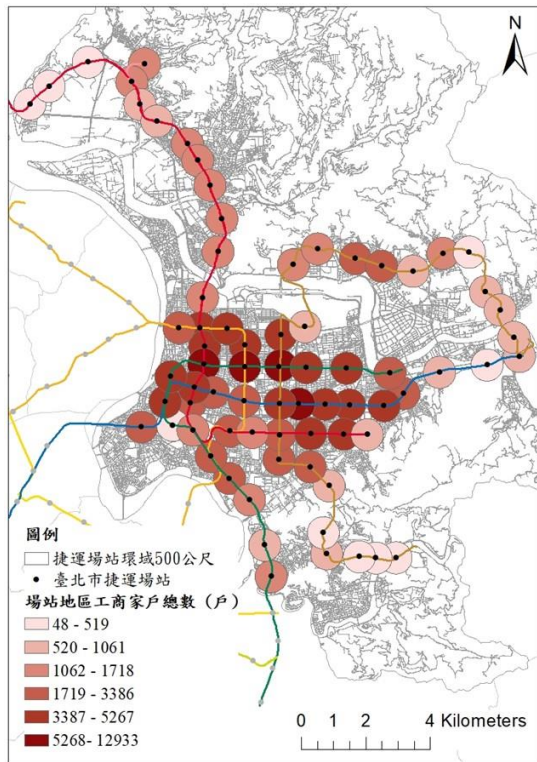


圖 4-11 場站周邊工商家戶總數

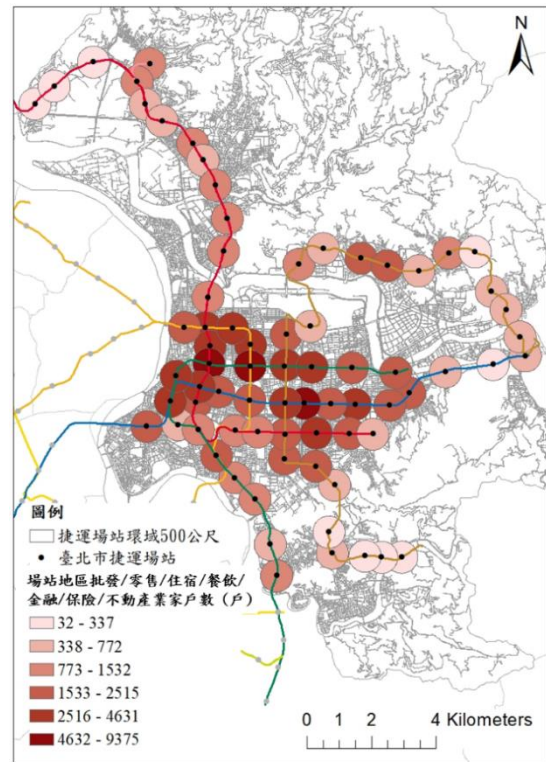


圖 4-12 場站周邊批發/零售/住宿/餐飲/金融/保險/不動產業家戶數

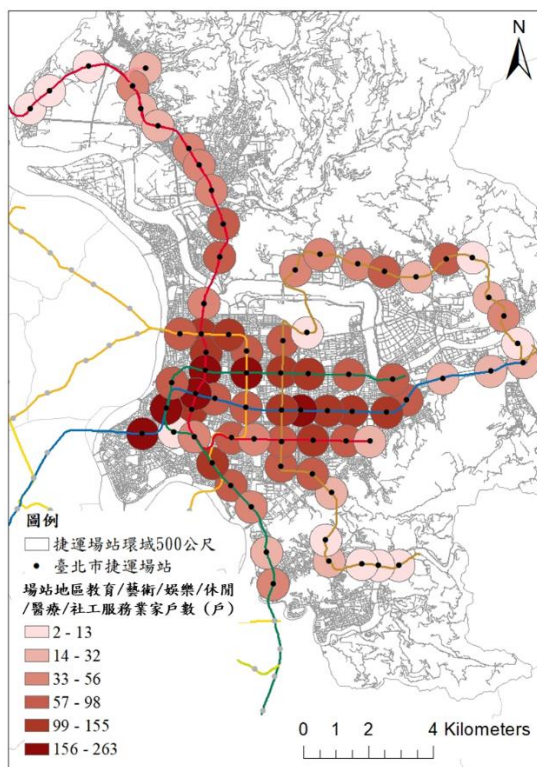


圖 4-13 場站周邊教育/藝術/娛樂/休閒/醫療/社工服務業家戶數

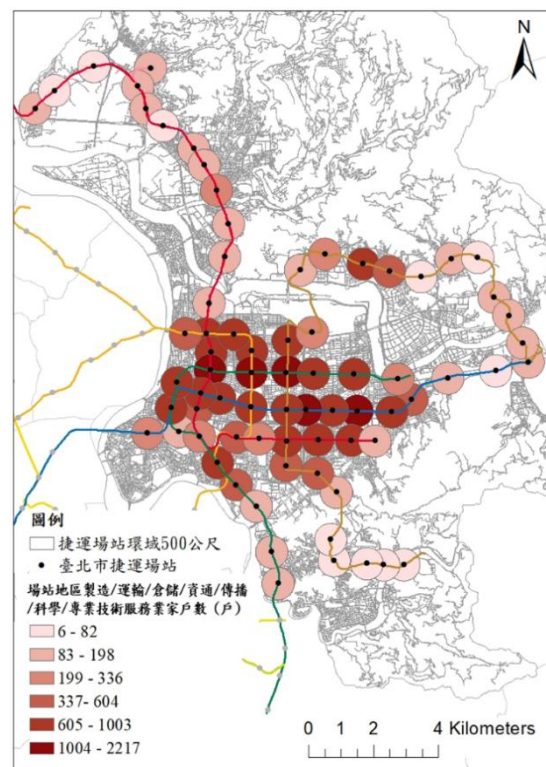


圖 4-14 場站周邊製造/運輸/倉儲/資通/傳播/科學/專業技術服務業家戶數

以上所說明的三項業種組合所計算的場站地區的就業混合分配比，其混合程度如圖 4-15 所示。混合分配比越高代表就業類型的種類越多，且分布的數量越平均，意味著該場站地區的就業多樣性越佳。在本研究範圍中，擁有較佳的就業多樣性的場站地區大部分分布在中正區、大安區與信義區的北側，以及大同區、中山區與松山區的南側，呈現東西向的帶狀分布情形，其中以台北車站、臺大醫院站以及南京復興站擁有最佳的就業多樣性，另外在文湖線北側的西湖站也因為涵蓋部分內湖科學園區，因此也有相對較佳的就業多樣性。

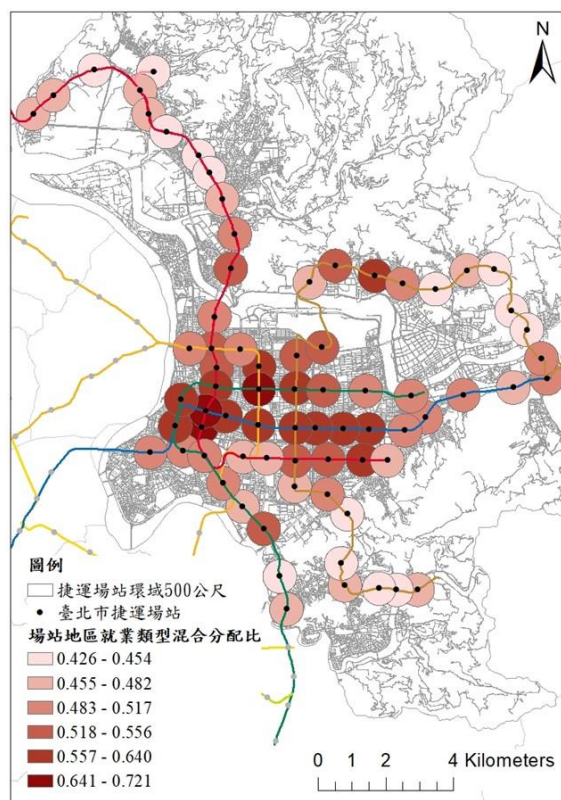


圖 4-15 場站周邊就業類型混合分配比

(二) 以現況土地利用為區位指標變數

捷運場站周圍各種類的土地利用的面積分布情形方面，現況做為商業利用的土地面積較多者(圖 4-16)分布在中山區南側與中正區北側靠近台北車站地區，以及涵蓋信義計畫特定專用區的 101/世貿站與涵蓋內湖科學園區的西湖站。混合使用住宅的土地類別包含有兼工業、商業及其他使用的類別(圖 4-17)，大部分皆為兼商業使用，而做為混合使用住宅利用的土地面積較多者則分布在大安區東北側與信義區北側的場站地區，在中山區與松山區中間也有部分場站地區有較多的混合使用住宅利用的土地，而台北車站與其西側與南側相鄰的場站地區則鮮少有做為混合使用住宅利用的土地。

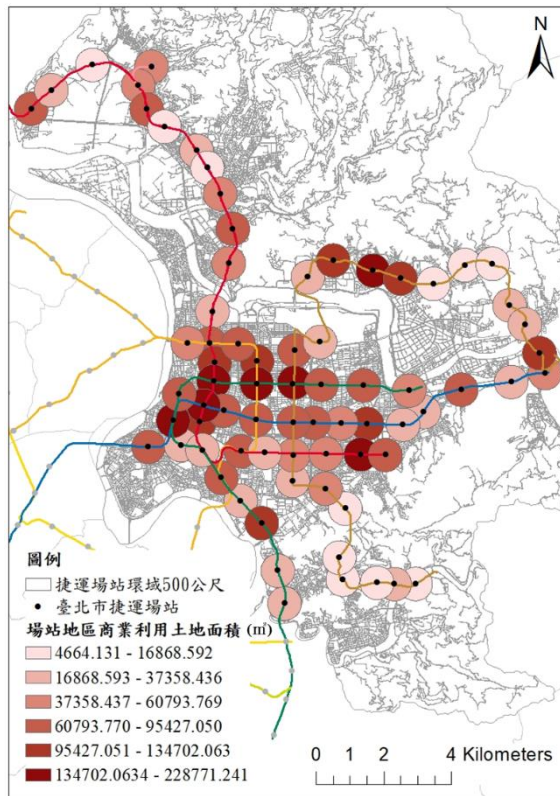


圖 4-16 場站周邊商業利用土地面積

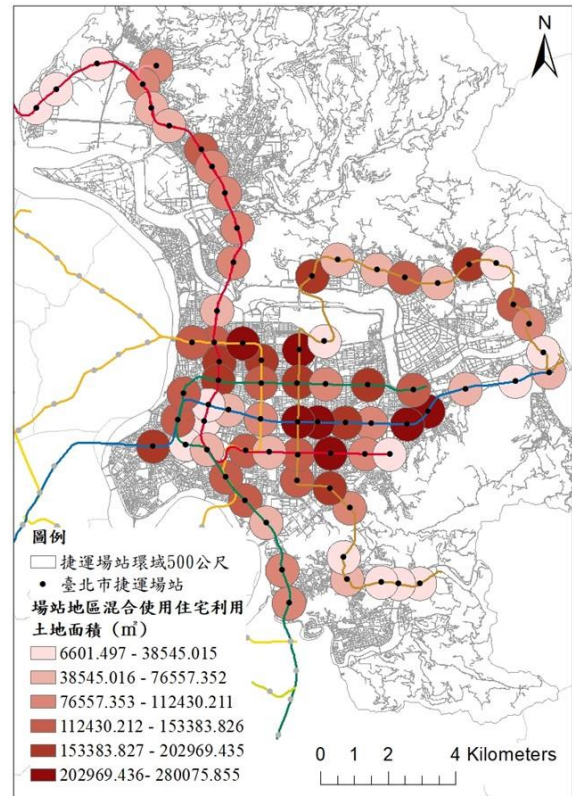


圖 4-17 場站周邊混合使用住宅利用土地面積

現況做為純住宅土地利用的場站地區(圖 4-18)大多分布在市區外圍，特別是淡水信義線捷運劍潭站至新北投站沿線與松山新店線南端沿線(公館站除外)，文湖線東北側沿線的場站地區也有較多的純住宅利用面積，另外大安區中間與南側、信義區東北側的部分場站地區也有相當多的純住宅利用面積。與之相對的位於市區中板南線沿線場站地區，以及台北車站相鄰的場站地區其純住宅利用的土地面積甚少，與前述之現況做為商業利用的土地面積較多者的分布情形有著相當明顯的區別。

公共利用的土地類別包含有行政機關、各級學校以及醫療保健與社會福利設施。現況做為公共土地利用的場站地區(圖 4-19)集中在捷運善導寺站、臺大醫院站、小南門站、公館站、萬芳醫院站以及昆陽站與南港站，前三者的場站地區涵蓋有博愛特區、臺大醫院等公家行政與醫療中心，後兩者也同樣涵蓋諸多公家行政單位與國營企業，公館站則是涵蓋有臺灣大學校園，而萬芳醫院站則是涵蓋有萬芳醫院與多所學校。

最後所有類別的土地利用其多樣性以熵值呈現(圖 4-20)，熵值越高者代表有越高的使用多樣性，反之亦然，其中以位處大同區、中山區與松山區中間，以及大安區與信義區中間以南的場站地區有較高的土地利用多樣性，台北車站與相鄰場站地區以及板南線市區沿線其土地利用多樣性則相對較低。

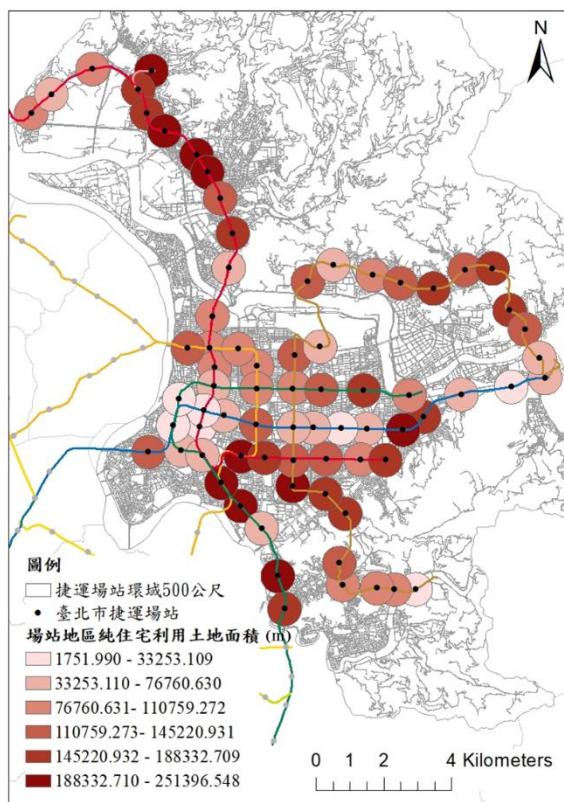


圖 4-18 場站周邊純住宅利用土地面積

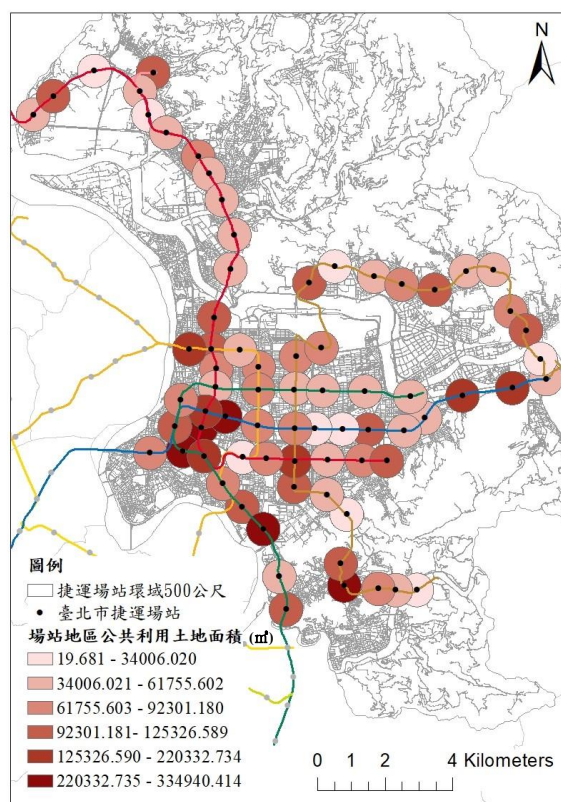


圖 4-19 場站周邊公共利用土地面積

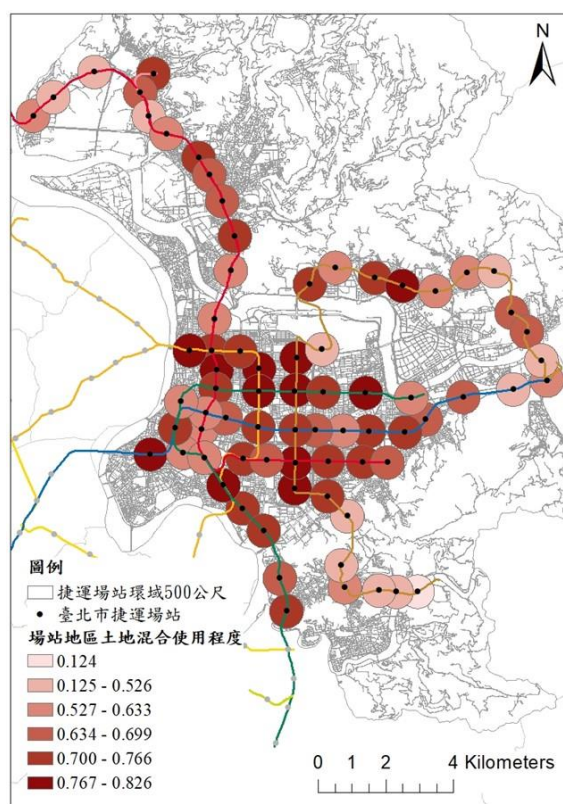


圖 4-20 場站周邊土地混合使用程度(熵值)

三、設計指標相關變數分布情形

在捷運場站周圍地區的設計指標方面，大眾運輸導向發展在建置大眾運輸系統與鼓勵場站地區發展外，也相當強調對步行與自行車的友善使用。本研究主要以步行與自行車兩種臺北市民主要的非機動運具旅運行為所實際分配到的面積(圖 4-21)與長度(圖 4-22)做為其友善使用的主要衡量依據，再加上用以代表可及性與聯通性的街廓數量(圖 4-23)與路口數量(圖 4-24)做為設計指標的組成。

人行道的面積共包含實體人行道與標線型人行道，臺北市捷運場站地區當中台北車站以及與其相鄰的場站地區皆擁有相當多的人行道分布，101/世貿站與象山站也同樣擁有很多的人行道面積，整體的分布情形大致往市區外圍遞減。此外，自行車道的部分同樣以位處市中心的場站地區擁有總長度較長的自行車道，以捷運善導寺站與松江南京站最佳，市區外圍位處淡水信義線的士林站、劍潭站、圓山站以及文湖線的大直站、劍南路站、西湖站亦有不錯的表現。最後街廓數與路口數的分布情形整體而言相當相似，除了市中心地區的表現普遍較佳外，淡水信義線北側沿線的捷運芝山站至北投站也有較多的街廓與路口數。

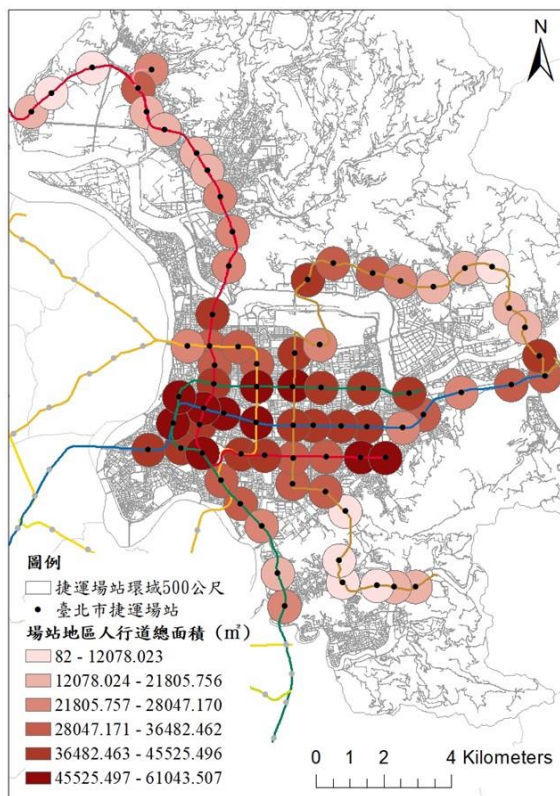


圖 4-21 場站周邊人行道總面積

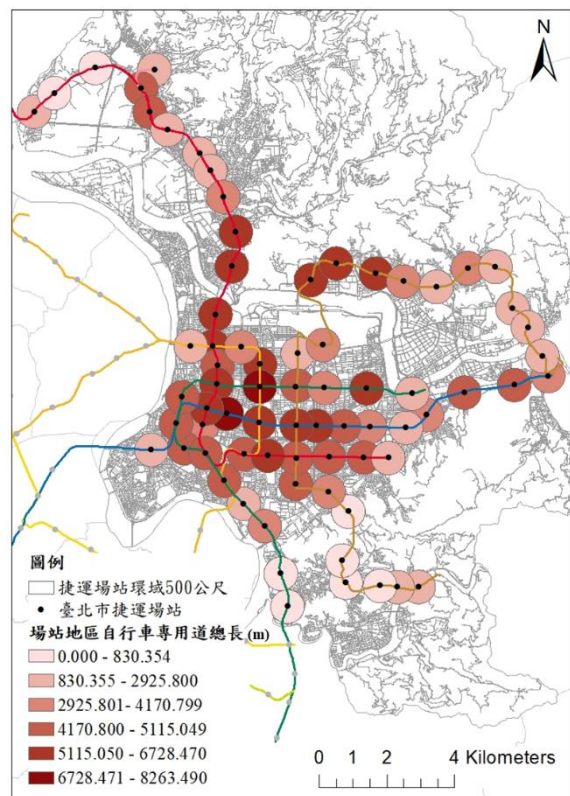


圖 4-22 場站周邊自行車專用道總長度

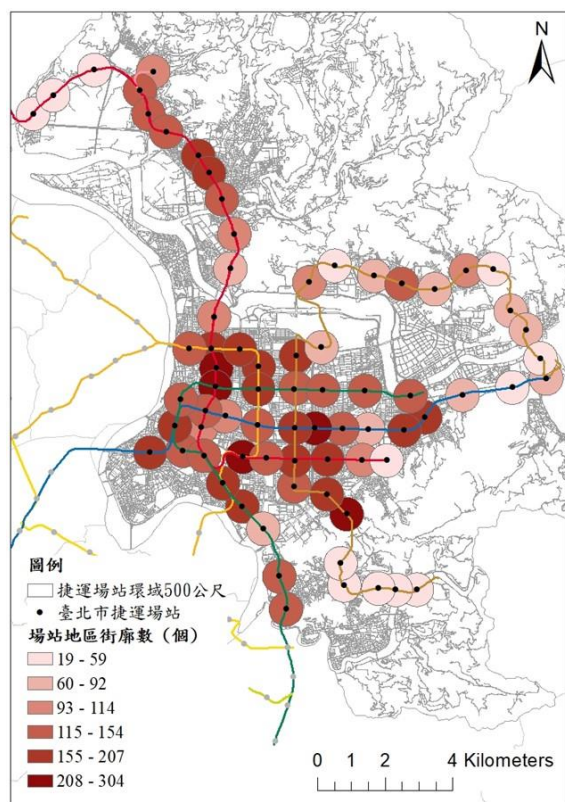


圖 4-23 場站周邊街廓數

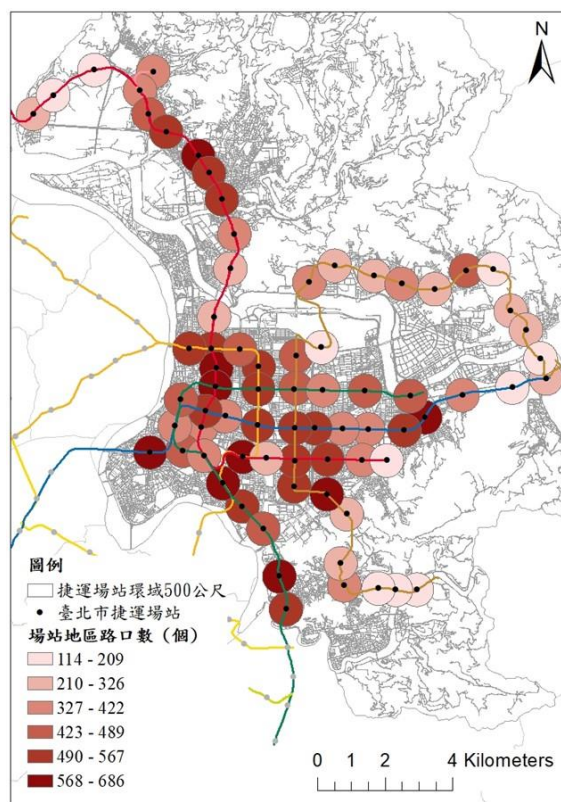


圖 4-24 場站周邊路口數

貳、節點—區位—設計模型初步分析結果

首先進行指標數值的整合，需將資料經過正規化(Normalization)處理，以解決各項變數計算單位的不同，資料將被按比例縮放於 0 至 1 的區間之中，且不會改變其原本的分布情形，並能進行後續比較之分析。衡量指標中所有變數在進行正規化處理後，再根據其所屬的指標類別取其平均值作為該指標之數值，因此能夠得出每個場站的節點、區位、設計三個指標數值以對所有場站地區之 TOD 相對表現進行初步的衡量。

指標數值經整合後其分布情形如下圖所示，節點值(圖 4-25)較高的場站皆分布於市區，特別是有兩條捷運服務路線的場站，較低者則分布在市區外圍的場站，特別是位處淡水信義線北端以及文湖線北側與南端的場站；以工商家戶相關變數計算之區位值(圖 4-27)較高的場站分別是台北車站、中山站、松江南京站、南京復興站以及忠孝敦化站，外圍場站則普遍相對較低，中正區與大安區中間也有部分場站數值較低；以土地利用相關變數計算之區位值(圖 4-28)其分布情形則較為不同，推測為每個類別的土地利用皆有不同的分布區位所造成；設計值(圖 4-26)較高的場站也同樣皆分布於市區，數值較低的場站也與節點值較低者相似，整體趨勢大致由市區往外遞減。

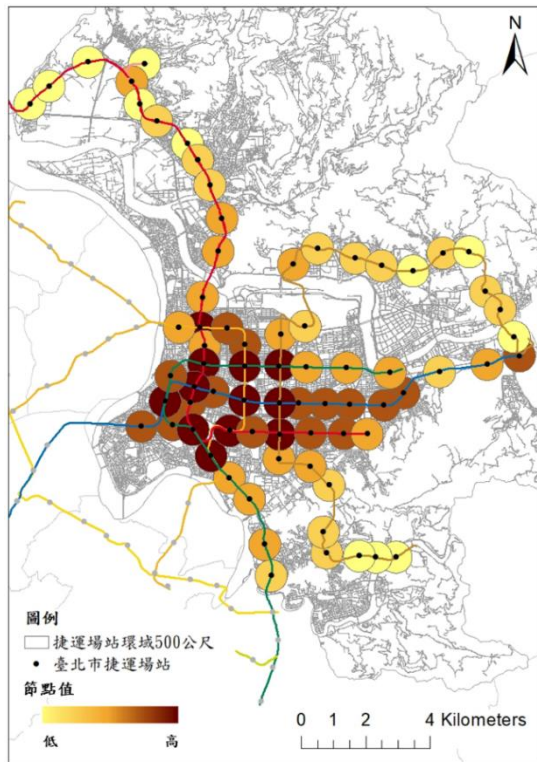


圖 4-25 捷運場站之節點值分布情形

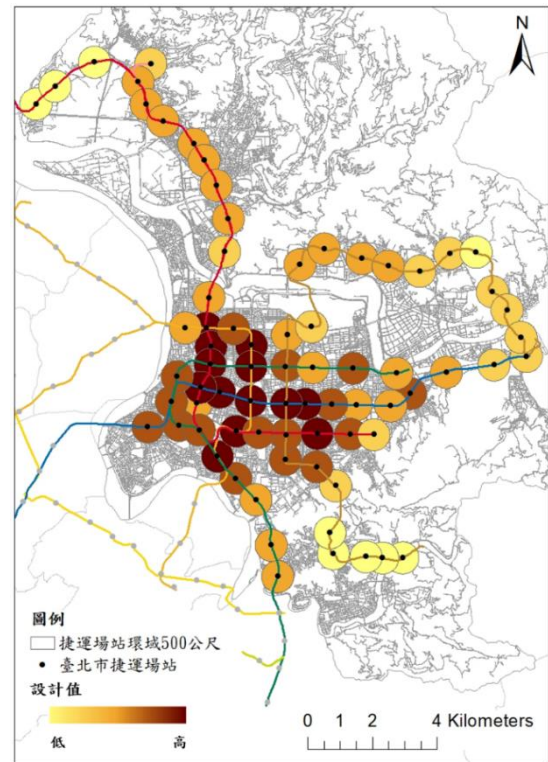


圖 4-26 捷運場站之設計值分布情形

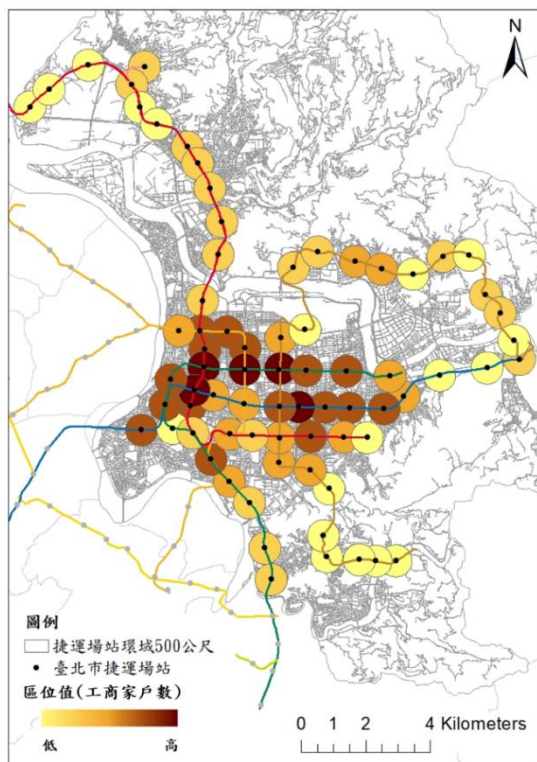


圖 4-27 捷運場站之區位值分布情形
 (使用工商家戶相關變數)

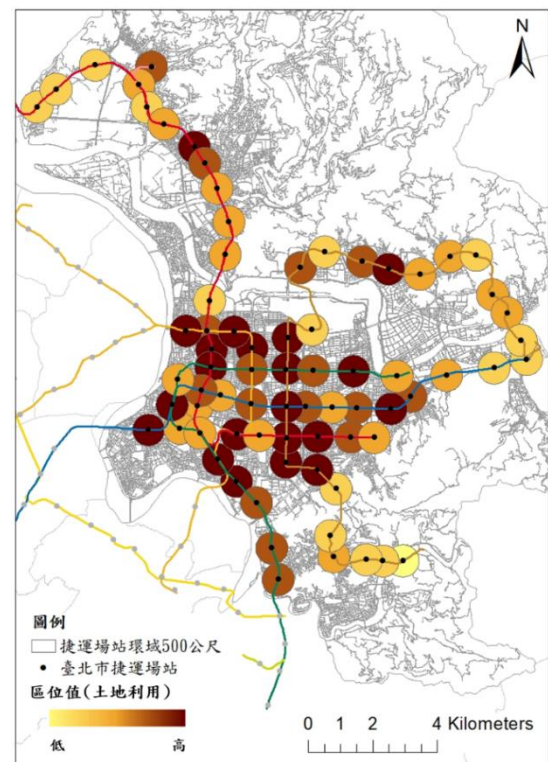


圖 4-28 捷運場站之區位值分布情形
 (使用土地利用相關變數)

第二節 捷運場站類型的建構

壹、捷運場站分群操作

本小節首先透過主成分分析將指標之所有變數進行維度縮減與變數的提取，接著以主成分分析所產生之成分作為二階段集群分析所使用之變數，接著將依據分群結果以指標各項類別中的變數計算其平均數已獲得指標數值，最後根據指標數值之特徵建立臺北市捷運場站之 TOD 類型。以下將分為「區位指標為工商家戶相關變數」以及「區位指標為土地利用相關變數」兩種衡量模式分別進行分群操作。

一、主成分分析

主成份分析係以所萃取的成份來解釋觀察變項的總變異量，會在縮減變數維度與解決共線性問題的同時保留資料原始的特性，能夠最大程度的保留變數的解釋能力，而且過往研究顯示主成分分析生成之新變數能夠一定程度的消除資料的雜訊，有利於後續進行集群分析時的準確性。本研究以 SPSS 統計軟體進行分析操作，在成分轉軸方式上選擇最大變異法(Varimax Method)進行，並僅選取特徵值(Eigenvalues)大於 1 的成分進行後續計算用的變數。

(一) 主成分分析：以區位指標之工商家戶相關變數衡量

在特徵值的部分(表 4-1)，共計有五個大於 1 的成分，累計解釋 82.543%的總變異量，另外，成分 5 與成分 6 之間特徵值的差異大於 0.3，顯示不應再提取更多成分，而在旋轉成分矩陣中(表 4-2)，5 個成分對每個變數的負荷量皆大於 0.5，顯示所有變數皆能夠被很好的解釋。

表 4-1 以工商家戶變數為區位指標之主成分分析解說總變異量

成分	初始固有值			擷取平方和負荷量			旋轉平方和負荷量		
	總計	變異 %	累加 %	總計	變異 %	累加 %	總計	變異 %	累加 %
1	9.502	50.011	50.011	9.502	50.011	50.011	3.980	20.948	20.948
2	2.460	12.945	62.956	2.460	12.945	62.956	3.294	17.336	38.284
3	1.567	8.249	71.205	1.567	8.249	71.205	2.944	15.495	53.779
4	1.089	5.731	76.937	1.089	5.731	76.937	2.818	14.833	68.612
5	1.065	5.607	82.543	1.065	5.607	82.543	2.647	13.931	82.543
6	0.734	3.862	86.405						

表 4-2 以工商家戶變數為區位指標之主成分分析旋轉成分矩陣

指標變數		成分				
		1	2	3	4	5
P6	製造/運輸/倉儲/資通/傳播/科學/專業技術服務業家戶數	0.864	0.231	0.185	0.323	0.140
P3	工商家戶總數	0.858	0.334	0.206	0.236	0.181
P4	批發/零售/住宿/餐飲/金融/保險/不動產業家戶數	0.848	0.339	0.211	0.216	0.194
P5	教育/藝術/娛樂/休閒/醫療/社工服務業家戶數	0.698	0.408	0.192	0.242	0.364
P7	就業類型混合分配比	0.629	-0.078	0.177	0.389	0.575
D4	路口數	0.142	0.886	0.167	0.132	0.135
P2	人口家戶數	0.299	0.862	0.032	0.010	-0.208
D3	街廓數	0.309	0.793	0.207	0.182	-0.016
N1	捷運服務路線數	0.179	0.116	0.905	0.078	0.131
N2	捷運工作日總班次數	0.206	0.211	0.872	0.206	0.223
N3	場站出入口數	0.290	0.162	0.678	0.451	0.151
N7	搭乘捷運至 CBD 所需時間	0.234	0.064	0.189	0.804	-0.031
D1	人行道總面積	0.226	0.119	0.292	0.667	0.476
N8	場站鄰近站數	0.335	0.358	0.298	0.639	0.296
N6	場站附屬汽機車停車位	0.211	0.377	-0.381	0.535	0.066
D2	自行車專用道總長度	0.335	0.034	0.340	0.503	0.346
N5	場站鄰近公車路線數	0.209	-0.179	0.093	0.047	0.828
P1	工作日捷運出站人次	0.335	0.069	0.402	0.102	0.657
N4	場站鄰近公車站數	0.013	0.522	0.061	0.221	0.622

(二) 主成分分析：以區位指標之現況土地利用相關變數衡量

在特徵值的部分(表 4-3)，共計有五個大於 1 的成分，累計解釋 77.792%的總變異量，而在旋轉成分矩陣中(表 4-4)，5 個成分對每個變數的負荷量皆大於 0.5，顯示所有變數皆能夠被很好的解釋。

表 4-3 以土地利用變數為區位指標之主成分分析解說總變異量

成分	初始固有值			擷取平方和負荷量			旋轉平方和負荷量		
	總計	變異%	累加%	總計	變異%	累加%	總計	變異%	累加%
1	7.307	38.457	38.457	7.307	38.457	38.457	4.670	24.581	24.581
2	3.630	19.104	57.561	3.630	19.104	57.561	3.185	16.762	41.344
3	1.669	8.786	66.347	1.669	8.786	66.347	3.035	15.975	57.318
4	1.178	6.202	72.549	1.178	6.202	72.549	2.528	13.305	70.624
5	1.030	5.423	77.972	1.030	5.423	77.972	1.396	7.348	77.972
6	0.760	3.998	81.970						

表 4-4 以土地利用變數為區位指標之主成分分析旋轉成分矩陣

指標變數		成分				
		1	2	3	4	5
P2	人口家戶數	0.928	-0.090	0.058	0.076	-0.147
D4	路口數	0.869	0.143	0.247	0.037	0.130
P9	混合使用住宅利用土地面積	0.801	0.063	-0.031	0.369	-0.244
D3	街廓數	0.788	0.059	0.266	0.243	-0.070
P12	土地混合使用程度(熵值)	0.780	0.292	0.127	0.144	0.183
P10	純住宅利用土地面積	0.658	-0.424	-0.057	-0.411	-0.059
P8	商業利用土地面積	0.074	0.793	0.141	0.232	-0.080
N5	場站鄰近公車路線數	-0.193	0.761	0.158	0.033	0.191
N4	場站鄰近公車站數	0.450	0.645	0.078	0.044	0.055
P1	工作日捷運出站人次	0.066	0.633	0.499	0.086	0.131
N1	捷運服務路線數	0.086	0.173	0.920	0.080	-0.057
N2	捷運工作日總班次數	0.172	0.249	0.903	0.201	-0.018
N3	場站出入口數	0.185	0.211	0.713	0.457	0.041
N7	搭乘捷運至 CBD 所需時間	0.146	0.053	0.189	0.831	0.129
N8	場站鄰近站數	0.381	0.333	0.391	0.598	0.269
D1	人行道總面積	0.150	0.582	0.284	0.591	0.067
D2	自行車專用道總長度	0.130	0.502	0.295	0.536	-0.058
P11	公共利用土地面積	-0.190	0.087	0.044	0.070	0.903
N6	場站附屬汽機車停車位	0.434	0.104	-0.226	0.355	0.525

二、二階段集群分析法

本研究採用主成分產生之成分作為二階段集群分析(Two-step cluster analysis) 使用之變數，操作方式先以階層式集群分析(Hierarchical method) 確認分組數量，再以 K 平均法 (K-means method) 之非階層式集群分析確認集群成員。此無監督運算的方式能夠將具有相似特徵的場站以運算量化數值之方式歸為同一集群，以此識別臺北捷運實際存在的捷運站類型。

(一) 階層式集群分析(Hierarchical method)

本研究採用凝聚法中的華德最小變異法(Ward's method)，計算觀察值相似性使用的是歐基里德距離平方法(Square Euclidean distance)。從階層式集群的合併過程所產生的代表凝聚順序的樹狀圖，其係數為距離測度值，值越大表示兩者之間差異越大。在設定群數方面，若群數過小，則難以呈現觀察值間較為細微的差異，無法深入探討集群之間的潛在差異；若群數過大，則會使得觀察值的分群過於瑣碎，每個集群中觀察值數量過少，因此失去比較與解釋的意義。從分群樹狀圖來看，以工商家戶數為區位指標變數的衡量模式群數大致可以設定在 4 至 8 群；而以土地利用為區位指標變數的衡量模式的群數則大致可以設定在 5 至 8 群。為了能夠更為客觀的決定較為理想的集群數，接著以 R 語言所內建的 nbClust 語法進行 Duda-Hart 檢定(表 4-5)，在兩種衡量模式下當分群數為 6 時，相較於其他分群數皆有較高的 Duda 值又同時有較低的 pseudo- T^2 值，顯示當分群數為 6 時為相對較合適的分群數，再經本研究對資料直接測試不同分群數後，兩種衡量模式之理想集群數均設定為 6 群(圖 4-29、圖 4-30)。

表 4-5 以 Duda-Hart 檢定選定各集群觀察值數目

以工商家戶變數為區位指標之衡量模式之階層式集群								
分群數	2	3	4	5	6	7	8	9
Duda values	0.843	0.778	0.553	0.742	0.952	0.644	0.672	0.451
pseudo- T^2 value	13.2084	16.529	8.903	10.799	1.014	13.841	9.280	7.315
以土地利用變數為區位指標之衡量模式之階層式集群								
Duda values	0.546	0.838	0.787	0.713	1.013	0.693	0.606	0.538
pseudo- T^2 value	12.491	10.446	11.390	11.685	-0.050	11.055	11.729	9.687

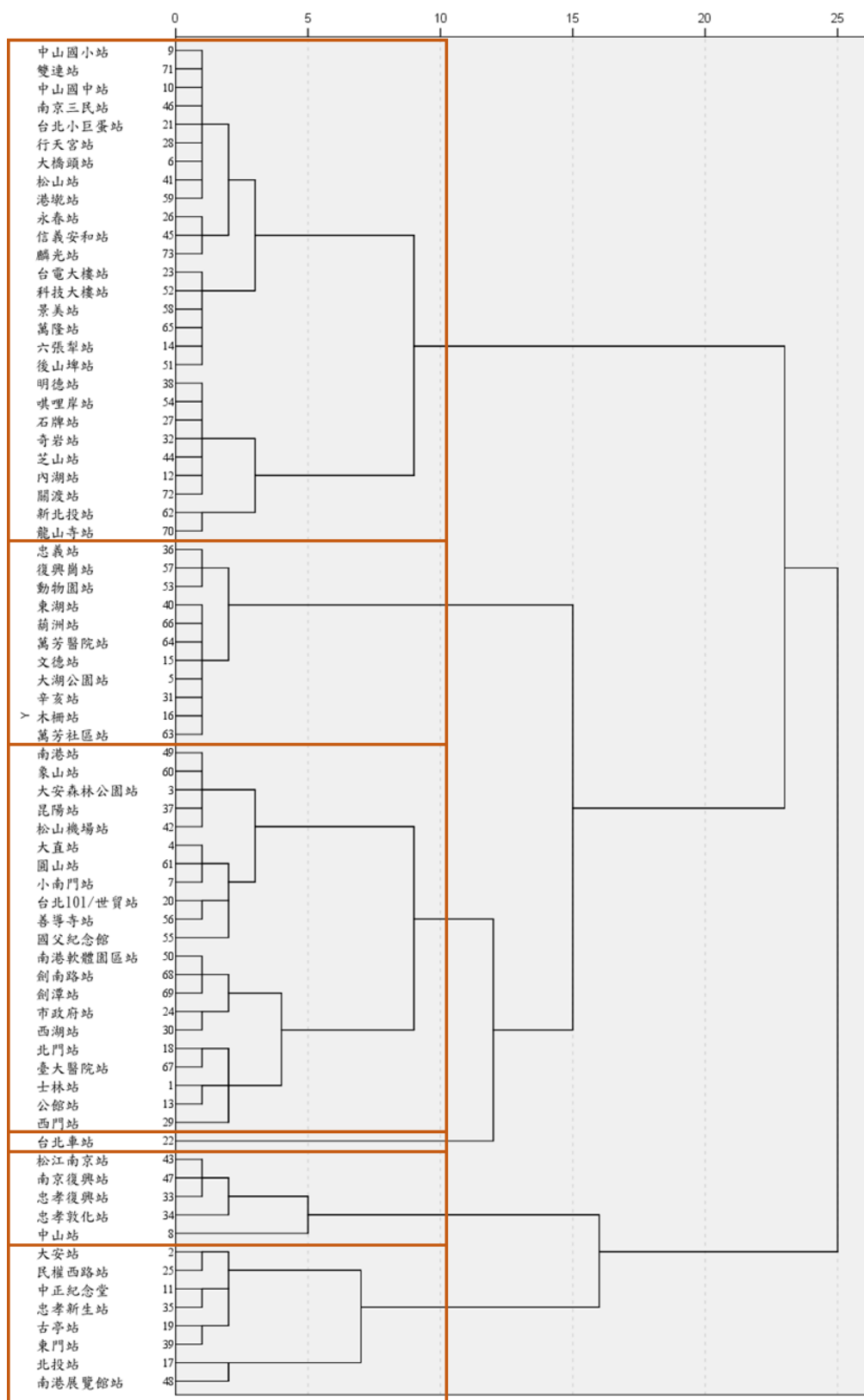


圖 4-29 以工商家戶變數為區位指標之衡量模式分群樹狀圖

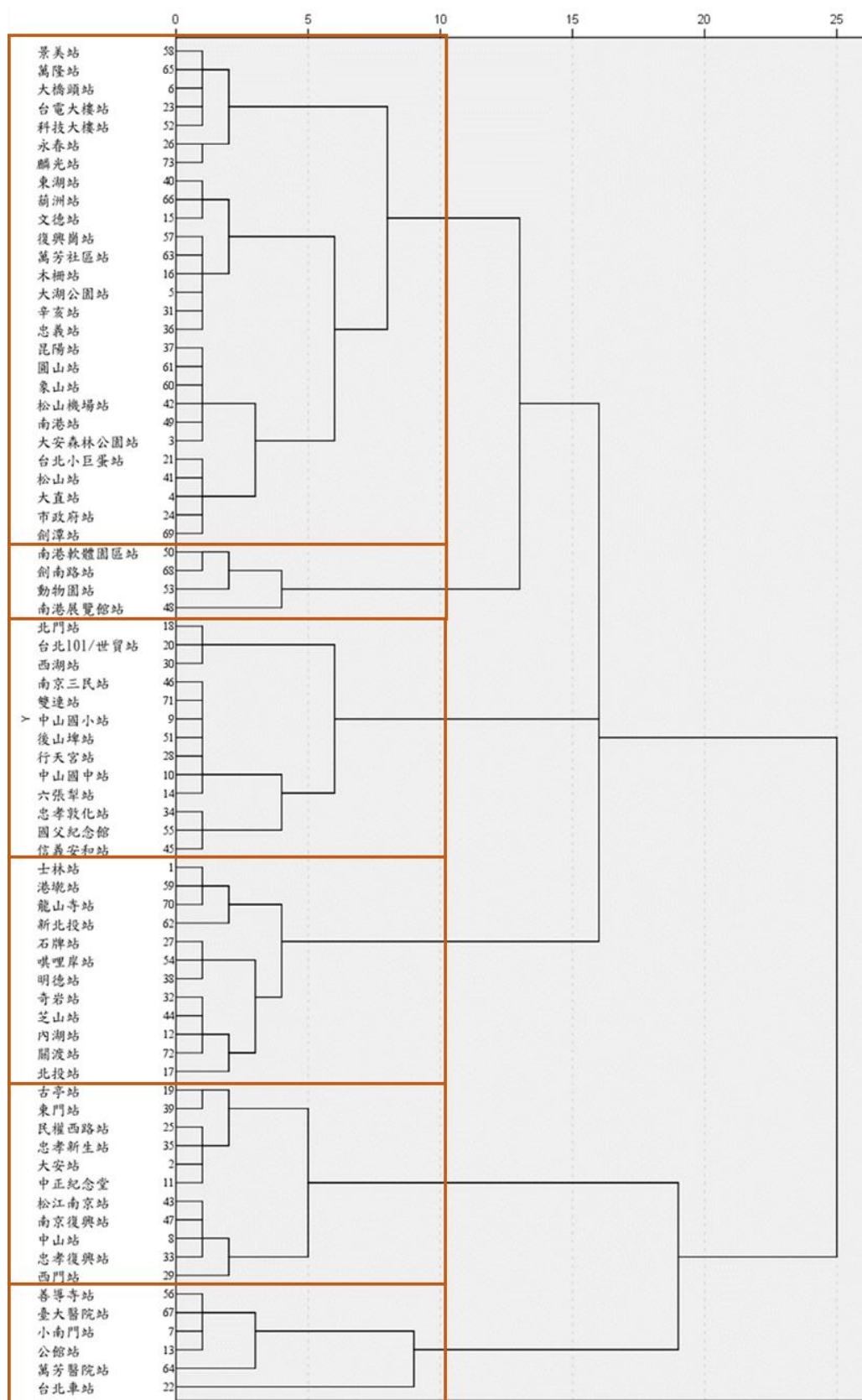


圖 4-30 以土地利用變數為區位指標之衡量模式分群樹狀圖

(二) K 平均數集群分析

接著在非階層式集群分析中，集群數 K 已由上述之階層式集群分析設定兩種衡量模式之分群數皆為 6 群，本研究透過 SPSS 統計軟體進行 K 平均數之集群分析操作，設定最大疊代次數為 10 次，將各集群中的成員不受最初分群順序影響重新進行移動，其中集群之順序安排均以成員於研究範圍內之所在區位進行重新編排以方便進行後續兩種衡量模式之呈現與比較，由集群編號由小至大代表各集群成員由市中心至市郊區的分布情形相符合。

1. 以工商家戶變數為區位指標之 K 平均數集群分析過程

在主成分是否顯著影響分群結果的檢定方面(表 4-6)，5 個成分皆對於觀察值的分群皆具有顯著的影響，表示所有成分對於分群結果皆具有足夠之解釋力，最終集群分析結果如表 4-10 所示。而各成分值對每個集群產生的影響程度上則如圖 4-31 所示，其中影響分群結果程度較具大者有成分 1、成分 3 與成分 5，這三個成分中主要組成的變數以節點指標中的大眾運輸量能與轉乘能力，以及各工商業種之家戶數與就業多樣性為主，主要受影響的集群則為集群 1、集群 2 與集群 3。

表 4-6 以工商家戶變數為區位指標之分群顯著性檢定

	集群		誤差		F	顯著性
	均方	自由度	均方	自由度		
成分 1	7.395	5	0.523	67	14.148	0.000
成分 2	9.604	5	0.358	67	26.836	0.000
成分 3	11.726	5	0.200	67	58.770	0.000
成分 4	5.549	5	0.661	67	8.400	0.000
成分 5	6.729	5	0.572	67	11.754	0.000

表 4-7 以工商家戶變數為區位指標之集群分析結果

集群	場站數量	集群所屬場站
1	1	台北車站
2	4	中山站、忠孝敦化站、松江南京站、南京復興站
3	10	大安站、中正紀念堂、北投站、古亭站、民權西路站、西門站、忠孝復興站、忠孝新生站、東門站、南港展覽館站
4	19	大安森林公園站、大直站、小南門站、公館站、北門站、臺北 101/世貿站、臺北小巨蛋站、市政府站、西湖站、昆陽站、松山機場站、南港站、國父紀念館、善導寺站、象山站、圓山站、

集群	場站數量	集群所屬場站
		臺大醫院站、劍南路站、劍潭站
5	26	士林站、大橋頭站、中山國小站、中山國中站、內湖站、六張犁站、臺電大樓站、永春站、石牌站、行天宮站、奇岩站、明德站、松山站、芝山站、信義安和站、南京三民站、後山埤站、科技大樓站、唎哩岸站、景美站、港墘站、新北投站、萬隆站、龍山寺站、雙連站、麟光站
6	13	大湖公園站、文德站、木柵站、辛亥站、忠義站、東湖站、南港軟體園區站、動物園站、復興崗站、萬芳社區站、萬芳醫院站、葫洲站、關渡站

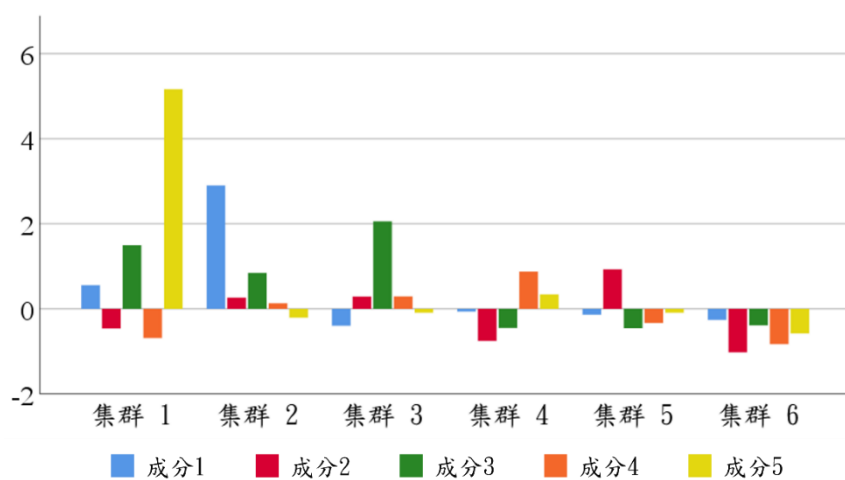


圖 4-31 以工商家戶變數為區位指標之各集群中心圖

2. 以土地利用變數為區位指標之 K 平均數集群分析過程

在主成分是否顯著影響分群結果的檢定方面(表 4-8)，5 個成分同樣對於觀察值的分群皆具有顯著的影響，也表示所有成分對於分群結果皆具有足夠之解釋力，而集群分析結果如

表 4-9 所示，而各成分值對每個集群產生的影響程度上則如圖 4-32 所示，其中影響分群結果程度較具大者有成分 2、成分 3 與成分 5，這三個成分中主要組成的變數以節點指標相關的變數，以及土地利用類別中的商業利用土地與公共利用土地為主，主要受影響的集群則有集群 1、集群 2、集群 4 與集群 5。

表 4-8 以土地利用變數為區位指標之分群顯著性檢定

	集群		誤差		F	顯著性
	均方	自由度	均方	自由度		
成分 1	3.437	5	0.818	67	4.202	0.002
成分 2	6.553	5	0.586	67	11.191	0.000
成分 3	12.184	5	0.165	67	73.660	0.000
成分 4	5.575	5	0.659	67	8.465	0.000
成分 5	10.028	5	0.326	67	30.737	0.000

表 4-9 以土地利用變數為區位指標之場站分類表

集群	場站數量	場站名稱
1	1	台北車站
2	11	大安站、中山站、中正紀念堂、古亭站、民權西路站、西門站、忠孝復興站、忠孝新生站、東門站、松江南京站、南京復興站
3	26	士林站、大安森林公園站、大直站、中山國小站、中山國中站、六張犁站、北門站、臺北 101/世貿站、臺北小巨蛋站、市政府站、行天宮站、西湖站、忠孝敦化站、松山站、信義安和站、南京三民站、南港軟體園區站、後山埤站、國父紀念館、港墘站、象山站、圓山站、劍南路站、劍潭站、龍山寺站、雙連站
4	6	小南門站、公館站、南港站、善導寺站、萬芳醫院站、臺大醫院站
5	3	北投站、南港展覽館站、動物園站
6	26	大湖公園站、大橋頭站、內湖站、文德站、木柵站、臺電大樓站、永春站、石牌站、辛亥站、奇岩站、忠義站、昆陽站、明德站、東湖站、松山機場站、芝山站、科技大樓站、唎哩岸站、復興崗站、景美站、新北投站、萬芳社區站、萬隆站、葫洲站、關渡站、麟光站

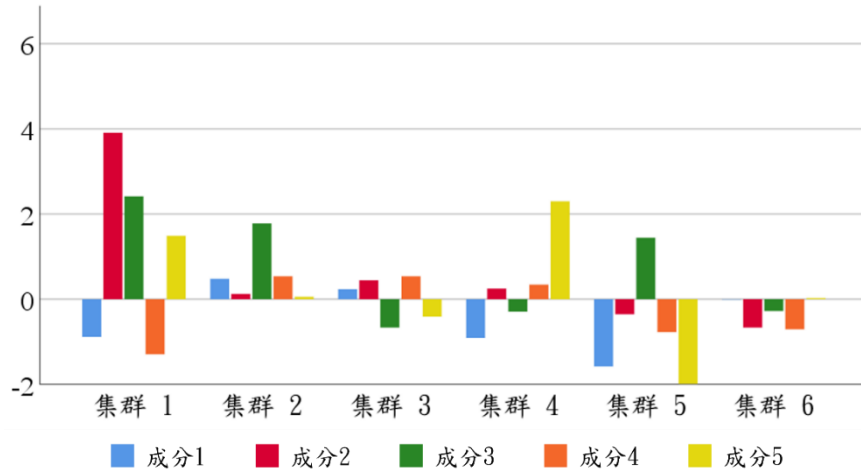


圖 4-32 以土地利用變數為區位指標之各集群中心圖

三、分群結果之分布情形

根據二階段集群分析結果呈現，階層式集群與非階層式集群兩者的分群成果有不小的差異，不過多數場站在兩個階段擁有相同的集群成員資格，而使用二階段集群分析之成果亦較單獨使用階層式集群分析之成果更符合預期之場站類型分布樣態，亦即較不受到單一特定變數影響分群結果。另外兩個衡量模式之分群結果上，集群 1 皆僅有捷運台北車站唯一一個場站，而以工商家戶數為區位指標變數之衡量模式的集群 2 與集群 3 與以土地利用為區位指標變數之衡量模式的集群 2 大致相同，皆為位處於市中心的場站，且具有多條捷運服務路線，處於臺北市最外圍的場站亦有較為相似的分群成果，其餘之分群結果則較有明顯的不同。

各場站所屬之集群重新放入研究範圍圖後，二階段集群分析之分群結果如圖 4-33 與圖 4-34 呈現，兩個衡量模式均以屬集群 1 的捷運台北車站為中心，而其餘集群之分布情形大致以集群 1 為中心層層向外環繞，並以集群 6 分布於最外圍。

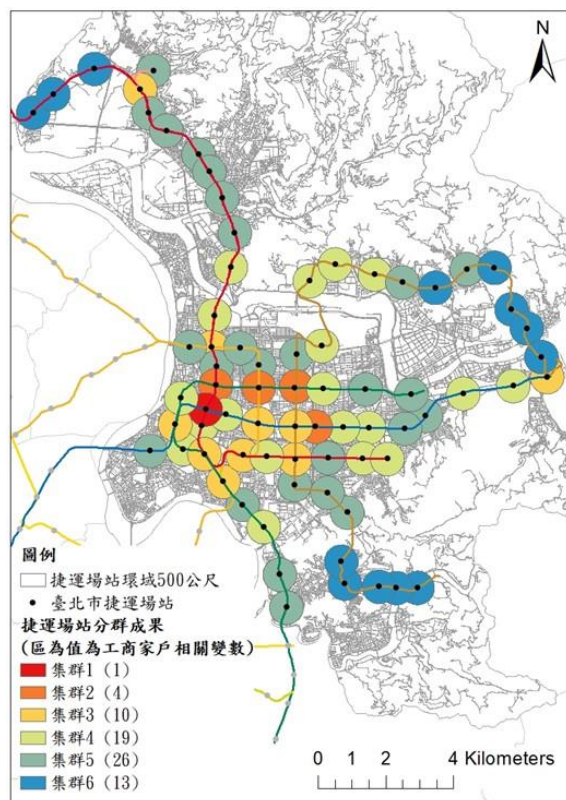


圖 4-33 以工商家戶變數為區位指標之
衡量模式分群圖

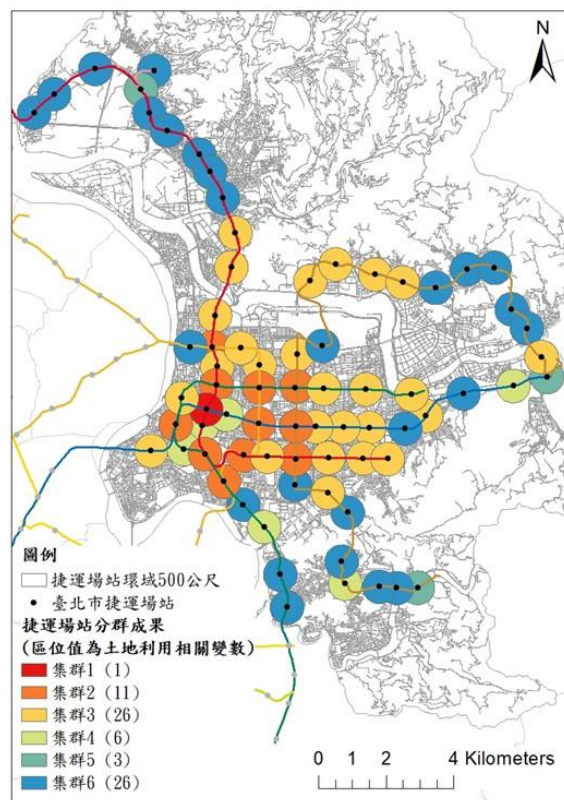


圖 4-34 以土地利用變數為區位指標之
衡量模式分群圖

貳、捷運場站特徵描述與類型識別

確立分群結果後，每個集群內所有捷運場站應具有相似之 TOD 表現，本小節將根據每個集群內場站之共同特徵進行描述，並以此建立場站之 TOD 類型。

一、分群後的數值比較

(一) 以工商家戶相關變數為區位指標之衡量模式

集群 1 僅有台北車站一個場站。擁有最高的節點值，工作日總班次數、場站鄰近公車站數、場站鄰近公車路線數等變數皆明顯較高於其它集群，在區位指標則在工作日出站人數遠高於其他集群，較為特別的部分是其就業混合分配比也遠高於其他集群，設計指標方面則擁有最多的人行道面積，而在人口家戶數方面則為數值最低的集群，表示幾乎不具備居住機能。台北車站實際情況也確實比其他捷運場站更為特殊，也因此被獨自分為一個集群，根據其特徵可界定為核心運輸型場站。

集群 2 共四個捷運場站皆位於臺北市的市中心地區，在區位值與設計值擁有所有

集群中最佳的表現。在節點指標方面，其中三者皆為具有兩個捷運服務路線，與其它場站的連接程度僅次於集群 1。在區位指標方面，各業種之工商服務業活動的發展現況皆明顯高於其他集群，擁有最佳的經濟發展表現，表示屬集群之場站地區應為臺北市之都市經濟發展之核心地區，設計指標也同樣有相當高的表現，表示此集群已具有相當高之 TOD 發展程度，根據其特徵可界定為核心商業型場站。

集群 3 共十個場站，整體具有相當高的節點數值，區位與設計值則趨於中間值。在節點指標方面，該集群所有場站皆有兩線之捷運服務路線，且擁有除了集群 1 外最多的工作日班次數量，其分布大多位在靠近核心商業型場站之市中心地區，另外在場站提供的汽機車停車位方面與位處市交的集群 6 相當。在區位指標方面，數值僅略高於集群 5，並未因其位處市中心而有明顯較高的表現，在設計指標方面亦是如此，根據其特徵可界定為市區轉乘型場站。

集群 4 共十九個捷運場站。在三個指標中僅節點值略高於集群 5，但區位指標與設計指標方面仍低於其他集群的表現。在節點指標方面，到達市中心的距離明顯少於集群 5 且與集群 3 相近，另外場站地區也擁有較多的公車路線經過。這些場站大多位於市區以及周圍不遠處，皆僅有一個服務路線，也有部分場站雖位於市區但周邊發展較為受限，不過就業混合分配比略高於集群 3 與集群 5，表示其擁有不錯的業種多樣性。整體而言雖 TOD 表現不及其他位於市區的集群，但已有一定程度之發展與建設，根據其特徵可界定為一般市區型場站。

集群 5 共二十六個捷運場站。在三個指標中於區位值及設計值皆略高於集群 5，整體表現與集群 4 相近。在節點指標方面整體表現皆較低，這些場站大多位於市中心地區周圍不遠處。而在區位指標方面則擁有相當多的人口家戶數分布，表示集群所屬之場站地區可能以居住機能為主，服務業也略高於集群 4，推測可能多為服務地方需求所分布。設計指標方面則擁有相當高的路網連接度，整體而言也同樣擁有一定程度之發展與建設，根據其特徵可界定為市區過渡型場站。

集群 6 共十三個場站。在三個指標中皆為數值最低者，而其中大多數確實為文湖線南端與東北側以及淡水信義線北端的場站。在節點指標方面，該集群工作日之捷運班次數量及鄰近捷運場站數量明顯少於其他集群，場站出入口也最少，且皆僅有一個服務路線，表示其服務層級最低。這些場站離市中心較遠，且性質多為中間站與端點站，但是具有最多的汽機車轉乘停車空間，能為居民轉乘使用大眾運輸提供較高的服務量能。在區位與設計指標方面，相較於其他集群也同樣呈現中低度發展且不利於步行與自行車使用，根據其特徵可界定為市郊型場站。

整體而言，在此衡量模式下，靠近市中心的集群普遍在所有指標中皆具有較高的數值呈現，反之遠離市中心的場站類型則普遍為較低的數值，而在區位指標所包含的三個工商業種僅在家戶數量上有明顯區別，類別的比例並未因分群而有巨大的差別(圖 4-35)，推測臺北市多數場站地區的業種分配比例普遍相當均衡，僅核心運輸型場站地區有較高比例的教育/藝術/娛樂/休閒/醫療/社工服務業分布，其餘場站地區並未有高度集中特定業種類別的情形出現，不同類型間所呈現的主要為發展程度的區別。

表 4-10 以工商家戶變數為區位指標之指標平均數統計表

指標變數 \ 集群		1	2	3	4	5	6
N1	捷運服務路線數	1.000	0.750	1.000	0.000	0.000	0.000
N2	捷運工作日總班次數	0.987	0.726	0.868	0.262	0.261	0.131
N3	場站指標出入口數	0.778	0.722	0.633	0.304	0.201	0.085
N4	場站鄰近公車站數	0.714	0.500	0.434	0.355	0.433	0.171
N5	場站鄰近公車路線數	1.000	0.231	0.193	0.259	0.139	0.126
N6	場站附屬汽機車 停車位	1.000	1.000	0.820	0.945	0.922	0.820
N7	搭乘捷運至 CBD 所需時間	0.744	0.762	0.714	0.711	0.545	0.408
N8	場站鄰近站數	1.000	0.895	0.730	0.582	0.478	0.081
P1	工作日捷運出站人次	1.000	0.235	0.204	0.123	0.096	0.027
P2	人口家戶數	0.147	0.626	0.486	0.261	0.608	0.216
P3	工商家戶總數	0.361	0.684	0.228	0.165	0.186	0.030
P4	批發/零售/住宿/餐飲/金融/保險/不動產業家戶數	0.335	0.656	0.221	0.156	0.178	0.028
P5	教育/藝術/娛樂/休閒/醫療/社工服務業家戶數	0.725	0.757	0.327	0.224	0.266	0.046
P6	製造/運輸/倉儲/資通/傳播/科學/專業技術服務業家戶數	0.446	0.795	0.233	0.204	0.186	0.029
P7	就業類型混合分配比	1.000	0.688	0.342	0.411	0.213	0.086
D1	人行道總面積	0.839	0.738	0.684	0.643	0.453	0.265
D2	自行車專用道總長度	0.660	0.764	0.607	0.589	0.386	0.160
D3	街廓數	0.449	0.616	0.500	0.273	0.513	0.115
D4	路口數	0.682	0.707	0.640	0.386	0.709	0.178

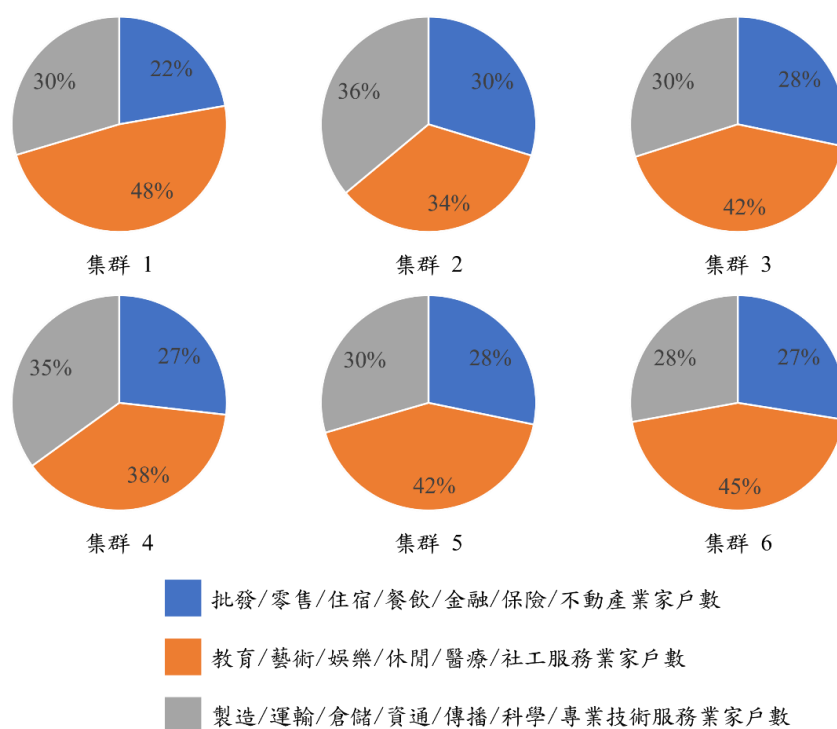


圖 4-35 各集群工商家戶業種比例分配圖

(二) 以現況土地利用相關變數為區位指標之衡量模式

集群 1 同樣僅有台北車站一個場站。在節點值擁有所有集群中最高的數值，且在場站鄰近公車站數、場站鄰近公車路線數等變數也明顯較高於其它集群。區位指標一樣在在工作日出站人數遠高於其他集群，另外擁有最多的商業利用土地面積與相對較多的公共利用土地面積。設計指標方面一樣擁有最多的人行道面積，設計值與區位值僅略低於集群 2 並明顯高於其他集群，根據其特徵同樣可界定為核心運輸型場站。

集群 2 共十一個捷運場站皆位於臺北市的市中心地區，在區位值與設計值也擁有所有集群中最高的數值。在節點指標方面，所有個場站皆具有兩個捷運服務路線，其他變數也擁有僅次於集群 1 的數值，但是鄰近公車路線數卻低於大部分的集群。在區位指標方面，商業用地、混合住宅用地與純住宅用地皆相對高於其他集群，並擁有最高的人口家戶數與土地混合使用程度，表示此集群應為臺北市人口與經濟活動集中之核心地區，設計值方面在步行與自行車使用的空間與連通性方面擁有相當高的數值，總體而言此集群具有相當高之 TOD 表現，根據其特徵可界定為核心複合型場站。

集群 3 共二十六個場站，整體數值與集群 4 相近並趨近中間值。在節點指標方面，該集群所有場站之捷運服務路線皆僅有一線，其分布大多分布在集群 2 外圍之市區。在區位指標方面，擁有相當高的人口家戶數與最多的混合使用住宅用地，在混合

使用程度僅略低於集群 2，表示屬集群之場站地區人口與經濟活動的程度也相當高。在設計指標方面也有相對較高的數值呈現，總體而言表示此集群具有相對較高的之 TOD 表現，根據其特徵可界定為市區複合型場站。

集群 4 共六個捷運場站。在節點值略高於集群 3，但區位值方面相對低於其他集群的表現。在節點指標方面，該集群所有場站之捷運服務路線同樣皆僅有一線，並擁有相對較多的公車服務路線。區位指標方面則在公共利用用地方面擁有遠高於其他及群的數值，且其他類型之用地普遍較少，表示其所屬場站皆為公家機關或公共服務設施所集中之地區，根據其特徵可界定為公共服務型場站。

集群 5 共三個捷運場站。數值普遍低於其他集群，整體表現與集群 6 相近。在節點指標方面整體表現皆較低，其中兩個場站捷運服務路線數為兩線，然而擁有最多的場站附屬汽機車停車位，表示該集群主要為提供市郊居民由其他運具轉乘捷運使用之功能。而在區位與設計指標方面普遍低於其他集群，根據其特徵可界定為市郊轉乘型場站。

集群 6 共二十六個場站。節點值為數值最低者，區位值與設計值則略高於集群 5，其中大多數場站確實位處市區外圍，也有少數位於市區邊緣地區。在區位指標方面，擁有最多的純住宅用地與不少的家戶人口數，此外也擁有相對不錯的土地混合使用程度。在設計指標方面僅連通性略高於集群 5，整體而言相較於其他集群呈現中低度的發展，根據其特徵可界定為市郊居住型場站。

整體而言，在此衡量模式下，靠近市中心的集群同樣在所有指標中普遍皆具有較高的數值呈現，反之亦是如此，然而不同場站類型間在土地利用類型上卻具有相當明顯的區別(圖 4-36)，核心運輸型場站地區具有相當高的商業利用土地與公共利用土地佔比；核心複合型場站與市區複合型場站則擁有較為均勻分配的土地利用型態；公共服務型場站則相當大的比例皆為公共利用土地；市郊轉乘型場站與市郊居住型場站則以純住宅利用土地為佔比較高者，因此在場站類型的識別上較能夠推測該場站類型所具備之機能特性。

表 4-11 以土地利用變數為區位指標之指標平均值統計表

指標變數 \ 集群		1	2	3	4	5	6
N1	捷運服務路線數	1.000	1.000	0.000	0.000	0.670	0.000
N2	捷運工作日總班次數	0.987	0.894	0.265	0.269	0.512	0.200
N3	場站出入口數	0.778	0.697	0.278	0.278	0.296	0.150
N4	場站鄰近公車站數	0.714	0.491	0.442	0.390	0.210	0.258

指標變數 \ 集群		1	2	3	4	5	6
N5	場站鄰近公車路線數	1.000	0.198	0.214	0.313	0.200	0.109
N6	場站附屬汽機車停車位	1.000	0.983	0.950	1.000	0.246	0.866
N7	搭乘捷運至 CBD 所需時間	0.744	0.757	0.680	0.686	0.457	0.449
N8	場站鄰近站數	1.000	0.897	0.568	0.596	0.070	0.269
P1	工作日捷運出站人次	1.000	0.223	0.126	0.115	0.112	0.054
P2	人口家戶數	0.147	0.553	0.471	0.162	0.222	0.422
P8	商業利用土地面積	0.681	0.449	0.350	0.257	0.132	0.110
P9	混合使用住宅利用土地面積	0.111	0.483	0.501	0.129	0.168	0.285
P10	純住宅利用土地面積	0.043	0.431	0.427	0.177	0.283	0.605
P11	公共利用土地面積	0.465	0.275	0.188	0.847	0.094	0.237
P12	土地混合使用程度(熵值)	0.698	0.902	0.815	0.691	0.476	0.701
D1	人行道總面積	0.839	0.735	0.614	0.580	0.467	0.319
D2	自行車專用道總長度	0.660	0.673	0.546	0.513	0.420	0.250
D3	街廓數	0.449	0.562	0.413	0.247	0.205	0.327
D4	路口數	0.682	0.709	0.534	0.447	0.248	0.469

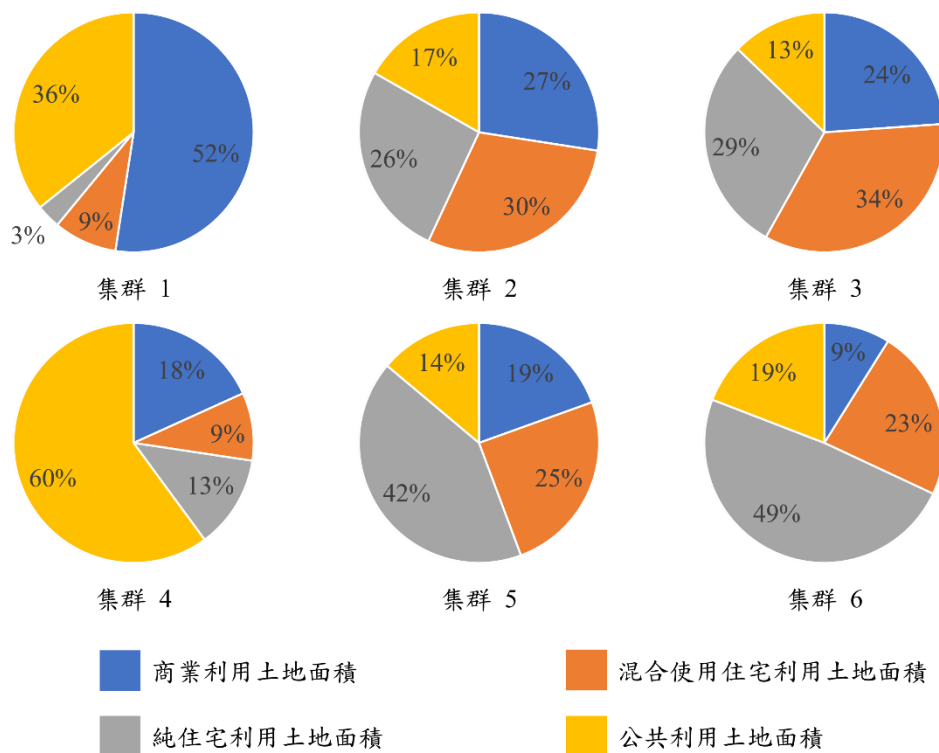


圖 4-36 各集群土地利用類型比例分配圖

參、節點—區位—設計模型分群分析結果

在確立場站類型後，以下將以節點—區位—設計模型之架構說明兩種衡量模式下各類型場站之發展程度與差異。

一、以工商家戶相關變數為區位指標之衡量模式數值分布情形

在此衡量模式之模型指標數值中，核心運輸型場站在節點值與其他類型之捷運場站呈現有明顯差距，同時也擁有相當高的區位值與設計值，核心商業型場站則擁有最高之區位值與節點值，上述兩種核心型場站所在之區位確實為臺北市發展歷史相當久的核心發展地區，且在模型散佈圖中三個指標所分別呈現的發展程度並未發現有不平衡的情形出現。其中除了節點值相當突出的捷運台北車站外，捷運中山站在區位值呈現明顯高於其他所有場站，推測其為臺北市所有場站地區社會經濟發展最佳的場站地區，另外同為核心商業型場站的忠孝敦化區則因並非為捷運轉乘場站，因此節點數值為當中較低者。

市區型場站當中，三者相較於核心型場站普遍為較低之區位值，其中轉乘型場站雖然擁有較高的節點值，但是區位值明顯低於節點值與設計值，部分場站在兩個數值上甚至有相當大的落差，呈現發展不平衡的情形，根據過往使用相同模型之相關文獻所推測，即場站地區實際的經濟發展並未跟上 TOD 策略所投注之大眾運輸量能，然而此類型場站地區有部分涵蓋有大範圍之公有地，如捷運中正紀念堂站，因此導致有所發展受限。一般市區型場站與市區過渡型場站在三個指標皆擁有相近之數值，市區過渡型場站之區位值與設計值均略微高於一般市區型場站，推測為時市核心地區較遠的市區過渡型場站較有自給自足性質的鄰里型工商業活動。最後市郊型場站則在三個指標數值皆為最低者，特別是區位值，表示此類型場站地區的工商業活動極不發達，推測為最初在規劃時即設定為提供周圍本是低發展程度地區的都市居民已私人運具轉乘捷運使用之場站。

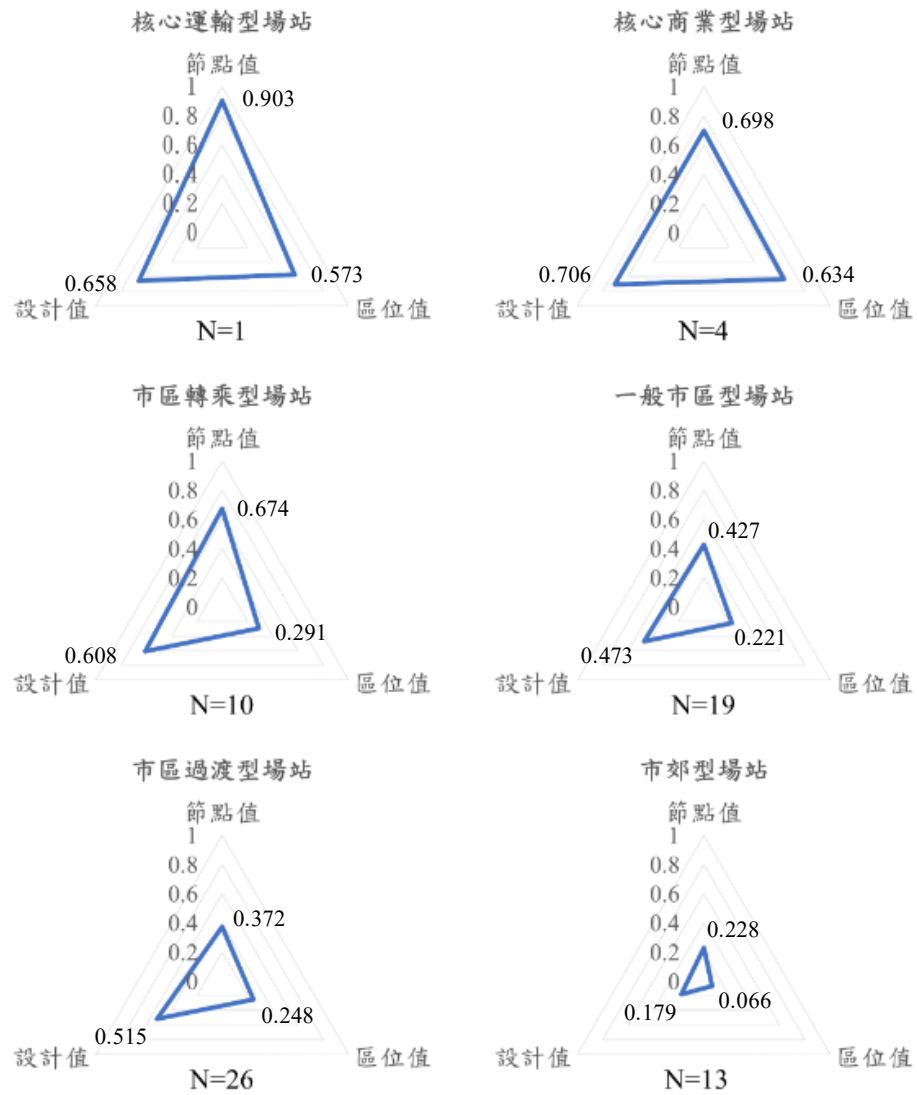


圖 4-37 以工商家戶變數為區位指標之 TOD 類型

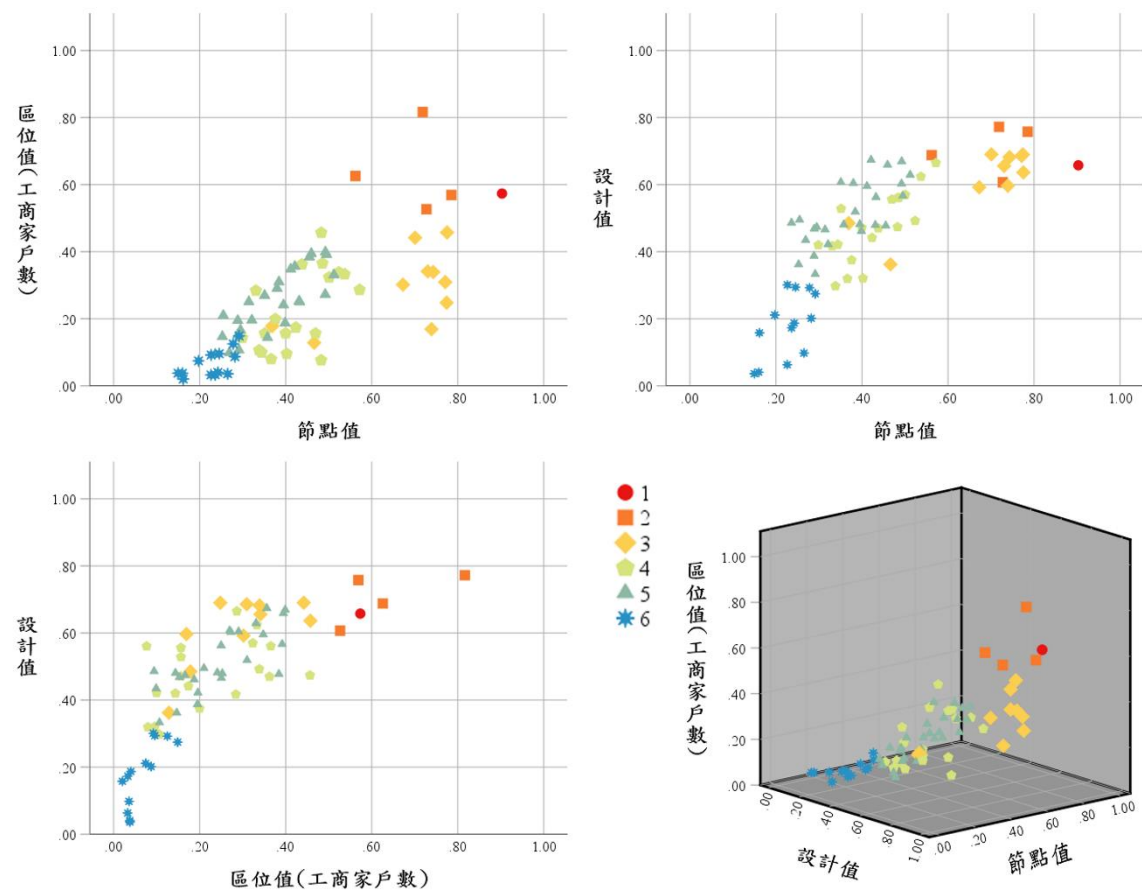


圖 4-38 以工商家戶變數為區位指標之模型數值散佈圖

二、以現況土地利用相關變數為區位指標之衡量模式數值分布情形

在此衡量模式之模型指標數值中，首先核心型場站同樣在節點值與設計值明顯高於其他類型，然而在區位值則為相對較低的情形，呈現較為不平衡的發展模式，亦即本研究所量測之已發展空間相對跟不上所投入之大眾運輸量能，當中又以捷運中正紀念堂為數值最不平衡者，推測整體核心型場站呈現又不平衡情形的原因可能有二，一為本研究因缺乏精確之容積資料僅已土地利用面積做為已發展空間之呈現，因此無法精確呈現實際之發展程度，二為臺北市核心地區與其餘市中心地區所具備之已發展空間本身差距就不大。

市區複合型場站與公共服務型場站在各項數值上皆為中間值，雖指標數值皆低於上述之核心場站，但整體呈現較為平衡的發展模式，表示場站地區周圍的空間發展程度與大眾運輸設施的投入程度相符合，其中市區複合型場站涵蓋大多數位處於核心地區周圍之場站地區，具備較為綜合之都市機能，而較為特別的公共服務型場站，節點值與設計值的群內落差較其他類型的場站明顯，但也凸顯其所具備特定之都市機能。

最後在市郊型場站的部分，其普遍具有最低的指標數值，其中市郊轉乘型場站呈現略為不平衡的發展模式，原因可能來自於捷運動物園站，其為所有場站地區中已發展空間最少者，因此影響此類型整體之數值呈現；市郊居住型場站則大多呈現較為平衡的發展模式，其涵蓋大多數位於臺北市外圍之場站地區，且三個指標數值為最低者至略高於中間值者皆有，其特性在於具有相當高的住宅用地比例，表示臺北市大多數位於外圍之場站地區皆為發展程度較低且以居住機能為主之。

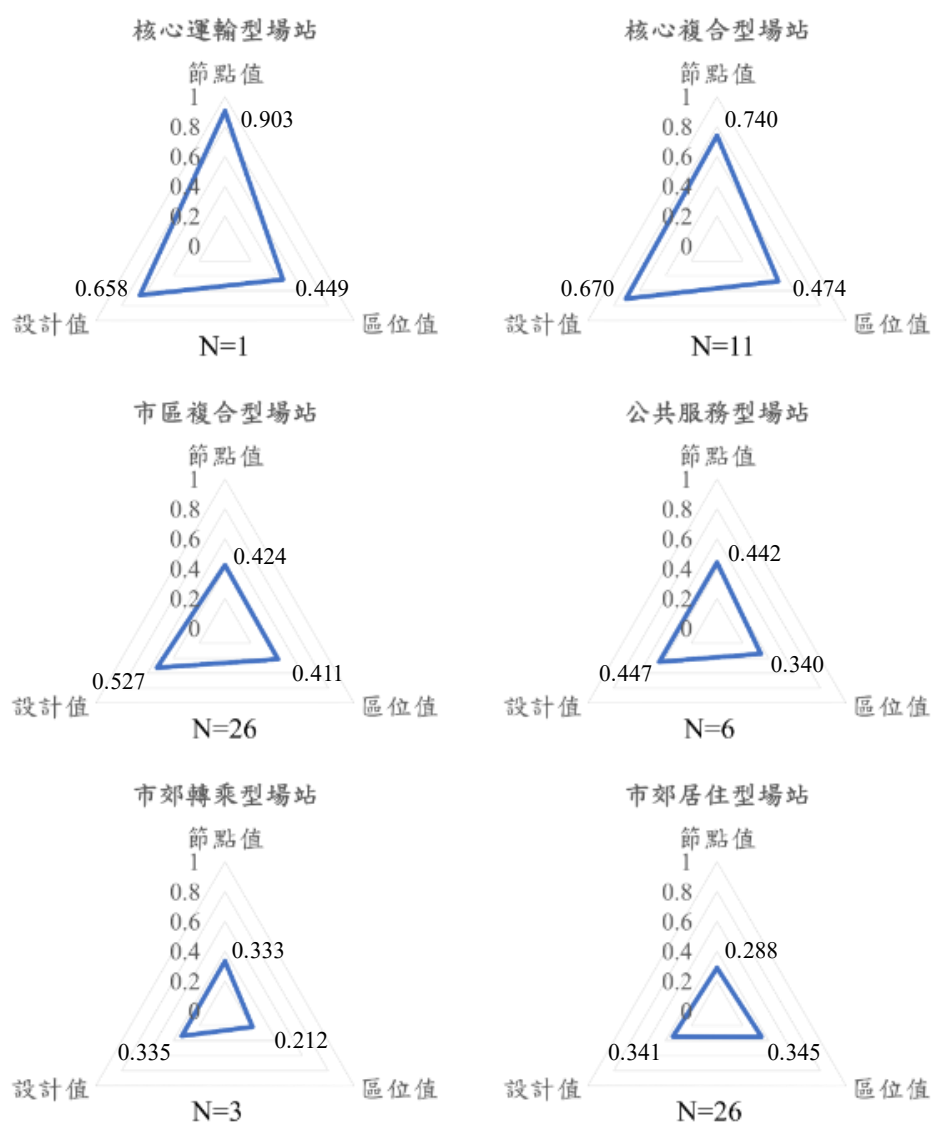


圖 4-39 以土地利用變數為區位指標之 TOD 類型

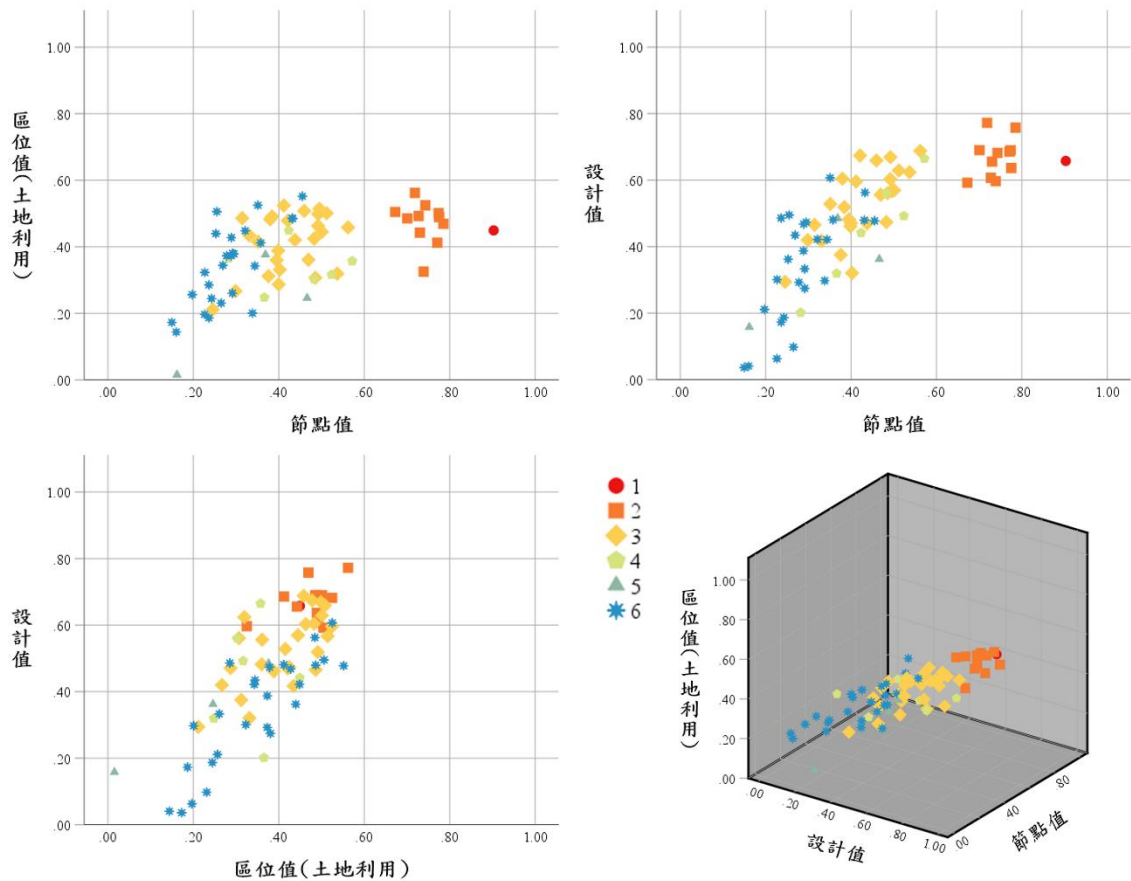


圖 4-40 以土地利用變數為區位指標之模型數值散佈圖

三、兩種衡量模式之比較

兩種衡量模式所選用之變數組合其主要之目的皆在於呈現場站地區之發展程度，前者以三種類別的工商家戶數量代表場站地區的社會經濟現況，後者則以四種類別的土地利用面積呈現已發展用地多寡以代表場站地區的空間發展現況，在分群結果方面，兩者差異較大的部分有二，一是於市中心地區具有兩條捷運服務路線的場站地區方面，前者能夠識別出核心商業型場站與市區轉乘型場站，而後者僅能識別出核心複合型。二是市區與市郊區方面，前者能將市區型場站分為四個類型，而後者撇除特定機能之場站類型，僅能識別出兩種場站類型。總結來說，前者較能細緻呈現臺北市不同都市區位具有不同發展程度的分布情形，而後者雖無法較為細緻的呈現發展程度的差異，卻能較好的指認具有特殊機能的場站類型。

第三節 分析結果討論

壹、場站分類操作過程

一、變數資料的調整

本研究透過分類以檢視目前臺北市捷運場站地區發展現況之異質性，並選擇以過往多數相關研究所使用之集群分析進行分類操作，以有效聚合在 TOD 相關的發展特徵中皆具有相似情形的場站。由於量測 TOD 發展特徵的指標所涵蓋之變數涉及多個面向，因此根據「節點—區位—設計模型」以觀察社會經濟發展程度與都市機能分布情形，並以主成分分析先行將眾多變數進行縮減與萃取，以此檢測與調整兩個衡量模式的變數組合，而為了減少變數過於龐雜與共線性的問題對集群分析的運算造成的不良影響，因此最終選擇以三種工商家戶業種類別與四種土地利用現況類別分別作為兩個衡量模式的變數組合進行後續操作，皆萃取出五個成分並保留有約 80% 的總變異量，並確認所有變數在其中一成分中皆具有一定程度的解釋力。

二、二階段集群分析的操作

在集群分析方面採用二階段法進行，第一階段以階層式分析決定分群數量，分群的樹狀圖顯示兩個衡量模式較具有解釋意義的分群數大致落在 4 至 8 群，為了能夠更加客觀的找出較佳的分群數量，因此進一步檢定不同分群數量下組間的差異程度，結果顯示兩個衡量模式在分為 6 群會具有最大的群間差異，亦即最為理想的分群狀態。

接著設定 6 群做為 K 平均法的分群數進行第二階段的集群分析，用意在於避免第一階段的部分分群結果過於受到單一因素影響，分群結果顯示，檢視社會經濟發展程度為主的衡量模式是以節點指標中的大眾運輸量能與轉乘能力，以及各工商業種之家戶數與就業多樣性為主要決定分群的指標變數；檢視都市機能分布情形的衡量模式是以節點指標相關的變數，以及土地利用類別中的商業利用土地與公共利用土地為主要決定分群的指標變數，兩個模式所呈現的集群分布趨勢皆以捷運台北車站為單一核心向外層層輻射擴展，大致與普遍所認知的以中正區、大安區、中山區、松山區為市中心的臺北市空間發展結構相符合，其中又以中正區具有兩個捷運服務路線的場站地區以及的東區的場站地區為發展現況之核心。

貳、場站類型建立

一、場站類型的建立

接著進一步分析捷運場站的分群結果，以集群分析結果進行分群敘述統計，由於集群間已是相似性相對較高的場站，因此取所屬場站之所有變數的平均數代表該集群的指標數值，並以每個集群中較為突出之數值作為建立場站類型之依據，在兩個衡量模式中，皆以靠近捷運台北車站的場站類型在所有指標中普遍皆具有最高的數值，而距離市中心越遠的場站類型則整體數值越低。首先選擇以三種工商家戶業種類別為變數組合的衡量模式，共分為兩種核心型場站、三種市區型場站以及郊區型場站，其類型的建立大致依照該集群整體指標數值的高低以及所在區位作為判斷依據，然而本研究區分的三種工商家戶業種類別在所有類型的場站中，僅有數量上的差距而並未有分配比例上的明顯差異，因此僅能判斷其整體之社會經濟發展程度，較無法看出不同場站類型在都市就業機能上的區別；接著選擇以四種土地利用現況類別為變數組合的衡量模式，共分為兩種核心型場站、兩種市郊型場站、市區複合型場站以及公共服務型場站，其不同類型的場站間的土地利用類別分配比例具有相當大的差異，得以判斷每種場站類型所具備之主要都市機能為何。

二、不同場站類型具備之發展特性

以三種工商家戶業種類別為變數組合的衡量模式下，數值較高的核心型場站普遍為現行TOD表現較佳的已發展場站地區，大致上並未有明顯發展不平衡的情形出現，然而市區型場站與市郊型場站則普遍具有偏低的區位值表現，其中市區轉乘型場站雖位處於發展已久的市中心地區，卻並未有良好的社會經濟發展程度，另外市郊型場站普遍為處於通車時間已久的捷運路線上，卻仍維持相當低的社會經濟發展程度，推測臺北捷運場站地區之工商家戶業別可能較集中於位處核心地區之特定對象；以四種土地利用現況類別為變數組合的衡量模式下，所有類型的場站則並未有明顯發展不平衡的情形出現，透過使用篩選過後的四種類別的土地利用面積大小來作為場站地區已發展用地來判斷其發展情形與性質，相較於前一種衡量模式在同樣能判斷其發展程度的同時亦能看不同場站地區所具備之都市機能特徵，然而使用場站地區的已發展空間判斷其發展程度，比起實際在此進行社會經濟活動之工商業家戶資料，則較不能精確掌握場站地區實際之發展程度。

第四節 分群成果應用於臺北市都市發展策略

壹、 臺北市市有建物及用地整合運用導向之規劃開發(EOD)概述

「市有建物及用地整合運用導向之都市發展(EOD)」為臺北市面對高齡少子化、校舍老舊以及全球氣候變遷等議題時，以市有公共空間用途轉型為主要規劃手段所提出之都市發展策略，其透過市有學校老舊校舍改建時機重新整合周邊公共建物與用地，並整合作為社福、老人照護、托嬰、公園綠地、機關等複合型公共服務設施，使得臺北市在可預期的未來中將成為中低度利用的公共空間轉化為地區發展核心。

選定臺北市有學校的原因在於其數量眾多又分布均勻，且多數位處於鄰里社區中心，而臺北市全市 236 所學校於未來 15 年內本就預計有近 70%校舍需進行重建，因此最適合做為因應人口結構大幅變化來進行公共服務設施再開發的主要標的。此外，臺北市有學校又有近半數位於捷運場站地區，得結合 TOD 策略使得市政府在場站地區更能夠利用公共服務來主動帶動周圍地區的再開發，本研究將嘗試以 EOD 策略建議應用於前述建構之 TOD 類型。

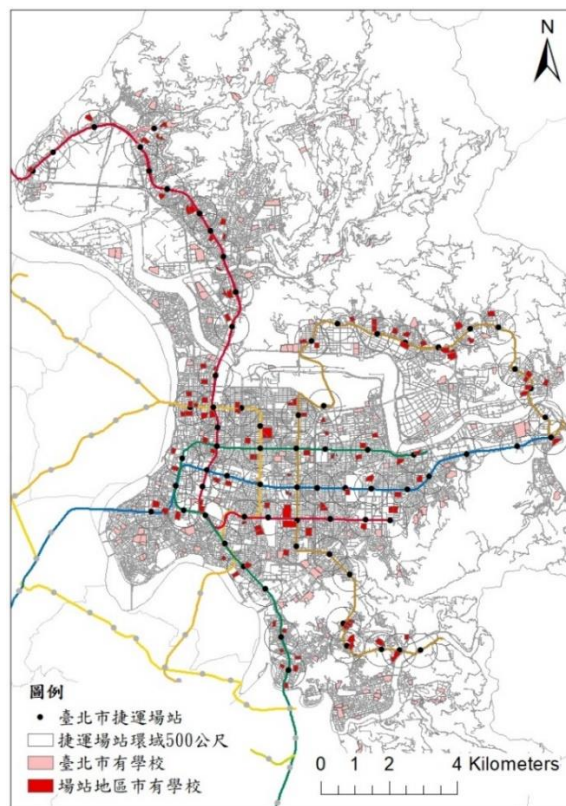


圖 4-41 臺北市都市計畫市有學校用地分布情形

貳、 核心型場站地區支應用情境

核心型場站普遍已具有相當高的 TOD 程度，在大眾運輸服務量能與周圍地區之社會經濟發展情形皆為全市最佳，而在採現況土地利用相關變數為區位指標之衡量模式下，核心型場站相較於其他類型場站呈現大眾運輸之服務量能相對高於場站地區現行之空間發展程度，表示場站地區剩餘之可發展空間已相當有限。

這些具有極高發展程度的場站地區已經長久之發展歷程，地區內之公共設施也因建設年代久遠，相較於社經發展情形普遍呈現老化與低度利用的情形，透過對學校為主之市有公共建物與用地採更高使用強度的垂直整合與開發，能使其他原先位處精華地段之公共服務設施提供更高的服務量能與更多元的使用型態，總結來說，在核心型場站地區之中，原有之社會經濟發展程度已足夠高，由私部門推行的空間整合與再開發本就具有足夠之誘因，特別是於工商業極為密集之捷運場站地區，EOD 僅做為輔助與引導發展之角色。

參、 市區型與市郊型場站地區之應用情境

市區型與市郊型場站在採工商家戶相關變數為區位指標之衡量模式下，大眾運輸服務量能相對高於周圍地區之社會經濟發展情形，根據模型得解釋為此類型場站地區相較於核心型在社會與經濟方面條件仍具有相當發展潛力，在部分市郊型場站甚至僅具有極少量之工商業存在，可能需透過不同程度的公共投資來使其發展成為相對平衡的狀態，而在採現況土地利用相關變數為區位指標之衡量模式下，大眾運輸服務量能則與周圍地區之空間發展程度呈現平衡的狀態，表示已發展空間已與大眾運輸提供之服務量能相匹配。

這些場站地區並不如核心場站缺乏可發展空間，因此首要規劃目標應為依靠現有市有公共建物與用地的活化與轉型以創造有利於社會與經濟發展之條件，透過本就位處鄰里社區中心的學校轉型成為複合型公共服務設施，並做為鄰里層級之地區發展核心來重新聚集都市活動，亦即臺北市政府現行所提倡之 EOD 策略主軸，現行推動 EOD 的信義區永春與永吉國小，其所在之捷運永春站與後山埤站之場站地區即適切於此應用情境，總結來說，在市區型與市郊型場站地區之中，EOD 策略能夠成為帶動其社會經濟發展的重要推力，特別是在已發展空間已充足而社會與經濟條件卻明顯較低的場站地區則可做為優先實施 EOD 策略之標的。

第五章 結論與建議

第一節 研究結論

壹、掌握臺北市捷運場站地區 TOD 發展情形之相異與相似程度

本研究提出了以大眾運輸網絡觀點探討臺北市 TOD 發展情形的分析框架，透過符合臺北市情境的「節點—區位—設計」修正模型，檢視所有捷運場站之交通運輸、社會經濟程度與土地使用特徵之發展現況，對於捷運系統已建置有二十餘年的臺北市而言，場站地區現行與 TOD 相關的運輸、社會經濟與環境條件的全面的釐清是過往關聯性研究鮮少去了解的面向，而為了更好的了解場站發展現況的異質性，選擇以集群分析進行後續探討是相對來說較能夠在考量諸多 TOD 因子下能客觀歸納不同場站發展特徵的分類操作方法。

一、凸顯臺北市捷運場站發展情形的相似與相異程度

在分類的依據方面，本研究以文獻回顧所彙整的指標以主成分分析做為變數組合調整的過程，並建立了以工商家戶數量與業種相關的變數與以現況土地利用類別與面積的兩種衡量模式，兩者皆能確保所有變數能夠在做為新變數的成份中保有足夠的解釋力，並避免龐雜的變數與極端值影響後續集群分析的演算。在決定分群數的第一階段階層式集群分析中，本研究以檢測組間的殘差平方和的方式找出兩個模式皆以 6 個集群數為具有組間最大差異的分群數，其能夠使得不同場站類型間的差異最大化，為本研究理想的場站類型數量，避免過往集群分析較難有判斷理想集群數的明確標準的問題，接著再以 K 平均數使整體相似性較高的場站能以理想的狀態進行集群的聚合。

二、分群成果與臺北市發展模式相符合

在分群結果方面，使用工商家戶相關變數的衡量模式主要以節點指標中的大眾運輸量能與轉乘能力以及各工商業種之家戶數與就業多樣性為影響分群結果程度較具大者；使用土地利用相關變數的衡量模式主要以節點指標相關的變數以及土地利用類別中的商業利用土地與公共利用土地為影響分群結果程度較具大者。最終兩者的分群成果除捷運台北車站以外，各集群成員均有不小的差異，不過在整體的分布情形上，皆以捷運台北車站為中心層層向外環繞，與過往臺北市以台北車站與周圍商業帶為主要核心向周圍擴張的都市發展模式相符合，且呈現層次分明的網絡結構。

貳、建立符合臺北市捷運場站特性之 TOD 類型學

進一步分析集群成果，由於每個集群內已是發展現況相似性相對最高的場站，因此得以進一步以分群敘述統計了解每個集群所擁有的場站具有何種共同特徵，並以此識別場站類型。結果說明臺北市的捷運場站在兩種分類模式下皆可分為六個場站類型，且兩者皆以捷運台北車站作為單一核心運輸型的場站類型，並大致以 TOD 表現區分為核心型、市區型、市郊型三個層級，再根據其具備之發展特性建立場站類型。

一、臺北市捷運場站類型得凸顯其各自具備之特性並反映潛在的發展潛力

使用工商家戶相關變數的衡量模式除台北車站外，再分為核心商業型、市區轉乘型、一般市區型、市區過渡型與市郊型；使用土地利用相關變數的衡量模式則可再分為核心複合型、市區複合型、公共服務型、市郊轉乘型與市郊居住型，每種類型皆能再進一步判斷是否為發展平衡之場站類型，結果顯示前者在核心型以外的場站，其社會經濟發展現況皆略為不及其他兩項指標的發展程度，其中又以市區轉乘型較為明顯，後者則較未有發展不平衡的情形。

兩個衡量模式的差異主要在於前者較能呈現臺北市不同發展程度於不同都市區位的分布情形，後者則能夠較好的顯示不同都市機能特徵之場站類型，表示社會經濟與已發展空間兩個面向在代表場站地區發展程度時，雖在集群分布上無太大的差異，卻具有相當不同的解釋意義，並得以呈現捷運場站地區在現行已發展空間之中是否與其社會與經濟發展相對應。總結來說，不同於以往僅考量單一環境特徵或是規範型的場站分類模式，本研究所建立之場站類型較能呈現 TOD 應具備之多個影響面向，並更為全面的反映臺北市全市所有場站地區整體之發展現況。

二、做為 TOD 與其他都市發展策略結合之媒介

最後再將本研究建立之捷運場站類型嘗試應用於臺北市現行之 EOD 發展策略上，得做為規劃人員面臨不同發展情形之捷運場站地區時得參考之規劃建議，在已具有高發展程度之捷運場站地區，較適合將市有公共空間做為輔助與引導其發展的角色，而在發展呈現不平衡之場站地區則較適合將市有公共空間做為主要帶動發展的角色，且得以視不同場站之不平衡程度來設定需優先進行 EOD 的實施標的。

第二節 研究建議

壹、後續研究建議

一、以不同發展情形之捷運場站做為相關研究之分析框架

本研究以「節點—區位」模型做為 TOD 衡量模式之特點在於充分納入不同面向之影響因子，又以集群分析凸顯不同 TOD 實施地區之相似與相異程度，充分反映臺北市不同捷運場站地區的異質性，在探討 TOD 規劃策略如何影響不同之都市空間區位時得分別考量其如何作用於具有相似或相異發展情形的捷運場站。

二、建立更聚焦於特定議題的衡量模式

本研究在呈現場站地區 TOD 表現時，分別於兩個衡量模式中使用工商家戶業種與數量以及現況土地利用類別與面積作為發展程度之依據，顯示不同類型的場站在社會經濟層面與已發展空間的發展程度差異，「節點—區位」模型做為 TOD 衡量模式之優勢在於得以根據實證地區特性與探討議題進行調整，後續研究能夠建立「節點—區位」模型衍生之修正模型來進一步聚焦於 TOD 相關之特定議題，如不同場站地區實際經濟產值，或是不同利用類別中實際已開發之容積。

三、進一步探討不同發展情形的場站之間的相互關係

捷運場站地區以捷運路網系統串聯並涵蓋都市多數已發展地區，彼此間為相互影響之網絡關係，本研究僅以相對發展程度反應 TOD 為具備層次分明之網絡結構特性，尚無法得知不同發展情形的場站之間產生何種相互關係，已有研究表示不同 TOD 類型間可能會依據實證地區中不同區位的特性進而存在競爭關係與互補關係，因此得以進一步探討臺北市不同發展情形的場站之間的場站是如何產生協同作用。

四、將整體台北捷運網絡系統納入討論

不同的捷運場站地區根據其大眾運輸設施與相關規劃設計的投入，可能根據其所處之都市區位的特性而有不同之影響範圍，另外，臺北捷運路網系統與新北市與桃園市相互連接，捷運路網所形塑之都市活動分布很大程度具有跨越行政區之影響因素，惟不同行政區皆具有不同之過往發展歷程與未來之發展願景，現行國內 TOD 策略之制定與實施多以行政區為單位進行，本研究之研究對象為臺北市 TOD 發展情形，因此研究空間僅以過往臺北市 TOD 策略實施範圍。

參考文獻

壹、中文文獻

- 白仁德與劉人華(2014)。大眾運輸導向建成環境特性對捷運運量影響之研究—以臺北捷運為實證對象。建築與規劃學報，15，111-127。
- 吳雅萱(2013)。捷運站周邊土地混合使用型態之研究(碩士論文)。國立成功大學，台南市。
- 李怡庭(2005)。大眾運輸導向發展策略對捷運站區房地產價格之影響分析(碩士論文)。國立成功大學，台南市。
- 李家儂(2003)。都會區大眾運輸導向發展之規劃模式(碩士論文)。國立臺北大學，新北市。
- 李家儂(2006)。交通運輸與土地使用整合規劃之演變—大眾運輸導向發展的都市發展模式。土地問題研究季刊，5(3)，70-83。
- 李家儂與賴宗裕(2005)。台灣地區大眾運輸導向發展之落實—借鏡美國的實施經驗。臺北市交通安全促進會，20，1-16。
- 李家儂與賴宗裕(2007)。臺北都會區大眾運輸導向發展目標體系與策略之建構。地理學報，19-42。
- 李家儂與謝翊楷(2016)。以階層線性模式探討 TOD 規劃效益對土地開發之影響。臺灣土地研究，19，1-38。
- 卓易霆(2013)。大眾運輸導向發展觀點下空間特性之研究—以台北市為例(碩士論文)。國立成功大學，台南市。
- 林孟瑤(2011)。捷運場站周邊土地使用變遷與影響因素之研究(碩士論文)。國立成功大學，台南市。
- 林楨家、吳建彤與方若庭(2011)。建成環境對捷運轉乘運具選擇的影響：臺北捷運南港線之實證研究。運輸計劃季刊，40，335-366。
- 林楨家、李家儂、馮正民、羅健文、蔡耀慶、陳志豪、... 朱珮芸(2011)。都市計畫案綠色運輸衡量指標之研訂。交通部運輸研究所。
- 林楨家與施亭仔(2007)。大眾運輸導向發展之建成環境對捷運運量之影響—臺北捷運系統之實證研究。運輸計劃季刊，36，451-476。

- 林楨家、馮正民與胡怡騫(2004)。台北捷運藍線營運前後沿線發展變化之分析。運輸計劃季刊，33，361-389。
- 張惟皓與張效通(2015)。以空間型構法則分析都市型態之研究架構。健康與建築雜誌，2，1-9。
- 張學聖與林孟瑤(2011)。捷運場站周邊土地使用變遷之初探—以臺北木柵線為例。建築與規劃學報，12(3)，199-213。
- 許志堅與林育慈(2003)。大眾運輸導向的都市發展目標與策略—以臺北市為例。經濟前瞻，116-121。
- 陳姿彤(2018)。捷運場站周邊地區步行空間品質之研究—大眾運輸導向之廊帶空間發展的觀點檢視(碩士論文)。中國文化大學，台北市。
- 彭建文、吳森田與吳祥華(2007)。不動產有效稅率對房價影響分析—以台北市大同區與內湖區為例。臺灣土地研究，10，49-66。
- 楊徨仁(2020)。場站尺度建成環境探討台北捷運運量影響因素之研究(碩士論文)。國立成功大學，台南市)
- 臺北市政府都市發展局(2019)。「全市大眾運輸導向發展(TOD)地區計畫委託規劃案」總結報告書。
- 蔡育新、王大立與劉小蘭 (2011)。土地混合使用對住宅價格的影響：解析混合使用、密度與可及性。都市與計劃，38，119-146。
- 蔡佳蓉(2004)。本土化 TOD 都市設計策略之研究(碩士論文)。國立成功大學，台南市。

貳、 外文文獻

- Atkinson-Palombo, C., & Kuby, M. J.(2011). The geography of advance transit-oriented development in metropolitan Phoenix, Arizona, 2000–2007. Journal of transport geography, 19(2), 189-199.
- Austin, M., Belzer, D., Benedict, A., Esling, P., Haas, P., Miknaitis, G., . . . Zimbabwe, S.(2010). Performance-based transit-oriented development typology guidebook.
- Belzer, D., & Autler, G.(2002). Transit oriented development: moving from rhetoric to reality: Brookings Institution Center on Urban and Metropolitan Policy Washington, DC.
- Bertolini, L.(1999). Spatial development patterns and public transport: the application of an

- analytical model in the Netherlands. *Planning Practice and Research*, 14(2), 199-210.
- Bertolini, L., & Spit, T.(1998). The redevelopment of railway station areas: E & FN Spon.
- Boarnet, M., & Crane, R.(1997). LA story: A reality check for transit-based housing. *Journal of the American Planning Association*, 63(2), 189-204.
- Calthorpe, P.(1993). The next American metropolis: Ecology, community, and the American dream: Princeton architectural press.
- Cervero, R.(1998). The transit metropolis: a global inquiry: Island press.
- Cervero, R., & Kockelman, K.(1997). Travel demand and the 3Ds: Density, diversity, and design. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 2(3), 199-219.
- Cervero, R., & Murakami, J.(2009). Rail and property development in Hong Kong: Experiences and extensions. *Urban Studies*, 46(10), 2019-2043.
- Chorus, P., & Bertolini, L.(2011). An application of the node place model to explore the spatial development dynamics of station areas in Tokyo. *Journal of transport and land use*, 4(1), 45-58.
- Crockett, J., & Hounsell, N.(2005). Role of the Travel Factor Convenience in Rail Travel and a Framework for its Assessment. *Transport Reviews*, 25(5), 535-555.
- Delpirou, A., Doulet, J.-F., & Delaunay, T.(2016). Why research on TOD in China have helped pinpoint key challenges for a better integration between urban and transportation planning? A critical review of the literature. *Journal of transport and land use*, 10.
- Dittmar, H., & Poticha, S.(2004). Defining transit-oriented development: The new regional building block. *The new transit town: Best practices in transit-oriented development*, 19-40.
- Evans IV, J., Pratt, R. H., Stryker, A., & Kuzmyak, J. R.(2007). Transit-Oriented Development--Traveler Response to Transportation System Changes.
- Hancock, M. B.(2014). Transit Oriented Denver: transit oriented development strategic plan 2014.
- Higgins, C. D., & Kanaroglou, P. S.(2016). A latent class method for classifying and evaluating the performance of station area transit-oriented development in the Toronto region. *Journal of transport geography*, 52, 61-72.

- Howard, E.(1902). *Garden Cities of Tomorrow*. In: London.
- Huang, R., Grigolon, A., Madureira, M., & Brussel, M.(2018). Measuring transit-oriented development(TOD) network complementarity based on TOD node typology. *Journal of transport and land use*, 11(1), 305-324.
- Ibraeva, A., Correia, G. H. d. A., Silva, C., & Antunes, A. P.(2020). Transit-oriented development: A review of research achievements and challenges. In *Transportation Research Part A: Policy and Practice*(Vol. 132, pp. 110-130).
- Jenks, M., & Dempsey, N.(2005). *Future forms and design for sustainable cities*: Routledge.
- Kamruzzaman, M., Baker, D., Washington, S., & Turrell, G.(2014). Advance transit oriented development typology: case study in Brisbane, Australia. *Journal of transport geography*, 34, 54-70.
- Li, Z., Han, Z., Xin, J., Luo, X., Su, S., & Weng, M.(2019). Transit oriented development among metro station areas in Shanghai, China: Variations, typology, optimization and implications for land use planning. *Land use policy*, 82, 269-282.
- Lin, J.-J., & Gau, C.(2006). A TOD planning model to review the regulation of allowable development densities around subway stations. *Land use policy*, 23(3), 353-360.
- Lindau, L. A., Hidalgo, D., & Facchini, D.(2010). Curitiba, the cradle of bus rapid transit. *Built Environment*, 36(3), 274-282.
- Lyu, G., Bertolini, L., & Pfeffer, K.(2016). Developing a TOD typology for Beijing metro station areas. *Journal of transport geography*, 55, 40-50.
- Monajem, S., & Nosrati, F. E.(2015). The evaluation of the spatial integration of station areas via the node place model; an application to subway station areas in Tehran. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 40, 14-27.
- Nasri, A., & Zhang, L.(2014). The analysis of transit-oriented development(TOD) in Washington, DC and Baltimore metropolitan areas. *Transport policy*, 32, 172-179.
- Parker, T., McKee, M., Arrington, G. B., & Smith-Heimer, J.(2002). *Statewide Transit-Oriented Development Study: Factors for Success in California: Final Report*.
- Peter Hall, M. T.-J.(2010). *Urban and Regional Planning*. In(5th Edition ed.). London: Routledge.
- Renne, J., Wells, J., & Voorhees, A.(2005). *Transit-Oriented Development: Developing a Strategy to Measure Success*. Research Results Digest, 294, National Cooperative

- Highway Research Program(NCHRP). Transportation Research Board, National Academy Press, Washington, DC.
- Renne, J. L.(2009). From transit-adjacent to transit-oriented development. *Local Environment*, 14(1), 1-15.
- Renne, J. L.(2016). *Transit oriented development: making it happen*: Routledge.
- Reusser, D. E., Loukopoulos, P., Stauffacher, M., & Scholz, R. W.(2008). Classifying railway stations for sustainable transitions–balancing node and place functions. *Journal of transport geography*, 16(3), 191-202.
- Schlossberg, M., & Brown, N.(2004). Comparing transit-oriented development sites by walkability indicators. *Transportation Research Record*, 1887(1), 34-42.
- Singh, Y. J., Fard, P., Zuidgeest, M., Brussel, M., & van Maarseveen, M.(2014). Measuring transit oriented development: a spatial multi criteria assessment approach for the City Region Arnhem and Nijmegen. *Journal of transport geography*, 35, 130-143.
- Singh, Y. J., Lukman, A., Flacke, J., Zuidgeest, M., & Van Maarseveen, M.(2017). Measuring TOD around transit nodes-Towards TOD policy. *Transport policy*, 56, 96-111.
- Su, S., Zhang, H., Wang, M., Weng, M., & Kang, M.(2021). Transit-oriented development(TOD) typologies around metro station areas in urban China: A comparative analysis of five typical megacities for planning implications. *Journal of transport geography*, 90, 102939.
- Terán, F. d.(1964). Revisión de la Ciudad Lineal: Arturo Soria. In *Arquitectura*(Vol. 72, pp. 3-20).
- Vale, D. S.(2015). Transit-oriented development, integration of land use and transport, and pedestrian accessibility: Combining node-place model with pedestrian shed ratio to evaluate and classify station areas in Lisbon. *Journal of transport geography*, 45, 70-80.
- Vale, D. S., Viana, C. M., & Pereira, M.(2018). The extended node-place model at the local scale: Evaluating the integration of land use and transport for Lisbon's subway network. *Journal of transport geography*, 69, 282-293.
- Yang, L., & Song, X.(2021). TOD Typology Based on Urban Renewal: A Classification of Metro Stations for Ningbo City. *Urban Rail Transit*, 7(3), 240-255.
- Yang, P. P.-J., & Lew, S. H.(2009). An Asian model of TOD: The planning integration in

Singapore. Transit-Oriented Development: Making it Happen, edited by C. Curtis, JL Renne, and L. Bertolini, 91-109.

Zemp, S., Stauffacher, M., Lang, D. J., & Scholz, R. W.(2011). Classifying railway stations for strategic transport and land use planning: Context matters! *Journal of transport geography*, 19(4), 670-679.

Zhang, M.(2007). Chinese edition of transit-oriented development. *Transportation Research Record*, 2038(1), 120-127.

Zhang, Y., Marshall, S., & Manley, E.(2019). Network criticality and the node-place-design model: Classifying metro station areas in Greater London. *Journal of transport geography*, 79, 102485.