

都市交通半年刊

第 31 卷第一期
民國 105 年 6 月

Urban Traffic

Biannually

Volume 31 Number 1
June 2016



ISSN 1562-1189



台北市交通安全促進會發行

Published by the Taipei Society for Traffic Safety

都市交通

半年刊

第三十一卷 第一期
中華民國一〇五年六月

Urban Traffic

Biannually

Volume 31 Number 1
June 2016

發行所 台北市交通安全促進會
地址 10571 臺北市南京東路五段 102 號 10 樓之 3
網址 www.tsfts.org.tw
發行人 林志盈
主編 王中允
副主編 溫裕弘
執行編輯 吳宗昀 李明展
專題論著審查召集委員 黃台生
專題論著審查委員
王中允 吳水威 吳健生 林志盈 林麗玉 李俊賢
邱裕鈞 邱顯明 曾平毅 溫裕弘 馮正民 藍武王
張學孔 許添本 葉名山 羅孝賢
(依筆畫順序)
行政會計 許文馨
投稿 詳稿約及審查說明
訂閱 02-2748-5280
傳真 02-2764-7215
印刷 複合文具印刷有限公司
電話：02-23633114
傳真：02-23626053
地址：106 臺北市新生南路三段 86 巷 8 號

〈版權所有未經同意不得轉載〉

中華郵政北台字第 1816 號
執照登記為新聞紙類交寄
ISSN 1562-1189

都市交通

半年刊

第三十一卷 第一期
中華民國一〇五年六月

Urban Traffic

Biannually

Volume 31 Number 1
June 2016

目錄 Table of Contents

封面故事	1
新北市政府交通局 邁入新北市公共運輸的最後一哩路	
人物特寫	9
鄭向元 一位令人敬佩的台灣公僕黃昇勇 — 從台北市警察局交通科科員到局長	
考慮運輸場站之都市科技園區土地使用規劃 —以北投士林科技園區為例 溫裕弘、王明賢	25
Industrial Land Use Design Planning for Urban Technology Park with a Transit Station: A Case of Beitou-Shilin Technology Park Yuh-Horng Wen, Ming-Hsien Wang	
高乘載管制政策研析：以臺灣國道一號高速公路北部路段為例 褚志鵬、朱靜怡	43
High-Occupancy Regulation Policy: Case of National Freeway NO.1 in Northern Taiwan Chih-Peng Chu, Ching-I Chu	
第五期整體運輸規劃調查—三大都會區跨生活圈旅次特性分析 官盛堯、李德全、呂怡青、楊幼文	71
The 5 th Taiwan Area Comprehensive Transportation Planning Research Series - the Trips Behavior Analysis of the Top 3 Metropolitan Region in Taiwan Sheng-Yao Kuan, De-Chuan Li, Yi-Ching Lu, Yu-Wen Yang	



發刊宗旨

為因應專業在實務運輸問題上應用的需求，並提升國內學術界對於『都市交通』實務議題的重視，本期刊以定期發行的方式，針對國內、外有關運輸：運輸政策分析、運輸規劃、運輸管理、交通工程、運輸業經營與策略規劃、運輸安全、交通控制、運輸專案管理、運輸計劃評估、運輸行銷等領域實務議題的技術報告或是實際案例分析，都歡迎改寫為論文的格式，投稿都市交通半年刊，期使運輸領域學術界研究成果與實務界的應用充分結合，也希望未來本期刊所刊登的論文，可以對於運輸規劃、管理、工程、作業及操作的第一線人員，提供最直接的技術支援。

封面故事



邁入新北市公共運輸的最後一哩路

新北市政府交通局

一、新北市公共運輸現況與挑戰

新北市整體公共運輸發展係以軌道運輸系統及都市捷運系統做為整體路網發展骨幹，再輔以公車、計程車等副大眾運輸及公共自行車系統，成為公共運輸路網發展架構。新北市近年來捷運3環3線陸續完工通車，公車部分包括闢駛快速公車、捷運先導公車及新巴士整合持續推動，補助無障礙計程車隊，改善公車候車環境，並於103年引進YouBike公共自行車系統。提供及門、無縫、快捷、安全的公共運輸服務，逐步讓新北市整體公共運輸路網趨於完備。

依據105年度上半年新北市政府施政滿意度民意調查報告，新北市大眾運輸環境滿意度達86.2%，歷年最高，顯示民眾確實感受到市府在公共運輸環境改善的努力。惟依據交通部104年「民眾日常使用運具狀況調查」，目前新北市之公共運輸市占率雖成長為31.4%，惟私人機動運具市占率仍高達55.7%。故如何提升公共運輸的吸引力，有效移轉私人

運具使用者改搭乘大眾運輸是交通單位思考及努力方向。

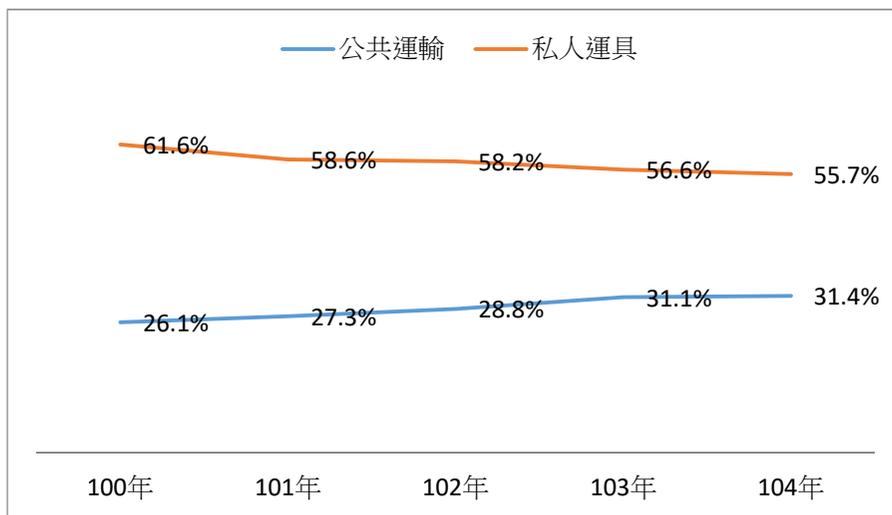


圖 1、新北市歷年公共運輸及私人運具市占率

二、公共運輸最後一哩路對策

由於新北市幅員遼闊、城鄉差異大，軌道運輸無法深入到每個角落，必須仰賴其它運輸系統來輔助。依據本市調查，民眾不使用公共運輸的主因還是私人運具較快速、省時及方便。所以如果要吸引私人運具使用者改使用公共運輸，就必須提升公共運輸的快捷及便利性，並針對民眾需求提供客製化的服務。為強化公共運輸最後一哩的規劃藍圖，並補足公共運輸的不足及提升吸引力，本市各項改善措施說明如下：

2.1 擴展快速公車服務範圍

為鼓勵市民搭乘大眾運輸，推動低碳運輸環境，因應民眾快速通勤需求，新北市共已闢駛 43 線快速公車，運行成效良好，今年運量截至 105 年 9 月 30 日總計約 5,260 萬人次，自 99 年推動以來累積載客已達 3 億 7,000 萬人次。99 年計 22 條快速公車路線，平均每日載客 9.6 萬人次，至 105 年 9 月 43 條，新增 21 條路線，平均每日載客 19.2 萬人次，平均每日運量成長約 200%。

目前快速公車 43 條中，跨市路線共 24 條，另首條行駛新北市、桃園市的跨市快速公車，亦於 103 年底通車，大幅縮減民眾來往之乘車時間、轉乘次數及支付費用。

表 1 新北市快速公車一覽表

快速公車	數量	路線
跨市快速公車	24	905、905 副、906、913、907、1909、 912、919、933、935、936、937、938、 939、943、945、946、946 副、949、950、 951、952、953、955
市境內快速公車	19	908、910、916、917、918、920、921、 922、923、925、926、927、928、930、 932、940、941、947、948

2.2 啟動直截快速的跳蛙公車

為提供市民於尖峰時間快捷到達目的地，以提升與私人運具之競爭力，故規劃行經高、快速道路，以最短路徑動線及停靠主要下車站，減少公車上、下客所耗時間，以縮短與私人運具使用之時間差，吸引民眾搭乘公車，共已闢駛 6 條跳蛙公車，並搭配預約指定座席制，便利民眾每日搭乘固定班次，確保通勤族皆可享有專屬個人座位，更舒適、快速地直達目的地。

「三峽—捷運台大醫院站」跳蛙公車已於 105 年 7 月 1 日正式營運，首次推出預約指定座席制，依乘客意願於座位上標示指定席及姓名等資料，供購票民眾對號入座；另自由席座位則供現場候車乘客搭乘，以滿足市民搭乘大眾運輸需求。

表 2 新北市跳蛙公車一覽表

起訖點	
1	三芝—捷運紅樹林站
2	林口—捷運圓山站
3	基隆—金山
4	三峽—捷運永寧站
5	三峽—捷運台大醫院站
6	三峽—臺北市政府



跳蛙公車 三峽-捷運台大醫院站
 北大社區、板橋公車站、捷運台大醫院站
 105年7月1日起正式通車!

頭末班車:06:30-08:00、16:00-17:40
 發車間隔:平日尖峰固定班次、離峰及例假日停駛
 收費方式:三段票
 分段點:板橋區、國道三號、捷運府中站-板橋公車站

4G WIFI 3C充電插座 指定席 歡迎預約

※本路線特種上週日上午尖峰時段「三線往返運台大醫院站」單程往返班次及運送之定額車票,歡迎預約,詳情請洽本公車三線二站總機。

臺北客運
 TAIPEI BUS
 免費服務專線：0800-003-307 發車站服務電話：三峽二站02-8671-3796

平日發車時刻表
 三線二站總機
 06:30 16:00
 07:00 16:30
 07:20 17:00
 07:40 17:20
 08:00 17:40

圖示說明
 ● 總機
 ● 指定席
 ● 收費標準
 ● 指定席預約
 ● 指定席預約
 ● 指定席預約
 ● 指定席預約

圖 2、跳蛙公車三峽-捷運台大醫院站

2.3 深化公車進校園服務

交通部推動「大專校院公車進校園」計畫，係為提高其搭乘大眾運輸工具意願，減少大學學生騎乘機車上下學增加交通事故機率，交通部推動之「大專校院公車進校園」第一波計畫參予學校係為位於新店區之景文科技大學，經與校方多次討論，及協調公車業者，配合調整 897 線延駛至景文科技大學及闢駛 897 區「捷運景安站-景文科技大學」路線。該路線自 104 年 11 月 23 日起配合調整，服務班次亦由原 15 班次增加為 20 班，自調整後搭載人次月平均約 17,979 人次，載客狀況持續成長。

另配合學校反映學生乘車需求，闢駛 897 區路線，提供學生、民眾往返景文科技大學至捷運景安站服務，該路線自 105 年 6 月 1 日起開始營運，平常日 12 班，例假日、寒暑假停駛，搭載人數月平均約 5,114 人次。透過本專案計畫，期藉由提供直截行車動線路線及配合學校需求之發車時間、班次、班距等服務水準規劃，提升學生使用大眾運輸意願，並降低學生使用私人運具，減低交通事故發生機率，達行車安全及大眾運輸永續發展目的。

2.4 推動活潑的招手站牌更新計畫

公車站牌是市民最常接觸之交通設施，如何精進以增加通行安全、使用便利性，並美化街道景觀是一重要課題。透過「招手站牌」省空間、好閱讀、好趣味的優點一次到位，改善狹窄人行道站牌林立阻礙行人通行的窘況，也利用 2 排式滾筒整併站桿美化市容。

傳統站牌僅可登載 4 線公車多線多桿造成占用人行空間問題，汰換為本局同仁設計之「招手站牌」，可登載 12 線公車資訊，同時具有整併站桿、安全不占空間、高度適中易閱覽、招手姿勢趣味活潑等特性。「招手站牌」對於路線番號、站名的安排有更大的空間，例如中英文站名各自獨立顯示，路線番號可以隨著路線多寡，自由在空白的牌面調整。再加上多排式滾筒功能，可大幅改善人行空間不足，同時新增站牌容納的路線數功能。

本次新式站牌設計試辦路段包括板橋文化路、民生路、中和中山路、新莊中正路、泰山明志路、五股成泰路等人行空間較窄的公車停靠區，並於 105 年中完成更新約 190 支站牌。



圖 3、新式招手站牌

2.5 完成板橋公車轉運站改變

新北市板橋公車轉運站候車月台，為考量公車進站安全，避免民眾受日曬雨淋之苦，於 104 年 5 月開始進行板橋公車轉運站遮雨設施及環境改善，耗資超過 2,000 萬元，改善原有候車環境。首先將雨遮空間投影遮蔽長度由 3 公尺增加至 5.5 公尺，並增設側板，有效的阻擋雨水進入候車月臺，讓民眾候車不用再擔心日曬。另原有公車站遮雨設施設計單調且配色為暗沉灰色，而改建後月台採用明亮色彩，且外型增加側向包覆並採流線型式設計，更於各月台側板設置圓形窗戶，使整體環境視覺上更活潑，猶如外貌一般的毛蟲蛻變成光鮮亮麗的蝴蝶一般。



改善前

改善後

圖 4、板橋公車轉運站候車空間改善

此外，原各月台因座椅設置於正中央，擠影響安全之虞，而改建後將座椅配置於新設雨遮側板處，將設施集中於月台非公車停靠側，使有效候車空間擴大，提高動線流暢性，此外，整體候車月台頂棚高度升高，減少民眾候車壓迫感，使候車環境更柔和及明亮。並調整及擴大無障礙坡道位置，使行動不便者來往各月台間無需多次上下月台，動線更加順暢及友善。

2.6 擴大公共自行車服務路網

新北市 YouBike 自 103 年正式推動以來，全市站數 312 站規模全國第一，每月使用人次約 200 萬全國第一，建置速度之快全國第一。此外，新北市堅持提供前 30 分鐘騎乘免費補助，鼓勵民眾使用 YouBike 轉乘大眾運輸。

目前每日有 6 萬人使用 YouBike 穿梭在新北市大街小巷，累計使用人次已經突破 2,400 萬，民眾整體服務滿意度達 9 成 5。根據調查，YouBike 主要使用族群中有 32% 是 20 至 29 歲的年輕人，而學生族群使用的比例也相當



圖 5、捷運板橋站 YouBike

高，約占 23%，主要的使用目的約 60%的民眾做為通勤使用，62% 的旅次前後會轉乘捷運、火車或公車，更有 35% 的民眾使用 YouBike 來代替汽車或機車，顯示 YouBike 的確扮演著最後一哩轉乘接駁的重要角色。

三、未來願景

新北市未來將持續改善接駁運輸服務及候車環境，強化公共運輸的最後一哩規劃藍圖，以提升整體公共運輸運的競爭力，有效吸引私人運具移轉至公共運輸。

- (一)、依據路網發展及民眾乘車需求，並利用悠遊卡及公車動態資料分析乘客旅運行為，作為後續客製化公車闢駛及公車路線調整之參考。
- (二)、增闢各地區至都會區、捷運場站的快速公車及跳蛙公車路線，並透過手機 APP 預約指定座席功能，便利市民使用本市跳蛙公車服務。
- (三)、持續推動公車站牌更新計畫，並增設候車亭及公車動態智慧型站牌，以改善民眾候車環境。
- (四)、持續擴大公共自行車服務範圍，預計 106 年完成累計 450 處租賃站 10,400 輛車，107 年底完成累計 500 處租賃站 1 萬 6,000 輛車之建置。

人物特寫



一位令人敬佩的台灣公僕黃昇勇
從台北市警察局交通科科員到局長

鄭向元

相識 34 年的老朋友

1969 年，我以留學生身份來到美國，47 年後，現仍僑居紐約，是一個曾在紐約市政府從事都市交通工作 37 年的美國退休公務員。這幾十年來，雖身在美國，卻一直很榮幸，常有機會，以我的專業為台灣的交通建設效勞，並與一些當地負責實務官員建立良好關係。其中，最為特殊的一位，是 2015 年剛從台北市警察總局局長退休的黃昇勇先生。我們相識於 1982 年，是當我第一次應邀為台北市交通服務時。

說到那次的台北行，不得不要提到前總統李登輝先生。在台灣政壇，李先生是一位頗具爭議性的人物，但他對我卻有知遇之恩。我們第一次見面，是在 1981 年，我回台北參加「國建會」的交通組，並擔任該組領隊時。雖只是短暫的交談接觸，當時擔任台北市市長的李登輝先生，突

然提到要向紐約市政府借聘我幫助台北市交通的想法，我原以為那只是他一時興起，隨便講講，沒有當一回事。沒想到在我回紐約後不久，當時紐約市哥德華市長果真收到李市長的信，並在徵得我本人及服務單位的同意後，批准了這近乎空前絕後的借聘（982年一月及五月，分兩次赴台北），也開始了我後來一連串為台灣交通的服務。

第一次認識黃昇勇先生，便是在這次為台北市交通服務時。當時擔任台北市警察局交通科科員的黃先生，代表警察局，來支援由我主持的『改善台北市交通問題專案研究』。那時候台北市還沒有交通局，全市很多交通有關事務，皆由警察局交通科總管。所以黃先生對該專案研究能圓滿完成，功不可沒，使我一直感激在心。

或許因此次交通專案研究成績效果還不錯，緊接著，1983年，又應台北縣政府林豐正縣長之邀，我再利用自己的休假，返台為該縣的交通效勞，很榮幸又與黃先生共事。原來，他正好由台北市警察局交通科調來臺北縣，並陞任該縣警察局交通警察隊隊長。同樣的原因，因那時候台北縣也沒有交通局，警察局交通警察隊成了全縣交通專責單位。所以黃先生又成了我在台北縣順利完成其“交通專案研究”的大功臣。

九年後返台，第三次再見到黃先生時，他已由屏東縣警察局恆春分局長，陞任高雄市交通大隊隊長了。那時正好高雄違規飆車事態極為嚴重，我曾有機會跟他領導的大批警力，於深夜在重要街頭，大規模取締成群結隊的違規飆車族。這也是我第一次見識到黃先生以警局為家的美譽（據前高雄縣楊秋興縣長表示，黃局長曾經因公800多天不曾在家睡覺）。



宣誓就任臺北市政府警察局局長

第四次與黃先生會面，已是二十二年後的 2013 年了。這次是到台北市中山堂旁的臺北市政府警察局，拜訪就任已一年多的黃局長。氣派的辦公室及寬敞的會客室，是他指揮管轄近萬員警（有 14 分局,3 大隊，92 派出所），維持首都臺北市治安的中心。

最近一次的見面，則是今年九月，趁返台之便，我特地前往雲林鄉下，造訪已退休了的黃局長，並參觀了他隱居的樹園。



作者鄭向元於臺北市政府警察局局長辦公室拜訪老友

被警界封稱為「行動派警官」及「勇伯」

黃昇勇局長是中央警察大學正科 37 期、交通大學運輸工程研究所碩士畢業，歷經高雄市政府警察局交通警察大隊大隊長後，還擔任過雲林縣警察局局長、臺北市政府警察局督察長、高雄縣政府警察局局長、在陞任台北市警察總局局長前，還曾先後擔任內政部警政署主任秘書及副署長等職務。

被警界封稱為「行動派警官」及「勇伯」的黃昇勇局長以辦公室為家，外勤職務歷練豐富，富領導統御及協調能力。於最複雜的台北市大安區，中山區擔任分局長及督察長時，經常親自帶班取締員警風紀誘因場所，遇案親臨現場、親查員警風紀。親率警力臨檢、掃蕩不法場所。



1995年，在台北市文山二分局長任內，台北市長陳水扁到分局視察慰勤。左二為黃局長。



榮獲中央警察大學傑出校友獎

在掃蕩牛郎店時他曾使出妙招，在可疑店門口張貼海報「此處為牛郎店，嚴重妨害社會善良風俗及破壞家庭……」達到嚇阻效果。

在雲林縣警局局長任內曾親自率員跟監、查緝盜採砂石業者。在高雄縣警察局局長任內，則與警員喬裝成飆車族混入車隊，親自參與蒐證、取締逮捕行動、可見他親力親為的領導風格。黃局長的作為都達到一定嚇阻效果，秉持一貫行事作風，毫不手軟且績效卓著。



1997 年大安分局長任內，處理聚眾陳情抗議事件，在現場以麥克風依集會遊行法之規定，對違法行為進行警告，命令解散，制止非法活動。



1997 年間大安分局長任內，於日本交流協會處裡群眾陳情抗議釣魚台事件時，被抗議民眾丟雞蛋，其中一顆砸到黃局長眼睛。

在都市交通方面的貢獻

交通警察工作方面，尤其是曾在交通大學運輸工程研究所完成碩士學位黃局長的專業。他在警界服務的前十六年，從 1978 年開始，曾先後擔任台北市警察局交通大隊分隊長，台北市警察局交通科科員，台北縣警察局交通隊隊長及交通課長，高雄市警察局交通大隊副大隊長，1992-1994 年陞任高雄市警察局交通大隊長。



台北縣交通隊長任內，員警出勤前實施勤前教育並檢查裝備及服裝儀容

那時候，台灣各縣市都尚未成立地方政府交通局，因此警察機關之交通大隊除交通執法外，台北市、台北縣在警察局內成立交通科(課)，高雄市在警察局交通大隊內設組來承辦目前地方政府交通局業務之交通工程(包含交通號誌、標誌、標線規劃設置等)、交通管制及部分交通管理工作(包含路邊停車場規劃、管理、計程車駕駛人管理等)。

黃先生在都市交通方面的貢獻，較為特殊的包括：

- 一、在台北市警察局交通科員任內，除執行全國首創違規停車拖吊工作，並規劃全國也是首創的公車專用道(台北火車站前忠孝東路一段)。
- 二、於台北縣代理交通課長任內，協調台北市主動規劃、設置、執行中正橋兩端從台北縣永和市中山、中正路口至台北市愛國西路口的調撥車道，有效紓解中正橋尖峰時段內之交通擁塞現象。
- 三、於台北縣警察局交通隊長任內，為有效執行交通工作，在有限預

算情況下，訓練所屬員警取得執照，執行交通工程(包含交通號誌、標誌、標線)、維修及違規停車拖吊工作。

四、於高雄市警察局交通大隊長任內，執行民國 79 年台灣區運會交通管制工作時，因經費不足，因此訓練所屬員警自行規畫製作相關管制標誌三百餘面(木製)，順利完成區運會交通管制。

五、交通安全改善部分：

1. 於台北縣交通隊長任內，鑑於縣境內車輛肇事致死案件頻傳(最高平均超過 400 人/年)，特別策畫加強交通執法工作，要求每件死亡車禍主要負責幹部(隊長、分隊長)，均須立即到場勘查，研擬各項交通道路工程改善建議，並立即在同一路段、時間派員嚴格執行交通違規取締工作 20 天。這個措施實施後，使台北縣境內車禍致死案件急遽下降。
2. 於高雄市交通大隊長任內，為預防車禍發生(尤其是車禍死亡案件)，於易肇事路段，設置警示燈，並統計每月肇事原因最高之違規行為，實施全面性專案取締(每周正常勤務外，規劃兩次以上專案執行，並進行考核，執行成效績優或不佳單位，立即辦理獎懲)，有效改善高雄市交通安全。



1988 年陞任高雄市警察局交通大隊副大隊長時，由高雄市警局翁錦魁副局長授階二線四星



1994 年間高雄市交通大隊長任內，進行交通執法演練，向主持人高雄市長吳敦義先生敬禮



1990 年高雄市交通大隊長任內，台灣區運動會期間，為疏導交通、確保安全順暢，在有限經費下，督導所屬員警自行製作標誌情形

台北市警察局長任內最後一年的大事

黃昇勇先生在台北市警察局長任內最後一年，曾處理過太陽花學運、捷運鄭捷隨機殺人案件及夜店殺警案等重大事件：

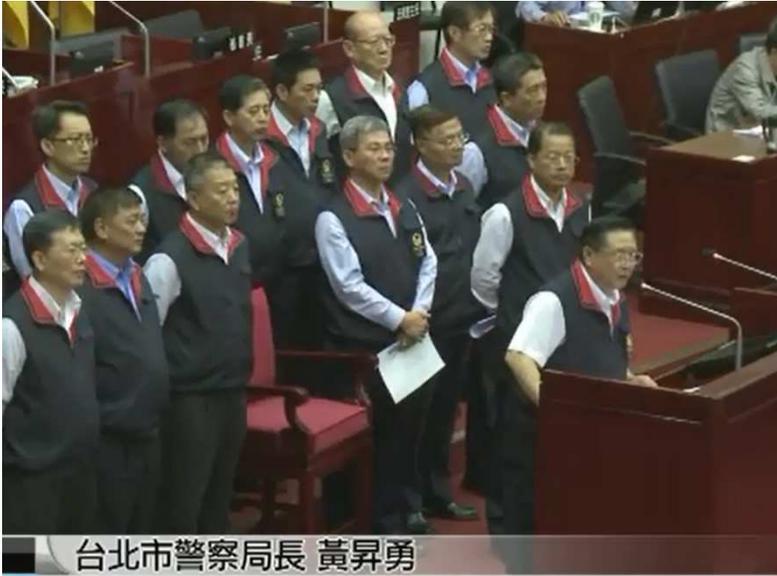
太陽花學運，又稱 318 學運、太陽花運動、佔領國會事件等，是指 2014 年 3 月 18 日至 4 月 10 日間，大學生與公民團體共同發起佔領立法院，及破窗進入行政院大樓並遭警方強制驅離，造成警民衝突的社會運動。當時，黃局長負責驅離群眾維持秩序，曾特地指示員警採取最柔性方式將群眾請離。

2014 年臺北捷運隨機殺人事件，於 5 月 21 日下午，發生在台北捷運板南線的龍山寺和江子翠站之間的列車上。大學生鄭捷，車廂內行兇，事件共造成 4 死 24 傷，是台北捷運自 1996 年通車營運以來，首起致命攻擊的犯罪事件。鄭捷事件發生後，大臺北地區防備更為嚴謹。臺北市警察局規劃與新北市警察局每天派遣共近 1000 名警員，於大台北各捷運站內外攜槍站哨，並在每班列車內配有至少一名制服警察巡邏。臺北市警察局還指派霹靂小組特勤員警持德製 MP5 衝鋒槍在車廂內巡邏，同時規劃捷運警察隊擴編，以維護捷運乘客安全。

2014 年臺北夜店殺警案，發生於信義區松壽路 ATT 大樓知名夜店「Spark」。臺北市警察局信義分局偵查佐遭約 60 名黑道份子持棍棒及刀械圍毆約 3 分鐘，身亡。是台灣最凶殘之員警謀害案件。臺北地檢署起訴毆打警員最猛烈的 21 人，均依殺人罪求處無期徒刑。

現任台北市市長柯文哲競選時，曾與當時已屆臨退休的黃昇勇局長見面，希望他能再多留任半年警察局長，卻被他婉拒。

台北市西門町峨眉停車場驚傳血腥槍擊雙屍命案時，正是黃局長退休前夕。兇手以行刑式的狙殺手法，槍擊兩名男子頭部斃命，震驚台灣社會。對此，柯文哲市長還特別讚許已退休的黃昇勇，因他即便是剛接受退休獎章與市政顧問聘書，卻仍是親臨至第一線的西門町槍擊現場，關心案情發展，柯市長稱讚黃局長非常有責任心。



台北市警察局長 黃昇勇

為太陽花學運，率幹部到台北市議會接受資詢

特殊的退休生涯

退休後的黃昇勇局長，選擇在雲林縣斗南鄉下隱居，並以種樹為主要的休閒樂趣。在他 1117 坪的樹園中，種了大大小小，各式各樣一百四十樹種（每種只有一兩棵）。他選擇種樹，是想觀察他們較長生命的成長。他除了收集很多與樹有關的書籍，還常上網研究。他在樹園中的家，是由他自己設計，一棟以鐵皮貨櫃為主，拼裝而建的高架小屋。



黃局長自行操作挖土機整理樹園

近年來，凡到過台北市的人，都會特別欣賞台北捷運（地鐵）的服務，並讚美其為世界級的模範。為慶祝台北捷運通車二十週年，台北大眾捷運公司特別在九月六至八日，於台北盛大主辦”軌道運輸 2.0-成長與經驗回饋研討會”。承蒙主辦單位還記得，我在台北捷運規劃初期，曾多次有機會返台為其誕生歇力鼓吹，而邀我出席，並在邀請函中將我定位為”台北捷運規劃與建設的重要推手之一”，真使我感到無比榮幸。因此，今年又有機會回國一行。會後，特別與內人，一同去雲林斗南鄉下，再次拜訪了這位很特殊的老朋友。

黃局長開車到高鐵雲林站來接我們。見面時，他很嚴肅地說大概是職業病，他早上已特別來過一次車站，以便熟悉路況，很令我們感動。走出車站當時，在車站大廳有一年輕人樂隊，正好開始敲鑼打鼓的演奏，好像在歡迎某人，黃局長很風趣地說這並不是他為我們安排的。



在雲林風景區持法媽祖宮前

平常住在台北市的黃太太，這次特別趕來雲林和我們見面。黃太太和藹可親，雖第一次見面，我們談得很愉快。通常警察眷屬本來心理負擔就很大，因黃局長常住在警局不回家，可以想像在黃局長服務警界的四十餘年中，黃太太更是要辛苦多了。



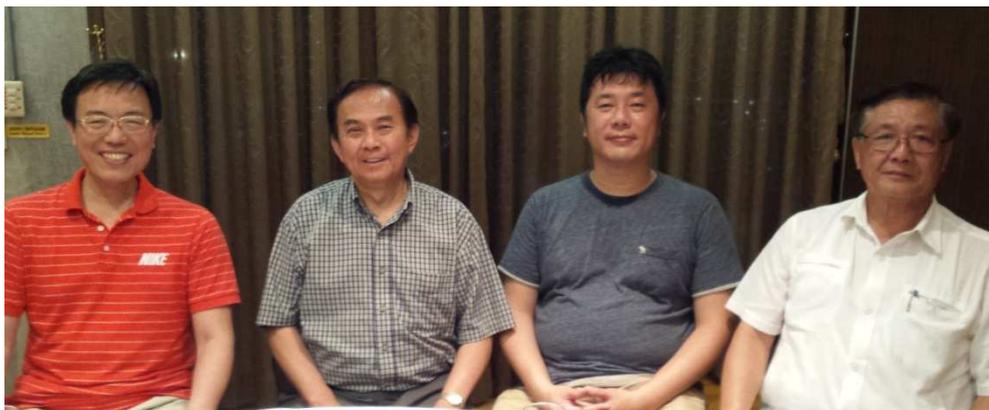
黃局長夫婦在樹園中的高架小屋前



作者與黃局長夫婦在高架小屋內



驅逐闖入樹園的蛇，該蛇被捕獲後已夾到無人處釋放



2016 年五月，在台南與交通界朋友小聚。右起黃昇勇局長、台南應用科技大學熊正一教授、作者及台南市交通局長張政源

黃局長先開車帶我們去遊覽雲林的風景區，包括持法媽祖宮及劍湖山。然後，耐心地帶我們參觀他的樹園及他的新生活空間，他也與我們分享他每天與蛇、鳥及猴子為伍的經驗。黃局長退休前後生活的變化，真是讓我們大開眼界。

令人敬佩的的台灣公僕

基於下列原因，我這僑居海外的美國退休公務員，深感榮幸能結識黃昇勇局長這位非常特殊，並令我由衷敬佩的台灣公僕：

他從台北市警察局交通大隊分隊長及交通科科員，陞任到警政署副署長及台北市警察局局長等職務，相信這樣的資歷在台灣警界是少有的異數，尤其因通常交通警察，都在同一領域發展，能做到大都市的交通警察大隊大隊長就很好了。我由衷佩服他的能力。

他秉持一貫行事作風，親力親為，為減少風紀問題，經常親自帶班取締風紀誘因場所，毫不手軟且績效卓著。他是警界長年栽培的優秀幹部，是台灣警界公認的傑出領袖人物。我敬佩他的工作精神及毅力。

---為都市交通及社會治安辛苦服務四十餘年，尤其是過去的十年更是轟轟烈烈。退休後的黃昇勇先生，卻在雲林縣斗南鄉下隱居，並以種樹為主要的休閒樂趣，過著完全與世無爭的寧靜生活。我欣賞他提得起放得下的人生觀及瀟灑的生涯規劃。

考慮運輸場站之都市科技園區土地使用規劃 —以北投士林科技園區為例

Industrial Land Use Design Planning for Urban Technology Park with a Transit Station: A Case of Beitou-Shilin Technology Park

溫裕弘 Yuh-Horng Wen¹

王明賢 Ming-Hsien Wang²

摘要

本研究主要因應都市科技園區初步規劃階段，將運輸區位選擇整合於土地使用設計規劃問題中。模式考量都市科技園區產業產值最大化與可及性成本最小化為目標，探討科技園區內產業與運輸土地使用之區位。本研究透過兩階段方式進行求解，在多目標規劃求解上以權重法設定不同權重組合進行模式求解，藉此探討面對都市科技園區產值與交通可及性之權衡取捨時，園區內產業與運輸土地使用之配置，並以最小成本流量問題進行路網規劃。此外，考慮在科技園區初步規劃階段，對進駐產業之產值與產業旅次發生不確定性，本研究亦建立灰色多目標 0-1 整數規劃模式。數值範例分析結果顯示，都市科技園區土地使用規劃結果可反映兩目標式權衡取捨率，當都市科技園區土地使用規劃考慮運輸可及成本時，其轉運場站規劃落於整體園區較中心之區位；而在產業土地使用方面，當權重較偏重考慮運輸土地使用時，園區能提供商業服務功能之產業較多。情境分析結果顯示若園區提升大眾運輸使用率時，整體科技園區產值將會提升，同時可及性成本也會大幅下降。本研究考慮園區運輸土地使用以及都市未來交通策略的發展，進行都市科技園區土地使用規劃，可提供規劃者在規劃都市科技園區土地使用之決策參考基礎。

關鍵詞：都市科技園區、運輸場站、科技園區土地使用設計規劃

Abstract

As the space availability in the new urban technology park is limited and

¹淡江大學運輸管理學系副教授(聯絡地址：25137 新北市淡水區英專路 151 號，電話：02-26215656，E-mail: yhwen@mail.tku.edu.tw)。

²淡江大學運輸管理學系運輸科學碩士班碩士。

scarce, the selection of high-efficient industries and the traffic impact analysis have become important issues for urban technology park planning. This study develops a series of models to program industrial land-use spatial allocation optimization and evaluate transportation network flow allocation. In the first phase of this study, a spatial allocation optimization towards the land use design problem is developed by using grey multiobjective programming. Maximizing industrial value and minimizing access costs are taken into consideration. In the second phase, a minimum cost flow problem is developed to solve network flow allocation. The results of this study showed the trade-off between the benefits of industrial and the accessibility. When consider the accessibility of the transit station in urban technology park, it will be allocated on the middle area of the park. This study provides a comprehensive planning framework to determine land-use design for urban technology park planning. The proposed models provide ways by which government can evaluate urban technology park development and positioning. In addition, it is envisaged that the results of this study may shed light on industrial land use design.

Keyword : Urban technology park; Transit station; Industrial land use design planning

一、前言

都市科技園區係指運用都市區內用地開發以知識密集產業為基礎、科技研發為導向之科學技術園區，其往往面臨都市土地資源寶貴、且受限於周邊現有土地使用與交通運輸系統之問題。都市科技園區雖有極高之經濟效益，但也可能衍生大量的旅次發生，對區內與鄰近區域帶來的旅次成長、交通衝擊難以預期。實務上，科技園區之規劃在土地使用規範完成後，便進行開發與招商引資，在產業選擇上僅需符合土地使用之產業皆可以進駐科技園區，往往忽略了產業引進的後續發展，如交通衝擊與生活機能等。臺北市內湖科技園區即是此例，政府在放寬產業進駐後，大量科技業進駐，雖然創造高產值，但同時也為此地區帶來大量旅次發生、衍生交通問題，如對外交通壅塞、停車位的不足、公車班次與停靠站與路線配置不足等現象 [臺北市政府產業發展局，2010]。反觀國外都市科技園區之發展，以都市計畫與交通運輸整合為基礎進行科技園區之規劃，並加強基礎設施建設，完善的規劃使都市科技園區無後顧之憂，並將其效益發揮到最大 [張清、郭繼光，2010]。因此，導入運輸政策為基礎之都市科技園區，其園區內的土地使用勢必與運輸規劃結合，並考量周邊既有的運輸設施。

土地使用設計規劃(land use design planning)為系統化、有效決定最佳土地使用類別、強度規模與空間區位配置(spatial allocation)之最適化模式。土地使用研究已有豐富的文獻，且在近期產業群聚競爭力、科技園區發展之風潮下，相關產業土地使用(industrial land use)、產業區位(industrial location)及其對都市型態影響研究，成為受矚目重視之研究課題 [Hayter,

考慮運輸場站之都市科技園區土地使用規劃—以北投士林科技園區為例 [1997; McCann, 2002]。土地使用與運輸規劃間之關係密不可分，過去探討土地與運輸之文獻繁多，包括探討運輸對土地使用之影響結果或土地使用對運輸之影響 [Rodrigue, 1994]；整合土地使用問題與運輸問題之模式 [Marc, 1979; Prastacos, 1986]，說明土地使用與運輸問題之間的複雜度；部分文獻也試著整理過去文獻提出土地使用與運輸問題交互影響 [Badoe and Miller, 2000]。但過去研究對於都市內土地使用及都市科技園區之土地使用著墨較少，而產業土地使用研究應用在科技園區、工業區的產業土地使用規劃，多是在產業進駐和土地使用都已知下，探討土地使用效率 [Ruiz et al., 2012]；或是檢討與評估科技園區產業分配與發展情形 [Chen and Huang, 2004; Chen et al., 2006]，對於科技園區內運輸與土地使用相互關係較少納入考量。

都市的經濟發展與交通便利度其實是環環相扣的，一個良好的都市計畫在面對都市土地稀少且地價高漲的情況下，且又須具備高經濟價值的都市科技園區，其整體產業發展與都市規劃須完善且全面的考量。如何在既有的大眾運輸場站與新興都市科技園區間作連結，並以大眾運輸導向為願景，即為規劃者首重思考之處。倘若都市科技園區在規劃設計階段，不僅從都市規劃角度思考同時也從交通運輸角度進行規劃，考慮交通用地或運輸場站之位置及相關運輸策略，如此一來，能減少開發後續所衍生之交通問題，便能創造更多的產業附加價值。故同時考量都市科技園區發展與其運輸系統規劃之研究，是都市、產業發展與運輸規劃研究不可或缺的重點之一。鑑此，本研究主要針對一規劃具備大眾運輸場站之都市科技園區用地，因應都市科技園區初步土地使用規劃階段，同時以都市規劃與運輸設施區位之角度思考，並考量公車轉運站之交通區位及產業土地使用分配，進行都市科技園區土地使用規劃。本研究針對產業產值、產業旅次發生的不確定性，運用灰數及多目標 0-1 整數規劃模式，建構灰色多元目標土地使用規劃模式，期作為都市計畫、產業發展與交通運輸決策單位之參考。

二、模式建構

本本研究以土地使用規劃問題為基礎，加入都市科技園區條件與運輸場站區位，追求科技園區所帶來之產值效益最大及場站位置可及成本最小。本研究所指的運輸場站是指土地使用作為交通運輸用途，可用於公車轉運站或是其他複合式運輸使用。令研究範圍內之土地使用規劃單位為 i 格(分區)， $i = 1, 2, 3, \dots, n$ 。 k 為土地使用用途，即作為哪種產業使用，其中 $k = 1, 2, 3, \dots, K$ ；當 $k = t$ 時， t 則做為交通轉運站使用。本研究主要的決策變數為規劃單位 i 選擇產業類別 k 或交通用地 t 之 $\{0, 1\}$ 決策變數 x_{ik}

與 y_{it} ，如下式

$$x_{ik} = \begin{cases} 1, & \text{assign } i \text{ to land use (industry } k) \\ 0, & \text{o.w.} \end{cases} \quad (1)$$

$$y_{it} = \begin{cases} 1, & \text{assign } i \text{ to transport land use } t \\ 0, & \text{o.w.} \end{cases}$$

本研究規劃目標為追求園區產業產值最大效益及場站位置可及成本最小。科技園區產業產值最大化目標式為

$$\text{Max } Z_1 = \sum_i \sum_k v_{ik} x_{ik} \quad (2)$$

其中， v_{ik} 表示規劃單位 i 選擇 k 種土地使用用途之產業價值，考慮包含該種產業所創造之經濟價值外，尚包含相關政策因素，如鄰近交通便利所帶動的地價等。在都市科技園區中，不同科技園區有其定位，如生技產業園區、軟體園區等，為了避免單一產業獨大而忽略其他產業，以及考慮園區其他活動機能，故本研究在產業類別有其上、下限之限制，產業類別之上、下限分別以 u_k 與 l_k 表示。考慮都市土地過度開發問題，因此園區土地使用之活動量不得超過一定的發展強度，如下式

$$l_k \leq \sum_i x_{ik} \leq u_k \quad (3)$$

$$\sum_i \sum_k R_i F_{ik} x_{ik} \leq q^u \quad (4)$$

其中， q^u 土地容受力上限， R_i 為規劃單位 i 樓地板面積， F_{ik} 為規劃單位 i 產業 k 之單位樓地板旅次發生數。在考慮都市科技園區作為區內運輸場站區位，以公車業者營運角度思考之場站區位相對可及性，本研究場站區位指作為都市科技園區公車轉運使用，故 AC_{bus} 可及成本可分為園區區內成本 C_{ij} 與鄰近既有運輸場站至園區內場站成本 C_{z_i} ，如下式

$$AC_{bus} = \sum_{i,j,i \neq j} \sum_k G_{ik} C_{ij} + \sum_{z_i} C_{z_i} \quad (5)$$

其中， C_{ij} 為區內成本，即每單位旅次距離成本； G_{ik} 為規劃單位 i 選擇 k 產業的總旅次發生量； C_{z_i} 為規劃園區區外鄰近大眾運輸場站至園區區內規劃單位之可及成本，透過公車業者每車每人營運成本與距離得之相對可及成本。再者，私人運具至區內規劃單位 i 之可及成本為 AC_{auto} ；因此，考慮產業土地使用與場站位置最小可及成本為目標，目標式如下

考慮運輸場站之都市科技園區土地使用規劃—以北投士林科技園區為例

$$\text{Min } Z_2 = \alpha \sum_i AC_{bus} y_{it} + \beta \sum_i \sum_k AC_{auto} G_{ik} x_{ik} \quad (6)$$

其中， α, β 分別為大眾運輸與私人運具使用比利。

本研究土地使用規劃以中位問題(*p*-medium problem)為基礎進行都市科技園產業土地使用數學規劃模式。規劃模式分為兩階段，第一階段為進行都市科技園區內土地使用與場站位置之選擇；第二階段為都市科技園區路網規劃問題。第一階段規劃模式以產業價值最大化及距離場站可及成本最小化為目標，限制式包含產業的上下限制、土地容受力、場站個數限制、規劃單位網格總數。都市科技園區土地使用規劃模式如[P1]所示：

$$[P1] \quad \text{Max } Z_1 = \sum_i \sum_k v_{ik} x_{ik} \quad (7a)$$

$$\text{Min } Z_2 = \alpha \sum_i AC_{bus} y_{it} + \beta \sum_i \sum_k AC_{auto} G_{ik} x_{ik} \quad (7b)$$

s.t.

$$\sum_i \sum_k x_{ik} + \sum_i y_{it} = N \quad (7c)$$

$$l_k \leq \sum_i x_{ik} \leq u_k \quad \forall k \quad (7d)$$

$$\sum_i \sum_k R_i F_{ik} x_{ik} \leq q'' \quad (7e)$$

$$\sum_i y_{it} \leq P \quad (7f)$$

$$\sum_k x_{ik} = 1 \quad \forall i \quad (7g)$$

$$x_{ik} \in \{0,1\}, y_{it} \in \{0,1\} \quad \forall i, k \quad (7h)$$

其中，(7a)與(7b)為土地使用規劃模式之目標式：園區內產業產值最大化及各區位距場站可及成本最小。限制式中，(7c)表示研究範圍內規劃單位總數之限制，N為研究範圍內規劃單位(網格)總數，(7d)為各種產業別k之產業上、下限限制，(7e)為土地容受力之限制，即樓地板面積與其單位樓地板旅次發生數不能大於規劃單位之土地容受力上限，(7f)表示運輸場站數量限制，P為研究範圍區內預設之運輸場站數量，(7g)為規劃單位僅能被一種土地使用之限制，(7h)表決策變數為{0, 1}二元決策變數。

本研究運用權重法求解多目標規劃問題，令兩目標Z1, Z2之權重分別為W1, W2，在給定之權重組合(W1, W2)下，可將上述多目標問題(7a)-(7h)轉換為單目標最小化問題，簡化式如下：

$$\begin{aligned} \min Z &= W_1 Z_1 + W_2 Z_2 \\ \text{s.t. } f(x) &\leq B \end{aligned} \tag{8}$$

其中， $Z = W_1 Z_1 + W_2 Z_2$ 表目標式 Z_1, Z_2 加權總合之單目標式， $f(x) \leq B$ 表限制式(7c)-(7h)。透過不同權重組合(W_1, W_2)求解非劣解，對應各組規劃解。

第二階段路網規劃則以第一階段之土地使用初步分配結果為輸入參數，進一步透過最小成本流量問題進行路網流量規劃求解，求解流量結果再代入各區位可及成本函數調整，並重新求解土地使用分配規劃，直到規劃單位土地使用不變為止，即為都市科技園區土地使用規劃解，本研究兩階段求解架構流程如圖 1 所示。

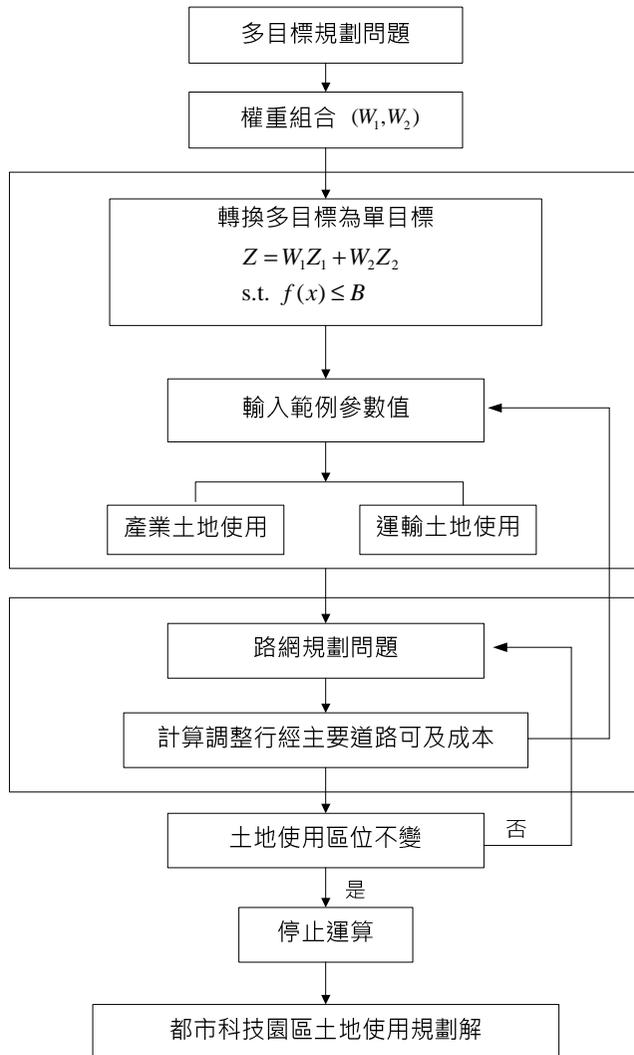


圖 1. 本研究兩階段求解架構

考慮運輸場站之都市科技園區土地使用規劃—以北投士林科技園區為例
相對於其他科園學區，都市科技園區用地範圍一般相對較小，園區
主要以小汽車、搭乘大眾運輸或步行為主，故流量規劃以最短路徑為主
主要考量，而非以路徑選擇為考量。第二階段之科技園區路網規劃問題[P2]
如下：

$$[P2] \quad \text{Min} \quad \sum_{i,z} c_{zi} f_{zi} \quad (9a)$$

s.t.

$$f_{zi} = \sum_p f_{zip} \quad (9b)$$

$$\sum_i f_{zi} \leq G_z \quad (9c)$$

$$\sum_z f_{zi} = G_i \quad (9d)$$

$$f_{zi} \geq 0 \quad (9e)$$

其中，(9a)為透過第一階段之給定各產業與場站區位結果，以區外抵
達區內產業位置為最小成本流量為目標，式中 c_{zi} 為區外 z 區至園區內 i
區之路徑成本，考慮道路容量及服務水準與路段流量關係，路徑成本又
受路徑流量影響。(9b)表示起迄運量定義式，式中 f_{zip} 為起迄 z-i 最段路
徑 p 之流量，(9c)、(9d)為滿足旅次發生之流量， G_z 為區外 z 區總旅次產
生， G_i 為區內 i 區總旅次吸引，(9e)表決策變數皆為非負整數。

進一步，考慮科技園區產業產值以及產業每樓地板旅次產生之不明
確與資訊不完整，本研究透過灰色理論概念進行 0-1 多目標土地使用規
劃求解，建構灰色規劃模式[P3]如下：

$$[P3] \quad \text{Max} \quad \otimes Z_1 = \sum_i \sum_k \otimes v_{ik} x_{ik} \quad (9a)$$

$$\text{Min} \quad \otimes Z_2 = \alpha \sum_i AC_{bus} y_{it} + \beta \sum_i \sum_k AC_{auto} \otimes G_{ik} x_{ik} \quad (9b)$$

s.t.

$$\sum_i \sum_k x_{ik} + \sum_i y_{it} = N \quad (9c)$$

$$l_k \leq \sum_i x_{ik} \leq u_k \quad \forall k \quad (9d)$$

$$\sum_i \sum_k R_i \otimes F_{ik} x_{ik} \leq q^u \quad (9e)$$

$$\sum_i y_{it} \leq P \quad (9f)$$

$$\sum_k x_{ik} = 1 \quad \forall i \quad (9g)$$

$$x_{ik} \in \{0,1\}, y_{it} \in \{0,1\} \quad \forall i, k \quad (9h)$$

其中， $\otimes v_{ik}$ 表產業 k 產值之區間灰數， $\otimes G_{ik}$ 為規劃單位 i 選擇 k 產業的總旅次發生量區間灰數， $\otimes F_{ik}$ 為規劃單位 i 格產業 k 單位樓地板旅次發生數區間灰數。在灰數多目標規劃問題求解流程中，先將明確白數之值轉換為具有上下界區間之灰數，將其拆解為兩個子模式[P3-1]與[P3-2]分別代表灰數上界模式與灰數下界模式。亦即，灰數上界子模式為所有灰係數以灰上界值代入；而灰數下界子模式，則係以灰下界值代入。將其灰數多目標改為灰數單目標進行科技園區產業土地使用規劃模式求解。

三、數值範例

本研究以規劃中之臺北市北投士林科技園區為數值範例分析對象，進行相關資料蒐集，包含土地使用分區、土地樓地板面積、產業旅次發生率、土地使用容受力及其他相關資料，進行數值範例分析。然而，北投士林科技園區尚在規劃階段，實際旅次成本無法取得，故參考相關資料、文獻，進行合理之估算與假設。

北投士林科技園區位於士林、北投交界處，園區範圍橫跨雙溪兩側，包括雙溪以南、承德路東西二側土地，以及雙溪以北、文林北路、承德路所圍地區及承德路以西沿基隆河一帶的農業區，面積總計約 194.29 公頃，為一 L 型都市科技園區，是臺北市繼內湖科技園區及南港軟體園區後第三個科技產業園區。臺北市政府計畫創造一結合生產、生活、生態之產業園區，並以「科技產業專用區」為發展核心，期望未來能引進生物科技、媒體、資訊、電子及通訊等新興科技產業。目前，北投士林科技園區正在規劃中，土地所有權以區段徵收方式進行開發，臺北市政府地政處已於 98 年 1 月 5 日公告實施區段徵收，並預計於 105 年 6 月及 107 年 11 月完成第 1 期及第 2 期區段徵收發還抵價地。在「臺北市北投士林科技園區細部計畫」中，擬定土地使用管制上，為適應產業變遷快速之趨勢，產業專用區以彈性機制進行使用管制。目前都市計劃區段徵收之土地使用以住宅區、科技產業專用區為主，公共設施包括：公園用地 2 處、機關用地、高中用地(中正高中)、國小用地(文林國小) 各 1 處、交通用地 1 處，以及堤防用地、綠地、道路用地等。園區道路系統以承德路與新設福國路延伸線為主要聯外道路，其道路寬為 40 公尺。承德路為園區南北聯外幹道，向北聯絡北投、關渡、淡水，向南聯絡市區。南側之中

考慮運輸場站之都市科技園區土地使用規劃—以北投士林科技園區為例。正路則為東西向主要聯外幹道，向西經百齡橋接重陽橋可達三重、蘆洲，接重慶北路可達國道 1 號及臺北市區，向東則往士林、北投、內湖、外雙溪地區。新設福國路延伸線可銜接洲美快速道路，通往關渡地區、國道及市中心區，為科技園區主要之東西向主要道路。本研究規劃單位以北投士林科技園區內土地街廓為基礎，面積約 90.18 公頃；在土地使用方面，將學校用地、公園、機關用地等不可變動之土地保留，其餘土地使用皆假設可用來作為科技園區內產業使用。本研究將可做為產業使用之用地與運輸用地共分為 38 個規劃單位，如下圖 2。每一個規劃單位僅能有一種產業用地使用，而每一種產業進駐不限於單家廠商。

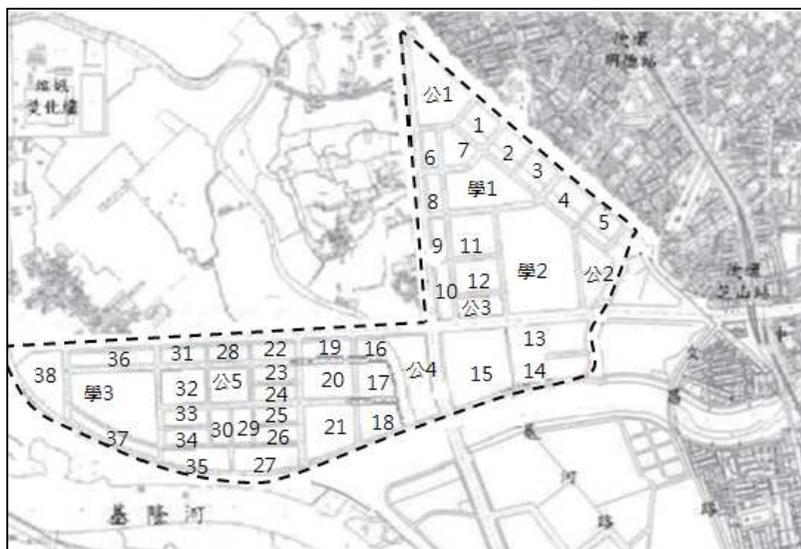


圖 2. 數值範例土地使用範圍與規劃單元示意圖

本本研究將科技園區產業分為資訊電子媒體業、化學材料與生物製藥、醫療保健業、金融保險服務業及物流倉儲業五種產業類別，並以[臺北市府產業發展局, 2012a; 2012b]產業產值作為產業價值基礎。在產業價值設定上，除了以產業本身創造之產值外，並依土地位置給予適度加權計算。土地面積計算方面，透過「擬定臺北市北投士林科技園區細部計畫」中街廓大小以及建蔽率 50%與容積率 300%計算其規劃單位之總樓地板面積。不同產業之人旅次發生參考[臺北市府捷運工程局, 2010]與[高雄市政府交通局, 2009]進行參數引用與假設。大眾運輸業者單位乘載營運成本包含區內-區內成本、鄰近捷運-區內乘載每人營運成本。量測區內-區內距離、區外-區內距離與鄰近既有場站-區內距離，並參考[臺北市府捷運工程局, 2010]之旅次推估比例設定區外至區內相對加權可及性單位成本。

針對前述假設數值，進行本研究規劃模式求解。在多目標規劃模式求解上，將目標式給予不同權重組合(W_1, W_2)求妥協解，並以達到大眾運

輸導向願景，即以大眾運輸使用比率 60%，私人運具使用 40% 為目標進行求解。本研究權重設定： $(0.5, 0.5)$ ， $(0.25, 0.75)$ ， $(0.75, 0.25)$ ， $(1, 0)$ ， $(0, 1)$ 共 5 組權重組合進行分析。本研究應用 Lingo(12.0 版) 程式撰寫，並於 Intel(R) Core(TM) i5-3230M CPU @2.60GHz 4.0GB RAM 電腦求解。

不同目標式權重組合求解結果，彙整如表 1。同時考慮都市科技園區產值效益與運輸可及成本 ($W_1=0.5, W_2=0.5$) 時，作為轉運場站土地使用的位於規劃單位 15，為科技園區中兩條主要道路之交會位置。資訊電子媒體業分別坐落於園區中規劃單位 6、8、9 與 16 之區位，化學材料與生物製藥業為 1-3、5、7、11、19、23-26、28、31 與 33-34 之規劃單位，醫療保健服務業區位為 4、10、12-14、17、18、20、21、27、32 及 35-38 規劃單位，金融保險服務業區位為 22 位置，物流倉儲服務業則位於園區中 29 與 30 之位置。當規劃者較重視產值效益 ($W_1=0.75, W_2=0.25$) 時，轉運場站位於規劃單位 15 位置，產業類別區位結果與 ($W_1=0.5, W_2=0.5$) 規劃結果相較，規劃單位 11、23-26、31、33 與 34 由原本化學材料與生物製藥業改為資訊電子媒體業；規劃單位 4、10、12-14、17、27、36 與 37 由原本醫療保健服務業改為化學材料與生物製藥業；物流倉儲服務業則由原本 29 與 30 規劃單位，轉移至規劃單位 18 之位置。然而，當規劃者以產值效益單一目標 ($W_1=1, W_2=0$) 時，其轉運場站位於 38 位置，即園區中相對下交通出入較不便位置；產業類別區位與 ($W_1=0.5, W_2=0.5$) 規劃結果相較，產業土地使用偏向選擇資訊電子媒體業與化學材料與生物製藥業，整體的產業位置也較群聚，其中資訊電子媒體業更集中至園區主要道路兩側與接近既有之運輸場站。此一規劃結果，與目前「臺北市北投士林科技園區細部計畫」中，擬定交通土地使用的的位置相類似。

另一方面，當規劃者較重視運輸可及成本目標 ($W_1=0.25, W_2=0.75$) 時，轉運場站亦位於 15 位置，產業類別區位與 ($W_1=0.5, W_2=0.5$) 規劃結果相比，在產業土地使用部分，除了物流倉儲服務業區位沒有變動，其他產業類別區位位置皆有些許變動，規劃單位 6、7 與 9 由資訊電子媒體業轉為化學材料與生物製藥業；規劃單位 23、24 與 25 則由原化學材料與生物製藥業改為金融保險服務業區位。而當規劃者以運輸可及成本為單一目標 ($W_1=0, W_2=1$) 時，轉運場站亦規劃位於 15 位置，產業類別區位與 ($W_1=0.5, W_2=0.5$) 規劃結果相比，儘管產業土地使用僅有些許的變動且交通區位相同，產業土地使用偏向選擇化學材料與生物製藥業及醫療保健服務業，但在此種權重下選擇金融保險服務業土地使用最多。茲分別將目標式權重組合 ($W_1=0.5, W_2=0.5$)、 $(W_1=1, W_2=0)$ 、 $(W_1=0, W_2=1)$ 土地使用規劃結果圖示於圖 3。

綜上，在不同權重組合情況下，只要考慮目標式 2 (運輸可及成本) 時 (即 $W_2 \neq 0$)，其規劃結果轉運場站皆會落於 15 位置，即整個規劃園區較

考慮運輸場站之都市科技園區土地使用規劃—以北投士林科技園區為例中心之位置。若不考慮運輸可及成本目標(即 $W_2=0$)，僅考慮都市科技園區產業產值單一目標，則轉運場站位於 38 位置；而當權重較偏向目標式 1，即較考慮整體園區產值時，則產業土地選擇則偏向選擇資訊電子媒體業與化學材料與生物製藥業。

本研究以目標權重為($W_1=0.5, W_2=0.5$)，進一步進行第二階段之路網流量求解。透過園區區內與區外旅次產生與吸引比例進行第二階段最小流量分配，計算行經園區主要道路的尖峰車流量值。流量分配後結果將影響各路段成本函數，再回饋回第一階段，重新進行土地使用規劃求解。均衡求解土地使用規劃結果，轉運場站位於 15 位置，產業分布與原始規劃結果相同。

考慮都市科技園區尚在規劃時期，不同產業類別產值、與不同產業旅次發生皆不確定狀態，因此將此定義為灰數，亦即為具有上下區間數值。將白數值以灰色程度 5%、10% 與 15%，將產業產值與產業發生旅次轉換為灰數參數。在本研究設定權重為($W_1=0.5, W_2=0.5$)且大眾運具 60% 與私人運具使用率 40% 的情況下，觀察模式規劃之結果，灰數規劃結果整理如表 2。當參數灰色程度升高時，其解的灰數範圍會隨著參數之灰度增加而擴大，目標值之灰數範圍變化幅度與參數灰度變化幅度相近。故可判定灰參數之灰色程度會影響目標值之灰色程度。當規劃條件越明確時，則可以降低參數的灰色程度，反之，當規劃條件越不確定時，可提高參數的灰色程度，維持規劃之彈性，以因應尚在規劃中的都市科技園區之不確定性。由表 2 可知，參數之灰色程度改變對產業與轉運場站土地使用之規劃結果並無影響。

進一步，針對不同大眾運輸使用率 α 與私人運具使用率 β 進行情境分析。假設未來大眾運輸使用率持續增加，以達成大眾運輸導向之都市科技園區土地使用。大眾運輸使用比例 70% 與 80% 規劃結果，如圖 4 所示。圖 4 中，提高大眾運輸使用比例至 70% (降低私人運具使用比例至 30%) 時，其產業與轉運場站用地土地使用規劃結果僅有些許的更動，規劃單位 12 原為醫療保健業改為化學材料與生物業；規劃單位 28 則原為化學材料與生物業改為醫療保健業；而規劃單位 19 則從原始物流倉儲服務業改變為資訊電子媒體業使用。若將提高大眾運輸使用比例至 80% (降低私人運具使用比例至 20%) 時，轉運場站土地使用從原本規劃單位 15 位置改至 20 區位，即規劃園區中較內側的位置，此一結果可服務更多位於規劃園區內運輸較不宜達到之產業區位。在產業土地使用部分，亦有大幅度的變動，規劃單位 4、10、12-14、18 與 37 改成化學材料與生物製藥使用；規劃單位 15 改為醫療保健服務業；規劃單位 19、22-26、29 與 30 則改作資訊電子媒體業使用；規劃單位 33 與 34 分別則為物流倉儲業與醫療保健業使用。

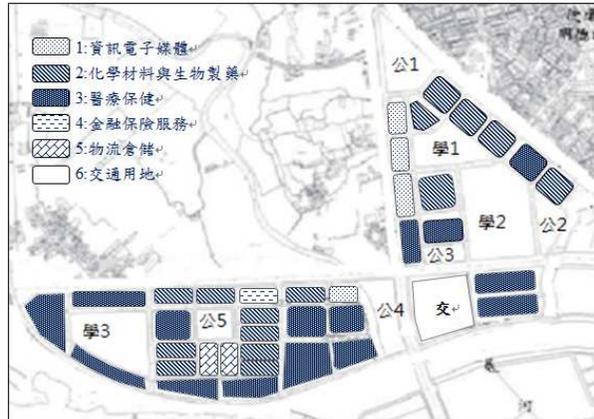
表 1 不同目標式權重之土地使用規劃結果

權重組合 目標值	(0.5, 0.5)	(0.25, 0.75)	(0.75, 0.25)	(1, 0)	(0, 1)
Z1	17,528,000	16,016,000	23,094,000	24,171,000	15,640,000
Z2	20,365,400	19,063,850	29,887,100	43,879,020	19,013,500
規劃單位	土地使用類別分配結果 ^[註]				
1	2	2	2	1	3
2	2	2	2	1	2
3	2	2	2	1	2
4	3	3	2	1	3
5	2	2	2	1	2
6	1	2	1	1	4
7	2	2	2	1	2
8	1	2	1	1	4
9	1	2	1	1	5
10	3	3	2	1	3
11	2	2	1	1	2
12	3	3	2	1	3
13	3	3	2	1	3
14	3	3	2	1	3
15	6	6	6	1	6
16	1	1	3	4	1
17	3	3	2	2	3
18	3	3	5	2	3
19	2	2	3	5	2
20	3	3	3	2	3
21	3	3	1	2	3
22	4	4	1	4	4
23	2	4	1	4	2
24	2	4	1	5	2
25	2	4	1	4	2
26	2	2	1	2	2
27	3	3	2	2	3
28	2	2	4	2	2
29	5	5	1	2	4
30	5	5	1	2	4
31	2	2	1	2	2
32	3	3	2	2	3
33	2	2	1	2	2
34	2	2	1	2	2
35	3	3	3	2	3
36	3	3	2	3	3
37	3	3	2	2	2
38	3	3	3	6	3

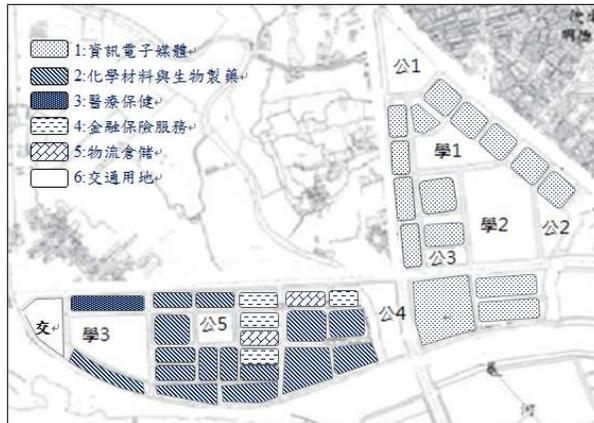
[註]：產業類別土地使用編號：

1 資訊電子媒體業；2 化學材料與生物製藥；3 醫療保健服務業；

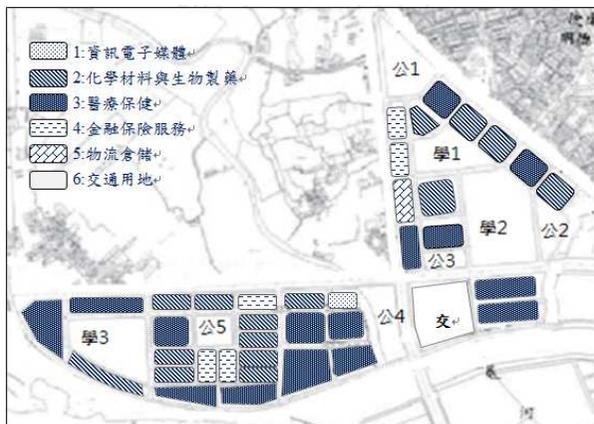
考慮運輸場站之都市科技園區土地使用規劃—以北投士林科技園區為例
 4 金融保險服務業；5 物流倉儲服務業；6 交通用地。



(a) 目標式權重($W_1=0.5, W_2=0.5$) 規劃結果



(b) 目標式權重($W_1=1, W_2=0$) 規劃結果



(c) 目標式權重($W_1=0, W_2=1$) 規劃結果

圖 3、不同目標式權重下之土地使用規劃結果：產業與運輸場站區位分配圖

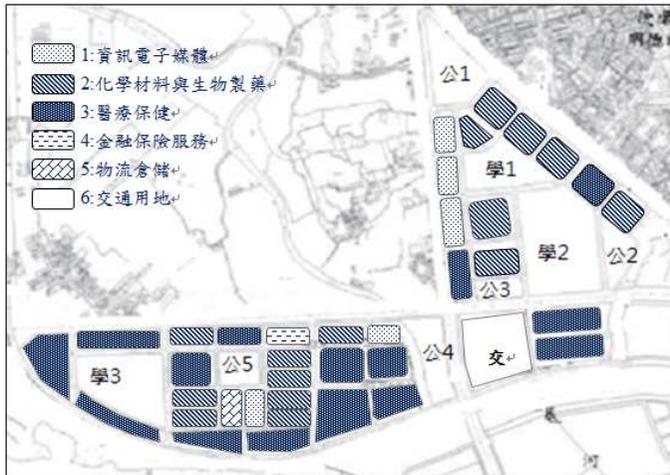
表 2.、參數灰數程度改變之土地使用規劃結果

灰程度 目標值	灰數下界			原始預估 設定值	灰數上界		
	15%灰程 度	10%灰程 度	5%灰程 度		5%灰程 度	10%灰程 度	15%灰程 度
Z ₁	16,106,479	16,605,470	17,295,220	17,528,000	17,977,440	18,450,530	18,949,190
Z ₂	18,713,766	19,293,490	19,843,030	20,365,400	20,887,520	21,436,870	22,016,650
規劃單位	產業與交通土地使用 ^[註]						
1	2	2	2	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2	2	2
3	2	2	2	2	2	2	2
4	3	3	3	3	3	3	3
5	2	2	2	2	2	2	2
6	1	1	1	1	1	1	1
7	2	2	2	2	2	2	2
8	1	1	1	1	1	1	1
9	1	1	1	1	1	1	1
10	3	3	3	3	3	3	3
11	2	2	2	2	2	2	2
12	3	3	3	3	3	3	3
13	3	3	3	3	3	3	3
14	3	3	3	3	3	3	3
15	6	6	6	6	6	6	6
16	1	1	1	1	1	1	1
17	3	3	3	3	3	3	3
18	3	3	3	3	3	3	3
19	2	2	2	2	2	2	2
20	3	3	3	3	3	3	3
21	3	3	3	3	3	3	3
22	4	4	4	4	4	4	4
23	2	2	2	2	2	2	2
24	2	2	2	2	2	2	2
25	2	2	2	2	2	2	2
26	2	2	2	2	2	2	2
27	3	3	3	3	3	3	3
28	2	2	2	2	2	2	2
29	5	5	5	5	5	5	5
30	5	5	5	5	5	5	5
31	2	2	2	2	2	2	2
32	3	3	3	3	3	3	3
33	2	2	2	2	2	2	2
34	2	2	2	2	2	2	2
35	3	3	3	3	3	3	3
36	3	3	3	3	3	3	3
37	3	3	3	3	3	3	3
38	3	3	3	3	3	3	3

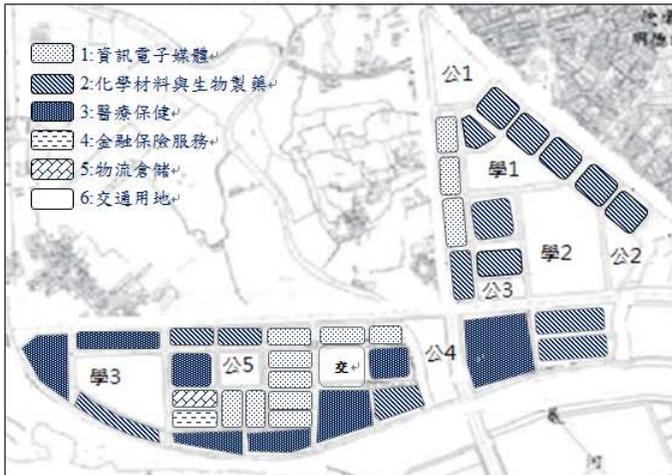
[註]：產業類別土地使用編號：

考慮運輸場站之都市科技園區土地使用規劃—以北投士林科技園區為例

- 1 資訊電子媒體業；
- 2 化學材料與生物製藥；
- 3 醫療保健服務業；
- 4 金融保險服務業；
- 5 物流倉儲服務業；
- 6 交通用地。



(a) 大眾運輸使用比例 70% 情境之規劃結果



(b) 大眾運輸使用比例 80% 情境之規劃結果

圖 4. 大眾運輸使用比例情境之土地使用規劃結果

在大眾運輸使用比例增加情境規劃結果相互比較發現，原始情境規劃與現況情境結果(大眾運輸比例 40~60%)，都市科技園區土地使用選擇提供服務性產業(金融保險與物流倉儲業)較多，而當提升大眾運輸使用時，產業土地使用方面選擇資訊電子媒體業，相對能提供服務性之產業較少。比較不同情境規劃結果之目標式值，如圖 5，當大眾運輸使用比例提升時，整體的產業產值會提升，而總旅次成本會下降；驗證都市科技園區適合以大眾運輸導向發展方向進行規劃，可同時兼顧產業發展與運輸效率。

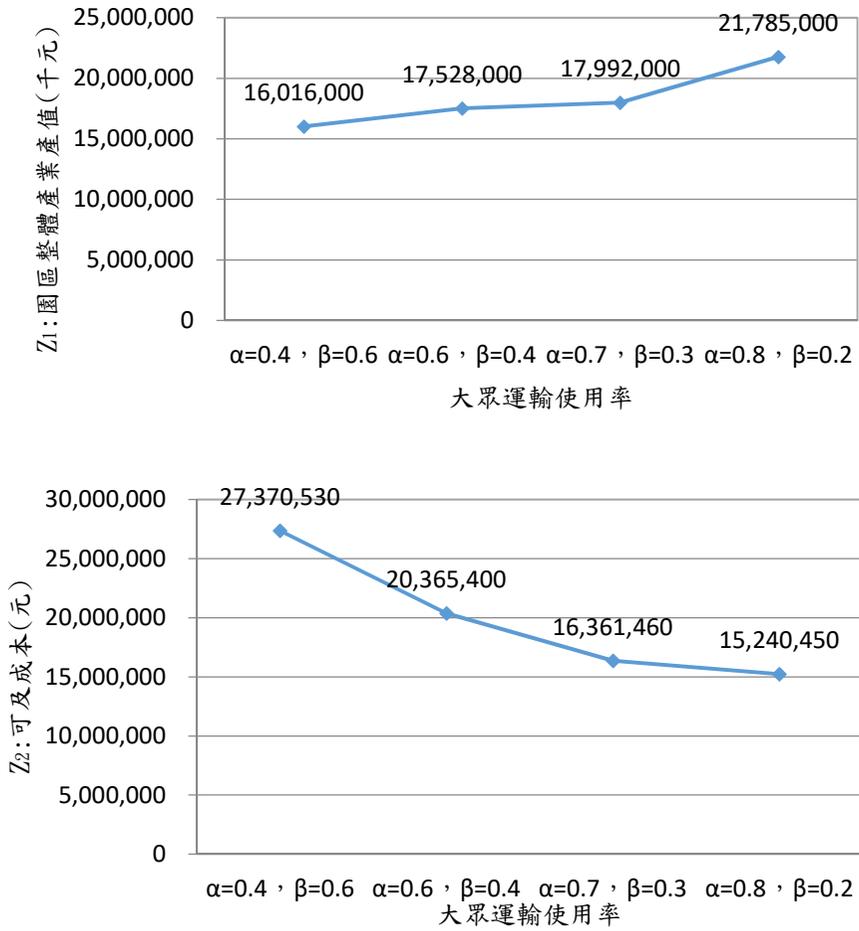


圖 5. 大眾運輸使用率情境之目標式值變化

四、結論

本研究因應都市科技園區初步規劃階段，將運輸區位整合於土地使用設計規劃問題。模式中考量都市科技園區產業產值最大化與可及性成本最小化為目標，探討科技園區內產業與運輸土地使用之區位。透過兩階段求解與模式互動，分析科技園區土地使用與交通運輸影響之間的關係與不同情境下，提供都市計畫、都市產業發展以及交通部門決策單位未來都市科技園區規劃與發展之參考。

本研究在多目標規劃求解上以權重法設定不同權重組合進行模式求解，藉以探討都市科技園區產值與交通可及性之權衡取捨；此外，考慮在科技園區初步規劃階段，對進駐產業之產值與產業旅次發生不確定性，本研究亦建立灰色多目標 0-1 整數規劃模式。數值範例分析結果顯示，都市科技園區土地使用規劃結果可反映兩目標式權衡取捨率。在規劃者考慮目標式 Z2 (交通運輸區位) 時 (即 $W2 \neq 0$)，其運輸場站區位會位於整個規劃園區位置中間的區位。若此運輸土地使用開發為轉運複合式商場時，此區位也是整個園區步行最短距離。而在產業土地使用方面，當權重較偏重考慮運輸土地使用時，園區能提供服務性功能產業較多。然而，若不考慮目標式 Z2，僅考慮園區整體產業產值 Z1 單目標時，則交通用地土地使用則會規劃位於整個園區較角落區位。透過兩階段模式的均衡求解結果，產業區位與交通土地使用雖無變化與改變，整體園區產業產值不變，但總旅次成本增加。再者，透過不確定性參數灰色程度之分析，規劃者可依據參數的不確定性程度，調整其參數灰數的程度，以維持規劃的彈性。灰色程度的改變，可能會因產業上下限制之因素，會導致結果並無太大差異。另外，大眾運輸使用比例情境分析結果顯示，若園區提升大眾運輸使用率時，整體科技園區產值將會提升，同時可及性成本也會大幅下降。本研究考慮園區交通土地使用以及都市未來交通策略的發展，建立其產業與運輸土地使用多目標規劃，可作為規劃者在都市科技園區土地使用規劃上之決策參考基礎。

參考文獻

- 張清、郭繼光 (2010)，新加坡小國繁榮之道，香港城市大學出版社，2010。
- 高雄市政府交通局 (2009)，高雄都會區家戶旅次訪問調查與旅次特性分析報告書。
- 臺北市政府 (2010)，擬定台北市北投林科技園區(區段徵收範圍)細部計畫案，臺北市都市計畫書。

臺北市政府捷運工程局 (2010), 台北都會區整體運輸需求預測模式建立: 旅次行為調查及旅次發生模組。

臺北市政府產業發展局 (2010), 99 年度臺北內湖科技園區、南港軟體工業園區暨大彎南段工業區廠商調查分析。

臺北市政府產業發展局 (2012a), 101 年臺北市生技產業調查分析報告。

臺北市政府產業發展局 (2012b), 臺北產經, 第 9 期。

Hayter, R. (1997), *The Dynamics of Industrial Location: The Factory, the Firm, and the Production System*, New York: Wiley.

McCann, P. (2002). *Industrial Location Economics*, Cheltenham, MA: Edward Elgar.

Rodrigue, J.P. (1994), "The Utility Value of Land Use: Theoretical Foundations and Application to Shanghai," *Journal of Transport Geography*, Vol. 2, No. 1, pp. 41-54.

Marc, L. (1979), "A Discrete-convex Programming Approach to The Simultaneous Optimization of Land Use and Transportation," *Transportation Research Part B*, pp.33-48.

Prastacos, P. (1986), "An Integrated Land-Use-Transportation Model for the San Francisco Region: Design and Mathematical Structure," *Environment and Planning A*, Vol.18, pp.307-322.

Badoe, D. A. and Miller, E.J. (2000), "Transportation-Land-Use Interaction: Empirical Findings in North America, and Their Implications for Modeling," *Transportation Research Part D*, pp.235-263.

Ruiz, M.C, Romero, E., Perexz, M.A. and Fernandez, I.(2012), "Development and Application of A Multi-criteria Spatial Decision Support System for Planning Sustainable Industrial Areas in Northern Spain," *Automation in Construction*, Vol.22, pp.320-333.

Chen, C.J. and Huang, C.C. (2004), "A Multiple Criteria Evaluation of High-Tech Industries for The Science-based Industrial Park in Taiwan," *Information & Management*, Vol.41, pp.839-851.

Chen, C.J., Wu, H.L. and Lin, B.W. (2006), "Evaluating the Development of High-tech Industries: Taiwan's Science Park," *Technological Forecasting & Social Change*, Vol.73, pp.452-465.

高乘載管制政策研析： 以臺灣國道一號高速公路北部路段為例

High-Occupancy Regulation Policy: Case of National Freeway NO.1 in Northern Taiwan

褚志鵬 Chih-Peng Chu ¹

朱靜怡 Ching-I Chu ²

摘要

高速公路擁擠是臺灣迫切需要解決的問題，近年來歐美等國家針對交通壅塞、高通勤成本，以及石油消耗等問題，設置高乘載與收費車道。高乘載車輛專用車道結合道路擁擠費的管制概念，將高乘載車輛專用車道剩餘容量移轉給付費的低乘載車輛。本文利用兩階段規劃概念，政府決定初始道路政策，用路者再依照自己的旅行成本決定是否要使用此路段。在上層決策是照目前車流狀況運用服務水準原則訂出合適的道路政策，再以最低成本原則模擬改善擁擠政策，而下層則是以用路人最小化個人成本為考量。本研究以國道一號五股交流道至楊梅交流道擁擠路段為例，導入高乘載車輛專用車道與高乘載與收費車道兩種道路政策，模擬車流狀況計算出不同道路政策之服務水準，發現高乘載與收費車道之服務水準最佳，可以有效改善擁擠問題，其中約有百分之五十至八十之高乘載車輛會進入高乘載與收費車道，而百分之二十以內低乘載車輛願意共乘或是付出擁擠收費進入高乘載與收費車道。

關鍵詞：交通管理、擁擠定價、高乘載管制、兩階段規劃、服務水準

Abstract

Highway congestion is a serious problem in Taiwan. In recent years, high-occupancy vehicle lanes (HOV lanes) have been applied in America and many European countries for solving traffic congestion, high commuting costs and oil consumption problems. High-occupancy toll lanes (HOT lanes), on the other hand, are another way to increase the utilization of HOV lanes. HOT lanes convert the

¹ 國立東華大學企業管理學系教授 (聯絡地址: 974 花蓮縣壽豐鄉志學村大學路二段一號, 電話: 03-8633029, E-mail: chpchu@mail.ndhu.edu.tw)。

² 國立東華大學全球運籌管理所碩士 (聯絡地址: 974 花蓮縣壽豐鄉志學村大學路二段一號, 電話: 03-8633162, E-mail: m9737009@ems.ndhu.edu.tw)。

remaining capacity of HOV lanes, which allow low occupancy vehicles (LOVs) to use the HOT lanes by paying a congestion toll. This paper uses a bi-level concept to crystallize an organizational hierarchy in which two decision makers seek to improve their strategies. In the upper level problem, administrators decide the policy of freeways as a minimum total cost problem based on the current traffic flow and desired level of service; in the lower level problem, road users estimate their travel cost to decide the most economical way. A case of the National Freeway No.1 from Wugu interchange to Yangmei interchange is used to test our policies, the HOV and HOT lanes. The simulation shows that convert an existing lane to HOT lane is the optimal road policy. And we also find that between 50% and 80% of the HOVs will divert into the HOT lane, and between 0% and 20% of the LOVs will carpooling or pay a congestion toll to use the HOT lane.

Keywords: traffic management, congestion pricing, high-occupancy, bi-level programming, level of service

1 Introduction

Being stuck in a traffic jam seems unavoidable for the drivers in developed or developing countries. Since traffic circumstances are getting worse, easing traffic congestion has become one of the primary goals for governments to focus. In recent years, high-occupancy vehicle lanes (HOV lanes) have been implemented widely for solving congestion problems in America and many European countries. The concept of HOV lane was first introduced in 1969 as an exclusive bus lane to the Lincoln Tunnel in New Jersey, USA (Federal Highway Administration, 2008) which only allows vehicles with two or more occupants to use.

In order to improve traffic flow efficiency, many traffic managers combine the concept of congestion pricing with HOV lane, and convert the remaining capacity of the HOV lanes to high-occupancy toll lanes (HOT lanes) in an attempt to allow single-occupant vehicles (SOVs) or low-occupant vehicles (LOVs) to use the fast HOT lanes by paying a toll. The SR-91 Express Lanes which opened in 1995 were the first practical application of the HOT lane concept and it also solved the problem of empty lane syndrome (Federal Highway Administration, 2009).

The purpose of this paper is to improve traffic congestion problems by carrying out the road policy with a model based on travel time data measured in the field on the National Freeway No.1 in Taiwan. With regard to the road policies: Mixed-flow lane (General-purpose lane), HOV lane and HOT lane policy, it is undeniable that not all the traffic regulations are suitable in every scenario. Hence it is important to consider how to apply them effectively and efficiently in different traffic situation. This paper will discuss each road policy

and give an optimal suggestion for the northern region of National Freeway No.1.

We use the concept of bi-level programming problems (BLP) to visualize an organizational hierarchy in which two decision makers seek to improve their strategies. The bi-level decomposition method is viewed as an adjustment phase with the upper level decision maker sending tentative information to the lower level decision maker, observing reactions, and then updating the corporate information.

2 Literature Review

Bureau of Census surveys (1979) showed that the average transit commuter trip requires about 70% more time than the average carpooling trip. Formal carpooling projects have been around in a structured form since the mid-1970s. There are several basic carpool types: designated driver carpooling, alternating carpooling, employer carpooling and fleet car/vanpool program. There are three types of approaches used to study carpooling problems (Kostyniuk, 1982). The first type is to predict ridesharing demand of utility maximization principle by viewing ridesharing as an individual or household travel decision. The second type considers the process and conditions of formation of a group to estimate the ridesharing potential of an area. The third type considers demand and supply effects to obtain equilibrium traffic flows.

Huang et al. (2000) presented a deterministic model and a stochastic model for studying carpooling problems. Each model is established for both no-toll equilibrium and social optimum equilibrium, and explains how the amount of carpooling is affected by fuel cost, assembly cost, time value, preferential or attitudinal factors and traffic congestion. It is found that tolling scheme is implemented only when a congestion externality-based, carpooling is sensitive to traffic congestion reduction. Generally, in the absence of external factors of circumstances, road users will not carpool on their own initiative for overcrowding. There must be a reliance on public policy to encourage carpooling.

The HOV lane was first introduced in 1969 as an exclusive bus way on Virginia's Shirley Freeway (I-395), USA. The concept has been developed and been tested to mitigate traffic congestion and improve transport efficiency (Chung and Choi, 2010; Ungemah et al., 2008). The benefits to set HOV lanes include reducing truck-mileage, pollution emissions, commuting time and fuel consumption; increasing vehicle loading and improving travel speed as well as

the punctuality of travel time (Institute of Transportation, MOTC, 1997).

It might motivate road users to shift from driving solo to carpooling on the successful HOV lanes, but HOV lanes are not always more effective when compared to Mixed-flow lanes. Dahlgren (1998) developed a model to determine the circumstances in which HOV lanes would be effective. Four alternatives are presented: adding a high HOV lane, adding a Mixed-flow lane, converting an existing lane to HOV lane, and doing nothing.

Li (2001) demonstrated that household income, vehicle occupancy, trip purpose, and age are important determinants of HOT lane use. These findings provide some useful indications for selecting HOT sites and the implementation of HOT lanes. Turnbull (2008) examined three HOV-HOT projects on I-15 in San Diego, California; I-394 in Minneapolis, Minnesota; and I-25 in Denver, Colorado. Although the characteristics and the experience on I-15, I-394 and I-25 are somewhat different, they provide different perspectives on the potential impacts on public transportation in bus travel time, trip time reliability and on-time performance.

Plotz et al. (2010) deal with the potential efficacy of implementing a pure HOV lane by considering two extreme scenarios that provide a range of the potential impacts of HOVs trip reduction. It has greater impacts from both a vehicular trip reduction and revenue generating perspective when HOV lanes have with additional management and pricing. Chung and Choi (2010) presented a feasible assessment of implementing a HOT lane using a dynamic toll concept as an alternative improvement to the existing HOV facility on the Kyungbu freeway in Korea. Liu et al. (2010) addressed the analysis of system performance for Washington State Route 167 HOT operations. Based on the analysis and evaluation results, the speed-flow relationships in the HOT lanes systems and quantified travel time savings, SOVs tolling incentives are presented.

3 Model Formulation

3.1 Bi-Level Concept

103 There are three road policies: Mixed-flow lane, HOV lane and HOT lane. Administrators decide the policies of freeway. However, road users have different responses toward different policies, and choose lowest travel cost for themselves. They estimate travel cost to decide whether to use a road or not. We suppose two types of road users: low-occupancy vehicle drivers (LOVs)

and high-occupancy vehicle drivers (HOVs). The former means that occupants are below the standard of lane occupants, and the latter means vehicles with more passengers.

We use a bi-level concept to visualize an organizational hierarchy in which two decision makers seek to improve their strategies. Multi-level programming is characterized as mathematical to solve decentralized planning problems. An important feature of multi-level programming problems is that controlling over the decision variables is partitioned among the levels, but a decision variable of one level may affect the objective functions of other levels. A planner at one level of the hierarchy may have his objective function and authority determination, however the other variable controlled by other levels influences the objective functions (Bialas and Karwan, 1984; Wen and Hsu, 1991). Generally, real world problems involving a hierarchical relationship are between two decision levels (Ben-Ayed et al., 1992; Colson et al., 2007).

The bi-level decomposition method is viewed as an adjustment phase with the upper level decision maker sending information to the lower level decision maker, observing reactions, and then updating the corporate information. Since everyone seems to make their choices so as to maximize their individual utility functions, one criticism of the decomposition method is that the upper level decision maker is solving an optimization problem which is perhaps very large with a single objective. Over the fixed feasible region, the lower level decision maker controls the other variable, and does his/her own optimizing, and then a single corporate objective decomposes into the objectives of subunits. Figure 3.1 show the relationship of the upper level and the lower level problem.

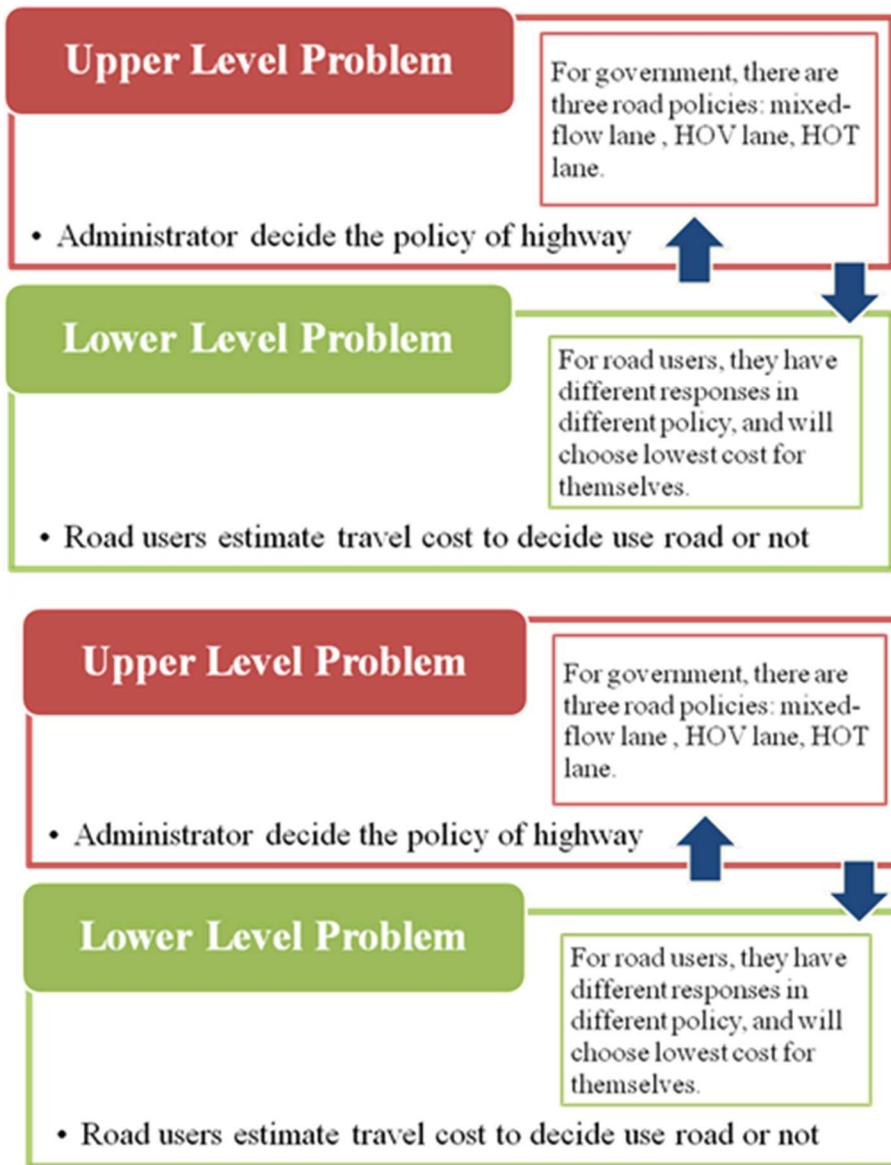


Figure 3.1 Bi-Level Concept

Different types of road policies focus on different objectives, such as revenue generation, congestion management, or both. In this paper, traffic congestion reduction is our major objective. The major factor motivating new road policies is severe and recurring traffic congestion. A road policy should be considered only when there is highway congestion, so we need to define congestion sections of a highway and the congestion time periods first. We collect traffic flow from Institute of Transportation, MOTC, and Taiwan Area National Freeway Bureau, MOTC, and then use the concept of level of service

(LOS) to calculate the performance status of current Mixed-flow lanes. If current inner lanes operate above LOS C and current outside lanes operate above LOS D, we do nothing. If current inner lanes operate below LOS C or current outside lanes operate below LOS D, we find the congestion sections of a highway and have to improve them.

Because congestion situation is different in different road sections, we have two candidates of road policy: HOV lanes and HOT lanes. Assume between 70 and 90 percent of the current mainline and service road HOVs will divert into the HOV facility (Federal Highway Administration, 2008). We can preliminary estimate the traffic flows of HOV lanes, and calculate the initial LOS. In this step, we add a penalty concept. If highway lanes do not meet specific service level, which means the crowded condition, we give them a penalty. If HOV policy is better than Mixed-flow policy, we use HOV lane as new road policy, if not, we will consider HOT lanes. Figure 3.2 shows the procedures.

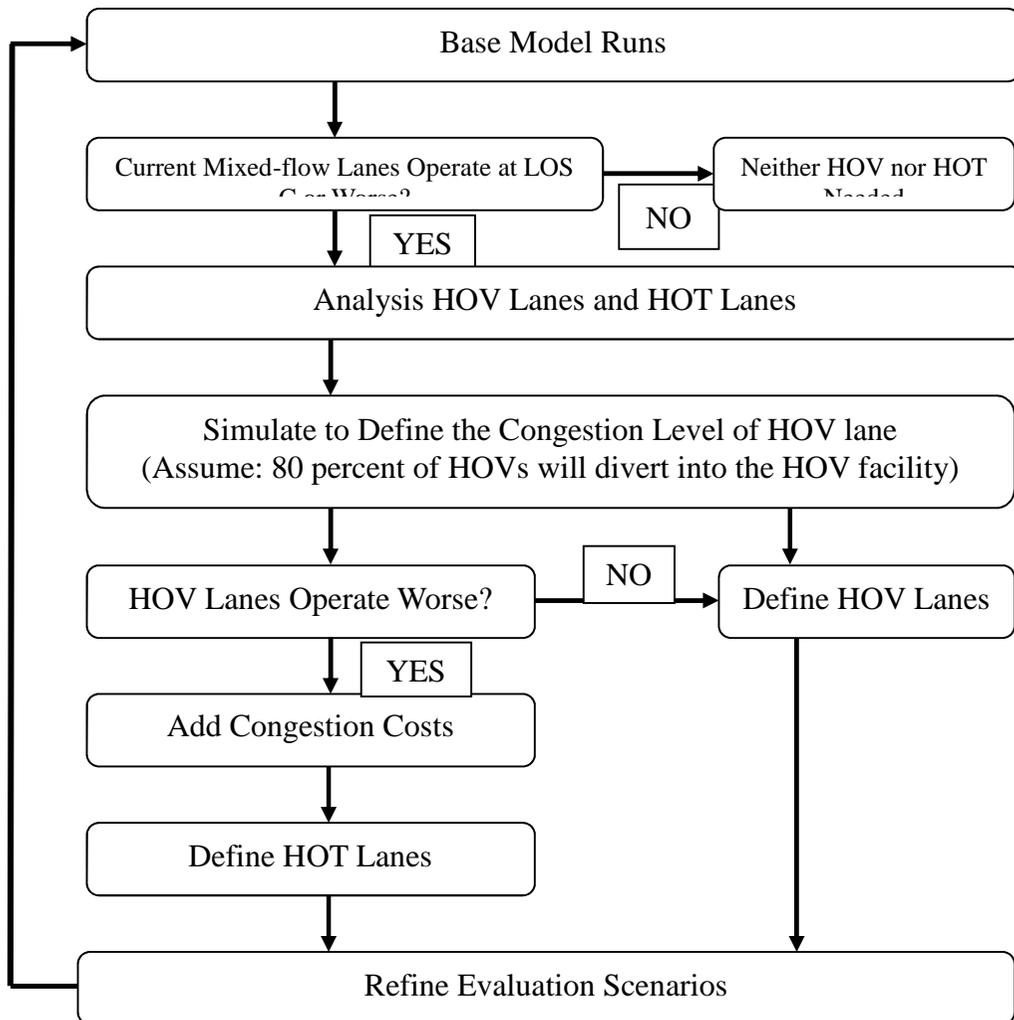


Figure 3.2 Operational Assessments of Road Policies

3.2 Level of Service

The Highway Capacity Manual (HCM) is a synthesis of state of the art in methodologies for quantifying operational conditions within traffic stream and capacity utilization for a variety of transportation facilities. One of the foundations of the HCM is LOS. LOS is a method of traffic analysis to quantify a roadway's performance with regard to specified traffic volumes. We use the concept of LOS to analyze the traffic congestion level.

Six levels of service are ranking from A to F, with LOS A representing the best operating conditions and LOS F representing the worst. The design LOS is related to up to the amount of congestion would be allowed on a given road.

This operational performance can be measured or calculated in terms of mean speed as well as other factors such as travel time, traffic flow, and density. LOS is an indicator showing how drivers and road users feel about the driving speed, travel time, freedom to maneuver, traffic interruptions, comfort, and traffic safety. In this paper, we choose speed as the measure standard of LOS.

There are several steps in a basic LOS determination an uninterrupted-flow facility. These analysis procedures are as follows:

1. Base conditions

The base conditions for a basic freeway segment include lane width, number of lanes in each travel direction, right-shoulder clearance, median lateral clearance, and type of terrain (level, rolling or mountainous).

2. Service measure and the adjustment factors

The adjustment factors such as lane width adjustment, lateral clearance adjustment, number of lanes adjustment, interchange density adjustment, peak-hour factor, heavy-vehicle adjustment, terrain adjustment, passenger car equivalency factor, the proportion a given type of vehicle and driver population adjustment are used to determining real free flow speed.

$$Q_a = \frac{Q_g}{a_v} \quad (3.1)$$

$$Q_g = \frac{Q_{PHF} \times (1-H) \times S_g}{l_g} + \frac{Q_{PHF} \times H \times R_g}{l_g} \quad (3.2)$$

$$a_v = \frac{1}{1 + P_g \times (E_h - 1)} \quad (3.3)$$

$$P_g = \frac{Q_{PHF} \times H \times R_g}{N_g \times Q_g} \quad (3.4)$$

$$S_1 = \frac{V \times N_1 \times (1-H + H \times R_2) - H \times R_1 \times N_2}{V \times N_1 \times (1-H) + N_2 \times (1-H)} \quad (3.5)$$

$$Q_{PHF} = \frac{Q}{PHF} \quad (3.6)$$

Where

Q_a : the adjustment flow, unit: vehicle

Q_g : the flow on line g , unit: vehicle (on certain line)

a_v : the vehicle population adjustment

Q : total flow in in each travel direction, unit: person

PHF : the peak-hour factor

H : the ratio of heavy-vehicle in total vehicle

S_g : the ratio of passenger-vehicle in total passenger-vehicle on inner line or outside line

R_g : the ratio of heavy-vehicle in total heavy-vehicle on inner line or outside line

l_g : number of lines, unit: lines

V : the proportion of vehicle on inner line to outside line

g : type of line; $g = \{\text{inner line: 1, outside line: 2}\}$

P_g : the ratio of heavy-vehicle in total vehicle on inner line or outside line

E_h : the passenger car equivalency factor

3. Determining level of service

After calculating the value of service measure, we can determine the LOS from the service measure value. Table 3.1 present the LOS criteria for basic freeway segment.

Table 3.1 Level of Service Criteria for Basic Freeway Segment

LOS	Mean Speed (km/hr)	Traffic Flow	Traffic Flow Characteristics	Congestion Level
A	> 100	< 1600	Free flow conditions, vehicles are almost completely unimpeded in their ability to maneuver within the traffic stream.	Low
B	95-100	1600-1900	Reasonably free flow, vehicles maneuver within the traffic stream is only slightly restricted.	Low
C	90-95	1900-2050	Freedom to maneuver within the traffic stream is noticeably restricted.	Moderate
D	80-90	2050-2300	Freedom to maneuver within the traffic stream is more noticeably limited, and drivers experience reduced physical and psychological comfort level.	Moderate
E	70-80	2300-2600	Operating conditions at or near the roadway's capacity, and drivers experience considerable physical and psychological discomfort.	Severe
F	< 70	> 2600	Breakdown in vehicular flow.	Severe

Source: Transportation Research Board (1994).

3.3 Travel Cost Function

To continue our earlier discussion, when the administrator decide the specific road policy for the freeway, road users will estimate travel cost to decide whether they will use road, they will choose the lowest travel cost, which include travel time, fuel cost, carpooling cost and congestion toll.

Every road user has travel cost associated with a trip which is one of the most vital reason for them to consider about, hence applying a model to calculate travel cost is the major focus in this part. We suppose travel costs of a road user are composed with travel time, fuel cost, carpooling cost and congestion toll. We calculate travel time by Bureau of Public Roads (BRP) function (see equation 3.9), which is established the following relationship between travel time on a freeway section and volume using this freeway by the Federal Highway Administration. The fuel cost is monetary cost which we can estimate by consumptions per kilometer. The carpooling cost is an intangible cost that cannot be directly quantified, but we can estimate the carpooling cost by the relationship of different transport mode. The carpooling cost could be considered as a psychological cost that a commuter is willing to pay to avoid

using one transport mode over another. (Chu, 2000)

$$c_i = [d_i \cdot t(Q_i)] \quad (3.7)$$

$$t(Q_i) = t_0 \left[1 + \alpha \left(\frac{Q_i}{C_a} \right)^\beta \right] \quad (3.8)$$

where

c_i : the travel cost on line i , unit: \$NTD

d_i : the distance on line i , unit: km

$t(Q_i)$: the average travel time with flow Q_i per unit distance, unit: minute

Q_i : the flow on line i , unit: vehicle

t_0 : the free-flow travel time per unit distance, unit: minute

C_a : the road capacity, unit: vehicle

α, β : constant

i : road policy; $i = \{\text{mixed-flow, HOV, HOT}\}$

3.3.1 Mixed-flow Lane

Mixed-flow lane means general freeway lane, a main road for travel by the public between important destinations, such as cities, large towns, and states. There are two type road users in Mixed-flow lane: LOVs and HOVs. Base on BRP function, we add the user's time value, fuel cost and carpooling cost into Mixed-flow lane travel cost model.

$$c_{Mixed,HOVs} = [d_{Mixed} \cdot t(Q_{Mixed})] \cdot \lambda + \frac{f+s}{n} \quad (3.9)$$

$$c_{Mixed,LOVs} = [d_{Mixed} \cdot t(Q_{Mixed})] \cdot \lambda + f \quad (3.10)$$

$$t(Q_{Mixed}) = t_0 \left[1 + \alpha \left(\frac{Q_{Mixed}}{C_a} \right)^\beta \right] \quad (3.11)$$

$$Q_{Mixed} = \frac{q_{HOVs1}}{n} + q_{LOVs1} \quad (3.12)$$

where

$c_{Mixed,HOVs}$: the HOVs' travel cost on Mixed-flow line, unit: \$NTD

$c_{Mixed,LOVs}$: the LOVs' travel cost on Mixed-flow line, unit: \$NTD

d_{Mixed} : the distance on Mixed-flow line, unit: km

$t(Q_{Mixed})$: the average travel time with flow Q_{Mixed} per unit distance, unit: minute/km

Q_{Mixed} : the flow on Mixed-flow line, unit: vehicle

t_0 : the free-flow travel time per unit distance, unit: minute

C_a : the road capacity, unit: vehicle

α, β : constant

λ : the user's time value, unit: \$NTD/minute

f : fuel cost, unit: \$NTD per trip

s : carpooling cost, unit: per-trip

q_{HOVs} : the carpooling flow, unit: vehicle

q_{LOVs} : the non-carpooling flow, unit: vehicle

n : size of HOVs, unit: person per vehicle

3.3.2 HOV Lane

High-Occupancy Vehicle lane is a lane reserved for vehicles with two or more passengers. These lanes are also known as carpooling lanes, commuter lanes, diamond lanes, express lanes, and transit lanes. To encourage more efficient use of freeways, governments in many cities have either built or reserved special lanes for carpooling.

The total vehicle demand for scarce road capacity is thereby reduced and the person-movement efficiency of the roadway is thus increased. When the carpooling are composed by n persons, we consider fuel cost and carpooling cost be divided into equal parts.

$$c_{HOVs} = \left[d_{HOV} \cdot t(Q_{HOV}) \right] \cdot \lambda + \frac{f+s}{n} \quad (3.13)$$

$$t(Q_{HOV}) = t_0 \left[1 + \alpha \left(\frac{Q_{HOV}}{C_a} \right)^\beta \right] \quad (3.14)$$

$$Q_{HOV} = \frac{q_{HOVs2}}{n} \quad (3.15)$$

where

c_{HOVs} : the HOVs' travel cost on HOV line, unit: \$NTD

d_{HOV} : the distance on HOV line, unit: km

$t(Q_{HOV})$: the average travel time with flow Q_{HOV} per unit distance, unit: minute/km

Q_{HOV} : the flow on HOV line, unit: vehicle

t_0 : the free-flow travel time per unit distance, unit: minute/km

C_a : the road capacity, unit: vehicle

α, β : constant

λ : the user's time value, unit: \$NTD / minute

s : carpooling cost, unit: \$NTD per trip

q_{HOVs} : the carpooling flow, unit: vehicle

n : size of HOVs, unit: person per vehicle

3.3.3 HOT Lane

While some HOV lanes have been proven effective, others are found to be underutilized, because carpooling account for only a small proportion of total vehicle travel and not all carpooling use HOV lanes. HOT lanes are similar to HOV lanes but they also offer a new option for solo drivers to avoid congestion. HOT lanes offer an alternative to resolving the problem of underutilized HOV lanes. In congestion road section, an additional road user forces other road users to slowdown, and let every user have longer trip times. A driver does not have to pay for the costs of additional travel time in the absence of a toll. The situation can be improved by corrective policy measures, a congestion toll being the main example. Congestion tolls may vary with the time of day, for a specific road, or by the specific vehicle type.

There are two type road users in Mixed-flow lane: LOVs and HOVs. LOVs need to pay a toll for using the HOT lanes, and HOVs are exempt from the charge.

$$c_{HOT,HOVs} = [d_{HOT} \cdot t(Q_{HOT})] \cdot \lambda + \frac{f+s}{n} \quad (3.16)$$

$$c_{HOT,LOVs} = [d_{HOT} \cdot t(Q_{HOT})] \cdot \lambda + f + \tau \quad (3.17)$$

$$t(Q_{HOT}) = t_0 \left[1 + \alpha \left(\frac{Q_{HOT}}{C_a} \right)^\beta \right] \quad (3.18)$$

$$Q_{HOT} = \frac{q_{HOVs3}}{n} + q_{LOVs2} \quad (3.19)$$

where

$c_{HOT,HOVs}$: the HOVs' travel cost on HOT line, unit: \$NTD

$c_{HOT,LOVs}$: the LOVs' travel cost on HOT line, unit: \$NTD

d_{HOT} : the distance on HOT line, unit: km

$t(Q_{HOT})$: the average travel time with flow Q_{HOT} per unit distance, unit: minute/km

Q_{HOT} : the flow on HOT line, unit: vehicle

t_0 : the free-flow travel time per unit distance, unit: minute/km

C_a : the road capacity, unit: vehicle

α, β : constant

λ : the user's time value, unit: \$NTD/minute

f : fuel cost, unit: \$NTD per trip

s : carpooling cost, unit: \$NTD per trip

q_{HOVs} : the carpooling flow, unit: vehicle

q_{LOVs} : the non-carpooling flow, unit: vehicle

τ : a toll fee, unit: \$NTD per trip

n : size of HOVs, unit: person per vehicle

“Second-best pricing is particularly relevant for ‘implementation paths’ for marginal cost based pricing in transport” (Rouwendal and Verhoef, 2006). In the presence of HOV lanes, the optimal common toll is a weighted average of the marginal external congestion costs between non-carpooling and carpooling commuters, Yang and Huang (1999) present the second-best pricing models for the objective of maximizing social welfare.

$$\tau = w_1 \{ \lambda N_1 T'(l_1 C_a, N_1) \} - w_2 \{ \lambda N_2 T'(l_2 C_a, N_2 / n) / n \} \quad (3.20)$$

where

w_o : weighting factors , $o \in \{1, 2\}$

τ : the optimal uniform toll for all vehicles, unit: \$NTD per trip

l_1 : the number of Mixed-flow lanes for non-carpooling vehicles, unit: lane

l_2 : the number of HOV lanes for the exclusive use of carpooling vehicles, unit: lane

C : the capacity of each highway lane, unit: vehicle

N_1 : the numbers of non-carpooling commuters, unit: person

N_2 : the numbers of carpooling commuters, unit: person

λ : time value, unit: \$NTD/minute

T : congestion travel time, unit: minute

n : size of person of carpool, unit: person per vehicle

The terms $\lambda N_1 T'(l_1 C, N_1)$ and $\lambda N_2 T'(l_2 C, N_2 / n) / n$ are the marginal external congestion costs of a non-carpooling commuter and a carpooling commuter (not vehicle), respectively, in the second-best optimum. Consequently, the optimal uniform toll is a weighted sum of the marginal external congestion costs associated with the two classes of commuters. If overall demand is perfectly inelastic, then we obtain $w_1=2.0$, $w_2=-2.0$. T is congestion travel time in the mathematical model, we take the partial derivative of it, get the result as following:

$$T = \left[1 + \alpha \left(\frac{Q_i}{C_a} \right)^\beta \right] \cdot t_0 \cdot d_i \quad (3.21)$$

$$T' = \frac{\partial T}{\partial Q_i} = \frac{\alpha \cdot \beta \cdot d_i \left(\frac{Q_i}{C_a} \right)^{-1+\beta} t_0}{C_a} \quad (3.22)$$

3.4 User equilibrium

Road user's decisions to take specific routes ultimately determine the route traffic on which their route decisions are based. This interdependence

between road user decisions and modal traffic flow is schematically presented in figure 3.2. The interdependence of road users' decisions and traffic flow creates the problem of equilibrium, which is common to many model's applications. Following this, we will present and discuss typical function of the mathematical models used to forecast freeway route choice.

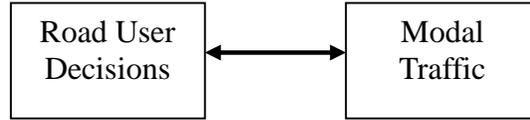


Figure 3.2 Interdependence of Road User Decisions and Traffic Flow
Source: Mannering and Kilareski (2005)

Route choice presents a classic equilibrium problem, because road users' choice are primarily a function of travel time, and the interrelationship between route choice and travel time form the basis of route choice theory and model development. The theory of user equilibrium route choice model can be made operational with three assumptions. First, it is assumed that road users will select routes between origins and destinations on the basis of route travel times only. Second, road users have knowledge of the travel time on all available routes between their origin and destination. Third, the user equilibrium model assumes that all road users will minimize their own individual travel costs.

$$\min Z(v, p) = \sum_{a \in A} \int_0^{V_a} t_a(\omega|p) d\omega \quad (3.23)$$

subject to

$$\sum_{r \in R_w} f_{rw} = d_w, \quad w \in W$$

$$f_{rw} \geq 0, \quad r \in R_w, \quad w \in W$$

4 Computational Results

Not all scenarios, fits HOV lane or HOT lane; therefore we need to determine in which conditions HOV lane or HOT lane can be applied. In this part, we will bring up a specific case which we use for testing the developed mathematic models. First, we will collect real data from Institute of Transportation, MOTC, and Taiwan Area National Freeway Bureau, MOTC, and implement the model after arranging and verifying the data. We will

analyze the results to verify our models in a simulation.

4.1 Data Collection

Here, we collect the data of traffic flow at each interchanges from Institute of Transportation, MOTC, and Taiwan Area National Freeway Bureau, MOTC. There are sixty-five interchanges along the National Highway NO. 1 in Taiwan and they are distributed over the southernmost to the northernmost of Taiwan. Every vehicle passing the interchange is recorded for every hour. Real traffic flow data in each interchange and every hour is collected. We also collect vehicle percentages of vehicle occupancy and road user's degrees of acceptance about high-occupancy regulation policy for highway. These data are shown in table 4.1 and table 4.2.

Table 4.1 Vehicle Occupancy Percentages

Trip Variable	Number of person/vehicle	Weekdays	Weekends	Mean
Vehicle Occupancy	1	24.32%	9.02%	16.73%
	2	33.59%	22.75%	28.21%
	3	18.53%	26.67%	22.57%
	4+	23.56%	41.56%	32.49%

Source: Chou et al. (2006)

Table 4.2 Road User's Degrees of Acceptance about High-Occupancy Regulation Policy for Highway

Degrees of Acceptance	HOV__C*	HOV__F**	HOT
Absolutely Disagree	3.5%	2.14%	4.09%
Quite Disagree	9.4%	11.48%	17.51%
Neither Agree nor Disagree	14.59%	10.31%	13.42%
Quite Agree	56.23%	57.78%	55.45%
Absolutely Agree	16.34%	18.29%	9.53%

*HOV__C: High-occupancy regulation policy for highway

**HOV__F: It's free for High-occupancy vehicle on HOV lane

Source: Chou et al. (2006)

The base conditions for National Highway No. 1 are defined as [Institute of Transportation, 1997]: (1) 3.75 meter minimum lane widths; (2) 2 meter minimum right-shoulder clearance between the edge of the travel lane and objects; (3) Three or four lanes in each travel direction; (4) Only passenger cars in the traffic stream; (5) Level terrain (no grades greater than 1 %); and (5) A free-flow speed of 100km/hr.

Since highways are intended for high-speed operations, it is easy to judge whether the traffic condition is efficient base on the LOS criteria. In generally, we maintain LOS C on the inner lanes and LOS D on the outside lanes. We transform the service levels into service flows as table 4.3. If the flows in each travel direction exceed the LOS criteria, it means that the traffic flows are out of road capacity, so we can identify these flows as the congestion road sections of a highway. Real traffic flow data in each interchange and every hour is examed, and we can regard road sections from Taishan toll station to Yangmei toll station as congestion.

Mixed-flow lanes (we maintain LOS C on the inner lanes, and LOS D on the outside lanes). If it does not meet specific service level, we give it a penalty to present the crowded condition and the values of penalty are shown in table 4.4.

We implement the equation (3.1) to (3.6) with the adjustment factors (from Figure 4.2, and the proportions of different vehicles in Taiwan (small vehicle: 83.51%, heavy-truck and bus: 9.26%, tractor trailer: 7.23%) to calculate traffic flows of current inner lines and outside lines, and estimate LOS values.

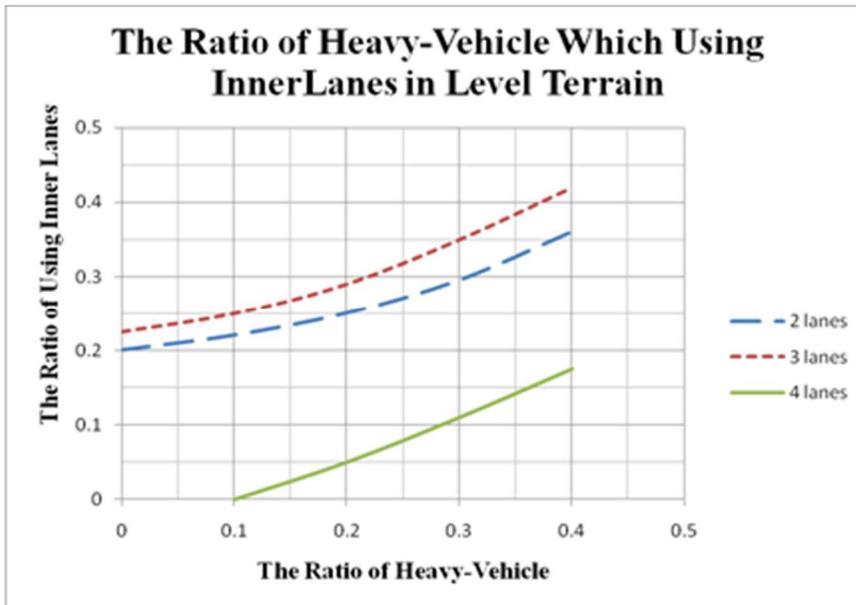


Figure 4.2 The Ratio of Heavy-Vehicle Which Using Inner Lanes in Level Terrain

By referring to table 3.1, we can estimate LOS of traffic flows, and we can find that many road sections which do not meet the LOS C on the inner lanes and LOS D on the outside lanes from Taishan toll station to Yangmei toll station, so we need new road policy to improve the congestion problem.

Table 4.4 Penalty of Missing LOS

LOS Lane	A	B	C	D	E	F
HOV	0	0	1	2	3	4
Inner	0	0	0	1	2	3
Outside	0	0	0	0	1	2

First, we consider HOV and HOT policies as new road policy. High-occupancy policy usually class with non-carpooling and carpooling. In U.S.A., non-carpooling usually mean SOVs, but the ratio of SOVs is low in Taiwan (SOVs: 16.73%, carpooling: 83.27%), so we need addition considerations to redefined non-carpooling and suitable vehicle occupancy ratio.

In the case, we address non-carpooling as LOSs and address carpooling as HOVs and set up two kind of occupancy vehicle (HOVs 4+, HOVs 3+). In HOV case, we assume 80% of the current mainline and service road HOVs will divert into the HOV facility; in HOT case, we assume 80% HOVs and 10% of LOVs will divert into the HOT facility (Federal Highway Administration, 2008). We preliminary estimate these traffic flows of the road policy lanes, and calculate the initial LOS of different road policy lanes. Penalties of missing LOS in are shown in table 4.5.

Table 4.5 Penalties in Every Set of Road Policy in the Upper Level

Road Section \ Policy	Wugu-Linkou	Linkou-Airport	Airport-Jhongil	Jhongil-Yangmei
Mixed-flow Lane	20	66	54	26
HOV4+ Lane	42	86	67	56
HOV3+ Lane	42	88	59	32
HOT4+ Lane	15	58	53	38
HOT3+ Lane	43	69	49	17

The degree of congestion is determined by the number of penalties, therefore our objective is to minimize the value of these penalties. In the upper level problem, we recommend the following road policies as figure 4.3:

Wugu interchange to Linkou interchange: convert an existing lane to HOT4+ lane;

Linkou interchange to Airport interchange: convert an existing lane to HOT4+ lane;

Airport interchange to Jhongli interchange: convert an existing lane to HOT3+ lane;

Jhongli interchange to Yangmei interchange: convert an existing lane to HOT3+ lane.

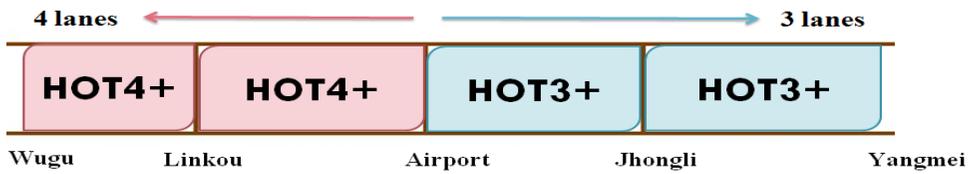


Figure 4.3 Road Policies in the Upper Level

4.2.2 Lower Level

After administrators decide the road policy of freeway, we will simulate traffic flow of freeway. We suppose that road users will estimate travel cost to decide use road or not, and consider for the minimization of travel costs which include travel time, fuel cost, carpooling cost and congestion toll.

Table 4.6 Parameters

Parameter	Value	Unit	Parameter	Value	Unit
C_a	2300	veh/hr	t_0	0.6	Min/km
λ	4.9	\$NTD/min	α	0.25	
f	30	\$NTD/ trip	β	8	
s	60	\$NTD/trip			

We implement the equation (3.19) to (3.22). Under distance of road section and parameter of table 4.6, we apply the software NetBeans IDE 6.8 to solve the model, and find the equilibrium of traffic flows and the congestion toll in each policy lines.

We estimate LOS value of traffic flows, the values of penalty and the proportions of using HOT lane. HOT policy is optimal road policy in the upper level, and we find that it is still optimal road policy after we carry out HOV policy into the lower level. By comparing the LOS of road policy in the upper level with the lower level, our final suggestions of road policy are following as figure 4.4:

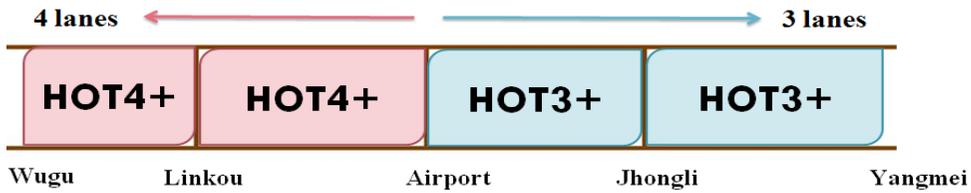


Figure 4.4 Road Policies in the Lower Level

That is: Wugu interchange to Linkou interchange: convert an existing lane to HOT4+ lane; Linkou interchange to Airport interchange: convert an existing lane to HOT4+ lane; Airport interchange to Jhongli interchange: convert an existing lane to HOT3+ lane; and Jhongli interchange to Yangmei interchange: convert an existing lane to HOT3+ lane.

4.3 Solution Analysis

We obtain the final solution of traffic flows, and get the suggestions of road policy as figure 4.5 and figure 4.6. In upper level problem, administrators decide to convert an existing lane to HOT4+ lane from Wugu interchange to Airport interchange, and convert an existing lane to HOT3+ lane from Airport interchange to Yangmei interchange. In lower level problem, the simulation shows that these new road policy is better than LOS of Mixed-flow policy, and we find that between 50% and 80% of HOVs will divert into the HOT lane, and between 0% and 20% of LOVs will carpooling or pay a congestion toll to use the HOT lane.

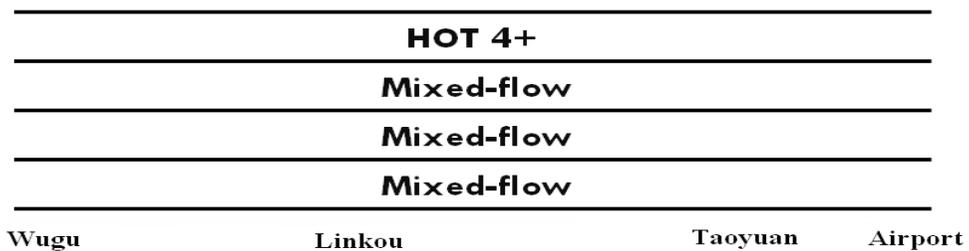


Figure 4.5 Road Policies from Wugu Interchange to Airport Interchange



Figure 4.6 Road Policies from Airport Interchange to Yangmei Interchange

5 Conclusions and Future Research

This study presented the feasibility assessment for high-occupancy regulation policy implementation as an alternative for improving the existing Mixed-flow lane on northern region of the National Freeway NO.1. NetBeans IDE 6.8 is used to solve the model and the simulations present the following result:

1. For maintaining LOS C on the inner lanes and LOS D on the outside lanes, we suggest to convert an existing lane to HOT4+ lane from Wugu interchange to Airport interchange, and convert an existing lane to HOT3+ lane from Airport interchange to Yangmei interchange. It can reduce congestion of current freeway.
2. We find that between 50% and 80% of HOVs will divert into the HOT lane, and between 0% and 20% of LOVs will carpooling or pay a congestion toll to use the HOT lane.
3. Congestion toll rates variable by the traffic condition. Congestion tolls increase when traffic is heavy, and decrease when traffic is light. The adjustment of the tolling is to guarantee a travel-time saving and an improved travel time reliability in HOT lane.
4. With the increase of road congestion, LOVs will be more willing to use the HOT lane by paying toll or carpooling. The proportion of LOVs on HOT lanes in peak hour is higher than off-peak hours.

In further research, the model can be extended to a network scenario with multi origin and destination, heterogeneous commuters, elastic trip demand or combinations of some of these elements.

References

- Bard, J. F., “Practical bilevel optimization: Algorithms and applications” , Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1998.

- Bialas, W. F., and Karwan, M. H., "Two-level linear programming," *Management Science*, Vol. 30, No.8, pp.1004-1020, 1984.
- Bureau of the Census, "The journey to work in the United States: 1975," U.S. Department of Transportation, 1979.
- Chu, C.-P., Lin, S.-D., and Lin, C.-H., "An estimation of intangible cost for commuters and its policy application," *Transportation Planning Journal*, Vol. 29, No.4, pp. 863-882, 2000.
- Chung, Y., and Choi, K., "Feasibility assessment of implementing a HOT lane on the kyungbu freeway (Korea) using a dynamic toll concept," In the 89th Annual Meeting of the Transportation Research Board, CD-ROM, 2010.
- Colson, B., Marcotte, P., and Savar, G., "An overview of bilevel optimization," *Annals of Operations Research*, Vol. 153, No. 1, pp. 235-256, 2007.
- Dahlgren, J., "High occupancy vehicle lanes: Not always more effective than general purpose lanes," *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Vol. 32, No. 2, pp.99-114, 1998.
- Chang, M., Wiegmann, J., Smith, A., & Bilotto, C., "A review of HOV lane performance and policy options in the United States," (No. FHWA-HOP-09-029), 2008.
- Chang, M., Wiegmann, J., & Bilotto, C., "A Compendium of Existing HOV Lane Facilities in the United States," (No. FHWA-HOP-09-030), 2008.
- Federal Highway Administration, "Federal-aid highway program guidance on high occupancy vehicle (HOV) lanes," U.S. Department of Transportation, 2008.
- Federal Highway Administration, "SR 167 HOT lanes pilot project: First annual performance summary," U.S. Department of Transportation, 2009.
- Huang, H.-J., Yang, H., and Bell, M. G. H., "The models and economics of carpools," *Annals of Regional Science*, Vol. 34, No. 1, pp. 55-68, 2000.
- Institute of Transportation, "Taiwan highway capacity manual," R.O.C. Ministry of Transportation and Communications, 1997.
- Kostyniuk, L., "Demand analysis for ridesharing: State of the art review," *Transportation Research Record*, Vol. 876, pp.17-26, 1982.
- Li, J., "Explaining high-occupancy-toll lane use," *Transportation Research Part D*, Vol. 61, No. 1, pp. 61-74, 2001.
- Liu, X., Zhang, G., Wu, Y.-J., and Wang, Y., "Analyzing system performance for Washington State Route 167 high occupancy toll (HOT) operations," In the 89th Annual Meeting of the Transportation Research Board, CD-ROM, 2010.

- Mannering, F. L., Kilareski, W. P. and Washburn, S. S., "Principles of highway engineering and traffic analysis," Hoboken, NJ: John Wiley, 2005.
- Omar, B.-A., Blair C. E., Boyce D. E., and LeBlanc, L. J., "Construction of a real-world bilevel linear programming model of the highway network design problem," *Annals of Operations Research*, Vol. 34, No. 1, pp.219-254, 1992.
- Plotz, J., Konduri, K. C., and Pendyala, R. M., "To what extent can HOV lanes reduce vehicle trips and congestion? An exploratory analysis using national statistics on HOV mode use," In the 89th Annual Meeting of the Transportation Research Board, CD-ROM, 2010.
- Pigou, A.C., "Wealth and Welfare," London: MacMillan, 1920.
- Rouwendal, J., and Verhoef, E. T., "Basic economic principles of road pricing: From theory to applications," *Transport Policy*, Vol. 13, No. 2, pp.106-114, 2006.
- Transportation Research Board, "Highway capacity manual," National Research Council : Washington, DC, 1994.
- Turnbull, K. T., "High-occupancy toll lanes and public transportation," *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, Vol. 2065, pp. 36-40, 2008.
- Ungemah, D., Lowery, J., Wikander, J., and Goodin, G., "Automated vehicle occupancy verification systems: Policy and legal implications," *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, Vol. 2065, pp.41-46, 2008.
- Wen, U.-P., and Hsu, S.-T., "Linear bi-level programming problems," *The Journal of the Operational Research Society*, Vol. 42, No. 2, pp.125-133, 1991.
- Yang, H., and Huang, H.-J., "Carpooling and congestion pricing in a multilane highway with high-occupancy-vehicle lanes," *Transportation Research Part A*, Vol. 33, No. 2, pp. 139-155, 1999.

第五期整體運輸規劃調查 三大都會區跨生活圈旅次特性分析

The 5th Taiwan Area Comprehensive Transportation Planning Research Series - the Trips Behavior Analysis of the Top 3 Metropolitan Region in Taiwan

官盛堯 Sheng-Yao Kuan¹

李德全 De-Chuan Li²

呂怡青 Yi-Ching Lu³

楊幼文 Yu-Wen Yang⁴

摘要

運輸規劃與政策分析以及交通管理策略息息相關，本研究目的在於整理交通部運輸研究所蒐集之城際運輸旅次調查資料以及匯整臺灣主要的城際運輸系統(包含小客車、國道客運、臺鐵、高鐵以及航空)數據；並分析各都會區(包含臺北、臺中以及高雄)的城際旅次現況，探討各都會區的城際旅次特性，進一步討論臺灣都會區過去至今的城際旅次變化趨勢。

關鍵詞：都會區、旅次特性分析

Abstract

Transportation planning is such an important infrastructure which is intimately related to the analysis of policy and traffic management. This paper synthesized the survey data from institute of Transportation, MOTC and also

¹ 鼎漢國際工程顧問股份有限公司運輸規劃部分析師（聯絡地址：11090 台北市信義區松山路 130 號 5 樓，電話：02-2748-8822#229，E-mail: shaun@thi.com.tw）。

² 鼎漢國際工程顧問股份有限公司運輸規劃部分析師（聯絡地址：11090 台北市信義區松山路 130 號 5 樓，電話：02-2748-8822#213，E-mail: reed625@thi.com.tw）。

³ 交通部運輸研究所研究員（聯絡地址：105 台北市松山區敦化北路 240 號，電話：02-2349-6802，E-mail: semch@iot.gov.tw）。

⁴ 交通部運輸研究所副組長（聯絡地址：105 台北市松山區敦化北路 240 號，電話：02-2349-6815，E-mail: yyw@iot.gov.tw）。

collected the data of all the main transportation system included passenger car, freeway bus, train, highway speed railway and navigation. This paper analysis the trip behavior in the top 3 metropolitan region in Taiwan by using this data. Looking forward to discuss the changing about intercity trips in Taiwan. the resource ticket released 10% allowance daily would be more desirable.

Keywords: metropolitan region, travel behavior analysis

一、前言

由於全球經濟環境變化極為快速，國內社經發展趨勢與運輸需求隨之改變，勢必影響交通運輸的需求層面；也因旅次型態受到大眾運輸系統供給變化影響，應有相當之變遷，如近期高鐵增設場站、臺鐵鐵路網檢討以及更新、臺鐵地區捷運化、各大主要高速公路路網修建以及電子票證應用於交通管理技術發展等勢必影響城際旅次的變化。

一般而言，都市與郊區之間的遷移多受交通環境變化影響，自 96 年高鐵通車後，加上近年台鐵捷運化及捷運等大眾運輸系統的建設與改善，各縣市間的旅行時間以及成本逐年降低，使得城鄉的移動更為便利，故推測更容易發生都市與鄰近地區有交通依存度增加的現象，並使得都會區人口逐年增長，同時亦會影響都會區鄰近生活圈的人口變化。

檢視民國 100 年至 105 年的人口統計變化趨勢，以臺北生活圈(包含臺北市與新北市)與桃園生活圈為例，臺北從 657 萬上升至 667 萬，而桃園人口從 200 萬上升至 211 萬，與臺北生活圈呈現正相關的關係。本研究擬探討都會區的旅次特性，故以國內三大都會區為分析對象，包含臺北、臺中以及高雄生活圈。資料來源則是採用交通部運輸研究所於第五期整體運輸規劃研究系列在 103 年以及 104 年所辦理的城際旅次特性調查中的數據加以分析與探討，其分析成果可作為未來或相關研究基礎。

二、整體運輸旅次特性調查回顧

在鐵路本研究為分析三大都會區的跨生活圈旅次，蒐集各項運輸系統的官方統計資料，進行彙整和分析；更期望進一步探討都會區跨生活圈旅次的目的和運具交互關係以及運具市場的分配趨勢，故蒐集交通部運輸研究所於第五期整體運輸規劃研究系列在民國 103 年以及 104 年間所進行的調查數據，以下將分別說明各運輸系統營運資料的出處以及整體運輸規劃的調查資料來源。

2.1 第五期整體運輸規劃-旅次特性調查

國內城際旅次特性資料來源多以訪面訪調查、屏柵線與周界調查、

大眾運輸旅次特性調查等為主，調查方式則主要透過問卷方式、進行訪談調查或旅客自填之方式進行攔車或隨車調查等。然而，本研究採用的資料為交通部運輸研究所於民國 103 年「第 5 期整體運輸規劃研究系列—城際旅次特性調查及初步分析」以及 104 年「第 5 期整體運輸規劃研究系列—城際旅次特性分析及補充調查」兩項研究計畫中的調查計畫，該調查主要針對臺灣城際運輸基礎旅次特性資料進行調查與資料蒐集，平假日總樣本數分別為 11,623 及 18,898 份，各運具樣本數如表 1 所示；本研究將針對資料中都城區(臺北、臺中和高雄)城際運輸旅次作為分析對象。兩項研究的調查計畫整理與回顧如后。

表 1 103、104 年總調查樣本數平假日比較

運具別		平日	假日
本島	小型車	7,560	13,294
	國道客運	847	1,376
	臺鐵	1,574	2,516
	航空	154	120
	高鐵	1,011	1,082
	小計	11,146	18,388
離島	空運	381	403
	海運	96	107
	小計	477	510
合計		11,623	18,898

資料來源：1. 「第 5 期整體運輸規劃研究系列—城際旅次特性調查及初步分析」，交通部運輸研究所，民國 104 年 7 月。

2. 「第 5 期整體運輸規劃研究系列—城際旅次特性分析及補充調查」，交通部運輸研究所，民國 105 年 7 月。

2.1.1 城際旅次特性調查-103 年

103 年城際旅次特性調查(以下簡稱 103 年調查)針對臺灣城際運輸基礎旅次特性資料進行調查與資料蒐集，除希望掌握全臺城際運輸的行為特性外，另作為 5 期城際運輸模式(TDM2013) 後續檢討與調整之用。本節乃針對 103 年調查方式與資料作匯整如后：

1. 調查方式受限國道里程計費實施後，國道小客車於收費站採發放的回郵問卷方式進行資料蒐集的調查方式已難執行。並希冀能減少因調查地點篩選所造成的可能偏誤，103 年研究主要調查方式系採用

電腦電話訪問輔助系統(CATI) 進行調查。

2. 調查內容依特性分析及模式校估需求進行問卷設計，如表 2 所示。主要分為 4 個部分，分述如下：

表 2 調查分析應用需求及問卷問項對應表

應用需求		問卷問項設計				
特性 分析	旅次目的行為	旅次起迄點、旅次目的、使用運具、旅次頻次、去、回程公共運輸車站或省縣道名稱				
	起迄特性	旅次起迄點、旅次頻次				
	運具使用特性	旅次起迄點、使用運具、旅次頻次				
	乘載率	使用運具、同行人數				
	旅客特性	旅次起迄點、旅次目的、使用運具、旅次頻次				
模式 應用	城際客運模式	<table border="1"> <tr> <td>迄點選擇模組效用函數</td> <td>旅次起迄點</td> </tr> <tr> <td>運具選擇模組參數</td> <td>所得、旅行時間、成本、車內時間、車外時間</td> </tr> </table>	迄點選擇模組效用函數	旅次起迄點	運具選擇模組參數	所得、旅行時間、成本、車內時間、車外時間
	迄點選擇模組效用函數	旅次起迄點				
	運具選擇模組參數	所得、旅行時間、成本、車內時間、車外時間				
非城際客運模式	使用運具					

資料來源：「第 5 期整體運輸規劃研究系列—城際旅次特性調查及初步分析」，交通部運輸研究所，民國 104 年 7 月。

3. 有效問卷實際回收結果如表 3，說明如後：

該期調查係首次採用電訪進行大規模旅次特性調查，共計撥打 54.9 萬通電話，接觸 32,620 個受訪者，整體電訪調查受訪率約 5.9%，其中中途拒訪比例約 1.1%、無跨生活圈旅次者約 64.2%，有跨生活圈旅次人數者約 34.7%。共計完成 2,8000 份有效樣本，其中以一般假日占比最高，約達 51.0%、平常日次之，約 27.4%，週一、五比例相對較低，僅 21.6%。手機受訪者共 2,192 位，其中中途拒訪比例約 1.3%、無跨生活圈旅次者約 57.5%，有跨生活圈旅次人數者約 38.2%。

表 3 調查樣本回收說明表

項目		累計完成進度			平均每 日進度	
		市話	手機	合計		
人數	撥打通數(通)	548,500			5,224	
	受訪人數(人)	30,428	2,192	32,620	311	
	中途拒訪(人)	341	28	369	4	
	無跨生活圈旅次人數 (人)	19,668	1,261	20,929	199	
	有跨生活圈旅次人數 (人)	10,484	838	11,322	108	
項目		樣本數			合計占 比	
		市話	手機	合計		
有效 樣本 數	跨生活 圈旅次 (長卷)	合計	25,807	2,193	28,000	100.0%
		平常日(週 二、三、四)	7,096	565	7,662	27.4%
		一般假日(週 六、日)	13,221	1,060	14,281	51.0%
		週一、五	5,490	568	6,057	21.6%
跨生活圈旅次產生率		34.9%				

資料來源：「第 5 期整體運輸規劃研究系列—城際旅次特性調查及初步分析」，交通部運輸研究所，民國 104 年 7 月。

註：本次調查將臺灣本島分成 16 生活圈，若旅次起迄不在同一生活圈內，即為跨生活圈旅次，反之則為無跨生活圈旅次。

2.1.2 城際旅次特性補充調查-104 年

由於電訪調查無法像面訪調查易於針對需求之旅次起迄進行調查，故於此期調查作業改以面訪的方式進行。主要目的是為針對 103 年調查不足之起迄對份數進行補充調查，並整併 103 年旅次特性調查成果，藉以完成第 5 期運輸需求模式，以利後續進行供需預測分析及相關運輸系統藍圖與策略分析。

1. 調查方式為因應各運具而有所不同，並且此計畫初步已檢核 103 年調查之起迄樣本數、運具比例及乘載率等旅次特性資料，為要在有限的時間及成本下蒐集特定起迄對，該調查依不同運具系統採用面訪與網路問卷的型式進行資料蒐集，調查方式如下所述

(1)公共運具：在選定之公共運具場站以面訪方式進行起迄特性調查。

- (2)私人運具：至該計畫選定之調查地點發放線上邀請單，此外為避免問卷回填率低，同時配合進行部分面訪調查，擴大樣本蒐集範圍。
- (3)網路問卷：於 BBS、抽獎網站及社群網站公告，吸引受訪者上網填寫問卷。
2. 調查內容主要分為旅次特性資料及旅客基本資料，說明如下。
- (1)旅次特性資料：包含起迄點(至鄉鎮市)、起迄場站(公共運具)、旅次目的、去程及回程之主運具、平假日、轉乘運具、旅行時間及成本(含轉乘段)、相同行程之旅次頻率、同行及同車人數、行駛道路(私人運具)等。
- (2)旅客基本資料：含性別、年齡、戶籍及經常居住地、家戶人口、家戶小汽車持有、職業、個人及家戶年收入，作為樣本檢核、交叉分析與需求模式校估之基礎。
3. 有效問卷實際回收結果從表 4 可得知，建議調查樣本數與本次調查樣本數的比較關係，實際回收之有效問卷數為 6,364 份。其中，該計畫嘗試以網路問卷進行起迄資料蒐集，在線上邀請單發放作業中，共發放約 12 萬份邀請單，僅回收 865 份問卷，連同其他網路平台問卷數，樣本回收率則為 0.8%。

表 4 補充調查調查樣本數平假日比較

運具別		平日	假日
本島	小型車	2,299	2,131
	國道客運	38	124
	臺鐵	297	193
	航空	146	114
	高鐵	194	118
	小計	2,974	2,680
離島	空運	250	283
	海運	87	90
	小計	337	373
合計		3,311	3,053

資料來源：「第 5 期整體運輸規劃研究系列—城際旅次特性分析及補充調查」，交通部運輸研究所，民國 105 年 7 月。

2.2 旅次量放大調整-城際運輸系統統計資料蒐集

由於旅次特性調查數據是以抽樣的方式進行，欲更準確反應國內各運具的現況，須做旅次量放大的調整。故本研究彙整各系統運量資料數據，資料來源為各運輸系統的官方統計資料。於實際蒐集彙整時，仍因應各資料來源的統計資料的不同做些微調整；表 5 彙整本章分析使用之資料項目、來源以及分析方法。

表 5 城際運輸系統特性分析資料彙整表

類別	運具別	資料項目	單位	分析方法
公共運輸	國道客運	路線別月營運資料	公路總局	以月資料推算平常日、一般假日
	臺鐵	臺鐵停靠站資料	臺灣鐵路管理局	以每日電腦售票交易資料，整理平常日、一般假日資料
		臺鐵營運路線		
		臺鐵全線電腦售票交易紀錄		
		臺鐵全線自動售票機交易紀錄與定期票使用紀錄		
	高鐵	高鐵停靠站資料	台灣高鐵公司	以台灣高鐵公司所提供之起迄資料，整理平常日、一般假日資料
		高鐵營運路線		
		高鐵平常日、一般假日站間起迄資料		
	航空	航空機場資料	民航局	以每日運量紀錄表，分別整理各航線之平常日、一般假日之資料
		航空營運路線		
		臺灣地區各航站飛航動態紀錄表		
		臺灣地區各航站航線每日運量紀錄表		
各航空公司離島航線每日運量紀錄表				
離島海運	海運港口資料	交通部各港務公司	以運量統計表，分別整理平常日、一般假日資料	
	海運營運路線	交通部統計處		
	臺灣地區海運航線運量統計表			
私人運具	國道小客車	國道 VD 資料	國道高速公路局	國道 VD 資料整理平常日、一般假日之資料
		國道收費站通過量資料		
	省縣道小客車	公路交通量統計表	公路總局	公路交通量統計資料並彙整交通量補調整理平常日、一般假日資料
		交通量補調	本計畫	

註：國道客運資料以 2 週日營運資料，觀察其平假日運量比例，進行月營運資料整理。

三、三大都會區跨生活圈旅次特性分析

本研究擬探討三大都會區跨生活圈旅次特性，將前節所述交通部運研所在城際運輸規劃計畫取得的調查資料進行彙整並分析。本章節先以整體生活圈的旅次特性作歸納性的分析，藉以了解國內整體狀況；接續將三大都會區的旅次特性以及聯外起迄點作分析和探討。

3.1 國內整體跨生活圈跨生活圈旅次目的與運具分析

本節將以台灣共 16 個生活圈的整體跨生活圈旅次特性，分別以旅次長度、旅次目的以及運具使用比分別作探討，分述如下。

3.1.1 旅次目的

旅次目的分為商務洽公、通勤上班、休閒旅次、探親訪友以及其他，共 5 項分類。若將臺灣整體的跨生活圈旅次之旅次目的分別以平假日來看，如圖 1。

1. 平日占比最大為通勤上班旅次，約占 40.2%，其次為商務洽公，約占 22.4%。
2. 假日則是以探親訪友 34.0% 占最大比例，其次是休閒旅次，約占 27.7%。

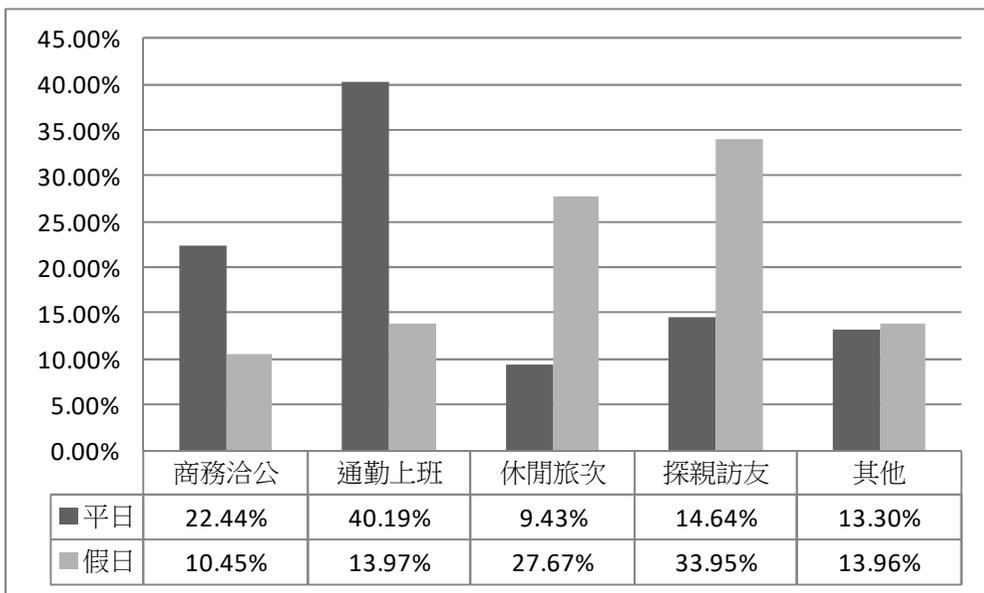


圖 1 臺灣整體跨生活圈旅次-旅次目的占比

3.1.2 運具使用狀況

本研究探討之運具為國內主要跨生活圈交通運輸工具，包含小客車、航空、高鐵、國道客運以及臺鐵等，共 5 項。若將臺灣整體的跨生活圈旅次運具使用狀況分別以平假日來看，如圖 2。

1. 平、假日運具使用上，小客車占比最高，分別為 82.8% 以及 84.3%，其次為台鐵，平假日分別為 8.8% 以及 8.4%，航空占比最低，平假日均不到 1%。
2. 由圖 2 亦可得知平日公共運具使用占比較假日高，而假日因休閒旅次及探親訪友旅次較高，使用私人運具的比例則較平日高。

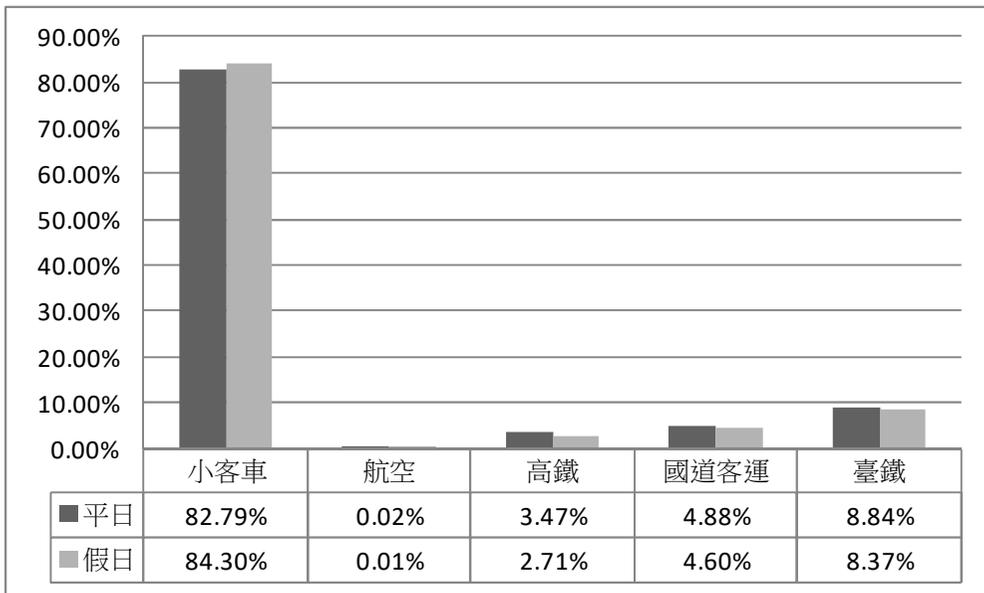


圖 2 臺灣整體跨生活圈旅次-運具使用占比

3.1.3 旅次長度

本研究旅次長度分為 5 類，分別為 20 公里以下、20-50 公里、50-100 公里、100-200 公里以及 200 公里以上。平假日旅次長度特性如圖 3。

1. 平、假日以 20-50 公里的旅次長度占最大比例，分別為 33.8% 以及 28.7%。
2. 平日次高的占比為 20 公里以下，約 27.4%；而假日次高的占比為 50-100 公里，約 25.4%。整體來看，假日旅次長度明顯較平日高。

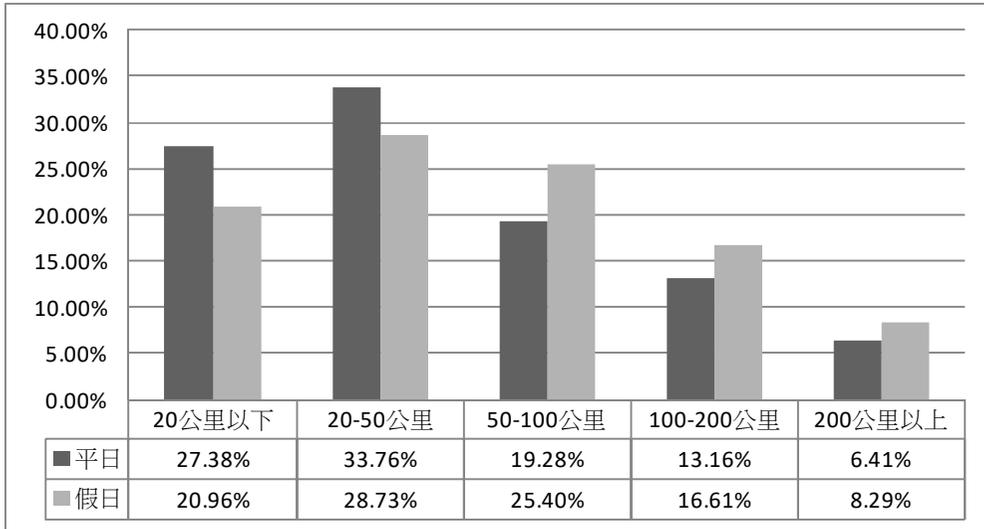


圖 3 臺灣整體跨生活圈旅次-旅次長度占比

3.2 三大都會區旅次特性分析

為了解國內都市交通的旅次特性，本節以國內三大都會區起點做分析和探討，三大都會區分別為：臺北、臺中及高雄，並探討三大都會區跨生活圈旅次之特性以及目的分析。

3.2.1 各都會區主要跨生活圈旅次起迄分布

整體來看，三大都會區跨生活圈旅次主要往來鄰近生活圈，活動較為密切，分述如下。

1. 臺北都會區

- (1)如圖 4 平日所示，臺北都會區的跨生活圈旅次起迄分布型態，前三名依序為桃園(46.4%)、基隆(25.9%)及新竹(7.7%)。
- (2)如圖 4 假日所示，臺北的跨生活圈旅次型態，前三名依序為桃園(37.9%)、基隆(21.8%)及新竹(10.3%)。
- (3)整體而言，平假日臺北跨生活圈旅次多往桃園生活圈居多。

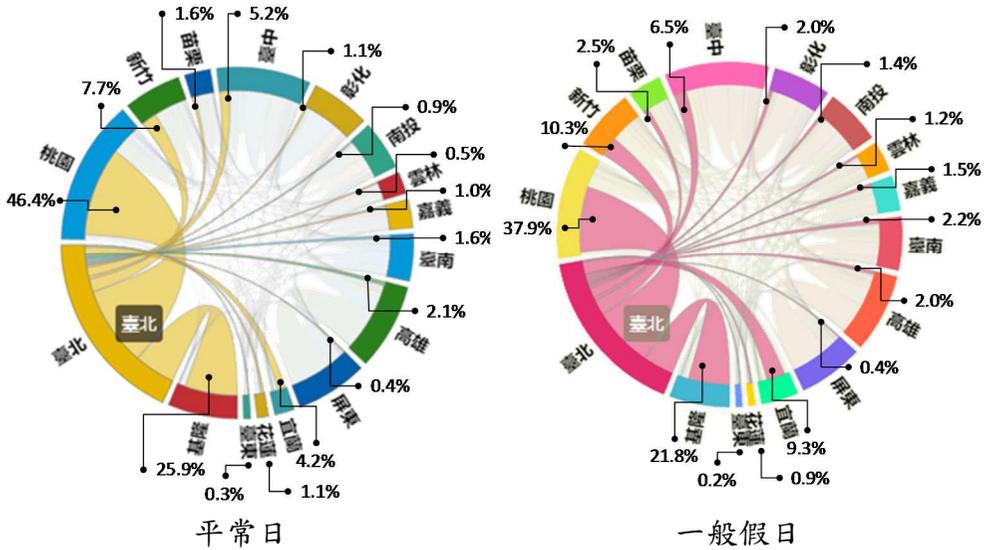


圖 4 臺北都會區跨生活圈旅次起迄分布占比

2. 臺中都會區

- (1)如圖 5 平日所示，平日臺中都會區的跨生活圈旅次型態，前三名依序為彰化(35.1%)、南投(19.7%)及臺北(11.5%)。
- (2)如圖 5 一般假日所示，臺中的跨生活圈旅次型態，前三名依序為彰化(27.7%)、南投(19.0%)及臺北(12.0%)。
- (3)整體而言，平假日臺中的跨生活圈旅次多往彰化生活圈居多。

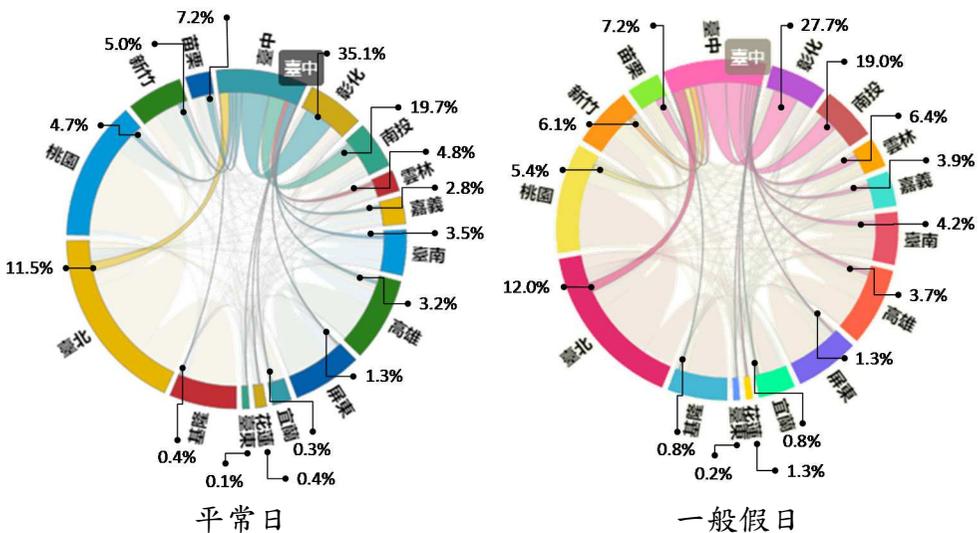


圖 5 臺中都會區旅次起迄分布占比

3. 高雄都會區

- (1)如圖 6 平日所示，高雄都會區的跨生活圈旅次型態，前三名依序為屏東(55.2%)、臺南(20.6%)及臺北(5.0%)。
- (2)如圖 6 假日所示，高雄都會區的跨生活圈旅次型態，前三名依序為屏東(48.3%)、臺南(24.8%)及嘉義(6.6%)。
- (3)整體而言，高雄跨生活圈旅次多往屏東生活圈居多。

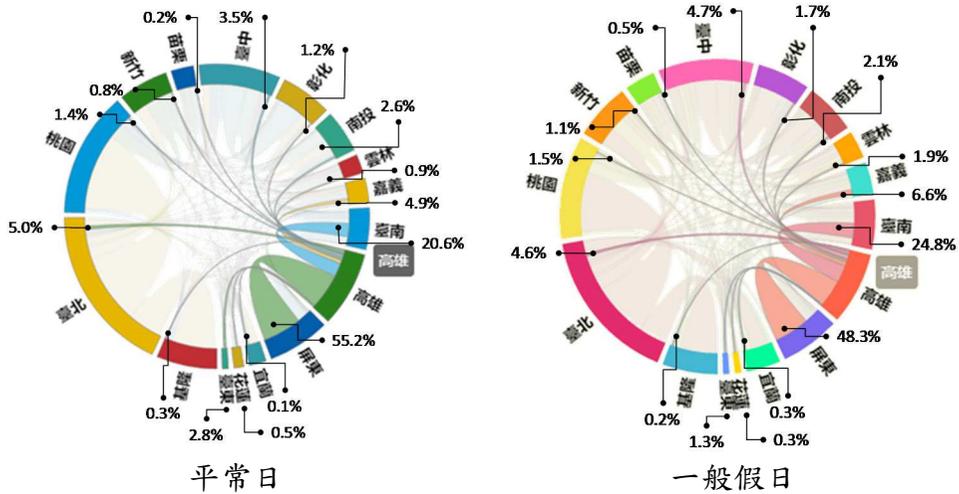


圖 6 高雄都會區旅次起迄分布占比

3.2.2 各都會區跨生活圈旅次目的占比

三大都會區平日跨生活圈旅次主要以商務性質之旅次目的為主，假日則多為休閒旅遊旅次，各都會區跨生活圈旅次目的分述如下。

1. 臺北都會區

- (1)如圖 5 平日所示，臺北都會區的平假日跨生活圈旅次目的占比，平日前三名依序為通勤上班(48.4%)、商務洽公(21.8%)及探親訪友(14.4%)。
- (2)假日前三名依序為探親訪友(33.1%)、休閒旅遊(24.0%)及通勤上班(16.1%)。

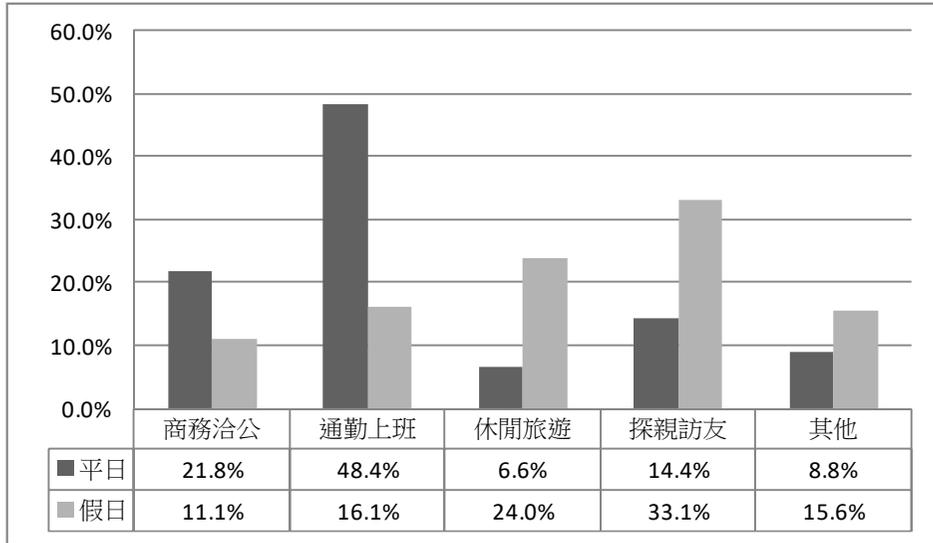


圖 5 臺北都會區跨生活圈旅次目的占比

2. 臺中都會區

(1)如圖 6 平日所示，旅次目的前三名依序為通勤上班(32.7%)、商務洽公(29.2%)及探親訪友(17.4%)。

(2)假日前三名依序為探親訪友(38.6%)、休閒旅遊(29.0%)及通勤上班(13.4%)。

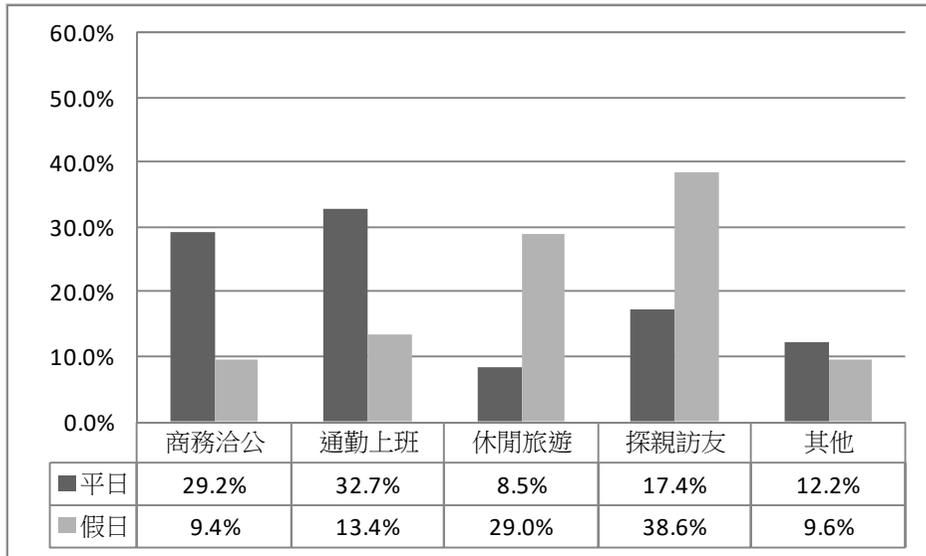


圖 6 臺中都會區區跨生活圈旅次目的占比

3. 高雄都會區

(1)如圖 7 平日所示，高雄都會區的跨生活圈旅次目的占比，前三名依序為通勤上班(33.2%)、商務洽公(22.2%)及探親訪友(13.1%)。

(2)前三名依序為探親訪友(34.3%)、休閒旅遊(27.3%)及通勤上班(15.6%)。

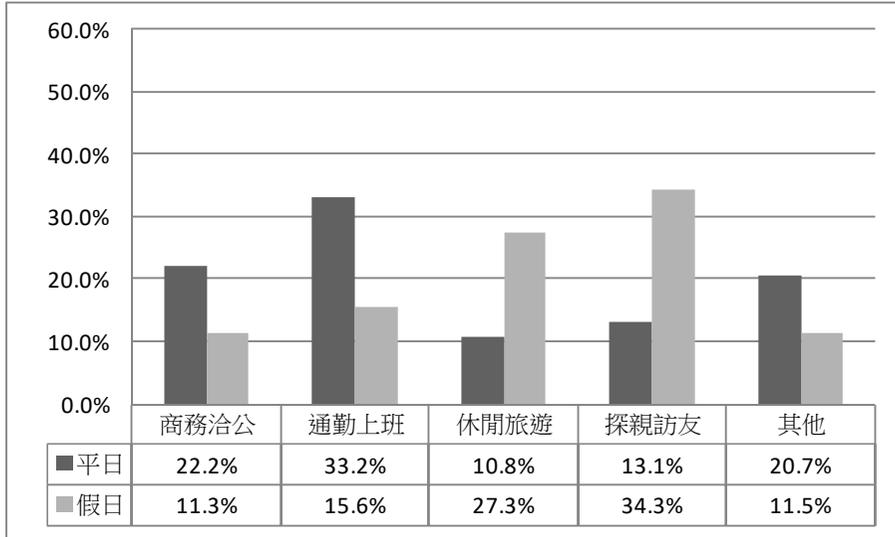


圖 7 高雄都會區區跨生活圈旅次目的占比

3.2.3 各都會區跨生活圈運具使用占比

平假日各都會區皆以使用小客車為大宗，假日則多使用公共運具，各都會區跨生活圈運具使用占比分述如下。

1. 臺北都會區

(1)如圖 8 平日所示，在臺北都會區的跨生活圈旅次之運具占比中，前三名依序為小客車(73.9%)、國道客運(10.5%)及臺鐵(9.9%)；假日前三名依序為小客車(77.2%)、國道客運(10.0%)及臺鐵(8.2%)。

(2)不同旅次目的之運具分類如圖 9，平日通勤上班以小客車為最高(75.8%)、臺鐵次之(11.0%)，商務洽公以小客車為最高(79.0%)、高鐵次之(9.6%)；假日休閒旅遊以小客車為最高(74.2%)、國道客運次之(13.7%)。

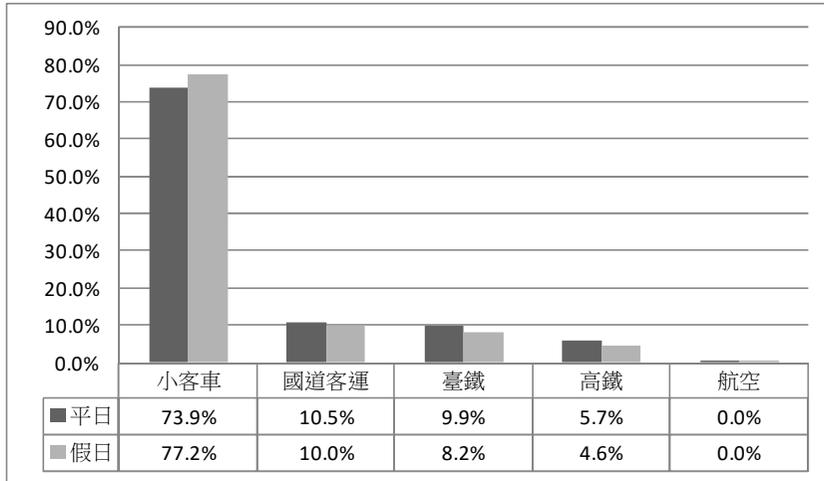
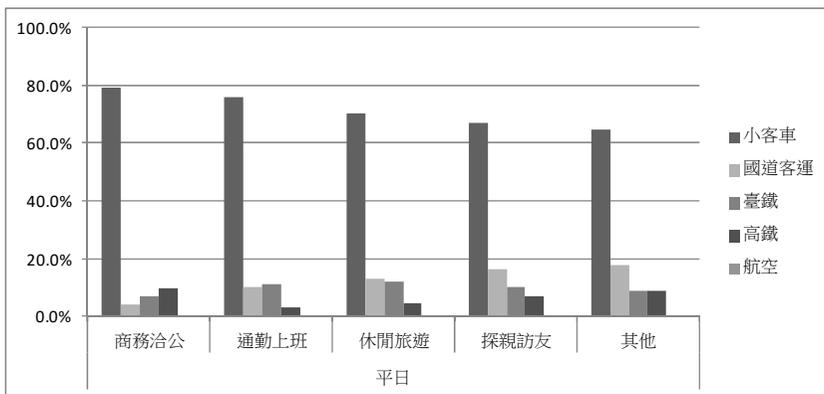
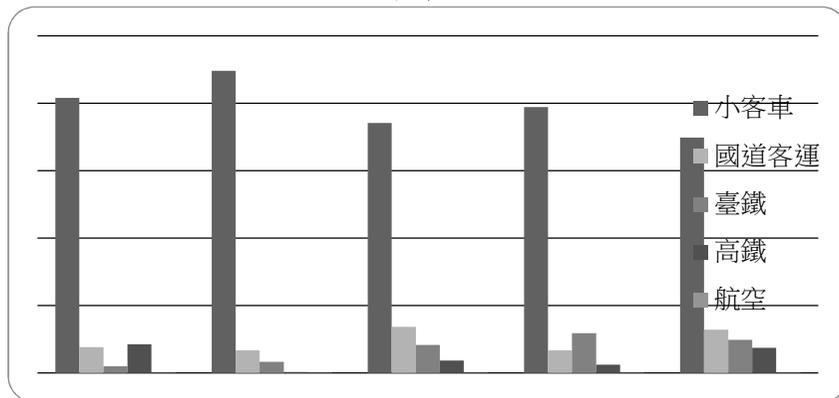


圖 8 臺北都會區跨生活圈旅次運具占比



平日



一般假日

圖 9 臺北都會區跨生活圈旅次不同旅次目的之運具占比

2. 臺中都會區

- (1)如圖 10 平日所示，臺中都會區的跨生活圈旅次之運具占比中，平日前三名依序為小客車(84.5%)、臺鐵(6.8%)及高鐵(6.1%)；前三名依序為小客車(83.3%)、臺鐵(8.6%)及高鐵(4.4%)
- (2)整體而言，平假日臺中都會區皆以使用小客車為大宗，公共運具則是以臺鐵和高鐵較多。
- (3)如圖 11 平日所示，從各旅次目的之運具分類來看，平日通勤上班以小客車為最高(86.8%)、臺鐵次之(7.3%)，商務洽公以小客車為最高(89.5%)、高鐵次之(7.0%)；假日休閒旅遊以小客車為最高(77.1%)、臺鐵次之(11.3%)。

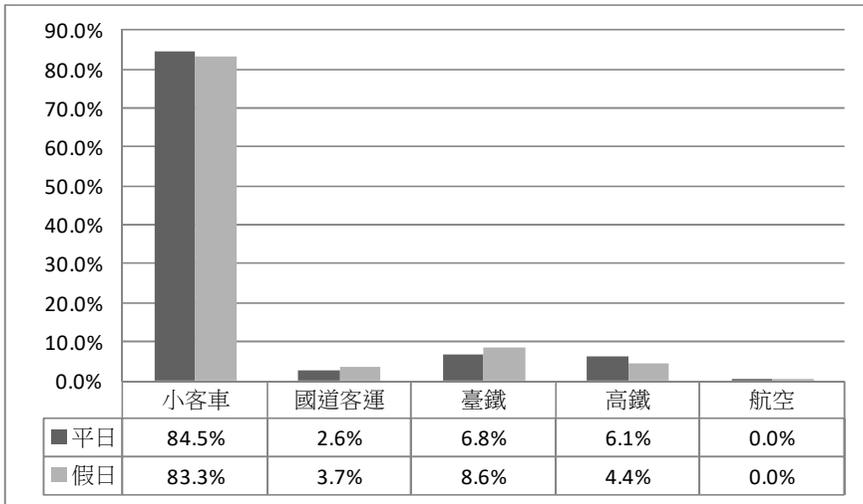


圖 10 臺中都會區跨生活圈旅次運具占比

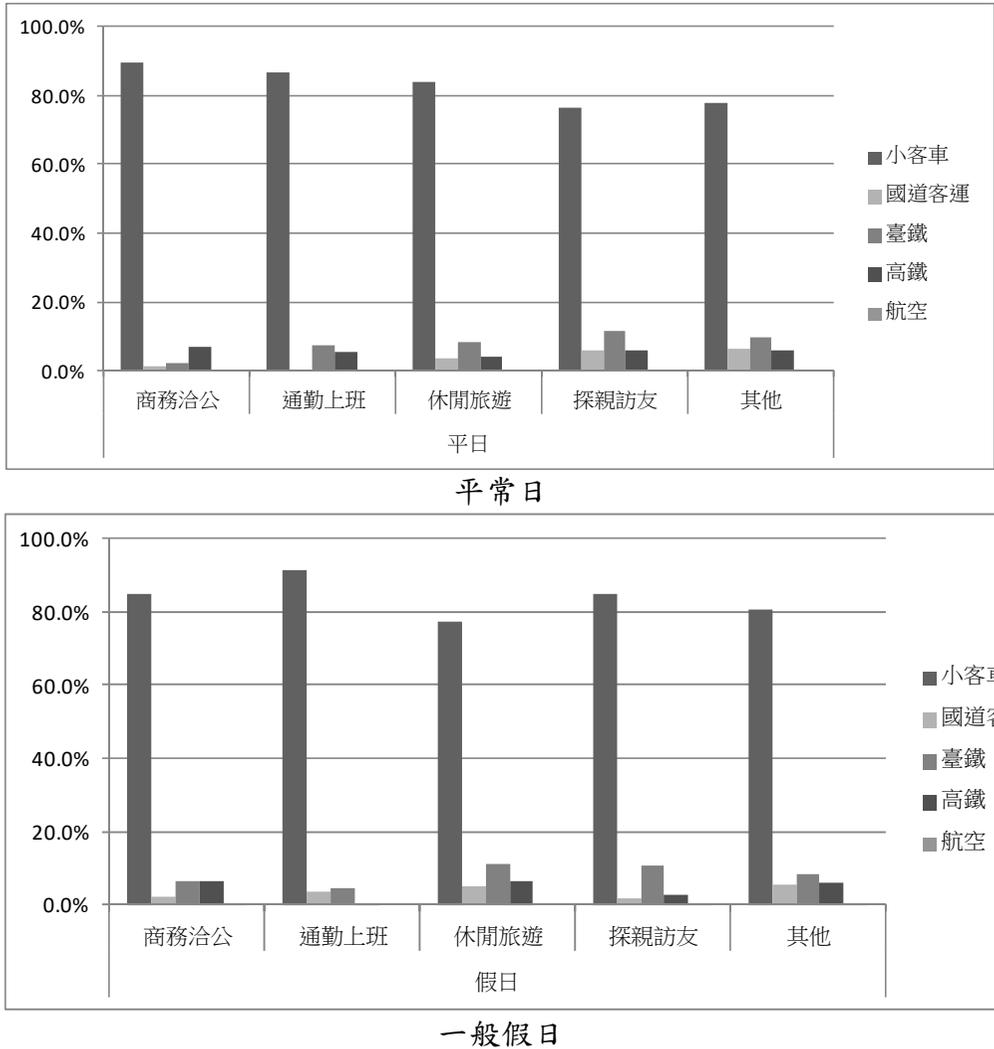


圖 11 臺中都會區跨生活圈旅次不同旅次目的之運具占比

3. 高雄都會區

- (1)如圖 12 平日所示，在高雄都會區的平假日跨生活圈旅次之運具占比中，平日前三名依序為小客車(85.4%)、臺鐵(8.0%)及高鐵(5.6%)；假日前三名依序為小客車(84.4%)、臺鐵(8.9%)及高鐵(5.2%)。
- (2)整體而言，高雄的旅次在運具使用上皆以使用小客車為大宗，公共運具則主要是臺鐵以及高鐵，此情況與臺中生活圈相似。
- (3)如圖 13 平日所示，從不同旅次目的之運具分類來看，通勤上班以小客車為最高(89.1%)、臺鐵次之(9.4%)，商務洽公以小客車為最高(84.5%)、高鐵次之(10.3%)；假日休閒旅遊以小客車為最高(79.8%)、

臺鐵次之(11.4%)。

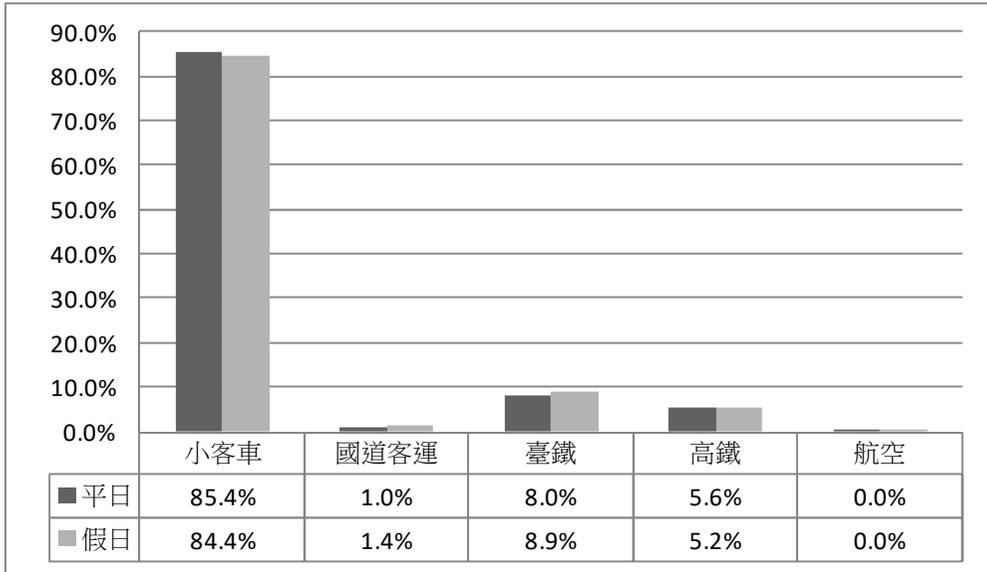


圖 12 高雄都會區跨生活圈旅次運具占比

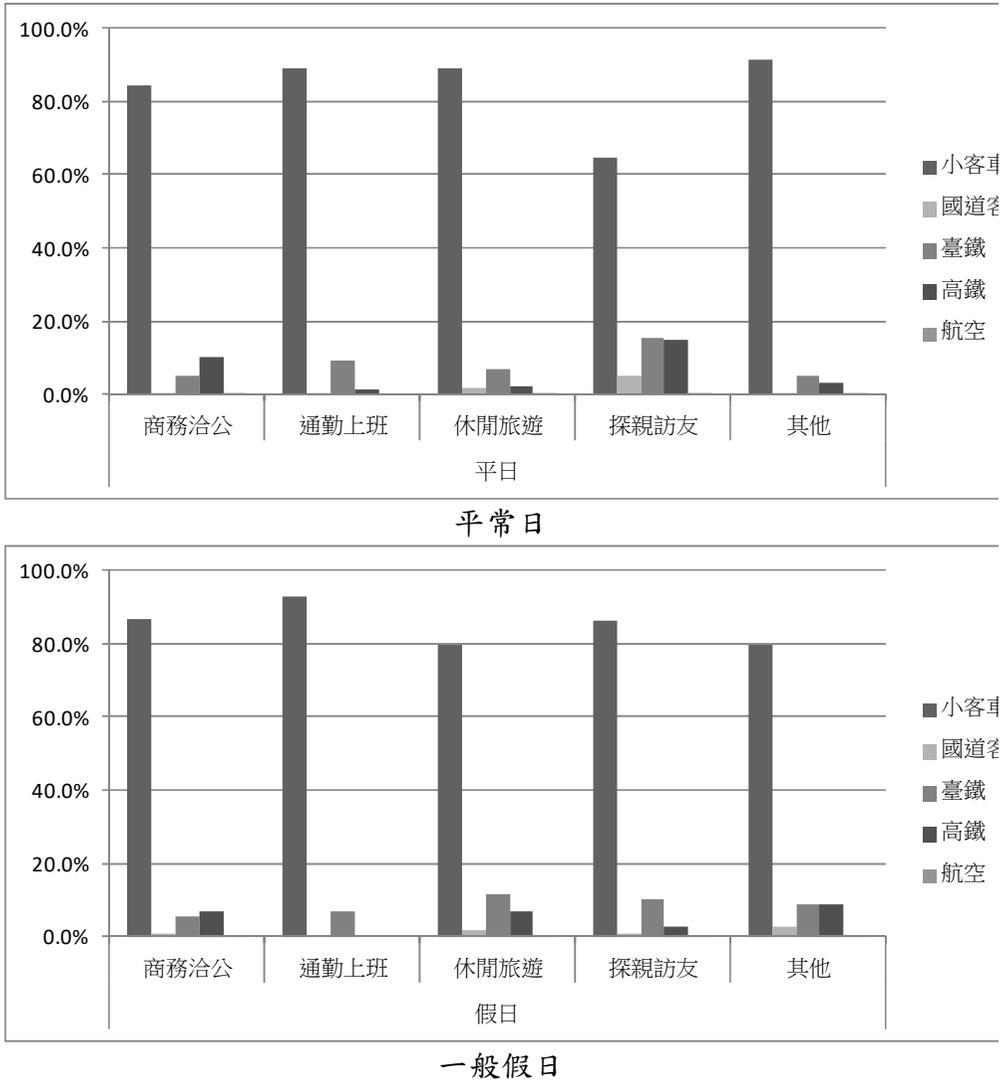


圖 13 高雄都會區跨生活圈旅次不同旅次目的之運具占比

3.2.4 各都會區旅次長度分布

1. 臺北都會區

(1)如圖 14 平日所示，臺北都會區的旅次長度，前三名依序為 20-50 公里(35.6%)、20 公里以下(34.3%)及 50-100 公里(14.8%)；假日臺北都會區的旅次長度，前三名同平日為 20-50 公里(30.0%)、20 公里以下(28.8%)及新 50-100 公里(20.9%)。

(2)整體而言，平假日臺北跨生活圈旅次的主要旅次長度以 20-50 公里居多。

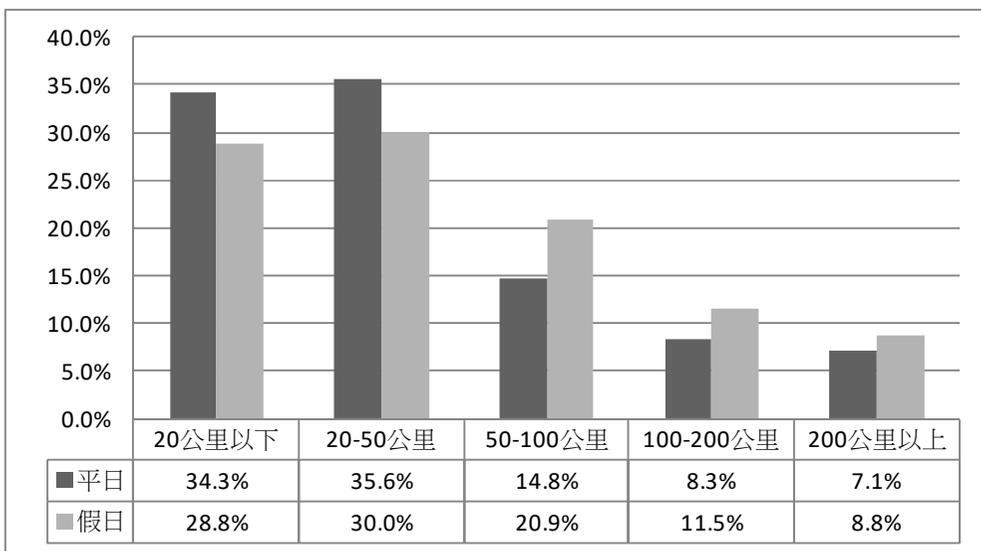
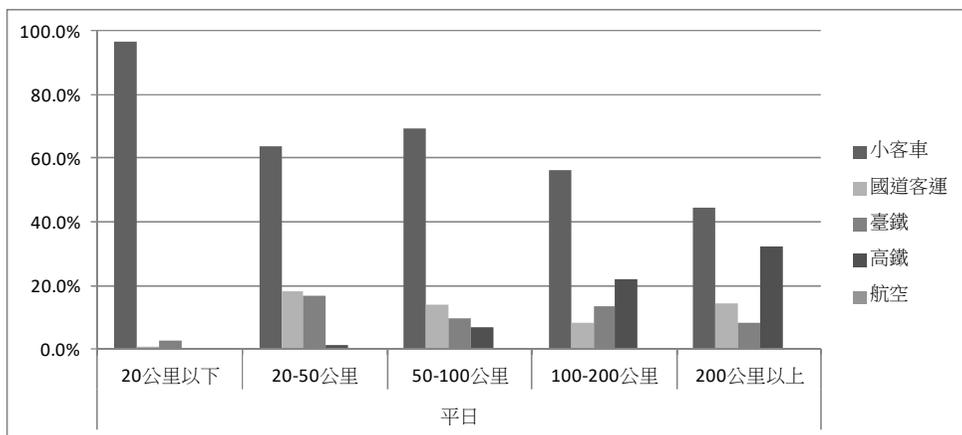


圖 14 臺北都會區跨生活圈旅次長度占比

(3)如圖 15 平日所示，從不同旅次長度之運具分類來看，20-50 公里以小客車為最高(63.7%)、國道客運次之(18.3%)、第三為臺鐵(16.6%)，100-200 公里以小客車為最高(56.4%)、高鐵次之(21.8%)、第三為臺鐵(13.6%)。

(4)假日 20-50 公里以小客車為最高(69.7%)、國道客運次之(15.6%)、第三為臺鐵(13.6%)，100-200 公里以小客車為最高(64.5%)、臺鐵次之(13.0%)、第三為高鐵(12.6%)。



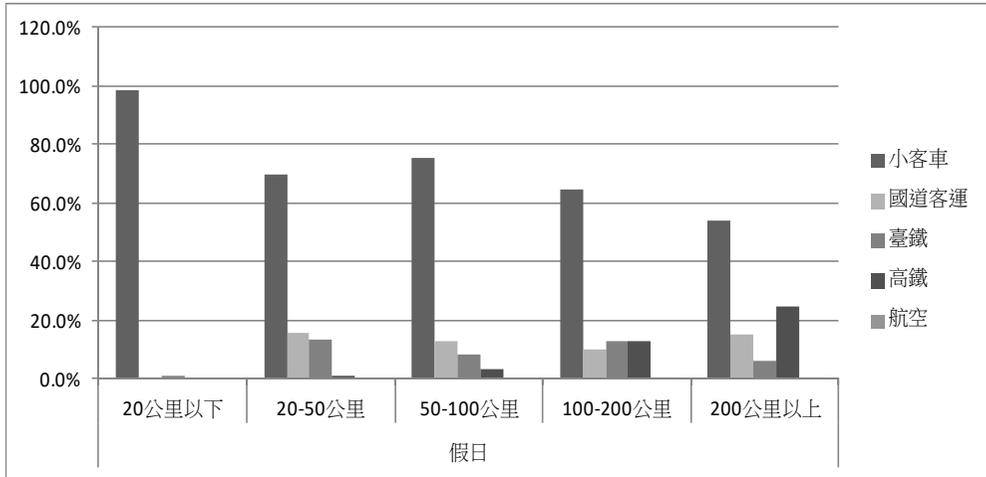


圖 15 臺北都會區跨生活圈旅次不同旅次長度之運具占比

2. 臺中都會區

(1)如圖 16 平日所示，臺中都會區的旅次長度，前三名依序為 20-50 公里(29.4%)、100-200 公里 (25.0%)及 50-100 公里(23.3%)；假日臺中都會區的旅次長度，前三名為 100-200 公里(28.0%)、20-50 公里 (27.5%)及 50-100 公里(26.9%)。

(2)整體而言，平日臺中跨生活圈旅次之主要旅次長度為 20-50 公里居多；假日的旅次長度則較為平均，200 公里以上較少。

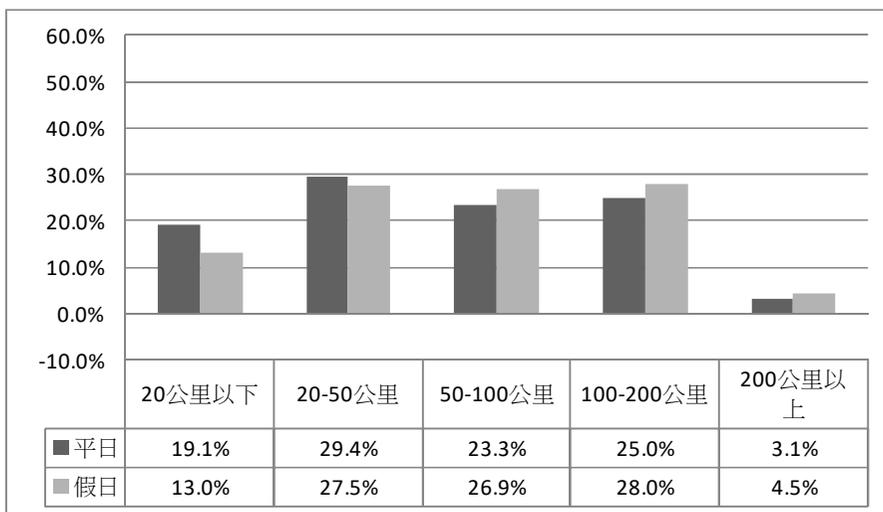


圖 16 臺中都會區跨生活圈旅次長度占比

(3)如圖 17 平日所示，從不同旅次長度之運具分類來看，20-50 公里以小客車為最高(87.9%)、臺鐵次之(11.6%)，100-200 公里以小客車為最高(64.3%)、高鐵次之(21.4%)、第三為國道客運(8.1%)。

(4)假日 20-50 公里以小客車為最高(88.3%)、臺鐵次之(11.4%)，100-200 公里以小客車為最高(68.5%)、高鐵次之(13.6%)、第三為國道客運(9.9%)。

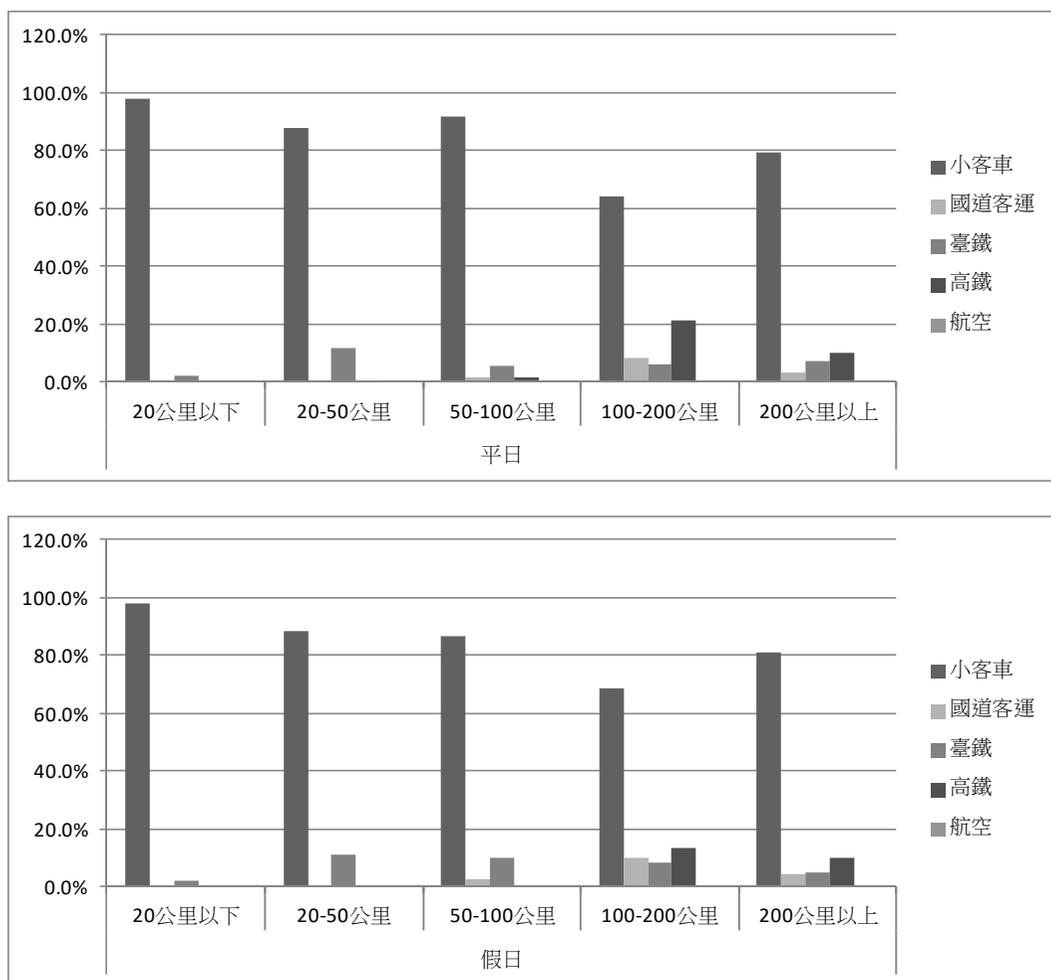


圖 17 臺中都會區跨生活圈旅次不同旅次長度之運具占比

3. 高雄都會區

(1)如圖 18 平日所示，高雄都會區的旅次長度，前三名依序為 20-50 公

里(39.0%)、20 公里以下 (26.0%)及 100-200 公里(12.7%)。

(2)假日高雄都會區的旅次長度型態亦同平日，前三名為 20-50 公里 (37.0%)、20 公里以下 (20.9%)及 100-200 公里(16.5%)。

(3)整體而言，高雄跨生活圈旅次之主要旅次長度以 20-50 公里居多。

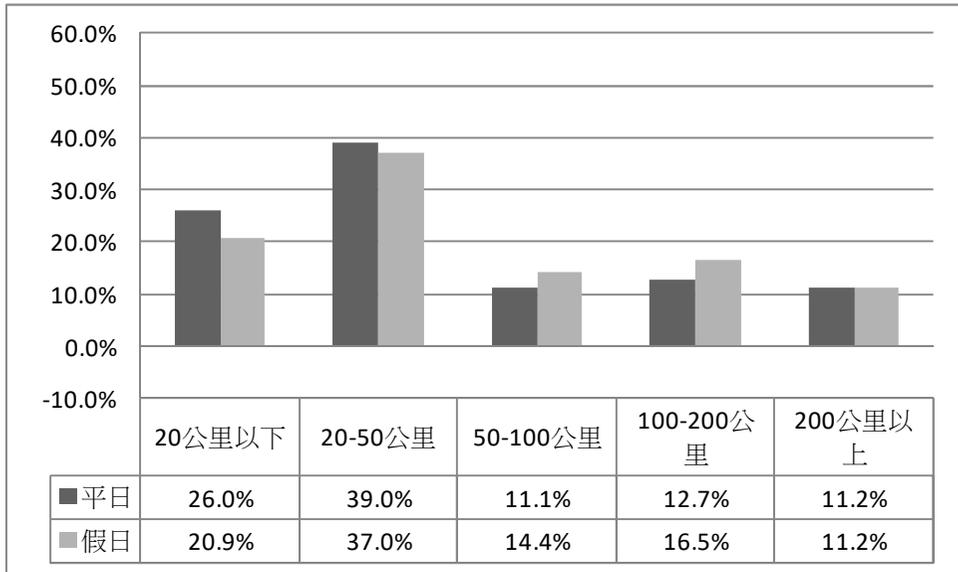


圖 18 高雄都會區跨生活圈旅次長度占比

(4)如圖 19 平日所示，從不同旅次長度之運具分類來看，20-50 公里以小客車為最高(89.2%)、臺鐵次之(10.8%)，100-200 公里以小客車為最高(81.3%)、臺鐵次之(9.6%)、第三為高鐵(6.9%)。

(5)假日 20-50 公里以小客車為最高(91.3%)、臺鐵次之(8.7%)，100-200 公里以小客車為最高(81.2%)、臺鐵次之(11.5%)、第三為高鐵(5.0%)。

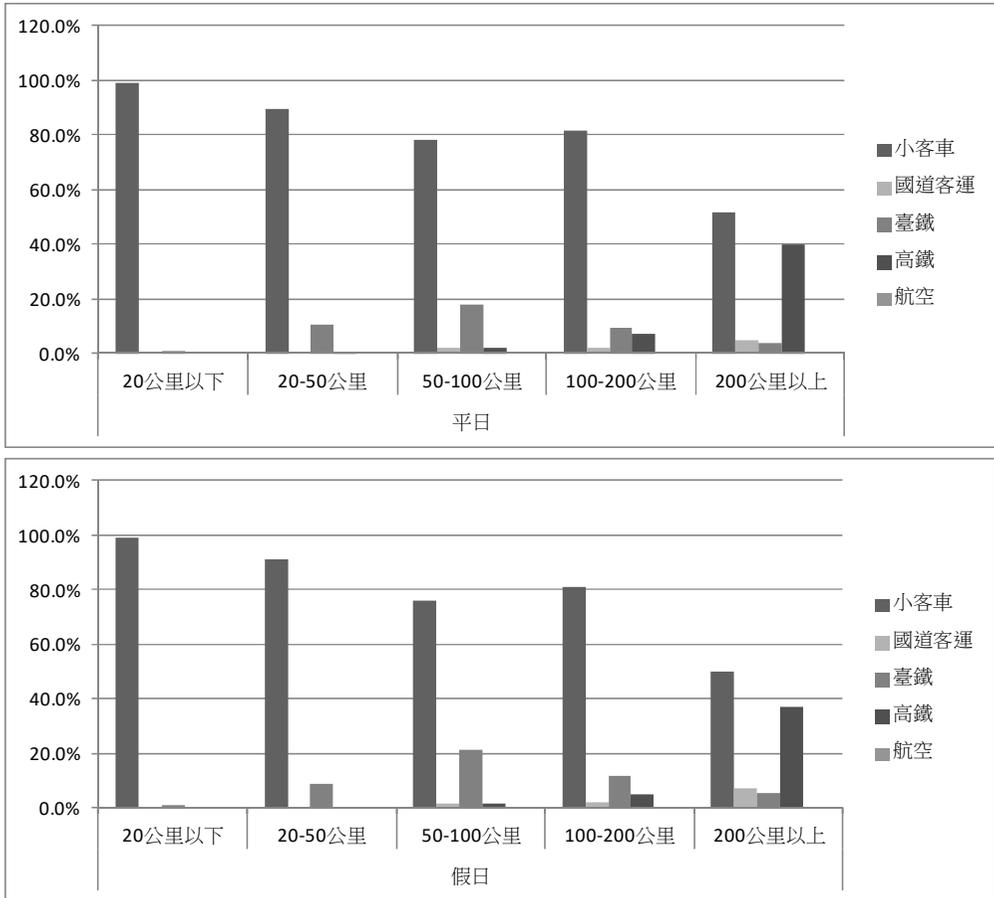


圖 19 高雄都會區跨生活圈旅次不同旅次長度之運具占比

四、結論與建議

4.1 結論

本研究將交通部運研所 103 年與 104 年的第五期交通運輸整體規劃所蒐集的旅次特性調查數據做探討和分析，目的是為探討台灣都會區跨生活圈旅次特性以及與其他生活圈的交互關係，彙整如下。

1. 臺北都會區與其他生活圈之間的旅次量在平日以及假日皆以桃園占最大數，其次為基隆；臺中平、假日則是以彰化和南投占最多數；高雄是屏東以及臺南。由此可知三都會區平假日最常往來的旅次皆為鄰近生活圈。
2. 臺北都會區平、假日皆以往桃園的城際旅次量居多；而在各旅次目的來看，小客車亦是占最大的比例，而假日的小客車占比相較於平日高；

若分別探討平、假日之旅次目的，則與大眾設想的相似，平日以通勤上班的旅次最多，而假日則是以探親訪友和休閒旅次占最大的比例。

3. 臺中都會區平、假日的起迄分布前三名皆為彰化、南投以及臺北，相較於臺北都會區皆往鄰近縣市移動的情況來看，臺中往臺北的旅次占有12%左右，且為非鄰近縣市的移動；運具分布上平、假日皆為小客車居多，而平日相較於假日的占比較高；然而平日的旅次分布以通勤為主，假日則是以探親訪友和休閒旅次占最大的比例。
4. 高雄都會區起迄分布平、假日有所分別，平日以屏東以及臺南和臺北占最大比例，而假日則是以屏東、臺南以及嘉義為主；運具市場上同樣以小客車占最大比例，且相較於其他兩大都會區，小客車的占比最高，與臺中生活圈相同的情況，平日的小客車占比相較於假日更高；平日的主要旅次目的為通勤上班，固可推斷往臺北上班的旅次占有一定的比例，而假日則同其他兩個都會區，以探親訪友和休閒旅遊占最大比例。
5. 臺北都會區平、假日皆以20公里以下的城際旅次占最大的比例，但假日在長途的旅次長則相較於平日比例更高；若以運具分配來看，短程的旅次小客車的占比相較於長程更多，而旅次長度越長，高鐵的運具占比則明顯的提高，其他運具亦是有上升的趨勢。
6. 臺中都會區相較於臺北在平、假日的旅次長度在長程的旅次占比較高，並且平日以20-50公里占最大比例、假日則是50-100公里比例較高；運具分配上以小客車占最大比例，而在100-200公里以及200公里以上的旅程，其他運具的占比有明顯上升，其中以高鐵最為明顯。
7. 高雄都會區在20-50公里的旅次長度在平、假日都是占最多的比例；在運具的分配上與其他兩個都會區相同為小客車占最大比例，但在50-100公里的旅次上臺鐵的運具比有明顯上升，而在200公里以上的旅次則是高鐵有更明顯的上升比例。

4.2 建議

交通部運輸研究所長期進行城際整體運輸規劃，運輸規劃原具有定期通盤檢討修訂之必要，且國內社經發展趨勢與運輸需求亦隨受球經濟環境變化而改變，加上旅次特性易受到政策、社經環境及運輸系統供給等變化之影響，雖大規模旅次特性調查耗費人力、物力，然仍有其必要性。

本研究透過分析各大運輸系統資料時發現，因現有硬體設備的限制，故須因應各資料來源的統計資料的不同做些微調整。如高速公路已有eTag資料可判斷道路交通量，然各縣市間的省縣道小汽車通過量僅能以現有的VD

資料加以推測；並且會因不同年份的 VD 位置不同，所蒐集的數據也會有所差異，造成資料並無法直接應用。故建議中央及地方縣市間應建立一套屏柵線調查機制為主的 VD 硬體設備，以供未來運輸規劃上的應用和分析。

參考文獻

- 第 5 期整體運輸規劃研究系列—城際旅次特性調查(含補充調查)，交通部運輸研究所，民國 104 年。
- 第 5 期整體運輸規劃研究系列—城際運輸需求模式檢討及參數更新研究，交通部運輸研究所，民國 103 年。

稿約及審查說明

一、投稿須知

1. 本刊之封面故事及專題論著均屬公開，惟作者不得有侵犯他人著作權之情事，所有文責由作者自負。
2. 為便於一次刊出，論著來稿均請勿超過 25 頁本半年刊內容（含圖表）。
3. 為求編審效率，各類稿件最好直接利用 e-mail 傳至 taipai.tsts@gmail.com，或將電腦光碟郵寄 10571 臺北市南京東路五段 102 號 10 樓之 3，台北市交通安全促進會收。

二、論著投稿格式

1. 論著論文格式請依中文標題、英文標題、作者中英文姓名、中英文摘要（含關鍵字）、內文、參考文獻次序，並使用 Microsoft Word 編排，由作者自行印至 A4 紙張。邊界設定：上邊界 3 公分、下邊界 3 公分、左邊界 3.5 公分、右邊界 3.5 公分。頁首邊界 1.5 公分、頁尾邊界 1.5 公分。中文字體以標楷體，英文字體以 Times New Roman 為準。
2. 論文題目中文標題字型 20 點粗體，英文標題字型 16 點粗體；作者姓名中英文字型 14 點粗體，兩位作者以上，以數字 1,2,... 上標註明；作者單位職稱、聯絡地址、電話、E-mail、網址字型 8 點；摘要標題中英文字型 12 點粗體，摘要內容 16 點粗體，以國字數字編號（一、二、）；次標題字型 14 點粗體，以數字編號（1.1, 1.2）；次次標題字型 12 點粗體，以數字編號（1.1.1, 1.1.2）。
3. 圖名置於圖之下方，表名置於表之上方，以數字編號，表中內文字型均為 10 點。文中若有引用參考文獻部分，以〔〕表示之，〔〕內註明參考文獻之編號。頁尾加入頁碼。
4. 參考文獻以數字編號，格式範例如下：
 - (1) 作者 1，作者 2，「論文題目」，期刊名，1 卷，1 期，頁 1 - 99，民國 89 年 3 月。
 - (2) Surname, F. M. and F. M. Surname, "Title," Vol.1, No.1, pp.1 - 99, 2000

三、審查要點

1. 本刊接獲論著稿件後，先予登錄後再送兩位審查委員（名單如目錄頁）分別就稿件內容作專業審查，接受後始予刊登。原則上審查委員於兩週內完成稿件審查，本刊將以電子郵件回覆作者稿件處理情形。

2. 論著審查結果採計方式如下：

審查委員建議		採計方式
採納	採納	採納
採納	修改後採納	送請作者修改後採納
採納	退稿	送請召集委員審查並決定是否採納
修改後採納	修改後採納	送請作者修改後採納
修改後採納	退稿	送請召集委員審查並決定是否採納
退稿	退稿	退稿

3. 其它稿件由主編負責編審，本會有增刪修改之權。

著作權讓與書(未來出刊)

著作人同意將：

發表於【 】第【 】期之著作
發 表 名 稱：

著作財產權讓與給【 】，惟著作人仍保有未來
集 結 出 版、教 學 及 網 站 等 個 人 使 用 之 權 利，如：

- 一、本著作之商標權與專利權。
- 二、本著作之全部或部分著作人教學用之重製權。
- 三、出版後，本著作之全部或部分用於著作人之
出 書 中 或 論 文 集 中 之 使 用 權。
- 四、本著作用於著作人受僱機關內部分送之重製
使 用 權。
- 五、本著作及其所含資料之公開口述權。

著作人擔保本著作係著作人之原創性著作，著作人並
擔 保 本 著 作 未 含 有 因 審 稿 相 同 著 作 之 法 內 容，且未侵害他人
智 慧 財 產 權。同 意 視 為 相 同 著 作，不 影 響 本 讓 與 書 之 效
力。

立書人姓名：

身分證字號：

生日：

通訊電話：

電子信箱：

立書人簽章：

中華民國

年

月

日

臺北市交通安全促進會個人入會申請書

會員編號		填表日期	年	月	日
本人經本會會員 介紹，願參加 貴會為會員，遵守會章一切規定，謹附履歷如下，敬請准予入會。					
申請人：					
姓名		申請類別	<input type="checkbox"/> 一般會員 <input type="checkbox"/> 永久會員		
出生日期	年	月	日	性別	<input type="checkbox"/> 男 <input type="checkbox"/> 女
通訊地址	辦公	公司電話			
		傳真電話			
	住家	住家電話			
		行動電話			
最高學歷	校（院）名		科（系）別		學位名稱
現職					
經歷	機關單位		部門		職稱
會員委員會 審核意見			主任委員簽章		

有意申請加入本會為會員者，請填妥申請書後逕傳真：(02) 2764-7215

台北市交通安全促進會，聯絡人：李明展先生；電話：(02) 2748-5280

