旅次特性資料蒐集輔助方法之探討

A Study on The Auxiliary Methods for Collecting Travel Characteristic Data

運輸計畫及陸運組　張舜淵 呂怡青 王劭暐

研究期間：民國 113 年 4 月至 113 年 12 月

摘　要

旅次特性調查為建構運輸需求模式之基礎，旅次特性資料調查傳統方法為實體問卷調查，如家訪、面訪與電訪等，其困難度逐年增加，且面訪具有抽樣機率問題，為完善旅次特性資料蒐集，爰辦理本研究探討可做為輔助蒐集運輸需求模式建構所需資料之方法，以供未來研究所需。本研究經探討與比較傳統問卷調查、網路調查、行動裝置應用程式、電信信令資料與 AI 交通量調查等方法後，建議未來之調查可採傳統實體調查與行動裝置 GPS 軌跡紀錄結合網路問卷之雙軌並行方式辦理，並以電信信令資料做為總體旅次發生與分布之校估，與 AI 影像辨識技術做為交通量調查之判讀工具。

關鍵詞：

運輸需求模式、旅次特性調查、電信信令。

旅次特性資料蒐集輔助方法之探討

一、前言

旅次特性調查為建構運輸需求模式之基礎，其調查方法、調查技術、有效樣本、準確度等項目均攸關運輸需求模式建立品質之良莠，隨著科技的日新月異，如何精進運輸規劃作業技術，改善資料調查與取得難度問題，並提升分析效率與精確度，同時降低規劃作業成本已逐漸成為運輸規劃中重要課題。一般而言，旅次特性資料調查採用傳統問卷調查方法進行資料蒐集，其困難度逐年增加，本所近年辦理運輸規劃相關研究之調查均有一定程度之拒訪率，為完善旅次特性資料蒐集，使運輸規劃使用資料更加精確，爰辦理本研究探討可做為輔助蒐集運輸需求模式建構所需資料之方法，以供未來研究所需。

二、區域運輸規劃系列研究之調查成果

2.1 區域運輸規劃旅次特性調查之內容

旅次特性調查係辦理運輸規劃時，建構運輸需求模式的輸入資料來源之一，本所辦理區域運輸規劃系列研究所建構之運輸需求模式，係採程序性運輸規劃模式，分為旅次發生、旅次分布、運具分配與路網指派等 4 個步驟之模組，各步驟所需之資料彙整如表 1 所示。

表 1 程序性運輸需求模式各步驟所需資料與取得方式

步驟	項目	分析方法	需求資料	取得方式
旅次發生	旅次產生	類目分析法	●基年旅次產生、吸引數 ●人口數、家戶數、平均所得、車輛持有 ●及業及學人口	●家戶訪問 ●屏柵線、周界線交通量調查 ●捷運、鐵路起迄資料 ●公車客運旅客統計
	旅次吸引	迴歸分析法		
旅次分布	界內旅次	重力模式	●基年旅次產生吸引矩陣 ●旅行成本、時間矩陣 ●界外旅次產生吸引矩陣	●家戶訪問 ●屏柵線、周界線交通量調查 ●捷運、鐵路起迄資料 ●公車客運旅客統計
	界外旅次	Furness 法		
運具分配	初步運具分配	比例分配法	●各運具分配比例 ●各運具旅行時間 ●各運具旅行成本	●家戶訪問 ●特殊旅次產生吸引點問卷
	主要運具分配	個體羅吉特模式		
路網指派	私人運具	容量限制均衡指派法	●公路路網 ●公共運輸路網 ●公共運輸班表	●數值地圖 ●道路幾何條件調查 ●旅行時間調查
	公共運輸運具	全有或全無法		

資料來源： 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，本所，民國 112 年。

於模式資料需求中，社會經濟發展與道路交通量等資料可透過公部門統計彙整取得，公共運輸運量與起迄則可透過票證資料進行分析，然而家戶、個人基本資料（如：年齡、性別、家戶組成、所得、職業等）以及旅次特性（如：外出時間、旅次目的、起迄分布、運具選擇行為等）之相關資料，仍需透過實際的問卷調查取得，旅次特性調查問卷包含之項目彙整如表 2 所示，其中最為複雜的部份為「個人旅次活動資料」，需記錄受訪者前一日進行的所有外出旅次，詳細記載各旅次起迄點、目的、時間、使用運具、步行/等車/乘車時間、花費等資料，以利將個人特性資料（如性別、年齡、所得、車輛持有）與旅次特性間建立關聯性，俾利後續模式構建與模式旅次資料校估之用。

表 2 旅次特性調查問卷主要調查內容

類別	調查內容
過濾題	經常居住地、前一日有無外出
家戶基本資料	居住地、家戶所得、個人所得、家戶人口資料、可使用車輛數、是否有接送需求
個人基本資料	出生年、性別、學歷、是否持有駕照、就學狀況、行業別、平日通勤運具別、上班或上學地點
個人旅次活動資料	行程日期、此日行程是否由住家出發、行程屬上班/上學日或休假日、目的地、旅次目的、起迄時間、使用交通工具、旅次總步行時間、旅次總等車時間、旅次總乘車時間、旅次總花費、搭乘交通車/遊覽車之概估乘客人數（不含司機）、私人運具駕駛者相關資訊（停車方式、尋找車位時間、停車計費方式與費用）、是否有人共乘

資料來源： 南臺區域整體運輸規劃系列研究(1/2)－旅次特性調查分析，本所，民國 109 年。

2.2 抽樣與調查方法及有效樣本回收情形

本所自 105 年起依序辦理北臺、南臺、中臺與東臺區域整體運輸規劃系列研究，於各區域均針對生活圈內旅次特性進行問卷調查與資料蒐集，部分計畫亦引用其他機關辦理之調查成果資料納入模式進行校估。

北臺區域整體運輸規劃系列研究之研究範圍包含臺北市、新北市、桃園市、基隆市、新竹市、新竹縣、宜蘭縣與苗栗縣，旅次特性調查作業於 106 年辦理，除雙北地區（臺北市與新北市）係引用臺北捷運公司 104 年辦理臺北都會區整體運輸需求預測模式（TRTS-IV）更新案（TRTS-4S）之調查成果外，其餘 5 個生活圈（新竹市與新竹縣合併為同一生活圈）各配置 3,500 份樣本，共規劃蒐集 17,500 份樣本。各生活圈抽樣方式係依據行政區活動特性劃分為若干分區，以分層隨機抽樣法（stratified sampling），依照各分區實住人口比例做為等比例抽樣（proportional allocation）之依據分配調查樣本數，並參考交通部民眾日常運具使用調查

之主運具比例分配調查運具。調查作業之進行係於公共運輸場站（如：客運站、公車站、軌道運輸車站等）與人口聚集地（如：郵局、市公所、賣場、加油站、便利商店及學校等）進行面訪問卷調查。調查總接觸人數為 147,057 人，共完成 17,526 份有效樣本之蒐集（各生活圈有效樣本數如表 3 所示），有效樣本比例約 12%，未成功調查之原因包含：拒訪（約 74.4%）、不符受訪條件（如前一日無外出或非居住該縣市者，約 13.2%）及填答資料不完整等。

表 3 北臺區域各生活圈有效樣本數

生活圈	宜蘭	基隆	桃園	新竹	苗栗	總計
有效樣本數	3,506	3,511	3,504	2,501	3,504	17,526

資料來源：北臺區域整體運輸規劃－旅次特性調查與供需分析，本所，民國 107 年。

南臺區域整體運輸規劃系列研究之研究範圍包含雲林縣、嘉義市、嘉義縣、臺南市、高雄市與屏東縣，旅次特性調查作業於 108 年辦理，其中嘉義市與嘉義縣合併為同一生活圈，爰範圍內共有 5 個生活圈，共規劃蒐集 15,000 份樣本。各生活圈基礎樣本數為 1,700 份，其餘 6,500 份再依照人口分配至各生活圈，分配完成後各生活圈樣本數為：雲林縣 2,300 份、嘉義縣/市 2,400 份、臺南市 3,500 份、高雄市 4,300 份、屏東縣 2,500 份。各生活圈依地區生活型態、區位特性與聯外道路服務特性將各生活圈劃分為 5~7 個活動特性分區，樣本數採分層隨機抽樣法，依據各行政區人口、性別、年齡比例進行等比例抽樣之依據，進行樣本數配置。調查作業之進行係於人口較為集中之地點（如：鄉鎮區公所、郵局、商圈、超市、量販店、校園周邊、住宅街道、社區活動中心、里民中心等）進行面訪問卷調查，地點選擇並需避免有特定運具使用傾向。調查總接觸人數為 77,852 人，共完成 15,101 份有效樣本之蒐集（各生活圈有效樣本數如表 4 所示），有效樣本比例約 19.4%，未成功調查之原因包含：拒訪（約 74.2%）、中途拒訪（約 1.0%）、未居住訪問縣市（約 4.9%）及前一日無外出（約 0.5%）等。除旅次特性調查外，於南臺區域亦進行特殊吸引點調查、重要運輸場站旅客旅次特性調查與運具選擇補充調查，輔助相關模式資料之蒐集。

表 4 南臺區域各生活圈有效樣本數

生活圈	雲林	嘉義	臺南	高雄	屏東	總計
有效樣本數	2,320	2,418	3,521	4,321	2,521	15,101

資料來源：南臺區域整體運輸規劃系列研究(1/2)－旅次特性調查分析，本所，民國 109 年。

中臺區域整體運輸規劃系列研究之研究範圍包含苗栗縣、臺中市、彰化縣、南投縣與雲林縣等 5 個生活圈，旅次特性調查作業於 109 年至 110

年辦理，共規劃蒐集 9,000 份樣本。各生活圈基礎樣本數為 1,100 份，考量苗栗縣與雲林縣曾分別於北臺區域與南臺區域研究案進行調查，該 2 縣問卷數量各分配 750 份，其餘 7,500 份再依照人口分配至臺中、彰化及南投生活圈，分配完成後各生活圈樣本數為：苗栗縣 750 份、臺中市 4,400 份、彰化縣 2,000 份、南投縣 1,100 份、雲林縣 750 份，各生活圈再額外增加 400 份於公共運輸場站進行之補充調查，以避免公車、軌道運具樣本數過少。各生活圈依地區生活型態、區位特性與聯外道路服務特性將各生活圈劃分為 5~7 個活動特性分區，樣本數採分層隨機抽樣法，依據各行政區人口、性別、年齡比例進行等比例抽樣之依據，進行樣本數配置。調查作業之進行係於人口較為集中之地點（如：鄉鎮區公所、郵局、商圈、超市、量販店、校園周邊、住宅街道、社區活動中心、里民中心等）進行面訪問卷調查，地點選擇並需避免有特定運具使用傾向。調查作業共完成 11,417 份有效樣本之蒐集（各生活圈有效樣本數如表 5 所示），於試調期間成功率約為 25%，正式調查成功率又更低。除旅次特性調查外，於中臺區域亦進行特殊旅次吸引點調查與重要運輸場站旅客到離站特性調查，輔助相關模式資料之蒐集。

表 5 中臺區域各生活圈有效樣本數

生活圈	苗栗	臺中	彰化	南投	雲林	總計
有效樣本數	1,184	4,986	2,497	1,559	1,191	11,417

資料來源： 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，本所，民國 112 年。

東臺區域整體運輸規劃系列研究之研究範圍包含宜蘭縣、花蓮縣與臺東縣等 3 個生活圈，旅次特性調查作業於 111 年辦理，共規劃蒐集 11,230 份旅次特性問卷調查樣本，並引用北臺區域之宜蘭生活圈調查資料，及臺東生活圈模式之調查資料。各生活圈基礎樣本數為平、假日各 1,700 份，考量宜蘭縣與臺東縣平日分別各有 3,145 份與 1,321 份引用樣本，該 2 縣平日問卷數量各分配 800 份，假日則分別為 2,700 份與 2,130 份，花蓮縣則為平、假日各 2,400 份。各生活圈依地區生活型態、區位特性與聯外道路服務特性將各生活圈劃分為 5~6 個活動特性分區，樣本數採分層隨機抽樣法，依據各行政區人口、性別、年齡比例進行等比例抽樣之依據，進行樣本數配置。調查作業之進行係於人口較為集中之地點（如：鄉鎮區公所、郵局、商圈、超市、量販店、校園周邊、住宅街道、社區活動中心、里民中心等）進行面訪問卷調查，並將部分公共運輸樣本調查地點改至軌道場站與公車站牌調查，以避免公共運輸樣本不足。調查總接觸人數為 47,699 人，共完成 11,615 份有效樣本之蒐集（各生活圈有效樣

本數如表 6 所示），調查訪問成功率約為 24.4%，未成功調查之原因包含：拒訪（約 52.3%）、中途拒訪（約 2.5%）、未居住訪問縣市（約 11.2%）及前一日無外出（約 9.6%）。除旅次特性調查外，於東臺區域亦進行特殊吸引點調查、觀光景點旅次特性調查與重要運輸場站接駁調查，輔助相關模式資料之蒐集。

表 6 東臺區域各生活圈有效樣本數

生活圈	宜蘭	花蓮	臺東	總計
平日有效樣本數	935	2,484	823	4,242
假日有效樣本數	2,768	2,422	2,183	7,373

資料來源： 東臺區域整體運輸規劃系列研究(3/3)－陸路運輸系統發展策略研析 定稿報告，鼎漢國際工程顧問股份有限公司，民國 113 年。

2.3 小結

本所辦理北、中、南、東臺區域整體運輸規劃系列研究，於辦理旅次特性調查時，係先依據各生活圈不同分區之人口、性別、年齡與運具使用比例進行樣本分配，再至調查地點進行路邊攔訪，實際調查成果之有效樣本占總接觸人數比例約 12%~24%左右。但在面訪過程因受到調查地點、時間與受訪者意願等影響，產生如同便利抽樣（Convenience sampling）的樣本代表性與偏差問題，包含：採用路邊攔訪將可能忽略較少外出活動之群體、拒訪族群之旅次行為與受訪族群是否存在差異難以確認、調查地點與時間限縮受訪對象等。

三、旅次特性調查輔助方法之文獻回顧

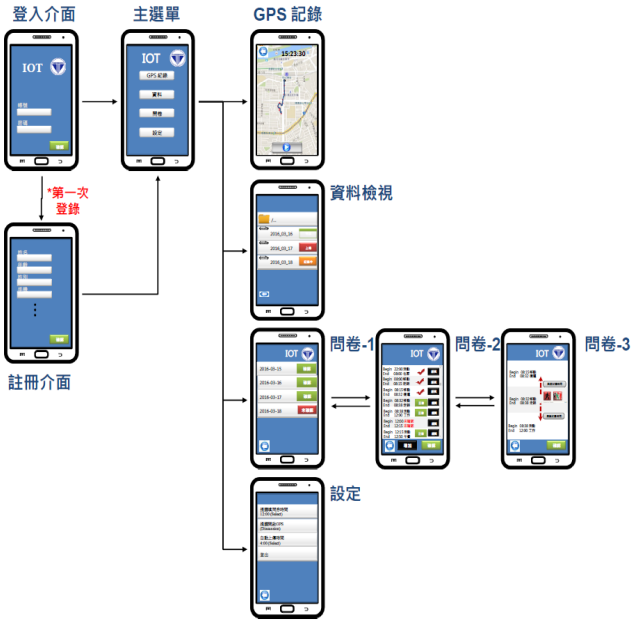
3.1 網路與行動裝置調查

考量家訪、面訪與電話訪問等調查方式，所能接觸的群體與蒐集之樣本仍受到限制，本所於辦理第 5 期整體運輸規劃系列研究期間，曾於 104 年進行城際旅次特性補充調查時，嘗試以網路方式蒐集問卷。該補充調查係針對前一年度（103 年）調查不足之起迄對，為能在有限的時間與成本下蒐集特定起迄對之資料，針對不同運具採面訪與網路問卷方式蒐集資料，其中網路問卷係針對私人運具，於特定調查地點發放線上調查邀請單，及於 BBS、抽獎網站及社群網站發布訊息邀請受訪者上網填寫問卷，並配合進行部分面訪調查。網路問卷共發放 12 萬份邀請單，僅回收 865 份問卷，回收率約為 0.8%，較過去採回郵問卷回收率更低。網路調查之優點包含不受時間、空間限制，亦無需印製紙本問卷，建檔作業亦可直接於網路後台處理，但係以被動方式吸引受訪者填答，回收比例受

制於受訪者填答速度及意願，且使用網路之族群對於母體之代表性有限。綜上，本所於該次調查計畫對於未來調查作業方式之建議，仍以電訪及面訪並行為主。

個人行動裝置調查（行動電話、平板電腦等），因可結合 GPS 等數據應用，過去新加坡陸路交通管理局於 2012 年使用個人行動裝置進行小型旅運行為資訊蒐集之測試，邀請參與家訪調查之其中 1,500 戶自願者於個人行動裝置安裝「FMSURVEY」應用程式，蒐集 14 天以上之旅次資料，調查內容包含旅次起迄時間、旅次目的、同行人數、同行成員關係、運具使用、是否為駕駛、停車位置與停車費率等，並整合旅次路徑 GPS 資料進行檢核。

本所於 105 年進行行動裝置旅次特性調查小型實證測試，嘗試開發 Android 與 iOS 之行動裝置應用程式進行旅次特性調查，邀請 213 位受訪者參與，透過 GPS 路徑之記錄與旅次特性問卷之結合，由應用程式每日自動記錄上傳 GPS 路徑，據以進行旅次切割、運具與旅次目的判斷，產生旅次特性問卷，再由受訪者協助確認資料正確性與修正問卷填答內容，針對每位受訪者蒐集彙整 2 週內之旅次資料，應用程式介面如圖 1 所示。213 位受訪者中共 125 位完成 14 日之旅次資料蒐集，另有 23 位為達 7 日但未達 14 日，參與者年齡分布則以 21~30 歲最多，占 71.37%。本次調查作業之 GPS 資料判斷（停留與移動）正確率約為 46.65%，誤判態樣包含停留誤判為移動、停留目的誤判、移動誤判為活動與移動運具誤判等。



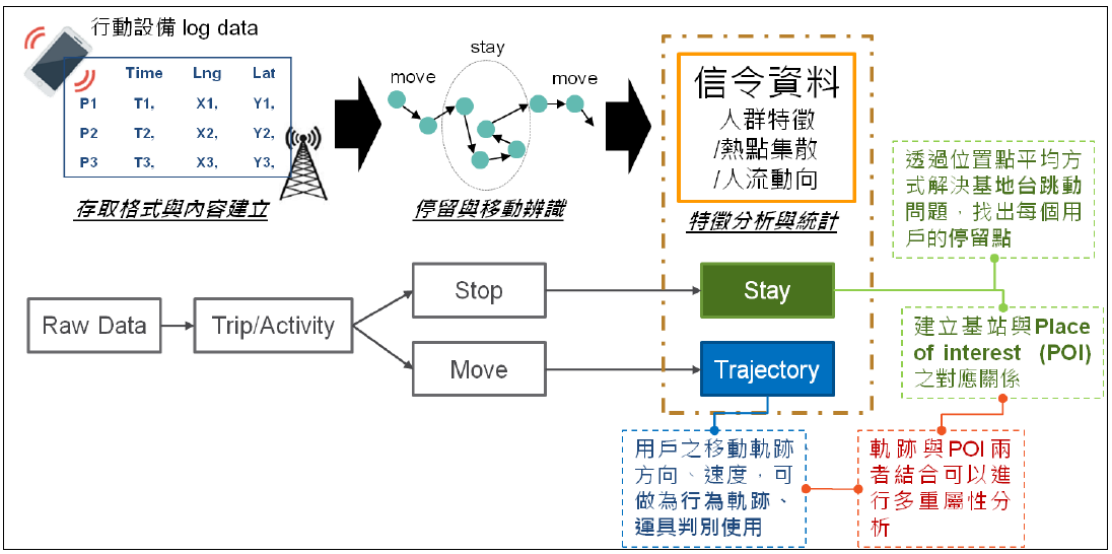
資料來源：第 5 期整體運輸規劃研究系列－供需預測分析，本所，民國 108 年。

圖 1 本所 105 年行動裝置旅次特性調查小型實證測試之程式介面

針對個人外出軌跡之記錄，亦可透過 Google 地圖時間軸（Google Timeline）進行，該功能可將行動裝置 GPS 紀錄，以個人地圖之介面呈現使用者曾前往的地點、路線和行程，並由使用者進行確認、編輯或刪除紀錄等功能，藉由使用者匯出時間軸資料再結合填寫之旅次日誌問卷，即可蒐集與傳統旅次特性調查類似之資料，在受訪者願意配合下更可延伸資料蒐集期間之長度。

3.2 信令資料應用

相較於傳統家戶或面訪調查，行動電話之數據資料可蒐集較大量且全面之用戶使用行為，其中信令資料為電信網路用於傳送控制信號與運作之系統，可透過行動裝置回傳的訊號資料與基地台間的相對關係，界定訊號所在位置，並利用訊號在基地台間之移動距離、時間，推估用戶的移動行為與軌跡（如圖 2 所示），可利用該移動紀錄建構用戶全天之旅次鏈，並透過條件判斷將旅次鏈區分為逐段之旅次。



資料來源：北臺區域整體運輸規劃－旅次特性調查與供需分析，本所，民國 107 年。

圖 2 信令資料應用流程與原理

信令資料係主動偵測並紀錄使用者活動軌跡，可減少因人為判斷填答問卷造成的遺漏或誤差，且其涵蓋範圍較廣可取得較多樣本，更具代表性與時間及空間之連續性；然而受限通訊與個人資料保護等法規，以及地理環境、基地台密度與覆蓋率、使用者習慣等因素，仍存在訊號準確性偏誤之議題，且無法直接判斷旅次目的與使用之運具，亦未能直接與使用者個人資料與特性連結。信令資料於運輸需求模式建構過程中，較常應用於旅次發生與旅次分布模組，惟相關資料尚需與面訪調查互相驗證，本所辦理區域整體運輸規劃系列研究時，亦蒐集各區域信令資料進

行旅次發生與分布之推估與驗證，另內政部自 110 年起以電信信令資料，進行各縣市與鄉鎮市區之日間活動人口與夜間停留人口之統計分析。

交通部公路局於 110 年至 113 年辦理之「宜花東往返臺北之交通改善整體規劃」，以電信信令資料進行旅次起迄與分布之分析，並透過信令資料紀錄篩選進行需求特性調查之對象，再以簡訊發送網路問卷予符合調查需求之對象進行填答。

3.3 AI 交通量調查

傳統的交通量調查資料大致可分為透過路側車輛偵測器（Vehicle Detector）與人工調查 2 種方式，前者之調查難以辨別大型車（大客車或大貨車）與機踏車，後者不論以現場計數或錄影人工判讀均需較高之人力成本。透過 AI 影像辨識技術，可將道路交通影像資料輸入，並進行車種與行車軌跡辨識，並辨別車種（包含小客車、小貨車、大客車、大貨車、聯結車與機車等），再轉換為交通量資料，然而 AI 影像辨識因輸入之影像需滿足拍攝角度、光源、解析度等條件，需針對調查路段額外進行器材架設錄影，並針對各該路段進行 AI 訓練調校，尚未能直接以監視錄影（CCTV）之畫面直接判讀。本所於辦理南臺區域整體運輸規劃系列研究時，經驗證 AI 影像辨識與人工判讀之誤差在 3%以內，爰採用 AI 影像辨識做為交通量調查之判讀方式。

四、調查困難與輔助方法可行性

4.1 現行調查方式遭遇之困難與限制

傳統旅次特性調查方式包含家庭訪問、電話訪問與路邊攔訪，其中家庭訪問為較早期使用之方式，可依據抽樣機率調查，且可獲得較完整之家戶與個人旅次資訊，惟在近年社會風氣轉變下，且國內尚無旅次特性調查之強制性法源依據，難以進行入戶之家庭訪問調查。而電話問卷亦可依據抽樣機率調查，但受限於僅能以對話方式進行調查，若問卷內容過於繁複，受訪者不一定願意完整回答。路邊攔訪方式因其實際上係屬便利抽樣，對於活動量較低之群體較難接觸，需輔以其他資料修正旅次產生率，另路邊攔訪雖已是較容易讓受訪者完成問卷填答的方式，但依本所執行區域整體運輸規劃系列研究之情形，整體而言調查接觸成功率僅約 2~3 成左右，使得調查執行之經費與期程需求提升。傳統調查方法之優缺點彙整如表 7。

表 7 旅次特性調查方法之優缺點比較

調查方式	優點	缺點
家庭訪問	●維持機率抽樣 ●可獲得完整的家戶與個人旅次資訊 ●適用於無法使用其他調查方式之群體	●民眾防範意識強烈，無法源依據難以實施入戶調查 ●成本高，需要大量人力進行拜訪與資料整理 ●執行時間長與訪員專業要求高
電話訪問	●維持機率抽樣，並可依地區配樣 ●受訪者選擇性高，能快速篩選符合條件之受訪者，提高樣本精準度	●問卷不宜過於複雜，否則受訪者失去耐心而中斷或給予不正確答覆 ●市話調查難以接觸年輕/租屋族群；手機調查無法進行地區配樣
路邊攔訪	●面對面互動受訪成功率高，且可避免回答偏差 ●可以直接瞭解特定地點或路段之旅次行為特徵 ●即時資料蒐集，不需事先預約受訪者，靈活性高	●便利抽樣為非機率抽樣，且路邊攔訪受訪者多為活動量高之群體，樣本代表性有限

資料來源： 東臺區域整體運輸規劃系列研究(3/3)－陸路運輸系統發展策略研析 定稿報告，鼎漢國際工程顧問股份有限公司，民國 113 年。

4.2 網路調查

相較於傳統的問卷調查方式，透過網路進行問卷調查確屬成本較低之方式，然而其抽樣方式亦與路邊攔訪相同屬便利抽樣，且辦理調查之單位一般並未直接主動接觸受訪者，更可能因為網路使用者之社群群體特性，使得樣本集中在特定年齡層且對於調查主題有興趣的群體，可能產生受訪者代表性不足的問題，且在缺乏與受訪者互動的情形下，若受訪者對於問卷內容有所疑義未能詢問釋疑，難以保證回應品質，現階段網路調查仍未能完全取代傳統旅次特性調查之方式。後續如在調查成本考量下需辦理網路調查，建議仍需維持以面訪或電訪問卷調查為主的方式，網路調查可做為輔助之調查管道，或做為面訪或電訪之受訪者之書面填答平台（即仍以實體接觸為主），透過不同管道取得之調查樣本整體配置仍需符合母體分群後之人口、性別、年齡等比例，且需增加身分驗證之機制以避免相同受訪者重複填答之狀況，並建議可在資料處理階段針對有疑義之填答樣本進行追蹤修正，以確保樣本之有效性。

4.3 行動裝置應用程式

問卷調查或網路調查進行旅次特性資料蒐集，係根據受訪者自行回憶特定期間（通常為前一日）進行的旅次進行填答，可能會遺漏較次要或短途之旅次，而行動裝置應用程式調查則透過呈現 GPS 軌跡資料，讓受訪者進一步填答相對應的旅次日誌，來提升旅次資料的完整性，且可蒐集同一受訪者較長期間的旅次資料，然而若要為了調查的目的開發應用

程式且持續維運與蒐集、分析資料，亦需投入相對應的成本，相較於傳統方法不一定能節省調查經費，且若要在受訪者持有之行動裝置上安裝額外的應用程式，可能影響行動裝置運作效能，亦可能使受訪者產生資安疑慮。考量 Google 地圖時間軸亦可提供個人 GPS 軌跡紀錄儲存彙整之功能，且係知名網路服務商提供之功能較能取得一般大眾信任，建議可進一步應用該功能而無須由調查單位自行開發應用程式，在事前透過機率抽樣方式接觸受訪者，講解填寫旅次日誌與匯出 Google 地圖時間軸紀錄資料之方式，取得受訪者同意後請受訪者於調查期間提供旅次日誌與 Google 地圖時間軸紀錄等資料回傳，再進行資料彙整檢核，必要時可於資料處理階段洽詢受訪者進行回饋追蹤修正，可確保調查樣本之品質。

4.4 電信信令資料

電信信令資料可連續性地蒐集用戶在基地台涵蓋範圍內之停留、移動紀錄等，對於旅次資料紀錄較為完整，然而受限於個人資料相關法規，電信業者提供信令資料時需進行去識別化，且進行處理過後才會提供，可取得之資料僅有用戶移動與停留資料，其餘建構模式所需之特性資料，如用戶性別、年齡、所得、旅次目的、使用運具等，均無法直接在資料上反映出來，且處理後之資料是否具母體之代表性仍待驗證。此外，因國內 3 家主要行動通訊業者（中華電信、臺灣大哥大與遠傳電信）市占率均各約 3 成，若僅取得單一業者之信令資料，可能產生抽樣偏誤，然若要取得不同業者資料，不僅所需經費增加，後續若要將不同業者之資料整併時需再處理資料格式整合課題。綜上，如未來信令資料於輔助旅次資料蒐集之應用，其主要功能應在於總體資料之校估（如旅次產生與吸引、旅次分布），而非個體旅運行為之分析，另建議需增加資料來源的電信業者數以涵蓋多數用戶，提升電信信令資料之代表性。

4.5 AI 交通量調查

相較於傳統交通量調查方式，因現階段配合 AI 影像辨識之性能需求，尚未能直接串接道路監視器之影像進行判讀，需於調查路段進行錄影設備架設與影像錄製，AI 影像辨識僅是取代完成錄製後之人工判讀程序，經本所於南臺區域整體運輸規劃系列研究之應用經驗，考量錄影與運算設備及 AI 判讀軟體訓練調校等成本，如要進行全日交通量之資料取得與彙整，使用 AI 影像辨識之成本與人工判讀上無明顯差異，然 AI 影像辨識之效率較高且可避免誤差，建議後續相關研究計畫之交通量調查蒐

集，除引用其他機關既有之調查資料外，可適度應用 AI 影像辨識輔助進行交通量調查分析。

4.6 旅次特性調查方式之精進方向

綜整本研究所回顧之過去本所調查辦理情形與新科技方法之應用狀況，未來辦理旅次特性調查問卷建議可朝採實體調查（面訪或電訪）與行動裝置 GPS 軌跡紀錄（如 Google 地圖時間軸）結合網路問卷之雙軌並行方式發展，在考量調查成本、抽樣機率與樣本配置比例後，適度分配 2 種調查方式之樣本比例，後續再進行樣本整合與分析與建模應用。至於其他方式之應用，其中單純網路問卷因無受訪者軌跡資料輔助檢核填答內容建議不採納，電信信令資料在法規限制下建議僅做為總體數據資料校估，並需提升樣本資料之代表性，至於 AI 影像辨識技術在經過驗證後，可在交通量調查作業中取代人工判讀，以提升精準度。

五、結論與建議

5.1 結論

1. 建構運輸需求模式的輸入資料主要包含社會經濟發展、道路交通量、公共運輸運量與起迄，以及家戶或個人旅次特性資料等，其中旅次特性資料長久以來都需要透過問卷調查之方式蒐集，包含家戶、個人基本資料（如：年齡、性別、家戶組成、所得、職業等）以及旅次特性（如：外出時間、旅次目的、起迄分布、運具選擇行為等）等資料。
2. 傳統問卷調查方法包含家訪、電訪與面訪（路邊攔訪），本所辦理北、中、南、東 4 個區域整體運輸規劃系列研究時，係前往公共運輸場站與活動人口集中之地點，進行路邊攔訪方式進行調查，雖有針對人口分布、年齡與性別進行樣本配置，然在實際受訪者之接觸上仍屬便利抽樣，難以確保樣本之代表性，且調查成功率僅約 2~3 成。
3. 本研究盤點過去相關計畫曾嘗試應用可輔助旅次特性資料蒐集之新技術方法，包含網路問卷、行動裝置應用程式、電信信令資料與 AI 交通量調查等，並探討這些方法於旅次特性資料蒐集應用之可行性，各種方式之優缺點摘述如下：

(1)網路調查所需成本較低，但抽樣方式仍屬便利抽樣，且因網路使用者之社群特性產生偏誤與代表性不足之問題，建議網路調查可做為面訪或電訪之輔助調查管道。

(2)行動裝置應用程式可完整蒐集 GPS 軌跡資料，旅次資料完整性較高，但若需開發特定應用程式所需成本較高，且可能使受訪者產生資安疑慮，建議可結合既有網路服務商（如 Google）之服務功能進行旅次日誌填答與資料回傳。

(3)電信信令資料可蒐集用戶之停留、移動等連續性資料，旅次紀錄較為完整，然而自電信業者取得之資料經過去識別化，無法與個人特性資料連結，建議僅做為總體資料校估。

(4)現階段 AI 交通量調查係以自動影像辨識取代過去錄製影像後之人工判讀程序，然其所需成本與人工判讀上無明顯差異，但效率較高且可避免誤差，建議可適度應用。

5.2 建議

1. 有關個人旅次特性資料之蒐集，除傳統的實體調查方法（面訪、電訪）外，建議增加行動裝置 GPS 軌跡紀錄結合網路問卷之方式，透過事前機率抽樣接觸受訪者並取得同意，由受訪者於調查期間自行上傳軌跡紀錄與相對應之旅次日誌資料，以獲得更完整之旅次特性資料。
2. 針對總體資料之校估，如旅次產生與吸引、旅次分布等，建議可應用電信信令資料輔助相關校估作業。
3. 有關交通量調查之影像判讀與計數作業，未來建議可適度應用 AI 影像辨識技術，取代傳統之人工判讀程序。

參考文獻

1. 「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，民國 107 年。
2. 「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，民國 108 年。
3. 「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，民國 109 年。
4. 「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」，交通部運輸研究所，民國 112 年。
5. 「東臺區域整體運輸規劃系列研究(3/3)－陸路運輸系統發展策略研析定稿報告」，鼎漢國際工程顧問股份有限公司，民國 113 年。