

107-056-0277

出國報告(出國類別:其他)

參加第 97 屆美國運輸研究委員會年會 出國報告

服務機關:交通部運輸研究所

姓名職稱:蔡欽同研究員

派赴國家:美國

出國期間:107年1月5日至1月16日

報告日期:107年3月30日

參加第 97 屆美國運輸研究委員會年會出國報告

著 者：蔡欽同

出版機關：交通部運輸研究所

地 址：10548 臺北市敦化北路 240 號

網 址：www.iot.gov.tw (中文版>數位典藏>本所出版品)

電 話：(02)23496789

出版年月：中華民國 107 年 3 月

印 刷 者：承亞興圖文印刷有限公司

版(刷)次冊數：初版一刷 12 冊

定 價：非賣品

行政院及所屬各機關出國報告提要

頁數：52 含附件：無

報告名稱：參加第 97 屆美國運輸研究委員會年會出國報告

主辦機關：交通部運輸研究所

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話：

交通部運輸研究所/孟慶玉/02-23496755

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話：

蔡欽同/交通部運輸研究所/運輸經營管理組/研究員/02-23496844

出國類別：1.考察2.進修3.研究4.實習5.其他

出國期間：107 年 1 月 5 日至 1 月 16 日

出國地區：美國

報告日期：107 年 3 月 30 日

分類號/目：HO／綜合類（交通類） HO／綜合類（交通類）

關鍵詞：美國運輸研究委員會(TRB)、公共運輸、需求反應式公共運輸(DRTS)、
交通行動服務(MaaS)、移動污染源

內容摘要：

本次出國行程為前往美國華盛頓特區參加第97屆美國運輸研究委員會年會(含參加「臺籍運輸專家資訊交流會議」)。美國運輸研究委員會(Transportation Research Board, 以下簡稱TRB)隸屬於美國國家學術院(National Academy of Sciences, Engineering and Medicine)，其任務為透過客觀、跨學科以及跨運具別之研究和資訊交流來引導運輸領域之創新與精進，由於美國在許多運輸研究領域上居於領先地位，因此TRB年會不僅是美國運輸界本身極為盛大的資訊交流與技術觀摩場合，亦吸引諸多來自全球其他國家運輸界之產官學研人士與會。TRB年會活動形式包括研討會、展覽會及論文海報發表會等，範疇涵括陸海空所有運具相關議題，有近千場次之活動於四天半內進行，任何與會者均只能根據個人的興趣與專長挑選其中少數幾場會議活動參加。由於筆者的工作內容與公路公共運輸較有關係，因此本次參加TRB年會係從中挑選參與和國內公路公共運輸新興議題(例如DRTS及MaaS之推動、移動污染源防治等)較有關係之活動場次，本報告擇要概述說明所參與活動之內容，供國內運輸界人士參考。

本文電子檔已上傳至公務出國報告資訊網

目 錄

第一章 前言.....	1-1
1.1 出國目的.....	1-1
1.2 行程紀要.....	1-5
第二章 研討會.....	2-1
2.1 新與會者興趣專長分組訓練營	2-1
2.2 臺籍運輸專家資訊交流會議	2-6
2.3 新興及創新之公共運輸和技術委員會會議.....	2-9
第三章 展覽會.....	3-1
3.1 美國運輸部聯邦公共運輸管理局展示內容.....	3-2
3.2 美國運輸部聯邦公路管理局展示內容	3-6
3.3 英國 Basemap 公司多運具旅行時間分析軟體展示內容.....	3-14
第四章 心得與建議	4-1
4.1 心得.....	4-1
4.2 建議.....	4-2
參考文獻.....	R-1

表 目 錄

表 1-1 出國行程紀要表.....	1-6
表 2-1 不同等級 MaaS 之比較.....	2-10
表 3-1 FTA 協助公共運輸發展提供之補助項目.....	3-3
表 3-2 2016 年 FTA 協助公共運輸發展補助經費之配置.....	3-5
表 3-3 FHWA 「減少交通壅塞及空氣品質改善計畫」符合補助資格之 項目.....	3-8

圖目錄

圖 1-1 第 97 屆 TRB 年會會議主場所沃爾特華盛頓會議中心外觀.....	1-3
圖 1-2 第 97 屆 TRB 年會會議主場所沃爾特華盛頓會議中心內部.....	1-3
圖 1-3 第 97 屆 TRB 年會會議場所配置.....	1-4
圖 1-4 第 97 屆 TRB 年會會場報到地點.....	1-4
圖 2-1 新與會者興趣專長分組訓練營依據分組安排座位.....	2-4
圖 2-2 新與會者興趣專長分組訓練營開幕式.....	2-5
圖 2-3 TRB 鼓勵新與會者成為其常設委員會之志工.....	2-5
圖 2-4 TTIE 與會者合照.....	2-7
圖 2-5 TTIE 與會者交流.....	2-7
圖 2-6 TTIE 臉書畫面.....	2-8
圖 2-7 TTIE LINE 群組畫面.....	2-8
圖 2-8 新興及創新之公共運輸和技術委員會會議進行狀況.....	2-13
圖 2-9 新興及創新之公共運輸和技術委員會討論自動駕駛汽車議題...	2-13
圖 2-10 新興及創新之公共運輸和技術委員會討論交通行動服務議題...	2-14
圖 2-11 新興及創新之公共運輸和技術委員會討論需求反應式公車議題.	2-14
圖 3-1 展覽會會場與參觀人潮.....	3-1
圖 3-2 展覽會攤位配置告示牌.....	3-1
圖 3-3 展覽會 FTA 攤位解說人員.....	3-2
圖 3-4 展覽會 FTA 攤位文宣.....	3-3
圖 3-5 展覽會 FHWA 攤位解說人員.....	3-7
圖 3-6 展覽會 FHWA 攤位文宣.....	3-7
圖 3-7 停車場電氣化服務站高架供電設備.....	3-12
圖 3-8 卡車駕駛員使用停車場電氣化服務站設備.....	3-12
圖 3-9 英國 Basemap 公司展示攤位.....	3-16
圖 3-10 英國 Basemap 公司文宣(一).....	3-16
圖 3-11 英國 Basemap 公司文宣(二).....	3-17
圖 3-12 英國 Basemap 公司文宣(三).....	3-17
圖 3-13 TRACC 軟體分析愛丁堡有軌電車通車前後民眾旅行時間變化	3-18

第一章 前言

1.1 出國目的

美國總統林肯於 1863 年簽署法案創立美國國家科學院(National Academy of Sciences)，此非政府組織之任務，係針對國家重大的科學和技術問題提供獨立、客觀的分析與建言予總統、國會和聯邦機構。該學院之院士係由在相關領域中有傑出研究貢獻者擔任，由該領域之同儕遴選產生。1964 年及 1970 年另成立美國國家工程院(National Academy of Engineering)及美國國家醫學院(National Academy of Medicine)提供國家有關工程方法及醫療與健康議題之建言。上述三個學院一起運作，合稱美國國家學術院 (National Academy of Sciences, Engineering and Medicine)，其具體從事科學技術研究等業務的機構為美國國家研究委員會(National Research Council)，該研究委員會依據不同研究領域設立 7 個分部，包括「行為、社會科學及教育」、「地球及生命科學」、「工程及物理科學」、「醫學研究」、「政策及全球事務」、「交通研究」及「海灣研究」，各分部又下設委員會、組等各級研究組織，負責舉辦各種會議、調查研究、蒐集資料與驗證數據、管理政府和私人提供的研究計畫基金和獎學金等，以推動更多的科學家和技術專家參與科學研究活動，實現美國國家學術院提出的研究目標。美國運輸研究委員會(Transportation Research Board，以下簡稱 TRB)隸屬於上述美國國家研究委員會交通研究分部，TRB 的任務為透過客觀、跨學科以及跨運具別之研究和資訊交流來引導運輸領域之創新與精進，其常與美國運輸部(Department of Transportation)、相關聯邦機構、民間組織與個人就某些運輸議題進行共同探討和研究，並與世界各國運輸專家與學者進行學術交流和合作等事宜，同時廣泛地將研究成果加以傳遞，並鼓勵研究成果之採行落實。

TRB 於 1920 年成立，當時名稱為美國公路研究資訊委員會(National Advisory Board on Highway Research)，其為提供公路技術相關資訊與研究成果之交流建立了機制。1925 年更名為公路研究委員會(Highway Research Board)，透過設立常設委員會、出版刊物和召開年會以達成其使命。在之後的幾十年間，該委員會之規模穩健成長，但一直到 1950 年代開始負責專題研究管理工作

之前，該委員會唯一的使命僅有資訊交流。1962 年因「全國公路合作研究計畫」展開持續性研究管理工作。在 1960 年代間，該委員會的事務活動涉及到越來越多運具，因此在 1974 年更名為運輸研究委員會。從那時起，TRB 的職責範疇明顯擴大，首先於 1980 年代初開始進行有關國家交通政策議題的研究，之後並於 1990 年代依美國國會、運輸部和州政府交通局之要求負責辦理更多工作，包括對於運輸研究合作計畫進行管理、對於進行中之研究計畫給予指導(例如道路鋪面長期性能績效之研究等)，以及對於具創意值得深究分析之計畫進行管理等。近期新增之工作包括與機場、貨運和危險物品運送有關之合作研究計畫，以及為了找出解決方案以提升道路安全、減少交通壅塞及改進更新路面與橋樑之方法而辦理之第二期公路策略研究計畫。

由於美國在許多運輸研究領域上居於領先地位，因此 TRB 年會不僅是美國運輸界本身極為盛大的資訊交流與技術觀摩場合，亦吸引諸多來自全球其他國家運輸界之產官學研人士與會；此外，因 TRB 編審出版之期刊《Transportation Research Record》為 SCI(科學引文索引)及 EI(工程索引) 雙重收錄源期刊，是國際公認相當重要的運輸專業期刊，因此每年會有為數眾多來自世界各國之大學教授與研究所學生與會發表論文。本所為交通部智庫單位，經常負責交通政策之研擬與分析，以及運輸科技之探討與應用等研究計畫，因此多年來均有派員參與 TRB 年會，以利與美國等國家之運輸界人士進行交流，今年亦不例外，由筆者代表本所出席。

TRB 年會於 2018 年已邁入第 97 屆，本次年會召開時間為 2018 年 1 月 7 日至 11 日，於 TRB 所在地點美國首府華盛頓特區舉行，會議場所為沃爾特華盛頓會議中心(Walter E. Washington Convention Center)及 Marriott Marquis 飯店，根據大會發布之資訊，與會人數估計超過 1 萬 3 千人。會場照片如圖 1-1~圖 1-4 所示。



圖 1-1 第 97 屆 TRB 年會會議主場所沃爾特華盛頓會議中心外觀



圖 1-2 第 97 屆 TRB 年會會議主場所沃爾特華盛頓會議中心內部

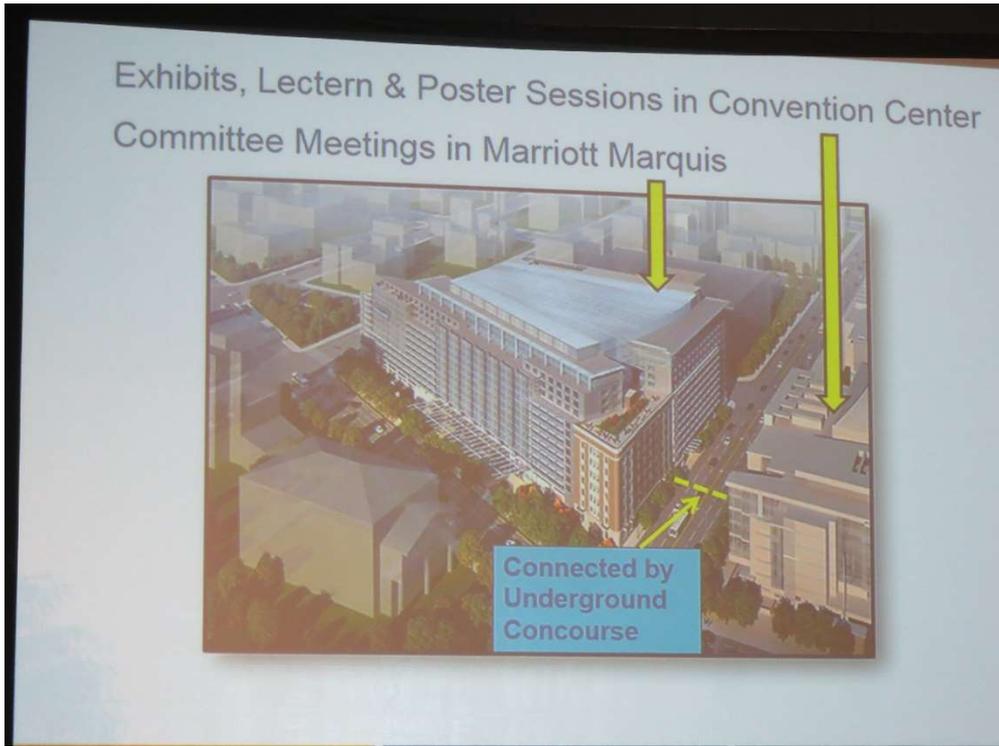


圖 1-3 第 97 屆 TRB 年會會議場所配置



圖 1-4 第 97 屆 TRB 年會會場報到地點

1.2 行程紀要

本次出國行程如表 1-1 所示，主要係參加第 97 屆 TRB 年會相關活動，包括研討會、展覽會及論文海報發表會等。由於 TRB 年會召開期間會有多位目前於美國工作、教書或就學之臺籍人士與會，臺灣也會有數位產官學研人士前往參加，為增進雙方各自對於臺灣及美國相關運輸政策與科技發展狀況的了解，近年來在美之臺籍運輸專家學者會於 TRB 年會召開期間，找出空檔時段借用 TRB 年會會議室規劃一場「臺籍運輸專家資訊交流會議」(Taiwanese Technical Information Exchange Meeting)，邀請參與 TRB 年會之臺籍人士參加，此乃一個難得的資訊交流機會，因此筆者此次出國亦安排參加該場會議。

TRB 年會有超過 800 場次的研討會議與論文海報發表會，範疇廣及各運具相關運輸議題，依據大會之分類，包括航空、海運、鐵路、公共運輸、行人及腳踏車、貨運、管道運輸、規劃與預測、設計、施工、養護維持、材料、道路鋪面、橋樑與結構、大地工程、水力學和水文學、營運與交通管理、場站與設施、車輛與設備、安全與人為因素、安全與緊急事件、資通訊技術、能源、環境、政策、法規、行政與管理、教育訓練、財務、運輸經濟、社會、歷史、國際活動、研究、概括性運輸議題、熱門議題(包括轉型技術、復原力與永續性、運輸與公共衛生)以及今年大會的焦點主題「運輸：帶動未來經濟」(Transportation: Moving the Economy of the Future)。展覽會則有超過 200 個運輸界廠商或機構設攤展示，依據大會之分類，性質涵括航空、海運、鐵路、公共運輸、行人及腳踏車、客運、管道運輸、規劃與預測、旅運分析方法、設計、施工、養護維持、材料、瀝青、公路、道路鋪面、道路養護、橋樑與結構、大地工程、土壤力學、營運與交通管理、機動車輛、車輛與設備、運輸使用者、安全與人為因素、資通訊技術、能源、環境、政策、行政與管理、教育訓練、運輸經濟、社會、歷史、國際活動、研究、文獻出版、人才招募及概括性運輸。由於 TRB 年會活動場次數量繁多，近千場次活動安排於四天半完成，代表同一時段有多場活動分別於不同會議室同時進行，因此任何與會者均只能根據個人的興趣與專長挑選其中少數幾場會議活動參加，筆者也不例外。由於筆者的工作內容與公路公共運輸較有關係，因此本次參加 TRB 年會係從中挑選參與和國內公路公共運輸新興議題(例如 DRTS 及 MaaS 之推動、移動污染源防治等)

較有關係之活動場次，本報告後續擇要概述說明參與活動之內容。

表 1-1 出國行程紀要表

日期	地點	行程內容
107/1/5(五)	臺北-紐約	搭乘「桃園機場－香港－紐約」航班前往美國。
107/1/6(六)	紐約-華盛頓特區	從紐約搭乘鐵路轉乘長途巴士前往會議召開地點華盛頓特區。
107/1/7(日) 至 107/1/11(四)	華盛頓特區	參加「第97屆美國運輸研究委員會年會」(TRB 97th Annual Meeting)，包含參加「臺籍運輸專家資訊交流會議」(Taiwanese Technical Information Exchange Meeting)。
107/1/12(五)	華盛頓特區-紐約	從華盛頓特區搭乘長途巴士至紐約。
107/1/13(六) 至 107/1/14(日)	紐約	國定假日安排私人行程(考察紐約大眾運輸系統)。 備註：未支領國外出差日支生活費
107/1/15(一) 至 107/1/16(二)	紐約-臺北	搭乘「紐約－香港－桃園機場」航班返回臺灣。

第二章 研討會

2.1 新與會者興趣專長分組訓練營

由於每年均有為數不少的與會者是第一次參加 TRB 年會，加上 TRB 年會活動數量眾多、活動議題廣泛、文獻資料庫龐大，為協助新與會者掌握技巧妥善規劃參與年會各式活動之行程、瞭解 TRB 提供會員使用之文獻資料庫與工具等研究資源、以及建立與 TRB 成員之人脈關係，TRB 年會特別辦理新與會者興趣專長分組訓練營「New Attendee Orientation-TRB Bootcamp」，邀請第一次與會人員參加。

TRB 辦理本活動之另一個原因在於鼓勵新與會者加入成為 TRB 常設委員會之成員，定期性參與分組研討會活動並擔任志工。TRB 之部門組織包括執行辦公室、財務及管理部、調和及諮詢研究部、合作研究計畫部及技術活動部；其中技術活動部辦理相關研討活動係透過二百餘個常設委員會及任務小組來執行，其成員包括五千多位志工、美國各州指派之代表、150 多所大學及 35 個運輸機構。無論是美國公民或外國人士，只要有興趣均可申請加入成為常設委員會之會員，且允許每人可同時加入多個常設委員會。各常設委員會之研討活動並不限定只有會員才能參加，不是會員但經常參加該常設委員會之研討活動者，於會員出缺時可優先獲准成為會員。

由於筆者係第一次參加 TRB 年會，因此會議第一天便安排參加新與會者興趣專長分組訓練營之活動。首先工作人員會請新與會者從 28 個小組中挑選一個和其運輸專長或興趣領域最符合的小組，然後引導其至該小組之座位區入座，因此同桌人員均是彼此在運輸專長或興趣領域中相近者，未來在研究或工作上有機會可以互相交流或協助。此 28 個小組分別為：「管理、領導及國際活動」、「運輸政策」、「研究及教育」、「資訊系統」、「運輸系統復原力與永續性」、「運輸系統政策、規劃及形成」、「旅運分析方法」、「環境及能源」、「社會、經濟及文化議題」、「設計」、「鋪面管理」、「結構」、「施工」、「瀝青材料」、「混凝土材料」、「地質及地質環境工程」、「大地工程」、「營運」、「養護」、「法律資源」、「安全」、「系統使用者/人為因素」、「公共運輸」、「行人及腳踏車」、「鐵路」、「貨運系統」、

「航空」及「海運」。因筆者之工作內容與公路公共運輸有關，因此選擇至「公共運輸」小組之座位區入座。

訓練營活動內容依進程序概述如下：

一、說明與TRB建立密切關係之價值

- (一)與其他地域及不同專長領域之運輸界人士交流，擴增知識及視野。
- (二)獲得有用且即時之資訊，包括進行中或近期完成之研究成果、新技術及目前施行案例。
- (三)建立終身受用的職場人脈。
- (四)透過TRB平臺分享研究成果為運輸界做出貢獻。

二、說明小組成員的志願參與及專業技能是TRB成功的關鍵

TRB 辦理相關研討活動係透過二百餘個常設委員會及任務小組來執行，其成員中有五千多位是自願加入，熱心貢獻其運輸專業技能，這是 TRB 相關研究活動能夠既深且廣地涵蓋所有交通運具各種運輸議題之主要因素。

三、說明如何參與TRB常設委員會活動

- (一)至TRB網站(www.trb.org)查看常設委員會之完整清單，以及各委員會主席及TRB行政人員之聯絡資訊。
- (二)以電子郵件和常設委員會主席聯繫，已取得該委員會相關研討活動之資訊。請附上個人背景及專長領域之簡介，並讓主席知道你有興趣經常參加該委員會之研討活動。
- (三)參加常設委員會舉辦之會議，向委員會主席自我介紹，在會議簽到表簽名及附上電子郵件，俾利成為該委員會之固定聯絡對象。
- (四)自願為常設委員會服務，例如協助審查研究論文、參與委員會之研究計畫、在TRB年會或相關研討會議中進行簡報或主持會議。
- (五)在常設委員會會員出缺時表達成為會員之興趣。成為會員需要經過正式的申請程序，越常參與該委員會研討活動者有越高的機會獲准成為會員。

四、導覽說明TRB年會活動內容

今年 TRB 年會各項活動中，展覽會、演說會議及論文海報發表會之會議場所為沃爾特華盛頓會議中心，技術活動部各常設委員會及任務小組研

討會議則於 Marriott Marquis 飯店舉行。本次年會有超過 800 場次活動，範疇涵蓋所有運具別，內容性質包括學術研究、政策研擬及施行案例等類型。與會人員可以下載 TRB 年會的手機應用程式，從中搜尋篩選出想參加的活動場次，其有個人行程安排與衝堂提醒功能。

與會人員可留意今年 TRB 年會和焦點主題「運輸：帶動未來經濟」(Transportation: Moving the Economy of the Future)有關之 45 場次活動，以及針對轉型技術、復原力與永續性、運輸與公共衛生等熱門議題規劃之 180 場次活動。轉型技術之議題係探討有潛力改變運輸行為之新技術，例如自動駕駛車輛、共享運輸系統、大數據、人空智慧、虛擬實境、商業太空運輸等。復原力與永續性之議題係探討如何營運管理運輸系統以符合財務穩定、公平對待所有乘客、於平常及意外事故發生時均能安全可靠運作之特性。運輸與公共衛生之議題係探討減少交通事故傷亡、提供方便到達醫院的運輸服務、減少運輸部門對環境之衝擊、減少傳染病的擴散等。今年 TRB 年會的所有發表論文以及簡報檔案於會議結束後均會上傳至 TRB 網站，完成註冊程序之與會人員可有 1 年的權限瀏覽及下載 2013-2018 年 TRB 年會各篇論文與簡報檔案。

五、說明TRB提供給年輕的新與會者之機會與資源

TRB 設置年輕會員諮議會，對於 35 歲以下的青年專業人士提供特別機會讓其積極參與 TRB 活動，並以技術會議、活動及指南之形式提供其專屬資源。此外，年輕會員諮議會亦會提供各國青年專業人士互相認識建立人脈網路之機會，並作為 TRB 之聯絡窗口協助青年會員解決問題。

六、與TRB工作人員及志工進行交流

筆者於此訓練營係選擇「公共運輸」小組，交流中 TRB 工作人員及志工對於 TRB 公共運輸小組之編組與任務有進一步的說明。TRB 公共運輸小組致力研討美國與其他國家公共運輸系統之規劃、設計、營運及維護問題，其共設置 14 個常設委員會，分別處理下列議題：運輸管理和績效、運輸容量和服務品質、新興及創新之公共運輸和技術、公共運輸規劃和發展、公共運輸行銷和費率政策、自動化運輸系統、跨運具轉乘設施、公車

系統、郊區及城際巴士運輸、副大眾運輸、鐵路運輸系統、通勤鐵路運輸、輕軌運輸、渡輪運輸，此外，另有 1 個任務小組負責運輸安全與保障之議題。上述常設委員會負責提出研究議題、分享研究成果與相關資訊、召開會議與視訊研討會邀集運輸界相關人員共同討論當前遭遇到及未來可能面臨到之議題。

新與會者興趣專長分組訓練營之活動照片如圖 2-1~圖 2-3 所示。TRB 年會確實是一個結識世界各國運輸界專業人士及掌握最新運輸技術發展的良好平臺，然而儘管申請成為 TRB 相關常設委員會之成員有其益處，但就國內公部門人員而言，不太可能每年都奉派參加 TRB 相關會議，自然也會因為沒有積極參與相關研討活動而難以成為 TRB 相關常設委員會之成員，但對國內大學教授而言，若其每年投稿 TRB 年會均獲選，可以每年獲得教育部補助經費出國參加 TRB 會議，相較下可能就有機會成為 TRB 相關常設委員會之成員。雖然國內公部門人員不太可能有機會成為 TRB 相關常設委員會之成員，但因為 TRB 相關會議活動並不局限於常設委員會之成員才能參加，在本所每年均有派員參加 TRB 年會之狀況下，本所還是能夠因此掌握運輸技術發展的最新資訊。

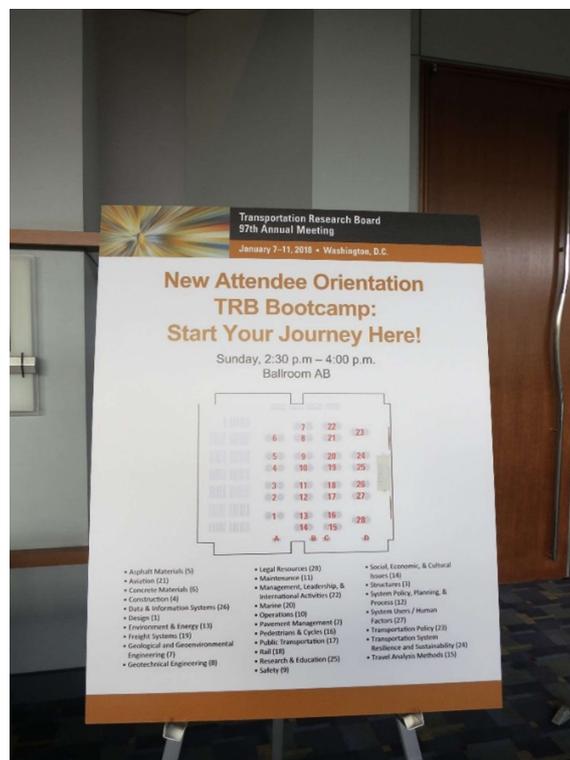


圖 2-1 新與會者興趣專長分組訓練營依據分組安排座位



圖 2-2 新與會者興趣專長分組訓練營開幕式

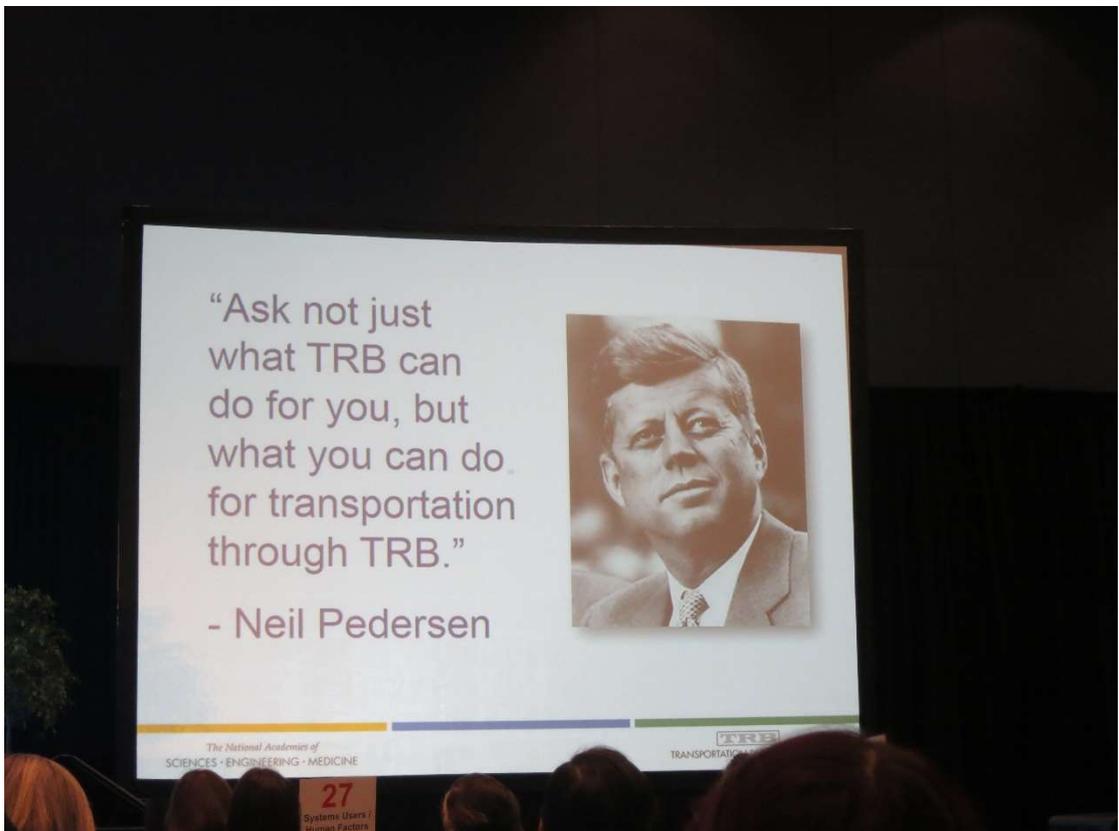


圖 2-3 TRB 鼓勵新與會者成為其常設委員會之志工

2.2 臺籍運輸專家資訊交流會議

「臺籍運輸專家資訊交流會議」(Taiwanese Technical Information Exchange Meeting, 以下簡稱 TTIE)提供一個良好機會讓在臺灣以及美國運輸界服務之臺籍人士可以互相認識，透過資訊交換與經驗交流，彼此互相協助與激勵，期能提升臺灣在 TRB 及世界運輸專業場合的能見度與重要性。以往 TTIE 係由在臺人員及在美人員共同籌辦，但因臺灣前往參加 TRB 年會之人員每年大多不同，不像在美臺籍交通專家多數每年均會參加此會議，因此目前係由在美人員單獨籌辦，由亞利桑那大學吳耀然教授擔任會議主席。參加本次 TTIE 之臺籍運輸專家約 30 人，包括在美國學術界服務者(例如加州大學柏克萊分校詹景堯教授、亞利桑那大學邱怡璋教授與吳耀然教授、紐澤西理工學院錢一之教授、維吉尼亞理工學院呂昌田教授等)、在美國政府部門服務者(例如任職美國交通部之胡希曾小姐、聯邦公路管理局之陳玄仁先生、德州交通局之毛啟明先生、維吉尼亞交通局之陳如茵小姐等)、在美國運輸產業界服務者(例如 RST International, Inc. 負責人董尚義博士等)以及在美國攻讀博碩士學位者；來自臺灣的與會人員包括在學術界服務者(例如臺灣大學土木工程學系交通組賴勇成教授與許聿廷教授)，在政府部門服務者(例如任職於交通部運輸研究所的筆者)、在運輸產業界服務者(例如財團法人中華顧問工程司之卓奕志與毛一祥先生)以及與指導教授一同前來 TRB 發表論文之臺大學生等。TTIE 之活動照片如圖 2-4~圖 2-5 所示。

會中筆者請教在美臺籍運輸專家有關交通行動服務(Mobility as a Service, 簡稱 MaaS)在美發展情形，亞亞利桑那大學邱怡璋教授表示 MaaS 在美國稱為 Mobility on Demand，目前在美國運輸業也相當受到重視，已有不少推動案例，邱怡璋教授曾有參與經驗，因此對於臺灣刻正推動之兩個 MaaS 示範計畫(高雄與北宜走廊)邱怡璋教授均願意給予指導與建議。會中臺美雙方亦就聯網自動駕駛車(Connected Autonomous Vehicles)、推動大眾運輸發展及大數據應用分析等議題互相討論。

另由於臺灣前往參加 TTIE 者每年大多不同，不像在美臺籍交通專家多數每年均會參加此會議，這多少限制了該會議的交流成效，因此會議中大家曾討論如何強化 TTIE 的交流成效，不希望會議只是淪為一年一度固定聚會的形式而已。對此，亞利桑那大學邱怡璋教授提議可以成立 Line 群組，這樣可以方便臺

美雙方隨時互相交流，與會人員對此提議深表贊同，因此負責 TTIE 會議事務之王介先生於會後已協助成立臺籍交通專家技術資訊交流會議之臉書及 Line 群組做為聯絡平臺。圖 2-6 及圖 2-7 分別為 TTIE 臉書畫面及 Line 群組畫面。



圖 2-4 TTIE 與會者合照



圖 2-5 TTIE 與會者交流



最新動態

蔡欽同分享了 1 條連結。 34分鐘前 · 台北市 · 國

年初在TRB TTIE會議上有人提問臺灣 Automated and Connected Vehicles的發展狀況,因這不是我熟悉的領域,所以沒能提供資訊.在臺灣,這部分主要由經濟部工研院與車測中心進行研發與產業輔導,這篇報導有一些臺灣發展狀況

圖 2-6 TTIE 臉書畫面



利用名稱搜尋

成員 23



圖 2-7 TTIE Line 群組畫面

2.3 新興及創新之公共運輸和技術委員會會議

新興及創新之公共運輸和技術委員會(Emerging and Innovative Public Transport and Technologies Committee)是 TRB 公共運輸小組所屬常設委員會之一，該委員會研討和公共運輸與私人運輸有關新概念與新技術，包括運具、設備、設施、資訊系統與通訊技術、動力系統、運輸科技與土地使用之整合、智慧停車、小汽車共享與公共自行車；現任主席為密西根大學教授 Jean Ruestman 及 Schweiger 顧問公司董事長 Carol Schweiger。

本次 TRB 年會中，新興及創新之公共運輸和技術委員會會議以共享運輸為討論焦點，包括邀請服務於瑞典研究機構 RISE Viktoria 及 Chalmers 科技大學之 Jana Sochor 博士進行簡報，探討如何界定交通行動服務(Mobility as a Service, MaaS)的組成特性，以及邀請服務於美國加州灣區公車營運單位 AC Transit 之交通管理師 Austin Lee 進行簡報，介紹加州灣區需求反應式公車 Flex 之推動經驗。上述兩份簡報之內容概述如下：

一、界定 MaaS 之拓撲學方法：一種建議工具用於理解 MaaS 之必備條件與成效，以及協助將社會目標納入 MaaS 中(A Topological Approach to Mobility as a Service: A Proposed Tool for Understanding Requirements and Effects, and for Aiding the Integration of Societal Goals)

(一)提出界定 MaaS 之拓撲學方法之目的：便於討論 MaaS、可以比較 MaaS 不同服務、了解 MaaS 潛在成效。

(二)MaaS 定義：目前學界對於 MaaS 尚無明確定義，除了 Mobility as a Service(MaaS)之用語外，尚有 Combined Mobility(CM)及 Integrated Mobility Services(IMS)之用語，其概念範圍略有不同，但基本上可涵括三項特點：

- 1.提供以乘客需求為主要考量之服務。
- 2.提供移動性而非運輸方式。
- 3.提供運輸服務、資訊、付費及購票之整合。

MaaS 之創意與挑戰主要來自於整合工作，除了跨運具之旅運資訊整合、定位或購票系統整合、付費或開立收據之整合外，還包括了運輸業者之組織整合、套裝服務整合(例如提供按月或按季複合運輸服務訂購)等。

(三)不同等級的 MaaS：依據整合程度大小，MaaS 可以區分為四個等級，第一等

級僅納入資訊整合，第二等級則增加訂位與付費系統之整合，第三等級另增加相關服務提供者之整合，此為目前最主流的 MaaS 服務概念，第四等級則尚將社會目標(例如永續性與可及性政策)與運輸服務規劃納入整合，此為未來 MaaS 可以發展的新方向。將上述四種等級之 MaaS 與毫無整合概念之傳統運輸服務進行比較，彙整如表 2-1 所示：

表 2-1 不同等級 MaaS 之比較

等級特性	第 0 級	第 1 級	第 2 級	第 3 級	第 4 級
整合重點	沒有整合，個別服務	跨運具資訊整合(含行程規劃資訊，票價資訊等)	訂位及付費系統整合	服務提供者之整合(含服務訂購及合約等)	社會目標之整合
目標族群	依服務內容而定	在該旅次未使用私人運具者	複合運具使用者，在該旅次未使用私人運具	私人運具使用者(家戶)或潛在使用者(家戶)	運輸服務提供者及公共運輸常客
使用者價值	使用公共運具或小汽車共享系統到達目的地	找出到達目的地之最佳行程安排	找出到達目的地之最佳複合運具行程組合，並讓客戶更容易使用服務	取代私人運具，滿足特定家戶之移動性需求	獲得獎勵金以及更好的旅運服務
運輸業者價值	N.A.	對新客戶增加曝光度	吸引新客戶與特殊客戶	吸引新的客戶群、增加營運效率	與地方政府主管機關建立夥伴關係
MaaS 服務提供者收益來源	N.A.	廣告收入或政府補貼	代售佣金	採購及組裝運輸服務	代發獎勵金、販售電子票證資料
永續性	如果政府有朝正確方向導引，則能具有永續性效果	效果有限	當使用複合運具較方便時，可以減少私人運具之使用	減少私人運具之使用及停車空間	尚增加對 MaaS 之永續性目標之管理

表 2-1 不同等級 MaaS 之比較(續)

等級特性	第 0 級	第 1 級	第 2 級	第 3 級	第 4 級
政府監管重點	許可證之條約、機動性的道路收費、小汽車共享系統之停車位	促使所有客運業者開放資訊管道並加以標準化	許可證中的條款和條件	公共運輸服務經銷商合約之條款	營造 MaaS 市場(透過停車政策、道路擁擠稅及都市計畫等)
服務責任	N.A.	資訊品質	運作正常的購票(訂位及付費)系統	運輸服務品質	值得客戶期待
類似服務	N.A.	旅展	旅行社	經套裝的包車服務	生態旅遊、及戶運輸

(四)後續研究方向：上述所提 4 個不同等級的 MaaS，可以進行更精細的區分，

例如：

- 1.第 1 級與第 2 級是否可算是 MaaS 的範疇，還是第 3 級以上才算是 MaaS 的範疇？
- 2.存在不同等級間之混合類型。
- 3.第 4 級可以依據不同永續性(社會永續性、經濟永續性與生態永續性)區分為三種類性。
- 4.探討不同永續性目標之平衡點。
- 5.其他的區分面向，例如依地理環境區分為都市 MaaS、郊區 MaaS 及偏鄉 MaaS。

二、一個局內人對具彈性與需求反應性質的公共運輸之局外觀點(An Insider's Outside Perspective on Flexible, On-Demand Public Transit)

(一)加州灣區需求反應式公車 Flex 簡介：

- 1.營運車輛為 16 人座中型巴士。
- 2.至少於用車 30 分鐘前以電話、手機 APP 或電腦上網預約。
- 3.規律性用車之預約，可提前 3 個月提出。
- 4.與固定路線之費率與營運時間相同。
- 5.預約與排程軟體以及車機設備由契約廠商提供。

(二) Flex 推動過程：

- 1.2015 年審計報告建議將南部區域所有公車路線轉為需求反應式服務。
- 2.2016 年 8 月至 2017 年 3 月同時提供固定路線服務及需求反應式服務。
- 3.2017 年 3 月至 2018 年 3 月僅提供需求反應式服務。

(三) Flex 辦理成效：

1. 需求反應式服務每年車輛維運成本為 126,000 美元(固定路線為 128,000 美元)。
2. 平均每位乘客營運成本為 65 美元(固定路線為 25 美元)。
3. 起初僅訂有一個目標「以更少成本維持相當載客量」，然而計畫是否成功不同部門有不同的衡量方式與看法。

(四) 檢討與展望：

1. 加州灣區需求反應式公車 Flex 是否擴展於其他路線仍待觀察。
2. Flex 計畫只是即興規劃，缺乏內部目標或處理流程，例如站牌如何增加之議題。
3. 除了載客量之外，Flex 計畫沒有其他的績效衡量。然而既有固定路線的載客量很低，轉型為需求反應式服務後，載客量若有流失也很有限。
4. 因為需求反應式服務具特殊性，會優先挑選資深人員擔任駕駛員，因此駕駛人事成本增加，但因車型不同致維修人事成本減少。
5. 需求反應式服務可以減少駕駛員加班時數，因為當無乘客時，公車可以直接返回車庫，不用全程把公車路線走完。
6. 需求反應式服務需使用中型巴士以適用於特殊路型及縮短行車時間，原先以固定路線行駛時所使用之大型巴士可移至其他地區使用。
7. 需求反應式服務所需之車輛數須視班距、服務範圍及車輛故障情況而定，不一定會較以固定路線行駛時所需之車輛數少，因此若以大型巴士行駛需求反應式服務是不合理的。
8. 提供需求反應式服務之運輸機構，不能再僅以運輸業者自居而已，除依規定提供運輸服務外，尚須進一步思考如何讓服務更吸引人以增加載客量。
9. 必須界定清楚欲服務之客群(年輕與行動方便者 VS. 高齡與行動不便者)，以及服務功能定位(幹線服務 VS. 接駁服務；增加既有服務 VS. 強化選項)。

10.必須與其他替代方案比較，例如計程車共乘(Uber Pool Express)、小汽車共享系統、無樁公共自行車等，以確定需求反應式服務是否是應採行之最優方案。

本次 TRB 年會中「新興及創新之公共運輸和技術委員會會議」之照片如圖 2-8~圖 2-11 所示。



圖 2-8 新興及創新之公共運輸和技術委員會會議進行狀況



圖 2-9 新興及創新之公共運輸和技術委員會討論自動駕駛汽車議題



圖 2-10 新興及創新之公共運輸和技術委員會討論交通行動服務議題



圖 2-11 新興及創新之公共運輸和技術委員會討論需求反應式公車議題

第三章 展覽會

本次 TRB 年會之展覽會活動有超過 200 個運輸界廠商或機構設攤展示，如圖 3-1~圖 3-2 所示。以下簡要介紹筆者參訪過與個人業務相關且印象較深刻之攤位展示內容。

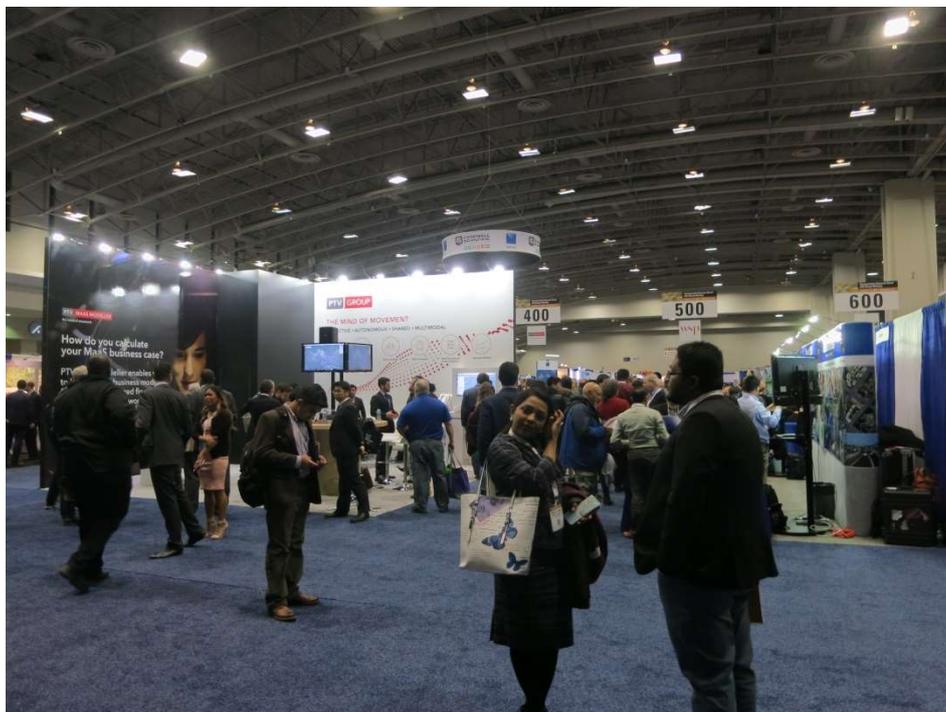


圖 3-1 展覽會會場與參觀人潮

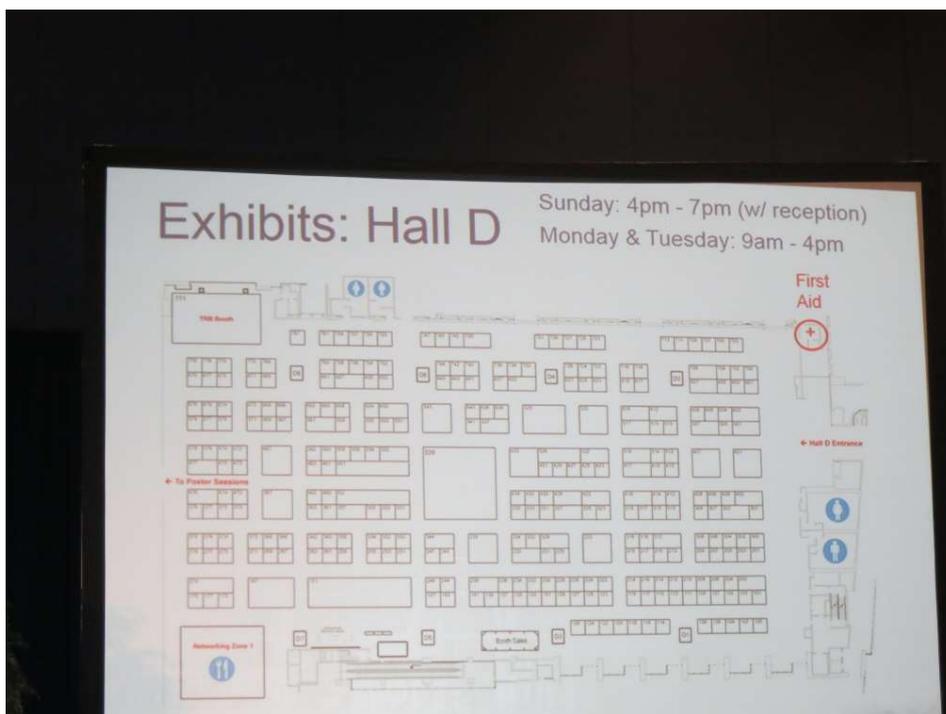


圖 3-2 展覽會攤位配置告示牌

3.1 美國運輸部聯邦公共運輸管理局展示內容

美國運輸部聯邦公共運輸管理局(Federal Transit Administration, U.S. Department of Transportation, 簡稱 FTA) 展示內容為「改善全美社區公共運輸」(Improving Public Transportation for America's Communities), 如圖 3-3~圖 3-4 所示。

FTA 自 1964 年起提供補助經費，協助州政府及地方政府建置或強化公共運輸系統，包括公車、捷運、輕軌、通勤鐵路、有軌電車和渡輪，每年提供 120 億美元以上的補助經費，包括分配型補助及競爭型補助。2015 年 12 月 4 日，美國前任總統歐巴馬簽署了「改善美國地面運輸法」(Fixing America's Surface Transportation, 簡稱 FAST)，FTA 依該法於 2016-2020 年編列 610 億美元之經費用於改善全美公共運輸。FTA 對於協助公共運輸發展提供之補助項目彙整如表 3-1 所示，以 2016 年為例，FTA 共執行 117.89 億美元經費，經費配置彙整如表 3-2 所示。



圖 3-3 展覽會 FTA 攤位解說人員



圖 3-4 展覽會 FTA 攤位文宣

表 3-1 FTA 協助公共運輸發展提供之補助項目

補助項目內容	補助類型	備註
都會區公共運輸	分配型	資助都會區公共運輸之資本門投資、規劃、通勤運輸計畫及某些狀況下之營運費用。
都會區公共渡輪客運系統	競爭型	
公共運輸系統之維護	分配型	提供補助經費用於軌道系統維護及修建，經費可用於建立及執行資產管理計畫。
資本門投資	競爭型	補助重型鐵路、通勤鐵路、輕軌、電車及公車捷運系統之興建，計畫須經過多年多階段的審議。
資本門投資加速計畫	競爭型	本試驗性計畫挑選不超過 8 個的資本門投資計畫給予補助，計畫必須是公私部門協作，且地方政府必須具備財政、技術與運輸系統維護能力。
公車車輛及設施之購置、整修與汰換	分配型	補助州政府及運輸業者
公車車輛及基礎設施投資	競爭型	補助州政府及運輸業者，針對分配型補助無法涵蓋之相關改善計畫
低排放及零排放公車及相關設施之購置或租用	競爭型	補助州政府及運輸業者

表 3-1 FTA 協助公共運輸發展提供之補助項目(續 1)

補助項目內容	補助類型	備註
偏鄉公共運輸	分配型	提供州政府相關資金、規劃與營運之協助，以支援人口 5 萬以下且有許多居民經常使用公共運具之地區。
偏鄉運輸之相關研究與技術協助	分配型	提供州政府相關資金，餘偏鄉地區進行相關訓練、研究與技術協助。另提供參考資訊與資料予運輸業者及州政府主管機關使用。
印第安保護區及原住民部落公共運輸	分配型 競爭型	2,500 萬美元為分配型補助，500 萬美元為競爭型補助，後者地方政府需有 10% 配合款。
增進高齡者與身障者移動性	分配型	補助州政府協助私人非營利組織執行改善計畫
運輸規劃(全州、都會區或非都會區)	分配型	提供規劃程序要求，規劃成果必須包括短期與長期方案，並列出方案之優先性。
運輸合作研究計畫	競爭型	進行相關研究提出短期可行的解決方法，例如運輸安全指導方針及新的規劃與管理工具等。
促進公共運輸安全之研究與示範計畫	競爭型	配合美國運輸部交通安全計畫辦理，FTA 之補助以應用技術與設計改善安全之示範計畫為主
公共運輸零排放相關研究、示範、測試與評估	競爭型	開放非營利組織申請
低排放及零排放公車零組件之測試、評估與分析	競爭型	開放具資格之大專院校申請
提升公共運輸業者營運管理能力之技術協助與標準化發展	分配型	
公共運輸活動之人力資源及訓練	分配型	
運輸導向的都市發展計畫	競爭型	針對擬申請資本門投資之運輸系統興建計畫，補助地方社區將土地使用與該運輸規劃結合。
地面運輸綜合型補助	分配型	補助州政府及地方政府改善公路、地區公共運輸、長途巴士、自行車及行人有關之地面運輸性能。

表 3-1 FTA 協助公共運輸發展提供之補助項目(續 2)

補助項目內容	補助類型	備註
提升國道系統性能	分配型	
公共運輸設施因應災害防治之作為	分配型	協助州政府預防天然災害對公共運輸系統之破壞，以及修護因天然災害受損之公共運輸系統
減少交通壅塞及空氣品質改善	分配型	補助州政府，配合聯邦公路管理局辦理
發展創新之公共運輸產品及服務	競爭型	
個人化整合運輸服務模式(Mobility on Demand)	競爭型	補助計畫為以創新商業模式提供大眾高品質、無縫且公平的運輸服務者
通勤鐵路裝設主動列車控制系統	競爭型	補助州政府、地方政府及運輸業者
促進經濟復甦之運輸投資計畫	競爭型	資助創新、跨運具、跨行政區、具經濟及環境效益之計畫

表 3-2 2016 年 FTA 協助公共運輸發展補助經費之配置

經費項目	經費配置(億美元)	備註
都會區公共運輸	45.38	分配型
公共運輸系統之維護	25.07	分配型
資本門投資	23.01	競爭型
公車車輛及設施之購置、整修與汰換	6.96	分配型
偏鄉公共運輸	6.20	分配型
人口成長州及人口密度高地區	5.36	
增進高齡者與身障者移動性	2.63	
運輸規劃	1.30	分配型
行政管理	1.15	
研究計畫	0.48	競爭型
技術協助與人力發展	0.14	分配型
運輸導向的都市發展計畫	0.10	競爭型

「改善美國地面運輸法」主要特點說明如下：

- 一、提供 5 年穩定可預期的經費協助公共運輸發展。經費每年增加 10 億美元。
- 二、補助重點經費增加，例如公共運輸系統之維護相關補助經費從 2015 年 21 億美元，增加至 2016 年 25 億美元；公車車輛及設施之購置、整修與汰換相關補助經費從 2015 年 2.68 億美元，增加至 2016 年 6.96 億美元。
- 三、對於公車車輛及基礎設施投資之補助，除採取分配型補助機制，另重新引

入競爭型補助機制做為搭配。以 2016 年為例，競爭型補助有 2.68 億美元，其中 0.55 億美元指定用於購置低排放或零排放之車輛。

四、對於受補助購置之公車及軌道運輸車輛，其車輛零組件之國內自製率，在 2020 年以前須從 60%提高至 70%。

五、簡化並闡明車輛採購或租用之辦理程序。新的採購規範允許運輸業者以租賃方式增加低排放或零排放之設備。另州政府及運輸業者可合作共同採購設備，此外，並以試驗性計畫允許非營利組織參與簽訂共同採購合約。為協助補助對象找到共同採購合夥人，依法須成立了一個聯合採購資訊交換機構。

六、自 2016 年起提供 200 萬美元經費辦理試驗性計畫，改善非急診醫療中心之聯外運輸服務，相關經費逐年增加，至 2019 年及 2020 年將提高至 350 萬美元。

七、從信託基金及一般基金資助運輸研究，並重新架構運輸研究計畫。其中每年資助 300 萬美元用於低排放及零排放公車零組件之測試、評估與分析。

3.2 美國運輸部聯邦公路管理局展示內容

美國運輸部聯邦公路管理局 (Federal Highway Administration, U.S. Department of Transportation, 簡稱 FHWA)展示內容為「減少交通壅塞及空氣品質改善計畫」(Congestion Mitigation and Air Quality Improvement Program, 簡稱 CMAQ)，如圖 3-5~圖 3-6 所示。

CMAQ 補助州政府和地方政府辦理與交通有關之移動污染源排放減量計畫，以利在美國環保署 (Environmental Protection Agency, 簡稱 EPA) 指定之空氣品質未達標區域及空氣品質維護區域減少臭氧前驅物(揮發性有機化合物與氮氧化物)、一氧化碳或懸浮微粒(PM₁₀ 與 PM_{2.5})，俾符合「空氣清淨法」(Clean Air Act, 簡稱 CAA) 之要求。自 1992 年起，CMAQ 已提供 300 億美元以上之經費補助州政府交通局、都市規劃組織 (MPO) 和其他響應單位執行三萬多個計畫。對於沒有空氣品質未達標區域及空氣品質維護區域之州政府，亦可獲得少量經費執行 CMAQ 或地面運輸計畫列舉之符合補助資格之辦理項目。

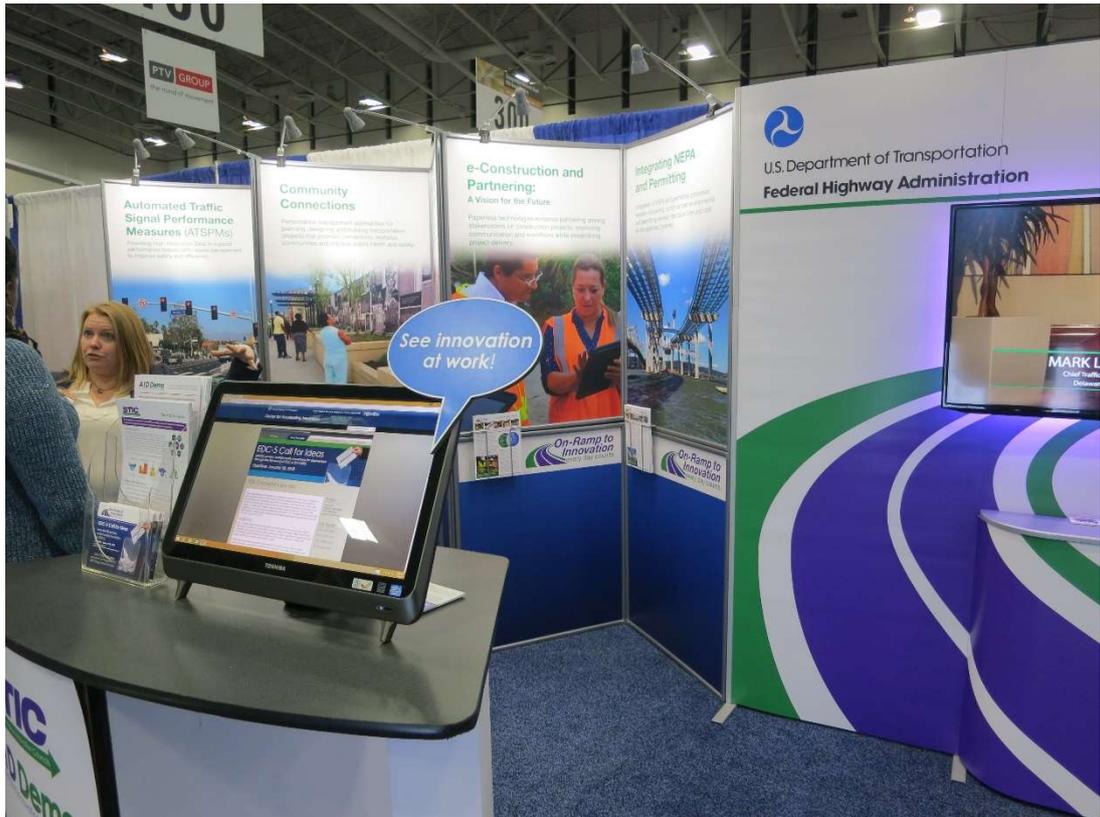


圖 3-5 展覽會 FHWA 攤位解說人員



圖 3-6 展覽會 FHWA 攤位文宣

CMAQ 列舉符合補助資格之辦理項目彙整如表 3-3 所示，其中少部分計畫(例如小汽車共乘或中型車共乘)聯邦政府會補助 100%，其餘計畫聯邦政府係補助 80%，且 CMAQ 採實報實銷制，相關補助經費在計畫完成後才會撥付。老舊車輛報廢或擴充道路容量計畫則為法令明定不符合 CMAQ 補助資格之辦理項目，另道路養護及整建亦被排除在外。

FHWA 依據「改善美國地面運輸法」，從 2016 年至 2020 年，每年提供 23-25 億美元辦理 CMAQ。其列舉辦理項目大致和以往雷同，但特別強調下列幾項重點：

- 一、電動車與天然氣車輛及其相關基礎設施仍為列舉辦理項目，並將特定運輸走廊設置上述基礎設施列為優先項目。前述運輸走廊計有 55 條，橫跨 35 個州，長度近 85,000 英哩。
- 二、將安裝車機通訊設備納入列舉辦理項目。
- 三、預留一定經費用於減少懸浮微粒 PM2.5，包括柴油引擎改裝、安裝柴油廢氣控制技術於道路興建機具及不在道路行駛之柴油機具等。

CMAQ 鼓勵政府部門與運輸業者或非政府組織等共同合作，使彼此在辦理經費或專業技術上互蒙其利，例如營運車隊改用替代能源、建置複合運輸貨運設施等。公私部門合作時，應明訂雙方的權利義務，包括工作分配及費用分攤，補助資金的分配與用途、購置財產之所有權歸屬等。

表 3-3 FHWA「減少交通壅塞及空氣品質改善計畫」符合補助資格之項目

項目	備註
1.柴油引擎改裝和其他先進卡車技術	可行方式包括購置有改裝引擎之車輛、安裝廢氣排放控制器、辦理相關的宣傳活動等。適用車輛包括校車、垃圾車、公車、港口貨櫃拖車、鐵路機車及工程機具。
2.減少車輛怠速	可行技術包括直燃式加熱器、輔助動力系統，自動怠速熄火系統、Truck Stop Electrification(停車時利用電器轉換器改變電力來源)、Advanced Truck Stop Electrification(停車場電氣化服務站，一個固定高架設備，透過管路連接卡車車窗，以提供駕駛室電力、冷暖空調、網路、市區電話、衛星電視、點播電影及互動式駕駛訓練電腦遊戲，如圖 3-7 及圖 3-8 所示)。

表 3-3 FHWA 「減少交通壅塞及空氣品質改善計畫」符合補助資格之項目(續 1)

項目	備註
3.減少壅塞和改善車流	<p>可行方式包括：透過車輛偵測器與閉路電視進行交通監控；透過資訊化交通號誌時相進行交通管理；提供即時交通資訊；實施交通事故與施工區管理計畫；建置高速公路運輸管理系統、區域運輸管理中心、提供公路救援服務之 511 電話和網站、道路氣象資訊系統、車輛與基礎設施(V2I)間無線通訊設備、其他可改善交通流量之管理、監控與交控設施。</p>
4.貨運和複合運輸	<p>可行方式包括：建置區位良好的大型新複合運輸貨運站、提供設計更好的進出通道及改善橋樑以解決複合運輸貨運基礎設施不足問題；改善鐵路及港口碼頭複合運輸貨運站之聯外道路、橋樑與隧道以解決出入不易問題；建置或調整鐵路貨運路線、擴大雙層貨櫃列車服務、改善複合運輸營運管理、強化不同運具間之協調以改善運作缺乏效率問題；應用柴油引擎改裝等先進科技減少廢氣排放。</p> <p>若能證明確有空污減量效果，CMAQ 補助經費除可用於設備投資外，還能用於為期 5 年的營運補助。</p>
5. 運輸控制措施	<p>透過管理旅運需求或改善車流等運輸控制措施來減少機動車輛廢氣排放，例如建置自行車和行人措施、小汽車共乘、停車轉乘設施、改善公共運輸等減少一人車駕駛行為；應用智慧型運輸系統技術、規劃高承載車道、改善號誌時相等方式減少車輛走走停停狀況。</p>
6. 旅運需求管理	<p>採取措施減少一人車駕駛行為之次數和行駛里程，曾採行之作法有 Guaranteed Ride Home Programs(購買公共運輸月票之通勤者，如遇突發性緊急事故無法搭公共運輸，可免費搭乘 1 趟計程車從辦公室返回住家，里程不超過 100 英哩)、telecommuting(居家就業遠距辦公)、透過 employer outreach(雇主外展訓練)、公眾教育與交通管理組織鼓勵減少一人車駕駛旅次量。</p>

表 3-3 FHWA 「減少交通壅塞及空氣品質改善計畫」符合補助資格之項目(續 2)

項目	備註
7. 改善公共運輸	<p>可行方式包括：</p> <p>(1)提供新的公共運輸服務：例如新闢快捷公車路線或接駁公車路線串聯出要活動中心。對此 CMAQ 無法提供永久性營運費用補貼。</p> <p>(2)既有公共運輸系統或服務之擴充：CMAQ 經費可用於興建及營運費用，但不是所有公共運輸改善計畫都符合 CMAQ 補助條件，必須能增加載客量才行。</p> <p>(3)購置新車：添購或汰換公車、中巴及鐵路列車，車輛可以是使用替代能源者。</p> <p>(4)票價補貼：在特定條件下，CMAQ 經費可用於辦理票價優惠措施以增加公共運輸使用量。例如於臭氧超標時期，提供免費或票價優惠之公共運輸或中型車共乘服務，並搭配長期措施抑制一人車駕駛行為。</p>
8. 自行車和行人設施	建置自行車道與車架，以及鼓勵民眾使用自行車之行銷活動均符合補助條件。
9. 公眾教育和推廣活動	增進民眾對於和交通有關之移動污染源排放之知識，以及讓民眾了解空污防制相關措施及改變運具選擇對於改善空氣污源之契機。
10. 運輸管理協會	和運輸管理協會合作
11. 小汽車共乘或中型車共乘	實施高承載專用道，鼓勵民眾共乘，節省高承載車輛旅行時間與成本。
12. 汽車共享	建置公共汽車或自行車共享系統，滿足公共運輸最初中一里/最後一里運輸需求。
13. 極端低溫冷發動計畫	以行駛五英里為例，冷發動車輛之廢氣排放較一般情形多出約 30% 氮氧化物及 60% 一氧化碳，因此執行減少冷發動之廢氣排放可由 CMAQ 補助經費支應。
14. 訓練	例如透過駕駛員訓練，調整不當駕駛行為，以節省油耗及廢氣排放。
15. 車輛檢驗和保養計畫	根據美國環保署分析，50% 廢氣排放來自 10% 不良車輛，因此執行車輛檢驗與保養計畫可由 CMAQ 補助經費支應。

表 3-3 FHWA 「減少交通壅塞及空氣品質改善計畫」符合補助資格之項目(續 3)

項目	備註
16. 替代能源車輛	<p>例如液化石油氣車輛、天然氣車輛、酒精公車、電動車輛、氫氣公車等。(註：依據 2011 年美國能源資訊局之統計資料，替代能源車輛占比：酒精公車 72%、液化石油氣車輛 12%、高壓天然氣車輛 10%、電動車輛 6%、液化天然氣車輛及氫氣車輛均小於 1%。</p> <p>若以 CMAQ 經費補助私部門購買替代能源車輛，該經費僅能用以補助替代能源車輛相較傳統公車售價高出的部份，此外，若有其他聯邦政府經費補助該車輛購買，應優先使用該補助經費支應前述車價高出的部分。</p> <p>替代能源車輛之加氣站或充電站設施如果是公有或公部門租賃的，則可使用 CMAQ 補助經費，但前提是沒有可方便使用的私營加氣站或充電站設施。</p>
17. 創新計畫	<p>可行構想舉例如下：</p> <p>(1) 透過市場機制減少交通壅塞，例如停車收費、取消辦公室免費停車改給搭乘公共運輸津貼、道路收費、車輛稅費根據廢氣排放及/或行駛里程課徵、課徵燃油稅等。</p> <p>(2) 和企業界合作，壓縮工作天數、允許在家上班、提供誘因減少雇員一人車駕駛人為(例如給予搭乘公共運輸或中型車共乘者免費票證、給予騎自行車或步行者獎勵等)。</p> <p>(3) 頒布空污超標時之因應作為，例如規劃「臭氧行動日」(Ozone Action Days)活動。</p> <p>(4) 鼓勵運輸導向的都市規劃，在土地使用規劃上讓住宅區、就業地點及運輸服務之間能距離較近，打造一個友善行人及公共運輸的環境。</p> <p>(5) 限制私人運具停車時間及/或取消路邊停車格，以減少私人運之使用。</p>



圖 3-7 停車場電氣化服務站高架供電設備

資料來源：IdleAir



圖 3-8 卡車駕駛員使用停車場電氣化服務站設備

資料來源：IdleAir

CMAQ 優良案例列舉如下：

- 一、加州舊金山大都會交通委員會撥付 1,560 萬美元(其中 1,380 萬美元來自 CMAQ 補助經費)給灣區的 12 個運輸業者，在近 1,700 輛公車上加裝柴油碳微粒濾清器。辦理成效估計每天減少氮氧化物 2.25 公斤、懸浮微粒 0.15 公斤。
 - 二、田納西州 Knoxville 地區交通規劃機構與業者合作，運用 100 萬美元的補助經費於 40 號與 75 號洲際公路沿線加油購物站裝置 100 個停車場電氣化服務站設備，減少怠速行駛狀況，辦理成效估計每天減少一氧化碳 25 公斤、氮氧化物 60 公斤、懸浮微粒 1.6 公斤、揮發性有機化合物 3 公斤。
 - 三、喬治亞州亞特蘭大建置先進運輸管理系統，以監控和管理亞特蘭大都市區境內 90 英里州際公路上的交通狀況。該系統的開發總費用為 1.4 億美元，(其中 5,400 萬美元來自 CMAQ 補助經費)。辦理成效估計每天減少揮發性有機化合物 614 公斤、氮氧化物 578 公斤。
 - 四、奧勒岡州波特蘭建造吊橋讓鐵道可延伸至深水碼頭區，以使用火車載貨減少卡車量，建設費用為 610 萬美元(其中 100 萬美元來自 CMAQ 補助經費，210 萬美元來自示範計畫經費，300 萬美元來自私部門)。辦理成效估計每天減少揮發性有機化合物 52 公斤、一氧化碳 241 公斤、氮氧化物 364 公斤。
 - 五、德州休士頓於每年 8 月提供公共運輸票價優惠方案，該月通常是臭氧讀數超標時期，投入經費約 350 萬美元(其中 260 萬美元來自 CMAQ 補助經費)。辦理成效估計每天減少揮發性有機化合物 80.4 公斤、氮氧化物 95.2 公斤。
- 因 CMAQ 強調執行成效，所有補助計畫都需提供空污防治之量化數據，因此 FHWA 開發了廢氣排放計算工具，讓地方政府可以推算計畫之辦理成效。計算工具依類型區分下列 8 種，前 5 種工具已可使用，後 3 種工具於 2018 年開放使用。
- 一、交通壅塞減少及車流改善成效估算工具。
 - 二、先進柴油卡車/引擎技術成效估算工具。

- 三、替代能源車輛成效估算工具。
- 四、小汽車共乘及中型車共乘成效估算工具。
- 五、公車汰換及改裝柴油引擎成效估算工具。
- 六、公共運輸新增服務及擴充車隊成效估算工具。
- 七、減少柴油車怠速成效估算工具。
- 八、自行車及行人設施改善成效估算工具。

3.3 英國Basemap公司多運具旅行時間分析軟體展示內容

TRACC 是英國 Basemap 公司所研發的一套軟體，該軟體結合了家戶分布資料、公共運輸路網與站點資料、數值地圖之道路資料與重要地標資料，可估算各旅次起迄點使用小汽車、公共運輸、自行車及步行之旅行時間，並可將估算分析結果以視覺化方式套疊呈現在數值地圖上。該軟體之分析結果可應用於檢核公共運輸路網規劃是否符合民眾旅行時間要求、評估運輸資源調整對民行便利性之影響、評估各家戶至某重要地標(例如學校、醫院、機場等)之旅運時間差異等，實務上可應用之分析案例包括：作為公共運輸服務相關規劃與調整之決策參考、用於決定停車場設置地點或停車證申請發放之參考依據、依學齡孩童居家與學校之距離分布狀況進行學區劃分、作為決定新住宅地點的參考依據等。該系統除於英國應用外，已推廣至加拿大及瑞典等國，例如加拿大渥太華市使用該軟體分析運輸路網改變(2018 年一條新輕軌路線開始營運)之影響，瑞典政府則使用該軟體作為評估可及性之工具以檢視相關運輸政策目標是否有達成。

Basemap 公司曾使用 TRACC 軟體分析愛丁堡有軌電車系統(Edinburgh Tram)是否具投資效益。該系統從愛丁堡新城約克廣場至愛丁堡機場，路線總長度為 14 公里，設置 15 個車站。該系統於 2003 年規劃時估計約需興建費用 3.75 億英鎊，但至 2008 年中完成興建合約簽訂時，成本已上漲至 5.21 億英鎊，因工程延宕直至 2014 年 3 月 31 日始通車，然興建費用已累積至 7.76 億英鎊。因投資金額龐大，引發是否具投資效益之爭議。愛 Basemap 公司使用 TRACC 軟體分該 Edinburgh Tram 通車後，民眾前往機場之旅行時間變化，以了解有多少民眾因

該建設而受益。分析結果顯示加入有軌電車系統之運具選項後，愛丁堡市民搭乘公共運輸至機場之旅行時間可在 30 分鐘以內之家戶數增加 2,748 戶，以人口數計算為 5,965 人，增幅約 15%；旅行時間在 60 分鐘以內之家戶數則僅增加了 240 戶，以人口數計算為 455 人，增幅約 0.1%，該數據可進一步換算為旅行時間節省之效益，再用於和興建成本比較進行成本效益分析。

為協助地方政府提升公車路網規劃能力，本所與中華大學合作研發「公共運輸縫隙掃描決策支援系統」，該系統結合交通部路網數值圖、公路總局及各縣市政府所建立之公車動態資訊系統資料庫、以及內政部國土資訊系統社會經濟資料庫之戶籍人口空間資料等進行加值應用，透過系統多項評估指標自動運算與分析報表產製功能，可用於篩出搭乘公車不便之運輸節點做為改善重點對象，包括公車站牌距離搭乘者太遠、公車班次不足、沒有公車到達重要地標、搭乘公車時間遠較自行開車長等，當交通主管機關提出改善方案後，本系統亦可分析方案實施後之評估指標值變化，以研判是否有改善成效。本所已授權有意願使用之 14 個縣市政府(桃園市、臺南市、基隆市、新竹市、嘉義市、新竹縣、彰化縣、南投縣、雲林縣、嘉義縣、屏東縣、宜蘭縣、花蓮縣及金門縣政府)及 6 個區域運輸發展研究中心使用本系統。本所「公共運輸縫隙掃描決策支援系統」與英國 Basemap 公司開發之 TRACC 軟體在應用功能上有異曲同工之處，可有彼此輔助之功效。上述二軟體主要差別在於英國 TRACC 軟體以各家戶至某重要地標之各運具旅行時間來找出使用公共運輸不便之家戶，我國「公共運輸縫隙掃描決策支援系統」則是區分四層面進行分析：依家戶與站牌分布資料找出距離公車站牌太遠之家戶、依可搭乘路線之班次找出使用公車不便之時段、依公車路網分布找出家戶與重要地標間無公車銜接者、比較兩站點間公共運具與小汽車旅行時間找出公車競爭力不足之區間。從英國 Basemap 公司 TRACC 軟體在英國本地之應用案例及推廣至國外之成果應用，本所研發之「公共運輸縫隙掃描決策支援系統」應該亦有相當的潛在推廣價值。因此筆者於參觀英國 Basemap 公司展示攤位時，曾詢問該公司總經理(CEO)Mark Gallagher 有關共同合作行銷推廣至其他國家之可能性，其表示有合作意願，因此筆者回國後已將 Basemap 公司 TRACC 軟體相關資訊提供予「公共運輸縫隙掃描決策支援系統」合作研究團隊(中華大學與崧旭資訊股份有限公司)參考評估。

英國 Basemap 公司展示攤位及文宣如圖 3-9~圖 3-12 所示。TRACC 軟體分析愛丁堡有軌電車系統通車前後民眾旅行時間變化之結果如圖 3-13 所示。



圖 3-9 英國 Basemap 公司展示攤位

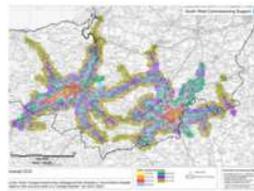
A proven TRACC record saving clients time and money...



School Admissions – calculating walking distance to school ♥ 0



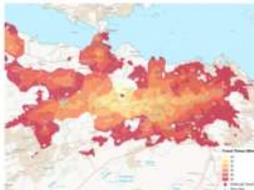
Consultancy saves time and money using TRACC ♥ 1



Overturned decision to close NHS site ♥ 0



Supporting decisions for new housing developments ♥ 0



Edinburgh Tram ♥ 0

圖 3-10 英國 Basemap 公司文宣(一)

TRACC

Accurate, multi-modal
travel time analysis



TRACC is the market leader in public transport analysis. It quickly and easily produces accurate, multimodal travel time contours and reports between any number of origins and destinations.

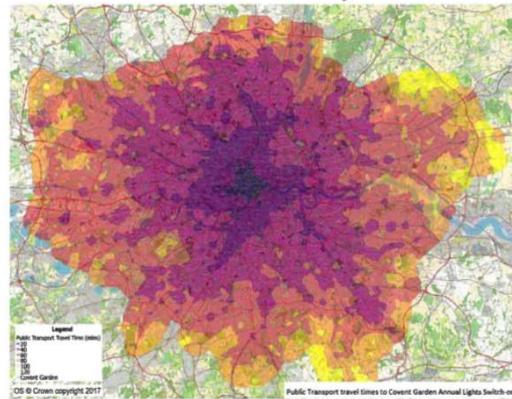
- Precise demographic reporting
- Evaluate walking, cycling, driving and public transport
- Detailed catchment analysis
- Load transport data and visualise
- Compare different transport schemes
- Save time
- View and edit data

TRACC has..

- Provided evidence for funding bids
- Supported decisions for new housing
- Looked at efficiency of bus networks
- Shown pupils distance from schools and assisted admissions process
- Assessed parking permit applications and systems
- Encouraged active travel

"This software has the potential to increase our offer to our clients with the ability to move beyond simple accessibility contours, towards more complicated outputs such analyses based on bus frequencies, car driver accessibility based on Trafficmaster data, geo-demographic data analysis and catchment analysis"

WSP



Contains Ordnance Survey data © Crown copyright and database right 2017

For further information visit www.basemap.co.uk

T +44 (0)1483 688470

E info@basemap.co.uk

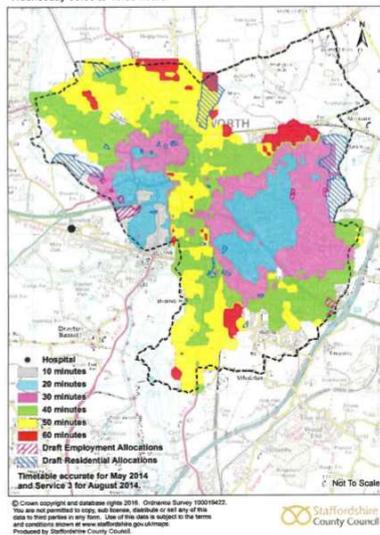
圖 3-11 英國 Basemap 公司文宣(二)

TRACC

Accurate, multi-modal
travel time analysis



Public Transport Access to Hospital (Bus and Rail)
Wednesday 08:00 to 10:00 hours



"We're experimenting with TRACC at the moment as we use it to help determine the impact of transit network changes as a result of the opening of our new light rail line in 2018. We've found the software easy to get to grips with, and staff at Basemap are knowledgeable and willing to help at all times."

Matthew Wolstenholme, City of Ottawa

"The results generated by TRACC allows us to make better, more informed decisions on the deliverability of sites to both clients and local authorities."

James Byrne, Mode Transport Planning Consultancy

"We are delighted with the ease of use and functionality of TRACC, and crucially, with its ability to carry out national level runs on the scale we require"

Jeremy Grove, Department for Transport

"TRACC is a fantastic tool for evaluating accessibility reviewing transport policy objectives"

Government of Sweden

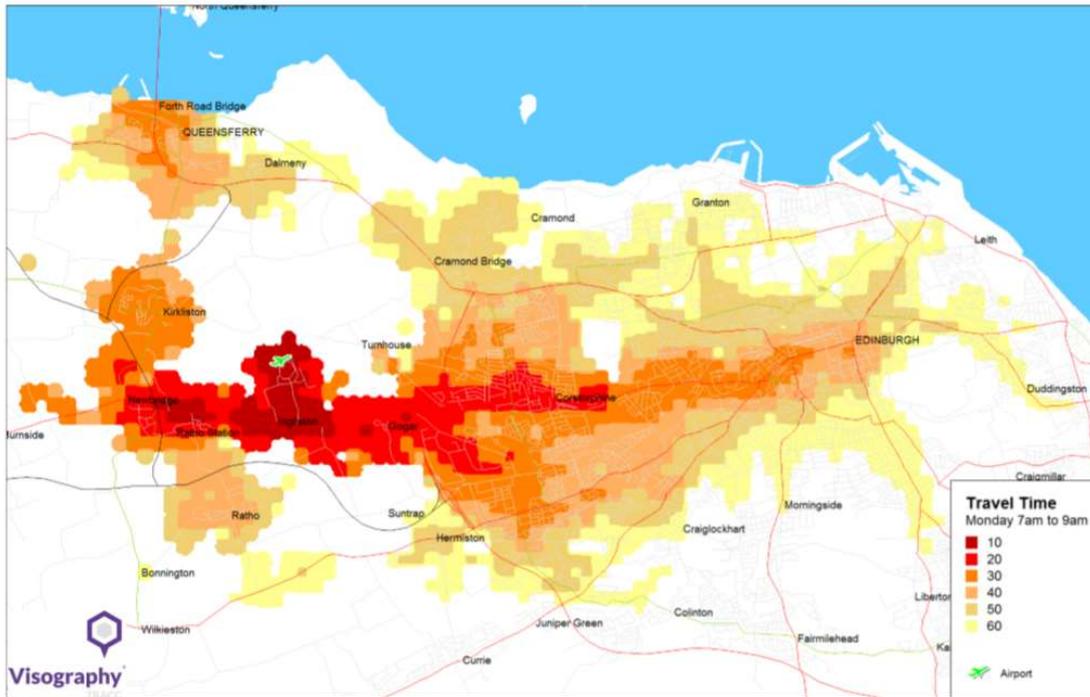
For further information visit www.basemap.co.uk

T +44 (0)1483 688470

E info@basemap.co.uk

圖 3-12 英國 Basemap 公司文宣(三)

Travel time to Edinburgh Airport using Bus and Coach (Before Tram)



Travel time to Edinburgh Airport using Tram, Bus and Coach

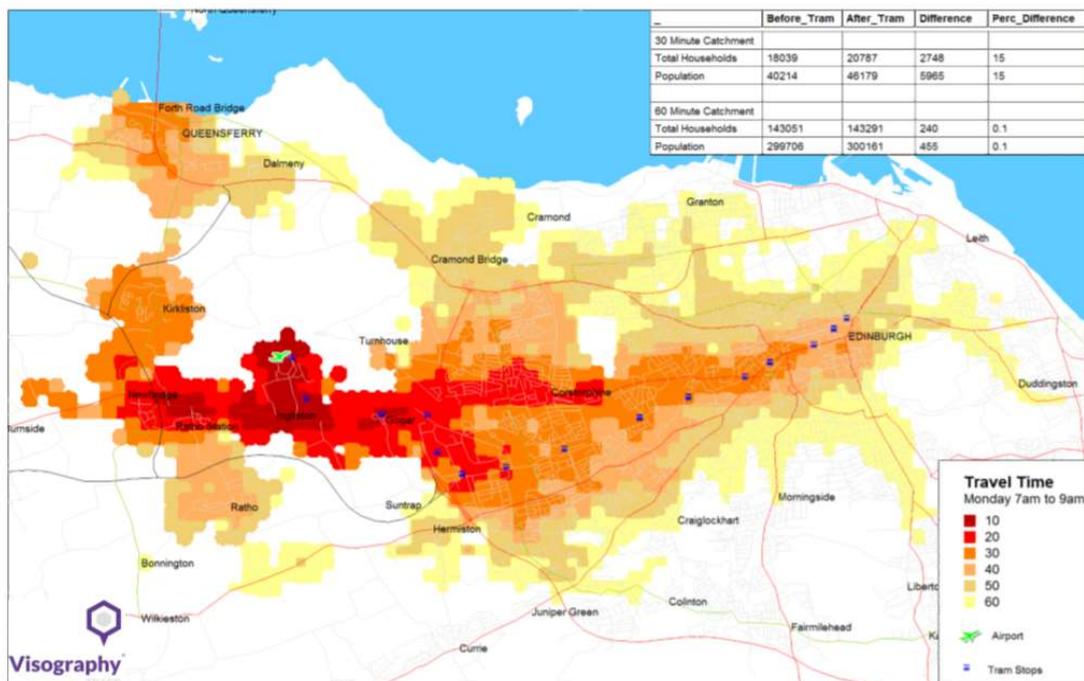


圖 3-13 TRACC 軟體分析愛丁堡有軌電車通車前後民眾旅行時間變化
資料來源：Basemap

第四章 心得與建議

本次出國行程為前往美國華盛頓特區參加第 97 屆美國運輸研究委員會年會(含參加「臺籍運輸專家資訊交流會議」)。美國運輸研究委員會(Transportation Research Board, 簡稱 TRB)隸屬於美國國家學術院(National Academy of Sciences, Engineering and Medicine), 其任務為透過客觀、跨學科以及跨運具別之研究和資訊交流來引導運輸領域之創新與精進; 由於美國在許多運輸研究領域上居於領先地位, 因此 TRB 年會不僅是美國運輸界本身極為盛大的資訊交流與技術觀摩場合, 亦吸引諸多來自全球其他國家運輸界之產官學研人士與會。TRB 年會活動形式包括研討會、展覽會及論文海報發表會等, 範疇涵括了陸海空所有運具相關議題, 有近千場次之活動於四天半內於多個會議地點同步進行, 由於筆者的工作內容與公路公共運輸較有關係, 因此本次參加 TRB 年會係從中挑選參與和國內公路公共運輸新興議題(例如 DRTS 及 MaaS 之推動、移動污染源防治等)較有關係之活動場次。茲將本次參加第 97 屆 TRB 年會之心得與建議分節條列說明如下, 供國內相關單位推動公共運輸之參考。

4.1 心得

一、參加 TRB 年會有助結識各國運輸界專業人士及掌握運輸技術發展的新知

TRB 年會是運輸界的國際盛會, 有來自世界各國上萬名運輸界之產官學研人士與會, 會議活動議題廣及陸海空所有運具相關運輸議題, 是一個結識世界各國運輸界專業人士及掌握最新運輸技術發展的良好平臺。

二、規劃「交通行動服務」(MaaS)時可考量納入社會目標

MaaS 之創意與挑戰主要來自於整合工作, 除了跨運具之旅運資訊整合、定位或購票系統整合、付費或開立收據之整合外, 還包括了運輸業者之組織整合、套裝服務整合(例如提供按月或按季複合運輸服務訂購)等。未來可考量進一步將社會目標(例如永續性與可及性政策)與運輸服務規劃納入整合, 以達到更大的社會利益, 此為 MaaS 未來可以發展的新方向。

三、辦理需求反應式公共運輸(DRTS)需界定清楚欲服務客群與功能定位

辦理需求反應式公共運輸(DRTS)必須界定清楚欲服務之客群(年輕與行動方便者 VS.高齡與行動不便者)，以及服務功能定位(幹線服務 VS.接駁服務；增加既有服務 VS.強化選項)，並與其他替代方案比較，例如計程車共乘(Uber Pool Express)、小汽車共享系統、無樁公共自行車等，以確定需求反應式服務是否為採行之最優方案。

四、本所「公共運輸縫隙掃描決策支援系統」有相當的潛在推廣價值

本所「公共運輸縫隙掃描決策支援系統」與英國 Basemap 公司開發之 TRACC 軟體在應用功能上有異曲同工之處，從英國 Basemap 公司 TRACC 軟體在英國本地之應用案例及推廣至國外之成果應用，本所研發之「公共運輸縫隙掃描決策支援系統」亦有相當的潛在推廣價值。

4.2 建議

一、將成立臺籍交通專家技術資訊交流之臉書及 Line 群組資訊提供本所人員

為強化在美臺籍交通專家與國內交通專家之交流成效，負責「臺籍運輸專家資訊交流會議」事務之人員已成立臺籍交通專家技術資訊交流之臉書及 Line 群組做為聯絡平臺，建議本所人員可加入該聯絡平臺，以利與在美臺籍交通專家多多交流。

二、FTA「改善全美社區公共運輸」之補助項目可供我國公運計畫規劃之參考

我國刻正辦理「公路公共運輸多元推升計畫」，此為我國協助各縣市推動公路公共運輸發展之重要經費來源，美國運輸部聯邦公共運輸管理局(FTA)亦有類似計畫(「改善全美社區公共運輸」，Improving Public Transportation for America's Communities)，雖然後者補助的運具種類較廣，但仍有值得國內參考之處，建議可將 FTA「改善全美社區公共運輸」提供地方政府補助經費發展公共運輸之補助項目內容等資訊提供本所及交通部公路總局負責辦理「公路公共運輸多元推升計畫」之人員參考，俾利經費分配及運用更符合運輸產業未來發展之需。

三、FHWA「減少交通壅塞及空氣品質改善計畫」提供之補助項目可供我國空

污防制計畫規劃之參考

移動污染源對民眾健康危害之議題在國內已是熱門議題，因此執行空污防制計畫將是我國交通及環保等部門之重點工作，美國運輸部聯邦公路管理局(FHWA)「減少交通壅塞及空氣品質改善計畫」之辦理內容部分值得國內參考，建議可將 FHWA 該計畫提供地方政府補助經費辦理與交通有關之移動污染源排放減量計畫之補助項目內容等資訊，提供本所及交通部參與空污防制計畫規劃之人員參考。

參考文獻

1. TRB 97th Annual Meeting Final Program, Transportation Research Board, The National Academies of Sciences, Engineering and Medicine, 2018.
2. Transportation Research Board網站, <http://www.trb.org/Main/Home.aspx>.
3. Jana Sochor, Hans Arby, MariAnne Karlsson & Steven Sarasini, “A Topological Approach to Mobility as a Service: A Proposed Tool for Understanding Requirements and Effects, and for Aiding the Integration of Societal Goals”, TRB 97th Annual Meeting ,2018.
4. Austin Lee, “ An Insider’s Outside Perspective on Flexible, On-Demand Public Transit”, TRB 97th Annual Meeting ,2018.
5. 美國運輸部聯邦公共運輸管理局網站, <https://www.transit.dot.gov/>
6. 美國運輸部聯邦公共運輸管理局網站, <https://www.fhwa.dot.gov/>
7. IdleAir公司網站<https://www.idleair.com/>
8. Basemap公司網站<http://www.basemap.co.uk/>