

都市交通 Urban Traffic

半年刊 Biannually

第 38 卷 第一期 Volume 38 Number 1
民國 112 年 6 月 June 2023



台北市交通安全促進會發行

ISSN 1562-1189



9 771562 118007

Published by the Taipei Society for Traffic Safety

都市交通 Urban Traffic

半年刊 Biannually

第三十八卷 第一期 Volume 38 Number 1

中華民國一十二年六月 June 2023

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 邱裕鈞

主編 王中允

副主編 溫裕弘

助理編輯 陳亭愷

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 施仕青

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 Urban Traffic

半年刊 Biannually

第三十八卷 第一期 Volume 38 Number 1
中華民國一一二年六月 June 2023

目錄 Table of Contents

封面故事	1
智慧停車在臺南，古都翻轉新典範 王銘德、黃俊傑、陳英傑、薛博元、陳亭妤 Smart Parking in Tainan, a New Model for the Ancient Capital Ming-Te Wang, Chun-Chieh Huang, Ying-Chieh Chen, Po-Yuan Hsueh, Ting-Yu Chen	
高鐵延伸屏東之不利處境與困境 歐迪民、吳連賞 The Unfavorable Situation and Dilemma of the High-speed Rail Extension to Pingtung Tek-Bin Au, Lien-Shang Wu	17
自行車通勤使用推動研議 田珍綺、陳威勳、高錫鉦、黃琇琳、張舜淵、鄭嘉盈 Proposal on Promoting Bicycle Commuting Chen-Chi Tien, Wei-Hsun Chen, Hsi-Cheng Kao, Hsiu-Lin Huang, Shuen-Yuan Chang, Chia-Ying Cheng	35
臺北市大型車肇事探討與防制對策 林柏湖 The Analysis of Cause Exploration and Prevention Strategies on Large Vehicle Crashes in Taipei City Bo-Fu Lin	61
智慧交通管理-以臺北市智慧號誌為例 葉梓銓、王耀鐸、楊子鎔、江伊嵐、何棟國、林宜達 The Study of Smart Traffic Management on the Signal Control in Taipei City Tzu-Chuan Yeh, Yao-Duo Wang, Tzu-Pei Yang, Yi-Lan Chiang, Lien-Kuo Ho, Yi-Dar Lin	71



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

智慧停車在臺南，古都翻轉新典範

Smart Parking in Tainan, a New Model for the Ancient Capital

王銘德¹ Ming-Te Wang

黃俊傑² Chun-Chieh Huang

陳英傑³ Ying-Chieh Chen

薛博元⁴ Po-Yuan Hsueh

陳亭妤⁵ Ting-Yu Chen



¹ 臺南市政府交通局局长，Email：mtwang@mail.tainan.gov.tw，電話：06-2953888，地址：臺南市安平區永華路二段6號10樓

² 臺南市政府交通局簡任技正，Email：ccooljay@mail.tainan.gov.tw，電話：06-3901196，地址：臺南市安平區永華路二段6號10樓。

³ 臺南市政府交通局停車營運科科长，Email：chenyinjay@mail.tainan.gov.tw，電話：06-2931110#6100，地址：臺南市安平區平通路366號1樓。

⁴ 臺南市政府交通局停車營運科股長，Email：hpy@mail.tainan.gov.tw，電話：06-2931110#6201，地址：臺南市安平區平通路366號1樓。

⁵ 臺南市政府交通局停車營運科技士，Email：tingyuchen@mail.tainan.gov.tw，電話：06-2931110#6215，地址：臺南市安平區平通路366號1樓

一、前言

1.1 國內都市智慧停車的先行者

臺南市開發的早，囿於老舊城區道路狹窄、街廓過近，加以主要連外道路不足、停車格位有限、公共運輸尚未普及等問題，讓臺南市民經常受交通壅塞與停車困難問題所苦，智慧化的交通管理系統成為解決這些交通問題的最佳解方。

臺南市於 107 年對臺南部分路邊停車格導入了「智慧停車管理系統」，結合物聯網、雲端平台、人工智慧、車輛偵測、車牌辨識等技術應用，提供市民自動開單、多元支付及停車即時資訊功能，除讓市民停車、繳費的滿意度提升外，並獲得財政部「第 18 屆民間參與公共建設金擘獎」政府機關團隊特優獎的肯定，更是自 107~110 年間金擘獎唯一獲得特優肯定的政府機關團隊，作為國內都市智慧停車的先行者，臺南市停車管理的成效，讓各界有目共睹。

1.2 臺南市停車問題與挑戰

1.2.1 停車痛點開車人都深刻體認

停車是開車者生活中的一項剛性需求，雖然只是一個小小的程序，卻常因車位難求而苦惱不已。許多人都有經驗，在都市中的商圈、醫院、學校周邊，停車需求旺盛但車位供給有限，駕駛人常會遇到繞行 20 分鐘以上仍無法找到車位的情形，尋找車位帶來的無效繞行與等待車位帶來的長時間怠速候車，同時加劇空氣、噪音的污染與能源損耗，成為都市環境的主要殺手之一。

此外，在邊行駛邊找車位的過程中，不但影響道路車流造成交通壅塞，同時因為駕駛人注意力被分散，更容易造成交通安全問題；另外，在車位難尋時，車輛違規停放情況會大幅增加，不但影響行車秩序、阻礙交通，更造成人、車相互爭道或閃避，加深交通安全風險。是以，停車問題不但是重要的交通問題，更是環境污染與能源消耗的問題，是長期以來複雜難解的交通痛點，開車人均有深刻體認，對於一個優質的都市來說，這絕不是一個枝微末節的小問題，更不能等閒視之。

1.2.2 臺南市停車供給相對嚴峻

隨著社經持續發展與生活品質的提升，臺南市汽機車數量一直在成長。

根據交通部公路總局「機動車輛登記數」統計，臺南市 105 年汽車登記數量為 665,224 輛，至 109 年已成長為 702,788 輛，五年平均成長率約 1.1%；105 年機車登記數量為 1,281,853 輛，至 109 年則成長為 1,326,431 輛，五年平均成長率約 0.7%。(圖 1)

另外在車輛使用方面，根據交通部統計處 105 年辦理之「民眾日常使用運具狀況調查」顯示，民眾日常機車使用比例為 58.3%，在六都中僅次於高雄，位居第二，使用汽車比例為 24.9%，約與六都全體平均數相當，但因缺乏類似捷運之大眾運輸工具，因此私有運具所占比例為 84.7%，高居六都之冠，略高於臺中市與高雄市。(圖 1)



圖 1 多項數據顯示臺南市過去停車供給相對嚴峻

停車空間是臺南市最有價值的資產之一，依據 105 年統計資料，臺南市僅有 57,229 汽車格位；另依主計部統計 105 年「每萬輛小型車擁有路外及路邊停車格位數」，全國平均有 1,312 個停車格位，但臺南市只有 866 格，相較於六都中其他城市，臺南市早期的停車空間相對短缺。此外，臺南市擁有悠久的歷史文化和豐富的生態環境，根據本府觀光旅遊局「遊客統計」，人文古蹟及自然景觀風景區每年皆吸引超過一千萬的觀光人次，隨著觀光遊客的成長，外縣市機動車輛也大量湧入，除加劇景點周邊的停車問題外亦衍生其他交通問題。

1.2.3 停車需求管理也是關鍵

都市停車空間擴增不易且曠日廢時，如何透過停車需求管理，調適停車需求者的使用行為，善用現有的停車格位則是緩解停車問題的關鍵。停車需求受到周邊的土地使用的影響，而有路段區位與需求數量、尖離峰等特性，

要調節停車供需，解決車位難求問題，停車收費、計費方式與資訊提供是主要手段。

首先，停車費率會影響到停車延時並關係到停車位的周轉率，影響每個車位可以服務的停車數量；理論上，高昂的費率必定可有效的遏抑停車需求，但對於一些剛性需求以及市民對於生活便利的期待就會有所侵擾，降低民眾滿意度，所以要採用什麼樣的費率標準與級距，是一個持續變動的施政決策課題。

其次，計費方式也扮演重要角色。依據吳宗修等人在臺北市內湖、文山區所作的「路邊汽車停車格收費對使用行為之影響」研究，發現實施停車收費確實有「合理反應私有運具成本」以及「改善久占車位之不當利用行為」等效果；但是否能將路邊停車格釋放出來給真正路邊停車需求者，則還需要配合適當的計費方式，其中計時收費效果最佳，計次收費則可能讓停車供需嚴重失衡且違規比例上升。

最後，是停車資訊的蒐集、整合與提供程度會影響使用者觀感與行為；駕駛人若經常會在擁擠的市街上，來回的尋覓少數可遇而不可求的空位，不堪的停車體驗，會加升生活上的挫折感與不滿意度；因此，提供正確、即時的停車資訊不但能快速導引民眾停車，縮減車輛空駛與滯留道路的時間，大區域、完整停車資訊的提供，更能讓駕駛人在就掌握各種的出行方案所需的時間與費用，若真遇到停車困難的時段與路段，改用其他公共運輸甚或計程車前往，無痛的轉移過量的停車需求。

1.2.4 停車數位創新，臺南非做不可

「停車問題」是每個高度發展都市的共同問題，相較於其他縣市，停車問題在臺南市更為嚴峻，更是市府與民眾最迫切期待解決的痛點。要有效解決痛點，停車數位創新成為本市非做不可之作為。

合作發展智慧化開單收費以提升路邊車位周轉率，增加熱區停車供給；建置智慧路邊計費系統，同時配合中央多元支付推廣政策，開發多元停車繳費方式，讓收費管理智慧轉型；建置車位在席偵測系統，提升資訊回傳速度與完整度，滿足停車資訊即時蒐集需要；同時建構資訊介接整合平台，推廣民眾下載停車 APP 與本局資訊網頁，提高資訊揭露廣度，反轉服務互動的困境。這些從無到有再到好的數位創新建構過程，都是本局非面對不可的艱難挑戰。

二、全方位智慧停車解決方案

本局採用兩個方向處理本市停車問題，首先是增加路外停車場與路邊

停車格位的數量，再者則是指運用「智慧」提升現有停車格位的使用效率，兩者都是解決問題所必需。本階段將針對「積極發展智慧停車體系」、「活化數據智能」及「營造永續服務生態系」等服務措施來說明。(圖 2)



圖 2 全方位智慧停車解決方案

2.1 積極發展智慧停車體系

本局率全國之先創新使用「智慧服務模式」緩解停車問題，建造所需的智能工具及相關機制，把停車服務軟體化、數據化，再整合到應用平台上，在提供各種資訊的同時，蒐集使用者回饋，策略性的利用大數據與機器學習，來調整供給與服務決策，將智慧注入停車管理流程，讓停車服務變聰明。本局發展智慧停車的重點可再細分為三個區塊：

2.1.1 布建聯網協同體系

所謂的聯網協同就是打造會產生聯網整合效應的智慧停車管理系統與停車服務平台，透過各種感應器自動偵測情境狀態，並寫成電腦可以理解的程式，好將停車服務流程軟體化及數據化，以數位形式將資訊及停車服務放到網路上；並建立資訊、服務的聯通平台，把所有關係人連結在一起互動，促成所有關聯者間的協同合作。

本局配合經濟部工業局推動之107年度「智慧城鄉生活應用發展計畫」補助，率全國之先創新提出「智慧路邊車位偵測停車收費管理整合系統計畫」，由本計畫執行廠商台灣國際開發事業有限公司(以下簡稱台灣國際公司)協助本市完成2,500席地磁偵測器佈建，並建置全國唯一創新智慧停車雲端數據平台。同年遠傳電信股份有限公司之「路邊停車即時資訊服務計畫」亦獲選經濟部工業局補助，並與本局簽訂合作計畫，協助本市完成3,900席地磁偵測器佈建，進行偵測並回傳路邊格位使用資訊至本局智慧停車雲端數

據平台。於「智慧城鄉生活應用發展計畫」結束後，本局持續推動「臺南市路邊停車開單暨格位即時資訊傳輸服務委託民間辦理案」，要求委託民間路邊開單業者除協助開單服務外，因提供格位即時資訊傳輸，本局預計將於112年5月完成總計10,000席地磁偵測器佈建。

2.1.2 建置多功能的智慧停車管理系統

在數位時代，「智慧化」是一個建設的過程，其基礎就是建置智慧管理系統。完整的智慧停車管理系統是利用感測器與辨識等技術，來偵知車位使用狀況與車輛停留時間，以計算停車費率，完成自動化停車管理。依據停車格位特性，管理系統亦區分為「路外停車場管理系統」以及「路邊車位管理系統」兩類。其中前者屬於封閉的停車點位，設備、技術較為單純，且民間已有各種成功模式可資選擇，而後者屬於線性、開放的環境，技術難度高且系統運作較複雜，在此僅著重在路邊智慧停車管理系統進行說明。(圖3)



圖3 臺南市路邊智慧停車管理系統

本局依使用目的發展出兩種路邊停車格位管理系統，第一種是為強化對行進中車輛駕駛的即時停車導引，所發展的路邊車位偵測系統；另一種則是結合車輛偵知、計費與繳費功能於一身之整合型「智慧路邊停車計費系統」。本局率全國之先創新於106年以產、官、學三方合作方式，與宏基智通股份有限公司(以下簡稱宏基智通公司)及臺南應用科技大學合作，運用AI車牌辨識和物聯網數位科技，於本市永康區試辦16席智慧路邊停車計費系統。

該系統於每個停車格旁人行道側設置智慧計費柱，柱內裝有毫米雷達波感測器，用來偵測車輛是否駛入停車格內停放，並進一步確認車輛未移動時間，作為智慧路邊開單系統執行開單之時間依據；另並將AI物件辨識技

術運用在車牌辨識上，經過大量的機器學習準確找出影像上的車牌位置，並進行車牌歪斜校正與車號辨識輸出，作為智慧路邊開單系統執行開單之車牌號碼依據，同時記錄車輛起始停放時間。

鑑於本市永康區 16 席智慧路邊停車計費系統試辦成效顯著，能有效提升路邊格位周轉效率與使用效率，確實達到增加停車位供給之目的，爰本局率全國之先創新以促參法相關規定辦理兩次 BOT 案，分別於 107 年 6 月及 110 年 4 月與宏碁智通公司完成簽約，並已於 112 年 5 月完成全國規模最大之 4,000 席智慧路邊停車格位正式上線營運，擴大智慧計費系統服務效能。

2.1.3 發展資訊終端應用與停車繳費體系

本局自 104 年起開放臺南好停 APP 下載，任何民眾皆可使用 APP 查詢本市各停車場位置以及收費方式，系統可直接顯示車主位置，同時提供路徑引導，引導民眾前往指定停車場。此外，路旁停車格位所設感測器偵測到的即時狀況，透過網路送至本局資料介接暨整合平台，然後推播至手機 APP 及本局處資訊網站，讓車主提前知道目的地周邊路段的車位使用狀況。

另為提供更方便之停車費繳納服務，本市已建立多元停車繳費管道，除傳統的悠遊卡、一卡通等電子票證外，並率全國之先創新於官方版臺南好停 APP 導入手機行動支付服務，自 107 年 10 月正式上線，目前共有 6 家第三方支付服務業者，並支援本市既有人工開單繳費模式(銀行、信用卡、超商代繳)，讓繳費服務數位升級(圖 4)；而提供無紙化便捷繳費服務，更成為本市 COVID-19 重要防疫政策，協助民眾減少外出繳費之需要，陪伴民眾兼顧防疫與生活品質。



圖 4 臺南好停 APP 與多元支付方便民眾繳費

無論民眾是否為臺南好停 APP 的會員，都可使用手機掃描紙本繳費單條碼，或是直接輸入車號，再選擇輸入信用卡資料，即可完成停車繳費程序。選擇加入臺南好停 APP 會員，系統可運用主動推播功能，通知會員尚有未繳納之停車單，提醒會員於期限內繳納停車費，如會員車輛違規停放遭警察單位拖吊，亦可即時通知車輛拖吊訊息，避免民眾誤以為車輛遭竊。

2.2 活化數據智能

停車服務是一種可調適的服務，掌握停車供需的即時與預測資料、車輛停留時間、停車需求特性與相關付費資訊，可以方便導引使用者停車，協助其評估各種運具最適的出行方案；並讓業者提升車位管理效率、縮減成本並對服務增值；同時協助主管機關制定發展政策並進行需求管理。

此外，數據增值還可擴展至其他生活應用領域，因為停車通常會伴隨著工作、遊憩、購物、餐飲等其他活動，如果能夠結合異業的數據資料，進行最佳行程規劃與主動服務推薦，不惟可創造極高的附加價值，且可進一步落實智慧城市的願景。因此，為方便接軌智慧運輸與智慧城市的發展，針對智慧停車本局訂出「數據智能」的發展地圖每個進程的重點內容如圖所示。(圖 5)

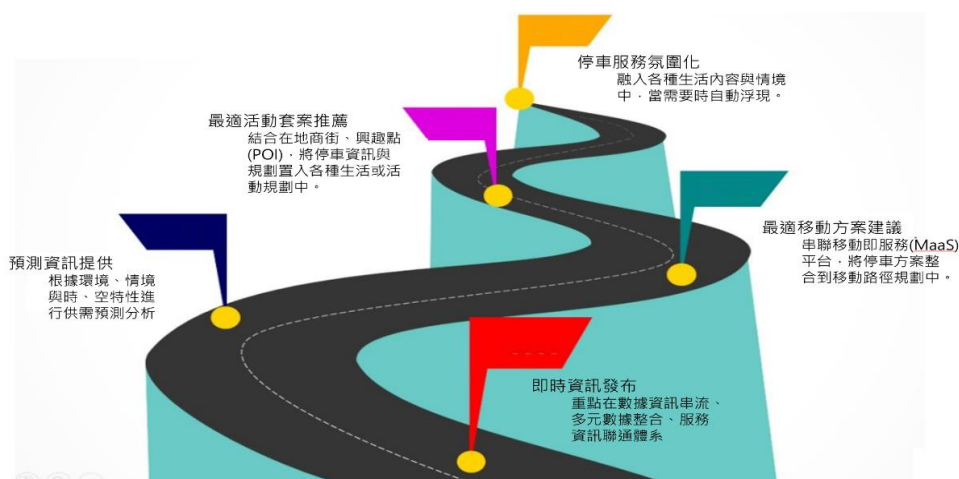


圖 5 臺南停車資訊智能化發展地圖

本局率全國之先創新對智慧停車資訊進行大數據增值分析，目前不僅已完成雲端數據平台基礎建設，更提供民眾停車即時資訊與停車預測資訊，正持續發展更創新之停車服務，茲說明如下：

2.2.1 雲端數據平台是智慧增值所需基礎設施

活化數據智能需建構能「完全對應實體停車體系的數位分身」並建立「數據流通體系」，其基本功能包括：建構智慧停車雲端數據平台、統一規範資訊格式、設置雲端資料庫、介接各類巨量資料，蒐集並完成資訊整合分析後，再以圖資方式呈現，並透過 API 對接進行訊息發布與應用。(圖 6)

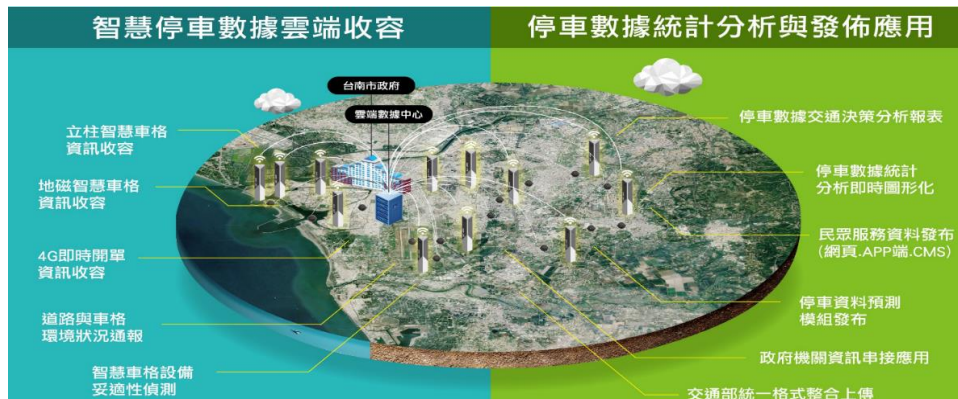


圖 6 智慧停車雲端數據中心服務情境

2.2.2 即時資訊蒐集、整合與應用

數據智能的重點是即時資訊的蒐集整合、可視化與資訊即時傳遞。即時停車資訊蒐集來源多元，除既有智慧路外停車場即時資訊外，更新增智慧路邊停車計費系統與智慧路邊車位偵測系統即時資訊，為協助民眾更快速尋得停車空位，本局整合目前與未來各類系統之多樣化即時資訊，在路邊停車格位即時資訊之正確性與完整性有了巨大的突破。

在資料可視化部分，本局創新建置停車資訊儀表板，已納入歷史數據分析、即時與預測資料呈現、營運數據分析等所需之儀表板。(圖 7)



圖 7 各類停車數據視覺化介面

在資訊應用方面，本局創全國之先整合路段空位使用與路段空位預測等資訊，皆以 Google 地圖連結方式，透過本局網頁及臺南好停 APP 開放民眾共享共用，民眾可利用手機直接查詢路外停車場及路邊停車格動態剩餘

空位資訊，更可進行定位，藉由手機導引快速抵達路邊停車空位。

2.2.3 停車資料分析與預測

停車資料預測整合長期趨勢、週期性變化與特定活動與特殊事件等時間影響因素，以及特定的區域、路段、地點周邊的空間影像因素，來掌握所有的時空特性，再利用統計方法進行時間序列的分析或是發展深度學習的演算法；目前採用長短期記憶模型(LSTM)來進行各路段模型的訓練及停車剩餘格位數的預測，用各路段歷史資料來建模，模型串接即時資料來預測未來剩餘格位數並持續進行 AI 預測模型的建構與訓練，建立能不斷學習精進的 AI 模型。(圖 8)

隨著路邊格位即時資料的長期累積，加上 AI 預測模型的精進，路段空位預測資訊透過本局網頁及臺南好停 APP 開放民眾查詢參考，讓民眾在開車出門前預知目的地周遭停車狀況，得以規劃最適行程與路線，節省整體旅運時間。

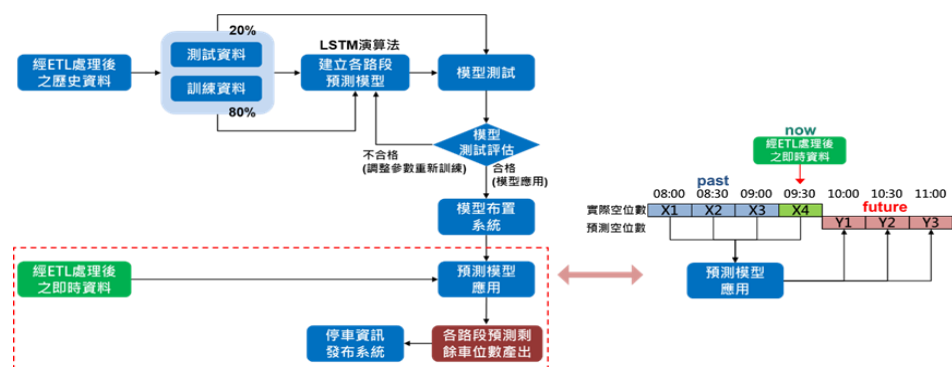


圖 8 AI 停車剩餘格位數預測模型訓練及應用

2.2.4 跨域導入其他應用平台

首先，在開放 API(OpenAPI)方面，為能將停車資訊嵌入其他的服務平台或相互介接，各種停車資訊與服務功能均已「模組化」，透過應用程式介面(API)對外開放。本局創新開放所有協力廠商皆連結本局智慧停車資料收容及發布系統，透過介接 Open API，獲取大量歷史暨即時停車資訊，持續開發停車決策支援分析程式，相關研究成果無償回饋市府，共同為民眾開創更好的停車服務模式。

其次，在開放數據(Open Data)方面，除已針對合作夥伴以及學研單位開放數據，並將數據提供給交通部運營的「運輸資料流通服務(TDX)」，好與全國各地的運輸數據相互整合，讓更多的企業與學研機構能夠取得這些寶貴數據。目前本局已委請財團法人成大研究發展基金會進行停車大數據研

究分析，持續藉由產、官、學界三方合作，共同為民發展更多的創新交通服務。(圖 9)

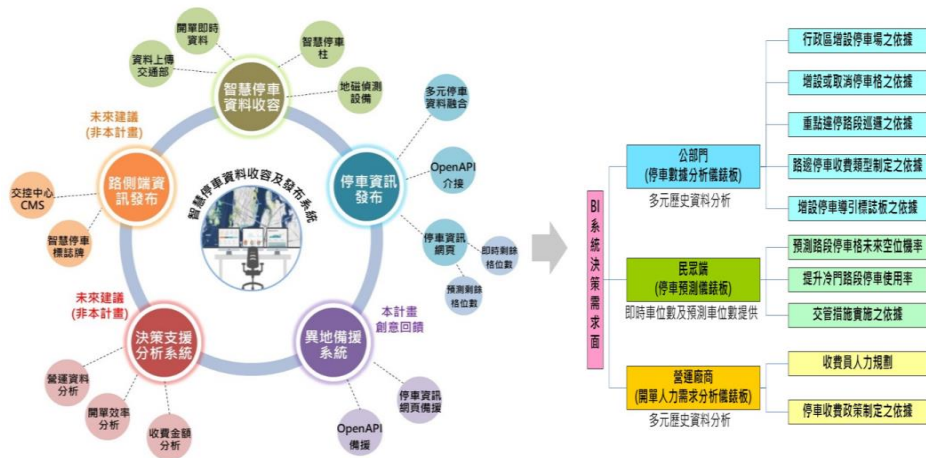


圖 9 智慧停車資料收容、發布及應用

三、推動成效

本局推動增加熱區停車供給、收費管理智慧轉型、即時資訊智慧蒐集、揭露等數位創新服務，創造智慧、友善、安全、便利之停車環境，除讓開車民眾體驗臺南市找得到、停得到、方便繳之全新停車服務外，亦以積極、開放的態度，面對及處理難解的停車問題，透過新科技的導入、智能設備的驗證與應用、採購方式的鬆綁以及公私協力等具體措施，數年來已達成多項可量化的成效：

3.1 具體成效全面而顯著

3.1.1 路邊停車格位智慧化比率達 78%，高居全國之冠

本市路邊收費停車格位至 112 年的 1 季共計約 14,000 席，目前已完成 11,000 席路邊格位智慧化，其中包含智慧路邊停車計費系統 4,000 席與智慧路邊車位偵測系統 7,000 席，路邊收費停車格位智慧化比率達 78%，遠高於其他直轄市。(圖 10)

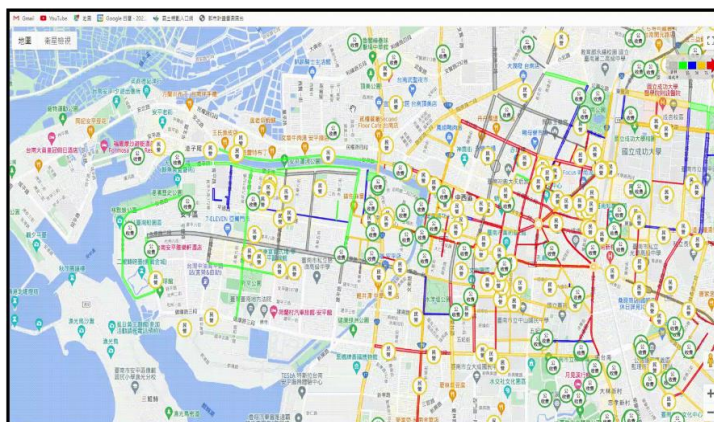


圖 10 路邊停車格位智慧化

3.1.2 提升路邊格位周轉率 22.7%，使用率 38.44%

自 108 年 4 月啟用智慧路邊停車計費系統，至 109 年 6 月底智慧路邊車格之每月開單總張數，相較於前年同期相同格位人工開單總張數，平均增加 22.7%；智慧路邊車格之每月開單總小時數，相較於前年同期相同格位人工開單總小時數，平均增加 38.44%，周轉效率明顯提升，同一停車格位之停車服務車次提昇，使用時間更長。(圖 11)



圖 11 路邊格位服務效能顯著提升

3.1.3 民眾尋找空車位時間平均減少 5~6 分鐘以上

本局於 108 年 9 月針對智慧路邊停車管理系統進行 1,002 份服務滿意度問卷調查，89%受訪者認同本系統有助於節省整體停車時間；本局另於 109 年 3 月針對進行 500 份有效問卷統計資料顯示，本系統幫助民眾平均省下 5~6 分鐘尋找停車空位之時間。依本局 110 年 4 月委託財團法人成大研究發展基金會進行 1,000 份有效問卷統計，更有 28%民眾認為本市智慧路邊停車管理系統節省民眾超過 10 分鐘以上之尋找停車空位時間。

3.1.4 智慧路邊停車格位即時繳費比率達 45%以上

至 111 年 12 月民眾現場使用電子票證或行動支付即時繳交路邊停車費筆數總計已達 2,343,390 筆，且智慧開單格位每月皆高達 45%以上民眾選擇即時繳費，顯示路邊停車格位可即時繳費之便利性深獲民眾肯定與喜愛。

3.1.5 民眾各方面的滿意度都達 80%以上

依本局於 108 年 9 月辦理之 1,002 份服務滿意度問卷調查，89%受訪者認同本市智慧路邊停車計費系統政策，在整體服務滿意度方面 80%以上滿意與非常滿意。本局另於 109 年 3 月針對當時已上線服務之智慧路邊車位偵測系統及臺南好停 APP 進行 500 份有效問卷，結果顯示在得到即時資訊、找車位與繳費等方面均獲得高達 80%以上同意與非常同意的認同，整體滿意度極高。依本局 110 年 4 月委託財團法人成大研究發展基金會進行 1,000 份有效問卷統計，本市智慧路邊停車各項服務之民眾整體滿意度皆已提升至 85%以上。(圖 12)

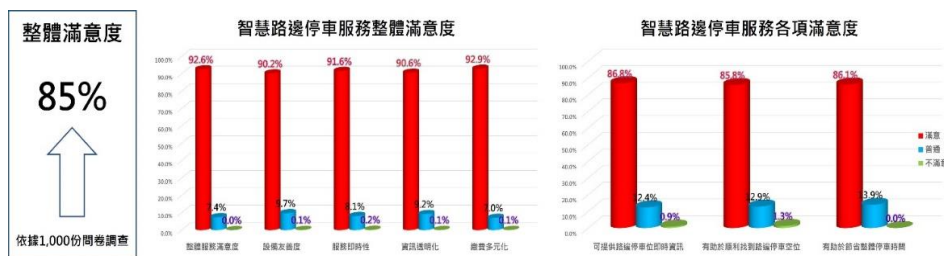


圖 12 民眾各方面的滿意度都達 85%以上

3.2 效益及影響正向且長遠

智慧停車是智慧運輸與智慧城市的前沿(frontier)，直接與市民連結具有網路效應，虛實整合的創新技術可以普遍應用至其他領域，服務收益與加值可健全永續服務，簡政便民的服務體驗可節省不必要的時間、費用；因此，除具體成效外，本局執行的全方位智慧停車服務方案還具有以下的效益與影響：

3.2.1 確立服務智慧化發展模式

智慧化是一個不斷嘗試與驗證的歷程，本局從無到有，針對各種設備與技術，逐項進行驗證與應用，並完成整體虛實整合的服務流程，讓傳統停車管理得以數據化、智慧化與一站滿足，後續並能與其他的服務應用平台接軌，發展模式與經驗可以移轉至其他智慧基礎建設的推展，降低摸索與試誤

的成本。

本局自 106 年起創全國之先，整合智慧停車資訊並提供路邊停車導引，除廣設數位化智慧停車場，藉以規劃適當的停車路徑，減少車主在都市中繞駛找車位的時間，試辦成效良好。107 年起擴大辦理智慧路邊停車計費系統，依據促參法相關規定辦理 BOT 案，與宏基智通公司完成簽約，同時推動智慧路邊車位偵測停車收費管理整合系統計畫並且兩次升級臺南好停 APP，發展出即時資訊蒐集、揭露與運用能力，順利達成本市收費管理智慧轉型目標，進一步提供民眾全方位數位創新停車服務。

3.2.2 實現雲端數據中心與大數據、AI 應用樣態

廣泛蒐集的多元數據由雲端數據中心的彙整後，利用人工智慧整合各項影響因素來建立預測模式，所建置的雲端數據中心，可作為大數據的發展基地，而相關演算法可進一步應用至其他領域，讓智慧化得以具體實踐。

3.2.3 落實簡政便民並改善民眾生活品質

達到讓民眾找得更智慧、停得更容易、繳得更方便等效益，這些有實質幫助的服務悉獲民眾肯定，超商代收費用的節省、增加車位週轉率所增加之收益能創造多贏，而智慧路邊停車服務在資訊揭露、時間節省、繳費便利等方面皆開始改善民眾生活品質。

3.2.4 營造永續服務的生態體系

「停車問題」在臺南市是市府與民眾最迫切期待解決的痛點。要有效解決痛點，停車數位創新成為本局非做不可之作為。面對高風險的技術與服務創新，本局擔任領頭羊，捨棄傳統採購改以 BOT 及購買服務方式，善用民間力量，發展公私協力夥伴關係，透過整合型服務 APP 將需求整合進來，並成立基金管理停車收入，讓成效能夠不斷的累積與擴展，達到永續服務的目標。這也讓本市的「智慧停車管理系統」數位發展領先全國、設置規模全國最大、服務創新全國唯一，成為其他城市推展停車智慧化的學習典範。

四、未來努力方向

本局所提全方位智慧停車解決方案經過數年來的打拼，整體已具成效，後續將朝持續擴展多元智慧應用的方向來努力，主要工作包括：

4.1 全面路邊收費車格智慧化

本局路邊停車格位智慧化比率與智慧開單比率同為全國之冠，目前已於 112 年 5 月於本市完成總計 4,000 席智慧路邊停車計費系統及 7,000 席智慧路邊車位偵測系統，未來也會持續尋求合作廠商，達成本市路邊收費車格 100%全面智慧化目標。

4.2 路邊停車格位與路外停車場資訊 100%整合揭露

本市智慧路邊車位偵測停車收費管理整合系統已完成建置，目前除整合所有路邊收費格位資訊以及公有停車場資訊外，亦持續規劃與民營停車場業者進行產、官合作，共同完成高效永續的資訊整合服務，實踐本市停車資訊服務網 100%整合揭露之願景，促進停車產業升級增進經濟發展。

4.3 提高線上支付、行動支付與 APP 下載比率

隨著第三方支付的上線以及臺南好停 APP 的推廣，超商代收停車費之比率已顯著下降，未來將持續提供相關優惠，吸引更多民眾使用友善便利的繳費服務；本局亦將持續增進 APP 功能，提供民眾更多優質之即時停車服務，讓服務平台能產生網路效應，成為臺南市民的智慧生活好助理。

4.4 擴展大數據分析應用與加值整合服務

目前本局協力廠商與學術單位正共同發展其他可提升資訊價值的運用模式，發展各類主動推播或推薦的演算法，透過深度學習讓由使用者能逐步訓練、建立其自身的需求模型，並讓業者能針對不同屬性的民眾，提供更多元且專屬的停車服務；本局則將持續透過開放數據與 API 來讓停車服務能夠廣泛擴整，進一步與移動服務、活動及生活緊密結合，讓停車不再是痛點。

五、結語

臺南市發展智慧城市就如同古裝換西裝，很多面向都需考量。臺南市市長黃偉哲說，臺南市建城近 400 年，都市規劃自日據時代而起，因此發展智慧城市的戰略比臺灣其他縣市更為複雜，光是智慧交通面臨狹窄街道即是一大問題。臺南市因智慧路邊停車方案，與大眾運輸網的重新布建，交通上已慢慢換穿上西裝，未來也持續歡迎各地先進到臺南互相切磋、比試。

參考文獻

交通部公路總局統計查詢網，「機動車輛登記數」，擷取日期：2023 年 5 月 26 日，
<https://stat.thb.gov.tw/hb01/webMain.aspx?sys=220&ym=10501&ytm=11003&kind=21&type=1&funid=1110007&cycle=41&outmode=0&compmode=0&outkind=1&fldspc=0,2,26,1,&cod088=1&rdm=R38269>。

交通部統計處，「民眾日常使用運具狀況調查」，網站
<https://www.motc.gov.tw/ch/app/statistics105.jsp?lang=ch&folderName=ch&id=1679&parentpath=0%2C6&mcustomize=statistics105.jsp>

中華民國統計資訊網，「每萬輛小型車擁有路外及路邊停車位數」，網站
<https://statdb.dgbas.gov.tw/pxweb/Dialog/varval.asp?ma=CS4071N1A&ti=%A1i%A7%EF%A8%EE%AB%E1%A1j%BF%A4%A5%AB%AD%AB%ADn%B2%CE%ADp%AB%FC%BC%D0%A6%DB%BF%EF%B6%B5%A5%D8&path=../database/CountyStatistics/&lang=9>，

台南市政府觀光旅遊局行政服務網，「遊客統計」，網站
<https://admin.twtainan.net/zh-tw/touriststatistics?category=%E9%81%8A%E5%AE%A2%E7%B5%B1%E8%A8%88>

吳宗修、林筱涵(2016)，「路邊汽車停車格收費對使用行為之影響」，*105 年道路交通安全與執法研討會*，頁 305-322。

宏碁智通股份有限公司(2020)，「臺南市智慧路邊停車計費系統 BOT 滿意度調查成果報告」

財團法人成大研究發展基金會(2021)，「『臺南市智慧路邊停車』服務滿意度調查報告」

財團法人成大研究發展基金會(2022)，「『臺南市智慧路邊停車』服務滿意度調查報告」

高鐵延伸屏東之不利處境與困境

The Unfavorable Situation and Dilemma of the High-speed Rail Extension to Pingtung

歐迪民 Tek-Bin Au¹

吳連賞 Lien-Shang Wu²

摘要

高鐵延伸至屏東，由高雄左營站跨越高屏溪進入屏東六塊厝設站，全長 17.5 公里，興建經費約 554 億元，預定 9 年完工，延伸後保留再延伸之可能性，循序漸進推動環島高鐵。本文主要目的在於探討高鐵設站於屏東六塊厝，將面臨規模不經濟之處境與困境，因偏離高雄都會核心，也與屏東市區有相當距離，而都市是產業、運輸路線與人口集中地，是現今經濟活動舞台，捨人口高密度區再造新鐵道與場站，服務運量將大受影響。透過文獻資料分析法，理解背景、說明現況、推測未來，回顧過去台灣交通建設，就高鐵延伸屏東之緣由及屏東地理位置與人口分布等，說明鐵道運輸之特徵與台灣人口結構改變等趨勢，結合環島高鐵等相關資料訊息，提供結論與建議。

關鍵詞：高鐵延伸屏東、規模不經濟、處境與困境、台灣人口結構、環島鐵路

Abstract

The high-speed rail extends to Pingtung, from Kaohsiung Zuoying Station across Gaoping River to Pingtung Liukuaicuo Station, with a total length of 17.5 kilometers, the construction cost is about 55.4 billion yuan, and is scheduled to be completed in 9 years. After the extension, the possibility of further extension is retained, and the round-the-island high-speed rail is promoted step by step. The main purpose of this article is to discuss the diseconomies of scale and difficulties faced by the high-speed rail station in Liukuaicuo, Pingtung. Because it deviates from the core of the Kaohsiung metropolis, it is also far away from the urban area of Pingtung. The city is where industries, transportation routes, and population are concentrated. It is the stage for economic activities. If the high-density area is rebuilt with a new railway

¹ 國立高雄師範大學地理系博士候選人 E-mail: 9153009@gmail.com Tel:0903602310

² 國立高雄師範大學地理系教授 [Tel:07-7172930](tel:07-7172930) 分機 1000

and station, the service will be affected. Through the analysis of literature and data, we can understand the background, explain the current situation, and speculate on the future. The reason for the East, the geographical location and population distribution of Pingtung, etc., explain the characteristics of railway transportation and the trend of changes in Taiwan's population structure, combined with relevant information such as the high-speed rail around the island, and then provide conclusions and suggestions.

Keywords: High speed rail extension to Pingtung, diseconomies of scale, dilemma and difficulties, Taiwan population structure, round island railway

一、研究動機、目的與方法

1998 年台灣高鐵公司成立，2007 年 1 月高速鐵路於板橋和左營間試營運，3 月台北與左營全線通車，現有南港、台北、板橋、桃園、新竹、苗栗、台中、彰化、雲林、嘉義、台南及左營共 12 個車站，路線全長 349.5 公里，最高時速 300 公里，台灣南北都市因高鐵大幅縮短往返交通時間，已為西部走廊重要運輸工具，實現一日生活圈(台灣高鐵簡介，2020)，而交通部推動打造環島高效鐵路網要將高鐵延伸屏東，配合未來屏東與臺東之臺鐵提速計畫，讓高鐵連結屏東與臺灣西部各縣市，將高雄與臺東旅行時間縮短至 90 分鐘內，促成一日生活圈發展，提升國土機動性，引導區域均衡發展，並利用車站之區位優勢，帶動相關產業發展，使在地經濟成長並提升生活品質。高鐵屏東站周邊計畫開發設置科學園區、科技產業園區與運動休閒園區，路線自高鐵左營站經高雄市仁武、鳥松、大樹等區，跨越高屏溪進入屏東縣於台糖六塊厝農場設站，全長約 17.5 公里，行車時間 10 分鐘，9 年完工通車，興建經費約 554 億元(高鐵延伸屏東規劃作業，2023)。交通部王國材部長表示高鐵延伸到宜蘭與屏東應保留再延伸可能性，前行政院蘇貞昌院長在立法院備詢時強調，環島高鐵會循序漸進，承諾盡速推動可行性研究，他鼓勵王擔任交通部長，就是應該要有熱情、有夢(立法院全球資訊網，2021)。

高鐵站場設置之位址區域，一般而言都將造成地方劇烈改變，而後若要再延伸，其影響會更深遠，高鐵站場之開發必然對周遭環境產生明顯衝擊，若依土地使用變遷管理之整合架構，社會使用價值、市場價值及生態價值三者應並立，如此方可永續發展(Edward John Kaiser, 1995)。本探討之主要目的在於高鐵未來設站於屏東六塊厝，所要面臨之處境與困境，試透過文獻資料分析法，理解背景，說明現況，就蒐集之資料綜合分析，然後推測未來。文獻資料分析法(Document Analysis)係根據一定之研究目的，經蒐集相關資訊、調查報告、現況動態等文獻資料，分析後歸納統整，再分析事件淵源、原因、背景、影響及其意義等，分析四步驟：閱覽與整理(Reading and Organizing)、描述(Description)、分類(Classifying)及詮釋(Interpretation)(朱柔若譯，2000，W. Lawrence Neuman 著)。本研究回顧過去台灣交通建設，探

討高鐵延伸屏東緣由，屏東地理位置人口分布，再說明軌道運輸特徵與台灣人口結構改變之趨勢等，綜合整理相關訊息資料後，最終提供結論與建議。

二、文獻探討

2.1 台灣鐵路建設

台灣鐵路之發展始於清代劉銘傳經營台灣推動之改革，認為興建鐵路對台灣開發和防衛具重要性，1887 年(清光緒 13)成立「全台鐵路商務總局」，1893 年 12 月開通基隆與新竹間，鐵路長 107 公里。

日治初期台灣總督樺山資紀於 1897 年(明治 30)年 3 月上奏，延長建設縱貫鐵路、築基隆港，又增加縱貫海岸線、宜蘭線、潮州線(今屏東線)，以及後山東海岸花蓮港到臺東間輕軌便鐵路之鋪設和礦、糖業支線鐵路。

日治時期台灣鐵路與「開發」，重點在擴大農產品之一級產業生產、輸出，重要物資：米、糖、茶、樟腦...，是為日本國內需求，呈現台灣殖民地式的經濟特色。台灣鐵路沿線農產品搬運至基隆與高雄兩港輸往日本，而日本則以工業製品和肥料為主輸入台灣，台灣鐵路發揮典型忠實的殖民地式鐵路機能。台灣鐵路特殊性：縱貫線大部分路段雙軌化，且已進行改良工程，貨運優先發展營運，但是客運也有規模，為都市近郊旅客搭乘便利，以輕便汽車加強運送，旅費上別於日本和朝鮮之遠距離遞減法，因台灣旅客較多短程，另方面則是為與汽車和私鐵競爭（高成鳳，1999）。

縱貫鐵路完成，是臺灣近代化歷程中一項極為重要的里程碑，連接臺灣南北，彌補原本河川水運多為東西方向之不足，使南北交通往來更通暢便利，與各種民間鐵路之連結也對臺灣產業發展貢獻良多。日治時期修築之鐵路：淡水線 1901 年完工，1908 年之縱貫線，包括臺中線及基隆到高雄完工通車（許維珊，2013）。日籍工程師飯田豐二設計興建當時號稱「東洋第一長橋」的下淡水溪鐵橋（位於高雄市大樹區九曲堂站和屏東市六塊厝站間），由 24 節鋼桁架所組成之花樑結構鐵橋，全長 1526 公尺、寬 7.6 公尺，原名下淡水溪鐵橋，以及美麗歐風的阿猴停車場（車站），於 1913 年 12 月 20 日正式營運，當天在屏東公園舉辦祝賀儀式。1914 年 2 月 15 日，阿猴線舉辦正式開通式，佐久間總督自臺北搭鐵道親臨阿猴車站主持（李錦旭，2018）。1919 年產業快速發展，臺中線經山路造成運輸瓶頸，始修建縱貫海岸線，1922 年海岸線由竹南至彰化完工通車。東部宜蘭線 1917 年興建，基隆至新城在 1924 年通車，而高雄至枋寮之屏東線在 1941 完工通車（許維珊，2013）。

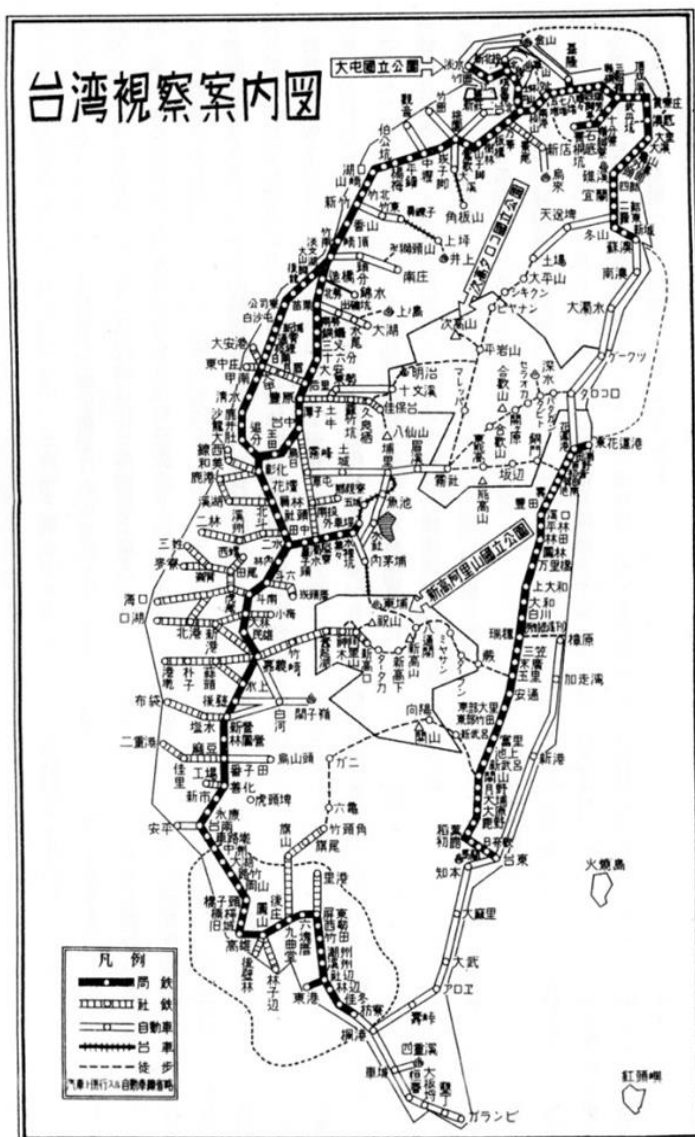


圖 1 日治時期交通(高成鳳，1999)

2.2 鐵路電氣化

1960 年代末期至 1979 年間，台灣為促進景氣復甦、加速經濟成長、創造就業機會，完成十項重大基礎建設，當中有兩項重要之交通運輸工程，即西線鐵路電氣化與南北高速公路（文化部台灣大百科全書，2009a）。

1973 年臺灣鐵路管理局為客貨運量，計畫電氣化工程，範圍西部幹線縱貫線，基隆至高雄間架設 1,153 公里長高架電車線，1979 年 6 月 27 日全線完工通電試車，同年 7 月 1 日高雄車站舉行通車典禮(文化部台灣大百科全書，2009b)。

2.3 南北高速公路

台灣首條南北高速公路名中山高，又稱國道一號，北起基隆，南迄高雄，經台北、桃園、新竹、苗栗、台中、彰化、雲林、嘉義、台南等縣市，全長 373 公里，於 1978 年 10 月 31 日全線通車，主線貫連基隆港與高雄港，支線連桃園國際機場、台中港與小港機場。(交通部臺灣區高速公路工程局，1978)

鐵路電氣化與高速公路同樣都北起基隆南迄高雄，位居台灣西部尾的屏東則延遲至 2004 年南二高才通車，而 1978 年國道一號已通車，慢台灣西部走廊其他縣市 26 年，鐵路電氣化至 2015 年，屏東與潮州間高架電氣化全線通車，落後更長達四十多年。

2.4 高鐵延伸屏東

屏東縣政府指出，高鐵延伸屏東議題最早源起於 2008 年 9 月，交通部建議行政院局部變更「高雄計畫」，讓高鐵從高雄左營往南延伸時可與台鐵共軌營運。

2010 年行政院核定「國土空間發展策略計畫」，考量未來運輸網路發展建議考慮高鐵延伸，當時預估「高雄專案」將多花費新台幣 10 億元，高鐵公司可節省約 3 百億元，後計畫變更與台鐵共軌方案未進行，交通部以「經濟效益」為評估依據，高鐵延伸屏東遭質疑。

屏東縣位國境之南，交通建設不到位，對發展不公平，有學者質疑農業縣「會有日常高鐵的需求嗎？」，嚴重傷害屏東人情感，再以自償率、回本等問題否定交通平權，偏鄉大眾運輸不需建設？一再背負「站尾包衰」宿命？高鐵南延屏東有交通平權意義(屏東縣政府傳播暨國際事務處，2018)。



圖 2 高鐵現有車站與基地(交通部鐵道局，2022)

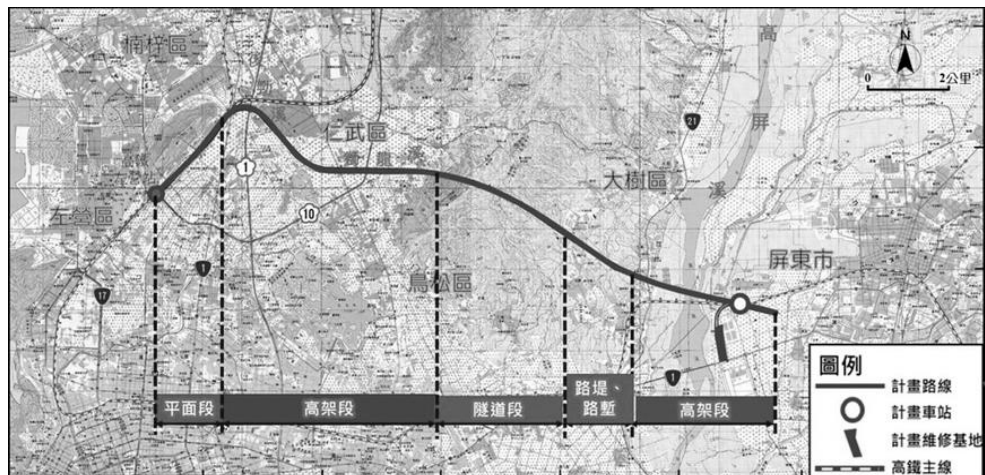


圖 3 高鐵左營站到六塊厝站計畫路線(劉庭莉，2022)

2.5 軌道運輸特徵

1. **車路一體**：車輛與道路同屬一機構，建設投資大且保養維護費高。
2. **編組列車**：編組列車為固有特徵，肩負大量運輸。

3. **無法移轉**：設備如路基、場站等不易移轉，一旦停業所耗資金不能轉讓、回收(張有恆，1993)。

一般而言軌道運輸其重要特徵就是運量較大的交通載具，為客運或貨運，若因建造成本高，付出後未如預期乘載與營運量，將造成後續不斷虧損，所以事前審慎評估很重要，以免日後設備投資皆為沉沒成本及負債攀升。

2.6 屏東地理位置與人口分布

屏東縣位居臺灣最南端，是西部最狹長之縣市，因行政區劃分，原名「下淡水溪」為高雄與屏東之分界，後改稱「高屏溪」。屏東縣南北長達 112 公里、東西寬 47 公里，土地面積 2776 平方公里，其中台灣第二大的屏東平原，面積 1160 平方公里。行政區分為 1 縣轄市、3 鎮、29 鄉，共計 33 個鄉鎮市，總人口數約 83 萬，主要分布：屏東市最多有 20 萬人，內埔與潮州伯仲之間各 5 萬 4 千人，萬丹 5 萬 1 千人，東港 4 萬 8 千人，新園 3 萬 5 千人，恆春 3 萬多人，行政區之人口密度值(行政區人數/行政區面積)，依序是屏東市 3,049、琉球鄉 1,768、東港鎮 1,681、潮州鎮 1,254(屏東縣政府民政處，2017)。

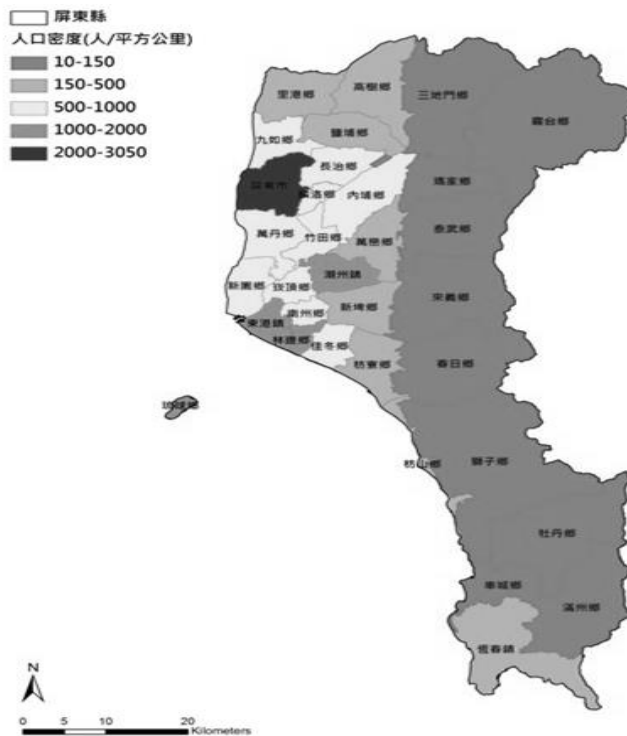


圖 4 屏東縣人口密度分級圖(屏東縣政府民政處，2017)

三、高鐵延伸屏東之評估分析

3.1 台灣人口結構改變

2022 年台灣全年新生兒人數僅剩 13 萬 8986 人，往前推 2021 年 15 萬 3820 人，2020 年 16 萬 5249 人，出生人數每況愈下(表 1)。台灣總人口數於 2019 年底到達最頂端 2360 萬人後即呈現負成長，「生不如死」，短期間看起來似乎影響還不太嚴重，但是實際上已經衝擊人口結構。2000 年老年人口只約 8.6%，2020 年就提升至 16%，預計 2040 年會超過 30%，也就是再不到 17 年，3 個台灣人就有一個是老人，現況已確定不可逆，相對於老年人口不斷增加，勞動力卻大幅衰退，回顧 1951 年新生兒人數 385,383 人，1961 年 420,254 人，1971 年 380,424 人，1981 年 415,808 人(表 1)，現今與 1950 至 1980 年代出生人數在 40 萬上下相較，差距極大，正因台灣人口快速老化，未來人口減少速度也會日益增快，依國家發展委員會「中華民國人口推估(2020 至 2070 年)」，2070 年時台灣人口數預估將會降到 1449 至 1716 萬人之間(圖 5)，目前的 60%至 70%，減少約 1/3 人口，而工作年齡人口(圖 6)係指其所對應年齡層之人口數，即 15 至 64 歲人口數，非實際有工作(就業)者，將一路下滑至 2070 年只剩 697 至 864 萬人之間，和 2022 年的 1655 萬人相較，直接砍半，僅剩 1/2。人口結構是影響未來台灣發展很重要因素，包括將投資興建的交通建設:高鐵延伸至六塊厝甚至環島高鐵，日後將會受到台灣大環境衝擊，勞動力衰退、少子、高齡及人口下滑等因素，不利經濟發展。

表 1 嬰兒出生數(資料來源：內政部戶政司(2022))

年別	出生數	年別	出生數	年別	出生數	年別	出生數	年別	出生數
1951	385,383	1961	420,254	1971	380,424	1981	415,808	1991	320,384
2001	257,866	2002	246,758	2003	227,447	2004	217,685	2005	206,465
2006	205,720	2007	203,711	2008	196,486	2009	192,133	2010	166,473
2011	198,348	2012	234,599	2013	194,939	2014	211,399	2015	213,093
2016	207,600	2017	194,616	2018	180,656	2019	175,074	2020	165,249

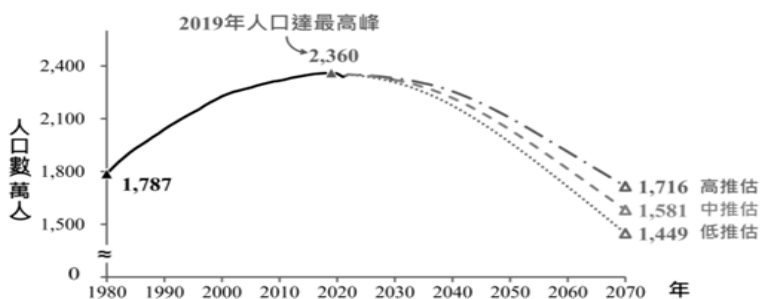


圖 5 中華民國人口推估(2020 至 2070 年)(資料來源：國家發展委員會)

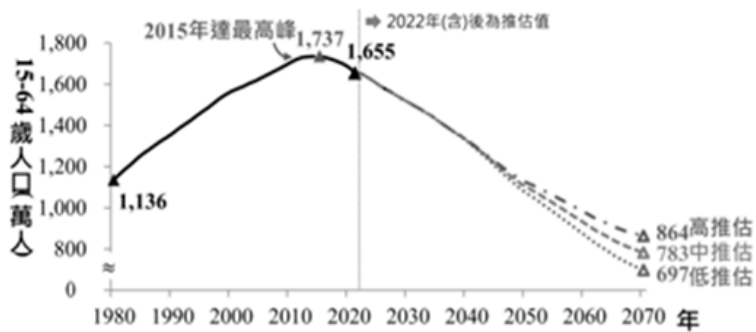


圖 6 台灣工作年齡人口(資料來源：國家發展委員會)

3.2 規模不經濟

屏東縣人口約 83 萬，地形南北狹長，交通部推動高鐵延伸屏東之「左營案」，站址位於高屏溪畔原台糖六塊厝農場，希望高鐵延伸屏東有交通平權意義，但是偏離高雄都會核心，與屏東市區亦有相當距離，將使服務運量大受影響，若考慮規模不經濟，高鐵隨著規模擴大，當增加率小於投入量，達到一限度後會產生逆轉，效率降低(嚴勝雄、吳連賞等，1995)。

3.3 都市化經濟

都市是產業、運輸路線與人口集中地，也是現今經濟活動舞台，都市化經濟比集中化經濟更廣泛且強烈，集中化經濟僅許多相同性質產業具連鎖關係集中一起而有利益，但都市化經濟是區域內全體因整體經濟規模擴大，而使該區個別得到利益，包含：

1. 人口多，本身即是消費市場。
2. 較完善的公共設施，如交通網絡、教育機構等，使廠商與消費者均獲利益。
3. 都市聚集經濟活動，提供量較大且種類多之就業機會，吸引或培養勞動者與人才。
4. 當經濟活動聚集，使整體經濟規模擴大，會刺激金融保險、運輸服務等行業發展，後又再促進其他產業，造成相輔相成之良性循環效果。
5. 都市經濟規模擴大，吸引專業人士，多元且品質提升，資訊流通快。
6. (六)都市教育、文化、學術研究等機構，常是創新策源地(嚴勝雄、吳連賞等，1995)。

高雄產業分布，土地使用強度:西向東部山區遞降。近郊受都市化和工業化影響，多金屬、石化和倉儲物流等相關產業，往東則精耕農業、再粗耕

農業，由西南往東北方向，地形從平原向丘陵，再向山地過渡。經濟活動由消費中心轉向高效能生產，再過渡到山區低效能生產，從三級向二級及一級產業遞變，總人口高達 91% 居住在都市計畫區內，集中於高雄都會區態勢相當顯著，說明高度都市化地區的可及性與便捷性，乃是居住之首要選擇(吳連賞，2011)。

3.4 屏東台糖六塊厝農場面臨之處境與困境

3.4.1 服務對象失去高雄旅客

便捷的大眾運輸系統要以交通易達性(assessibility)和服務人口規模為最主要考量，而高鐵在台灣扮演重大機能，乃在於縮短台灣一日生活圈的重大貢獻，一路從南港、台北、板橋、桃、竹、苗、中、彰、雲、嘉、南，結果進高雄左營，就捨棄原來高雄都會區的核心 CBD(central business district)，直接從左營切往仁武、鳥松、大樹到地處高屏溪對岸的六塊厝，除非往返屏東，否則少有人會刻意渡河過溪搭乘，也就是說大高雄地區民眾不易成為服務對象。

3.4.2 觀光客與屏東鄉親

高鐵延至六塊厝，到墾丁預估還要 3 小時，相對比較由高鐵左營站出發未更快捷，換言之很難吸引遊客再搭乘一站。

預期服務對象就是屏東在地人，但「高鐵六塊厝站」位置偏北，屏東地形南北狹長，以潮州、東港位置較偏南之民眾，因六塊厝站班次不會太密集，轉乘也無更加便利，終究選擇高鐵左營站的機率更高，所以減少了服務在地屏東中南部地區民眾之機會，目前現況，最主要服務對象即是屏北數十萬在地鄉親，但關於高鐵票價，對平凡百姓依然偏高，若以一家四口為例，搭乘高鐵台北、屏東來回預估破萬元，普通家庭負擔不輕，假使無時間壓力，客運反而是比較平實之選擇，也就是說「高鐵六塊厝站」服務對象更侷限，或者說「人口」是一大問題。

3.4.3 社會使用、市場與生態價值

高鐵以客運為主，對於農業大縣屏東之產物輸出助益不大，若依 Edward John Kaiser 之土地使用變遷管理之整合架構，社會使用價值、市場價值與生態價值三者應並立，才有機會永續發展，但高鐵延伸屏東台糖六塊厝農場顯然面對困境，首先關於社會使用價值，上述分析說明對大多數的屏東鄉親在交通運輸便利上，實質提升很有限，其次市場價值，高鐵於六塊厝設站，以

屏東人口分佈情況與台灣未來人口結構，要維持正常運作，經濟來源大有問題，至於生態方面，假使十年後高鐵六塊厝站完成，規劃產業園區也順利進駐，勢必要取用地下水，當地居民擔心排擠民生與灌溉，尤其超抽導致地層下陷之疑慮(陳昭宏，2022)。

3.4.4 運輸需求

淡江大學運輸管理學系張勝雄教授指出，高鐵延伸左營案運輸需求主要從左營移轉到屏東，其實是向東走不是往南，六塊厝站甚至比左營站還偏北，預估新增旅客不會多，除高鐵本身，還需要建立全新的轉運系統，在左營與六塊厝都要做，雖然距離縮短，但資源分散，服務水準一定下降，且六塊厝車站可能 1 小時才 1 班車(黃仁杰，2019)。前交通部賀陳旦部長認為：交通建設希望是必要工程，軌道建設並非畫一條線那麼簡單，地方政府對於高鐵延伸屏東計畫有所期盼，但也須體認軌道建設「容易生、不容易養」，必須等外在需求環境條件成熟(環境資訊中心，2017)。

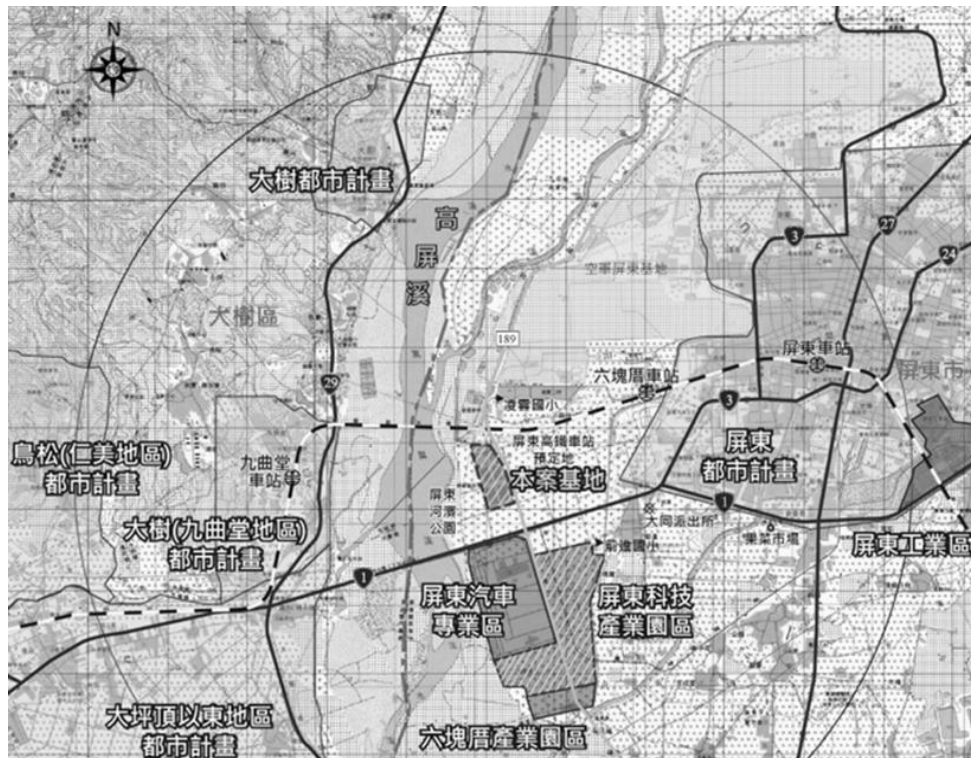


圖 7 高鐵屏東站周邊計畫產業園區(陳昭宏，2022)

3.5 環島高鐵不是夢？

高鐵未來可能性，前行政院蘇貞昌院長在立法院備詢時強調，環島高鐵會循序漸進，承諾盡速推動可行性研究。

現階段討論延伸宜蘭和屏東，張勝雄教授直言：「一定是不可行的！」他解釋最早期高鐵可行性研究是規劃從基隆到屏東，演變成台北到高雄就是因「成本增加」幅度大過於「票收增加」幅度。消基會交通委員會副召集人李克聰持同樣觀點，強調任何建設方案都要審慎評估，要更完整、透明，環島高鐵會不會顧此失彼，讓連年虧損的台鐵喪失東部線主要票收？與其談高鐵環台，提升現有環島鐵路網的運輸效率更實際。環島工程困難度非常高，需要高架、橋樑、隧道，加上近期台灣氣候，颱風雖不多但造成損失較以往大，工程可行性風險增加，且高鐵環台路網能否通過環評？高鐵是高價運輸，台鐵才是民眾基本的大眾運輸(黃仁杰，2021)。

台灣東部人口：宜蘭縣 55 萬、花蓮縣 32 萬、台東縣 22 萬，宜花東合計人口數約一百多萬，低於目前彰化縣的 124 萬人，須強調再不到 17 年，即 2040 年，三個台灣人就有一個是老人，且勞動力已衰退，面臨台灣人口老化(圖 3、圖 4)，想在宜花東再撐起另一條高速鐵路，要維持正常營運並不容易。

台灣東部原本就存在著地理特殊性，包括地形、地質、季風、還有多地震與颱風等，相對北北基桃生活圈，大量人口集中，亦是台灣地理特殊性，高鐵延伸宜蘭與屏東再延伸環島，首先除了沿途生態環境將受衝擊外，單單北北基桃生活圈人口數高達千萬，而台灣東部人口僅百萬，休假日大台北生活圈只要一部分人向東流動，毋庸置疑交通必定壅塞，而高鐵延伸宜蘭與屏東後要再延伸環島，以現今之宜、花、東地理環境條件，無論設站、承載、容許與分流都各有其困境，再反觀平常非假日時又是完全不同景況，完成環島高鐵之夢想，若理解台灣現況人口分布與未來人口減少、老化，面對之處境與困境其實相當複雜且艱難。

四、他山之石

日本擁有相當成熟的鐵路系統，但不單單只依靠新幹線，而是多元的國有和私人客運等軌道串聯，可以比較參考，應用早先已有廊道成本低，台灣在日治時期已有之基礎(圖 1)，高鐵、台鐵能各自分別發揮所長。

交通運輸政策上，日本以快速軌道建設與便捷交通運輸引導城市發展模式，滿足民眾業務、通勤、通學、休閒與消費需求，軌道分國有與客運私人軌道，國有軌道貫通各地。

JR(JAPAN Railroad)，原本為 JNR 日本「國有鐵道局」類似台灣鐵路管理局，1987 年虧損而民營化，後分為 6 家：JR 北海道、JR 東日本、JR 東海、JR 四國、JR 西日本與 JR 九州及 JR 貨物(JAPAN RAIL FREIGHT) 等 7 家公司，繼續經營管理原國有鐵路，每家公司開頭仍用 JR 為路線名稱，但已具民間企業之色彩。當地民營(私鐵)及第三軌道部門，為區域性經營，包括中小型規模之地方性鐵道會社，例如：東武鐵道、西武鐵道、阪神鐵道、東京急行電鐵等，民營鐵路公司除經營地域客運外，也結合建設、零售等配合地域融合企業文化。日本以高密度開發模式嚴格控制和規範土地開發行為，避免土地資源浪費，務求土地資源之使用與開發最佳化(簡文彥，2018)。他山之石，鐵路運輸是較大運量之載具，成本相對高，日本同樣面對少子與高齡，已少見捨人口密度區再開發新鐵道與場站。

五、結論與建議

以屏東為例，交通建設因應未來發展，可運用曾有之鐵道進行。2017 年 7 月，前行政院林全院長至東港，評估過觀光鐵道方案，以東港、大鵬灣及小琉球為示範計畫，研議台鐵東港支線復駛之可行性(東港觀光鐵道計畫規劃作業，2018)。

台鐵東港支線背景：日治時期 1923 年 12 月潮州線鐵路完工，1936 年屏東線鐵路，溪州至枋寮、溪州至東港，全長 26 公里預算通過，計畫 1939 年開通，自「社邊」(今鎮安)站，中途經「大鵬」站，終點在東港站，即屏東線鐵路東港支線，長 6.2 公里，而東港線又延伸出軍用支線抵大鵬灣之海軍航空隊營區，形成「支線中的支線」。航空隊營區內設置大型水上機場，輔以東港線鐵路連結，形成完整的軍事運輸系統，列車要入營區，須先開過大鵬車站分岔點，再由火車尾倒緩駛入營區，故稱「倒吞線」；營區終點設置旅客及汽車月臺各一座，供人與裝備上下，並安裝兩個「萬斤撐」卸貨架，將軍用品、交通工具、蛋、米、麵粉、牛奶等轉運至南洋，所以月臺被暱稱為「牛奶臺」。以軍事導向興建之東港線，目的是日本南進政策下物資與人員之重要轉運線，火車站築於東港東區牛寮，遠離公家機關與人口密集區，站前未形成商圈。1938 年 3 月 17 日東港線舉行「起工式」，1939 年 12 月 17 日東港站完工，1940 年 7 月 19 日開始載客營運，每日往返八班列車。東港到全臺鐵路各站均以三等車車資計價，最南到 20.4 公里的枋寮；最北達 457.5 公里之基隆；最東是 548.8 公里外的蘇澳。1942 年鐵道部編有《臺灣鐵道旅行案內》，供臺灣鐵道旅行參考，東港線介紹篇幅敘述東港近海漁業興盛，產蝦、蟹聞名；主要建築有東港郡役所、東港實業國民學校、東港魚市場，可參訪東港神社及東港海水浴場，亦可搭乘聯絡船前往小琉球。太平洋戰爭末期，日軍喪失制空權，盟軍自 1944 年 10 月針對東港線鐵路、

營區、工廠等據點進行猛烈空襲，瓦解日軍抵抗能力，幾乎每個禮拜都炸一次水上機場，東港市街與鐵路、軍事、行政機關炸後夷為平地、傷亡慘重。戰後營區由中華民國空軍接收，鐵路除軍事用途還擔負東港地區經濟發展領航角色，1980 年代連接高雄林園與屏東新園之「雙園大橋」通車，東港居民到高雄已經不全依賴屏東線鐵路，又因東港站未緊鄰市區，致客貨運衰退。最後一班客運列車於 1991 年 2 月 28 日開出，但當時空軍營區仍在大鵬灣，有軍需運輸，直到 2002 年 7 月空軍撤離，一甲子東港鐵道畫上休止符，軍營撤離後在大鵬灣國家風景區內保留軍事運輸月臺及解說牌(溫文佑，2018)。

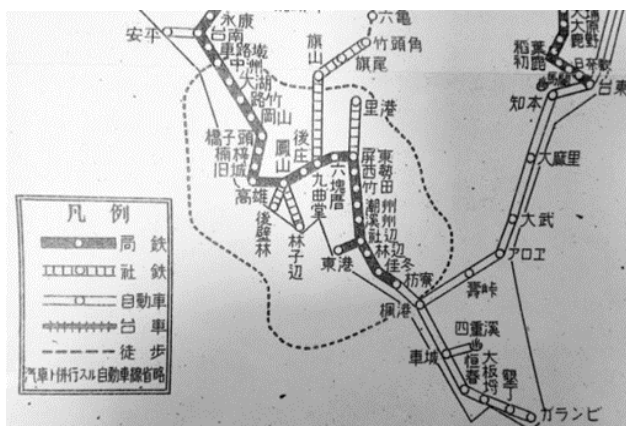


圖 8 台鐵屏東線(溫文佑，2018)

可惜台鐵東港支線復駛遭當地民眾反對，期待高雄捷運由小港延伸林園，之後再從林園過來東港，因當中尚須橫跨越過高屏溪，再考慮未來台灣人口等因素，捷運不一定如此樂觀，關於台鐵鎮安東港線客運，雖然於 1991 年因不具效益停駛，但幾十年過去，時空轉變，大環境今非昔比，東港、小琉球與大鵬灣有相當好的條件發展建設，且潮州火車站為一等站，還有臺鐵潮州車輛基地，部分取代過去高雄火車站之角色，自強號含普悠瑪皆停靠，從潮州經南州、鎮安到東港甚至進入市區，其實已經可以視為連接屏東縣境內三個人口集中且密度最高的地區：屏東市、潮州鎮與東港鎮再加上小琉球，等同在地捷運，尤其東港海產遠近馳名，黑鮪魚深植人心，小琉球假日人潮湧入早已成常態，而 2019 年台灣燈會在大鵬灣舉辦也相當成功，台鐵東港支線其實有空間發展。

綜觀上述，應用原有之鐵路基礎條件其成本低，興築時間短，可行性高，圖 9 為日本製的「台灣鐵路路線圖」(ひまわりデザイン研究所設計，2021)，將現有鐵路系統一氣呵成串接集結，聯絡高鐵、台鐵與捷運，可為佐證，畢竟台灣要面對人口結構改變之現實，交通建設事前評估須更審慎，有關高鐵延伸屏東之「左營案」，既偏離都會高雄也與屏東市區有距離，而都市才是

產業與人口集中地，在台灣人口老化且即將滑落之際，捨高人口密度區再造新鐵道與場站，無疑雪上加霜，深入探討高鐵設址之適宜性與規模不經濟等因素，才能避免債臺高築且遺留後世。

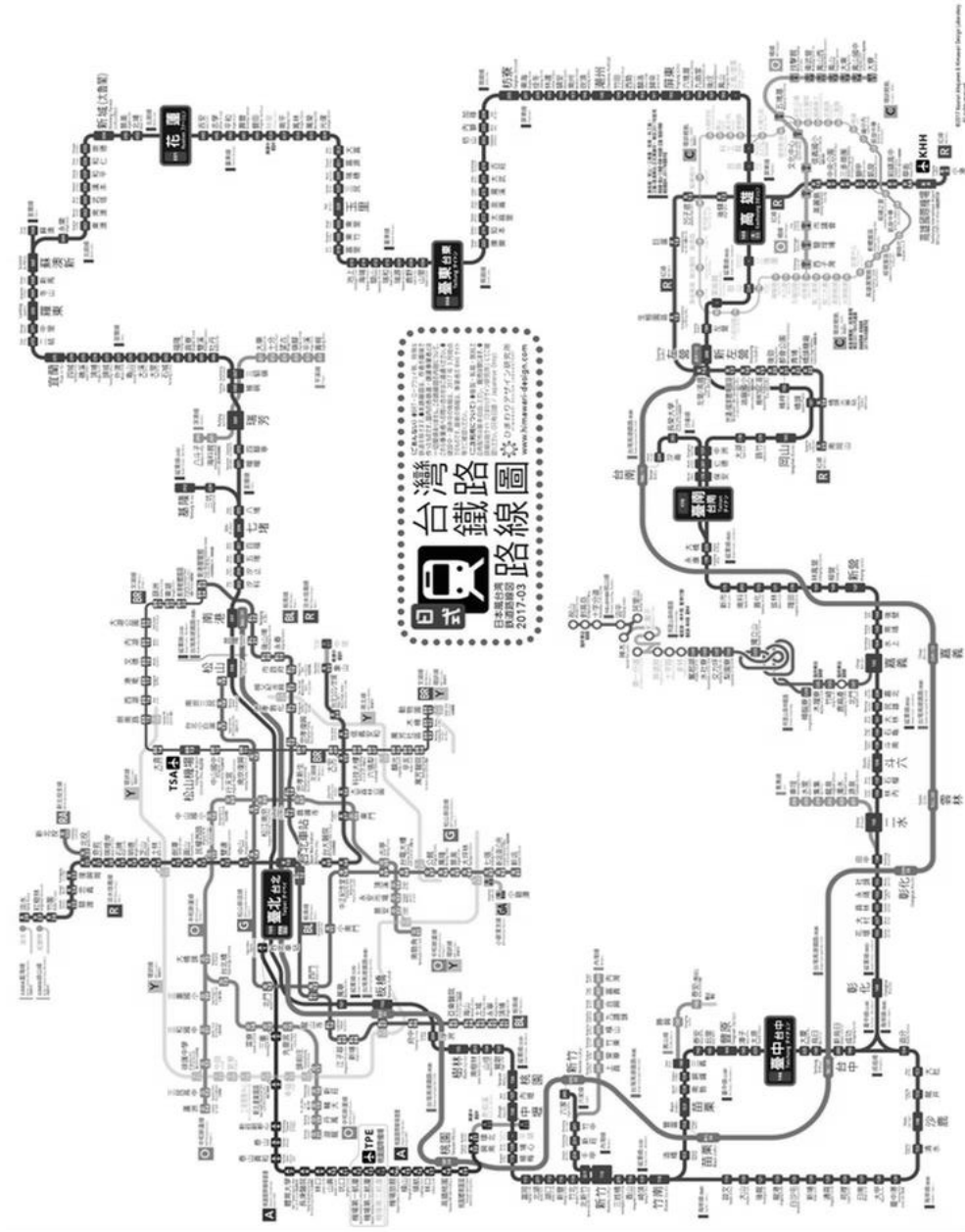


圖 9 日製「台灣鐵路路線圖」(日本「向日葵設計研究所(ひまわりデザイン研究所)」設計，2021)

參考文獻

- 交通部臺灣區高速公路工程局(1978)。**臺灣區國道高速公路全線通車紀念**。台北市。
- 朱柔若(譯)(2000)。**社會研究方法—質化與量化取向**(W.Lawrence Neuman 著, **Social Research Methods: Qualitative and Quantitative Approaches**)。新北市：揚智。(原著出版於 1997 年)
- 李錦旭(2018)。**屏東學概論**。台北市：五南。
- 吳連賞(2011)。**大高雄產業經濟發展變遷**。**高雄文獻**，1(1)，58-108。高雄市。
- 高成鳳(1999)，**植民地鐵道と民眾生活——朝鮮、台灣、中國東北**。東京：法政大學出版局。
- 張有恆(1993)，**運輸學**。臺北市：華泰。
- 溫文佑(2018)。**消失的軍用鐵道——東港線**。**臺灣學通訊**，107，16-17。新北市：國立臺灣圖書館。
- 嚴勝雄、羅啟宏、周國屏、賴金文、吳連賞、郭大玄等(1995)。**經濟地理**。台北市：環球。
- 日本「向日葵設計研究所(ひまわりデザイン研究所)」設計(2021)。2022 年 7 月 1 日，取自 <https://ldope.com/news/design/trans/47rail-taiwan-rail/>
- 內政部戶政司(2022)。2023 年 2 月 4 日，取自 <https://ws.moi.gov.tw/Download.ashx?u=LzAwMS9VcGxvYWQvT2xkRmlsZS9zaXRlX25vZGVfZmlsZS85MTY5LzQu5Ye655Sf5pW444CB5Ye655Sf546H5Y%2BK57i955Sf6IKy546HLnBkZg%3D%3D&n=NC7lh7rnlJ%2FmlbjjgIHlh7rnlJ%2Fnjoflj4rnuL3nlJ%2FogrLnjocucGRm&icon=.pdf>
- 立法院全球資訊網，第十屆第五會期(2021)。2023 年 2 月 4 日，取自 <https://www.ly.gov.tw/Pages/Detail.aspx?nodeid=5251&pid=214331>
- 台灣高鐵簡介(2020)。2023 年 2 月 4 日，取自 <https://www.rb.gov.tw/showpage.php?lmenuid=3&smenuid=166&tmenuid=139&pagetype=0>
- 文化部台灣大百科全書(2009a)。2023 年 2 月 4 日，取自 <https://nrch.culture.tw/twpedia.aspx?id=3933>

- 文化部台灣大百科書(2009b)。2023年2月4日，取自
<https://nrch.culture.tw/twpedia.aspx?id=4144>
- 交通部鐵道局(2022)。2023年2月4日，取自
<https://www.rb.gov.tw/showpage.php?lmenuid=3&smenuid=68&tmenuid=93&pagetype=0>
- 高鐵延伸屏東規劃作業(2023)。2023年3月30日，取自
<https://www.rb.gov.tw/showpage.php?lmenuid=3&smenuid=166&tmenuid=139&pagetype=0>
- 屏東縣政府民政處(2017)。。2023年2月4日，取自
<https://den.ncdr.nat.gov.tw/1178/1661/>
- 屏東縣政府傳播暨國際事務處(2018)。**高鐵延伸屏東決策應以國土均衡發展為首要**。2023年2月4日，取自
https://www.pthg.gov.tw/plantou/News_Content.aspx?n=B666B8BE5F183769&s=B4231DC94303B59B
- 東港觀光鐵道計畫規劃作業(2018)。2023年2月4日，取自
<https://www.rb.gov.tw/showpage.php?lmenuid=3&smenuid=166&tmenuid=202&pagetype=0>
- 許維珊(2013)。**日治時期鐵路分布**，中央研究院台灣史研究所。2023年2月4日，取自 <http://thcts.ascc.net/themes/rd15-07030.php>
- 陳昭宏(2022)。環境資訊中心。2023年2月4日，取自 <https://e-info.org.tw/node/234680>
- 國家發展委員會(2020)。**中華民國人口推估(2020至2070年)**。2023年2月4日，取自
https://www.ndc.gov.tw/Content_List.aspx?n=0F11EF2482E76C53
- 黃仁杰(2019)。2023年2月4日，取自
<https://www.nownews.com/news/3622124>
- 黃仁杰(2021)。**高鐵環台？學者批：改善台鐵更實際**。2023年2月4日，取自
<https://www.nownews.com/news/5425810>
- 劉庭莉(2022)。2023年2月4日，取自 <https://e-info.org.tw/node/233727>
- 環境資訊中心(2017)。2023年2月4日，取自 <https://e-info.org.tw/node/202391>
- 簡文彥(2018)。**日本鐵道聯合發展多角經營的借鏡學習-東京急行電鐵株式會社例**。2023年2月4日，取自

<http://ocw.knu.edu.tw/sysdata/doc/d/df80003546cba2ec/pdf.pdf>

Edward John Kaiser, David R. Godschalk, Francis Stuart Chapin, F. Stuart Chapin, Jr.(1995). *Concepts of Land Use Change Management : Urban land use planning*. University of Illinois Manufactured in USA.

自行車通勤使用推動研議

Proposal on Promoting Bicycle Commuting

田珍綺 Chen-Chi Tien¹

陳威勳 Wei-Hsun Chen²

高錫鉦 Hsi-Cheng Kao³

黃琇琳 Hsiu-Lin Huang⁴

張舜淵 Shuen-Yuan Chang⁵

鄭嘉盈 Chia-Ying Cheng⁶

摘要

2050 淨零轉型是全世界的目標，臺灣將推動能源、產業、生活、社會等四大轉型策略，其中在推動淨零生活，希望以建立友善的自行車騎乘環境，無縫串連自行車道，吸引民眾使用自行車通勤，減少私人運具的使用，逐漸朝向淨零生活目標邁進。依據交通部統計處中華民國 107 年「自行車使用狀況調查摘要分析」，國內 12 歲以上民眾經常騎自行車人口約為 511 萬人，以通勤學為最主要活動型態者約有 120 萬人(約佔 21.1%)，基此對於自行車的生活與通勤使用尚有可加以提升之空間。自行車通勤以「北部地區」59 萬人所占比例最多，故優先針對雙北之自行車通勤使用進行市區自行車路線發展現況與面臨問題加以蒐集，並進行自行車通勤路線規劃與策略推動研議，期能優化自行車通勤環

¹ 易緯工程顧問股份有限公司副總經理(聯絡地址：臺北市松山區民權東路三段 124-1 號 8 樓，電話：02-27181761#12，E-mail:jenchi.eeci@gmail.com)。

² 交通部運輸研究所運輸計畫組助理研究員(聯絡地址：臺北市松山區敦化北路 240 號，電話：02-23496813，E-mail:twrails@iot.gov.tw)。

³ 易緯工程顧問股份有限公司董事長。

⁴ 易緯工程顧問股份有限公司工程師(聯絡地址：臺北市松山區民權東路三段 124-1 號 8 樓，電話：02-27181761#62，E-mail:tltxb749@gmail.com)。

⁵ 交通部運輸研究所運計組組長。

⁶ 交通部運輸研究所運輸計畫組高級工程師(聯絡地址：臺北市松山區敦化北路 240 號，電話：02-23496808，E-mail:winnie@iot.gov.tw)。

境，促進自行車通勤之使用。

關鍵詞：自行車通勤、綠色運輸、自行車使用意願

Abstract

The 2050 net-zero transition is the goal of the world. Taiwan will promote four major transformation strategies such as energy, industry, life, and society, among which it is promoting a net-zero life, hoping to establish a friendly bicycle riding environment, seamlessly connect bicycle lanes, attract people to use bicycles to commute, reduce the use of private transportation equipment, and gradually move towards the goal of a net-zero life. According to the summary analysis of the 107-year survey on bicycle use in the Republic of China by the Statistics Department of the Ministry of Communications, the population of people over 12 years old on the island who regularly ride bicycles is about 5.11 million, and about 1.2 million (about 21.1%) use commuting as the main activity type, so there is still room for improvement in the life and commuting use of bicycles. With the largest proportion of 590,000 people in the "Northern Region", priority is given to collecting the development status and problems of urban cycling routes for bicycle commuting between Taipei and New Taipei City, and conducting bicycle commuting route planning and strategy promotion discussions, hoping to optimize the bicycle commuting environment to promote the use of bicycle commuting.

Keywords: Bike commute, Green transportation, Willingness to use the bike

一、前言

2050 淨零轉型是全世界的目標，也是臺灣的目標，政府將推動能源、產業、生活、社會等四大轉型策略，其中在推動淨零生活，希望以建立友善的自行車騎乘環境，無縫串連自行車道，吸引民眾使用自行車通勤，減少私人運具的使用，逐漸朝向淨零生活目標邁進。另交通部自 98 年起，以「觀光遊憩到生活，由東部到全國」政策理念逐步推動自行車友善騎乘環境，目前觀光遊憩型的自行車道皆已完備，接下來應擴展至生活面，遂有自行車通勤使用推動之研議。

依據交通部統計處中華民國 107 年「自行車使用狀況調查摘要分析」，國人自行車使用情形最主要活動型態以「休閒、運動」(41.8%)最多，其次是「個人活動」(36.6%)，再其次為「通勤學」(21.1%)。國內 12 歲以上民眾經常騎自行車人口約為 511 萬人，以通勤學為最主要活動型態者約有 120 萬人，以「北部地區」59 萬人(占 49.2%)最多。而騎士在從事主要活動型態時，有 15.8%轉乘接駁其他交通運具，其中以轉乘捷運者最多(35.5%)，其次為公路客運/市區公車(32.7%)，再其次為臺鐵(17.8%)。基此對於自行車的生活與通勤使用尚有可加以提升之空間，惟在自行車通勤之騎乘旅次目的、行為特性及需求與觀光休閒運動的狀況不同，因此需就目前市區自行車路

線發展現況與面臨問題加以蒐集，並就自行車使用者之角度進行自行車通勤路線規劃與策略推動之探討。

由前述統計資料可知，自行車通勤以「北部地區」59 萬人所占比例最多，而臺北市之人本環境建設亦較其他縣市完整、公共自行車租借系統完備，擁有連續性之河濱自行車道系統，爰優先擇取雙北為推動示範區域，河濱自行車道系統為主幹路線，臺北端串接至三橫三縱，新北端則將板橋、中和、永和地區納入規劃，並就雙北跨河橋梁及與市區道路銜接路段、進出水門等規劃並建置一致性導引系統，優化沿線騎乘環境，加強騎乘連續性、安全性，以該示範計畫為起步，朝打造臺灣為自行車騎乘大國之目標邁進。

二、臺北都會區自行車道建置與自行車通勤推動概況

2.1 雙北自行車道現況分析

1. 雙北河濱自行車道系統

雙北河濱自行車道系統全長共約 237 公里，包括淡水河、大漢溪、新店溪、景美溪、基隆河、外雙溪及二重疏洪道等自行車道系統，將臺北市中心三面環繞在中心，路線幾乎涵蓋雙北主要聚落發展區。淡水河行經淡水、八里、關渡、北投、士林、蘆洲、三重、大同及萬華地區。大漢溪行經板橋、新莊、樹林、土城、三峽、鶯歌等區。新店溪可行經板橋、中和、永和、新店、中正(公館)、萬華等區。基隆河可行經士林、松山、內湖、南港、汐止等區。除了各地區民眾運動休閒使用外，更可做為通勤之主要幹道。

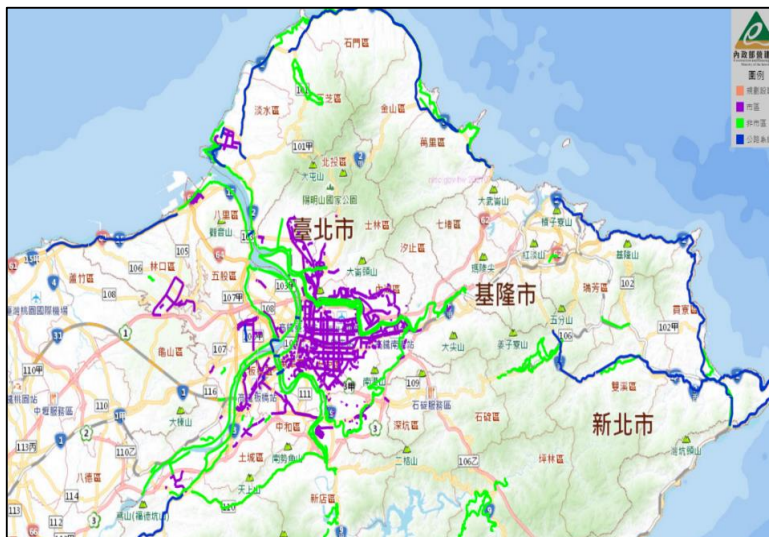


圖 1 臺北都會區自行車道現況圖

2. 臺北市市區自行車道建置概況

臺北市在主要捷運路廊及主要幹道已規劃有人車分道之自行車通行空間(包括三橫三縱、北安路、艋舺大道、辛亥路...),結合捷運車站與公共自行車租借系統,帶動自行車通勤使用。另針對人行道淨寬達 2 公尺以上道路規劃為人車共道友善空間,遍及全市各主要道路,截至 110 年 12 月底,市區已完成人車分道 90.33 公里及人車共道 307.31 公里(合計 397.64 公里)。為更進一步增進自行車騎乘環境友善性,臺北市借鏡日本自行車道工程發展歷程與相關案例,近期已規劃以捷運站為中心,整理周邊 500 公尺範圍內自行車騎乘環境,設置自行車相關標線,營造友善安全之騎乘環境。

3. 新北市市區自行車道建置概況

新北市市區自行車道系統主要集中於板橋、淡水、土城、中和、永和、樹林、新莊、鶯歌、林口、蘆洲、三峽、汐止、八里及三重區,總長度約 78.94 公里,多數路線採人車共道或一般車道混用形式,並持續配合捷運復舊、都市計畫檢討(含都更、都設)等方式增加自行車道。新北市於 109 年推出板橋、三重、新店三條通勤綠廊示範路線,結合捷運車站、公共自行車租借站、水門(橫移門)周邊道路規劃建置市區自行車友善路線(使用標誌、標線以及導覽圖及告示等設施),並透過河濱系統予以串聯不同區域,提升新北市民的自行車通勤使用意願。

4. 雙北公共自行車使用概況

臺北市截至 2023 年 5 月,共設有 1,280 個站點;新北市共計設置 1,796 個租借站(Youbike1.0 計 655; Youbike2.0 計 1,135)。111 年臺北市平均每天超過 9 萬 4 千騎乘人次,累積騎乘人次約 2 億 2 千 8 百多萬人次;新北市平均每天有超過 7.8 萬騎乘人次,累積騎乘人次約 2 億 2 千 4 百多萬人次。

依據臺北市統計資料,109 年 Youbike 租借約 3,030 萬人次,有 32%為轉乘其他運具使用,使用時間多為 15~20 分鐘,跨市租借僅約占 3%(約 91 萬人次),借還起訖點以同區內起迄量最多。在不同行政區間的起迄方面,以大安區-中正區與大安區-信義區最多,各行政區公共自行車租借次數,以大安區租借次數最高。

2.2 雙北自行車道未來預計辦理項目

1. 臺北市政府預計辦理項目

- (1) 持續於路寬足夠之道路推動人車分道,臺北市政府於 109 年重新通盤檢視該市既有自行車路網,參考過去「三橫三縱自行車路網」、羅斯福路、新生南路、艋舺大道及潭美國小周邊等自行車道設置經驗,以「串聯既有自行車路網」、「銜接跨市及河濱自行車道」及「既有自

行車道優化」等主軸，勾勒自行車路網願景，並將 81 條需求路段依道路寬度分為 3 個優先順序，分年進行地方溝通，未來經地方溝通達共識之路段，將由該府工務局納入人行環境改善工程案辦理。

- (2) 持續推展捷運站 500 公尺周邊道路範圍內自行車騎乘環境，設置自行車相關標線劃設，營造相對友善且安全之騎乘環境，預計以四年期(108 年-111 年)完成全市 73 站設置，111 年完成 22 站(奇岩、唭哩岸、關渡、復興崗、忠義、中山國小、大直、中山國中、大橋頭、北門、大湖公園、葫洲、古亭、萬隆、辛亥、萬芳社區、萬芳醫院、南京三民、小巨蛋、松山、南京復興、松山機場等站)。

2. 新北市政府預計辦理項目

- (1) 持續配合捷運復舊、都市計畫檢討(含都更、都設)、重劃區開發等方式增加自行車道(或人車共道)。
- (2) 新北市政府已於 109 年推出 3 條通勤綠廊，目前正進行部分路段的微調與改善，並進行全市通勤路線地圖之製作。後續預計推出 18 條通勤綠廊，其中將優先進行中和、永和地區通勤綠廊之規劃，規劃內容以市區道路串接捷運站、YouBike 站、政府機關、學校，加強河濱及市區端的指標系統，並於試辦區的堤內外出入口增設相關指示牌面及導覽地圖。

2.3 雙北市區自行車道推展面臨課題

伴隨公共自行車拓點與雙北自行車通行環境的優化，雖自行車之通勤使用有所增加，尤其疫情期間部分公共運輸使用者會改使用自行車，但雙北市區自行車道之推展仍面臨許多課題，包括：

1. 市區人多車多路寬有限，規劃設置自行車道困難度高

雙北雖已逐年進行自行車友善通行環境之整理規劃，但因市區道路多半人多車多路寬不足，要進行自行車道之規劃建置相當困難，往往協調溝通一整年僅能增加 3 公里不到的自行車道，故多數僅能藉由捷運工程復舊、都市計畫檢討(含都更、都設)、重劃區開發等方式增加自行車道(或人車共道)，因此，臺北市除逐年進行地方溝通進行人行道拓寬設置自行車道外，亦借鏡日本相關案例，設置自行車相關標線，達成車道共享之理念。惟共用外側車道其安全性與舒適性仍會受部分用路人質疑，且設置之箭羽型標線目前法規尚未納為正式標線或圖示。

2. 自行車使用數量未能明顯提升，規劃專用空間易受質疑

因目前整體之自行車使用數量不高，規劃設置自行車道後，尖峰時段當

道路壅塞時，自行車道上車輛不多，常受到質疑或遭違規臨停占用，因此目前雙北市區之自行車道多採與人行道同一平面進行設置，然在推動縮減車道拓寬人行道設置自行車道時，仍會有里長與民眾會質疑自行車使用數量問題。

3. 法規與實務推動有所落差，讓設置單位無所適從

依據「道路交通標誌標線號誌設置規則」僅有自行車專用車道(第 174 條)，劃設自行車專用車道有實務執行困難，尤其是市區自行車道因受限用路習慣及路幅寬度，多採縮減車道寬度加寬人行道設置人車分道之自行車道。因自行車專用車道規定行人不得進入及穿越，進而影響行人由人行道穿越自行車專用道往返路側上下車之需求。因此目前劃設於人行道上單白實線分隔之自行車道皆被定義為人車共用人行道/行人優先，導致時有行人與自行車衝突問題，有鑑於此，交通部運輸研究所目前已提報交通部新增自行車優先道標線。

另依據「市區道路及附屬工程設計規範(111 年 2 月修訂)」道路斷面調整原則，在主、次要道路路權受限時，調整項目先後次序為路肩、路邊停車帶、汽車道、最外側車道、機車道、車道分隔帶、中央分隔帶、人行道寬度為原則。然而依據雙北之推動經驗與狀況而言，市區道路通常未設置路肩，且在與地方溝通協調時，路邊停車帶取消困難，設置單位難以依循相關規範辦理。

4. 市區路側干擾嚴重，既有設施(含植栽)分布散落，影響騎乘安全

在人行道寬度不足以設置自行車與行人共用，或劃設自行車道時，雙北有時會採劃設「Shared Lane Marking」，臺北市近年亦借鏡日本相關案例設置箭羽型標線，雖依臺北市之觀察，繪設位置確實符合自行車於道路騎乘之路徑範圍，但市區路側干擾嚴重(包括：違規停車、裝卸貨、公車停靠區、攤販擺設...等等)，使得騎士經常需要切入內側車道，影響騎乘安全。

另外在人行道總寬度大於 2 公尺，但其間燈桿、電箱、植栽、民宅斜坡等未統一設置設施帶，障礙物散落於人行道中間，造成兩側淨寬皆不足之狀況，影響人本無障礙通行甚鉅，且不利於後續人行道拓寬之推動(植栽移植一般都不被接受)。

三、自行車通勤推動規劃

三個推動自行車生活通勤的核心課題為安全、健康、有趣，因此第一步仍要從基礎之市區騎乘環境加以著手，大臺北地區擁有連續性完整的雙北河濱自行車道系統，可提供舒適低污染的騎乘環境，在通勤之餘亦可兼具運

動休閒。另外，雙北亦擁有便利之公共自行車系統，租借站點密集並與捷運站、學校、機關與重要節點結合，可提供自行車結合大眾運輸轉乘服務。初步擇定從大稻埕碼頭~福和橋作為示範區進行規劃。

3.1 推動構想

1. 路網規劃理念

以雙北河濱自行車道做為通勤的主幹及集散道路，在住宅聚落、捷運車站周邊設置相關標誌、標線，指引自行車至最適當的水門(橫移門、疏散門、引道等)，進入其河濱自行車道系統，再利用跨越橋梁進入另一端(如臺北跨新北或新北跨臺北)後，同樣於河濱自行車道，再利用相關指示系統指引自行車適當的水門(橫移門、疏散門、引道)進入市區自行車道系統，以抵達學校、辦公場所或轉乘之捷運站，轉乘至其它地區。

承上，除提升自行車旅次起、迄端之騎乘環境友善性外，跨河岸及跨縣市部分橋梁引道、橋梁及河濱自行車道系統與市區道路銜接處皆需妥善處理，並增加相關指示標誌。

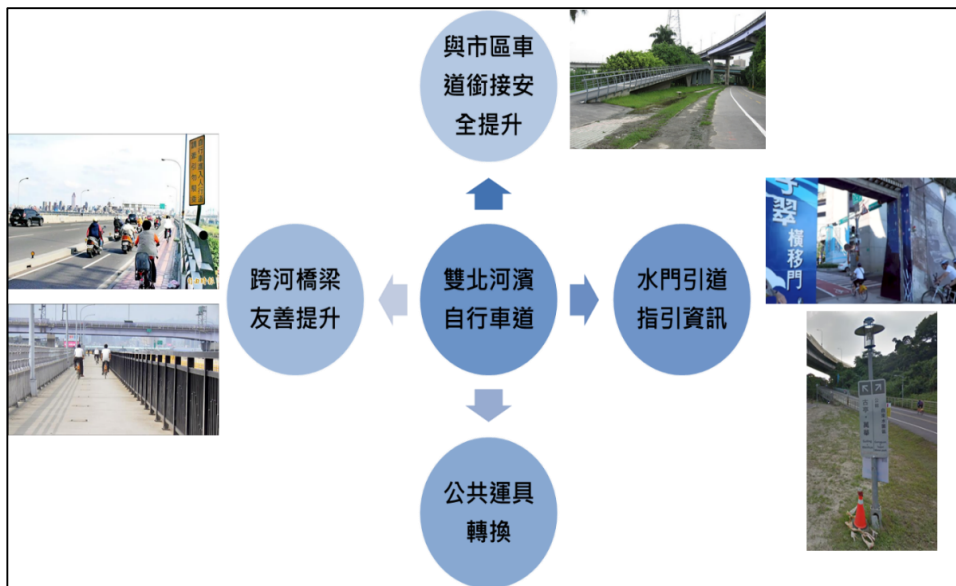


圖 2 通勤路網規劃理念

2. 路網規劃構想

目前自行車通勤型態概可分為結合大眾運輸轉乘及全程騎乘自行車兩類，前者騎乘特性為起迄點在大眾運輸場站周邊約 1~3 公里(騎乘時間在 15 分鐘左右)，全程騎乘自行車多數騎乘距離在 10~15 公里(騎乘時間在 45 分

鐘以內)。而自行車通勤路徑之選擇涉及旅次起訖點、行經路線之安全與舒適性、騎乘所需時間及個人習慣喜好。在結合大眾運輸轉乘部分，公共自行車發揮相當重要的功用，除可促進便利性，更可減少自行車停車問題。

承上，以臺北市捷運路廊及主要幹道已構建之人車分道之自行車通行空間、人車共道友善空間及近期推展之捷運站 500 公尺周邊道路範圍內自行車騎乘環境提升計畫，概可滿足多數臺北市區內自行車結合大眾運輸轉乘之路網需求，後續再強化進出水門及跨河橋梁之安全與連續，即可構建完整的自行車通勤網絡。

新北市不像臺北市有棋盤式的都市計畫道路路網，但大漢溪、新店溪及二重疏洪道的自行車道系統可提供跨區的聯絡，配合目前所推展之通勤綠廊及捷運復舊、都市計畫檢討(含都更、都設)、重劃區開發等方式增加自行車道(或人車共用道)，亦可逐步提供區內自行車結合大眾運輸轉乘及全程騎乘自行車的通勤路網。

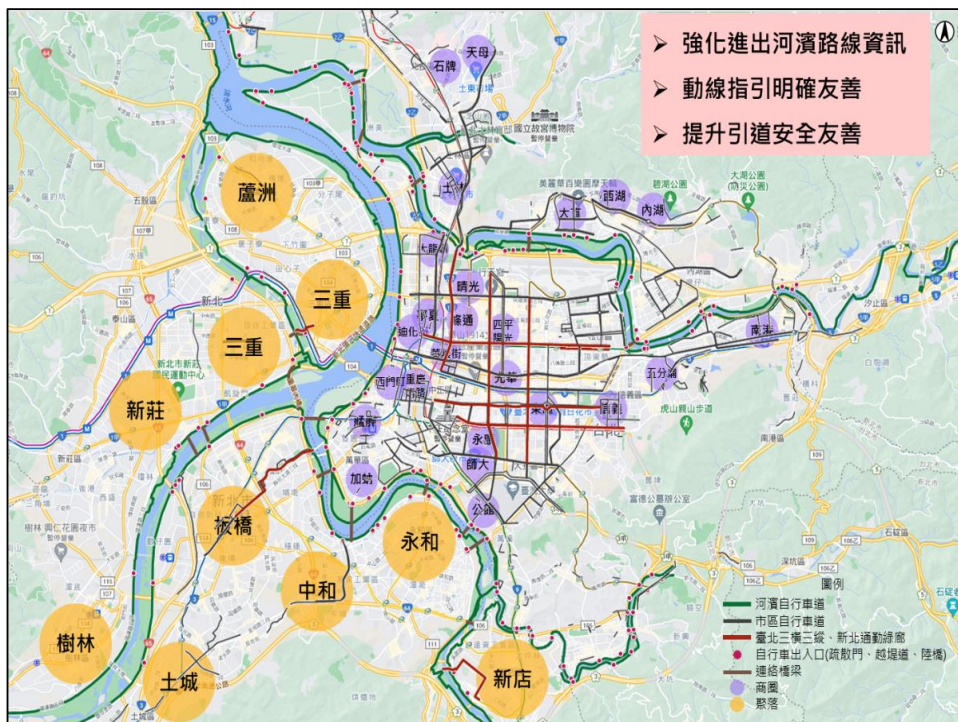


圖 3 雙北自行車通勤路網規劃構想圖

3. 自行車騎乘環境友善提升

(1) 臺北市區內自行車友善環境

- ① 臺北市政府持續於路寬足夠之道路推動人車分道的自行車路網規劃與建置，並與新北市部份進行雙邊串聯，中央除協助建設經費

之補助(市區道路_內政部營建署)，並進行自行車相關法規之檢討，如新增自行車優先道標線。

- ② 配合臺北市推展捷運站 500 公尺周邊道路範圍內自行車騎乘環境政策，協助檢視(或規劃)鄰近河濱各區域銜接至水門(疏散門、引道等)路徑及相關導引系統，並由路權單位進行設置。

(2)新北市區內自行車友善環境

- ① 有關新北市政府將持續配合捷運復舊、都市計畫檢討(含都更、都設)、重劃區開發等方式增加自行車道(或人車共用道)，建議未來在都更及重劃區開發考量將自行車停車空間納入規劃，相關設置經費可依相關辦法向內政部營建署爭取補助。
- ② 新北市政府已於 109 年推出 3 條通勤綠廊，後續將優先規劃中和、永和地區通勤綠廊，協助檢視各市區道路銜接水門動線及相關導引系統，並由路權單位進行設置。

(3)跨河橋梁及進出水門自行車友善環境提升

- ① 跨河橋樑自行車友善環境檢討：

雙北間主要的跨河橋梁多數皆已設置自行車專用道或自行車與行人共用道，並已設置相關引道與河濱自行車道進行銜接，惟部分橋梁引道之位置或銜接路線資訊不足，後續可協助雙北檢討各主要跨河橋梁引道的友善性，及跨河橋樑與河濱自行車道及市區道路銜接之動線規劃，以提升跨縣市、跨河岸的動線流暢性與便利性。

- ② 進出水門自行車友善環境檢討

目前進出河濱自行車道系統多仰賴水門(橫移門、疏散門)、引道或天橋，而堤內道路常因緊臨快速道路或車速較快之環河道路，而造成騎士穿越時的危險。而跨河堤引道、天橋之自行車牽引設施，經常不利於民眾(親子)使用，而河濱自行車道主線與地區道路與水門(橫移門、疏散門)的指引資訊往往有所欠缺，因此影響民眾通勤使用之意願，後續可針對示範範圍之進出水門設施與指引加以檢討。

4. 路線資訊提供

- (1) 網站資訊提供：在完成路網規劃及友善環境建置後，接著就是資訊的揭露，未來待相關環境整備後，建議雙北考量將進出河濱自行車道系統的水門、引道位置與銜接之地區道路及相關圖資置於該府自行車相關網站，提供民眾依據自身需求，尋找出適合自己的通勤路線予以騎乘，並鼓勵製作自行車通勤地圖供民眾下載參閱。

- (2) 主要節點導覽地圖提供：未來可視民眾需求於主要運具轉乘點、水門進出點等處，尋找適當空間設置導覽地圖(或虛擬電子地圖)，提供民眾查詢使用。

3.2 自行車騎乘環境檢視

1. 跨河橋樑友善環境檢視

目前雙北跨市橋梁設置有自行車道的計有：華江橋、台北大橋、華中橋、光復橋、永福橋、福和橋、景美橋，中正橋正在改建中(已納入自行車道設計)，現階段配合新北已完成之通勤綠廊與後續優先推動之板橋、中和、永和區，先行針對華江橋、光復橋、華中橋、永福橋及福和橋兩端之銜接與友善環境進行檢討，簡要說明如下：

- (1) 華江橋：華江橋之自行車道設於橋梁南側，以護欄實體分隔，與兩岸河濱皆有引道可供銜接，新北端除了可由引道進入河濱以外，亦可銜接環河西路四段，惟環河西路上自行車通行環境較不理想，因此建議可指引進入河濱後再利用江子翠橫移門銜接至市區，臺北端則可由桂林疏散門及延平疏散門進入臺北市大同區，建議加強導引，詳圖 4。
- (2) 光復橋：光復橋兩側人行/自行車共用道與車道間以護欄實體分隔，與兩岸河濱銜接係以南側的引道較適合自行車使用，故相關動線之引導，建議再細部處理，而牽引道跟橋梁之銜接處，建議加強順平與防滑處理，空間許可下可預留一平台空間，供牽引車輛匯入車道，詳圖 5。
- (3) 華中橋：華中橋之自行車道布設於橋梁西側，以護欄實體分隔，與兩岸河濱皆有引道可供銜接，另與橋南端有陸橋牽引道可銜接至中和立業路，但該道路車流動複雜且路幅不寬，因此建議指引進入河濱後再利用中和陸橋自行車引道銜接至市區道路(可與中和排水路自行車道銜接)，而與橋北端須先進入河濱，再利用華中一疏散門銜接萬大路。故相關動線之引導必須非常明確清楚，建議兩端引道再細部處理。另外新店溪右岸自行車道與華中橋引道尚有一段距離，加上引道出口鄰近華中一疏散門及停車場入口，動線紊亂，應加強指引，詳圖 6。
- (4) 永福橋：永福橋兩側原則皆可騎乘，西側護欄已加高，東側與車道間有護欄實體分隔，與兩岸河濱皆有引道可供銜接，惟要接至新店溪左岸堤外的自行車道僅能以橋樑東側的自行車道銜接，西側則會沿堤頂自行車道一路接至中正橫移門。因此相關動線之導引與地點方

向之指引標誌需再予以強化。永福橋往北利用自行車引道可銜接思源街通往新生南路之自行車道系統，往南自行車引道下至河濱後利用永福橫移門銜接至市區道路，可通往永和樂華商圈，詳圖 7。

- (5) 福和橋：福和橋之自行車道布設於橋梁東側，以護欄實體分隔，與兩岸河濱皆有引道可供銜接，往北除可下河濱自行車道引道外，接續尚可銜接至汀洲路、羅斯福路。而往新北市方向，僅能利用牽引道下至福和橫移門，或接續利用牽引道銜接堤頂自行車道至中正橫移門。另外福和橫移門緊鄰福和停車場，至新店溪左岸自行車道的動線指引不明顯，建議加強指引，詳圖 8。



圖 4 華江橋自行車友善環境盤點



圖 5 光復橋自行車友善環境盤點



圖 6 華中橋自行車友善環境盤點



圖 7 永福橋自行車友善環境盤點



圖 8 福和橋自行車友善環境盤點

2. 進出水門友善環境檢視

本計畫現階段配合新北已完成之通勤綠廊與後續優先推動之中和、永和區先行針對光復橋、華中橋、永福橋及福和橋周邊的進出水門之指引及引道等設施加以檢討。

(1) 臺北市側

- 由華江橋進入臺北市後，可由桂林疏散門進入萬華區桂林路，往北續行由延平疏散門進入大同區鄭州路，動線單純。
- 在光復橋附近係以光復橋牽引道+光復橋自行車道銜接至西園路。
- 華中橋附近有華中一疏散門、富民疏散門及馬場疏散門，華中一疏散門與河濱自行車道主線距離遠，且鄰近停車場，另因富民疏散門銜接至富民路(第一果菜批發市場聯絡道路)在市場營業車多混雜，故不建議使用，而馬場疏散門近河濱自行車道，且動線單純。
- 永福橋附近可以自行車引道直接銜接思源街之自行車道，動線單純，惟上引道動線之指引可再強化。
- 福和橋附近除可利用福和橋自行車引道接至橋上自行車道後通往汀洲路、羅斯福路，亦可利用永福橋附近的自行車引道銜接思源街，可再加強相關資訊提供。

(2) 新北市側

- 光復橋附近有萬安陸橋及光復橫移門可銜接市區道路，並可利用江子翠橫移門銜接板橋通勤綠廊，惟需再強化相關導引資訊。
- 華中橋附近有左岸陸橋(通往遠雄集合社區)、中和陸橋(中和排水路自行車道)及保順路橋(通往比漾廣場、永貞路)需強化導引資訊。
- 永福橋附近有永福橫移門、永福陸橋，兩者距離不遠，其中永福陸橋需牽引，友善度不如永福橫移門，故可優先導引利用永福橫移門。
- 福和橋附近有福和陸橋、福和橫移門，兩者幾乎相鄰，福和陸橋需牽引，惟通往林森路之自行車須利用陸橋銜接，須再加強相關資訊提供。

3. 公共自行車旅次集中路廊(跨市)環境檢視

依據臺北市 Youbike 統計分析資料，跨市租借比例不高，但在跨市間的使用旅次上，有少部分集中路廊，如新店大鵬華城往來景美捷運站地區；南港展覽館站往來汐止國小(汐科地區)，本計畫將進一步針對此兩路廊進行騎乘路線之指引及騎乘環境檢視。

(1) 新店大鵬華城往來景美捷運站地區

可利用忠孝大鵬便堤→大鵬橫移門→新店溪右岸自行車道(環1-13)→景美溪右岸自行車道→育英疏散門→景美便堤(往東單行)→羅斯福路→景美捷運站，約 2.5 公里(騎乘時間約 8-10 分鐘)。回程改由羅斯福路→育英街→17 巷→31 巷 36 弄→育英疏散門。沿線幾處轉向分岔路口，需加強指引，而大鵬橫移門附近有進出高爾夫球場、公車調度場及環保回收車輛，可檢討增設警告標誌提醒注意自行車出入，另該共用地區道路路段之鋪面及環境維護需隨時注意，參見圖 9。



圖 9 新店大鵬華城往來景美捷運站地區路線規劃建議

(2) 南港展覽館站往來汐止國小(汐科地區)

本廊帶擬有 2 個路線方案，方案 1 為從南港展覽館站找一理想路徑銜接至基隆河左岸自行車道，再從新江北橋引道或禮門街銜接至汐科地區；方案 2 為利用南港路銜接舊鐵路自行車道→台 5 甲線進入汐科地區。方案 1 路程約 6.7 公里(25-30 分鐘)，沿線多數為專

用車道，行經 3 處號誌路口。方案 2 路程約 5 公里(20-25 分鐘)，沿線行經 14 處號誌路口，除舊鐵道自行車道(1.4 公里)為專用道，其餘皆為共用混合車道，沿線車流高、重車及機車比率高，雖路徑較短惟受號誌影響騎乘時間及舒適度不如方案 1 好，故建議採方案 1 進行沿線環境檢討規劃，參見圖 10。

方案 1 路徑為南港路→經貿一路→75 巷→港東街靠大坑溪側自行車道→南港橋北側人行道→大坑溪右岸→基隆河左岸自行車道→新江北橋引道或禮門街，沿線除轉向、岔路口及進出河濱加強指引外，建議南港橋北側人行道檢討加寬並增加防護設施。另外，長期可檢討南港路北側人行道電箱、電桿等設施物遷移或下地，並加寬人行道提供自行車雙向通行，則可減少繞行(縮短 600 公尺；減少 4 分鐘)。



圖 10 南港捷運站往來汐止國小(汐科地區)路線規劃建議

3.3 示範路線規劃

以目前自行車通勤路線需求而言可分為兩類：一為以公共自行車(Youbike)接駁公共運輸場站(捷運)方式進行；一為全程騎乘自行車方式。經

前述檢視，許多執行項目涉及臺北市及新北市之權責，因此邀集兩市進行研商後選出下列兩示範路線，並進行相關優化項目檢討與分工。

- 以 Youbike 接駁公共運輸場站：依據臺北市 Youbike 統計分析資料，在跨市間的使用旅次上，有少部分集中路廊，如新店大鵬華城往來景美地區，爰選擇此路線為示範路線。
- 全程騎乘自行車方式：規劃以河濱為主幹，搭配新北市推動之板橋、中和、永和區，爰選擇新北板橋、中和及永和往來臺北萬華、大同及公館地區為示範路線。

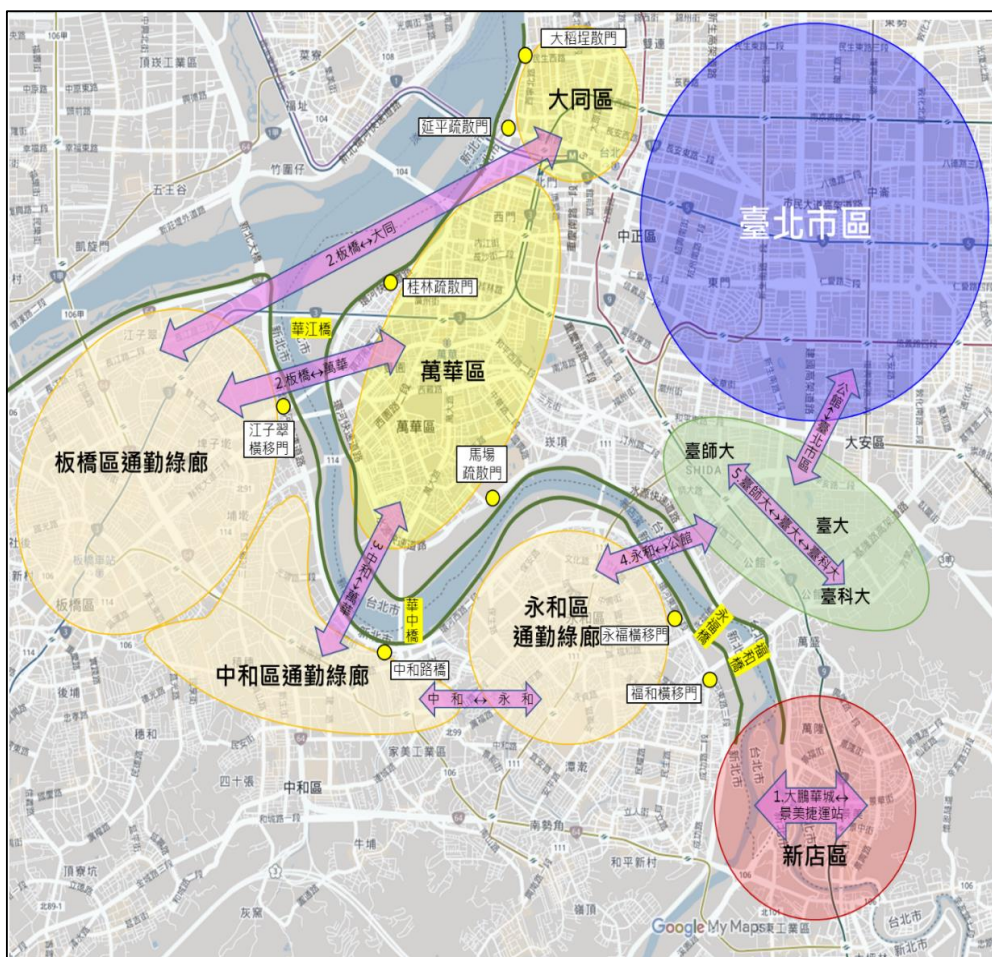


圖 11 示範路線服務區位示意圖

1. 新店大鵬華城往來景美捷運站地區

- (1) 規劃路徑：在考量市區車流狀況與自行車騎乘友善空間下，規劃路徑為大鵬華城利用忠孝大鵬便堤→大鵬橫移門→新店溪右岸自行

車道(環 1-13)→景美溪右岸自行車道→育英疏散門→景美便堤(往東單行)→羅斯福路→景美捷運站。回程改由羅斯福路→育英街→17巷→31巷36弄→育英疏散門→景美溪右岸自行車道。本路線雖非最短路徑，但所行經道路環境條件較為單純，故示範路線規劃使用此路徑。

- (2) 優化項目：在臺北市轄範圍，從景美捷運站銜接至育英疏散門行經巷道，在幾處轉向分岔路口需加強指引。在新北市轄範圍除幾處分岔路口指標增設外，在共用地區道路路段之鋪面及環境維護需加以改善。

2. 新北板橋往來臺北萬華及大同區

(1) 規劃路徑：

- ① 結合板橋區通勤綠廊→江子翠橫移門→新店溪左岸自行車道→華江橋→銜接淡水河右岸自行車道(環島1及環1-13)。
- ② 淡水河右岸自行車道→經延平疏散門→鄭州路。
- ③ 淡水河右岸自行車道→經桂林疏散門→桂林路。

- (2) 優化項目：在臺北市端建議加強引道及疏散門與河濱自行車道主線之連接，另外部分路口需加強安全引導。新北端建議加強引道及疏散門與河濱自行車道主線之連接指引。

3. 新北中和往來臺北萬華

(1) 規劃路徑：

- ① 結合中和通勤綠廊→中和路橋→新店溪左岸自行車道→華中橋→銜接臺北河濱自行車道。
- ② 經華中橋銜接臺北河濱自行車道→馬場疏散門→水源路。

- (2) 優化項目：在臺北市端建議加強引道及疏散門與河濱自行車道主線之連接，新北市端建議加強牽引道與河濱自行車道主線之連接，馬場疏散門目前已有相關導引標誌。

4. 新北中、永和往來臺北公館

(1) 規劃路徑：

- ① 結合中和、永和區通勤綠廊→新店溪左岸自行車道→永福或福和橋→銜接臺北市自行車道系統。
- ② 經永福橋銜接思源街自行車道→汀州路→新生南路→經由三橫三縱系統通往市區。
- ③ 經福和橋接基隆路→敦化南路通往敦南商圈，或接辛亥路→復興

南路(或羅斯福路→新生南路)經由三橫三縱系統通往市區。

(2) 優化項目：在臺北市端建議在上橋及出河濱水門相關指引優化、部分牽引道優化及銜接市區路口之警示與時制檢討，新北市端建議，上橋及出河濱之橫移門、陸橋相關指引優化、銜接市區路口之警示與時制檢討。



圖 12 示範路線圖

3.4 其他相關配套措施

自行車在疫情期間，是一種可以部份替代擁擠的大眾運輸系統，因此2020年，COVID-19疫情下的歐洲、美洲各國開啟了一場自行車道革命。因為疫情的大流行，各國政府要求人們保持社交距離、避免搭乘大眾運輸以造成群聚；同時又不希望私有運具如汽、機車等大量湧上街頭，造成交通壅塞或大量碳排放的問題。故這些國家挹注許多資金，建造數百公里的自行車道、補助民眾購置及維修自行車，加上自行車也是一種低碳、低建置成本，又能減少空氣污染的運輸系統。近年來，建置自行車道路網、推廣自行車是國內許多都會區的政策方針之一，2010年臺北市開始啟用了Youbike公共自行車系統，其「最後一哩路」的概念即是希望公共自行車能成為大眾運輸與目的地之間的接駁工具，目前也發展相當成功，許多縣市紛紛建置公共自行車系統，然而在自行車道路網之構建上仍未臻完善，因為臺灣相較歐美國大城市，還多了機車的用路角色與路邊停車問題。因此要如何鼓勵民眾以自行車做為通勤工具，需仰賴吸引、獎勵措施，及提供自行車更友善之通行空間與服務設施，並研議抑制汽機車使用之策略，才能推動自行車通勤之使用，惟抑制汽機車使用策略，在計畫推動初期遭遇執行阻力大，故初步先就吸引獎勵與友善通行空間提供兩面向進行推動，待自行車使用率提升後，在進一步研議抑制汽機車使用之策略。

1. 吸引獎勵措施

(1) 補助、獎勵地方構建友善連續自行車路網

地方在構建通勤自行車道經常面臨欠缺建置與養護經費問題，可檢討編列相關預算補助、獎勵地方構建通勤自行車道(營建署、公路總局)。

(2) 相關法規之檢討與修訂

研議有利於自行車行駛空間劃設或促進自行車使用便利之法規檢討修訂，如自行車優先道、自行車共用車道標示線、補助地方政府構建公共自行車租賃系統...等等。都市計畫在通盤檢討或辦理都市更新時，除人行通行空間外，亦可將自行車道行駛空間納入規範要求。

另後續內政部營建署會持續檢討修訂設計規範，如自行車停放區將建議於公共設施帶或學校、車站、捷運站、公園等自行車旅次起迄點需檢討設置。

針對於人行道設置人車分道空間或人車共道路段，考量使用者安全(行人及自行車)，建議應禁止微型電動二輪車進入。

(3) 公共自行車通勤及轉乘優惠

目前雙北 1280 月票及後續基北北桃 1200 月票，已涵蓋公共自行車前 30 分鐘免費優惠，後續建議持續推動。另未來雙北可檢討提供 Youbike 2.0E(電動輔助自行車)服務，並一併檢討納入月票轉乘優惠，以吸引更多族群使用自行車通勤。

辦理集章累積自行車通勤里程或次數兌獎活動(提供電子點數可兌換商品或折抵消費)，亦可結合環保署推行之「環保集點制度」，讓搭乘大眾運輸或參與環保行動，都能化為「環保綠點」獲得實質回饋，實現「環保行動有價化」，交通部可視政策推動提供加碼活動。

(4) 獎勵機關、企業鼓勵員工自行車通勤與相關友善設施建置

獎勵機關、企業鼓勵員工利用綠色運輸通勤，針對自行車通勤部分能提供自行車友善設施，如停車空間、設置盥洗設施(淋浴、吹風機)，給予購車補助、提供自行車保險...等等獎勵措施，針對推動成效良好單位，政府可以檢討給予抵稅或補助獎勵等。

另可由機關與企業發起自行車通勤路徑/線工作坊，依據居住地進行分群，共同尋找較佳自行車通勤路徑，針對路徑上尚有需進行改善部分，可提出建言，由各級政府機關協助進行改善優化。

(5) 研議補助汰舊機車民眾購置電動輔助自行車

目前針對電動輔助自行車相關補助政策，包括中央政府+地方政府之環保署(局)汰舊(機車)換新補助，以及地方政府之環保局加碼補助兩部分，建議後續持續推動並增加補助縣市。

新購電動(輔助)自行車政府補助來源



	中央		地方
補助單位	環保署		環保局
補助項目	汰舊換新(機車)	車體回收獎勵金	汰舊換新(機車)

補助來源	淘汰老舊機車	汰舊換新	新購	備註
行政院環保署	2,000	2,000	0	
環保署回收獎勵金	300	300	0	
地方環保局(宜蘭縣)	0	2,000	1,500	中低/低收入戶、原住民 汰換:4,000 新購:3,500
地方環保局(新北市)	0	1,200	500	汰舊換新:中低收入戶6,000 新購:中低收入戶3,000
地方環保局(桃園市)	0	1,500	500	汰舊換新:中低收/復興區4,500 新購:中低收/復興區3,500
地方環保局(新竹縣)	1,000	1,000	0	
地方環保局(苗栗縣)	1,000	1,000	0	汰舊老舊機車:低收入戶2,000
地方環保局(臺中市)	500*	3,000	0	汰舊換新:中低收入戶8,000 *台中市淘汰舊車僅補助二行程機車
地方環保局(彰化縣)	0	1,500	0	
地方環保局(南投縣)	1,000	5,000	2,000	淘汰老舊機車:限額800輛 汰舊換新:限額50輛; 低收入戶10,000元限額10輛 新購:限額50輛; 低收入戶3,000元限額20輛
地方環保局(雲林縣)	3,000	3,000	0	
地方環保局(嘉義市)	0	2,000	1,500	汰舊換新:中低收入戶4,000
地方環保局(嘉義縣)	4,000*	4,000*	1,000	*汰換機車 92年12月31日(含)前 4,000 93年1月1日至96年6月30日(含)前 2,000元
地方環保局(臺南市)	500	500	500	
地方環保局(高雄市)	500	2,000	1,000	低收入戶 汰舊換新限額150名; 低收入戶7,000元, 限額15名。新購限額150名; 低收入戶3,000元, 限額15名。
地方環保局(花蓮縣)	0	1,000	0	
地方環保局(金門縣)	1,000	8,000	6,500	

(6) 鼓勵學校進行自行車使用安全教育

加強自行車使用安全教育有助提升自行車騎乘安全，並降低自行車事故，增進自行車用路安全進而促進使用意願。

(7) 推廣自行車保險

隨著鼓勵自行車通勤，後續將衍生自行車相關的事故風險，目前公共自行車已進行保險(需登錄)，而自己持有之自行車目前多數依賴意外險支應，但對於第三人責任跟車損部分之自行車保險，市面已有相關產品但尚不普及，後續視自行車通勤推展狀況，可加以推廣。

2. 友善通行空間提供

(1) 落實生活圈道路建設納入自行車通行空間設計

內政部營建署及交通部公路總局目前補助地方建設生活圈道路時，會要求將自行車友善行駛空間納入道路斷面設計，惟實際執行時地方常以需求不高或增加用地徵收等理由，而未加以配置，未來建議無論新建或拓寬應確實要求將自行車友善行駛空間納入道路斷面設計，以提升自行車騎乘安全性與舒適性，進而提升自行車使用率。

(2) 主要自行車通勤路廊研議調整車道配置漸進式推動規劃自行車道

都會區用地受限，研議配合縮減車道並就路邊停車進行全面收費。針對主要自行車通勤路廊研議先進行縮減車道寬度，並檢討提高路邊停車費率，後續漸進式研議推動自行車道。

(3) 檢討部分公共建築將自行車停車位納入法定停車位

伴隨自行車通勤之推廣，自行車停車問題需一併納入考量規劃，建議後續應檢討部分公共建築將自行車停車位納入法定停車位，甚至針對提供自行車停車設施之建物研議相關獎勵辦法。

四、結論與建議

4.1 結論

國內自行車休閒旅遊環境已日臻完善，自行車的生活通勤使用尚有可提升空間，優先以雙北(臺北都會區)為規劃對象，研擬以雙北河濱自行車道為跨市(區)之主幹或集散道路，搭配雙北之市區自行車道系統勾勒臺北都會區之自行車通勤路網藍圖，再輔以各級道路(含跨河橋梁)自行車友善環境提升、資訊提供強化及相關配套措施之研擬，以提升國人自行車通勤之使用意願。後續預計推動項目概述如下：

1. 雙北路線的串聯

- (1) 配合臺北市政府持續於路寬足夠之道路推動人車分道的路網規劃願景，與新北市推動的自行車通勤綠廊進行雙邊串聯(會同雙北會勘)，並適時提供相關導引指標設置建議。
- (2) 新北市政府已推出 3 條通勤綠廊，後續將規劃中和、永和地區通勤綠廊，本計畫透過推動通勤綠廊會同雙北會勘，共同檢視各市區道路與水門路線之串聯。

2. 導引系統的優化

- (1) 配合臺北市推展捷運站 500 公尺周邊道路範圍內自行車騎乘環境政策，協助檢視鄰近河濱銜接至水門路徑及相關導引系統，不足處提出建議。
- (2) 協助新北市規劃通勤綠廊鄰近河濱各區域銜接至水門(橫移門、疏散門、引道等)路徑及相關導引系統檢視建議，並由該府進行設置。

3. 跨河橋梁自行車通行空間檢視

- (1) 協助雙北檢討主要跨河橋梁自行車引道的友善性，及跨河橋梁與河濱自行車道及市區道路銜接之動線指引，以提升跨市、跨河岸的便

利性。

- (2) 協助檢視進出河濱自行車道及穿越或銜接市區道路之友善性與安全性，並提出相關改善規劃建議，以利權責單位進行改善。

4. 示範路線的規劃

透過雙北人口集居主要地區在跨市間的 YouBike 使用旅次上，選取部分集中路廊，以此做為本計畫示範區域串聯自行車通勤路線加以檢視，進行騎乘路廊示範通勤規劃、透過自行車騎乘環境改善建議及相關導引系統規劃，鼓勵民眾騎乘，以此做為後續通勤路線指標範例。

4.2 建議

為增進自行車騎乘安全性、舒適性及提高使用率，建議回歸自行車的交通工具角色，加強友善環境相關配合措施的執行，打造適合自行車通勤的目標。為利未來自行車的使用與發展，除加強自行車道之設置，盡可能應利用既有的道路空間規劃建置。除自行車停車空間規劃外，亦需建立自行車租車系統(公共自行車)，搭配法規制度研訂，塑造自行車友善性交通環境。如何鼓勵民眾以自行車做為通勤工具，需仰賴吸引、獎勵措施及友善通行空間提供，待自行車使用率提升再研議抑制汽機車使用之策略，才能有效推動自行車通勤之使用，初步依吸引獎勵與友善通行空間提供兩面向提出建議：

1. 吸引獎勵面向：

- (1) 補助、獎勵地方構建友善連續自行車路網
- (2) 相關法規之檢討與修訂，研議有利於自行車行駛空間劃設或促進自行車使用便利之法規檢討修訂。
- (3) 公共自行車通勤及轉乘優惠，辦理集章累積自行車通勤里程或次數兌獎活動。
- (4) 獎勵機關、企業鼓勵員工自行車通勤與相關友善設施建置。
- (5) 持續補助汰舊機車民眾購置電動輔助自行車。
- (6) 鼓勵學校進行自行車使用安全教育，提升自行車騎乘安全並降低自行車事故，以增進自行車用路安全進而促進使用意願。

2. 友善通行空間提供面向：

- (1) 落實生活圈道路建設納入自行車通行空間設計，提升自行車騎乘安全性與舒適性，進而提升自行車使用率。
- (2) 主要自行車通勤路廊研議規劃自行車道(縮減車道寬或縮減車道)。

- (3) 檢討部分公共建築將自行車停車位納入法定停車位。
3. 自行車的通勤計畫應該透過跨部會的協調與共同努力打造適宜通勤的自行車環境，尤其綠色運具的轉乘優惠措施與提高私人運具的成本(包括燃油稅率、停車成本等等)，同時配合中央與地方政府的共同鼓勵企業與公部門提高自行車的友善設施(停車與簡易盥洗設施)，並透過公共自行車完成最後一哩路的通勤目標。

參考文獻

- 張舜淵、楊幼文、鄭嘉盈、陳威勳、高錫鉦、黃志清、田珍綺、張耕碩、黃琇琳、洪筱婷(2021)，「環島自行車道升級暨多元路線整合規劃與評估(II)」，交通部運輸研究所。
- 張舜淵、鄭嘉盈、陳威勳、高錫鉦、黃志清、田珍綺、張耕碩、黃琇琳、洪筱婷(2023)，「環島自行車道升級暨多元路線整合規劃與評估(III)」，交通部運輸研究所。
- 劉仁龍、鄭麗淑(2017)，「大數據分析臺北市公共自行車使用特性」，臺北市政府交通局統計室/臺北市政府主計處。
- 賴俞如、葉宗憲、吳政諺(2021)，「新北市公共自行車(YouBike)租賃系統發展現況與未來發展」，新北市政府交通局。
- 新北市政府交通局(2020)，新北市交通統計專題分析。
- 交通部統計處(2018)，「自行車使用狀況調查」。
- 營建署自行車道資料建置平台
<https://bikeway.cpami.gov.tw/Bikeway/Default.aspx>
- 政府資料開放平台 <https://data.gov.tw/dataset/135775>。

臺北市大型車肇事探討與防制對策

The Analysis of Cause Exploration and Prevention Strategies on Large Vehicle Crashes in Taipei City

林柏湖 Bo-Fu Lin¹

摘要

大型車車側長易擦撞他車、有視覺死角、內輪差大、噸位重，稍壓及即後果嚴重。本文就對大型車駕駛、機車騎士、公車乘客及行人之危險行為、違規停車佔用道路之潛在危害、轉彎半徑不足路口之內輪差、及公車路線班次密度高、進出路邊公車停靠區與行駛外側車道之機車交織進行探討。為了解大型車行車安全問題，故由「人」、「車」、「路」進行分析肇事原因，研擬防制對策。歷年統計顯示九成以上交通事故因人為疏失造成；正本清源之道仍在使民眾有駕駛道德，建立用路人「善盡注意義務」、「禮讓他人」之觀念。

關鍵詞：視覺死角、善盡注意義務、大型車

Abstract

Large vehicles have such transport characteristics as long vehicle sides prone to occur sideswipe collisions, large blind spots, large range of difference of radius between inner wheels, large tonnage, severe consequences resulted from low-impact crashes. This paper explores such issues as dangerous behaviors performed by large vehicle drivers, motorbike riders, bus passengers and pedestrians, hazards caused by illegal parking vehicles occupying roadways, inadequate corner radii, and weaving maneuvers occurring when motorbikes travelling on the outside lanes encountering bus frequently entering and leaving curbside stops, with multiple bus routes and high frequency services. In order to understand large vehicle driving safety issues, our cases focus on three factors---human, vehicles and roads--- to analyze crash causation and develop accident prevention strategies. Statistics for years show that car accidents caused by negligence account for over ninety percent of the motor vehicle crashes. A thorough solution to these problems is to enhance road users the concepts

¹ 前臺北市交通事件裁決所課長(聯絡地址：10091 臺北市中正區羅斯福路4段92號7樓，電話：02-23658270 分機812，E-mail: tao_pflin@mail.tapei.gov.tw)。

of moral-code aspects of driving, “using due care” and “giving way to others”.

Keywords: Blind spots, Using due care, Large vehicles

一、前言

交通事故數十年來已造成數十萬民眾過世，背後代表數十萬戶破碎的家庭，影響達百萬人，單就死亡車禍已是如此，遑論其他數十年累積下來，高達數百萬件的所有事故，因數量過於龐大，嚴重衝擊著社會安全與和諧！

道路上路況瞬息萬變，沒有人知道下一秒會出現什麼狀況；稍微疏忽，瞬間就可能發生車禍，但在大型車而言，就算駕駛人小心，也還要提防車輛視野死角等諸多先天不利交通安全之特性，其駕駛人駕車之專注程度必須更高，以免一時疏忽未發現周遭目標較小之行人、自行車或機車，直接輾壓而過，造成嚴重後果。

二、大型車肇事因素

2.1 人的因素

- 1.公車向右靠站、向左起駛疏於注意，或未緊靠路側上下客、未於公車停靠區內上下客，致乘客上下車時遭機車撞及，或因此導致後方車需繞過停在路中之大型車，與其他車輛碰撞。
- 2.大型車轉彎未讓直行車先行，以甚長車身阻礙直行車，左轉彎常致對向直行車迎面撞上，右轉彎則產生內輪差，導致同向右側直行車被內輪差波及。
- 3.公車行駛急起步或急煞，導致車內乘客摔倒，或疏於關上車門，導致乘客跌出車外，或是靠站時太靠近乘客，右後視鏡打到候車乘客頭部。
- 4.部分候車乘客未待車停止即趨近行駛中之公車、或追趕拍打已離站之公車，不慎跌倒遭壓及，或是車內乘客起身未緊握扶手，公車煞車時跌倒，或有行人停等紅燈未站在人行道上或趨近轉彎中之大型車，進入內輪差範圍遭擦撞。
- 5.機車鑽進行駛中大型車的縫隙，有時不慎摔倒，因與大型車太近，突然摔倒後即捲入車底，發生嚴重後果。大型車駕駛注意車前狀況，對於10餘公尺車側滑倒之機車常未能及時察覺。

2.2車的因素

- 1.大型車因車長，右轉彎時會產生大範圍彎月形內輪差，可容納數台機車或數名行人，不慎進入的人車，常被捲入而致死傷。
- 2.大型車車輛甚重，遇到其他駕駛人違規，經常無法及時煞停，又因車重，稍壓及即致死亡。
- 3.大型車駕駛人除須注意車前狀況，同時還要觀察車身周遭眾多位置，如果自行車、機車搶快進入大型車視野死角，大車駕駛人難以察覺。又行人、自行車、機車等目標，在大型車駕駛座看來甚小，有時不易引起注意，一瞬間疏忽即可能錯過，發生嚴重後果。大貨車駕駛座較高，機車如停在副駕駛座車門旁，或行人緊貼車頭行走，大貨車駕駛是看不見的，如果大貨車此時要轉彎，機車或行人可能遭輾壓！
- 4.大型車既寬且長，所以容易發生擦撞，也因此對於突然失控倒在甚長車側旁之機車常猝不及防。
- 5.大型車違規時，便如同龐大障礙物，以龐大車體造成其他車輛之阻礙，其他車輛難以不受到影響。另大型車在路邊違規停車也影響後方機車行駛。
- 6.大型車煞車系統或因保養疏忽、或因不當改裝、或因長時間煞車過熱而失靈，致失控衝撞造成死傷。
- 7.大型車高速急煞，因拖車頭與拖車之煞車力不同，拖車會由後往前推，致拖車頭反轉(俗稱「折甘蔗」)，若載運鋼筋、竹竿時，恐會向前貫穿駕駛室。

2.3 路的因素

- 1.公車停靠區內或上、下游附近的違規停車會影響公車無法進出公車停靠區，公車違規停在路中上下客，易導致公車與後方來車衍生事故。
- 2.部分道路寬度不足，公車緊靠路邊停車上下客時佔用車道，影響他車行駛，或導致後方機車繞行時衍生事故。
- 3.大型車在轉彎半徑不足之較小道路，於最外側車道無法直接右轉，需由中間車道右轉，有時會與沿外側車道直行之機車交織。山區道路過彎時，車頭或車尾也常因此超越中線。
- 4.大型車行駛山區需因應多變路況，依大型車機械特性小心行駛，以免未諳大型車特性而滑落邊坡、衝出護欄。

- 5.臺北市之混合車流較嚴重，有大型車、小型車和數百萬輛機車，頻繁交織，大型車駕駛常不易兼顧龐大車身周邊所有車輛。加以大型車視野死角多，行駛車陣中有一定的風險。

三、大型車事故案例

3.1 內輪差

- 1.肇事經過：A車營大客車沿羅斯福路6段南向北外側車道行駛，B車腳踏自行車沿同路同向行駛，至肇事路口，A車右轉時，其右側車身與B車碰撞而肇事。

2.駕駛行為：

- (1)A車駕駛表示：我由羅斯福路6段南往北外側車道右轉景隆街，我右轉時視線內都沒看到人，我車有卡到異物的聲音，我停下車查看發現我右後輪下卡了一台腳踏車，傷者倒在我右後車身。號誌綠燈，我右前輪有擦痕及海綿掉落。沒發現對方，來不及反應。發現危害時行車速率10公里/小時。我有打右轉方向燈，碰撞部位是我視覺死角。

- (2)B車騎士死亡，無筆錄資料。家屬表示：他騎腳踏車出門，平常從羅斯福路往公館方向騎，到達新生南路再右轉。

3.肇事原因分析：

- (1)依據警方事故處理資料、監視器影像及當事人筆錄自述，A車行至路口右轉彎之過程中，疏未確實留意右側直行之B車，致生事故；又當日日出為6時7分，參據監視器影像未見B車有顯示燈光，致無法警示他車；參酌事故後之A車位置、路口腳踏自行車道位置，及地面散落物、相關痕跡位置，分析B車未留意前方車況，致未能及時應變。

- (2)依規定，汽車行駛時，駕駛人應注意車前狀況及兩車並行之間隔，並隨時採取必要之安全措施；慢車行駛時，駕駛人應注意車前狀況及與他車行駛間隔，並隨時採取必要之安全措施；慢車在夜間行駛應開啟燈光。

- (3)綜上研析，臺北市車輛行車事故鑑定會決議：A車營大客車「右轉彎未注意其他車輛」為肇事主因；B車腳踏自行車「夜間行駛未開啟車燈，且未注意車前狀況」為肇事次因。

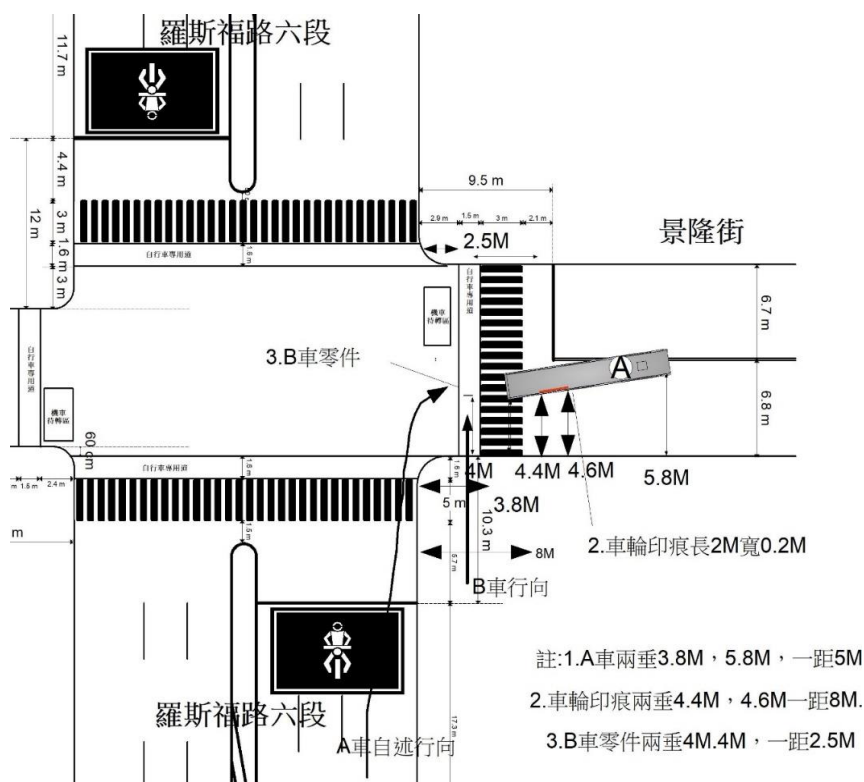


圖 1 案例 1 之交通事故現場圖

3.2 機車自行滑入大型車底

1.肇事經過：A車普通重型機車、B車普通重型機車、C車普通重型機車、D車營大客車，皆沿基隆路1段南向北行駛，至肇事處時，A車前車頭與B車後車尾碰撞，之後B車失控再撞及C車，最後B車倒地，B車騎士再與D車碰撞而肇事。

2.駕駛行為：

(1)A車騎士表示：我沿基隆路1段南向北第4車道欲直行，車流量大，走走停停，死者在我前方，她好像有擦撞，對方重心不穩倒下，就被公車壓過，我沒有感覺我有和B、C、D車碰撞，我沒有倒地。B車在我前方大概1台自小客車的距離，在我前方小煞車，我也跟著煞車，有稍微碰撞到，她馬上不穩倒地，旁邊剛好有公車就輾過去。

(2)B車騎士死亡，無筆錄資料。

(3)C車騎士表示：我沿基隆路1段南向北第4車道欲直行，直行時前方沒

車，我聽見煞車聲、碰撞聲，就感覺到我車後車尾被波及，我開始搖晃，馬上穩住車身，見A、B車都倒地，不知誰撞到我。被撞到才知道。發現危害行車速率30-40公里/小時。

- (4)D車駕駛表示：我行駛在基隆路1段南向北第4車道，我見公車停靠區未有客人攔車，便繼續直行，直行過程看到左側數台機車，我車身一半已超過數台機車時，突然感覺我車左後輪好像壓到東西。撞到才知道，來不及反應。發現危害時行車速率30-40公里/小時。事發經過為2台摩托車擦撞，1台機車往我這邊倒，再遭我左後輪壓到。

3. 肇事原因分析：

- (1)依據警方事故處理資料、行車影像等，事故前，A車、B車、C車皆同時行駛於基隆路1段第3車道時，B車在前，A車在後，C車在A車右側，A車與其前方B車碰撞後，B車失控右偏先與C車碰撞，之後B車倒地，B車駕駛再與行駛於第4、第5車道間之D車碰撞。由前揭跡證及本案相關行車影像顯示，事故當時B車前方無突發狀況必須減速，惟其車速卻突然驟減，致後方A車無法預期；而B車後方之A車亦未與同車道前方B車保持安全且隨時可以煞停之距離，致未及反應。
- (2)依規定，汽（機）車在同一車道行駛時，除擬超越前車外，後車與前車之間應保持隨時可以煞停之距離，不得任意以迫近或其他方式，迫使前車讓道；汽（機）車除遇突發狀況必須減速外，不得任意驟然減速、煞車或於車道中暫停。前車如須減速暫停，駕駛人應預先顯示燈光或手勢告知後車，後車駕駛人應隨時注意前車之行動。
- (3)綜上研析，臺北市車輛行車事故鑑定會決議：A車普通重型機車「未保持行車安全距離（依影像）」及B車普通重型機車「驟然減速（依影像）」，同為本事故肇事原因；C車普通重型機車、D車營大客車皆遭波及，無肇事因素。

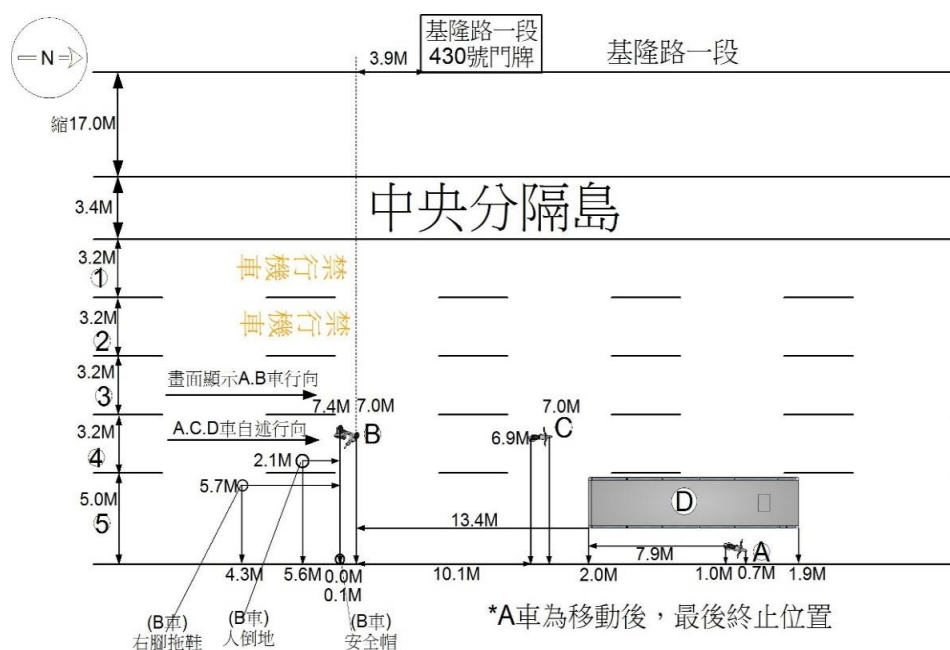


圖 2 案例 2 之交通事故現場圖

四、大型車事故防制對策

4.1 人的防制對策

1. 大型車駕駛應提高警覺、眼睛不斷移動靈活掃視周遭、確實觀察人車動態、禮讓小車及行人，小心視野死角，確認安全無虞後再緩緩行駛，行止應讓週遭用路人能夠預測。
2. 大型車不得紅線違規停車，公車亦應緊靠路側上、下客，因龐大車身會阻礙他車，有時更會導致發生交通事故。
3. 因混合車流，大型車在三車道以上道路，應儘可能避免與機車流行駛同一車道，以防萬一壓及機慢車。又臺北市大眾運輸發達，公車路線多、班次密度高，公車頻繁靠、離站，進出路邊公車停靠區，因不可避免的需與行駛外側車道之機車發生交織，駕駛動作務必不可太大，應溫和行駛，謹慎多加注意，並減速讓直行機慢車先行。
4. 機車、自行車不應在大型車車側鑽車縫，駕駛人或附載人萬一跌倒後果堪慮，新聞常有機車駕駛因此頭部重創之報導。
5. 機車、自行車、行人預見大型車即將右轉彎，應立即暫停，因右轉彎中之

大型車，其一後視鏡視野隨著車輛轉彎角度一直在變換，較難觀察後方直行來車，其二此時又正在產生內輪差，視野死角加上內輪差同時作用，非常危險。

- 6.機車、自行車、行人勿自信大型車駕駛一定有看見你，宜強化自身醒目程度，如開啟燈光、嘗試和大型車駕駛視線相對、適時舉手向駕駛揮動，以儘量避免視野死角。
- 7.用路人不應違規干擾公車動線，否則若造成公車急煞，容易導致公車乘客摔倒，仍須負相關責任。
- 8.大型車駕駛值勤時應保持身心最佳狀態，應避免開快車或疲勞駕駛，而危及其他用路人。

4.2車的防制對策

- 1.大型車業者加強行車安全教育、稽查違規駕駛行為，尤其對新進駕駛特別加強訓練，對各類路況、車輛結構、載重、驅動力、制動力、煞車系統，必須都能掌握，並應有禮讓慢行之素養。
- 2.大型車業者對車輛各項設備應確實維護保養，出車前應確實檢查。
- 3.大型車業者對駕駛人排班應合理、人力配置應充分，避免因排班、人力處置不當，造成駕駛人超時工作，因過勞而影響其他人車安全。
- 4.大型車的車體，在符合法規之下可適度加上反光條或燈光，提升龐大車體之醒目程度，讓他人提早察覺，以免夜間誤撞。
- 5.大型車是特別易致嚴重傷亡的車種，建議大型車於車身週遭裝設行車錄影器，若大型車合法行駛但仍致傷亡時，可釐清肇因，保護自己。
- 6.推動大型車加裝行車視野輔助系統、雷達警示系統，若能主動預警，甚至進一步連動即時煞車或減速更佳，以輔助駕駛人提前察覺視野死角內之物體，預先反應。
- 7.警方持續取締大型車違規項目(如超載、未依規定時間、範圍行駛、行車紀錄紙未符規定、違規停車等)。另對公車停靠區上、下游及停靠區內的違規停車持續取締。
- 8.大型車行駛山區道路勿僅用單一煞車，應搭配輔助煞車，以免煞車過熱，進而失靈。

4.3路的防制對策

- 1.公車停靠區上、下游劃設禁止臨時停車標線，以利公車順利緊靠路邊上下客。
- 2.部分道路若寬度過窄，可考慮禁行或管制大型車進入。
- 3.大型車經常行經處，可預留大型車所需之轉彎半徑或行駛空間，使用較堅固的鋪面材質，並適時的檢視路面狀況。
- 4.臺北市混合車流頻繁，易生危險，若道路條件許可，可規劃機車與公車分流行駛。
- 5.臺北市公車專用道有順向、有逆向，外地人可能不了解公車會有與其他一般車輛不同方向而來，交通工程上依公車來向，於行穿線間增畫「望左」「望右」標線(字)，提醒行人注意。
- 6.公車停靠區位置與大小應依公車停靠頻率適當規劃，另候車島上可以適當設置欄杆防止民眾跌落車道。

五、結論與建議

歷年事故資料顯示九成以上的交通事故涉及人為疏失，所以只要改善人為疏失，就能獲得安全，但大型車因還有諸多先天不利特性，所以大型車周遭的用路人，務必對大型車特別提高警覺，主動與大型車保持足夠的安全間隔，因為實際案例屢屢顯示，與大型車發生輕微擦撞，後果並不見得輕微，無論是大型車駕駛動作太大、或機車自行失控，倒地後若不巧進入車底，稍微壓到就是死傷，大型車駕駛人也必須了解駕駛著高危險性的車種，而更加謹慎，以「溫和」方式駕車。

發生行車事故時，各當事人之駕駛行為將會被公正的個別檢討研究，以了解駕駛行為與事故間之因果關係，藉以確認各當事人應負之肇事因素，所以用路人仍應從自身行為做起，因為自己做出的用路行為，最終仍須由自己負責。欲獲得自身安全，需要大型車駕駛人與周遭用路人落實防衛駕駛、遵守相關交通法令、善盡注意義務、互為禮讓，自身發生車禍的機會必然大幅降低，同時也獲得充分的法律保障。

參考文獻

張益華、陳思瑜(民109)，「看不見你，大車與我們的距離有多近-主動預警守護用路人安全」，聯合新聞網，

https://udn.com/upf/ubrand/2020_data/cartdanger/index.html

林昭彰(民112)，「國道內湖路段貨櫃車『折甘蔗』 雙向內側都有水泥塊散落物」，聯合新聞網，<https://udn.com/news/story/7320/7305845>

黃佩華、李其庭(民110)，「仰德大道連環撞! 貨車煞車失靈釀5傷」，華視新聞網，
<https://news.cts.com.tw/cts/society/202111/202111082061620.html>

劉慶侯(民108)，「台北市公車右轉輾過行人，婦慘爆頭亡」，自由時報新聞網，
<https://news.ltn.com.tw/news/society/breakingnews/2724957>

市區道路及附屬工程設計規範(民111)修正版，10.1.1 公車停靠站設置原則，臺北，內政部營建署道路工程組

智慧交通管理-以臺北市智慧號誌為例

The Study of Smart Traffic Management on the Signal Control in Taipei City

葉梓銓 Tzu-Chuan Yeh¹

王耀鐸 Yao-Duo Wang²

楊子銘 Tzu-Pei Yang³

江伊嵐 Yi-Lan Chiang⁴

何棟國 Lien-Kuo Ho⁵

林宜達 Yi-Dar Lin⁶

摘要

臺灣每年約 13% 的碳排放來自於交通，除了透過綠色運具來減少交通碳排放外，也可利用智慧化的交通管理控管車流、增加號誌設計之彈性，進而減少車輛空等時間與碳排放。臺北市致力於智慧交通的發展，近年來在 ICT 產業迅速發展之下，臺北市交通管制工程處已擘劃智慧交控之願景。2019 年已在內湖及南港區域共 9 處路口實施全動態號誌控制，成效斐然。另外在文林北路/文林北路 75 巷路口運用感應性號誌半觸動控制邏輯策略，導入影像辨識系統及行

¹ 臺北市政府交通局 副局長(聯絡地址：臺北市信義區市府路 1 號 6 樓，電話：02-27208889 分機 6826，E-mail: ga_yeh@gov.taipei)。

² 臺北市交通管制工程處交控中心 主任(聯絡地址：臺北市大同區華陰街 32 號地下 3 樓，電話：02-25567161 分機 7400，E-mail: tel0433@mail.taipei.gov.tw)。

³ 臺北市交通管制工程處交控中心 前幫工程師(聯絡地址：臺北市大同區華陰街 32 號地下 3 樓，電話：02-25567161 分機 7444)。

⁴ 景翊科技股份有限公司 技術經理 (聯絡地址：臺北市內湖區瑞光路 258 巷 53 號 6 樓，電話：02-2656-1968，E-mail: still.chiang@tms.com.tw)。

⁵ 鼎漢國際工程顧問股份有限公司 智慧運輸部門經理 (聯絡地址：臺北市信義區松山路 130 號 5 樓，電話：02-2748-8822，E-mail: arguo@thi.com.tw)。

⁶ 鼎漢國際工程顧問股份有限公司 智慧運輸部門副總 (聯絡地址：臺北市信義區松山路 130 號 5 樓，電話：02-2748-8822，E-mail: toni@thi.com.tw)。

人觸動按鈕感應支道人、車到達狀況，即時調整綠燈時間，以達到增加號誌時制彈性與提升幹道行車效率，以降低交通之碳排。

關鍵詞：智慧號控、動態號誌控制、感應性號誌控制系統、半觸動控制邏輯、智慧影像辨識系統

Abstract

About 13% of Taiwan's annual carbon emissions come from transportation. In addition to reducing transportation carbon emissions through green transportation gear, it is also control vehicle flow by intelligent traffic management such as smart traffic signal control to increase the flexibility of the traffic signal and reducing flow stop and carbon emissions. Taipei City is committed to development of Smart Transportation. In recent years, with rapid development of ICT industry, Taipei City Traffic Engineering Office has planned the vision of smart traffic control. In the end of 2019, already implemented full dynamic signal control at a total of 9 intersections in the NeiHu and NanGang areas, and it has achieved great results. In addition, the intersection of Wenlin North Rd. and Ln. 75 Wenlin North Rd. as an example, explain the logical strategy of using traffic-responsive signal control system with semi traffic-actuated control, and import the AI edge image recognition system and the pedestrian touch button to sense vehicles and pedestrians, adjust the green light time in real time. In order to increase the flexibility of the signal timing control, improve the efficiency of the movement on the main road and reduce carbon emissions.

Keywords: smart traffic signal control, dynamic signal control, traffic-responsive signal control system, semi traffic-actuated control, AI edge image recognition system

一、前言

臺灣每年約 13%的碳排放來自於交通，除了透過綠色運具來減少交通碳排放外，也可利用智慧化的交通管理控管車流、增加號誌設計之彈性，進而減少車輛空等時間與碳排放。臺北市科技與經貿發展熱絡，市內重要發展區域在交通尖峰時段，行車速率低，導致市民的旅行時間增加。在台灣百分之 95 以上的路口採取的控制策略為定時號誌(Time of Day, TOD)，定時號誌是將一天分成若干時段，每一時段均有其特定的時制計畫，然後按照此一預定時間表，每天週期性地執行此固定時制計畫，而週期性時制計畫通常是依照過去的尖、離峰交通量來設計，實務上，各縣市交通業務單位不定期檢討並調整既有的時制計畫，通常在重要瓶頸及易壅塞路口或是交通特性改變之狀況下，需要進行號誌時制重整作業，使單一或多個路口的控制作最佳化的調整。

然而，若在該時段路口交通量變化量大或是有突發交通事件等，或支道有時沒有行人或行車，導致綠燈於部分時段未達到最有效率的分

配或紅燈空等情形，如，在大型展場活動結束時，大量的疏散車流導致路口交通量與歷史趨勢相差過大，此時預設的定時號誌綠燈時間不足，車流無法即時疏解，嚴重時可能會造成回堵等情形。目前在類似這樣的情況之下，交通控制中心可自動偵測並觀測現場路況監視器(CCTV)，若無裝設 CCTV 則由民眾主動反應通報，交通勤務單位將會引導現場車流動線，因號誌控制器與交通控制中心已連線，中心相關業務人員可手動調整增加相對方向的綠燈時間，待壅塞情況稍微舒緩，再將綠燈時間回覆至定時號誌狀態。顯然這樣的運作方式既浪費人力，號誌綠燈反應也不夠智慧化，再者，周而復始的進行時制重整，調整時制計畫亦無效率。據美國運輸運作聯盟(National Transportation Operations Coalitions)在 2005 年度時所發行之號誌紀錄報告(The National Traffic Signal Report Card: Technical Report)，所統計，完成一路口之時制計畫重整作業，包括計畫管理、平日假日轉向交通量資料蒐集、路口群組分類整理、定性分析、號誌時制計畫分析、路口時制微調及最終時制計畫下載等，約 4,000 美金，其中人力調查成本占了近 40%。因此智慧化動態控制系統就可發揮相當的作用，依據車流量大小、停等車輛或是行人數量，自動化調適路口每個方向的紅綠燈。以下將依序介紹智慧化號誌控制原理、總類、系統以及臺北市於 2019 年度實施智慧化號控系統之成效等。

二、智慧號誌

智慧號誌指的是運用先進的技術，蒐集即時的車流資料，把這些車流資料輸入模型裡面，透過模擬演算決定最好的綠燈分配方式，來提升綠燈使用效率及減少紅燈空等的情形，降低碳排放量、縮短旅行時間，整體概念流程圖如圖 1。道路供給能量，如號誌綠燈時間、車道數不變動的情況下，當車輛需求不規則的增減，將由雷達型、AI 影像辨識或其他種型態偵測器，獲取到交通資料再由號誌最佳化模型運算後，下達最佳的綠燈時間予號誌控制器。而運算模組目標式不外乎為評量路口或路網降低車輛的旅行時間、停等及延滯等等。

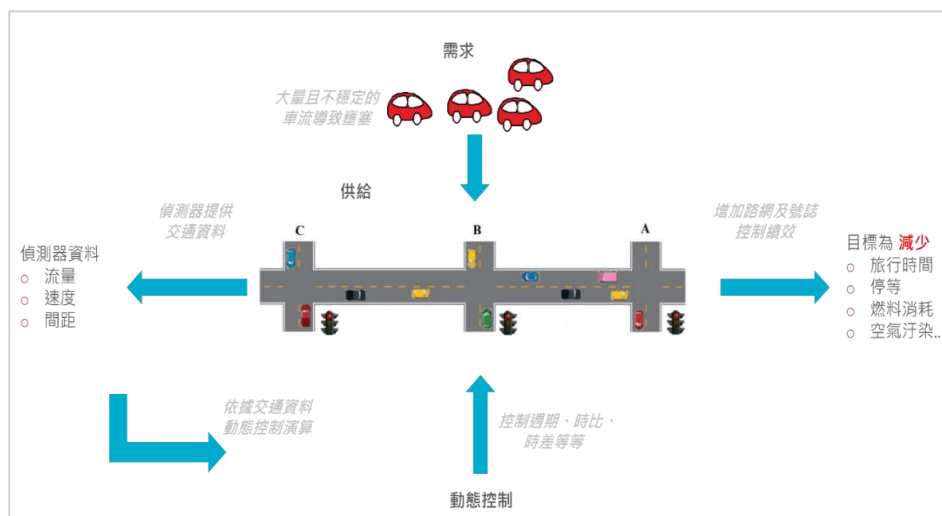


圖1 動態控制整體概念示意圖

國際上如今已提出之都市交通控制邏輯之種類與數量極為繁多，例如：各種定時式、觸動式、動態式、全動態式等模式，在(Intelligent Transportation System ,ITS)領域普遍深受國際交通運輸界的重視。表 1 彙整出各種控制策略之比較以及適用時機，其中，觸動控制以及適應性號誌策略，為目前臺北市建置智慧號誌系統的主要策略，**觸動號誌控制(或稱感應性控制)**主要用於交通量變化顯著且無規律，或主要道路和次要道路交通量懸殊之地點，藉由設於道路上之偵測器偵測車輛或行人到達狀況，依據所收集到的車流資料，調整綠燈時間，即時變換燈號；**適應性號誌控制策略(或稱全動態交通控制策略)**，其目的乃為增加路口號誌時制調整之智慧性，以期能夠更快速地因應交通狀況的變化，同時改進動態查表式、動態計算式交通控制方法的缺失，如特殊事件之反應不夠迅速、流量預測之準確度甚低、時制轉換模式所造成之不良績效等等，進而提高運作績效。

臺北市政府致力於智慧交通的發展，近年來在 ICT 產業迅速發展之下，臺北市交通管制工程處已擘劃智慧交控之願景，導入智慧號誌控制、影像辨識系統、智慧號誌控制器與智慧燈頭，規劃在 2019 年 -2022 年共完成 60 處智慧號誌路口，2019 年已在內湖及南港區域共 9 處路口實施全動態適應性號誌控制，文林北路/文林北路 75 巷路口建置感應性號誌，期望藉由智慧號控系統增加號誌運作之彈性，提升路口或路廊之疏解效率，進而舒緩壅塞之問題。

表 1 動態號誌控制策略一覽表

控制策略	觸動控制	動態查表	動態 TOD	動態計算	適應性號誌
適用時段	全時段	尖峰時段、特殊時段	尖峰時段、特殊時段	尖峰時段、特殊時段	全時段
適用範圍	半觸動適用於幹、支道交通量相差懸殊，且支道交通量變化甚大之地點 全觸動適用於各道路交通量相近但變化甚大且不規律之地點	適用於交通量變化大且不穩定的路口	適用於交通量變化大且不穩定的路口	適用於交通量變化大且不穩定的路口	適用於車流量變化較大且路口流量變化時常不規律之情況
控制方式	依路口車流特性在最小與最大綠燈時間之間浮動調整綠燈時間	自動選取預設之最適時制執行	彈性啟動/結束晨昏峰時制 調整非尖峰時段之時比	自動動態計算號誌時制	依據車流量/綠燈使用率動態分配各方向車流
偵測器位置	支道/幹、支道	幹、支道	幹、支道	幹、支道	幹、支道
時制產生	即時分析	離線分析	離線分析	即時分析	即時分析
時制更迭	小段時階或週期	10~15 分鐘	10~15 分鐘	10~15 分鐘	小段時階或週期
號誌週期	固定	固定	固定	固定	固定/非固定

三、感應性號誌系統

感應性號誌系統適用於幹支道人、車流量差異較大與幹道路幅較寬，支道綠燈時間受限於行人安全通行時間之路口。系統係採用半觸動號誌控制邏輯，藉由智慧影像辨識設備與行人觸動按鈕偵測支道行人、行車狀態，並依據偵測資料即時調整路口號誌，以增加號誌運作之彈性與減少幹道車輛紅燈空等之時間。

3.1 建置場域說明

本計畫規劃於北投區文林北路/文林北路75/94巷口建置感應性號誌系統，路口配置相關資訊詳圖2。文林北路共配置雙向各3車道且採中央分隔，該路段為臺北市與新北市的主要聯絡道路之一，往北銜接台2乙可通往新北市淡水區，往南連接文林路延伸至士林區，其路段車流量大且車流方向性明顯；文林北路75巷/94巷為中正高中與文林國小主要出入道路之一，於學校上下課時間，車流量及行人量較高外，其餘時段車流量較低。

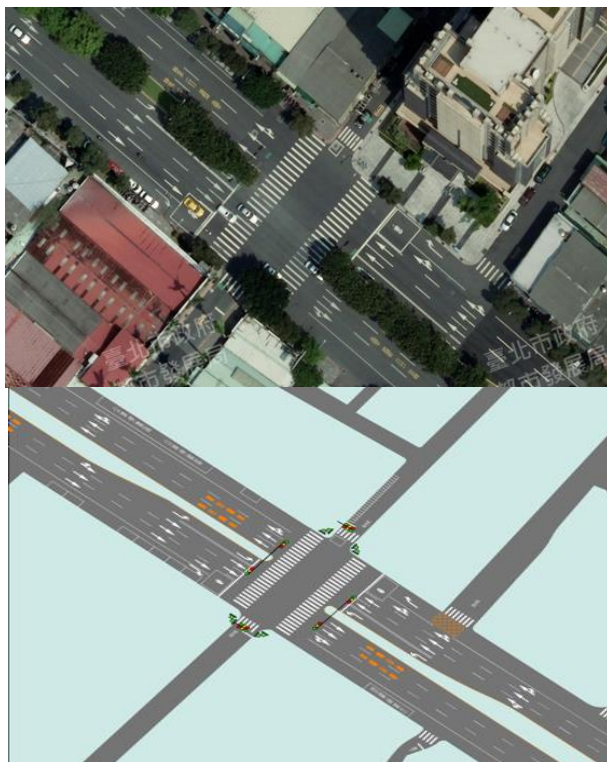


圖2 臺北市北投區文林北路/文林北路75/94巷口空照圖與道路幾何說明

另外本路口現況號誌時制計畫為全日運作並設有支道行人早開時相，另除於深夜時段為三時相，其餘時段為四時相，詳圖3。

平假日現況時制		現況時制計畫						
路口圖示	時段	週期(秒)	時差	分相數	分相一	分相二	分相三	分相四
		-	-	-				-
		-	-	-				
	0000	120	40	3	75	10	35	-
	0100	90	37	3	50	10	30	-
	0500	120	20	3	75	10	35	-
	0700	150	60	4	80	15	15	40
	2300	120	40	3	70	10	35	-

圖3 臺北市北投區文林北路/文林北路75/94巷口現況時制計畫

3.2系統架構設計與路側設備佈設方式說明

本系統採現場端辨識、運算與控制，整體架構設備等詳見圖4 至圖6，規劃於支道近端號誌桿件上安裝智慧影像分析攝影機與橫交幹道行穿線端點佈設行人觸動按鈕，藉此透過 AI 智慧影像辨識系統與觸動按鈕蒐集支道欲通過路口之人車狀態，並利用 RS232傳輸方式取得路口時制即時運作資訊，依照資料蒐集與運算結果，採用步階控制方式進行即時調整現場號誌時制計畫，以達到增加路口運作之彈性，並減少幹道車輛紅燈空等之狀況。

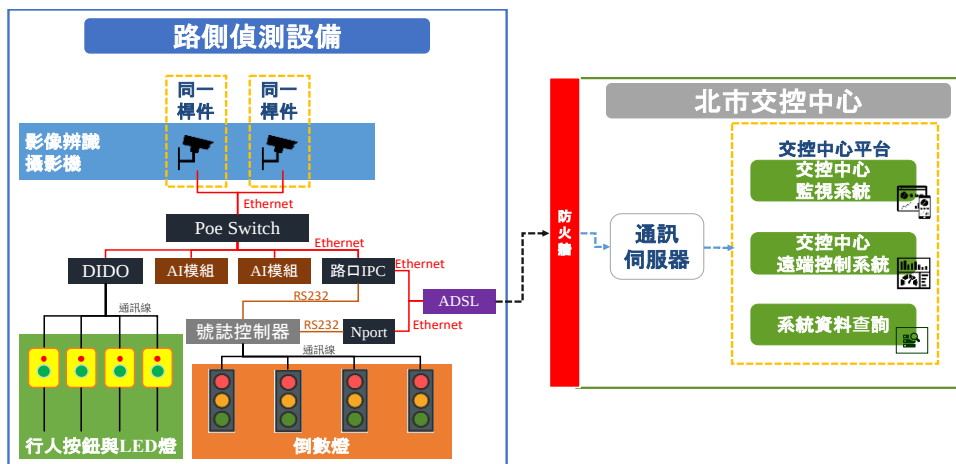


圖4 感應性號誌系統架構設計

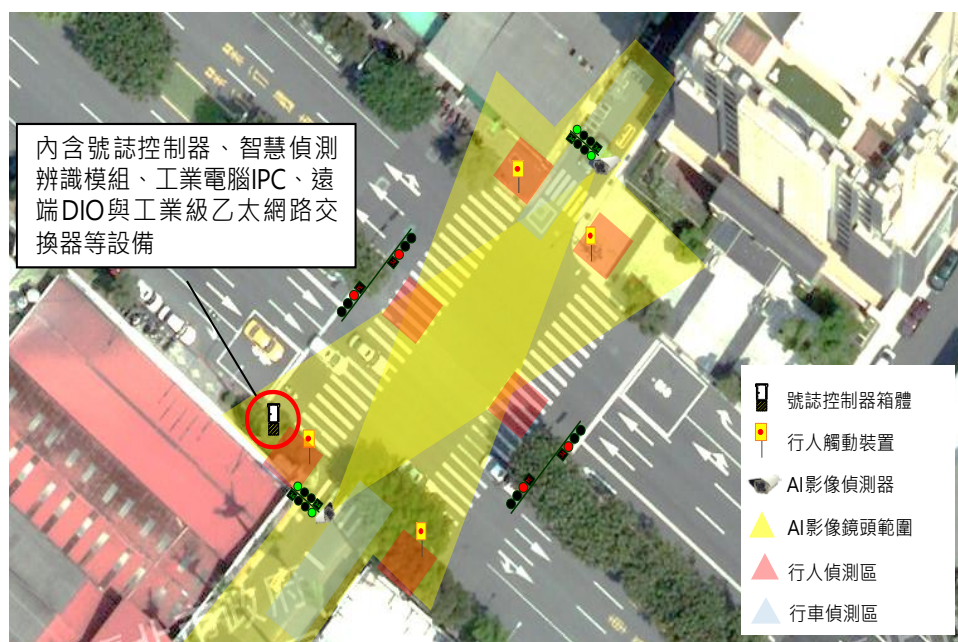


圖5 感應性號誌路口現場硬體設備佈設說明

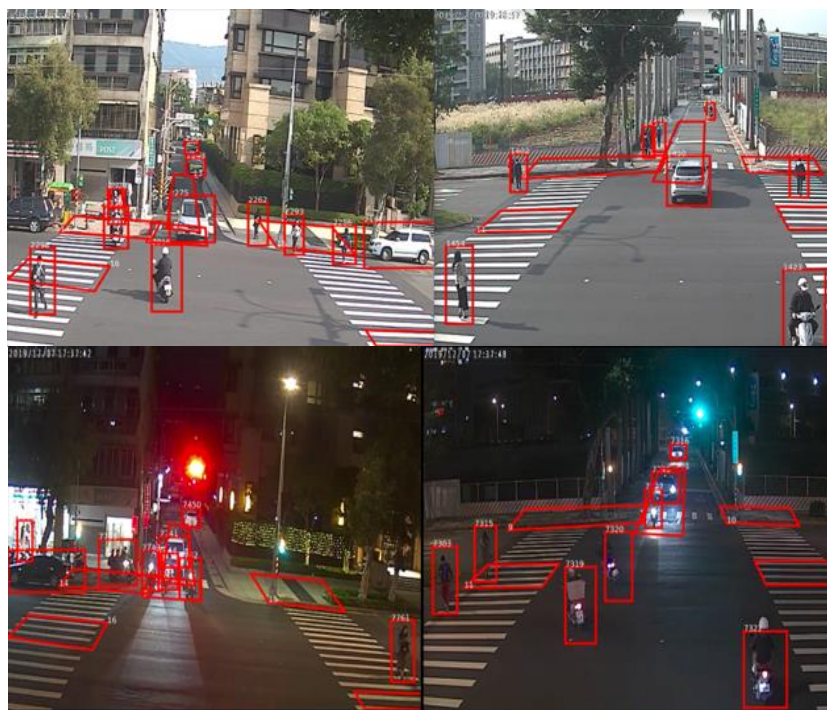


圖6 智慧影像辨識系統日夜間辨識畫面

3.3系統情境設計說明

為解決幹支道流量差異大，且幹道車輛常受限於支道最短綠燈之影響，導致發生車輛空等之問題，感應性號誌設計將採用可依支道現況即時調配合適幹支道綠燈時比為原則，以下詳列本系統所規劃3種應用情境：

3.3.1幹道綠燈時發生行人/行車(包含汽車、機車)之觸動，開啟支道綠燈

本系統於支道設置影像辨識攝影機與行人按鈕蒐集欲穿越文林北路之行人與行車資訊，並結合號誌控制器取得路口現場時制資料，當幹道綠燈時人行道有行人或是中央分隔島有行人欲穿越文林北路(或同時有行車時)，將執行行人最短綠燈；當人行道無行人但支道有行車欲通過文林北路，將執行行車最短綠，詳圖7。

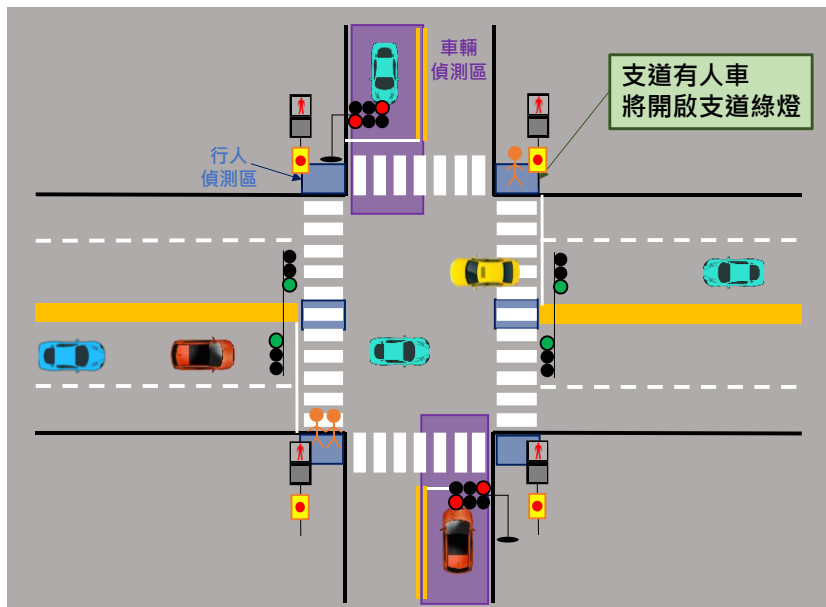


圖7 感應性號誌開啟支道綠燈情境

3.3.2支道綠燈時發生觸動，進行支道綠燈時間延長

當支道綠燈結束前還有行人欲穿越路口、行人尚未離開路口或是有車輛將駛入路口，而剩餘秒數可提供行人/行車安全通過時間之情況下，便不進行綠燈時間之增加；當剩餘秒數無法提供行人/行車安全通過時間且延長後支道綠燈（最短綠燈+延長綠燈）尚未達到最大綠燈時間門檻之情況下，

便進行支道綠燈時間延長；反之當剩餘秒數無法提供行人/行車安全通過時間且延長後支道綠燈(初始綠燈+延長綠燈)已超過最大綠燈時間門檻之情況下，便不進行支道綠燈時間延長，詳圖8。

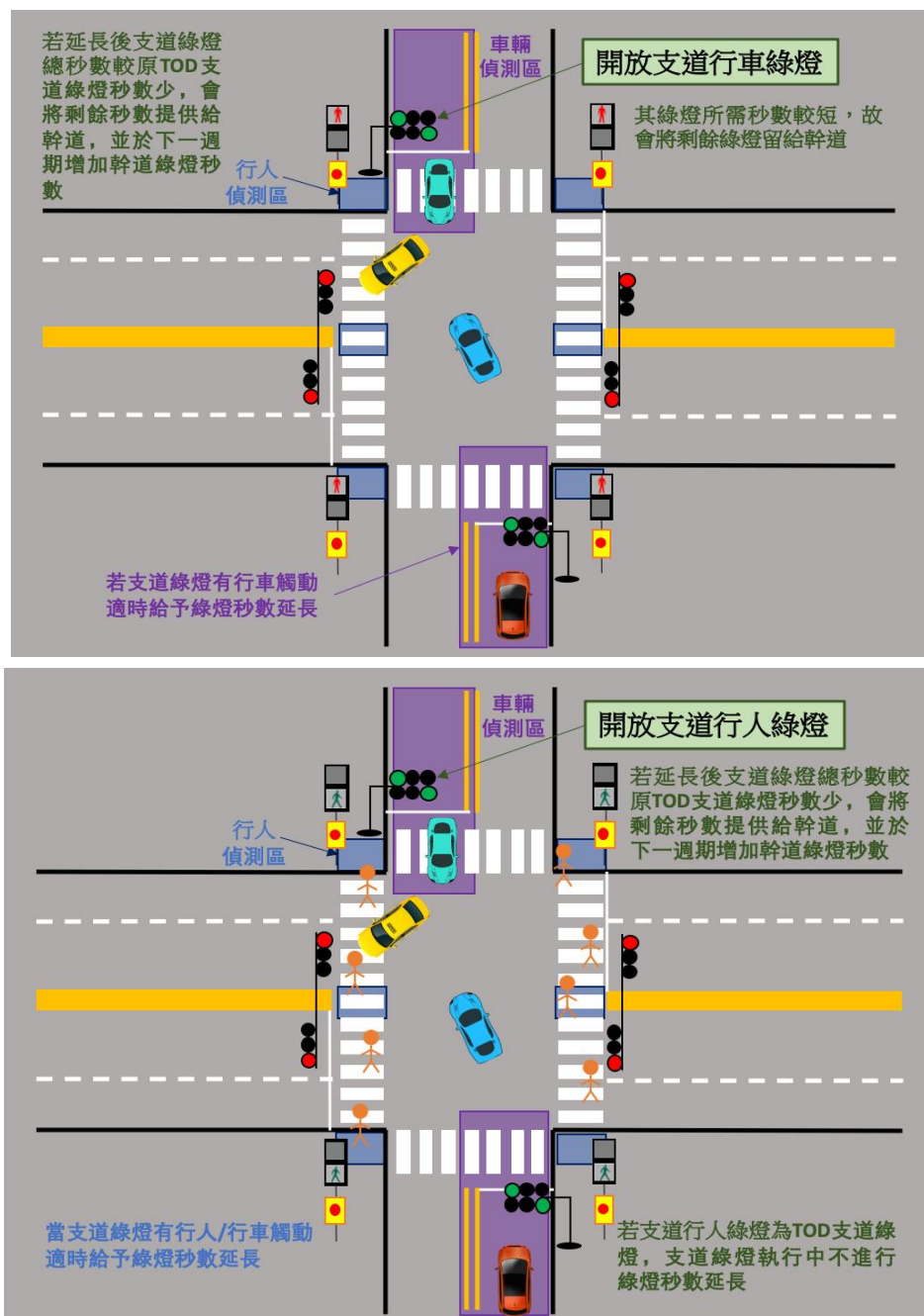


圖8 感應性號誌路口行車/行人觸動支道綠燈情境

3.3.3 幹道綠燈時無發生觸動，進行幹道綠燈延長

當幹道綠燈結束前無任何行人/行車之觸動訊號產生，便啟動幹道綠燈時間延長。另外為避免 AI 偵測誤判之情況，本系統另設計最大幹道綠燈之門檻(最大3次延長)，當幹道綠燈執行時間大於等於最大幹道時間時，便不進行幹道綠燈延長且執行支道行人最短綠燈，以避免當 AI 漏報時導致支道行人/車無法通行之情況詳圖9。

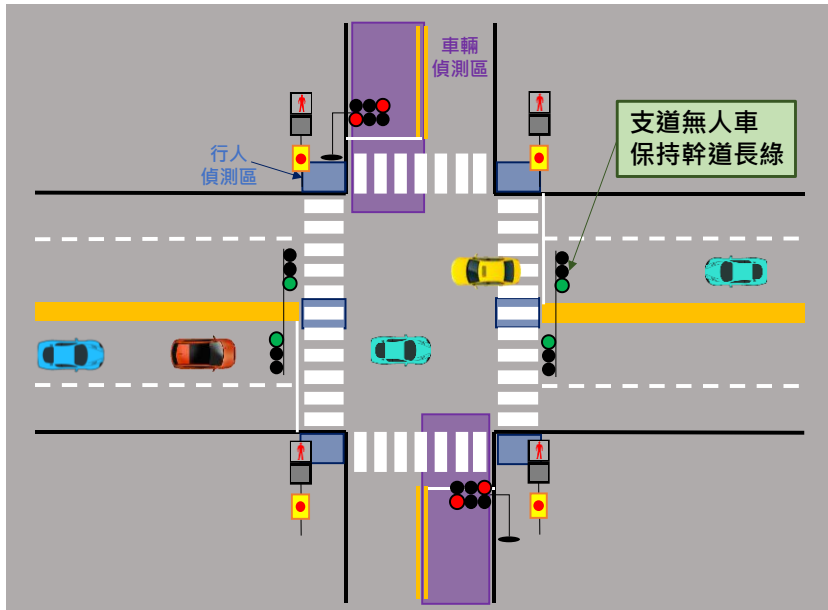


圖9 感應性號誌路口幹道綠燈無觸動情境

3.4 系統邏輯規劃說明

感應性號誌係運用半觸動控制邏輯策略，在既有時段TOD時制基礎下，進行步階秒數之調整。雖然支道交通量較低，但需滿足支道行人安全通過之需求，故採用行人與車輛雙重觸動方式，半觸動控制啟動後幹道時相維持原放行秒數(後續將依照前一週期支道執行秒數進行增減)，在進入支道時相前，判斷是否有行人觸動，判斷式如下：

- A. 當有行人觸動則支道時相放行秒數為行人最小綠燈時間，且支道方向行人燈亮行人綠。
- B. 當有行車觸動且無行人觸動時，支道時相放行秒數為行車最小綠燈時間，且支道方向行人燈亮行人紅。(不進行行人延長)

根據上述說明，本系統當於幹道綠燈步階剩餘3秒時收到觸動訊號，將依照觸動種類分別設定不同的支道綠燈起始時間，若同時有行人行車觸動之情況下，則開啟支道行人最短綠；反之若無觸動則進行幹道綠燈延長，行車最短綠為可提供支道停等車輛疏散之綠燈時間，行人最短綠為通過路口的最短綠燈時間。另也分別針對支道行車及行人的最短綠燈時間設定一個綠燈剩餘時間 α 值，如最短綠燈時間無法完全疏散行車或行人之需求，將透過 AI 影像偵測器及行人按鈕蒐集觸動資料，並確認行車及行人是否在 α 時間內有觸動訊號並持續觸動，來判斷是否予以延長綠燈時間，當於 α 值內收到觸動訊號並判定支道綠燈目前總執行秒數(含當下情況延長秒數)低於支道綠燈最大時間時，則可給予支道綠燈延長時間；反之支道綠燈目前總執行秒數(含當下情況延長秒數)大於支道綠燈最大時間時，則不再進行支道綠燈時間延長，並在下週期直接開啟支道(行人/行車)綠燈，各情境號誌反應詳見圖10 至圖15。

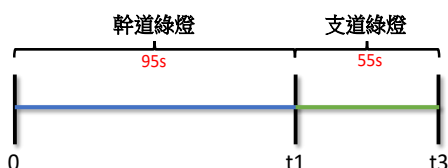


圖10 TOD 狀態執行時制計畫

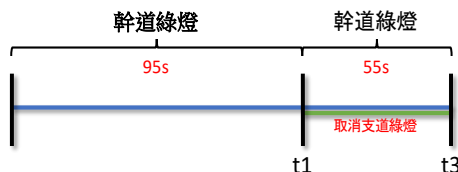


圖11 幹道長綠執行時制計畫

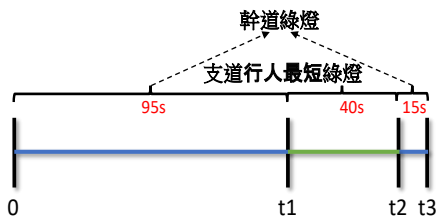


圖12 支道行人最短綠狀態執行時制計畫

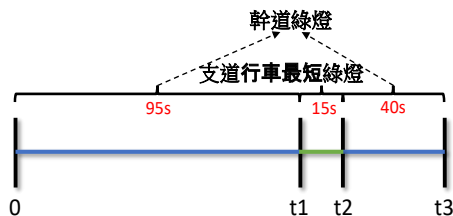


圖13 支道行車最短綠狀態執行時制計畫

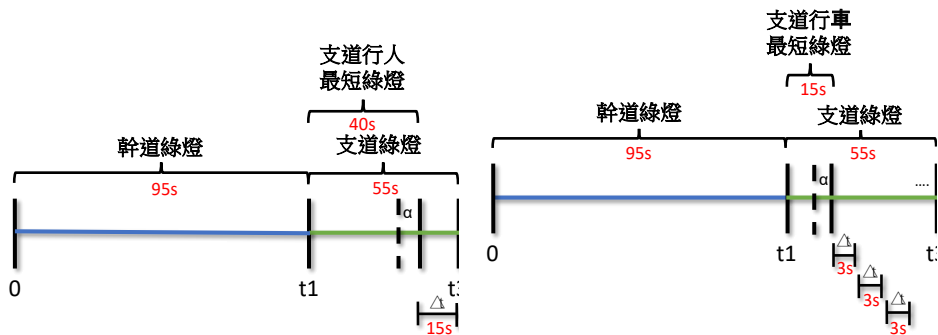


圖 14 支道綠燈發生行人觸動狀態時制計畫

圖 15 支道綠燈發生行車觸動狀態時制計畫

另考量路口週期一致性與群組內各路口之連鎖關係，系統將於支道綠燈結束前(分相黃燈步階前)計算當週期支道綠燈執行時間，若支道綠燈時間無延長或支道綠燈時間延長後較 TOD 支道綠燈時間短，則在下一週期增加幹道分相第一步階綠燈時間；反之若支道綠燈時間延長後較 TOD 支道綠燈時間長，在下一週期減少幹道分相第一步階綠燈時間，以維持群組內各路口連鎖之關係。初步擬定的主要控制邏輯如圖16 所示，並詳述如下，研擬構想則為應用動態控制提升主要幹道疏解效率，並同時滿足支道與行穿需求。

另外避免因智慧影像辨識系統漏判導致未啟動支道綠燈之情況，故導入最大幹道綠燈之限制與以卡爾曼濾波演算法修正開啟支道綠燈時機之方式，避免造成支道行人/行車無法通行之問題。

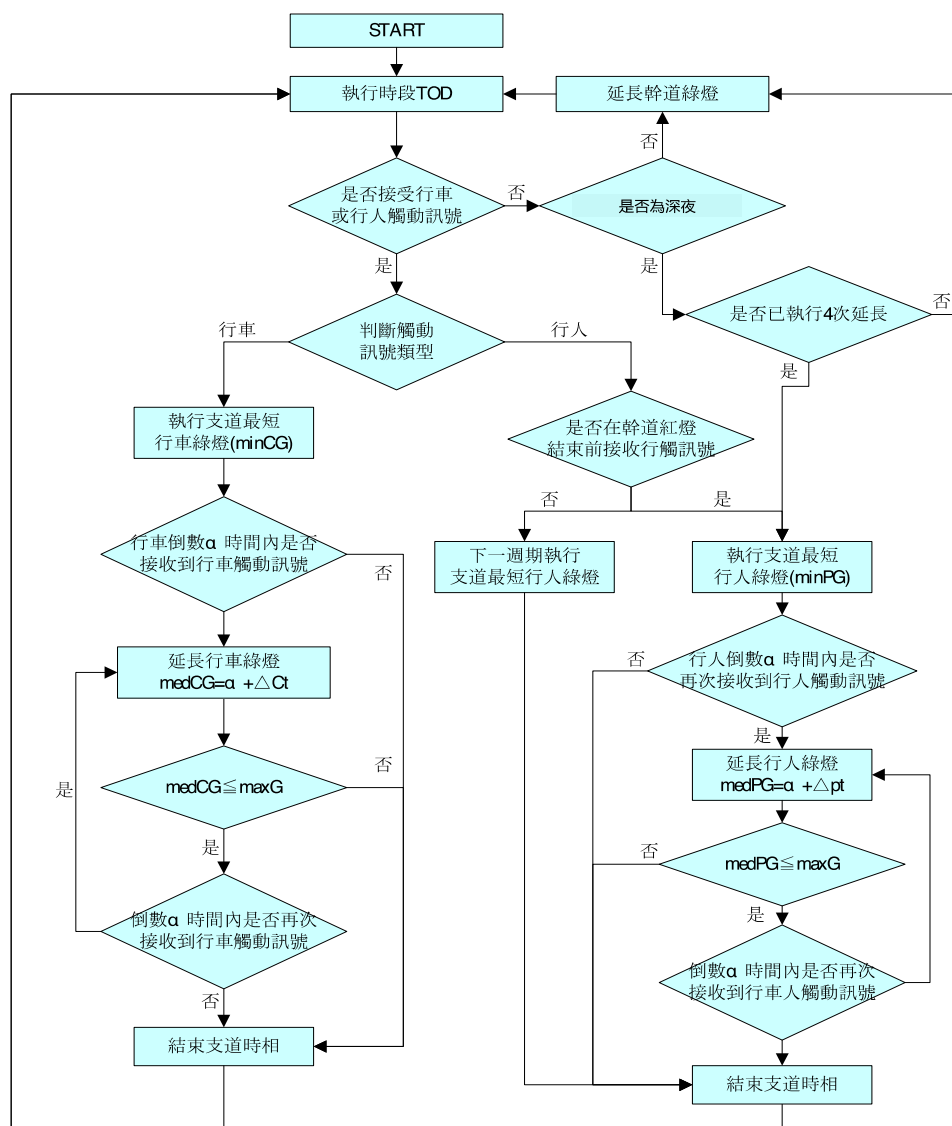


圖16 感應性號誌控制邏輯

3.5系統運作成效說明

依系統運作之 log 資料與交通量調查結果進行系統績效評估，結果顯示針對不同時段在感應性號誌系統啟用後，路口停等延滯約下降15~78%；幹道車輛旅行速率約提升2~115%；幹道約增加7~79%的綠燈時間，比較上述3項評估指標在各時段之改善差異，以深夜時段改善幅度最為顯著，其原因係

因深夜時段人/車流量較少，在當週期無支道人車通過的情況下，系統會延長幹道綠燈以保持幹道長綠，因此在深夜幹道車輛空等率約較事前下降了35%。

同時，在節能減碳效益評估，一年可節省旅行時間為6,568車小時，節省油耗量為10,114.9公升、減少CO₂排放量為22.89公噸、CO排放量為680.4公噸，換算為貨幣化效益，一年可節省旅行時間約1,536,282元、油耗節省約289,286元、CO₂損害成本減少約13,505元，總經濟效益可達1,839,074元。因此當系統啟用後，除了針對支道行人/行車之現況即時調整支道綠燈時間，給予人車充裕的綠燈時間外，在離峰時間支道人車流量較少之時段，可有效分配幹支道週期時比秒數，適時給予幹道綠燈時間之延長，並且可增加號誌時制彈性，提升人車流運作效率以及有效減少幹道車流停等，提升幹道行車效率。

四、適應性號誌系統

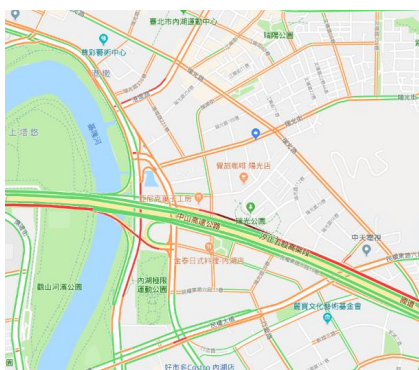
4.1現況問題說明

1 南軟園區於展覽活動期間車多，易於部分路段產生壅塞問題

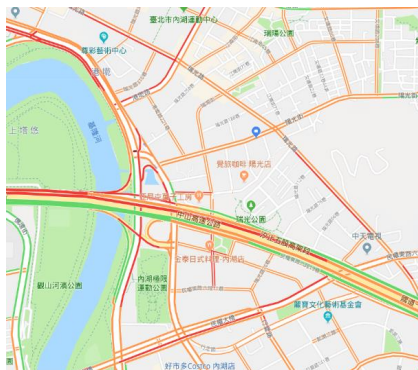
南軟園區因臨近南港展覽館，於展覽活動期間，主要聯絡道路易因車流量多產生壅塞問題，如經貿一路往展覽館路段車流時有回堵至環東快速道路情形，以及康寧路與南湖大橋/東湖交流道路口車流回堵至經貿二路與三重路口。

2 內科園區晨昏峰交通特性具明顯方向性

上午尖峰時段以進入內科園區之車流為主，於交流道附近路口因下匝道車流與平面道路車流交錯易產生壅塞問題，下匝道車流易溢流回堵至國道主線；下午尖峰時段則以離開內科園區之車流為主，鄰近交流道路口因多股車流集中前往交流道，易回堵至平面道路，進而影響堤頂大道及舊宗路上游之車流續進，如圖17所示。



晨峰



昏峰

圖17 內科園區晨昏峰交通特性

3 堤頂大道沿線車流量大回堵嚴重，既有號誌控制無法即時反應車流變化

堤頂大道為內湖地區及內科園區主要聯外道路，沿線道路於尖峰時間車流量大，於部分瓶頸路口/路段(堤頂大道-港墘路口至舊宗路-堤頂交流道路口)車流回堵情形嚴重，尖峰時間壅塞情形明顯。其中堤頂大道-港墘路口，於平日上午尖峰港墘路往西方向分配綠燈時比相對較少，常有回堵情形發生，最遠可回堵至上游港墘路-瑞光路口；其餘時段以堤頂大道往南方向之交通量較高，於上班尖峰時間左轉車輛等候線長，如圖18 所示，既有號誌控制無法即時反應車流變化，須有更為智慧化之動態續進號誌控制作為，以滿足幹道車流續進需求。



港墘路西向



堤頂大道南向

圖18 堤頂大道-港墘路口現況

4.2建置場域及控制策略擬定

本計畫範圍區域分為內科園區及南軟園區，詳圖19 續進範圍及主控路口紅色點位及紅色線條，內科園區之主控路口共有六處，北至堤頂大道二段/樂群一路，南至舊宗路二段民權東路六段11巷；南軟園區之主控路口共有兩處，考量堤頂大道二段/樂群一路口於尖峰時段由瑞光路478巷需疏解大量車流，加上瑞光路478巷/瑞光路513巷與堤頂大道二段/樂群一路具有續進關係；舊宗路二段181巷路口與舊宗路二段/北交流道路口亦有雙向續進的關係，故將上述兩處路口納入協控路口。主控路口係導入 PTV BALANCE 解決方案，基於交通車流模型的智慧適應性號誌系統，結合模式評估範圍內路側偵測器的即時流量，針對當前的交通狀況，以5分鐘時間間隔不斷優化續進路口之時制計畫，能最大限度地減少旅行時間、路口延滯和停等次數，協控路口則依據「續進理論」使協控路口與主控路口維持續進關係，並確保有足夠的續進帶寬(Bandwidth)，其主協控關係方程式係由景翊科技所開發。

BALANCE 解決方案係基於巨觀模型進行最佳化演算，模型範圍詳圖19 之綠色模式評估範圍，內科園區之評估範圍北至瑞光路，西至樂群一路，再向東延伸堤頂大道至民權大橋；南軟園區之評估範圍北至民權東路280巷及康寧路三段190巷，往東往西分別由康寧路往東及往西擴增兩個路口，往南則至環東大道，本解決方案不僅考量控制路口的偵測器流量，亦使用巨觀模型的指派流量，確保偵測器斷線時可保持系統運作。



圖19 內湖場域及南港場域適應性控制路口

主控路口核心計算流程如圖20，BALANCE 架構由離線資料(offline)與即時線上資料(online)兩部分組成。離線部分用於運輸模型的構建、校正和更新，透過交通指派模型，進行交通行為和流量基本推估與預測，以及使用微觀交通模型離線測試 BALANCE 參數。首先，在離線輸入的部分，BALANCE 需架構在巨觀運輸規劃軟體 VISUM 路網上，需要將臺北 TRTS 運輸規劃模式導入 VISUM 為基礎，結合實作範圍內的 VD 歷史資料以及經過時制重整過後的定時號誌等資料，經過模型的重新運算更新指派輸出給 BALANCE 系統作為分析的基礎，其二，即時的 VD 資料(包含汽機車)經過機車當量值調查，再由轉換公式把該路口的機車換算成 PCU，作為 BALANCE 進一步運算的基礎，其三，將上述離線模型與即時資料納入 BALANCE 系統中計算動態最佳化時制，BALANCE 可由處理流量之交通流模型(Traffic Flow Model)、處理績效指標之影響模型(Impact Model)，以及處理號誌控制之控制模型(Control Model)三種模型分析迭代，計算出每五分鐘的最佳時制。

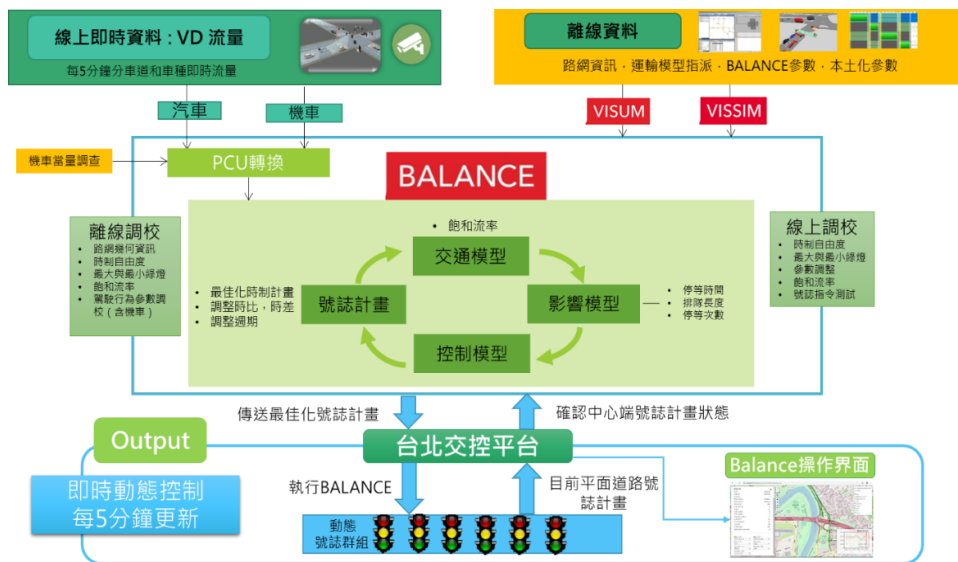


圖20 BALANCE 系統核心計算流程

協控路口依據續進理論設定可協控的條件，在以此條件所搭配設定主協控路口為，堤頂大道二段/樂群一路搭配瑞光路/瑞光路478巷、以及舊宗路二段/北交流道口搭配舊宗路二段181巷，以同一主協控路口為例，依照時空圖可整理出控制參數如時差(offset)、週期(Cy)、續進方向時相之相對時差(Relative Offset, R.O)、續進時相時間以及非續進時相時間，如圖21 所示。

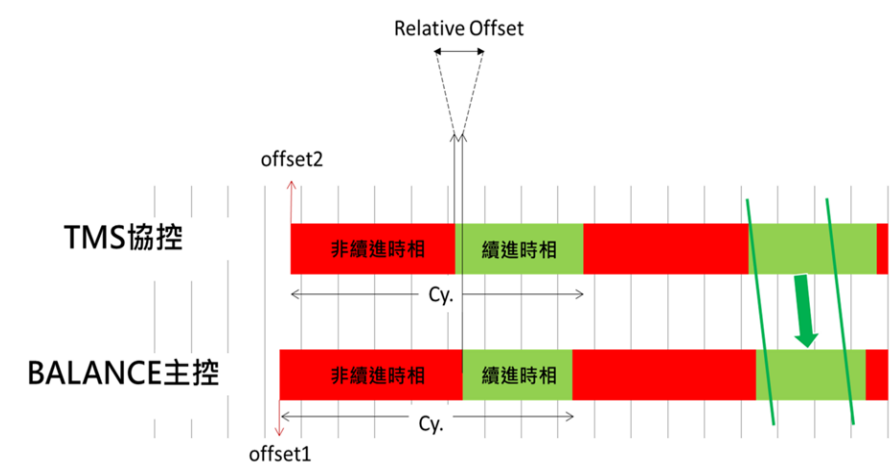


圖21 主協路口續進時空圖及控制參數

相對時差 R.O. 與時差定義有所不同，時差一般定義為第一時相開始的時間，R.O. 則為主控路口續進時相開始時間減去協控路口續進時相開始時間。依此關係，可歸納為恆等關係式如下：

$$\begin{aligned}\text{Offset}_2 &= (\text{Cy.} - \text{Phaseinterval2} + \text{R.O.}) \\ &= \text{Offset}_1 + (\text{Cy.} - \text{Phaseinterval1})\end{aligned}$$

其中，

Offset_1 、 Offset_2 ：主、協控路口時差

Phaseinterval2 ：協控路口續進時相秒數

Phaseinterval1 ：主控路口續進時相秒數

4.3 路網型適應性號誌系統建置

智慧化動態續進號誌協控系統架構如圖22 所示，透過部署之資料轉傳模組(DTM)介接研究範圍內之車輛偵測器(包含既有、魚眼及新增)以及控制路口號誌控制器，當設備通訊進到即可分別轉傳予本計畫之 TMS 伺服器及交控系統之 RCSV 伺服器。景翊科技開發之 DTA sys. (Data transform & Analysis System)，將提供資料介接轉送至 PTV BALANCE，並回傳最佳化後的時制至 DTM，由 DTM 下達號誌指令至現場號誌控制器，同時開發資料轉換分析管理平台，具備自主斷線管理、協控路口時差管理、時制狀態顯示等相關功能。以下分為3部分介紹已開發且實際運作之系統平台功能項目。

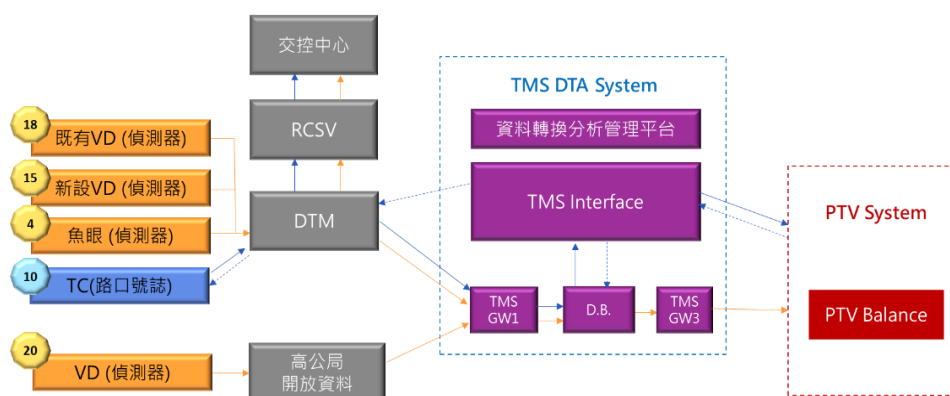


圖22 適應性續進號誌協控系統架構示意圖

4.3.1智慧動態續進號誌監控平台

可透過 Web-Link 連結智慧動態續進號誌監控系統介面(BALANCE)，隨時監看目前所下達至路口的時制計畫、服務水準、綠燈比及飽和率等各種交控資訊，畫面上可分成五大部分，分別為計算模擬區、參數調整區、背景模擬區、BALANCE 績效指標、資訊地圖，詳圖23，本系統已建置完成且實際運作在臺北市交控中心，並依權限在中心內網上操作。



圖23 適應性續進號誌協控系統架構示意圖

4.3.2資料轉換分析平台 – 智慧化時制報表控制平台

資料轉換分析平台之智慧化時制報表控制平台 其目的為提供交通分析及決策人員監看目前時制運作狀態、時制是否受到 BALANCE 控制、自

主斷線、協控路口時差管理以及歷史報表查詢等功能，可分成六大功能，其使用者介面如圖24 所示。透過此平台主要可以觀測 1. 動態號誌控制目前時制以及與 TOD 時制比較、2. 各種報表統計紀錄、3. 若控制人員需要調整主/協控之時差，可在本介面直接操作。



圖24 智慧化時制報表控制平台功能示意

4.3.3資料轉換分析平台 – 系統異常通知推播

為加強本計畫設備妥善的管理，「異常通報模組」主動通報偵測器或是號誌控制器連線異常，並發送郵件或是 Line 推播訊息予業務群組詳圖25。本計畫將異常情形依據狀態分為18 類，包含斷線或連線失效等，當系統偵測異常，依據該設備權責單位發送信件，再進行設備後續的維護及維修，而BALANCE 透過內部逆推流量模組，可在一限度無偵測器資料值時回推即時流量，且即時運算，不需將系統斷線，經統計在1 個月之內偵測器異常狀況就達50筆。



圖25 異常推播模組

4.4系統運作成效說明

本計畫透過 BALANCE 智慧動態號誌控制系統，及 DTA Sys. 資料轉換分析平台導入內科及南軟園區，本系統已於2019 年12 月正式上線，交通績效指標採取人工式調查，建置前於2019 年6 月調查，以下說明本計畫之重要之成果及效益：

- 1 交通績效部分，本團隊分析 15 段旅行時間績效、8 處路口停等次數及停等延滯。整體而言，以旅行時間而言，雖假日旅行時間降低 1.9%，但總旅行時間由 4661 秒縮減至 4291 秒，整體改善 7.9%。以路口總延滯分析，平日與假日延滯皆為降低，整體改善 12.6%。
- 2 節能減碳效益部分，本計畫範圍合計全年節省時間為 206,668 小時/年，換算全年時間價值約為 50,179,033 元/年；全年油耗節省為 318,269 公升/年，換算全年油耗節省價值約為 8,943,359 元/年；全年 CO 排放量減少為 101.1 公噸/年，CO₂ 排放量減少則為 720.2 公噸/年，換算全年 CO₂ 減少貨幣化效益為 424,943 元/年，總計全年經濟效益為 59,547,334 元/年。
- 3 在導入 BALANCE 智慧動態號誌前，當有特殊情形，如大型展覽、演唱會、燈會等大型活動而導致車流量遽增時，交控中心則須以人工的方式調整綠燈時間，以紓緩車流。而導入 BALANCE 後，可透過即時的偵測資料，運算出最佳化時制，適應性地調整綠燈時間，使整體運作更有效率。

- 4 在控制策略擬定方面，於瑞光路/瑞光路 478 巷以及舊宗路二段 181 巷採取協控策略，本計畫透過主控與協控之續進關係，依協控關係式及綠燈限制式等，計算出協控路口之號誌時制。在協控路口不需裝設偵測器，可有效降低系統建置成本同時增加控制路口，減少設備負擔，整體估算約可減少 15% 的計畫經費。
- 5 在智慧平台方面，本計畫開發之兩大平台「智慧動態續進號誌監控系統 BALANCE」及「資料轉換分析平台 DTA System」，交控操作人員可依不同情況即時搭配監控系統及資料轉換分析平台，進行分析、控制、微調協控路口交控參數。
- 6 在系統故障檢核機制方面，若號誌控制器斷線時，動態號誌指令會維持一定的時間，若在一定時間內仍然是斷線狀態，系統自動回報機制將會傳送斷線通知本案相關人員，而偵測器斷線系統自動通報機制如同號誌斷線機制，本機制可達到路側設備的有效控管。

五、結語

都市化問題通常是產生交通壅塞的主要原因，交通科技日新月異，透過動態的交通控制來提升號誌控制的效率，有限度的舒緩壅塞狀況，也讓行人通行安全，在臺北市交通管制工程處的規劃之下，感應性以及適應性控制的路口都有相當良好的成效，對於行駛人層面旅行時間下降，對於環境層面因為車輛停等減少，空污狀況獲得改善。在都市交通控制發展之下，如何整合不同單位建立層級交控系統，發展區域交通控制策略與演算邏輯，如協調管理運作機制、控制策略、系統功能與資通訊軟硬體建置、現場交控設施等項目之需求分析、規劃設計、建置與測試、區域交控資料庫建置、區域交控平臺建置與區域交控策略建立，期望能夠擴大交通控制的綜效。

參考文獻

臺北市交通管制工程處(2019)。108 年度臺北市感應性號誌設置案。

臺北市交通管制工程處(2019)。108 年度臺北市重點區域導入智慧動態號誌控制策略計畫

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	☐ 一般會員 ☐ 永久會員
出 生 日 期	年 月 日		性 別	☐ 男 ☐ 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：施仕青小姐；電話：(02)2748-5280

