

GIS 應用於公共工程 設施之公平性研討： 以台灣高鐵／台鐵運 輸網絡為例

中央研究院地理資訊科學研究專題中心博士後研究員 溫在弘

摘要

區域發展會隨著交通路網的建設逐漸擴張，而運輸設施在都市擴張的過程中扮演重要的角色。地理可及性（Geographical Accessibility）是量測區域內相關設施便利性所發展的概念，亦可定義為兩個地區間來往的便利程度，量測單位包括時間或距離等。本研究應用地理資訊系統（Geographic Information System, GIS）、交通路網數值資料與路網分析（Network Analysis）模組計算其地理可及性，比較從台北站出發，分別搭乘台鐵或高鐵運輸網絡的可及範圍，評估因交通路網建立所造成的區域間差異。

分析結果顯示搭乘台鐵的可及性，受限於地理距離的空間結構，故呈現由北至南逐漸增加的趨勢。而高鐵運輸系統的興建強化其區域間移動的速度，故搭乘高鐵的可及性呈現以各高鐵站為中心的環狀分佈。儘管高鐵運輸網絡拉近西部地區南北主要都市的距離，但卻有因而拉大東部與台北間的可及性，增加東西部區域發展的差異。

壹、前言

區域的發展會隨著交通路網的建設逐漸擴張，一般而言，交通工具在影響都市擴張的過程中扮演重要的角色（Webster et al, 1986）。同時，區域內部的空間結構與人群

分佈均反映在區域間移動的型式上，且與交通設施的地理可及性（Geographical Accessibility）有密不可分的關係。

地理可及性是為量測區域內提供設施之便利性所發展的概念，可定義為到達一個地區的便利程度或者使用設施的方便性，量測單位可以用時間或距離等表示，例如到醫院的最短距離也是一種可及性的表示方式。廣義的可及性更可擴及為完成一個目的之便利性或者被設施提供服務的機會與品質，例如區域內便利商店數與人口數之比值（便利商店數／人數），當數值越高代表受便利商店的服務越佳（Langford & Higgs, 2006）。因此，本研究擬透過應用地理資訊系統（Geographic Information System, GIS）來計量分析地理可及性，評估區域內因交通路網建立所造成的衝擊，例如：對於哪些區域已顯著改善其交通可及性，而在哪些地方並未有任何影響，透過呈現地理可及性的空間分佈，有助於瞭解交通設施對於區域發展的空間差異與公平性。本研究將以比較台鐵與高鐵運輸網絡為例，透過整合交通運輸網絡，應用 GIS 分析不同的交通運輸網絡所造成的區域間差異。

貳、地理可及性之計算方式

可及性的計算除了考量供給面與需求面上的資訊之外，還需要考量連結供給與需求面兩者間的傳輸媒介，因此，交通運輸設施的便利性也是必須考量的因素之一。不同的交通運輸設施亦造成可及性的空間差異，越大的空間差異表示資源在區域間流動的空間不公平性（Spatial Inequity），舉例來說，一般而言山區的交通可及性較差，山區學童較都市學童到學校就讀的時間可能差距數倍，其中反映出教育資源很難往山區移動，故透過檢視都市與山區的可及性的空間差異，將可瞭解資源分配與流動的不公平。

整體而言，地理可及性計算必須考量的因素可分為 4 點：使用者（Individual component）、設施（Land-use component）、兩者間傳輸媒介計算單位（Transport component，如時間、距離、花費等）以及時間上的動態變化（Temporal component）。而由供給或者需求為出發點所測量的可及性方式與結果將不太相同，測量方式大致上可分為三種：(1)以設施之觀點為基礎（Infrastructure-based）；(2)以使用設施行為之觀點為基礎（Activity-based）；(3)以使用者效用之觀點為基礎（Utility-based）。以設施之觀點為基礎的可及性測量是量測設施本身所提供的服務品質或者範圍，例如交通路段的平均時速或者連鎖速食店的服務範圍，常應用於規劃建設的研究上；以使用設施行為之觀點為基礎的可及性測量是量測使用者在一定使用範圍內的使用設施的機率或者是使

用設施在空間上的阻抗，例如到最近公車站的距離、在一定距離（或者時間、花費）的範圍內所能搜尋到的服務機會、或者進一步量測可及性在時間空間上的變異；以使用者效用之觀點為基礎的可及性測量則是帶入使用者效用函數的概念來計算相關的可及性（Geurs and Ritsema, 2001），相關整理如表 1。

表 1：可及性計算方式與考量因素

計算方式		兩者間傳輸媒介 計算單位	設 施	使用者	時間上的 動態變化
設施之觀點		平均速度、花費、時間等。	—	使用者使用設施過程。	設施被使用之尖峰時段或者以天為單位。
使用設施行為之觀點	地理上的測量	距離、時間、花費等。	使用設施之機會於空間上之分布。	使用者階層性質（如自行開車或者搭乘大眾運輸工具）。	時、天、季等。
	時空上的測量	時間。		考量個體或者家戶層級。	
使用者效用之觀點		花費（視使用者效用而定）。		使用者效用函數。	

資料來源：Geurs and Ritsema, 2001

參、區域運輸系統的可及性評估：台灣高鐵與台鐵運輸網絡的比較

交通設施與地理可及性彼此間有相互作用關係。長期來看，交通網路的建設將改善區域間的地理可及性，而隨著地理可及性的改變意味著土地利用型態亦將產生改變，而土地利用型態的改變又會反過來影響其交通網路的建設，由此可知彼此間的關係是相當密切，因此在區域發展的規劃中，交通設施規劃扮演其重要的角色。而在交通規畫的過程中，交通工具與地理可及性將會影響都市結構的變化（Hanson, 1986），包括：核心城市的興起、環境衝擊和社會不平等等，這些都是當前區域規劃的重要議題。（Handy and Niemeier, 1997; Polzin, 1999）。

本研究將從交通設施的觀點，分別比較搭乘高鐵或台鐵自強號，從台北站至台灣

各地區所需最短時間的空間差異，以所需的最短時間表示該地區至台北的地理可及性。首先，本研究產生每 2 平方公里的正六邊型網格當作空間單元，且涵蓋全台灣地區，並計算從台北車站移動至每個網格所需時間，其移動方式分成兩種不同的交通工具——高鐵與台鐵（如圖 1）。地理可及性的計算方式敘述如下：

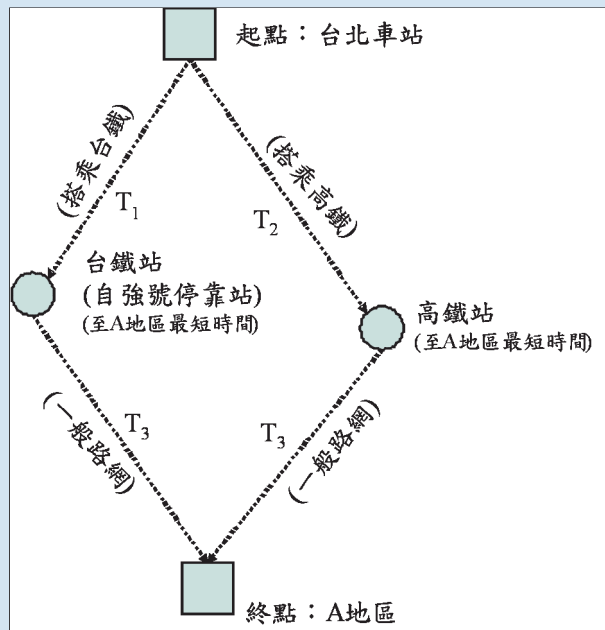


圖 1：地理可及性的計算流程

一、搭乘台鐵的可及性

圖 1 中的 T_1 表示從台北車站出發，達成自強號至離 A 地區最短時間的台鐵站所需時間， T_3 表示從該台鐵站至 A 地區所需的時間。表 2 係台北站至其他各站的距離，而自強號的最高時速雖為 110 公里，但考慮停靠車站所需的時間，本研究以平均時速 70 公里估計之（台灣鐵道網，<http://www.trc.club.tw>），而後以車站間距離除以平均時速的方式計算 T_1 所需的時間。其次，透過整合交通部運研所交通路網數值地圖與 GIS 的路網分析模組（Network Analysis），以都會區 40 公里限速的車速計算從該台鐵站至 A 地區所需的最短時間（ T_3 ）。最後， $T = T_1 + T_3$ 即表示從台北車站出發，搭乘台鐵到達 A 地區的最短時間。

表 2：台北站至其他各站的距離（台鐵）

台鐵站	具台北站距離 (KM)	台鐵站	具台北站距離 (KM)
台北車站	—	志學車站	208.3
松山車站	6.4	壽豐車站	213.0
板橋車站	7.8	二水車站	214.6
八堵車站	24.9	鳳林車站	228.4
基隆車站	28.6	斗六車站	232.3
桃園車站	28.9	萬榮車站	233.4
瑞芳車站	34.5	光復車站	239.0
中壢車站	38.8	斗南車站	240.0
侯硐車站	39.1	瑞穗車站	259.1
雙溪車站	48.4	嘉義車站	263.6
福隆車站	57.5	玉里車站	280.0
新竹車站	78.1	新營車站	286.6
礁溪車站	89.1	東里車站	289.8
竹南車站	97.1	富里車站	302.0
宜蘭車站	97.4	善化車站	306.2
羅東車站	106.3	池上車站	308.9
冬山車站	111.3	關山車站	321.1
苗栗車站	112.3	台南車站	325.1
蘇澳車站	119.9	鹿野車站	337.3
豐原車站	150.8	岡山車站	349.9
大甲車站	152.0	台東車站	351.6
清水車站	163.3	知本車站	363.2
台中車站	165.0	高雄車站	371.8
沙鹿車站	166.5	太麻里車站	374.9
彰化車站	182.6	屏東車站	392.7
花蓮車站	195.9	大武車站	406.0
員林車站	197.3	枋寮車站	449.8
吉安車站	199.3	潮州車站	475.1

資料來源：台鐵局網站 (www.railway.gov.tw)

二、搭乘高鐵的可及性

圖 1 中的 T_2 表示從台北車站出發，達成高鐵至離 A 地區最短時間的高鐵站所需時

間， T_4 表示從該高鐵站至 A 地區所需的時間。表 3 係台北站至其他各站所需的時間 (T_2)。其次，如上所述，以平均 40 公里車速計算從該高鐵站至 A 地區所需的最短時間 (T_4)。最後， $T' = T_2 + T_4$ 即表示從台北車站出發，搭乘高鐵到達 A 地區的最短時間。

表 3：台北站至其他各站的時間（高鐵）

高 鐵 站	至台北站的時間（分鐘）
台北站	—
板橋站	9
桃園站	22
新竹站	34
台中站	60
嘉義站	86
台南站	105
左營站	120

資料來源：台灣高鐵網站（www.thsrc.com.tw）

三、結果比較

綜言之， T_1 與 T_2 表示搭乘高鐵或台鐵等不同的運輸系統在區域間移動的可及程度，而 T_3 與 T_4 則表示區域內的道路系統以開車移動的可及程度。從圖 2 的分析結果，我們可發現搭乘高鐵與台鐵所產生的地理可及性具有相當不同的空間型態。從搭乘台鐵的可及性分佈，由於區域間移動原則上係受限於地理距離的空間結構，因此儘管台鐵站附近有相對較高的可及性，但就整體的可及性程度而言，扣除中央山脈與偏遠地區等地形與交通因素，還是呈現由北至南逐漸增加的趨勢（圖 2-a）。反觀搭乘高鐵所呈現的可及性分佈，由於高鐵的興建強化其區域間移動的速度，故呈現以各個高鐵站為中心的環狀分佈（圖 2-b），換言之，從台北到達高雄左營站附近地區的可及性甚至高於彰化或雲林等區域。這意味高鐵網絡所產生的效應將拉近設有高鐵站的都市到台北的可及性，透過快速的區域間移動，因而超越地理結構的距離限制，這樣的效應亦將增加資源在南北的流動，有助於平衡南北差異的區域發展。另外一提的是，高鐵網絡儘管改善西部地區的資源流動，但相較於台鐵在東部的可及性分佈，高鐵卻也增加東西部可及性的空間差異。換言之，高鐵運輸網絡雖拉近了西部地區主要都市的距離，但卻有可能增加東西部間區域發展的差異。

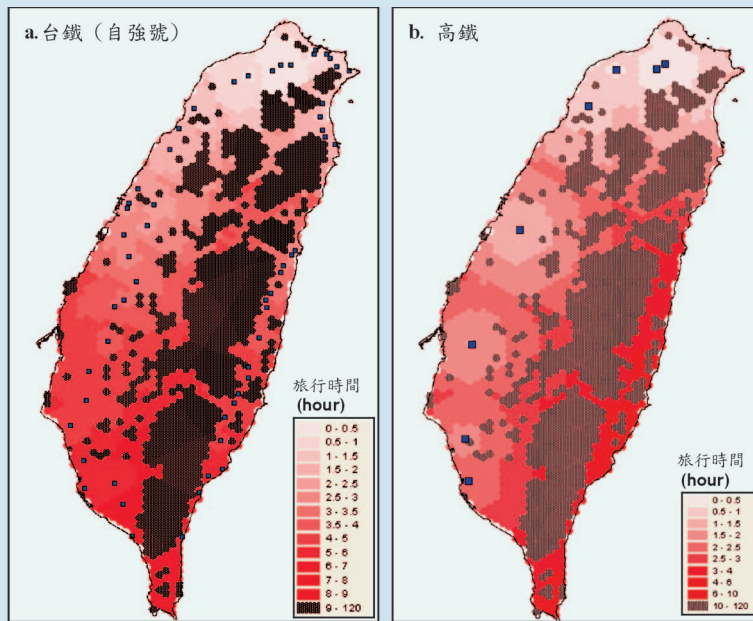


圖 2：從台北站出發至各網格的地理可及性分佈
(a. 搭乘台鐵自強號；b. 搭乘高鐵)

透過比較搭乘台鐵或高鐵的可及性分佈，我們發現高鐵所改善可及性的區域集中在中南部地區（如圖 3），且越往南部的地區，如台南或高雄等地區，其可及性改善的程度亦越大。反之，從大台北地區延伸至桃園地區的範圍，這些區域由於台鐵站的設置較密集，故到台北站搭乘台鐵反而較高鐵所需更短的時間（圖 3 的藍色地區）。另外一提的是，由於高鐵站從新竹站與台中站間目前尚未設站，故苗栗地區的某些區域，位於新竹高鐵站與台中高鐵站的中點位置，反而搭乘台鐵較較高鐵所需更短的時間（圖 3 的藍色地區）。東部地區主要還是以台鐵作為區域間移動的交通工具，高鐵系統並未改善該地區的可及性，反而拉大與台北之間的空間差異。

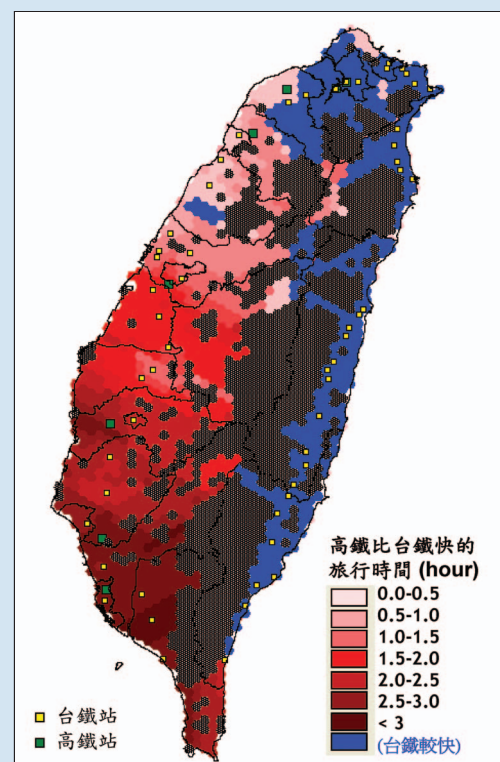


圖 3：搭乘高鐵所能改善可及性的區域

肆、結論與建議

本研究整合區域間與區域內交通運輸網絡，並應用 GIS 路網分析模組計算其地理可及性分佈。透過比較搭乘高鐵或台鐵等不同運輸工具的地理可及性，本研究呈現因交通設施的不同所造成可及性的空間差異，進而評估高鐵設施所改善／未改善的區域，發現高鐵運輸系統將有拉大東西部發展差異的可能。

然而，本研究尚有研究限制須進一步研討，歸納整理如下，作為後續研究的建議：

- 一、區域間運輸設施，除了台鐵與高鐵等鐵路運輸系統外，尚有高速公路或快速道路等公路運輸系統，而本研究尚未將此部分納入分析，許多國道系統的設施建設，包括國道三號（第二高速公路）、國道五號雪山隧道等的開通，勢必對於區域間的地理可及性造成影響。
- 二、再者，公路系統的路網分析，尚須進一步考慮許多路網的時變特性（time-varied characteristics），例如交通尖峰／離峰平均時速的差異、都會區內的調撥車道或交通號誌的變化時間等，亦會影響其可及性的分析。
- 三、在計算兩點間的最短移動時間上，需進一步考慮各種交通設施相互使用的效果，例如：先搭高鐵至鄰近的車站再開車接駁至台鐵站，透過台鐵系統至台鐵二級車站等，這些交通設施相互運用的效果亦可能會有更短的到達時間。

總之，後續建立更完整的區域運輸系統，考量各種不同運輸方式相互運用的可能性，將可更有助於評估區域的地理可及性分佈及其空間差異。

■ 參考文獻

學術文獻

1. Geurs, KT, Ritsema, JR, Accessibility Measures: Review and Applications, Urban Research Centre, Utrecht University, 2001
2. Handy S. and Niemeier D., Measuring Accessibility: An Exploration of Issues and Alternatives, Environment and Planning A, 29, pp 1175~1194, 1997.
3. Hanson, S, Dimensions of the Urban Transportation Problem," in The Geography of Urban Transportation, Susan Hanson, ed., New York: The Guilford Press, 1986.

4. Langford, M, Higgs, G, Measuring Potential Access to Primary Healthcare Services: The Influence of Alternative Spatial Representations of Population. *The Professional Geographer* 58 (3), pp 294~306, 2006
5. Polzin, S., Transportation/Land-Use Relationship: Public Transit's Impact on Land Use. *Journal of Urban Planning and Development*, 125, No.4, 1999.
6. Webster, F. Bly PH, Johnston RH, Paulley N, Changing Patterns of Urban Travel, *Transport Reviews*, 6, No. 2, 1986.

網路資源

1. 台灣鐵道網，<http://www.trc.club.tw>
2. 台灣高鐵網站，<http://www.thsrc.com.tw>
3. 台鐵局網站，<http://www.railway.gov.tw>