

以空間型構法則及步行導向理念檢視 TOD 區內土地使用配置的合理性¹

USING SPACE SYNTAX AND PEDESTRIAN-ORIENTED DESIGN CONCEPTS TO EXAMINE THE RATIONALITY OF THE LAND USE CONFIGURATION OF TOD DISTRICTS

李家儂 Chia-Nung Li²

謝翊楷 Yi-Kai Hsieh³

(102 年 12 月 9 日收稿，103 年 3 月 26 日第 1 次修改，103 年 6 月 16 日第 2 次修改，
103 年 7 月 22 日第 3 次修改，104 年 3 月 10 日定稿)

摘 要

從近年來臺灣發展 TOD 的過程觀之，係以提升大眾運輸旅次為主要規劃手段，尚停留在規劃者的想法，並未考量民眾的需求。此外，對於 TOD 相關研究，仍多屬實證模型，尚缺乏理論基礎結合，使得 TOD 的研究沒有適地性，其理念的合理性也尚待討論。因此，如何調適既有的 TOD 理念，使其具有適地性、合理性及理論基礎，以塑造出友善的步行生活環境，成為臺灣發展 TOD 都市的首要課題。本研究將以「新板特區」為研究對象，應用「空間型構法則」之理論與步行導向設計理念為基礎，分析 TOD 步行環境與周圍土地使用配置之合理性，並以理論的觀點，檢視捷運場站周圍土地使用該如何調整，以符合當地之步行環境，進而落實 TOD 發展成效。本研究成果發現，TOD 區內步行環境的便捷度與距離場站之遠近並非正比，

-
1. 本文承蒙兩位匿名審查委員惠賜寶貴意見，及科技部專題研究計畫 (NSC 102-2410-H-034 -041-) 補助部分研究經費，特此致謝。
 2. 中國文化大學土地資源學系副教授 (聯絡地址：11114 臺北市陽明山華岡路 55 號 中國文化大學土地資源學系；E-mail：ljin@mail.pccu.edu.tw；電話：02-28610511 Ext. 31434)，本文通訊作者。
 3. 中國文化大學建築及都市設計學系博士班研究生。

且新板特區土地使用配置強弱與步行路網便捷值高低並不相同，而傳統 TOD 規劃思維存在著隱憂，透過空間型構與步行導向規劃思維的結合，則能使臺灣 TOD 發展跳脫傳統且單調的規劃方式，進而將土地使用規劃與步行路網之特性進一步整合，讓 TOD 規劃能更具適地性與合理性，並在規劃過程中具有理論與實務的基礎。

關鍵詞：大眾運輸導向發展；步行導向理念；空間型構；土地使用；交通運輸

ABSTRACT

Taiwan's transit-oriented development (TOD) in recent years has been based on increasing public transit ridership as its main planning tool, and this planning remains confined to the planners' thinking without taking the public's needs into consideration. Moreover, studies on TOD are mostly attached to empirical modeling without much support from a theoretical foundation; as a result, these TOD studies are not location-based and the rationality of their ideas has yet to be recognized. Therefore, how to appropriately adapt existing TOD ideas by injecting them with locality, rationality and a theoretical foundation to shape friendly pedestrian living environments has become the foremost issue to be discussed in Taiwan's TOD. This study takes the "New Banqiao Special District (NBSD)" as its subject, and applies the theory of "space syntax" and pedestrian-oriented design concepts as foundations to analyze the rationality of the TOD walking environment and the rationality of the land use configuration in the surrounding areas. Finally, theoretical points of views are taken to examine how the lands around MRT stations should be used so as to match up with the local walking environments for the realization of effective TOD. The results from this study reveal that the convenience of the walking environment within the TOD areas is not directly proportional to the distance from the MRT stations. Furthermore, the intensity of the land use configuration in the NBSD does not correspond to the convenience of the walking network. While traditional TOD thinking is troubled with hidden concerns, the combination of space syntax and pedestrian-oriented thinking will lead Taiwan's TOD to break the shackles of traditional monotonous planning methods and further help integrate land use planning with the characteristics of walking networks, allowing TOD planning to be more appropriately location-based and rational and providing both theoretical and practical foundations for the planning process.

Key Words: *Transit-oriented development; Pedestrian-oriented concept; Space syntax; land use; Transportation*

一、研究背景

隨著二氧化碳的大量排放，導致全球暖化、氣候異常與能源短缺等問題日益嚴重，世界各國逐漸意識到潛在危機，美國於 1990 年初期從新都市主義理念，發展出「大眾運輸導向發展 (transit-oriented development, 簡稱 TOD)」的規劃設計理念^[1]。發展至今，TOD 已成為土地使用與交通運輸整合的新都市模式^[2]，並經由諸多實證案例指出 TOD 發展能帶來諸多成效。因此，在「都市成長降溫 (growing cooler)」與「綠茶法案 (Green TEA)」的引導下，美國企圖將都市「導回」永續發展的願景，至今已經有超過 100 個美國城市企圖將其城市規劃成 TOD 模式，並超過 4,000 個 TOD 土地使用規劃⁴，可見 TOD 的概念已然成為都市規劃的新潮流。

從國外對於 TOD 的研究能發現，其發展基礎係建立在民眾願意改變運具選擇，進而使用步行搭乘大眾運輸，其中，TOD 不斷強調如何提升大眾運輸旅次與降低私人運具，乃因其所能衍生的眾多效益，需要透過民眾步行以支持效益的延續。倘若民眾僅使用私人運具在都市中快速移動，那麼就只是被動地在片斷而不連續的都市地理中朝著目的地邁進，此時都市空間本身也將失去吸引力。因此，若長期對於步行環境與步行路網的忽視，將使得人們在移動的過程中，只想快速穿過這個都市空間，而不想停留與注意這塊空間，對於周遭環境變化也就漠不關心，自然也就無法促進經濟活絡，更無法達到 TOD 發展之理念，屆時私人運具之使用所帶來的方便性雖能減少物理上的距離限制，但卻也大為減少了人與人之間的互動機會，而增加人們心理上的距離。緣此，如何塑造出良好的步行環境，成為都市發展與落實 TOD 理念的首要議題。

從近年來臺灣發展 TOD 的過程觀之，其傳統 TOD 規劃僅強調放射狀之土地使用規劃，而將距離捷運場站 300 公尺內之土地提高使用密度，然後逐漸降低土地使用密度，以刺激民眾集中到中心地區活動，並藉此提升大眾運輸旅次；卻忽略了民眾移動的方式與過程是需要連貫的考量，導致多數人仍然使用私人運具前往捷運場站或放棄選擇使用大眾運輸運具。然而，此方法乃單方面的提高土地使用強度，即認定會影響民眾步行意願，尚停留在規劃者的想法，並未考量民眾步行的真正需求。如土地使用密度較高的地區，但周圍步行環境狹窄不易通行，反而大為降低民眾前往之意願，換言之，當前 TOD 發展的限制，並未著重空間的吸引力與步行友善的空間營造^[3]。而當前國內 TOD 之相關研究多屬實證模型的關聯性，尚缺乏理論基礎，亦僅停留在評估地區的規劃是否符合 TOD 發展理念與面向，但對於 TOD 區周圍的土地使用該如何配置，然而與步行環境相整合以及如何實際操作才能將 TOD 發展成效加以落實的研究仍有欠缺。導致當前臺灣 TOD 區內之土地使用配置，取決於距離車站 300 公尺或 500 公尺的空間距離因素，進而衍生出許多土地發展的議題。

4. Ewing, R., "Induced Transportation Operating Costs. In R. Burchell et al., Calculating the Transportation Cost Impacts of New Development: Literature Review", *Related to Procedures National Cooperative Highway Research Program Project*, 08-59, 2007, pp. 83-104.

本研究將以空間型構法則及人行為導向的觀點來探討 TOD 區內土地使用配置規劃，進而從人的流動過程中將民眾對於都市的體會轉變為連貫的認知，使人與空間產生關係與認同感，藉此改變民眾對於運具的使用習慣，並影響人們與空間的互動方式，以改變臺灣既有的 TOD 發展模式，反以步行環境為主要依據，探討場站周圍的最適土地使用配置，以塑造出更便於步行的生活環境，以及更有效率的土地使用，據此，本文分段探討如下：(1)文獻回顧；(2)研究設計；(3)實例研究分析；(4)結果討論；(5)結論與建議。

二、文獻回顧

2.1 空間型構法則 (space syntax) 之理論

在空間型構法則的概念中，空間的組成與所有空間彼此的關係，是其探討的重點。在此所謂的組成，是指一種空間模式或空間型構，探討的方向著重在各個空間同時存在的「關係」，而在都市研究中，要談論許多同時存在的空間相當困難，因其包含過多的局部空間。因此，英國倫敦大學建築學院的 Hillier 於 1984 年提出空間型構法則之理論與一系列的分析方法，其主要目的係將空間型態具體化的呈現，並從中發展出可以量化空間元素的數值；其主要研究方法係以拓樸學為基礎發展出一系列的量測變數，包含：連接值 (connectivity)、控制值 (control value)、深度值 (depth value)、集成度 (integration) 中的地區便捷值 (local integration)、全區便捷值 (global integration) 等變數，並透過圖示，利用拓樸學 (topology) 的概念，以進行空間剖析。此拓樸概念只涉及各種空間關係的次序，而與空間的方向、大小、形態、距離等無關，所分析的是路網所形成的空間，而非基地本身，其研究特點係以空間的主體性為主要考量，並強調路網特性，而非僅將路網結構當成距離變數，且著重於分析人流和車流與空間的邏輯關係。

空間型構法則所觀察的活動模式，不同於一般城市交通規劃模型中所模擬的步行活動，而是由城市格網結構所決定的「自然運動」(natural movement)，其概念有利於觀察空間的結構對運動本身所產生的微妙影響，可更好地預測人們在空間中看似複雜和隨機的聚集狀態^[4]。換言之，空間型構理論認為，空間的結構是產生步行模式與活動之起源，或許在步行活動影響因素中非占最大比例，但卻是產生步行活動模式的最初原因，如楊滔^[5]認為，城市空間型態會影響人流與車流，而人流與車流又導致城市用地功能的變化與分布，更進而影響人們社會經濟活動的改變，最後產生城市空間型態的演變，其中城市整體拓樸關係是關鍵，而 Yang^[6]亦認為，拓樸結構本身對人口構成與演變具有相當之影響。其差異在於傳統模式認為，吸引民眾外出的是距離與不同性質的土地使用；空間型構理論則認為，是由城市街道所形成的網絡型態所造成。但 TOD 發展在最適步行範圍 (半徑 500 公尺) 的劃分下，其距離因素相對較不是影響步行意願的主要原因。由以上空間型構的理論特點可得知，其理論基礎雖然忽略了距離、長度與規模等因素，但也因而突顯出路網結構所形成的都市空間，並有助於將其視為主體研究對象，而使其更確切地觀察與反應出人的群聚與流動等現象。

2.1.1 空間分割之軸線法

任何一個都市系統都是由兩部分組成，及空間物體與自由空間。空間物體主要是建築物，而自由空間是指由空間中物體隔開的人可以在其中自由活動的空間。自由空間具有連續性，即從任何一點可以到達空間的任何其它點。根據都市環境的自由空間所呈現的情況，一般採用所謂的軸線方法^[7]。它的基本原則是：首先劃分一條最長的軸線來代表一條街道，然後劃第二長的軸線與第一條相交，直到整個自由空間或者街道網由一系列線連接，形成軸線圖。而軸線圖是由最少數目的最長直線組成，這也確保了軸線地圖具有都市型態的代表性。

2.1.2 視覺空間之整合度

就圖示理論本質上而言，是一種探討純粹關係的理論。在表達複雜關係的圖示中，被連繫的物體是「節點」，其之間的關係為「連接線」。如圖 1(a)，在相對深度圖（稱為 j 圖）中，選擇一個節點作為整個圖的根節點，並且按照其它點到達根節點所必須通過的最少節點數，而將它們分層放置在根節點上。通過這種方式看待圖解，即可以看出各節點之間的關係，以及其在整體節點中之重要程度^[8-10]。

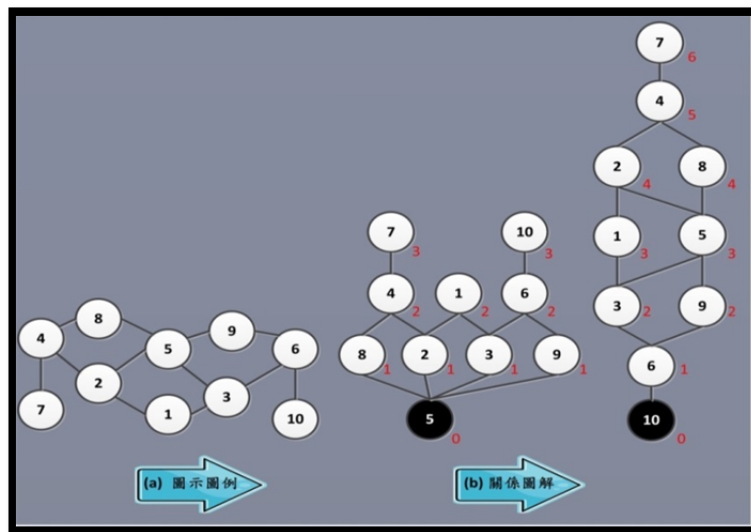


圖 1 相對深對圖

在圖 1 中，(b)左邊的 j 圖從根部到頂點的距離較淺，代表人到達該節點是較方便的，並不需要通過很多節點即可達到目的地；右邊的 j 圖較深，代表人要到達目的地需經過許多其它地方，故該節點又被稱為孤立點^[7]。若將兩張 j 圖視為同一個簡單平面的兩個不同視角，便可拿來進行建築與都市的研究。如圖 2(a)。以圖 2(b)為例，若選擇一個空間作為圖示的根節點（黑色），以 0 標記；對於相隔一個節點的 4 個空間，給其值為 1。而在兩步

之外的 3 個空間與在 3 步之外的兩個空間將之加總，到黑色根空間的步數總合為 16。以此類推圖 c 之總步數為 30^[7,8]。

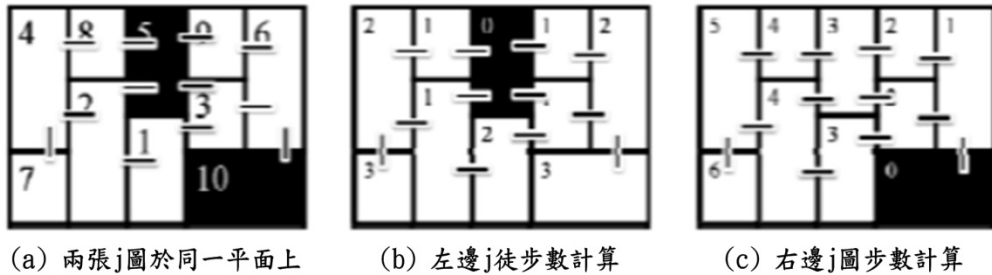


圖 2 建築及都市相對深度圖

在此基礎上進行數學計算，即可得到複合空間中之「整合度」。空間的整合度越低，代表由此空間到達任意的另一空間就越困難。若根據其計算結果，將空間依梯度上色，即紅色的最大值至藍色的最小值，將可清楚地在此視覺上顯示空間整合度之關係^[7-9]，如圖 3。

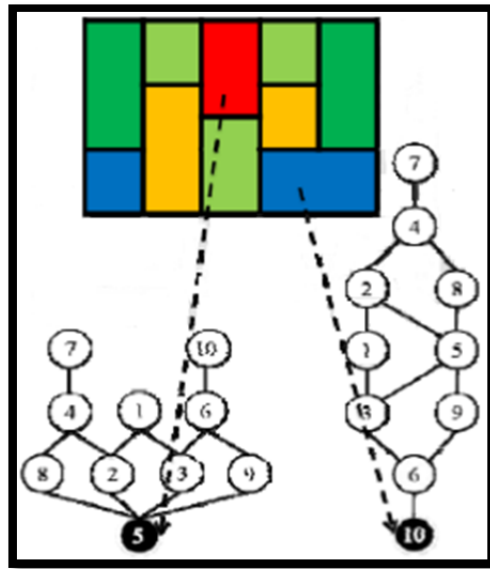


圖 3 視覺上顯示空間整合度之關係示意圖

2.2 空間型構法則 (space syntax) 之實證與應用

根據空間型構法則之理論，路網系統是由自然型態與都市組織共同形塑出來的，可被視為單一旦連續的空間系統，而這個系統可被區分成幾個因素，像是路網選擇的分析、利

用地圖及圖解 (graph) 上的資料來發現空間中的相互影響關連與連結性等。其中，Hillier^[10] 研究指出，在空間型構中一個主要的方法就是運用圖解，亦即各式各樣的點 (vertices) 在軸線圖 (axial map) 上構成各種趨勢所呈現出來的圖，在此圖解中，街道扮演著點的角色並由此看出街道之間的關聯性。而 Penn 等人^[11] 在主要的研究中顯示，路網彼此的連結性與土地利用有正相關存在，即一路段被使用的頻率越高，該路段的通勤者使用該地與密度也會越高。然而，Hillier 等人^[8] 綜合實證分析後發現，空間型構法則可被運用在各種規模的公共空間上，同時在不同城市間的分析結果又是能互相比較的，且近來的研究顯示最適當的距離規模應該是鄉村層級、都市的一區或是大部分的地方等級市鎮。此外，Turner^[12] 研究認為，使用空間關聯的中心點 (centrality) 會比點與點間的連接更能預測人類移動行為，即中心線街道路網 (centre-line street network) 會比傳統軸向圖更能預測移動行為；而 Nenci^[13] 研究指出，其基本要呈現的系統不同，所以空間型構法則是可以跟運輸模型互相比較的。

近年來國外許多新興之規劃地區皆採用空間型構法則 (space syntax) 之理論方法為主要規劃依據，如 Hillier 等人^[14] 將理論應用於阿拉伯的吉達 (Jeddah) 城市中，以改善城中村的現象，其研究發現此現象係因長久以來該地區的對外連結性較差，而逐漸受到其他地區的經濟排斥與隔離所形成。此外，Anna⁵ 將理論應用於英國的諾丁漢 (Nottingham) 的舊廣場，其研究分析人行動線後指出，廣場中央的障礙物有礙於通行，因此有 78% 的步行民眾會繞過廣場的中心地帶，其改善方法為透過廣場空間的重新佈局，以提升廣場的可及性，使民眾可以在廣場中任意的穿越到其他空間。而 Tim⁶ 也將理論應用於英國倫敦的步行路網，其研究發現，雖然每個人在行走時會選擇出自己的路線，但這些選擇將會形成穩定的模式。其它如 Peponis 與 Wineman^[15] 以美國亞特蘭市為證實地區，證實空間型構法可解釋都市中各種不同地區之行人與車輛之移動；Hillier 與 Shu^[16] 則將其應用於都市中犯罪地點之分布，該研究利用空間型構法的各指標與犯罪率進行比對，其結果顯示地區連結性與犯罪率成明顯之反比。

從以上實證案例可知，空間型構法則主要在於分析路網的形式，其所分析的對象不是地塊本身，而是環繞地塊的道路廣場空間。其中，陳嘉茹^[7] 研究認為此與其它以地塊作為分析單元的都市分析方法有本質上的區別；而 Enström 與 Netzell^[17] 則提出其與傳統重力模式之差異，在於重力模式只考量從一個設施的位置到另一個設施的位置；Turner^[12] 更認為，使用空間關聯的中心點 (centrality) 會比點與點間的連接更能預測人類移動行為，亦即中心線街道路網 (centre-line street network) 會比傳統軸向圖更能預測移動行為。由此可見，空間型構法考量了整體都市地區的路網結構，並考量了特定道路與其它所有道路的關

5. Anna Rose, "City Scans: Measuring the Effects of Urban Networks", Harvard GSD, 2011.

6. Tim Stonor, "Valuing the Public Realm: The Importance of Spatial Networks", City of Cambridge Community Development Department, 2010.

連性，且納入了人的經驗與選擇。換言之，空間型構法則係將以往物理距離的可及性研究轉變為以道路路網的拓樸可及性為研究基礎。

2.3 新都市主義之 TOD 發展與步行環境及土地使用

當今城市多以 TOD 發展模式來調整都市型態的內部結構特徵，如 Belzer 與 Autler^[18] 所提出的 5D 發展元素，亦成為一套可行的設計準則，以此適應日益增長的旅遊需求與增加可及性 (accessibility)。其中，Rahul^[19] 以丹佛 (Denver) 為例，探討都市化原因發現，丹佛在 1997-2010 期間利用軌道運輸系統以及高密度 (high-density)、高混合使用發展 (mixed-use development) 之 TOD 特徵，提高了丹佛城市化平均密度。然而，陳慧君^[20] 認為 TOD 和以往都市規劃思維不同，TOD 由永續發展和智慧成長出發，以高效率之大眾運輸系統作為都市發展主軸，具備美學和都市設計、多元且高強度之土地使用，以塑造出密集且宜居的都市空間發展結構，但需在捷運興建期間，同時調整站區土地開發模式，建立都市景觀意象，活絡都市機能帶來經濟效益，讓周邊人行步道符合更加人性化，引導民眾居住、商業購物之可及性提高，以便降低私人運具使用。

而 Alpkokin 與 Ergun^[21] 以伊斯坦布爾 (Istanbul) 為例，發現 TOD 帶給該州長期潛在的土地開發模式，TOD 不僅提升該地區的可及性，更帶動新住宅區之土地開發機會，同時也提升土地價值。如王曉原與蘇躍江^[22] 認為城市土地開發的最終目的在於促進土地資源最適當配置並達成經濟價值，在 TOD 規劃模式下，可以使有效土地資源達到有效利用，避免造成土地浪費與交通擁擠，利用 TOD 和土地使用整合，提升運輸系統吸引力和使用率。因此，可以透過大眾捷運建設將城市規劃、土地使用和 TOD 緊密結合，以避免城市無秩序蔓延，以便建立綠色、高效率、經濟性之綜合交通系統，促使都市可持續和諧發展。其中，李家儂與羅健文^[23] 發現，行人步行至捷運車站空間的步道連續性和捷運車站周邊休閒或零售活動機會有助於提高大眾捷運的搭乘次數，但需以 TOD 之可及性設計原則、提升行人空間步行環境品質，繼而刺激大眾捷運搭乘率。

Wey 和 Chiu^[24] 亦認為，TOD 已經成為改善步行環境，減少使用非機動車輛，以減少污染排放，增進民眾身心健康之方案之一。Frank 等人^[25] 研究則顯示，居住在步行環境的社區中，只要步行或搭乘大眾運輸 2-3 次以上，將可減少汽車使用達 58%。Jun 等人^[26] 以保護 (protection)、舒適 (comfort)、享受 (enjoyment) 作為評估指標發現，低於三分之一認為行走在人行道上安全的，其街道連結性 (street connectivity) 和混合土地使用 (land use mix) 因素也會影響居民步行意願，且居住於步行和騎自行車之社區中，可以降低汽車使用，交通擁擠問題可以獲得改善，有助於建立更多密集的混合土地發展。Al-Azzawi 與 Raeside^[27] 研究亦發現，當階梯變陡或步行者年齡增高時，行人步行速度會變慢，且影響步行的重要因素包含不同層次的人行道設計、服務水準、路面坡度、護欄、運輸車站等。綜合上述 TOD 發展與步行環境及土地使用等相關文獻，能發現 TOD 設計係透過人行環境

的不斷改善，並結合周邊土地使用規劃，進而帶來整體都市的發展效益。

三、研究設計

本研究將以空間型構法則之理論為基礎，並運用其相關公式分析 TOD 區內的步行便捷程度，進而探討 TOD 環境中人的流動與周圍土地使用配置的關係，企圖從此過程中了解 TOD 既有的發展模式是否能符合 TOD 發展理念，並從其理論觀點，即愈便捷人群愈易群聚，而土地使用強度應配合提高以符合需求，以期營造出更為友善的 TOD 環境。據此，本文將以板橋車站為實例研究，討論在空間型構的理論基礎下，新板特區的土地使用規劃是否符合民眾步行的需求，進而檢討現行 TOD 規劃是否合理。以下將進行空間量測變數與研究限制說明。

3.1 空間量測變數

空間型構法則之理論係基於軸線法的應用，即都市道路系統可導出相對應的连接圖，以圖 4 為例，將分割的每一部分作為圖的節點，故圖的连接取決於每一部分之間是否相交，據此分析路網間的關連性與便捷性。

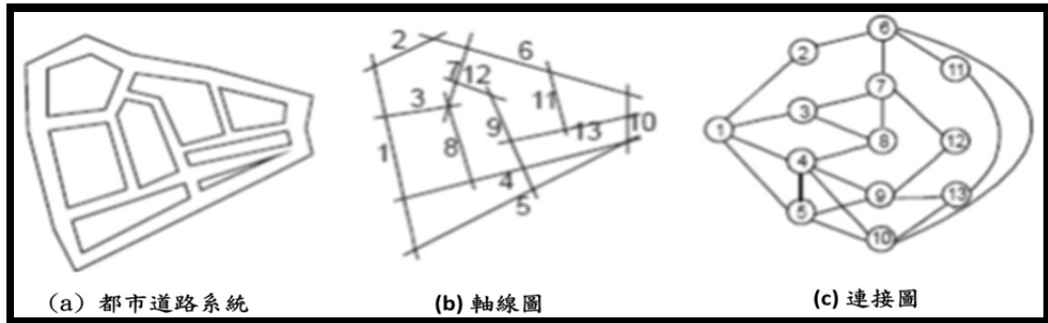


圖 4 軸線地圖與連接圖之轉換示意圖

將都市道路系統圖，轉換成連接圖後，即可導出一系列空間分析參數，如連接值 (connectivity)、控制值 (control value)、深度值 (dept)、平均相對深度值 (mean dept)、全區便捷值 (global)、地區便捷值 (local) 等。其公式與參數說明整理如下表 1 所示。

3.2 研究限制

空間型構法則之特點，雖然有助於進行空間主體化研究，但亦能發現其本身不能完全說明路網中行人或車輛分佈或運動模式的真實模擬，原因是省略某些要素 (如距離、土地價格、就業人口密度、土地使用性質的分布等) 的拓撲空間結構與步行活動之間相關關係

表 1 空間型構法則分析參數說明表

變數名稱	公式	代表意義	變數說明
連接值 (connectivity)	$C_i = k$	k = 與 (i) 點直接連接的點數目。為一條直線與其他直線相交之節點數。	數值越高，代表可與之直接連通的空間越多，可及性越強。
控制值 (control value)	$Ctrl_i = \sum_{j=1}^k \frac{1}{C_j}$	與 (i) 點直接連接的點， i 到 j 之連接值的倒數總和。表該直線與其他直線直接連接的連接值之倒數總和。	表示該點對鄰點之控制程度，其值由鄰點而來。數值越高表該空間對鄰接空間之控制度高；可視為控制鄰點進出之數值。
深度值 (dept)	$D_i = \sum_{j=1}^n d_{ij}$	d_{ij} 為 i 點到 j 點的最短路徑。為該點所居位置的可及性。	為一中間參數；可對兩不同路網之深度進行比較。
平均 相對深度值 (mean dept)	$MD_i = \frac{\sum_{j=1}^n d_{ij}}{n-1}$	n =點的個數。為該點所居位置的可及性之比較值。	為一中間參數；可對兩不同路網之平均深度進行比較。
全區便捷值 (global)	$RA_i = \frac{2(MD_i - 1)}{n - 2}$	值越小，代表該空間具位於系統中較便捷之位置，且該空間與整個系統具較高的整合性。	考量某空間與其他所有空間的關係（有別於連接度、控制值僅考慮相鄰之空間）；數值越大表該空間在整體空間系統中所處之位置越便捷、公共性越高，相對被造訪的機會也越多。
	$RR A_i = \frac{RA_i}{D_i}$	透過 D_i 之標準化，處理當系統中空間個數增加時，平均深度相對減少，使不同大小系統無法比較之問題。	
	$D_i = \frac{2\{n[\log_2((n+2)/3-1)+1]\}}{[(n-1)(n-2)]}$	用於標準化集成度。	
	$R_i = \frac{1}{RR A_i}$	表示該點居「整體性」系統中之可及程度。數值越大，表示該系統之便捷性越高。	
地區便捷值 (local)	以三步距離計算深度，再代入 MD 與 RA 公式中	表示該點居「地方性」系統中之可及程度。數值越大，表示該地區之便捷性越高。	其計算方法與全區便捷值類似。差異為以「3 步之距離」（即連接圖中相隔 3 個節點）為計算範圍。

資料來源：陳嘉茹^[7]、本研究整理。

的描述，但步行行為的進行，因受體力的影響仍會有所限制，需慎選研究對象與劃設研究範圍，如該區域路網結構若較為鬆散，則其分析結果將趨於接近；而過陡、顛簸、狹窄不易通行等道路均需斟酌排除等，其研究限制說明如下：

1. 距離因素、長度因素

雖然 TOD 發展在最適步行範圍（半徑 500 公尺）的劃分下，其距離因素相對較不是影響步行意願的主要原因，但仍有邊際效應的問題存在，因此在研究範圍之劃設，一般則以對象區域為圓心，步行 30 鐘的距離為半徑（約 1600 公尺）作為研究區域。

2. 體力因素

一般步行行為容易受個體體力限制所影響，尤其對於弱勢族群而言（如高齡者、婦女、孩童等）其影響更為明顯，因此在設定研究對象時，較適合以一般民眾或通用性原則為主，本研究已將體力因素納入後續研究建議。

3. 物理因素（道路寬度、坡度）

民眾步行行為與選擇，除受上述兩項因素影響外，更容易受到道路物理特性（如道路寬度、坡度等）所影響。因此，研究區域之邊界宜選取對行人自由活動阻隔效應明顯的限界，如河流、寬度較大的幹道等^[28]，以避免造成分析結果與民眾經驗及認知產生落差。

3.3 研究內容與流程

臺灣路網發展存在著許多細小街道，且多為住家出入型巷道，係屬於在地居民日常生活中經常使用之街道類型，以民眾步行角度而言，若將其忽略則容易與民眾步行選擇產生落差；此外，臺灣都市目前仍較無完善且連貫的步行路網規劃，而導致人車爭道等現象，因此天橋、地下道等設施，即成為民眾步行選擇上的重要考量。本文不僅運用空間型構法則之特點，並將民眾步行過程中經常使用卻常受到忽略的人行路網（天橋、地下道、人行穿越道等），加以納入路網結構中考量，進而體現以步行導向理念來檢視 TOD 區內土地使用配置的合理性。礙於人行路網資料收集不易，本研究係透過實地勘察找出天橋、地下道、細小街道，以及人行穿越道（如廣場穿越性質道路）等，以進行軸線圖與連接圖轉換。研究流程示意如圖 5，其說明如下。

1. 研究範圍界定

本研究以板橋站半徑 500 公尺為研究範圍，雖然步行選擇受到移動距離與道路長度所影響，但在 TOD 發展最適步行範圍（半徑 500 公尺）的劃分下，其距離因素相對較不是影響步行意願的主要原因，且 TOD 發展影響範圍一般為 400-800 公尺（步行約 10-15 分鐘）與研究限制相契合。

2. 實例分析

本研究以新板特區為研究對象，該地區採用 TOD 設計特徵為發展理念，係屬四鐵共構之交通轉運類型，在土地使用方面則強調住商混合發展之特性，而步行路網之發展則相當成熟且道路類型具多樣化，以此作為實例研究對象將有其參考價值。

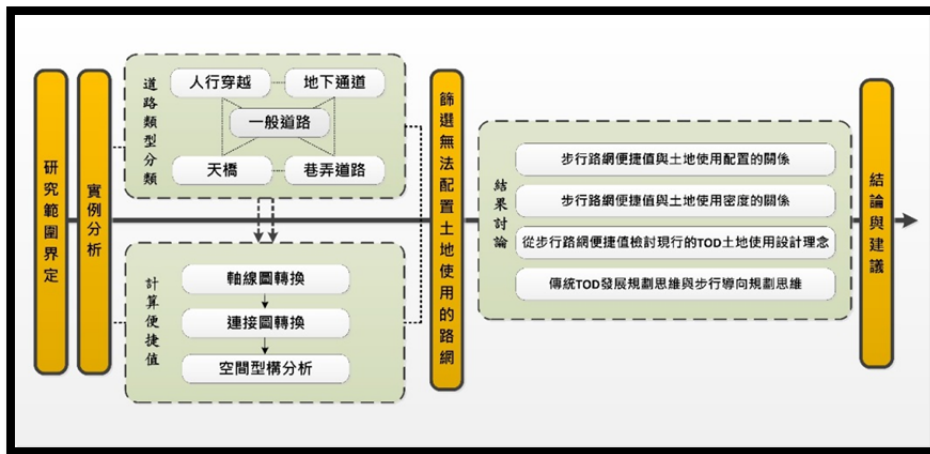


圖 5 研究流程示意圖

一般空間型構法則的運用，較多用於探討單一類型的路網結構，如步行路網中的平面道路，由於新版特區可供步行之道路為複合類型，且廣泛受到民眾所使用，因此本研究在建構軸線圖時，即依據不同路網類型進行分類，其中包含一般道路、人行穿越道路（廣場穿越性質）、天橋、巷弄道路、地下通道等 5 種類型，以利後續研究探討。

本研究運用空間量測變數，以分析路網之間的相對便捷值；首先，採用軸線法進行新板特區空間分割，以將路網結構轉換成軸線圖，其基本原則為劃一條最長的軸線來代表一條街道，然後劃第二長的軸線與第一條相交，直至街道路網成為一系列線的連接，係由最少數目的最長直線所組成，接著從軸線圖則可導出相對應的連接圖（共 39 個分析單元），再依據此連接圖便可進行一連串的空間量測變數分析。

3. 篩選無法配置土地使用的路網

本文旨在探討 TOD 區內土地使用配置的合理性，而天橋、地下道、細小街道（如防火巷、細小巷弄）與廣場穿越性質等道路，則無法呈現本文欲探討之主題，因將細小街道加入探討，不僅會使街廓產生過多切割與零碎等問題，更會讓後續無法依據分析結果來檢討現況土地使用的合理性，且在未來土地使用規劃配置時，勢必會呈現出許多細小的規劃單元，而不符合發展效益。因此，依據步行道路進行分類並加以篩選，若該地區之細小街道過多，則建議以一個分析單元代表，且在進行土地使用配置的合理性檢討時，亦建議僅挑選「一般道路」為討論對象。

4. 結果討論

經由篩選與分析後，本研究將討論如下幾個 TOD 規劃議題，如：步行路網便捷值與土地使用配置之關係、步行路網便捷值與土地使用密度之關係、檢討傳統之 TOD 步行導向之規劃思維。

四、實例研究分析

本研究以新板特區為研究對象，並以場站周圍 500 公尺範圍內之步行路網與土地使用為研究範圍，如圖 6 (紅線部分)，但為保路網結構之完整性，將以圖 6 (黑線部分) 為分析單元。首先，將路網結構轉換成軸線圖，共可分為 39 個分析單元 (如圖 7)，一般道路為 1 至 20 單元，其餘為 21 至 39 單元，其中單元 1 之路段名稱稱為縣民大道，係車站主要出入口，因此以該單元為根節點加以計算 (如圖 8)，最後，透過連接圖進行新板特區的空間型構相關分析，其相關空間量化分析結果，請詳見附表 1。

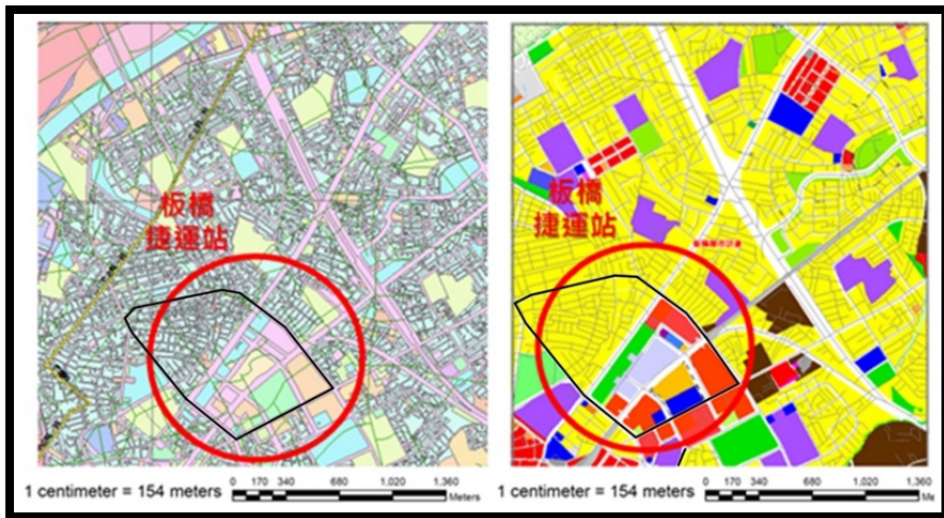


圖 6 板橋捷運站 500 公尺範圍之步行路網與土地使用現況圖

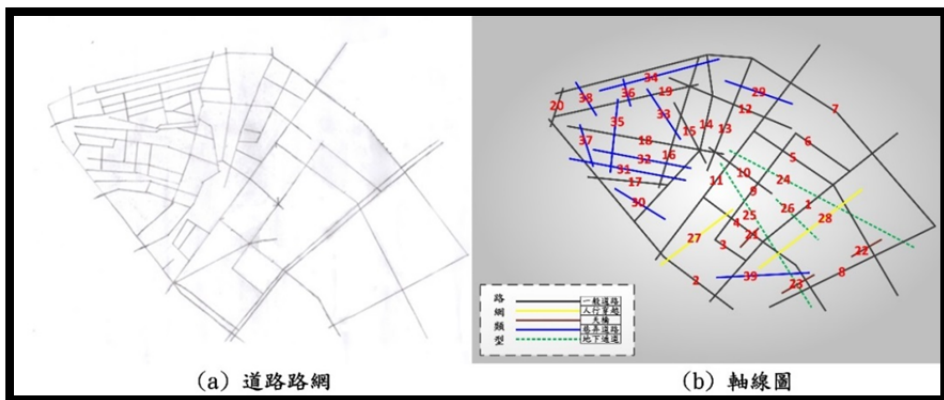


圖 7 道路路網與軸線轉換圖

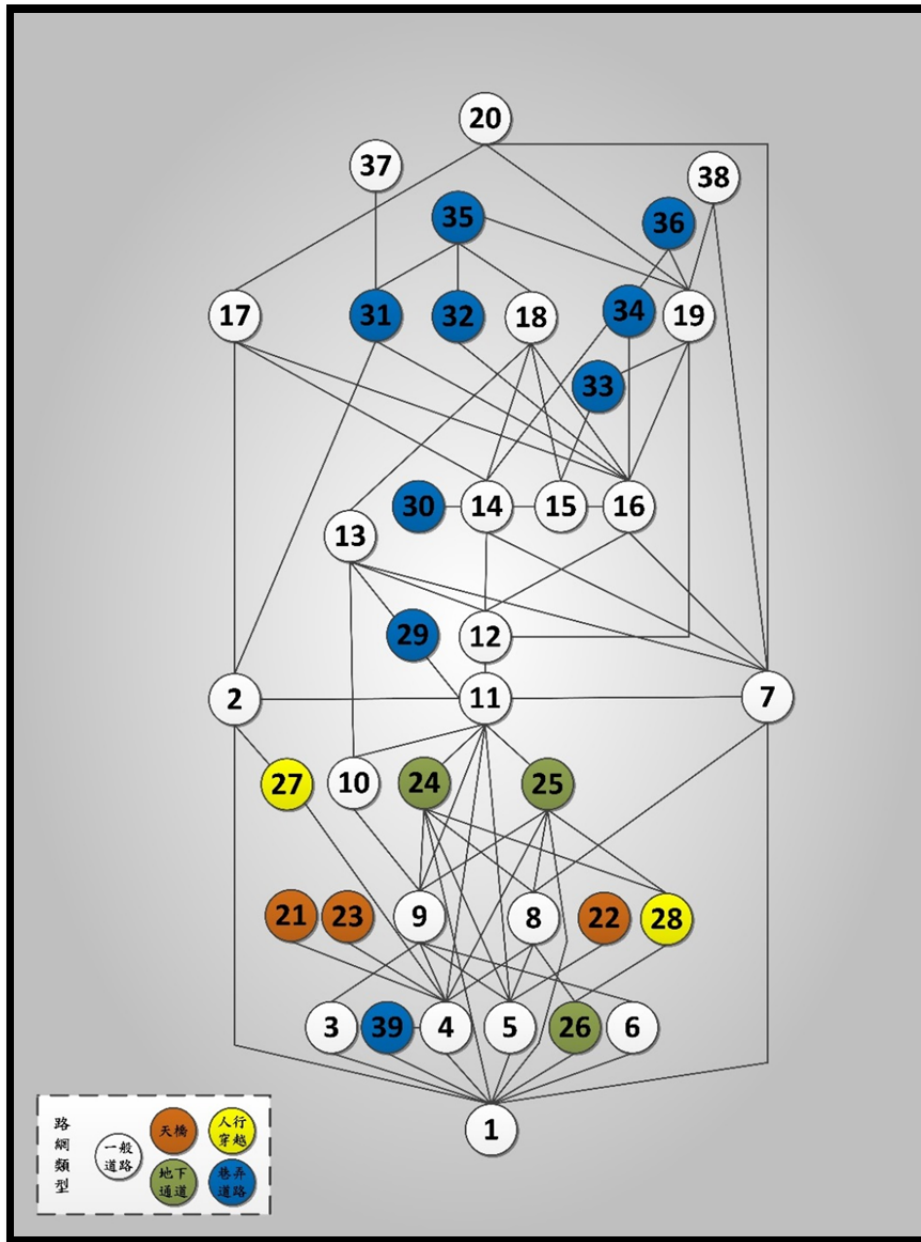


圖 8 連接圖

本研究以步行路網的結構特性做為空間可及性分析資料，板橋站 500 公尺範圍內之步行路網結構可劃分為 39 個分析單元，其中地區便捷值最大值為 4.58496，最小值為 2.92415，平均值為 3.42688；路網連接值最大值為 10，最小值為 1，平均值為 4.35897；路網控制值最大值為 3.8873，最小值為 0.1，平均值為 1，其分析數據統計整理如表 2。

表 2 空間量測變數結果統計表

路網空間特性	分析單元	最大值	最小值	平均值
連接 (connectivity)	39	10	1	4.35897
控制值 (control value)	39	3.88730	0.1	1
地區便捷 (local)	39	4.58496	2.92415	3.42688

五、結果討論

依據本研究實證分析所產出之結果，僅討論一般道路 (分析單元 21 至 39)，進一步將其研究數據與軸線圖結合，並依其空間整合度、路網特性與板橋都市計畫之平均法定容積率，進行場站周邊土地使用配置討論，其分析結果彙整如下表 3 所示。

表 3 路網空間分析結果表

範圍	單元	連接值	平均法定容積率 (%)	地區相對便捷值 (R_3)	路名
300m	①	10	500	4.58496	縣民大道二段
	③	2	450	2.92415	縣民大道二段至站前路 (短程客運站)
	④	10	400	4.57823	新府路
	⑤	7	450	3.88456	新站路
	⑥	2	450	2.92415	站前路 (長程客運站)
	⑨	7	500	4.29665	站前路
	⑩	3	450	3.09992	站前路至文化路一段
	⑪	9	450	4.43550	文化路一段
平均	8	6.25	456.25	3.84102	300 公尺範圍內
500m	②	5	400	3.76986	民權路
	⑦	8	400	4.54639	漢森東路、漢森西路、國光路
	⑧	6	270	3.75208	中山路一段
	⑫	5	300	4.08989	光正街、建國街
	⑬	5	300	3.44592	光正街至光正街 45 巷
	⑭	7	300	3.88771	公館街
	⑮	4	300	3.44828	復興街至民權路 202 巷
	⑯	9	300	4.21169	國光路至民權路 260 巷
	⑰	4	300	3.29610	民權路 260 巷 9 弄
	⑱	6	300	3.90856	民權路 202 巷 13 弄至民權路 302 巷
	⑲	7	300	3.82654	建國街
	⑳	3	300	3.16731	中正路
平均	12	5.75	314.16	3.77919	300 公尺範圍外

本研究先以 300 公尺為範圍，檢視板橋車站平均法定容積之配置，其呈現出容積配置係以車站為核心，隨著距離逐漸遞減，即越接近車站容積越高，而此為傳統 TOD 規劃手段，即刺激民眾集中到車站地區活動，並藉此提升大眾運輸旅次。但是，依據本研究實例分析所得之結果 (如圖 9)，發現對民眾步行需求與整體路網結構而言，並非越接近車站越便利，如分析單元 3、6 其位於 300 公尺範圍內且鄰近車站，但其地區便捷值卻僅呈現出 2.924，比在 500 公尺範圍外的單元 20 更為不便捷，但其平均法定容積卻高達 450%，若以此傳統規劃手段發展，雖然實際物理空間距離較短，但是步行難度卻提高且步行時間增長，僅係以規劃者角度而忽略民眾步行需求，勢必降低民眾步行意願，轉而改用非大眾運輸工具。

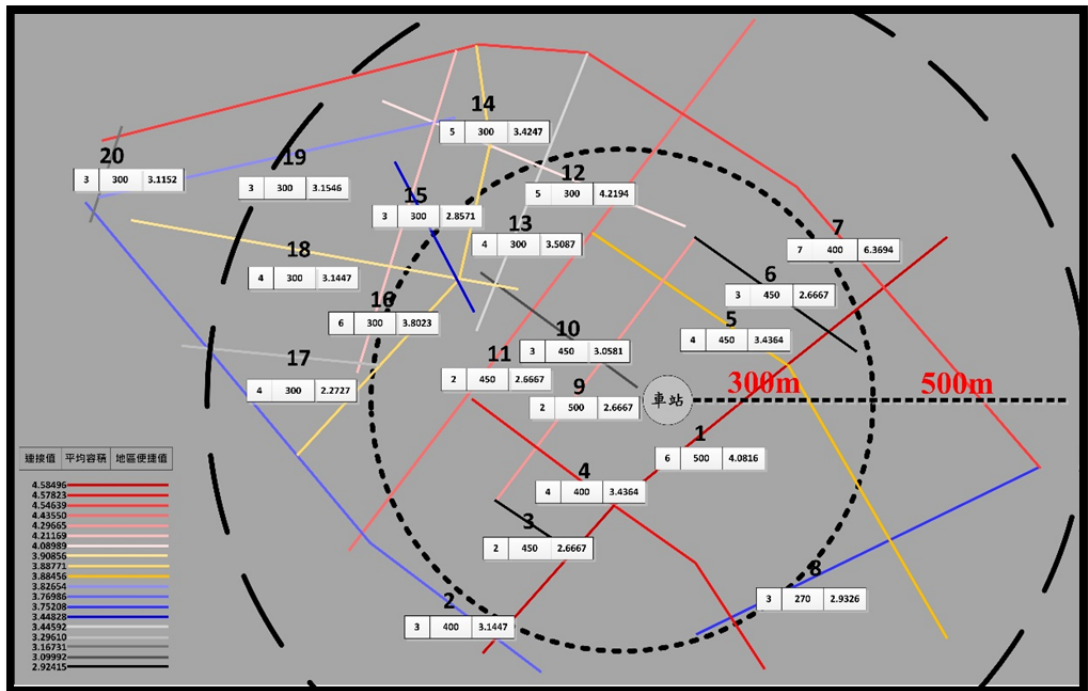


圖 9 路網空間整合示意圖

此外，進一步將 20 個分析單元，依其地區便捷值由低至高排列，並檢視其平均法定容積，亦發現在整體路網結構中，較為不便捷的單元 3、6 與單元 10 之平均法定容積皆高於相對較為便捷之單元 13、16 與單元 12 (如圖 9)，此現象顯示出傳統 TOD 規劃手段的不適地性，即以距離作為土地使用配置的衡量依據，但卻忽略了整體路網結構與民眾步行的便捷程度，而使土地使用配置在步行不易到達的位置上，不僅造成各種資源的浪費，未來更無法確切落實 TOD 發展理念。綜合上述分析結果，本研究得到 4 點發現，如以下小節說明。

5.1 步行路網便捷性與場站土地使用配置的關係

由圖 10 顯示，該路網系統中屬主要道路的單元 1 (縣民大道)：連接值為 10、地區便捷值為 4.585，在整體路網結構中其便捷程度最高，其次為單元 4 (新府路) 與單元 7 (漢森東路、漢森西路、國光路)，其中單元 1 又與單元 7 僅有一步之遙；連接值與控制值最低的路段則為市區公車與客運進出的單元 3 與單元 6。而在位於車站西側出入口的單元 4，因具有地下道、天橋、廣場穿越道路等相連結，而有最高的控制值 3.887。由此分析結果可得知，場站設置之位置處於整體路網中較為便捷與高可及性之地點，且與其他路線有良好的連接。因此，該 TOD 環境適合民眾步行前往搭乘大眾運輸，但公車轉乘系統之場站位置，卻設置在步行較不適前往之路段上。

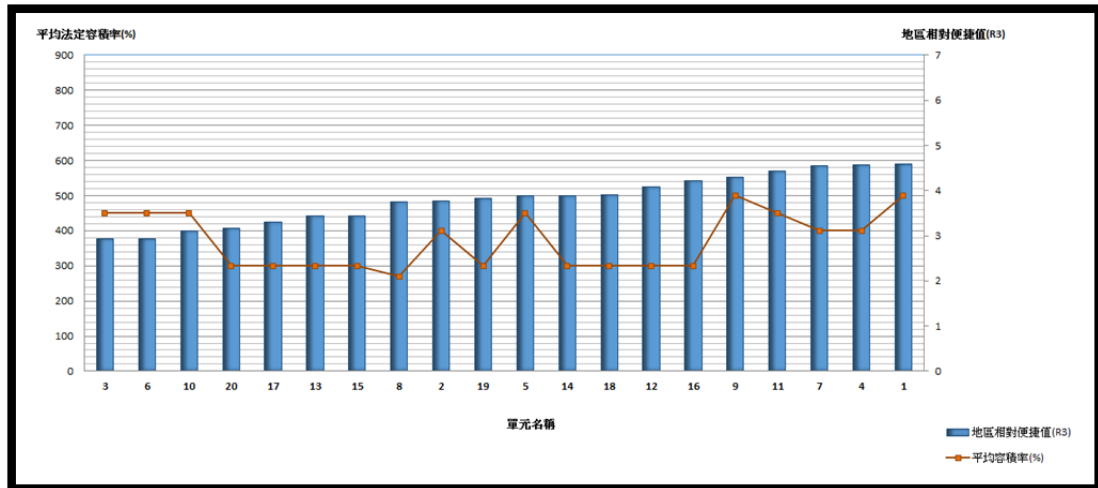


圖 10 地區便捷值與平均法定容積疊合分析圖

5.2 步行路網便捷值與土地使用密度的關係

板橋站 400 ~ 500 公尺範圍之土地使用，以住宅區面積為主，但因早於車站之設置，且在早期未妥善規劃的情況下，導致路網較為破碎不完整，而呈現面狀的發展，使該地區之住商混合比例較低，也因此步行路網之分布較為密集，計算後之地區便捷值則分散於各住宅區內，使之在空間型態分布上，仍以步行道路為主，並呈現該地區之控制值高於車站核心。而 200 ~ 300 公尺之範圍，則為高密度發展的商業區與高級住宅區，但依本研究分析，該範圍之步行道路於整體路網中之便捷值卻較為不足，如單元 3、6 與單元 8。此外，車站基地 100 公尺範圍內多為綠化之開放空間，且車行道路較少，便捷值較高，但卻呈現發展程度較低的現象。

5.3 從步行路網便捷值檢討現行的 TOD 土地使用設計理念

從板橋站 500 公尺範圍內之土地使用現況可看出，當前商業多集中於便捷值較低之單元 8 (中山路一段) 發展，如圖 11。雖然此土地使用配置能產生步行誘因，使民眾因為消費需求而移動到該地區，進而提升大眾運輸之旅次；但礙於相對便捷性不佳，易降低民眾前往消費之意願，或造成民眾選擇私人機動運具前往之機會提高，反與 TOD 理念背道而馳。然而，若以空間型構法則之理論，並依據分析之結果作為土地使用配置之參考，則能充分考量路網特性，且以整體之角度，反應到民眾個體之步行需求。因此，應提高具較高相對便捷值的單元 11 (文化路一段) 與單元 12 (光正街) 之商業發展，並提高土地使用密度，亦能藉此加強該 TOD 環境之土地混合使用與高密度發展等設計特徵；此外，單元 16 之相對便捷值雖居中，但卻具有較高之連接值與控制值 (2.218)，且地理位置位於住宅區內，可設置為公園綠地等公共開放空間，以調節土地使用之豐富度。而單元 20 雖距離車站核心最遠，其相對便捷值甚至比單元 3、6、10 等路段都還要高，且與單元 7 僅一步之遙，可見從該路段前往至捷運場站尚屬便捷，可提高該地區之土地使用強度，並多設置公車轉乘系統，以接駁民眾至捷運場站，而該路線較不複雜之特性，則利於市區公車行駛，並能藉此減少能源消耗、降低交通擁擠等。



圖 11 土地使用分區現況圖

5.4 傳統 TOD 發展規劃思維與步行導向規劃思維

TOD 雖然提供一套可行的設計準則，但對規劃者而言，卻僅能以此 TOD 理念為基礎來監控 TOD 的發展，如此在人口密集以及寸土寸金的臺北都會區，即使無所作為亦能輕易達到 TOD 的設計準則，以至產生有捷運建設就等於 TOD 發展的謬思，但該如何在實際規劃過程中，妥善考量與適宜地配置其代表內涵，如在步行可及的土地開發範圍內 (distance)，該在何處提高土地使用強度 (density)，又該在何處加強土地混合使用程度 (diversity)，又該如何檢視其行人步行前往該土地使用配置時是否順暢 (design) 等，則缺乏可操作的理論基礎，因而促使 TOD 發展與規劃僅能以距離 (destination) 為主要衡量基準。

如從傳統 TOD 規劃思維 (如圖 12) 中，可看出其規劃手段僅強調放射狀之土地使用規劃，而將距離捷運場站 300 公尺內之土地提高使用密度，然後逐漸降低土地使用密度，使其成為發展核心，以刺激民眾集中到中心地區活動，卻也忽略了民眾移動的方式與過程，其周圍土地使用在利益最大化的配置下，且不考量民眾步行過程是否便捷與順暢，已導致多數人仍然使用私人運具前往捷運場站或放棄選擇使用大眾運輸運具等現象。

再從步行導向規劃思維 (如圖 13) 中，便能發現明顯不同之處，其土地使用配置不僅具有理論基礎，更能透過一連串的空間量測變數加以進行分析，使其在土地使用配置過程中能考量民眾移動過程，並能依據便捷值的高低來決定發展強弱，可見空間型構法則係能提供不同於以往的規劃思維。綜上所述，其傳統 TOD 規劃思維存在著隱憂，而步行導向規劃思維，能使臺灣 TOD 發展跳脫傳統且單調的規劃方式，進而使 TOD 規劃能更具適地性與合理性。

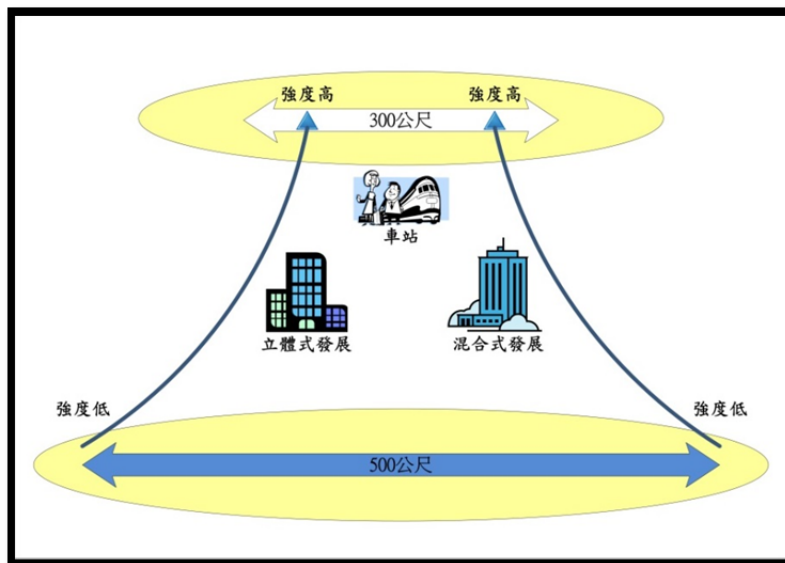


圖 12 傳統 TOD 規劃思維

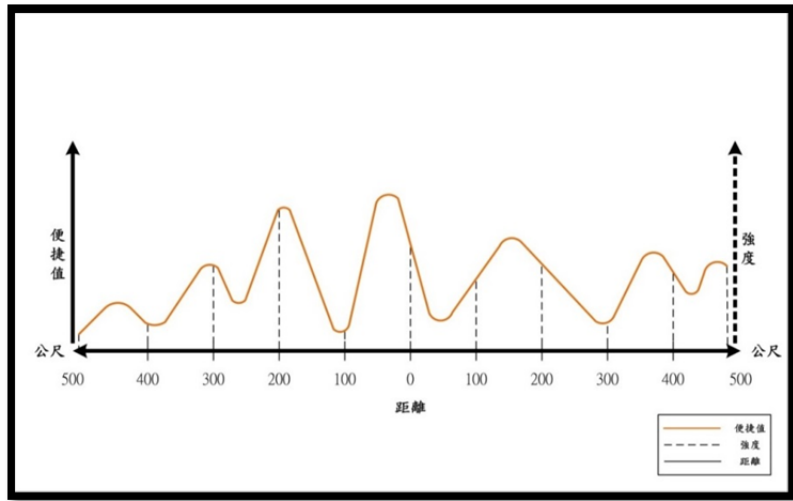


圖 13 步行導向規劃思維

六、結論與後續研究建議

臺灣發展 TOD 的過程是以需求導向為主，因此捷運場站周圍之商業與人口密度或許呈現出較密集之發展趨勢，但周圍汽車道路路網可能雜亂的穿越與分布其中，使其步行環境可能呈現出越靠近捷運場站越不便捷之情形。若以傳統之規劃手段，將無法了解都市路網中人的流動、群聚與土地使用配置間的關係，更無法從中分析環境現狀與人之間的關連性，以至無法在微妙的關係間建置出適宜的空間布局，且極易與使用現況及民眾認知產生落差。然而，臺灣以往用於分析都市的空間模型較多基於物理距離的可及性研究，如以車站為中心，其影響範圍為周邊 400 ~ 800 公尺；若依照此觀念加以分析，大眾運輸場站的前、後站之直線距離相同，土地使用與經濟發展規模亦需雷同，但觀臺灣都市發展，卻經常受到鐵路或大眾運輸場站的阻隔，而使得前站與後站之發展規模呈現出極大之落差，究其因可發現其差異主要係受到道路密度的影響所至，一面之道路往往四通八達；而另一面則可能僅設置地下道連結，導致兩區發展產生差異，實與臺灣都市現況發展不符。本研究透過空間型構法則的概念，探討板橋車站周邊 TOD 土地使用規劃的適宜性，依據其實證結果，提出如下 3 點結論，以及後續研究建議。

6.1 結論

1. 步行環境之便捷度與距離場站之遠近並非絕對

依據本研究之實證分析結果，距離較遠於捷運場站之單元 16 與 20 的相對便捷值為 4.2117 與 3.1673，皆較便捷於 300 公尺範圍內之距離捷運場站較近的單元 3、6 與 10 之相

對便捷值 2.9241 與 3.0999。由此可見，步行環境之便捷度與距離場站之遠近並非絕對，若僅以 TOD 傳統之規劃手段，即 300 公尺範圍內提高土地使用強度，隨後逐漸降低之手段，此土地使用之配置，將無法把路網特性與民眾步行需求納入考量，將無法落實 TOD 與步行導向結合之發展理念。

2. 新板特區土地使用配置強弱與步行路網便捷值高低不相同

依據本研究分析結果與新板特區土地使用現況配置相比較，顯示出位於 TOD 發展區 300 公尺範圍內，且鄰近捷運場站的分析單元 3、6 與單元 10，其地區便捷值僅呈現出 2.92415 與 3.0992，相較於 300 公尺範圍外的分析單元皆更為不便捷，而平均法定容積卻高達 450%。此外，在 300 公尺範圍外的單元 8、12 與單元 16，在整體路網結構中則具有較高的便捷值，但其土地使用配置強度卻極為低落；因此，從本研究成果顯示出，新板特區當前土地使用規劃配置現況，因尚未將步行路網結構與特性納入考量，而不符合一般民眾步行選擇與需求。

3. 傳統 TOD 規劃思維與步行導向規劃思維

臺灣 TOD 發展多數仍以需求導向為主，並不像國外較為重視先前規劃，因此臺灣 TOD 發展更需將路網結構充分納入考量，如國外路網較朝向棋盤式發展，對於民眾步行而言，其路徑選擇較為單純，且道路之間的相互影響也較為平均，因而距離才會成為主要影響因素。但臺灣 TOD 發展卻任由現況恣意發展，而到達一定發展規模後才開始規劃捷運場站，此時道路已形成諸多巷道且街廓也相當細碎，若僅以傳統 TOD 規劃思維，將忽略了民眾步行選擇，如天橋、地下道等因素皆為傳統 TOD 思維以及一般重力模型所無法考量。

從本文實證結果可發現，空間型構法則與其一連串空間量測變數，係能適用於 TOD 區內步行路網分析，進而跳脫距離限制，反以路網結構本身特性為依據，而呈現出有別於以往規劃思維，其分析結果不僅能提供規劃者進行土地使用配置之參考，更能在審視大眾運輸發展是否符合 TOD 設計準則的同時，提供一套可操作的方法與理論基礎，並有助於規劃單位從步行者的角度出發，進而探討民眾步行與周圍環境的關係，以符合 TOD 發展理念以及人行導向都市設計。若以空間型構法則之分析結果進行土地使用配置，其 TOD 區發展較能充分考量民眾步行之便捷程度而進行合理性的調整；此外，更能依據空間便捷值的高低來規劃不同土地使用發展強弱，使其在規劃過程中能依據不同的路網特性加以調整，進而讓 TOD 區的土地使用能更具適地性。

6.2 後續研究建議

本研究著重於檢視 TOD 區土地使用配置之合理性，後續研究將續以空間型構法則為 TOD 發展之操作理論基礎，並應用分析網絡程序法 (analytic network process) 以探討影響步行之物理特徵與環境特徵 (如距離、坡度、規模等)；接著應用階層線性模型 (hierarchical

linear model) 以探討步行環境對於弱勢族群 (如高齡者、婦女、孩童等) 的身心影響，以期減少研究限制並充分考量民眾步行需求。最後應用多目標規劃方法建構出以步行為導向的土地使用規劃模式，以人行為導向的都市設計為目標，在有限的土地、社會、交通資源限制下，建立出以步行為導向的土地使用規劃模式及量化配置。

參考文獻

1. Cervero, R., and Landis, J., "Twenty Years of the Bay Area Rapid Transit System: Land Use and Development Impacts", *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Vol. 31, Issue 4, 1997, pp. 309-333.
2. Renne, J. and Newman, P., "Facilitating the Financing and Development of Smart Growth", *Transportation Quarterly*, Vol. 56, No.2, 2002, pp. 23-32.
3. Dittmar, H. and Ohland, G., *The New Transit Town: Best Practices in Transit-Oriented Development*, Island Press, New York, Washington, DC, 2004.
4. Penn, A., Hanson, J., Grajewski, T., and Xu, J., "Natural Movement: Or Configuration and Attraction in Urban Pedestrian Movement", *Environment and Planning B*, Vol. 20, No.1, 1993, pp. 29-66.
5. 楊滔，「空間句法：從圖論的角度看中微觀城市形態」，*國外城市規劃*，第 21 卷，第 3 期，民國 95 年，頁 48-52。
6. Yang, T., "Impacts of Large Scale Development: Does Space Make a Difference?", *Proceedings of the Fifth Space Syntax Symposium*, Technological University of Delft, Holland, 2005, pp. 1-23.
7. 陳嘉茹，「以空間型構法則與階層線性模式探討交通路網結構對都市商業型態影響之研究」，成功大學都市計畫研究所碩士論文，民國 97 年。
8. Hillier, B., Turner, A., Yang, T., and Park, H., "Metric and topo-geometric properties of urban street networks: some convergences, divergences and new results", *Proceedings of 6th Symposium of Space Syntax*, Istanbul, Turkey, 2007, pp. 1-21.
9. 黃書偉，「土地混合使用空間型態量測與其影響因素之研究」，成功大學都市計畫研究所博士論文，民國 97 年。
10. Hillier, B., "The Hidden Geometry of Deformed Grids: Or, Why Space Syntax Works, When It Looks as Though It Shouldn't", *Environment and Planning B: Planning and Design*, Vol. 26, No. 2, 1999, pp. 169-191.
11. Penn, A., Hillier, B., Banister, D., and Xu, J., "Configurational Modelling of Urban Movement Network", *Environment and Planning B: Planning and Design*, Vol. 25, No.1, 1998, pp. 59-84.
12. Turner, A., "From Axial to Road-Centre Lines: A New Representation for Space Syntax and a New Model of Route Choice for Transport Network Analysis", *Environment and Planning B: Planning and Design*, Vol. 34, No.3, 2007, pp. 539-555.
13. Nenci, A. and Troffa, R., "Integrating Space Syntax in Wayfinding Analysis", In: Holscher,

- C., Dalton, R. C., and Turner, A. (Eds.), *Space Syntax and Spatial Cognition*, University of Bremen, Bremen, Germany, 2007, pp. 181-184.
14. Hillier, B., Karimi, K., and Stonor, T., "Using Space Syntax to Regenerate the Historic Centre of Jeddah", *Proceedings of the UIA World Congress, Tools for Governance*, 2008.
 15. Peponis, J. and Wineman, J., "The Spatial Structure of Environment and Behavior: Space Syntax", *Handbook of Environmental Psychology*, 2002, pp. 271-292.
 16. Hillier, B. and Shu, C. F., "Crime and Urban Layout: The Need for Evidence Secure Foundations", *Key Issues in Crime Prevention, Crime Reduction And Community Safety*, In Ballintyne, S., Pease, K., and McLaren, V. (Eds.), Institute for Public Policy Research, London, 2000, pp. 224-248.
 17. Enström, R. and Netzell, O., "Can Space Syntax Help Us in Understanding the Intraurban Office Rent Pattern? Accessibility and Rents in Downtown Stockholm", *Real Estate Finan Econ*, Vol. 36, 2008, pp. 289-305.
 18. Belzer, D. and Aulter, G., *Transit-Oriented Development: Moving from Rhetoric to Reality*, The Brookings Institution Center on Urban and Metropolitan Policy and The Great American Station Foundation, Washington, DC, 2002.
 19. Rahul, T., "Economic Impact of Non-Motorized Transportation in Indian Cities", *Research in Transportation Economics*, Vol. 38, issue 1, 2013, pp. 22-34.
 20. 陳慧君, 「永續發展與成長管理之體現－從港鐵東湧線審視機場捷運線之 TOD 發展策略」, *土地問題研究季刊*, 第 11 卷, 第 3 期, 民國 101 年, 頁 38-59。
 21. Alpkokin, P. and Ergun, M., "Istanbul Metrobüs: First Intercontinental Bus Rapid Transit", *Journal of Transport Geography*, Vol. 24, 2012, pp. 58-66.
 22. 王曉原、蘇躍江, 「基於 TOD 模式的都市土地利用研究」, *山東理工大學學報 (自然科學版)*, 第 24 卷, 第 2 期, 民國 99 年, 頁 1-6。
 23. 李家儂、羅健文, 「大眾運輸導向發展設計概念中步行可及性與大眾捷運系統旅次關係之初探」, *都市交通*, 第 20 卷, 第 4 期, 民國 95 年, 頁 1-14。
 24. Wey, W. M. and Chiu, Y. H., "Assessing the Walkability of Pedestrian Environment under the Transit-Oriented Development", *Habitat International*, Vol. 38, 2013, pp. 106-118.
 25. Frank, L. D., Schmid, T. L., Sallis, J. F., Chapman, J. and Saelens, B. E., "Linking Objectively Measured Physical Activity with Objectively Measured Urban Form: Findings from SMARTAQ", *American Journal of Preventive Medicine*, Vol. 28, Issue 2, Supplement 2, 2010, pp. 117-125.
 26. Jun, M. J., Kim, J. I., Kwon, J. H., and Jeong, J. E., "The Effects of High-Density Suburban Development on Commuter Mode Choices in Seoul, Korea", *Cities*, Vol. 31, 2013, pp. 230-238.
 27. Al-Azzawi, M. and Raeside, R., "Modeling Pedestrian Walking Speeds on Sidewalks", *Journal of Urban Planning and Development*, Vol. 133, No.3, 2007, pp. 211-219.
 28. 傅搏峰、吳嬌蓉、陳小鴻, 「空間句法及其在城市交通研究領域的應用」, *國外城市規劃*, 第 24 卷, 第 1 期, 民國 98 年, 頁 79-83。

附表 1 空間量測變數分析總表

單元	連接值	控制值	三步深度 (D)	平均相對 深度 (MD)	標準化 集成度 (D_n)	RA_i	$RR A_i$	地區相對 便捷值 (R_3)
1	10	2.73452	73	2.027778	0.26928	0.05873	0.21810	4.58496
2	5	1.21111	81	2.250000	0.26928	0.07143	0.26526	3.76986
3	2	0.24286	64	2.461538	0.34190	0.11692	0.34198	2.92415
4	10	3.88730	57	1.965517	0.31574	0.06897	0.21842	4.57823
5	7	1.88730	62	2.137931	0.31574	0.08128	0.25743	3.88456
6	2	0.24286	64	2.461538	0.34190	0.11692	0.34198	2.92415
7	8	1.66508	78	2.052632	0.25869	0.05690	0.21995	4.54639
8	6	1.03452	76	2.235294	0.28090	0.07487	0.26652	3.75208
9	7	1.90952	45	1.956522	0.37362	0.08696	0.23274	4.29665
10	3	0.45397	79	2.468750	0.29374	0.09476	0.32259	3.09992
11	9	1.93452	79	2.078947	0.25869	0.05832	0.22545	4.43550
12	5	0.70794	75	2.142857	0.27495	0.06723	0.24451	4.08989
13	5	1.32500	77	2.333333	0.28716	0.08333	0.2902	3.44592
14	7	2.32500	72	2.181818	0.28716	0.07386	0.25722	3.88771
15	4	0.92063	53	2.208333	0.36232	0.10507	0.29000	3.44828
16	9	2.21786	69	2.090909	0.28716	0.06818	0.23743	4.21169
17	4	0.78730	79	2.393939	0.28716	0.08712	0.30339	3.29610
18	6	1.45397	52	2.080000	0.35177	0.09000	0.25585	3.90856
19	7	2.39444	60	2.142857	0.32394	0.08466	0.26133	3.82654
20	3	0.51786	78	2.437500	0.29374	0.09274	0.31573	3.16731
21	1	0.10000	49	2.450000	0.41303	0.15263	0.36954	2.70608
22	1	0.14286	46	2.555556	0.44519	0.18301	0.41107	2.43265
23	1	0.10000	49	2.450000	0.41303	0.15263	0.36954	2.70608
24	6	0.86349	63	2.172414	0.31574	0.08374	0.26523	3.77031
25	6	0.82063	61	2.103448	0.31574	0.07882	0.24963	4.00595
26	3	0.46667	60	2.400000	0.35177	0.11667	0.33166	3.01518
27	2	0.30000	66	2.444444	0.33264	0.11111	0.33402	2.99379
28	5	0.90952	44	2.095238	0.39887	0.10952	0.27459	3.64182
29	2	0.31111	77	2.566667	0.30800	0.10805	0.35080	2.85063
30	1	0.14286	52	2.600000	0.41303	0.16842	0.40777	2.45238
31	4	1.06111	77	2.40625	0.29374	0.09073	0.30886	3.23769
32	2	0.36111	51	2.428571	0.39887	0.14286	0.35816	2.79206
33	2	0.39286	45	2.368421	0.42842	0.15205	0.3549	2.81767
34	3	0.75397	51	2.318182	0.38577	0.12554	0.32543	3.07285
35	4	1.05952	53	2.208333	0.36232	0.10507	0.29000	3.44828
36	2	0.47619	43	2.388889	0.44519	0.16340	0.36703	2.72457
37	2	0.41667	53	2.52381	0.39887	0.15238	0.38204	2.61756
38	2	0.26786	78	2.516129	0.30068	0.10108	0.33616	2.97480
39	2	0.20000	65	2.321429	0.32394	0.09788	0.30217	3.30944