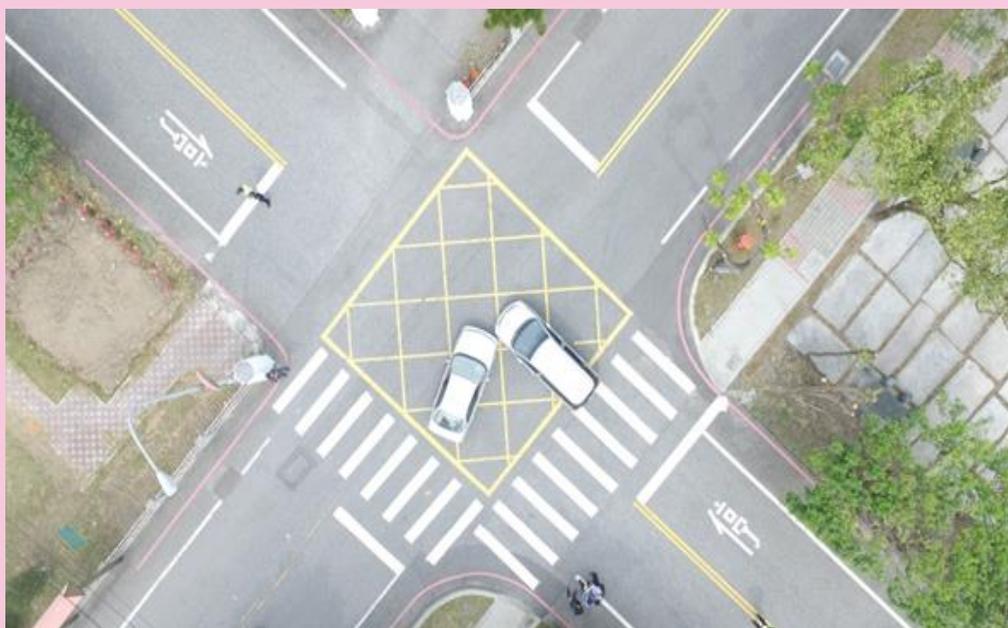


都市交通 Urban Traffic

半年刊 Biannually

第 37 卷 第二期 Volume 37 Number 2
民國 111 年 12 月 December 2022



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

第三十七卷 第二期 Volume 37 Number 2

中華民國一一年十二月 December 2022

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

第三十七卷 第二期 Volume 37 Number 2
中華民國一一年十二月 December 2022

目錄 Table of Contents

封面故事 「空拍機」打造交通事故繪圖蒐證系統-以花蓮縣警察局為例 黃增樟、黃英田 "Aerial Camera" to Create a Traffic Accident Map and Evidence Search System-Take Hualien County Police Department as an Example Zeng-Zhang Huang, Ying-Tian Huang	1
自行車智慧型警示系統設置成果及未來展望 張耕碩、張舜淵、鄭嘉盈、高錫鈺、田珍綺、邱顯明 The Results and Prospect of Building Bicycle Intelligent Warning System Keng-Shuo Chang, Shuen-Yuan Chang, Chia-Ying Cheng, Hsi-Cheng Kao, Chen-Chi Tien, Hsien-Ming Chiu	19
省道快速公路出口匝道壅塞短期改善前後評估-以台 65 新莊二南下出口匝道為例 劉信宏、李維珊、丁培倫 An Assessment of Expressway Interchange Exit Before and After Improvement-No.65 Expressway Xinzhuang 2nd Interchange Southbound Exit Sin-Hong Liu, Wei-Shan Lee, Pei-Lun Ting	35
中臺區域供需預測及發展策略分析 張舜淵、楊國楨、陳志豪、申瑋琦 Forecast of Supply and Demand and Analysis of Development Strategies for Central Taiwan Region Shuen-Yuan Chang, Kuo-Chen Yang, Chi-Hao Chen, Wei-Chi Shen	49
展望新興科技導入學校交通安全教育之作法 林月琴、張淑萍、詹景喻 Prospect for Introducing Emerging Technologies to School Traffic	81

Education

Yueh-Chin Lin, Shu-Ping Chang, Ching-Yu Chan



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。

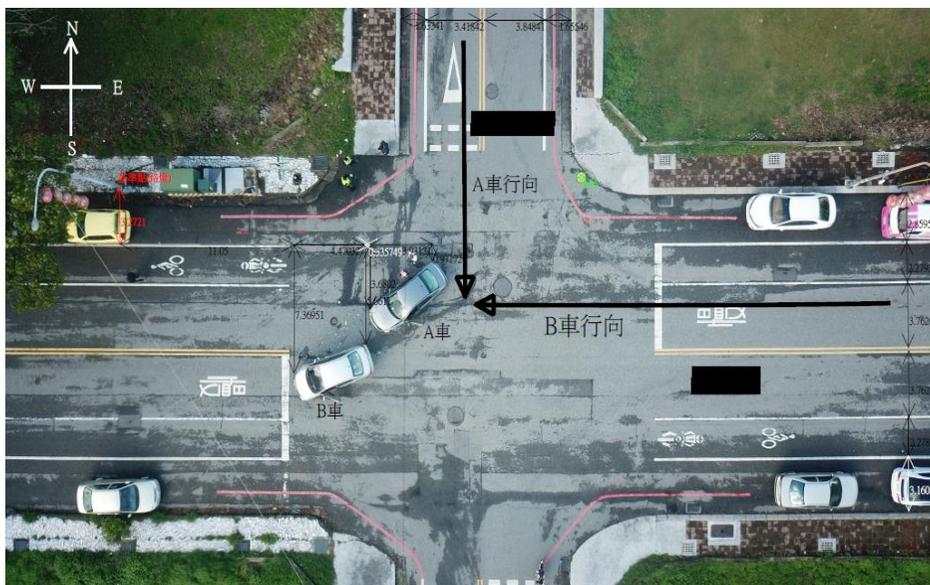
封面故事

「空拍機」打造交通事故繪圖蒐證系統-以花蓮縣警察局為例

"Aerial Camera" to Create a Traffic Accident Map and Evidence Search System-Take Hualien County Police Department as an Example

黃增樟¹ 黃英田²

Zeng-Zhang Huang, Ying-Tian Huang



¹ 東部區域運輸發展研究中心顧問(聯絡地址:花蓮縣壽豐鄉大學路二段1號,電話:03-8903016, E-Mail:cch51224@gmail.com)

² 花蓮縣警察局交通警察隊副隊長(聯絡地址:花蓮縣花蓮市府前路226號,電話:03-8221019, E-Mail:tb0310@mail2.hlpb.gov.tw)

一、前言

無人機具有成本低、無人員傷亡風險、機動性能好，可進行超視距飛行，使用方便等特點，目前已被成功用於影視航拍、測繪航測、高壓線巡查、地址勘探、搶險救災、農藥噴洒、商業表演等領域，越來越多的行業正希望用無人機取代傳統的工作方式，民間企業如亞馬遜(Amazon)、聯邦快遞(FedEX)等已相繼投入無人機空運。

每一件交通事故處理與民眾生命、財產息息相關，因此道路交通事故處理品質之良窳，對於後續刑事、民事責任或肇事鑑定工作，均有相當顯著的影響。由於現行全國警察機關在處理道路交通事故時，大都由員警在現場以人工測量相關數據並繪製交通事故現場草圖，之後再以手繪或電腦軟體製作正式事故現場圖，然而員警可能因個人認知或疏漏重要道路設施等因素，在繪製事故現場圖時產生誤差，如繪製的道路現場圖有重大缺失，可能會影響後續的道路交通事故肇因分析，進而影響到民眾的權益。

溯自 2004 年開始，美國太空總署(NASA)所屬的 Dryden 飛行研究中心 DRFC 開始進行民用空拍機(Civil UAV)之相關研究，包括發展相關核心技術、降低 UAV 製作成本、提昇 UAV 安全性等，以提昇 UAVS 在各種民間用途之發展及效能，簡單區分為地球科學(earth science)、土地管理(land management)及國土安全(homeland security)等三大任務，如今 UAV 正逐漸的擴展到不同的應用領域中(如表 1)。

表 1 UAV 各種領域之應用

類別	應用範圍
治安	情蒐、邊界海岸巡邏、搜尋、反恐、反毒品走私、空中偵察
災害防救	火災偵測及撲救、搜救、水災災害評估、早期警報、氣象資料、蒐集、暴(颱)風早期預報
空氣標本採樣	生化或輻射偵測及監控、早期警報系統
商業	書信或包裹投遞、交通系統監控、油管及油田監控、視訊與通信之轉播、魚訊監控追蹤、汙染監控、航空測繪、地熱探查測繪、房地產勘查
其它	大型群眾活動監控、各項活動轉播、交通量計算與監控

資料來源：施旻汶(2015)，自動化無人飛行載具輔助擷取橋梁影像之研究，中央大學營建管理研究所碩士論文。

將無人機應用於交通事故現場重建，不僅能以頂視的方式作為視角，亦可以藉由各種角度的切換以及遠近的調整來查看該現場，不僅能夠使現場

處理員警在蒐證過程疏漏降低，亦能夠減少人為誤差，尤其是當時的蒐證誤差往往很難事後去彌補，當以無人機全面多角度的環繞拍攝下，可大幅度下降事後補蒐證的需要性。

此外，以無人機進行現場拍攝，可以使員警在處理過程中可能的二次事故風險性降低，更進一步提供員警更安全、友善的工作環境。目前臺灣全年交通事故約 50 萬件，無人機應用於交通事故處理的方式確實可以降低員警的處理時間，所有的資訊也都數位化，讓資料的儲存及查閱都變得非常簡便，藉此降低社會成本及增進處理成效。

二、空拍機執行交通事故處理之運用

2.1 規劃構想

臺灣交通事故發生非常頻繁，平均每年超過 3 千人死於交通意外。根據交通事故統計資料顯示，A2 交通事故每年發生將近 33 萬件。若平均 1 件交通事故現場處理採證時間需要 0.5 小時，則每年平均花費將近 16.5 萬小時在處理交通事故現場採證工作(如表 2)。而現今事故處理，全憑人工蒐證、記錄與量測相關數據，導致事故相關資料有數據不精確、現場物證痕跡不齊全、處理費時、人工手繪及再製之交通事故現場圖有缺失，進而衍生出許多糾紛，耗費社會許多成本；再者，事故現場之當事人與處理人員(員警)受到二次事故的傷害，更是令人遺憾與不捨。

表 2 近 5 年(106 至 110 年)全國 A1 及 A2 類交通事故統計表

年度 案類	106 年	107 年	108 年	109 年	110 年	總件數
A1	1,434	1,457	1,814	1,806	1806	8,317
A2	295,392	318,858	340,158	360,465	356,415	1,671,288

資料來源：內政部警政署(2022)。

警方在處理道路交通事故時，傳統以人工測距輪進行定位，繪製交通事故圖及進行現場勘、測繪、跡證採集等工作。除了滯留現場作業頗具風險之外，由於量測工具的使用、人員操作的差異性、道路交通車流複雜性等因素，常導致現場作業耗時，並且現場繪圖的結果統一性與準確性也存在部分瑕疵，致產生爭議。(如圖 1)

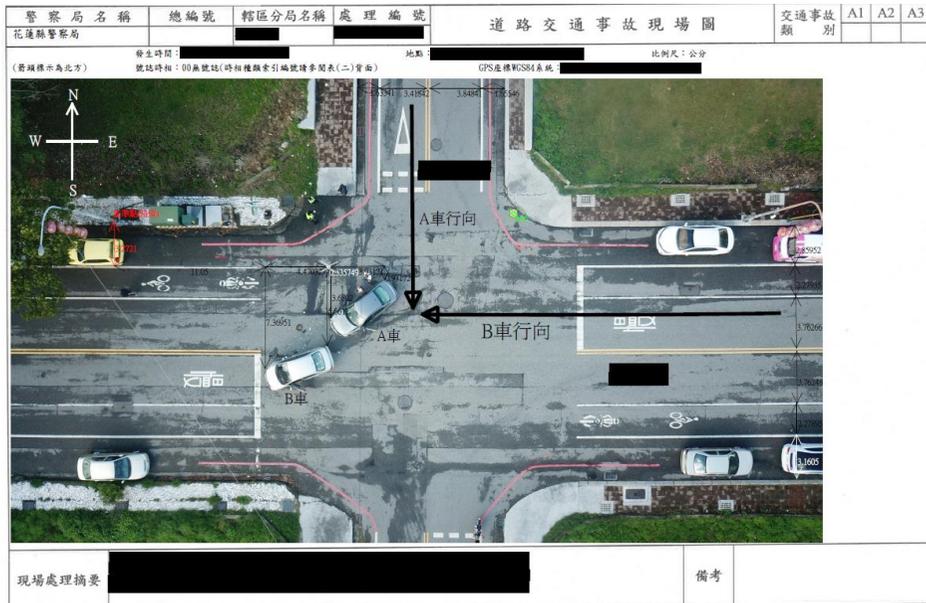


圖 2 交通事故現場圖。

資料來源：花蓮縣警察局(2019)

2.2 現行警察機關事故現場圖缺失

各警察機關對於交通事故處理，均編制有交通事故專責小組，負責處理A2類以上之交通事故。惟現行專責小組所使用之蒐證器材基本上仍是以相機拍照，測距輪或皮尺量測，以徒手繪製現場約略草圖供當事人認可後簽名認同，事後以電腦或手工繪製現場圖，如此以人工完成現場圖繪製之機制有以下證據能力上的疑慮：

1. 所量測之數據有誤差：

乃因人工使用量測工具，技術及技巧(量測起始、終點及使用工具是否實在?)均會產生相當的誤差致使紀錄與實際不同，可能導致事故研判或肇責鑑定上正確性產生落差，引起民眾疑慮。

2. 所繪製之現場圖比例差異大：

每個處理員警對地理方位及圖形的認知均不同，因此繪製的物件、道路型態、事故發生物理原因等，於現場圖顯示結果與實際比例上與實際會有相當程度的差異。

3. 採證不完整及跡證標示漏失：

因處理員警以個人經驗及現場感知進行採證測繪，常因各種因素會漏失重要跡證(如遺留散落物、刮地痕、煞車痕...等)或遺漏標記(標誌、標

線、路樹、招牌...等)，致事後研判鑑定時產生誤差，進而影響民眾權益。

4. 平面採證致相對幾何關係不完備：

因採證過程均以目視平面 2D 方式，對於事故發生相對位置的幾何關係無法採證供研判。

5. 處理時間過長：

依據本局就花蓮分局交通事故處理專責小組處理之事故卷中隨機抽樣 25 案，檢視專責同仁到達現場處理至完成恢復交通止，最快 28 分鐘，最長 84 分鐘。除造成當事人時間耗損，也增加處理員警及民眾有二次事故發生風險，並直接影響交通順暢及安全，並間接耗費了諸多的社會成本。

2.3 背景說明

花蓮縣警察局的目標是提升車禍現場蒐證的精確性與完整性，縮短處理時間，保障現場處理人員的安全，降低社會成本，提升事故處理的服務品質，故即思考研發運用先進資通訊技術提升處理交通事故現場蒐證效益，利用無人空拍機輔助道路交通事故處理，並積極辦理「道路交通工程與事故處理資訊系統」委託研究案，委請臺灣科技大學資訊工程學系戴文凱教授帶領工作團隊進行專案研究，並依目前道路交通事故處理作業程序，研擬出使用空拍機蒐證之工作模式；發展符合現行工作模式之控制空拍機飛行、繪製現場圖的行動裝置軟體與客戶端繪製現場圖軟體系統；同時，建構交通事故現場圖資料儲存軟硬體整合之服務站系統，以完善整體系統運作。

2.3.1 委託研究案

1. 因本委託研究案為花蓮縣警察局首次辦理，簽辦過程遭遇諸多困難與障礙。經多次與相關單位討論與協議，嗣於 104 年 12 月 25 日正式與臺灣科技大學資訊工程學系戴文凱教授簽定契約，並著手進行本專案研究，其中多次前往花蓮縣警察局所屬花蓮、吉安分局交通事故處理小組參與事故現場實地作業，並以空拍機作業與處理員警人工測繪進行實測比較。經彙整相關比較成果顯示，以空拍機作業方式可大幅減少人工處理事故時間，並可精準呈現事故現場，提升繪製現場圖之丈量效率與精確率，縮短事故現場處理作業時程。

近年來發展成熟之行動電腦，因其可攜性、操作介面之親和性、GPS 定位及 4G 行動資料網路連結資料庫之便利性，造就了可研發現場處理 App 以提供現場處理人員絕佳之正確資料蒐證、快速紀錄之可行性。再者，如能整合雲端道路結構資料庫及中、後端作業平台軟體，

取代現行之道路交通事故資訊 E 化系統項下有關交通事故現場圖及道路交通事故調查報表整體功能，再強化資料檢索功能。除了相關電子化資料可提供學術機構及交通管理機構應用之外，更可以延伸研究、教育等加值效益。

2. 第一階段研究項目為現行事故現場處理蒐證測繪證據力及處理模式之盲點如下：

(1) 精確性部分：

- A. 所量測之數據有誤差。
- B. 所繪製之現場圖比例差異大。
- C. 採證不完整及跡證標示漏失：無法弭補。
- D. 平面採證致相對幾何關係不完備。

(2) 時效性部分：處理時間過長。

(3) 便利性部分：事證數據未數位化，應用、分析之不便利性。

(4) 社會成本部分：現場處理人員之二次事故發生率高、交通順暢度降低。

(5) 服務品質部分：民眾期待落差度大。



圖 3 空拍機拍攝事故現場圖之例。

資料來源：花蓮縣警察局(2016)

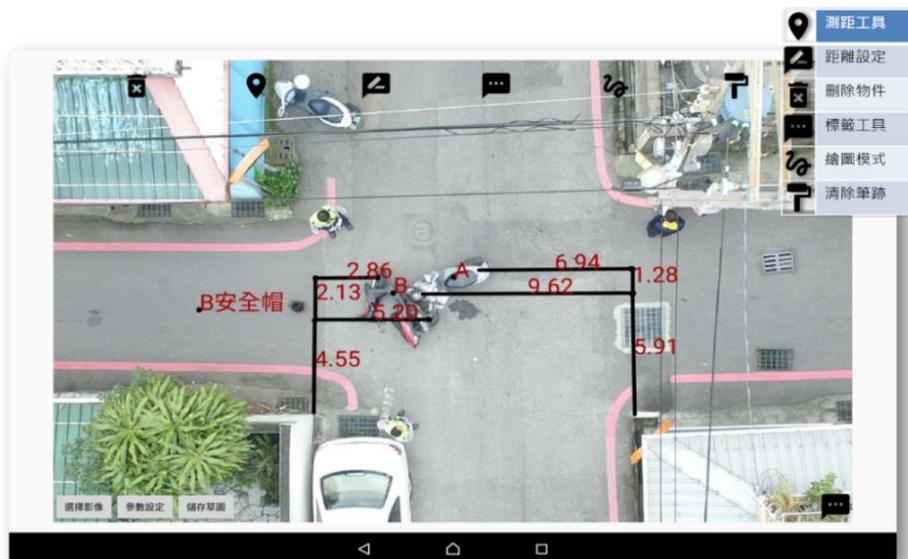


圖 4 APP 功能畫面：提供空拍機操控、畫面拍攝、影像選擇、影像儲存、參數設定、測距、距離標定、標籤工具、新增或刪除物件、筆跡等功能。

資料來源：花蓮縣警察局(2016)

- 3.本委託研究案第一階段已建構整體系統雛形並有初步成效，惟於測試過程中，仍有許多須克服之問題及限制，如系統介面操作、現場蒐證、後製等方面，無法 1 次完成以符合警方現行需求，及天候(雨天、天色昏暗、風勢等)之限制等。經改良研發後，已設計出一套適合警方實務操作空拍模組，目前此系統可由介面操控升降及蒐證完成，1 次到位，操作便利，並建立 SOP 操作流程，員警使用後反應良好可行。目前系統之概念已獲得驗證與肯定，且為全臺各縣市警察局之首創。
- 4.依現行規範整理各縣市訂定之道路交通事故處理作業程序重要內容，考量應具備下列要素，並訂定了 SOP 作業程序(如圖 5)：

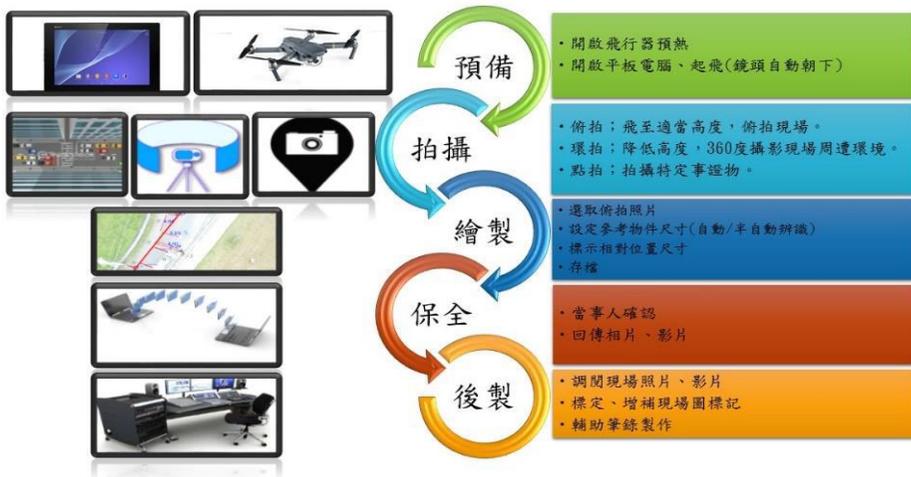


圖 5 道路交通事故現場處理 SOP。

資料來源：本研究整理。

5. 調查空拍設備與組裝，並依據 SOP 需求規劃與評比空拍設備

針對現有空拍機之機種做一調研(如圖 6)，並依照 SOP 需求規劃訂定評比。因礙於經費不足，無法自組一套符合需求的空拍機，只能選擇 DJI 之 Mavic 機種繼續研發工作。

		
DJI Mavic Pro	DJI PHANTOM 4 PRO	YUNEEC Q500 4K Typhoon
		
3DR SOLO	PARROT BEBOP	DJI M100

圖 6 現有空拍機之機種調研。

資料來源：本研究整理。

6.設計、研發與驗證行動裝置端繪製現場圖軟體系統(如圖 7)

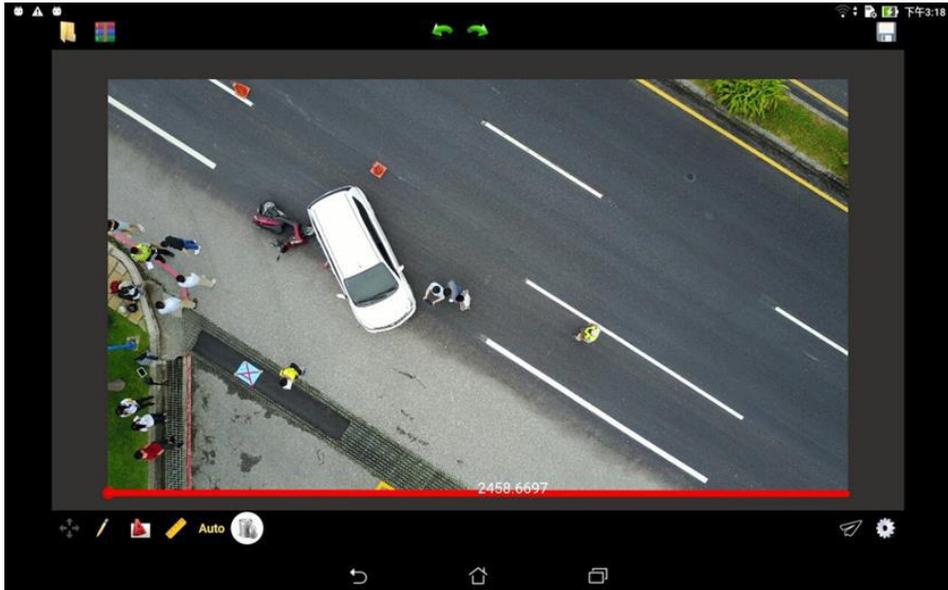


圖 7 行動裝置端 APP 使用介面。資料來源：本研究整理。

7.規劃、設計與驗證交通事故現場圖資料儲存軟硬體服務站系統

基於整套系統應用情境圖(如圖 8)，研發系統架構(如圖 9)；其中，服務站端包含伺服器、儲存裝置，客戶端包含客戶端、列印裝置，行動裝置端包含行動裝置、空拍機。



圖 8 系統應用情境圖

資料來源：本研究整理



圖 9 系統架構圖：服務站端包含伺服器、儲存裝置，包含客戶端、列印裝置，行動裝置端包含行動裝置、空拍機。

資料來源：本研究整理。

8. 本委託研究案第二階段運作檢討部分

(1) 挹注研發經費，尋覓適當之研究團隊，開發全天候、具智慧功能之空拍機。

A. 全天候：白天、夜晚、雨天、十級以下風速。

B. 智慧功能：自動飛抵現場、自動拍攝與事證蒐集、自動丈量、即時顯示畫面、自動回傳資料、自動化現場圖繪製。

C. 發展更便利、優質的現場拍攝內容。

(2) 完成事故資訊之紀錄 (GPS)、調閱、統計、分析、GIS 等大數據系統。

三、執行情形

花蓮縣警察局自 107 年 10 月份起開始試辦推行利用空拍機處理道路交通事故計畫，由花蓮、吉安分局執行作業針對 A1、A2 類交通事故部分，其以空拍作業繪製之交通事故現場圖，可有效節省處理時間及提升精確度，並深獲事故當事人極大肯定與讚許，成效良好，並於 108 年擴大推行使用，除原本花蓮及吉安分局持續執行外，另新增新城、鳳林及玉里等 3 個分局執行辦理，以達本計畫推廣之弘效。

1. 執行成效

- (1)實施案件類別：A1、A2 類事故當事人死亡及受傷案件。
- (2)處理件數：合計 1,980 件(如表 3)。

表 3 花蓮縣警察局各分局處理件數

單位 \ 項目	108-109 年	110 年	總件數
花蓮分局	180	137	317
吉安分局	460	721	1,181
新城分局	17	21	38
鳳林分局	21	90	121
玉里分局	163	160	323
合計	851	1,129	1,980

資料來源：本研究整理。

2.辦理相關執行人員飛行操作訓練及輔導考照，以符合新修訂民航法規：

鑒於民用航空法(以下稱民航法)遙控無人機專章，行政院定自 109 年 3 月 31 日正式施行，日後政府機關(構)之遙控無人機操作人應經測驗合格，由交通部民用航空局(以下稱民航局)發給遙控無人機操作證後始得操作。花蓮縣警察局為提升道路交通事故處理品質與現場蒐證效益，積極推動「應用無人空拍機於道路交通事故處理」試辦作業。為配合上揭民航法規定，規劃辦理本計畫遙控無人機考照教育訓練講習，聘請具有專業證照及經驗豐富之無人機飛行訓練專家擔任教官進行訓練，並依民航局公布考照機構後，輔導參訓人員取得民航局核發之遙控無人機操作證。

3.花蓮縣警察局各分局交通事故專責處理小組成員計 25 員，配置花蓮分局 7 員、吉安分局 6 員，新城、鳳林與玉里分局各 4 員，迄 111 年 9 月止共計 20 人(因人員調整)通過民航局遙控無人機考照術科測驗，取得合格專業操作證。

4.成果亮點

- (1)本委託研究案研發成果亦獲內政部警政署重視，經內政部警政署 106 年 9 月 1 日以警署交字第 1060136184 號函要求花蓮縣警察局於 106 年 9 月 29 日第 9 次署務會報提報經驗分享，獲得署長肯定與支持，並指示為各警察機關學習仿效對象。

- (2)花蓮縣警察局研究發展「以空拍機處理道路交通事故資訊系統」為全球首創。前交通部賀陳旦部長 106 年 10 月 7 日參加於巴布亞紐幾內亞舉行之 APEC 運輸部長會議中，即以花蓮縣警察局研發之「以空拍機處理道路交通事故資訊系統」成果簡報作為本國重要交通工作發展報告，並獲得 APEC 各會員國與會代表激賞肯定及高度詢問。
- (3)花蓮縣警察局研究發展「以空拍機處理道路交通事故資訊系統」，於 106 年 10 月 24 日以花蓮縣政府名義參加臺北市電腦商業同業公會(以下稱主辦單位)舉辦之「2018 智慧城市創新應用獎」評選活動，榮獲「2018 智慧城市創新應用獎」參展殊榮，相當難得。另外，於 107 年 3 月 27 日至 30 日展覽期間，主辦單位為讓更多國內、外民眾及廠商充分體驗「智慧城市創新應用獎」的創新成功案例，並推廣我國在全球智慧城市創新應用發展上競爭力及能見度，也邀請世界各國 1 百多個城市外賓(商)前來觀摩本次展覽活動。提升了花蓮縣在智慧城市及資訊創新中之能見度及發展程度。

四、空拍機處理交通事故效益

1. 交通事故的發生無法避免，考量現行處理方式導致社會成本過高，本系統結合空拍機與行動裝置，完成交通事故現場正確資料蒐證與快速紀錄之資訊整合系統，已進行實際場域測試與服務驗證工作，同時已具體地縮短 2/3 的時間，如以年平均 33 萬件來計，每件平均耗時 30 分鐘計算，本系統預計可將總耗時 16.5 萬小時的成本降至約 5.45 萬小時。此外，本系統的研發，奠定了日後研發專屬空拍機與其大量實際應用之典範模式與實用價值，對於所產生數位化記錄事故現場後之便利現場圖繪製、丈量、責任歸屬、進階加值研究、提供交通資料檢索、教育應用、遠距管理與指揮協調等擴增應用，更是提供了一個具有實質意義的基礎。若未來能擴大應用，不僅降低社會成本、大幅提升交通事故處理的效率，對於交通事故現場處理人員、當事者、附近車輛安全等，皆能有正面且廣大的效益。
2. 整體效益評估：
 - (1)精確性:使用空拍機拍照蒐證作業，準確的繪製事故現場，完整的採集事故現場資料，利用研發之繪圖軟體，可自動化測量物件距離，解決人為的測量誤差，而且路口態樣更能精準呈現，減少繪圖誤差產生。
 - (2)時效性:員警使用空拍機，可以有效的縮短事故現場處理現場及採證時間，節省事故雙方當事人寶貴時間，縮短現場交通管制時間，

迅速排除事故現場，提升警察在道路交通事故處理效率。

- (3) 便利性: 透過空拍機的拍攝角度，能完整照出現場俯視圖，數位化圖資更能提高精確度節省現場圖繪製時間，解決複雜路面繪製不容易的問題，同時可減輕現場處理人員的工作負荷與壓力，提升交通工程及交通事故資料統計、研究及應用之有效性。
- (4) 服務品質: 降低因交通管制造成不便與減少民眾等候過長抱怨，大大提升事故當事人對警方處理品質的認同度。
- (5) 社會成本: 在事故處理人員與事故當事人之生命安全保障，精確事故紀錄顧及雙方當事人權益，提升事故處理公信力與降低事故後續糾紛、裁判之金錢、時間等社會成本，大幅降低因事故發生而衍生道路阻塞、車流延滯之社會成本。

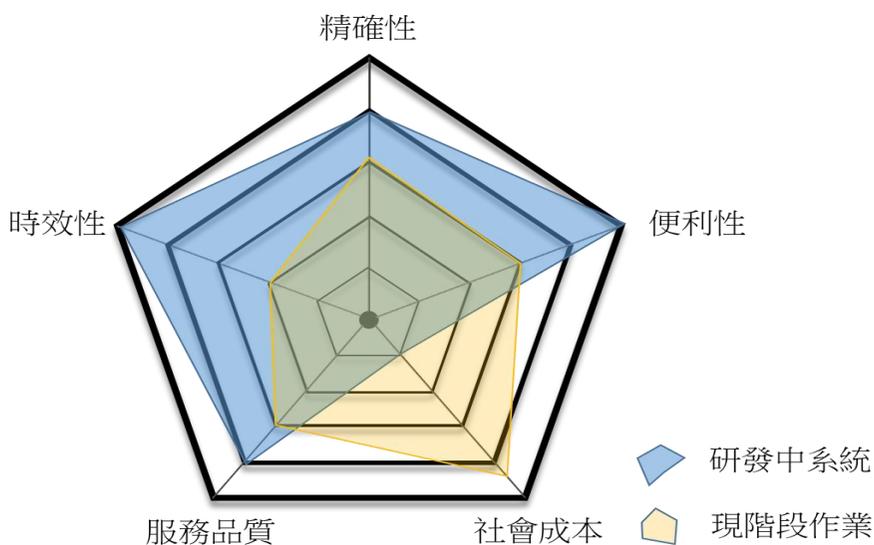


圖 10 以空拍作業之整體效益評估。

資料來源：本研究整理。

繪製現場圖之質化、量化效益

項目	傳統	數位
現場狀態	手工繪製相對關係	影像存證絕對關係
繪製工具	紙、筆、尺	Mobile/Client APP
繪製格式	因人而異	SOP
測量誤差	測量誤差×繪製誤差	僅參考距離誤差
測量機會	現場唯一一次	無限次
後製	因人而異	標準格式與軟體
繪製時間	15-30分鐘	≤6分鐘

圖 11 以傳統人工測繪與數位化方式繪製現場圖各項效能比較

資料來源：本研究整理。

3. 強化事故現場跡證與釐清事故肇因分析

利用空拍製作現場圖可強化現場跡證，在此案例中，同一事故路口，員警以手繪製現場圖，未能將完整道路型態繪製呈現，以致遠端路口地面有停字標字漏值，導致路權錯置，將嚴重影響雙方當事人權益。以空拍製圖可完整呈現道路型態、路面標線(字)及車輛相關位置，現場圖形及跡證清晰明亮，並可釐清事故雙方當事人的肇責。

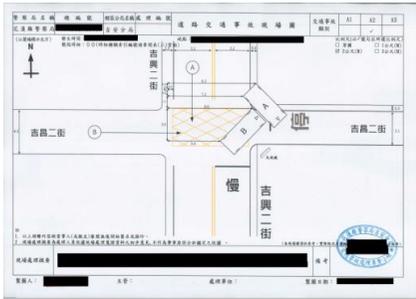
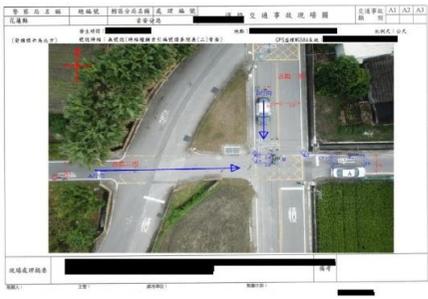
	
<p>處理員警繪製現場正式圖成果。</p>	<p>以空拍作業製作現場正式圖成果</p>
<p>手繪製圖道路型態容易因處理員警現場蒐證未完全，未能全面將路型及相關標線(字)顯示，以致地面停字標字漏植，將嚴重影響雙方路權。</p>	<p>空拍製圖道路型態、路面標線(字)及相關定位行向清晰明亮，可將道路全景及相關標誌、標線攝入，跡證保全完整。</p>

圖 12 利用空拍製作現場圖可強化現場跡證(與傳統人工測繪比較)

資料來源：花蓮縣警察局(2020)

- 4.提升交通事故易肇事路口統計及肇因研判分析，提供空拍現場圖與國立東華大學資訊管理學系及交通部運輸研究所進行合作，導入碰撞構圖分析方法，以圖像方式呈現高風險路口之交通事故資訊統計，針對易肇事路口之碰撞點位置、類型與可能肇因，以及事故熱時(點)、路段、碰撞類型、違規態樣...等進行分析研究，提供道路工程時間分隔及空間分隔改善作為，以降低交通事故發生。此外，利用空拍現場圖可呈現完整道路型態，對於事故車輛行駛方向、碰撞位置、事故跡證、路口相關設施..等清楚明瞭，可有助於交通事故肇事原因之分析研判，維護當事人權益。

五、結論與建議

5.1 結論

- 1.本研究中發現，現今各縣市警察機關處理道路交通事故多以測距輪為主要測量工具，或以處理員警於現場丈量相關數據並繪製交通事故現場草圖完畢後，再返回單位將交通事故現場草圖精繪，或使用套裝軟體 Visio 或 ESD 繪製正式現場圖後上傳，而其中不可避免地存在著人為誤差。本研究使用空拍機應用於交通事故現場圖的製作，比較其使用效益和傳統事故現場圖之區別，在不對稱路口或是彎道路段，利用空拍圖繪製的事故現場圖更能忠實呈現道路曲度以及比例，同時也提供更強的依據力，可直接用於距離推算，顯然相較傳統現場圖，運用空拍機進行拍攝所製作之現場圖具有許多優點，並可降低處理人員使用測距輪造成的人為誤差，可見空拍機對交通事故的幫助甚鉅。利用空拍機進行現場拍攝將可提升效率及降低員警處理事故之風險，同時並提升事故處理品質，保障事故當事人之權益。此外，依據內政部警政署 110 年 4 月 29 日新修正道路交通事故處理規範第 18 點規定：「現場勘察之同時，得先行繪製現場草圖。俟現場管制撤除，恢復交通後，必要時再依據現場草圖之紀錄，製成現場圖。現場圖或現場草圖得採用攝影或錄影等科學儀器製作。」顯現使用無人機進行各項相關執法及事故現場處理為現今之趨勢。
- 2.花蓮縣警察局於 107 年 10 月份開始推行由各分局交通事故專責處理人員實際使用空拍機處理交通事故，統計至 110 年 6 月底為止，處理件數約 1,278 件，以傳統人工測繪每件 20 分鐘減少 2/3 計算，使用空拍機總計可節省 17,125 分鐘。除節省同仁處理時間外，更減少用路人因事故所受延滯的冤枉時間及抱怨所產生的社會成本。
- 3.目前系統之概念已獲得驗證與肯定，雖然本項技術所使用之工具—空拍

機，仍須克服天候(雨天、天色昏暗、風勢等)的限制，但未來研發抗風、防水、可夜間操作之空拍機，將更可擴大使用空間。

4. 利用空拍機處理交通事故以數位化俯拍全景影像蒐證，除事故現場清晰呈現、道路幾何現況一目了然外，可避免傳統繪製道路交通事故現場圖耗時、耗力與不精準等問題，並提高事故處理品質與蒐證公信力，日後更有助後續事故肇因分析與鑑定；此外，透過空拍的角度拍照、錄影記錄所有事故物件，更能增加跡證採集的完整性，數位化圖資更能提高精確度，強化事故當事人信服力，並可確保民眾權益。

5.2 建議

1. 按內政部警政署 110 年 2 月 26 日警署資字第 1100062525 號函頒「警察機關從事遙控無人機飛航活動注意事項」第 4 點規定：「採購遙控無人機應依下列事項辦理：...(二)遙控無人機不得為中國大陸廠牌及飛控軟體或通訊模組為陸資企業之產品，並依循行政院及所屬各機關資訊安全管理規範且須通過 NCC 審驗合格...。」查花蓮縣警察局先前採購遙控無人機均為中國廠牌(大疆創新)，價格便宜且功能強、體積輕巧合適使用，另採購法國空拍機後實際操作反映各項操作上及功能性均較大疆創新品牌之空拍機大為不足，且以 WiFi 連線方式操作易受地形及環境干擾容易斷線，使用上較為不便，以致降低處理員警使用率。因礙於年度預算額度有限，無法購置其他較為優良廠牌(非陸製)之空拍機(如美國、價格昂貴且體積較大)，且因資安問題，無法購置陸製品牌之空拍機。
2. 可由國家中央政府機關(目前已規劃成立無人機國家隊)研發更合適、更便利之系統或空拍機，以推廣其他單位使用。
 - (1) 挹注研發經費，尋覓適當之研究團隊，開發全天候、具智慧功能之空拍機，並可克服全天候：白天、夜晚、雨天、十級以下風速。
 - (2) 開發智慧功能：自動飛抵現場、自動拍攝與事證蒐集、自動丈量、實時顯示畫面、自動回傳資料、自動化現場圖繪製。
 - (3) 發展更便利、優質的現場拍攝內容。
 - (4) 完成事故資訊之紀錄 (GPS)、調閱、統計、分析、GIS 等大數據系統。
3. 未來展望

花蓮縣警察局首創與臺灣科技大學研究團隊研發出一套道路交通事故處理系統，結合空拍機設備、智慧行動裝置與感測裝置來完整採集

現場資料。透過空拍機的拍攝角度，能完整照出現場俯視圖，解決複雜路面繪製不容易的問題，並結合智慧型動裝置，能有效繪製現場事故圖、自動化測量物件距離，解決人為的測量誤差及處理人員處理的作業時間。

利用空拍機大大縮短了處理人員現場採證的時間，大幅降低因事故發生而衍生道路阻塞、車流延滯之社會成本，且讓處理人員不必穿梭於道路上蒐證，處理人員與事故當事人在事故現場的人身安全有所提升，事故處理紀錄與品質也能大幅提升，降低交通事故糾紛。

展望未來，花蓮縣警察局希望能全面導入空拍機輔助處理交通事故，逐步修正缺失，成為符合交通事故整體處理過程適用、好用之系統。

參考文獻

內政部警政署國道公路警察局 (2016)，道路交通事故處理作業程序，擷取日期：2023 年 3 月 30 日，網站：<http://www.hpb.gov.tw/>。

內政部警政署統計查詢網 (2021)，道路交通事故- 按 A1、A2 類，擷取日期：2023 年 3 月 30 日，網站：<https://ba.npa.gov.tw/npa/stmain.jsp?sys=100>

全國法規資料庫 (2016)，道路交通事故處理辦法，擷取日期：2023 年 3 月 30 日，網站：<http://law.moj.gov.tw/LawClass/LawAll.aspx?PCode=D0080090>。

全國警察法規資料庫 (2021)，道路交通事故處理規範，擷取日期：2023 年 3 月 30 日，網站：<http://ou2tr.eportal.npa.gov.tw/>。

施旻汶 (2015)，自動化無人飛行載具輔助擷取橋梁影像之研究，中央大學營建管理研究所碩士論文

顏士哲 (2016)，現行道路交通事故資料資訊化處理之改善研究，中央警察大學交通管理研究所碩士論文

自行車智慧型警示系統設置成果及未來展望

The Results and Prospect of Building Bicycle Intelligent Warning System

張耕碩 Keng-Shuo Chang¹

張舜淵 Shuen-Yuan Chang²

鄭嘉盈 Chia-Ying Cheng³

高錫鉦 Hsi-Cheng Kao⁴

田珍綺 Chen-Chi Tien⁵

邱顯明 Hsien-Ming Chiu⁶

摘要

自行車體積相對於其他車種小，且車輛本身照明低於汽機車，在視線不佳的情況下，如雨天、起霧或是經過橋梁、隧道等，容易造成其他用路者因未注意前方有自行車而發生事故的機率。交通部公路總局於 108 年開始陸續於隧道及彎道路段等視線不佳路段設置自行車智慧型警示系統，地點包含台 2 丙平雙隧道、台 9 丁、台 9 戊及台 30 玉長隧道，該系統除了能提醒用路人前方有自行車行駛以外，亦具備有計數功能，透過自行車流量蒐集可以了解該處自行車行駛特性，本文將探討設置警示系統後對於路段自行車事故之變化以及平假日、週間日與氣溫對於自行車流量之影響，也提出該系統未來展望。

關鍵詞：自行車智慧型警示系統、偵測器

¹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 號八樓，電話：02-27181761 轉 57，E-mail:ghj321@eeci.com.tw)。

²交通部運輸研究所運計組組長。

³交通部運輸研究所運計計畫組高級工程師 (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)。

⁴易緯工程顧問股份有限公司董事長。

⁵易緯工程顧問股份有限公司協理 (聯絡地址：臺北市松山區民權東路三段 124-1 號八樓，電話：02-27181761 轉 12，E-mail:jenchi@eeci.com.tw)。

⁶淡江大學運輸管理學系副教授(聯絡地址：新北市淡水區英專路 151 號，電話：02-26215656 轉 3500，Email：hmchra@mail.tku.edu.tw)。

Abstract

Compared to the other vehicles, bicycle has a smaller volume and with lower lighting position. When the bikers are riding on a bridge or through the tunnel, they are easy to get a bike accident because the other road-users ignore of them riding in the front of the road under a rainy day or a foggy day. The General Administration of Highways has been setting bicycle intelligent warning system in the tunnel and curve road where being with poor visible section since 2019. Up to now, there are 8 warning systems are running, including Provincial Highway No. 2C Pingshuang Tunnel, 9D, 9E, and 30 Yuchang Tunnel. These systems not only remind road users that there are bicycle-rides in the front of the road but also can count the number of bicycles. By collecting the bicycle flow we can realize the characteristic of bicycle riding on that road section. This research will analyze the frequency of the bike accident after setting this warning system on the road section and will explore the influence of the bike flow during a workday or a holiday and or from the weather temperature, and also will propose the prospects of the bicycle intelligent warning system.

Keywords: Bicycle Intelligent Warning System, Detector

一、前言

交通部於 104 年開始推動為期 4 年的「全國自行車友善環境路網整體規劃及交通部自行車路網建置計畫」，至 107 年年底完成環 1 主線 960.8 公里及 25 條環支線總計長度 1570.9 公里、14 條連絡線總計 158 公里及 294 處補給站。考量到部分行經路線可能因光線不足或視距較差等因素用路人可能不太容易注意到有自行車行駛於前方路段，因此交通部公路總局於 108 年度開始陸續設置自行車智慧型警示系統，至 109 年初分別於台 2 丙平雙隧道、台 9 戊、台 9 丁及台 30 玉長隧道等路段設置了 8 組警示系統，本文將探討設置警示系統後對於路段自行車事故之變化以及平假日、週間日與氣溫對於自行車流量之影響，也提出該系統未來可應用的領域。

二、國內自行車智慧型警示系統發展與應用

自行車智慧型警示系統於裝設路段可分為兩個部分，一為警示設施，二為自行車偵測器，警示設施可為帶有 LED 的標誌，亦或是 LED 資訊版，偵測器部分技術類型多元，包含了：環路線圈、微波偵測、影像自動辨識、氣動式壓管、主動式紅外線以及被動式紅外線等，現有自行車偵測類型特性整理如表 1，而公路總局自 108 年 1 月開始陸續於台 2 丙平雙隧道(圖 1)、台 9 戊、台 9 丁及台 30 玉長隧道等路段設置智慧型警示系統，而系統所採用的偵測方式、設置地點及日期如表 2，目前以雷達微波式較多、環路線圈次之，最少的為影像辨識。



圖 1 台 2 線平雙隧道自行車智慧型警示系統

表 1 國內線有自行車偵測器特性彙整表

技術類型	優點	限制
環路線圈	<ul style="list-style-type: none"> • 準確性高 • 使用傳統機動車輛偵測技術 	<ul style="list-style-type: none"> • 設置時需切割路面 • 偵測自行車隊時易有誤差 • 易受電磁干擾
雷達微波偵測	<ul style="list-style-type: none"> • 設置時多不需切割路面 • 適用於自行車專用道 	<ul style="list-style-type: none"> • 偵測距離有限 • 現有成品數量有限
影像自動辨識	<ul style="list-style-type: none"> • 設置時不需切割路面 • 相較於人工判讀，在高流量與密度的地區可能更準確 	<ul style="list-style-type: none"> • 演算法較過去成熟，但價格較高
氣動式壓管	<ul style="list-style-type: none"> • 可攜性較高 • 成本較低 • 具有沿用傳統機動車輛偵測技術與設備的可能性 	<ul style="list-style-type: none"> • 壓管若不埋設於地面，行經將稍有跳動 • 易損壞 • 易受低溫影響而無法使用
主動式紅外線	<ul style="list-style-type: none"> • 設置時不需切割路面 • 可攜性較高 • 設備較不醒目 	<ul style="list-style-type: none"> • 無法區分自行車與行人，須搭配其他偵測技術 • 難以應用於自行車道與混合車道 • 偵測自行車隊時易有誤差
被動式紅外線	<ul style="list-style-type: none"> • 設置時不需切割路面 • 可攜性較高 • 設備較不醒目 	<ul style="list-style-type: none"> • 無法區分自行車與行人，須搭配其他偵測技術 • 難以應用於自行車道與混合車道 • 偵測自行車隊時易有誤差 • 環境溫度接近人體溫度時易有較高誤差 • 陽光直射設備時可能會觸發計數

表 2 公路總局智慧型警示系統偵測方式及設置地點彙整

道路編號	偵測方式	地點	里程	設置時間
台 9 戊	雷達微波	森永派出所	447K+500	109/1
		壽卡休憩亭	453K+600	109/1
		壽卡鐵馬驛站	455K+400	109/1
		福德宮	450K+540	109/1
台 9 丁	雷達微波	南方澳南端	5K+300	108/11
台 30 玉長隧道	影像式	長濱端	28K+900	108/12
台 2 丙 平雙隧道	環路線圈	平溪端	11K+000	108/1
		雙溪端	12K+700	108/1

三、自行車智慧型警示系應用與分析及未來發展

3.1 自行車智慧型警示系應用與分析

1. 自行車交通量分析

圖 2 為各調查點自行車流量分布情況，本研究初步分析自行車流量分布，其中可以發現平雙隧道兩端的自行車交通量明顯較其他調查地點更高，推論由於平雙隧道屬於台灣北部的自行車道，相對於其他點位更為靠近市區，一般自行車騎士不需特別準備，例如訂車票，即可前往，故平均自行車流量相對較高。詳細各點自行車流量與平假日、週間日及氣溫之關係分別說明如下：

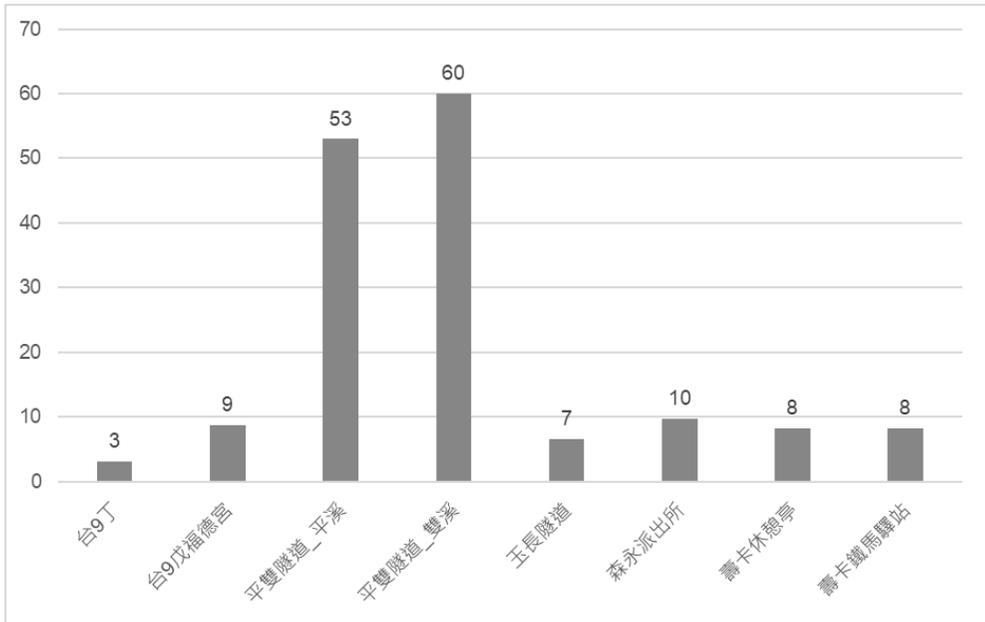


圖 2 各調查點平均自行車流量

(1) 平雙隧道

圖 3 為平雙隧道平假日平均自行車流量，其中可以發現平雙隧道的平均自行車流量以一般假日最多，高達 114 輛/日，其次為連續假日 94 輛/日，而平日的平均自行車流量僅有 31 輛/日，相對於假日來說較少。其結果可以推論多數自行車騎士主要在一般假日時出門騎乘自行車，而連續假日流量稍低的原因可能為固定於一般假日騎車出遊或練騎者較多，連續假日部份則可能會有其他行程安排。

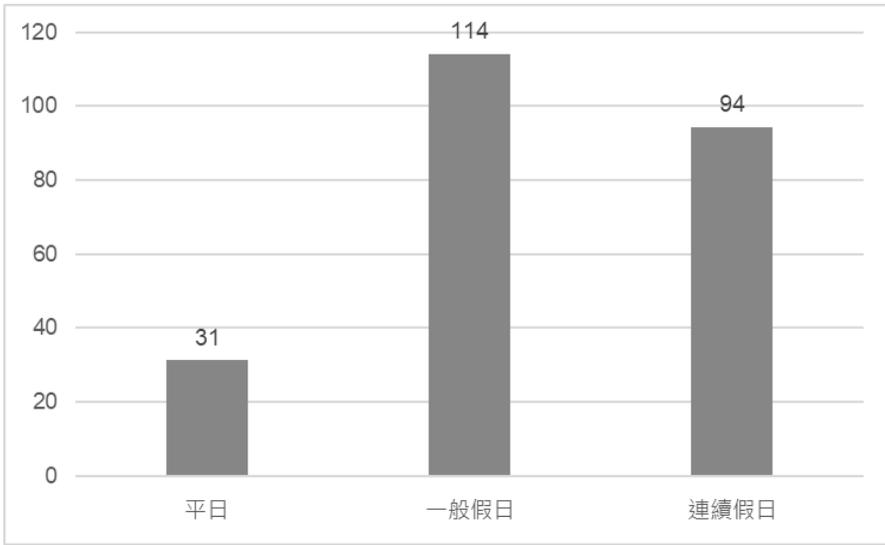


圖 3 平雙隧道平假日平均自行車流量

圖 4 為平雙隧道週間日平均自行車流量，其中可以發現週間日平均自行車流量以週四最多；週一最少，流量愈接近周末有隨之增加的情況。

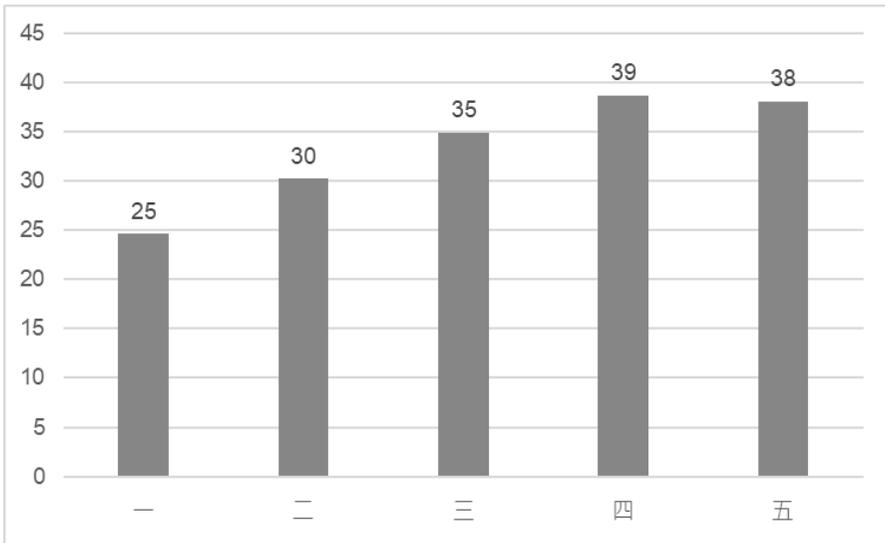


圖 4 平雙隧道週間日平均自行車流量

圖 5 為平雙隧道平均氣溫平均自行車流量，在平均氣溫方面，以 20-25 度的平均自行車流量最高，達到 72 輛/日；其次為 25-30 度，另由長條圖亦能看出 10 度以下以及 11-15 度的自行車騎乘

人數與 15-30 度間有一段差距，尤其是與 20-30 度之間，由此可初步推斷平均氣溫介於 15-30 度間可能是自行車騎士認為較舒適的騎乘溫度。

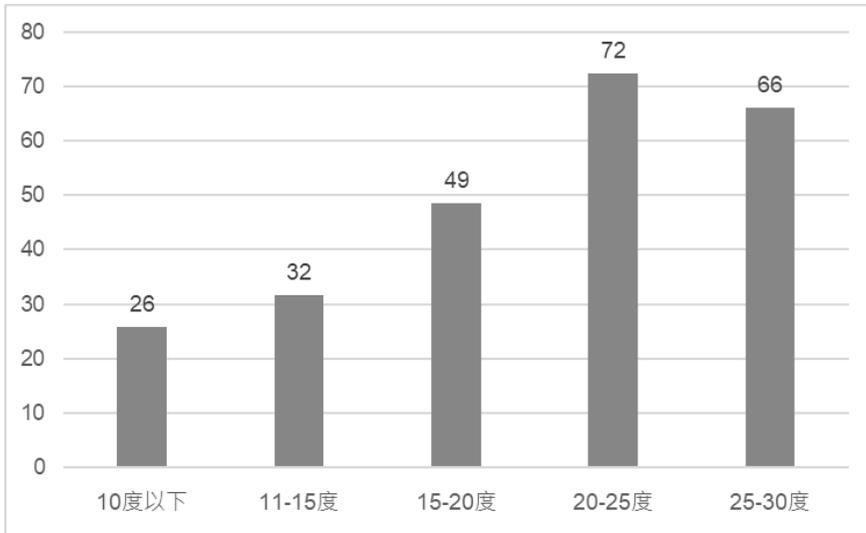


圖 5 平雙隧道平均氣溫平均自行車流量

(2) 台 9 戊

台 9 戊共有四個自行車流量偵測點，包含森永派出所、壽卡休憩亭、壽卡鐵馬驛站與福德宮，圖 6 為台 9 戊平均自行車流量，其中以森永派出所平均自行車流量最高，高達 10 輛/日。其結果推論森永派出所可能為台 9 戊的自行車主要折返點，多數自行車騎士於台東進入台 9 戊後將於此處折返，造成同在台 9 戊上的自行車偵測點的流量差距。

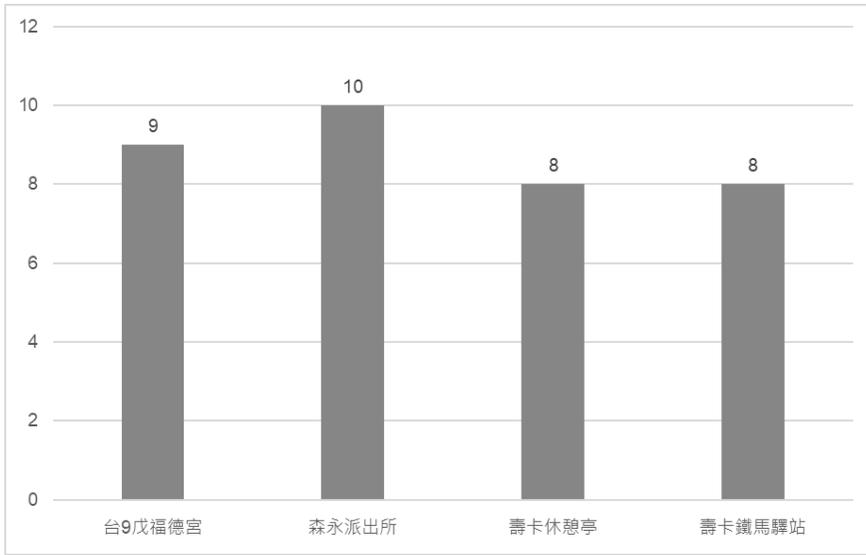


圖 6 台 9 戊各調查點平均自行車流量

圖 7 為台 9 戊平均平假日平均自行車流量，其中可以看出台 9 戊各偵測點位均以連續假日的平均自行車流量最高，其次為一般假日，此外也可以看出台 9 戊各偵測點位的趨勢皆相同，而連續假日騎乘人數較多的可能原因為環島或分段騎士可利用連續假期期間規劃較多天行程，以體驗長途環島路線。

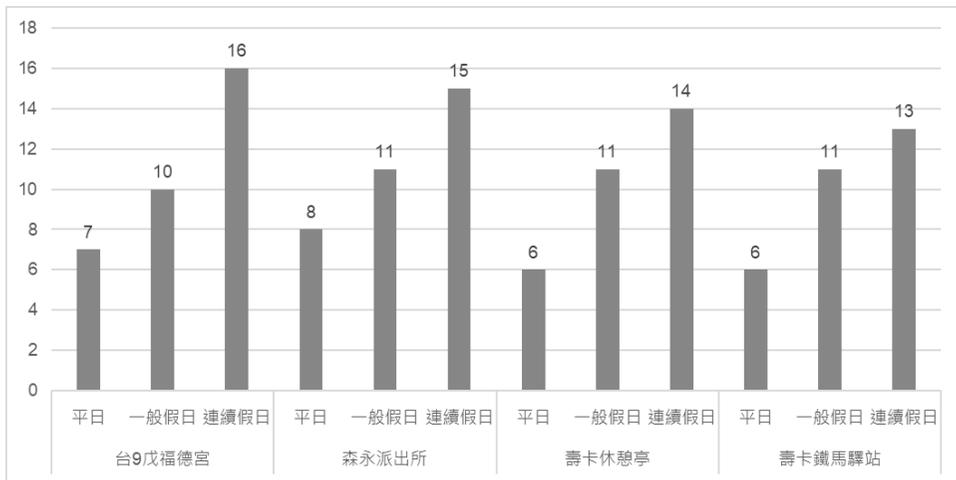


圖 7 台 9 戊平假日平均自行車流量

圖 8 為台 9 戊平均平假日平均自行車流量，其中可以發現個偵測點位的趨勢大致相同，均以週一或週五平均自行車流量最高，推論由於台 9 戊處於台東縣，來自外縣市的自行車騎士可能會於

一般假日外多一停留一天甚至兩天，形成週一或週五流量較高的情況，因此週一的自行車流量明顯與其他偵測點不同。

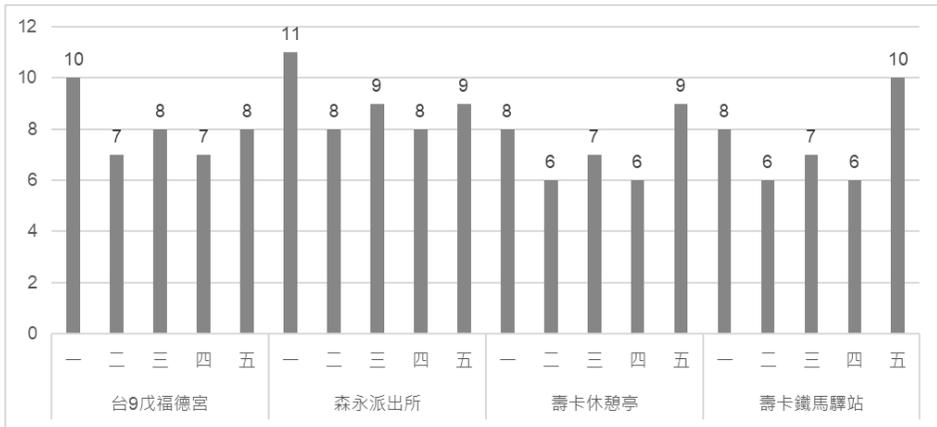


圖 8 台 9 戊週間平均自行車流量

圖 9 為台 9 戊週間平均氣溫平均自行車流量，其中福德宮與壽卡鐵馬驛站在 11-15 度時自行車流量較低，明顯與 15-30 度間自行車平均流量有所差異，此結果與平雙隧道測點之結果一致，平均氣溫介於 15-30 度可能是自行車騎士認為較舒適的騎乘溫度。

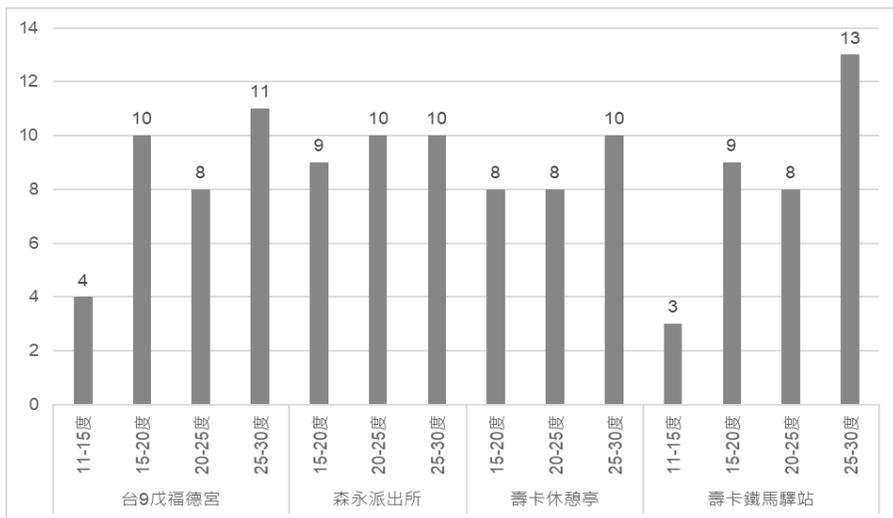


圖 9 台 9 戊平均氣溫平均自行車流量

(3) 台 9 丁

圖 10 為台 9 戊平假日平均自行車流量，其中可以看出台 9

丁平均自行車流量以一般假日最高，達到 6 輛/日，其次為連續假日 5 輛/日，而平日最少，此路段一般假日與連續假日自行車流量差異並不明顯，其原因尚待更進一步分析，另該處流量也是目前公路總局所提供的調查點中最低的，使用量較低的原因可能與宣導環島騎士該路段以火車接駁有關。

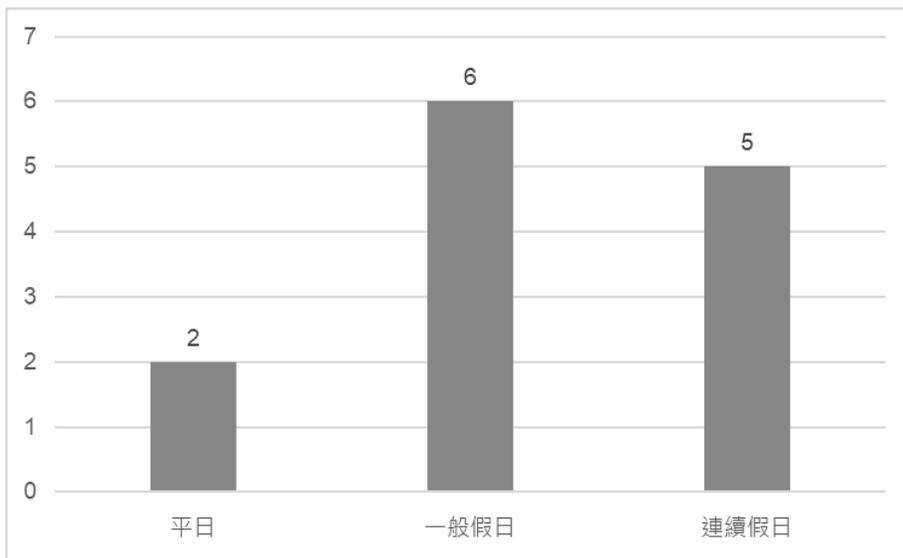


圖 10 台 9 丁平假日平均自行車流量

圖 11 為台 9 丁週間平均自行車流量，其中以週四與週五的平均自行車流量最高，趨勢大致上與平雙隧道相同。圖 12 為台 9 丁平均溫度平均自行車流量，以目前資料呈現的結果來看，溫度變化並沒有特別影響騎乘的人數，其原因可能是原本在該路段的自行車較少，因此沒有明顯差異。

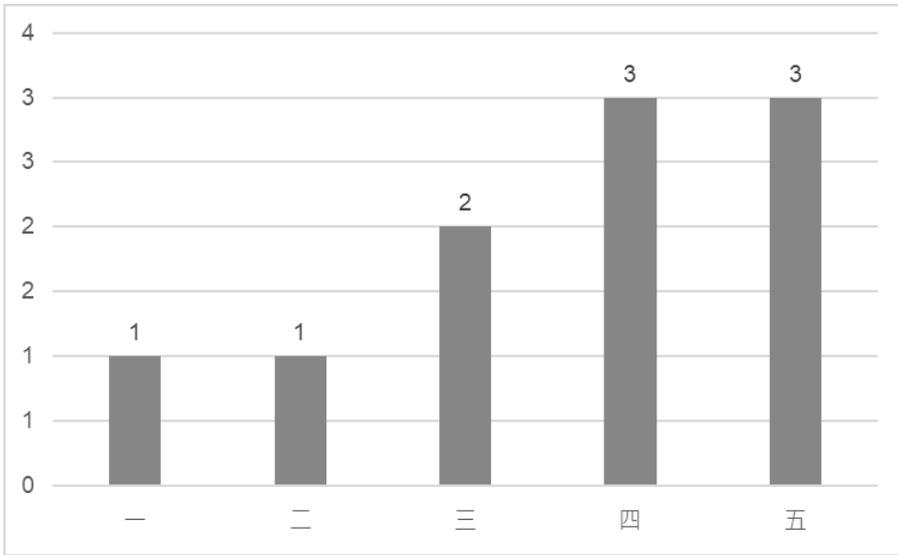


圖 11 台 9 丁週間平均自行車流量

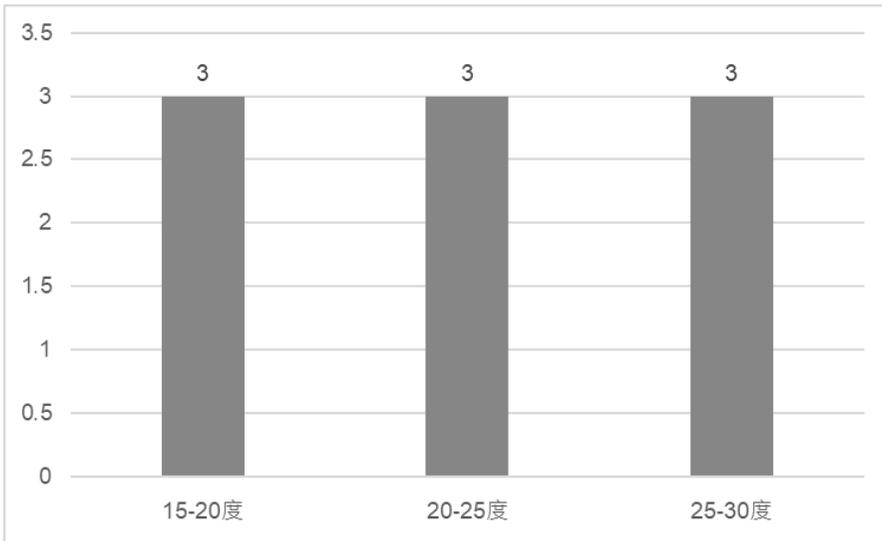


圖 12 台 9 丁平均溫度平均自行車流量

(4) 4.玉長隧道

圖 13 為玉長隧道平假日平均自行車流量，資料顯示玉長隧道自行車流量以一般假日最高，到達 9 輛/日，其次為連續假日 8 輛/日，此趨勢與台 9 戊類似，其原因尚待更進一步分析。

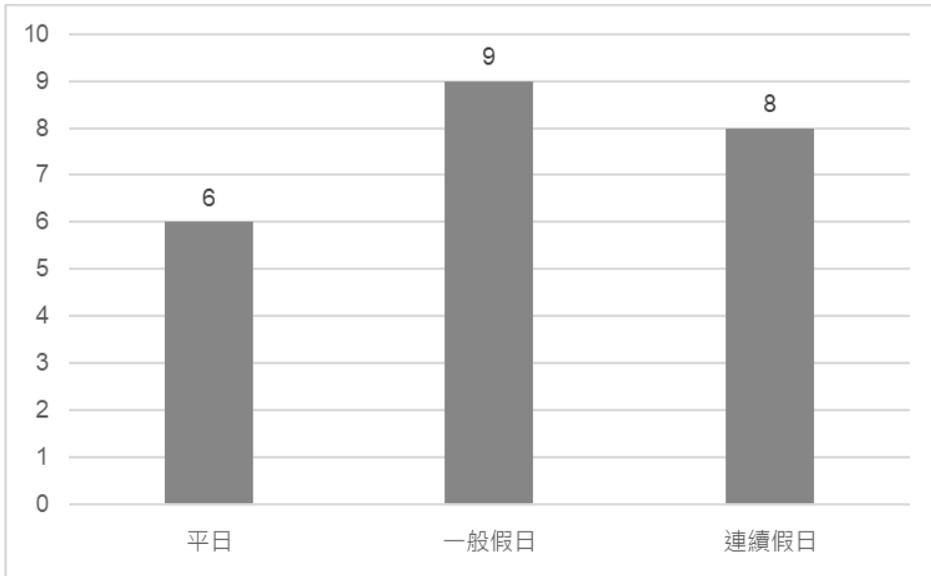


圖 13 玉長隧道平假日平均自行車流量

圖 14 為玉長隧道週間平均自行車流量，其中以週四 8 輛/日為最高，週二 4 輛/日最低，趨勢大概與平雙隧道及台 9 丁相同，但此調查點週四及週五騎乘人數較多的原因尚待進一步分析。

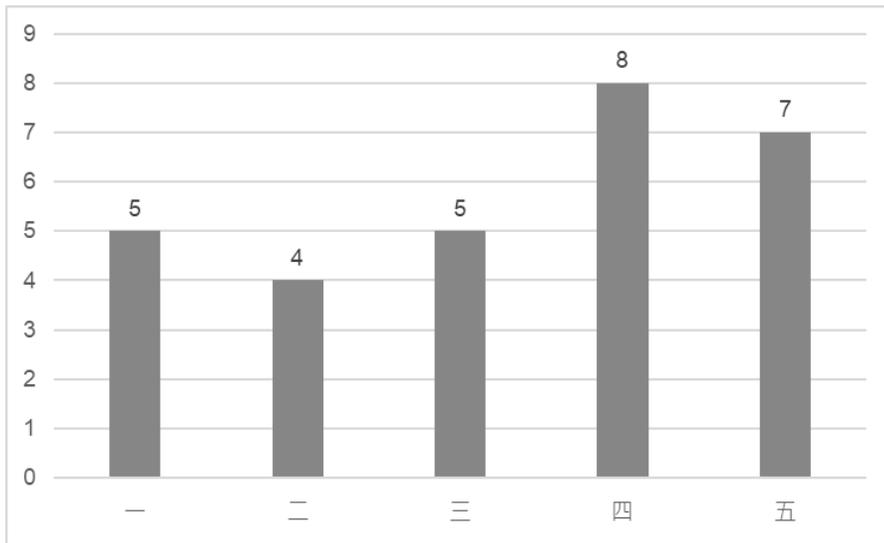


圖 14 玉長隧道週間平均自行車流量

圖 15 為玉長隧道平均溫度平均自行車流量，其中發現 25-30 度之平均自行車流量最高，與一般認知較為不符，但經過進一步分析發現，25-30 度的資料中流量較高的天數共 2 天且該二日

為假日，顯示平假日相對於氣溫的影響使用較大。

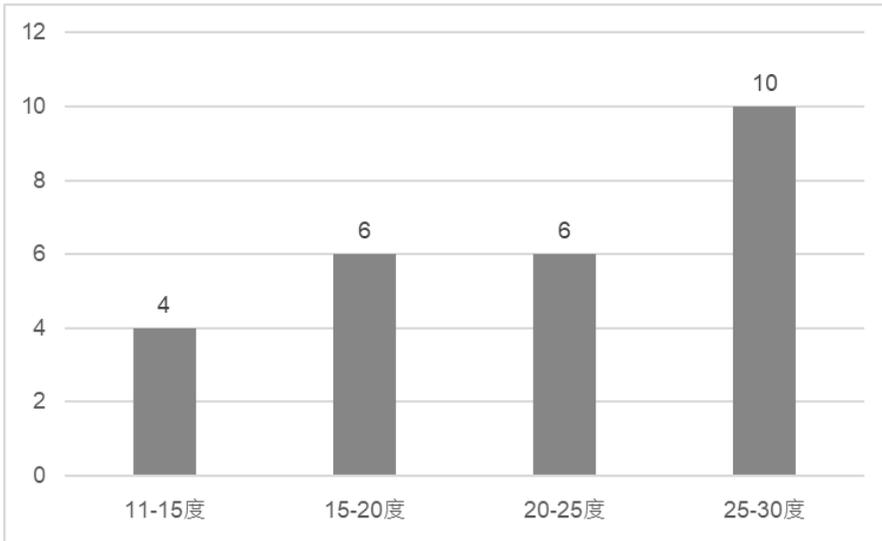


圖 15 玉長隧道平均溫度平均自行車流量

3.2 自行車智慧型警示系未來發展

自行車智慧型警示系統設置主要目的為提升設置路段的行駛安全性，由於公路總局設置之 8 處點位屬於設置初期階段，建置完工至今時間甚短，因此尚未能進行更進一步的肇事分析，然有關於透過偵測器感應車輛，並提醒前方路段有自行車通行之概念亦可應用於路口，在部分巷弄路口由於視距受限，靠近路口時並不容易注意到橫向來車，如圖 16 所示，由於巷弄車流量不高，因此一般不會設置號誌，據台北市政府警察局統計，巷弄事故於 104 年開始逐年增加，由 2,209 件增加至 107 年 3,050 件，如何降低巷弄路口事故儼然已成為值得重視的問題，過去常見的做法包含設置減速標線及減速丘，但上述方式因噪音問題已逐漸減少，目前常見的改善方式為於路口加繪白線標示出巷弄方向，以提醒用路人前方為巷口如圖 17 所示。

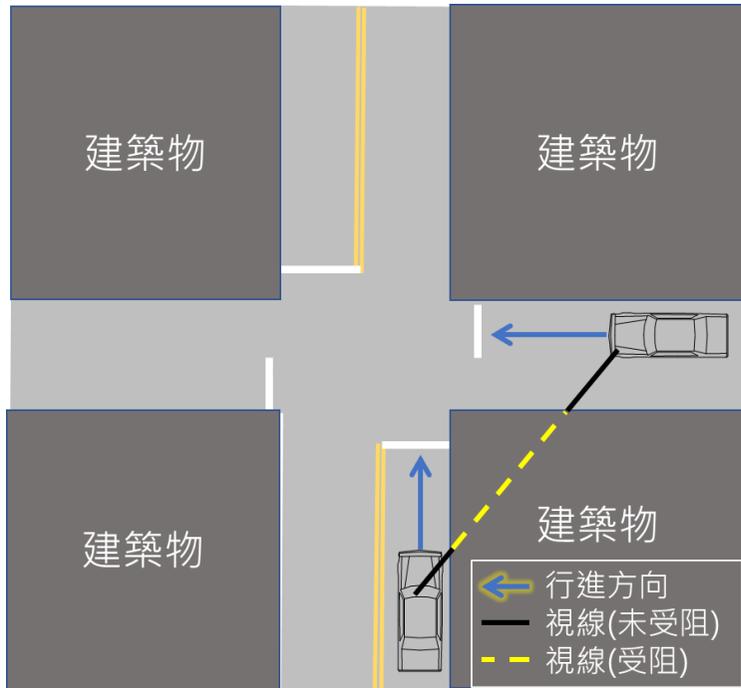


圖 16 巷道視線受阻示意圖

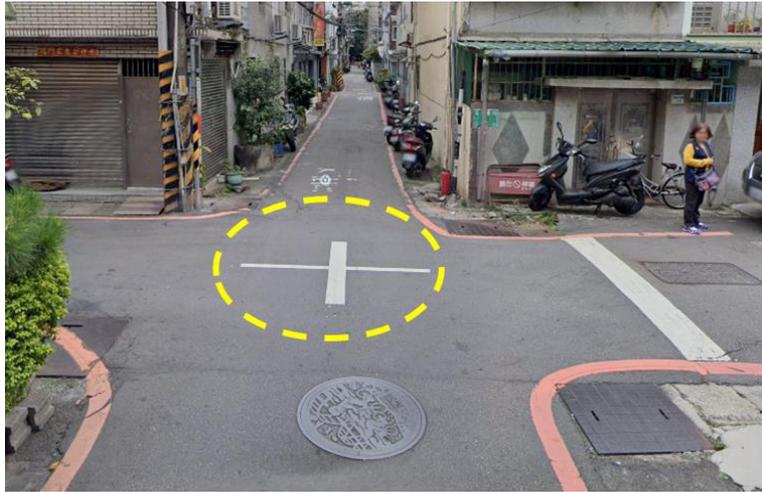


圖 17 巷口白色標線

除了用上述方式提醒用路人已接近巷口，本研究亦建議可透過設置智慧型警示系統，以提醒用路人前方為巷口且有來車，於路段接近路口處設置偵測器，並搭配警示標誌或資訊看板，達到警示效果如圖 18 所示。

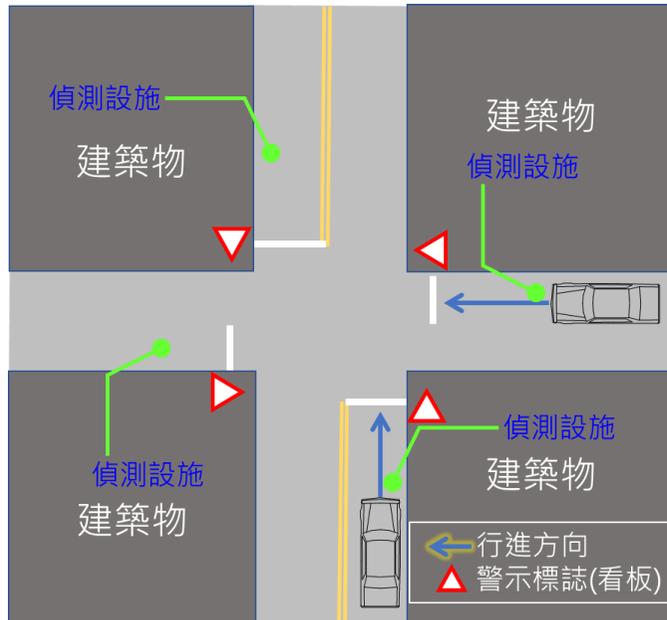


圖 18 裝設智慧型警示系統提醒用路人前有來車

四、結論與建議

自行車智慧型警示系統除了用於提醒用路人前方有自行車以外，亦能蒐集自行車流量資料，本研究針對公路總局所裝設的 8 處自行車智慧型警示系統所蒐集到的流量資料，分別進行平假日、週間日以及平均氣溫方面等影響因素分析，可初步推斷影響各調查點流量變化的原因，另外也提出後續可以研究的方向說明如下：

1. 一般假日及連續假日流量高於平日，台 2 丙平雙隧道之連續假日流量低於一般假日，明顯與台 9 戊不同，其原因推斷為台 2 丙平雙隧道為北部地區多數自行車騎士能夠方便抵達的路線，因此一般日騎乘人數多，而連續假日則偏向前往一般假日無法抵達的路線，因此其他地區連續假日相對於一般假日多，雖然台 9 丁與玉長隧道同樣一般日假日流量高於連續假日，但由於資料筆數較少，且僅差 1 輛，並未看出有明顯差別。
2. 週間日方面一般以週四或週五流量較多，但台 9 戊週一流量也高，推斷可能是該處較為偏遠，因此前往騎乘的騎士通常會多安排一日甚至是兩日遊程，所以週一流量也有較多的情況。
3. 平均氣溫方面以 15-30 度的騎乘人數最多；10-15 度較低，由此結果推斷，一般騎士認為較為舒適的騎乘天氣應為 15-30 度。

4. 降雨量為影響自行車騎乘的重要因素，然本研究尚未取得詳細分時降雨量之資料，因此無法進一步分析降雨量到達某種程度時，自行車流量是否明顯受影響，亦或是不同調查點是否對於降雨量亦會反映出不同的結果，建議未來可研究降雨量對於自行車流量之影響。
5. 另本研究建議自行車智慧型警示系統除了應用於路段警示用路人前有自行車以外，亦能校正判讀系統，使之可辨識其他車種，並用於多事故的巷弄路口，用以告知用路人前方巷口是否有來車，以降低巷口事故發生的情形，惟線有偵測設備價格相對於線有改善措施仍偏高，未來若偵測設備於價格上有明顯降低，則可嘗試廣泛設置。

參考文獻

- 交通部 (2015)，全國自行車友善環境路網整體規劃及交通部自行車路網建置計畫，運動設施組。
- 交通部 (2015)，交通工程規範，交通技術標準規範公路類公路工程部。
- 交通部運輸研究所 (2017)，自行車道系統規劃設計參考手冊(2017 修訂版)，運輸計畫組。
- 蘇振維、鄭嘉盈、高錫鈺、黃志清、田珍綺、張耕碩 (2016)，交通部自行車友善環境路網整體規劃技術服務 (一)，交通部運輸研究所。
- 蘇振維、鄭嘉盈、高錫鈺、黃志清、田珍綺、張耕碩 (2017)，自行車友善環境路網整體規劃與評估 (1/3)，交通部運輸研究所。

省道快速公路出口匝道壅塞短期改善前後評估-以 台 65 新莊二南下出口匝道為例¹

An Assessment of Expressway Interchange Exit Before and After Improvement -No.65 Expressway Xinzhuang 2nd Interchange Southbound Exit

劉信宏 Sin-Hong Liu²

李維珊 Wei-Shan Lee³

丁培倫 Pei-Lun Ting⁴

摘要

省道快速公路提供快速交通服務，隨著都市發展，交通需求益增，原有出口匝道因配置及號誌管控關係產生交通瓶頸，本研究以台 65 新莊二南下出口匝道為例，該處銜接中正路(台 1 甲)係新莊地區重要幹道，尖峰時段平面道路車流量大，惟受限號誌時制，導致台 65 南下新莊二出口匝道車輛常於尖峰時間回堵(回堵長度約 500 公尺)，影響台 65 主線車流運作，易造成交通安全問題。本研究以開設缺口讓右轉中正路車流提前匯出平面，配合號誌管制下匝道及平面車流方式進行匝道改善，並針對改善前後成效進行績效評估。

關鍵字：匝道改善、交通安全、績效評估

¹ 本文係公路總局第一區養護工程處「台 65 新莊二南下出口匝道平面路段開設缺口效益評估」及「台 65 新莊二南下出口新增匝道成效分析報告」之部分成果。

² 美華工程科技顧問有限公司 總經理/執業交通工程技師；社團法人中華民國交通工程技師公會監事。(聯絡地址：台北市南京東路三段 208 號 8 樓，電話：02-2741-6066#202，E-mail:sinhong@ctc-taiwan.com.tw)。

³ 科惠交通技師事務所 主持技師；社團法人中華民國交通工程技師公會 秘書長。聯絡地址：104027 臺北市中山區中山北路二段 162 號 10 樓，電話：02-5968528，E-mail:tracy@kchui.com.tw)。

⁴ 美華工程科技顧問有限公司 交通工程師。

Abstract

Expressways provides a path for fast-moving traffic, as the development of city increases traffic demand, the original design of the ramp and signal control has made the surface intersection become bottleneck. This research took No.65 Expressway Xinzhuang 2nd Interchange Southbound Exit as an example, the site locates at Xinzhuang 2nd Interchange Southbound Exit、Zhonghuan Rd、Zhongzheng Rd intersection, which connects the trunk road of Xinzhuang District with heavy traffic during peak hours, the original ramp design and signal control caused Xinzhuang 2nd Interchange Southbound Exit to have a spillback queue around 500 meters in length, this also affects expressway main-lane traffic and traffic safety. This research took opening the divisional island for vehicles which are taking right turn to Zhongzheng Rd from the ramp into surface road earlier and adjusting current signal plan as ramp improvement strategy and evaluate traffic assessment of nearby traffic condition before and after the improvement.

Keywords: Ramp Improvement, Traffic Safety, Traffic Assessment

一、前言

新莊區中正路(台 1 甲)係新莊地區與桃園龜山地區間重要幹道，尖峰時段車流量大，惟受限號誌時制，導致台 65 線南下新莊二匝道出口車輛回堵(回堵長度約 500 公尺)，壅塞狀況嚴重(圖 1)，下匝道車輛於快速道路內側車道停等，影響交通安全；此外隨著未來周邊塭仔圳重劃區開發，恐加劇壅塞情形。新北市政府交通局因此辦理「台 65 線快速公路新增新莊出口匝道可行性研究」，該研究提出短期改善方案(開設缺口提前讓車流匯出平面並配合號誌管制下匝道及平面車流)以及長期改善方案(台 65 線新增南下出口匝道)，惟長期改善方案後續須依據「省道快速公路增設交流道申請審核作業要點」提出申請，推動期程較長，遂優先推動短期改善方案，並於完工通車 1 個月後進行相關交通調查，以評估本次改善之成效。



圖 1 改善前台 65 線南下新莊二匝道出口壅塞情形

二、改善內容與號誌時制說明

2.1 改善內容

改善內容包含於台 65 線新莊二南下出口新增匝道缺口（以下簡稱新增缺口）提前讓右轉中正路車流匯出平面道路，並新增號誌管制下匝道及平面車流，改善前後道路配置如圖 2 所示。

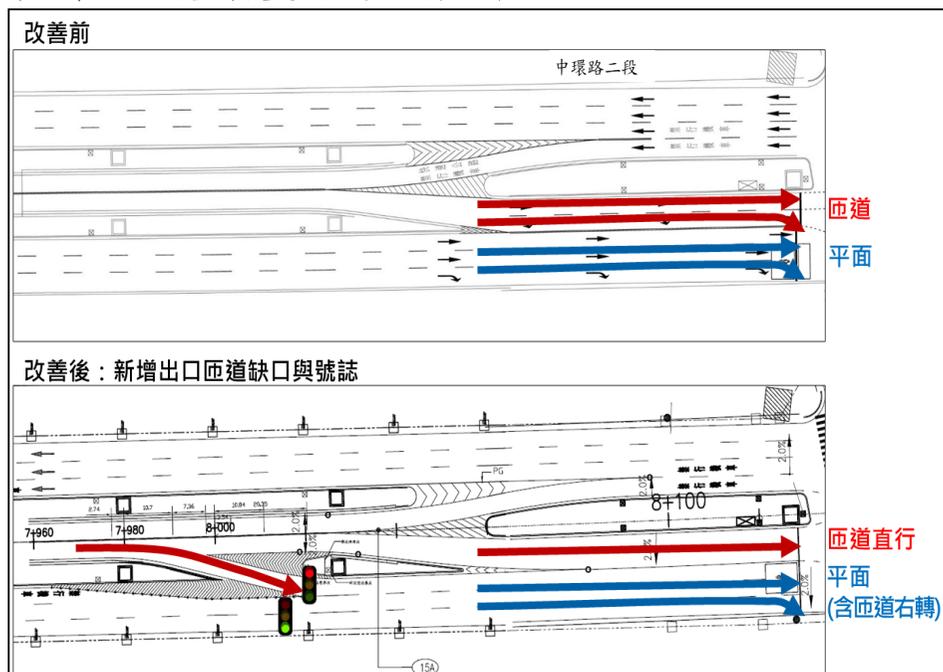


圖 2 改善前後道路配置圖

2.2 改善前後號誌時制說明

一、改善前

改善前尖峰時段路口週期為 210 秒，分為 3 時相運作，依續為中正路對開、台 65 新莊二南向匝道直右與中環路北向直右、中環路對開與台 65 新莊二南向匝道直行，無論晨、昏峰路口時制皆相同，如表 1 所示。

表 1 改善前中正路/中環路口時制計畫

站名：中正路/中環路	時相	晨峰				昏峰			
		綠燈	黃燈	全紅	週期	綠燈	黃燈	全紅	週期
		104	3	3	210	104	3	3	210
		44	3	3		44	3	3	
		44	3	3		44	3	3	

二、改善後

改善後尖峰時段路口週期仍為 210 秒，因改善工程後，可將下匝道右轉車流先導至中環路平面，時相可較改善前 3 時相減少 1 時相為 2 時相運作，依續為中正路對開時，同時放行新增缺口、中環路對開時，同時放行中環路平面，無論晨、昏峰路口時制皆相同，如表 2 所示。

表 2 改善後中正路/中環路口及新增缺口時制計畫

站名：中正路/中環路	時相	晨峰				昏峰				
		綠燈	黃燈	全紅	週期	綠燈	黃燈	全紅	週期	
		110	3	2	210	110	3	2	210	
		90	3	2		90	3	2		

站名：新增匝道/中環路	時相	晨峰				昏峰				
		綠燈	黃燈	全紅	週期	綠燈	黃燈	全紅	週期	
		110	3	2	210	110	3	2	210	
		90	3	2		90	3	2		

三、改善前效益評估

3.1 新設缺口改善評估

彙整改善路網評估結果，分別比較改善前後晨、昏峰周邊各號誌化路口之服務水準如表 3 與表 4 所示，說明如下：

表 3 計畫範圍晨峰路口服務水準比較表

路口名稱	方向	改善前				改善後			
		平均延滯(秒/pcu)	服務水準	總平均延滯(秒/pcu)	服務水準	平均延滯(秒/pcu)	服務水準	總平均延滯(秒/pcu)	服務水準
中正路/中環路	北向(中環路)	48.2	D	59.6	D	48.2	D	50.3 (-15.6%)	D
	南向(中環路平面)	81.8	F			34.2	C		
	南向(台 65 匝道)	64.2	E			34.4	C		
	東向(中正路)	43.7	C			43.7	C		
	西向(中正路)	71.4	E			71.4	E		
中環路新設缺口	南向(中環路)	-	-	-	-	49.9	D	46.2	D
	南向(台 65 匝道)	-	-			31.1	C		
中正路/新樹路	北向(新樹路)	71.4	E	69.0	E	71.4	E	63.0 (-8.7%)	E
	南向(三泰路)	84.8	F			84.8	F		
	東向(中正路)	67.6	E			67.6	E		
	西向(中正路)	66.4	E			55.0	D		
中正路/瓊泰路	北向(瓊泰路)	74.5	E	46.7	D	74.5	E	46.7	D
	東向(中正路)	4.8	A			4.8	A		
	西向(中正路)	82.5	F			82.5	F		

表 4 計畫範圍昏峰路口服務水準比較表

路口名稱	方向	改善前				改善後			
		平均延滯(秒/pcu)	服務水準	總平均延滯(秒/pcu)	服務水準	平均延滯(秒/pcu)	服務水準	總平均延滯(秒/pcu)	服務水準
中正路/中環路	北向(中環路)	42.4	C	57.2	D	42.4	C	41.9 (-26.7%)	C
	南向(中環路平面)	108.5	F			27.9	B		
	南向(台 65 匝道)	57.7	D			33.5	C		
	東向(中正路)	61.6	E			61.6	E		
	西向(中正路)	29.9	B			29.9	B		
中環路新增匝道	南向(中環路)	-	-	-	-	51.9	D	48.4	D
	南向(台 65 匝道)	-	-			29.8	B		
中正路/新樹路	北向(新樹路)	66.9	E	61.8	E	66.9	E	60.6 (-1.9%)	E
	南向(三泰路)	125.9	F			125.9	F		
	東向(中正路)	72.1	E			72.1	E		

	西向(中正路)	44.6	C			42.1	C		
中正路/ 環泰路	北向(環泰路)	70.3	E	29.0	B	70.3	E	29.0	B
	東向(中正路)	9.6	A			9.6	A		
	西向(中正路)	47.9	D			47.9	D		

3.2 敏感度分析

敏感度分析之目的係為瞭解當相關假設數值之幅度改變時對於本計畫效益評估結果之影響，本計畫僅以現況交通量及預估時制計畫進行分析，經分析後中正路/中環路口有其改善成效，尤其以南向平面及匝道服務水準有大幅度之提升，經改善後可能吸引更多之車流使用本匝道，由於未來車流增幅無法充分掌握，而相關服務水準之評估事涉交通量之多寡，本計畫就台 65 新莊二南下出口匝道車流增加 10%及 20%進行敏感度分析，以瞭解台 65 新莊二南下出口匝道平面路段開設缺口改善後之穩定程度，以下就晨峰及昏峰時段之敏感度分析進行說明。

本計畫台 65 線新莊二南下出口匝道平面道路開設缺口後之相關晨、昏峰敏感度分析如表 5 及表 6 所示，由表中可知台 65 線新莊二南下出口匝道於車流量增加 10%及 20%之情境下，各主要路口總平均延滯較與現況比較仍可減少延滯秒數(總平均延滯欄位中之百分比為和現況比較減少之總平均延滯時間百分比)，顯示本計畫開設缺口後，台 65 線新莊二出口匝道於車流抵達較尖峰時段高時，周邊之交通狀況仍能負荷增量之車流。

表 5 計畫範圍晨峰路口敏感度分析表

路口名稱	方向	改善後(增量 10%)				改善後(增量 20%)			
		平均延滯(秒/pcu)	服務水準	總平均延滯(秒/pcu)	服務水準	平均延滯(秒/pcu)	服務水準	總平均延滯(秒/pcu)	服務水準
中正路/ 中環路	北向(中環路)	48.2	D	50.5 (-15.3%)	D	48.3	D	50.8 (-14.8%)	D
	南向(中環路平面)	35.2	C			37.5	D		
	南向(台 65 匝道)	34.4	C			34.5	C		
	東向(中正路)	43.7	C			43.7	C		
	西向(中正路)	71.4	E			71.4	E		
中環路 新增匝道	南向(中環路)	50.6	D	46.5	D	51.5	D	47.1	D
	南向(台 65 匝道)	33.2	C			35.3	C		
中正路/ 新樹路	北向(新樹路)	71.4	E	65.4 (-5.2%)	E	71.4	E	67.8 (-1.7%)	E
	南向(三泰路)	84.8	F			84.8	F		
	東向(中正路)	67.6	E			67.6	E		
	西向(中正路)	59.6	D			64.2	E		
中正路/ 環泰路	北向(環泰路)	74.5	E	46.7	D	74.5	E	46.7	D
	東向(中正路)	4.8	A			4.9	A		
	西向(中正路)	82.5	F			82.5	D		

註：總平均延滯減少之百分比係與現況總平均延滯比較之結果。

表 6 計畫範圍昏峰路口敏感度分析表

路口名稱	方向	改善後(增量 10%)				改善後(增量 20%)			
		平均延滯(秒/pcu)	服務水準	總平均延滯(秒/pcu)	服務水準	平均延滯(秒/pcu)	服務水準	總平均延滯(秒/pcu)	服務水準
中正路/ 中環路	北向(中環路)	42.4	C	42.1 (-26.4%)	C	42.4	C	42.3 (-26.0%)	C
	南向(中環路平面)	29.4	B			30.8	C		
	南向(台 65 匝道)	33.9	C			34.3	C		
	東向(中正路)	61.6	E			61.6	E		
	西向(中正路)	29.9	B			29.9	B		
中環路 新增匝道	南向(中環路)	51.9	D	48.0	D	51.9	D	47.8	D
	南向(台 65 匝道)	31.3	C			32.8	C		
中正路/ 新樹路	北向(新樹路)	66.9	E	61.6 (-0.4%)	E	66.9	E	62.9 (-1.7%)	E
	南向(三泰路)	125.9	F			125.9	F		
	東向(中正路)	72.1	E			72.1	E		
	西向(中正路)	44.3	C			64.2	E		
中正路/ 環泰路	北向(環泰路)	70.3	E	29	B	70.3	E	29	B
	東向(中正路)	9.6	A			9.6	A		
	西向(中正路)	47.9	D			47.9	D		

註：總平均延滯減少之百分比係與現況總平均延滯比較之結果。

3.3 停等長度評估

本計畫參考「2001年之公路容量手冊」第13章號誌化岔路口中之平均停等延滯估計模式，並以調整後之號誌時制、流量調查、車道數等相關資料，假設行經中正路/中環路口與台65線新莊二南下出口之車流為隨機到達之情境，推估於紅燈開始時到達路口之車流，藉以計算其停等長度(車輛長度以5.5m計，而車間距則以1.5m計)，相關計算公式及車流到達型態分述如下：

$$R_p = \frac{PC}{G_e}$$

R_p = 車隊比(platoon ratio) ；

P = 在綠燈時段內到達之車輛比例；

C = 週期長度；

G_e = 有效綠燈。

另車流到達型態分成6型，6型之性質分別說明如下：

- 一、型1：為相當密集車隊(platoon)到達型態，超過80%之車輛在紅燈開始時到達交叉路口，此型態代表車隊續進之品質很差之狀況。
- 二、型2：為中度密集車隊到達型態，40%到80%車輛在紅燈時段內陸續到達，此型態代表車隊續進之品質不良之狀況。
- 三、型3：為隨機到達型態，通常存在於獨立(沒連鎖)之交叉路口，集結在車隊中之車輛在40%以下。
- 四、型4：為中度密集車隊到達型態，40%到80%的車輛在綠燈中成車隊或陸續到達，此型態代表車隊續進品質良好。
- 五、型5：為相當密集車隊之到達型態，超過80%之車隊在綠燈時段開始時到達交叉路口，此型態代表非常良好之車隊續進品質。
- 六、型6：此為車流續進品質特優之到達型態，相當密集之車隊可通過數個交叉路口而不受干擾。

表7 車隊比與到達型態之關係表

到達型態	R_p 範圍	R_p 代表值
1	$R_p \leq 0.50$	0.333
2	$0.5 < R_p \leq 0.85$	0.667
3	$0.85 < R_p \leq 1.15$	1.000
4	$1.15 < R_p \leq 1.50$	1.333

5	$1.50 < R_p \leq 2.00$	1.667
6	$R_p > 2.00$	2.000

資料來源：[1]。

依據本計畫之車流量調查，計畫範圍以晨峰之車流量較高，故停等長度之評估將以晨峰之車流量進行分析，另依據前述公式推估台 65 線新莊二南下出口匝道於綠燈時約 51PCU 之車流到達，其中右轉車流依現況之轉向分佈約有 21PCU，而中正路至缺口開設處約有 40PCU 之儲車空間，於台 65 線新莊二南下出口匝道綠燈時應可提供足夠之儲車空間。

另台 65 線新莊二南下出口匝道於紅燈時約有 28PCU 之車流到達，停等長度約為 199 公尺，而台 65 線新莊二南下出口匝道全長 240 公尺，故應尚可容納停等紅燈之下匝道車流；另中環路南向平面，於紅燈時則約有 52PCU 之車流到達，考量其 2 車道之儲車空間(內側車道為迴轉車道之保護車道)，其停等長度約為 182 公尺，尚可容納平面停等及迴轉道匯出車流。

四、改善後實地調查結果之效益分析

4.1 新設缺口改善後評估

彙整改善後實地調查結果之路網評估結果，分別比較改善前後晨、昏峰周邊各號誌化路口之服務水準如表 8 與表 9 所示，說明如下：

- 一、因改善後中正路/中環路口時制由原先匝道與平面路段輪放時相調整為簡單二時相，中環路南向綠燈時間大幅增加，同為主要幹道之中正路綠燈時間亦增加 10 秒，晨昏峰之路口平均延滯時間均明顯減少，晨峰總平均延滯亦有減少。
- 二、中正路/新樹路口晨昏峰服務水準亦提升至 D 級，主要改善在於中正路西向車流延滯時間減少，因改善後中正路/中環路口之中環路南向車輛無須輪放，調整後之時制於右轉中正路後較易順接中正路西向直行與右轉綠燈時間，又因晨峰車流量明顯高於昏峰，因此晨峰改善較昏峰顯著。
- 三、因中環路南向禁止左轉，因此新增缺口對中正路/瓊泰路口平均延滯未有明顯變化。
- 四、新增缺口尖峰平均延滯約為 46.6~47.0 秒，服務水準為 D 級。

表 8 改善前後周邊號誌化路口晨峰服務水準評估表

路口名稱	方向	改善前				改善後			
		平均延滯(秒/PCU)	服務水準	總平均延滯	服務水準	平均延滯(秒/PCU)	服務水準	總平均延滯	服務水準

				(秒/PCU)					(秒/PCU)		
中正路/ 中環路	北向(中環路)	48.2	D	59.6	D	57.5	D	51.1	D		
	南向(外側3車道) ^{註1}	81.8	F			38.7	C				
	南向(內側2車道) ^{註2}	64.2	E			37.7	C				
	東向(中正路)	43.7	C			47.7	D				
	西向(中正路)	71.4	E			61.4	E				
中正路/ 新樹路	北向(新樹路)	71.4	E	69.0	E	64.8	E	57.6	D		
	南向(三泰路)	84.8	F			82.2	E				
	東向(中正路)	67.6	E			64.1	E				
	西向(中正路)	66.4	E			47.9	D				
中正路/ 瓊泰路	北向(瓊泰路)	74.5	E	46.7	D	76.0	E	43.3	C		
	東向(中正路)	4.8	A			11.6	A				
	西向(中正路)	82.5	F			72.8	E				
中環路/ 新匝道	南向(中環路)	-	-	-	-	48.4	D	47.0	D		
	西向(新增匝道)	-	-	-	-	42.1	C				

註1：外側3車道改善前為中環路平面車輛；改善後為中環路平面車輛與匝道右轉車輛

註2：內側2車道改善前為匝道直行與右轉車輛；改善後僅匝道直行車輛

表9 改善前後周邊號誌化路口昏峰服務水準評估表

路口 名稱	方向	改善前			改善後						
		平均延滯 (秒/PCU)	服務 水準	總平均 延滯 (秒/PCU)	服務 水準	平均延滯 (秒/PCU)	服務 水準	總平均 延滯 (秒/PCU)	服務 水準		
中正路/ 中環路	北向(中環路)	42.4	D	57.2	D	57.4	D	49.5	D		
	南向(外側3車道) ^{註1}	108.5	F			32.9	C				
	南向(內側2車道) ^{註2}	57.7	D			37.4	C				
	東向(中正路)	61.6	E			60.9	E				
	西向(中正路)	29.9	B			43.8	C				
中正路/ 新樹路	北向(新樹路)	66.9	E	61.8	E	46.9	D	56.3	D		
	南向(三泰路)	125.9	F			109.4	F				
	東向(中正路)	72.1	E			73.0	E				
	西向(中正路)	44.6	C			34.8	C				
中正路/ 瓊泰路	北向(瓊泰路)	70.3	E	29.0	B	69.6	E	30.4	C		
	東向(中正路)	9.6	A			8.9	A				
	西向(中正路)	47.9	D			54.5	D				
中環路/ 新匝道	南向(中環路)	-	-	-	-	48.9	D	46.6	D		
	西向(新增匝道)	-	-	-	-	36.5	C				

註1：外側3車道改善前為中環路平面車輛；改善後為中環路平面車輛與匝道右轉車輛

註2：內側2車道改善前為匝道直行與右轉車輛；改善後僅匝道直行車輛

4.2 停等延滯分析

實際調查改善後中環路/中正路口中環路南向內側2車道與外車3車道

之平均延滯時間，彙整改善前後評估結果如表 10 所示。

由表可看出改善後平均延滯大幅下降，服務水準由 E、F 級提升至 C 級。主要原因在於改善後路口時制由原先匝道與平面路段輪放時相調整為簡單二時相，綠燈時間大幅增加所致，另外因部分車流停等於上游新增號誌路口，也相對減少於本路口停等時間。

表 10 中環路/中正路口南向尖峰平均延滯改善前後比較

時間	項目		中環路南向		
			內側2車道	外側3車道	平均
晨峰	改善前 ^{註1}	平均延滯時間(秒)	64.2	81.8	75.4
		服務水準	E	F	E
	改善後 ^{註2}	平均延滯時間(秒)	39.1	36.2	36.8
		服務水準	C	C	C
昏峰	改善前 ^{註1}	平均延滯時間(秒)	57.7	108.5	92.8
		服務水準	D	F	F
	改善後 ^{註2}	平均延滯時間(秒)	37.4	32.7	39.6
		服務水準	C	C	C

註 1：改善前內側 2 車道為匝道直行與右轉車輛；外側 3 車道為中環路平面車輛

註 2：改善後內側 2 車道僅匝道直行車輛；外側 3 車道為中環路平面車輛與匝道右轉車輛

4.3 改善後停等長度分析

一、改善後停等長度分析

為確實瞭解改善後中環路平面與匝道車輛停等特性，本案實際調查下匝道與中環路平面路段停等長度，根據號誌化路口位置與車流特性分為 A. 中正路口匝道(中環路南向內側 2 車道)、B. 中正路口平面車道(中環路南向外側 3 車道)、C. 新增匝道口、D. 新增號誌平面車道(中環路南向平面 2 車道)，4 類停等長度討論，如圖 3 所示。



圖 3 停等長度分析位置示意圖

彙整調查結果，上述四類車流方向之尖峰小時平均停等長度(每週期最長等候車隊平均長度)與最長停等長度彙整如表 11 與圖 4 所示，由調查結果與實際觀察車流特性分析如下：

- (一)中環路/中正路口中環路南向車道內側車道，距上游新增匝道口約 140 公尺長，受新增匝道口車流回堵影響，停等車輛有限，平均停等長度約 51~66 公尺，最大停等長度約 98 公尺。
- (二)中環路/中正路口中環路南向車道外側平面車道，距上游新增匝道口約 100 公尺長，平均停等長度已趨近停滿，晨昏峰皆有出現停滿儲車空間現象。
- (三)中環路/新增匝道口之匝道路段，平均停等長度約 105~163 公尺，最大停等長度約 330 公尺。以新增匝道口儲車空間約 42 公尺，距上游台 65 主線路段之新莊二南下出口匝道口約 200 公尺長檢討，平均停等長度超過新增匝道口儲車空間，尚可停等於南下出口匝道口內，僅少數極端情況會回堵至主線路段。
- (四)中環路/新增匝道口之中環路平面路段，平均停等長度約 79~85 公尺，最大停等長度約 119 公尺。

表 11 中環路南向各路段尖峰停等長度

時間	項目	中環路/中正路口		中環路/新增匝道口	
		A匝道 (中環路南向內側2車道)	B平面車道 (中環路南向外側3車道)	C匝道 (臺65南下出口匝道)	D平面車道 (中環路南向平面2車道)
晨峰	平均停等長度(M)	51	92	163	79
	最長停等長度(M)	70	98	330	119
昏峰	平均停等長度(M)	66	83	105	85
	最長停等長度(M)	98	98	126	105

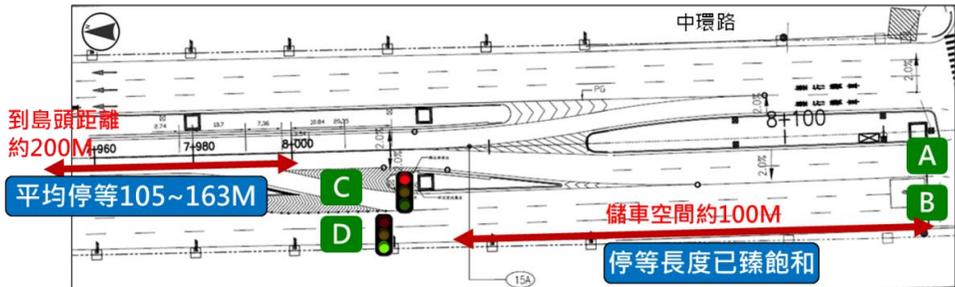


圖 4 停等長度分析位置示意圖

二、改善前後停等長度比較

新增匝道口前台 65 新莊二南下出口匝道回堵嚴重，以台 65 主線路段之新莊二南下出口匝道島頭算起，回堵長度約 200~500 公尺，且一個號誌週期無法完全疏散車流；改善後多數尖峰時段不會回堵至主線（平均停等長度未超過匝道島頭），僅晨峰少數極端情況會回堵至主線路段約 130 公尺，且一個號誌週期可以完全消化等候車輛，故以停等長度檢討有顯著改善成效，如圖 5、圖 6 所示。



圖 5 改善前台 65 主線回堵長度比較示意圖



圖 6 改善前後台 65 主線回堵長度比較示意圖

五、結語

本研究以台 65 新莊二南下出口匝道開設缺口提前讓車流匯出平面並配合號誌管制下匝道及平面車流方式，使得下匝道右轉車流先導至中環路平面，中正/中環路口時相可較改善前 3 時相減少 1 時相為 2 時相運作，並經改善前之評估，以及實際工程改善後一個月後之實際調查資料，其相關評估結果無論從周邊路口服務水準分析、路口平均延滯以及停等長度等，其改善程度趨勢相同，顯示改善前進行之評估有其可靠度，經由改善亦大幅改善下匝道、相關路口及因停等造成交通壅塞及安全等問題。

本研究標的因相關條件得宜，尚能提出改善方案以解決壅塞問題，惟相關建設完成後，硬體改善不易，建議後續快速公路建設於規劃設計階段，針對上下匝道及鄰近路口之交通運轉進行詳實之評估，可大幅減少建設完成後交通壅塞情形。

參考文獻

交通部運輸研究所 (2001)，2001 年臺灣公路容量手冊。

中臺區域供需預測及發展策略分析

Forecast of Supply and Demand and Analysis of Development Strategies for Central Taiwan Region

張舜淵 Shuen-Yuan Chang¹

楊國楨 Kuo-Chen Yang²

陳志豪 Chi-Hao Chen³

申瑋琦 Wei-Chi Shen⁴

摘要

中臺區域包含苗栗縣、臺中市、彰化縣、南投縣、雲林縣等 5 個縣市，本研究以中臺區域為範圍，透過旅次特性調查及屏柵線交通量調查，掌握區域內旅次行為之變化，並完成目標年社經預測與，建置中臺區域運輸需求預測模式，並進行未來年供需預測分析，深入瞭解中臺區域供需問題，針對中臺區域各運輸系統進行功能定位與檢討，並研擬中臺區域整體運輸規劃及發展策略分析。

關鍵詞：中臺區域整體運輸規劃、供需預測分析、發展策略分析

Abstract

The scope of this study comprises the central Taiwan area, which includes five administrative units, namely Miaoli County, Taichung City, Changhua County, Nantou County and Yunlin County. By analyzing the trip characteristics in this area and utilizing the screen-line traffic volume survey, we seek to identify the area's trip patterns, to forecast its relevant social and economic trends in target year, and to

-
- 1.交通部運輸研究所運輸計畫組組長(聯絡地址：臺北市松山區敦化北路 240 號，電話：02-23496800，E-mail：iuan@iot.gov.tw)。
 - 2.交通部運輸研究所運輸計畫組副研究員(聯絡地址：臺北市松山區敦化北路 240 號，電話：02-23496816，E-mail：kcsean@iot.gov.tw)。
 - 3.台灣世曦工程顧問股份有限公司正工程師(聯絡地址：臺北市內湖區陽光街 323 號，電話：02-87973567#1624，E-mail：jonny@ceci.com.tw)。
 - 4.亞聯工程顧問股份有限公司經理(聯絡地址：臺北市松山區民生東路三段 130 巷 9 號 11 樓；電話：02-25461656#612；E-mail：sandwich@atci.com.tw)。

establish the central Taiwan area transportation demand model and carry out annual forecast of supply and demand prediction analysis in the future, and a deep insight into the issue of supply and demand facing the central Taiwan area can be carried out, based on which functional positioning and review targeting the central Taiwan area's various transportation systems, the formulation of the central Taiwan area's transportation planning model and analysis of development strategies.

Keywords: Central Taiwan Area Transportation Planning Model, Forecast of Supply and Demand, Analysis of Development Strategies

一、前言

整體運輸規劃係政府擬訂未來交通運輸建設或政策之主要依據及藍圖。臺灣整體運輸規劃向來為交通部運研所重要工作之一，考量都會區、生活圈及城際旅次界限漸趨模糊，跨縣市交通整合問題日增，且新科技發展迅速，既有運輸規劃作業方式需因應調整。交通部運研所為求區域均衡發展，以中臺區域為範圍，109-110年蒐集中臺區域苗、中、彰、投、雲等各縣市重大建設與運輸議題外，並進行中臺區域旅次特性及屏柵線交通量調查，以掌握區域內旅運行為之變化，完成中臺區域運輸需求模式之現況資料參數校估與模式構建。111年進行中臺區域運輸需求模式供需預測分析，完成中臺區域運輸需求模式構建，重大議題之政策敏感度及運輸計畫影響度分析，並提出中臺區域運輸系統整體發展課題策略。

二、中臺區域社經發展趨勢

1. 國發會預測我國人口自 109 年開始負成長，本研究預測中臺區域各縣市未來年人口呈現下降趨勢，110~140 年中臺區域人口占臺灣本島人口比例為 24.65% ~23.57%，顯示人口有外移的趨勢，如表 1 所示。

表 1 中臺區域各縣市未來年人口預測

單位：萬人

縣市	110年	120年	130年	140年	110~140年 均成長率
苗栗縣	53.82	51.40	48.33	43.57	-0.70%
臺中市	281.35	272.15	258.22	235.66	-0.59%
彰化縣	125.53	120.77	113.75	102.71	-0.67%
南投縣	48.49	46.26	43.14	38.49	-0.77%
雲林縣	67.01	64.48	60.69	54.75	-0.67%
中臺區域	576.20	555.07	524.12	475.17	-0.64%

臺灣本島	2,337.53	2,314.00	2,202.43	2,015.65	-0.49%
人口占比	24.65%	23.99%	23.80%	23.57%	

資料來源：1. 中華民國人口推估（2020至2070年），國家發展委員會，109年。

2. 本研究預測。

2. 預測未來戶量持續下降，受民眾不婚、晚婚和少子化所影響，臺灣本島家庭人口日漸單薄，使得戶量持續下降；中臺區域各縣市戶量亦有相同趨勢，中臺區域之 140 年戶量約為 2.59 人/戶，年均成長率為-0.30%。
3. 未來年二、三級及業人口均下降，受到中臺區域總人口下降影響，未來年二、三級及業人數皆呈下降趨勢，二級及業人口年均成長率為-0.50%、三級及業人口年均成長率為-0.61%，均低於全臺平均成長率。
4. 及學人口逐漸下降，受少子化影響，各級學校及學人口持續呈現下降趨勢。然臺中市占比相對其他縣市高，主因學校所數及教學資源較多，吸引較多學生前往就讀所致。
5. 預期未來所得及汽機車數持有緩慢成長，民國 140 年中臺區域千人小型車持有率最高為苗栗縣，140 年為 370.11 輛/千人；其次為南投縣，140 年為 364.89 輛/千人，主要係因縣市內公路系統通暢且居住群落較為分散，使用私人運具方便性較高，使得汽車持有率較其它地區高；民國 140 年各縣市千人機車持有率則以彰化縣為最高，140 年為 704.79 輛/千人；其次為雲林縣，140 年為 694.68 輛/千人。
6. 個人所得和家戶所得皆呈現正成長，中臺區域各縣市平均個人所得和平均家戶所得皆呈現正成長，中臺區域各縣市平均個人所得 110~140 年均成長率皆為 0.41% 以上，家戶平均所得年均成長率為 0.10% 以上。其中臺中市因產業型態與工作機會多等因素，其所得收入皆較其他地區高。
7. 預期未來觀光人口呈現上升後下降之趨勢，國人國內平均旅遊次數持續正成長，但受到臺灣地區戶籍總人口數將於 112 年後逐漸下降影響，觀光人次受其影響惟下降速度較為緩慢，國人國內旅遊觀光人次亦呈現成長後下降之趨勢，於民國 120 年時，國人國內旅遊人次達到最高峰。

三、中臺區域運輸需求模式供需預測分析

3.1 中臺區域旅次發生預測分析

本研究將旅次發生分為跨生活圈旅次與生活圈內旅次，跨生活圈旅次透過迴歸分析法推估；生活圈內旅次產生與吸引則分別透過類目分析法與迴歸分析法計算，流程架構如圖 1 所示。

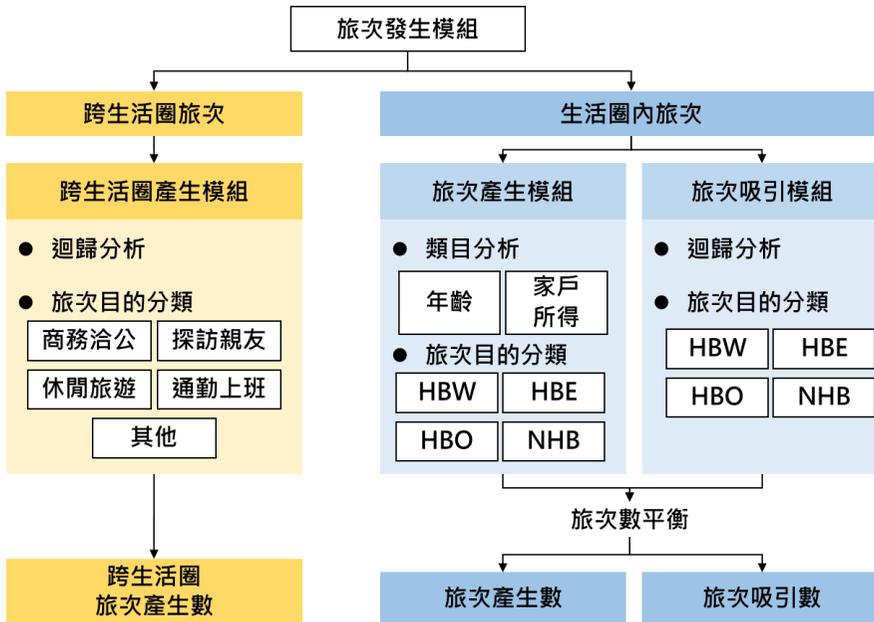


圖 1 旅次發生模組建構流程圖

3.1.1 跨生活圈旅次發生

跨生活圈旅次發生模組係以運研所第 5 期整體運輸規劃研究系列之成果為基礎，透過現況屏柵線交通量資料與社經資料推估旅次發生數，並依據中臺範圍切分界內之跨生活圈旅次，計算跨生活圈旅次各目的之旅次發生數，進行迴歸分析，據此得到跨生活圈之旅次發生數，模組建構及校估流程如圖 2 所示

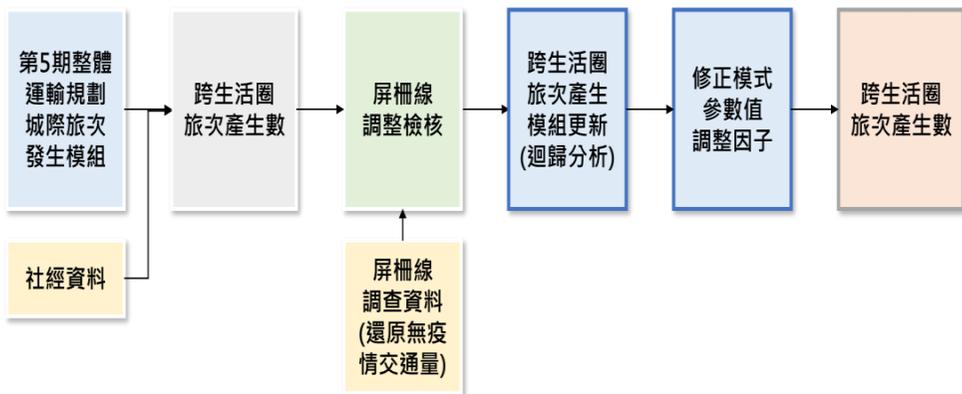


圖 2 跨生活圈旅次發生模組建構及校估流程示意圖

3.1.2 生活圈旅次發生

生活圈內旅次發生模組建構及校估流程如圖 3，生活圈內旅次產生模組係採類目分析法(category analysis)，並透過屏柵線調查資料，校估無疫情影響之旅次產生率及調整因子。旅次吸引模組採用信令資料大數據，協助取得旅次起迄矩陣資料，並以旅次特性調查推估之旅次量校估信令資料之旅次起迄矩陣，輔以特殊旅次吸引點調查核對校估後之矩陣，並進行迴歸分析，得出不同目的別之旅次吸引量。

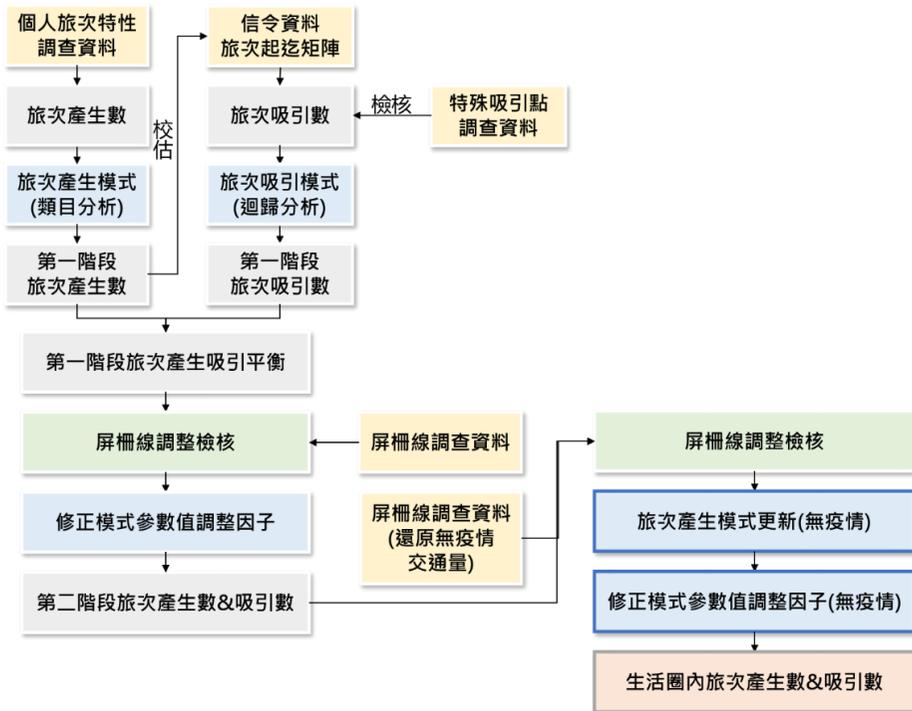


圖 3 生活圈旅次發生模組建構及校估流程示意圖

(一) 旅次產生模組

旅次產生模組係採類目分析法，依據年齡、家戶所得進行級距劃分。年齡分組配合及學、及業人口的年齡分布，分為「未滿 15 歲」、「15 歲-17 歲」、「18 歲-21 歲」、「22 歲-29 歲」、「30 歲-64 歲」、「65 歲以上」，共 6 個級距(6 歲以下尚未就學，不納入本研究分析範圍)；所得部分依全臺平均家戶所得 106 萬元/年，將家戶所得分為「低所得」(不超過 90 萬元/年)、「中所得」(90 萬元以上 200 萬元以下/年)、「高所得」(200 萬元以上/年)，共 3 個級距。另考量未來年高齡人口占比至 140 年預期將增加至 34.86~43.03%，為反映高齡人口對旅次影響，將高齡人口再細分為「65 歲-74 歲」、「75 歲以上」以上兩個級距，針對高

齡人口部分僅依年齡分為「65歲-74歲」、「75歲以上」兩個類目，不再拆分不同所得，避免部分分群中因樣本數過少產生嚴重偏誤。

以下摘錄臺中生活圈各分組旅次產生率如表 2 所示。

表 2 各旅次目的旅次產生率(含步行)

生活圈	年齡級距	所得級距	旅次率(旅次/日)			
			HBW	HBE	HBO	NHB
臺中	未滿15歲	低	0.00	1.85	0.16	0.07
		中	0.00	1.87	0.25	0.19
		高	0.00	1.95	0.37	0.36
	15-17歲	低	0.00	1.66	0.11	0.20
		中	0.00	1.95	0.16	0.22
		高	0.00	1.95	0.26	0.34
	18-21歲	低	0.22	1.49	0.22	0.27
		中	0.33	1.56	0.30	0.52
		高	0.34	1.57	0.37	0.73
	22-29歲	低	1.06	0.23	0.22	0.31
		中	1.13	0.24	0.35	0.37
		高	1.15	0.26	0.43	0.48
	30-64歲	低	1.29	0.00	0.71	0.25
		中	1.30	0.00	0.72	0.30
		高	1.33	0.00	0.74	0.33
	65-74歲	-	0.22	0.00	1.57	0.08
75歲以上	-	0.12	0.00	1.31	0.06	

(二) 旅次吸引模組

旅次吸引模組則使用迴歸分析法，利用各交通分區社經變數(包含：二三級產業及業人口數、及學人口數等)來反映各旅次目的別的旅次吸引量，進行迴歸分析。以下摘錄臺中生活圈旅次吸引模組迴歸式彙整如表 3。

表 3 生活圈內旅次吸引模組迴歸式

生活圈	目的別	變數	調整後 R ²	係數	t	p
臺中	HBW	二級及業	0.986	1.838	75.343	0.000
		三級及業		1.734	66.032	0.000
	HBE	及學(高中以下)	0.978	1.980	110.656	0.000
		及學(大學以上)	0.965	1.513	86.516	0.000
	HBO	二級及業	0.981	0.770	37.135	0.000
		三級及業		1.809	81.024	0.000
	NHB	二級及業	0.986	0.243	37.708	0.000
		三級及業		0.705	101.839	0.000

註：p<0.05表示該變數顯著。

3.1.3 新冠肺炎疫情影響分析

本研究透過疫情前交通資料還原基年無疫情影響之交通量，經屏柵線檢核，調整旅次發生模組，以預測無疫情影響的旅次產生量，彙整基年(110)年疫情期間與無疫情還原之旅次產生量如表 4，HBO 旅次差距 18.8% 最多，HBE 旅次差距 2.9% 最少，由於疫情調查期間為沒有各級學校停課或疫情警戒的情況，少部分公司採用遠距辦公，多數民眾仍持續工作、上學，但非必要之外出減少，使得 HBO、NHB 旅次變化幅度較大，而總旅次產生量在有、無疫情影響下約差距 8.9%。

表 4 中臺區域有無疫情影響旅次產生量(含步行)彙整表

單位：人次/日

模式	HBW	HBE	HBO	NHB	總計
本研究 (疫情期間)	4,439,868	1,585,464	3,029,578	1,236,613	10,291,523
本研究 (無疫情還原)	4,629,697	1,630,661	3,597,771	1,346,995	11,205,124
差異	4.3%	2.9%	18.8%	8.9%	8.9%

3.1.4 旅次發生預測成果

中臺區域旅次發生預測成果，基年與未來年之總旅次變化趨勢、不同旅

次目的產生量變化趨勢、各生活圈旅次目的占比變化，說明如下。

- (一) 中臺區域受到未來年人口減少影響，各生活圈旅次產生量皆呈下降趨勢，中臺區域總旅次量由基年 1,127.4 萬人次/日，至 140 年下降至 915.3 萬人次/日，以生活圈別而言，各生活圈人口及旅次量都呈負成長，非都會地區負成長皆較都會區快，中臺區域基年與未來年之總旅次變化趨勢彙整如表 5 所示。
- (二) 由於人口結構變化，高齡人口比例逐年增加，至 140 年中臺區域高齡人口預估占比達 38.02%，較 110 年 16.41% 倍增，且高齡人口旅次特性以 HBO 旅次為主，故 HBW 旅次量逐年減少，HBO 則逐年增加。HBW 全日旅次量自 110 年 449.0 萬下降至 140 年 300.0 萬，成長率為 -1.33%。HBO 旅次數則自 323.2 萬上升至 367.9 萬，成長率為 0.43%。不同旅次目的成長率以 HBE 負成長最快，HBE 主要由 0-18 歲人口產生，因少子化，幼年人口比例下降，導致 HBE 衰退最快，如圖 4 所示。

表 5 中臺區域旅次產生量預測(不含步行)

生活圈	單位:人次/日						
	生活圈內旅次		跨生活圈旅次		總旅次數		年均
	110年	140年	110年	140年	110年	140年	成長率
苗栗	805,674	629,592	98,141	84,953	903,815	714,545	-0.78%
臺中	5,757,751	4,776,326	374,506	330,230	6,132,257	5,106,556	-0.61%
彰化	2,097,320	1,622,704	307,620	274,189	2,404,940	1,896,893	-0.79%
南投	682,190	498,866	128,326	111,179	810,516	610,045	-0.94%
雲林	970,868	778,743	51,980	46,516	1,022,848	825,259	-0.71%
中臺區域	10,313,803	8,306,231	960,573	847,067	11,274,376	9,153,298	-0.69%

資料來源：本研究整理。

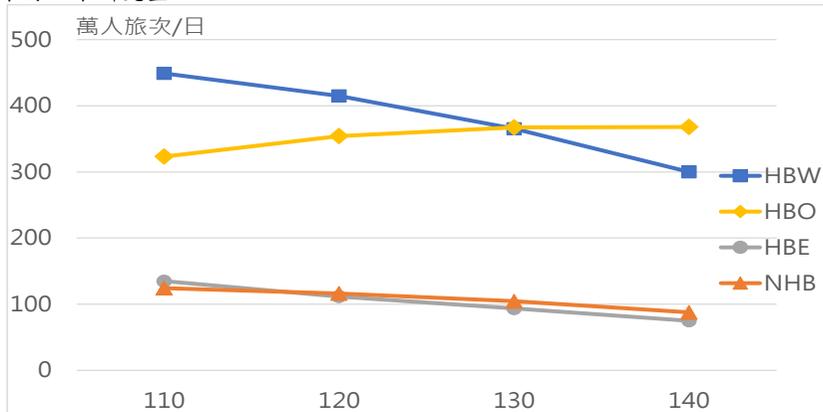


圖 4 未來年中臺區域生活圈內旅次目的變化圖

3.2 中臺區域旅次分布預測分析

中臺區域模式之旅次包含各生活圈彼此往來的跨生活圈旅次，以及各自生活圈內的旅次，因此在模式處理上，乃依據旅次的特性進行區分，其中跨生活圈旅次分布主要參考本所「第 5 期整體運輸規劃研究系列」之旅次分布結果為基礎採用迄點分配機率比模式處理；生活圈內旅次分布則以傳統重力模式(Gravity Model)理論架構進行構建，而旅次分布模組僅用於處理界內人旅次之分布問題；界外旅次及貨車旅次之分布情形，因旅運特性與界內旅次特性不同，故獨立處理。

3.2.1 跨生活圈旅次分布預測成果

未來年跨生活圈旅次分布預測結果，總旅次由現況 96.1 萬人次/日，下降至目標年 84.7 萬人次/日，以臺中至彰化間往來最為緊密，臺中往來彰化雙向稍微下降至 37.4 萬人次最高約占 43.9%，其次為臺中往來苗栗雙向稍微下降至 13.0 萬人次約占 15.3%，與臺中往來南投雙向稍微下降至 12.9 萬人次約占 15.2%，如表 6 所示。

表 6 中臺區域旅次產生量(不含步行)

區間	基年(110年)		目標年(140年)	
	雙向旅次數 (萬人次/日)	占比(%)	雙向旅次數 (萬人次/日)	占比(%)
苗栗-臺中	14.8	15.4%	13.0	15.3%
苗栗-彰化	1.8	1.9%	1.6	1.9%
苗栗-南投	0.4	0.4%	0.4	0.5%
苗栗-雲林	0.2	0.2%	0.1	0.2%
臺中-彰化	42.2	43.9%	37.2	43.9%
臺中-南投	15.0	15.6%	12.9	15.2%
臺中-雲林	3.9	4.1%	3.4	4.1%
彰化-南投	10.0	10.4%	9.0	10.6%
彰化-雲林	6.5	6.8%	5.9	7.0%
南投-雲林	1.4	1.4%	1.2	1.4%
合計	96.1	100%	84.7	100.0%

資料來源：本研究預測分析整理。

3.2.2 生活圈內旅次分布預測成果

生活圈內旅次受都市化程度影響，主要人口與產業仍主要集中在現況各生活圈主要核心發展地區，其旅次分布總數如表 7 所示，彙整如下：

1. 苗栗生活圈：目標年區間旅次集中於竹南鎮、頭份市與苗栗市，其中竹南頭份為科園園區聚集地，而苗栗市為原市區核心發展區域，對周邊其他地區具有一定的吸引力，不同市鄉鎮間往來活動集中於頭份-竹南與苗栗市周邊鄉鎮，以頭份-竹南間占比 35.2% 最高。
2. 臺中生活圈：目標年區間旅次集中於西屯區、北屯區、大里區與南屯區，以舊臺中市範圍為核心區主要旅次活動延伸至周邊市鎮，不同行政區間往來活動集中於原臺中市區周邊，以西屯-南屯間 4.2% 最高。
3. 彰化生活圈：目標年區間旅次集中於彰化市、員林市與鹿港鎮，其中彰化因大專院校及大型醫院等大型設施，對週邊地區具有一定的磁吸效果，不同市鄉鎮間往來活動集中於彰化市周邊鄉鎮，以和美-彰化間占比 6.0% 最高。
4. 南投生活圈：目標年區間旅次集中於南投市、埔里鎮與草屯鎮，其中南投與草屯間聯絡最為頻繁，而埔里則為休閒娛樂主要與據點，不同市鄉鎮間往來活動集中於南投市與草屯鎮周邊鄉鎮，以草屯-南投間占比 37.1% 最高。
5. 雲林生活圈：目標年區間旅次集中於斗六市、虎尾鎮與麥寮鄉，其中斗六為雲林的一級行政區旅次集中，而虎尾則是第二大人口聚集地，有高鐵站、大專院校、購物中心及大型醫院等大型設施，不同市鄉鎮間往來活動集中於斗六市與虎尾鎮周邊鄉鎮，以斗六-斗南間占比 7.1% 最高。
6. 中臺區域各生活圈基年區內占比約為在 34.9%~65.6% 間，目標年區內占比約為在 34.9%~66.8%，以南投縣最高，行政區間旅次以南投(草屯-南投)37.1%、苗栗(頭份-竹南)35.2% 最集中。

表 7 目標年生活圈內總旅次 (含步行) 占比彙整表

年期	生活圈	旅次總數	同一鄉鎮市區活動		鄉鎮市區間往來			
			旅次數 (萬人次/日)	占比	旅次數	往來最密切鄉鎮市區		
						區間	旅次數 (萬人次/日)	占比
基年110年	苗栗	87.5	41.1	46.90%	46.4	頭份-竹南	12.1	26.10%
	臺中	624.4	217.9	34.90%	406.5	西屯-南屯	14.8	3.60%
	彰化	229.5	107.1	46.70%	122.3	和美-彰化	6.9	5.70%
	南投	74.1	48.6	65.60%	25.5	草屯-南投	8.1	31.60%
	雲林	105	51.9	49.40%	53.1	斗六-斗南	3.8	7.20%
目標年 140年	苗栗	68.5	33.8	49.30%	34.7	頭份-竹南	12.2	35.20%
	臺中	520.6	181.7	34.90%	338.9	西屯-南屯	14.3	4.20%
	彰化	178.1	84.6	47.50%	93.4	和美-彰化	5.6	6.00%
	南投	54.3	36.3	66.80%	18	草屯-南投	6.7	37.10%
	雲林	84.5	43.7	51.70%	40.8	斗六-虎尾	2.9	7.20%

資料來源：本研究預測分析整理。

3.2.3 特殊旅次分布分析預測成果

1. 中臺區域界外旅次，基年私人運具共計 19.9 萬 PCU/日，以汽車為主；大眾運具共計 23.5 萬人次，其中以高鐵占比較高每日約有 11.7 萬人旅次；至 140 年私人運具下降至 14.3 萬 PCU/日，同樣以汽車為主；大眾運具上升至 26.2 萬人次，同樣以高鐵占比較高每日約有 13.2 萬人旅次。
2. 中臺區域貨車旅次，基年以小貨車為大宗約有 101.2 萬 PCU/日，大貨車約為 25.0 萬 PCU/日及聯結車 21.4 萬 PCU/日，至 140 年同樣以小貨車為大宗交通需求上升至 125.5 萬 PCU/日，且考量臺中港貨運需求發展趨勢，大貨車上升至 32.7 萬 PCU/日及聯結車上升至 27.8 萬 PCU/日。
3. 中臺區域機場旅次，基年到達機場旅次約為 3,946 人次/日，離達機場旅次約為 3,786 人次/日，總到達與離開機場旅次約為 7,732 人次/日，至 140 年到達機場旅次上升至 8325 人次/日，離達機場旅次上升至 7,972 人次/日，總到達與離開機場旅次上升至 16,297 人次/日。
4. 中臺區域港區客運旅次，基年到達港區旅次約為 452 人次/日，離達港區旅次約為 434 人次/日，總到達與離開港區旅次約為 886 人次/日，至 140 年到達港區旅次上升至 1,304 人次/日，離達港區旅次上升至 1,246 人次/日，總到達與離開港區旅次上升至 1,664 人次/日。

3.3 中臺區域運具選擇預測分析

中臺區域模式運具分配模組，在模式處理上，各生活圈運具分配模式以現況旅次運具使用特性資料與敘述性偏好運具資料，來分別建構各生活圈之運具分配模式，而跨區域間之運具選擇模式則引用本所建構之 TDM2016 運具選擇校估結果，提出合適之運具選擇模式，疫情前後影響，檢核調整運具常數項，納入新運具(如捷運)效用函數校估進行臺中生活圈更新調校。

3.3.1 疫情期間運具比例調整

利用總體驗證後運具選擇模式之模式值計算出各運具之分配比例，其中因調查期間受疫情影響公共運具運輸運量明顯偏低，如彙整臺中生活圈公共運具運量如圖 5 所示，若依近年成長趨勢包括公車與軌道系統之運量，與本計畫調查時間之公共運具運量相比，可以發現明顯差異，故為了減少疫情所造成之影響，透過彙整近年各生活圈公共運具運量統計資料，進行觀察值之運具比例調整，在運具分配模組本計畫透過常數項係數調整，使模式值與調整後觀察值接近相同，經總體運具選擇驗證後，模式值與調整後觀察值雖略有差異，但誤差控制在±5%內，如表 8 所示，顯示運具選擇模式具良好推估結果。

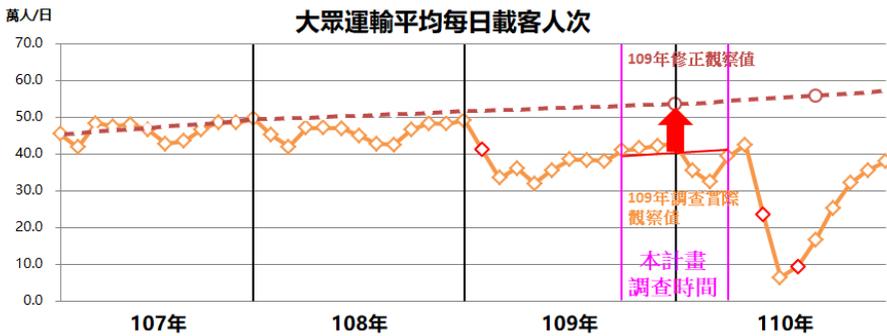


圖 5 臺中生活圈公共運具運量統計示意圖

表 8 基年生活圈運具總體運具比例檢核結果彙整表

生活圈	運具	109年實際調查觀察值	110年調整後觀察值(A)	110年模式值(B)	誤差% (B-A)/(A)
苗栗生活圈	汽車運具	39.10%	39.60%	39.14%	-1.16%
	機車運具	54.22%	55.09%	55.61%	0.94%
	公共運具	6.68%	5.31%	5.25%	-1.18%

生活圈	運具	109年實際調查觀察值	110年調整後觀察值(A)	110年模式值(B)	誤差% (B-A)/(A)
臺中生活圈	汽車運具	30.12%	29.32%	28.35%	-3.29%
	機車運具	62.35%	61.76%	62.64%	1.43%
	公共運具	7.53%	8.92%	9.00%	0.92%
彰化生活圈	汽車運具	31.70%	31.45%	31.18%	-0.87%
	機車運具	64.04%	63.80%	63.87%	0.12%
	公共運具	4.26%	4.75%	4.95%	4.15%
南投生活圈	汽車運具	31.77%	32.57%	32.90%	1.02%
	機車運具	61.83%	62.03%	61.48%	-0.89%
	公共運具	6.40%	5.40%	5.62%	4.10%
雲林生活圈	汽車運具	35.11%	32.61%	32.11%	-1.54%
	機車運具	60.88%	63.32%	63.67%	0.56%
	公共運具	4.01%	4.07%	4.22%	3.64%

註:公共運具包含公車與軌道系統。

資料來源:本計畫分析彙整。

3.3.2 未來年生活圈運具選擇模式

未來年之運具選擇模式以基年校估模式參數結果為基礎，利用運具選擇之敘述性偏好(SP)問卷資料導入新運具參數，其中運具選擇模式 RP 模式可建構出現有運具(機車、汽車、公車與軌道)之選擇模式，卻無法預測新運具(捷運系統)之選擇行為，而 SP 模式所建構出新運具之選擇模式可能與實際選擇行為有所差距，本研究嘗試將 RP 模式及 SP 模式有效整合並建構出一運具選擇模式，將可利用兩者模式之優點，大幅增加整體模式之解釋能力及預測能力。

(一) RP 與 SP 整合模式校估

針對 RP 問卷與 SP 問卷整合模式校估，方案一以重新校估數進行效用函數校估，方案二則固定 RP 模式係數進行效用函數校估，整合 RP 問卷與 SP 問卷特性，整合模式可視為二層之巢式羅吉特，說明如下：

1. 方案一(重新校估變數):在整合 RP 問卷與 SP 問卷後重新進行各係數校估，經確認變數之正負號正確後，共生變數及方案特定變數達顯著水準皆為顯著變數，且概似比指標介於 0 到 1 之間，模式具解釋能力，如表 9 所示。

2.方案二(固定共生變數)：在整合 RP 問卷與 SP 問卷後固定時間與成本係數後，再進行各係數校估，經確認變數之正負號正確後，方案特定變數達顯著水準皆為顯著變數，且概似比指標介於 0 到 1 之間，模式具解釋能力，包容值亦介於 0 到 1 之間，表所有替選方案間確實具有相關性，使用巢式羅吉特模式可處理方案間非獨立性問題，於臺中生活圈增加捷運運具後其係數校估結果，其中方案二整合模式應用，在共同運具包括汽車、機車、公車、臺鐵運具係數係使用 RP 校估結果值，僅捷運使用方案二校估結果值，故彙整方案二使用係數值，如表 10 所示。

表 9 臺中生活圈 RP 與 SP 整合模式方案一校估結果彙整表

變數設定(以汽車為基準)		HBW 旅次目的		HBO 旅次目的		HBE 旅次目的		NHB 旅次目的	
		RP 模式	RP+SP 模式						
方案特定常數	機車 RP	-1.68	-2.19	-1.60	-1.67	-1.84	-2.07	-1.00	0.19
	公車 RP	-2.95	-0.97	-1.93	0.89	1.71	-0.01	-3.21	0.12
	臺鐵 RP	-1.42	-3.22	-1.72	-0.72	2.39	1.99	-2.26	-2.12
	機車 SP	-	4.06	-	2.31	-	3.76	-	2.16
	公車 SP	-	-5.06	-	-10.23	-	-11.43	-	-9.18
	臺鐵 SP	-	-3.55	-	-5.98	-	-8.88	-	-6.33
	捷運 SP	-	2.32	-	3.75	-	4.67	-	1.09
共生變數	時間(分鐘)	-0.13	-0.15	-0.19	-0.20	-0.18	-0.24	-0.11	-0.07
	成本(元)	-0.06	-0.06	-0.10	-0.07	-0.11	-0.12	-0.06	-0.03
方案特定變數	汽車持有_指定汽車	1.23	0.76	1.68	1.13	1.49	0.29	-	-
	機車持有_指定機車	0.82	1.05	0.65	0.82	0.66	1.77	-	-
包容值		-	0.68	-	0.85	-	0.87	-	0.76
等佔有率概似函數值 LL(0)		-	-	-	-	-	-	-	-
		6,559.9	36,084.6	3,754.1	33,278.7	1,522.2	29,526.0	1,450.1	30,974.7
市場佔有率概似函數值 LL(C)		-	-	-	-	-	-	-	-
		3,584.5	27,620.4	1,738.9	24,627.1	-830.6	23,711.4	-723.6	24,165.6
參數估計概似函數值 LL(B)		-	-	-	-	-	-	-	-
		2,022.8	21,950.3	-829.7	18,331.5	-389.2	12,651.9	-508.9	14,098.7
等佔有率概似比指標 ρ^2		0.69	0.39	0.78	0.45	0.74	0.57	0.65	0.54

變數設定(以汽車為基準)	HBW 旅次目的		HBO 旅次目的		HBE 旅次目的		NHB 旅次目的	
	RP 模式	RP+SP 模式						
市佔率概似比指標 ρ_c^2	0.44	0.21	0.52	0.26	0.53	0.47	0.30	0.42
時間價值(元/分鐘)	2.02	2.39	1.92	2.77	1.54	2.01	1.85	2.26
時間價值(元/時)	121.30	143.17	115.04	166.43	92.63	120.90	110.78	135.86

資料來源:本計畫分析彙整。

表 10 臺中生活圈 RP 與 SP 整合模式方案二校估結果彙整表

變數設定(以汽車為基準)	HBW 旅次目的		HBO 旅次目的		HBE 旅次目的		NHB 旅次目的		
	RP 模式	RP+SP 模式	RP 模式	RP+SP 模式	RP 模式	RP+SP 模式	RP 模式	RP+SP 模式	
方案特定常數	臺鐵 RP	-1.68	同 RP	-1.60	同 RP	-1.84	同 RP	-1.00	同 RP
	機車 SP	-2.95	同 RP	-1.93	同 RP	1.71	同 RP	-3.21	同 RP
	公車 SP	-1.42	同 RP	-1.72	同 RP	2.39	同 RP	-2.26	同 RP
	臺鐵 SP	-	2.34	-	2.31	-	3.76	-	2.16
	捷運 SP	-	-6.78	-	-10.23	-	-11.43	-	-9.18
	臺鐵 RP	-	-4.94	-	-5.98	-	-8.88	-	-6.33
	機車 SP	-	1.13	-	0.96	-	1.05	-	0.44
共生變數	時間(分鐘)	-0.13	同 RP	-0.19	同 RP	-0.18	同 RP	-0.11	同 RP
	成本(元)	-0.06	同 RP	-0.10	同 RP	-0.11	同 RP	-0.06	同 RP
方案特定變數	汽車持有_指定汽車	1.23	-	1.68	-	1.49	-	-	-
	機車持有_指定機車	0.82	-	0.65	-	0.66	-	-	-
包容值	-	0.60	-	0.80	-	0.95	-	0.67	
等佔有率概似函數值 LL(0)	-	-	-	-	-	-	-	-	
市場佔有率概似函數值 LL(C)	6,559.9	15,319.9	3,754.1	12,755.9	1,522.2	10,282.1	1,450.1	19,425.0	
參數估計概似函數值 LL(B)	-	-	-	-	-	-	-	-	
等佔有率概似比	3,584.5	12,110.6	1,738.9	-9,526.3	-830.6	-8,838.6	-723.6	17,407.3	
	-	-9,444.4	-829.7	-7,265.8	-389.2	-6,726.8	-508.9	-	
	2,022.8							13,262.1	
	0.69	0.38	0.78	0.43	0.74	0.35	0.65	0.32	

變數設定(以汽車為基準)	HBW 旅次目的		HBO 旅次目的		HBE 旅次目的		NHB 旅次目的	
	RP 模式	RP+SP 模式						
指標 ρ^2								
市佔率概似比指標 ρ_c^2	0.44	0.22	0.52	0.24	0.53	0.24	0.30	0.24
時間價值(元/分鐘)	2.02	同 RP	1.92	同 RP	1.54	同 RP	1.85	同 RP
時間價值(元/時)	121.30	同 RP	115.04	同 RP	92.63	同 RP	110.78	同 RP

資料來源:本計畫分析彙整。

(二) RP 與 SP 整合模式校估結果

依據 RP 與 SP 整合模式不同方案進行基年運具比例檢核，運具比例彙整如圖 6 所示，方案一之大眾運輸選擇比例較方案二高，在方案一中重新校估變數時主要使用運具為大眾運具，而在方案二中固定 RP 係數後其主要使用運具轉移至機車，較符合現況運具使用情形。由運具選擇比例可知，RP 問卷以大量旅次特性問卷調查資料校估，其校估結果符合現況運具使用情況；SP 問卷則加入新運具調查資料進行校估，用以預測未來運具可能使用之情況；RP+SP 問卷整合後以方案一進行校估，校估結果與現況運具使用情況有差異；RP+SP 問卷整合後以方案二進行校估，校估結果不僅整合 RP 問卷與 SP 問卷特性，亦較符合現況運具使用情況。基此本研究建議，未來年以方案二-固定 RP 模式係數方式進行分析。

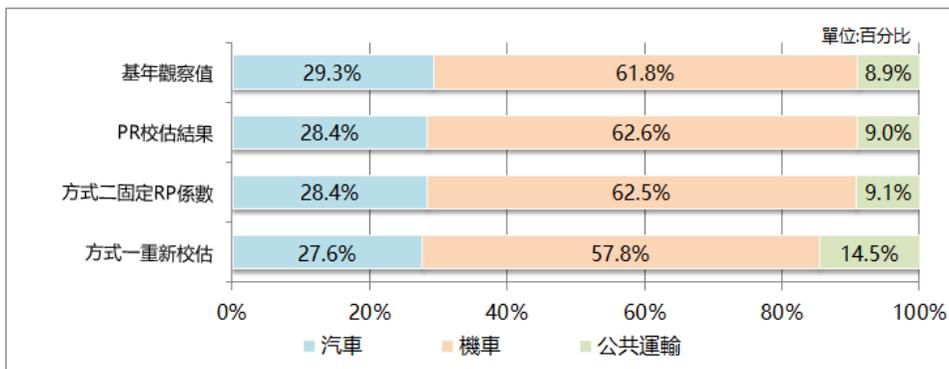


圖 6 RP 與 SP 整合模式運具比例示意圖

3.2.3 運具選擇預測成果

分別就跨生活圈及生活圈內之運具選擇預測說明如后。

(一)跨生活圈運具選擇預測

目標年中臺區域跨生活圈運具選擇成果如表 11 所示，中臺地區跨生活圈旅次以汽車使用比例最高，達 75.4%，其次分別為公車(10.3%)、機車(8.1%)與軌道系統(5.5%)；其中由於高鐵主要服務中長途旅次，在中臺區域內的跨生活圈旅次占比較低，約占 0.7%，長途(100~200km) 高鐵之旅次占比較明顯，主要係服務商務旅次。若只考慮旅次目的 20-100KM 與 100-200KM 的商務與非商務旅次，皆以汽車為主，其中商務旅次汽車占比皆大於 80%。

表 11 目標年 140 年跨生活圈總體運具比例結果表

距離		汽車	機車	公車	軌道	高鐵	合計
短程(20公里以下)		28.3%	29.8%	24.8%	17.1%	0.0%	100.0%
中程(20-100公里)	商務	91.5%	4.2%	3.5%	0.6%	0.2%	100.0%
	非商務	74.4%	7.4%	11.3%	6.1%	0.8%	100.0%
長程(100-200公里)	商務	93.0%	0.0%	0.0%	0.0%	7.0%	100.0%
	非商務	99.1%	0.0%	0.0%	0.3%	0.6%	100.0%
合計		75.4%	8.1%	10.3%	5.5%	0.7%	100.0%

(二)生活圈內運具選擇預測

目標年總體中臺區各生活圈運具選擇成果如表 12 所示，各生活圈旅次以使用私人運具為主，以機車占比最高，使用比例約占 56.7%，其次為汽車的 29.8%，大眾運輸占比約為 13.5%；各生活圈中臺中生活圈因有捷運軌道系統，大眾運輸運具比例略高於其他生活圈，約占 19.4%。各目的旅次同樣以私人運具為主，主要使用運具仍以機車占比最高，達 50% 以上，尤其 HBW 旅次，各生活圈內旅次私人運具占比超過 80%。

表 12 目標年 140 年各生活圈內運具比例比較彙整表

生活圈	運具	HBW	HBO	HBE	NHB	合計
苗栗 生活圈	汽車	52.2%	36.1%	23.2%	33.9%	40.2%
	機車	42.2%	60.5%	57.1%	60.5%	53.9%
	大眾	5.7%	3.5%	19.7%	5.6%	5.9%
臺中 生活圈	汽車	32.4%	25.2%	14.1%	26.0%	26.8%
	機車	51.9%	57.7%	40.9%	57.0%	53.8%
	大眾	15.7%	17.2%	45.1%	17.1%	19.4%
彰化	汽車	32.8%	34.0%	22.4%	33.7%	32.6%

生活圈	運具	HBW	HBO	HBE	NHB	合計
生活圈	機車	63.0%	62.7%	53.2%	62.0%	62.0%
	大眾	4.2%	3.3%	24.4%	4.3%	5.5%
南投 生活圈	汽車	32.0%	34.4%	31.2%	36.2%	33.4%
	機車	63.4%	61.0%	52.8%	52.8%	60.5%
	大眾	4.7%	4.7%	16.0%	11.0%	6.1%
雲林 生活圈	汽車	34.7%	31.4%	23.8%	32.6%	32.2%
	機車	61.5%	63.8%	64.0%	64.9%	63.2%
	大眾	3.8%	4.8%	12.2%	2.5%	4.6%
合計	汽車	34.1%	29.0%	17.7%	29.4%	29.8%
	機車	55.0%	59.7%	46.4%	58.8%	56.7%
	大眾	11.0%	11.3%	36.0%	11.8%	13.5%

3.4 中臺區域路網指派分析

中臺區域模式路網指派模組，輸入資料包括道路及公共運輸路網的完整資訊及交通分區間的旅次起迄分布矩陣。現況(民國 110 年)公路路網建立，以中臺灣主要公路為主，內容包括中臺灣鄉道道路等級以上公路與部分重要連接道路(市區、郊區、堤外道路)，大眾路網則針對中臺灣公車客運、臺鐵、高鐵、捷運各營運路線。而目標年 120 年、130 年、140 年的基礎情境路網設定原則上，首先蒐集前瞻基礎建設計畫、國土建設計畫及各縣市單位關注之未來年重要交通建設計畫，依公路建設計畫與軌道建設計畫兩類進行整理，並依據計畫進度如可行性研究、環境影響評估是否通過、計畫是否提報中等階段，將建設計畫列入不同年期的路網。交通量指派前先進行各運具旅次之車次轉換，同時輸入公車先行指派交通量與貨運需求旅次，以旅行時間、旅行成本為指派原則進行路徑選擇，採用各運具最短旅行時間為路徑選擇標準。指派後路網依據道路交通量調整行駛速率，作為各交通分區之各運具最小成本路徑計算依據，求得各起迄旅次之旅行時間及成本，接著再次進行旅次分布與運具分配工作，直到交通量指派結果符合規劃需求為止。

(一)基年路網指派結果檢核

為確立本計畫研究範圍之路網進行交通量分派結果之正確性，首先基年道路路網交通量分派結果與本計畫實際進行之周界線與屏柵線交通量調查資料進行比較分析，以了解本計畫「中臺運輸需求模式」路網分派模組之解釋能力，比較分析結果，其中因本計畫交通調查調查與

蒐集資料期間為民國 109 年，因上述模組資料已調整修正排除疫情影響情況，故觀察值之交通量資料也透過蒐集非疫情期間之交通量資料進行調整，周界線與屏柵線之模式量與調查值比較，公路路網交通量指派、公車人旅次、軌道人旅次分派，其總誤差已控制在 $\pm 10\%$ 以內，各點模式值預測結果總誤差已控制在 $\pm 20\%$ 以內，顯示模式預測具一定合理性。

(二)目標年公路路網指派結果

目標年公路路網指派預測結果彙整，其因相關道路建設計畫通車使周界通過量略有增減，彙整目標年交通量預測結果如表 13 所示，周界線、屏柵線交通量大多呈現下降趨勢，目標年與基年相比約為 0.96 倍，周界線最大單向通過量為臺中至彰化，基年約有 27.3 萬 PCU/日，目標年則小幅下降為 26.6 萬 PCU/日，而苗栗、臺中、彰化、南投、雲林跨生活圈間往來更為密切。

表 13 目標年公路路網交通量指派結果比較表

類別	編號	方向	110年 (PCU/日)	140年 (PCU/日)	140年/110年 倍數	平均成長率 (%)
周界線	CD1北周界	東/北	123,096	107,589	0.87	-0.45%
		西/南	122,069	110,227	0.90	-0.34%
	CL2南周界	東/北	99,538	101,258	1.02	0.06%
		西/南	97,339	100,407	1.03	0.10%
	CL3東側周界	東/北	3,529	3,588	1.02	0.06%
		西/南	3,548	3,605	1.02	0.05%
	CL4苗栗臺中	東/北	134,461	144,748	1.08	0.25%
		西/南	137,079	148,415	1.08	0.27%
	CL5臺中彰化	東/北	272,569	266,218	0.98	-0.08%
		西/南	266,101	261,500	0.98	-0.06%
	CL6彰化雲林	東/北	86,793	89,557	1.03	0.10%
		西/南	84,226	87,198	1.04	0.12%
	CL7臺中南投	東/北	40,506	38,563	0.95	-0.16%
		西/南	42,392	41,392	0.98	-0.08%
	CL8彰化南投	東/北	39,366	37,307	0.95	-0.18%
		西/南	40,694	38,507	0.95	-0.18%
	CL9雲林南投	東/北	31,356	34,059	1.09	0.28%

類別	編號	方向	110年 (PCU/日)	140年 (PCU/日)	140年/110年 倍數	平均成長率 (%)
		西/南	29,949	31,782	1.06	0.20%
屏 柵 線	苗栗內	東/北	445,672	434,604	0.98	-0.08%
		西/南	443,464	439,302	0.99	-0.03%
	臺中內	東/北	1,068,679	986,415	0.92	-0.27%
		西/南	1,066,188	996,184	0.93	-0.23%
	彰化內	東/北	330,959	308,454	0.93	-0.23%
		西/南	329,663	314,189	0.95	-0.16%
	南投內	東/北	194,131	182,475	0.94	-0.21%
		西/南	200,161	189,259	0.95	-0.19%
	雲林內	東/北	262,049	257,962	0.98	-0.05%
		西/南	264,683	261,667	0.99	-0.04%
	合計	東/北	3,132,704	2,992,797	0.96	-0.15%
		西/南	3,127,556	3,023,634	0.97	-0.11%

資料來源:本計畫預測分析。

(三)目標年大眾運輸路網公車客運指派結果

目標年大眾運輸路網公車客運指派結果，因臺中捷運與各生活圈轉運中心計畫，未來公路客運旅次量呈現增加趨勢，公路客運通過量周界線、屏柵線之旅次數，目標年與基年相比約為 1.25 倍，如表 14 所示。

表 14 目標年大眾運輸路網公車客運指派結果比較表

類別	編號	方向	110年 (人次/日)	140年 (人次/日)	140年/110年 倍數	平均成長率 (%)
周 界 線	CD1北周界	東/北	28,116	34,830	1.24	0.72%
		西/南	29,104	34,967	1.20	0.61%
	CL2南周界	東/北	13,762	17,077	1.24	0.72%
		西/南	14,264	17,107	1.20	0.61%
	CL3東側周界	東/北	900	841	0.93	-0.23%
		西/南	1,002	955	0.95	-0.16%
	CL4苗栗臺中	東/北	22,141	31,411	1.42	1.17%
		西/南	22,390	31,033	1.39	1.09%

類別	編號	方向	110年 (人次/日)	140年 (人次/日)	140年/110年 倍數	平均成長率 (%)	
	CL5臺中彰化	東/北	54,100	95,233	1.76	1.90%	
		西/南	55,959	99,407	1.78	1.93%	
	CL6彰化雲林	東/北	9,819	14,077	1.43	1.21%	
		西/南	10,284	14,171	1.38	1.07%	
	CL7臺中南投	東/北	8,543	8,179	0.96	-0.15%	
		西/南	7,373	8,541	1.16	0.49%	
	CL8彰化南投	東/北	7,963	9,195	1.15	0.48%	
		西/南	8,804	8,646	0.98	-0.06%	
	CL9雲林南投	東/北	4,355	4,543	1.04	0.14%	
		西/南	4,570	4,956	1.08	0.27%	
	屏 柵 線	苗栗內	東/北	68,991	75,250	1.09	0.29%
			西/南	69,501	74,251	1.07	0.22%
臺中內		東/北	228,720	276,534	1.21	0.63%	
		西/南	212,079	266,963	1.26	0.77%	
彰化內		東/北	38,710	44,053	1.14	0.43%	
		西/南	38,058	48,047	1.26	0.78%	
南投內		東/北	27,342	29,740	1.09	0.28%	
		西/南	28,406	30,837	1.09	0.27%	
雲林內		東/北	23,034	24,965	1.08	0.27%	
		西/南	21,309	24,076	1.13	0.41%	
合計		東/北	536,496	665,928	1.24	0.72%	
		西/南	523,103	663,957	1.27	0.80%	

資料來源:本計畫預測分析。

(四)目標年軌道路網指派結果

目標年軌道路網指派結果，因臺中捷運路網計畫，目標年增加 5 條捷運路線服務，未來軌道旅次量呈現增加趨勢，目標年與基年相比約為 1.37 倍，其中臺中生活圈內軌道旅次成長約為 3.37 倍，臺中彰化周界線軌道軌道旅次成長約為 1.14 倍，目標年受捷運影響，臺鐵通過量呈現下降趨勢，目標年與基年相比約為 0.93 倍，高鐵通過量呈現上升趨勢，目標年與基年相比約為 1.09 倍如表 15 所示。

表 15 目標年軌道路網指派結果比較表

類別	編號	方向	110年 (人次/日)	140年 (人次/日)	140年/110年 倍數	平均成長率 (%)	
周界線	CD1北周界	東/北	79,994	85,276	1.07	0.21%	
		西/南	81,019	86,348	1.07	0.21%	
	CL2南周界	東/北	56,874	57,918	1.02	0.06%	
		西/南	55,894	58,693	1.05	0.16%	
	CL4苗栗臺中	東/北	76,789	77,940	1.01	0.05%	
		西/南	77,096	78,645	1.02	0.07%	
	CL5臺中彰化	東/北	77,785	85,784	1.10	0.33%	
		西/南	73,931	86,662	1.17	0.53%	
	CL6彰化雲林	東/北	53,894	56,316	1.04	0.15%	
		西/南	54,026	56,637	1.05	0.16%	
	屏柵線	苗栗內	東/北	47,193	45,490	0.96	-0.12%
			西/南	48,755	44,656	0.92	-0.29%
臺中內		東/北	69,384	240,266	3.46	4.23%	
		西/南	76,744	251,987	3.28	4.04%	
彰化內		東/北	24,897	24,965	1.00	0.01%	
		西/南	27,180	22,867	0.84	-0.57%	
南投內		東/北	335	326	0.97	-0.09%	
		西/南	586	640	1.09	0.29%	
雲林內		東/北	16,950	15,321	0.90	-0.34%	
		西/南	17,635	15,855	0.90	-0.35%	
合計		東/北	504,095	689,601	1.37	1.05%	
		西/南	512,866	702,990	1.37	1.06%	

資料來源:本計畫預測分析。

3.5 中臺區域各生活圈供需分析

彙整中臺區域運輸需求模式預測成果，以目標年 140 年各生活圈屏柵周界線之運輸供給及需求為基準，檢視公路、臺鐵、高鐵、捷運等運輸系統之需求供給比變化，以歸納、分析中臺區域運輸系統的課題。

(一)苗栗生活圈

苗栗生活圈以南北向交通量為主，聯外及生活圈內道路服務水準良好，瓶頸路段集中於核心間與產業園區聯外幹道(如竹南頭份周邊之國道1號、台1線、台13線)，如圖7所示，聯外公共運輸以公路客運為主，行駛距離、班距長，造成公共運輸使用率低，難以滿足城際通勤與觀光旅次需求，可透過提升服務效率改善。

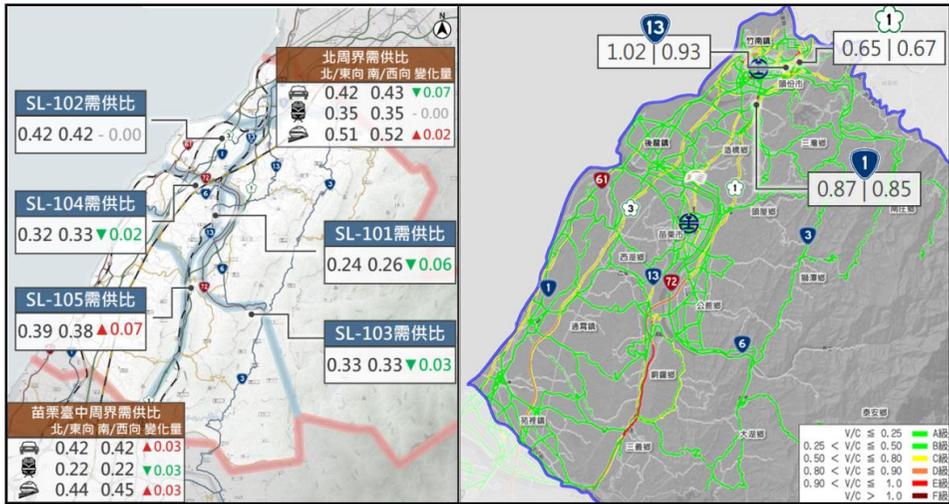


圖 7 苗栗生活圈目標年供需分析

(二)臺中生活圈

臺中生活圈内往返市區、港區、機場、產業園區之幹道以及台中彰化間跨河橋梁服務水準差，瓶頸集中於聯外幹道之台1線、台3線、台13線、台10線等，如圖8所示，市區公車、公路客運、臺鐵、高鐵轉乘接駁服務有提升空間，公共運輸使用率偏低，隨捷運路網成形，捷運系統服務範圍擴增，130-140年捷運供需比達高峰，可望移轉私人運具使用狀況。

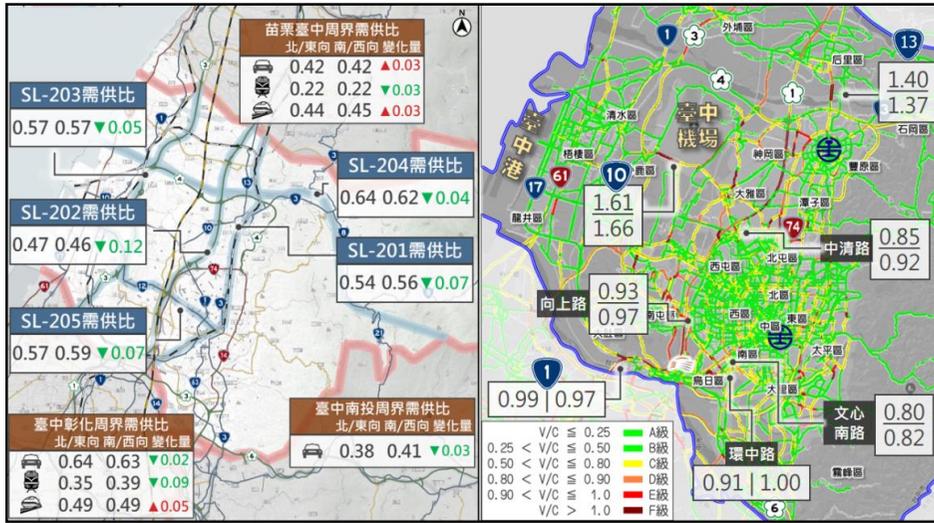


圖 8 臺中生活圈目標年供需分析

(三)彰化生活圈

彰化生活圈因南北向通勤旅次需求大，臺中彰化間運輸供給不足、跨河橋梁服務水準差，瓶頸集中於核心間聯外幹道(如彰化市台 19 線、員林鎮台 1 線、縣道 141 線)，如圖 9 所示，市區公車、公路客運、臺鐵、高鐵轉乘接駁服務有提升空間，公共運輸使用率低，難以滿足城際通勤與觀光旅次需求，可透過提升服務效率改善。

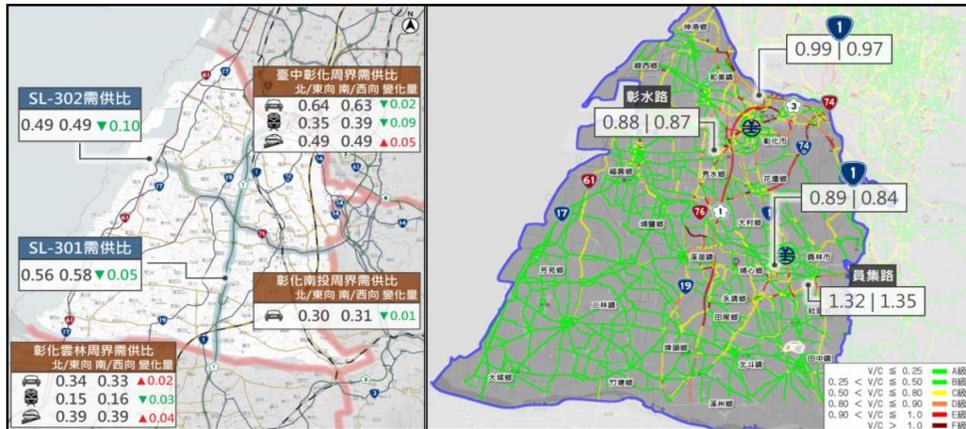


圖 9 彰化生活圈目標年供需分析

(四)南投生活圈

南投生活圈聯外及生活圈內服務水準良好，跨生活圈多依賴私人運具，瓶頸路段集中於南投草屯周邊之國道 3 號、台 3 甲線，草屯鎮

周邊之台 21 線等，如圖 10 所示，聯外公共運輸以公路客運為主，行駛距離、班距長，造成公共運輸使用率低，難以滿足城際通勤與觀光旅次需求，可透過提升服務效率改善。

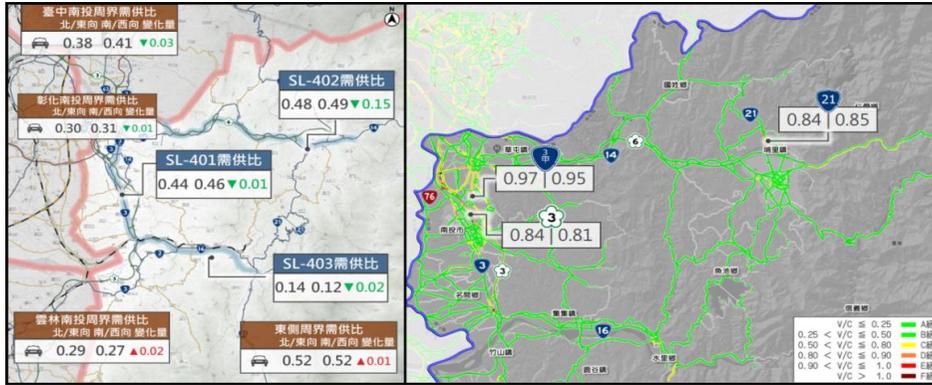


圖 10 南投生活圈目標年供需分析

(五)雲林生活圈

以南北向交通量為主，聯外及生活圈內服務水準良好，瓶頸路段集中於核心間與產業園區聯外幹道(如斗六 154 乙線、斗南 158 線、台 78 線等)，如圖 11 所示，聯外公共運輸以公路客運為主，行駛距離、班距長，造成公共運輸使用率低，難以滿足城際通勤與觀光旅次需求，可透過提升服務效率改善。

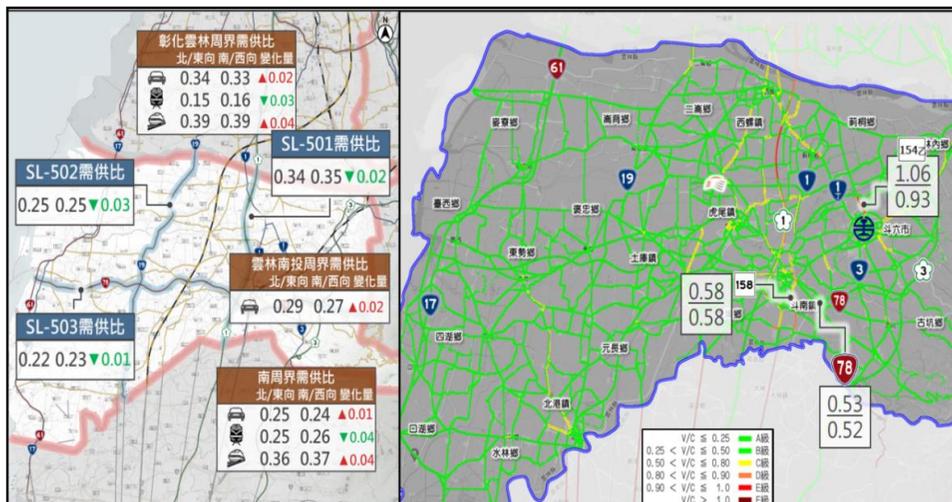


圖 11 雲林生活圈目標年供需分析

四、中臺區域陸路運輸發展策略與重大議題分析

4.1 中臺區域陸路運輸發展目標

本研究訂定中部區域陸路運輸發展目標為「建構兼具不擁擠、連結性、韌性、無縫運輸、包容式運輸、聰明運輸以及綠色運輸之運輸服務環境」。有關七大核心價值所代表的意義說明如下

- 1.不擁擠(congestion-free):掌握現況與未來鐵公路網之瓶頸點位與瓶頸路段,以管理與工程手段改善瓶頸,提升中臺區域各地區間整體運輸服務效率。
- 2.連結性(connectivity):掌握現況鐵公路網斷鍊,明確鐵公路網的層級,投入資源完善路網架構,提升中臺區域整體路網之服務效能。
- 3.韌性(resilience):建構能適應氣候變遷環境的運輸系統,強化交通關鍵基礎設施,掌握中部區域有那些地區鐵公路路網最脆弱,強化系統安全服務與運作。
- 4.無縫運輸(seamless transportation):代表跨系統間的運輸整合服務,掌握公共運輸之需求特性與公共運輸縫隙,優化公共運輸路網之班次、路線以及服務品質
- 5.包容式運輸(inclusive):提供基本民行之運輸服務,滿足偏鄉及弱勢族群之運輸需求,提供因地制宜的需求反應式公車服務,建立可永續經營的服務模式。
- 6.聰明運輸(Smart):發展智慧運輸系統,透過智慧運輸管理、智慧交通控制等管理手段引導車流,提升中臺區域運輸系統的運轉效率
- 7.綠色運輸(Green):以環境永續發展為基礎,使用低碳(low carbon)、低污染或零污染能源的運輸系統,以提供中臺區域長期且穩定之運輸服務為目標。

4.2 中臺區域陸路運輸發展策略

以「2021 中臺區域運輸需求模式」分析成果,檢視中部區域未來年旅次特性變化趨勢、陸路運輸發展目標與陸路運輸發展課題,分別提出海空聯外運輸、城際運輸、重要產業園區聯外運輸、高齡化社會運輸環境、因應2050淨零碳排以及觀光景點聯外運輸等6大陸路運輸發展策略,以作為後續行動方案研擬之依據。

(一)國際海空港聯外運輸發展策略

呼應「不擁擠」、「連結性」等陸路運輸發展目標，強化國際海空港客貨運之聯外運能，提升海空產業競爭力。

1. 持續強化港埠與幹道之連結性，提升客貨運輸效能，短期以消除既有公路瓶頸，引導客貨分流，長期提供便捷聯外高快速路網，分散南北向貨運需求。
2. 強化機場周遭地區之連結性，提升旅客接駁便利性，未來配合機場門戶計畫及國道銜接臺中機場匝道建設，臺中機場聯外交通壅塞問題將有所改善。

(二) 城際運輸系統發展策略

呼應「不擁擠」、「連結性」、「無縫運輸」等陸路運輸發展目標，強化城際運輸路網架構，提升各系統之分工定位與轉乘接駁。

1. 公路系統：強化智慧交控管理，提升運輸廊帶疏導效率，強化城際幹道南北向車流分流，提升通勤旅次行車效率，重要橋梁開闢，縮短城際旅次旅行時間。
2. 公共運輸系統：以軌道為主幹之無縫運輸，整合不同運輸系統以擴展服務範圍。

(三) 重要產業園區聯外運輸發展策略

呼應「不擁擠」、「連結性」、「無縫運輸」、「聰明運輸」等陸路運輸發展目標，優化產業園區(含工業區、科學園區、加工出口區)聯外路網之效率，提升產業廊帶群聚效益。

1. 強化聯外路網之交通管理，紓緩平日通勤塞車問題。
2. 強化產業廊帶與幹道之可及性，提升客貨運輸效率。
3. 強化交通接駁服務與私人運具管理，提升公共運輸搭乘率。
4. 推動創新服務實驗計畫，帶動新興科技與產業發展。

(四) 高齡化社會運輸環境發展策略

呼應「無縫運輸」、「包容式運輸」等陸路運輸發展目標，滿足高齡者旅運需求，提升高齡者道路使用安全性。

1. 提供多元的公共運輸服務，使高齡者可以自行出門活動。
2. 依高齡社會面臨的道安問題執行 3E 道安改善策略。
3. 建立連續暢行的友善行走環境。
4. 強化高齡者之道安學習。

(五) 因應 2050 淨零碳排運輸發展策略

呼應「韌性」、「聰明運輸」、「綠色運輸」等陸路運輸發展目標，提升全民對氣候變遷及淨零轉型之認知與共識，改變生活型態、落實低碳生活。

1. 運具電動化策略，包括提高電動車市占率、完善電動車使用環境、推動電動車製造在地化。
2. 人本綠運輸：建構完善公共運輸、步行、自行車等綠運輸環境
3. 私人汽機車管理，管理私人運具使用，如反映合理私人運具使用成本。

(六)重要觀光景點聯外運輸發展策略

呼應「不擁擠」、「韌性」、「無縫運輸」、「綠色運輸」等陸路運輸發展目標，串聯觀光景點與推動人車分流策略，提升觀光廊帶發展效益。

1. 消除聯外路網瓶頸，促進觀光產業發展。
2. 運用運輸需求管理策略，分散觀光旅次之人車流。
3. 推動公車客運服務優先，強化公共運輸競爭力。

4.3 中臺區域重大交通建設議題分析

依中臺區域陸路運輸發展目標與運輸發展策略，針對需求模式可納入分析之對策中，篩選 2 項議題作為分析對象，藉以觀察模式反映能力以及不同策略對於整體運輸市場的影響，作為未來具體策略推動與分析之參考依據。

4.3.1 中臺區域轉運站(水湳轉運中心)計畫影響分析

在臺中市四大轉運中心的規劃下，水湳轉運中心除提供西部長途國道客運中轉服務外，也是臺中市起訖之國道客運主要樞紐，故除水湳(中清路)之國道客運全數納入水湳轉運中心外，另目前分散於朝馬(臺灣大道)與臺中車站的國道客運初步設定移轉 50% 路線班次進入水湳轉運中心共同營運。

1. 情境設定。

考量轉運中心與水湳經貿園區開發所引發之交通衝擊，未來擬增設國道客運專用道直接連結水湳轉運中心與國道 1 號大雅交流道，由水湳轉運中心以高架橋銜接大雅交流道，降低國道客運車輛進出對於周邊道路之交通衝擊。中臺區域轉運中心影響分析之情境設定包括情境一無大客車專用道銜接國道 1 號、情境二有大客車專用道銜接國道

1 號。

2.分析成果。

以目標年 140 年進行分析，就目標年有無設置水滴轉運中心大客車專用道進行分析，參照交通部運輸研究所「2022 年臺灣公路容量手冊」進行路段及路口服務水準評估。整體而言，國道 1 號增設台 74 系統交流道計畫可有效改善大雅交流道附近交通環境，吸納轉運中心衍生之轉運與商業車次，亦將移轉大部分路線班次進入水滴轉運中心共同營運，基此，未來尖峰時段進出水滴轉運中心之國道客運約在 158-196 班次(雙向)，推估尖峰時段進出水滴轉運中心之大客車約為 119-147 輛(單向，開發前後周邊道路服務水準如圖 12 所示。情境一無大客車專用道銜接國道 1 號，中清路等聯外道路交通服務水準將惡化為 E 級；情境二有大客車專用道銜接國道 1 號，大客車專用道則可減輕大客車進出的衝擊，故周邊交通服務水準可維持在 D 級以上，大客車專用道可減輕大客車進出的衝擊，故開發後周邊交通服務水準尚可維持在接受範圍內。



圖 12 水滴轉運中心目標年交通影響分析

4.3.2 橫向國道收費對道路交通影響分析

自民國 93 年初以來，國 1、國 3、國 3 甲、國 5 由原有計次收費的收費站改為以里程收費的計程電子收費服務，而現有費率除了有長途折扣外，亦包含每日 20 公里的免費優惠里程，同時橫向國道（國道 4 號、國道 6 號）並未收費。

1. 情境設定

考量國道 4 號則聯絡豐原及臺中港周邊區域，國道 6 號聯絡臺中及埔里地區，橫向國道不收費則無法將國道的興建、養護成本透過通行費反映於通過的車輛上。為分析國道通行費收費策略改變對於中臺區域道路的影響，本研究以現況費率為基礎，探討將橫向國道納入收費系統對橫向國道、替代道路之道路交通影響。

2. 分析成果

維持現有費率增收國道 4 號、國道 6 號的通行費之情境下顯示，兩條橫向國道之通過交通量皆有 3~5% 的減少，其中國道 6 號的減少比例略大，如圖 13 所示。主要原因為國道 6 號替代道路接近主線，使用替代道路增加的時間成本較少，而國 4 替代道路(甲后路、中清路)距離主線較遠，因此轉移所增加的時間成本較多，使國 4 變化量較小。替代道路方面，與國道 4 號平行的甲后路、中清路通過交通量皆略為增加，以甲后路增加 4% 較多。與國道 6 號平行的台 14 線則有雙向約 500 PCU/日的增幅。

● 國道4號

註：以110年情境比較

道路名稱	調查點編號	路段名稱	方向	現有費率 PCU/日(A)	橫向收費 PCU/日(B)	變化率% (B-A)/(A)
國道4號	SL-201-03	臺中系統東	東/北	22,241	21,545	-3.13%
			西/南	20,585	19,963	-3.02%
	SL-202-02	臺中系統	東/北	25,425	24,589	-3.29%
			西/南	24,325	23,532	-3.26%
市道 132線	SL-202-01	甲后路	東/北	14,096	14,681	4.15%
			西/南	11,801	12,308	4.30%
台10線	SL-203-03	中清路	東/北	28,668	28,780	0.39%
			西/南	29,441	29,485	0.15%



● 國道6號

註：以110年情境比較

道路名稱	調查點編號	路段名稱	方向	現有費率 PCU/日(A)	橫向收費 PCU/日(B)	變化率% (B-A)/(A)
國道6號	SL-401-01	國姓-北山	東/北	18,433	17,808	-3.39%
			西/南	20,540	19,848	-3.37%
	CL-7-03	東草屯交流道	東/北	17,969	17,196	-4.30%
			西/南	16,395	15,623	-4.71%
台14線	SL-402-01	炎峰橋	東/北	3,264	3,605	10.46%
			西/南	3,399	3,817	12.31%
	SL-402-04	桃南路	東/北	9,459	9,713	2.69%
			西/南	9,316	9,527	2.27%



圖 13 橫向國道收費交通影響分析

五、結語

本研究為中臺區域整體運輸規劃系列研究成果，成果包括完成目標年中臺區域運輸需求模式建構，中臺區域供需預測分析，並研擬中臺區域整體運輸發展策略，本研究成果可供地方政府相關單位做為施政之參考。

參考文獻

- 交通部運輸研究所 (2017)，第 5 期整體運輸規劃研究系列—供需預測分析。
- 交通部運輸研究所 (2018)，北臺區域整體運輸規劃旅次特性調查與供需分析。
- 交通部運輸研究所 (2020)，北臺區域陸路運輸服務均衡發展策略研究。
- 交通部運輸研究所 (2020)，南臺區域整體運輸規劃系列研究 (1/2)—旅次特性調查分析。
- 交通部運輸研究所 (2021)，南臺區域整體運輸規劃系列研究 (2/2)-供需預測及發展策略分析。
- 交通部運輸研究所 (2021)，高齡者旅運需求分析方法與運輸策略方向之研究 (期末報告)。
- 交通部運輸研究所 (2021)，中臺區域整體運輸規劃系列研究 (1/3)—旅次特性調查及初步分析與(2/3)—旅次特性分析及補充調查 (期末報告)。
- 交通部運輸研究所 (2021)，商港整體發展規劃 (111~115 年)。
- 交通部民用航空局 (2022)，臺中國際機場 2040 年整體規劃。
- 國家發展委員會 (2020)，中華民國人口推估 (2020 至 2070 年)。
- 國家發展委員會、行政院環境保護署、經濟部、科技部、交通部、內政部、行政院農業委員會、金融監督管理委員會 (2022)，臺灣 2050 淨零排放路徑及策略總說明。
- 臺中市政府 (2016)，臺中都會區住戶訪問卷調查與運輸需求預測模式建立。
- 臺中市政府 (2019)，臺中地區大眾捷運系統整體路網評估報告書。
- 彰化縣政府 (2017)，彰化縣大眾捷運系統整體路網評估計畫。

展望新興科技導入學校交通安全教育之作法

Prospect for Introducing Emerging Technologies to School Traffic Education

林月琴 Yueh-chin Lin¹

張淑萍 Shu-Ping Chang²

詹景喻 Ching-Yu Chan³

摘要

道路交通事故傷害，長期名列我國兒童死因前茅。過去研究文獻與政策推動經驗顯示，落實交通安全教育有助於降低兒童交通事故傷害風險，並提升整體交通環境安全。為強化我國師生交通安全教育的教學與學習動機，本文以文獻回顧簡介國外新興科技導入交通安全教育之經驗與作法，並透過訪談調查國內教育實務現場之資訊科技應用需求與困境，以便為後續教育科技導入學校交通安全教育的普及與落實，提出建議之作法。

關鍵詞：交通安全教育、教育科技

Abstract

Traffic accidents on the road are a major cause of death among children in Taiwan. According to previous literature and the experience with policies that have been promoted in the past, implementing traffic-safety education has helped to reduce the risk of children suffering injuries in traffic accidents and has improved safety in the traffic environment. In order to enhance the teaching and learning motivation of Taiwanese teachers and students to the concept of traffic safety, this paper introduces international experience and practice of how the concept of traffic-safety has been introduced into education through emerging technologies. In addition, this paper also investigates the needs and difficulties of schools that are applying the latest

¹ 財團法人靖娟兒童安全文教基金會執行長（聯絡地址：臺北市士林區承德路四段222號3樓之1，電話：02-2881-1200，E-mail: aileen1685@gmail.com）。

² 致理科技大學多媒體設計系教授

³ 財團法人靖娟兒童安全文教基金會研究發展組長。

educational technology to teach the concept of children traffic safety by interview. Lastly, this paper proposes the suggestions to assists schools to implement and popularize traffic-safety education in the future.

Keywords: Traffic-safety education, Educational technology

一、前言

道路交通事故傷害，名列每年全球十大死因，是造成 5-14 歲兒童與 14-29 歲年輕族群死亡的首要因素。在我國，道路交通事故引發的兒少傷情形同樣險峻，以民國 109 年未滿 18 歲兒童死亡資料為例，機動車交通事故引發的傷亡數，約占非病死或非自然死亡人數 271 人中 30%，是所有兒少非病死或非自然死因中的第一位，也是事故傷害死因中的首位。

世界各國近年已陸續投注資源於道路交通事故傷害防制行動，其中，尤以交通安全教育的推動，受到各國的普遍重視。以歐盟為例，為了達到「Vision Zero」的目標，歐盟會員國致力於採行更為全面性的道路安全措施，教育被視為是其中的關鍵。

回顧台灣歷年來在交通安全教育相關政策的推動，除了建置有「道安資訊平台」與相關交通宣導網站，彙整道路傷害資訊及教學資源供各界查詢利用外，交通部也自 109 年起，編製高中以下各學習階段交通安全基本能力架構及教學模組，並自 110 學年起規劃於「校定課程」或「融入課程」中使用。然而，國內教學實務現場卻受限於長期以來缺乏正規教學時數、專業教學資源及教師後勤系統的支持，學校交通安全教育的推動，始終難以普及與落實。

對此，我國《2020 運輸政策白皮書》中已提出「深化交通安全教育及專業人才培力」政策，包括推動交通安全教學時數法制化，發展教材及師資培育，加強國中小步行與自行車交通安全教育，鼓勵大專校院規劃道安設計學程、開設通識課程或研習活動等策略進行回應。針對教材發展與師資培訓等教育深化方面，本文嘗試從國外導入新興科技的數位學習推動經驗，提出未來國內發展科技融入學校交通安全教育的規劃建議。

二、新興科技應用與交通安全教育

參考我國「數位學習國家型科技計畫」，將數位學習定義為：「以數位工具透過有線或無線網路，取得數位教材，進行線上或離線之學習活動。」因此，本文所指涉之新興科技導入交通安全教育，即以數位工具在內的科技作為媒介，所進行的教學活動。以下，本文首先簡介數位學習領域的最新趨勢，接續說明科技的導入，對於教學現場的影響，以及交通安

全教育的應用情形，最後，搭配第三節國外實際案例的介紹，與第四節國內教育工作者的訪談，彙整提出未來導入應用的建議作法。

2.1 數位學習領域的最新趨勢

科技輔助應用於教學的歷史悠久，電腦的使用已在教育現場扮演支援學習的重要角色，舉凡排課、教學支援、考試、以及教材教案的設計，都常以電腦進行輔助。當人工智慧與行動網路技術自二十一世紀以來逐漸發展成熟，更帶動數位學習的新一波浪潮，各類創新應用如遊戲式學習、虛擬或擴增實境等新興科技的應用類型，也深獲學生族群的歡迎。

隨著資訊科技的發展，人們更期待新興科技的應用，能夠有效提升教育品質、開創出各種不同的可能性。在 2020 年「線上學習聯盟」(Online Learning Consortium；OLC) 發布的「數位學習創新趨勢」報告(Digital Learning Innovation Trends)中指出，近年數位學習的新興趨勢，可以技術類型區分出以下十種：

1.(自)適應學習(Adaptive Learning)：

又稱適應型學習的技術，指的是透過電腦演算法的協助，來溝通、整合及協調教學內容與學習者之間的互動，便於藉由學習回饋與評估，客製化地提供學習者，適合其學習需求與能力階段之資源與活動的一種教育方法(Ennouamani & Mahani, 2017)。

2.開放式教育資源(Open Education Resources；OER)：

意指採用開放授權的課程內容、素材或活動，供所有使用者教學、學習或研究之用。(Miao, Mishra, & McGreal, 2016) OER 通常是數位化的內容，且放置於公開的網站平台中，方便有需求的師生免費取用。

3.遊戲化與遊戲式學習(Gamification and Game-based Learning)：

簡言之就是將遊戲設計的元素和原則放入非遊戲的內容中，在教育場域裡，則是指融入至各類的學習活動(包含教材內容與互動方式)之中。常見的做法如，在學習歷程中加入積分系統、徽章蒐集、目標挑戰與進度表設計等元素。遊戲式學習則泛指這類運用遊戲來促進學習的過程，也稱為嚴肅遊戲(serious game)。(Perrotta 等人，2013)

4.巨量開放式線上課程(Massive Open Online Courses)：

或稱大規模的開放式線上課程，在臺灣亦稱為「磨課師」(MOOCs)，指的是一種面向大眾的線上課程。MOOCs 的設計和課堂參與通常類似於大學課程，由專家或大學教授提供內容，課程架構嚴

謹且有明確時程規劃(Wulf, 2014)。

5.學習管理系統與可協作性(LMS and Interoperability)：

是一種軟體應用程式，用於管理、記錄、追蹤使用者的學習狀況，並可同時用於提供教育課程、培訓計畫或學習和發展計畫(Watson & Watson, 2007)。可協作性(Interoperability)指的則是各 LMS 教學元件(Sharable Content Object, SCO) 的互通性。

6.行動裝置(Mobility and Mobile Devices)：

此處所指為教學活動與平板、手機等行動裝置的結合。在針對教學內容與核心技術的妥善運用上，現階段的發展仍須仰賴更細緻的設計與開發，目前常見做法是結合遊戲或遊戲化元素，或其他科技工具達成具連續性與互通性的學習體驗(Evans, 2011)。

7.設計(Design)：

設計可以多元的定義形式呈現，通常是指試圖預測或描述問題情境解決方案的計畫(Anne, 2010)。設計思維，則包含解釋性的、情境化的認知方式，強調從他人的角度理解世界(Burdick & Willis, 2011)。在此處所指涉之「設計」，是以促進學生學習為目的，針對學習環境和互動進行調整。

8.混成學習(Blended Learning)：

在課堂時間中以部分的線上活動替代或輔助，以滿足學生跨環境的學習需求時，混成學習就會發生(Bonk & Graham, 2012)。混成學習不一定會減少課堂時間，且線上的學習活動主要涉及知識內容的傳遞。

9.儀表板(Dashboards)：

指的是來自數據資料庫或系統平臺的數據整合設計，其在教學的用途上，主要在於可將視覺化的學習數據量化呈現給使用者，方便使用者理解自身及其他使用者的狀態。(Yoo 等人, 2015)

10.虛擬實境與人工智慧(Virtual reality and Artificial intelligence)：

意指使用數據分析和編程技術，通過各種感官知覺刺激(如視覺、音頻)來模擬現實。虛擬實境也指涉一群概念的統稱，而依據其模擬程度及與現實之間的整合程度，涵括如擴增實境(AR)、混合實境(Mixed Reality；MR)和延展實境(Extended reality；XR)等。因其感官刺激特性而具有極高的娛樂性與可應用性，獲得不同領域的高度關注(Psotka, 1995)。人工智慧(AI)則經常與機器學習相提並論，指的是使用數據分析和編程技術建立的應用程序，用於執行設定的任務與目標，如前面提及的(自)適應學習，即可透過 AI 的輔助進行。

2.2 科技導入教學場域的影響

在科技工具導入輔助或應用的教學現場，通常是一種以學生為中心的學習環境，允許學生表達自己的觀點、分享知識並相互交流。其特色在於，相較傳統集中式的課堂教學型態，使用科技工具介入的數位學習型態，通常提供了教學者與學習者在關係、時間與空間上的彈性，其特色主要展現在學習與教學方式上的改變(薛慶友、傅潔琳，2015)：

1.學習介面

- (1) 學習內容多樣化：透過網際網路與雲端技術的應用，結合社群共創協作方式，可累積多樣化的教學教材資料。
- (2) 學習方式多元化：透過多媒體教材介面的設定，可提供多元、多方向且可選擇的彈性互動模式，提升學習興趣與效果。
- (3) 學習管理：提供如教師或家長諸多管理上的功能，可掌握學生學習目標、進度、成就與情形，並依此情形針對性的給予適當的教學內容，或進行補救教學。

2.教學模式

- (1) 偕同合作：無論在教學者或教學運用時機上，藉由資訊科技的應用，突破時空限制，使分散各地的學習者與教學者皆可即時同步交流資訊，或針對特定主題進行討論，線上合作完成學習。
- (2) 平等溝通：從學習者的學習過程與學習指導中，數位空間提供各類使用者平等的學習環境，也可使參與者同時或交替扮演教學者與學習者的角色，打破傳統由上而下的教學關係，促進溝通與資訊交流的平等。

然而，資訊科技的應用也並非毫無問題，針對數位學習可能涉及的教與學問題，舉凡如 (Booth, 2013；Lederman, 2019)：

- 1.評核不易：在學習表現或成效的評估方面，有鑑於數位學習的介入型態多元，通常難以明確掌握使用者的學習時間與頻率，或排除其他教育方式的影響效果。
- 2.增加疏離感：學習者在數位環境中的人際互動頻率與強度，往往較傳統實體課堂教學少，且缺乏較全面的感官互動經驗，易導致在自我認同與社會互動上出現發展障礙。
- 3.接受程度不一：對於科技工具的接受程度，經常取決於使用者本身的動機、習慣、以及對於新事物的態度。若老師或學生對於數位學習抱持抗拒的態度，則難以期待數位學習能有效提升學習成效。

- 4.數位落差：數位落差的問題，不僅存在於硬體設施設備的資源分配不均現象，更可能發生在使用者因社經地位差距導致本身不具備足夠的知識、技術與習慣等資訊素養。
- 5.需高度獨立學習能力：由於數位學習強調以學習者為中心，因此在過程中，需要學習者本身具備一定程度的專注力、資訊辨別與篩選利用、以及自我管理的能力。
- 6.開發成本高：數位學習往往涉及基礎環境的建置、教材內容的開發、教學策略的研擬、教學方法的變革、以及軟硬體設施的整合等廣泛面向，因此，開發成本通常較傳統教學方式高出許多。

2.3 科技導入交通安全教育的潛力與限制

隨著科技工具的推陳出新，針對交通安全教育的導入與創新應用，逐漸受到教學實務界的關注，舉凡遊戲化或嚴肅遊戲、擴增實境與虛擬實境等新興科技的應用，都為交通安全教育的未來，開展出許多有別於以往的發展方向。

過去的研究顯示，嚴肅遊戲對於學生學習安全知識有所幫助，可有效提升學生的學習動機與批判思維能力(Qian & Clark, 2016)，使他們得以按照自己的節奏進行學習與探索(Noor, Shahbodin, & Pee, 2012)，激發好奇心與想像力，進而強化他們在學習時的內在動機和樂趣(Huizenga 等人，2009)。但如何將遊戲與教育之間進行適當結合，仍舊是許多實務工作者的難題。

在交通安全教育的應用上，Dunwell 等人(2014)曾嘗試以態度改變模型理論規劃設計，透過免費線上遊戲方式，吸引兒童利用休閒時間使用，在超過 100 位 9-15 歲兒童對象的觀察結果顯示，遊戲化元素的設計，確實能觸及較高風險的目標群體，成功引導玩家透過遊戲組成與現實世界的類比，以及與其他玩家之間的互動，產生反思與學習的效果，並將習得的態度、知識與技能，應用於現實生活中。Lehtonen 等人(2017)則結合影片拍攝，透過實境影片畫面定格與選取危險源的互動積分方式，測驗成人與 8-10 歲兒童的情境覺察能力及工作記憶容量對其的影響。研究結果顯示，遊戲可增加情境覺察能力，以及視覺搜尋的策略，但無法驗證能否將此能力轉移至真實世界中，及其學習遞延的效果。Arslanyilmaz 與 Sullins(2019)以一款可供使用者同時進行的線上模擬遊戲，探究模擬遊戲對於危險感知的學習效果，以及加入專家遊戲評論後的影響。研究結果顯示，遊戲與遊戲後的評論，皆對於使用者的危險反應時間與危險目標搜尋能力，有正面的影響。

顯然，遊戲式學習可以加強參與者對於道路規則和道路安全的了解，並提供一個可控的情境，讓使用者透過練習，提高辨識和正確管理危險情境的能力(Li, Tay, & Pustaka, 2020)。然而，Riaz 等人(2019)也指出，遊戲化雖可以增進使用者在風險偵測與管理能力上的表現，但是否能持續使用，則相當倚賴系統的不斷更新與強化，以便使兒童保持新鮮感與樂趣，吸引他們在課餘時間使用。

另一方面，一些研究顯示，透過課堂教學方式進行的交通安全教育，若僅專注在增加兒童的知識，而不是提供特定的行為技能，學習應用的效果可能相當有限(Imberger, Styles, Hughes & Pietro, 2006)。體驗式的學習或透過經驗學習的過程，已經被證明在行為技能的培養方面是有效的，Weber(2005)的研究顯示，強化兒童在步行技能方面的最有效作法，即是使用實地培訓和參與式的教學方法。然而，實地培訓的作法經常受限於教學現場人力與環境的限制，因此，隨著技術的進步，交通安全領域也開始關注到 VR 的應用潛力，嘗試讓兒童在模擬的危險情境下進行學習，或練習安全的行為技能。

過去的研究顯示，在安全行為訓練的學習效果上，VR 訓練方案與小團體的路邊指導教學都是最有效的策略(Schwebel, McClure, & Severson, 2014)。以兒童行人交通安全教育介入的模式進行比較(如表 1)，可以發現，與課堂團體教學相比，虛擬實境的應用更適合「行為」技能方面的學習，而多媒體課程的應用則可以作為「知識」學習的補充工具(Schwebel 等人, 2012 2014)。

表 1 兒童行人交通安全教育介入模式的比較

模式	優點	缺點
課堂團體教學	(1) 便宜 (2) 有效率的增進「知識」 (3) 可遞延至 3-6 個月	(1) 普遍缺乏介入後「行為」改善的實證效果 (2) 影響效果經常取決於實施方式及師資
個別化、小團體的行為訓練	(1) 即時互動回饋 (2) 重複訓練 (3) 在受控的環境下練習 (4) 最具行為改善效益 (5) 「行為」學習效果可遞延至 2-4 個月	(1) 經常受制於環境因素 (2) 時間與人力成本巨大
影片或電腦等多媒體課程	(1) 便宜 (2) 有效率的增進「知識」 (3) 易於傳播	(1) 普遍缺乏介入後「行為」改善的實證效果 (2) 容易流於形式
虛擬實境	(1) 可依照能力提供相應課程 (2) 可在虛擬的情境下，暴露於高	(1) 部分簡易設備版本的 VR 介入方案，缺乏行為改善、學習遷移與

模式	優點	缺點
	風險環境中練習 (3) 具行為改善的潛在效益 (4) 減少人力成本 (5) 可與遊戲結合，或具遊戲化元素 (6) 即時互動回饋 (7) 重複訓練 (8) 「行為」學習效果可遞延至 6-8 個月 (9) 可適用不同類型的教學模式	遞延的實證效果 (2) 相關軟硬體設備的普及性低 (3) 教材內容有待開發 (4) 開發與維護成本高 (5) 無法適用所有人，部分教學/學習者可能會排斥，並可能造成暈眩或其他不適症狀。

雖然 VR 技術在教育與訓練目的的應用效果逐漸受到肯定，但結合遊戲化元素的 VR 訓練或教育介入方案往往需要複雜且昂貴的跨領域專業及研發技術。並且，沒有足夠基本知識的低齡兒童，可能很難在虛擬環境中獨立進行(Smith, Ericson, 2009)。從而，為了克服這些 VR 遊戲的限制，近期提出的替代方案，是改以影像和電腦遊戲結合的類似角色扮演遊戲(Role-playing game；RPG)進行學習。如 Schwebel(2018)等人針對 56 位 8-10 歲兒童，以改良過的手機 RPG 遊戲進行教育訓練，研究結果顯示，VR 環境中的事故率經介入後有明顯下降，兒童在穿越道路時的察看比例增加，且觀察與自陳報告的自我效能皆有所提升。Purcell 與 Romijn(2020)則運用 iPad 提供 137 位 7-9 歲兒童進行穿越道路的虛擬遊戲學習方案，觀察到兒童使用後有更謹慎面對穿越道路情境的結果，並且多數認同此方案的遊戲性。

Gu 與 Sosnovsky(2017)則進一步改良虛擬實境下的人機互動模式，運用 AI 人工智慧、體感測器與 VR 模擬情境結合，在課堂中針對 8-9 歲兒童進行穿越馬路的延展實境(XR)演練。藉由 AI 的輔助，他們所建立的 SafeChild 虛擬空間能夠透過兒童在其中的行為與選擇，提供符合他們能力的客製化訓練內容進行(自)適應學習。研究結果顯示，整體的使用接受度很高，且在行人安全技能的學習表現上，呈現正面的影響效果。

儘管 VR 相關的技術發展，在過去十年中突飛猛進，成本也大幅下降至一般大眾的消費水準，但 VR 的實務應用仍超出許多學校或其他教學場域所能負擔的預算，因此阻礙其普及性。另一方面，XR 或 RPG 遊戲對於沉浸式 VR 的修正，以第一人稱或客製化的遊戲化身(Avatar)，在虛擬世界中遊戲與體驗，雖同樣可增進其安全行為與知識(Umaschi, 2001)，但目前相關研究卻罕有成效評估去證明其行為層面的學習遷移效果，是否確保

兒童將適當的安全行為展現在真實世界之中。

因此，鑒於專業資源與經費人力的限制，目前仍普遍認為，新興科技工具的應用不能完全取代真實的教育訓練(Lehtonen 等人，2017；Zulkifli 等人，2021)。此外，過去的回顧性研究也指出，要達成教學目標或強化學習成效，不能侷限在某項特定的教學方法或工具，而應該與其他教學方法搭配使用，才能在兒童的知識和行為方面同時產生積極的影響。舉凡透過影片、電影或遊戲的使用，在單獨實施的情況下通常是無效的，但若作為其他教學方法的補充工具，則往往可以發揮明顯的學習效果。並且，透過教師從旁引導，設計互動式的教學方法，也被證明是向兒童傳遞道路安全知能的有效方式(Jamaludin 等人，2016)。

2.4 科技導入交通安全教育的推動方法

國外針對交通安全教育的推動，普遍圍繞在知識、技巧與態度等核心素養所應具備的多元能力面向。以「歐洲交通安全委員會」(European Transport Safety Council；ETSC)主導的「LEARN! (Leveraging Education to Advance Road safety Now!)計畫」為例，主要的目標即為促進歐洲各國提升「交通安全與移動教育(traffic safety and mobility education；TSME)」的品質，因此該計畫邀集跨專業領域的專家學者，針對交通安全教育的推動，編撰案例與指引手冊，用以設計、測試、應用與評估相關的交通安全教學方法及教案內容。

近年，歐洲各國在一項名為「KROS: Knights for Road Safety(以下簡稱KROS)」的跨國計畫中，更進一步專注在發展交通安全教育的數位開放內容，用以協助國中小階段學校推廣道路安全。KROS 計畫指出，一個國家是否強制將道路安全作為學校課程教學的單元，是推動交通安全教育的關鍵，但這樣的作法，通常只能在不同利害關係人長期且持續推動政策改革後才可能實現。因此，在整合交通安全理念與教學實務的做法上，KROS 採行「整體學校取向」(whole school approach)，強調父母及社區的參與、課綱的整合、以及學校精神及政策實踐行動的重要性。KROS 計畫的推動經驗指出，「專業社群的建立」與「教學資源的共享」，不僅能協助強化第一線教師能力，給予適當支持與鼓勵，有經驗且具備相關專業知識的教師，更是教學創新過程中的關鍵推動者，而科學教育中強調的開放性及創新本質，正是數位時代下推動交通安全教育所能借助的資源與動能。

在具體的推動方法上，KROS 計畫特別重視教師專業社群的建立，強調教師的態度和行為，在改變學校環境方面，發揮著重要的影響力。因此，針對如何接觸到具備開放與創新特質的學校教師，並且促使他們在學校參與實施 KROS 提議的數位學習活動，KROS 提出三項實務操作上的建

議，分別為：

1. 由上而下的方式

透過官方溝通管道的建立，邀請學校教師參加特定項目培訓、研討會或其他相關活動。並透過在地承辦傳遞相關資訊，便於對教學有興趣的第一線老師得以獲得指導和支持資源。此作法的目標是透過官方的力量發展專業的教師社群。

2. 自下而上的方法

在教師協會或專業工會的定期會議期間，透過演講或研討會方式宣傳相關計畫項目。或透過教育機構的合作組織進行資訊傳遞，以便接觸到正在從事相關創新教學活動的第一線教師和學校，藉此凝聚在地社群中的原生力量。

3. 針對學校、教師和學生辦理主題式的教育活動或競賽

舉例而言，此類競賽的目標，可能是針對特定的道路安全主題、教育場景或教學活動的實施。也可以是與地區、國家或國際層次的重要節日相連結，並提供獎項與資金以鼓勵創新教案的展示與分享。

其次，在教學資源的共享方面，KROS 亦針對第一線教師提供相關的專業培訓活動與工作坊內容，並也製作、共享多樣化的線上教學資源與素材。除了依據現實生活與交通法規設計一套可供教師訓練兒童交通安全行為的 VR 操作系統(內含 2 套步行與 1 套騎乘自行車的課程主題)，用以協助合作學校及教師推廣道路安全，也提供以學生為中心而設計的各项交通安全教育主題的教學活動範例作為參考，協助實務工作者將道路安全教育整合進入學校課綱之中。

2.5 小結

綜上，在新興科技的導入應用上，普遍認為並非取代傳統課堂教學的解方，而是作為增進教學互動、有效達成學習目標的教學輔助工具。在學校交通安全教育的推展上，強調知識、技能與態度等面向的多元並重，並將教育內容的持續創新及師資專業能力的強化視為關鍵。

三、新興科技導入應用實例

以下依據新興科技類型，各自介紹一項國外導入交通安全教育之實際作法，說明該應用實例之發展背景、導入方法及其教學內容。

3.1 AR 擴增實境的應用案例—Arility

3.1.1 發展背景

Arility 是由位於澳大利亞的 Constable Care Child Safety Foundation(簡稱 CCF)主導創建的應用程式，該基金會是一家 1989 年成立，以西澳大利亞州中小學學童為傷害防制對象的倡議與服務性團體。

2018 年，CCF 將過去推廣體驗學習的交通安全宣導經驗，結合 DSBS 科技公司所提供的 IT 服務，與包含「西澳大利亞道路安全協會」(Road Safety Commission)、英國道路安全組織(Road Safety GB)、西澳大利亞消防與緊急服務部(Department of Fire and Emergency Services；DFES)、學校毒品酒精與交通安全協會(School Drug Alcohol and Road Safety；SDERA)等組織合作，共同規劃編寫 Arility 系統及其安全課程內容。

以英國的推動經驗為例，英國交通部主要透過 Road Safety GB 委託製作此款號稱「世界首創」的擴增實境 app，為小學生提供旅行與道路安全資訊。透過 360 度視覺效果與環繞音效、直接的角色互動，並結合事前和事後評估，使兒童能辨識風險並學習做出安全的選擇。目前，Arility 已在澳大利亞及英國推出，被認為是兒童在安全場所中體驗危險交通情境的理想工具，為兒童提供新的學習體驗。特別的是，Arility 有針對英國的道路規則、典型的街景和旅行場景進行模擬，以符合現實世界的交通情境。

3.1.2 導入方法

Arility 的使用並不需要特殊裝置，只需在平板上安裝該應用程式，並將有 Arility 標誌的圖卡印出作為啟動 AR 的標記，即可在課堂上使用(見圖 1)。教學者可以教師身份登錄並從中選擇希望提供的課程項目，學生則可以利用自己手上的平板加入該項目。Arility 系統的規劃與應用方面，設計有以下兩點特色：

1.專為課堂或家庭設計的 AR 體驗 app：

下載後無須上網即可使用。在校外，學童可以直接透過 app 的角色互動，依照自己的學習步調做出選擇，老師則可以利用後臺數據進行管理，根據使用成果進行教學內容的安排。並且，也可讓學生單獨、小組或全班共同在課堂中透過平板進行互動體驗，由老師從旁協助與監督。

2.與課網連結：

直接針對澳洲及英國的課網進行議題的連結與領域課程的融入，並透過完整的前、後測及延伸測驗，讓教學者可以利用 Arility 後

臺系統所提供的詳細個人學習報告，評估學生學習狀況，以便調整教學引導內容與方法流程。

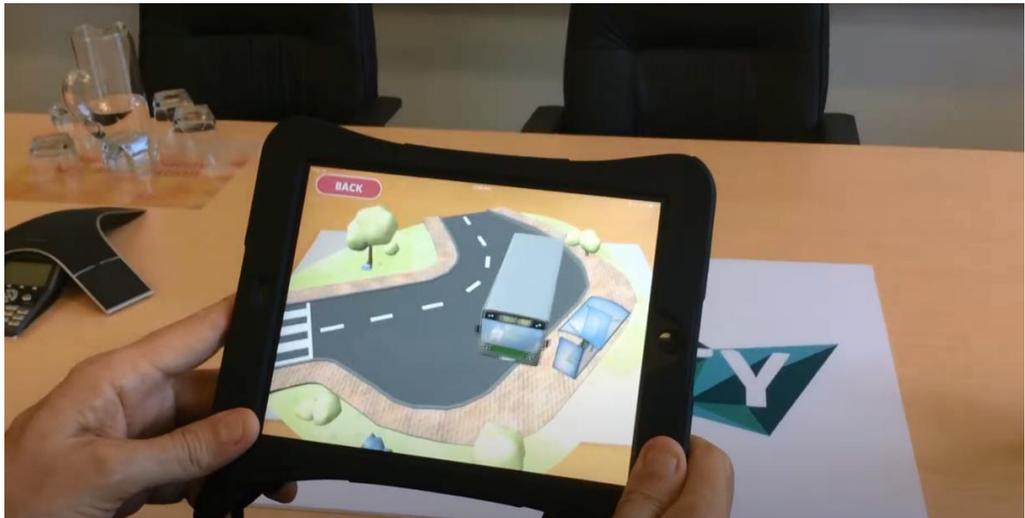


圖 1 Arility 的操作示意

使用 Arility 進行學習的流程大致上分為三個階段：首先是透過平板介面的操作，選擇課程主題，進入到場景設定的動畫畫面，如上下公車或穿越馬路的情境，畫面中的角色是學習者可以操作的對象。其次，系統會在動畫結束後提供學習者操作角色的行動選項，供學習者選擇，並在其選擇後立即給予回饋。最後，待學習者選擇正確的選項後，會接續給予有關該情境下應具備的交通安全知識，並詢問 3-4 個相關問題，協助學習者檢視自身學習狀況。

3.1.3 教學內容

在教學內容方面，Arility 目前分別有在英國及澳大利亞推出，提供老師、家長及學生作為交通安全教育的教學素材，主要的目標對象為國小以下學童。在課程主題的設計上，英國的版本中，共分為兩類目標對象，分別為針對 4-6 歲以及 7-11 歲，各自設計有三個課程模組：

1. 4-6 歲：穿越或停等(Cross or Wait)；滾動的球(Ball Rolling)；哪扇車門(Which Door)。
2. 7-11 歲：公車站台(Bus Stoppers)；你能看見他們嗎？(Can You See Them?)；騎自行車或健行(Bike Or Hike)

在澳洲的版本中，則分成三類目標對象，分別針對 4-6 歲、7-11 歲各設計有三個課程模組，以及 5-12 歲設計有兩個課程模組：

1. 4-6 歲：穿越或停等(Cross or Wait)；滾動的球(Ball Rolling)；哪扇車門(Which Door)。
2. 7-11 歲：公車站台(Bus Stoppers)；關閉的閘門(Gates Closing)；騎自行車或健行(Bike Or Hike)
3. 5-12 歲：車道安全(driveway safe)；人行道安全(Footpath Safety)

雖然在不同國家的部分課程模組主題相同，但 Arility 的場景設定仍舊有針對各自特殊的交通環境與法規進行建模與設計，以符合在地真實情境。

3.2 線上學習平台的應用案例—交通安全オンライン教室

3.2.1 發展背景

「交通安全オンライン教室」是在「一般社団法人日本損害保険協会」的「自賠責運用益拠出事業」項目資助下創建的線上多媒體學習平台，並由「一般財団法人日本交通安全教育普及協会」(JATRAS)負責營運與管理。JATRAS 亦有針對此網站的操作編撰說明手冊：《指導者のための「交通安全オンライン教室」操作マニュアル》供外界自行應用。該平台網站的建立，目的在於提供可以應用於國中、小與高中交通安全教育的教學素材。

網站提供的自學/導學內容包括有以風險感知學習為主題的影片，並搭配相應的學習單。一方面，規劃的內容除了能夠協助學習者透過個人電腦在家學習，並自主思考、檢核學習成效外。另一方面，也提供老師在課堂教學過程中，透過投影、電腦或行動裝置等設備來使用該網站進行。

3.2.2 導入方法

交通安全オンライン教室主要透過電腦線上操作進行，但依據是否登錄使用而提供不同的功能模式，但皆可免費註冊使用，且無須提供個人資訊(如 email)即可操作，僅在使用此網站時需注意遵守其版權規範。值得一提的是，JATRAS 參考其他教育科技工具的導入應用，也在此網站設計有後臺的學習管理系統，向教學者提供使用者測驗結果的即時統計回饋，方便掌握學生學習狀況來調整教學進度與方式。

在學生操作的學習流程上，主要可以分成三個步驟，分別為觀賞影片、填寫學習單、以及進行測驗，首先，每項教學主題規劃的影片內容，皆有其場景情境的描述說明，並搭配有針對特定情境的提問，以及後續的示範教學影片，學習單則通常設計為開放式的問答，作為可供教學者或學習者之間引導討論的素材，最後的測驗則進一步提供學生檢測自身學習狀況。

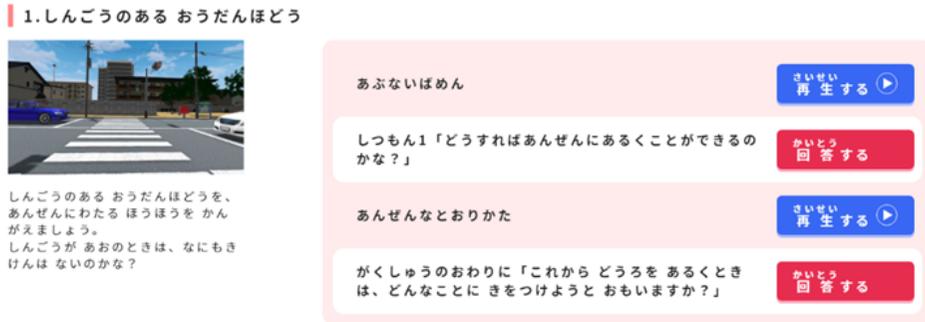


圖 2 交通安全オンライン教室操作介面示意

3.2.3 教學內容

首先，在主題與內容的規劃上，網站的目標對象包含高中以下至國小以上兒童，國小的部分分別設計有行人與自行車主題，其中各自規劃有「(無)號誌的人行穿越道或路口」，作為課程內容討論的設定場景。國、高中方面，則僅針對自行車主題進行教學，分別規劃有「自行車規則」、「有(無)號誌路口通行」、以及「能見度差的路口通行」等教學場景(如下表 2)。

表 2 交通安全オンライン教室的主題規劃與場景設定

	小學	國中	高中
學習流程	觀看危險情境影片→針對設定情境的提問→回答(開放式)→觀看正確行為示範教學影片→自身情境帶入的提問→回答(開放式)	1. 觀看正確行為示範教學影片 2. 觀看危險情境影片(或/與事故再現影片)→針對設定情境的提問→回答(開放式)→觀看正確行為示範教學影片→自身情境帶入的提問→回答(開放式)	3. 測驗
課程主題	場景		
行人	1. 有號誌的人行穿越道 2. 無號誌的人行穿越道 3. 無號誌的路口 4. 有號誌的路口	--	

		小學	國中	高中
自行 車		<ol style="list-style-type: none"> 1. 無號誌的路口 2. 有號誌的路口 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 自行車規則學習 2. 有號誌的路口通行 3. 能見度差的路口通行 	

另一方面，該網站也進一步提供教學者可供應用的具體教學指南及其流程。整體而言，網站設計的目標為，協助兒童反思、判斷與理解其交通行為背後潛藏的危險，並藉由正確行為的示範影片，以及針對影片內容的討論，增進交通安全的知識與技能。

3.3 VR 影片教學的應用案例—driVR

3.3.1 發展背景

driVR 計畫項目的資金是來自蘇格蘭交通局的「道路安全框架基金」(Transport Scotland's Road Safety Framework Fund)，並且在內容與主題的規劃方面，是由「蘇格蘭安全攝影機」(Safety Cameras Scotland)、「蘇格蘭警察局」(Police Scotland)和「格拉斯哥市議會」(Glasgow City Council)共同開發的交通安全教育教材。該計畫的目標有四，分別為：

1. 創建一種使用 VR 影片的教材包項目，向年輕用路人傳遞道路安全的資訊。
2. 讓參與者能夠參與在有吸引力且充滿資訊的體驗之中。
3. 去影響參與者，並正向地改變其搭乘交通工具或作為行人時的行為。
4. 對計畫項目進行完整的評估。

這個計畫特別的地方是，規劃之初即強調對於成效評估的重視。因此，在一開始就選擇與道路安全領域的專家學者合作，以便評估 driVR 的干預效果。

3.3.2 導入方法

在科技工具的導入應用上，該計畫主要透過教學影片的觀賞並搭配教師引導討論的方式進行(如下圖 3)。教材為兩部共享相同時間軸線的 VR 影片，這兩部影片的視角分別為行人與副駕乘客。並且，該計畫設計有培訓師/教師及學生等兩種版本，並針對培訓師/教師版本提供有關如何教授 driVR 課程的步驟指南(step-by-step guide)。學生版的功能則是透過課後填寫的方

式，引導學生反思課程內容。在課程結束時，學生會被要求設定一些目標，使自己平時的行動更加安全，並取得 VR 頭盔，以便他們可以與朋友和家人討論和分享經驗。



圖 3 driVR 課程示意

3.3.3 教學內容

此計畫在教學內容方面，主要參考最新的行為改變技術指南，並啟用三種特定的干預技術，進一步透過成效評估，測量使用者在教學介入前後，是否產生對於安全行為的態度變化：

- 1.提供有關後果的資訊(provide information on consequences)
- 2.提示具體的目標設定(prompt specific goal setting)
- 3.規劃社會支持或社會變革(plan social support or social change)。

此課程的設計是由「格拉斯哥市議會」的教育顧問 Shana Akhtar 製作並由「蘇格蘭警察局」設計和出版。除了上述目標的創建外，Shana 也連結與「蘇格蘭卓越課綱」(Scotland's Curriculum for Excellence; CfE)相關聯的課程內容與資源。

在影片的內容設計方面，則主要參考「道路安全框架」(Road Safety Framework)編製，主要針對 6 項主題(分心、行人、疲勞、安全帶、超速及自行車騎士)設計，拍攝總長約五分鐘的腳本。場景規劃方面，第一部影片的第一人稱視角是一位十多歲的女性行人，並設定為步行在城市人行道上同時使用著手機。第二部則讓使用者的視角設定在乘坐於另一名年輕男性所駕駛的福特汽車前排副駕駛座位上，另有一名年齡相仿的男性坐在後座，

在其旅程中會出現司機打電話、疲勞、超速、以及差點撞上自行車的狀況。並且，在第二部影片的最後一分鐘，使用者將意識到兩部影片的故事時間軸是設定在同一條線上：意即所乘坐的汽車很快就會與第一部影片中的女性行人發生碰撞。最後，這兩部影片以潛在互動的方式結束，沒有明確顯示女性行人和汽車之間的任何碰撞細節。

在該影片內容的製作上，該計畫邀請英國在地的交通教育出版公司 FirstCar，委託其製作 VR 影音與可應用於一般電腦播放的版本，讓無法使用 VR 的學生也能參與。在影片拍攝的方式上，則是由團隊與地方議會及警察局合作，於 2018 年 5 月封閉兩天的市區道路，以便安全地在 VR 全角度攝影的條件下進行拍攝工作，並為了引起觀眾的共鳴，拍攝的內容主要啟用蘇格蘭當地的演員與道路環境及主題進行適當結合。

3.4 XR 延展實境的應用案例—SafeChild

3.4.1 發展背景

SafeChild 計畫(2013-2015)是由位於 Saarbrücken 的「德國人工智慧研究中心」(Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz；DFKI)執行，並由「聯邦教育和研究部」(Bundesministerium für Bildung und Forschung；BMBF)在 SoftwareCampus 計畫框架下贊助支持的教育介入方案。

SafeChild 平台主要透過將開放式的虛擬城市環境與「智能輔導系統」(Intelligent Tutoring Systems；ITS)的功能相結合，為兒童提供在各種模擬培訓場景中的指導和輔助訓練，SafeChild 的教學介入方案主要專注在不同交叉路口場景所涉及的安全技能項目。此外，該計畫也伴隨提出一項針對系統可行性的使用者評估研究，討論其分析結果並概述未來相類似系統的規劃方向。

3.4.2 導入方法

在 SafeChild 系統的導入應用上，研究單位首先透過文獻及專家共識，確認穿越道路所需的技能分層結構，以便針對該項安全行為的訓練方案進行設計。SafeChild 的大體架構由三個主要部分所組成，分別為：

- 1.提供訓練場域的 VR 城市環境：使用常見的遊戲引擎 Unity 進行開發，包括多智能交通模擬以及城市建築的 3D 模型。並沿著虛擬城市的道路放置一個「路點系統」(Waypoint System)來指揮和控制交通。使用者可以在其中自由探索，並在不同條件下進行制式的步行活動與目標任務，例如穿越無交通號誌的道路。此外，也可以透過多個模

擬參數的調整，包括汽車速度、交通密度和使用者步行速度提供變化。

2. 與虛擬環境互動的彈性界面：SafeChild 在導入應用的設備需求方面，支援不同類型的介面配置，分別為「沉浸式」(Immersive Setup)、「客廳式」(Living Room Setup)與「桌面」(Desktop Setup)。沉浸式主要由三個呈半圓形排列的顯示器所組成，可供使用者在約 180 度的視角下，搭配體感測器進行人機互動；客廳式則由一個電腦螢幕顯示器取代；桌面配置則進一步以鍵盤滑鼠做為人機互動的替代設備。
3. 監控學習者行為、檢測目標技能的正確或錯誤應用、維護學習者呈現之細微表徵的 ITS 機制：提供內建的智能輔導功能，可以依據使用者的行為及選擇，自動為各種交通情境提供一套不同的練習模組，減少使用系統時的教學人力需求。

3.4.3 教學內容

在 SafeChild 系統中，為了幫助兒童練習穿越道路的行為技能，共提供 10 項穿越道路練習項目，包括與使用紅綠燈相關的 3 項任務(如下圖 4)；與使用斑馬線有關的 3 項任務，以及與不受管制的人行道有關的 3 項任務，最後則提供綜合練習。每項練習都要求學習者在不同的條件下穿越道路，並要求須安全地抵達明確指示的目標位置。因此涉及一系列獨特的技能操作，此外，除了可以更改起點和目標位置外，系統也可以透過增加其他客體、更改路口類型、交通參數(例如密度或速度)以及天氣條件(例如霧)來自行定義練習模組。亦即，改變練習的難度以及所需的技能。

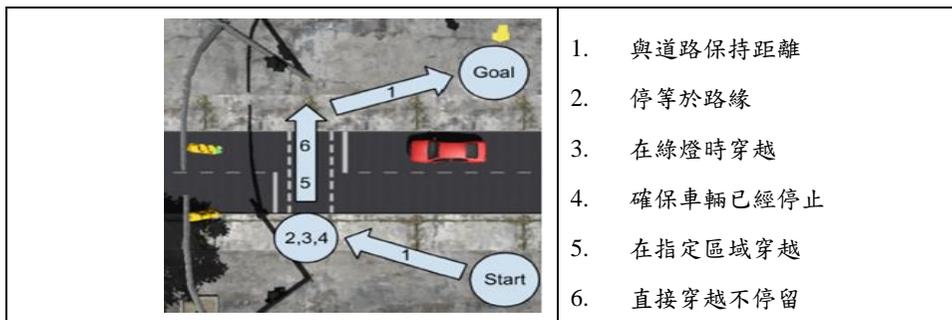


圖 4 SafeChild 系統中的紅綠燈路口的練習及相應之技能

在紅綠燈和斑馬線任務的規劃上，終點目標都是直接可見的，並且學習者任務是要利用可以接近的受管制路口來進行，具體場景設定分別為：

1. 學習者可直接在指定的路口前開始
2. 在離目標地點很短的距離內，但紅綠燈/斑馬線仍在視線內的地方開

始

- 3.在離目標地點更遠的地方開始，並且需要在虛擬城市環境中轉彎才能找到指定的穿越地點。

針對不受管制的穿越任務方面，主要目標是辨識該道路特性與其穿越的缺點，並安全地執行穿越。具體的場景設定分別為：

- 1.使用者在沒有障礙物的筆直道路旁的人行道上開始
- 2.以停等中的卡車為障礙物的地方開始
- 3.靠近阻礙視野的彎狀道路處開始。

在最後的練習中，學習者可以規劃自己的到達目標及路線，並在不受管制的人行穿越道上穿越道路 1 次，或使用紅綠燈和斑馬線過馬路 2 次。

3.5 小結

統整上述案例特性，以表 3 呈現：

表 3 應用實例特性比較

案例	Arility	交通安全オンライン教室	driVR	SafeChild
導入方式	AR、RPG	LMS	VR	XR
場景模型	依實際地景建模	依實際地景建模	實地拍攝	依實際地景建模
目標對象	4-12 歲	6-17 歲	16-18 歲	6-9 歲
經費來源	由民間組織 CCF 出資	由保險協會以強制汽車責任險投資利潤項目出資	由官方以交通安全項目基金方式出資	由官方以科技計畫項目方式出資
內容規劃	由 CCF 與官方合作依課綱編製	JATRAS 自行或接受官方委託編製	依行為理論與課綱編製	由 DFKI 依學術文獻與專家建議編製
設備需求	平板	電腦/平板/行動裝置	VR 頭盔/電腦/平板	體感測器/電腦
學習方式	自學/導學	自學/導學	自學/導學	自學
學習測驗	O	O	O	AI 自適應調整
後臺管理	O	O	O	O
成效評估	X	X	O	O
系統維運	CCF 負責	JATRAS 營運管理	--	DFKI 負責
內容共享	下載即可使用	上網即可使用，須遵守使用規範	須授權	須授權

整體來說，在內容規劃方面，國外的科技應用案例無論是否為民間發

起，通常會與(半)官方性質的研究單位合作，依據最新的研究成果、當地地景及課綱架構設計，導入的教學主題則以步行安全為大宗，並以危險感知能力為主要的訓練內容，搭配檢核成果的學習測驗與後臺管理系統，提供兒童自學或師長導學。對比國內過去少數推出導入科技工具於交通安全教育的做法，如國泰產險的「不意外騎士」及官方與民間單位合作開發的「機車 VR 虛擬駕駛模擬系統」、「3D 立體機車駕駛遊戲」或「虎口防撞 App」等，則通常以大齡兒童或機車安全為對象，在主題選擇上呈現明顯差異。

最後，在推動策略方面，綜合回顧國外做法，設備需求上多以具備高度彈性為原則，即至少提供電腦或行動裝置可使用的版本為基礎條件，經費來源則視發起單位而異，官方來源有科技專案計畫或交通安全項目，民間則以安全領域倡議團體為主。維運單位多由內容規劃廠商負責，是否共享資源則依據經費來源而異，原則上具備一定的公益性與開放性。

四、實務意見蒐集

為了解目前國內各級學校交通安全教育及教育科技之融入與應用情形，以便找尋適當之科技介入方式與推動策略。本文以焦點團體方式，邀請各級學校教學工作者進行座談，探詢並共同討論現況及未來可行作法。

4.1 執行方式

4.1.1 調查對象

首先，在調查對象的選擇上，本文主要針對國內較為積極發展數位學習轉型的重點學校進行實務意見的蒐集，總計邀請包含國小、國中及高中在內共 25 位來自不同區域的教學工作者(如下表 4)。國中、小場的部分，本案主要透過教育部國教署，邀請「自造教育及科技輔導中心」計畫內，各區的中心學校代表及中心推薦學校老師與會；高中部分，則邀請「新興科技之認知計畫暨區域推廣中心」計畫內，各區域中心學校代表及相關促進學校老師與會。另也檢視交通部金安獎歷年得獎學校名單，邀請曾以科技工具導入交通安全教學應用的老師與會。

表 4 教育工作者座談會議名單

編號	區域	階段	職稱	單位性質	編號	區域	階段	職稱	單位性質
A1	北	高中	主任	推廣中心	B5	中	國中	組長	資訊組
A2	北	高中	組長	資訊組	B6	南	國中	主任	科技中心
A3	中	高中	主任	研究發展處	B7	南	國中	教師	資訊科
A4	中	高中	主任	實習處	B8	東	國中	主任	科技中心

編號	區域	階段	職稱	單位性質	編號	區域	階段	職稱	單位性質
A5	南	高中	教師	推廣中心	B9	東	國中	主任	科技中心
A6	南	高中	教師	資訊科	C1	北	國小	主任	科技中心
A7	南	高中	組長	就業組	C2	北	國小	組長	研發組
A8	東	高中	助理	推廣中心	C3	中	國小	教師	資訊科
A9	東	高中	組長	資訊組	C4	中	國小	主任	總務組
B1	北	國中	主任	科技中心	C5	南	國小	組長	網管
B2	北	國中	教師	資訊科	C6	東	國小	主任	教務處
B3	北	國中	組長	科技中心	C7	東	國小	主任	教務處
B4	中	國中	組長	科技中心					

4.1.2 調查方法

在調查工具的設計方面，本文規劃焦點座談的目的在於，希望可以訪談實務工作者的方式，了解目前教育部數位學習與科技相關專案的執行情形，並由與會者提供未來推動交通安全教育導入新興科技的策略建議，舉凡如何籌組團隊、方案規劃、經費需求與推廣方式等。因此，訪談綱要主要分成兩個部分：

1. 針對目前相關專案計畫推動與課程的執行情形分享
 - (1) 區域層面的推廣與執行概況，如新興科技教材教案、環境設備及課程辦理等。
 - (2) 學校層面的課程融入與執行概況，如主題規劃、介入方式、實施場域等。
 - (3) 教師層面的跨域整合與交流經驗，如軟硬體開發、管理維運、教學策略與教案設計、課堂應用、支持系統等。
2. 未來在科技導入交通安全教育的推動建議
 - (1) 有關國內目前推動的交通安全教育「五學習階段基本能力架構」中，各項主題的科技導入應用建議。
 - (2) 有關各學習階段推動導入應用的執行策略建議，如資源配置、經費需求、計畫期程、師資增能支持等。

最後，執行流程規劃上，本文事先寄送相關文獻資料及訪談綱要予與會者，座談進行則先由執行團隊簡報，接續參照訪談綱要內容，第一輪由與會者依序分享經驗，再針對座談過程中相關議題進行第二輪討論，會議結束前再由執行團隊與座談來賓確認建議及結論。

4.2 調查成果

4.2.1 內容研發

首先，在內容研發方面，國內目前在科技融入各科領域之教學現況，自108年課綱將科技教育正常化發展後，已在教育部各項大型數位學習發展計畫的積極推廣下，各類教案內容逐漸於各級學校中開枝散葉。但交通安全教育的融入方面，鑒於過去課程定位模糊，對於一線教師來說，易受限於時間與資源分配不足，經常出現「應該教什麼？」以及「如何教學？」的問題。在內容端的供應面上，無論是前期針對資源及專業人力的挹注，或者後端的維運經費協助，仍普遍缺乏適當與系統化的支持，導致多數學校並沒有融入或持續導入的實質誘因。如受訪者A2提及：

「本身對新興科技有興趣，因此會自行加班研究.....如果要推廣給其他老師，除非老師也對此議題有興趣，不然很難推動.....之前代表學校參加金安獎的教案.....跟著我參與計畫的都是代理老師，然後他們都離開學校了.....計畫發表完，講完成果之後就沒有人用了，有點可惜。(A2)」

實務上少見的得獎教學範例，往往是依靠校務單位與熱血教師自身的強烈動機來支持，更罕見以科技工具導入交通安全教育的案例。因此，相關的教案內容與教學策略，尚屬有待發展的階段，造成有意願發展的學校或老師，僅以現有資源不足以系統性推動，尚未發展者，則缺乏可供直接應用的內容。

以訪談對象C4為例，其任教的國小是國內少數有將新興科技導入交通安全教育進行推廣的學校，並且也因為校務行政單位將其視為校本課程推動，積極撰寫計畫申請相關經費。但即便如此，在發展VR教學內容時，仍受限於經費問題，雖已規劃好教學主題，但仍舊被迫等待每一次經費到位後才可以持續進行，因此難以確實做到系統性的教材內容研發與推廣。

「我們現在遇到的困難當然是經費，剛剛前面幾位老師都有提到VR的設備等等，經費上可能對我們來說都是一個蠻大的挑戰.....另外還有一個就是軟體技術的問題。因為.....我們要去研發這個課程，我們沒有這樣的技術。那如果委由廠商來做，其實也會回歸到經費的問題。因為所費不貲，所以目前我們的這套開發.....已經有樣本，但是還沒有辦法被開發出來，因為我們沒有另外的經費挹注了。(C4)」

4.2.2 推動策略

其次，在未來推動策略的思考上，多數意見認可交通安全教育有其普及的必要性，且科技工具的導入可協助教學。但考量目前零散的導入現況，未

來無論是協助籌組跨專業領域的教師團隊，或辦理相關主題競賽及研討會，抑或是發起實驗性的專案計畫，主管機關應可扮演凝聚實務研發動能的統籌主導角色，將民間與學界資源進行整合，提供適當經費作為內容開發，並且將該內容授權給第一線的學校使用，將可有效避免學校各自努力卻無法共享資源的問題。

「譬如說交通部他可以集中(資源)來針對一些特定的課程.....集中(資源)去設計教材出來，然後分享給所有的學校.....不是說把錢都塞到各個學校去，就會變成.....某些學校特定的教材，我覺得這很可惜。應該是可以把它分享出來，放到如教育大市集上，去讓更多的學校可以試用，這樣對推廣這些交通安全的課程會比較有利。(C6)」

此外，除了配合內容端的研發外，受訪者也一致同意需重視實務現場的師資增能或培訓。舉凡受訪者 B2 提及可建立相關的支持輔導團隊進行，或者受訪者 B7 提出可透過既有的中心資源進行。

「新興科技的話，我是覺得就可能需要有一群種子教師，然後他們就像我們臺北市元宇宙車一樣，願意到各個學校據點式的來教大家使用。因為它畢竟是使用到這些 VR、AR，並不是每個學校都有。城鄉差距也都存在，一定是需要這樣專業的老師，然後帶這些專業設備，這樣我覺得效果有可能會好一點。(B2)」

「科技中心提供場地.....交通相關單位可以培訓我們有興趣的老師去當種子講師，然後利用科技中心的場地也好.....寒暑假可以去營隊的方式來推動等等(B7)」

具體的作法上，應可依照學校發展特性，將目前不同階段的學校類型進行區分，以便針對性的提供培訓資源進行推展，如：

1. 數位學習重點學校：這類學校多為目前教育部各項數位轉型計畫的參與學校，因具備較優於一般學校的硬體設備與師資環境，在師資增能目標的設定上，應為交通安全領域的相關知能，可由各縣市原先已有的交通安全輔導團定期提供協助方式，支持教師跨領域專業的成長。
2. 交通安全重點學校：這類學校指涉的對象以目前交通部的重點發展學校為主，如金安獎得獎學校。在科技導入應用教學上，相較於前述作法，應以實務需求為主，以新興科技的導入應用為培訓目標，各區域推廣中心或科技中心可作為種子教師培訓與師資增能的支援角色，透過定期辦理培訓或研習課程方式，強化第一線教師相關能力。

統整相關意見重點於下表 5。

表 5 訪談意見重點彙整

	國小	國中	高中
科技教育課程定位	議題融入、校訂課程	領域課程 (2小時/每周)	領域課程(4學分) 選修(8學分)
教學內容與教材教案	自編	廠商提供、自編	廠商提供、 自編、中心協助
導入障礙	A. 經費不足 B. 專業不足 C. 設備不足	A. 採購經費編列問題 B. 自行開發門檻 C. 無融入誘因	A. 缺乏可直接應用的教材內容 B. 無融入誘因
導入建議	A. 彈性搭配目前硬體設備配置與既有平台。 B. 適當遊戲化，提供自主或課後學習動機。	A. 考量硬體設備數量與質量，需重視教學流程與內容的設計規劃。 B. 涉及跨領域專業，需有跨界團隊協助。	A. 以競賽推廣，適當搭配學習歷程，結合升學以提升參與動機。 B. 鼓勵教師創新研發，並分享示範教案。 C. 籌組跨專業團隊。 D. 規劃師資增能與種子培訓。

五、結論與建議

本文回顧科技導入教學應用的最新趨勢，以及其對於教學影響的研究成果，並重點介紹國外具體應用案例，嘗試綜整目前科技導入交通安全教育之可能方向。在第四節中，本文進一步蒐整教學實務現場的一線教師意見，以便了解國內科技導入應用教學之初步現況。綜上，本文針對未來推動科技導入國內學校交通安全教育之作法，分別就教案研發及推動策略提出以下建議：

1. 教案研發：首先，在教學內容與工具的研發方面，參考國外應用實例作法，本文建議在內容規劃上，應依 108 年新課綱範圍開發製作，規劃融入領域與議題。並選自交通部推出之基本能力主題，設計學習單元與對應之學習目標。其次，在模組設計上，應依主題設計交通情境，以國內典型的道路環境特色為優先研發目標，搭配互動流程與講解說明範例，並設計對應教材內容的測驗或評量機制。此外，建議應建置即時監看機制或課堂管理功能，便於教師掌握學生學習狀況及後續的成效評估。最後，為協助學校及老師持續投入教學，須搭配完善的維護與營運計畫，而為落實教學資源之普及，教學內容及工具之研發成果亦需可授權供全國學校使用。

2.推動策略：鑒於新興科技導入應用的教材教案涉及跨領域專業，高品質內容的產出，至少需要交通安全、兒少發展、心理學、教育科技、數位學習等不同知識領域專業人士的參與。因此，在推動方式上，本文彙整訪談意見與既有文獻資料多提及，籌組專業社群或跨領域團隊支持的重要性。因此，參考國外經驗，建議在短期內，應可從以下兩個方向開始，配合師資增能的策略，建立跨領域之間的合作機制，引導並凝聚具備內容開發能力的專業社群。

- (1)專案計畫徵件：邀集有興趣投件的廠商或專業工作者自行籌組研發團隊，計畫的徵件條件可依據規模及目標對象進行調整，如在目前各項數位轉型與數位教材開發案中，將交通安全主題編列作為指定徵件的項目之一，鼓勵第一線的教學工作者或大專院校專業人員進行研發。或透過專題課程方式籌組研發團隊，鼓勵師生以專題研究方式進行。或以採購法大規格規劃方式，設立較高技術門檻的實驗性專案計畫，鼓勵籌組跨領域團隊共同開發。
- (2)籌辦專題競賽：參考如 KROS 計畫的推動經驗，在凝聚專業社群的過程中，以科技應用為主題，定期辦理相關議題的研討會議，便於不同專業領域的老師可以彼此進行資源與議題的交流分享，並在會議中置入交通安全相關的主題內容與培訓資源。又或者辦理主題式的教育活動或競賽，提出符合在地需求的道路安全主題，並提供獎項與資金以鼓勵創新教案的展示與分享。具體可直接操作的作法，如在目前金安獎中新增科技導入應用的競賽項目，或者在其他科技應用的競賽活動中，新增交通安全教育的主题。

參考文獻

- 薛慶友、傅潔琳，2015，數位學習平台的應用特色與評析，*臺灣教育評論月刊*，第四卷第四期，頁 77-84。
- Anne B. (2010), "Keyword: DESIGN," *International Journal of Learning and Media*, Vol. 1, No. 4, pp.1-10.
- Arslanyilmaz, A. and Sullins, J. (2019), "Multi-Player Online Simulated Driving Game to Improve Hazard Perception," *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, Vol. 61, pp.188-200.
- Booth, F. (2013), *The Distraction Trap : How to Focus in A Digital World*, London: Pearson.
- Bonk, C. J. and Graham, C. R. (2012), *The Handbook of Blended Learning: Global Perspectives*, San Francisco: John Wiley & Sons.

- Burdick, A. and Willis, H. (2011), "Digital Learning, Digital Scholarship and Design Thinking," *Design Studies*, Vol. 32, No. 6, pp.546-556.
- Dunwell, I., De Freitas, S., Petridis, P., Hendrix, M., Arnab, S., Lameris, P., and Stewart, C. (2014), "A Game-Based Learning Approach to Road Safety: The Code of Everand," *In Proceedings of the SIGCHI Conference on Human factors in Computing System*, pp. 3389-3398.
- Ennouamani, S. and Mahani, Z. (2017), "An Overview of Adaptive E-Learning Systems," *Proceedings of the 2017 Eighth International Conference on Intelligent Computing and Information Systems (ICICIS)*, pp.342-347.
- Evans, M. A. (2011), "Mobility, Games, and Education. In Gaming and Simulations: Concepts, Methodologies, Tools and Applications," *IGI Global*, pp. 214-228.
- Every Learner Everywhere. (2020), Digital Learning Innovation Trends, Retrieved March 17, 2022, website: <https://solve.everylearnereverywhere.org/asset/h7NIH5hGhprKAYWPuiEZ/>.
- Gu, Y. and Sosnovsky, S. (2017), "Better later than ever: Comparative analysis of feedback strategies in a dynamic intelligent virtual reality training environment for child pedestrians," *In European Conference on Technology Enhanced Learning*, pp. 561-565.
- Huizenga J, Admiraal W, Akkerman S, and Dam G. (2009), "Mobile Game-Based Learning in Secondary Education: Engagement, Motivation and Learning in A Mobile City Game," *Journal of Computer Assisted Learning*, Vol. 25, No. 4), pp.322-344.
- Imberger, K., Styles, T., Hughes, I., and Di Pietro, G. (2006), Evaluation of Bike Ed and the Traffic Centre Road Safety Package.
- JATRAS, 交通安全教育機器レンタル, Retrieved March 30, 2023, website: <https://www.jatras.or.jp/rental/index.html>.
- Kinnear N., Chowdhury S., Helman S., Posner R. (2019), Evaluation of the driVR young road user education intervention.
- KROS, KROS PROJECT MANUALS, Retrieved March 30, 2023, website: <http://www.kros-project.eu/Training-Material/Manuals>.
- KROS, LEARN!(Leveraging Education to Advance Road safety Now!), Retrieved March 30, 2023, website: <https://www.trafficsafetyeducation.eu>.
- Lederman, D. (2019), Professors' Slow, Steady Acceptance of Online Learning: A

Survey, Inside Higher Ed.

Lehtonen, E., Sahlberg, H., Rovamo, E., and Summala, H. (2017), "Learning Game for Training Child Bicyclists' Situation Awareness," *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 105, pp.72-83.

Li, Q., Tay, R. and Pustaka, A. (2020), "Let Us Save Lives Using Games! A Study of the Effect of Digital Games for Traffic Education," *Journal of Educational Technology Systems*, Vol. 49, No. 2, pp.199-218.

Miao, F., Mishra, S., and McGreal, R. (2016), *Open Educational Resources: Policy, Costs, Transformation*, France: UNESCO Publishing.

Noor H. and Shahbodin F., Pee N. (2012), "Serious Game for Autism Children: Review of Literature," *International Journal of Psychological and Behavioral Sciences*, Vol. 64, No. 4, pp.647-652.

Perrotta, C., Featherstone, G., Aston, H., and Houghton, E. (2013), Game-based learning: Latest.

Psozka, J. (1995), "Immersive Training Systems: Virtual Reality and Education and Training," *Instructional Science*, Vol. 23, No. 5, pp.405-431.

Purcell, C. and Romijn, A. R. (2020), "Teaching Children Road Safety Using a Simulated Environment," *Journal of Education and Educational Development*, Vol. 7, No. 1, pp.44-54.

Qian M, Clark KR. (2016), "Game-Based Learning and 21st Century Skills: A Review of Recent Research," *Computers in Human Behavior*, Vol. 63, pp.50-58.

Riaz, M. S., Cuenen, A., Janssens, D., Brijs, K., and Wets, G. (2019), "Evaluation of A Gamified E-Learning Platform to Improve Traffic Safety among Elementary School Pupils in Belgium," *Personal and Ubiquitous Computing*, Vol. 23, No. 5, pp.931-941.

RoadSafetyGB, Arility Augmented Reality Road Safety Resource, Retrieved March 30, 2023, website: <https://roadsafetygb.org.uk/resources-services/primary/arility-augmented-reality-road-safety-resource>.

Schwebel, D. C., Davis, A. L., and O'Neal, E. E. (2012), "Child Pedestrian Injury: A Review of Behavioral Risks and Preventive Strategies," *American Journal of Lifestyle Medicine*, Vol. 6, No. 4, pp.292-302.

Schwebel, D. C., McClure, L. A., and Severson, J. (2014), "Teaching Children to Cross Streets Safely: A Randomized, Controlled Trial," *Health Psychology*, Vol. 33, No. 7, pp.628.

- Schwebel, D. C., Wu, Y., Li, P., Severson, J., He, Y., Xiang, H., and Hu, G. (2018), "Featured Article: Evaluating Smartphone-Based Virtual Reality to Improve Chinese Schoolchildren's Pedestrian Safety: A Nonrandomized Trial," *Journal of Pediatric Psychology*, Vol. 43, No. 5, pp.473-484.
- Smith S, Ericson E. (2009), "Using Immersive Game-Based Virtual Reality to Teach Fire-Safety Skills to Children," *Virtual Reality*, Vol. 13, No. 2, pp.87-99.
- Stark J. and McLaughlin S. (2019), driVR: Pilot Project Overview, WINNER: YOUNG DRIVER ROAD SAFETY AWARDS 2019, First Car.
- THINK!, Education Resources, Retrieved March 30, 2023, website: <https://www.think.gov.uk/education-resources>.
- Umaschi Bers M. (2001), "Identity Construction Environments: Developing Personal and Moral Values Through the Design of a Virtual City," *Journal of the Learning Sciences*, pp.365-415.
- Wulf, J., Blohm, I., Leimeister, J. M., and Brenner, W. (2014), "Massive Open Online Courses," *Business and Information Systems Engineering*, Vol. 6, No. 2), pp.111-114.
- WEBER, K. (2005), ROSE 25: Inventory and compiling of a european good practice guide on road safety education targeted at young people, Final Report for European DG TREN.
- Yoo, Y., Lee, H., Jo, IH., and Park, Y. (2015), Educational Dashboards for Smart Learning: Review of Case Studies, In: Chen, G., Kumar, V., Kinshuk, ., Huang, R., Kong, S. (eds) *Emerging Issues in Smart Learning*, Lecture Notes in Educational Technology. Springer, Berlin, Heidelberg.
- Zulkifli, A. N., Mohamed, N. F. F., Qasim, M. M., and Bakar, N. A. A. (2021), "Road Safety Education Courseware: A Study of Satisfaction and Learning Performance among Primary School Students in Malaysia," *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, Vol. 15, No. 6.

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：施仕青小姐；電話：(02)2748-5280

