

107-069-5461
MOTC-IOT-106-IEB022

旅運時空資料分析與 公共運輸服務應用發展計畫



交通部運輸研究所

中華民國 107 年 8 月

107-069-5461
MOTC-IOT-106-IEB022

旅運時空資料分析與 公共運輸服務應用發展計畫

著者：王晉元、邱裕鈞、盧宗成、蘇昭銘、張志鴻、
施冠毅、李泓儒、謝雅晴、莊傳偉、黃冠維、
謝志偉、張恩輔、陳其華、吳東凌、陳翔捷

交通部運輸研究所

中華民國 107 年 8 月

國家圖書館出版品預行編目(CIP)資料

旅運時空資料分析與公共運輸服務應用發展計畫 / 王
晉元等著. -- 初版. -- 臺北市 : 交通部運研所, 民
107. 08

面 ; 公分

ISBN 978-986-05-6470-9(平裝)

1. 交通管理 2. 運輸系統

557

107012939

旅運時空資料分析與公共運輸服務應用發展計畫

著 者：王晉元、邱裕鈞、盧宗成、蘇昭銘、張志鴻、施冠毅、李泓儒、謝雅
晴、莊傳偉、黃冠維、謝志偉、張恩輔、陳其華、吳東凌、陳翔捷

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 8 月

印 刷 者：九茹印刷有限公司

版(刷)次冊數：初版一刷 65 冊

本書同時登載於交通部運輸研究所網站

定 價：320 元

展 售 處：

交通部運輸研究所運輸資訊組 • 電話：(02)23496887

國家書店松江門市：10485 臺北市中山區松江路 209 號 • 電話：(02)25180207

五南文化廣場：40042 臺中市中山路 6 號 • 電話：(04)22260330

GPN：1010701149

ISBN：978-986-05-6470-9 (平裝)

著作財產權人：中華民國（代表機關：交通部運輸研究所）

本著作保留所有權利，欲利用本著作全部或部分內容者，須徵求交通部運輸研究所
書面授權。

ISBN 978-986-05-6470-9



9 789860 564709

GPN : 1010701149

定價 320元

交通部運輸研究所合作研究計畫出版品摘要表

出版品名稱：旅運時空資料分析與公共運輸服務應用發展計畫			
國際標準書號（或叢刊號） ISBN 978-986-05-6470-9(平裝)	政府出版品統一編號 1010701149	運輸研究所出版品編號 107-069-5461	計畫編號 106-IEB022
本所主辦單位：運輸資訊組 主管：陳其華 計畫主持人：陳其華 研究人員：吳東凌、陳翔捷 聯絡電話：(02)23496886 傳真號碼：(02)25450426	合作研究單位：國立交通大學 計畫主持人：王晉元 研究人員：邱裕鈞、盧宗成、蘇昭銘、 張志鴻、施冠毅、李泓儒、 謝雅晴、莊傳偉、黃冠維、 謝志偉、張恩輔、 地址：新竹市東區大學路 1001 號 聯絡電話：(03)5712121 傳真號碼：(03)5720844		研究期間 自 106 年 4 月 至 106 年 12 月
關鍵詞：電信數據、交通數據、公共運輸			
<p>摘要：</p> <p>良好之服務水準是吸引民眾搭乘公共運輸服務的關鍵，研析如何利用資通訊科技所蒐集之資料進行公共運輸管理，已是世界各國提升公共運輸服務水準的共同趨勢。本案透過公車動態資訊和電子票證資料的結合，發展推估客運路線乘載人數之方法，並透過信令資料和相關運具移動時空軌跡的的比對，分析人流起迄和所使用的運具，以這些資訊為基礎，本研究提出相關的分析模式，可以分析公共運輸供需的缺口。本研究以高雄市與花蓮縣為測試場域，透過所產製的資料，驗證確實可以達到預期的目標。</p>			
出版日期	頁數	定價	本 出 版 品 取 得 方 式
107 年 8 月	272	320	凡屬機密性出版品均不對外公開。普通性出版品，公營、公益機關團體及學校可函洽本所免費贈閱；私人及私營機關團體可按定價價購。
<p>機密等級：</p> <p><input type="checkbox"/>密 <input type="checkbox"/>機密 <input type="checkbox"/>極機密 <input type="checkbox"/>絕對機密</p> <p>(解密條件：<input type="checkbox"/> 年 月 日解密，<input type="checkbox"/>公布後解密，<input type="checkbox"/>附件抽存後解密， <input type="checkbox"/>工作完成或會議終了時解密，<input type="checkbox"/>另行檢討後辦理解密)</p> <p><input checked="" type="checkbox"/>普通</p>			
備註：1.本研究之結論與建議不代表交通部之意見。 2.本研究係使用公路總局經費辦理。			

**PUBLICATION ABSTRACTS OF RESEARCH PROJECTS
INSTITUTE OF TRANSPORTATION
MINISTRY OF TRANSPORTATION AND COMMUNICATIONS**

TITLE: The Analysis and Application of Time-Space Trip Data on Public Transit Developments			
ISBN(OR ISSN) ISBN 978-986-05-6470-9(pbk.)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER 1010701149	IOT SERIAL NUMBER 107-069-5461	PROJECT NUMBER 106-IEB022
DIVISION: Information System Division DIVISION CHIEF: Ci-Hwa Chen PRINCIPAL INVESTIGATOR: Ci-Hwa Chen PROJECT STAFF: Dong-Ling Wu, Siang-Jie Chen PHONE: 886-2-23496886 FAX: 886-2-25450426			PROJECT PERIOD FROM April 2016 TO December 2016
RESEARCH AGENCY: National ChiaoTung University PRINCIPAL INVESTIGATOR: Jin-Yuan Wang, Yu-Jyun Ciou, Chung-Cheng Lu, Jau-Ming Su, Chih-Hung Chang, Guan-Yi Shih, Hong-Ru Li, Ya-Ching Hsieh, Chuan-Wei Chuang, Guan-Wei Huang, Chih-Wei Hsieh, En-Fu Chang, ADDRESS: 1001 University Road, Hsinchu 300, Taiwan, R.O.C. PHONE: 886-3-5712121 FAX: 886-3-5720844			
KEY WORDS: telecom signal data, time-space trip data, public transit			
ABSTRACT: <p>Good service level is one of the key factors of attracting more public transit users. Using telecom signal data can help estimate the time-space trip movements of people. By comparing the time-space movements of people and carrier, we are able to obtain the trip origin-destination data and the associated mode choice. We develop models and algorithms to analyze the gap of public transit demands and supplies the candidate routes for possible future improvements. We implemented experiments in Kaohsiung and Hualian areas. The test results showed that our approach is sound and promising</p>			
DATE OF PUBLICATION August 2018	NUMBER OF PAGES 272	PRICE 320	CLASSIFICATION <input type="checkbox"/> RESTRICTED <input type="checkbox"/> CONFIDENTIAL <input type="checkbox"/> SECRET <input type="checkbox"/> TOP SECRET <input checked="" type="checkbox"/> UNCLASSIFIED
1.The views expressed in this publication are not necessarily those of the Ministry of Transportation and Communications. 2.The budget of the research project is contributed by Directorate General of Highways, MOTC			

目 錄

	<u>頁 次</u>
目 錄	III
圖 目 錄	VII
表 目 錄	XIII
第一章 緒論	1-1
1.1 研究背景	1-1
1.2 研究目的	1-2
1.3 整體研究架構	1-2
1.4 主要工作項目	1-3
第二章 相關文獻回顧	2-1
2.1 手機信令資料的應用	2-1
2.1.1 手機信令資料推估旅運起迄	2-1
2.1.2 手機信令資料在公共運輸之應用	2-6
2.2 手機非信令資料之應用	2-9
2.2.1 手機非信令資料進行運具選擇	2-9
2.3 電子票證資料在公共運輸之應用	2-10
2.4 公共運輸資料視覺化	2-16
2.4.1 開發工具	2-16
2.4.2 案例回顧	2-23
2.4.3 小結	2-28
第三章 研究場域與資料來源場域與資料來源	3-1
3.1 研究場域	3-1
3.1.1 高雄市公共運輸現況概述	3-1
3.1.2 花蓮縣公共運輸現況概述	3-3
3.2 空間分區	3-5
3.3 電信信令資料	3-10
3.3.1 中華電信信令資料與定位	3-10
3.3.2 遠傳電信信令資料與定位	3-12
3.4 電子票證資料	3-14
3.4.1 一卡通電子票證	3-14

3.4.2 悠遊卡電子票證	3-18
3.5 運具軌跡資料	3-19
3.5.1 公路公共運輸運具	3-19
3.5.2 臺鐵	3-23
3.5.3 高雄捷運	3-28
3.6 小結	3-31
第四章 時空旅運基本資料產製時空旅運基本資料產製	4-1
4.1 民眾時空移動軌跡產製	4-1
4.2 運具時空移動軌跡產製	4-7
4.2.1 公路公共運輸運具時空軌跡	4-7
4.2.2 臺鐵時空軌跡	4-8
4.2.3 高捷時空軌跡	4-12
4.2.4 運具時空軌跡資料品質	4-15
4.3 旅次切割邏輯	4-16
4.4 公路公共運輸運具判斷邏輯	4-18
4.4.1 公車判斷邏輯流程	4-18
4.5 軌道運輸運具判斷邏輯	4-22
4.5.1 台鐵判斷邏輯原則	4-22
4.5.2 捷運判斷邏輯原則	4-24
4.6 時空旅運起迄表格產製	4-24
4.7 觀光旅運起迄表產製	4-27
4.7.1 觀光旅運起迄表格式	4-27
4.7.2 觀光旅運起迄表產製邏輯與流程	4-28
4.7.3 觀光旅運起迄表產製範例	4-29
4.8 運具判斷實測分析	4-33
4.7.1 運具判斷實測目的	4-33
4.7.2 實測路線規劃原則	4-34
4.7.3 花蓮測試分析	4-34
4.7.4 高雄測試分析	4-41
4.7.5 運具判斷誤差來源分析	4-46
4.9 小結	4-46
第五章 公共運輸供需分析	5-1
5.1 公共運輸供需分析架構	5-1

5.2	公共運輸資料處理	5-2
5.3	公共運輸供需分析邏輯	5-5
5.4	測試場域分析結果與視覺化界面	5-9
5.4.1	案例一：花蓮縣吉安鄉至花蓮縣壽豐鄉	5-10
5.4.2	案例二：花蓮縣吉安鄉至花蓮縣花蓮市	5-12
5.4.3	案例三：花蓮縣萬榮鄉至花蓮縣鳳林鎮	5-13
5.4.4	案例四：高雄市那瑪夏區至高雄市甲仙區	5-15
5.4.5	案例五：高雄市仁武區至高雄市大樹區	5-16
5.4.6	案例六：高雄市鳳山區至高雄市鳥松區	5-18
5.4.7	案例七：高雄市國立中山大學	5-20
5.4.8	案例八：國立高雄大學	5-33
5.4.9	案例九：楠梓加工出口區	5-38
第六章	客運路線乘載人數推估	6-1
6.1	資料特性分析	6-1
6.1.1	電子票證	6-1
6.1.2	公車動態	6-3
6.2	乘載人數推估邏輯	6-3
6.3	公車動態與電子票證融合	6-6
6.4	視覺化分析介面設計	6-8
6.4.1	概念性驗證階段設計成果	6-8
6.4.2	實際開發階段精進成果	6-14
第七章	常住人口分析	7-1
7.1	常住人口推估邏輯	7-1
7.1.1	常住人口數推估邏輯	7-1
7.2	常住人口試算與分析	7-3
7.2.1	測試區域簡介	7-3
7.2.2	測試資料與參數組合	7-4
7.2.3	小結	7-10
7.3	常住人口應用課題分析	7-11
7.3.1	手機信令人口統計之特性	7-11
7.3.2	常住人口應用	7-11
7.3.3	小結	7-18
第八章	相關數據分析	8-1
8.1	R 語言資料探勘分析方法	8-1

8.1.1 資料探勘方法之簡介	8-1
8.1.2 資料分析方法與應用	8-3
8.2 高雄市觀光景點關聯性分析	8-3
8.2.1 概念說明	8-3
8.2.2 資料說明	8-4
8.2.3 關聯規則分析結果	8-5
8.3 分析結果應用於公共運輸改善之建議	8-14
第九章 結論與建議	9-1
9.1 研究成果	9-1
9.2 研究建議	9-2
9.3 後續年期發展規劃	9-4
附錄 A 參考文獻	
附錄 B 期中報告審查意見回覆表	
附錄 C 期末報告審查意見回覆表	
附錄 D 期末簡報資料	

圖 目 錄

	<u>頁 次</u>
圖 1-1 整體研究架構圖.....	1 - 3
圖 2-1 手機信令資料推估之起迄與調查之起迄比較圖.....	2-2
圖 2-2 MITSIMLab 軟體推估旅運量與實際旅運量比較圖.....	2-3
圖 2-3 早上 6 點到 10 點旅運起迄分析圖.....	2-4
圖 2-4 早上 10 點到下午 5 點旅運起迄分析圖.....	2-4
圖 2-5 商業區位訊號分布圖.....	2-4
圖 2-6 住宅區位訊號分布圖.....	2-5
圖 2-7 波士頓地區各道路家-工作旅次數.....	2-5
圖 2-8 不同地區旅運行為分布圖.....	2-6
圖 2-9 旅運需求起迄分布圖.....	2-7
圖 2-10 信令資料推估之起迄流量與實際公車起迄點集合比較之 百分比圖.....	2-7
圖 2-11 47 條潛在路線示意圖.....	2-8
圖 2-12 243 條潛在路線示意圖.....	2-8
圖 2-13 電子票證資料處理程序.....	2-11
圖 2-14 不同車站上下車人數及乘客方向來源示意圖.....	2-14
圖 2-15 行政區間旅次需求示意圖.....	2-15
圖 2-16 路線票種分析示意圖.....	2-15
圖 2-17 D3JS 官方網站截圖.....	2-17
圖 2-18 D3 可視化範例.....	2-17
圖 2-19 D3 及 Google Maps API 顯示臺北市交通事故可視化.....	2-18
圖 2-20 p5JS 官方網站截圖.....	2-18
圖 2-21 資料倉儲事實表與維度表星狀架構圖.....	2-19
圖 2-22 ESRI ArcGIS 工具程式畫面截圖.....	2-20
圖 2-23 MapInfo 工具程式畫面截圖.....	2-20
圖 2-24 Google Maps API 類型圖.....	2-21
圖 2-25 Google Maps 標記叢集顯示.....	2-21
圖 2-26 Google Maps 熱力圖顯示.....	2-22
圖 2-27 SAS Visual Analytics 顯示臺北市學生卡熱點可視化畫 面.....	2-23

圖 2-28	MetroViz 介面.....	2-24
圖 2-29	MetroViz 資料模型.....	2-24
圖 2-30	BusViz 公車站牌視圖.....	2-25
圖 2-31	BusViz 時空圖.....	2-26
圖 2-32	Transit App 介面.....	2-27
圖 2-33	RHTS 方法的 OD 調查結果.....	2-27
圖 2-34	App 蒐集的 OD 調查結果.....	2-27
圖 2-35	儀表板製作方式比較示意圖.....	2-29
圖 2-36	Tableau 在巨量資料領域之定位.....	2-29
圖 2-37	Tableau 在 BI 領域的魔力象限 (Magic Quadrant) 定位... 2-30	
圖 2-38	Tableau 視覺化呈現軟體支援之圖表列舉.....	2-30
圖 2-39	Tableau 支援之 Data Source 清單圖.....	2-31
圖 3-1	高雄市行政區分布圖.....	3-1
圖 3-2	高雄市行政區人口與面積分布圖.....	3-2
圖 3-3	高雄市區公車站點圖.....	3-3
圖 3-4	花蓮市區公車站點圖.....	3-5
圖 3-5	花蓮市區公車+公路客運站點圖.....	3-5
圖 3-6	國土資訊系統統計區分類系統架構圖.....	3-6
圖 3-7	原始個體資料轉化為最小統計區之統計資料.....	3-7
圖 3-8	高雄市部分市區之二級發布區圖.....	3-9
圖 3-9	花蓮縣全縣之二級發布區圖.....	3-9
圖 3-10	用戶地位(Geolocation)系統架構圖.....	3-10
圖 3-11	手機 MDT 量測範例.....	3-11
圖 3-12	遠傳電信行動信令資料處理流程.....	3-13
圖 3-13	一卡通票證原始資料樣本截圖.....	3-15
圖 3-14	經整理後之一卡通票證資料樣本截圖.....	3-17
圖 3-15	悠遊卡票證資料樣本截圖.....	3-19
圖 3-16	交通部管理資訊中心市區公車定時資料 API 截圖.....	3-22
圖 3-17	交通部管理資訊中心臺鐵車站基礎資料 API 截圖.....	3-23
圖 3-18	臺鐵時刻表 XML 內容截圖.....	3-25
圖 3-19	列車即時狀態 (準點與誤點) 頁面截圖.....	3-28
圖 3-20	高雄捷運系統路線圖.....	3-29
圖 4-1	高雄公路公共運輸運具逐日資料量(4月).....	4-16
圖 4-2	旅次切割示意圖.....	4-17

圖 4-3	公路公共運輸運具比對流程圖	4-19
圖 4-4	台鐵比對流程圖	4-22
圖 4-5	觀光旅運起迄表產製流程圖	4-29
圖 4-6	花蓮縣 1121 公車測試路線	4-35
圖 4-7	花蓮縣 105 公車測試路線.....	4-36
圖 5-1	供需分析流程圖.....	5-1
圖 5-2	起迄對當中包含之公共運輸站牌、路線示意圖.....	5-7
圖 5-3	起迄對包含直達路線示意圖.....	5-7
圖 5-4	直達路線供給計算示意圖.....	5-8
圖 5-5	起迄對當中是否包含非直達之公共運輸路線示意圖.....	5-8
圖 5-6	轉乘路線站序判斷.....	5-9
圖 5-7	由 A1505-28 至 A1506-08 之地理位置圖.....	5-11
圖 5-8	由 A1505-28 至 A1506-08 之平日供需分布圖.....	5-11
圖 5-9	由 A1505-28 至 A1506-08 之假日供需分布圖.....	5-11
圖 5-10	由 A1505-28 至 A1501-35 之地理位置圖.....	5-12
圖 5-11	由 A1505-28 至 A1501-35 之平日供需分布圖.....	5-13
圖 5-12	由 A1505-28 至 A1501-35 之假日供需分布圖.....	5-13
圖 5-13	由 A1512-04 至 A1512-04 之地理位置圖.....	5-14
圖 5-14	由 A1512-04 至 A1512-04 之平日供需分布圖.....	5-14
圖 5-15	由 A1512-04 至 A1512-04 之假日供需分布圖.....	5-15
圖 5-16	由 A6437-01 至 A6433-01 之地理位置圖.....	5-15
圖 5-17	由 A6437-01 至 A6433-01 之平日供需分布圖.....	5-16
圖 5-18	由 A6437-01 至 A6433-01 之假日供需分布圖.....	5-16
圖 5-19	由 A6417-03 至 A6415-01 之地理位置圖.....	5-17
圖 5-20	由 A6417-03 至 A6415-01 之平日供需分布圖.....	5-17
圖 5-21	由 A6417-03 至 A6415-01 之假日供需分布圖.....	5-18
圖 5-22	由 A6412-01、A6412-02、A6412-03、A6412-04、A6412-10 至 A6417-09 之地理位置圖	5-18
圖 5-23	由 A6412-01、A6412-02、A6412-03、A6412-04、A6412-10 至 A6417-09 之平日供需分布圖	5-19
圖 5-24	由 A6412-01、A6412-02、A6412-03、A6412-04、A6412-10 至 A6417-09 之假日供需分布圖	5-20
圖 5-25	以中山大學為起點之迄點分佈圖.....	5-21
圖 5-26	以中山大學為迄點之起點分佈圖.....	5-21

圖 5-27	以中山大學為起點之平日總體旅運需求分佈圖.....	5-22
圖 5-28	以中山大學為起點之假日總體旅運需求分佈圖.....	5-22
圖 5-29	以中山大學為迄點之平日總體旅運需求分佈圖.....	5-22
圖 5-30	以中山大學為迄點之假日總體旅運需求分佈圖.....	5-23
圖 5-31	中山大學為起點之夜間旅次分佈.....	5-23
圖 5-32	中山大學為起點之夜間鄰近區旅次量分佈.....	5-24
圖 5-33	中山大學至 A6402-54 及 A6402-52 之夜間供需分佈.....	5-25
圖 5-34	中山大學至 A6402-48 之夜間供需分佈.....	5-26
圖 5-35	中山大學為迄點之夜間旅次分佈.....	5-27
圖 5-36	中山大學為起點之夜間鄰近區旅次量分佈.....	5-27
圖 5-37	A6402-48 至中山大學之夜間供需分佈.....	5-28
圖 5-38	以中山大學為起點之迄點分佈圖（平日）.....	5-28
圖 5-39	以中山大學為起點之迄點分佈圖（假日）.....	5-29
圖 5-40	以中山大學為迄點之起點分佈圖（平日）.....	5-29
圖 5-41	以中山大學為迄點之起點分佈圖（假日）.....	5-30
圖 5-42	中山大學至 A6402-55 平日供需分佈.....	5-31
圖 5-43	A6402-55 至中山大學平日供需分佈.....	5-31
圖 5-44	中山大學至 A6402-55 假日供需分佈.....	5-32
圖 5-45	A6402-55 至中山大學假日供需分佈.....	5-32
圖 5-46	以高雄大學為起點之迄點分佈圖.....	5-33
圖 5-47	以高雄大學為迄點之起點分佈圖.....	5-34
圖 5-48	以高雄大學為起點之平日總體旅運需求分佈圖.....	5-34
圖 5-49	以高雄大學為起點之假日總體旅運需求分佈圖.....	5-34
圖 5-50	以高雄大學為迄點之平日總體旅運需求分佈圖.....	5-35
圖 5-51	以高雄大學為迄點之假日總體旅運需求分佈圖.....	5-35
圖 5-52	高雄大學至 A6404-39 平日供需分佈.....	5-36
圖 5-53	A6404-39 至高雄大學平日供需分佈.....	5-36
圖 5-54	高雄大學至 A6404-39 之假日供需分佈.....	5-37
圖 5-55	A6404-39 至高雄大學之供需分佈.....	5-37
圖 5-56	楠梓加工區為起點之迄點分佈.....	5-38
圖 5-57	楠梓加工區為迄點之起點分佈.....	5-39
圖 5-58	楠梓加工出口區平日晨峰旅次起迄分佈.....	5-39
圖 5-59	楠梓加工出口區平日昏峰旅次起迄分佈.....	5-40
圖 5-60	上班尖峰由 A6404-22 前往楠梓加工出口區之供需分佈....	5-41

圖 5-61	下班尖峰由楠梓加工出口區前往 A6404-22 之供需分佈....	5-42
圖 6-1	一卡通票證資料以站點代碼呈現空間示意圖	6-2
圖 6-2	悠遊卡票證資料以站序代碼呈現空間示意圖	6-2
圖 6-3	收集自監理單位之明確空間(站牌)資料示意圖	6-2
圖 6-4	「起/迄資料轉換車上乘載人數」程序說明圖 I.....	6-4
圖 6-5	「起/迄資料轉換車上乘載人數」程序說明圖 II.....	6-4
圖 6-6	車上乘載人數計算程序 I—產生上/下車分布圖.....	6-5
圖 6-7	車上乘載人數計算程序 II—產生累積上/下車數分布圖.....	6-5
圖 6-8	車上乘載人數計算程序 III—累積上/下車數相減完成.....	6-5
圖 6-9	未融合電子票證前之公車動態定時資料樣本圖	6-7
圖 6-10	完成融合之公車動態結合乘載人數資料樣本圖	6-8
圖 6-11	路線篩選集群分析圖設計雛型	6-9
圖 6-12	分時段乘載比例盒鬚圖設計雛型	6-10
圖 6-13	乘載人數於地理座標分佈圖設計雛型	6-11
圖 6-14	同時呈現多條路線乘載水準分佈圖設計雛型	6-11
圖 6-15	偏遠路線分析儀表板互動關係圖	6-12
圖 6-16	乘載率集群分析圖設計雛型	6-13
圖 6-17	分時段平均乘位時間利用率圖設計雛型	6-13
圖 6-18	乘載率分析儀表板整體設計雛型	6-14
圖 6-19	使用精簡圖資展示乘載人數分析結果示意圖	6-15
圖 6-20	使用詳細圖資展示乘載人數分析結果示意圖	6-15
圖 6-21	基於圖 6-20 縮放地圖檢視更多路線細節示意圖	6-16
圖 7-1	常住人口數推估邏輯	7-2
圖 7-2	前鎮區在分析時段 22:00~23:59 不同筆數之回傳人數.....	7-6
圖 7-3	前鎮區在分析時段 00:00~01:59 不同筆數之回傳人數.....	7-6
圖 7-4	前鎮區在分析時段 22:00~01:59 不同筆數之回傳人數.....	7-6
圖 7-5	左營區在分析時段 22:00~23:59 不同筆數之回傳人數.....	7-6
圖 7-6	左營區在分析時段 00:00~01:59 不同筆數之回傳人數.....	7-7
圖 7-7	左營區在分析時段 22:00~01:59 不同筆數之回傳人數.....	7-7
圖 7-8	楠梓區在分析時段 22:00~23:59 不同筆數之回傳人數.....	7-7
圖 7-9	楠梓區在分析時段 00:00~01:59 不同筆數之回傳人數.....	7-8
圖 7-10	楠梓區在分析時段 22:00~01:59 不同筆數之回傳人數.....	7-8
圖 7-11	臺北市最小統計區常住人口密度與捷運路網示意圖.....	7-12
圖 7-12	常住人口密度與臺北捷運及公車站牌分佈示意圖.....	7-13

圖 7-13 常住人口密度與各級學校分佈示意圖.....	7-13
圖 7-14 常住人口密度與醫療院所分佈示意圖.....	7-14
圖 7-15 常住人口密度與公園綠地及運動中心分佈示意圖.....	7-14
圖 7-16 社會住宅週邊常住人口密度與相關設施分佈示意圖.....	7-15
圖 7-17 常住人口密度與古蹟、觀光景點、觀光旅館分佈示意圖....	7-16
圖 7-18 常住人口年齡結構差異之金字塔示意圖.....	7-17
圖 7-19 活動人口年齡結構及性別差異之金字塔示意圖.....	7-17
圖 8-1 關聯規則分析流程.....	8-3
圖 8-2 高雄市景點位置分佈圖.....	8-4
圖 8-3 4 月 16 日關聯規則之 Support/Confidence/Lift 指標熱 點圖	8-7
圖 8-4 4 月 23 日關聯規則之 Support/Confidence/Lift 指標熱 點圖	8-9
圖 8-5 高雄市林園區地理位置	8-14
圖 8-6 高雄市旗山區地理位置	8-15
圖 8-7 高雄市大樹區與旗山區地理位置	8-18

表 目 錄

	<u>頁 次</u>
表 2.1 電子票證產生之分析指標	2-13
表 2.2 視覺化呈現開發方式比較表	2-28
表 3.1 各縣市最小統計區個數表	3-8
表 3.2 中華電信之信令資料格式	3-11
表 3.3 遠傳電信時空移動軌跡資料表	3-12
表 3.4 遠傳電信之信令資料格式	3-13
表 3.5 一卡通電子票證客運公車代碼對應表	3-15
表 3.6 一卡通電子票證票種代碼對應表	3-17
表 3.7 悠遊卡電子票證欄位表	3-18
表 3.8 悠遊卡票種代碼對應表	3-18
表 3.9 公車動態定時資料欄位清單	3-20
表 3.10 公車動態定點資料欄位清單	3-21
表 3.11 高雄地區主要車站及時刻表車站代碼表	3-23
表 3.12 花蓮地區主要車站及時刻表車站代碼表	3-24
表 3.13 臺鐵 XML 時刻表車次屬性表	3-25
表 3.14 臺鐵 XML 時刻表列車於各站到/開時間資料表	3-26
表 3.15 臺鐵 XML 時刻表車種代碼意義對應表	3-27
表 3.16 臺鐵即時抓取延誤資料表	3-27
表 3.17 高雄捷運重運量系統	3-28
表 3.18 高雄捷運列車時刻欄位說明表	3-30
表 3.19 高雄捷運紅線時刻表車站編號與車站代碼對應表	3-30
表 3.20 高雄捷運橘線時刻表車站編號與車站代碼對應表	3-31
表 3.21 本研究資料來源、資料期間與應用課題表	3-31
表 4.1 原始信令資料格式	4-1
表 4.2 分組後依照時間排序之信令資料(群組一)	4-2
表 4.3 信令資料切割欄位後的資料格式(群組一)	4-3
表 4.4 信令資料切割欄位後 00:01 分的資料格式(群組一)	4-4
表 4.5 信令資料轉換後的格式範例(群組一)	4-4
表 4.6 信令資料之資料缺漏情形	4-5
表 4.7 信令資料填補前後對照表	4-6

表 4.8	即時抓取公路公共運輸運具時空軌跡格式	4-7
表 4.9	公路公共運輸運具時空軌跡格式(群組 A)	4-8
表 4.10	基礎車站資料格式	4-9
表 4.11	預定時刻班表	4-9
表 4.12	誤點資料	4-10
表 4.13	基礎車站空間位置資料	4-10
表 4.14	轉換後預定時刻班表	4-11
表 4.15	台鐵實際到離站資料表	4-11
表 4.16	高雄捷運資料表	4-12
表 4.17	高雄捷運紅線車站編號對應車站代碼表	4-13
表 4.18	高雄捷運紅線車站空間位置資料	4-13
表 4.19	高雄捷運時空軌跡	4-14
表 4.20	調整後高雄捷運時空軌跡	4-14
表 4.21	高雄公路公共運輸運具逐日資料量(4月)	4-15
表 4.22	信令資料之旅次切割	4-17
表 4.23	信令資料與公路公共運具時空軌跡比對範例	4-20
表 4.24	計算公路公共運輸運具符合率之比對序列	4-21
表 4.25	信令資料與台鐵時空軌跡比對範例	4-22
表 4.26	以出發時間為基礎之改良式矩陣	4-24
表 4.27	總旅次起迄矩陣範例	4-25
表 4.28	運具判斷結果範例	4-25
表 4.29	公路公共運輸運具起迄矩陣範例	4-26
表 4.30	軌道運具起迄矩陣範例	4-26
表 4.31	非公路公共運輸運具及軌道運具的旅次起迄矩陣範例	4-27
表 4.32	觀光旅運起迄表範例	4-28
表 4.33	高雄市景點區列表	4-30
表 4.34	觀光旅運起迄表(4月16號13:00-14:00)	4-31
表 4.35	各景點區拜訪人數統計表(106年4月16日)	4-32
表 4.36	各景點區遊客平均停留時間(民國106年4月16日)	4-33
表 4.37	花蓮1121公車測試路線說明	4-34
表 4.38	花蓮105公車測試路線說明	4-36
表 4.39	花蓮信令資料之時空軌跡範例	4-37
表 4.40	每1分鐘精準比對之符合率範例	4-38
表 4.41	符合率比値之資料範例	4-38

表 4.42	不同時間解析度與比對方式下之符合率比值	4-39
表 4.43	各候選門檻值之判讀率範例	4-40
表 4.44	每 1 分鐘之 300 公尺模糊比對	4-40
表 4.45	成功辨識搭乘公車時間占總搭乘公車時間比例平均值	4-41
表 4.46	每 1 分鐘之 300 公尺模糊比對	4-41
表 4.47	情境一之路線設計	4-42
表 4.48	情境二之路線設計	4-42
表 4.49	情境三之路線設計	4-42
表 4.50	情境四之路線設計	4-43
表 4.51	情境五之路線設計	4-43
表 4.52	情境六之路線設計	4-43
表 4.53	情境七之路線設計	4-43
表 4.54	情境八之路線設計	4-44
表 4.55	情境九之路線設計	4-44
表 4.56	情境十之路線設計	4-44
表 4.57	台鐵判讀率	4-45
表 4.58	捷運門檻值	4-45
表 5.1	資料來源表	5-2
表 5.2	公共運輸站點比對二級發布區之資料格式表	5-3
表 5.3	研究範圍所包含之站點個數量表	5-3
表 5.4	公共運輸路線資料格式表	5-4
表 5.5	公共運輸之路線數量表	5-4
表 5.6	公共運輸路線班表資料格式表	5-4
表 5.7	公共運輸路線發車班次資料格式表	5-4
表 5.8	高雄市市區客運路線班表資料格式表	5-5
表 5.9	高雄市市區客運 SubRouteUID 格式轉換表	5-5
表 5.10	旅次起迄矩陣範例格式	5-6
表 5.11	轉乘路線資訊	5-9
表 5.12	更新後之起迄表	5-9
表 5.13	由 A1505-28 至 A1506-08 之起迄對摘要	5-10
表 5.14	由 A1505-28 至 A1501-35 之起迄對摘要	5-12
表 5.15	由 A1512-04 至 A1502-04 之起迄對摘要	5-13
表 5.16	由 A6437-01 至 A6433-01 之起迄對摘要	5-15
表 5.17	由 A6417-03 至 A6415-01 之起迄對摘要	5-16

表 5.18 由 A6412-01、A6412-02、A6412-03、A6412-04、A6412-10 至 A6417-09 之起迄對摘要	5-18
表 5.19 二級發布區對照村里表	5-19
表 6.1 本計畫蒐集定時資料於各日期筆數分佈表	6-3
表 6.2 起迄資料轉換站間運量範例表	6-4
表 7.1 前鎮區、左營區、楠梓區區域特性	7-4
表 7.2 前鎮區、左營區、楠梓區 2017 年 4 月戶籍人數概況	7-4
表 7.3 前鎮區、左營區、楠梓區 2017 年 4 月戶籍年齡結構	7-4
表 7.4 中華電信手機信令資料格式	7-5
表 7.5 三個行政區在各種參數組合下之信令資料推估人數	7-9
表 7.6 高雄市三個行政區之常住人口推估數	7-10
表 8.1 擁有景點數排名前 10 之高雄市二級發布區	8-5
表 8.2 關聯規則分析參數設定表	8-5
表 8.3 4 月 16 日關聯規則不同參數產生之規則數統計	8-6
表 8.4 4 月 16 日關聯規則分析之結果	8-6
表 8.5 4 月 23 日關聯規則不同參數產生之規則數統計	8-8
表 8.6 4 月 23 日關聯規則分析之結果	8-8
表 8.7 兩日關聯規則交集之結果	8-10
表 8.8 4 月 16 日關聯規則分析轉換之結果	8-11
表 8.9 關聯規則第 2 條	8-15
表 8.10 關聯規則第 16 條	8-16
表 8.11 旗山地區景點之距離矩陣 (單位：公尺)	8-16
表 8.12 關聯規則第 18 條	8-18

第一章 緒論

1.1 研究背景

良好之服務水準是吸引民眾搭乘公共運輸的關鍵，因此如何透過數據檢視公共運輸之服務有效性，讓業管單位人員與決策者能善用資通訊科技所蒐集之資料進行公共運輸管理，與檢核公共運輸服務成效，已是世界各國為提昇公共運輸服務水準所採用手段之共同趨勢。

分析交通數據之本質，在於提供運輸政策與運輸管理之決策參考依據，考量電子票證數據主要反應現有運輸系統之使用行為，僅能提供現況管理效能之改善參考，並未能完全洞見所有公共運輸服務之潛在需求以及旅運行為之型態。此外，受限於電子票證在某些地區仍未普及，使用電子票證作為數據分析的基礎仍有其侷限性。

大數據分析在我國公共運輸之重要應用方向為透過時空資料分析私人運具與公共運輸族群的移動行為，分析使用不同運具之使用狀況，提出相關之公共運輸整體規劃與營運改善策略，協助主管機關推動相關之公路汽車客運營運管理改善計畫，達成政府運用巨量資料創造前瞻施政之目標。

1.2 研究目的

本研究的目的旨在運用客運時空資訊等相關數據，針對旅運起迄與乘載人數之分析方法進行探討，俾利公共運輸主管機關參考相關研究成果於提昇轄管公共運輸之營運績效與服務品質。

1. 分析人流起迄以及運具選擇

了解民眾的旅運起迄目的地以及使用的運輸工具，掌握民眾行的需求，以作為後續相關分析的基礎。

2. 進行公共運輸供需分析

根據民眾的旅運需求，疊合公共運輸的路線與站位等資訊，配合發車的時刻表，分析公共運輸供給與需求的差異，根據此差異，可以作為後續相關路線規劃與調整的基礎。

3. 估計客運路線乘載人數

根據相關資料發展客運路線的乘載人數推估方法，業者以及主管單位可依據乘載人數評估該路線的服務績效或是車輛容量的利用率。

1.3 整體研究架構

本研究整體研究架構如圖 1-1 所示。

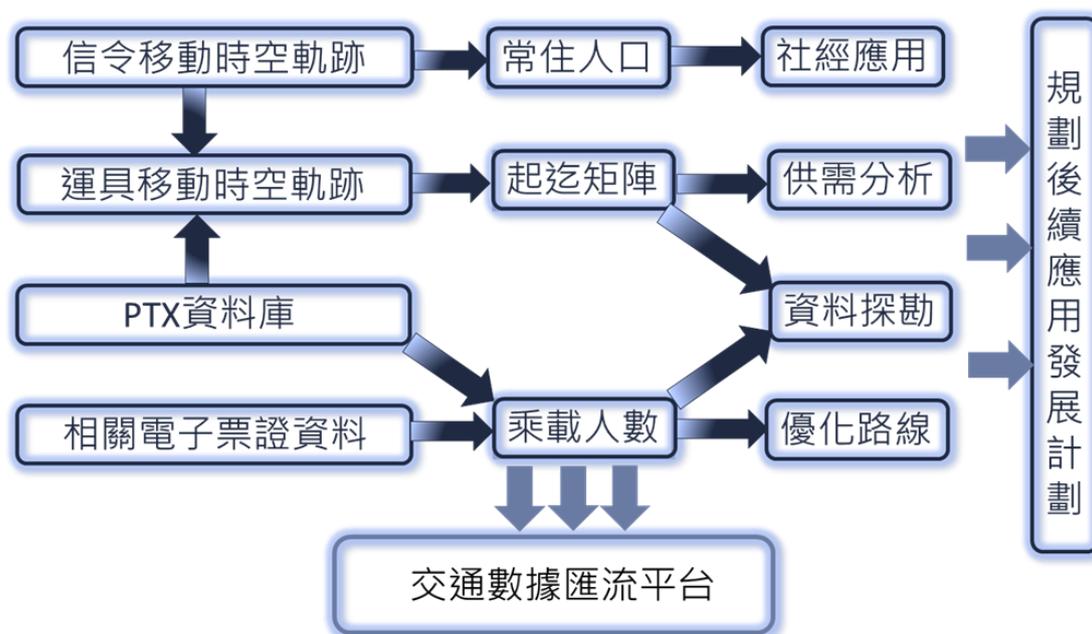


圖 1-1 整體研究架構圖

本研究利用信令資料、PTX 資料和電子票證資料做相關應用。

由於科技發展快速，多數人皆擁有手機，透過信令資料的分析，可以得到民眾的移動軌跡，藉此可推估出常住人口，相較於以往較耗時耗力的人口普查方式，擁有著一定的準確度和便利性。

信令資料和 PTX 資料的疊合能夠得出民眾的起迄矩陣，其可區分私人運具和公共運具的使用民眾。利用此矩陣本研究可以做進一步的公共運輸的供給和需求分析。

電子票證資料和 PTX 資料的結合可算出站間的乘載人數，據此找出優化路線以及後續發展的研究基礎。

1.4 主要工作項目

根據上述的整體研究架構，本研究之工作項目可列舉如下：

1. 建議 107-109 年旅運時空資料分析與公共運輸服務應用發展方向

蒐集國內外相關文獻進行研析，檢視國內外電信與交通數據技術整合應用之標竿案例，據以建議 107-109 年旅運時空資料分析與公共運輸服務應用之應用發展方向。建議之重點工作至少應包括資料分析技術與服務應用發展。

2. 運用客運動態資訊系統、電子票證資料庫或電信數據開發視覺化分析模組，模組分析與應用重點工作如下：

(1) 發展人流起迄特性分析方法

以高雄市與花蓮縣為研究區域，開發人流起迄特性分析模組，針對重要運輸場站、旅次產生吸引點，分析公共運輸與非公共運輸人流移動行為，並疊合分析現有公共運輸服務之水準，以掃描公共運輸路網供給與需求間之縫隙。

(2) 發展客運路線乘載人數分析方法

透過客運動態資訊、票證或電信數據，發展客運乘載人數視覺化分析方法，掃描出供給與需求有落差之時空分佈點位。

第二章 相關文獻回顧

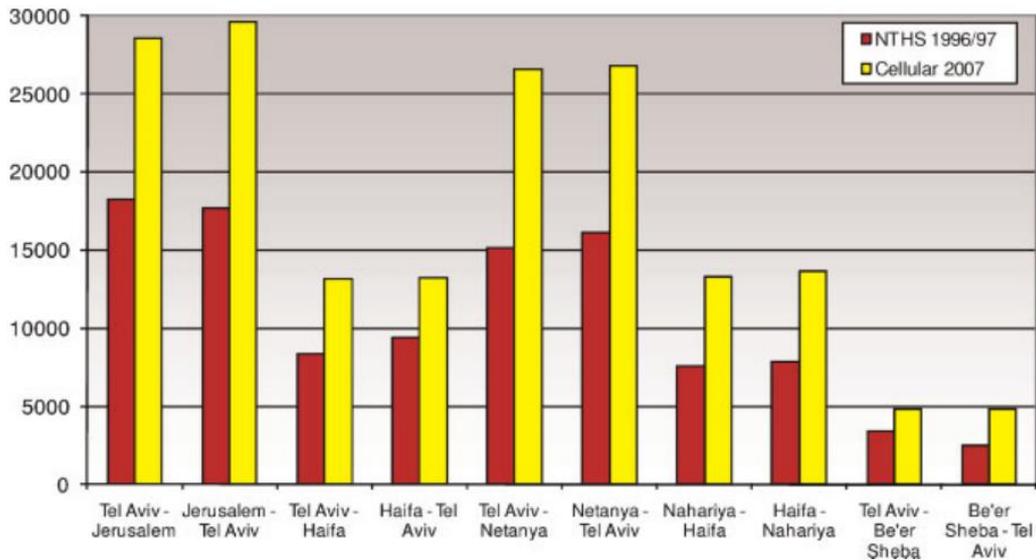
2.1 手機信令資料的應用

隨著全球手機的普及率不斷提升，行動通訊資料量亦隨之增加，如何有效運用手機資料來進行相關分析儼然成為重要的課題。而在交通領域的相關研究中，已經有利用電信業者提供的手機信令資料，分析民眾的移動行為，進行旅運起迄之推估的研究。

2.1.1 手機信令資料推估旅運起迄

Calabrese 等人(2011)探討如何以手機之信令資料為基礎，克服訊號飄移的問題，以推估使用者的旅次起迄矩陣。該研究以美國麻薩諸塞州(Massachusetts)的 8 個城鎮為研究區域，透過集群分析法(Cluster Analysis)分析同一區域內信令資料主要分布的基地台位置，以降低信令資料因訊號飄移產生判斷錯誤的位置。此方法可以有效取得信令資料的時間及空間分布位置，再依序將其對應的基地台位置產製為基地台位置序列，建置基地台對基地台的旅次起迄矩陣。根據結果顯示與美國調查人口移動的結果具有 0.73 的相關係數，高於以往透過重力模式推估起迄相比的相關係數 0.59。

Bekhor 等人(2013)利用 Orange 電信公司提供以色列 3 周的手機信令資料，探討有別於傳統僅能取得旅運者在固定時間內短距離移動的起迄，以耗費較低的資源成本分析各個使用者長距離之旅次起迄，並提出將此結果應用在運輸規劃的建議。研究中分別設定較長的假日與平日之停留點時間，從每個用戶的移動軌跡中找出移動距離大於 2.5 公里的旅次起迄，推估在這研究區域中長距離的旅運起迄矩陣。根據比對以色列中央運輸部統計處 1997 年的調查結果，此方法推估的旅次數與實際旅次數之相關係數為 0.86，顯示推估的結果十分接近實際結果。圖 2-1，黃色代表由手機信令資料推估的結果，紅色代表以色列中央運輸部統計處的結果。

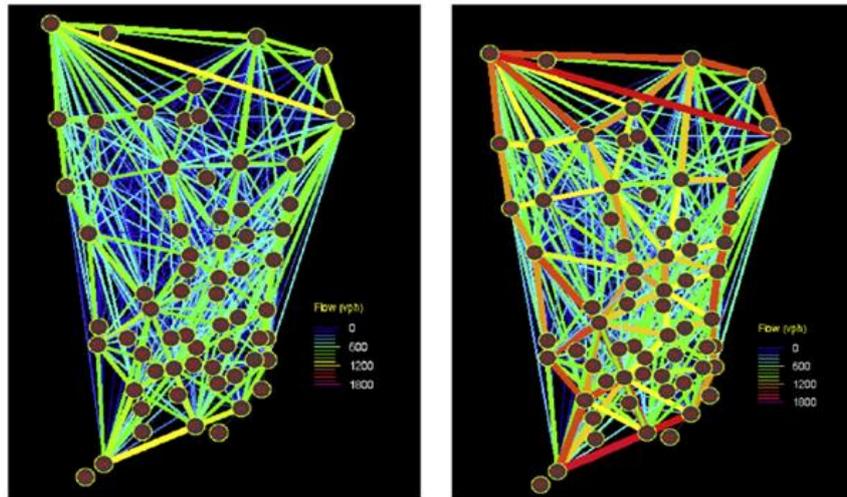


資料來源：Bekhor et al. (2013)

圖 2-1 手機信令資料推估之起迄與調查之起迄比較圖

Nanni 等人(2013)利用 Orange 電信公司提供象牙海岸(Ivory coast)約 5 個月的手機信令資料，分析此地區的旅運需求，再透過模擬軟體進行旅運量推估，瞭解目前此區域的需求情形。首先，將手機信令資料中每個使用者最常出現的地點且滿足在同一天中至少出現兩次的位置視為家，在剩下的地點中找尋出現頻率較高且介於頭尾地點為家之間的位置，建立旅次起迄矩陣。再透過 OmniTRANS V6 軟體對這些起迄點進行全有全無指派法，模擬由信令資料推估出的起迄對之間道路上的交通量，以代表不同起迄對之間的流量。

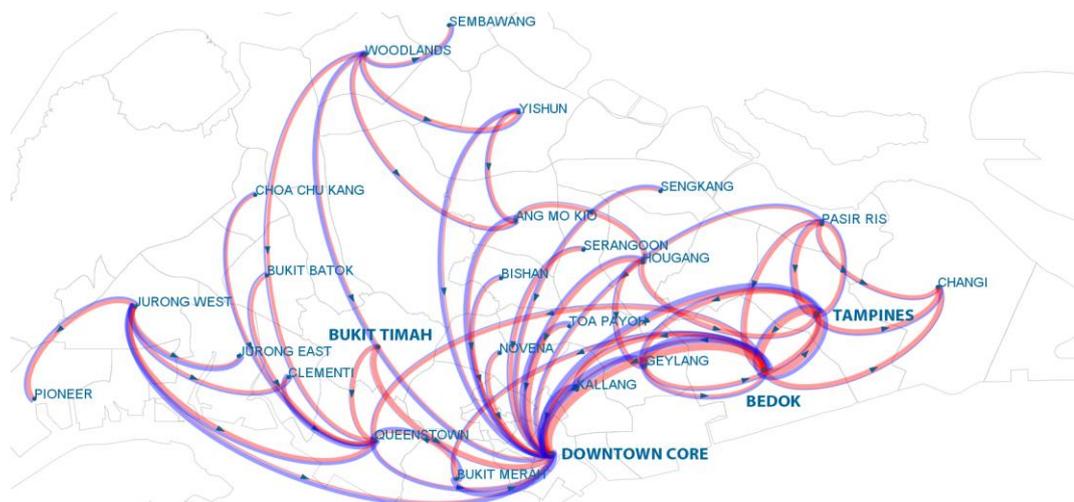
Iqbal 等人(2014)蒐集孟加拉首都達卡市(Dhaka)的手機信令資料(Call data record, CDR)，透過此資料推估旅次起迄矩陣。研究中將逐時信令資料對應的基地台位置依序產製為基地台位置序列，建置基地台對基地台的起迄矩陣，再透過與路網疊圖，並依照此文獻提出的篩選機制，轉換為路網節點對路網節點的起迄矩陣。推估結果如圖 2-2 所示，左邊為路網節點對路網節點旅次起迄矩陣推估的結果，再透過 MITSIMLab 軟體對這些起迄點進行交通量指派，右邊為實際結果，根據比對結果顯示推估與實際結果的方均根誤差百分比為 13.8%。



資料來源：Iqbal et al. (2014)

圖 2-2 MITSIMLab 軟體推估旅運量與實際旅運量比較圖

Holleczeck 等人(2014)利用手機信令資料結合電子票證資訊，以資料探勘的方式分析新加坡私人運具與公共運輸運具的使用情形。此研究先透過演算法利用手機信令資料，推估區域間不分運具的起迄旅次數，並根據電子票證資料計算出區域間搭乘公共運輸的起迄旅次數，再將兩者所得到的結果相減，作為區域間私人運具的起迄旅次數。此分析結果可應用於了解公共運輸運具與私人運具在不同起迄間於不同時間點的使用量差異，如圖 2-3 及圖 2-4 所示，圖 2-3 為早上 6 點到 10 點旅運起迄分析圖，圖 2-4 為早上 10 點到下午 5 點旅運起迄分析圖，圖中越偏紅色的線條代表私人運具旅次數相對較公共運輸旅次數多；越偏藍色的線條代表公共運輸旅次數相對較私人運具旅次數多，線條粗細則代表旅次數的多寡。從圖中的顏色與線條可以觀察出，私人運具旅次數與公共運輸旅次數會因時間與地點的不同而有所變化。



資料來源：Holleczeck et al. (2014)

圖 2-3 早上 6 點到 10 點旅運起迄分析圖

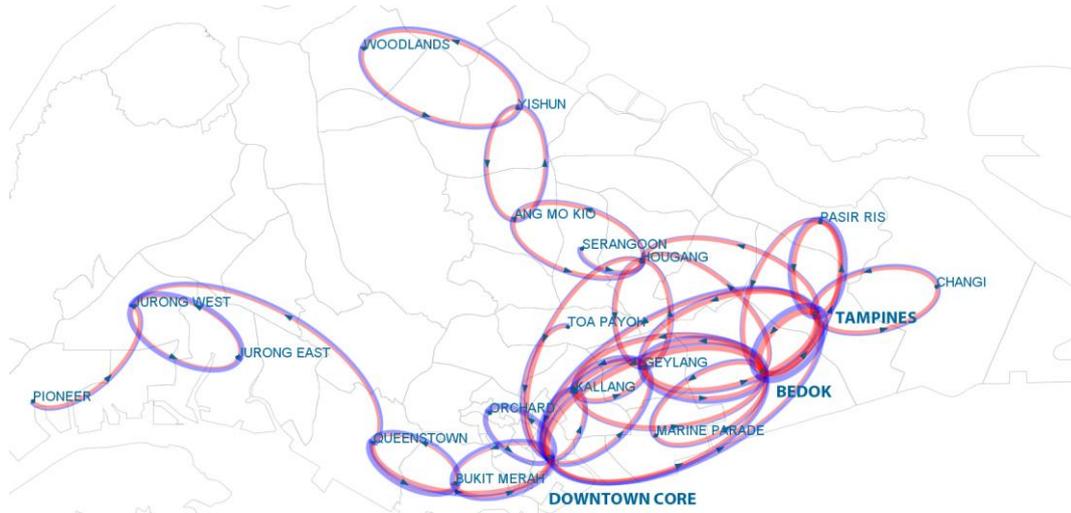
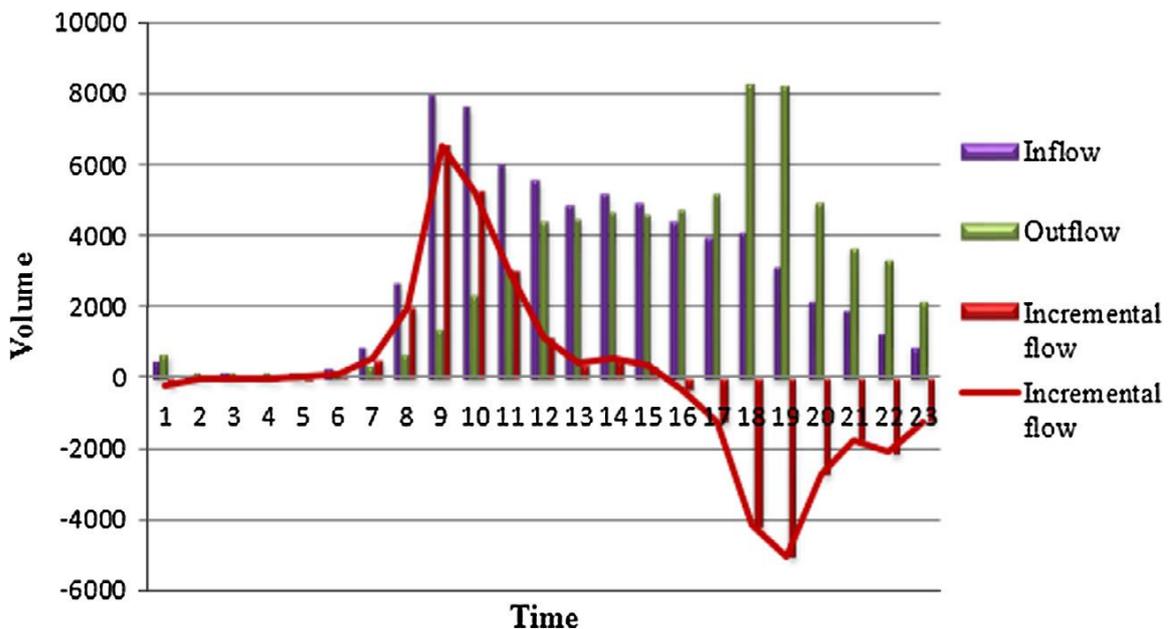


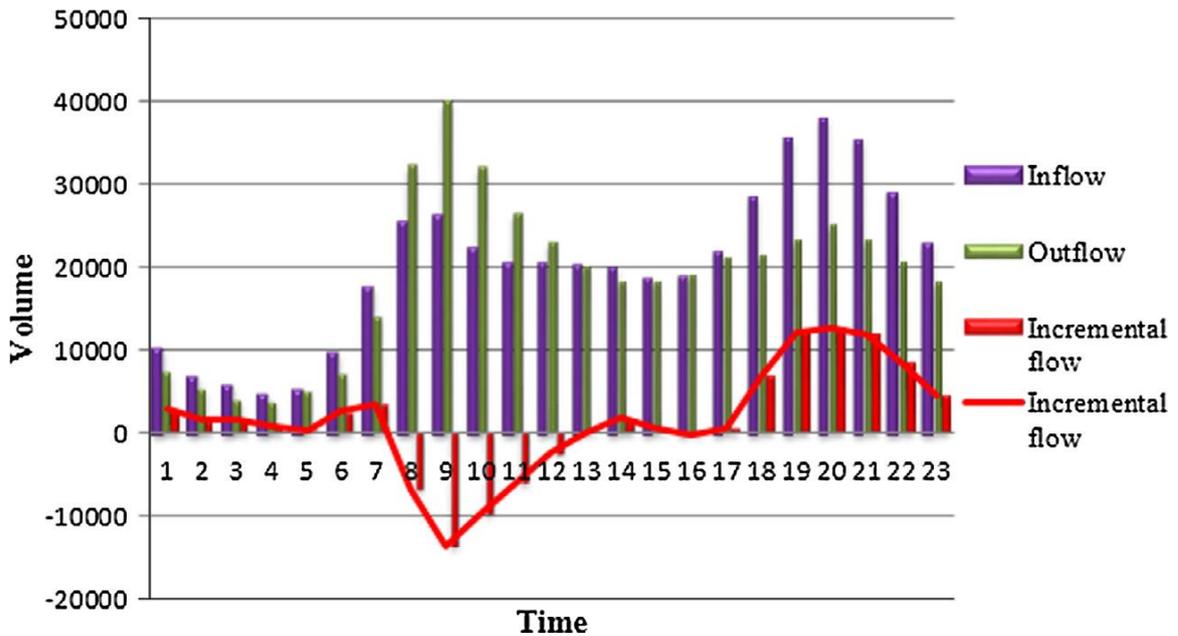
圖 2-4 早上 10 點到下午 5 點旅運起迄分析圖

Dong 等人(2015)研究從手機訊號資料中擷取 4 項主要資訊，包含即時用戶量、訊號流入量、訊號流出量、以及增加流量，來標記某一地區的土地使用類別(商業區位、住宅區位)或者道路分類(都市道路)。從圖 2-5 可以清楚觀察出在商業區，上午七點開始訊號流入量逐漸增加，表示通勤的旅次開始進入商業區位工作，下午五點開始訊號流出量則逐漸增加，代表民眾開始下班回家。圖 2-6 呈現在住宅區，訊號流入及流出量走勢恰好與商業區位相反。



資料來源：Dong et al. (2015)

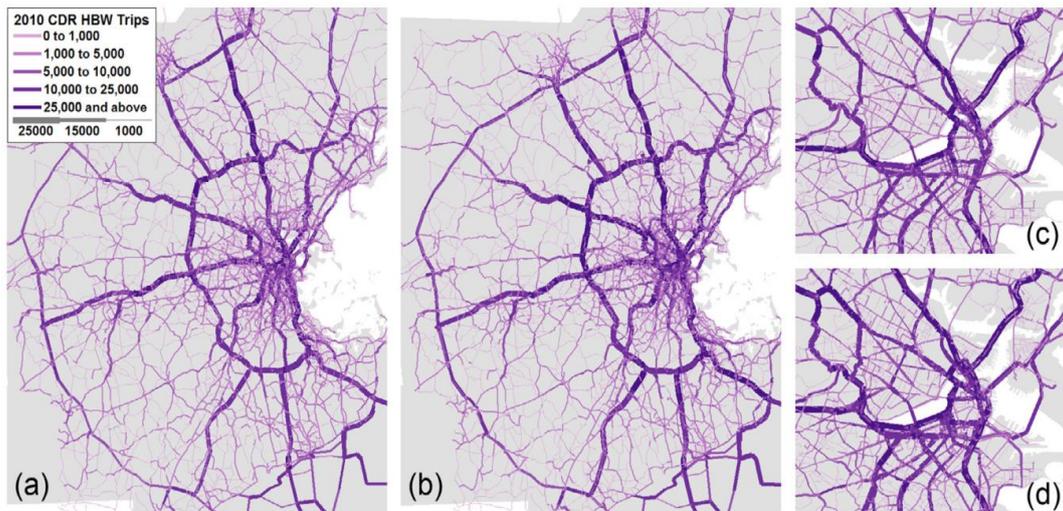
圖 2-5 商業區位訊號分布圖



資料來源：Dong et al. (2015)

圖 2-6 住宅區位訊號分布圖

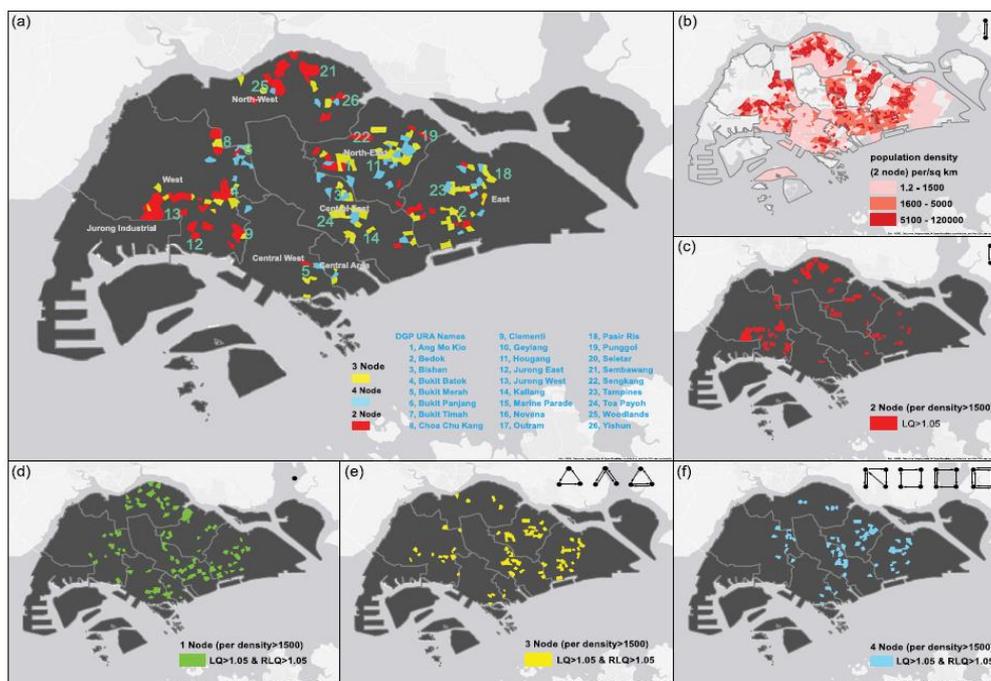
Alexander 等人(2015) 運用手機信令資料以道路為基礎，根據其旅運行為發生地點區分為家旅次、工作旅次及其他旅次目的。此研究分析波士頓地區各道路上家-工作旅次(Home-Based Work, HBW)之旅次數，如圖 2-7 所示。此研究係蒐集 2 個月的旅運資料，並剔除掉未移動的樣本進行分析，進而分析各種不同旅次目的之旅次數。圖 2-7 (a)(c)為手機信令資料分析結果，圖 2-7 (b)(d)為人口普查的流量，其結果顯示運用手機信令資料亦可達到其分析目的。



資料來源：Alexander et al. (2015)

圖 2-7 波士頓地區各道路家-工作旅次數

Jiang 等人(2017)以新加坡為例，應用手機信令資料於個體旅運者都市移動行為之分析，此研究分別以不同旅次點之數目，篩選未移動之樣本，歸納出不同的旅運活動樣態，及各種樣態之分布地點，如圖 2-8 所示。藉由此圖可了解各種旅運行為樣態與人口密度之關係，其中旅運行為樣態可分為單點行為(在家旅次)、兩點行為(家-工作；家-學校)，或三點以上之旅次行為。



資料來源：Jiang et al. (2017)

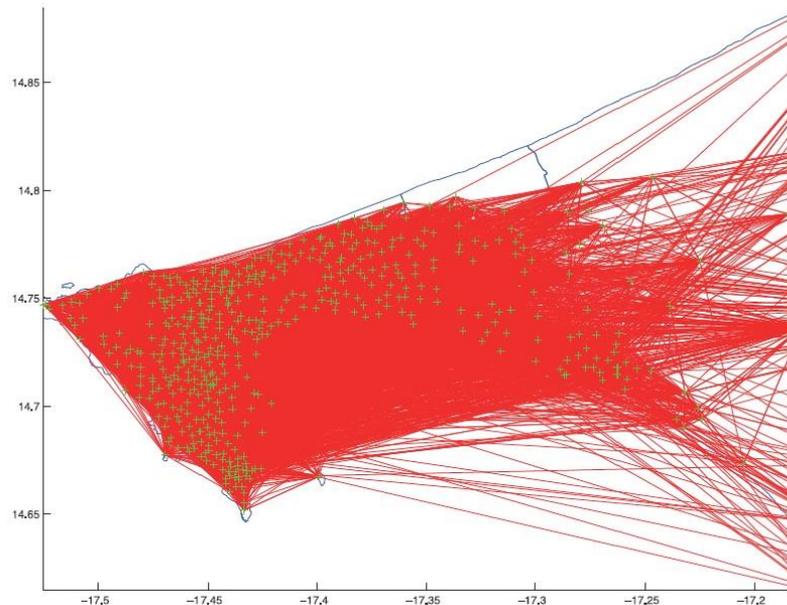
圖 2-8 不同地區旅運行為分布圖

2.1.2 手機信令資料在公共運輸之應用

隨著行動通訊資料量的與日俱增，政府、電信業者與專家學者開始研究這些通訊資料可以應用的領域。1990 年代後期，開始有學者與電信業者將手機當成探偵車來使用，之後的研究將手機信令資料應用在計算車流運行速率、旅行時間、推估旅次起迄矩陣、起迄區位人潮數量、區分土地使用類別等，應用的範圍十分廣泛。但將手機信令資料應用於公共運輸上的研究並不多，主要著重於旅運行為之分析，再依據分析結果應用於公共運輸之潛在運量估計。

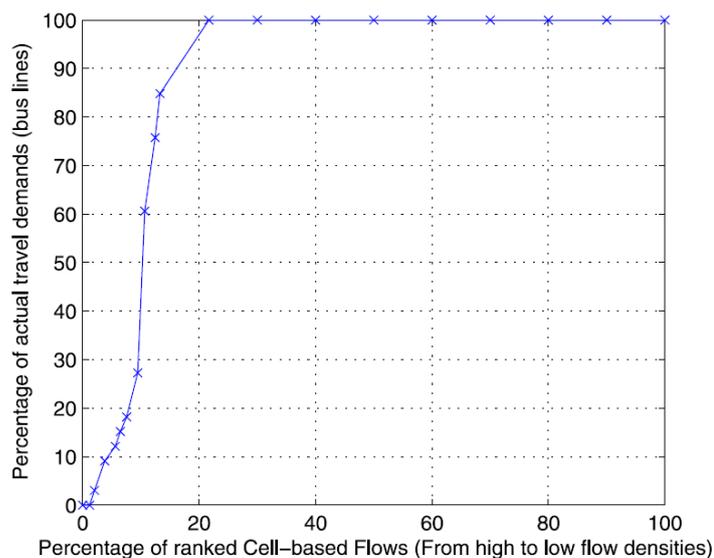
Demissie 等人(2016)利用塞內加爾(Senegal)2 周之手機信令資料，進行公共運輸潛在起迄需求的推估，並提出改善公共運輸服務的建議。首先，從 30 萬用戶的手機信令資料中，萃取每個民眾最常前往的 5 個地點之基地台位置，作為民眾的旅運需求起迄點，如圖 2-9 所示。再透過比較現有的公車起迄點，透過逐步將信令資料所推估的起迄流量由大到小逐步

加入地圖，來檢視這些起迄流量如何集成公車路線。研究結果發現，僅需要前 22.7%的信令資料推估的起迄流量就可以集成現有的公車路線，如圖 2-10 所示，代表剩餘的信令資料推估的起迄流量即為潛在的公共運輸需求。此研究針對潛在的公共運輸路線規劃，提出兩個原則，(1) 路線流量必須大於平均流量；(2) 路線流量必須大於平均流量之半。根據上述兩原則，此研究根據原則一，提出 47 條潛在路線，如圖 2-11 所示；根據原則 2，提出 234 條潛在路線，如圖 2-12 所示。



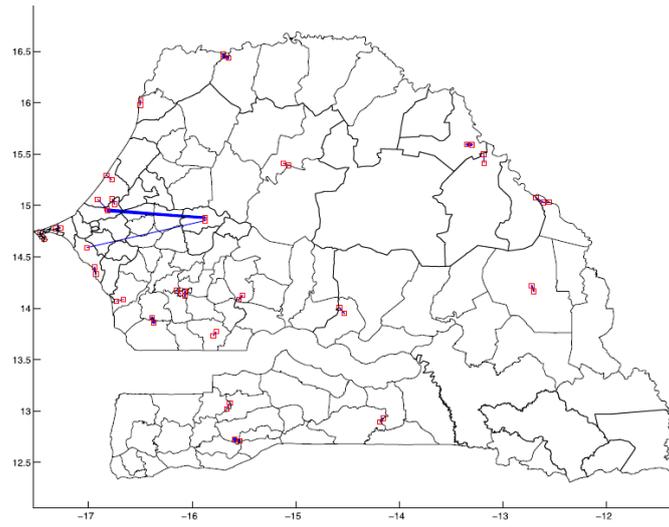
資料來源：Demissie et al. (2016)

圖 2-9 旅運需求起迄分布圖



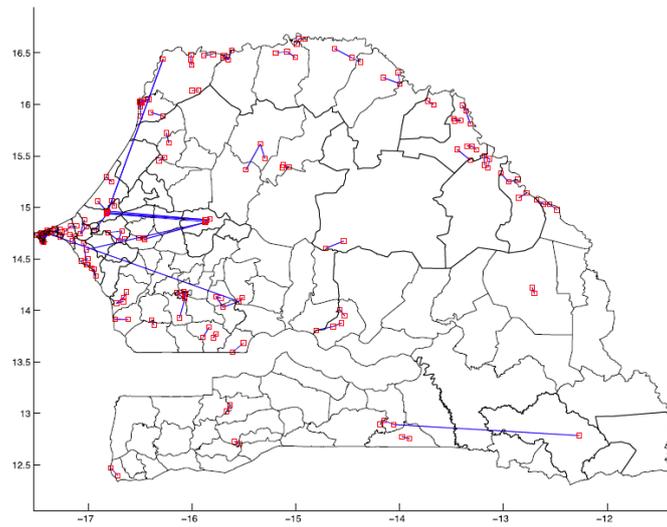
資料來源：Demissie et al. (2016)

圖 2-10 信令資料推估之起迄流量與實際公車起迄點集合比較之百分比圖



資料來源：Demissie et al. (2016)

圖 2-11 247 條潛在路線示意圖



資料來源：Demissie et al. (2016)

圖 2-12 243 條潛在路線示意圖

2.2 手機非信令資料之應用

本計畫的目的為透過手機之信令資料，推估使用者搭乘不同運具之起迄位置，再針對不同運具之旅運起迄位置探討公共運輸之潛在需求、進行公共運輸調整的相關分析，因此針對利用信令資料推估不同運具之起迄的文獻進行回顧。然而過去以信令資料為基礎，針對不同運具進行起迄推估的文獻較少，故此章節主要針對透過手機相關資料進行運具選擇的文獻進行回顧。

2.2.1 手機非信令資料進行運具選擇

根據 2.1.1 節可知目前已有相關研究利用手機信令資料進行不分運具之旅運起迄推估，但沒有進行不同運具之旅運起迄推估，故此章節將針對利用手機相關資料進行運具選擇這部分進行回顧。

Yu 等人(2008)利用手機之 GPS 資料，將時空軌跡中開始產生速度為零的位置代表發生運具轉換的位置，並將速度為零的位置紀錄為走路區段，反之則紀錄為非走路區段。再取出非走路區段，以平均時間長度、平均速度、平均速度變化量、在所有非走路區段中速度值與加速度值為前三名的數值作為特徵向量，分別帶入決策樹(Decision Trees, DT)、支持向量機(Support Vector Machine, SVM)及貝氏網路(Bayesian Network, BN)分類法，並分別透過引導聚集算法(Bootstrap Aggregating, Bagging)降低過度配適的情形。最後，得到以決策樹分類法取得的結果最接近實際測試取得的運具分類結果，其中準確率為 76.2%。

Gonzalez 等人(2010)利用手機之 GPS 資料，透過類神經網路中的多層感知器(Multilayer Perceptron, ML)分類法，進行運具的選擇。以平均速度、最大速度、平均加速度、最大加速度、任意兩停留點間的平均距離作為特徵向量，利用多層感知器分類法進行分類。最後，比對透過上述方法分類出的結果與實際測試取得的運具分類結果，具有 91.23%的準確率。

Stenneth 等人(2011)利用手機之 GPS 資料，掌握使用者的時空軌跡，時間及空間單位分別為秒數及經緯度。再蒐集公車即時動態的位置、火車沿線位置與公車站點的位置之資料，取得運具的空間位置。透過選定之七項特徵向量，分別為 GPS 資料之平均準確度、平均速度、平均方向改變量、平均加速度、其與公車即時動態之位置的實際距離、其與火車沿線位置的實際距離以及其與公車站點的實際距離。再以五種分類方法進行測試，為單純貝氏(Naive-Bayes, NB)、貝氏網路(Bayesian Network, BN)、決策

樹(Decision Trees, DT)、隨機森林(Random Forest, RF)與類神經網路中的多層感知器(Multilayer Perceptron, ML)。最後，得到以隨機森林分類法取得的結果最接近實際測試取得的運具分類結果，其中公車的準確率為 88.3%、火車的準確率為 98.4%。

Bolbol 等人(2012)利用手機之 GPS 資料，追蹤使用者的時空軌跡，此研究選定 GPS 軌跡之間的速度、加速度、距離與方向改變量作為候選特徵，並透過變異數分析，找出解釋能力較強的變數，作為主要特徵，再以支持向量機(support vector machine)來進行運具判斷。研究過程發現，速度與加速度是相對具有顯著分類能力的特徵，除此之外，在判斷不同的運具使用模式時，不同的特徵具有不同適配性。研究結果顯示，模型在判斷汽車、火車與步行具有較高的準確率，約有 85%，而在判斷公車與地鐵的準確率相對較低，平均僅約 50%。

2.3 電子票證資料在公共運輸之應用

電子票證的使用從資料分析角度而言，可大幅降低傳統調查方法之成本、同時也可提升資料調查品質，甚至可重建使用者之旅行行為，但也有無法掌握使用者旅次目的之限制(Bagchi 與 White, 2005)。

然由於電子票證的設計目的主要係用於改善人工收費之缺點，而非用於資料蒐集，因此當市區公車產生採單一費率(flat-rate)之收費方式時，因乘客不用上車與下車均須刷卡，即產生無法完全掌握乘客起迄之現象(Munizaga and Palma, 2012)，如臺北市、新北市及基隆市等市區公車電子票證資料即均面臨此一問題。

Barry 等人(2002)根據紐約地鐵營運進站刷卡(entry-only)之特性，結合電子票證之資訊(地鐵站序資料、列車到站時間、使用者卡號與使用者進站時間等)，提出一套簡易推估演算法，推估出各站間的旅次起迄表(O-D table)。Trépanier 等人(2007)結合加拿大魁北克的公車電子票證資料，並依據該地區上車刷卡的營運特性，提出一套推估乘客下車站點(alighting point)之推估流程，並依據此流程設計一套物件導向模式(Object-orient model)存取資料庫，以增加資料之處理效率。Zhao 等人(2007)利用芝加哥電子票證之高普及率特性，結合火車之電子票證資料與公車自動車輛定位(Automatic Vehicle Location, AVL)資料，配合芝加哥火車進站刷卡的特性，推估各火車站間的旅次起迄表。Farzin(2008)結合巴西聖保羅市區公車之 GPS 資料與電子票證資料進行乘客起迄資料之推估。Nassir 等人(2011)曾同時考量公車班表、自動乘客計數設備

(automated passenger counter)與電子票證資料進行乘客起迄資料之推估。

在電子票證資料處理方面，由於電子票證資料可能存在缺漏等問題，Algueró(2013)曾提出如圖 2-13 所示之資料處理程序，在該資料中可區分為取得原始資料、資料清理(data cleaning)、資料重組與分類(data restructuring and classification)、及資料應用等四個步驟。

在資料清理階段主要是針對缺少重要欄位的資訊(如上、下車的站位、上下車的時間、或搭乘路線等)的資料，進行資料的刪除。由於電子票證資料可能因取得之單位不同或資料轉換次數過多，可能有同一資料欄位內容不一致之情況，故在資料重組與分類階段會針對資料中同一欄位對應不一致，或對應欄位為空值之狀況(例如票證資料中站位代號與路線站位無法對應等)，透過自動車輛定位(Automatic Vehicle Location, AVL)或地理資訊系統(Geographic Information System, GIS)資料，進行空間資料比對分析作業，進行資料重組與分類之工作。

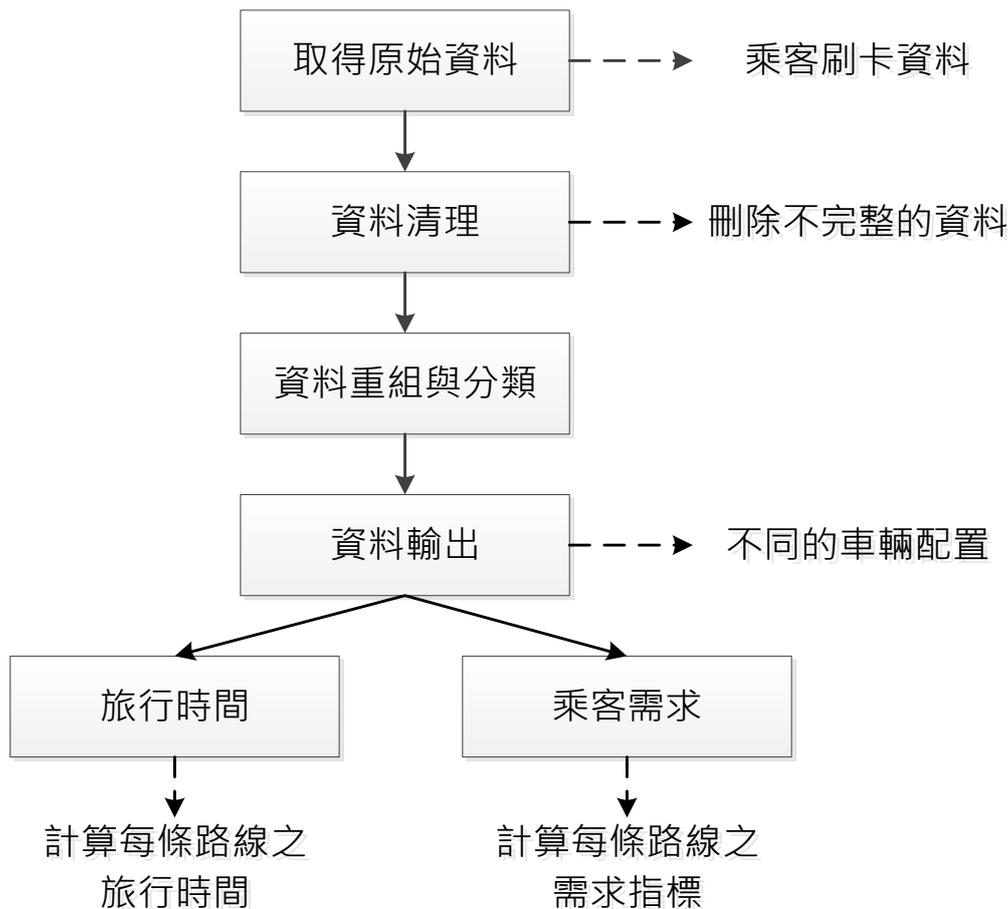


圖 2-13 電子票證資料處理程序

電子票證的發展歷史僅十多年且資料取得不易，故相關研究文獻並不多，但近年來隨著開放資料的發展，相關的研究有顯著增加的趨勢。國內最早之研究為邱詩淳(2005)運用悠遊卡資料進行臺北市特定公車路線之營運改善方案。羅惟元(2008)同樣以悠遊卡資料探討公車路線之乘客起迄資料。臺北市公共運輸處曾於 2013 年結合公車動態資訊系統與悠遊卡刷卡資料進行乘客起迄資料的推估。惟目前此三篇研究較限於小規模之公車路線分析，且均侷限在乘客起迄資料之推估，對於大眾運輸規劃品質之提升較為有限。

臺北市悠遊卡公司於單月份公共運輸交易次數即超過一億筆，該資料規模所能轉換的旅次資訊，無論於質量或數量上，都突破傳統及戶式的旅次訪談問卷。透過這些資料的分析，將可確切了解每天上下班的尖峰時間、通勤族的移動模式、重要的轉乘地點，發現城市中哪些地方為交通瓶頸點，藉以研擬改善方案。

新加坡政府曾經採用過相同的運作模式，交通單位向捷運公司、票證公司等採購相關資料，再將這些資料分析後，開放給民間公司作加值使用(施鑫澤及張煌仁，2013)。新加坡公車採里程分區計費、捷運系統則採用距離分區制，公車上裝設全球衛星定位系統以追蹤公車位置並自動計算公車票價，並在前後門皆裝設驗票機，乘客於上車刷卡時將被扣除此路線最高票價，到站後再次刷卡下車，補回多扣除之票價差額。如此使得付費制度更趨公平，並可同時蒐集公車營運資料，提供管理者及營運者各路線之重要資訊(黃怡靜，2010)。

Chapleau 等人(2008)針對加拿大渥太華(Ottawa)之電子票證進行分析，該研究嘗試結合公車路線班表和 AVL 資料進行資料校估，以免影響旅次行為分析之準確性。Fuse 等人(2010)利用日本東京都會區之電子票證資料進行公車與鐵路乘客特性之分析，結果可明顯發現平假日之空間分布差異，平常日存在明顯之早上尖峰與下午尖峰型態、而假日則分布較為分散。在該研究中同時亦將氣候因素加入考量，發現平常日每月搭乘頻率較低之族群在雨天有增加之現象，但在假日則無明顯差異。

Lee 等人(2011)指出運用電子票證資料進行分析，具有高準確率、低成本、應用範圍廣泛、節省時間、資料可用度高、大規模和無危險性等優勢，同時亦指出電子票證所產生之資訊將可用在校估有起迄資料、建立大眾運輸服務系統和運輸政策之事前/事後分析等三個領域。該研究提出運輸單元(transportation elements)、費率(fare)、轉乘行為(transfer)及旅客量(Volume)等四大分類，總計如表 2.1 之 17 項指標；同時也進行

運輸需求模式的分析、運輸服務評估、複合運具之指派等應用領域，為少數具體將電子票證之應用有較為詳細描述之文獻。

Long 和 Thill(2015)曾結合北京地區電子票證和交通分析調查資料，探討家工作旅次行為之關聯性，該研究總計分析 566 條固定費率公車路線(上下車僅刷卡一次)及 721 條里程計費之公車路線(上下車均須刷卡)。該研究利用使用者停留時間和站牌附近住宅和工作場所之樓地板面積，判斷使用者之搭乘旅次目的，並將上下車空間資料與旅次調查之交通分區(TAZ)資料予以整合。Lee 等人(2013)利用電子票證取得之大眾運輸需求資料和站牌可及範圍內之土地使用型態進行時空分析。以美國 Mennepin County 為例，可發現住宅區的上車尖峰產生在早上，而商業區為主之站牌的上車尖峰則集中在下午。顯示站牌附近的土地使用型態與大眾運輸之需求存在高度之關聯性。

表 2.1 電子票證產生之分析指標

Class	Index	Calculation
Transportation elements	Passengers by the stop (station)	Boarding and alighting passengers by the stop (station)
	Passengers by the mode and the line	Boarding and alighting passengers by the mode and the line
	Passengers by the passenger class	Boarding and alighting passengers by the passenger class
	Avg. passenger per a vehicle	Total boarding passengers per total vehicles
	Avg. passengers in vehicle by the vehicle	Sum of in-vehicle passengers in the section, divided by the number of sections
	Avg. travel time per a passenger	Avg. gap between boarding time and alighting time
	Avg. distance per a passenger	Avg. route distance between boarding stop and alighting stop
	Avg. number of trips per a passenger	Total number of trips divided by total passengers
	Avg. travel time by the mode	Sum of all passengers' travel time divided by the number of passengers * Calculate for each mode
	Congestion in vehicle	Current in-vehicle passengers + boarding passengers - alighting passengers
Fare	Avg. fare per a passenger	Total fare charged divided by total passengers
	Total income by the vehicle	Total fare of a vehicle's passengers
	Total income by the line	Total fare of a line's passengers
Transfer	Avg. number of transfer	The number of all trips divided by total passengers
	Avg. transfer time	Transfer time: the time gap of previous alighting and current boarding
	Avg. transfer cost	Transfer cost: additional fare for transfer
Volume (Passengers)	Passenger by the OD pair	Sum of all passengers through all modes from one stop(origin) to another stop(destination)

Tao 等人(2014)利用澳洲布里斯本(Brisbane)每日約 50 萬筆之電子票證資料，在該研究中針對資料紀錄不完整之 3 千餘筆資料(約 0.8%)直接予以刪除，並比對 GTFS(General Transit Feed Specification)資料中之路線資料與電子票證資料，建立使用者之旅次軌跡(travel trajectory)資

料，再透過數值地圖呈現站點上下車人數與路線運量時空分布圖，甚至可分析出不同使用族群之時空分布狀況，並利用權重方式分析出不同族群的路線特性差異。Arana 等人(2014)針對西班牙巴斯克區(Basque Country)的 Gipuzkoa 地區之電子票證資料，利用迴歸分析進行假日天氣對大眾運輸使用人數之影響分析，研究結果顯示風力、雨量均與大眾運輸乘客量呈現負向關係；溫度與大眾運輸乘客量則呈現正向關係，而且不論星期六或星期日均存在同一現象。

Gokasar 等人(2014)曾利用土耳其伊斯坦堡(Istanbul)BRT 電子票證資料進行旅次行為分析，並作為營運作業之改善依據。該研究分析每日約 80 萬筆的電子票證旅次資料，其中約有 1.1%資料因為資料不完整而被刪除，總計分析出各站雙向之每日上下車人數、每日不同時段之運量、不同車站乘客之平均站上候車時間、搭乘 BRT 乘客之轉乘運具比例、BRT 乘客之搭乘站數等資訊，該相關資訊可做為未來模擬不同票價政策之分析基礎。如圖 2-14 所示，該研究結合上下車人數及來客方向性的資料呈現方式，圖中之柱狀圖深淺分別代表場站之上下車人數，紅色及藍色弧線則代表來自不同方向之乘客數。

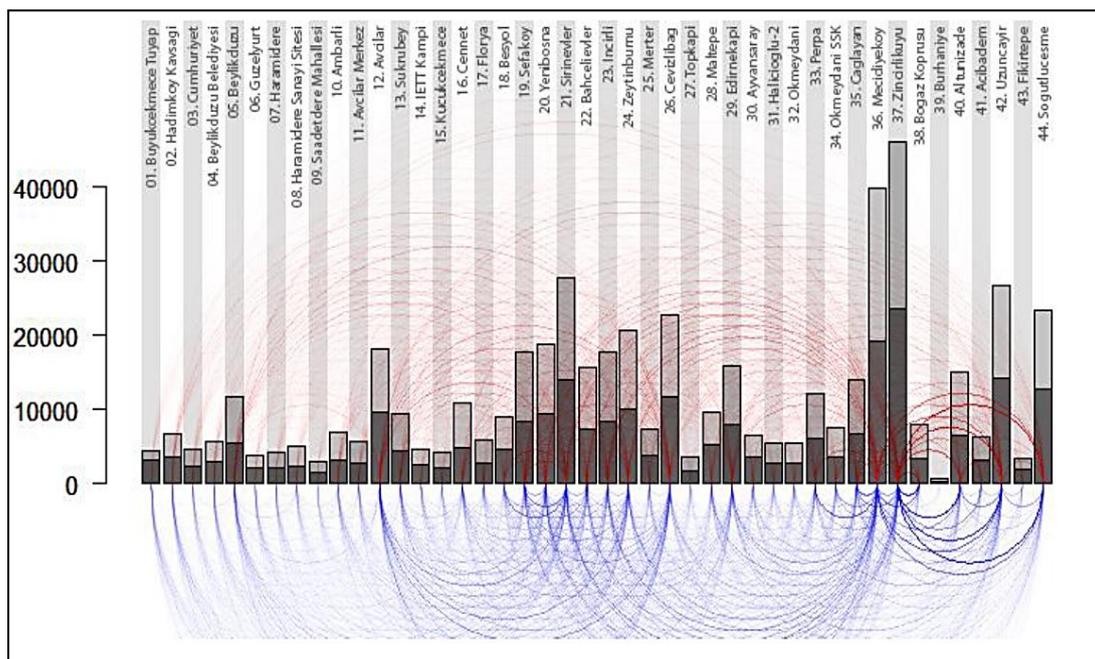


圖 2-14 不同車站上下車人數及乘客方向來源示意圖

王晉元等人(2015)以台中市豐原客運公司提供之電子票證資料進行加值應用分析，並提出電子票證資料之五大潛在應用範圍，包含區域、路廊、路線、站點、使用者等應用範圍。該研究分析民眾主要旅次發生地區，與各時段民眾主要旅次發生的起迄點，並利用 Tableau 軟體進行視覺化圖形

分析，相關分析結果如圖 2-15 所示。若利用傳統表格式統計資料，雖可獲得各路線之統計數據（如圖 2-16 所示），但站點分佈及公車行駛路線之空間關聯性並無法由表格式資料獲得，路線分析即利用公車行駛路線空間資料結合各路線運量資料，以同時獲得空間及運量等資料，由圖中公車路線之站牌大小比較各路線之行駛方向及運量大小，其結果除可利用在公車路線調整、車隊車型調整之外，亦可比對路線行徑方向與空間/時間供給與需求量，以檢驗供需資料是否符合實際情況。

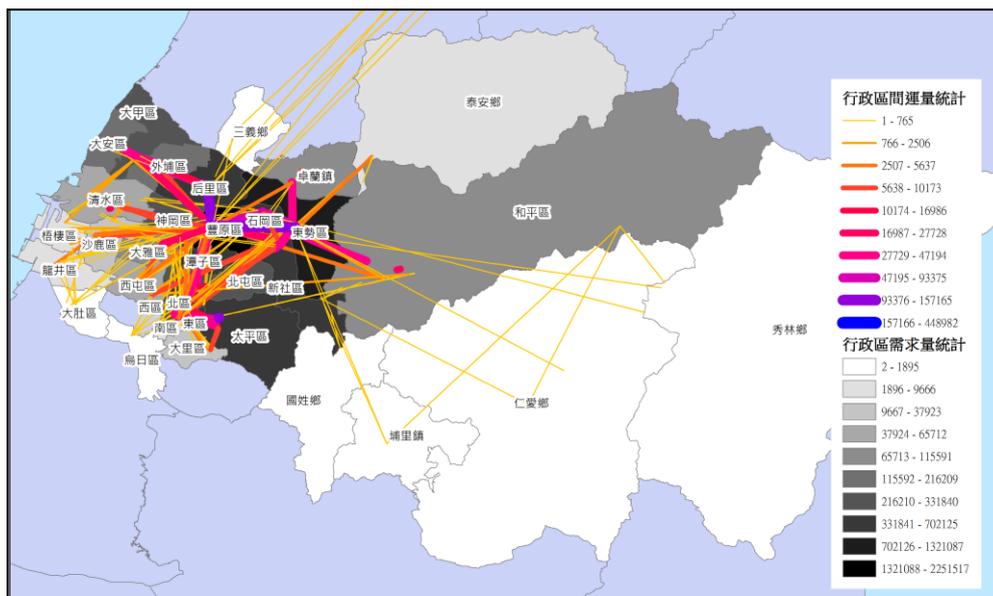


圖 2-15 行政區間旅次需求示意圖

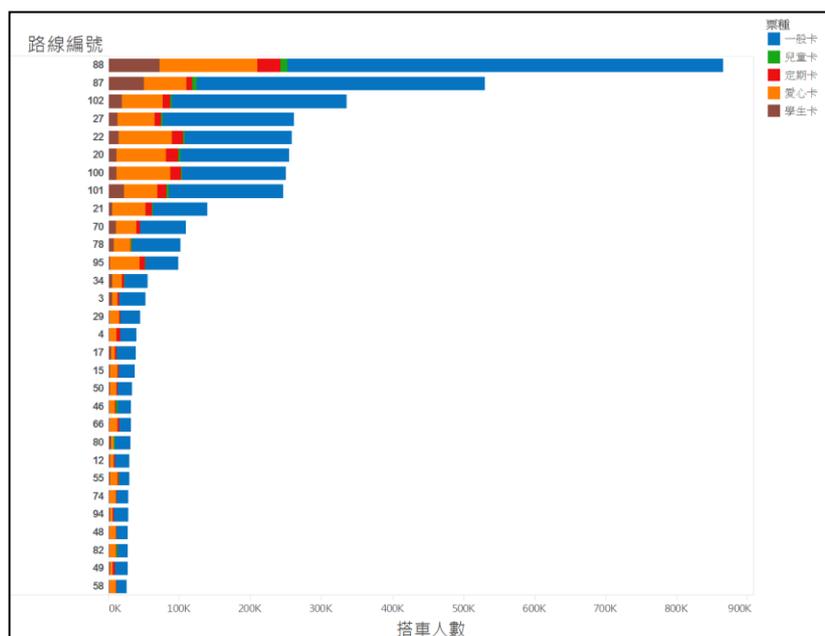


圖 2-16 路線票種分析示意圖

2.4 公共運輸資料視覺化

資料視覺化 (Data Visualization) 是近年興起之大數據相關學門，主要目的在於藉助圖形化手段，清晰有效地傳達與溝通訊息。此學門並不侷限於「資料最終分析結果」的呈現，而是在資料探索過程中就應導入，藉此達到使用者與資料「對談」的目的。意即在分析的過程中，使用者透過圖表的互動來瞭解資料，挖掘欲關心的項目，同時衍生其他查詢檢視的需求，如此反覆操作達到資料探索、議題討論、方案研擬甚至形成決策之目的。

為了有效地傳達思想概念，資料視覺化須同時兼顧「美學」與「功能」，通過直觀地傳達關鍵的方面與特徵，以下將介紹各式開發工具與相關案例。

2.4.1 開發工具

考量本研究之主題為「旅運時空資料分析」，故在介紹資料視覺化工具除 HTML5 網頁與商業智慧 (Business Intelligence) 兩大類工具之外，也額外介紹地理資訊系統 (Geographic Information System) 的開發工具，最後再介紹其餘不屬以上類別之工具。

1. HTML5 網頁

廣義而言，HTML5 指的是包括 HTML、CSS 和 JavaScript 在內的一套技術組合。它希望能夠減少網頁瀏覽器對於需要外掛程式 (例如 Flash, Silverlight) 的需求，藉此得到以瀏覽器跨平台兼容的目的，特別是在手持設備數量已超越電腦筆電的時代裡，各式功能應用均可在手機上操作，資料視覺化呈現自然也不可能例外。

D3.js 是一個用動態圖形顯示數據資料的 JavaScript 函式庫，自 2011 年開始釋出，目前 (2017 年 3 月) 已經更新到 4.7.3 版如圖 2-17。此函式庫可將資料進行可視化分析，並且廣泛引用 SVG、JavaScript 和 CSS 標準等技術，當資料載入後，利用資料的內容驅動 html 上的物件，甚至可將使用者的操作物件轉換成其他形狀顯示，效能上也提高許多。

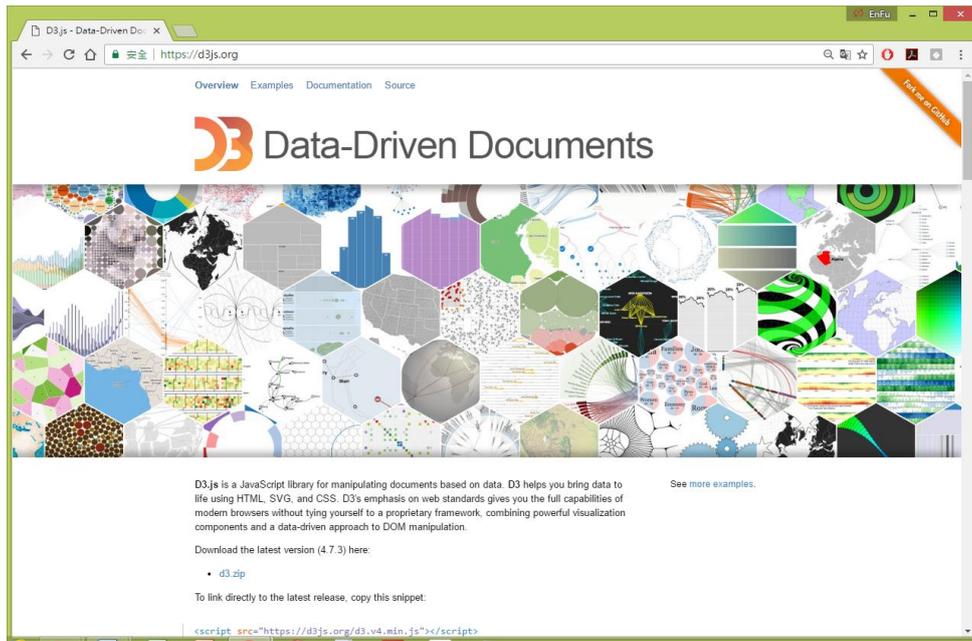
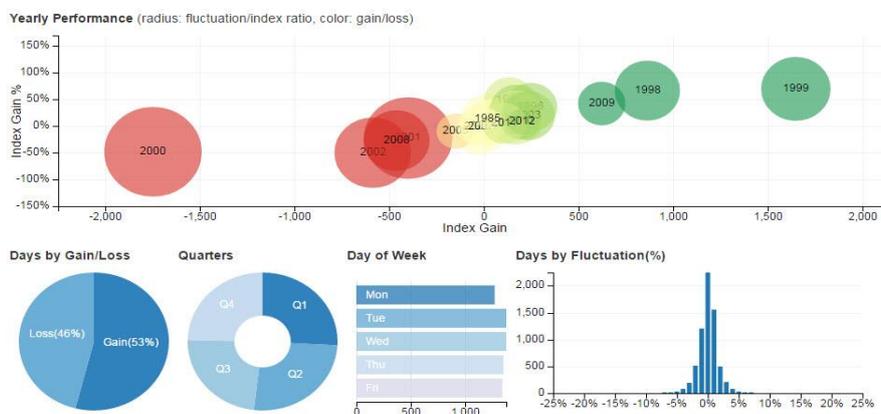


圖 2-17 D3JS 官方網站截圖

D3 能於許多瀏覽器上執行，主要在於 D3 核心程式庫所需要的最低條件為瀏覽器能執行 JavaScript 和 W3C DOM API，目前 D3 可涵蓋 Firefox、Chrome、Safari、Opera、IE9+ 等瀏覽器上執行。此外，D3 提供許多種可視化呈現效果，如圓餅圖、長條圖等，其呈現效果強調互動性，如圖 2-18 所示，則為應用 D3 之可視化範例。



資料來源：<http://dc-js.github.io/dc.js/>

圖 2-18 D3 可視化範例

圖 2-19 為採用 D3 及 Google Maps API 技術顯示臺北市(A2)交通事故熱點資訊，在地圖上以 Google Maps API 熱力圖方式展示臺北市(A2)交通事故熱點位置，另外以 D3 所提供之長條圖等圖示呈現事故發生時間，其資料欄位可涵蓋時間、(A2)交通事故熱點空間位置。

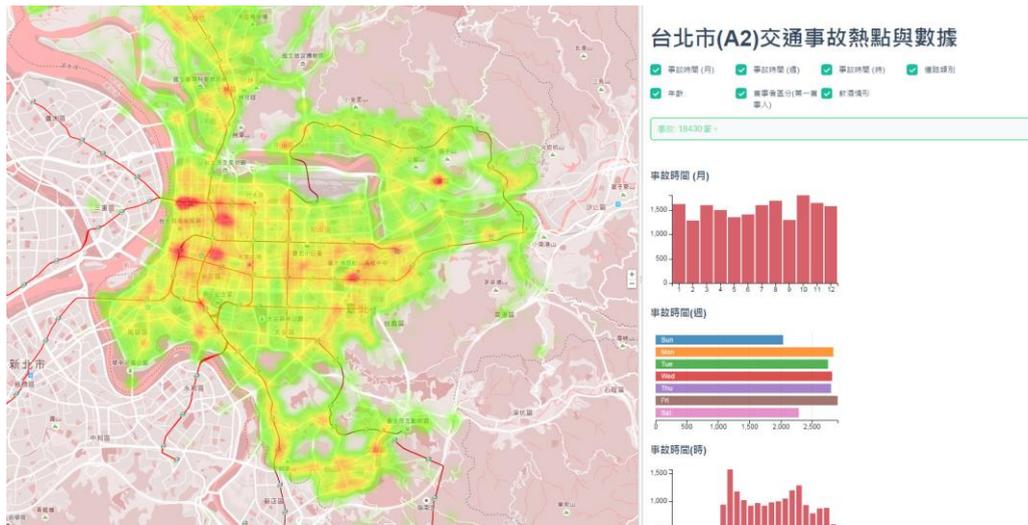


圖 2-19 D3 及 Google Maps API 顯示臺北市交通事故可視化

資料視覺化函數庫眾多，除 D3JS 套件外，移植自 Processing 軟體的 p5.js 亦是另一套函式庫如圖 2-20，可謂百家爭鳴且版本持續在更新，整體而言各函數數均日趨模組化，可讓設計人員更專注於視覺化的功能設計。

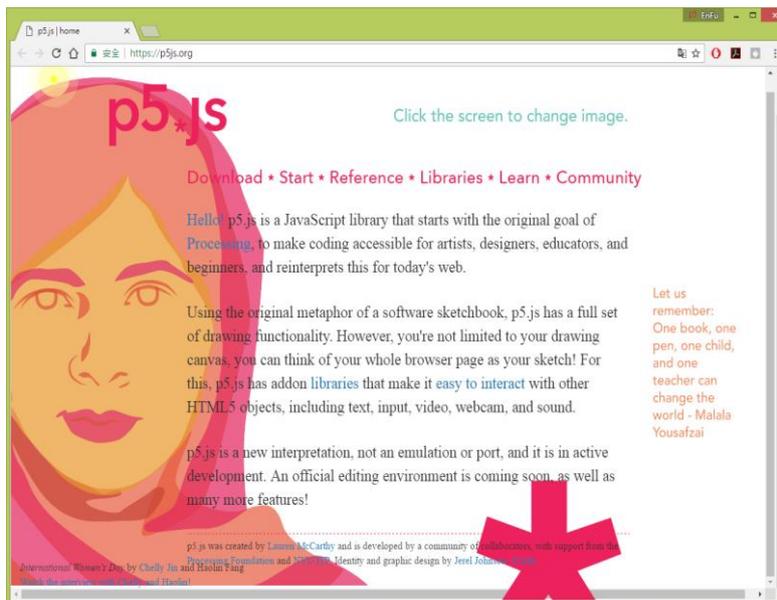


圖 2-20 p5JS 官方網站截圖

2. 商業智慧 (Business Intelligence) 工具

有別於以 HTML5、JavaScript 客製專屬的分析系統，商業智慧工具可以提供分析者更彈性多元的資料呈現方式，包括圖表型式、維度屬性、數值彙總方式等均可自由彈性設計，廣義而言，商業智慧包含的技術包括資料清理、資料倉儲、線上分析處理等技術。

傳統商業智慧與資料倉儲必須先設計事實表 (Fact Table) 與維度表 (Dimension Table)，事實表存放實際資料值及相對應之外來鍵(Foreign KEY)，後者可關聯至各維度表中的主鍵(Primary Key)，此即為資料倉儲最常見的星狀綱要 (Star Schema) 架構如圖 2-21。

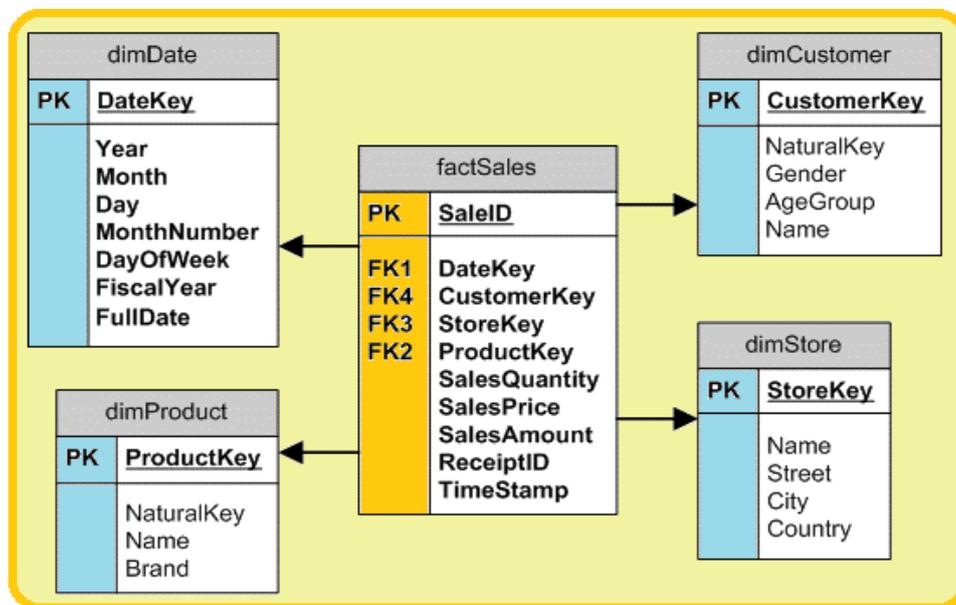


圖 2-21 資料倉儲事實表與維度表星狀架構圖

建構上述資料後即可進行多維度分析，包括切片(Slice)、切塊(Dice)、向上擷取(Roll-up)、向下擷取 (Drill-down)、旋轉 (Pivot) 等各種分析動作，此時商業智慧工具可提供許多彈性來製作報表或圖表，常見商業智慧軟體依字母排序包括 IBM Cognos Analytics, Microsoft Power BI, SAP Business Objects, SAS Business Intelligence, Tableau 等，各廠商軟體各有優劣，而且隨著版本的更新均逐步朝向自助式商業智慧 (Self-Service BI) 以及網頁化 (含開發建置與檢視) 趨勢。

2. 地理資訊軟體工具

「地圖」一直都是呈現空間資訊的理想工具，因此 GIS 軟體自然不會在空間資訊資料視覺化工具中缺席，目前業界常用工具包括 ESRI ArcGIS 與 MapInfo 等系統，如圖 2-22 與圖 2-23 所示。

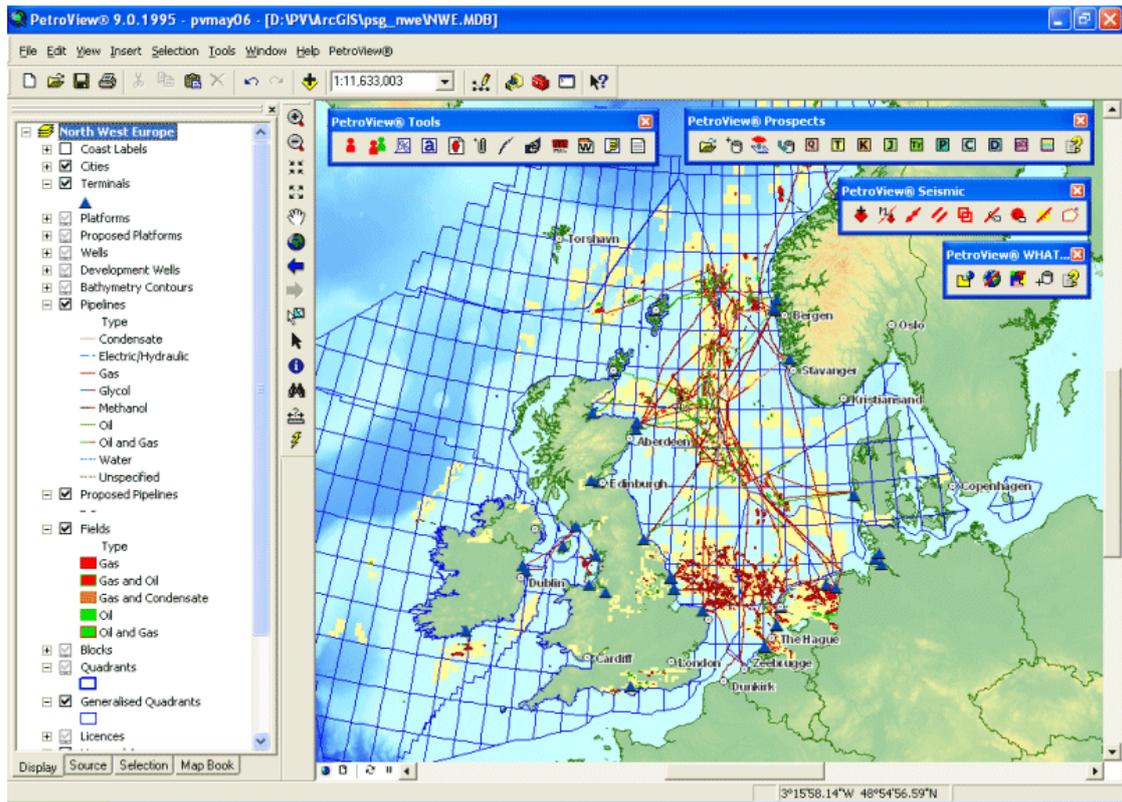


圖 2-22ESRI ArcGIS 工具程式畫面截圖

除商業版本工具外，亦有諸如 QGIS 等自由軟體陣營之地理資訊工具，而隨著網際網路與手持設備的普及，Google Maps API 亦是近年來地理資訊工具的熱門選項之一。

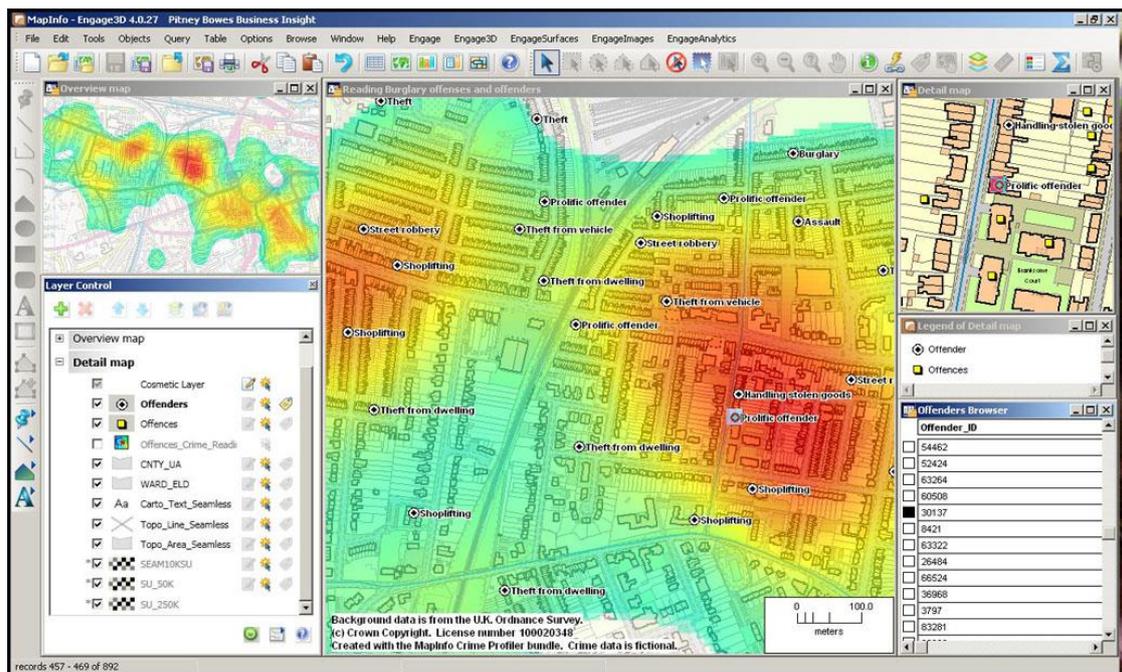


圖 2-23MapInfo 工具程式畫面截圖

Google Maps API 是一個以網路運用為基礎的高效能雲端服務平臺，除提供全球性的影像與向量資料外，更提供創新的加值運用及完整的 API，目前已提供超過 100 個國家之詳細路網資料，衛星影像涵蓋全球超過 30% 之地表面積與 50% 的人口涵蓋率，且已經提供數量超過 200 萬的興趣點資料。

現有 Google Maps API 為國內外普遍使用的技術，可使用之 API 有許多種類，如 Static Maps API、Places API、JS Maps API 等 API 項目，如圖 2-24 所示，而考量在可視化應用上，需能表示資料之密集程度，亦有常見的 2 種呈現方式。第 1 種為 Maker Cluster(標記叢集)，如圖 2-25 所示；第 2 種為 Heatmaps(熱力圖)，如圖 2-26 所示。



圖 2-24 Google Maps API 類型圖



圖 2-25 Google Maps 標記叢集顯示



圖 2-26 Google Maps 熱力圖顯示

3. 其他工具

除前述三大類外，部份商業軟體也支援相關圖表的呈現功能，甚至廣為大眾使用的 Office Excel 也具備相關功能。而像是知名的統計軟體 SAS 亦發展一套視覺化分析工具 SAS Visual Analytics。

SAS Visual Analytics 是一項容易使用、以 Web 為基礎且採用 SAS 高效能分析技術的軟體，可透過大量資料匯入，並結合 GIS 資料，以視覺化方式展示大量資料成果。圖 2-27 為 SAS Visual Analytics 顯示臺北市學生卡熱點可視化畫面，其資料欄位可涵蓋時間、公車站牌位置、公車站牌名稱、及學生卡刷卡紀錄，而採用 SAS Visual Analytics 之優點如下：

(1) 大資料分析應用(Big Data Analysis)

- ①可透過平行運作架構突破資料量的限制。
- ②使用者可以自行進行分析及產製報表。

互動性視覺化分析(Interactive Data Visualization)

- ①以圖形方式展示，比數字更容易理解。
- ②使用者可彈性拖拉，以取得想看的資料內容

行動商業智慧分析(Mobility BI)：

可利用行動裝置即時查詢取得分析內容及報表資料。

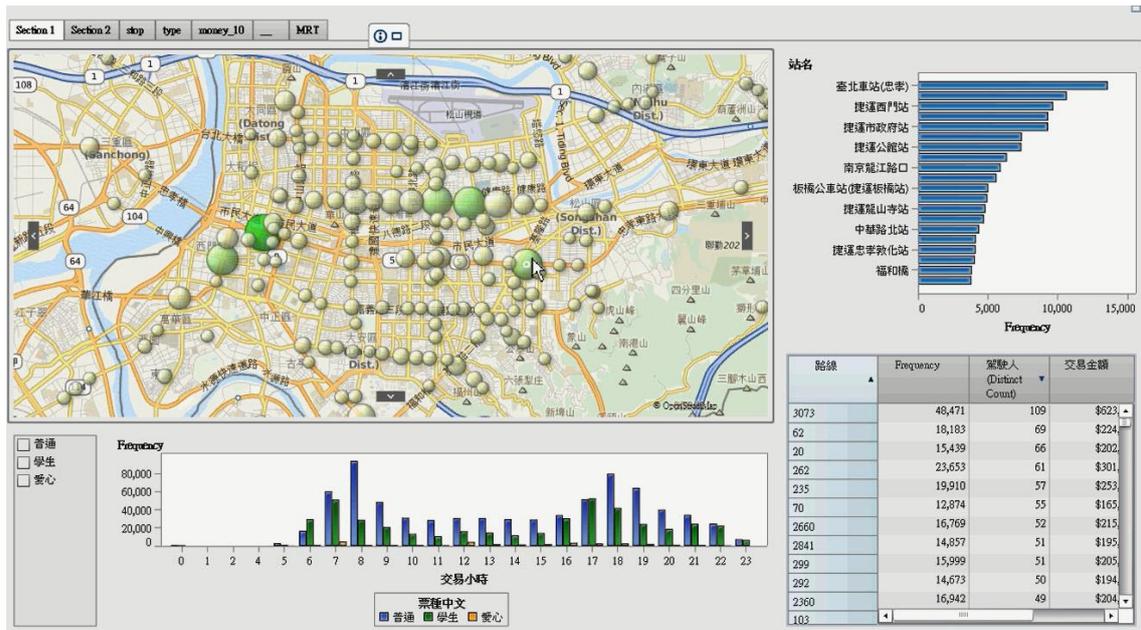


圖 2-27SAS Visual Analytics 顯示臺北市學生卡熱點可視化畫面

2.4.2 案例回顧

考量本研究之主題為「旅客時空分析」，因此分別回顧美國、德國、瑞士、荷蘭、新加坡、紐約數個與空間（或起迄）資訊呈現相關之案例。

1. 維吉尼亞 MetroViz

瞭解公共運輸的品質及使用率，對於優化排班和資源配置相當重要。其中乘客數和準點率乃評量服務品質的兩維度，其可透過自動車輛定位（AVL）、自動乘客計數（APC）、及全球定位系統（GPS）取得資料。為了發展公共運輸資料視覺化，先進運輸技術中心（CATT）和馬里蘭大學透過 MetroViz 分析維吉尼亞 3 我年的公車資料。

MetroViz 為一可互動的視覺化分析工具，協助使用者探討公共運輸資料並評估系統服務品質。MetroViz 將介面分為三：地圖視圖、路線視圖、及日曆視圖。如圖 2-28 所示，其中前二項可讓使用者在地圖或路線背景下清楚定位，而日曆視圖透過顏色和色塊數量分別呈現每個日期的準點率及乘客數。在資料處理部分，為了套用到不同運具上，將資料模型分為三層級，如圖 2-29 所示，(a)為場站層級、(b)以場站為基準的路線層級及 (c)以場站和路線為基準的旅次層級。

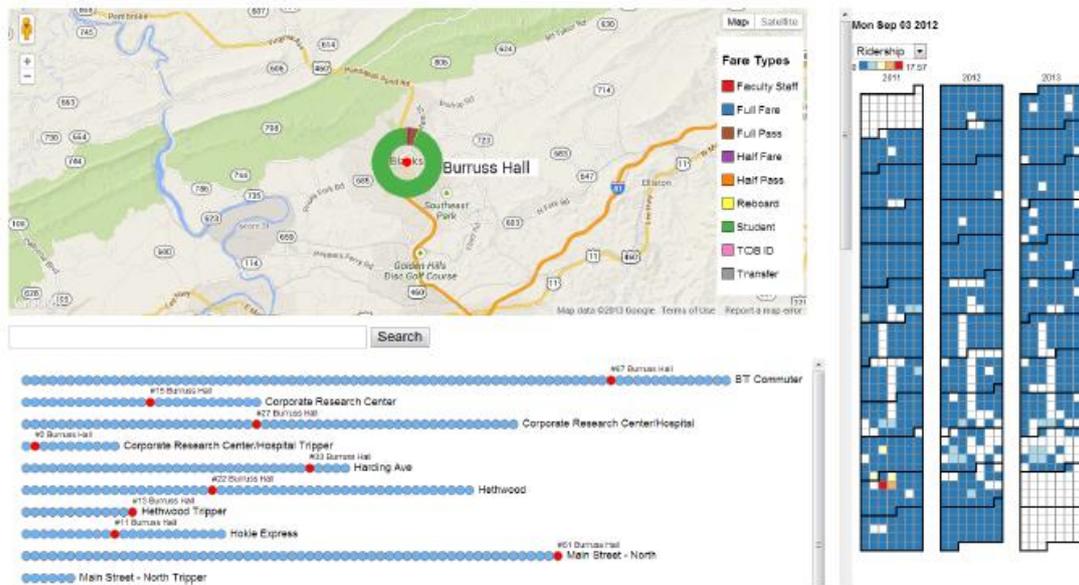


圖 2-28 MetroViz 介面

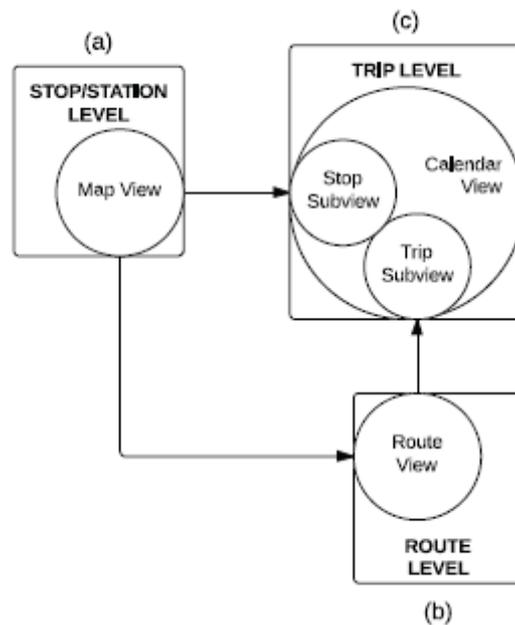


圖 2-29 MetroViz 資料模型

4. 新加坡陸路交通局 (LTA)

新加坡陸路交通局 (LTA) 運用 BusViz 系統以視覺化分析方式協助營運管理者和公共運輸監理者進行更有效監控及改善績效。

BusViz 為一基於網路的工具，由三部分組成：第一為演算層，執行多工運算以採掘 EZ-Link 票卡中的交易資料；第二為 API 層，負責介接 PLANET 資料庫以進行演算；第三為前端視覺化層，用以存取分析資料並呈現於瀏覽器上。透過乘客票卡資料產生的起迄 OD 創造出動態運輸系統，並由此

紀錄推論擁擠程度、候車時間、公車到站頻率等，如圖 2-30，BusViz 公車站牌視圖中圓圈顏色代表該班次承載率，圓圈大小區別單、雙層巴士，而監理單位以此評估車隊績效以及作為補貼參考依據。

規劃者進行運輸系統設計與分析時常以時空圖為工具，如圖 2-31 展示公車服務路線績效，軌跡重疊表示有公車群聚現象，以顏色呈現車輛承載率。此外，BusViz 提供地圖視圖以更宏觀的呈現方式，展示所有通過選定站牌的公車路線。藉由 BusViz，LTA 可減少人力成本，並作為診斷工具辨識公車群聚、增加班次以提高運能及監控服務水準。



圖 2-30 BusViz 公車站牌視圖

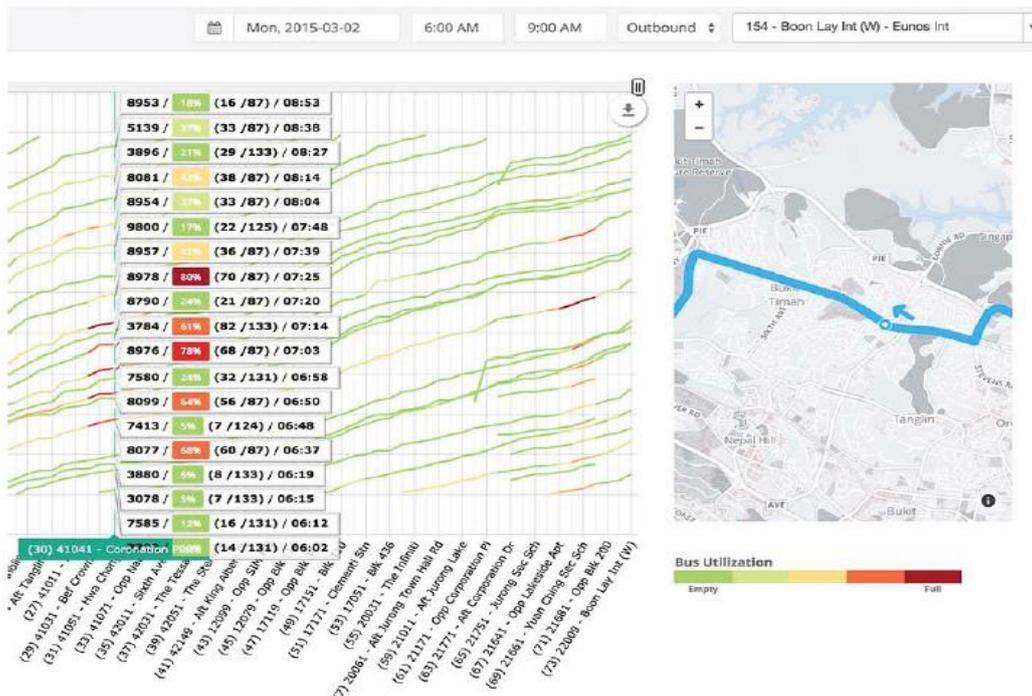


圖 2-31 BusViz 時空圖

5. 紐約大都會運輸局 (NYMTC)

為瞭解大量、連續由旅次規劃產生的資訊和傳統旅次調查法結果相比之差異，以紐約大都會運輸局 (NYMTC) 傳統家計旅次調查 (RHTS) 結果，對比智慧型手機應用程式 Transit App 資料，結果顯示儘管 Transit App 蒐集的資料維度少於 RHTS，然其巨量紀錄可與之抗衡。兩種調查方式皆可產生相同比率的旅次起迄對數，而 RHTS 時間及金錢成本遠高於 Transit App。

Transit App 是由蒙特婁一家新創公司所開發，超過 5 百萬人用來查詢當地即時交通時刻表，及規劃運輸旅次。以提供旅運資訊為核心，標示所有使用者附近的運輸服務最近班次，並提供自行車共享、汽車共享及共乘等訊息，如圖 2-32 顯示即時公車資訊 (左)、旅次規劃 (中) 及共享運輸服務選項 (右)。透過地理資訊等方法比對後可發現，如圖 2-33 和圖 2-34，兩組呈現結果相當相似，此外透過 App 蒐集的方式更能呈現出 RHTS 無法調查出的旅運起迄。

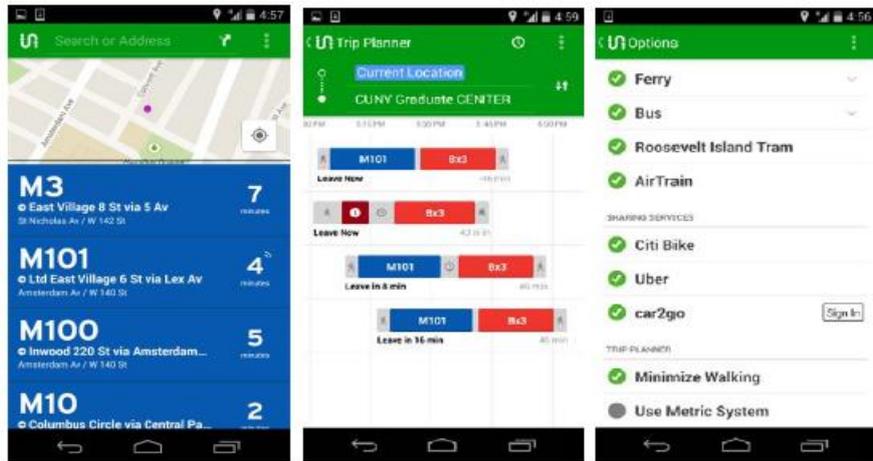


圖 2-32 Transit App 介面



圖 2-33 RHTS 方法的 OD 調查結果



圖 2-34 App 蒐集的 OD 調查結果

2.4.3 小結

第 2.3.1 節曾討論多種資料視覺化開發工具，其中係以「HTML5 網頁」與「商業智慧」工具為目前主流的兩大工具，兩者功能目的雖類似，但經本研究詳加評估後發現應用情境並不相同，整體而言，利用商業智慧可以快速完成開發，可在無確切儀表板設計藍圖的前提下，透過不斷的嘗試、探索來調整資料檢視的方式，探尋最適合的呈現方式，在反覆調整的過程中完成設計，過程中資料視覺化呈現方式會即時改變，引導設計者調整到最佳的資料展示方式，而 HTML5 就必須耗費極多時間在程式碼撰寫與測試除錯，所以除了開發時間較長之外，通常會先有明確的儀表板設計規格書後才開始實作，因此利用 HTML5 開發互動儀表板成本較高，但優點是毋需軟體授權費，且客製化程度也略高，兩者之簡單比較如表 2.2，簡言之，商業智慧工具適合作為資料探索與儀表板設計使用 HTML5 之優勢則在於無授權成本。

表 2.2 視覺化呈現開發方式比較表

比較項目	商業智慧工具	HTML5 網站
開發速度	快	慢
單位時間產製量	高	低
授權成本	有	無
客製化程度	高	極高
適合運用情境	資料探索、儀表板設計	系統建置

綜合以上比較，在相同資源（人時）下，當圖表越多元、使用授權數越少的情況下，商業智慧越有優勢，反之當圖表數量越少，需要的授權人數越多時則是 HTML5(D3JS)擅場所在，兩者優勢區域如圖 2-35，商業智慧較適合在研究探索，HTML5 則更適合應用於系統建置，由於運研所專案計畫長久以來均以前瞻創新領導國內運輸界為目標，較接近探索研究目的，故本研究將採用商業智慧的解決方案。

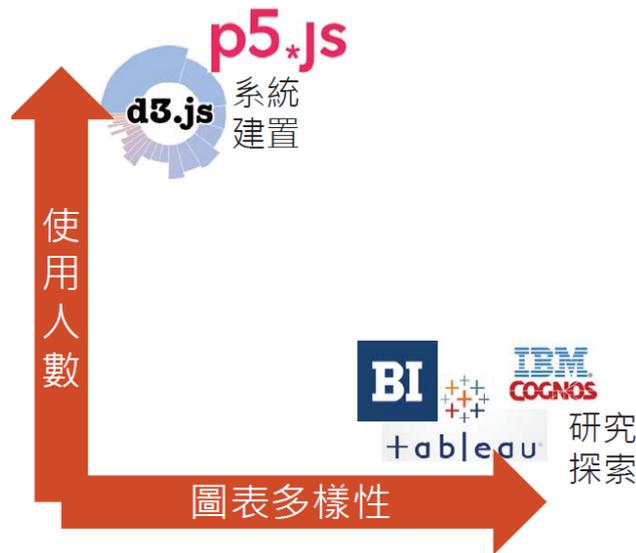
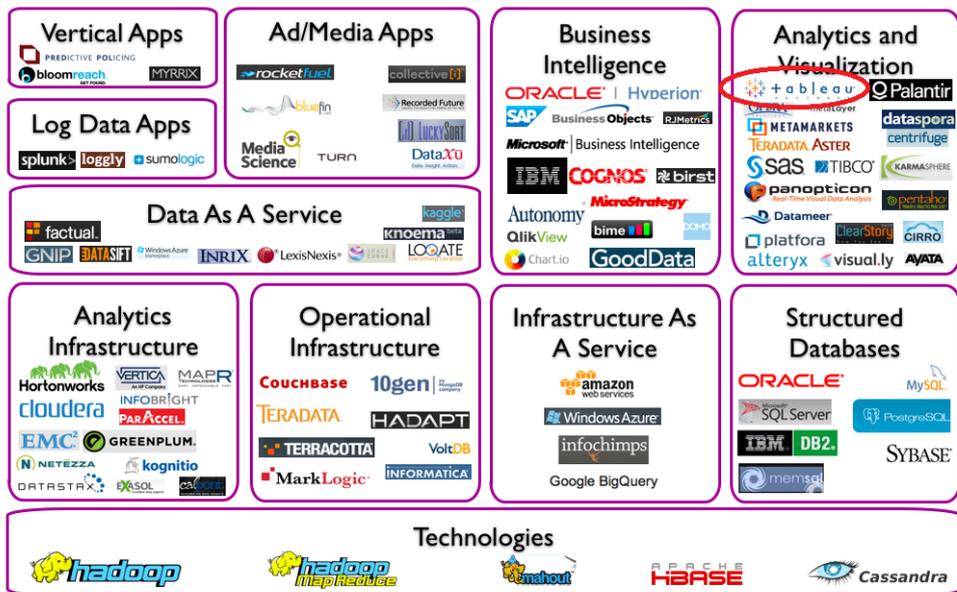


圖 2-35 儀表板製作方式比較示意圖

在眾多商業智慧工具(如 IBM Cognos Analytics, Microsoft Power BI, SAP Business Objects, SAS Business Intelligence, Tableau 等)中本研究選用源自於美國史丹佛大學派特·亨瑞漢(Pat Hanrahan)教授團隊發展的商業軟體 Tableau 作為資料視覺化開發探索工具。由圖 2-36 的架構圖可知, Tableau 在整個大數據分析中係屬於「分析暨視覺化呈現」類的商用軟體之一, 雖然相類似軟體眾多, 但若以圖 2-37 的魔力象限(Magic Quadrant)觀點評估, Tableau 屬於領導者地位。

Big Data Landscape



Copyright © 2012 Dave Feinleib

dave@vcdave.com

blogs.forbes.com/davefeinleib

資料來源：<http://www.forbes.com/sites/davefeinleib>

圖 2-36 Tableau 在巨量資料領域之定位



資料來源：

<http://www.informationweek.com/big-data/big-data-analytics/gartner-bi-magic-quadrant-2015-spots-market-turmoil/d/d-id/1319214>

圖 2-37 Tableau 在 BI 領域的魔力象限 (Magic Quadrant) 定位

Tableau 支援 10 餘種資料視覺化圖表如圖 2-38，同時可結合多圖表製作為儀表板，並設定圖表間資料的互動查詢，有助於使用者利用「看」圖表來完成資料分析作業，進而研擬對策。



圖 2-38 Tableau 視覺化呈現軟體支援之圖表列舉

Tableau 可開啟數十種資料來源如圖 2-39，除了常見的 Office 家族 (Excel、Access) 檔案在支援之列外，也支援眾多商業版 (ex: MS-SQL, Oracle) 或開源版 (ex: MySQL, PostgreSQL) 資料庫，甚至新興的 Hadoop

系列或商業統計軟體檔案均在支援之列，可以適應研究過程中取得各單位各式資料之需求，故本研究主要擬以 Tableau 作為分析展示的主要工具。

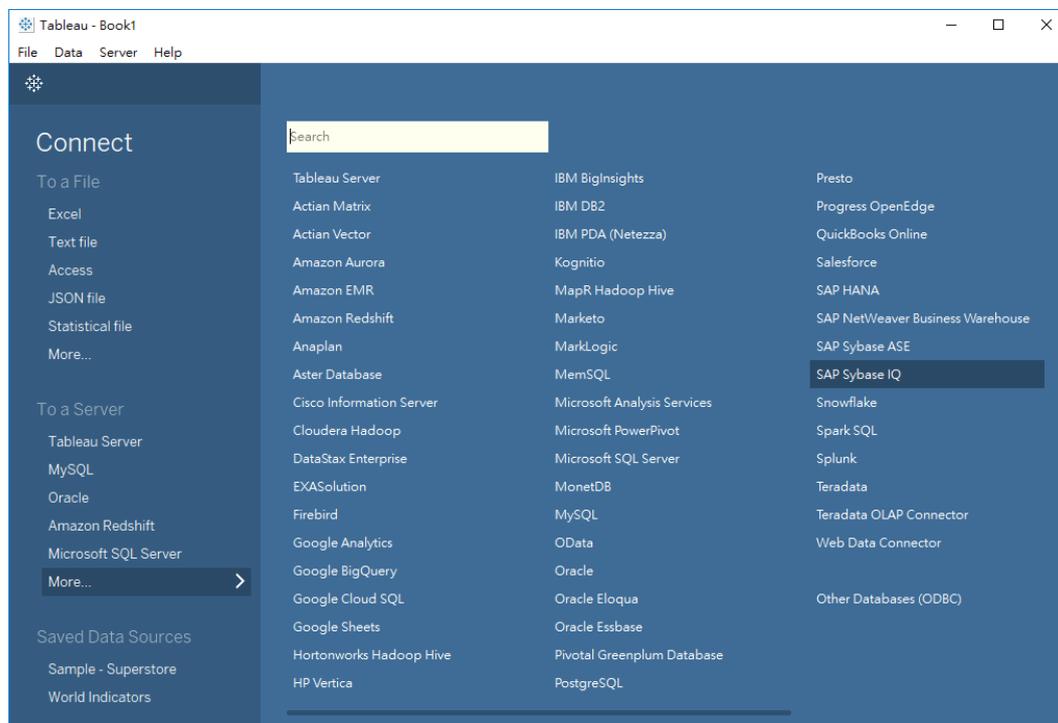


圖 2-39 Tableau 支援之 Data Source 清單圖

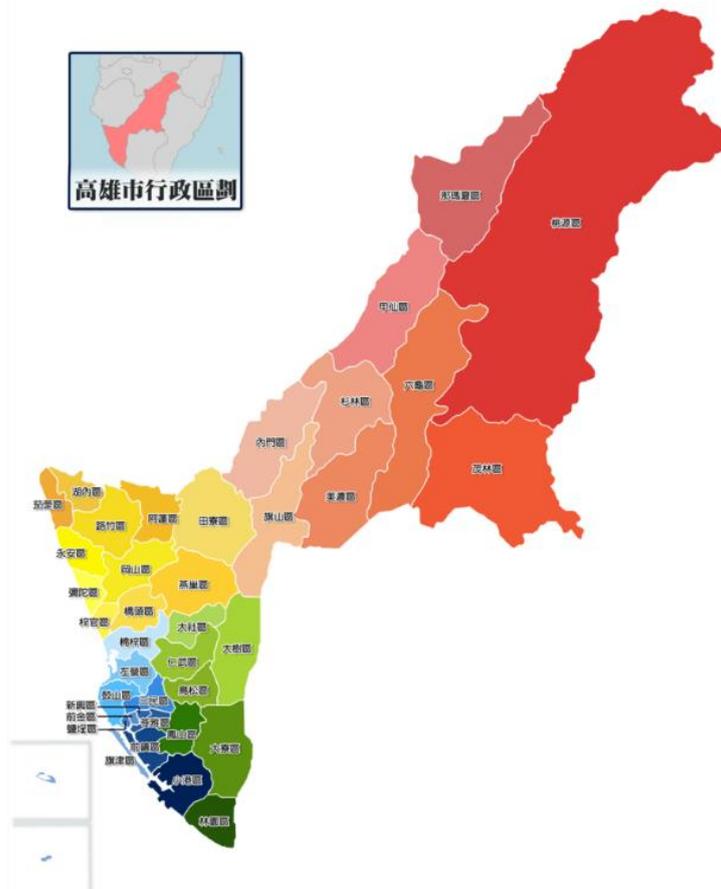
第三章研究場域與資料來源場域與資料來源

3.1 研究場域

本研究以高雄市以及花蓮縣作為分析的場域。這兩個區域，一個為資源較為豐富的直轄市，一個為位處東部人口密度較低的縣份。這兩個地區的屬性相差甚多，作為本研究的測試場域，可以驗證所發展的相關分析模組的實用性。以下分別就這兩區域的基本背景與公共運輸現況略加敘述。

3.1.1 高雄市公共運輸現況概述

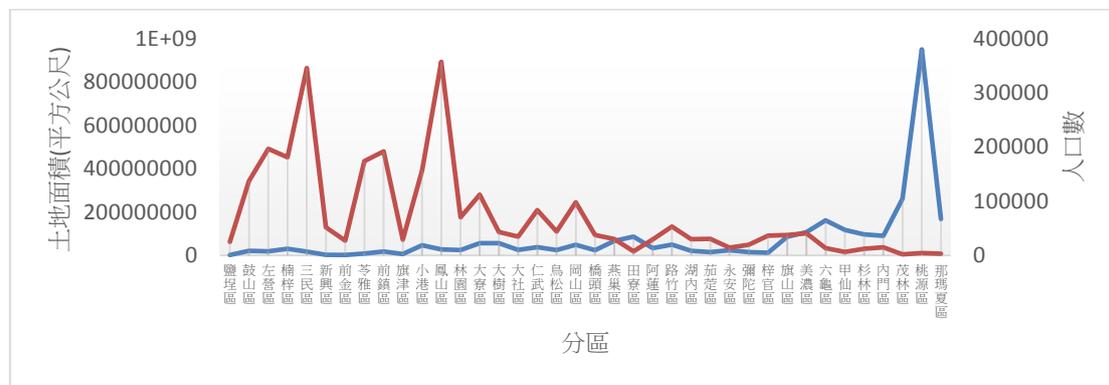
高雄市位處南部重要的交通樞紐，屬於台灣第二大的直轄市，總共有 38 個行政分區（如圖 3-1 所示）。



資料來源：維基百科

圖 3-1 高雄市行政區分布圖

圖 3-2 為各行政區之人口與面積的分布圖，圖中的橘線表示人口數，藍線表示土地面積。從圖可以發現人口分布明顯不均，主要都聚集於左營、楠梓、三民、小港、鳳山、與林園等區域，而土地面積較大的茂林、桃源和那馬夏區之總人數不到 1 萬人。



資料來源：高雄市政府與本研究整理

圖 3-2 高雄市行政區人口與面積分布圖

高雄市在陸海空交通都有一定規模的發展。海運因其地理優勢，港口條件優良，高雄港位居世界貨櫃吞吐量排名第 13 名(2015 年)。空運則有小港國際機場，2016 年服務 641 萬旅客人次，位居台灣第二。在陸運面，於縣市合併後幅員遼闊，發展出四種公共運輸系統：捷運(MRT)、輕軌(LRT)、公車、和撥召公車(DRT)等系統，提供高雄多元的公共運輸服務。

高雄捷運為台灣第二座大眾捷運系統、首座機場聯絡軌道系統，於 2008 年開始營運，目前共有紅線與橘線。紅線長 31.1 公里，橘線長 13.6 公里，雙路線全長 44.7 公里，皆為高運量系統，美麗島站則是唯一的轉乘站。

公車路線約有兩百多條路線，主要由港都客運、高雄客運、東南客運、南台灣客運、義大客運、統聯客運、與漢程客運等業者營運。下圖 3-3 為高雄公車站點圖，可以看出站點大多集中在縣市合併前的舊高雄市。

在高雄市中心的運輸系統由公車、捷運和鐵路交織而成，擁有高度的路網涵蓋率。鐵路北起大湖，經過岡山、新左營、高雄到九曲堂接屏東縣。儘管高雄的公共運輸尚稱完整，依據 105 年交通部統計處「民眾日常使用運具狀況調查」的分析，公共運輸的市佔率僅有 7.9%。

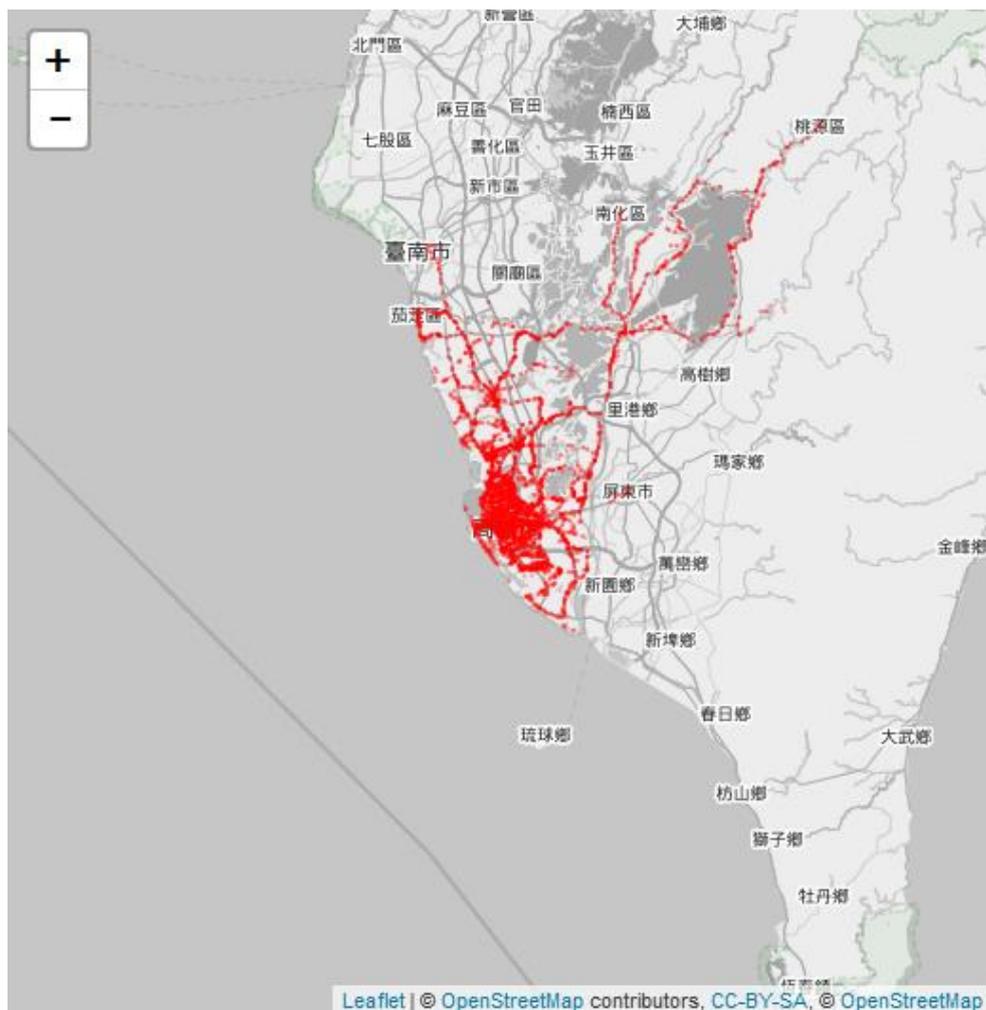


圖 3-3 高雄市區公車站點圖

3.1.2 花蓮縣公共運輸現況概述

花蓮縣位於台灣本島東部，其地理形狀屬於長條形，南北長約 137.5 公里、東西寬約 43 公里，西面中央山脈，東臨太平洋，在縣級行政區雖擁有最大的面積，但為多山的地形，平原僅有全面積的十分之一夾在中央山脈和花東縱谷之間。花蓮縣共有 13 個鄉鎮市，其中人口多位於花蓮市和吉安鄉。

根據花蓮縣觀光處統計，每年的觀光人數雖有逐漸成長的趨勢，然而根據交通部統計，花蓮縣公共運輸的市占率僅 3.7%(104 年)，可得知大部分的人還是以私人運具為主，公共運輸仍有相當可發展的空間。

花蓮縣之公共運輸除了鐵路和客運外，並於 106 年 1 月 3 日開始試辦需求反應式公共運輸服務(DRTS)，和計程車車隊合作，由計程車服務偏鄉地區的公共運輸需求，玉里鎮以計程車型式服務，萬榮鄉為公所自營之社區巴士服務。

花蓮縣的鐵路北起和平，南至富里，作為花蓮東部的主要運輸骨幹。在公車方面，目前花蓮主要由兩家客運公司提供服務，分別為太魯閣客運跟花蓮客運。太魯閣客運主要經營 3 條路線，分別是 301 路線由花蓮火車站開往東華大學、302 路線由新城火車站開往天祥和 303 路線由花蓮火車站開往大農大富平地森林園區；花蓮客運公車路線有 27 條，發車站總共有 4 站，分別是台東、玉里、光復和花蓮，迄站往南有富里、成功和瑞穗等大站，也有往台中和太魯閣的路線。此外鼎東客運有部分行駛至花蓮境內的路線分別為山線跟海線，其中山線從花蓮縣富里連接到台東縣池上、知本、太麻里等知名觀光景點；海線從花蓮新站經過新社沿著東部海岸線到台東縣。

圖 3-4 為花蓮的市區公車站點圖，每一點為公車站點，可以看出市區公車站點之分佈較高雄市為疏散，市區中僅有部分路段有站點，離開市區則站點間距變大。圖 3-5 為花蓮的市區公車和公路客運的站點圖，前者為紅色點，後者為藍色點。可以發現公路客運的站點沿著主要省道分佈，南北向靠海的為台 11 線，平行靠內陸的為台 9 線，東西向則是台 8 線。



圖 3-4 花蓮市區公車站點圖

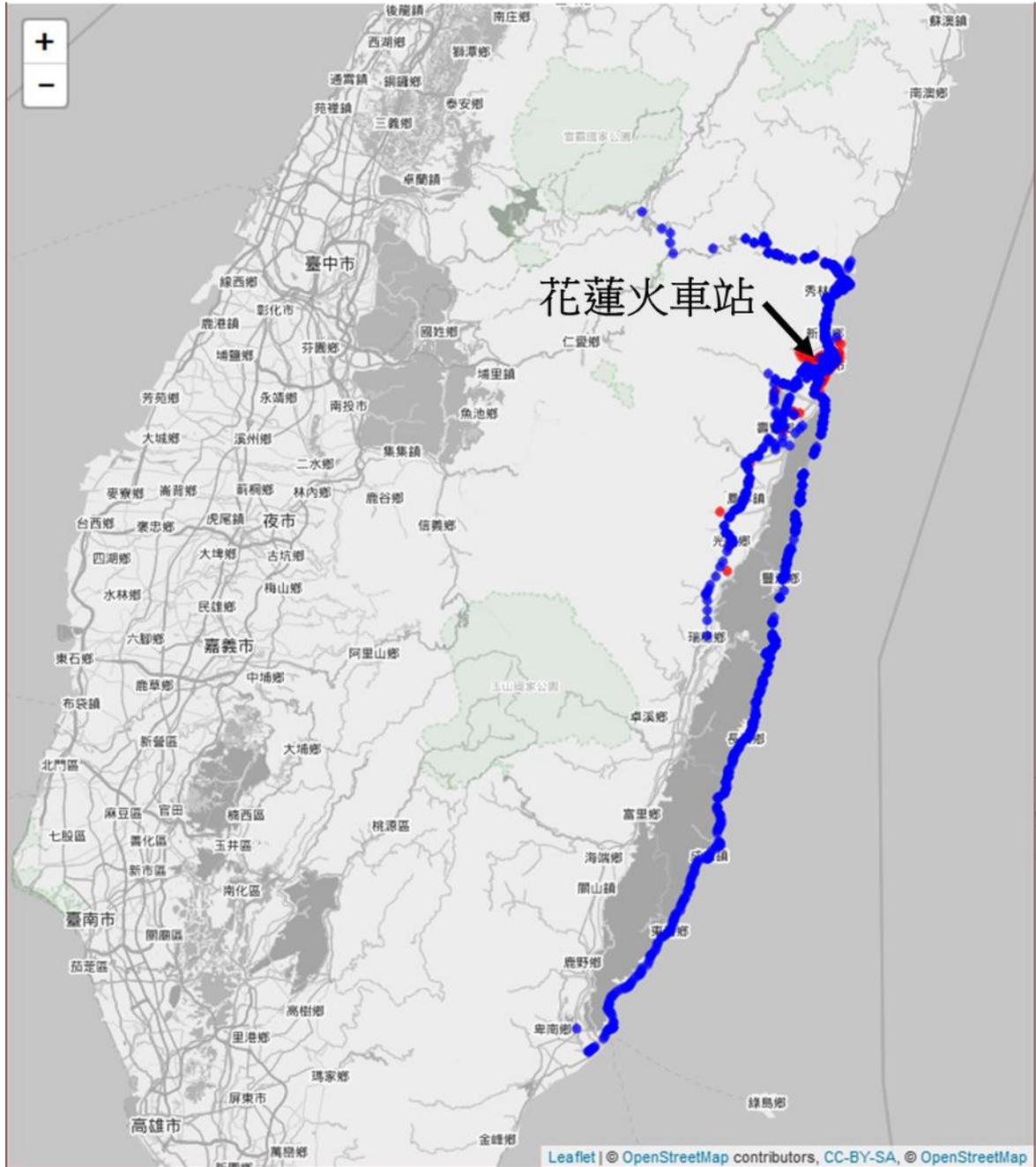


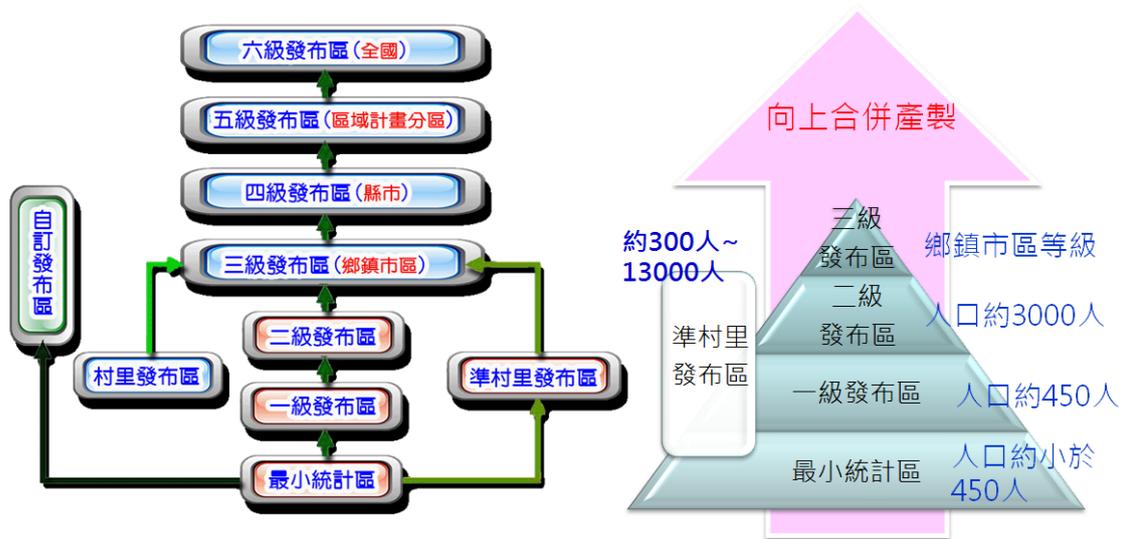
圖 3-5 花蓮市區公車+公路客運站點圖

3.2 空間分區

以往我國社會經濟資料均以行政區來進行統計資料之蒐集、整理、分析；而行政區之設計是以便利行政管理為原則，經過整合之行政區域統計資料，無法再進行更小區域或特殊地域統計分析；再者，行政區會視行政管理需要進行界線調整、合併或重行劃分等情況，導致資料單元在時間與空間上產生不一致性，降低資料之分析效果。

為解決上述問題，內政部發展「統計區分類系統」，為一套有系統的區域劃分方式，作為統計專用之空間統計單元。統計區之劃分是以資料分析為目的，以最小統計區為基礎，類似積木組成，便於彈性組合空間統計資料，且與行政區在鄉鎮市區層級密合，並且可利用最小統計區組合成其他需求之較大統計區單元，客製化產出關注區域之各類別統計資料，滿足分析上需求。

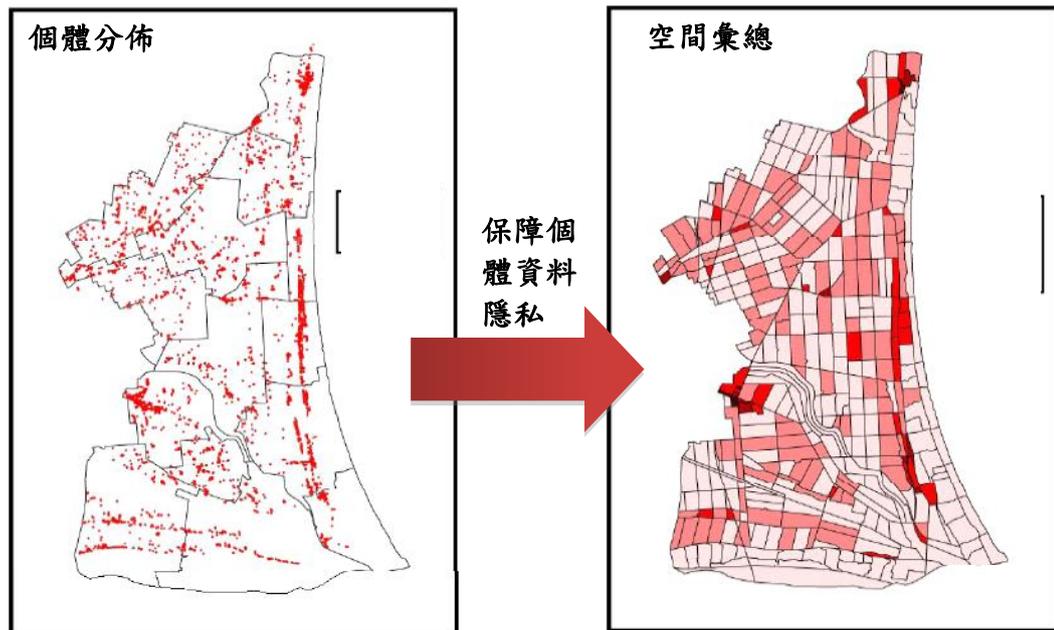
內政部統計處已於 101 年底建置完成全國最小統計區空間單元圖資，即在鄉鎮之下建置最小統計區、一級發布區及二級發布區之圖資，與行政區連結為「統計區分類系統」，作為細緻化及空間化社會經濟資料的基礎。統計區分類系統依最小統計區劃分原則進行劃設，每一最小統計區人口上限約 450 人。發布區係依據形成原則及標準，以不跨鄉鎮市區為最高原則，由最小統計區向上合併而成。整個國土資訊系統統計區分類系統架構如圖 3-6 所示。



資料來源：內政部統計處

圖 3-6 國土資訊系統統計區分類系統架構圖

最小統計區建置為利用街道巷弄、門牌地址或經緯度等對位功能及區劃效果，建置最小統計區基礎圖資，使社會經濟屬性資料和地理圖層做空間資訊結合，將社會經濟各項原始資料，轉化為具有空間分布之統計資訊，既可保護個體資料隱私又接近實際空間分布狀況(如圖 3-7 所示)，進而整合賦予各項社會經濟資料各階層統計區之空間特性，以利強化與深化社經資料之空間分析，提升統計資料內涵與應用潛力。



資料來源：內政部統計處

圖 3-7 原始個體資料轉化為最小統計區之統計資料

內政部於全國共計建置 15 萬 7,933 個最小統計區空間單元，並提供各單位進行統計區對位服務，包括以門牌地址及坐標兩種方式進行對位，可使各單位業務原始資料能以統計區分類系統為基礎，選擇適當之空間統計單元將資料釋出，俾利資料跨領域結合地理空間圖資，大幅提昇統計資料內涵與應用潛力，帶動新興空間產業。

表 3.1 為各縣市最小統計區及各級發布區之個數，其中高雄市與花蓮縣為本研究的主要分析場域，合計共有 1,413 個二級發布區，高雄市部分市區之二級發布區如圖 3-8 所示，花蓮縣全縣之二級發布區如圖 3-9 所示。

二級發布區之 ID 共計 7 碼，第 1 碼為版本碼，第 2~3 碼為縣市代碼，第 4~5 碼為鄉鎮市區代碼，最後 6~7 碼則為二級發布區之序號，序號由 01~99 連續編碼。若超過百個區域時，則進位改以字母 A 起始表示，即第 100 順位之後的序號依序為 A0~A9、B0~B9……，如高雄市三民區之二級發布區為 A6405-01~ A6405-E1。

根據上述可知最小統計區與一級發布區之數量為 15 萬 7,933 個與 7 萬 7,773 個，若採用此兩統計單元將會因數量過多，造成計算上的負擔。且於都會區之最小統計區及一級發布區範圍小於電信公司提供之定位精確度，因此不宜採用以上兩類型統計單元，本研究採以二級發布區為空間單位，進行後續分析。

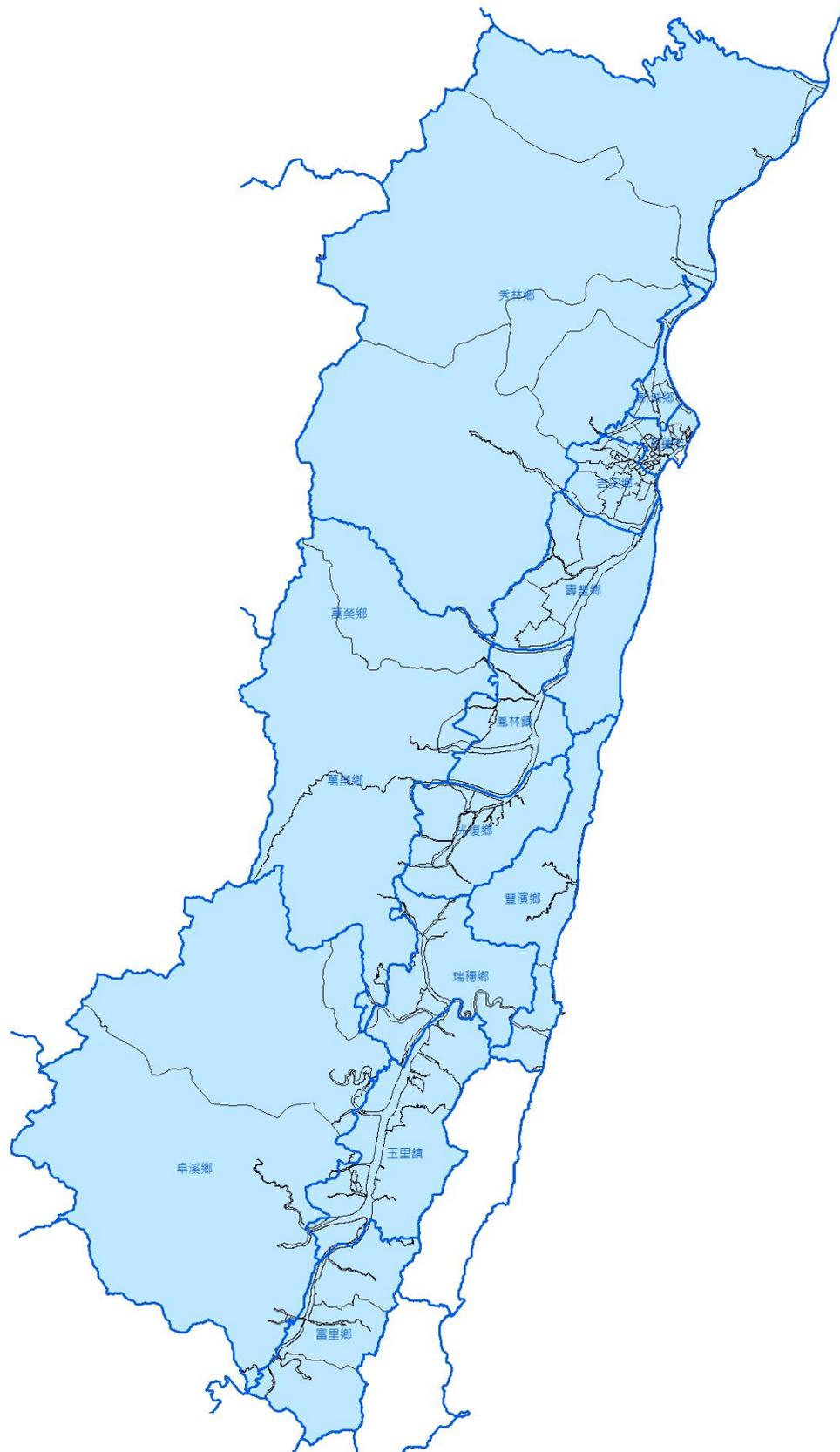


圖 3-9 花蓮縣全縣之二級發布區圖

3.3 電信信令資料

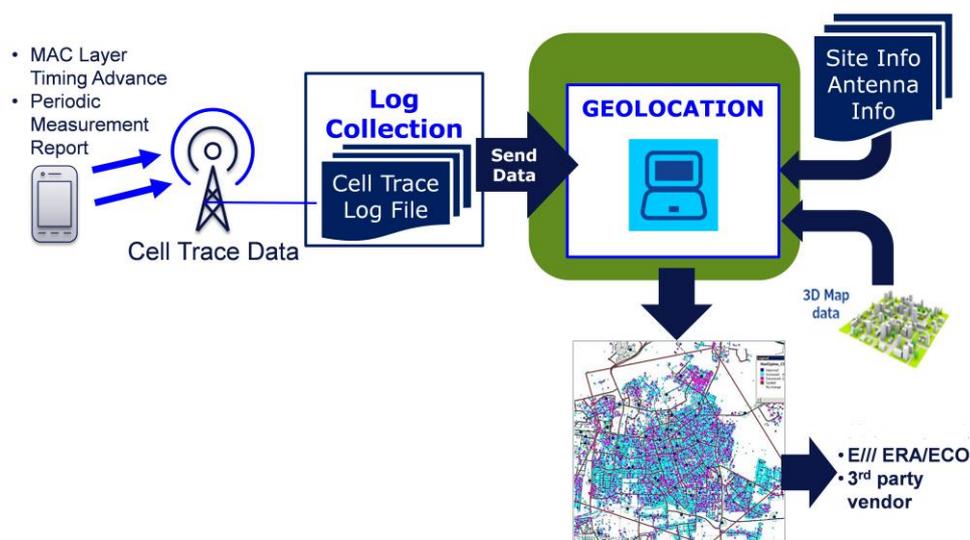
由於電信信令資料的定位精度小於最小統計區以及一級發佈區，再加上考慮計算的複雜度，因此本研究以二級發佈區為所使用的空間單位。此外，由於中華電信與遠傳電信所提供的信令資料格式略有不同，以下分別加以簡要說明。

其中遠傳電信內部紀錄信令資料的方式為分別紀錄使用者進出同個二級發布區的時間點，因此其提供之信令資料為 5 個，包含加密後使用者辨別號碼、起點時間、結束時間、日期與二級發布區。而中華電信紀錄的方式為每一分鐘使用者所在的空間位置，因此提供之欄位為 4 個，包含加密後使用者辨別號碼、日期、時間與二級發布區。

3.3.1 中華電信信令資料與定位

在電信系統中，專門用於傳送控制信號的系統稱為信令系統 (signaling system)，信令系統數據主要來自 CS(circuit switch)和 PS(packet switch)中的信令分析，如開關機信令、漫遊信令、位置信令等。其中 CS(circuit switch)是指系統保留一條點對點傳輸的頻寬，進行資料傳遞。而 PS(packet switch)是指以封包的方式，將需傳遞的資料分為數個大小相等的區塊，再透過不特定的路徑在網路中傳遞。

用戶地位(Geolocation)利用手機量測並回傳資料、基站位置(含天線資訊)、及空間傳播模型預測用戶所在位置，其系統架構圖如圖 3-10。



資料來源：中華電信

圖 3-10 用戶地位(Geolocation)系統架構圖

0006dd4013991538abcf523 8806777d02a4477cd05c518 9d198cdc95696f1616	2017/4/10	12:34:03 AM	A1504-09
1277822739402cewbcf5247 80690d02a4477cd05c5189d 267cdc95696f1639	2017/4/10	12:34:03 AM	A1504-24
039sd6546ee3991538abcfd c95696777d05c5189d26702 a447756s54d8z3ed56s	2017/4/10	12:34:03 AM	A1504-15
...

資料來源：本研究整理

3.3.2 遠傳電信信令資料與定位

遠傳電信以自行開發的行動信令定位演算法，產生時空移動軌跡資料。遠傳電信行動信令資料處理流程是將電信資料來源，配合所發展的行為演算法，可得到如表 3.3 的時空移動軌跡資料，表中的測試門號乃為本研究所使用的測試門號。

將表 3.3 的結果，再整合使用者特性以及與地理圖資等資料，經過去識別化後可以提供 (1) imsi-based 軌跡特徵判斷與 (2) link-based 道路匹配運算兩大類型處理流程基底資料。行動信令資料的處理流程如圖 3-12 所示。

表 3.3 遠傳電信時空移動軌跡資料表

測試門號	起點時間	起點-緯度	起點-經度	結束時間	結束點-緯度	結束點-經度
0903391937	2017/7/13 09:43	23.9922	121.6025	2017/7/13 09:44	23.9922	121.6025
0903391937	2017/7/13 09:30	23.9915	121.6032	2017/7/13 09:30	23.9915	121.6032
0903391937	2017/7/13 09:30	23.9915	121.6032	2017/7/13 09:30	23.9915	121.6032
0903391937	2017/7/13 09:32	23.9915	121.6032	2017/7/13 09:33	23.9915	121.6032
0903391937	2017/7/13 09:33	23.9915	121.6032	2017/7/13 09:33	23.9915	121.6032
0903391937	2017/7/13 09:34	23.9915	121.6032	2017/7/13 09:35	23.9915	121.6032
0903391937	2017/7/13 09:36	23.9919	121.6030	2017/7/13 09:36	23.9919	121.6030
0903391937	2017/7/13 09:36	23.9914	121.6029	2017/7/13 09:36	23.9914	121.6029
0903391937	2017/7/13 09:34	23.9914	121.6029	2017/7/13 09:34	23.9914	121.6029
0903391937	2017/7/13 09:35	23.9914	121.6041	2017/7/13 09:35	23.9930	121.6027

資料來源：遠傳電信整理

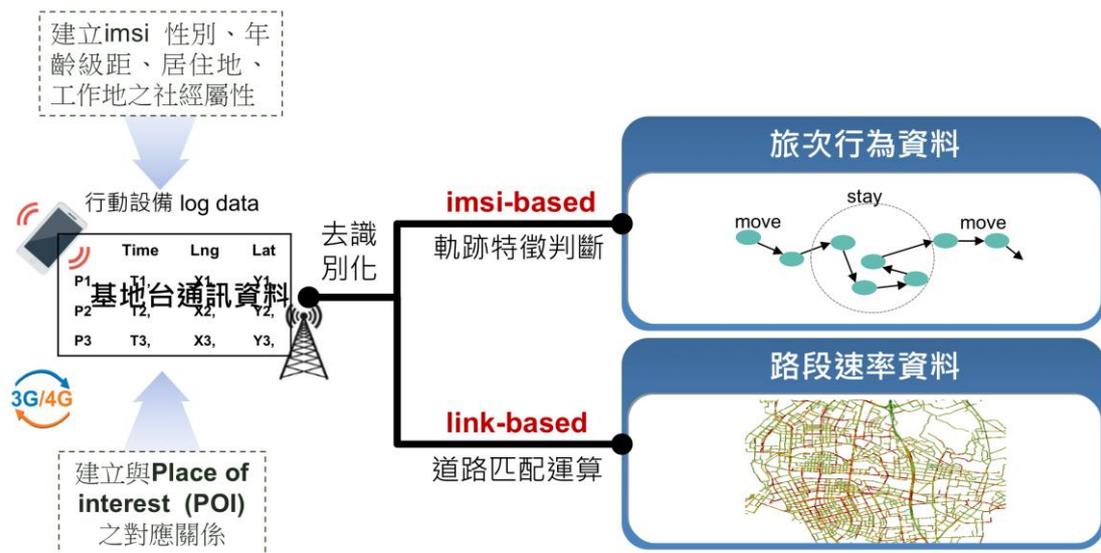


圖 3-12 遠傳電信行動信令資料處理流程

遠傳電信提供之信令資料的時間回傳度，為當使用者使用電信網路時，記錄的相關資料，其中定位網格精確度為 250 至 500 公尺。再透過上述整合不同特性判斷使用者之實際時空軌跡，遠傳電信提供的信令資料共有 5 個欄位，包含加密後使用者辨別號碼、起點時間、結束時間、日期與二級發布區，如

表 3.4 所示。

以下針對每一欄位進行說明，第一個為加密後使用者辨別號碼，由於電信公司為避免個資外洩的問題，將用戶之辨別號碼採用加密的方式轉換後再提供。第二欄與第三欄分別為起點時間與結束時間，代表此使用者之手機資料記錄到進入與離開同一個二級發布區的時間點，時間單位記錄至秒。

第四欄為日期，代表使用者產生時空軌跡的日期。最後一欄為二級發布區，表示經由遠傳電信內部的演算法推估使用者之實際位置，以二級發布區為空間單位表示。

表 3.4 遠傳電信之信令資料格式

加密後使用者 ID	起點時間	結束時間	日期	二級發布區
25539789 00	2017-07-1 3 09:43:19	2017-07-13 09:44:41	2017-07-13	A1505-04
25539789 00	2017-07-1 3 09:30:33	2017-07-13 09:32:14	2017-07-13	A1505-15

25539789 00	2017-07-1 3 09:34:29	2017-07-13 09:35:46	2017-07-13	A1505-17
...

資料來源：本研究整理

3.4 電子票證資料

本研究分析所使用的電子票證資料來自一卡通與悠遊卡(按筆劃排序)兩大電子票證公司。透過本所協調蒐集全臺灣所有雙邊刷卡(上下車均刷卡)之資料，同時基於(1)運具軌跡資料收集完整性、(2)與電信信令資料分析時間一致性兩大因素，本研究以2017年4月的客運搭乘交易資料作為分析基礎，以下兩節將分別說明一卡通、悠遊卡之原始資料特性或資料清理細節。

3.4.1 一卡通電子票證

一卡通電子票證於2017年4月原始資料共16,697,527筆，其格式如圖3-13所示，其欄位定義依序為(1)票證公司、(2)客運公車代碼、(3)卡號、(4)票種代碼、(5)路線公路編號、(6)司機編號、(7)車號、(8)上車交易日期、(9)上車交易時間、(10)上車站點、與(11)下車站點。

從圖3-13的內容可評估須執行資料彙整的項目包括：

- (1) 全面去除「”」贅餘符號
- (2) 取得「客運公車代碼」對應表
- (3) 取得「票種代碼」對應表
- (4) 取得「路線公路編號」對應表
- (5) 將同一起迄旅次的兩筆資料配對組合為一筆資料

	資料行 0	資料行 1	資料行 2	資料行 3	資料行 4	資料行 5	資料行 6	資料行 7	資料行 8	資料行 9	資料行 10
1	"IPASS"	"0767"	556726	"A2"	"1A2F"	"1110"	"510-U8"	"20170401"	"182607"	"0001"	"0000"
2	"IPASS"	"0767"	73879	"A2"	"1A2F"	"1110"	"510-U8"	"20170401"	"182609"	"0001"	"0000"
3	"IPASS"	"0767"	1628077	"A2"	"1A2F"	"1110"	"510-U8"	"20170401"	"182646"	"0001"	"0000"
4	"IPASS"	"0767"	924962	"A2"	"1A2F"	"1110"	"510-U8"	"20170401"	"182638"	"0001"	"0000"
5	"IPASS"	"0767"	73879	"A2"	"1A2F"	"1110"	"510-U8"	"20170401"	"190457"	"0001"	"0015"
6	"IPASS"	"0767"	556726	"A2"	"1A2F"	"1110"	"510-U8"	"20170401"	"190503"	"0001"	"0015"
7	"IPASS"	"0763"	91929	"A3"	"0120"	"1528"	"805U8"	"20170401"	"053312"	"0001"	"0000"
8	"IPASS"	"0763"	1994642	"A3"	"0120"	"1528"	"805U8"	"20170401"	"064518"	"0127"	"0000"
9	"IPASS"	"0767"	924962	"A2"	"1A2F"	"1110"	"510-U8"	"20170401"	"185111"	"0001"	"0009"
10	"IPASS"	"0767"	1628077	"A2"	"1A2F"	"1110"	"510-U8"	"20170401"	"185310"	"0001"	"0011"
11	"IPASS"	"0763"	1994642	"A3"	"0120"	"1528"	"805U8"	"20170401"	"071713"	"0127"	"0059"
12	"IPASS"	"0763"	1505444	"A1"	"0120"	"1528"	"805U8"	"20170401"	"075120"	"0087"	"0007"
13	"IPASS"	"0763"	569986	"A3"	"0118"	"1528"	"805U8"	"20170401"	"084047"	"0023"	"0047"
14	"IPASS"	"0763"	550006	"A4"	"0120"	"1528"	"805U8"	"20170401"	"070354"	"0097"	"0000"
15	"IPASS"	"0763"	911041	"A1"	"0120"	"1528"	"805U8"	"20170401"	"070658"	"0087"	"0000"
16	"IPASS"	"0763"	1505444	"A1"	"0120"	"1528"	"805U8"	"20170401"	"070704"	"0087"	"0000"
17	"IPASS"	"0763"	1736578	"A1"	"0118"	"1528"	"805U8"	"20170401"	"100437"	"0059"	"0000"
18	"IPASS"	"0763"	1736578	"A1"	"0118"	"1528"	"805U8"	"20170401"	"104353"	"0059"	"0013"
19	"IPASS"	"0763"	313641	"A1"	"0118"	"1528"	"805U8"	"20170401"	"124859"	"0047"	"0000"
20	"IPASS"	"0763"	1654537	"A3"	"0118"	"1528"	"805U8"	"20170401"	"084225"	"0049"	"0000"

圖 3-13 一卡通票證原始資料樣本截圖

上述清理項目中，(1)最為明確單純，(2)與(3)所取得之對應表分別如表 3.5 與表 3.6，而「路線公路編號」對應表已確定無法取得，未來呈現成果時，會優先由另一家電子票證代碼表取得名稱，若仍無法取得時會以原始代碼呈現，此缺陷僅會影響到成果呈現時之路線標籤，不會影響量化數值。

表 3.5 一卡通電子票證客運公車代碼對應表

代碼	名稱	代碼	名稱	代碼	名稱
0321	首都客運(台北)	0742	中壢客運	0770	日統客運
0322	台北客運(台北)	0743	新竹客運	0771	和欣客運(台中)
0323	新店客運(台北)	0744	苗栗客運	0773	東南客運(台中)
0324	葛瑪蘭客運(宜蘭系統)	0745	統聯客運(桃園)	0774	中台灣客運(台中)
0326	欣欣客運(台北)	0746	三重客運(桃竹苗)	0775	中鹿客運
0327	大南汽車(台北)	0747	亞通客運	0776	總達客運

0328	光華巴士(台北)	0748	金牌客運	0777	台中客運(台中新竹國道)
0329	中興巴士(台北)	0749	科技之星交通	0782	花蓮客運
032A	大有巴士(台北)	074B	亞通客運(國道)	078A	鼎東客運(海線)
032B	三重客運(台北)	074C	葛瑪蘭客運(國道)	078B	鼎東客運(山線)
032C	淡水客運(台北)	074D	汎航客運	078C	太魯閣客運
032D	新北客運(台北)	0750	指南客運(桃竹苗)	078D	連江縣公車
032E	指南客運(台北)	0751	豪泰客運	078E	澎湖縣公車
0331	東南客運(台北)	0752	尖石鄉公所交通車	07A2	新竹客運(國道)
0332	大都會客運(台北)	0753	新竹客運(台中新竹國道)	07A3	三重客運(國道)
0339	長榮巴士(台北)	0755	桃園客運	0C01	港都客運
033A	台北航運	0761	臺西客運	0C0D	東南客運
0588	金門縣公車	0762	四方客運(中彰投)	0C0E	南台灣客運
0589	浯江渡輪	0763	豐原客運	0C10	高雄客運(多卡通)
0703	屏東客運	0764	巨業交通	0C11	統聯客運(高雄)
0704	國光客運	0765	台中客運	0C13	漢程客運
0705	新營客運	0766	彰化客運	0CE3	高雄應用科技大學
0706	嘉義客運	0767	員林客運	312F	基隆市公車
0707	嘉義縣公車	0768	南投客運	3130	基隆客運
0708	興南客運	0769	捷順交通	3135	福和客運
070A	中南客運	076A	仁友客運	AA12	府城客運

0711	雲林客運	076B	全航客運	B20B	高雄市輪船
0712	四方客運(台南)	076C	總達客運	FF0F	義大客運
0713	阿里山客運	076D	豐榮客運	FFE2	高雄師範大學
0714	佛光大學交通車	076E	杉林溪遊樂事業	—	—
0741	桃園客運	076F	統聯客運	—	—

資料來源：一卡通票證公司

表 3.6 一卡通電子票證票種代碼對應表

代碼	票種	代碼	票種
A1	一般卡	00	錯誤資料
A2	學生卡	04	錯誤資料
A3	敬老卡	05	錯誤資料
A4	博愛卡	08	錯誤資料
A5	陪伴卡	91	錯誤資料
A6	仁愛卡	92	錯誤資料
B1	暢遊卡	—	—

資料來源：一卡通票證公司

至於第(5)項資料清理邏輯則是以 3 小時為範圍，將同「卡號」、同「客運公車代碼」、同「票種代碼」、同「路線公路編號」、同「車號」之上下車與時間整併於同一筆，同時將日期(Date)與時間(Time)整併為同一欄位，經整理後資料格式如圖 3-14。

	客運公車代碼	卡號	票種代碼	路線公路編號	司機編號	車號	上車站點	下車站點	上車時間	下車時間
1	0704	1888564	A2	012C	6657	127-FW	0006	0001	2017-04-08 11:58:20.000	2017-04-08 12:52:23.000
2	0704	1888681	A3	06ED	5894	999-U5	0001	0053	2017-04-15 09:25:36.000	2017-04-15 10:43:38.000
3	0704	1888934	A1	012C	1459	038-U7	0006	0001	2017-04-16 10:33:24.000	2017-04-16 11:10:03.000
4	0704	1888934	A1	012C	1823	039-U7	0001	0006	2017-04-17 18:18:37.000	2017-04-17 19:15:23.000
5	0704	1889612	A1	00B6	2899	FAB-519	0003	0002	2017-04-15 10:35:39.000	2017-04-15 11:08:51.000
6	0704	1889966	A2	EA60	5949	068-FS	0005	0013	2017-04-16 15:45:05.000	2017-04-16 17:34:27.000
7	0704	1890475	A3	00C8	4919	010-FZ	0046	0057	2017-04-16 17:38:04.000	2017-04-16 17:48:00.000
8	0704	1890738	A1	0640	5373	209-U5	0006	0021	2017-04-10 19:49:24.000	2017-04-10 20:23:58.000
9	0704	189076	A1	0190	1352	311-U5	0011	0007	2017-04-25 17:02:07.000	2017-04-25 17:29:38.000
10	0704	1891501	A4	0011	5847	202-FU	0005	0003	2017-04-16 11:59:42.000	2017-04-16 12:37:33.000
11	0704	1891501	A4	0B54	32	480-FU	0001	0032	2017-04-28 16:18:18.000	2017-04-28 17:01:19.000
12	0704	1891501	A4	0C1C	6244	105-FL	0012	0001	2017-04-17 15:28:07.000	2017-04-17 15:41:27.000
13	0704	1891501	A4	125C	4669	480-FU	0097	0001	2017-04-19 20:29:27.000	2017-04-19 22:07:01.000
14	0704	1891501	A4	125C	4669	480-FU	0097	0001	2017-04-19 14:30:01.000	2017-04-19 16:37:21.000
15	0704	1891501	A4	125C	6142	099-FL	0060	0034	2017-04-10 11:26:41.000	2017-04-10 12:10:14.000
16	0704	1891501	A4	125C	6612	483-FU	0061	0081	2017-04-26 18:25:42.000	2017-04-26 18:47:43.000
17	0704	1891643	A2	0A8C	0	480-FU	0016	0001	2017-04-11 16:54:56.000	2017-04-11 17:20:15.000
18	0704	1891643	A2	0A8C	1282	459-FY	0001	0016	2017-04-13 07:06:47.000	2017-04-13 07:37:41.000
19	0704	1891643	A2	0A8C	5512	121-FL	0001	0016	2017-04-17 07:03:31.000	2017-04-17 07:36:04.000
20	0704	1891643	A2	0A8C	6278	078-FL	0001	0016	2017-04-21 09:58:36.000	2017-04-21 10:25:53.000

圖 3-14 經整理後之一卡通票證資料樣本截圖

3.4.2 悠遊卡電子票證

悠遊卡資料於2017年4月共有18,568,725筆，資料欄位整理如表3.7，其資料樣本如圖3-15。由於此資料集已將上下車匹配為同一筆資料，故毋需再撰寫程式匹配，僅須取得「客運公司編號」、「路線編號」與「票種編號」代碼。

表 3.7 悠遊卡電子票證欄位表

編號	欄位	編號	欄位
1	票證公司編號	2	客運公司編號
3	卡號	4	票種編號
5	路線編號	6	司機編號
7	車號	8	上車交易時間
9	上車站序	10	上車計費站序
11	下車交易時間	12	下車站序
13	下車計費站序		

資料來源：悠遊卡公司

其中「票種編號」代碼對應如表3.8。

表 3.8 悠遊卡票種代碼對應表

代碼	名稱	代碼	名稱	代碼	名稱
1	一般	4	愛心	7	軍人
2	敬老1	5	陪伴	8	警察
3	敬老2	6	學生	9	優待

資料來源：悠遊卡公司

票證公司	票種/車次	卡號	票種編號	票種代碼	路線/公路編號	司機編號	車號	上車時間	上車站序	上車計費站序	下車時間	下車站序	下車計費站序
EASycARD	033036	5yn39UBMB	1	1	1	54097	FAE-052	2017-04-18 20:49:33.000	1	2	2017-04-18 21:51:45.000	59	116
EASycARD	034003	eQqDwFyqC1	1	1	1	49516	FAD855	2017-04-18 08:01:16.000	1	1	2017-04-18 08:43:09.000	37	9
EASycARD	034003	eQqDwFyqC1	1	1	1	7357	802-FP	2017-04-18 16:07:01.000	52	12	2017-04-18 16:44:33.000	86	19
EASycARD	033033	uU092YU53OC	1	1	1	2123	FAE-550	2017-04-18 07:16:16.000	50	14	2017-04-18 07:34:53.000	41	10
EASycARD	033036	7SmPkt1bHm1	1	1	1	53992	KKA-6172	2017-04-18 22:34:40.000	0	0	2017-04-18 23:18:28.000	61	120
EASycARD	033032	phhdwUYN4mmA	1	1	1	4068	986-U8	2017-04-18 06:30:14.000	30	58	2017-04-18 06:53:45.000	13	24
EASycARD	033047	aswcmA Y356	1	1	1	13746	756-FX	2017-04-18 17:49:41.000	20	20	2017-04-18 17:54:01.000	20	20
EASycARD	033033	YMSyeY8GJE5	1	1	1	1663	712-FH	2017-04-18 19:38:59.000	39	10	2017-04-18 20:23:51.000	0	0
EASycARD	033036	v0MZeivckd	1	1	1	54095	KKA-6168	2017-04-18 21:49:00.000	6	12	2017-04-18 21:54:27.000	10	18
EASycARD	033036	T2OGDG T1kCj1	1	1	1	54095	KKA-6168	2017-04-18 14:41:52.000	50	98	2017-04-18 14:52:54.000	39	76
EASycARD	033047	6Ayp9HfubQf	1	1	1	13721	777-FX	2017-04-18 14:11:59.000	1	1	2017-04-18 14:49:29.000	21	21
EASycARD	034001	hodsZVQpIH	1	1	1	1580	003-FX	2017-04-18 11:46:21.000	35	18	2017-04-18 11:51:22.000	39	21
EASycARD	034003	F19AmBqfw3	1	1	1	49584	802-FP	2017-04-18 13:47:35.000	83	18	2017-04-18 13:54:37.000	87	19
EASycARD	033033	kP94fH3QcUD	1	1	1	2379	570-FX	2017-04-18 17:46:12.000	28	10	2017-04-18 18:13:43.000	8	3
EASycARD	034001	19c71yR O6	1	1	1	1588	047-FX	2017-04-18 20:04:20.000	18	9	2017-04-18 20:17:38.000	29	15
EASycARD	033036	o00TUFkEj	1	1	1	53992	KKA-6172	2017-04-18 12:42:06.000	29	56	2017-04-18 12:56:37.000	50	98
EASycARD	033036	v7HMLeKMDv9	1	1	1	54038	KKA-6190	2017-04-18 11:59:41.000	32	62			
EASycARD	033032	Kg4Xl39BLh.6	1	1	1	4157	765-FX	2017-04-18 17:22:42.000	51	100	2017-04-18 17:42:52.000	40	78
EASycARD	033032	42c2HRS59v.2	1	1	1	4068	986-U8	2017-04-18 07:33:54.000	14	26	2017-04-18 07:42:01.000	20	38
EASycARD	033036	f5gVLRVQq4W7	1	1	1	54097	FAE-052	2017-04-18 19:12:14.000	50	98	2017-04-18 19:27:38.000	63	124

圖 3-15 悠遊卡票證資料樣本截圖

而「客運公司編號」、「路線編號」代碼對應表計有 2,169 筆，為避免過於贅冗，在此不逐一羅列，惟須補充說明的是經檢視原始資料後發現有 3,293 筆，意即有 1,124 筆近三分之一無對應表。缺乏對應表並不會影響量化分析結果，只有在呈現分析結果時，路線名稱無法用一般民眾熟稔的編號名稱顯示，這也是後續章節介紹分析結果時，部份路線僅能以編碼顯示之原因。

3.5 運具軌跡資料

運輸系統可提供旅客由 A 點移動至 B 點之服務，因此就本計畫名稱中的「旅運時空資料」而言，運具軌跡是一項相當重要的資訊，因為運輸行為中除少數步行旅次外，一般旅客需要利用載具才能在空間移動，移動過程可視為隨著時間不斷變換位置，即所謂的軌跡。而「公共運輸服務」是本計畫名稱中的另外一個重點，故公共運輸的運具軌跡就是本研究欲收集的資料，包括鐵路等不同運具，以下分節說明取得的方式與資料格式。

3.5.1 公路公共運輸運具

公路公共運輸運具軌跡的取得來源為公車動態系統，屬於先進公共運輸系統 (Advanced Public Transportation System, APTS) 之一環。近年 APTS 之建置計畫多以交通部「聰明公車」計畫下之都市公車系統建置為主。由於民眾對於公車動態資訊系統之反應良好，其動態資訊查詢使用率與服務滿意度皆尚稱滿意，因此，交通部公路總局於 2009 年參考聰明公車之成功經驗，導入公路汽車客運以建置公路客運動態資訊管理系統，目前各縣市均已建置完成，並正式上線提供服務。

公車動態系統的紀錄檔格式最早由運研所制定，而各縣市在建置時也會因特殊需求而調整格式，形成各縣市公車動態格式雖「大同」但仍存在「小異」，因此近年來交通部致力推動「公共運輸旅資料標準」，此標準規範了公車動態定時回傳與地點回傳的欄位名稱及資料型態，定時資料及定點資料分別如表 3.9 與表 3.10 所示。

表 3.9 公車動態定時資料欄位清單

中文欄位	英文欄位	資料型態	說明
車牌號碼	PlateNumb	string	011-AB
營運業者代碼	OperatorID	string	32
路線唯一識別碼	RouteUID	string	THB-V014-13888
地區既用路現代碼	RouteID	string	3888
路線名稱	RouteName	NameType	3888
子路線唯一識別碼	SubRouteUID	string	THB-V014-13888G1
地區既用之子路線代碼	SubRouteID	string	3888G1
子路線名稱	SubRouteName	NameType	3888G
去返程	Direction	string	0=去程, 1=返程, 2=迴圈
車輛位置經緯度	BusPosition	PointType	dddmm. mmmm
行駛速度	Speed	number	(kph)
方位角	Azimuth	number	266.420013
勤務狀態	DutyStatus	string	0:正常, 1:開始, 2:結束
行車狀況	BusStatus	string	0:正常, 1:車禍, 2:故障, 3:塞車, 4:緊急求援, 5:加油, 90:不明, 91:去回不明, 98:偏移路線, 99:非營運狀態, 100:客滿, 101:包車出租, 255:未知
資料型態種類	MessageType	string	0:未知, 1:定期, 2:非定期
車機時間	GPSTime	DateTime	YYYY/MM/DD hh:mm:ss

車機資料傳輸時間	TransTime	DateTime	YYYY/MM/DD hh:mm:ss
來源端平台接收時間	SrcRecTime	DateTime	YYYY/MM/DD hh:mm:ss
來源端平台更新時間	ScrUpdateTime	DateTime	YYYY/MM/DD hh:mm:ss
本平台資料更新時間	UpdateTime	DateTime	YYYY/MM/DD hh:mm:ss

資料來源：公共運輸旅資料標準 v1.0

表 3.10 公車動態定點資料欄位清單

中文欄位	英文欄位	資料型態	說明
車牌號碼	PlateNumb	string	001-FQ
營運業者代碼	OperatorID	string	100
路線唯一識別碼	RouteUID	string	TPE10181
地區既用路線代碼	RouteID	string	10181
路線名稱	RouteName	NameType	205
子路線唯一識別碼	SubRouteUID	string	TPE101810
地區既用之子路線代碼	SubRouteID	string	101810
子路線名稱	SubRouteName	NameType	205
去返程	Direction	string	0=去程, 1=返程, 2=迴圈
站牌唯一識別碼	StopUID	string	TPE34793
地區既用站牌代碼	StopID	string	34793
站牌名稱	StopName	NameType	中華科技大學
資料型態種類	MessageType	string	0:未知, 1:定期, 2:非定期
勤務狀態	DutyStatus	string	0:正常, 1:開始, 2:結束
行車狀況	BusStatus	string	0:正常, 1:車禍, 2:故障, 3:塞車, 4:緊急求援, 5:加油, 90:不明, 91:去回不明, 98:偏移路線, 99:非營運狀態, 100:客滿, 101:包車出租, 255:

			未知
進站離站	A2EventType	string	0:離站, 1:進站
車機時間	GPSTime	DateTime	YYYY/MM/DD hh:mm:ss
車機資料傳輸時間	TransTime	DateTime	YYYY/MM/DD hh:mm:ss
來源端平台接收時間	SrcRecTime	DateTime	YYYY/MM/DD hh:mm:ss
來源端平台更新時間	SrcUpdateTime	DateTime	YYYY/MM/DD hh:mm:ss
本平台資料更新時間	UpdateTime	DateTime	YYYY/MM/DD hh:mm:ss

資料來源：公共運輸旅資料標準 v1.0

近年交通部管理資訊中心將全國各縣市所有公車動態整合至「公共運輸整合資訊流通服務平臺」(Public Transport Data eXchange, PTX)，可透過如圖 3-16 之 API 擷取即時資訊。然而，目前並不是所有縣市皆有公車的定點回傳資料，如桃園市、高雄市、台中市等縣市均沒有將定點資料上傳到 PTX。因此在針對公車進行乘載率分析時，為求分析模式可以適用於各縣市，只採用定時資料作為資料分析的來源。

```

GET /v2/Bus/RealTimeByFrequency/City/{City} 取得指定城市的公車動態定時資料(A1)

Implementation Notes
市區公車之定時資料(A1)

Response Class (Status 200)
OK

Model Example Value

Inline Model [
  BusA1Data
]
BusA1Data {
  PlateNumb (string): 車牌號碼.
  OperatorID (string, optional): 營運業者代碼.
  RouteUID (string, optional): 路線唯一識別代碼，規則為 {管轄機關代碼} + {RouteID}，其中 {管轄機關代碼} 可於 Authority API 中的 AuthorityCode 欄位查詢.
  RouteID (string, optional): 地區既用中之路線代碼(為原資料內碼).
  RouteName (NameType, optional): 路線名稱.
  SubRouteUID (string, optional): 子路線唯一識別代碼，規則為 {管轄機關代碼} + {SubRouteID}，其中 {管轄機關代碼} 可於 Authority API 中的 AuthorityCode 欄位查詢.
  SubRouteID (string, optional): 地區既用中之子路線代碼(為原資料內碼).
  SubRouteName (NameType, optional): 子路線名稱.
  Direction (string, optional): 去回程 = [0: 去程, 1: 回程].
  BusPosition (PointType, optional): 車輛位置經度.
  Speed (number, optional): 行駛速度(kph).
  Azimuth (number, optional): 方位角.
  DutyStatus (string, optional): 勤務狀態 = [0: 正常, 1: 開始, 2: 結束].
  BusStatus (string, optional): 行車狀況 = [0: 正常, 1: 車禍, 2: 故障, 3: 塞車, 4: 緊急求援, 5: 加吉, 90: 不明, 91: 去回不明, 98: 偏移路線, 99: 非常運狀態, 100: 塞滿, 101: 包車出租, 255: 未知].
  MessageType (string, optional): 資料型態種類 = [0: 未知, 1: 定期, 2: 非定期].
  GPSTime (DateTime): 車機時間(ISO8601格式:yyyy-MM-ddTHH:mm:sszzz).
  TransTime (DateTime, optional): 車機資料傳輸時間(ISO8601格式:yyyy-MM-ddTHH:mm:sszzz).
  SrcRecTime (DateTime, optional): 來源端平台接收時間(ISO8601格式:yyyy-MM-ddTHH:mm:sszzz).
  SrcUpdateTime (DateTime, optional): 來源端平台資料更新時間(ISO8601格式:yyyy-MM-ddTHH:mm:sszzz).
  UpdateTime (DateTime): 本平台資料更新時間(ISO8601格式:yyyy-MM-ddTHH:mm:sszzz)
}
NameType {
  Zh_tw (string, optional): 中文繁體名稱.
  En (string, optional): 英文名稱
}
PointType {
  PositionLat (number, optional): 位置緯度(WGS84).
  PositionLon (number, optional): 位置經度(WGS84)
}

```

資料來源：<http://ptx.transportdata.tw>

圖 3-16 交通部管理資訊中心市區公車定時資料 API 截圖

3.5.2 臺鐵

國內鐵路系統包含臺鐵與高鐵，惟本研究場域（高雄、花蓮）中僅有一個高鐵站（左營），因此本研究僅蒐集臺鐵的軌跡資料。雖可利用臺鐵公告的時刻表來作為時空軌跡產製的依據，但考量列車可能的誤點，本研究亦收集臺鐵誤點資料，作為調整列車實際到站時間的基礎。

綜合以上所述，臺鐵系統的軌跡資料收集可分為基礎資料、時刻表資料、誤點資料三大部份，以下分別說明之。

3.5.2.1 基礎資料

基礎資料包括車站名稱、車站等級、車站經緯度等資料，大部分的資料可透過圖 3-17PTX 所提供之 API 取得，其中車站地理座標為軌跡空間的重要參考依據。

The screenshot shows the TRAApi interface for the endpoint `/v2/Rail/TRA/Station`. The response class is `RailStation`. The structure is as follows:

```
inlineModel {
  RailStation {
    StationID (string): 車站代碼,
    StationName (NameType): 車站名稱,
    StationPosition (PointType): 車站位置,
    StationAddress (string): 車站地址,
    StationPhone (string, optional): 車站聯絡電話,
    OperatorID (string): 當運業者代碼,
    StationClass (string): 車站級別 = ['0: 特等站', '1: 一等站', '2: 二等站', '3: 三等站', '4: 簡易站', '5: 招呼站', '6: 未知],
    ReservationCode (string, optional): 票價用站牌代碼
  }
  NameType {
    Zh_tw (string, optional): 中文繁體名稱,
    En (string, optional): 英文名稱
  }
  PointType {
    PositionLat (number, optional): 位置緯度(WGS84),
    PositionLon (number, optional): 位置經度(WGS84)
  }
}
```

資料來源：<http://ptx.transportdata.tw>

圖 3-17 交通部管理資訊中心臺鐵車站基礎資料 API 截圖

本研究的主要分析場域位於高雄與花蓮，這兩個地區主要的車站及其時刻表資料所使用的車站代碼如表 3.11 與表 3.12。

表 3.11 高雄地區主要車站及時刻表車站代碼表

Station_Code	City_Code	Station_Name	Station EName
1231	10	大湖	Dahu

1232	10	路竹	Lujhu
1233	10	岡山	Gangshan
1234	10	橋頭	Ciaotou
1235	10	楠梓	Nanzih
1242	10	新左營	na
1236	10	左營	Zuoying
1238	10	高雄	Kaohsiung
1402	10	鳳山	Fongshan
1403	10	後庄	Houjhuang
1404	10	九曲堂	Jioucyutang

表 3.12 花蓮地區主要車站及時刻表車站代碼表

Station_Code	City_Code	Station_Name	Station EName
1709	13	和平	Heping
1710	13	仁和	Horen
1711	13	崇德	Chongde
1712	13	新城	Sincheng
1713	13	景美	Jingmei
1714	13	北埔	Beipu
1715	13	花蓮	Hualien
1602	13	吉安	Jian
1604	13	志學	Jhihsyue
1605	13	平和	Pinghe
1606	13	壽豐	Shoufong
1607	13	豐田	Fongtian
1608	13	溪口	Sikou
1609	13	南平	Nanping
1610	13	鳳林	Fonglin
1611	13	萬榮	Wanrong
1612	13	光復	Guangfu
1613	13	大富	Dafu

1614	13	富源	Fuyuan
1616	13	瑞穗	Rueisuei
1617	13	三民	Sanmin
1619	13	玉里	Yuli
1621	13	東里	Dongli
1622	13	東竹	Dongjhu
1623	13	富里	Fuli

3.5.2.2 時刻表資料

各列車在各車站進站、出站之時間資訊，係從台灣鐵路管理局官方時刻表網站 <http://twtraffic.tra.gov.tw/twrail> 下載，其原始格式為延伸標記式語言 (eXtensible Markup Language, 簡稱 XML) 描述之文字資料檔，如圖 3-18 所示。

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<TaiTrainList>
+ <TrainInfo Type="0" Train="1122" BreastFeed="N" Route="" Package="N" OverNightStn="0" LineDir="0"
Line="0" Dinning="N" Cripple="N" CarClass="1131" Bike="N" Everyday="Y" ExtraTrain="0" Note="每日行駛。"
NoteEng="Runs Daily.">
+ <TrainInfo Type="0" Train="1123" BreastFeed="N" Route="" Package="N" OverNightStn="0" LineDir="1"
Line="1" Dinning="N" Cripple="N" CarClass="1131" Bike="N" Everyday="Y" ExtraTrain="0" Note="每日行駛。"
NoteEng="Runs Daily.">
+ <TrainInfo Type="0" Train="1224" BreastFeed="N" Route="" Package="N" OverNightStn="0" LineDir="0"
Line="1" Dinning="N" Cripple="N" CarClass="1131" Bike="N" Everyday="Y" ExtraTrain="0" Note="每日行駛。"
NoteEng="Runs Daily.">
- <TrainInfo Type="0" Train="123" BreastFeed="Y" Route="" Package="N" OverNightStn="0" LineDir="1" Line="1"
Dinning="N" Cripple="Y" CarClass="1101" Bike="Y" Everyday="Y" ExtraTrain="0" Note="每日行駛。"
NoteEng="Runs Daily.Accessible Car.Bicycle bag available.">
<TimeInfo Route="" Station="1003" Order="1" DEPTime="11:22:00" ARRTime="11:20:00"/>
<TimeInfo Route="" Station="1005" Order="2" DEPTime="11:32:00" ARRTime="11:30:00"/>
<TimeInfo Route="" Station="1007" Order="3" DEPTime="11:43:00" ARRTime="11:41:00"/>
<TimeInfo Route="" Station="1008" Order="4" DEPTime="12:00:00" ARRTime="11:50:00"/>
<TimeInfo Route="" Station="1011" Order="5" DEPTime="12:10:00" ARRTime="12:08:00"/>
<TimeInfo Route="" Station="1015" Order="6" DEPTime="12:31:00" ARRTime="12:29:00"/>
<TimeInfo Route="" Station="1017" Order="7" DEPTime="12:41:00" ARRTime="12:39:00"/>
<TimeInfo Route="" Station="1025" Order="8" DEPTime="13:10:00" ARRTime="13:08:00"/>
<TimeInfo Route="" Station="1028" Order="9" DEPTime="13:26:00" ARRTime="13:24:00"/>
<TimeInfo Route="" Station="1305" Order="10" DEPTime="13:38:00" ARRTime="13:36:00"/>
<TimeInfo Route="" Station="1317" Order="11" DEPTime="14:04:00" ARRTime="14:02:00"/>
<TimeInfo Route="" Station="1319" Order="12" DEPTime="14:17:00" ARRTime="14:15:00"/>
<TimeInfo Route="" Station="1120" Order="13" DEPTime="14:33:00" ARRTime="14:30:00"/>
<TimeInfo Route="" Station="1203" Order="14" DEPTime="14:45:00" ARRTime="14:44:00"/>
<TimeInfo Route="" Station="1206" Order="15" DEPTime="14:55:00" ARRTime="14:54:00"/>
<TimeInfo Route="" Station="1210" Order="16" DEPTime="15:11:00" ARRTime="15:09:00"/>
<TimeInfo Route="" Station="1215" Order="17" DEPTime="15:32:00" ARRTime="15:30:00"/>
<TimeInfo Route="" Station="1220" Order="18" DEPTime="15:48:00" ARRTime="15:46:00"/>
<TimeInfo Route="" Station="1228" Order="19" DEPTime="16:15:00" ARRTime="16:12:00"/>
<TimeInfo Route="" Station="1242" Order="20" DEPTime="16:40:00" ARRTime="16:39:00"/>

```

圖 3-18 臺鐵時刻表 XML 內容截圖

時刻表資訊包含每日發車車次及其行駛時刻，車次資料描述每一車次細部資訊，行駛時刻則記錄各車次行經各車站之停等時間。其資料屬性如表 3.13 與表 3.14 所示。

表 3.13 臺鐵 XML 時刻表車次屬性表

欄位名稱	說明	備註
Train	列車車次	
CarClass	列車種類	參見列車種類
Route	車次行駛路線	目前未使用
Line	是否行駛山海線	0:不經山海線 1:山線 2:海線
LineDir	列車行駛方向	0:順時針 1:逆時針
OverNightStn	跨夜車站代號	0 為不跨日
Cripple	殘障車	Y/N
Package	辦理托運	Y/N
Dinning	餐車	Y/N
Type	火車狀態	0:常態列車 1:臨時 2:團體列車 3:春節加開車
BreastFeed	設有哺乳室車廂	Y/N

資料來源：台灣鐵路管理局

表 3.14 臺鐵 XML 時刻表列車於各站到/開時間資料表

欄位名稱	說明	備註
Station	停靠車站	車站代碼
DEPTTime	離站時間	hh:mm 格式
ARRTime	到站時間	hh:mm 格式
Order	車次停靠順序	從 1 算起
Route	車站所在路線	目前未使用

資料來源：台灣鐵路管理局

表 3.13 中的 CarClass 計有 14 種數值如表 3.15，分別代表各種列車等級及車種資訊。

表 3.15 臺鐵 XML 時刻表車種代碼意義對應表

代碼	說明
1100	自強(DMU2800、2900、3000 型柴聯及 EMU 型電車自強號)
1101	自強(推拉式自強號)
1102	自強(太魯閣)
1103	自強(DMU3100 型柴聯自強號)
1107	自強(普悠瑪)
1108	自強(推拉式自強號且無自行車車廂)
1110	莒光(有身障座位)
1111	莒光(有身障座位)
1114	莒光(有身障座位，有自行車車廂)
1115	莒光(有身障座位，有自行車車廂)
1120	復興
1131	區間車
1132	區間快
1140	普快車

3.5.2.3 列車誤點資料

前節所述係列車表訂時刻表資訊，實際營運時可能因為天候、設備故障、旅客眾多、平交道事故等因素延誤，旅客可利用臺鐵官方提供之網址 <http://twtraffic.tra.gov.tw/twrail/mobile/home.aspx> 取得各列車目前屬於準點或延誤（含延誤分鐘數）如圖 3-19 所示。本研究以每 5 分鐘輪詢的方式收集列車誤點資訊匯入資料庫供後續分析使用，由於延誤值係基於前述表訂時刻表的時間差值，故相互參照即可達到收集臺鐵列車行經車站之軌跡資訊，表 3.16 為本研究收集之台鐵誤點資料的欄位及格式。

表 3.16 臺鐵即時抓取延誤資料表

欄位	說明
車次	列車車次
時間	YYYY/MM/DD hh:mm:ss 格式
站名	停靠車站之站名
延誤分鐘	mm 格式

序號	站名	到達時間	開車時間	狀態
1	臺東	1504	1506	
2	關山	1526	1528	
3	池上	1537	1538	
4	玉里	1556	1558	
5	瑞穗	1612	1614	
6	花蓮	1657	1700	
7	七堵	1857	1900	準點
8	松山	1917	1919	
9	臺北	1926	1930	
10	板橋	1938	1940	
11	樹林	1948	1950	

(a)列車準點頁面

序號	站名	到達時間	開車時間	狀態
9	瑞芳	1658	1700	
10	七堵	1712	1718	
11	松山	1734	1735	
12	臺北	1742	1745	
13	板橋	1753	1755	
14	樹林	1801	1802	
15	桃園	1817	1819	晚3分
16	中壢	1827	1829	
17	湖口	1845	1849	
18	新竹	1903	1905	
19	竹南	1919	1921	
20	苗栗	1931	1933	
21	豐原	1957	1959	

(b)列車誤點頁面

圖 3-19 列車即時狀態（準點與誤點）頁面截圖

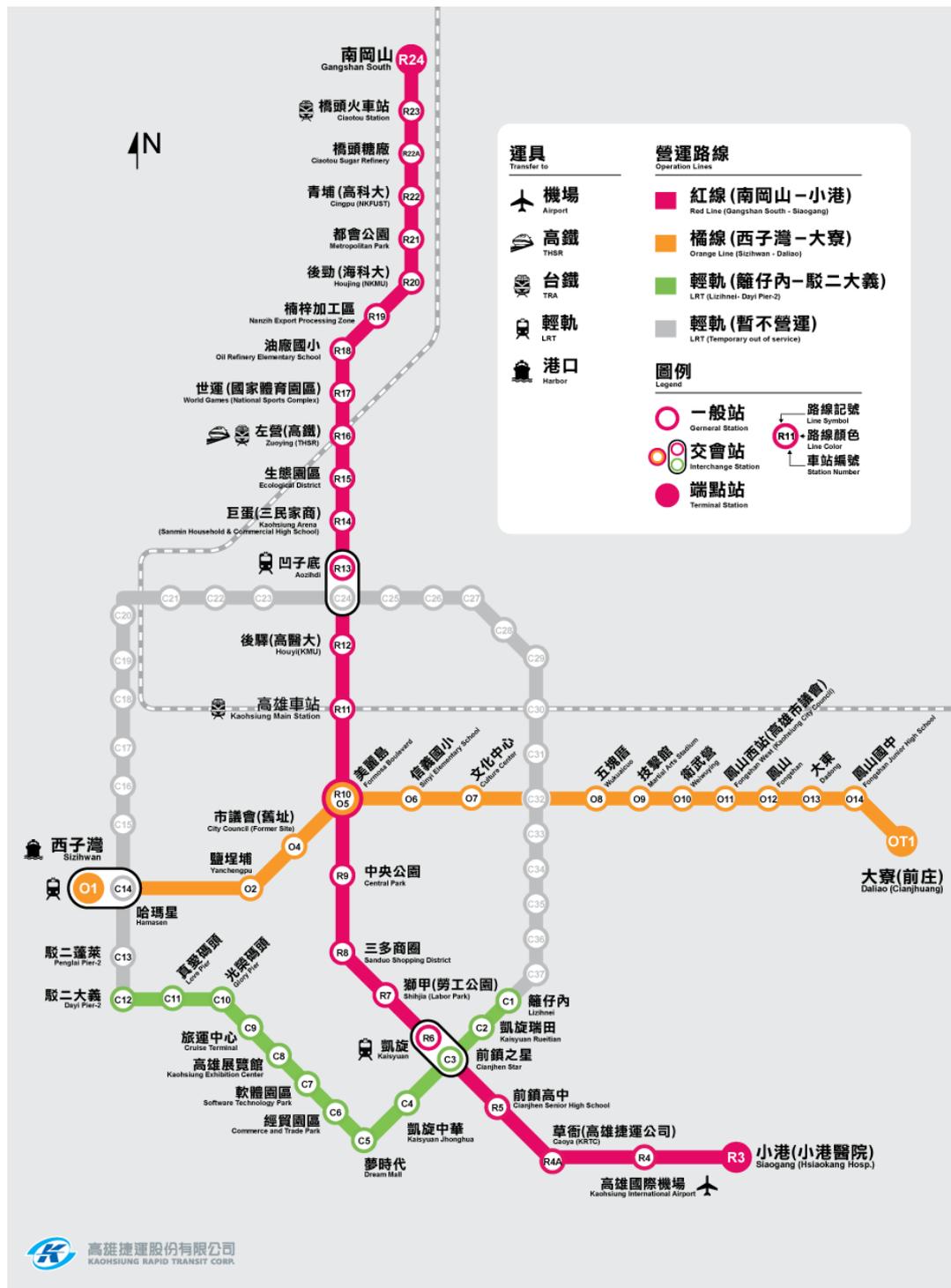
3.5.3 高雄捷運

高雄的軌道運輸除臺鐵外，尚有捷運系統。高雄地區的捷運路線如圖 3-20，其中淡綠色的輕軌系統係由司機員目視駕駛，不若另外兩條高運量系統路線配有行車控制系統，故本研究僅能收集紅橘兩線(表 3.17)之軌跡資料。

表 3.17 高雄捷運重運量系統

項目 \ 路線	紅線	橘線
路線起迄	小港—南岡山	西子灣—大寮
路線長度	28.2 km	14.4 km
車站數	24	14
運能	高運量	高運量
路權型式	地下/高架	平面/地下
機廠	北機廠/南機廠	大寮機廠
通車時間	97.03.09	97.09.14

資料來源：高雄捷運公司



資料來源：高雄捷運公司

圖 3-20 高雄捷運系統路線圖

高雄捷運之時刻表為高雄捷運公司提供，結合了行車前輸入號誌系統的表訂時間資訊以及實際行車實際資訊，資料格式共 33 個欄位，其中包含「車次」、「車組編號」，以及實際與表定之「離站日期」、「離站時間」、「到站日期」與「到站時間」等主要欄位如表 3.18 所示。

表 3.18 高雄捷運列車時刻欄位說明表

欄位	說明	備註
Zn	車次編號	536104
StatNr	車站編號	102
StatName	車站簡稱	R04
RealDEPDate	實際離站日期	YYYY/MM/DD 格式
RealDEPTIME	實際離站時間	hh:mm:ss 格式
RealARRDate	實際到站日期	YYYY/MM/DD 格式
RealARRTIME	實際到站時間	hh:mm:ss 格式

資料來源：高雄捷運公司

至於表 3.18 中橘線與紅線之車站編號與車站代碼對應分別如表 3.19 與表 3.20 所示。

表 3.19 高雄捷運紅線時刻表車站編號與車站代碼對應表

車站編號	車站代碼	中文站名
101	R3	小港
102	R4	高雄國際機場
103	R4A	草衙
104	R5	前鎮高中
105	R6	凱旋
106	R7	獅甲
107	R8	三多商圈
108	R9	中央公園
109	R10	美麗島
110	R11	高雄車站
111	R12	後驛
112	R13	凹子底
113	R14	巨蛋
114	R15	生態園區
115	R16	左營
116	R17	世運
117	R18	油廠國小
118	R19	楠梓加工區
119	R20	後勁
120	R21	都會公園
121	R22	青埔
122	R22A	橋頭糖廠
123	R23	橋頭火車站
124	R24	南岡山

表 3.20 高雄捷運橘線時刻表車站編號與車站代碼對應表

車站編號	車站代碼	中文站名
201	01	西子灣
202	02	鹽埕埔
203	04	市議會
204	05	美麗島
205	06	信義國小
206	07	文化中心
207	08	五塊厝
208	09	技擊館
209	010	衛武營
210	011	鳳山西站
211	012	鳳山
212	013	大東
213	014	鳳山國中
214	0T1	大寮

資料來源：高雄捷運公司

3.6 小結

綜合第 3.3~第 3.5 節，本研究蒐集之資料來源之種類、資料期間與應用課題可整理如表 3.21，從中可歸納出本研究主要以 2017 年 4 月作為分析標的。

表 3.21 本研究資料來源、資料期間與應用課題表

應用課題	資料來源	資料期間
信令起迄分析	中華電信信令資料	2017 年 4 月
	遠傳電信信令資料	2017 年 4 月
	內政部統計分區	—
公共運輸供需分析	中華電信信令資料	2017 年 4 月
	遠傳電信信令資料	2017 年 4 月
	PTX 公車動態定時資料	2017 年 4 月
	內政部統計分區	—
車上乘載人數	PTX 公車動態定時資料	2017 年 4 月
	一卡通電子票證	2017 年 4 月
	悠遊卡電子票證	2017 年 4 月
公車班次建議	車上乘載人數	2017 年 4 月
區間車建議 DRTS 建議	車上乘載人數	2017 年 4 月
	公車站牌位置	2017 年 4 月

第四章時空旅運基本資料產製時空旅運基本 資料產製

4.1 民眾時空移動軌跡產製

依據電信公司提供的信令資料，本研究將每位使用者的信令資料整理成包含時間、空間欄位的時空軌跡資料表，其中時間、空間的單位分別為每分鐘與二級發布區。由於電信公司提供之信令資料的時間單位記錄至秒數，如表 4.1 所示，因此須將信令資料的時間單位由秒轉換為分鐘。

表 4.1 原始信令資料格式

加密後使用者 ID	日期	時間	二級發布區
1277822739402cewbcf524780690d02a4 477cd05c5189d267cdc95696f1639	2017/4/1 0	00:00:03 AM	A1504-09
0006dd4013991538abcf5238806777d02 a4477cd05c5189d198cdc95696f1616	2017/4/1 0	00:00:08 AM	A1504-11
0006dd4013991538abcf5238806777d02 a4477cd05c5189d198cdc95696f1616	2017/4/1 0	00:00:10 AM	A1504-11
wbcf524702ce67cdc95696f15c5189d21 280690d02a4677cd 7394063778229	2017/4/1 0	00:00:12 AM	A1505-17
1277822739402cewbcf524780690d02a4 477cd05c5189d267cdc95696f1639	2017/4/1 0	00:00:17 AM	A1504-10
1277822739402cewbcf524780690d02a4 477cd05c5189d267cdc95696f1639	2017/4/1 0	00:01:02 AM	A1504-10
...
0006dd4013991538abcf5238806777d02 a4477cd05c5189d198cdc95696f1616	2017/4/1 0	23:59:33 AM	A1504-24

資料來源：本研究整理

調整方式首先以使用者辨識號碼進行分群，將相同使用者的資料放在同一群組，再將每一個具有相同使用者辨識號碼的群組以時間做排序，如表 4.2 所示，不同使用者編號為不同群組。

表 4.2 分組後依照時間排序之信令資料(群組一)

加密後使用者 ID	日期	時間	二級發布區
0006dd4013991538abcf5238806777d0 2a4477cd05c5189d198cdc95696f1616	2017/4/10	00:00:08 AM	A1504-11
0006dd4013991538abcf5238806777d0 2a4477cd05c5189d198cdc95696f1616	2017/4/10	00:00:10 AM	A1504-11
0006dd4013991538abcf5238806777d0 2a4477cd05c5189d198cdc95696f1616	2017/4/10	00:01:15 AM	A1504-12
0006dd4013991538abcf5238806777d0 2a4477cd05c5189d198cdc95696f1616	2017/4/10	00:01:39 AM	A1504-12
...
0006dd4013991538abcf5238806777d0 2a4477cd05c5189d198cdc95696f1616	2017/4/10	23:59:33 AM	A1504-24

資料來源：本研究整理

分組後依照時間排序之信令資料(群組二)

加密後使用者 ID	日期	時間	二級發布區
1277822739402cewbcf524780690d02a 4477cd05c5189d267cdc95696f1639	2017/4/10	00:00:03 AM	A1504-09
1277822739402cewbcf524780690d02a 4477cd05c5189d267cdc95696f1639	2017/4/10	00:00:17 AM	A1504-10
1277822739402cewbcf524780690d02a 4477cd05c5189d267cdc95696f1639	2017/4/10	00:01:02 AM	A1504-10
1277822739402cewbcf524780690d02a 4477cd05c5189d267cdc95696f1639	2017/4/10	00:01:09 AM	A1504-11

...
1277822739402cewbcf524780690d02a 4477cd05c5189d267cdc95696f1639	2017/4/10	23:59:04 AM	A1504-15

資料來源：本研究整理

電信公司所提供信令資料的發生的秒數並不連貫，如表 4.2 中群組一第一筆資料的時間為 00:00:08 秒，第二筆資料的秒數為 00:00:10 秒，具有 2 秒的差距而不是記錄每一秒的資料，因此無法直接選取特定秒數的資料作為該分鐘的代表空間資料。為了找出每分鐘的代表資料，分割欄位中的秒數至新的欄位，得到具有 5 個欄位的資料表，如表 4.3 所示。

再以每分鐘為基準，取出與每分鐘最接近之資料，以代表此分鐘的時間點之時空資料。以表 4.4 為例，最接近 00:01 的前一筆資料為 00:00:10，最接近的後一筆資料為 00:01:15，因此選取最接近的 00:01:15 資料，代表在 00:01 這一分鐘之時空資料。

最後選取使用者辨別號碼、日期、時間與二級發布區，共 4 個欄位產製新的資料表。根據上述方式，可建立每個使用者之每分鐘二級發布區的時空軌跡，表 4.5 為信令資料轉換後的時刻軌跡資料範例。

表 4.3 信令資料切割欄位後的資料格式(群組一)

加密後使用者 ID	日期	時間	秒數	二級發布區
0006dd4013991538abcf52388067 77d02a4477cd05c5189d198cdc95 696f1616	2017/4/10	00:00 AM	08	A1504-11
0006dd4013991538abcf52388067 77d02a4477cd05c5189d198cdc95 696f1616	2017/4/10	00:00 AM	10	A1504-11
0006dd4013991538abcf52388067 77d02a4477cd05c5189d198cdc95 696f1616	2017/4/10	00:01 AM	15	A1504-12
0006dd4013991538abcf52388067 77d02a4477cd05c5189d198cdc95 696f1616	2017/4/10	00:01 AM	39	A1504-12
...
0006dd4013991538abcf52388067 77d02a4477cd05c5189d198cdc95 696f1616	2017/4/10	23:59 AM	33	A1504-24

資料來源：本研究整理

表 4.4 信令資料切割欄位後 00:01 分的資料格式(群組一)

加密後使用者 ID	日期	時間	秒數	二級發布區
0006dd4013991538abcf5238806777d02a4477cd05c5189d198cdc95696f1616	2017/4/1 0	00:00 AM	10	A1504-11
0006dd4013991538abcf5238806777d02a4477cd05c5189d198cdc95696f1616	2017/4/1 0	00:01 AM	00	-
0006dd4013991538abcf5238806777d02a4477cd05c5189d198cdc95696f1616	2017/4/1 0	00:01 AM	15	A1504-12

資料來源：本研究整理

表 4.5 信令資料轉換後的格式範例(群組一)

加密後使用者 ID	日期	時間	二級發布區
0006dd4013991538abcf5238806777d02a4477cd05c5189d198cdc95696f1616	2017/4/1 0	00:0 0	A1504-11
0006dd4013991538abcf5238806777d02a4477cd05c5189d198cdc95696f1616	2017/4/1 0	00:0 1	A1504-11
0006dd4013991538abcf5238806777d02a4477cd05c5189d198cdc95696f1616	2017/4/1 0	00:0 2	A1504-12
0006dd4013991538abcf5238806777d02a4477cd05c5189d198cdc95696f1616	2017/4/1 0	00:0 3	A1504-12
...
0006dd4013991538abcf5238806777d02a4477cd05c5189d198cdc95696f1616	2017/4/1 0	23:5 9	A1504-24

資料來源：本研究整理

透過上述方式所產製的時空軌跡可能存在顯著資料不足的情況。當使用者的手機開機但沒有與基地台產生互動時，例如手機連接 wifi 時，可提供的信令資料筆數會十分稀少、甚至一小時才會有一筆資料。如表 4.6 所示，於 0 時內僅有一筆資料。當資料嚴重不足的情形發生時，將導致後續與運具移動時空軌跡比對的困難。

本研究為減低資料不足的影響，根據電信公司的建議進行有限度的資料填補。填補方式以每一筆信令資料為基準，分別向前與向後最多填補 8 分鐘的資料，填補的資料與基準資料具有相同的二級發布區。填補過程中如果遇到已經具有空間資料的位置，則停止填補的動作。

表 4.7 為信令資料填補前與填補後的對照表，左方為填補前的總理，右方為填補後的資料。若由 00:09 開始填補，在向前填補時，因為最多填補 8 分鐘，故僅能填補至 00:01；而向後填補時，因為 00:15 已具有二級發布區的資料，因此僅填補至 00:14。

表 4.6 信令資料之資料缺漏情形

時間	二級發布區
00:00	
00:01	
00:02	
00:03	
00:04	
00:05	
00:06	
00:07	
00:08	
00:09	
00:10	
...	
00:50	
00:51	A1504-12
00:52	
00:53	

00:54	
00:55	
00:56	
00:57	
00:58	
00:59	

資料來源：本研究整理

表 4.7 信令資料填補前後對照表

時間	填補前之信令資料	填補後之信令資料
	二級發布區	二級發布區
01:00		
01:01		A1504-09
01:02		A1504-09
01:03		A1504-09
01:04		A1504-09
01:05		A1504-09
01:06		A1504-09
01:07		A1504-09
01:08		A1504-09
01:09	A1504-09	A1504-09
01:10		A1504-09
01:11		A1504-09
01:12		A1504-09
01:13		A1504-09
01:14		A1504-09

01:15	A1504-12	A1504-12
01:16		A1504-12
01:17		A1504-12
01:18	A1504-13	A1504-13
01:19	A1504-15	A1504-15
01:20	A1504-14	A1504-14

資料來源：本研究整理

4.2 運具時空移動軌跡產製

為了利用信令資料來判斷使用者是否搭乘公共運輸運具，必須對各類公共運輸運具產製移動的時空軌跡，以供後續比對之用。以下分為公路公共運輸運具時空軌跡、台鐵時空軌跡、與高捷時空軌跡三個小節，分別說明如何產製不同運具的時空軌跡。

4.2.1 公路公共運輸運具時空軌跡

本研究以公共運輸整合資訊流通服務平台(PTX)提供之公車定時資料為基礎來產製公路公共運輸運具（後簡稱公車）的時空軌跡。表 4.8 為由 PTX 即時抓取公車的時空軌跡，其中包含路線編號、車牌號碼、GPS 更新時間、及經緯度等五個欄位。

由於本研究以二級發布區為空間單位，故必須將車輛所在位置的經緯度對應到所在的二級發布區，再以路線編號與車牌號碼進行分群，得到在每一路線中不同班次車輛的時空軌跡。表 4.9 為依據上述方式產製的公車移動時空軌跡範例，其中群組 A 及群組 B 為同路線中不同車輛的群組。

表 4.8 即時抓取公路公共運輸運具時空軌跡格式

路線編號	車牌號碼	GPS 時間	經度	緯度
302	009-FV	2017-08-01T16:00:14+08:00	121.493933 3	24.1820933 3
10501	972-FW	2017-08-01T16:00:14+08:00	121.606213 3	23.97599
302	EAA-285	2017-08-01T16:00:14+08:00	121.503933 3	24.1775233 3

303	EAA-289	2017-08-01T16:00:14+08:00	121.5229067	23.86362
...

資料來源：公共運輸整合資訊流通服務平台與本研究整理

表 4.9 公路公共運輸運具時空軌跡格式(群組 A)

路線編號	車牌號碼	GPS 時間	二級發布區
10501	972-FW	16:00	A1501-17
10501	972-FW	16:01	A1501-18
10501	972-FW	16:02	A1501-18
10501	972-FW	16:03	A1501-19
...

表 4.9 公路公共運輸運具時空軌跡格式(群組 B)

路線編號	車牌號碼	GPS 時間	二級發布區
10501	017-TR	16:01	A1501-17
10501	017-TR	16:02	A1501-17
10501	017-TR	16:03	A1501-18
10501	017-TR	16:04	A1501-19
...

資料來源：公共運輸整合資訊流通服務平台與本研究整理

4.2.2 臺鐵時空軌跡

本研究蒐集 3.3 節提到臺鐵車站資料、時刻班表、與誤點資料等三種類型的資料，並據以建立臺鐵的時空軌跡。這三種資料的格式分別如

表 4.10 至表 4.12 所示。

為取得各車站所在的二級發布區，必須逐一找出車站的地址，再透過內政部統計區分類系統線上轉換程式，將地址轉換為所在的二級發布區，得到車站空間位置如表 4.13，其中包含車站代碼、車站中文名稱、及二級發布區三個欄位。

表 4.10 基礎車站資料格式

車站代碼	城市代碼	車站中文名稱	車站英文名稱
1231	10	大湖	Dahu
1232	10	路竹	Lujhu
1233	10	岡山	Gangshan
1234	10	橋頭	Ciaotou
1235	10	楠梓	Nanzih
1242	10	新左營	na
1236	10	左營	Zuoying
1238	10	高雄	Kaohsiung
1402	10	鳳山	Fongshan
1403	10	後庄	Houjhuang
1404	10	九曲堂	Jiocyutang

資料來源：本研究整理

表 4.11 預定時刻班表

日期	車種	車次	車站代碼	停靠站序	到站時間	離站時間
2017/4/1	區間車	3123	1231	1	08:04:00	08:04:00
2017/4/1	區間車	3123	1232	2	08:08:00	08:08:00
2017/4/1	區間車	3123	1233	3	08:15:00	08:16:00
2017/4/1	區間車	3123	1234	4	08:19:00	08:20:00
2017/4/1	區間車	3123	1235	5	08:24:00	08:25:00
2017/4/1	區間車	3123	1242	6	08:29:00	08:30:00
2017/4/1	區間車	3123	1236	7	08:33:00	08:33:00
2017/4/1	區間車	3123	1238	8	08:41:00	08:44:00
2017/4/1	區間車	3123	1402	9	08:50:00	08:51:00
2017/4/1	區間車	3123	1403	10	08:54:00	08:55:00

1						
2017/4/1	區間車	3123	1404	11	08:58:00	08:59:00
...

資料來源：台鐵預定時刻表與本研究整理

表 4.12 誤點資料

日期	車次	車站中文名稱	延誤分鐘
2017/4/1	333	屏東	3
2017/4/1	3123	鳳山	2
2017/4/1	2052	龍港	3
2017/4/1	401	玉里	4
2017/4/1	4704	大華	3
...

資料來源：台鐵即時動態與本研究整理

表 4.13 基礎車站空間位置資料

車站代碼	車站中文名稱	二級發佈區
1231	大湖	A6424-01
1232	路竹	A6424-15
1233	岡山	A6419-18
1234	橋頭	A6420-01
1235	楠梓	A6404-32
1242	新左營	A6403-07
1236	左營	A6403-36
1238	高雄	A6405-B9
1402	鳳山	A6412-33
1403	後庄	A6414-05
1404	九曲堂	A6415-15

資料來源：本研究整理

為取得每班次的實際到離站時間，將表 4.11 的預定班表與表 4.12 的延誤資料合併，以找出每班次實際的到離站資訊。合併方式為先將表 4.11 預定班表中車站代碼欄位利用表 4.13 中車站代碼對應的車站中文名稱轉

換，再新增一個為二級發布區的欄位，代表此車站所在位置，如表 4.14 所示。

再將表 4.12 延誤資料逐一比對表 4.14 中的日期、車次、車站中文名稱三個欄位，當兩張表的三個欄位皆相符時，將表 4.14 中的到站時間與離站時間加上表 4.12 中的延誤時間，代表延誤後的實際到離站時間。例如表 4.12 中第二筆資料，紀錄為 2017 年 4 月 1 日 3123 車次到鳳山站將延誤 2 分鐘，其中日期、車次、車站中文名稱欄位與表 4.14 中第九筆資料相同，因此將表 4.14 的到離站時間分別加上 2 分鐘，分別為到站時間 08:52 分與離站時間 08:53 分，作為實際到離站時間，如表 4.15 所示。

表 4.14 轉換後預定時刻班表

日期	車種	車次	車站名稱	停靠站序	到站時間	離站時間	二級發布區
2017/4/1	區間車	3123	大湖	1	08:04	08:04	A6424-01
2017/4/1	區間車	3123	路竹	2	08:08	08:08	A6424-15
2017/4/1	區間車	3123	岡山	3	08:15	08:16	A6419-18
2017/4/1	區間車	3123	橋頭	4	08:19	08:20	A6420-01
2017/4/1	區間車	3123	楠梓	5	08:24	08:25	A6404-32
2017/4/1	區間車	3123	新左營	6	08:29	08:30	A6403-07
2017/4/1	區間車	3123	左營	7	08:33	08:33	A6403-36
2017/4/1	區間車	3123	高雄	8	08:41	08:44	A6405-B9
2017/4/1	區間車	3123	鳳山	9	08:50	08:51	A6412-33
2017/4/1	區間車	3123	後庄	10	08:54	08:55	A6414-05
2017/4/1	區間車	3123	九曲堂	11	08:58	08:59	A6415-15
...

資料來源：台鐵預定時刻表與本研究整理

表 4.15 台鐵實際到離站資料表

日期	班次	到站時間	離站時間	二級發布區
2017/4/1	3123	08:04	08:04	A6424-01
2017/4/1	3123	08:08	08:08	A6424-15
2017/4/1	3123	08:15	08:16	A6419-18
2017/4/1	3123	08:19	08:20	A6420-01

2017/4/1	3123	08:24	08:25	A6404-32
2017/4/1	3123	08:29	08:30	A6403-07
2017/4/1	3123	08:33	08:33	A6403-36
2017/4/1	3123	08:41	08:44	A6405-B9
2017/4/1	3123	08:52	08:53	A6412-33
...

資料來源：本研究整理

4.2.3 高捷時空軌跡

高雄捷運公司可提供高雄捷運各班次的實際到離站時間資料表，如表 4.16。為取得各車站所在的二級發布區，必須針對表 4.17 中的每一個車站，逐一找出其地址，再將地址轉換為所在二級發布區，得到捷運車站空間位置如表 4.18 所示。

表 4.16 高雄捷運資料表

車次編號	車站編號	車站代碼	實際到站日期	實際到站時間	實際離站日期	實際離站時間
536104	102	R04	2017/04/01	01:35:20	2017/04/01	01:36:29
536104	103	R04A	2017/04/01	01:38:40	2017/04/01	01:39:12
536104	104	R05	2017/04/01	01:40:35	2017/04/01	01:41:26
536104	105	R6	2017/04/01	01:42:02	2017/04/01	01:43:12
536104	106	R7	2017/04/01	01:44:24	2017/04/01	01:45:26
...

資料來源：高雄捷運公司

為取得捷運每班次的時空軌跡，將表 4.16 中的車站代碼轉換為中文站名，再新增一個二級發布區的欄位，代表各車站所在位置。再選取車站編號、中文站名、實際到站日期、實際到站時間、實際離站時間與二級發布區，作為捷運運行的時空軌跡，如表 4.19 所示。

表 4.17 高雄捷運紅線車站編號對應車站代碼表

車站編號	車站代碼	中文站名
101	R3	小港
102	R4	高雄國際機場
103	R4A	草衙
104	R5	前鎮高中
105	R6	凱旋
106	R7	獅甲
107	R8	三多商圈
108	R9	中央公園
109	R10	美麗島
110	R11	高雄車站
111	R12	後驛
112	R13	凹子底
113	R14	巨蛋
114	R15	生態園區
115	R16	左營
116	R17	世運
117	R18	油廠國小
118	R19	楠梓加工區
119	R20	後勁
120	R21	都會公園
121	R22	青埔
122	R22A	橋頭糖廠
123	R23	橋頭火車站
124	R24	南岡山

資料來源：本研究整理

表 4.18 高雄捷運紅線車站空間位置資料

車站編號	車站代碼	中文站名	二級發布區
101	R3	小港	A6411-53
102	R4	高雄國際機場	A6411-14
103	R4A	草衙	A6409-89
104	R5	前鎮高中	A6409-72
105	R6	凱旋	A6409-72
106	R7	獅甲	A6409-55
107	R8	三多商圈	A6409-11
108	R9	中央公園	A6407-10
109	R10	美麗島	A6406-14

110	R11	高雄車站	A6405-C9
111	R12	後驛	A6405-60
112	R13	凹子底	A6402-27
113	R14	巨蛋	A6403-66
114	R15	生態園區	A6403-38
115	R16	左營	A6403-07
116	R17	世運	A6404-81
117	R18	油廠國小	A6404-74
118	R19	楠梓加工區	A6404-52
119	R20	後勁	A6404-22
120	R21	都會公園	A6404-27
121	R22	青埔	A6420-08
122	R22A	橋頭糖廠	A6420-08
123	R23	橋頭火車站	A6420-01
124	R24	南岡山	A6419-47

資料來源：本研究整理

表 4.19 高雄捷運時空軌跡

車站編號	中文站名	實際到站日期	實際到站時間	實際離站時間	二級發布區
102	小港	2017/04/01	01:35:20	01:36:29	A6411-53
103	高雄國際機場	2017/04/01	01:38:40	01:39:12	A6411-14
104	草衙	2017/04/01	01:40:35	01:41:26	A6409-89
105	前鎮高中	2017/04/01	01:42:02	01:43:12	A6409-72
106	凱旋	2017/04/01	01:44:24	01:45:26	A6409-72
...

資料來源：本研究整理

為統一時間單位為分鐘，須將時間單位進行調整。調整方式為針對時間欄位，直接捨去秒數，以分鐘作為基礎，代表該筆資料之時間點，如表 4.20 所示。

表 4.20 調整後高雄捷運時空軌跡

車站編號	中文站名	實際到站日期	實際到站時間	實際離站時間	二級發布區
102	小港	2017/04/01	01:35	01:36	A6411-53
103	高雄國際機場	2017/04/01	01:38	01:39	A6411-14
104	草衙	2017/04/01	01:40	01:41	A6409-89
105	前鎮高中	2017/04/01	01:42	01:43	A6409-72

106	凱旋	2017/04/01	01:44	01:45	A6409-72
...

資料來源：本研究整理

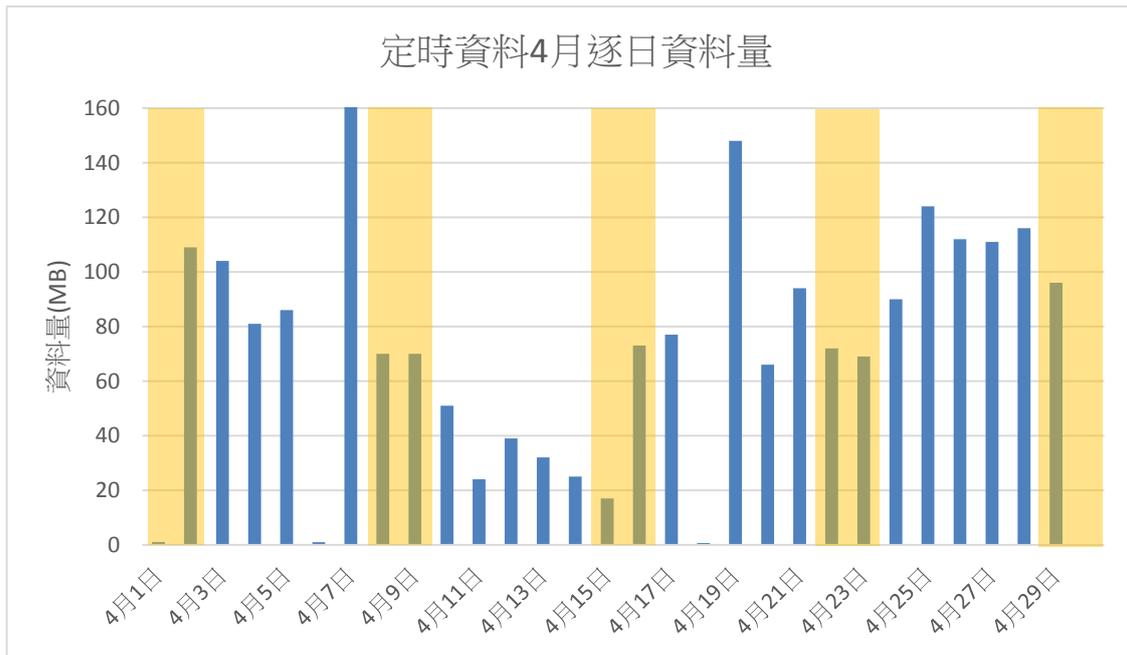
4.2.4 運具時空軌跡資料品質

本研究之公車定時資料是由 PTX 提供，表 4.21 為高雄 4 月逐日的資料量，單位皆為 MB。每日的平均資料量為 70MB，但每天的資料量有相當大的差異，如 4 月 1 日、6 日、18 日及 30 日的資料皆僅有 1MB 的數量，而 4 月 2、3 日及 7 日等卻有 100MB 以上的資料量。將逐日資料繪製成圖 4-1，黃底（陰影）的部分代表假日，圖中可看出兩個現象，第一為假日的資料量普遍少於平日的資料量。第二為在每次蒐集資料量稀少的隔天，都會產生新的資料量高峰，且這兩天並不具有假日及平日的差異。因此，本研究認為可能發生資料缺漏或是資料日期誤植的情形，因為在隔日且皆為平日或皆為假日的狀況下，資料量波動的情形應該會較穩定。

表 4.21 高雄公路公共運輸運具逐日資料量(4 月)

日期	資料量(MB)	日期	資料量(MB)	日期	資料量(MB)
04/01	1	04/11	24	04/21	94
04/02	109	04/12	39	04/22	72
04/03	104	04/13	32	04/23	69
04/04	81	04/14	25	04/24	90
04/05	86	04/15	17	04/25	124
04/06	0.98	04/16	73	04/26	112
04/07	165	04/17	77	04/27	111
04/08	70	04/18	0.69	04/28	116
04/09	70	04/19	148	04/29	95
04/10	51	04/20	66	04/30	0.00008

資料來源：本研究整理



資料來源：本研究整理與繪製

圖 4-1 高雄公路公共運輸運具逐日資料量(4月)

4.3 旅次切割邏輯

本研究以 4.1 節填補後代表每一使用者旅次鏈的信令資料為基礎，根據停留時間的大小進行旅次的切割。由於大多數公車的平均班距為 40 分鐘以內，代表民眾平均等候時間小於 20 分鐘。此外，高雄捷運的平均班距為 6 分鐘，臺鐵區間車的班距則為 30 分鐘。總和上述，若當民眾於同一位置停留時間超過 20 分鐘，代表其行為可能不是在等候車輛，可作為旅次的切割點。

當民眾於相同位置停留至少 20 分鐘，視為一個停留區間，而每個停留區間的前後分別銜接不同的旅次，代表開始停留點及最後停留點分別視為不同旅次的迄點與起點。

圖 4-2 為旅次切割示意圖，A 點與 D 點為旅次鏈的起迄點，其中從 B 點至 C 點的位置均沒有改變，且停留時間大於 20 分鐘，則將 B-C 視為一個停留區間。因此共可切割出 2 段旅次，分別為 A 點至 B 點、C 點至 D 點。

表 4.22 為信令資料之時空軌跡，得到旅次鏈的起迄點為 21:00 的 A6420-15 及 21:59 的 A6403-07，其中 21:21 至 21:42 間的位置均為 A6420-01，且時間大於 20 分鐘，如表中紅色框線所示。因此共可切割出 2 段旅次，分別為 21:00 至 21:21、21:42 至 21:59，由 A6420-15 至 A6420-01、A6420-01 至 A6403-07。

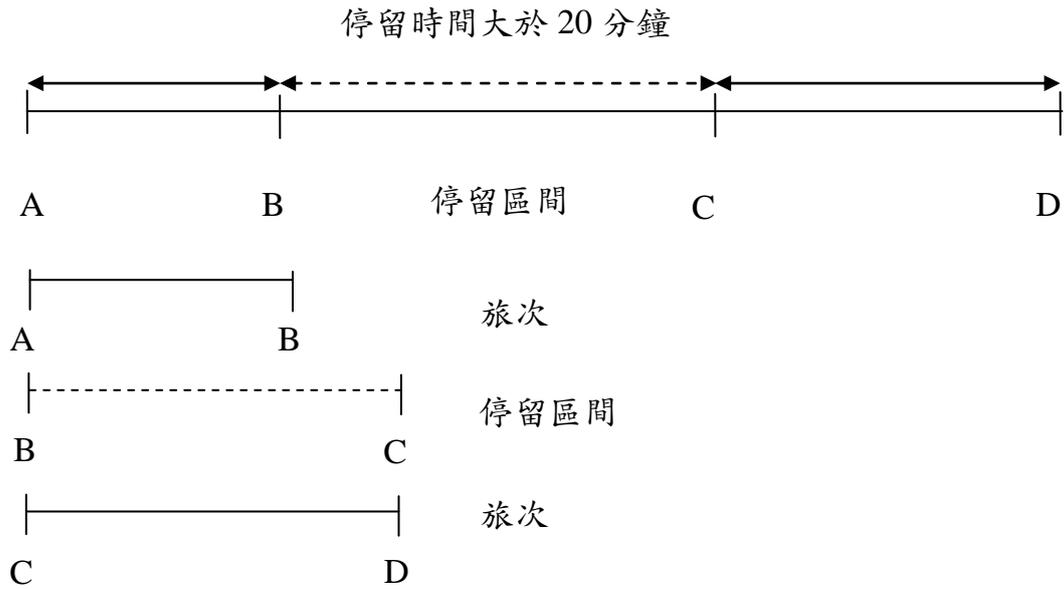


圖 4-2 旅次切割示意圖

表 4.22 信令資料之旅次切割

時間	二級發布區	時間	二級發布區
21:00	A6403-15	21:21	A6420-01
21:01	A6403-13	21:22	A6420-01
21:02	-
21:03	A6403-07	21:42	A6420-01
21:04	A6403-05	21:43	-
21:05	A6403-03	21:44	-
21:06	A6420-03	21:45	A6420-08
21:07	A6420-08	21:46	A6420-08
21:08	A6420-01	21:47	A6420-08
21:09	A6420-08	21:48	A6404-08
21:10	A6420-08	21:49	A6404-21
21:11	A6404-33	21:50	A6404-32

21:12	A6404-27	21:51	A6404-47
21:13	A6404-27	21:52	A6404-38
21:14	A6404-73	21:53	A6404-52
21:15	A6417-07	21:54	A6404-52
21:16	A6403-07	21:55	A6404-81
21:17	A6403-07	21:56	A6404-81
21:18	A6403-07	21:57	A6404-81
21:19	A6403-07	21:58	A6403-09
21:20	A6403-17	21:59	A6403-07

資料來源：本研究整理

4.4 公路公共運輸運具判斷邏輯

此節說明本研究所提出的公路公共運輸運具判斷邏輯，以推估民眾搭乘公路公共運輸運具之起迄矩陣。本研究採用之方式為比對每旅次的時空軌跡與公車之時空軌跡，根據這兩個時空軌跡的相似度來判斷該旅次是否公車旅次。

4.4.1 公車判斷邏輯流程

圖 4-3 為公車運具判斷邏輯的流程圖，詳細步驟如下說明：

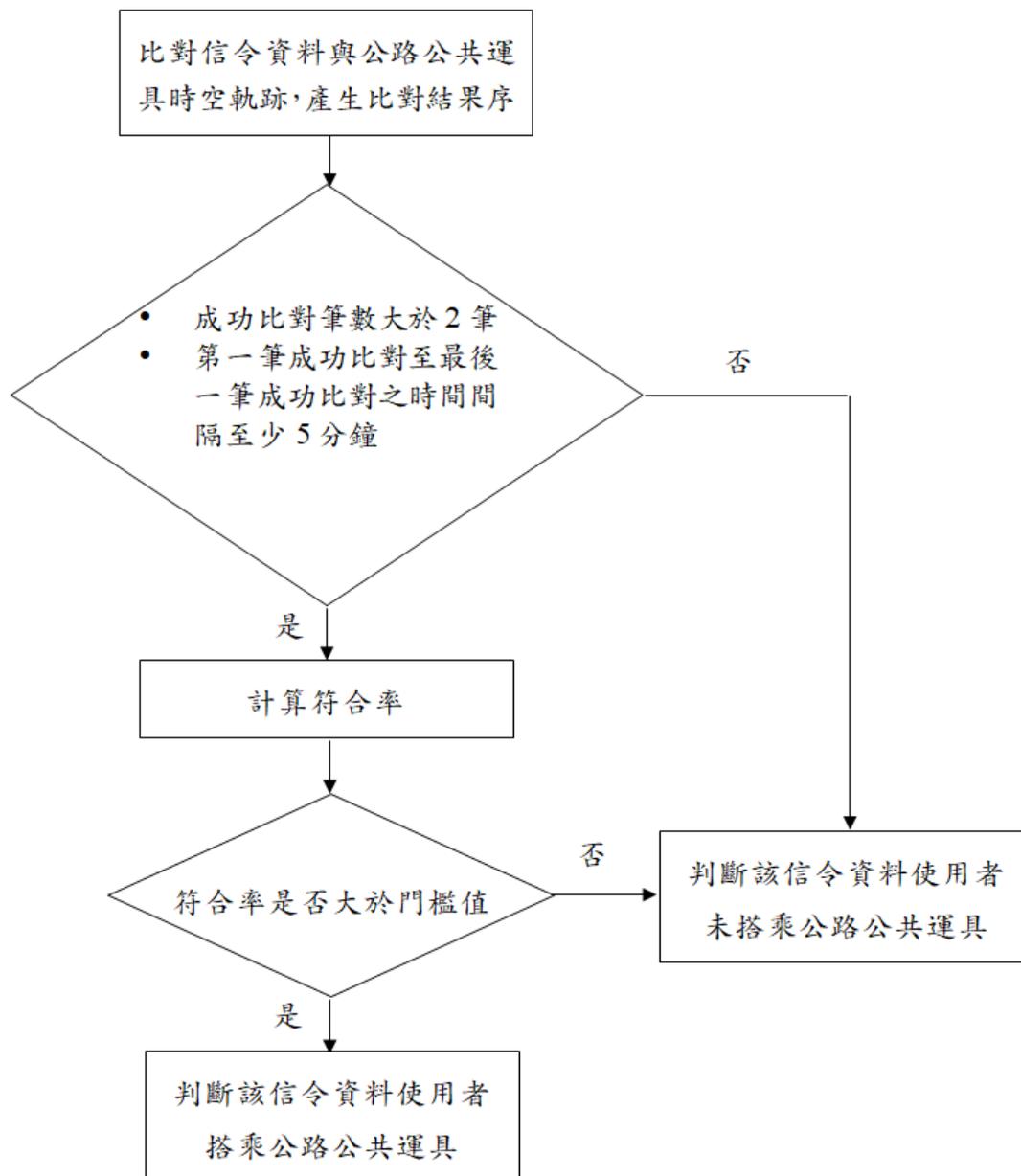


圖 4-3 公路公共運輸運具比對流程圖

- (1) 將旅次逐一取出，分別比對同一時間之公車時空軌跡。依據時間單位逐時比對二級發布區，當同一時間兩者位在相同位置視為比對成功，記錄為 T；若位於不同位置則以 F 記錄，依序產出比對結果，如表 4.23 所示，簡稱為比對序列。

因為信令資料具有信號飄移的現象，可能會導致比對判斷錯誤的問題，如信令資料的信號飄移至 B 二級發布區，但實際卻在 A 二級發布區，因此在比對公路公共運輸運具時，會被視為比對失敗，而實際應為比對成功的現象。

本研究採用兩種不同的比對規則，一為必須落在同一發佈區才視為比對成功的精準比對；另一為在合理範圍內接受落於不同發佈區的空間比對，以降低信號飄移現象，稱為模糊比對。

- i. 精準比對：同一時間兩者位在相同二級發布區才視為比對成功，記錄為 T，否則記錄為 F，如表 4.23 中精準比對欄位所示。
- ii. 模糊比對：同一時間兩者位在相同或相鄰的二級發布區，且距離在合理範圍的門檻內，則視為比對成功，記錄為 T，否則紀錄為 F，如表 4.23 中模糊比對欄位所示。本研究後續分別測試 300 公尺、500 公尺、800 公尺三種不同的門檻值，以探討其效果。

表 4.23 信令資料與公路公共運具時空軌跡比對範例

時間	信令資料 二級發布區	汽車客運資料 二級發布區	判斷是否成功比對	
			精準比對	模糊比對
21:00	A6403-15	A6403-17	F	T
21:01	A6403-13	A6403-13	T	T
21:02	-	A6403-10	-	-
21:03	A6403-07	A6403-07	T	T
21:04	A6403-05	A6403-07	F	F
21:05	A6403-03	A6403-03	T	T
21:06	A6420-03	A6403-05	F	F
21:07	A6420-08	A6403-01	F	F
21:08	A6420-01	A6403-10	F	F
21:09	A6420-08	A6403-25	F	F
21:10	A6420-08	A6403-25	F	F
21:11	A6404-33	A6403-38	F	F
21:12	A6404-27	A6420-01	F	F
21:13	A6404-27	A6420-07	F	F
21:14	A6404-73	A6403-10	F	F
21:15	A6417-07	A6403-10	F	F
21:16	A6403-07	A6403-17	F	F
21:17	A6403-07	-	-	-
21:18	A6403-07	A6420-03	F	F
21:19	A6403-07	A6420-05	F	F
21:20	A6403-17	A6420-05	F	F
21:21	A6420-01	A6403-17	F	F

資料來源：本研究整理

- (2) 將比對序列取出，進行兩項篩選。第一項篩選標準為此序列中是否具有兩筆以上的成功比對；第二項篩選標準為在具有至少兩筆以上成功

比對的序列中，第一筆成功比對至最後一筆成功比對的時間間隔是否大於 5 分鐘。

- i. 是否具有兩筆以上的成功比對：若具有兩筆比對成功，才可視為可能有上下車的行為。
 - ii. 最早與最晚成功比對之時間間隔大於 5 分鐘：此部分假設每位乘客每次搭乘公車至少搭乘 5 分鐘。
- (3) 針對上述達到標準的序列，計算成功比對的比例，視為符合率。亦即計算第一筆成功比對至最後一筆成功比對中，成功比對次數占總比對次數的比例。例如根據表 4.23 中精準比對的比對結果，可以得到第一筆成功比對至最後一筆成功比對的時間為 21:01 至 21:05，如表 4.24 紅色部分，其中包含 3 個 T 與 1 個 F，代表符合率為 75%。

表 4.24 計算公路公共運輸運具符合率之比對序列

時間	判斷是否搭乘公路公共運具
21:00	F
21:01	T
21:02	-
21:03	T
21:04	F
21:05	T
21:06	F
21:07	F
21:08	F
21:09	F
21:10	F
21:11	F
21:12	F
21:13	F
21:14	F
21:15	F
21:16	F
21:17	-
21:18	F
21:19	F
21:20	F
21:21	F

資料來源：本研究整理

- (4) 若符合率大於門檻值，則判斷在此時段內搭乘公車；若低於門檻值則否。其中門檻值為可校估參數，可根據實測資料，取出介於公車與非公車符合率之間的數值，本章會在實測分析中說明如何校估此參數。

4.5 軌道運輸運具判斷邏輯

4.5.1 台鐵判斷邏輯原則

本研究所提出之台鐵判斷邏輯，為比對信令資料與每班次台鐵之逐時位置，將兩個時空軌跡互相比對以判斷該信令資料使用者是否搭乘台鐵。圖 4-4 為台鐵判斷邏輯的流程圖，如同公車的判斷方式，也採用精準比對與模糊比對兩種方式。

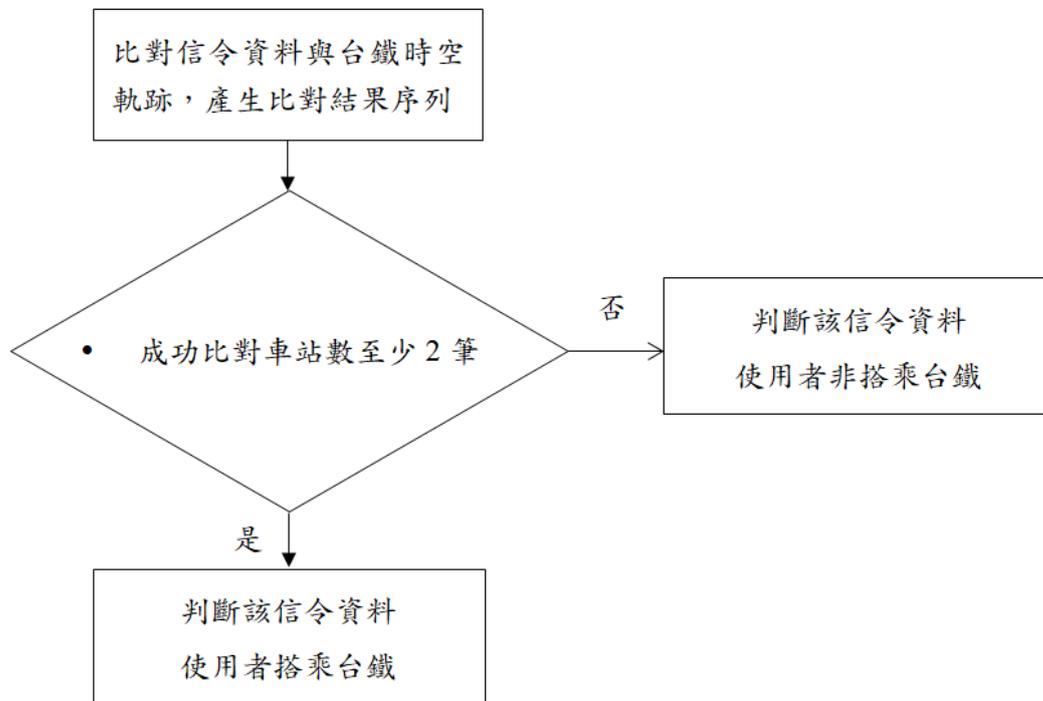


圖 4-4 台鐵比對流程圖

- (1) 將旅次逐一取出，分別比對同一時間台鐵的時空軌跡，逐時比對二級發布區是否相同，當同一時間兩者位在相同位置視為比對成功，記錄為T；否則紀錄為F，比對的結果可如表 4.25 所示卡，簡稱為比對序列。

表 4.25 信令資料與台鐵時空軌跡比對範例

時間	信令資料 二級發布區	台鐵資料 二級發布區	判斷是否成功比對	
			精準比對	模糊比對
21:00	A6403-15	A6424-15	F	F
21:01	A6403-13	A6424-15	F	F
21:02	-	-	-	-
21:03	A6403-07	A6419-18	F	F
21:04	A6403-05	A6419-18	F	F
21:05	A6403-03	A6419-18	F	F
21:06	A6420-03	A6419-18	F	F
21:07	A6420-08	A6420-01	F	T
21:08	A6420-01	A6420-01	T	T
21:09	A6420-08	A6420-01	F	T
21:10	A6420-08	A6420-01	F	T
21:11	A6404-33	-	-	-
21:12	A6404-27	A6404-32	F	T
21:13	A6404-27	A6404-32	F	F
21:14	A6404-73	A6404-32	F	F
21:15	A6417-07	A6404-32	F	F
21:16	A6403-07	-	-	-
21:17	A6403-07	A6403-07	T	T
21:18	A6403-07	A6403-07	T	T
21:19	A6403-07	A6403-07	T	T
21:20	A6403-17	A6403-07	F	T
21:21	A6420-01	A6403-07	F	F

資料來源：本研究整理

(2) 針對產生的比對序列，若符合的筆數大於 2 筆，且包含至少兩座不同的車站，則代表此為搭乘台鐵的旅次。

4.5.2 捷運判斷邏輯原則

本研究之捷運判斷邏輯，判斷方式與公路公共運輸運具的判斷邏輯相同，均為比對兩者之時空軌跡，以判斷該旅次是否搭乘捷運，因此就不再重複描述。

4.6 時空旅運起迄表格產製

本研究以信令資料產製旅次時空軌跡，配合運具選擇判斷的結果，可產製相關旅次起迄表（OD Table），以作為後續分析之基礎。本研究所產製的改良式旅次起迄矩陣為以出發時間為基礎的旅次起迄矩陣。表 4.26 為改良式旅次起迄矩陣之範例，預計每一小時產製一個，共 24 張表。在此矩陣中，A、B、C、D... 為在某時段中（如 8:00 - 9:00）間出發的起點，甲、乙、丙、丁、戊為從起點出發，可以在 2 小時內抵達的迄點，亦即若無法於 2 小時內抵達的迄點將不列入此表中。如表 4.26 所示，若在上八點至九點間從 A 點出發，則有 200 個旅次可以在 2 小時內抵達甲點。

表 4.26 以出發時間為基礎之改良式矩陣

8:00 - 9:00	甲	乙	丙	丁	戊
A	200	150	240	105	40
B					
C					
D					
...					

資料來源：本研究整理

根據旅次切割的結果，可產製不分運具的旅次起迄矩陣。再根據運具判斷邏輯，根據運具的不同，可分別產製不同運具之旅次起迄矩陣，本研究可以產生總旅次起迄、公路公共運輸運具旅次起迄（簡稱公車旅次起迄）、軌道運具旅次起迄、以及非公共運輸旅次等四種矩陣。

延續 4.3 節的旅次切割範例，在 21:00 至 21:59 間，供有兩個旅次，分別為 21:00 至 21:21、21:42 至 21:59，由 A6420-03 至 A6420-01 與 A6420-01 至 A6403-07。因此將上述兩個旅次分別記錄於 21:00-22:00 的總旅次起迄表中，如表 4.27 所示。

表 4.27 總旅次起迄矩陣範例

21:00 - 22:00	A6420-01	A6420-03	...	A6403-07
A6420-01	-			1
A6420-03	1	-		
...			-	
A6403-07				-

資料來源：本研究整理

再利用 4.4 及 4.5 節的運具判斷邏輯，產生判斷結果的範例，如表 4.28 所示。根據判斷結果，在兩個旅次中(21:00 至 21:21、21:42 至 21:59)，分別於 21:01 至 21:05 判斷為搭乘公車(由 A6403-13 至 A6403-03)、21:07 至 21:21 搭乘台鐵(由 A6420-01 至 A6403-07)與 21:45 至 21:59 搭乘捷運(由 A6420-08 至 A6403-07)。因此將判斷為搭乘公車的旅次(時間段為 21:01 至 21:05，由 A6403-13 至 A6403-03)放入 21:00-22:00 的公車旅次起迄矩陣中，如表 4.29 所示。而判斷搭乘台鐵及捷運的旅次(時間段為 21:07 至 21:21、21:45 至 21:59，由 A6420-01 至 A6403-07、由 A6420-08 至 A6403-07)，一同放入 21:00-22:00 的軌道運具旅次起迄矩陣，如表 4.30 所示。

其中，每段運具旅次按照旅次起點的時間，依序放入 24 張分時的表中。如上述範例，得到判斷為搭乘公路公共運輸運具與軌道運具的旅次之起點時間皆在 21:00 至 21:59 之間，因此分別放入時間為 21:00 的不同運具起迄矩陣。

表 4.28 運具判斷結果範例

移動狀態旅次 21:00 至 21:21		移動狀態旅次 21:42 至 21:59	
時間	判斷結果	時間	判斷結果
21:00	-	21:42	-
21:01	搭乘公路公共運具	21:43	-
21:02	搭乘公路公共運具	21:44	-
21:03	搭乘公路公共運具	21:45	搭乘捷運
21:04	搭乘公路公共運具	21:46	搭乘捷運
21:05	搭乘公路公共運具	21:47	搭乘捷運

21:06	-	21:48	搭乘捷運
21:07	搭乘台鐵	21:49	搭乘捷運
21:08	搭乘台鐵	21:50	搭乘捷運
21:09	搭乘台鐵	21:51	搭乘捷運
21:10	搭乘台鐵	21:52	搭乘捷運
21:11	搭乘台鐵	21:53	搭乘捷運
21:12	搭乘台鐵	21:54	搭乘捷運
21:13	搭乘台鐵	21:55	搭乘捷運
21:14	搭乘台鐵	21:56	搭乘捷運
21:15	搭乘台鐵	21:57	搭乘捷運
21:16	搭乘台鐵	21:58	搭乘捷運
21:17	搭乘台鐵	21:59	搭乘捷運
21:18	搭乘台鐵		
21:19	搭乘台鐵		
21:20	搭乘台鐵		
21:21	搭乘台鐵		

資料來源：本研究整理

表 4.29 公路公共運輸運具起迄矩陣範例

21:00 - 22:00	A6403-03	A6403-13	...	A6420-01
A6403-03	-	1		
A6403-13		-		
...			-	
A6420-01				-

資料來源：本研究整理

表 4.30 軌道運具起迄矩陣範例

21:00 - 22:00	A6403-07	A6420-01	...	A6420-08
A6403-07	-			
A6420-01	1	-		1
...			-	
A6420-08	1			-

資料來源：本研究整理

分別得到公車與軌道運具之起迄矩陣後，將表 4.28 中未被判斷為搭乘公車或軌道運具的旅次，例如：21:00 至 21:01(由 A6403-15 至 A6403-12)、21:05 至 21:07(由 A6403-03 至 A6420-08)與 21:42 至 21:59(由 A6420-01 至 A6403-07)，記錄於非公共運輸的旅次起迄矩陣中，如表 4.31 所示。

表 4.31 非公路公共運輸運具及軌道運具的旅次起迄矩陣範例

21:00 - 22:00	A6403-03	A6403-07	A6403-12	A6403-15	A6420-01	...	A6420-08
A6403-03	-						1
A6403-07		-					
A6403-12			-				
A6403-15			1	-			
A6420-01		1			-		
...						-	
A6420-08							-

資料來源：本研究整理

4.7 觀光旅運起迄表產製

近年來，在政府政策推動與產業界的努力下，觀光產業已成為國家與地方經濟發展的重點之一。隨著觀光產業蓬勃發展，週休或連續假期的大量觀光旅次經常造成交通系統的龐大負荷與擁塞，影響民眾旅遊品質與意願。為了改善觀光旅運需求對交通系統的影響，了解民眾的觀光旅運起迄需求是相當重要的課題。本小節說明如何利用手機信令資料產製觀光旅運起迄表之邏輯與測試結果。

4.7.1 觀光旅運起迄表格式

觀光旅運起迄表主要記錄觀光旅次在景點間的移動行為。本研究以每小時為單位，分別產製觀光旅運起迄表格。假設共有 N 個景點，表格之格

式如表 4.32 所示，表示在 t 這一小時內，從某個景點到另一個景點的觀光旅運需求量。例如從景點區 2 至景點區 1 在這一小時內有 8 個旅次。為了與其他非觀光旅次作區別，本研究定義觀光旅次在每個景點停留時間至少半小時以上，且不超過四小時。

表 4.32 觀光旅運起迄表範例

時間分區 t	景點區 1	景點區 2	...	景點區 N
景點區 1	0	1	...	9
景點區 2	8	9	...	1
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
景點區 N	2	13	...	0

資料來源：本研究整理

4.7.2 觀光旅運起迄表產製邏輯與流程

本研究所提出之觀光旅運起迄表產製邏輯如圖 4-5 所示，主要之概念為分析每個使用者拜訪之景點順序，並依此產製觀光旅運起迄表，流程之各步驟分別說明如下。

(1) 建立各景點區與其所在之二級發布區間之對應關係

每筆信令資料紀錄該使用者所在二級發布區，為了產製觀光旅運起迄表，必須先建立各景點區與其所在之二級發布區間之對應關係。

(2) 判斷每個使用者所經過的每個二級發布區是否為其拜訪景點

針對每個使用者在分析時段內(9:00~22:00)所經過的每個二級發布區，首先判斷其是否為景點。如果是景點區，接著判斷該在該景點的停留時間是否符合設定的門檻值，也就是停留時間大於 30 分鐘，且少於 4 小時。如果滿足這兩個條件，則將此景點依序加入該使用者所拜訪之景點。

(3) 根據每個使用者的景點拜訪順序建立分時觀光旅運 OD 表

根據所有使用者的景點拜訪順序，即可建立分時觀光旅運起迄表。此分時觀光旅運起迄表經過處理後，可以產出每小時各景點的拜訪人數，可作為評估計算各景點區每日不同時段之平均造訪人數的基礎，也可以計算出每名遊客於各景點的停留時間，並依景點統計平均停留時間。

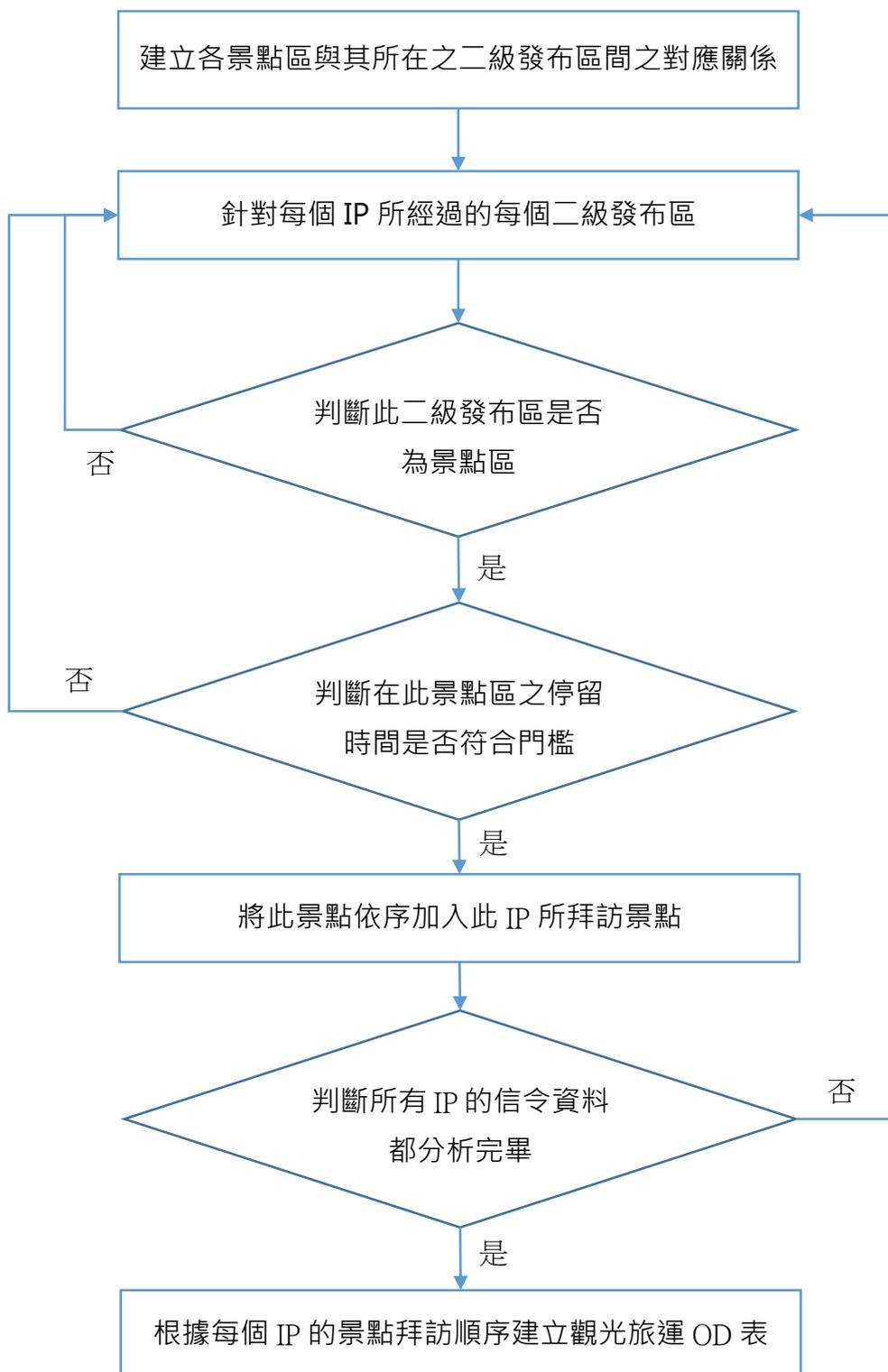


圖 4-5 觀光旅運起迄表產製流程圖

4.7.3 觀光旅運起迄表產製範例

本研究參考高雄市觀光局的開放資料選出主要景點，利用上述之邏輯產製高雄市主要景點之觀光旅運起迄表。

由於距離相近的觀光景點可能位於相同的二級發布區內，同時也考慮信令資料漂移的可能，因此共建立了 22 個景點區，如表 4.33 所示。將同一發布區的景點與其他鄰近景點劃分至同一個景點區，若有景點橫跨兩個發布區以上(如：打狗英國領事館園區、旗津風景區等)，也同樣歸為同一景點區，以利後續觀光旅次研究分析。

表 4.33 高雄市景點區列表

編號	景點區	編號	景點區	編號	景點區
1	月世界	9	愛河 音樂館	17	蓮池潭
2	市立美術館	10	高雄市文化中心	18	寶來溫泉 不老溫泉區
3	打狗英國領事館園區 壽山動物園 忠烈祠	11	國立科學工藝博物館	19	六合夜市
4	義大世界、佛光山	12	國家體育場	20	瑞豐夜市
5	金獅湖風景區	13	旗山孔廟	21	三多商圈
6	紅毛港文化園區	14	旗津風景區 陽明高雄海洋探索館	22	新崛江商圈
7	美濃客家文物館	15	駁二藝術特區		
8	茂林遊憩區	16	澄清湖		

資料來源：本研究整理

本研究應用 4.7.2 小節所述之邏輯，選擇 106 年 4 月 16 日(星期日)之信令資料做為測試資料，產製高雄市 22 個主要景點區間在 9:00~22:00 間之觀光旅運起迄表，可得到當天 13 個分時觀光旅運起迄表。表 4.34 顯示 4 月 16 日 13:00-14:00 之觀光旅運起迄表。根據這 13 個分時觀光旅運起迄表，可以整理得到 4 月 16 日當天各個景點每小時的拜訪人數(如表 4.35 所示)，以及各個景點遊客平均停留時間(如表 4.36 所示)。上述資料，乃是利用中華電信高雄市的信令資料計算所得，尚未經過市佔率的放大。

表 4.34 觀光旅運起迄表(4月16號 13:00-14:00)

景點	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	0	0	2	9	1	0	1	0	0	1	0	0	0	7	0	2	0	0	0	0	7	2
2	1	0	6	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3	0	2	7	0	5	2	9	7
3	1	4	0	9	0	0	0	0	0	0	0	6	0	454	22	1	12	0	29	2	17	24
4	23	2	10	0	5	0	12	0	0	0	2	2	0	8	3	11	11	0	24	2	10	4
5	1	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	8	4	1	1	2	1	1
6	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	1	0
7	6	1	1	6	1	0	0	1	0	0	0	1	0	2	0	3	1	4	0	0	2	2
8	1	0	0	3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	1
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	1	3	1	0	0	0	0	0	0	3	0	0	2	0	0	0	0	3	0	7	2
11	0	0	2	2	3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	7	0	1	2	1	4	6
12	0	1	15	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	1	35	0	3	2	2	2
13	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
14	3	3	475	3	4	28	0	0	0	0	0	3	0	0	6	4	6	0	15	2	16	6
15	1	0	27	1	0	0	0	0	0	3	0	0	0	5	0	0	2	0	7	1	6	8
16	4	4	5	9	6	0	1	1	0	1	8	0	1	5	4	0	5	0	2	3	13	8
17	1	9	9	8	5	0	0	0	0	1	1	32	0	8	8	5	0	0	4	5	17	14
18	1	1	1	2	0	0	0	5	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	2	0
19	1	3	5	1	4	0	0	0	0	1	3	3	0	3	2	3	2	0	0	5	28	63
20	0	1	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	1	6	0	1	0	4	0
21	2	6	22	6	3	0	1	0	0	8	1	2	0	15	7	7	9	0	22	2	0	156
22	1	6	12	3	6	0	0	0	0	7	4	4	0	7	1	10	7	0	79	5	93	0

表 4.35 各景點區拜訪人數統計表(106 年 4 月 16 日)

	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00
1	417	567	768	868	761	636	538	593	713	730	489	384	182
2	196	292	301	279	244	283	307	296	430	376	312	325	297
3	782	1132	1302	1056	990	1027	1087	1373	1682	1721	1144	917	648
4	743	1047	1407	1574	1662	1717	1786	1567	1370	1238	1024	1030	1052
5	102	190	231	214	220	236	262	250	263	222	235	298	309
6	37	56	63	57	36	35	57	68	61	67	68	49	46
7	132	189	230	297	247	221	235	208	210	154	98	94	74
8	189	265	294	165	198	178	166	129	58	30	8	4	2
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	65	104	147	171	208	437	473	543	287	284	204	220	172
11	122	197	255	329	291	347	252	267	267	315	355	347	349
12	335	376	330	272	282	256	275	331	345	335	393	554	641
13	71	89	92	104	107	113	66	76	72	74	78	70	69
14	919	1099	1213	1324	1377	1316	1330	1513	1862	1959	1355	852	550
15	129	209	250	261	274	275	351	425	489	429	178	151	110
16	1423	1791	1817	1443	1096	1109	1167	1370	1508	1317	1121	1273	1254
17	772	1022	1135	1067	961	902	802	989	1109	1112	1237	1122	927
18	187	253	292	265	264	283	263	251	143	122	121	107	94
19	380	505	601	698	712	820	827	855	812	827	1058	1206	1160
20	53	75	118	160	178	267	349	266	267	396	667	804	716
21	714	1024	1594	2110	2491	2722	2773	2550	2655	2813	2990	2835	2385
22	472	667	883	1206	1437	1705	1825	1866	1967	2057	2292	2297	1878

表 4.36 各景點區遊客平均停留時間(民國民國 106 年 4 月 16 日)

景點	平均停留時間 (分鐘)	景點	平均停留時間 (分鐘)	景點	平均停留時間 (分鐘)
1	120	9	0	17	108
2	108	10	110	18	124
3	110	11	122	19	130
4	130	12	111	20	103
5	125	13	112	21	127
6	121	14	114	22	120
7	110	15	100		
8	142	16	118		

4.8 運具判斷實測分析

4.8.1 運具判斷實測目的

本研究係以花蓮縣與高雄市為研究場域，實測分析有以下 2 部分：(1) 花蓮測試分析、與(2)高雄測試分析。花蓮測試是以公路公共運輸運具為主要的測試對象，目的是為了測試本研究提出的運具判斷邏輯，是否能正確判斷公車與非公車運具；而高雄測試是以跨運具之轉乘為主要測試對象，運具包含市區公車、捷運、台鐵、輕軌、與私人運具，目的是為了測試本研究提出的運具判斷邏輯在有轉乘行為的情形下，是否能正確判斷出公共運輸運具與非公共運輸運具。

實測分析的方式為由測試人員攜帶手機，分別搭乘公共運具以及私人運具（計程車）或是不同運具的組合。再請電信公司取出測試門號的信令資料，以本研究所提出的運具判斷邏輯加以實測，探討是否可以正確辨別出測試人員所搭乘的運具。

4.8.2 實測路線規劃原則

本研究之測試目的，為確認本研究所提出的運具判斷邏輯，是否能正確判斷乘客是否搭乘公共運輸運具或非公共運輸運具。而因為不同的分析場域具有不同的交通特性，本研究針對花蓮與高雄的測試，各別提出測試路線之規劃原則。

花蓮測試分析的主要對象為公路公共運輸，測試路線之規劃原則有以下 2 點：(1) 測試之公車路線須有一條與之平行且位於相同二級發布區之道路，(2) 測試之公車路線須有一條與之平行且位於相鄰二級發布區之道路。

高雄測試分析主要對象為跨運具之轉乘，包含市區公車轉捷運、台鐵轉捷運、市區公車轉私人運具等運具組合，因此測試路線之規劃原則為測試路線上需包含可以提供跨運具轉乘的站點，如轉運站、兩鐵共構之車站。

4.8.3 花蓮測試分析

本研究分別於 6 月 23 日與 6 月 24 日、7 月 13 日、7 月 14 日、7 月 25 日、與 7 月 26 日至花蓮進行實地測試。三次測試皆以 1121 及 105 公車為測試路線，其中 1121 之測試路段為花蓮火車站至志學火車站，105 之測試路段為花蓮火車站至七星潭，行駛時間均為 30 分鐘。

以此兩條公車路線為基準，分別篩選測試用之私人運具行駛路線各三條，共計取得 33 個趟次的信令資料，測試時間區段涵蓋全天，包括上午尖離峰、下午尖離峰與晚上。

圖 4-6 為花蓮 1121 的測試路線，各顏色路線代表意義如表 4.37 所示；圖 4-7 花蓮縣 105 公車測試路線，各顏色路線代表意義如表 4.38 所示。

表 4.37 花蓮 1121 公車測試路線說明

路線顏色	測試路線
藍色路線	1121 公車路線
藍色路線	與公車路線完全相同之私有運具路線
黃色路線	與公車路線大致平行且大部分位於相同二級發布區之私有運具路線

橘色路線	與公車路線大致平行且大部分位於相鄰二級發布區之私有運具路線
------	-------------------------------

資料來源：本研究整理



資料來源：本研究繪製

圖 4-6 花蓮縣 1121 公車測試路線



資料來源：本研究繪製

圖 4-7 花蓮縣 105 公車測試路線

表 4.38 花蓮 105 公車測試路線說明

路線顏色	測試路線
綠色路線	105 公車路線
綠色路線	與公車路線完全相同之私有運具路線
藍色路線	與公車路線大致平行且大部分位於相同二級發布區之私有運具路線
橘色路線	與公車路線大致平行且大部分位於相鄰二級發布區之私有運具路線

資料來源：本研究整理

2. 測試結果與分析

(1) 信令資料品質

透過電信公司的協助，分別取得乘客、模擬私人運具（計程車）之時空軌跡，如表 4.39 所示。根據取得的資料顯示，信令資料具有資料缺漏的狀況，表 4.39 中短橫線即代表資料缺漏，由於資料缺漏會增加運具邏

輯在判斷上的困難，故本研究僅以資料較完整 6 月 23 日、6 月 24 日、及 7 月 25 日、7 月 26 日之信令資料為分析的依據。

表 4.39 花蓮信令資料之時空軌跡範例

時間	16:00	16:01	16:02	16:03	16:04	16:05
公車乘客	-	-	-	A1501-29	A1501-29	A1501-29
相同路線	A1501-18	A1501-18	A1501-18	-	-	-
相同發布區	-	-	A1501-32	A1501-32	A1501-32	A1501-32
相鄰發布區	A1501-18	A1501-29	A1501-29	A1501-29	A1501-30	A1501-30

資料來源：本研究整理

(2) 相關參數設定

將實地測試的信令資料與運具之時空軌跡比對，根據所研擬之運具判斷邏輯，以判斷使用者是否搭乘公路公共運輸運具。在進行模糊比對時，將距離的門檻分別設定為 300 公尺、500 公尺及 800 公尺，以探討何者較適合作為本研究資料分析的模糊尺度。

本研究研擬之判斷邏輯具也需要針對相關的參數進行校估（如符合率的門檻值），因此將實測的資料分為訓練資料與測試資料兩部分，先利用訓練資料設定相關參數，再以測試資料進行驗證。

雖然取得信令資料的時間解析度為 1 分鐘，但在測試時，透過取樣的方式，分別測試每 1 分鐘、每 3 分鐘、與每 5 分鐘取樣一次的信令資料，分析三種時間取樣對於判讀率的影響。目的為探討在時間解析度較低的情況下，是否仍可有效進行運具邏輯判斷，以降低計算資源成本。

i. 公路公共運具

本研究以 6 月 23 日、6 月 24 日實測資料為訓練資料，進行相關參數校估，再以 7 月 25 日、7 月 26 日的資料為測試資料，進行判讀率的計算，以驗證本研究設計之運具判斷邏輯。

首先，以訓練資料為基礎，使用每 1 分鐘、每 3 分鐘、與每 5 分鐘取樣的信令資料，分別計算精準比對與 300 公尺、500 公尺、及 800 公尺之模糊比對之符合率。符合率的計算方式為將比對成功的第一筆資料至最後一筆比對成功資料取出，並檢視是否至少 5 分鐘，若符合上述條件再計算

中間成功比對的次數占總比對次數的比例。例如第一筆資料至最後一筆比對成功且大於 5 分鐘的時段具有 8 筆資料，其中 4 筆比對成功，則符合率為 0.5，推估公式如下所示。

$$\frac{\text{成功比對次數}(4 \text{ 筆})}{\text{總比對次數}(8 \text{ 筆})} = \text{符合率}(0.5)$$

表 4.40 為 1 分鐘取樣精準比對之符合率範，其中由在部分測試是計程車司機完全跟著測試之公車之行為，因此不採計 6 月 23 日行駛於相同路線的資料，如表 4.40 短橫線處。本研究使用 3 種不同時間解析度，以及 4 種不同比對方式，故產生 12 張如表 4.40 所示的符合率表格。

分別計算完符合率後，本研究計算公車乘客與其餘模擬私人運具的平均符合率之比值，公式如下，探討在不同時間區隔與比對空間尺度下，較能區分是否搭乘公車的數值。以

表 4.41 為例，表中第二欄表示公車乘客的平均符合率，其值為 0.35，而第三欄為模擬私人運具的平均符合率，其值為 0.1，代表兩者的比值為 3.5。當兩者的比值越大代表搭乘公車及私人運具的平均符合率差異較大，較能區分兩種不同行為；若比值越小，則代表兩者的平均符合率十分相似，較難區分。

$$\frac{\text{公車乘客之平均符合率}(0.35)}{\text{模擬私人運具之平均符合率}(0.1)} = \text{符合率比值}(3.5)$$

表 4.40 每 1 分鐘精準比對之符合率範例

	公車路線	公車乘客	相同路線	相同發布區	相鄰發布區
6 月 23 日	105(去)	0.53	-	0	0
	105(回)	0.67	-	0.45	0.25
	1121(回)	0.62	-	0	0
6 月 24 日	105(去)	0.60	0.63	0.4	0
	105(回)	0.50	0.3	0	0
	1121(去)	0.44	0	0	0
	1121(回)	0.52	0	0	0
	1121(去)	0.50	0	0.6	0
樣本數		8	5	8	8

資料來源：本研究整理

表 4.41 符合率比值之資料範例

編號	公車乘客	模擬私人運具
----	------	--------

1	0.44	0.27
2	0.6	0
3	0.33	0
4	0.38	0.33
5	0.42	0
6	0.33	0
7	0.37	0
8	0.63	0.6
9	0.43	0
10	0	0
11	0.42	0
12	0	0
平均	0.35	0.1

資料來源：本研究整理

為了有效區分不同行為，判斷民眾是否搭乘公車，本研究分別以 3 種時間解析度、4 種比對之空間尺度，分別計算上述比值。結果如表 4.42 所示。在不同時間解析度下有不同適合之篩選邏輯，故本研究挑選時間解析度為 1 分鐘之 300 公尺模糊比對、時間解析度為 3 分鐘之 500 公尺模糊比對與時間解析度為 5 分鐘之 500 公尺模糊比對這 3 種情形，進行門檻值的設定。

表 4.42 不同時間解析度與比對方式下之符合率比值

時間解析度	精準比對	300 公尺 模糊比對	500 公尺 模糊比對	800 公尺 模糊比對
1 分鐘	4.73	4.75	4.67	4.44
3 分鐘	3.69	3.69	4.24	4.04
5 分鐘	3.88	3.89	4.76	4.63

資料來源：本研究整理

針對上述三種情境，分別取出介於公車乘客之平均符合率與模擬私人運具之平均符合率中的數值，以

表 4.41 為例，公車乘客與模擬私人運具之平均符合率分別為 0.35 與 0.1，因此取出中間數值為 0.1、0.2 及 0.3，作為候選門檻值。

將上述之候選門檻值，計算判讀率。其中判讀率的計算方式為透過邏輯判斷為搭乘公車的路段與實際乘客搭乘公車的路段之時間長度相比，分析此邏輯正確判斷乘客搭乘公車時間長度之準確度。例如在測試資料中乘客實際搭乘公車時間為 10 分鐘，透過運具判斷邏輯得到搭乘公車時間為 6 分鐘，則以 60%代表此運具判斷邏輯的準確度，本研究稱之為判讀率，推估公式如下。

$$\frac{\text{正確判斷搭乘公車時間(6 分鐘)}}{\text{實際搭乘公車時間(10 分鐘)}} = \text{判讀率(0.6)}$$

當判讀率高，代表判斷邏輯正確判斷搭乘公車的路段時間長度準確性高，因此選擇判讀率最高者，作為門檻值。如

表 4.43 所示，當候選門檻為 0.1 至 0.3，因為候選門檻值為 0.3 時，實際搭乘公路公共運輸與實際非搭乘公路公共運輸的判讀率為三者最高，因此將 0.3 設定為門檻值。再根據前述選擇的三種情境，分別得到不同最適門檻值與其判讀率，如表 4.43 所示。

表 4.43 各候選門檻值之判讀率範例

門檻值	0.1	0.2	0.3
實際搭乘公路公共運輸	0.75	0.82	0.83
實際非搭乘公路公共運輸	0.66	0.69	0.75

資料來源：本研究整理

表 4.44 每 1 分鐘之 300 公尺模糊比對

門檻值 0.3	判讀率
實際搭乘公路公共運輸	0.83
實際非搭乘公路公共運輸	0.75

每 3 分鐘之 500 公尺模糊比對

門檻值 0.4	判讀率
實際搭乘公路公共運輸	0.79
實際非搭乘公路公共運輸	0.64

每 5 分鐘之 500 公尺模糊比對

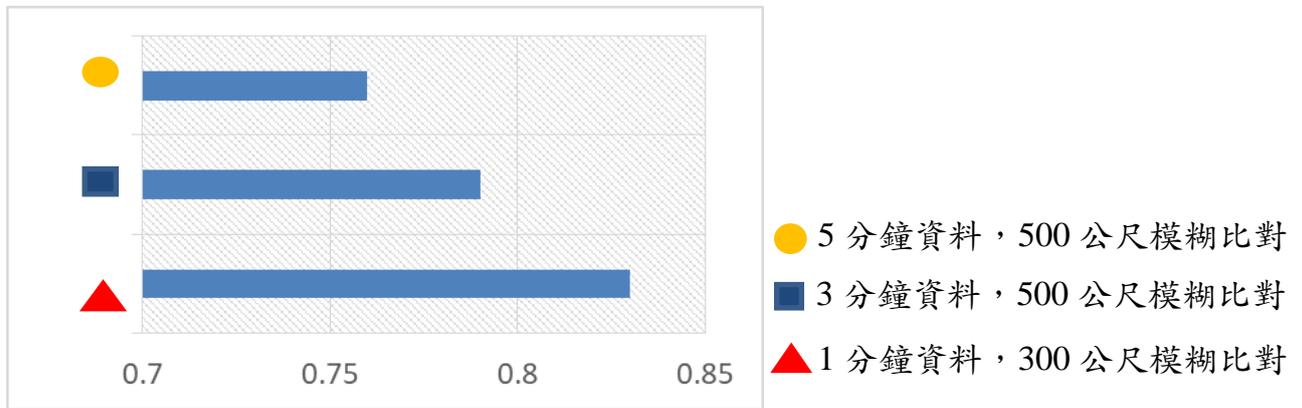
門檻值 0.4	判讀率
---------	-----

實際搭乘公路公共運輸	0.76
實際非搭乘公路公共運輸	0.62

資料來源：本研究整理

表 4.44 中判讀率繪製如表 4.45 所示，表中紅色三角形為以每 1 分鐘取樣之 300 公尺模糊比對進行判斷，判讀率為 82.5%；藍色正方形以每 3 分鐘取樣之 500 公尺模糊比對為準則，判讀率為 78.6%；黃色圓形以每 5 分鐘取樣之 500 公尺模糊比對為準則進行判斷，判讀率為 75.7%。依據上述結果，將運具判斷邏輯的門檻值設定為 0.3，並採用每 1 分鐘為取樣頻率的 300 公尺模糊比對為資料基礎，再以測試資料(7 月 25 日、7 月 26 日實測資料)進行驗證。

表 4.45 成功辨識搭乘公車時間占總搭乘公車時間比例平均值



資料來源：本研究整理

將門檻值設定為 0.3，並採用每 1 分鐘取樣的 300 公尺模糊比對的判斷邏輯，再帶入測試資料(7 月 25 日、7 月 26 日實測資料)，以驗證本研究設計的判斷邏輯是否可以準確辨別民眾是否搭乘公路公共運具。

下資料來源：本研究整理

表 4.44 為以測試資料，共 30 組樣本，計算出的判讀率。根據測試結果，顯示有 0.81 的判讀率，尚在可以接受的範圍內。

表 4.46 每 1 分鐘之 300 公尺模糊比對

門檻值 0.3	判讀率
實際搭乘公路公共運輸	0.81
實際非搭乘公路公共運輸	0.63

資料來源：本研究整理

4.8.4 高雄測試分析

1. 測試介紹

本研究於9月7日、9月8日、與9月9日至高雄進行實地測試，測試方式為設計不同運具的使用情境，來模擬一般民眾真實的轉乘行為。本研究共設計出10種運具組合的情境，運具組合包含公車、鐵路、捷運、輕軌與私人運具等，其中私人運具部分，是以機車作為代表。測試情境之路線設計細節如表4.48至表4.56所示，每個情境之總旅行時間皆在一個小時以上，藉此增加資料收集的筆數。此外，在測試期間，透過不間斷的撥號通話行為，來確保資料收集的完整性。本次測試共計取得126趟次的信令資料。

表 4.47 情境一之路線設計

情境一：捷運/輕軌	捷運南岡山站-駁二大義	預計旅行時間
捷運	捷運南岡山站-捷運凱旋站	38 分鐘
輕軌	前鎮之星-駁二大義	29 分鐘
輕軌	駁二大義-前鎮之星	29 分鐘
捷運	捷運凱旋站-捷運南岡山站	38 分鐘

表 4.48 情境二之路線設計

情境二：捷運/火車	捷運南岡山站-九曲堂火車站	預計旅行時間
捷運	捷運南岡山站-捷運左營站	18 分鐘
火車	左營火車站-九曲堂火車站	30 分鐘
火車	九曲堂火車站-左營火車站	30 分鐘
捷運	捷運左營站-捷運南岡山站	18 分鐘

表 4.49 情境三之路線設計

情境三：火車/捷運/輕軌	捷運橋頭火車站-駁二大義	預計旅行時間
火車	橋頭火車站-高雄火車站	20 分鐘
捷運	高雄火車站-捷運凱旋站	10 分鐘
輕軌	前鎮之星-駁二大義	29 分鐘

輕軌	駁二大義-前鎮之星	29 分鐘
捷運	捷運凱旋站-高雄火車站	10 分鐘
火車	高雄火車站-橋頭火車站	20 分鐘

表 4.50 情境四之路線設計

情境四：捷運/公車	捷運南岡山站-三多商圈	預計旅行時間
捷運	捷運南岡山站-捷運左營站	18 分鐘
公車	左營火車站-三多商圈(90)	45 分鐘
公車	三多商圈-左營火車站(90)	45 分鐘
捷運	捷運左營站-捷運南岡山站	18 分鐘

表 4.51 情境五之路線設計

情境五：火車/公車	捷運橋頭火車站-大東站	預計旅行時間
火車	橋頭火車站-高雄火車站	20 分鐘
公車	高雄火車站-大東站(88)	30 分鐘
公車	大東站-高雄火車站(88)	30 分鐘
火車	高雄火車站-橋頭火車站	20 分鐘

表 4.52 情境六之路線設計

情境六：公車/輕軌	捷運凹子底站-駁二大義	預計旅行時間
公車	捷運凹子底站-籬仔內站(168 東)	40 分鐘
輕軌	籬仔內站-駁二大義	30 分鐘
輕軌	駁二大義-籬仔內站	30 分鐘
公車	籬仔內站-捷運凹子底站(168 東)	40 分鐘

表 4.53 情境七之路線設計

情境七：機車/輕軌	捷運左營站-駁二大義	預計旅行時間

機車	捷運左營站-捷運凱旋站	30 分鐘
輕軌	前鎮之星-駁二大義	29 分鐘
輕軌	駁二大義-前鎮之星	29 分鐘
機車	捷運凱旋站-捷運左營站	30 分鐘

表 4.54 情境八之路線設計

情境八：火車/機車	捷運橋頭火車站-大東站	預計旅行時間
火車	橋頭火車站-高雄火車站	20 分鐘
機車	高雄火車站-大東站	25 分鐘
機車	大東站-高雄火車站	25 分鐘
火車	高雄火車站-橋頭火車站	20 分鐘

表 4.55 情境九之路線設計

情境九：捷運/機車	捷運南岡山站-大東站	預計旅行時間
捷運	捷運南岡山站-高雄火車站	20 分鐘
機車	高雄火車站-大東站	25 分鐘
機車	大東站-高雄火車站	25 分鐘
捷運	高雄火車站-捷運南岡山站	20 分鐘

表 4.56 情境十之路線設計

情境十：機車/公車	捷運南岡山站-大東站	預計旅行時間
機車	高雄火車站-大東站	25 分鐘
公車	大東站-前鎮高中站(R10)	20 分鐘
公車	前鎮高中站-大東站(R10)	20 分鐘
機車	大東站-高雄火車站	25 分鐘

資料來源：本研究整理

2. 測試結果與分析

(1) 相關參數設定

依照前述之方法，將實測資料進行彙整，並計算運具邏輯判讀率。因花蓮測試計畫已針對公路公共運輸判斷邏輯進行參數校估，故在此將針對軌道運具判斷邏輯的正確性進行探討。

軌道運具判斷邏輯包含台鐵與捷運兩部分，以下分別說明之。因為電腦設備故障，9月7日並無完整的軌道運具時空軌跡資料，故本研究採用9月8日與9月9日的信令資料作為實測資料，樣本數共40筆，其中20筆為台鐵實測資料，20筆為捷運實測資料。

i. 台鐵

依據4.5.1小節之台鐵判斷邏輯，在1分鐘取樣的信令資料，分別計算300公尺、500公尺及800公尺不同模糊尺度之判讀率，結果如表4.57所示。相鄰300公尺之判讀率為0.85，相鄰500公尺之判讀率為0.95，相鄰800公尺之判讀率為0.96，因此不論採用何種距離，在台鐵判斷邏輯判斷為搭乘台鐵的前提下，判讀率皆有8成以上之水準，因此本研究採用較嚴格的300公尺模糊比對，作為台鐵時空軌跡比對的基礎。

表 4.57 台鐵判讀率

相鄰距離	300 公尺	500 公尺	800 公尺
判讀率	0.85	0.95	0.96

資料來源：本研究整理

ii. 捷運

依據4.5.2小節之捷運判斷邏輯，本研究將20筆捷運實測資料，分為10筆訓練資料、10筆測試資料。透過訓練資料計算出在不同門檻值、不模糊尺度之判讀率，結果如表4.58所示，判讀率皆在0.85以上，具有一定的準確性，因此本研究採用較嚴謹的門檻值0.5與300公尺的模糊尺度，作為捷運判斷邏輯的參數。

表 4.58 捷運門檻值

相鄰距離 門檻值	300 公尺	500 公尺	800 公尺
0.3	0.89	0.92	0.92
0.4	0.89	0.91	0.92
0.5	0.89	0.92	0.91

資料來源：本研究整理

依據上述之參數設定，本研究將門檻值設定為 0.5，並採用每 1 分鐘取樣的 300 公尺模糊比對，計算測試資料的判讀率，來驗證本研究設計的捷運判斷邏輯是否可以準確辨別民眾是否搭乘捷運。根據 10 筆測試資料，所計算出的判讀率為 0.77，也屬可以接受的範圍。

4.8.5 運具判斷誤差來源分析

根據花蓮及高雄的實地測試結果，可以得到本研究所研擬的運具判斷邏輯有一定的準確度，但仍然有改善的空間。依據實測的結果，本研究推測產生誤差的原因有以下三點。第一點，根據中華電信提供的信令資料顯示，一般民眾在正常使用手機的情形中，會產生沒有收集到資料位置的現象，此狀況將會使信令資料能可比對的資料筆數降低，進而影響判斷此人是否搭乘公共運輸運具的準確程度。第二點，本研究設計的公路公共運輸運具判斷邏輯，在進行判斷的過程中，若有私人運具在塞車時跟公車共駛於同一條路段的情況發生，會無法有效找出使用私人運具的旅次，而將此人判斷為搭乘公車的乘客，進而產生判斷上的誤差。第三點，目前公路公共運輸運具判斷以比對成功時間段需至少 5 分鐘為基準，代表若乘客搭乘公車的時分低於 5 分鐘，此邏輯將無法有效判斷出為搭乘公車的乘客，但若將時間門檻值降低時，則會導致此邏輯高估搭乘公車的使用人數。

4.9 小結

本章主要針對時空旅運基本資料產製進行描述，包含時空移動軌跡產製、運具判斷邏輯、時空旅運起迄表格與實測分析等內容，以下為本章之小結。

1. 本研究所研擬之運具判斷邏輯，概念是將用戶信令資料的時空軌跡與公共運具的時空軌跡進行比對，而公共運具的時空軌跡資料來源是來自於公共運輸整合資訊流通服務平台，因此當公共運輸整合資訊流通服務平台上公共運具的時空軌跡資料出現嚴重的資料缺失時，會顯著影響所產製旅次起迄數量的正確性。
2. 如前所述，本研究所研擬之運具判斷邏輯，概念是將用戶信令資料的時空軌跡與公共運具的時空軌跡進行比對，因此若用戶信令資料的資料筆數過少時，顯著影響運具判斷的正確度。而用戶信令資料的產生是會受到用戶使用行為所影響，舉例而言，當手機用戶沒有活動或者使用 wifi 連結網路時，都會降低信令資料產生的筆數。

3. 本研究所撰寫之運具判斷邏輯程式，在計算過程中需逐一將用戶信令資料的時空軌跡與現有的公共運具的時空軌跡進行比對，因此當需要比對的用戶數目龐大時，需讀取大量的資料，不僅耗時，且十分耗費計算機資源。本研究建議，未來針對大規模的手機用戶資料進行運具邏輯判斷時，可考慮採用平行計算的相關技術，如分散式運算、雲端運算等，來提高程式運作的效率。此外，也可將資料以巨量資料的資料庫架構來儲存，也可增加計算的效率。
4. 本研究所採用的用戶信令資料中的用戶位置，是將收到用戶手機訊號的基地台位置投影至二級發布區，作為用戶位置的代表。由於基地台的服務運作會受到該地區用戶使用情形所影響，使得信令資料會出現訊號漂移的現象，舉例來說，用戶雖停留在同一地點，但由於服務基地台的不同，在信令資料上可能會出現用戶是出現在不同的二級發布區，進而可能被誤判有移動行為。若未來能有其他技術來提升判斷用戶所在位置的精準度，將會提升運具判斷邏輯的判讀成效。
5. 本研究所研擬之運具判斷邏輯，概念是將用戶信令資料的時空軌跡與公共運具的時空軌跡進行比對，因不同運具的路線線形、班距及站距等特性皆不相同，因此本研究研擬之運具判斷邏輯具有部分差異，如台鐵不需要門檻值，而捷運與公車需要。

第五章 公共運輸供需分析

5.1 公共運輸供需分析架構

本章利用前述所產製的起迄矩陣作為需求量，同時利用公共運輸所收集到得各項公共運輸資料（詳如表 5.1）作為計算供給量之基礎，進行供需是否存在缺口分析。透過此分析可找出供過於求、供不應求之缺口，作為公共運輸班次調整以及政策檢討之用。本章之分析流程如圖 5-1。

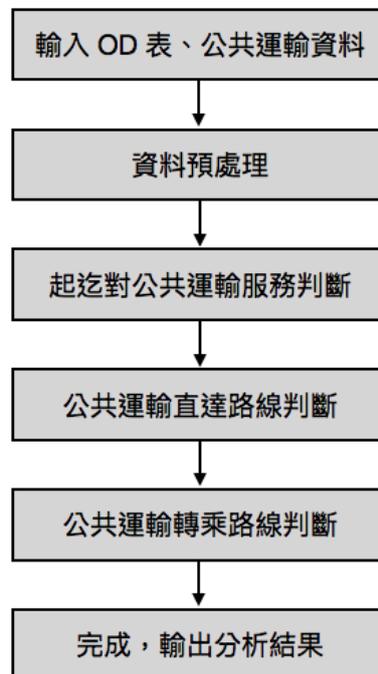


圖 5-1 供需分析流程圖

1. 輸入 OD 表、公共運輸 OD 表：利用本研究產製之各類旅次起迄表、PTX 所提供之公共運輸開放資料、以及公共運輸班次時刻資料作為輸入資料（詳見 5.2 節）。
2. 資料預處理：將輸入之公共運輸資料進行格式轉換，並將輸入之起迄矩陣表依照各電信業者之市佔率放大。另外，由於計算所有起迄對過於耗時，因此只取需求量最大的 30%來加以評估。
3. 起迄對公共運輸服務判斷：判斷各個起迄對間是否提供公共運輸服務。

4. 公共運輸直達路線判斷：若起迄對間有直達公共運輸服務，且在起迄對之時段內提供直達班次，則依據一班次可提供 30 個座位數，計算直達路線之供給量。
5. 公共運輸轉乘路線判斷：若起迄對間有可轉乘之公共運輸路線，且轉乘路線在起迄對之時段內提供轉乘班次，則可依據一班次 30 個供給量，計算轉乘路線供給量。
6. 輸出分析結果：計算完供給量後，即可依據供給與需求之間的差異，輸出相關之分析結果。

5.2 公共運輸資料處理

為進行公共運輸供給與需求分析，本研究除需要旅次起迄表作為輸入資料之外，尚需要結合公路客運、市區客運之路線、站牌、班表資料方能完整檢視公共運輸所提供之供給量。表 5.1 說明本研究在公共運輸供需分析當中所使用之資料、資料之作用、以及資料來源。

表 5.1 資料來源表

使用之資料	資料之作用	資料來源	
旅次起迄表	作為輸入(需求)資料。	本研究產製	
二級發布區	作為 GIS 圖層套疊之輸入資料。	內政部統計處	
花蓮縣與高雄市市區客運站牌資料	利用站牌資料投影至 GIS 軟體套疊二級發布區圖層	公共運輸整合資訊流通平台	
公路客運站牌資料			
台鐵路線車站基本資料			
花蓮縣與高雄市之市區客運路線與站牌資料	利用此資料可取得經過每個站牌的所有路線		
公路客運路線與站牌資料			
花蓮縣市區客運路線班表資料	利用此資料可取得經過每個站牌的所有路線之班表資料		本研究產製(詳見表 5.8、表 5.9)
公路客運路線班表資料			
台鐵車次時刻表資料			
高雄市市區客運路線班表資料			

以下說明本研究在此處所使用之資料格式。表 5.2 為本研究產製，將各公共運輸站點對應到二級發布區後之資料格式，其中 StopUID 為該站點之 ID，為本研究比對資料主要使用之欄位，X、Y 為站點經緯度，Zh_tw 為站點中文名稱，CODE2 為該站點所在的二級發布區，TOWN 為該站點所在之鄉鎮、COUNTY 為該站點所在之縣市。研究範圍當中所包含之站點數量如表 5.3。

表 5.2 公共運輸站點比對二級發布區之資料格式表

StopUID	X	Y	Zh_tw	CODE2	TOWN	COUNTY	說明
HUA29884 0	X1	Y1	花蓮火車站	A1501-1 7	花蓮市	花蓮縣	花蓮市市區客運站點
KHH81	X2	Y2	漢神百貨	A6407-1 3	前金區	高雄市	高雄市市區客運站點
THB-V014 -2295063	X3	Y3	旗山轉運站	A6430-1 0	旗山區	高雄市	公路客運站點
1238	X4	Y4	高雄	A6405-B 9	三民區	高雄市	台鐵站點

表 5.3 研究範圍所包含之站點個數量表

名稱	數量
高雄市境內之公共運輸站點數量	10108 個
花蓮縣境內之公共運輸站點數量	1060 個
高雄市境內之二級發布區數量	2811 個
花蓮縣境內之二級發布區數量	882 個

表 5.4 說明花蓮縣高雄市市區客運與公路客運路線資料格式，SubRouteUID 欄位為路線之 ID，因不會與其他路線之 ID 重複，固本研究主要使用此欄為進行比對。Stops 欄位為該路線所經站點列表，包含站點 ID、站點名稱、站點經緯度以及站點序列，為避免呈現過於繁雜，在表 5.4 當中僅列出站名作為示意。研究範圍當中包含之路線數量如表 5.5。

表 5.4 公共運輸路線資料格式表

SubRouteUID	Stops	說明
THB-V014-13777	板橋轉運站、正隆廣場、中和站、新竹站、……等站點	公路客運路線
KHH532	高雄火車站(同愛街口)、七賢二路、自立路口、七賢路口、……等站點	高雄市市區客運路線
HUA0105	花蓮火車站、市立圖書館、花蓮商校、郵政總局、大同市場、……等站點	花蓮縣市區客運路線

表 5.5 公共運輸之路線數量表

名稱	數量
高雄市市區客運路線數量	566 條
花蓮縣市區客運路線數量	12 條
公路客運路線數量	2075 條

表 5.6 說明公共運輸路線班表資料格式，SubRouteUID 欄位為路線之 ID，TimeTables 欄位儲存該路線之發車時刻資訊，如表 5.7 所示。在表 5.7 當中，TripID 欄位代表該路線發車之序列，ServiceDay 欄位代表星期一至星期日，該發車序列是否發車（1 為有發車、0 為無發車），本研究於計算平日假日發車班次時即參考本欄位。StopTimes 欄位儲存該班次序列之發車站 ID、發車站名以及發車時間。

表 5.6 公共運輸路線班表資料格式表

SubRouteUID	Timetables
HUA0105	如表 5.7

表 5.7 公共運輸路線發車班次資料格式表

TripID	ServiceDay							StopTimes		
	1	2	3	4	5	6	7	StopUID	Zh_tw	DepartureTime
1	1	1	1	1	1	1	1	HUA290577	花蓮火車站	07:20
2	1	1	1	1	1	1	1	HUA290577	花蓮火車站	16:00

表 5.8 為高雄市之市區客運路線班表資料格式。由於 PTX 並未提供這項資訊，故本研究必須自行產製。如表 5.8，SubRouteUID 欄位為路線 ID，Direction 欄位為方向，TimeTables 欄位為該路線之發車時刻（540 代表 05:40，依此類推）。值得注意的是，高雄市市區客運路線之 SubRouteUID 並未考慮路線方向，因此如表 5.8 中之路線 KHH100，因有來回雙向，若單純比對路線 ID 便會出現兩條相同的路線，故本研究將 SubRouteUID 與 Direction 兩欄位合併，便可解決此問題，如表 5.9 之 SubRouteUID + Direction 欄位。

表 5.8 高雄市市區客運路線班表資料格式表

SubRouteUID	Direction	TimeTable		
KHH100	0	540	550	605
KHH100	1	620	635	650
KHH11	0	555	615	630
KHH11	1	610	640	700
KHH111	0	540	640	NA
KHH111	1	1200	1300	1400

表 5.9 高雄市市區客運 SubRouteUID 格式轉換表

SubRouteUID	Direction	SubRouteUID + Direction
KHH100	0	KHH1000
KHH100	1	KHH1001
KHH11	0	KHH110
KHH11	1	KHH111

5.3 公共運輸供需分析邏輯

為了找出公共運輸供需不平衡之區域，本研究使用旅次起迄表作為輸入資料，搭配前一小節當中所使用之公共運輸相關資料，針對每一個起迄對進行供給運算，以下詳細說明各項演算流程：

1. 輸入旅次起迄矩陣：輸入花蓮與高雄地區之旅次起迄矩陣，其範例格式如表 5.10 所示。

表 5.10 旅次起迄矩陣範例格式

起點	迄點	日期	時間	需求量
A1509-06	A1509-08	2017/04/01	11	56
A1501-01	A1504-03	2017/04/02	19	42

2. 依據電信業者市佔率放大旅次量：對於推估的起迄需求數量，還必需依照合作電信公司的市佔率來加以放大，才能夠代表所有手機用戶的旅運需求。
3. 進行起迄矩陣預處理：由於旅次起迄矩陣資料量過於龐大，若針對每一筆資料進行供給計算將過於費時，故輸入旅次起迄表之後，本研究挑出需求量前 30%之起迄對進行分析，以便找出供給無法滿足需求（後稱供不應求）以及有需求但是沒有供給（後稱供過於求）的起迄對。
4. 找出起迄對當中的公共運輸站牌、路線、班表資料：本步驟目的在判斷起迄對當中有哪些站點、這些站點當中有哪些路線經過、每一條經過該區域之路線所提供的時刻表，以便建立一個該起迄對的發車班次表。由於本研究之研究範圍包含花蓮縣與高雄市，故非位於此二行政區內之資料將予以剔除。如圖 5-2，在研究範圍（灰色區域）當中，共有 17 個公共運輸站點（橘色及灰色點），並包含一起迄對（綠色區域）。該起迄對當中包含 7 個公共運輸站點（橘色點）、1 條直達路線（橘色線）與 1 條非直達路線（灰色線）。

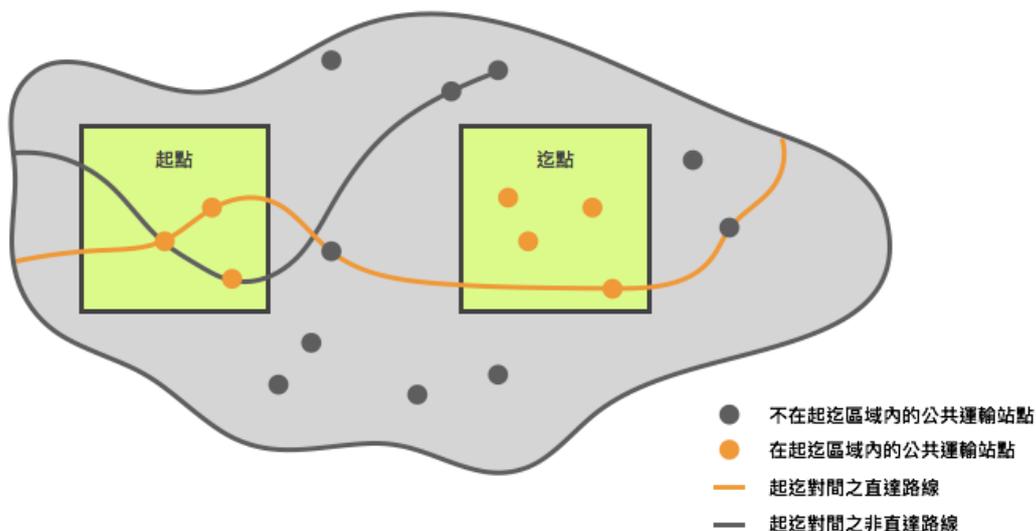


圖 5-2 起迄對當中包含之公共運輸站牌、路線示意圖

5. 判斷起迄對當中是否包含直達之公共運輸路線：若起點與迄點皆包含某公共運輸路線，則判斷該路線在起迄兩區域間之站序。由於起點之站序必須小於迄點之站序，方能由起點搭乘該路線前往迄點，反之則無法成立。如圖 5-3 當中，由起點至迄點有兩條直達路線（橘色線），其中，直達路線 1 可由起點前往迄點，直達路線 2 則無法由起點前往迄點。



圖 5-3 起迄對包含直達路線示意圖

6. 直達路線供給計算：若某一起迄對在早上八點有 50 個旅次產生，代表在 08:00 至 08:59 這個時段有 50 個旅次由起點前往迄點。因此必須推算出該起迄對在 08:00 至 08:59 這個時段內有多少公共運輸班次，方能計算公共運輸供給。例如在圖 5-4 當中的起迄對包含一條公共運輸直達路線，其由路線起點 (Start) 行駛至旅次起點 (Origin) 會經過 4 個站點。將該路段的 4 個站點之站間距離加總，可得行駛距離 (5 公里) 與時間 (10 分鐘)。接下來利用班次時刻資料找出直達路線由起站發車之時間 (07:55、08:25、08:55)，將發車時間加上旅行時間 (10 分鐘) 便可以得到推估之起點站點到站時間 (08:05、08:35、09:05)，其中有兩個班次落在 8 點到 9 點之間，因此供給為兩班次。假設每班車提供 30 個供給量，則總供給量為 60。

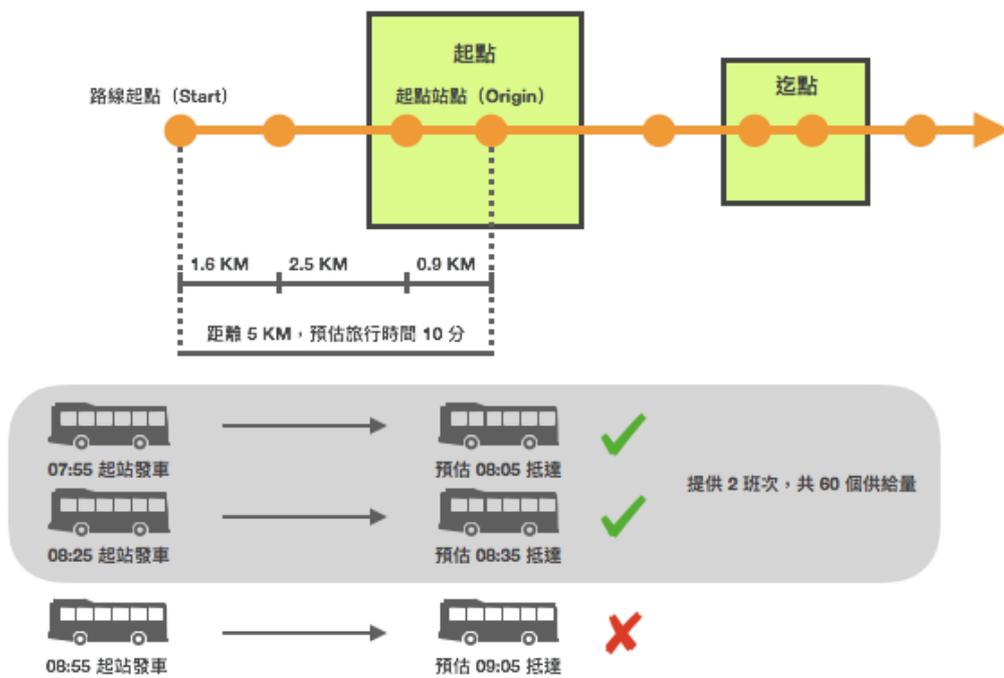


圖 5-4 直達路線供給計算示意圖

7. 判斷起迄對中是否存在轉乘路線：起迄對存在可轉乘路線可如圖 5-5 所示。另外，轉乘路線間之站序亦為一重要之判斷標準，如圖 5-6，當轉乘路線 1 之轉乘站點站序(13)大於其位於起點之站點站序(11)且轉乘路線 2 之轉乘站點站序(21)小於其位於迄點之站點站序(56)，方判定可由轉乘路線 1 透過轉乘站 (13、21) 轉乘至轉乘路線 2，若有多個轉乘站，則挑選站間距離最小者代表。

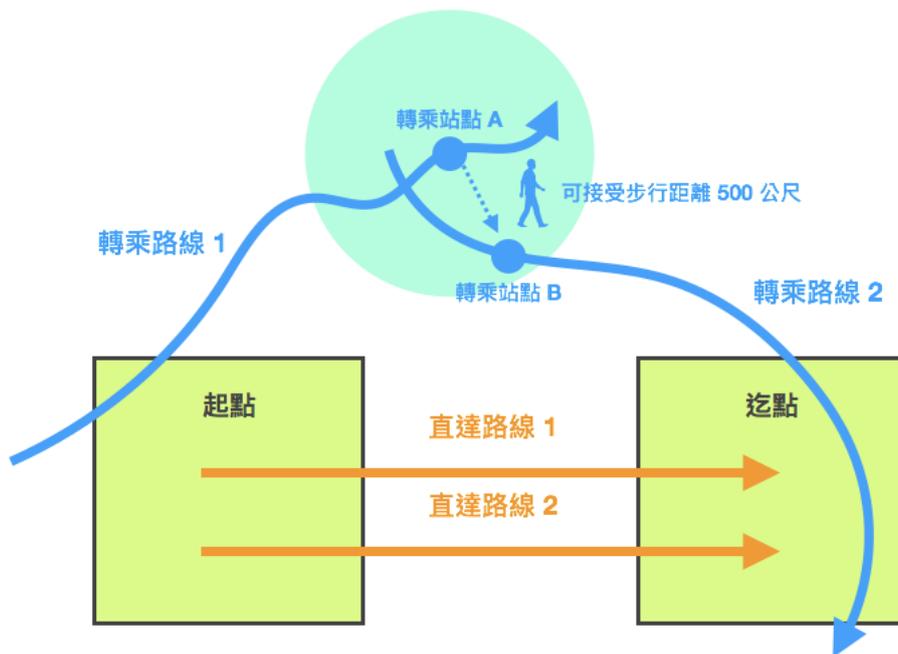


圖 5-5 起迄對當中是否包含非直達之公共運輸路線示意圖

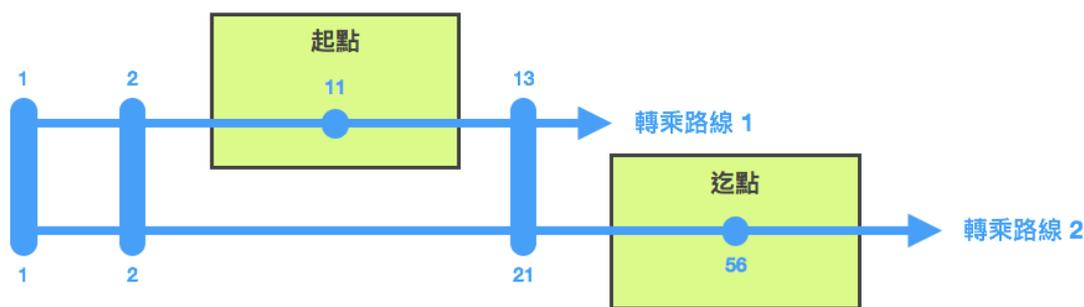


圖 5-6 轉乘路線站序判斷

8. 轉乘路線供給計算：如圖 5-5，要判斷轉乘路線間是否提供供給，必須先判斷轉乘路線 1 在旅次起迄表之時段內是否提供班次。其次，必須推算公車在轉乘路線 1 由起站行駛至轉乘站點 A 之旅行時間，以及公車在轉乘路線 2 由起站行駛至轉乘站點 B 之旅行時間。如表 5.11。

表 5.11 轉乘路線資訊

轉乘路線	路線起站	轉乘站點	距離	旅行時間	發車班次
1	a	A	5.01 km	10 mins	10:05, 10:20, ...
2	b	B	10.2 km	20.4 mins	09:45, 09:55, ...

若公車抵達轉乘站點 B 之時間與公車抵達轉乘站點 A 之時間差值小於 30 分鐘，則視轉乘路線 1 與轉乘路線 2 之間可以轉乘，且每班次提供 30 個供給量。

9. 完成供給計算：加總直達供給量與轉乘供給量，可得起迄對在指定時段之總供給量，更新起迄對表格如表 5.12。

表 5.12 更新後之起迄表

起點	迄點	日期	時間	需求量	供給量
A1509-06	A1509-08	2017/04/01	11	56	120
A1501-01	A1504-03	2017/04/02	19	42	30

5.4 測試場域分析結果與視覺化介面

本研究利用在花蓮與高雄地區產製之旅次起迄表進行供給需求縫隙分析，分析前先將中華電信產製之旅次起迄表與遠傳電信產製之旅次起迄表

分別按照電信公司之市佔率放大後加總，以簡化分析流程。分析重點如下：

1. 供過於求：找出無需求，但有公共運輸供給之起迄對，搭配視覺化儀表板進行檢視。當公共運輸供給超過總需求，則可減少公共運輸供給以節省營運成本。
2. 供不應求：找出有需求，但無公共運輸供給或供給不足之起迄對，搭配視覺化儀表板進行檢視。

本研究以幾個具有上述問題特性之起迄對案例進行分析，利用折線圖展示每日 0 至 23 時之平均公共運輸供給、公共運輸使用量、總需求量，再利用 GIS 軟體以及視覺化儀表板呈現。

5.4.1 案例一：花蓮縣吉安鄉至花蓮縣壽豐鄉

表 5.13 由 A1505-28 至 A1506-08 之起迄對摘要

起點	迄點
A1505-28 (花蓮縣吉安鄉永興村、東昌村、仁安村、仁和村、光華村)	A1506-08 (花蓮縣壽豐鄉米棧村、月眉村、水璉村、鹽寮村、磯崎村、山興里)



圖 5-7 由 A1505-28 至 A1506-08 之地理位置圖

表 5.13 與圖 5-7 為由 A1505-28 至 A1506-08 之起迄摘要資訊以及地理位置圖。該起迄對之起點為花蓮縣吉安鄉的部份村里，迄點為花蓮縣壽豐鄉的部份村里。下圖（圖 5-8）為該起迄對在平日之供需分佈圖。由分佈圖可看出在 6-10 點與 13-14 點之間，公共運輸的供給量大於需求量，與此時段可以考慮減少班次。而在 22 點時，民眾仍有旅遊需求，但並沒有供給，於此時段可考慮增加班次。

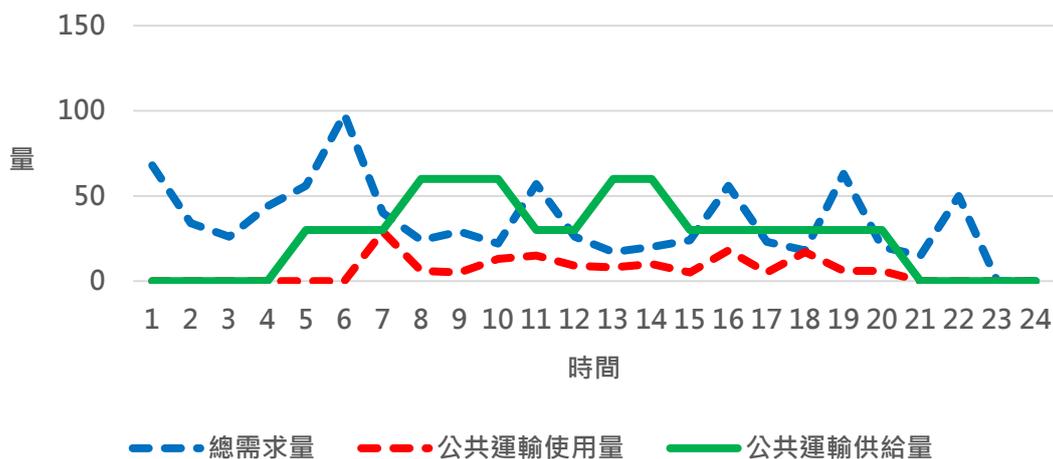


圖 5-8 由 A1505-28 至 A1506-08 之平日供需分布圖

下圖（圖 5-9）為該起迄對在平日之供需分佈圖。由分佈圖可看出在 8-10 點之間的供給需求相當接近，在 13-14 點之間的供給大於需求，在這兩個時段，可考慮減少供給。

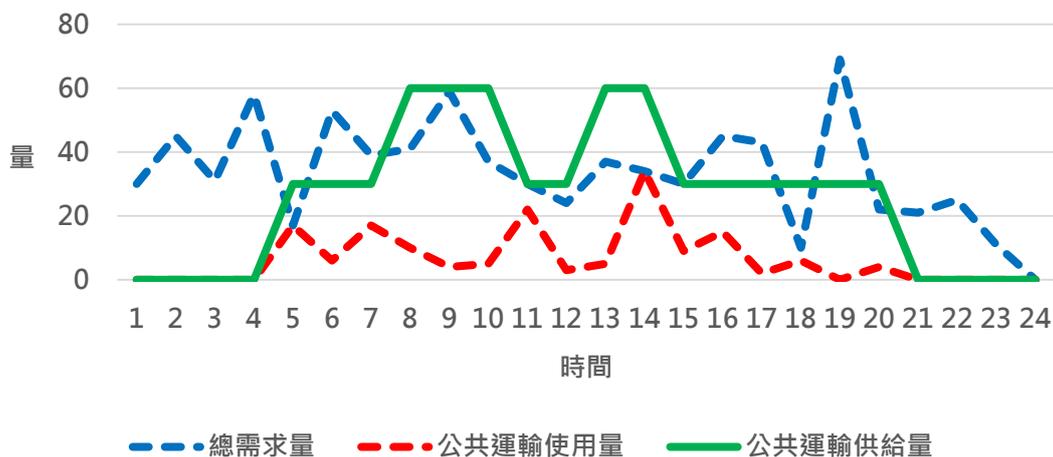


圖 5-9 由 A1505-28 至 A1506-08 之假日供需分布圖

5.4.2 案例二：花蓮縣吉安鄉至花蓮縣花蓮市

表 5.14 由 A1505-28 至 A1501-35 之起迄對摘要

起點	迄點
A1505-28 (花蓮縣吉安鄉永興村、東昌村、仁安村、仁和村、光華村)	A1501-35 (花蓮縣花蓮市民生里、主商里、國光里、民主里、主勤里、民族里、民治里、國治里、民有里、民權里、主計里)



圖 5-10 由 A1505-28 至 A1501-35 之地理位置圖

表 5.14 與圖 5-10 為由 A1505-28 至 A1506-08 之起迄摘要資訊以及地理位置圖，該起迄對之起點為花蓮縣吉安鄉的部份村里，迄點為花蓮縣花蓮市的部份村里。下圖（圖 5-11）為該起迄對在平日之供需分佈圖。可以發現在平日 8 時至 16 時，公共運輸供給量高於總需求量，公共運輸供給量亦高於公共運輸使用量，需檢討發車班次以避免供過於求之情形發生。另外在 18 時，總需求量高於公共運輸供給量，顯示可能需要檢討班次數量，或是可以加強公共運輸服務，以可吸引民眾使用公共運輸。

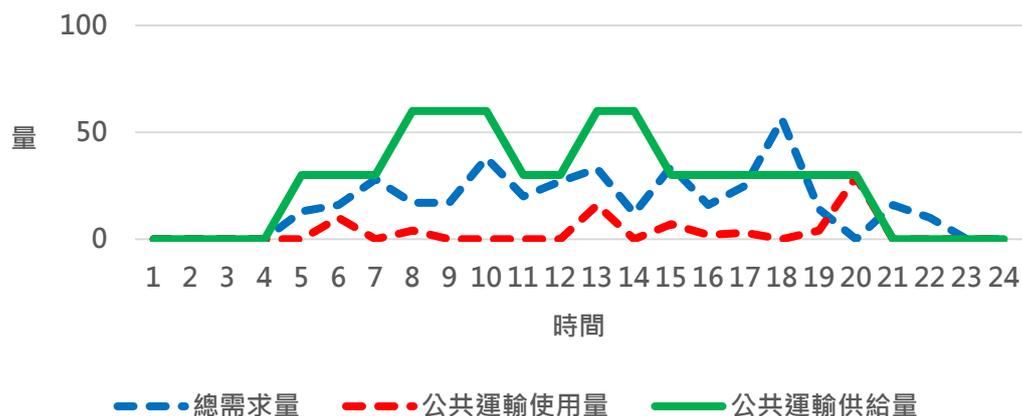


圖 5-11 由 A1505-28 至 A1501-35 之平日供需分布圖

下圖（圖 5-12）為該起迄對在假日之供需分佈圖。可發現總需求量在 8 時高於公共運輸供給量，顯示若改善公共運輸服務品質，則有機會吸引民眾轉移使用公共運輸。相對地，在 9 時過後之公共運輸供給量均高於該起迄對之總需求量，顯示有必要仔細檢視該起迄對之公共運輸供給方能提供更符合需求的公共運輸服務。

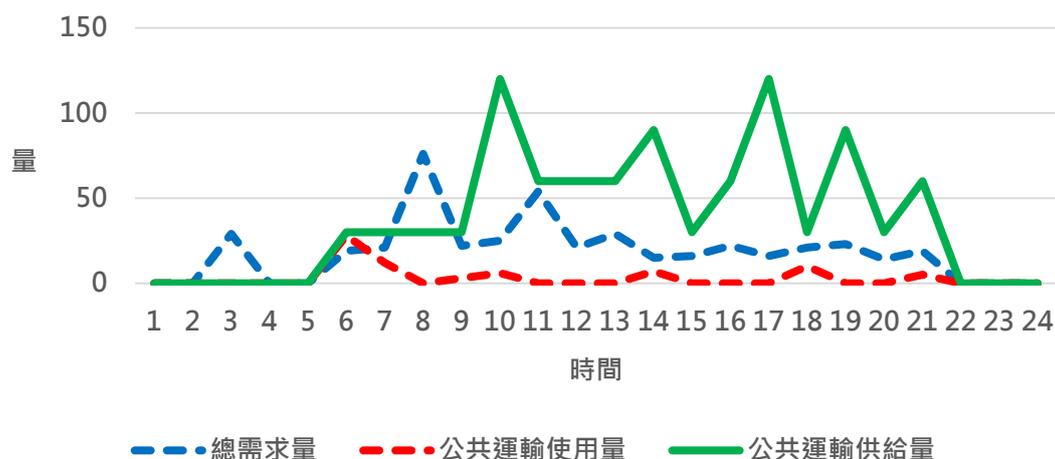


圖 5-12 由 A1505-28 至 A1501-35 之假日供需分布圖

5.4.3 案例三：花蓮縣萬榮鄉至花蓮縣鳳林鎮

表 5.15 由 A1512-04 至 A1502-04 之起迄對摘要

起點	迄點
A1512-04 (花蓮縣萬榮鄉南平里、長橋里、地利村、雙龍村、親愛村、鳳義里、西林村、見晴村、萬榮村、明利村、馬遠村)	A1502-04 (花蓮縣鳳林鎮鳳仁里、鳳義里、鳳禮里、鳳智里、鳳信里)



圖 5-13 由 A1512-04 至 A1512-04 之地理位置圖

表 5.15 與圖 5-13 為由 A1512-04 至 A1512-04 之起迄摘要資訊以及地理位置圖，該起迄對之起點為花蓮縣萬榮鄉的部份村里，迄點為花蓮縣鳳林鎮的部份村里。下圖（圖 5-14、圖 5-15）為該起迄對在平日及假日之供需分佈圖。可以發現不論平日或假日，該起迄對皆有一定程度的需求量產生，但是因為萬榮鄉該二級發布區並沒有公共運輸路線經過，故無法提供任何的公共運輸班次。

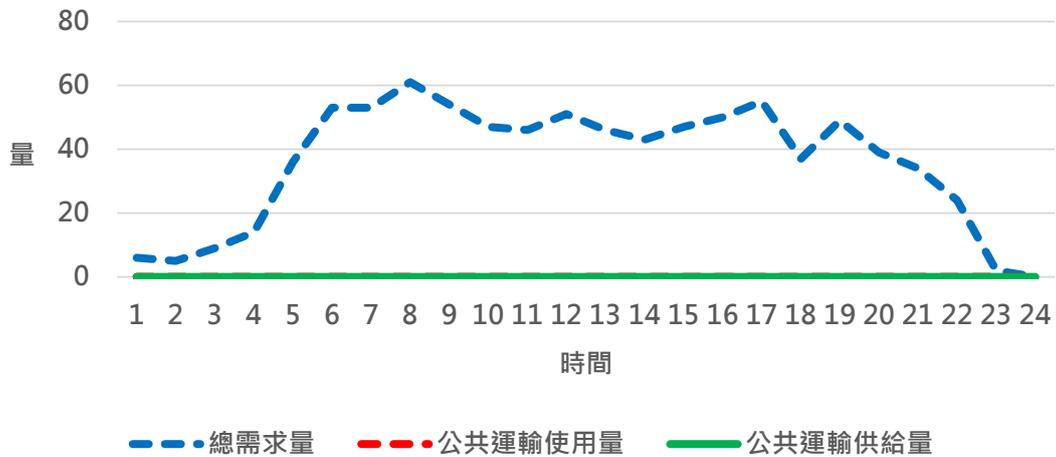


圖 5-14 由 A1512-04 至 A1512-04 之平日供需分布圖

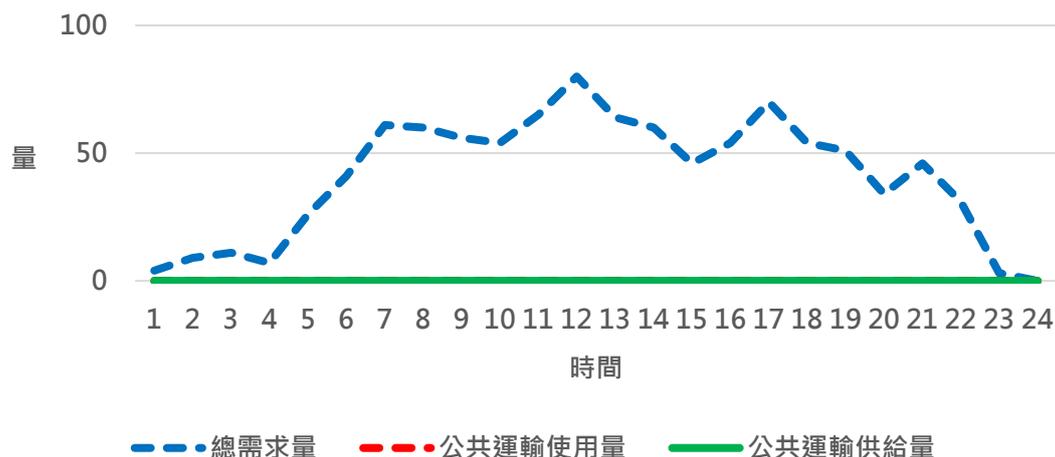


圖 5-15 由 A1512-04 至 A1512-04 之假日供需分布圖

5.4.4 案例四：高雄市那瑪夏區至高雄市甲仙區

表 5.16 由 A6438-01 至 A6433-01 之起迄對摘要

起點	迄點
A6438-01(高雄市那瑪夏區達卡努瓦里、瑪雅里、南沙魯里)	A6433-01(高雄市甲仙區東安里、和安里、關山里、小林里)



圖 5-16 由 A6438-01 至 A6433-01 之地理位置圖

表 5.16 與圖 5-16 為由 A6438-01 至 A6433-01 之起迄摘要資訊以及地理位置圖，該起迄對之起點為高雄市那瑪夏區的部份村里，迄點為高雄市甲仙區的部份村里。下圖（圖 5-17、圖 5-18）為該起迄對在平日及假日之供需分佈圖。與 5.4.3 有相同的狀況，不論在平日或假日，該起迄對因為隸屬於那瑪夏區之二及發布區並不包含任何公共運輸站點，而無法提供任何班次服務。另外亦可發現，該起迄對之總需求量在平日和假日之落差

明顯，平日之總需求量皆不超過 10 人次，但假日尖峰卻可以達到約 125 人次左右的需求量，顯示平假日之旅運需求有明顯之差異。

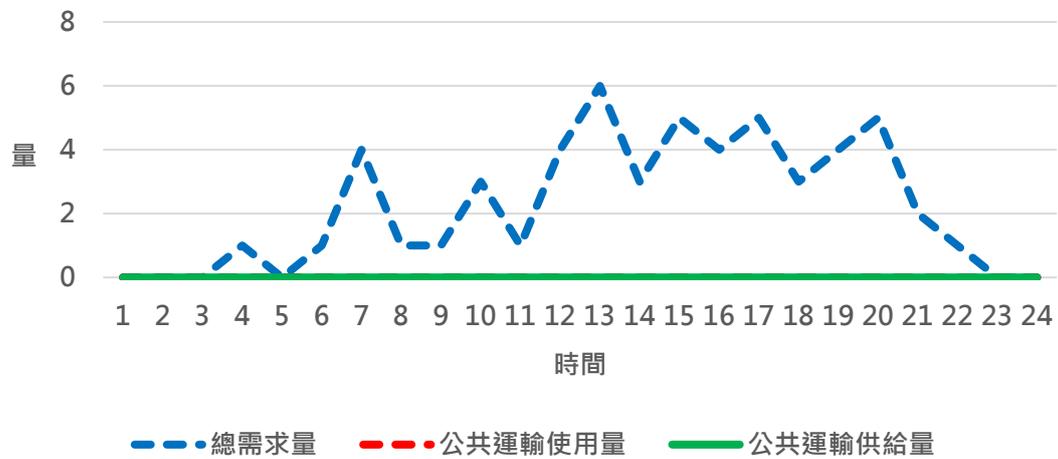


圖 5-17 由 A6438-01 至 A6433-01 之平日供需分布圖

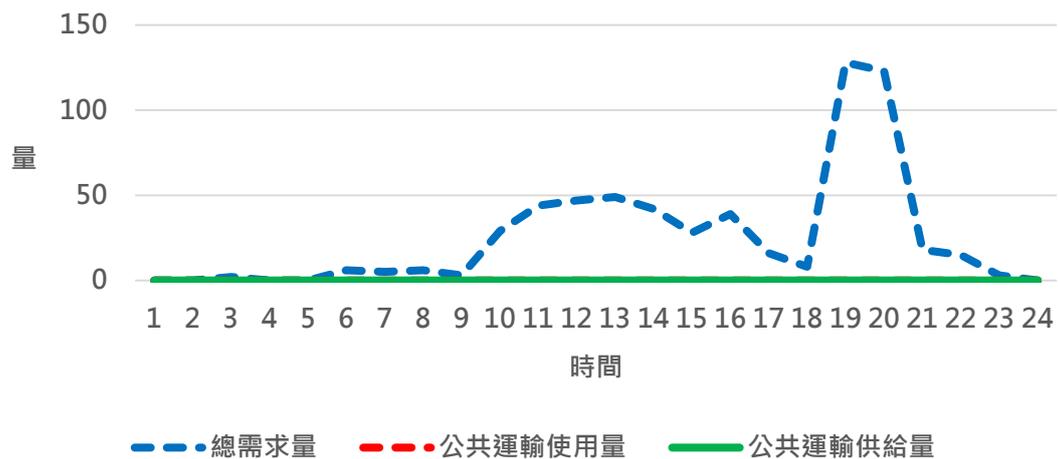


圖 5-18 由 A6438-01 至 A6433-01 之假日供需分布圖

5.4.5 案例五：高雄市仁武區至高雄市大樹區

表 5.17 由 A6417-03 至 A6415-01 之起迄對摘要

起點	迄點
A6417-03 (高雄市仁武區烏林里、仁福里、文武里)	A6415-01 (高雄市大樹區三和里、興田里、統嶺里)

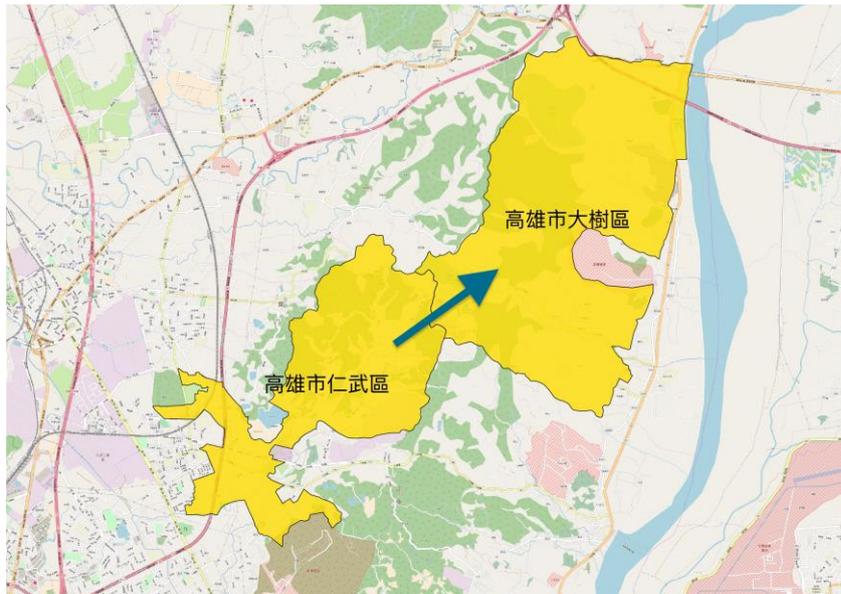


圖 5-19 由 A6417-03 至 A6415-01 之地理位置圖

表 5.17 與圖 5-19 為由 A1505-28 至 A1506-08 之起迄摘要資訊以及地理位置圖，該起迄對之起點為高雄市仁武區的部份村里，迄點為高雄市大樹區的部份村里。下圖（圖 5-20）為該起迄對在平日之供需分佈圖，由圖中可以看出儘管平日 24 小時平均之總需求量約在 45 左右徘徊，但公共運輸供給在 7 時至 23 時卻提供了大量班次。

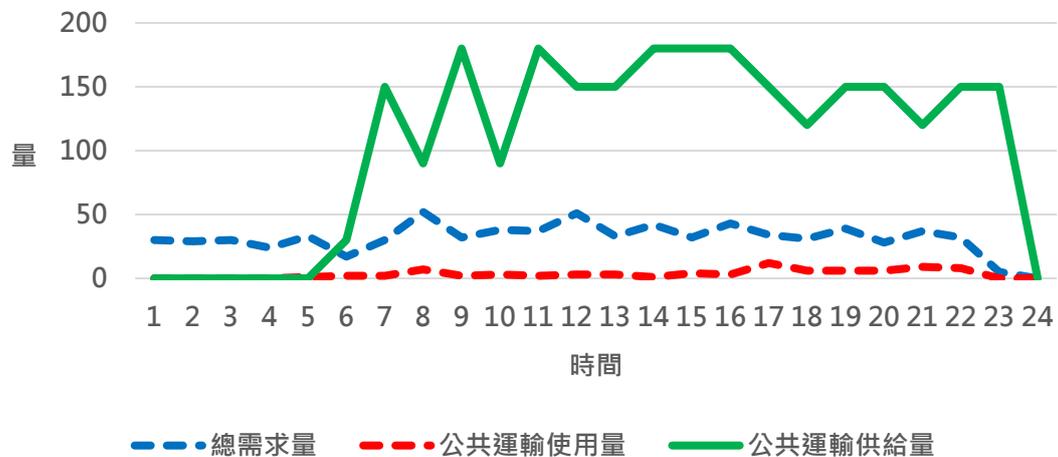


圖 5-20 由 A6417-03 至 A6415-01 之平日供需分布圖

圖 5-21 為該起迄對在假日之供需分佈圖，由圖中可以看出一樣的問題亦發生於假日，即公共運輸供給過多，實際之總需求卻遠不及供給。綜合本案例在平日、假日所出現的現象，由於經過此起迄對之公共運輸路線之起點站點及終點站點均非位於起或迄任何一區域內，故本研究無法斷定確真為供過於求，但這樣的分析結果也清楚呈現了值得探討的議題，可供管理者、決策者參考。

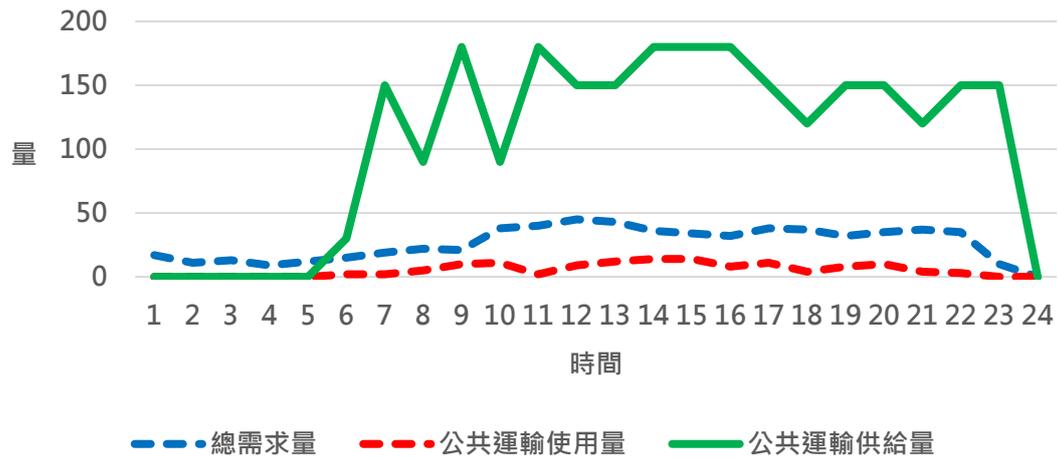


圖 5-21 由 A6417-03 至 A6415-01 之假日供需分布圖

5.4.6 案例六：高雄市鳳山區至高雄市鳥松區

表 5.18 由 A6412-01、A6412-02、A6412-03、A6412-04、A6412-10 至 A6418-09 之起迄對摘要

起點	迄點
A6412-01、A6412-02、A6412-03、A6412-04、A6412-10 (高雄市鳳山區文德里)	A6418-09 (高雄市鳥松區鳥松里、大華裡)



圖 5-22 由 A6412-01、A6412-02、A6412-03、A6412-04、A6412-10 至 A6418-09 之地理位置圖

表 5.18 與圖 5-22 為由 A6412-01、A6412-02、A6412-03、A6412-04、A6412-10 至 A6418-09 之起迄摘要資訊以及地理位置圖，該起迄對之起點

為高雄市鳳山區的部份村里，迄點為高雄市鳥松區的部份村里。由於高雄市鳳山區人口密度較高，二級發布區之劃分較為密集，因此單一村里可能被切分為數個二級發布區。在本案例中，鳳山區文德里即為一例，如表 5.19，A6412-01、A6412-02、A6412-03、A6412-04、A6412-10 等二級發物區均屬於高雄市鳳山區文德里，而本研究為求得更具代表性之結果，便將同一村里之起迄對供需分析結果加總。

表 5.19 二級發布區對照村里表

CODE2	County	District	Village
A6412-01	高雄市	鳳山區	文德里
A6412-02	高雄市	鳳山區	文德里
A6412-03	高雄市	鳳山區	文德里
A6412-04	高雄市	鳳山區	文德里
A6412-10	高雄市	鳳山區	文德里

圖 5-23 為該起迄對在平日之供需分佈圖，可以發現總需求量在平日的 6 至 10 時呈現上升趨勢，在 12 時至 17 時呈現下降趨勢，而在 18 時至 19 時又反轉上升，隨後在 20 時開始下降直到 23 時。又根據公共運輸供給分佈，發現平日的 8 時至 14 時，每小時發車班次皆為 3 班，明顯少於總需求量，在 18 時至 19 時也有如此狀況發生。但是若觀察到公共運輸使用量，便可以發現搭乘公共運輸的人次極少，這樣的差異也顯示此起迄對為具備潛在需求的公共運輸起迄，如何改進公共運輸服務值得深究。

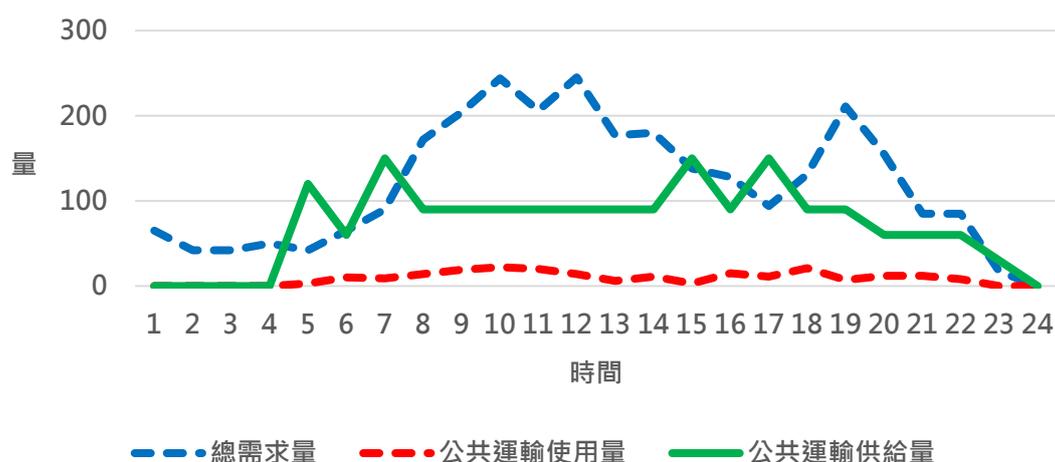


圖 5-23 由 A6412-01、A6412-02、A6412-03、A6412-04、A6412-10 至 A6418-09 之平日供需分布圖

圖 5-24 為該起迄對在假日之供需分佈圖，可以發現相對於平日，總需求遠高於公共運輸供給的情形便減少許多，唯在 12 時與 18 時的公共運輸供給出現少於總需求的情形。

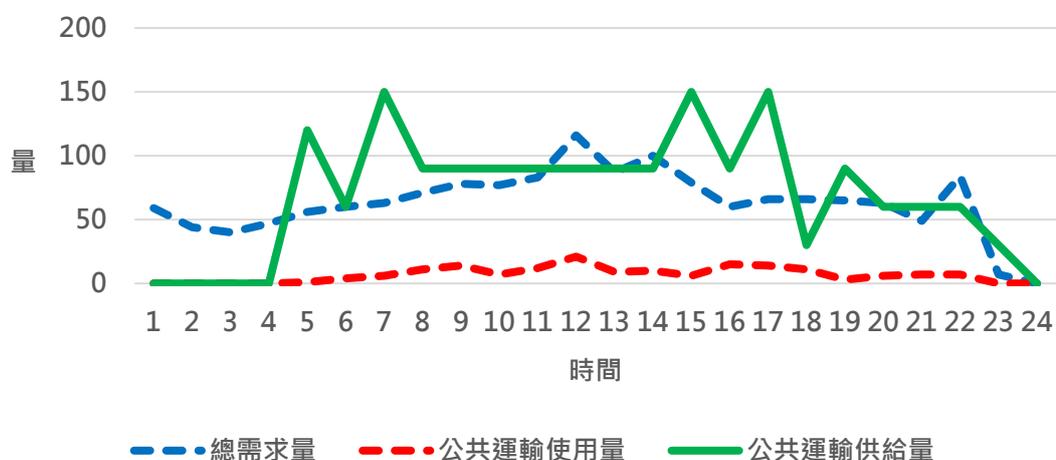


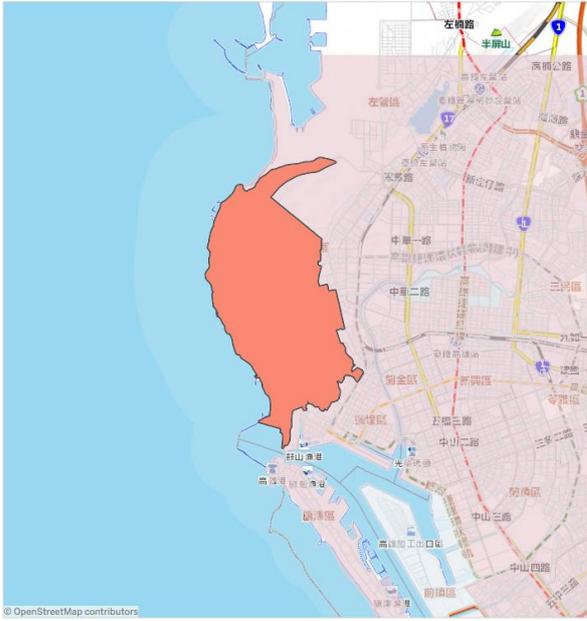
圖 5-24 由 A6412-01、A6412-02、A6412-03、A6412-04、A6412-10 至 A6418-09 之假日供需分布圖

除了針對特定的起迄對進行個別分析之外，本研究亦可針對學區、加工出口區等區域探討學生、上班族之旅運行為，並透過本研究開發之公共運輸供需分析儀表板，透過不同的篩選準則呈現其起迄分佈以及旅運時空分佈。以下幾個小節將利用高雄市國立中山大學、高雄市以及高雄市楠梓加工出口區作為案例，說明本研究之分析成果。

5.4.7 案例七：高雄市國立中山大學

國立中山大學位於高雄市鼓山區內，其所在之二級發布區為 A6402-44，下圖（圖 5-25、圖 5-26、圖 5-27、圖 5-28、圖 5-29、圖 5-30）為以中山大學為起點或迄點之旅運需求時空分佈圖。

起點分區



迄點分區

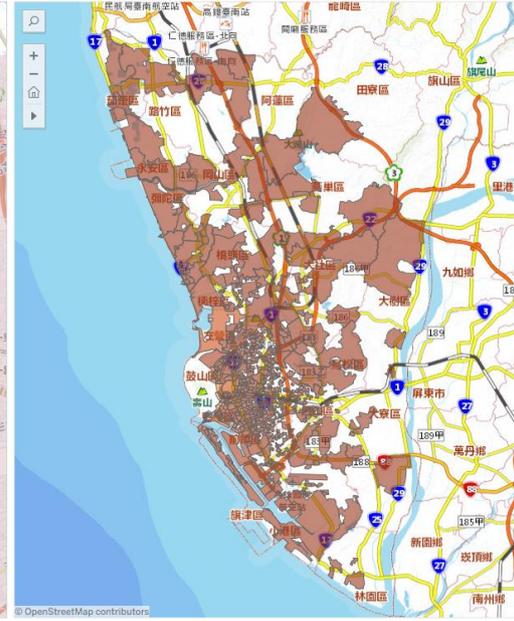


圖 5-25 以中山大學為起點之迄點分佈圖

起點分區



迄點分區

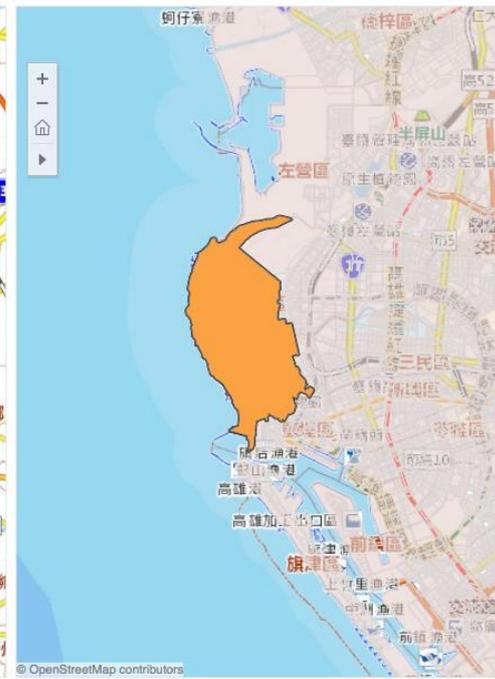


圖 5-26 以中山大學為迄點之起點分佈圖

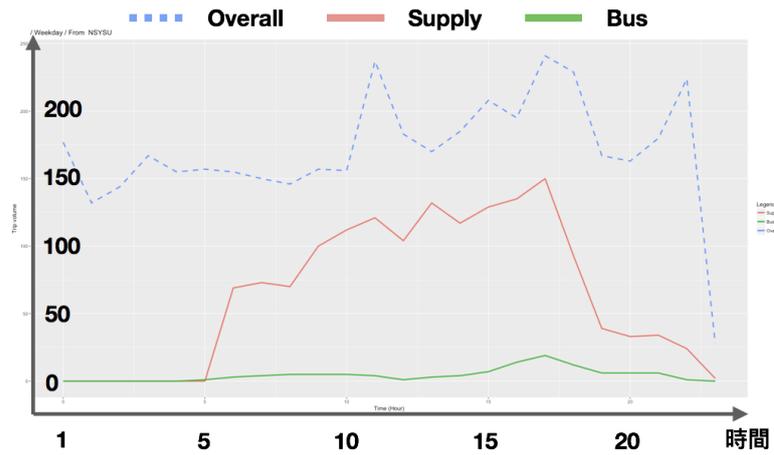


圖 5-27 以中山大學為起點之平日總體旅運需求分佈圖

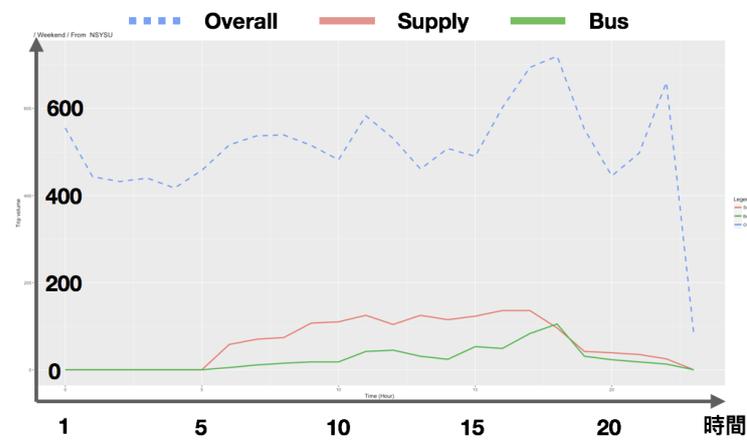


圖 5-28 以中山大學為起點之假日總體旅運需求分佈圖

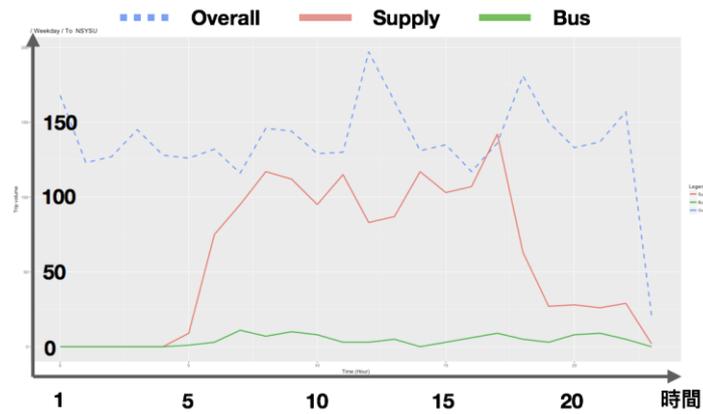


圖 5-29 以中山大學為迄點之平日總體旅運需求分佈圖

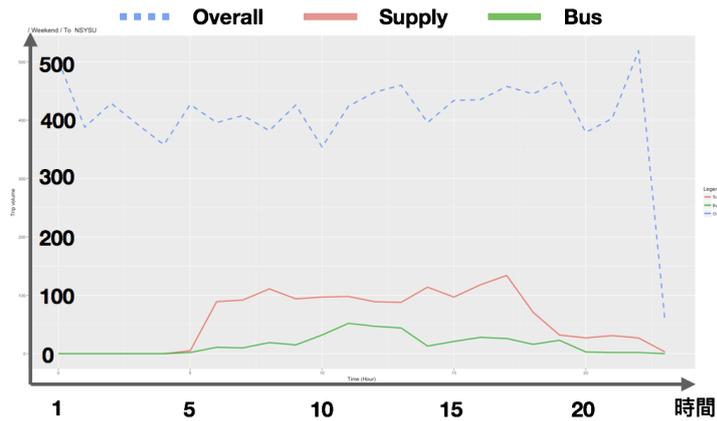


圖 5-30 以中山大學為迄點之假日總體旅運需求分佈圖

由圖中可看出，不論是由中山大學出發或是抵達中山大學，深夜時段依然有一定程度的旅次移動，顯示學生族群在夜間之移動是值得注意的課題，因此本研究便可以透過供需分析儀表板找出學生在夜間移動之起迄分佈，進一步了解學生之移動特性。由於學生於夜間移動大多於 22 時至隔日 2 時左右出門至鄰近區域活動，並於午夜 0 時至清晨 4 時之間活動完畢返家，故本研究將針對此時段討論。

下圖（圖 5-31）為以中山大學為起點之旅次，於 22 時至凌晨 2 時間所前往之迄點分佈圖。由圖中可以看出，夜間離開學校之學生所前往區域最遠可達永安、田寮、旗津、大寮等區，由於起迄間之旅次量前幾高者位在中山大學周邊，故以圖 5-32 呈現與中山大學較為鄰近區域之旅次起迄分佈。

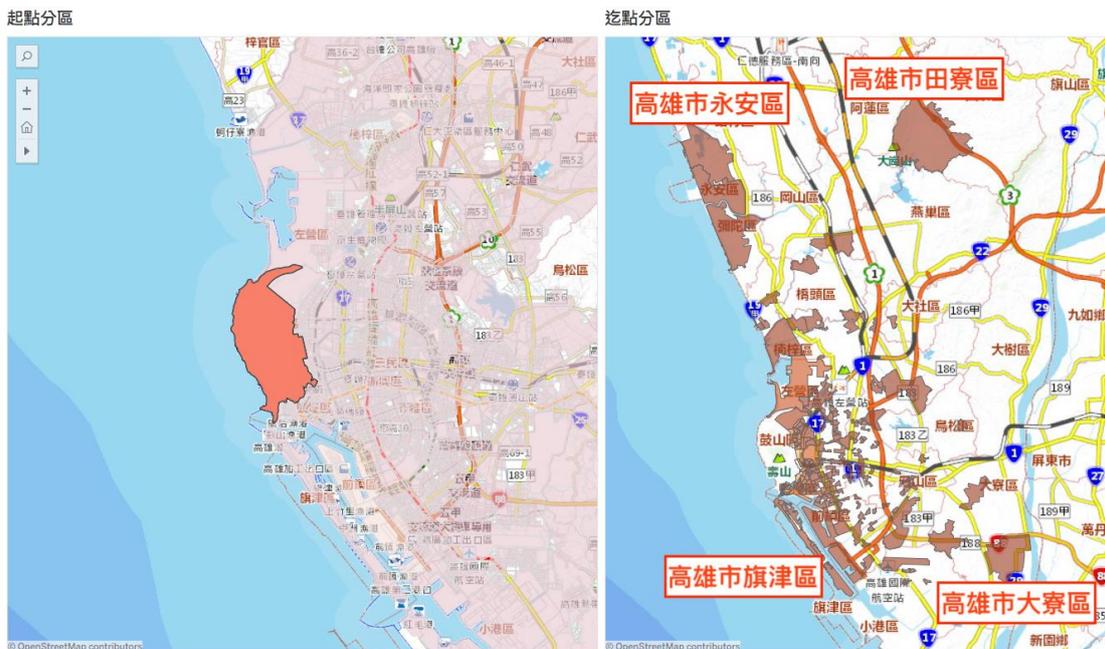
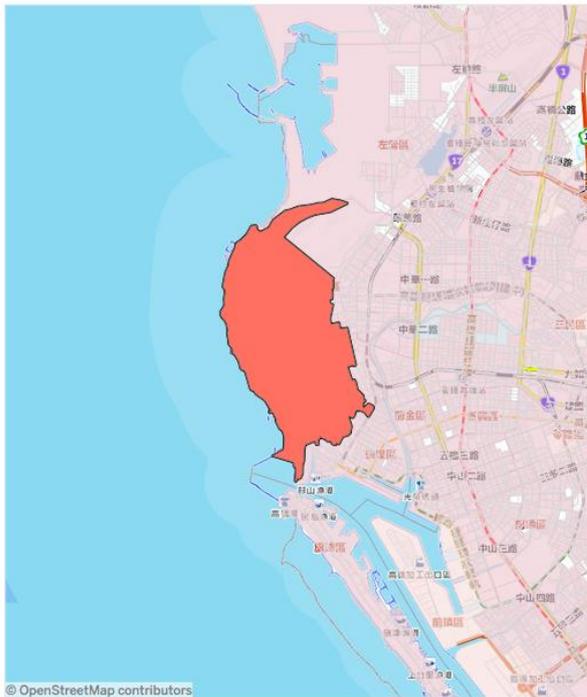


圖 5-31 中山大學為起點之夜間旅次分佈

起點分區



迄點分區

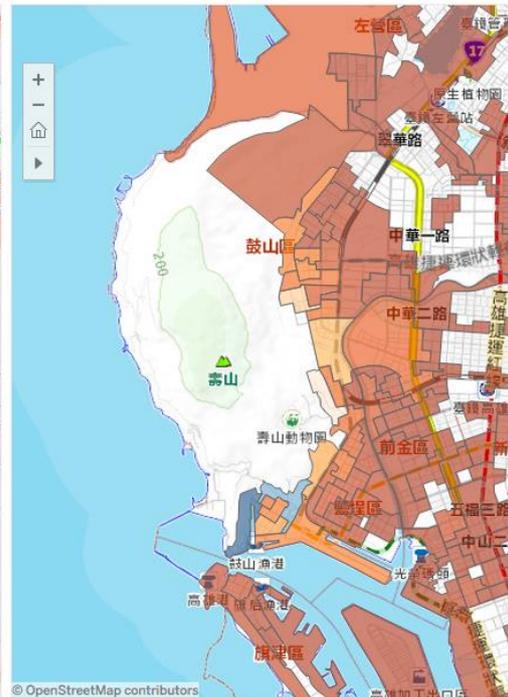
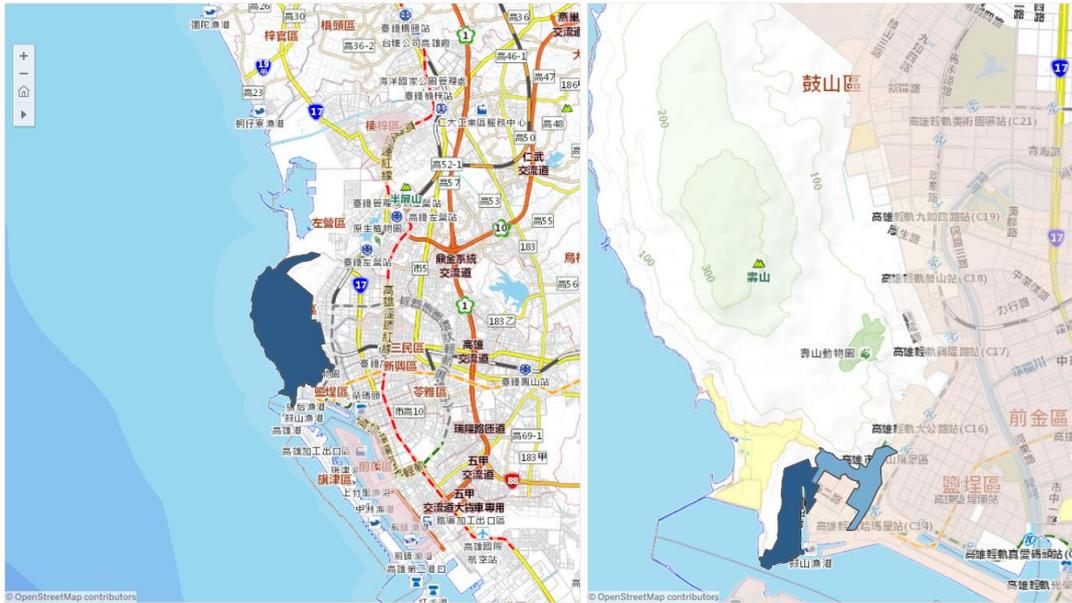


圖 5-32 中山大學為起點之夜間鄰近區旅次量分佈

由圖 5-32 可看出鄰近中山大學區域之起迄對旅次量最大者為高雄市鼓山區惠安里、壽山里、哨船頭里 (A6402-52)、高雄市鼓山區登山里、峰南里、麗興里、惠安里、壽山里 (A6402-54) 兩區，其供需分布圖如圖 5-33，可看出其於夜間時段 22 時至隔日凌晨 2 時均有穩定之需求量產生，同時段卻無提供公共運輸供給。由於該兩迄點區域位於中山大學可步行範圍內，故本研究將焦點轉移至離中山大學較遠且需求量为次高之迄點，檢視其供給需求縫隙。

起點分區

迄點分區



時段分布

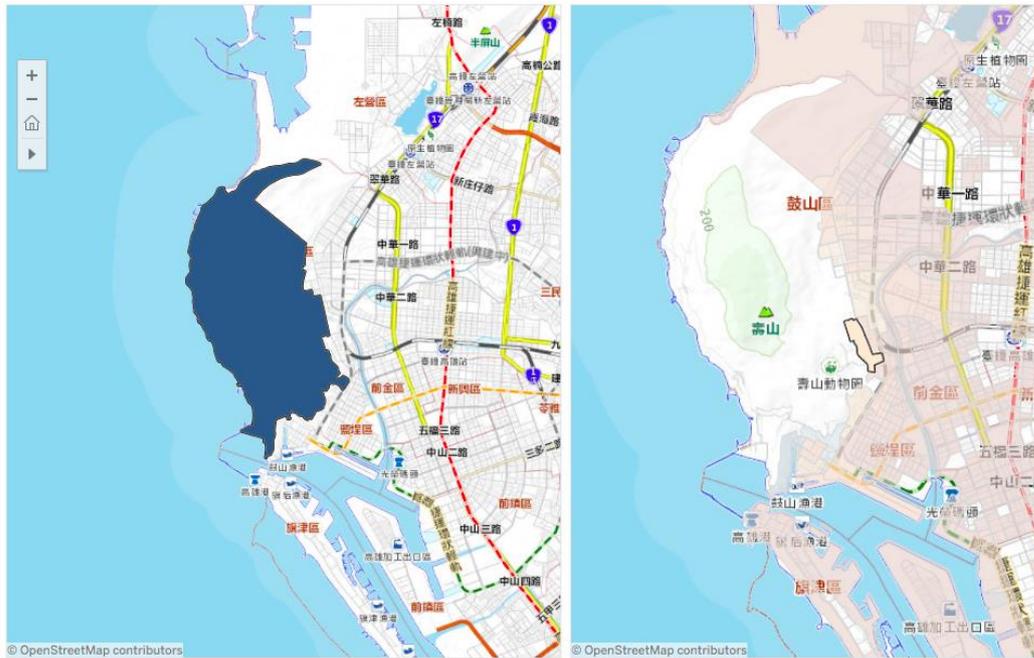


圖 5-33 中山大學至 A6402-54 及 A6402-52 之夜間供需分佈

圖 5-34 為中山大學前往高雄市鼓山區鼓岩里、興宗里 (A6402-48) 之起迄對，由下方之折線圖可看出該起迄對在夜間時段之需求量穩定，尤其在 0 時共有 117 個旅次產生，由於該迄點距離中山大學較遠，學生前往該區必需使用私有運具，故加強公共運輸服務確有其必要。

起點分區

迄點分區



時段分佈

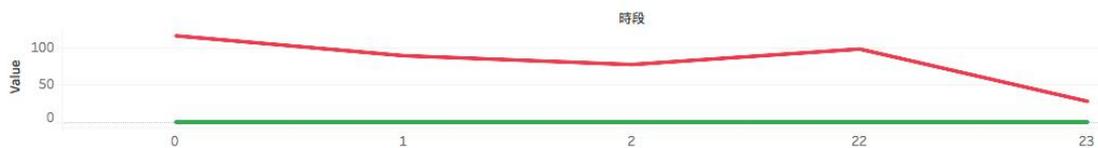


圖 5-34 中山大學至 A6402-48 之夜間供需分佈

下圖(圖 5-35)則為以高雄市其他區域為起點之旅次，於 0 時至清晨 4 時抵達中山大學之分佈圖。由圖中可以看出在該時段前往中山大學之旅次，最遠從楠梓、鳳山、小港、林園等區出發，由於起迄間之旅次量前幾高者位在中山大學周邊，故以圖 5-36 呈現與中山大學較為鄰近區域之旅次起迄分佈。

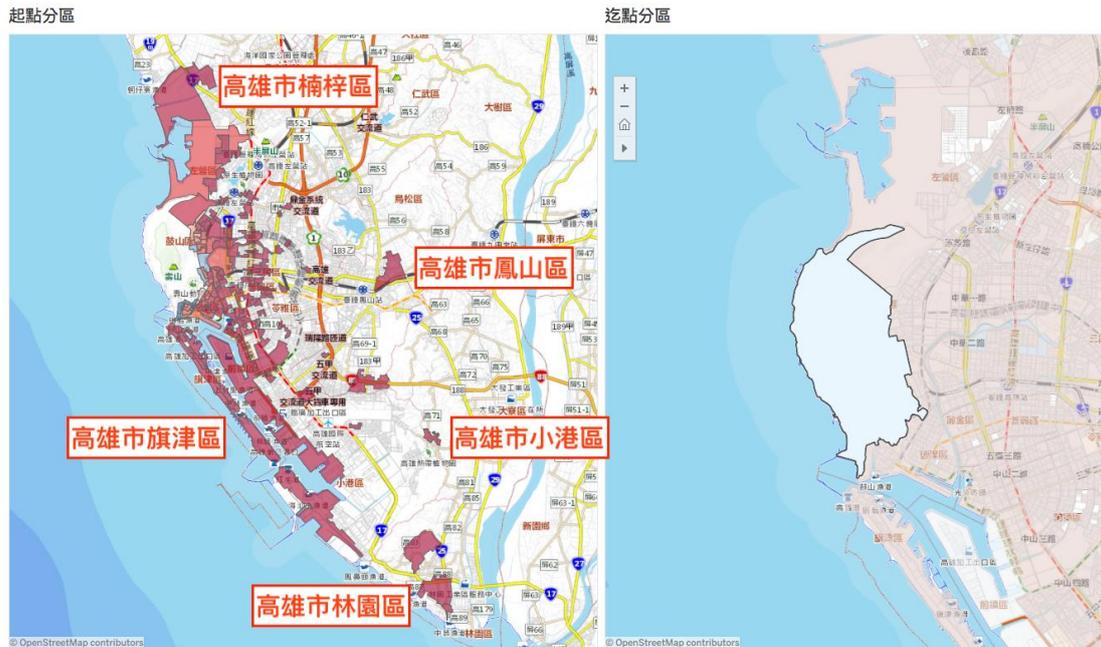


圖 5-35 中山大學為迄點之夜間旅次分佈

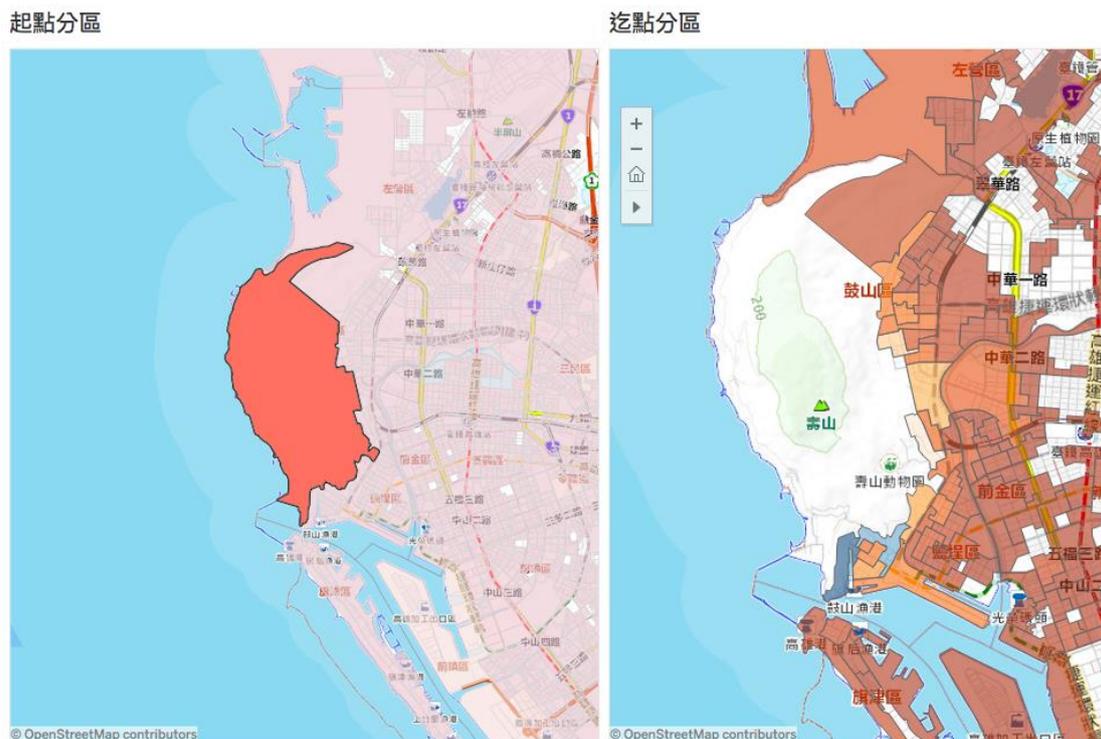


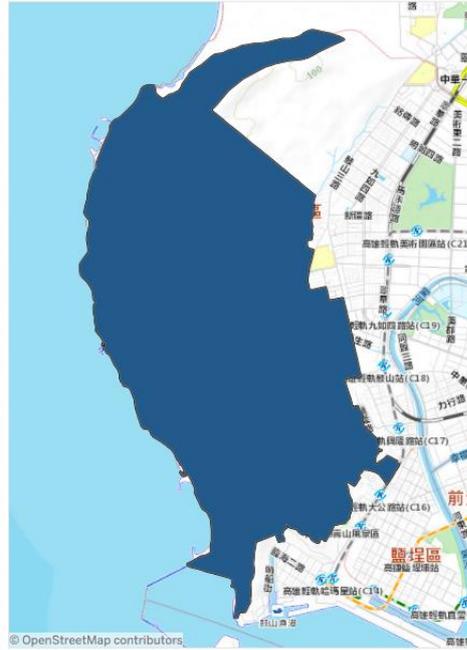
圖 5-36 中山大學為起點之夜間鄰近區旅次量分佈

由於學生於夜間離開學校抵達某迄點後，必需由該處返回學校，故本研究再次檢視於 0 時至 4 時由高雄市鼓山區鼓岩里、興宗里 (A6402-48) 返回中山大學之供需縫隙。如圖 5-37，可發現由該區回到中山大學之旅次在 0 時至 4 時每小時皆有 100 人左右移動，然而同時段並無任何公共運輸供給，顯示該起迄對有需求無供給之情況。

起點分區



迄點分區



時段分布

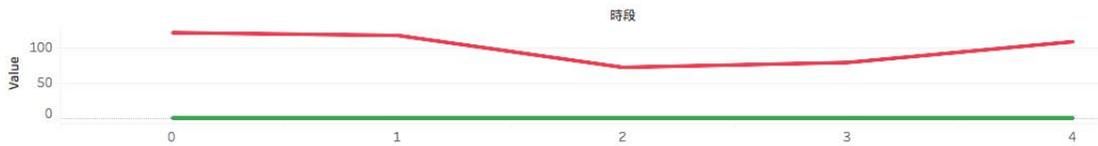
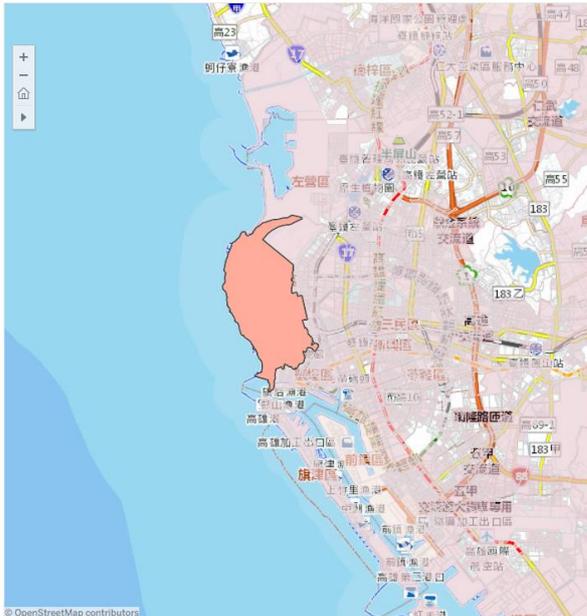


圖 5-37 A6402-48 至中山大學之夜間供需分佈

利用供需分析儀表板，本研究亦可分析平日、假日學生的旅運需求。如下圖（圖 5-38、圖 5-39）為以中山大學為起點之平日、假日迄點分佈圖。

起點分區



迄點分區

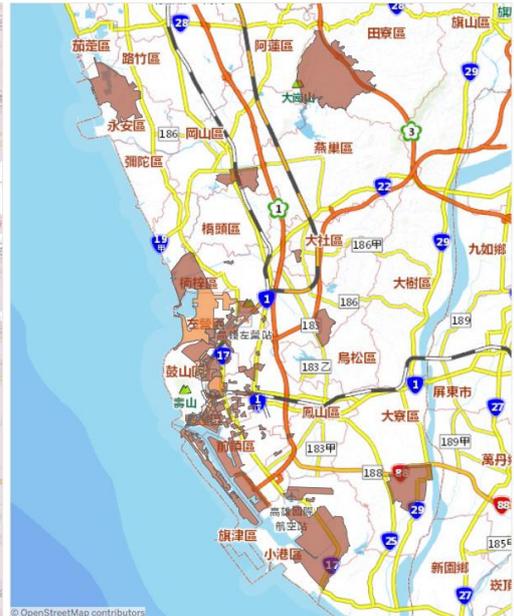
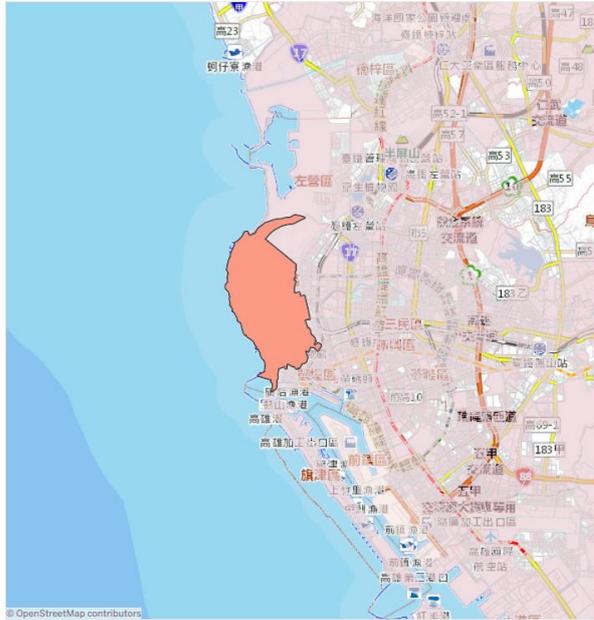


圖 5-38 以中山大學為起點之迄點分佈圖（平日）

起點分區



迄點分區

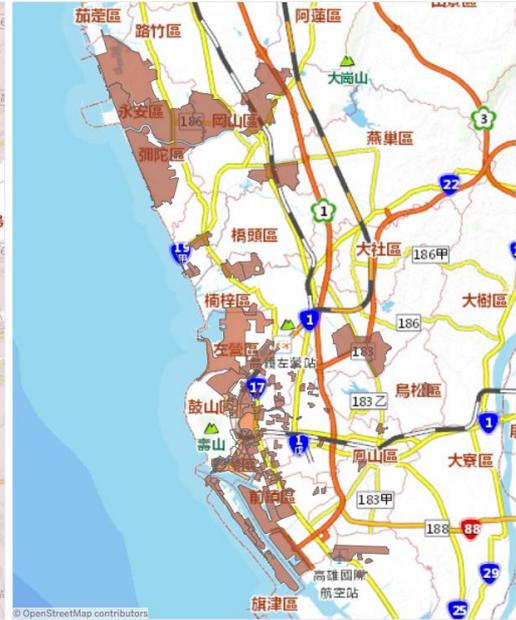
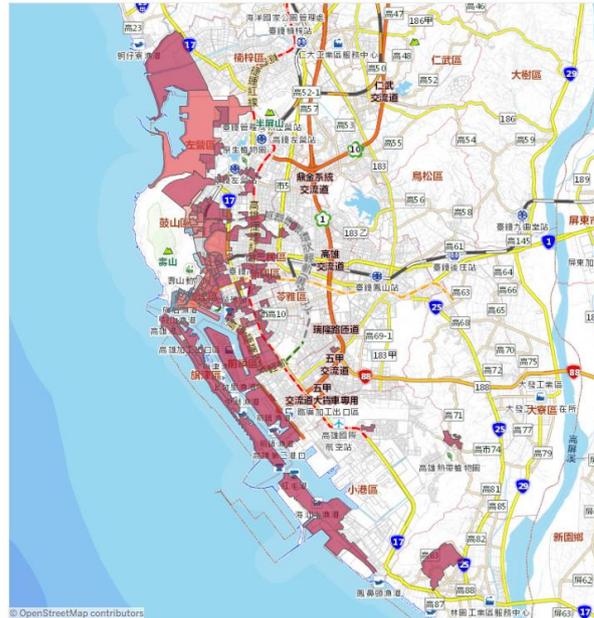


圖 5-39 以中山大學為起點之迄點分佈圖 (假日)

而下圖 (圖 5-40、圖 5-41) 則是以中山大學為迄點之平日、假日迄點分佈圖。

起點分區



迄點分區

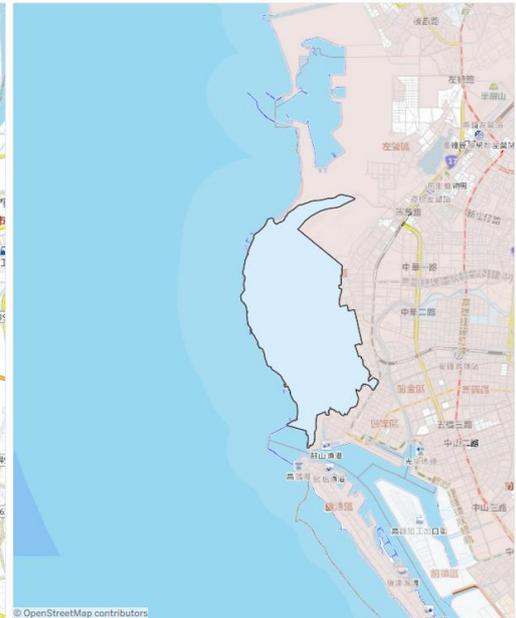


圖 5-40 以中山大學為迄點之起點分佈圖 (平日)

起點分區

迄點分區

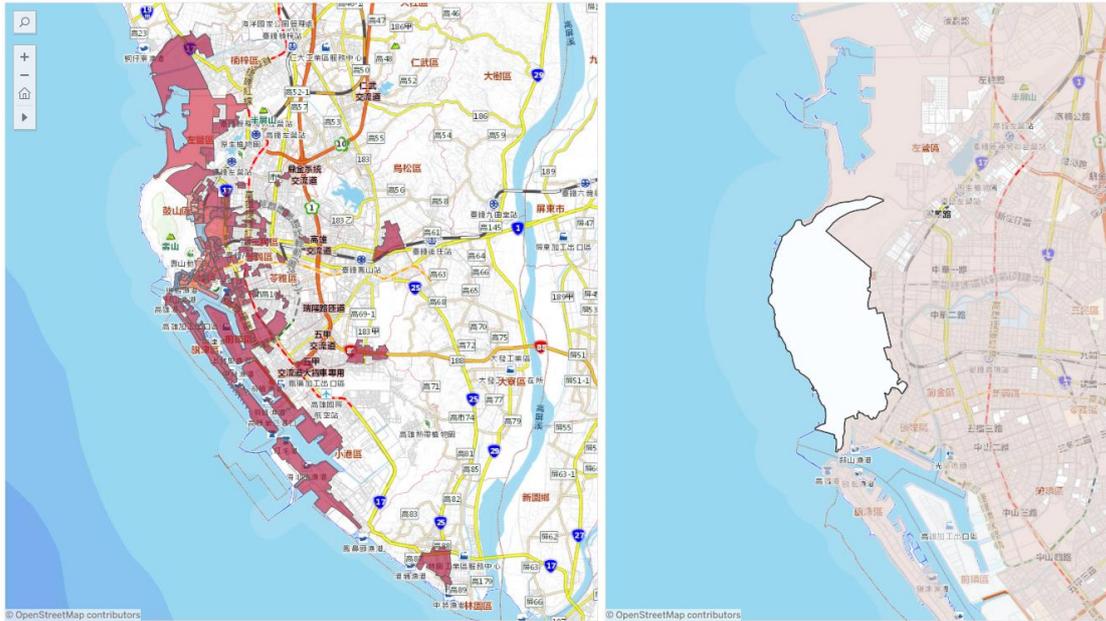


圖 5-41 以中山大學為迄點之起點分佈圖（假日）

不論在平日或假日，鼓山區麗興里、延平里、維生里、惠安里(A6402-55)皆為學生往返學校之熱區，由於該區距離學校約，故本研究針對該區進行供需分析之結果如下。圖 5-42、圖 5-43 為平日由 A6402-55 該區往返中山大學之供需分佈。由圖 5-42 可看出平日離開學校前往 A6402-55 之需求尖峰產生於 11 時與 17 時，而公共運輸供給與總需求之趨勢大致相符，且在 15、17、18 時有少許旅次搭乘公共運輸。由圖 5-43 可看出平日從 A6402-55 該區返回學校之旅次尖峰產生於 8、12、18 時，12 時有近 150 人次由中山大學前往該區域，公共運輸之供給則呈現穩定大於總需求之趨勢。

現總需求呈現一小尖峰，但公共運輸班次卻僅提供到 21 時，另外在 4 時也有同樣的情況。由圖 5-45 可看出假日由 A6402-55 返回中山大學之供需分佈，可看出總需求之尖峰產生於 12、18 時，且公共運輸供給穩定大於總需求。



圖 5-44 中山大學至 A6402-55 假日供需分佈

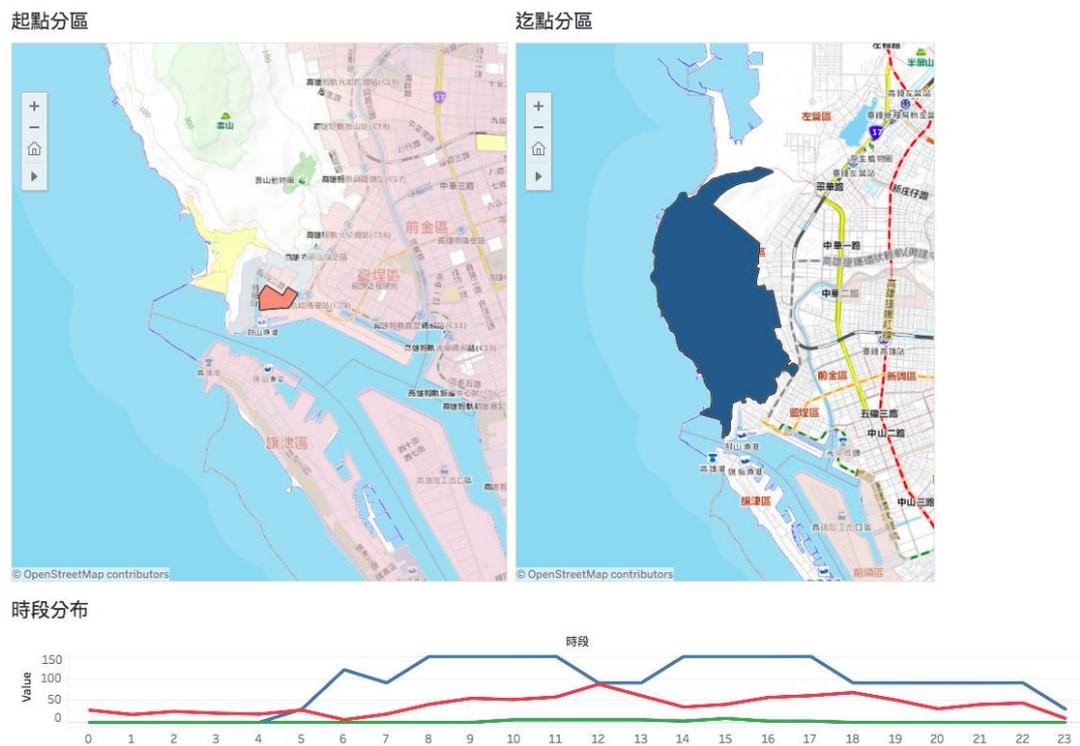


圖 5-45 A6402-55 至中山大學假日供需分佈

總結中山大學之供需分析結果，本研究發現學生頻繁於夜間活動大致符合大學生之生活型態，且根據夜間旅次分佈圖，儘管夜間移動之旅次最遠可遠離校園超過 10 公里，但總量不多，較多旅次移動之範圍集中在離學校不超過 5 公里之區域。在本研究提出之夜間案例中，公共運輸服務並無法滿足學生於夜間活動之需求，建議可透過夜間公車或租賃式公共運具來滿足學生之夜間旅運需求。另外在平日與假日之供需分佈，本研究發現總需求與公共運輸供給皆達到一定之水準，唯獨公共運輸使用量低迷或許為之後續改善之首要目標。

5.4.8 案例八：國立高雄大學

國立高雄大學位於高雄市楠梓區內，其所在之二級發布區為 A6404-14，下圖（圖 5-46、圖 5-47、圖 5-48、圖 5-49、圖 5-50）為以高雄大學為起點或迄點之旅運需求時空分佈圖。

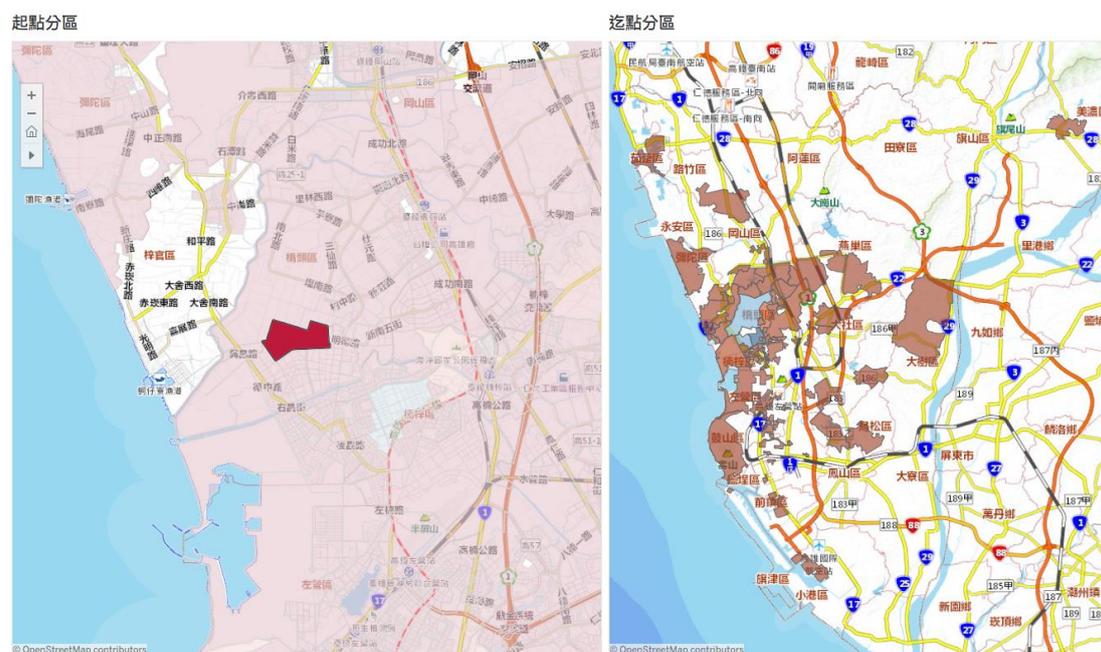


圖 5-46 以高雄大學為起點之迄點分佈圖

起點分區

迄點分區

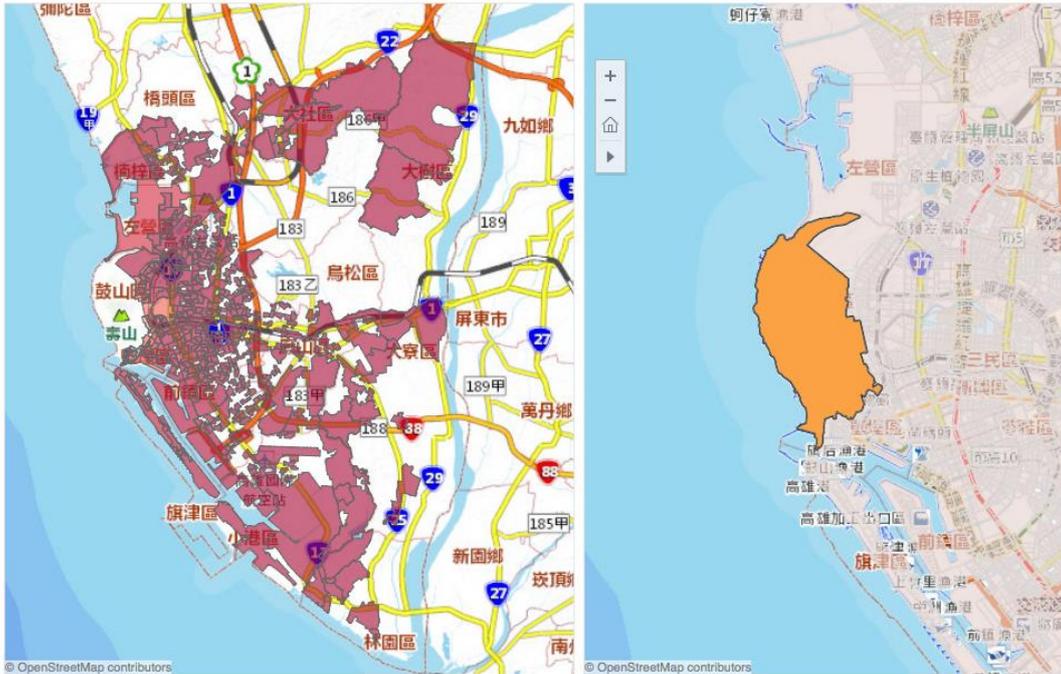


圖 5-47 以高雄大學為迄點之起點分佈圖

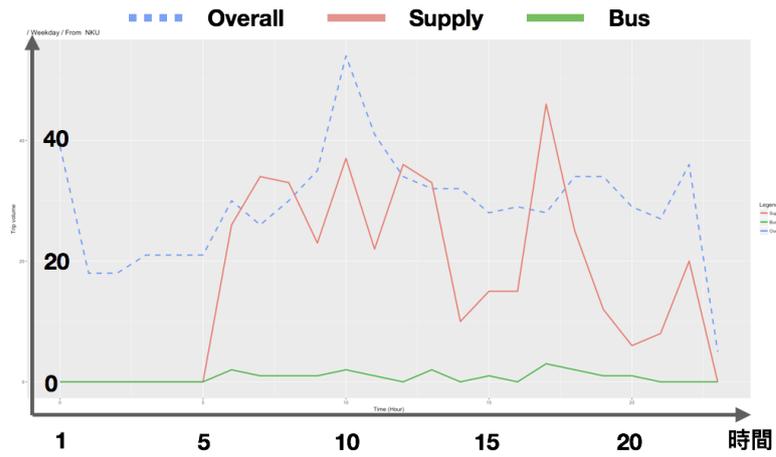


圖 5-48 以高雄大學為起點之平日總體旅運需求分佈圖

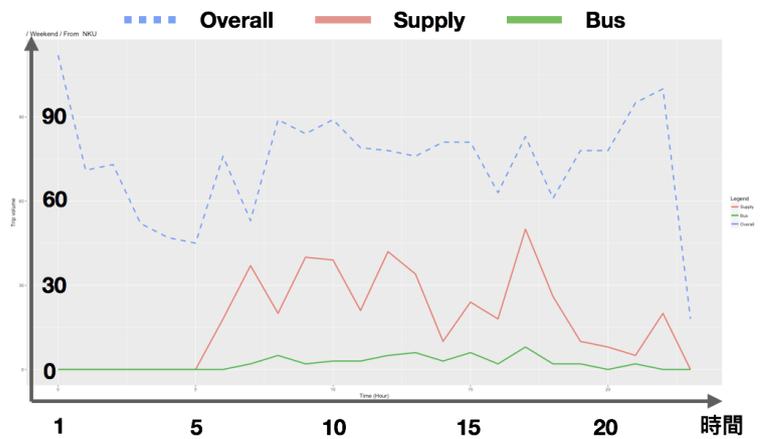


圖 5-49 以高雄大學為起點之假日總體旅運需求分佈圖

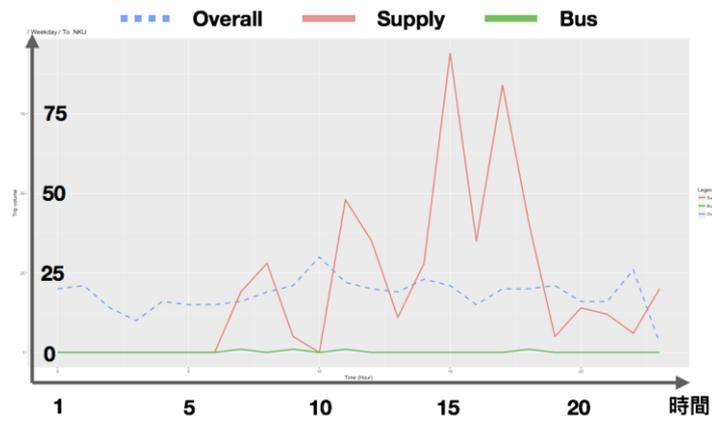


圖 5-50 以高雄大學為迄點之平日總體旅運需求分佈圖

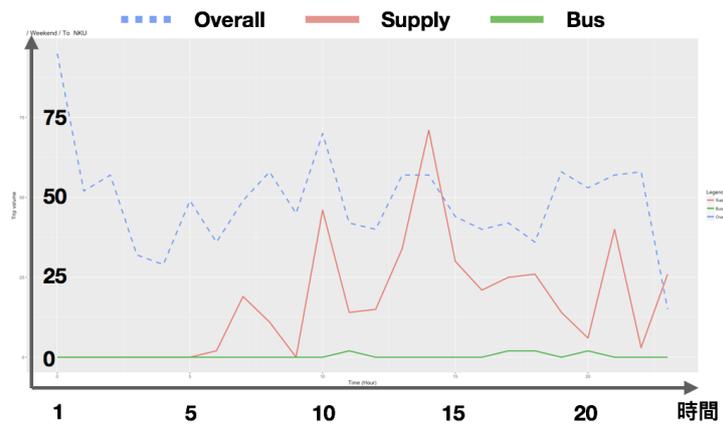
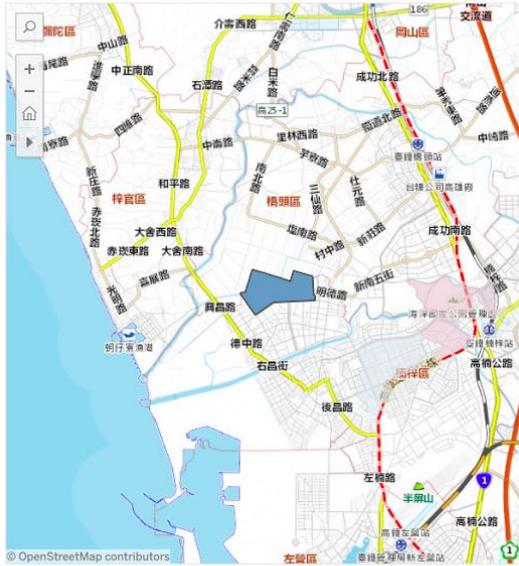


圖 5-51 以高雄大學為迄點之假日總體旅運需求分佈圖

若欲分析平日、假日學生的旅運需求，可發現楠梓區盛昌里、中和里（A6404-39）為往返高雄大學之次高總需求之起迄對，該區域距離高雄大學約 3 公里，屬於走路不易抵達之區域。透過圖 5-52、圖 5-53、圖 5-54、圖 5-55 可發現該區域至高雄大學不論在平日、假日皆無提供公共運輸服務，但是不論平假日，該區域皆有穩定之需求產生，顯示公共運輸供給存在缺口。

起點分區



迄點分區



時段分布

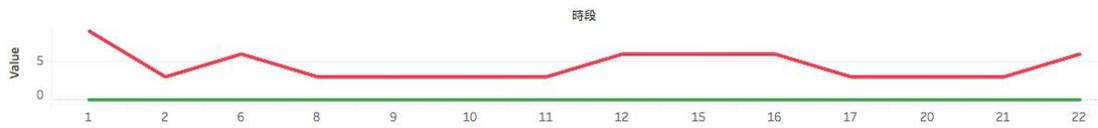
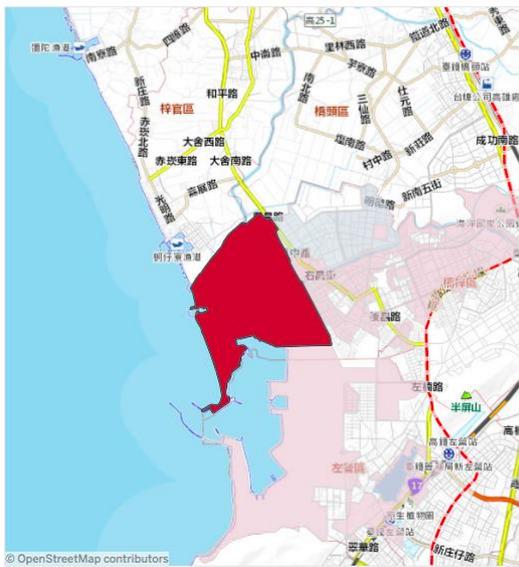


圖 5-52 高雄大學至 A6404-39 平日供需分佈

起點分區



迄點分區



時段分布

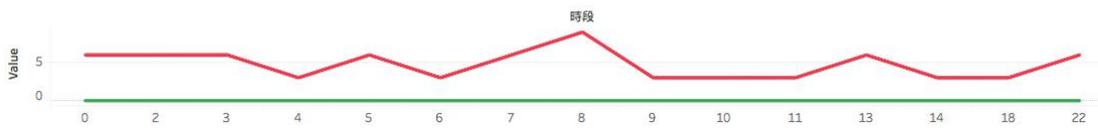


圖 5-53 A6404-39 至高雄大學平日供需分佈

起點分區



迄點分區



時段分布

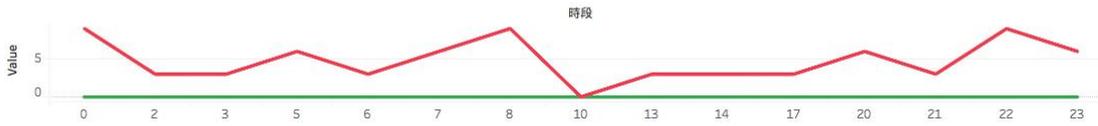
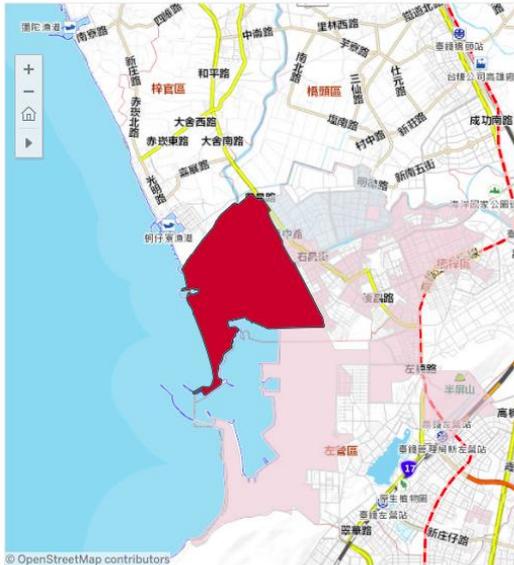


圖 5-54 高雄大學至 A6404-39 之假日供需分佈

起點分區



迄點分區



時段分布



圖 5-55 A6404-39 至高雄大學之供需分佈

總結高雄大學之供需分析結果，由於高雄大學位處楠梓區，距離高雄鬧區較遠，故公共運輸供給本就較少，但透過儀表板檢視供給需求縫隙後

仍發現在 A6404-39 該區域內持續有移動需求產生，但公共運輸卻無提供班次，實為後續公共運輸服務改善之首要目標。

5.4.9 案例九：楠梓加工出口區

楠梓加工出口區位於高雄市楠梓區，其所屬之二級發布區為 A6404-52。由下圖(圖 5-56、圖 5-57)可針對楠梓加工出口區之起迄來源綜覽檢視，由圖中可以發現，以楠梓加工出口區為起點，最遠之迄點為前往六龜、美濃、杉林、旗山、內門等區；相反地，以楠梓加工出口區為迄點，最遠之起點來自茄萣、路竹、阿蓮、旗津、小港等區。

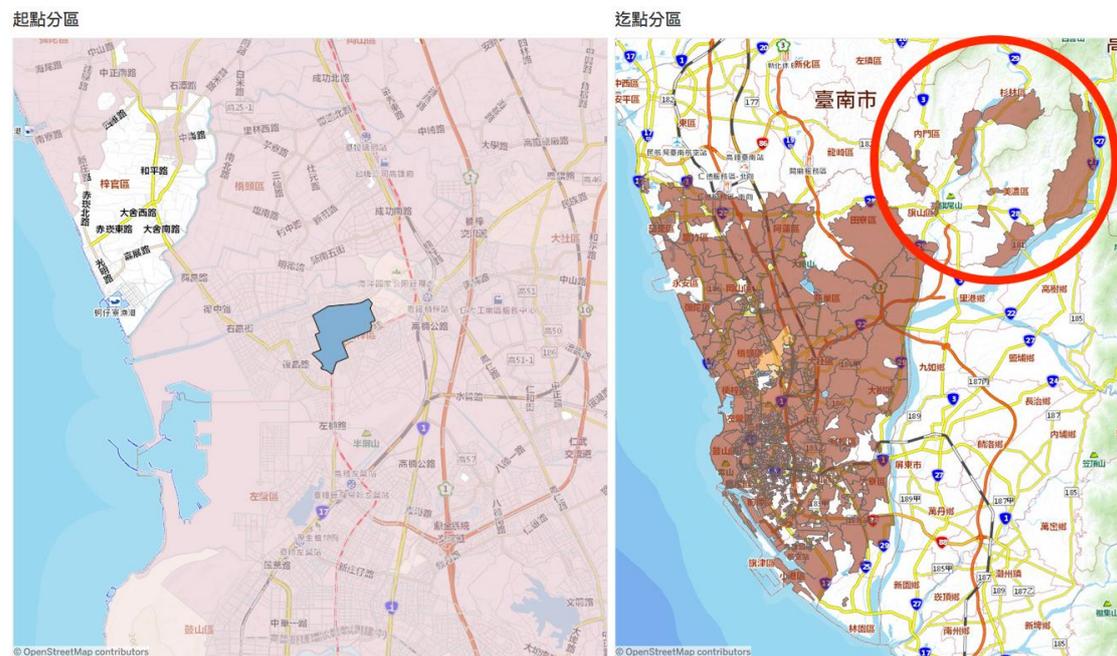


圖 5-56 楠梓加工區為起點之迄點分佈

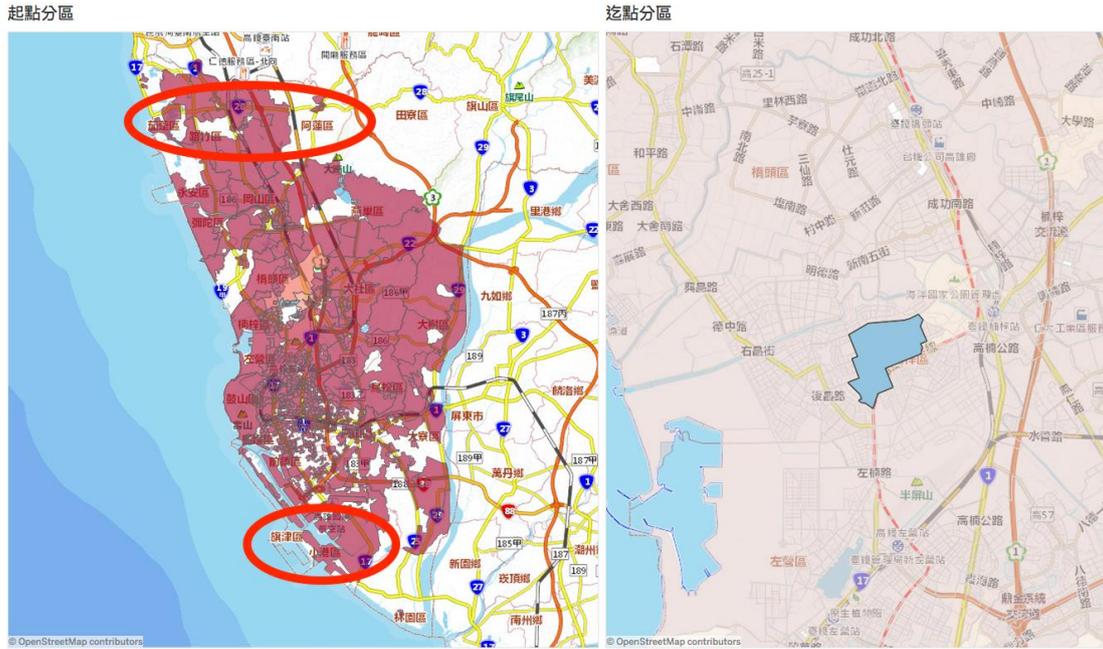


圖 5-57 楠梓加工區為迄點之起點分佈

由於加工出口區之移動高峰為平日晨峰（7 點至 9 點）移入以及平日昏峰（17 點至 19 點）移出，透過供需分析儀表板便可以清楚檢視以加工出口區為迄點在早晨上班尖峰之起點分佈以及以加工出口區為起點在下午下班尖峰之迄點分佈。

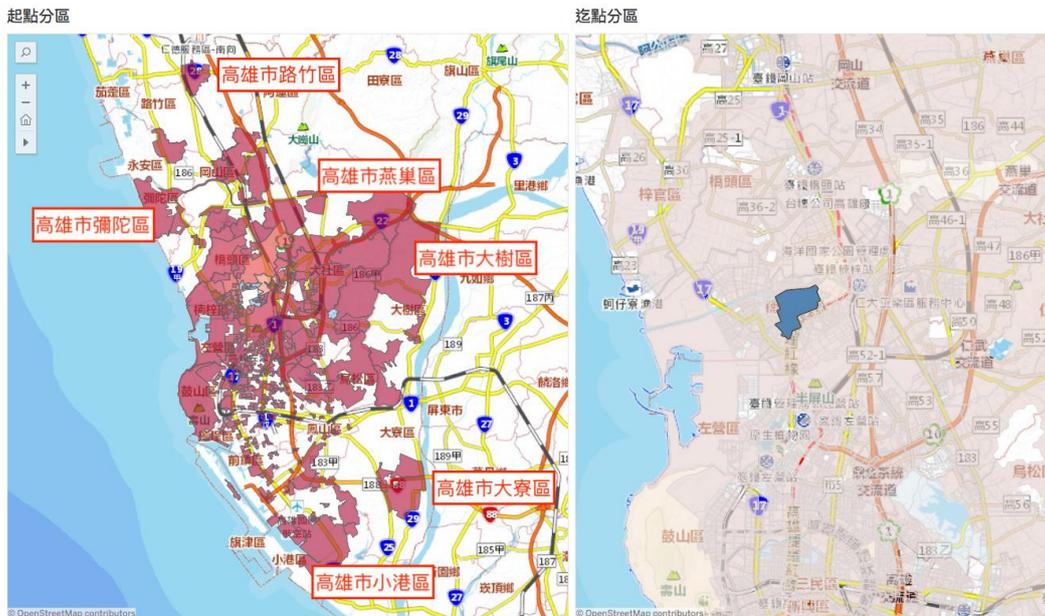


圖 5-58 楠梓加工出口區平日晨峰旅次起迄分佈

由上圖（圖 5-58）可看出在平日上班尖峰，楠梓加工出口區之工作旅次之起點區域分布，圖中標出之區域為起迄間距離較遠之起點所在行政區

域，可發現在平日上午 7 時至 9 時，通勤至楠梓加工出口區之旅次最遠來自路竹、彌陀、燕巢、大樹、大寮、小港等區。

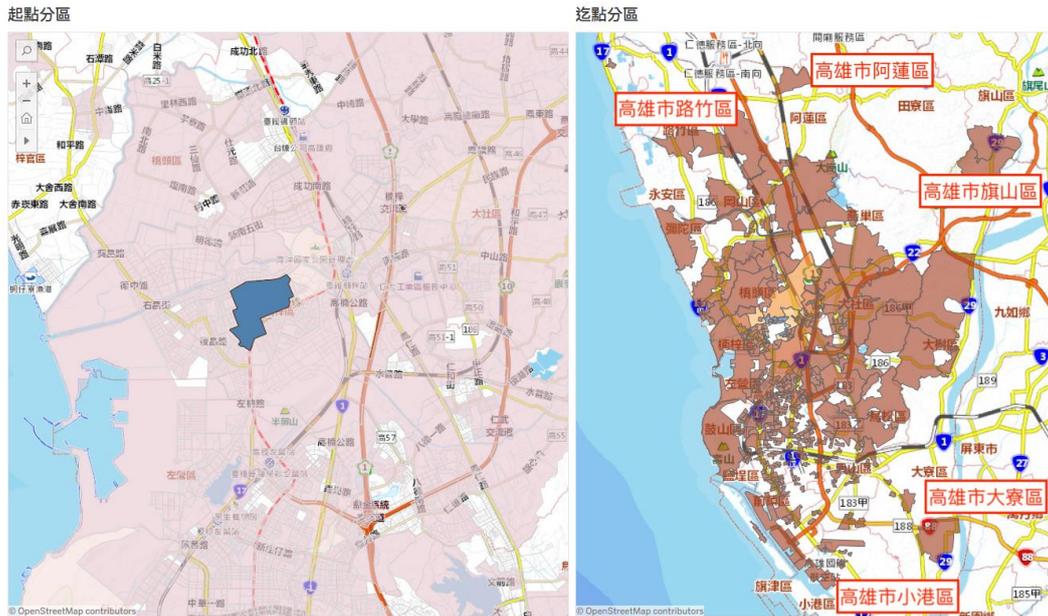


圖 5-59 楠梓加工出口區平日昏峰旅次起迄分佈

由上圖（圖 5-59）可看出在平日下班尖峰，楠梓加工出口區之工作旅次之迄點區域分布，圖中標出之區域為起迄間距離較遠之迄點所在行政區域，可發現在平日下午 5 時至 7 時，由楠梓加工出口區通勤返家之旅次最遠可至阿蓮、路竹、旗山、大寮、小港等區。

若進一步分析平日上班尖峰和下班尖峰總需求量較多且考量民眾較少選擇居住於鄰近加工出口區之區域，本研究選擇高雄市楠梓區東寧里、惠民里、惠豐里、金田里、瑞屏里（A6404-22）往返楠梓加工出口區之起迄對進行分析。由下圖（圖 5-60）可發現由 A6404-22 於 7 至 9 時通勤前往楠梓加工出口區之總需求皆大於公共運輸供給，而公共運輸在 7 時有 13 人次使用，在 8 時有 10 人次使用。

起點分區



迄點分區



時段分布

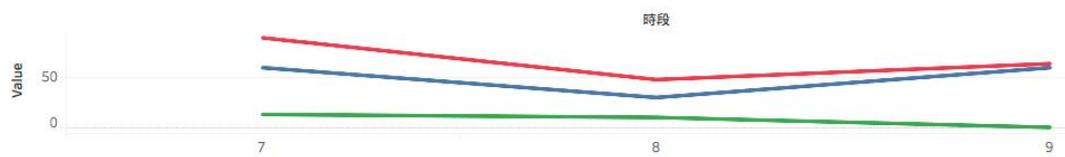


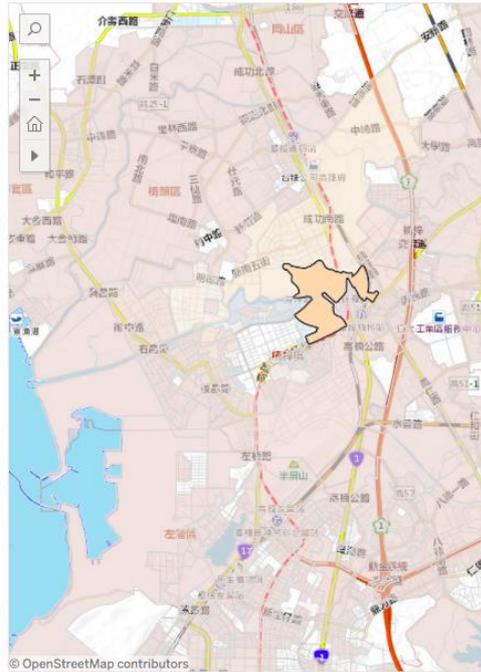
圖 5-60 上班尖峰由 A6404-22 前往楠梓加工出口區之供需分佈

再由下圖(圖 5-61)可發現由楠梓加工出口區於 17 至 20 時通勤返回 A6404-22 之總需求皆小於公共運輸供給,與上班尖峰呈現截然不同的旅運型態,公共運輸在下班尖峰提供之班次數大於上班尖峰之班次數亦值得深入檢視。

起點分區



迄點分區



時段分布

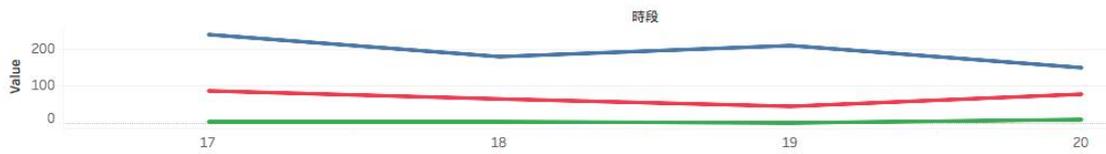


圖 5-61 下班尖峰由楠梓加工出口區前往 A6404-22 之供需分布

第六章 客運乘載人數推估

6.1 資料特性分析

推估客運路線乘載人數推估需要兩大類資料集，公車動態與電子票證。前者能提供路線班距及時空軌跡等資訊；後者則是能提供乘載人數資訊。但兩資料級必須高度融合方能完成，本章將依序說明本計畫在蒐集上述資料集過程遭遇之困難、解決方式及影響衝擊。

6.1.1 電子票證

本研究收集之電子票證包括一卡通、悠遊卡（按筆劃排序）兩大電子票證公司之相關交易資料，蒐集範圍與資料清理細節可參考第 3.4 節之說明。在 3.4 節有關資料清理的說明中，已列舉代碼不足之問題，所幸衝擊僅限於呈現時無法以民眾常見之路線名稱顯示，不影響乘載人數結果。整體而言，悠遊卡資料集約有三分之一的路線無業者代碼與路線代碼，而一卡通的部份則是所有資料集均有業者代碼對應表，但全部都沒有路線代碼對應表。由於在某一特定時間與空間中，某特定車牌上之公車可能同時有兩種票種之乘客，也可能僅有其中一類，因此路線名稱的顯示可能會不一致或者僅能以代碼顯示，但不影響載人數計算結果。

然而在進一步要融合兩票證之乘載人數過程中，發現車號資訊可能有「AB-123」或「AB123」兩種紀錄方式，為能順利融合，本研究將車號中的「-」符號去除以利融合。另外在票種屬性方面，兩票證公司對於一般票、學生票、敬老票等各式票種的定義數量與種類也不一致，需將代碼相互對應。

此外，透過電子票證公司收集之票證紀錄尚有一個特性，其上/下車空間資訊通常是以「站點代碼」或「站序」紀錄之如圖 6-1 或圖 6-2。此特性與收集來自監理單位或營運單位之資料集，如圖 6-3 有明確站牌名稱的特性明顯不同。且經過長期之觀察與了解，確認資料提供者無法提供站序代碼之對應表，此資料特性將影響本研究執行公車動態與電子票證融合時之演算法，相對應的處理邏輯將於第 6.3 節說明。

	客運公車代碼	卡號	票種代碼	路線公路編號	司機編號	車號	上車站點	下車站點	上車時間	下車時間
1	0704	1888564	A2	012C	6657	127-FW	0006	0001	2017-04-08 11:58:20.000	2017-04-08 12:52:23.000
2	0704	1888681	A3	06ED	5894	999-U5	0001	0053	2017-04-15 09:25:36.000	2017-04-15 10:43:38.000
3	0704	1888934	A1	012C	1459	038-U7	0006	0001	2017-04-16 10:33:24.000	2017-04-16 11:10:03.000
4	0704	1888934	A1	012C	1823	039-U7	0001	0006	2017-04-17 18:18:37.000	2017-04-17 19:15:23.000
5	0704	1889612	A1	00B6	2899	FAB-519	0003	0002	2017-04-15 10:35:39.000	2017-04-15 11:08:51.000
6	0704	1889966	A2	EA60	5949	068-FS	0005	0013	2017-04-16 15:45:05.000	2017-04-16 17:34:27.000
7	0704	1890475	A3	00C8	4919	010-FZ	0046	0057	2017-04-16 17:38:04.000	2017-04-16 17:48:00.000
8	0704	1890738	A1	0640	5373	209-U5	0006	0021	2017-04-10 19:49:24.000	2017-04-10 20:23:58.000
9	0704	189076	A1	0190	1352	311-U5	0011	0007	2017-04-25 17:02:07.000	2017-04-25 17:29:38.000
10	0704	1891501	A4	0011	5847	202-FU	0005	0003	2017-04-16 11:59:42.000	2017-04-16 12:37:33.000
11	0704	1891501	A4	0B54	32	480-FU	0001	0032	2017-04-28 16:18:18.000	2017-04-28 17:01:19.000
12	0704	1891501	A4	0C1C	6244	105-FL	0012	0001	2017-04-17 15:28:07.000	2017-04-17 15:41:27.000
13	0704	1891501	A4	125C	4669	480-FU	0097	0001	2017-04-19 20:29:27.000	2017-04-19 22:07:01.000
14	0704	1891501	A4	125C	4669	480-FU	0097	0001	2017-04-19 14:30:01.000	2017-04-19 16:37:21.000
15	0704	1891501	A4	125C	6142	099-FL	0060	0034	2017-04-10 11:26:41.000	2017-04-10 12:10:14.000
16	0704	1891501	A4	125C	6612	483-FU	0061	0081	2017-04-26 18:25:42.000	2017-04-26 18:47:43.000
17	0704	1891643	A2	0A8C	0	480-FU	0016	0001	2017-04-11 16:54:56.000	2017-04-11 17:20:15.000
18	0704	1891643	A2	0A8C	1282	459-FY	0001	0016	2017-04-13 07:06:47.000	2017-04-13 07:37:41.000
19	0704	1891643	A2	0A8C	5512	121-FL	0001	0016	2017-04-17 07:03:31.000	2017-04-17 07:36:04.000
20	0704	1891643	A2	0A8C	6278	078-FL	0001	0016	2017-04-21 09:58:36.000	2017-04-21 10:25:53.000

圖 6-1 一卡通票證資料以站點代碼呈現空間示意圖

票證公司	客運公車代碼	卡號	票種代碼	路線公路編號	司機編號	車號	上車時間	上車站序	上車計費站序	下車時間	下車站序	下車計費站序		
1	EASTCARD	033036	5yn339BMB	1	1	1	54097	FAE-052	2017-04-18 20:49:33.000	1	2	2017-04-18 21:51:45.000	59	116
2	EASTCARD	034003	oQqDmfYxgC1	1	1	1	49516	FAD855	2017-04-18 08:01:16.000	1	1	2017-04-18 08:43:09.000	37	9
3	EASTCARD	034003	oQqDmfYxgC1	1	1	1	7357	803-FP	2017-04-18 16:07:01.000	52	12	2017-04-18 16:44:33.000	86	19
4	EASTCARD	033033	N092YU3OC	1	1	1	2123	FAE-550	2017-04-18 07:16:16.000	50	14	2017-04-18 07:34:53.000	41	10
5	EASTCARD	033036	72mPkt1bHml	1	1	1	53992	KKA-6172	2017-04-18 22:34:40.000	0	0	2017-04-18 23:18:28.000	61	120
6	EASTCARD	033032	phhdwUYM4mM	1	1	1	4068	986-U8	2017-04-18 06:30:14.000	30	58	2017-04-18 06:53:45.000	13	24
7	EASTCARD	033047	awecmKJ356	1	1	1	13746	756-FX	2017-04-18 17:49:41.000	20	20	2017-04-18 17:54:01.000	20	20
8	EASTCARD	033033	YMSyT90JE5	1	1	1	1663	712-FH	2017-04-18 19:38:59.000	39	10	2017-04-18 20:23:51.000	0	0
9	EASTCARD	033036	v40MZavevkd	1	1	1	54095	KKA-6168	2017-04-18 21:49:00.000	6	12	2017-04-18 21:54:27.000	10	18
10	EASTCARD	033036	T200DGT1kCj1	1	1	1	54095	KKA-6168	2017-04-18 14:41:52.000	50	98	2017-04-18 14:52:54.000	39	76
11	EASTCARD	033047	6ky9HhbuQ/	1	1	1	13721	777-FX	2017-04-18 14:11:59.000	1	1	2017-04-18 14:49:29.000	21	21
12	EASTCARD	034001	hndzZVQjH	1	1	1	1580	003-FX	2017-04-18 11:46:21.000	35	18	2017-04-18 11:51:22.000	39	21
13	EASTCARD	034003	F19AmBq4v3	1	1	1	49584	802-FP	2017-04-18 13:47:35.000	83	18	2017-04-18 13:54:37.000	87	19
14	EASTCARD	033033	h941H3QzUD	1	1	1	2379	570-FX	2017-04-18 17:46:12.000	28	10	2017-04-18 18:13:43.000	8	3
15	EASTCARD	034001	19v71yhrO6	1	1	1	1588	047-FX	2017-04-18 20:04:20.000	18	9	2017-04-18 20:17:38.000	29	15
16	EASTCARD	033036	j00TUKqB/	1	1	1	53992	KKA-6172	2017-04-18 12:42:06.000	29	56	2017-04-18 12:56:37.000	50	98
17	EASTCARD	033036	v71ML4KMDd9	1	1	1	54038	KKA-6190	2017-04-18 11:59:41.000	32	62	2017-04-18 12:56:37.000	50	98
18	EASTCARD	033032	KgXK139BLh.6	1	1	1	4157	765-FX	2017-04-18 17:22:42.000	51	100	2017-04-18 17:42:52.000	40	78
19	EASTCARD	033032	d2zHOR5Sv.2	1	1	1	4068	986-U8	2017-04-18 07:33:54.000	14	26	2017-04-18 07:42:01.000	20	38
20	EASTCARD	033036	f5gYLRvQq4W7	1	1	1	54097	FAE-052	2017-04-18 19:12:14.000	50	98	2017-04-18 19:27:38.000	63	124

圖 6-2 悠遊卡票證資料以站序代碼呈現空間示意圖

路線	駕駛	車輛	卡號	發卡公司	卡種	上車日期	上車時間	上車站	下車日期	下車時間	下車站	
1	43010	998990	309-UU	2F121E26	ECC	一般票	2015-12-10	13:54:13.0000000	林口長庚	2015-12-10	14:19:02.0000000	蘆竹區公所
2	45170	42252	025-FN	2F125FA2	ECC	學生票	2015-12-16	17:44:17.0000000	觀音高中	2015-12-16	17:48:00.0000000	觀音高中
3	45170	42252	025-FN	2F125FA2	ECC	學生票	2015-12-22	17:46:39.0000000	觀音高中	2015-12-22	17:42:21.0000000	觀音高中
4	47020	036536	869-FL	2F12E10E	ECC	敬老1票	2015-12-25	09:00:18.0000000	崎頂	2015-12-25	09:05:52.0000000	新街尾
5	47020	044537	867-FL	2F12E10E	ECC	敬老1票	2015-12-30	09:08:47.0000000	大溪區公所	2015-12-30	09:01:34.0000000	崎頂
6	47110	007709	267-WD	2F12E10E	ECC	敬老1票	2015-12-30	09:27:25.0000000	三層	2015-12-30	09:18:42.0000000	大溪區公所
7	42160	998957	698-FD	2F13010F	ECC	敬老1票	2015-12-09	08:20:02.0000000	平鎮區公所	2015-12-09	09:30:46.0000000	湧光里集會所
8	41010	021092	535-U7	2F1379A2	ECC	敬老1票	2015-12-23	07:40:47.0000000	桃園區公所	2015-12-23	07:33:56.0000000	埔新路口
9	47050	036536	869-FL	2F13C50E	ECC	敬老1票	2015-12-10	10:00:48.0000000	大溪區公所	2015-12-10	10:23:35.0000000	建漢公司
10	47050	948405	268-WD	2F13C50E	ECC	敬老1票	2015-12-23	08:19:33.0000000	寶明寺	2015-12-23	07:58:48.0000000	員樹林農會
11	41080	021516	532-U7	2F13CD0E	ECC	敬老1票	2015-12-21	11:49:57.0000000	文中路576巷	2015-12-21	11:35:14.0000000	地方法院
12	41090	36603	035-FN	2F13CD0E	ECC	敬老1票	2015-12-14	11:22:54.0000000	桃園區公所	2015-12-14	11:32:31.0000000	龍安街
13	47030	041808	278-WD	2F13E40E	ECC	敬老1票	2015-12-02	09:29:00.0000000	新街尾	2015-12-02	09:37:52.0000000	仁美街口
14	42030	044632	115-FV	2F13EA0E	ECC	敬老1票	2015-12-11	10:16:05.0000000	忠孝廣場	2015-12-11	10:20:38.0000000	游泳路口
15	47090	036536	869-FL	2F14080F	ECC	敬老1票	2015-12-17	09:58:45.0000000	國軍醫院	2015-12-17	10:09:53.0000000	員樹林農會
16	47090	036536	869-FL	2F14080F	ECC	敬老1票	2015-12-29	10:10:42.0000000	員樹林農會	2015-12-29	10:00:37.0000000	國軍醫院
17	47090	036536	869-FL	2F14080F	ECC	敬老1票	2015-12-31	10:10:27.0000000	員樹林農會	2015-12-31	09:58:09.0000000	國軍醫院
18	41030	36603	035-FN	2F14C00E	ECC	敬老1票	2015-12-12	14:23:38.0000000	莒光街口	2015-12-12	14:56:46.0000000	天祥六街口
19	41061	36603	035-FN	2F14C00E	ECC	敬老1票	2015-12-11	13:56:40.0000000	桃園區公所	2015-12-11	14:22:24.0000000	聖保祿醫院
20	41070	035741	866-FP	2F14C00E	ECC	敬老1票	2015-12-11	16:01:17.0000000	聖保祿醫院	2015-12-11	16:16:00.0000000	陽明公園

圖 6-3 收集自監理單位之明確空間(站牌)資料示意圖

6.1.2 公車動態

本研究利用交通部管理資訊中心建置之「公共運輸整合資訊流通服務平臺」(Public Transport Data eXchange, PTX)蒐集公車動態資訊，相關格式請參考第 3.5.1 節。

惟經實際檢視資料後發現，目前該平台所收納之定時資料 (A1) 遠比定點資料 (A2) 完整。雖然前期計畫之相關分析均以定點資料為主來進行開發，基於資料完整性及研究延續性的考量，本研究選擇以定時資料來分析。

由於定時資料每 20 秒即回傳一次，因此全國各縣市之定時資料數量相關可觀，以 2017 年 4 月為例約有 6.7 億筆。但由於各縣市回傳之條件不一，仍有些許資料議題，例如前述 6.7 億筆資料於各營運日之筆數分佈如表 6.1，可明顯發現 6 號、10 號、11 號、22 號資料筆數明顯較少。由於所收集到的樣本數量相當龐大，因此雖捨棄部分資料，並不會帶來影響。

表 6.1 本計畫蒐集定時資料於各日期筆數分佈表

日期	筆數	日期	筆數	日期	筆數
2017/4/1	24227948	2017/4/11	8199915	2017/4/21	23663214
2017/4/2	22932048	2017/4/12	25892530	2017/4/22	19785701
2017/4/3	23555474	2017/4/13	25495427	2017/4/23	19563629
2017/4/4	23530897	2017/4/14	27703231	2017/4/24	23267684
2017/4/5	26523342	2017/4/15	22251178	2017/4/25	26171967
2017/4/6	27245	2017/4/16	21019384	2017/4/26	26400117
2017/4/7	27193334	2017/4/17	22963540	2017/4/27	26642069
2017/4/8	23568113	2017/4/18	22506084	2017/4/28	28254595
2017/4/9	23282811	2017/4/19	22176480	2017/4/29	22417629
2017/4/10	16861409	2017/4/20	22019238	2017/4/30	23840862

6.2 乘載人數推估邏輯

本節將說明在票證紀錄完整 (雙邊刷卡 & 空間資訊明確) 之前提下，推估車上乘載人數之邏輯。由於車上乘載人數是由數個不同站牌上/下車的總旅客數匯總而得，例如以單純 A~F 共 6 站的路線為例，C→D 間的旅客除了起/迄點為「C→D」之外，其他諸如「A→D」或「C→F」等旅客亦會出

現（經過）該區間，以下將以一個簡單的範例來說明站間承載量的計算概念。

假設系統中含 A-F 6 個車站，單向的起迄範例如表 6.2，則可根據其起迄及人數依站牌順序繪製如圖 6-4，接著將圖 6-4 之直方圖以垂直方向進行疊合可得圖 6-5，透過上述方式即可得到 5 個站間個別的站間運量分別為 3、6、4、7、5 個單位。

表 6.2 起迄資料轉換站間運量範例表

上車站牌	下車站牌	乘車人數
A	E	1
B	F	2
D	F	3
B	E	1
A	C	2

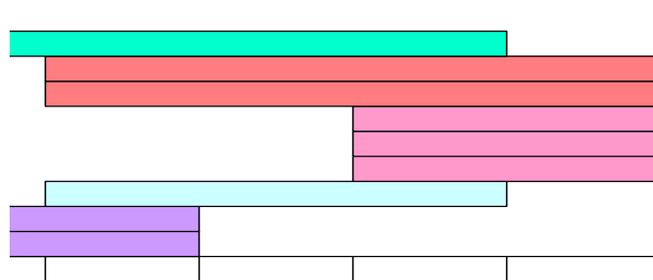


圖 6-4 「起/迄資料轉換車上乘載人數」程序說明圖 I

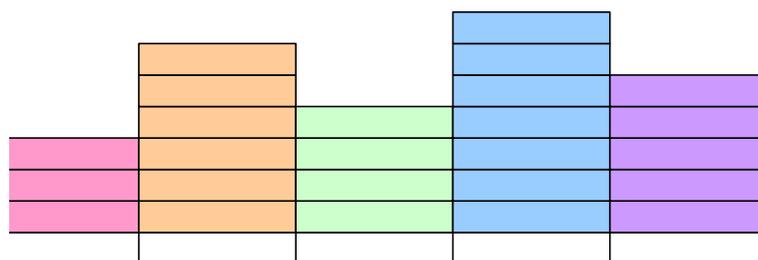


圖 6-5 「起/迄資料轉換車上乘載人數」程序說明圖 II

以上是以細部拆解的方式描述，實作車上旅客數計算時可直接取得特定路線特定車輛單向的各站牌旅客上下車人數如圖 6-6，再分別針對上車旅客與下車旅客做累積旅客數繪製如圖 6-7，由於上車與下車旅客總數會維持平衡，故圖 6-7 最後累積的加總會相同。最後將各路段的累積上車數

扣除累積下車數可得到如圖 6-8 之各區間乘載量，而其中數值最高者即為最大乘載區間 (Maximum Load Section, MLS)。

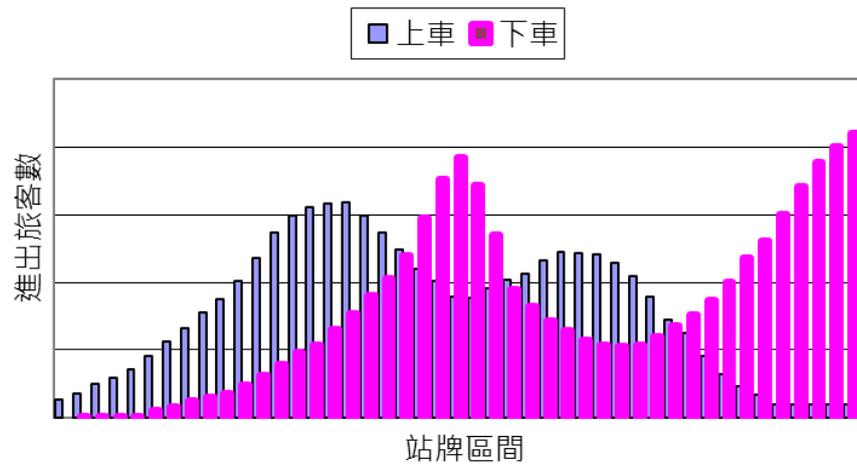


圖 6-6 車上乘載人數計算程序 I—產生上/下車分布圖

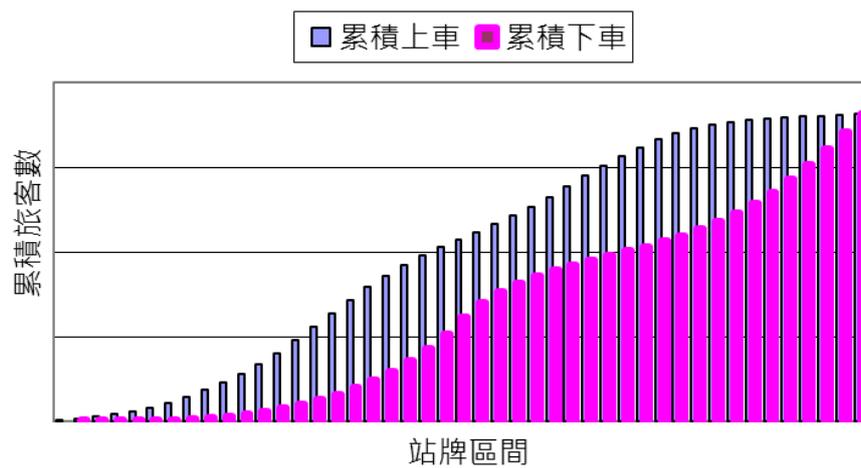


圖 6-7 車上乘載人數計算程序 II—產生累積上/下車數分布圖

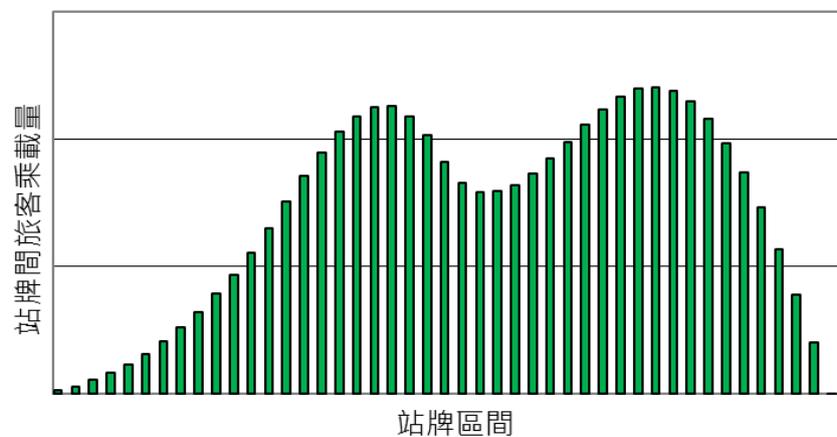


圖 6-8 車上乘載人數計算程序 III—累積上/下車數相減完成

6.3 公車動態與電子票證融合

6.2 節所述之乘載人數推估邏輯，必須在時間空間資訊充分的前提下方能運作，但從第 6.1.1 節的資料特性分析中可知，蒐集自票證公司的電子票證資料集，僅有站序資訊且無代碼對應表，因此欲完成「客運路線乘載人數推估」必須採取其他替代方案。

經評估後歸納出欲達成此推估目的，必須結合(1)時間、(2)空間 (3)乘載人數、與(4)公車車號這四項資訊。其中除了公車車號是固定資訊外，另外三項均會隨著公車移動過程隨時變化，包括時間流轉向前、公車移動過程空間座標不斷變化、營運過程上客與下客均會影響車上乘載人數。

以上四項重要資訊中，電子票證資料集僅能提供第(1)(3)(4)資訊；而公車動態則能提供第(1)(2)(4)資訊，從以上分析可歸納出兩資料集欲融合時必須掌握(1)與(4)，也就是「時間資訊」與「公車車牌」兩項資訊，且這兩項資訊理應有很高的信賴度，因為公車車牌是受監理管制、公車動態 GPS 時間本身有高精確性、票卡交易時間也應有一定程度的同步校時。

綜合以上系統分析，「客運路線乘載人數」計算邏輯如下：

1. 針對逐筆公車動態資料推估車上乘客數

由於公車動態可提供許多分析所需資訊如 BusProviderID、BusID、RouteID、GoBack 等資訊，如圖 6-9。因此本步驟將每筆公車動態紀錄均額外加上乘載人數欄位，此欄位代表當下時 (GPSTime) 空 (Longitude, Latitude) 的車上乘載人數。以下將以圖 6-9 中第一筆紀錄為例來說明演算步驟：

- (1) 在票證資料集裡，搜尋並統計「109-U8」車號在「2017-01-10 18:49:55」前刷卡「上」車的總旅客數，並將此數值暫記為 P1，以悠遊卡四月份資料集為例，此數值為 6245 人。
- (2) 在票證資料集裡，搜尋並統計「109-U8」車號在「2017-01-10 18:49:55」前刷卡「下」車的總旅客數，並將此數值暫記為 P2，以悠遊卡四月份資料集為例，此數值為 6267 人。
- (3) 將 P2 值減去 P1 值，即 $6267-6245=22$ 人，即可推得車號「109-U8」在「2017-01-10 18:49:55」且位於「經度 120.579729 緯度 24.19207」處時，車上乘載人數為 22 人。

	BusProviderID	BusID	RouteID	GoBack	Longitude	Latitude	GPSTime
1	1	109U8	304	1	120.579729	24.19207	2017-04-16 07:39:18.000
2	1	109U8	304	2	120.558	24.26932	2017-04-16 06:58:18.000
3	1	109U8	304	2	120.558	24.26932	2017-04-16 06:59:18.000
4	1	109U8	304	1	120.561289	24.277149	2017-04-16 07:05:07.000
5	1	109U8	304	1	120.597809	24.18186	2017-04-16 07:44:13.000
6	1	109U8	304	1	120.603309	24.182829	2017-04-16 07:45:00.000
7	1	109U8	304	1	120.56628	24.27692	2017-04-16 07:06:18.000
8	1	109U8	304	1	120.57098	24.27569	2017-04-16 07:08:18.000
9	1	109U8	304	1	120.584879	24.186389	2017-04-16 07:40:24.000
10	1	109U8	304	1	120.57631	24.275629	2017-04-16 07:10:18.000
11	1	109U8	304	1	120.577129	24.27492	2017-04-16 07:11:18.000
12	1	109U8	304	1	120.585509	24.186129	2017-04-16 07:41:18.000
13	1	109U8	304	1	120.57675	24.2725	2017-04-16 07:12:18.000
14	1	109U8	304	1	120.57482	24.26744	2017-04-16 07:14:18.000
15	1	109U8	304	1	120.572779	24.26257	2017-04-16 07:15:01.000
16	1	109U8	304	1	120.617189	24.182089	2017-04-16 07:48:18.000
17	1	109U8	304	1	120.56485	24.249009	2017-04-16 07:18:18.000
18	1	109U8	304	1	120.619249	24.181069	2017-04-16 07:50:18.000
19	1	109U8	304	1	120.56192	24.24473	2017-04-16 07:19:06.000
20	1	109U8	304	1	120.58619	24.18586	2017-04-16 07:42:18.000

圖 6-9 未融合電子票證前之公車動態定時資料樣本圖

2. 反覆步驟二之計算程序

步驟 2 之計算邏輯相當簡單快速，實際撰寫時需大量重複計算，並根據票證來源與屬性分別計算再加總結果，需逐層巢狀迴圈的項目包括：

- (1) 逐筆公車動態計算：步驟二僅以第一筆資料為例做說明，實作時每筆均需計算。
- (2) 逐票證來源計算：步驟二的舉例說明僅是以單家電子票證為例說明車上人數為 22 人，實作時需連同另一家電子票證公司紀錄一併計算。
- (3) 逐票種屬性計算：步驟二的舉例說明並未區分票種，意即僅計算車上總人數為 22 人，而本研究在實作時，將票種屬性區分為一般、學生、敬老、其他四類逐一計算乘載人數值，四個值相加才等於 22 人，以保留未來欲執行票種分析之彈性。

	Cmp	BusID	Route	Goback	GPSTIME	Longitude	Latitude	GeneralNum	StudentNum	SeniorNum	OtherNum	TotalPsg
1	台中客運	109U8	304	2	2017-04-16 09:48:00	120.5948190	24.1824690	5	3	0	0	8
2	台中客運	109U8	304	2	2017-04-16 09:49:00	120.5929600	24.1831800	5	2	0	0	7
3	台中客運	109U8	304	1	2017-04-16 07:14:00	120.5748200	24.2674400	8	0	0	0	8
4	台中客運	109U8	304	1	2017-04-16 07:16:00	120.5722800	24.2617000	7	1	0	0	8
5	台中客運	109U8	304	1	2017-04-16 08:22:00	120.6859500	24.1430490	6	1	0	0	7
6	台中客運	109U8	304	1	2017-04-16 08:29:00	120.6860400	24.1544200	1	0	0	0	1
7	台中客運	109U8	304	1	2017-04-16 08:31:00	120.6851300	24.1589790	1	0	0	0	1
8	台中客運	109U8	304	2	2017-04-16 10:00:00	120.5761200	24.2269900	2	1	0	0	3
9	台中客運	109U8	304	2	2017-04-16 10:02:00	120.5699990	24.2366300	2	1	0	0	3
10	台中客運	109U8	304	2	2017-04-16 10:09:00	120.5621190	24.2406390	2	0	1	0	3
11	台中客運	109U8	304	2	2017-04-16 10:11:00	120.5614590	24.2429300	3	0	2	0	5
12	台中客運	109U8	304	1	2017-04-16 07:17:00	120.5675300	24.2532290	7	1	0	0	8
13	台中客運	109U8	304	1	2017-04-16 07:20:00	120.5608100	24.2412300	7	1	0	0	8
14	台中客運	109U8	304	2	2017-04-16 19:34:00	120.6089090	24.1843390	30	13	2	0	45
15	台中客運	109U8	304	2	2017-04-16 19:35:00	120.6067000	24.1838300	30	14	2	0	46
16	台中客運	109U8	304	1	2017-04-16 07:42:00	120.5861900	24.1858600	20	1	1	1	23
17	台中客運	109U8	304	1	2017-04-16 07:44:00	120.5978090	24.1818600	23	2	1	1	27
18	台中客運	109U8	304	1	2017-04-16 07:59:00	120.6529100	24.1607690	17	4	1	0	22
19	台中客運	109U8	304	1	2017-04-16 08:01:00	120.6585590	24.1576200	19	4	1	0	24
20	台中客運	109U8	304	1	2017-04-16 08:16:00	120.6839090	24.1374990	3	0	0	0	3

圖 6-10 完成融合之公車動態結合乘載人數資料樣本圖

6.4 視覺化分析介面設計

以下第 6.4.1 節將介紹客運路線乘載人數儀表板在概念性驗證(Proof of Concept ; POC)階段的設計成果，至於實際開發過程中，陸續依分析人員需求精進部份功能與設計的相關成果則整理於第 6.4.2 節。

6.4.1 概念性驗證階段設計成果

本階段設計之成果包括「偏遠路線篩選分析」與「乘載率分析儀表板」兩大項目分別於第 6.4.1.1 節、第 6.4.1.2 節說明之。

6.4.1.1 偏遠路線篩選分析

此儀表板之設計目的在於快速篩選出偏遠路線且瞭解該路線各時段之乘載人數分佈，同時以地理座標呈現熱區（高乘載）或冷區（低乘載）之分佈，同時支援多路線同時比較呈現之功能，以下將先說明儀表板中各張圖表（路線篩選集群圖、分時段乘載比例盒鬚圖、乘載人數於地理座標分佈圖）之設計，最後再說明三個圖表連動查詢的運作功能，本概念性驗證階段係以中部縣市某經營約 70 條路線之客運公司作為 POC 實例說明對象。

一、路線篩選集群分析圖

經盤點公車動態與電子票證相關欄位，配合偏遠路線議題之特性，初步挑選「班次數」、「單趟最高乘載人數未達指定門檻比例」兩因素作為

路線篩選集群的因子，根據先驗知識，班次數低且單趟最高乘載人數未達指定門檻比例高之路線即可能是潛在的偏遠路線或 DRTS 替代路線。

綜合以上資訊，本分析圖的設計摘要如以下 5 點，雛型畫面如圖 6-11，不管使用者切換平日/週日、調整門檻值，系統均會自動呼叫集群分析 (Cluster Analysis) 進行自動分群重新計算分佈圖。

1. 目的：以 XY 散佈圖呈現各路線分佈與集群分析結果
2. 維度(Dimension)：班次數、比例值
3. 圖例(Legend)：路線分群（一群一色）
4. 過濾器(Filter)：平日/週末/All
5. 可調整參數值(Parameter)：乘載人數門檻值（預設值為 10 人）

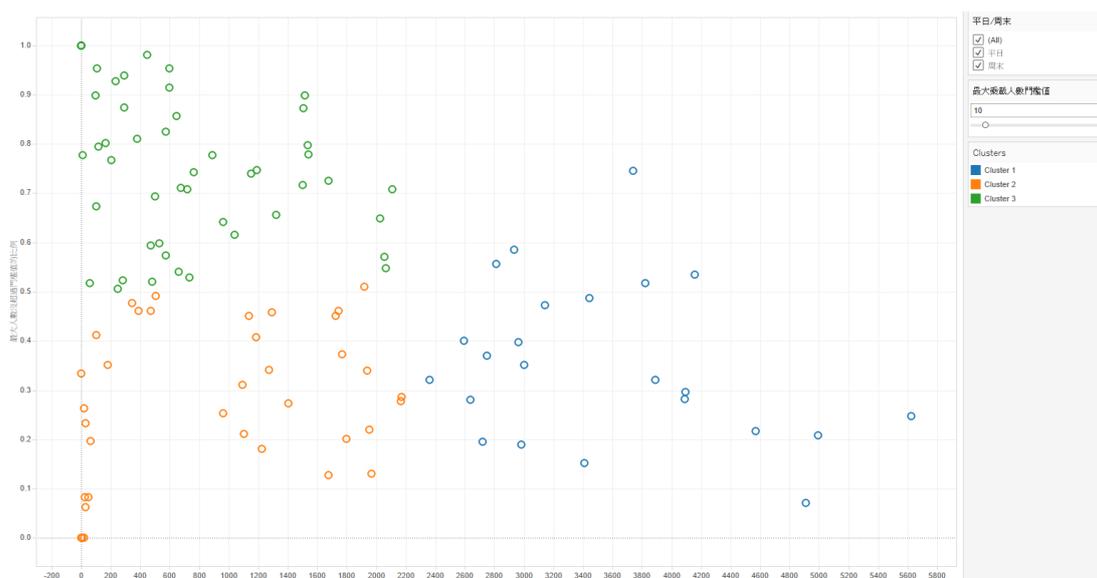


圖 6-11 路線篩選集群分析圖設計雛型

二、分時段乘載比例盒鬚圖

考量路線的乘載水準可能會因為時段有所差異，例如平常日有明顯的上下午尖峰，或者假日的尖峰特性與平日不同等特性，因此各時段之「單趟最高乘載人數」是本研究欲關心議題，為能同時檢視平均數、眾數、四分之一位、四分之三位等資料分佈狀況，本研究以盒鬚圖為基礎做出基本設計摘要如以下 5 點，雛型畫面如圖 6-12。

1. 目的：以盒型圖呈現各時段比例值之分佈狀況

2. 量測 (Measure) : 單趟最高乘載人數值
3. 維度(Dimension) : 時段
4. 圖例(Legend) : 路線分群 (一群一色)
5. 過濾器(Filter) : 平日/週末/All、路線

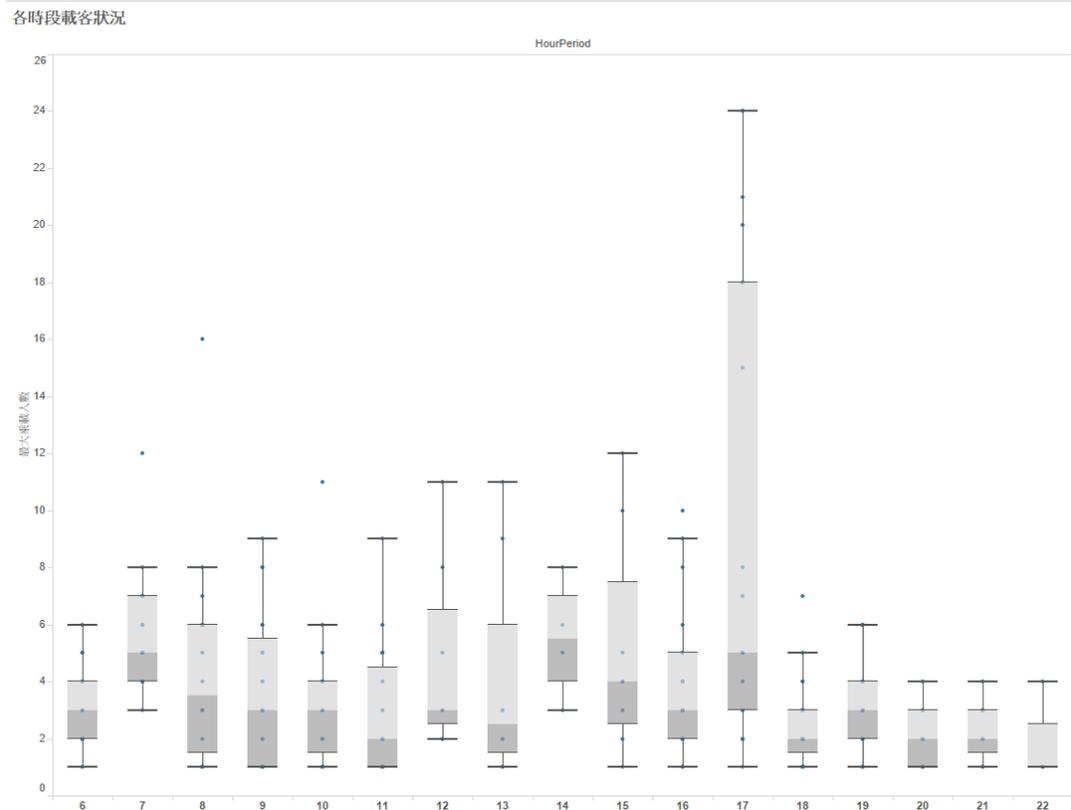


圖 6-12分時段乘載比例盒鬚圖設計雛型

三、乘載人數於地理座標分佈圖

考量同路線在不同路段可能存在常態性的乘載人數差異，因此需設計一種能呈現不同空間之乘載人數差異之工具，本研究需處理同時分析並呈現多條路線之功能需求，因此改以地理座標搭配漸層色圓點呈現，本圖表的設計資訊如下，相關雛型如圖 6-13。

1. 目的：以 GIS 座標呈現 XY 散佈圖呈現各路線分佈與集群分析結果
2. 量測 (Measure) : 車上乘載人數
3. 維度(Dimension) : 地理座標 (經度、緯度)

4. 圖例(Legend): 乘載數分級(深紅色代表極熱區;深綠色代表極冷區)
5. 過濾器(Filter): 平日/週末/All、路線、時段

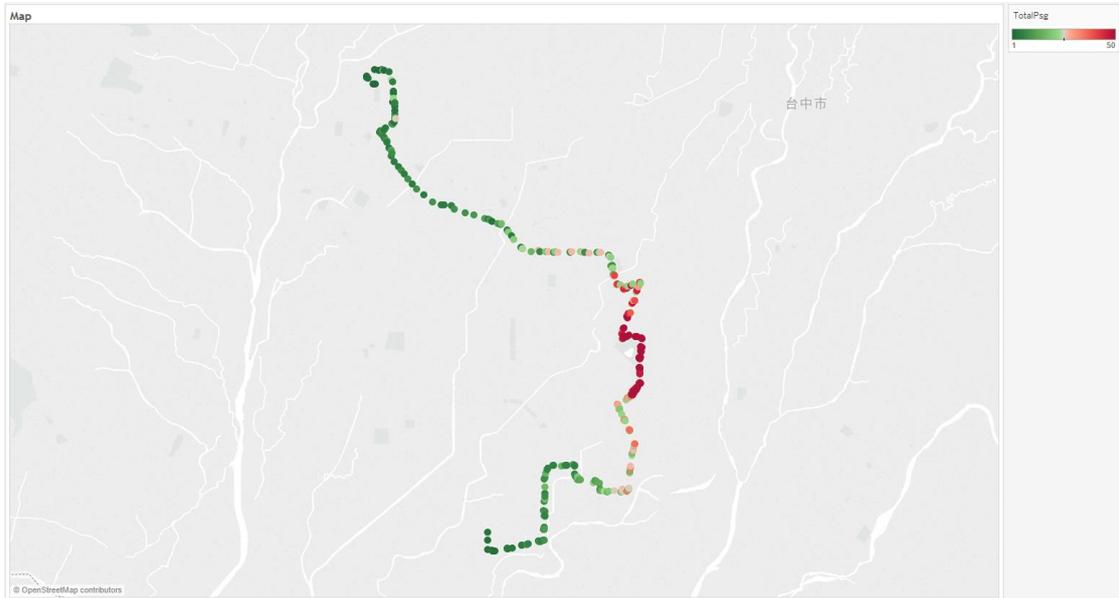


圖 6-13 乘載人數於地理座標分佈圖設計雛型

以圖 6-13 的顯示結果為例,由圖形可輕易判斷出同路線中哪些區段明顯屬於高乘載路段,可供區間車設計或截短路線之參考,若在過濾器中同時選取多條路線,即可以同樣標準同時檢核多條路線的乘載狀況如圖 6-14。

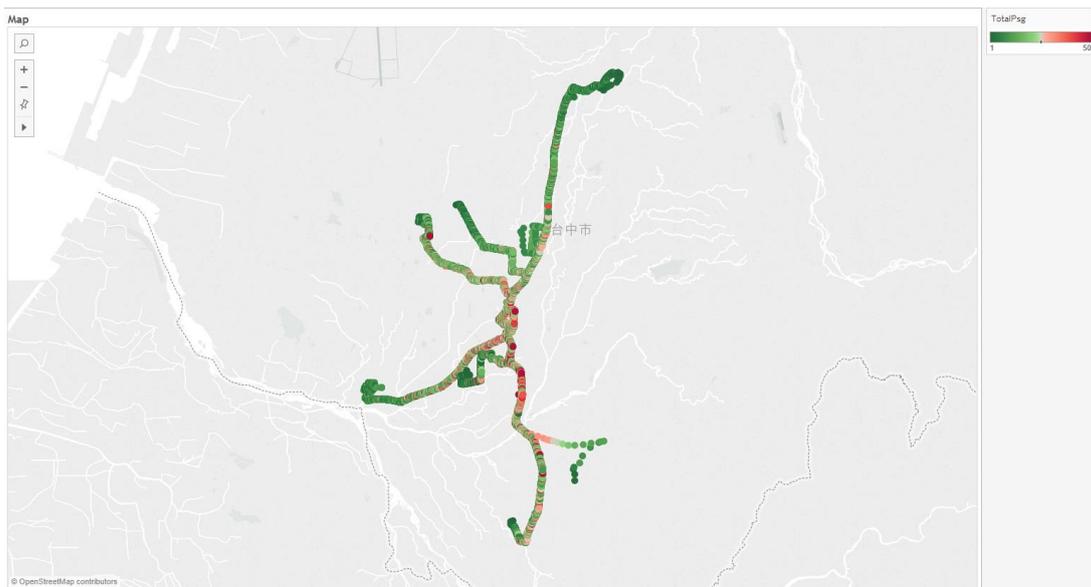


圖 6-14 同時呈現多條路線乘載水準分佈圖設計雛型

四、儀表板整體操作設計

綜合上述各圖表可整合如圖 6-15 之儀表板，使用者可於最右側挑選欲分析所有樣本或平/假日樣本，同時調整乘載人數門檻值，調整過程中 A 區的資料點會即時做集群分析並呈現結果，每一點背後均代表一條路線，同顏色點代表被歸類為同一群之路線。接下來使用者可在 A 區選取路線，系統支援單選與多選，點選的同時，B 區會根據 A 區被選擇的路線來連動呈現各時段單趟最高乘載人數盒鬚圖，盒鬚圖上每一點背後均代表該路線該時段的某一趟次，點選 B 區某趟次則會更新 C 區的地理座標乘載人數分佈圖，透過反覆的分析與互動呈現機制達到路線分析之目的。

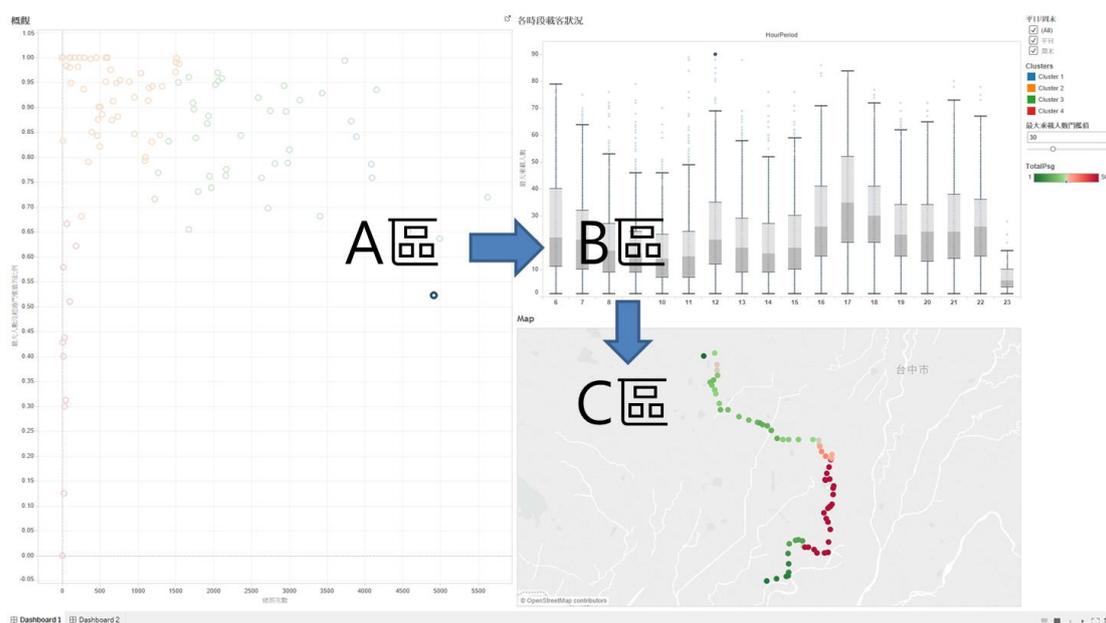


圖 6-15 偏遠路線分析儀表板互動關係圖

6.4.1.2 乘載率分析儀表板

前節(6.4.1.1 節)設計之儀表板主要是考量偏遠路線分析，故以「單趟最高人數」作為探討標的，但若就較一般化的分析而言，理應分析全趟班次的平均乘載率較為合適，因此本節將微幅調整儀表板部份圖表的維度，說明通用的乘載率分析儀表板設計雛型。

一、路線篩選集群分析圖

此路線篩選集群圖以「車輛乘位數」作為使用者可自行調整之參數，預設值為 50 人，同時將 Y 軸上的「單趟最高乘載人數未達指定門檻比例」改為乘載率，考量本研究的資料取得是公車動態定時資料，乘載率的計算方式採用「平均乘位時間利用率」，計算方式為 $\frac{\text{一公車路線的總旅客時間}}{\text{一公車路線的總乘位時間}}$ 。

圖中靠近左上方的路線表示利用率高但班次少，若是常態則可考慮增加班次以提高服務品質；而靠近右下方的路線表示利用率低但班次多，可考慮減少班次以提高效率，圖表雛型如圖 6-16 所示。

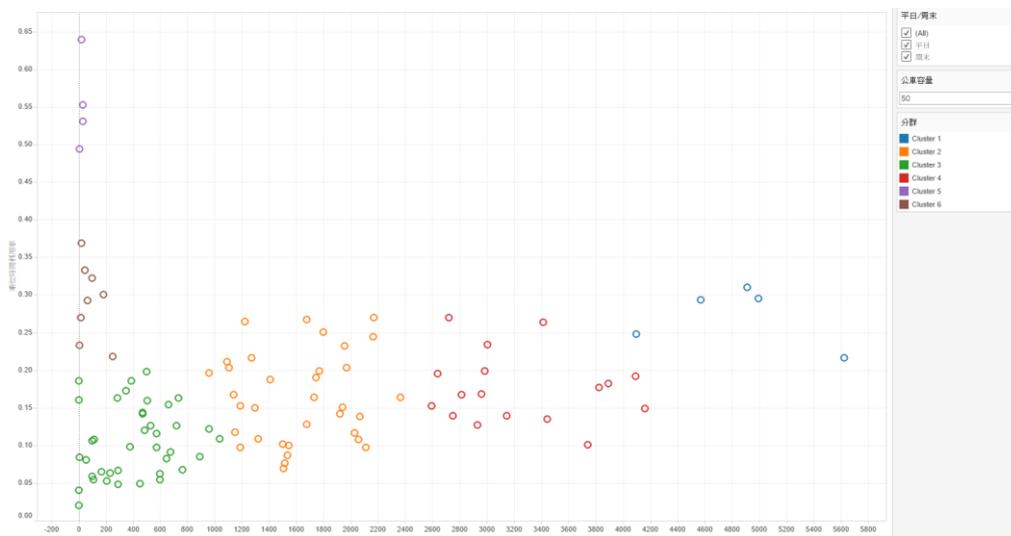


圖 6-16 乘載率集群分析圖設計雛型

二、分時段平均乘位時間利用率盒鬚圖

此時段乘載率盒鬚圖在於 Y 軸改為平均乘位時間利用率，計算方式為 $\frac{\text{一班車於某一時段的總旅客時間}}{\text{一班車於某一時段的總乘位時間}}$ ，此圖可清楚顯示尖峰時段所在，以及尖峰

時段內利用率偏高的班次，圖表雛型如圖 6-17 所示。

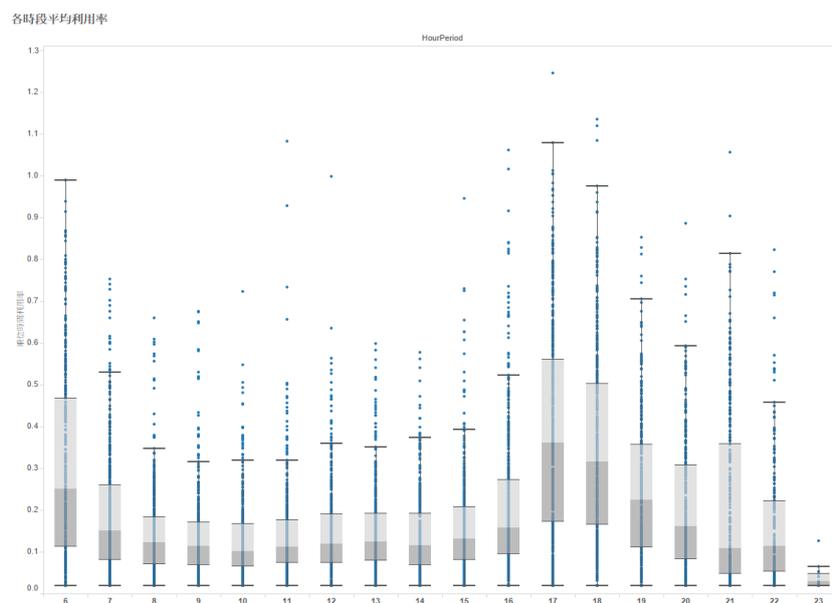


圖 6-17 分時段平均乘位時間利用率圖設計雛型

三、乘載人數於地理座標分佈圖

本圖之設計與 6.4.1.1 第三項介紹之內容完全一致，為節省報告篇幅不再重複贅述。

四、儀表板整體操作設計

本儀表板如圖 6-18 之操作方式與 6.4.1.1 第四項類似，使用者可於最右側挑選欲分析所有樣本或平/假日樣本，同時調整車輛容量值，調整過程中 A 區的資料點會即時做集群分析並呈現結果，每一點背後均代表一條路線，同顏色點代表被歸類為同一群之路線。接下來使用者可在 A 區選取路線，系統支援單選與多選，點選的同時，B 區會根據 A 區被選擇的路線來連動呈現平均乘位時間利用率盒鬚圖，盒鬚圖上每一點背後均代表該路線該時段的某一趟次，點選 B 區某趟次則會更新 C 區的地理座標乘載人數分佈圖，透過反覆的分析與互動呈現機制達到路線分析之目的。

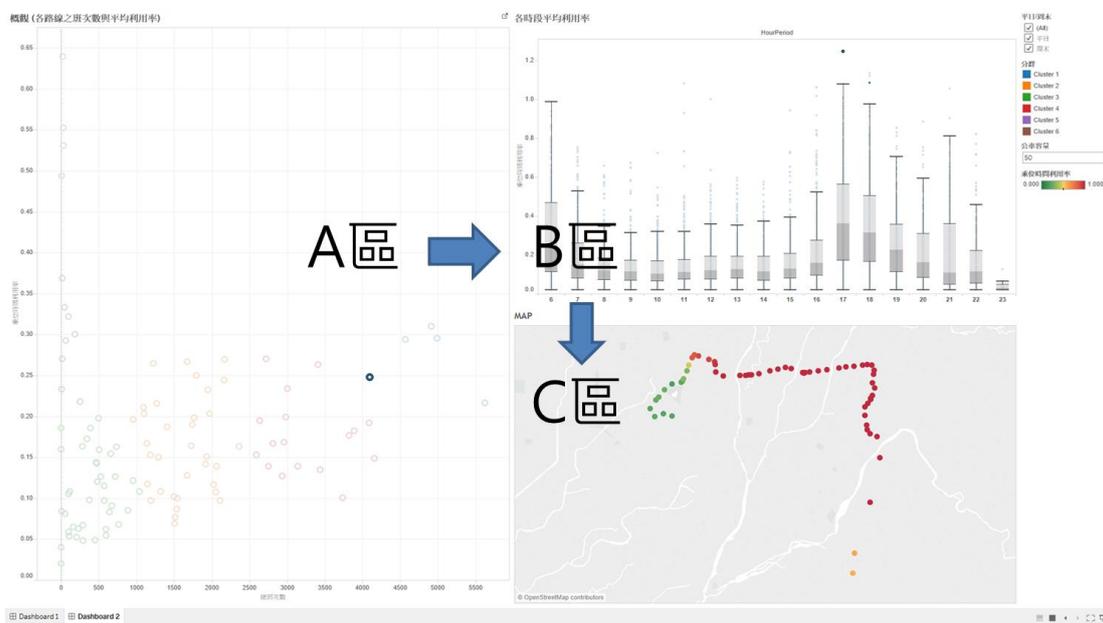


圖 6-18 乘載率分析儀表板整體設計雛型

6.4.2 實際開發階段精進成果

進入實際開發階段除資料集大量增加、計算時間明顯拉長需克服外，視覺化分析儀表板在應用時也發現若干 POC 階段未盡周全事項，本節挑選較重要之設計變更項目說明其調整背景與調整成果。

前述章節在設計圖 6-13 與圖 6-14 的地理空間座標底圖時，為彰顯乘載人數相對應之紅/綠深淺對比值，故選擇 Open Street Map 中背景較為精簡之圖資，惟正式完成欲運用時發現圖 6-19 缺乏重要鐵公路等重要資訊，分析人員無法從圖 6-19 中快速瞭解路線起迄及行經重要樞紐，因此

在實作階段時引用內政部國土測繪中心開發之台灣通用電子地圖來抽換原來之底圖如圖 6-20。



圖 6-19 使用精簡圖資展示乘載人數分析結果示意圖

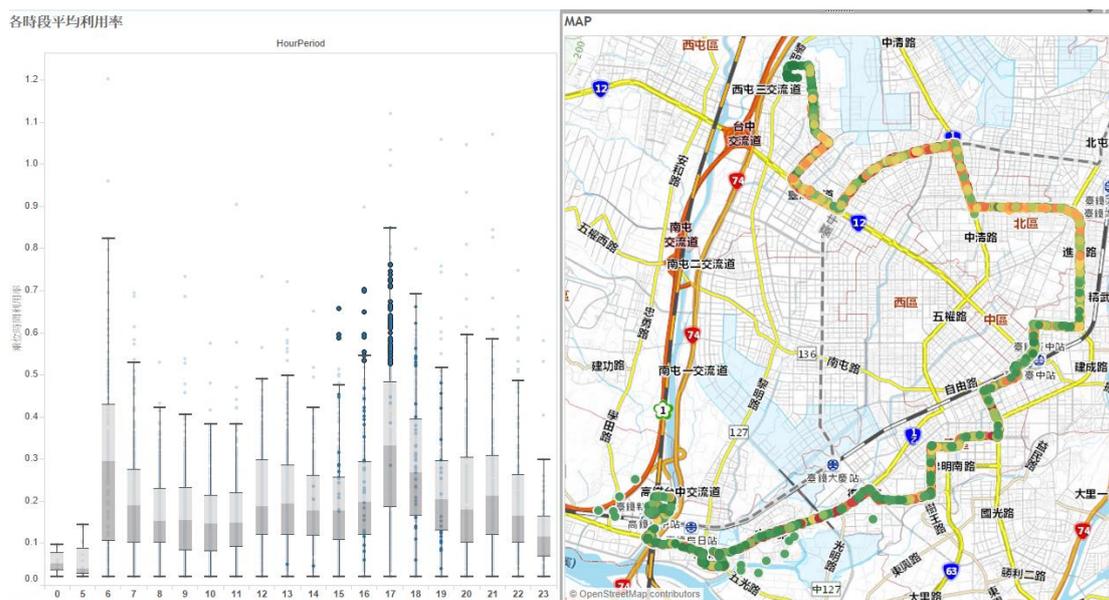


圖 6-20 使用詳細圖資展示乘載人數分析結果示意圖

由圖 6-20 截圖即可檢視將鄰近該路線之臺鐵、高鐵、國道、快速道路路線，同時亦可放大地圖取得更多細節如圖 6-21，大幅提昇路線檢視之參照便利性。



圖 6-21 基於圖 6-20 縮放地圖檢視更多路線細節示意圖

第七章 常住人口分析

7.1 常住人口推估邏輯

人口是國家基本構成要素之一，舉凡經濟發展、交通建設、社會福利、文化推廣等議題，皆需仰賴精確之人口資訊，方得以制訂符合人民福祉之政策。因此明確掌握人口數量及特徵結構變化，關乎國家建設與發展。目前國內人口相關調查或統計多採戶籍登記資料為基礎，惟隨著近年來的社會發展與全球化、自由化的影響下，人口因就業、依親、求學、移居等因素，戶籍人口移至外縣市、海外工作者增多，戶籍登記資料已無法真實反映國內實際居住人口結構變遷，而 10 年更新一次之人口普查資訊，僅能提供普查年度之常住人口統計，非普查年期間國內與人口有關之統計皆以戶籍人口資料為主，舉凡就業率、失業率、人均 GDP 皆以戶籍人口為母體，尚未能滿足各界對非普查年常住人口資料之迫切需求。因此常住人口推估技術的發展對於國家整體建設與發展而言，是相當重要的研究課題。

近年來隨著大數據技術的發展，使用巨量手機信令資料來分析常住人口數是一可行之方向，本研究之目的為建立一套具系統性的常住人口數推估邏輯，利用特定時間範圍內的巨量手機信令資料來推估目標區域內的常住人口數，並可透過資料使用單位之需求調整欲分析區域的層級，得到欲分析區域的常住人口數。

本研究計畫以中華電信公司所提供之民國 106 年 4 月高雄市民眾的手機信令資料，作為常住人口推估邏輯測試的資料，研究範圍則為主要行政區以及二級發布區。

7.1.1 常住人口數推估邏輯

本研究計畫所提出之常住人口數推估邏輯如圖 7-1 所示，流程中之各步驟分別說明如下。

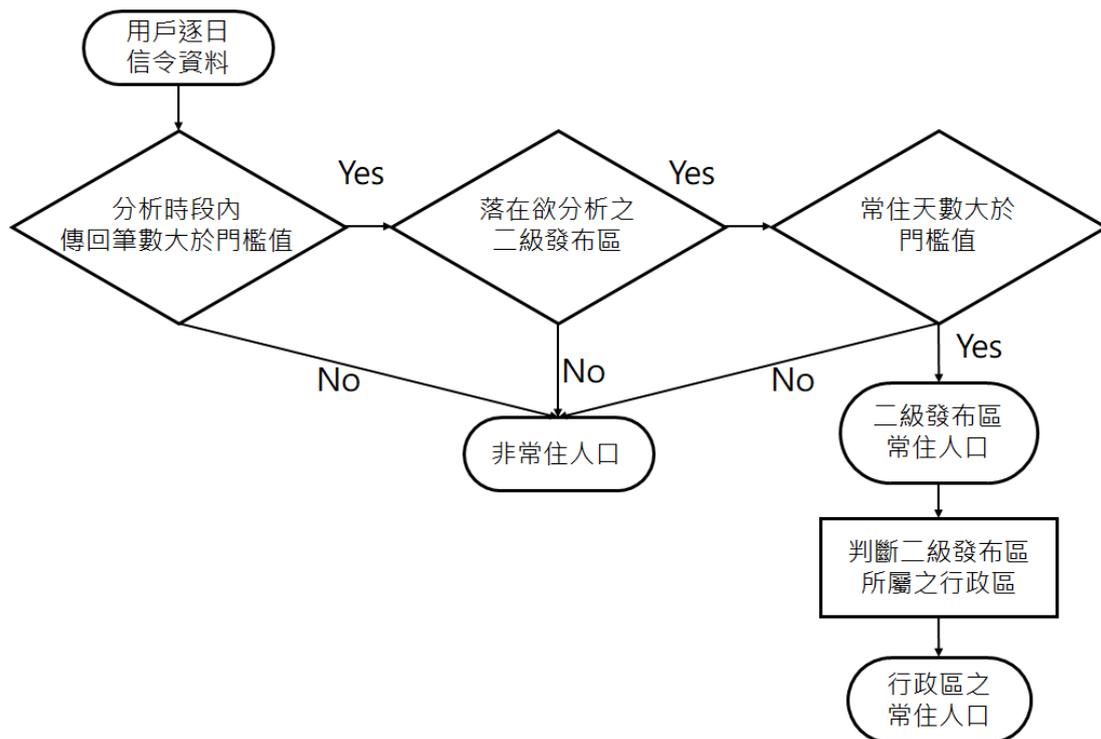


圖 7-1 常住人口數推估邏輯

1. 原始資料處理

將原始手機信令資料針對欲分析之時間、地區等條件，進行整理、分類。

2. 分析時段內傳回筆數大於門檻值

在選擇分析時段時，以大多數民眾在家之時段（通常為夜間或凌晨）作為依據，並考慮民眾於就寢時的手機關機與飛航模式會影響手機信令回傳資料筆數的情況。其他尚有許多因素可能會影響分析時段的選擇，例如該區的人口組成、就業特性、主要商業活動等。根據所設定之分析時段，篩選出在每個平常日於該時段至少回傳一定次數以上的個人（IP）資料。將所篩選得之各區在每個平常日於分析時段內之資料進行分析，當同一個 IP 在分析時段內之回傳筆數超過設定之門檻值時，即將該 IP 視為當日在其所回傳分區之常住人口。

3. 落在欲分析之目標二級發布區

以個人（IP）為單位進行檢視，由於手機信令資料可能於鄰近基地台飄移，本研究提出之估計邏輯接受小範圍的信號飄移，以鄰域分析方法檢視 IP 回傳位置是否皆在相鄰發布區範圍內。例如，若採用 100 公尺為鄰域範圍門檻值，則該 IP 之回傳信號如果落在與目標二級發布區中心點間

距離小於 100 公尺之二級發布區內，皆視為落在欲分析之目標二級發布區。

4. 常住天數大於門檻值

針對個人 (IP)，統計個人於此月份內在所屬回傳區域之平日停留總天數，當停留總天數超過所設定之門檻值，即將該 IP 視為該分區的常住人口。

5. 輸出各區常住人口數

最後為輸出統計所得之各區常住人口數，在此推估邏輯中有四個主要的篩選參數：分析時段 (步驟 2)、分析時段內之回傳筆數 (步驟 2)、回傳資料鄰域範圍 (步驟 3)、個人常住天數 (步驟 4)，以此四個參數作為各區常住人口篩選之標準或門檻值。在此階段，會將各個二級發布區的常住人口資料合併成以村里為單位的常住人口資料，以便與戶籍人數進行比較。

此四個參數的設定影響常住人口數之推估結果與品質，然而此四個參數之選擇有多種可能，因此在進行參數設定時，可以先將可能之參數組合列出，選擇少部分具代表性之區域，針對這些參數組合作敏感度分析，將分析篩選出之常住人口數與該地區戶籍人口數或其他次級輔助資料進行比較，判斷哪組參數組合所推估之結果較為合理，再以此參數組合對所有區域進行常住人口數推估。在判斷參數選擇合理與否時，除了利用戶籍人口數，也可選擇部分目標分析區域進行實地調查或專家訪談，例如與當地鄰里長、轄區員警等地方人士進行訪談，了解該區域之人口組成與變動，作為篩選參數設定之參考。

7.2 常住人口試算與分析

7.2.1 測試區域簡介

本研究選擇高雄市前鎮區、左營區及楠梓區作為測試之區域，測試前一小節所述之常住人口數推估邏輯與篩選參數。此三個行政區為高雄市主要之行政區，且人口數為高雄市前五大之行政區，因此本研究計畫以此三區之樣本資料進行推估邏輯中之初步參數測試。此三個區域的特性如表 7.1 所示，2017 年 4 月之戶籍資料如表 7.2 所示，戶籍人口年齡分布狀況如表 7.3 所示。

表 7.1 前鎮區、左營區、楠梓區區域特性

行政區	特性
前鎮區	設有高雄加工出口區、高雄軟體園區、高雄多功能經貿園區及多家大型購物中心。
左營區	設有高鐵、台鐵、捷運等重要交通站點及商業大樓，近年成為北高雄之新興商業核心。
楠梓區	主要以工商業為主，因楠梓第二園區發展，近年人口成長快速，境內有多所大學。

資料來源：本研究整理

表 7.2 前鎮區、左營區、楠梓區 2017 年 4 月戶籍人數概況

行政區	里數	戶數	戶籍人口數
前鎮區	59	78,635	190,865
左營區	39	78,541	197,101
楠梓區	37	69,327	182,413

資料來源：內政部統計處與本研究整理

表 7.3 前鎮區、左營區、楠梓區 2017 年 4 月戶籍年齡結構

行政區	18 歲以下	18~65 歲	65 歲以上
前鎮區	28,491	133,866	28,508
左營區	37,550	136,609	22,942
楠梓區	32,615	129,848	19,950

資料來源：高雄市政府民政局資料與本研究整理

7.2.2 測試資料與參數組合

本研究計畫以中華電信所提供之 2017 年 4 月高雄市手機信令資料(戶籍為高雄市之用戶)作為參數組合之測試資料，資料格式如表 7.4。由於中華電信 2017 年 4 月高雄市信令資料中，包含清明連續假期及部分天數資料短少問題，因此採用扣除上述天數之平常日來做測試。在本研究計畫所採用之中華電信 2017 年 4 月高雄市信令資料中，排除回傳資料極端少之天數，每日回傳資料之用戶數平均約為 65,000 人。此外，本研究使用之資料為中華電信提供的當地該電信總用戶數之 10%資料，而中華電信於目前之全國市占率約為 38%，因此也假設中華電信於高雄市之電信公司市占率為 38%。本研究後續將各區信令資料人數除以 10% (資料量比率) 後，再除以 38% (市占率)，即可得到推估之各區常住人口數。

表 7.4 中華電信手機信令資料格式

個人編號	統計日	回傳時間	回傳位置
AAA	2017/04/01	02:25:00	A6409-01
BBB	2017/04/15	22:45:00	A6403-13
CCC	2017/04/27	06:50:00	A6409-38

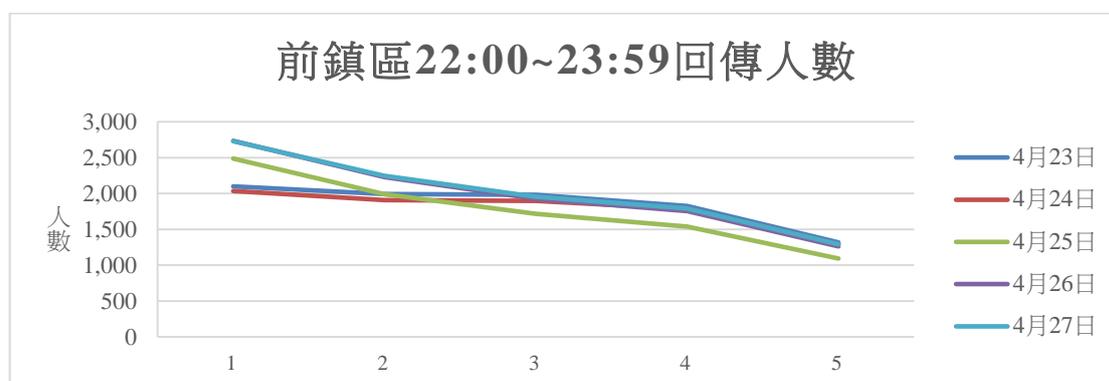
資料來源：中華電信高雄市信令資料與本研究整理

本研究計畫針對前一小節所述之四個參數進行不同參數組合之測試與分析，以提出較適之參數組合建議。如圖 7-1 之推估邏輯所示，本研究須先於步驟二決定最適之分析時段與分析時段內回傳筆數兩個參數組合。在分析時段方面測試三個時段：22:00~23:59、00:00~01:59 及 22:00~01:59；在分析時段之回傳資料筆數方面考慮各時段中每個 IP 回傳信令資料 1 次至 5 次以上；此兩個參數共有 15 種參數組合。在步驟三中，回傳資料鄰域範圍參數考慮 100 公尺與 200 公尺兩種情形；因為可採用之平常日資料僅有 14 天(扣除清明連續假期及部分資料短少之天數)，因此在個人常住天數方面考慮常住 11 天、9 天、7 天；這兩個參數共有 6 種參數組合。

本研究先用 4/24~4/28 之信令資料，測試 15 組分析時段與回傳筆數兩個參數之組合，找出最適之參數組合。以下分別說明三個行政區在各個參數組合的測試結果。

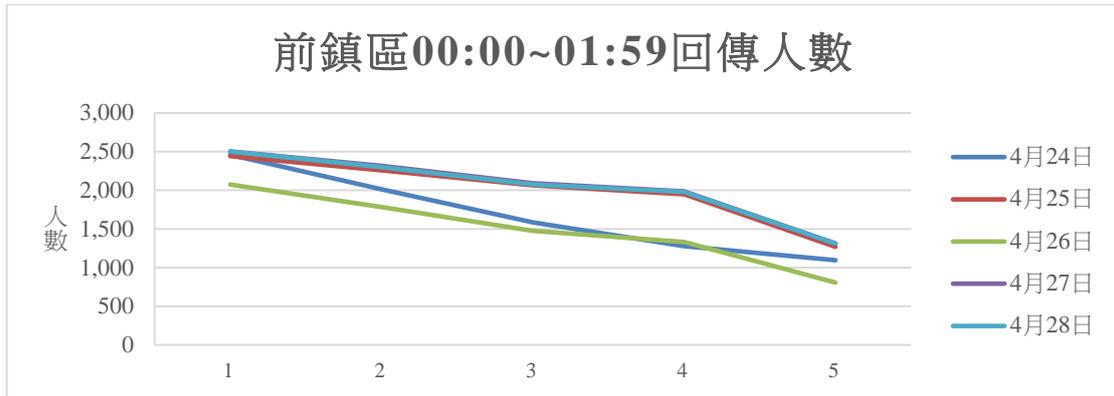
1. 前鎮區 4/24~4/28 每日回傳人數分析結果

前鎮區在 4/24~4/28 每日在三個不同分析時段之不同回傳筆數的人數分析結果分別呈現於圖 7-2、圖 7-3 與圖 7-4。



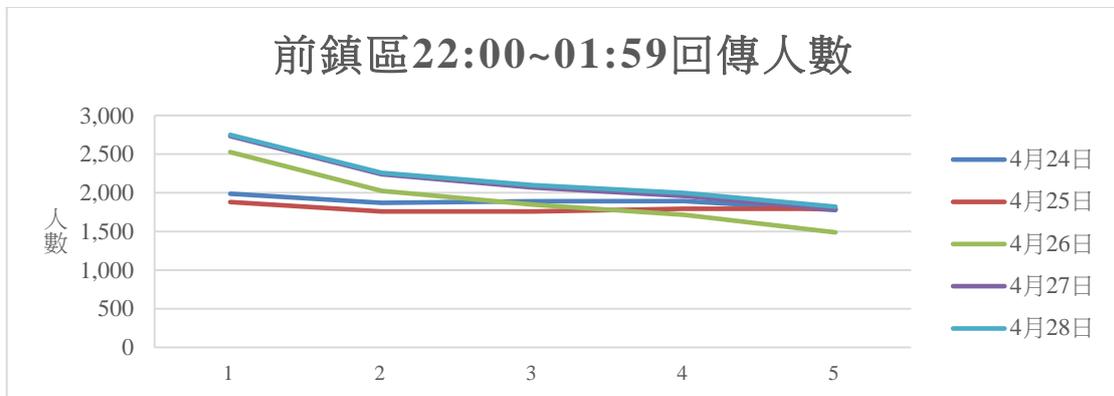
資料來源：本研究整理

圖 7-2 前鎮區在分析時段 22:00~23:59 不同筆數之回傳人數



資料來源：本研究整理

圖 7-3 前鎮區在分析時段 00:00~01:59 不同筆數之回傳人數

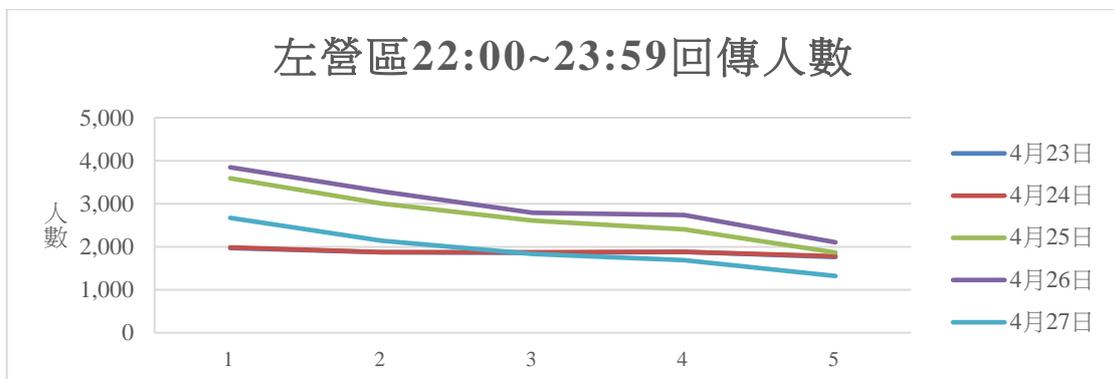


資料來源：本研究整理

圖 7-4 前鎮區在分析時段 22:00~01:59 不同筆數之回傳人數

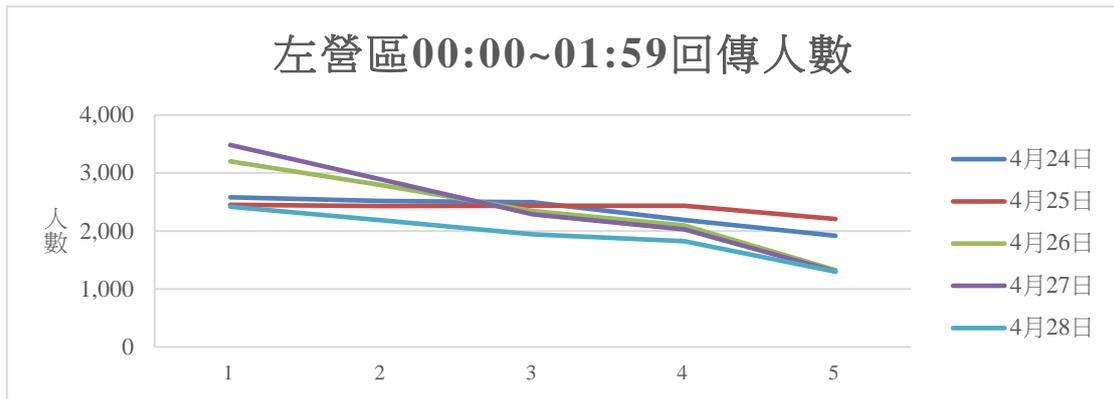
2. 左營區 4/24~4/28 每日回傳人數分析結果

左營區在 4/24~4/28 每日在三個不同分析時段之不同回傳筆數的人數分析結果分別呈現於圖 7-5、圖 7-6 及圖 7-7。



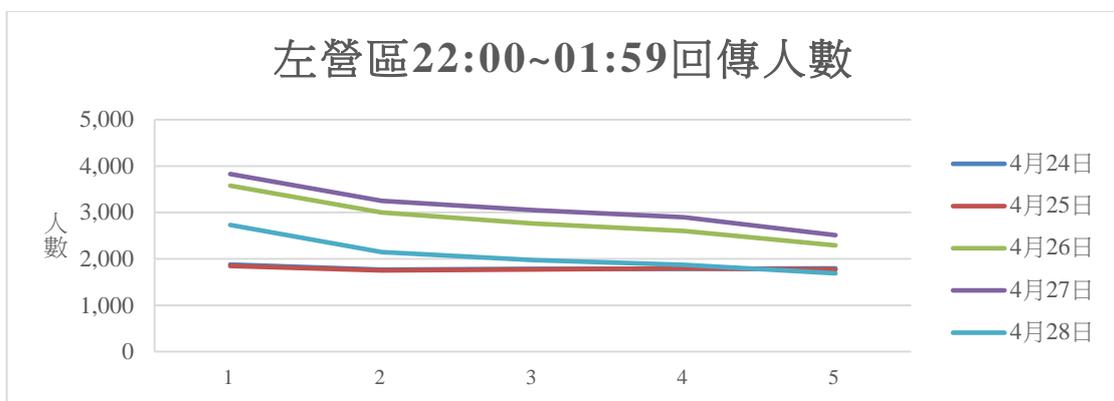
資料來源：本研究整理

圖 7-5 左營區在分析時段 22:00~23:59 不同筆數之回傳人數



資料來源：本研究整理

圖 7-6 左營區在分析時段 00:00~01:59 不同筆數之回傳人數

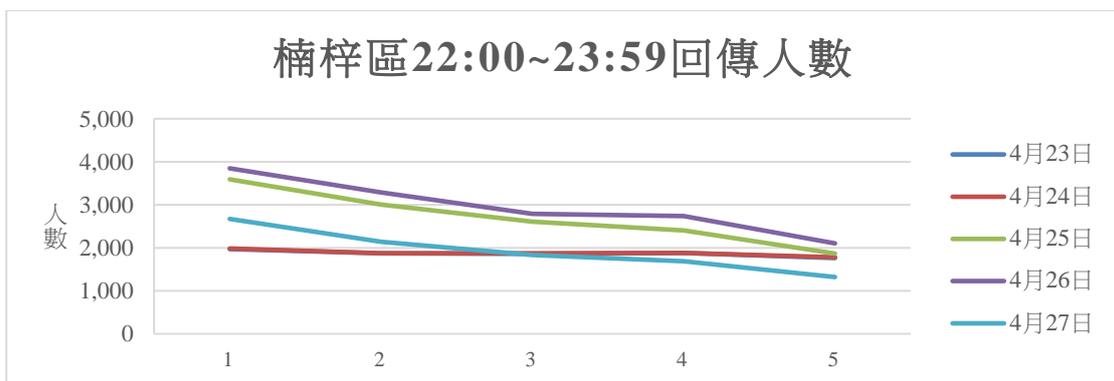


資料來源：本研究整理

圖 7-7 左營區在分析時段 22:00~01:59 不同筆數之回傳人數

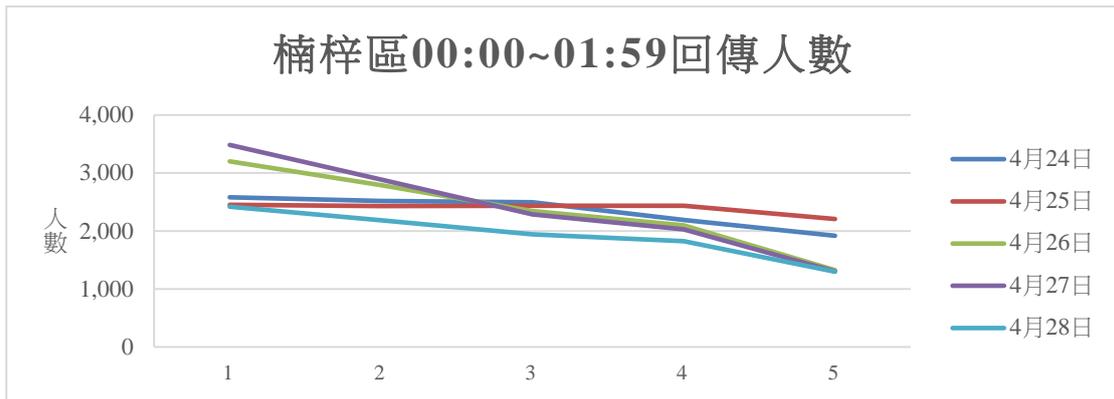
3. 楠梓區 4/24~4/28 每日回傳人數分析結果

楠梓區在 4/24~4/28 每日在三個不同分析時段之不同回傳筆數的人數分析結果分別呈現於圖 7-8、圖 7-9 及圖 7-10。



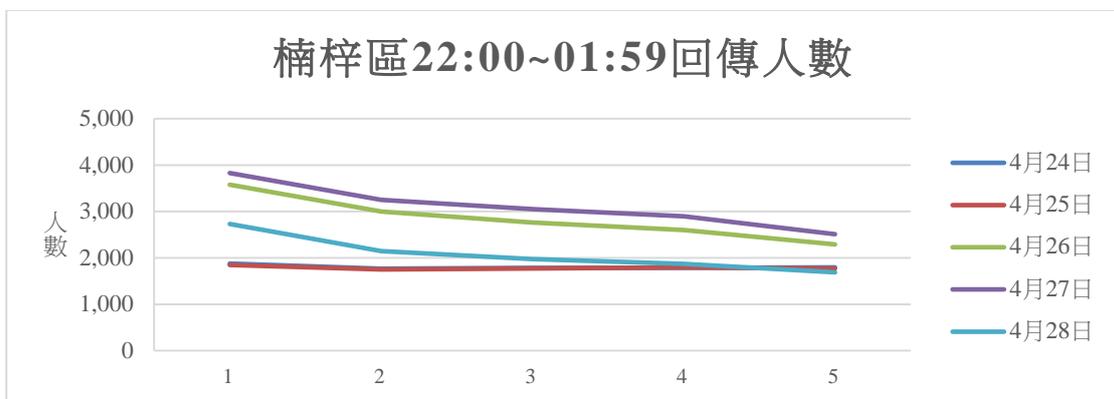
資料來源：本研究整理

圖 7-8 楠梓區在分析時段 22:00~23:59 不同筆數之回傳人數



資料來源：本研究整理

圖 7-9 楠梓區在分析時段 00:00~01:59 不同筆數之回傳人數



資料來源：本研究整理

圖 7-10 楠梓區在分析時段 22:00~01:59 不同筆數之回傳人數

經由上述針對三個行政區的資料進行參數敏感度分析後，發現回傳人數大致上皆有隨著回傳筆數之門檻值增加而減少的趨勢。當回傳筆數較少時，篩選標準相對較為寬鬆，回傳人數會較多；而回傳筆數較多時，篩選標準相對較為嚴格，回傳人數則較少。此外，根據中華電信說明，手機若沒有移動就可能不回傳信令資料。因此，參考以上之敏感度分析結果，本研究選定中間值，也就是在分析時段內回傳筆數三筆以上做為篩選標準。

在分析時段選擇方面，本研究計畫考慮民眾就寢及生活習慣等，且部分民眾就寢時會將手機設為飛航模式或是關機，為避免此情況對信令資料回傳筆數的影響，經本研究團隊討論後，選擇以當日晚上 10 時至隔日上午 2 時間，作為篩選時段。

在設定分析時段與回傳筆數兩個參數的值後，本研究接著針對鄰域範圍與常住天數這兩個參數的六個組合進行測試與敏感度分析，測試結果如表 7.5 所示。

表 7.5 三個行政區在各種參數組合下之信令資料推估人數

	前鎮區		左營區		楠梓區	
	100 公尺	200 公尺	100 公尺	200 公尺	100 公尺	200 公尺
7 天	2,874	3,184	3,978	4,927	3,590	4,082
9 天	2,511	2,821	3,519	4,406	3,174	3,694
11 天	2,043	2,421	2,979	3,754	2,580	3,219

經由上述針對三個行政區資料進行參數敏感度分析後，發現回傳人數大致上皆有隨著常住天數限制減少而增加。當篩選限制較高時(常住天數較多)，回傳人數則較少；而篩選限制較寬鬆時(常住天數較少)，回傳人數則較多。此外，根據中華電信公司說明，手機信號可能會有飄移問題，因此我們採用近似鄰域分析方法，容許信號飄移，由上述結果可發現，容許信號飄移的距離變大，回傳人數則會隨條件限制寬鬆而變多；而容許信號飄移的距離變小，回傳人數則會隨條件限制嚴苛而變少。經本研究團隊討論後，常住天數參數值設定為 7 天，而鄰域範圍則是選擇距離 200 公尺之相鄰發布區。

如前所述，由於中華電信之市占率約為 38%，且本研究計畫僅取得該公司在高雄地區 10% 的客戶資料，因此表 7.6 所列之推估人數尚須再依比例放大，以得到各區推估之常住人口數。本研究計畫首先分析 200 公尺相鄰發布區內且 14 天內回傳 7 天之人數，得到各區信令資料人數，再將各區信令資料人數除以 10% (資料量比率) 後，再除以 38% (市占率)，即可得到推估之各區常住人口數，推估公式如下所示。

$$\text{信令資料人數} \div \text{資料量比率}(10\%) \div \text{市占率}(38\%) = \text{推估常住人口數}$$

由表 7.6 中可知，各區之推估常住人口數約佔戶籍人口數的 50% 左右 (44%、68%、56%)。此外，考慮一般而言 18 歲以下和 65 歲以上的民眾較少持有與使用行動電話，因此在表 7.8 中的最右欄，本研究計算各區推估常住人口數佔 18~65 歲戶籍人口數之比例，發現各區比例均有顯著的增加。

表 7.6 高雄市三個行政區之常住人口推估數

行政區域	信令資料人數	推估常住人口數	內政部戶籍人數	推估常住人口數/戶籍人數	推估常住人口數/18~65歲戶籍人數
前鎮區	3,184	83,789	190,865	44%	61%
左營區	4,927	129,658	197,101	68%	95%
楠梓區	4,082	107,421	182,413	56%	79%

7.2.3 小結

本研究計畫提出常住人口數推估邏輯，針對原始的手機信令資料進行整理、篩選、比對及統計分析，再透過參數敏感度分析，選擇最適參數來推估出各區常住人口數。本研究目前利用中華電信提供民國 106 年 4 月份高雄市三個主要行政區（前鎮區、左營區、楠梓區）之手機信令資料進行推估邏輯與參數組合測試，測試的結果摘要如下：

1. 最適參數組合中所選擇之分析時段為 22:00~01:59，回傳筆數則以為分析時段內回傳三筆資料，鄰域範圍為 200 公尺，常住天數為 7 天。
2. 表 7.6 顯示，推估之常住人口數佔三個區（前鎮區、左營區、楠梓區）總戶籍人數的比例分別為：44%、68%、56%；若考慮較可能持有手機之 18~65 歲戶籍人口數，則比例分別提高為：61%、95%、79%。

在進行常住人口數推估時，除了所設定的篩選參數門檻值會影響推估結果外，手機信令資料的數量與品質也會對推估邏輯與結果造成影響，導致推估常住人口數與實際常住人口數間的誤差。造成誤差的可能原因初步分析如下：

1. 目前本研究假設中華電信在測試區域之市占率與全國市占率相同（38%），並使用該公司在當地 10% 的用戶數，因此在推估常住人口數時須依照比例將篩選之信令資料人數放大為推估之常住人口數，此一步驟容易造成推估結果之誤差，
2. 根據手機信令資料的回傳特性，手機須涉及行動數據流量或撥接電話的使用行為，方能產生信令資料回傳，在僅使用無線網路 Wi-Fi 連線的使用情況下，1 小時約僅回傳 1 筆，然而考量用戶在家中多會使用無線網路連線，導致手機信令資料可能存在許多少有信令資料回傳、在篩選過程中難以將其篩出的常住用戶，因而造成推估結果與戶籍人數相比會有嚴重低估的情形。

3. 另外，因僅使用中華電信當地 10% 的用戶數，易造成二級發布區抽樣分配的不均，以前鎮區為例，即有近二分之一的二級發布區無用戶的抽樣資料，較不利於二級發布區的常住人口推估。

7.3 常住人口應用課題分析

各行政區與統計區之常住人口數，可結合其他社會經濟資料之空間分佈資訊，分析其他社會經濟議題。以下針對手機信令人口統計之特性加以分析，並依據手機信令所推估之常住人口應用舉例說明。

7.3.1 手機信令人口統計之特性

1. 人口之時空分佈

可依據不同時間統計各行政區或統計區之人口數，對區域人口分佈進行監測，掌握不同時段人口動態變化，例如白天人與夜間人口分佈以及居住人口分佈等，做為城市配套設施規劃建設提供參考。若再將歷史資料持續觀察，則可掌握城鄉人口遷徙狀況及規律。

2. 人口結構與特性之空間分佈

若假設行動門號申請者即為該門號之使用者，依據手機信令統計人口空間分佈時，可依據門號申請之個人屬性進行分類統計，如性別、年齡別等。其中可將個資去識別化，個人屬性資料以概化方式進行處理，如將出生日期轉換為年齡後以區間值代替，如五歲或十歲年齡組等。

3. 戶籍人口與常住人口之區別

「戶籍人口」與「常住人口」不同，例如臺北市戶籍登記人口約 268 萬人，但實際居住之常住人口絕對更多，如包括外縣市戶籍人口至臺北市求學與工作居住者。戶籍人口與常住人口之間的差距，將影響政府施政之準確度，如都市計畫及社會福利規劃等。

7.3.2 常住人口應用

常住人口統計資料可有效地提供更廣泛運用，如公共設施、商店等區位選址，以及都市發展、住宅供需規劃，污染、災區影響估測，地區人口變遷與趨向研究等。期使政府在有限資源下，施政上可更精準有效地分配運用，以獲得最大效益；民間各種商業活動可更緊密地掌握訴求對象及經濟脈動；學術研究可更細緻及深入地分析資料，以提出更具前瞻性之建言及研究。以下針對社會經濟議題提出幾個加值應用範例：

1. 可作為各級政府公共建設的參據。

常住人口可作為國家發展市鎮規劃的參考基準，能夠真正反映人民在交通、醫療、經濟、教育、治安、環保等方面之需求。

(1) 交通運輸建設議題

依據手機信令之人口統計可針對特定區域進行觀察，例如觀光景點、重要商圈、交通樞紐（機場、火車站、捷運站等）、大型活動區域，分析這些區域人流吸引空間範圍，人流到達與集散時空特徵、人流來源及目的地等，可作為區域交通系統規劃、交通組織方案制訂、配套設施規劃提供參考。

如圖 7-11 所示，可從臺北市最小統計區之常住人口之人口密度面量圖來看，人口集中在某些行政區或特定區域；而從臺北捷運路網圖來看，目前已通車之臺北捷運路網連結了這些區域，解決了人口密度較高區域之交通運輸問題，提供大臺北地區民眾一個非常便利的交通工具。

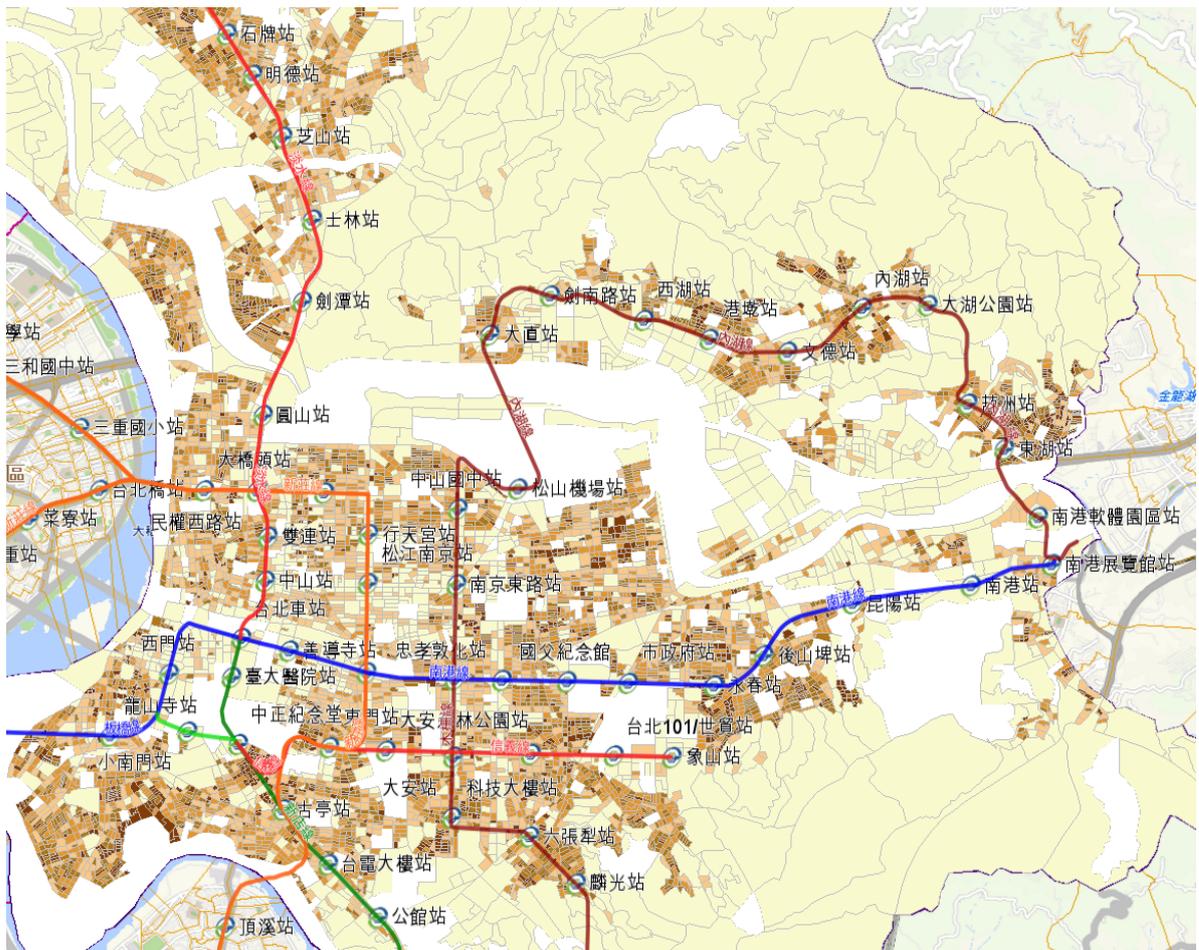


圖 7-11 臺北市最小統計區常住人口密度與捷運路網示意圖

政府交通或工務單位則可從人口密度之面量圖及現有的交通運輸設施、旅運人次統計等，再進一步評估哪些區域是需要再進一步進行交通運輸建設，如公車路線及站牌等，如圖 7-12 所示為常住人口與相關公共運輸站牌分佈的示意圖。

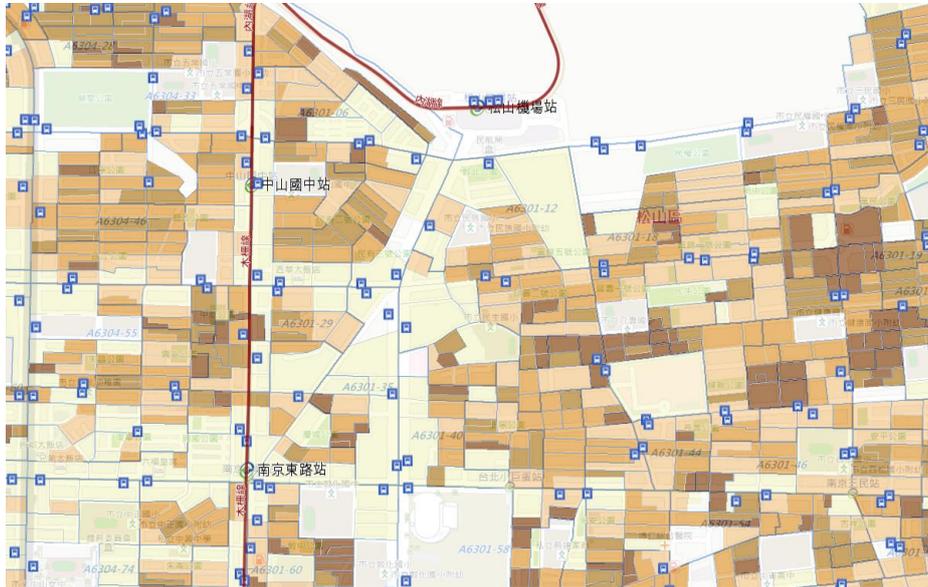


圖 7-12 常住人口密度與臺北捷運及公車站牌分佈示意圖

(2) 其他公共建設議題

政府進行公共建設設立場所皆面臨到選址的議題，其考慮因素最重要的就是人口數及交通可及性之因素，透過常住人口及相關交通運輸資料將可進行各類型區位選址。如圖 7-13 所示，疊合常住人口資料與各類公共建設現有位置，即可作為各類公共建設選址的重要參考。



圖 7-13 常住人口密度與各級學校分佈示意圖

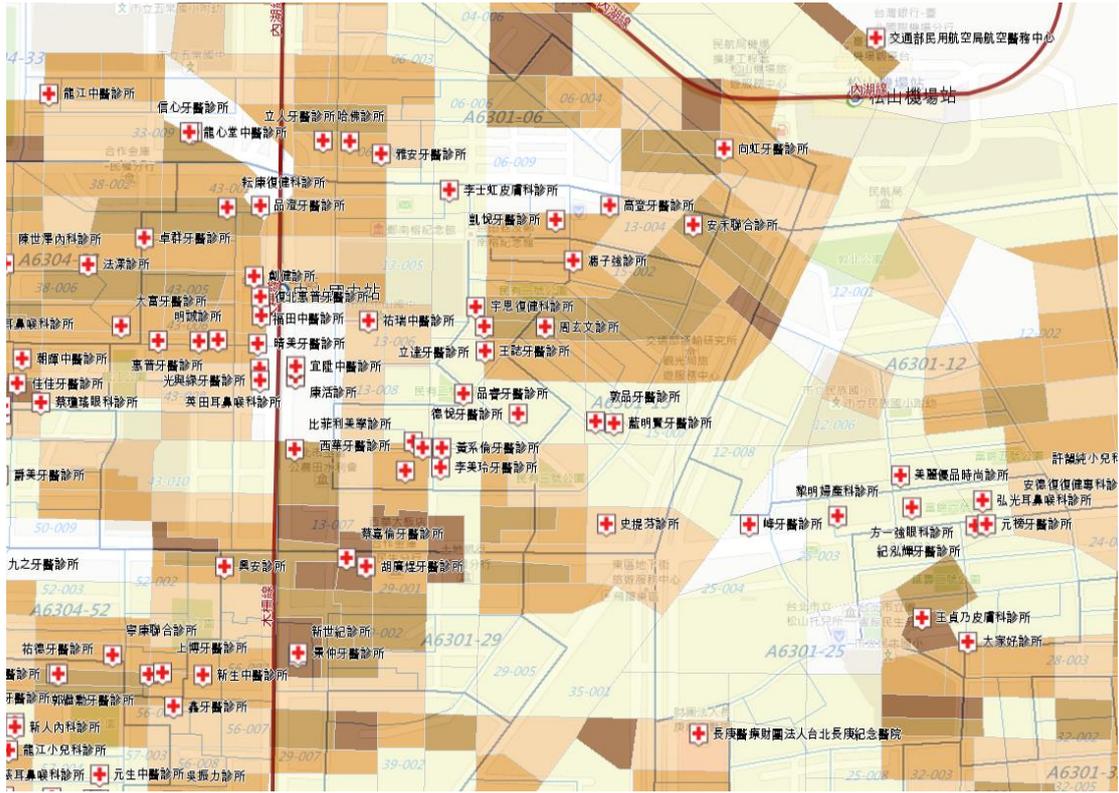


圖 7-14 常住人口密度與醫療院所分佈示意圖

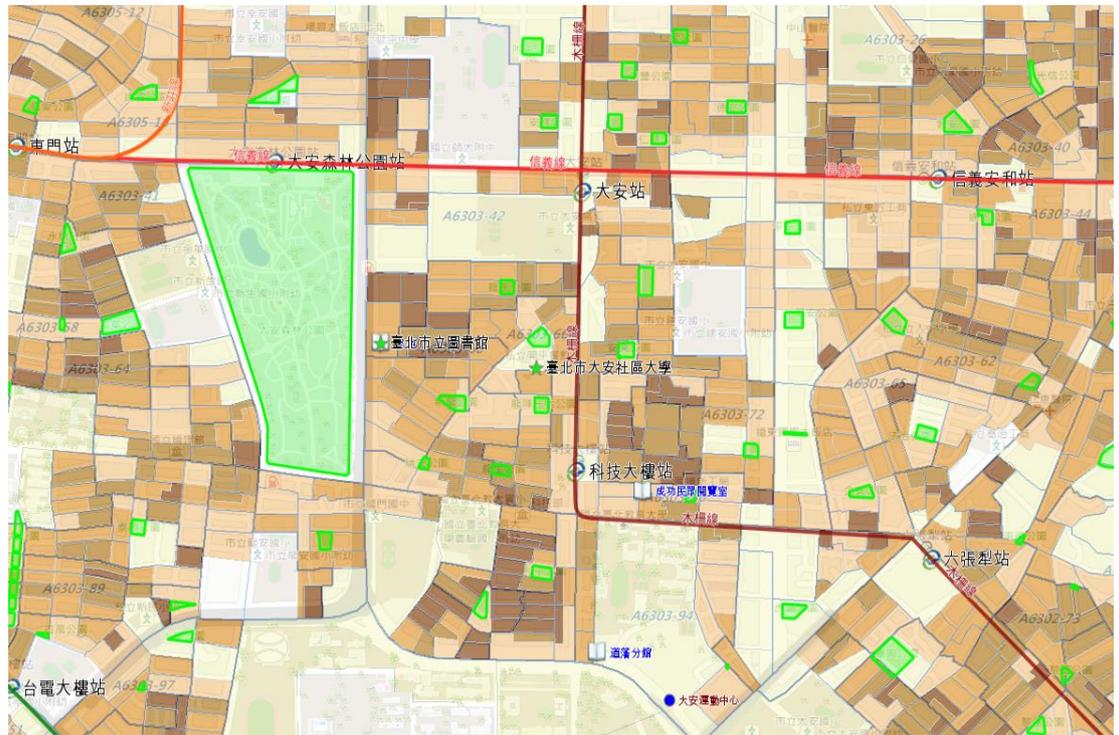


圖 7-15 常住人口密度與公園綠地及運動中心分佈示意圖

其他如政府目前極力推動的社會住宅選址，可評估所在區域之交通捷運、學校、醫療院所、市場與超市及公園綠地等，而其所需規劃之戶數與土地取得，都可依據常住人口的數據來判斷。

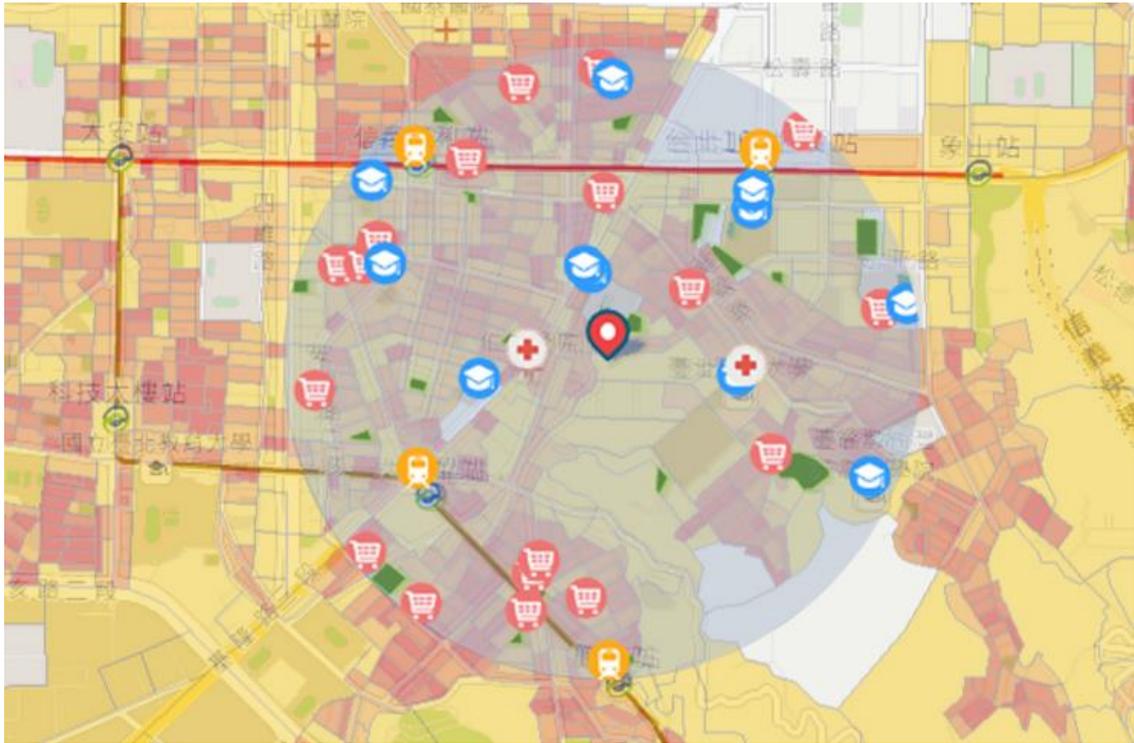


圖 7-16 社會住宅週邊常住人口密度與相關設施分佈示意圖

2. 可作為各行各業設立據點的參據。

一般商店行號如超商、百貨公司等，在設立時，都會評估各面向之因素進行據點選址，一般考慮到許多因素權衡利弊後選擇最適地點，舉如人的流量、交通、車站、繁華程度、朝向、能見度、租金、地勢、樓層、居民結構、機關學校、相鄰店鋪……等加以考慮綜合分析。其中有關人的部分可透過常住人口數、人口密度、日間流動人口數、性別、年齡構成等來加以評估設立之據點或區位。

通常一個地區人口數多且人口密度越高，則選址商店的規模可相對地擴大。人口密度高的地區，到商業設施之間的距離近，可增加購物頻率；而人口密度低的地區吸引力低，且顧客光臨的次數則較少。因此若能掌握該區域之常住人口，甚至能掌握日間流動人口數則可選擇最適的商業設施設址區位。

目前在商業選址的人口數判斷多仍以戶籍人口數為基底，去除流進、流出的就學與就業之人口粗估數目進行評估。日間人口密度高的地區多為辦公區、學校等地，對日間人口較多的地區，則可進一步分析其消費需求的特性進行經營策略，比如採取延長下班時間、增加便民項目等以適應需要。

另外一般在評估地理條件時，也會測定經過該地點行人的流量，這些人流極可能是商店未來之客流，而客流量與交通運輸有很大的關係，除了日常上班的場所、學校、醫院等外，火車站、捷運站或公車站牌處等是人們利用交通工具的集結點，也是人口聚集之處。

除此之外，旅遊觀光地及沿途路線也是人們集聚活動的場所，也可利用常住人口疊合相關資料，如捷運路線與車站、古蹟、觀光景點、相鄰之觀光旅館等，進行如觀光旅館設置分析選址（如圖 7-17 所示）。



圖 7-17 常住人口密度與古蹟、觀光景點、觀光旅館分佈示意圖

利用手機信令資料進一步若能取得常住人口結構與特性，如以性別、年齡別等進行分類統計，即可依據各空間區域之人口結構特性，擬定合適之商店或廣告行銷策略。如下圖所示，兩個人口金字塔有些許不同，上圖可看出以 30-39 歲之人口較多，而圖 7-18 人口則以 50-59 歲之人口較多，因此在商業行銷與商店設址等方面即可作差異性之行銷手段。

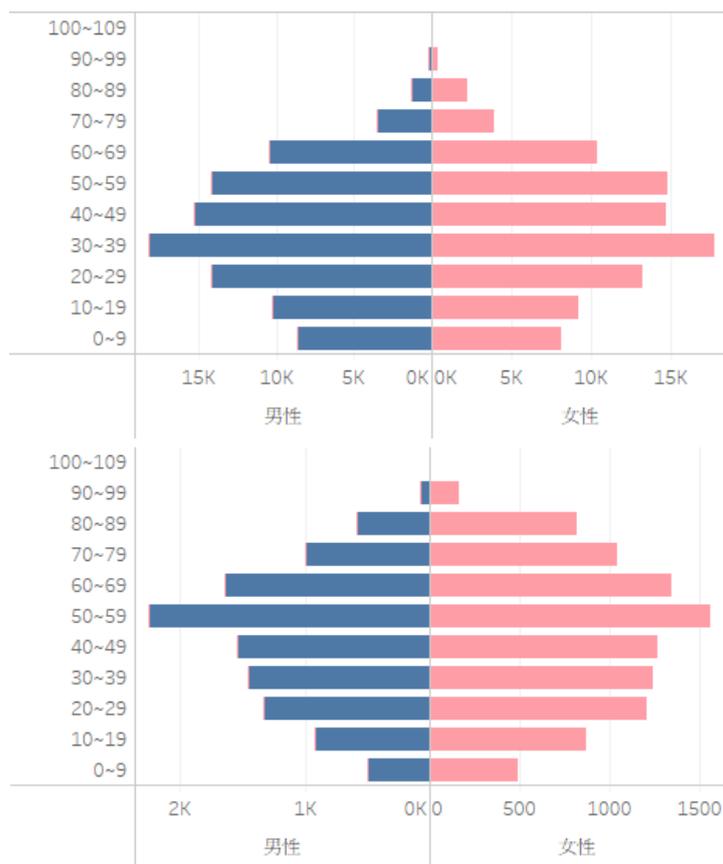


圖 7-18 常住人口年齡結構差異之金字塔示意圖

另外在一些大型活動中，以信令資料取得該活動之活動人口數，可依據該活動之人口年齡結構與性別之差異性，做為後續舉辦類似活動時之行銷廣告等參考依據。如示意圖 7-19，一音樂會活動之人口主要為女性，且年齡集中在 20~69 歲，因此相關如行銷廣告即可針對此年齡層女性為主要對象。除了大型活動之人口年齡結構與性別外，也可從信令資料中獲取參與者之來源區域，後續亦可針對該區域進行差異性行銷。

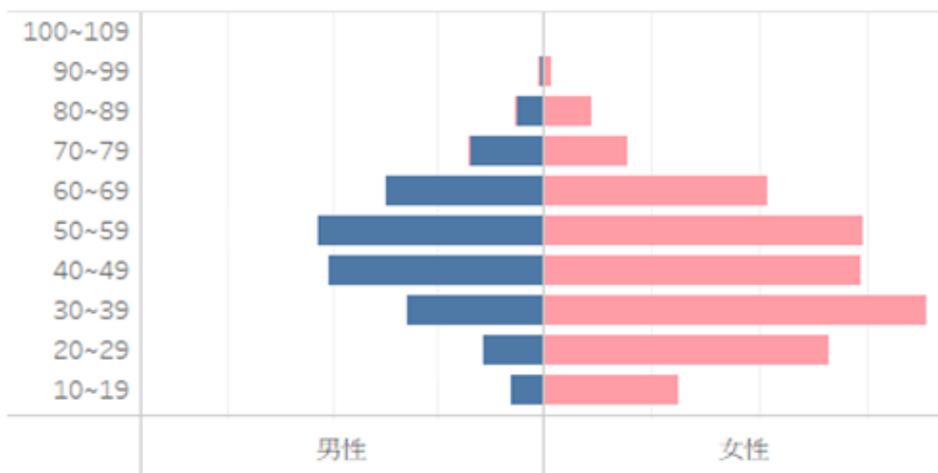


圖 7-19 活動人口年齡結構及性別差異之金字塔示意圖

7.3.3 小結

以手機信令資料推估常住人口，為目前大數據應用之趨勢，在私部門應用方面，若能利用手機信令資料推估常住人口之歷史數據，或是取得即時性之流動人口數及其人口結構特性等數據，對於商業選址或大型活動之規劃與行銷方面都有莫大的助益。

在公部門應用方面，部分先進國家皆以常住人口為概念建置其國家之公務系統，做為抽樣底冊與統計資料的正確分佈，但我國以戶籍登記之制度，並非為常住人口，作為其他調查的抽樣底冊，將會誤導其原先施政調查之目的。以勞動力調查為例，先進國家之抽樣設計多採常住人口為調查基礎，發布之資料亦為該國境內常住人口之勞動力狀況，而我國現行人力資源調查之抽樣母體仍採戶籍資料檔，無法呈現實際居住人口之勞動力狀況。未來人力資源調查若能參酌他國經驗，改採常住人口資料進行抽樣設計與推估，應可有效精確了解我國勞動力之現況。

常住人口之應用，除了在政府公共建設及防救災規劃外，可彌補過去以戶籍人口為基準之政策擬定偏誤。除了由手機信令資料推估常住人口外，日間或夜間之流動人口亦是重要之人口統計指標。舉如臺東縣綠島鄉戶籍人口約 3,800 人，近年來大量旅遊人口湧入綠島，依據交通部觀光局統計，105 年前往綠島的遊客亦達到 336,869 人次，105 年 6 月單月最高總人數為 57,536 人次，旅遊人口與當地常住人口相差甚鉅，這對於一座小島嶼而言，對其生態與資源無疑皆形成沈重的負擔。因此政府應可透過手機信令資料等掌握這些旅遊流動人口數，來做為公共設施承載量評估之基準，如供水、電力、垃圾處理、聯外交通及住宿之承載量是否足以負荷觀光衝擊。

我國目前政府之施政預算規劃仍以戶籍人口為主，而十年一次之人口普查象徵意義大於實質意義，常住人口之調查結果也不敷長期之規劃應用。因此可建議政府採取滾動式普查，針對社會需求進行常設性調查，或建置使用手機信令資料進行常住人口、日夜間流動人口數之推估模型，並可設計更專業的調查項目，再以調查結果建議政府施政，才能精確的為各區域民眾打造各項公共建設及福利措施。

第八章 相關數據分析

8.1 R 語言資料探勘分析方法

本章針對資料分析常見之方法進行簡介，並說明本研究選擇何種方法針對信令資料進行資料探勘。

8.1.1 資料探勘方法之簡介

資料探勘是一門結合電腦科學與數學統計的學門，目的是從資料中萃取出資料的模式、趨勢或是規則，並轉換成可應用的資訊。以下將介紹幾種基本的資料探勘方法。

1. 分類

分類是資料探勘中常見的分析方法，是指透過訓練資料已知的類別，建立一套分類模式，用來判別新進資料各自可能所對應的類別。

常見的分類法有決策樹(Decision trees)、KNN 演算法(K-nearest Neighbors Algorithm)、單純貝式分類法(Naive Bayes)、支援向量機(Support Vector Machine)等演算法。而隨著問題類型的複雜化，近年來不斷有新的演算方法被提出，如 XGBoost 等。此外，近年來備受關注的深度學習(Deep Learning)，也可被應用在分類問題上，如卷積類神經網路(Convolutional Neural Networks)。這些方法對於問題與輸入資料型態的不同，各自有其應用的優勢與限制。

於 R 語言中，有許多不同的套件支持上述演算法的實作與應用，如：rpart、fpc、e1071 等。

2. 關聯規則分析

關聯規則分析是常用於購物籃交易(market basket transactions)的分析方法，是指從輸入資料中，透過計算支持度(support)的方式，找出高頻項目(frequent items)的集合，並以此來找出項目(item)之間的關聯性。

關聯規則的表示方式為 $A \rightarrow B$ 的表示式，A 與 B 各自代表一個項目，其評估規則強度的指標有支持度(support)與信心度(confidence)，各自的定義如下所示：

$$\text{支持度： } S(A \rightarrow B) = \frac{P(A \cup B)}{N}$$

$$\text{信心度： } C(A \rightarrow B) = \frac{P(A \cup B)}{P(A)}$$

支持度的意思是，同時存在項目 A 與項目 B 的的交易組合佔全部交易組合的比例，而信心度的意思是，在出現項目 A 的情況下，同時也出現項目 B 的機率。透過以上兩種指標，可以用來判斷關聯規則的可靠度與重要性，做為決策上的參考。

常見的關聯規則分析方法有 Apriori 演算法(apriori algorithm)與 FP-Growth 演算法(FP-growth algorithm)等算法，其中，Apriori 演算法是最先被提出的關聯規則分析方法，因此被廣泛應用於科學性資料分析，也是最常被使用的演算法。

於 R 語言中，有分析套件 arules 與視覺化套件 arulesViz 可供使用者分析與使用。

3. 集群分析

集群分析根據輸入資料的性質與屬性，將具有相似樣態的資料進行分群，藉此來區別資料間的差異性。資料差異性的評斷方法通常是以距離(distance)來表示，也就是資料點之間到底相差的有多遠。集群分析與分類最大的不同在於，分類是利用事先定義的特徵與屬性來建立分類模式，且具有已知的分類標的，因此又被稱為監督式分類(supervised classification)；而集群分析事先並不事先定義資料特徵的數目與型式，也沒有事先設定的分類標的，因此是一種自動發現類別的方法，又被稱為非監督式分類(unsupervised classification)。

常見的集群分析方法有 K-means、聚合式階層分群法(agglomerative hierarchical clustering)與基於雜訊與密度之空間群聚應用演算法(Density-based spatial clustering of applications with noise, DBSCAN)等方法。這些方法的差別在於資料相似度的計算方式及收斂區間的判斷有所不同的。除此之外，也有運用圖論的原理來進行資料分群，如 Spectral Clustering。於 R 語言中，有許多不同的套件支持上述演算法的實作與應用，如 kmean、dbscan。

8.1.2 資料分析方法與應用

由於信令資料的資料型態單純，僅包含用戶 ID、時間標籤、與用戶所在之二級發布區等 3 種屬性。關聯規則分析並沒有限制所需資料特徵 (feature) 的數目，在資料特徵數少的情況下，仍可以有效進行運算並找出關聯規則，非常適合用來進行探索性分析，因此本研究優先採用關聯規則分析作為針對進行信令資料資料探勘的方法。

8.2 高雄市觀光景點關聯性分析

本節針對 2017 年 4 月假日高雄市之信令資料，透過關聯規則分析的方法，找出高雄市境內景點之間的關聯性，作為後續公共運輸規劃的參考依據。

8.2.1 概念說明

信令資料包含的屬性有用戶 ID、時間標籤、與用戶所在之二級發布區，本研究的概念是先將用戶信令資料所出現的二級發布區假定為用戶出現地點的集合，再透過本研究所提出之停留點判斷邏輯，若一個二級發布區在用戶一天的信令資料中出現資料筆數大於 15 筆，即認定為用戶可能的景點停留地點，以此來過濾出用戶可能的停留景點集合。這個集合可以視為是一組交易項目 (item) 集合，再透過關聯規則分析，找出在哪一個地點出現的情況下，另一個地點可能也會同時出現，以及出現的機率，藉此來找出特定的觀光景點起迄點組合。

本研究的目標是找出高雄市境內觀光景點的關聯性，因此先從信令資料中篩選出包含景點的二級發布區，用來代表景點所在的地點，再進行關聯規則分析，圖 8-1 為景點關聯規則之分析流程。

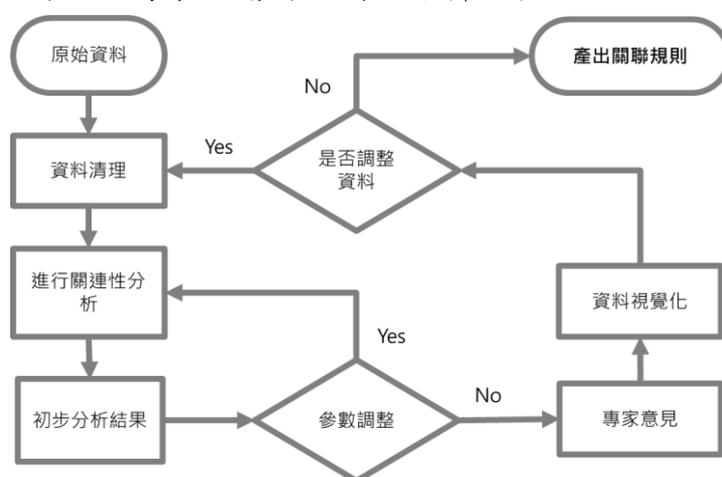
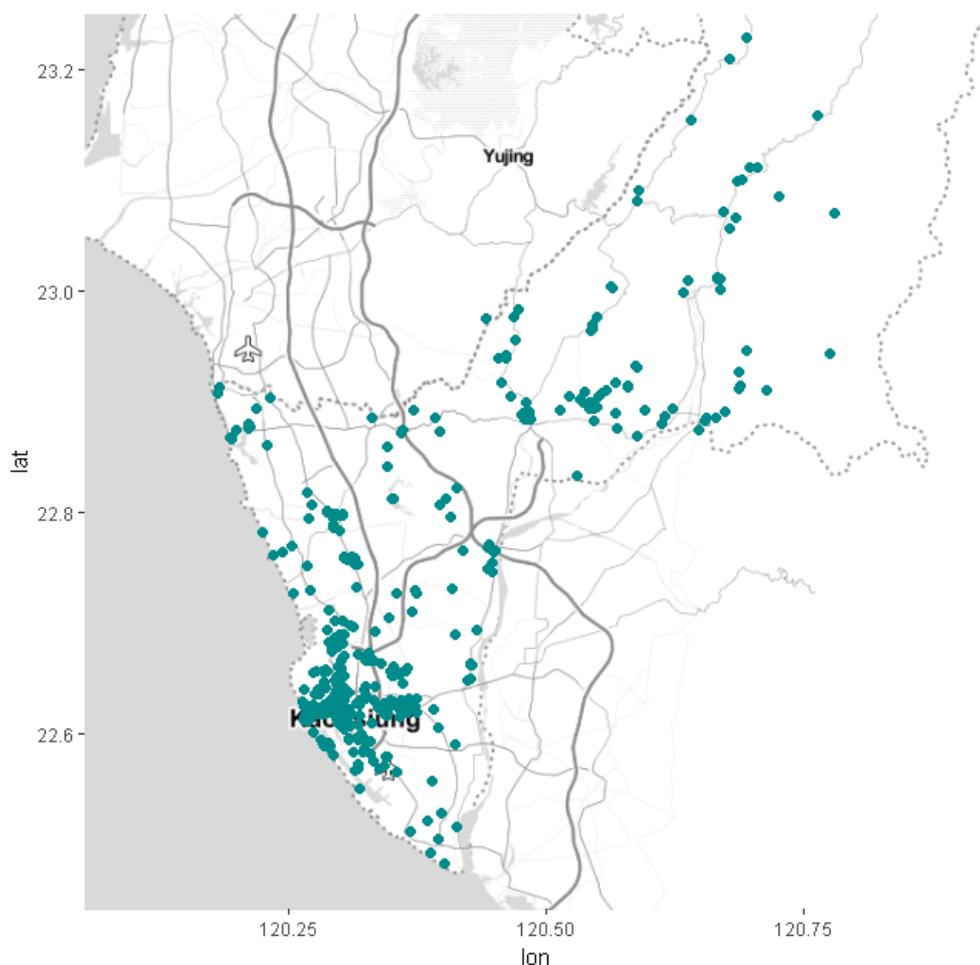


圖 8-1 關聯規則分析流程

8.2.2 資料說明

本研究所應用之資料有以下兩部分，用戶信令資料與觀光景點所在之二級發布區(觀光景點列表)，用戶信令資料的取得與資料格式如同前述章節，而觀光景點所在之二級發布區，是將政府開放資料中的觀光資訊資料庫之景點資訊，透過坐標轉換與比對，得到觀光景點之所在二級發布區。

根據觀光資訊資料庫之統計，高雄市境內包含 480 個景點，景點分佈情形如圖 8-2 所示。



資料來源：本研究整理

圖 8-2 高雄市景點位置分佈圖

這 480 個景點散佈在 207 個二級發布區之中，而在這 207 個二級發布區之中，其中有 95 個二級發布區是包含兩個以上的景點，但僅有少部分的二級發布區是包含 10 個以上的景點，如表 8.1 所示。

表 8.1 擁有景點數排名前 10 之高雄市二級發布區

排名	二級發布區代碼	景點數目	發布區隸屬區域
1	A6403-36	15	左營區
2	A6410-06	13	旗津區
3	A6431-04	11	美濃區
4	A6436-01	11	茂林區
5	A6402-44	10	鼓山區
6	A6418-09	10	烏松區
7	A6430-07	10	旗山區
8	A6401-06	9	鹽埕區
9	A6410-01	8	旗津區
10	A6415-01	8	大樹區

資料來源：本研究整理

要進行關聯規則分析前，必須先將用戶信令資料中用戶所在之二級發布區，與觀光景點所在之二級發布區，透過資料庫交集(inner join)的方式篩選出實際需要用來分析的用戶信令資料。

8.2.3 關聯規則分析結果

本研究針對 2017 年 4 月 16 日與 4 月 23 日中華電信高雄市之信令資料進行景點關聯規則分析。本研究採用 Apriori 演算法，在參數設定部分，本研究採用事先決定的參數進行排列組合，如表 8.2 所示，最小支持度的設定值共有 9 個，最小信心度的設定值共有 5 個，經過排列組合後，共有 45 種參數組合。

4 月 16 日關聯規則於不同參數產生之規則數統計如表 8.3 所示，最小支持度為 0.001，最小信心度為 0.5 的 4 月 16 日關聯規則分析之結果如表 8.4 所示，4 月 16 日關聯規則之 Support/Confidence/Lift 指標熱點圖如圖 8-3 所示。4 月 23 日關聯規則於不同參數產生之規則數統計如表 8.5 所示，以最小支持度為 0.001，最小信心度為 0.5 的 4 月 23 日關聯規則分析之結果如表 8.6 所示，4 月 23 日關聯規則之 Support/Confidence/Lift 指標熱點圖如圖 8-4 所示。在關聯規則當中，LHS 與 RHS 皆以二級發布區的形式表達。其中，每條規則之增益值(Lift)皆為正值，代表規則是屬於正向關係，LHS 的增加對於 RHS 的提升是有強關聯性的。

表 8.2 關聯規則分析參數設定表

最小支持度	0.001	0.002	0.002 5	0.004	0.005	0.007 5	0.01	0.015	0.02
最小信心度	0.5		0.6	0.7		0.75		0.8	

表 8.3 4 月 16 日關聯規則不同參數產生之規則數統計

最小 信心度	最小 支持度								
	0.001	0.002	0.0025	0.004	0.005	0.0075	0.01	0.015	0.02
0.5	31	25	25	21	18	10	8	3	1
0.6	15	13	13	11	9	5	4	0	0
0.7	8	7	7	7	6	3	2	0	0
0.75	3	3	3	3	3	2	2	0	0
0.8	2	2	2	2	2	1	1	0	0

表 8.4 4 月 16 日關聯規則分析之結果

規則結果 順序	LHS	RHS	support	confidence	lift
1	A6431-06	A6431-07	0.0010	0.5467	101.2640
2	A6426-16	A6426-14	0.0037	0.6866	85.6477
3	A6435-03	A6435-02	0.0027	0.5725	83.1254
4	A6434-04	A6434-05	0.0042	0.5208	61.8051
5	A6413-22	A6413-36	0.0070	0.5174	53.3172
6	A6413-36	A6413-22	0.0070	0.7212	53.3172
7	A6433-01	A6433-03	0.0107	0.6940	48.5352
8	A6433-03	A6433-01	0.0107	0.7635	48.5352
9	A6436-01	A6432-07	0.0033	0.5796	47.3705
10	A6432-06	A6432-05	0.0018	0.6533	47.0464
11	A6438-01	A6433-01	0.0052	0.6763	43.8761
12	A6432-02	A6432-03	0.0070	0.8704	38.0540
13	A6404-39	A6403-06	0.0031	0.6875	32.8772
14	A6437-01	A6432-03	0.0049	0.7166	31.3325
15	A6432-05	A6432-03	0.0098	0.7051	30.8279
16	A6408-13	A6408-04	0.0051	0.7428	28.2333
17	A6416-10	A6416-02	0.0013	0.5206	27.8374

18	A6405-92	A6405-A6	0.0122	0.5738	22.4793
19	A6408-28	A6408-24	0.0062	0.5669	20.6229
20	A6420-06	A6420-08	0.0058	0.5951	20.4156
21	A6430-08	A6430-07	0.0045	0.6054	18.8625
22	A6430-10	A6430-11	0.0112	0.6308	17.5628
23	A6415-02	A6415-01	0.0128	0.8927	17.3088
24	A6430-07	A6430-11	0.0174	0.5713	15.9057
25	A6403-18	A6403-36	0.0011	0.5878	14.9471
26	A6403-33	A6403-36	0.0057	0.5663	14.3993
27	A6407-10	A6406-26	0.0014	0.7070	13.3984
28	A6405-B9	A6405-C9	0.0015	0.5541	13.1697
29	A6418-08	A6418-09	0.0077	0.5107	11.9217
30	A6410-01	A6402-54	0.0153	0.5004	11.5869
31	A6408-33	A6408-55	0.0252	0.5056	4.5383

資料來源：本研究整理

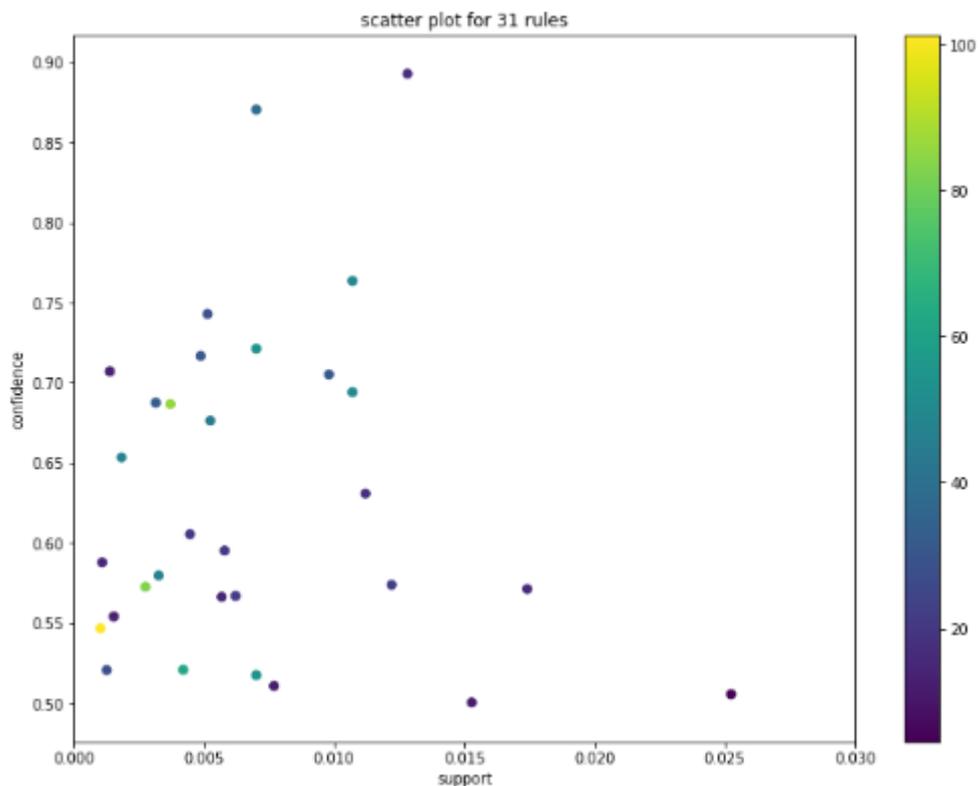


圖 8-3 4 月 16 日關聯規則之 Support/Confidence/Lift 指標熱點圖

表 8.5 4 月 23 日關聯規則不同參數產生之規則數統計

最小 信心度	最小 支持度								
	0.001	0.002	0.0025	0.004	0.005	0.0075	0.01	0.015	0.02
0.5	29	24	21	16	13	11	66	1	0
0.6	16	14	13	9	7	6	2	1	0
0.7	10	9	8	5	5	4	1	1	0
0.75	7	7	6	4	4	3	1	1	0
0.8	3	3	3	3	3	3	1	1	0

表 8.6 4 月 23 日關聯規則分析之結果

規則結果 順序	LHS	RHS	support	confidence	lift
1	A6428-12	A6428-10	0.0018	0.5136	101.7484
2	A6413-36	A6413-22	0.0014	0.7143	98.6335
3	A6426-16	A6426-14	0.0033	0.7172	90.2389
4	A6433-01	A6433-03	0.0092	0.6968	60.9217
5	A6433-03	A6433-01	0.0092	0.8040	60.9217
6	A6435-03	A6435-04	0.0021	0.5322	53.7879
7	A6436-01	A6432-07	0.0020	0.5290	52.7470
8	A6438-01	A6433-01	0.0044	0.6915	52.3970
9	A6432-06	A6432-05	0.0025	0.6382	46.8825
10	A6404-39	A6403-06	0.0033	0.7987	37.5818
11	A6432-02	A6432-03	0.0087	0.9022	36.6833
12	A6437-01	A6432-03	0.0033	0.7631	31.0254
13	A6408-13	A6408-04	0.0057	0.7572	30.6025
14	A6432-05	A6432-03	0.0099	0.7308	28.7118
15	A6408-28	A6408-24	0.0049	0.6020	25.3906
16	A6405-92	A6405-A6	0.0125	0.5634	23.8292

17	A6405-A6	A6405-92	0.0125	0.5275	23.8292
18	A6430-13	A6430-11	0.0011	0.6807	22.4836
19	A6430-08	A6430-07	0.0032	0.5128	21.2779
20	A6420-06	A6420-08	0.0057	0.5610	21.2118
21	A6432-06	A6432-03	0.0020	0.5154	20.9536
22	A6430-10	A6430-11	0.0102	0.6166	20.3663
23	A6430-07	A6430-11	0.0132	0.5482	18.1075
24	A6415-02	A6415-01	0.0150	0.9062	16.8879
25	A6407-10	A6406-26	0.0020	0.7720	14.2338
26	A6403-33	A6403-36	0.0044	0.5149	12.8434
27	A6410-01	A6402-54	0.0139	0.5175	12.7713
28	A6418-08	A6418-09	0.0092	0.5559	12.0512
29	A6405-B9	A6405-C9	0.0017	0.5274	11.0914

資料來源：本研究整理

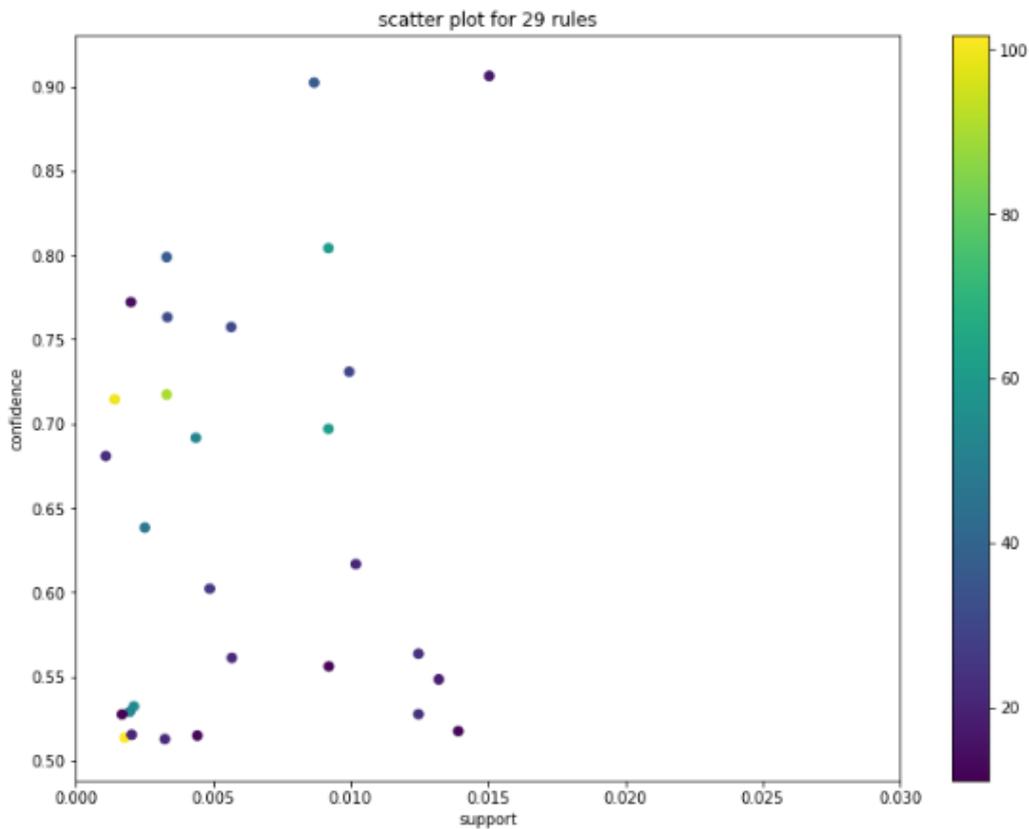


圖 8-4 4 月 23 日關聯規則之 Support/Confidence/Lift 指標熱點圖

本研究將參數設定最小支持度為 0.001，最小信心度為 0.5 下之 4 月 16 日的關聯規則與 4 月 23 日的關聯規則取交集，找出兩日皆有出現的關聯規則，並將關聯規則中的二級發布區依照前述之觀光景點列表，轉換成位在此二級發布區的景點，再進行後續的討論與分析。

4 月 16 日關聯規則共有 31 條，4 月 23 日關聯規則共有 29 條，兩日的關聯規則取交集之後，共取出 24 條關聯規則，如表 8.7 所示，而將表 8.7 轉換成觀光景點的結果如表 8.8 所示。

表 8.7 兩日關聯規則交集之結果

規則結果 順序	LHS	RHS
1	A6426-16	A6426-14
2	A6413-36	A6413-22
3	A6433-01	A6433-03
4	A6433-03	A6433-01
5	A6436-01	A6432-07
6	A6432-06	A6432-05
7	A6438-01	A6433-01
8	A6432-02	A6432-03
9	A6404-39	A6403-06
10	A6437-01	A6432-03
11	A6432-05	A6432-03
12	A6408-13	A6408-04
13	A6405-92	A6405-A6
14	A6408-28	A6408-24
15	A6420-06	A6420-08
16	A6430-08	A6430-07
17	A6430-10	A6430-11

18	A6415-02	A6415-01
19	A6430-07	A6430-11
20	A6403-33	A6403-36
21	A6407-10	A6406-26
22	A6405-B9	A6405-C9
23	A6418-08	A6418-09
24	A6410-01	A6402-54

資料來源：本研究整理

表 8.8 4 月 16 日關聯規則分析轉換之結果

	LHS 景點	景點所在區域	RHS 景點	景點所在區域
1	茄荳漁村自行車路線 情人碼頭	茄荳區	興達港 興達漁港情人碼頭 郭常喜兵器館 興達港觀光漁市	茄荳區
2	中芸漁港	林園區	頂林仔邊派出所	林園區
3	小林村紀念公園	甲仙區	甲仙化石館	甲仙區
4	甲仙化石館	甲仙區	小林村紀念公園	甲仙區
5	多納高吊橋 得樂日嘎橋 多納部落 舊茂林遺跡 美雅谷 茂林國小魯凱族文物館 茂林區得樂的卡(瑪雅) 部落遺址 萬山岩雕 紫蝶幽谷 茂林谷	茂林區	天臺山神威道場 天台山神威道場 新威森林公園	六龜區
6	茂林國家風景區	六龜區	煌金傳奇單車路線	六龜區
7	那瑪夏民權國小 世紀大峽谷 瑪星哈蘭人行景觀橋	那瑪夏區	小林村紀念公園	甲仙區
8	寶來妙通寺 寶來竹林休閒農業區	六龜區	妙崇寺 不老溫泉區	六龜區

	諦願寺 法邁六龜內觀中心		木森林香草園 浦來溪頭社棧道 石洞溫泉區 舊高屏鐵橋 六龜大佛	
9	紅樹林茄苳溪保護區 援中港生態濕地公園	楠梓區	國家體育場	左營區
10	桃源梅山 藤枝森林遊樂區 七坑溫泉區	桃源區	妙崇寺 不老溫泉區 木森林香草園 浦來溪頭社棧道 石洞溫泉區 舊高屏鐵橋 六龜大佛	六龜區
11	煌金傳奇單車路線	六龜區	妙崇寺 不老溫泉區 木森林香草園 浦來溪頭社棧道 石洞溫泉區 舊高屏鐵橋 六龜大佛	六龜區
12	武廟商圈	苓雅區	玉皇宮(天公廟)	苓雅區
13	義永寺	三民區	國立科學工藝博物館	三民區
14	高雄市文化中心 高雄市立文化中心	苓雅區	自來水公園	苓雅區
15	竹林公園 余登發故居	橋頭區	橋頭糖業文化園區 橋頭十鼓文創園區 橋頭糖廠白屋 台灣糖業博物館	橋頭區
16	旗山孔廟 旗山老街	旗山區	武德殿(旗山) 鼓山公園 市定古蹟-旗山國小 旗山夜市 旗山生活文化園區 旗山天后宮 旗山區農會 旗山火車站 旗山自行車道 旗山糖廠舊火車站	旗山區
17	張媽媽桑椹休閒農場	大樹區	聖若瑟教堂	旗山區
18	武德殿(旗山)	旗山區	佛光山	大樹區

	鼓山公園 市定古蹟-旗山國小 旗山夜市 旗山生活文化園區 旗山天后宮 旗山區農會 旗山火車站 旗山自行車道 旗山糖廠舊火車站		臺灣天壇 高屏溪自然生態園區 斜張橋 佛光山佛陀紀念館 義大世界 玄華山文化院 信誼高爾夫球場	
19	旗山糖廠舊火車站	旗山區	聖若瑟教堂	旗山區
20	啟明堂-春秋閣 左營曾家古厝 左營舊城城隍廟 啟明堂 鳳邑舊城城隍廟 慈濟宮 鎮福社	左營區	蓮池潭 鳳山縣舊城 崇聖祠 眷村文化館 孔廟 左營-鳳山縣舊城 原生植物園 洲仔濕地公園 龍虎塔 翠華路自行車天橋 蓮池潭風景區 高雄物產館-蓮潭旗艦店 蓮池潭物產館	左營區
21	R9 中央公園站 高雄文學館 城市光廊 高雄中央公園	前金區	新堀江商圈	新興區
22	高雄願景館 後驛商圈(成衣) 九如鐵道藝場	三民區	高雄願景館 電腦街 長明商圈(成衣、電子)	三民區
23	法鼓山紫雲寺	烏松區	澄清湖風景區 澄清湖高爾夫球場 澄清湖海洋奇珍園 烏松溼地 澄清湖棒球場 金澄雙湖自行車路線	烏松區
24	旗津-旗後天后宮 旗津觀光漁港 旗後教會 旗津天后宮 旗津特色海產街 旗津環島自行車道	旗津區	哨船頭公園 哨船頭遊艇碼頭 打狗英國領事館官邸 雄鎮北門 西子灣隧道 高雄港	鼓山區

資料來源：本研究整理

表 8.8 為這兩日共同出現的關聯規則經過轉換後的結果，共有 24 條關聯規則，規則的形式從原本的 LHS 之二級發布區對應至 RHS 之二級發布區，轉換為 LHS 之景點對應到 RHS 之景點。從規則中可以發現，在大多數的規則中，LHS 之景點與 RHS 之景點之間的地理距離不會相隔太遠，這代表一般民眾的移動行為通常可能傾向在特定的區域範圍內活動。

而關聯規則分析的應用有兩個關鍵因素，首先，在產製交易資料時會耗費大量的計算資源，以本研究為例，產製一日之規則需耗費約 12 小時的計算時間；其次，關聯規則分析所探勘出的規則樣式不一定代表正確的趨勢，有可能會因為資料篩選參數的不同而產生偏誤，因此後續可藉由引入其他資料來進行更深入的探討。

8.3 分析結果應用於公共運輸改善之建議

本研究透過關聯規則分析之結果，可以找出哪些景點具有較強的連結性，並對具有較強連結景點間檢視目前公共運輸的供給是否可以滿足需求，作為未來建議深入探討的方向。

在公共運輸運改善的部分，可以根據景點類型、景點距離、與景點開放時間的不同，提出不同的公共運輸配套方案，包含公共自行車的站點佈設、市區公車加派區間車與新增路線等方式，供主管機關作為施政之參考。本研究以下針對由關聯規則分析所得到的規則 2、規則 16 與規則 18 進行探討，作為初步公共運輸改善建議之個案分析。

關聯規則分析所得到的規則 2 如表 8.9 所示，是位於高雄市林園區的景點，景點的所在位置如圖 8-5 所示，兩個景點相距約 4 公里。

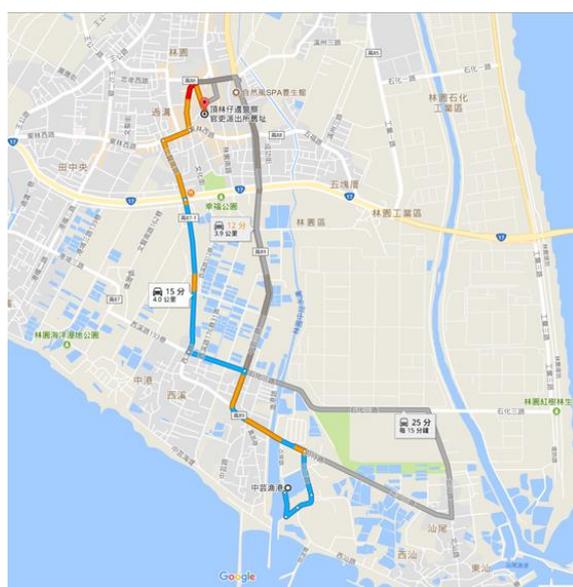


圖 8-5 高雄市林園區地理位置

表 8.9 關聯規則第 2 條

LHS 景點	景點所在區域	RHS 景點	景點所在區域
中芸漁港	林園區	頂林仔邊派出所	林園區

資料來源：本研究整理

根據表 8.9 所示，兩個區域之間個別只有一個景點，而目前只有港都客運的紅 3 作為兩個景點之間公共運輸的供給，平均旅行時間約在 10~20 分鐘，而目前的班距約落在 30 分鐘到 1 小時之間。因此在後續的公共運輸規劃上，可以透過電信數據所產生之旅運起迄矩陣來找出平假日景點之間公共運輸的潛在需求，或者是對在景點出現的遊客進行問卷調查，來了解遊客對於目前公共運輸服務的使用頻率、熟悉程度與滿意度，作為後續公共運輸服務改善的參考依據。

關聯規則分析所得到的規則 16 如表 8.10 所示，皆是位於高雄市旗山區中心的景點，高雄市旗山區的地理範圍如圖 8-6 所示。



資料來源：Google Map

圖 8-6 高雄市旗山區地理位置

表 8.10 關聯規則第 16 條

LHS 景點	景點所在區域	RHS 景點	景點所在區域
旗山孔廟 旗山老街	旗山區	武德殿(旗山) 鼓山公園 市定古蹟-旗山國小 旗山夜市 旗山生活文化園區 旗山天后宮 旗山區農會 旗山火車站 旗山自行車道 旗山糖廠舊火車站	旗山區

資料來源：本研究整理

根據表 8.10 的結果，景點大都集中旗山區的鬧區，所以景點至景點間的距離不會相隔太遠，表 8.11 為旗山區景點之距離矩陣，可以發現除了旗山夜市較遠外，其他景點彼此間的距離大都在 1 公里以內。另一方面，目前旗山地區與鄰近的美濃地區也有規劃好的自行車觀光路線，因此在這樣的環境下，使用自行車做為遊客在旗山地區的主要運具是合理的選擇。

表 8.11 旗山地區景點之距離矩陣（單位：公尺）

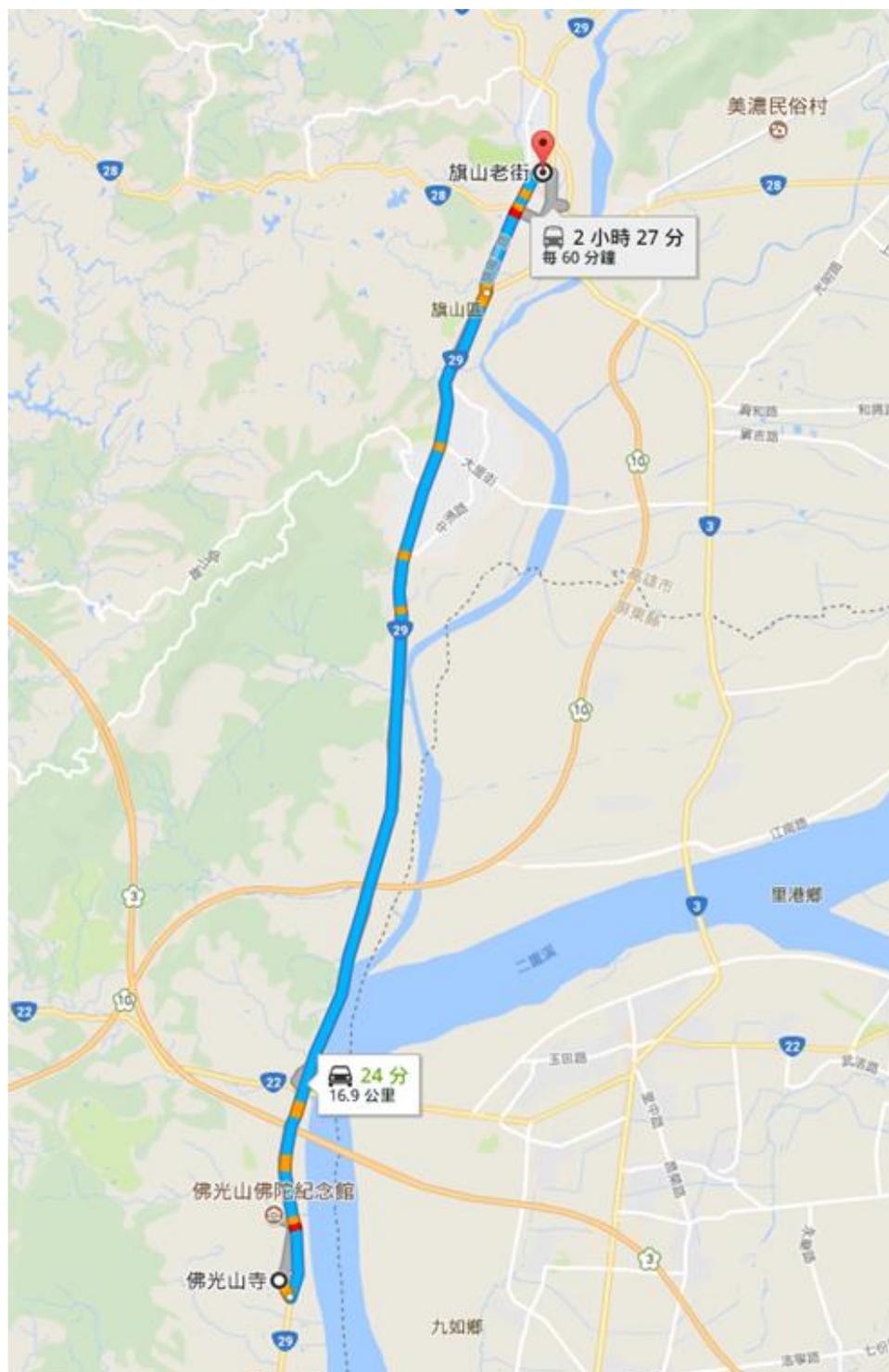
	鼓山公園	旗山天后宮	旗山火車站	旗山生活文化園區	旗山夜市	旗山區農會	旗山老街	聖若瑟教堂
武德殿(旗山)	850	400	550	300	2700	300	280	450
鼓山公園		1200	1300	1300	2400	1100	1100	1200
旗山天后宮			250	550	1800	120	160	500
旗山火車站				700	2100	260	350	350
旗山生活文化園區					1300	450	400	750
旗山夜市						1800	1600	2000
旗山區農會							68	500
旗山老街								550

資料來源：本研究整理

目前高雄市公共腳踏車租賃系統尚未至旗山地區設立租賃點，因此可以建議主管機關，探討旗山地區設立公共自行車租賃站的可能性。另一方

面，也建議可以透過電信數據所產生之旅運起迄矩陣，檢視旗山地區至其他地區的流量，如美濃地區，針對流量較多的時間點，可以透過公路客運加開區間車的方式，來轉移私人運具的使用量。

關聯規則分析所得到的規則 18 如表 8.12 所示，是位於高雄市旗山區與大樹區的景點，景點的所在位置如圖 8-7 所示。



資料來源：Google Map

圖 8-7 高雄市大樹區與旗山區地理位置

表 8.12 關聯規則第 18 條

LHS 景點	景點所在區域	RHS 景點	景點所在區域
武德殿(旗山) 鼓山公園 市定古蹟-旗山國小 旗山夜市 旗山生活文化園區 旗山天后宮 旗山區農會 旗山火車站 旗山自行車道 旗山糖廠舊火車站	旗山區	佛光山 臺灣天壇 高屏溪自然生態園區 斜張橋 佛光山佛陀紀念館 義大世界 玄華山文化院 信誼高爾夫球場	大樹區

資料來源：本研究整理

根據表 8.12 所示，旗山區的景點大都集中於鬧區，而大樹區的景點分布較為零散，除了以佛光山為中心的周遭景點外，還有義大世界等景點。在公共運輸供給的部分，目前高雄客運有路線 8009 銜接旗山鬧區與佛光山，平均旅行時間約在 30 分鐘到 1 小時之間，而義大客運有路線 8501 佛光山線銜接佛光山與義大世界，平均旅行時間約在 30 分鐘內，然而目前義大世界至旗山鬧區並無可以直達的公共運輸路線，以義大客運為例，需搭乘義醫義大線再轉乘義醫旗山線；或者是搭乘高雄客運至佛光山再轉乘義大客運，這樣的轉乘方式受限於客運公司的班表規劃，對於有需求的民眾，可能會提高民眾的旅行時間。因此在後續的公共運輸改善上，可以透過電信數據所產生之旅運起迄矩陣，找出平假日之間旗山鬧區至義大世界公共運輸的潛在需求，作為是否新增公路客運直達路線的參考依據。

第九章 結論與建議

票證數據乃現有運輸系統之使用行為，能提供現況管理效能之改善參考，運輸系統使用的人流數據來源為既有運輸系統的巨量使用紀錄，如電子票證資料，所反應的旅次分佈為在現況運輸供給下，使用者的交通人流移動現象，而自行動電信數據資料可洞見公共運輸服務之潛在需求。為進行電信數據導向之旅客起迄行為分析，掌握完整的旅運行為，本研究已初步嘗試整合交通與電信信令數據，以數據去個資化與分區統計化之理念，應用電信數據於發展運具判讀分析邏輯，產製旅次起迄矩陣並開發旅次特性大數據分析介面，並自數據導向分析交通分區間公共運輸可能存在的缺口，找出可能發生供不應求以及供過於求的時段與空間區段。

由於電信信令定位精確度對於上開邏輯有著非常顯著的影響，未來若採用更小範圍的定位區域或實施更大規模的測試，並運用票證數據驗證所產製各項資料，將會對邏輯的準確度與應用程度都有大幅的提升，以使研究結果的更準確的應用於判斷分析公共運輸供需缺口，提供未來主管機關與業者發展高吸引力公共運輸服務之參據。

9.1 結論

本研究所獲得的成果，大致可分述如下：

1. 協調產製信令資料時空軌跡

與配合的電信公司共同討論，在考慮定位精確度與計算機資源可負擔的前提下，確認二級發佈區為現階段可行的定位分區，並確認以一分鐘取樣為建議的取樣頻率。

2. 發展運具判斷邏輯

根據不同的運具特性，分別針對公共運輸發展運具判斷邏輯。本研究所提出的判斷邏輯，主要是透過時空移動軌跡的比對方式來進行。

本研究也同時在花蓮縣與高雄市進行實測，分別評估是否能夠正確判斷出民眾是否搭乘公車或是軌道運具。測試結果顯示，判讀的正確率在 0.75%-0.8% 之間，尚屬可以接受的範圍。

3. 產製各類型旅次起迄表

根據信令資料，以及運具選擇的判讀結果，本研究可以產製不同的旅運起迄表格。同時，也根據旅運特性，產製與觀光旅運有關的起迄表格。

上述運具判斷與各類旅運起迄表格產製的計算，均是由本研究自行開發程式，並將程式附掛在電信公司的計算機上執行所得。本研究的產製結果為經過整合後的起迄表格，所有相關的原始的信令旅次鏈資料均仍留存在電信公司，沒有個資洩漏的疑慮。

4. 產製站間乘載人數推估邏輯

根據取得的電子票證資料，配合公車動態資訊定時回傳資料，本研究發展相關方法推估出站間乘載人數，相關方法可做為未來公共運輸主管機關檢視公共運輸服務績效之參考。

5. 分析公共運輸供需缺口

根據所產生的各類型起迄表格，配合相關的公共運輸資料(如路線、站位、班次等)，分析公共運輸可能存在的缺口。本研究以需求量較大的旅次，在花蓮縣與高雄市進行分析，找出可能發生供不應求以及供過於求的時段與空間區段，可以作為後續進一步深入分析的基礎。

6. 常住人口分析評估

根據使用者夜間信令資料的所在位置，推測該使用者的常住區域，可以比戶籍資料更加精確掌握民眾的實際居住分佈情形。根據此分佈情形，未來可以更進一步探討相關的公共設施是否可以滿足民眾的需求。

9.2 建議

文獻上少有如本研究一般，透過電信信令資料來產製使用者的移動時空軌跡，再透過與相關運具移動時空軌跡的比對方式來產生旅運起迄表格。在本期的研究過程中，透過深入瞭解信令資料的特質，實地應用相關的開放資料，也因此從中發現一些課題，足以作為對未來研究的建議，茲區分為以下幾部分加以說明。

1. 定位精度精進

本研究所發展之運具判斷邏輯，需要進行使用者與運具移動時空軌跡的比對，因此定位的精確度對於判斷成果的準確度有著非常顯著的影響。

目前電信公司（中華電信）所提供的用戶位置，乃是將所收到用戶手機訊號的基地台位置對應至所在之二級發布區，作為用戶位置的代表。由於基地台的服務運作會受到該地區整體使用狀況的影響，使得信令資料可能會出現漂移的現象。

當用戶雖停留在同一地點，但由於服務的基地台可能隨著外在環境的變化而有所不同，可能會出現停留用戶在不同時間卻出現在不同的二級發布區，會被誤判為有移動的行為。另外，也可能發生當使用者確實搭乘公車，同一時間使用者位置所在的二級發布區與公車動態所在的發布區不同，導致運具的判斷錯誤。

若未來電信公司可以有其他技術，或是願意投入更多的資源來來提升定位精準度，將會大幅提升運具判斷邏輯的成效。

2. 採用更小的定位區域

目前所採用的二級發布區，每區大約包含4,500人口。在都市地區，二級發布涵蓋的面積不大，但在偏鄉地區，則可能涵蓋較大範圍的面積。過大的發布區，在評估旅運需求與公共運輸供給間的缺口時，多少會產生誤差。若可以配合定位精確度的提升，採用更小範圍的定位區域，將會對各項應用的準確度與應用程度都有大幅的提升。

目前採用二級發布區，在都會區的面積較小，在偏遠地區的面積較大，多少在判斷是否有公共運輸服務時會產生誤差，且會產生解讀上的不易。未來待電信公司提升定位精確度，將可大幅解決相關的誤差與解讀上的不易。

3. 改善運算效率

根據本期的經驗，對單一電信公司而言，在花蓮縣大約需要比對40萬筆門號的資料，在高雄市則需要比對大約110萬筆的門號資料。再加上相關運具的班次數量，可以想像需要耗費大量的時間，且十分耗費計算機資源。本研究建議，未來可採用平行計算的相關技術，如分散式運算、雲端運算等，來提高程式運作的效率。此外，也可將資料以適用巨量資料的資料庫架構來儲存，也可增加計算的效率。

4. 相關資料庫品質管理

本研究運具判斷是否正確，除了信令資料的品質外，也有賴公共運輸相關資料盡可能維持穩定的品質。當相關開放資料出現些許的資料缺漏時，會或多或少影響所產製旅次起迄數量的正確性。考量到平台需整合不同汽車客運上傳的資料，其中品質間的差異並非資料平台能夠完全掌握，建議未來可以透過相關的制度，確保相關開放資料的品質一致性。

5. 運具判斷邏輯精進

本研究目前所提出的運具判斷邏輯，乃是透過時空軌跡的比對，以門檻值的篩選方式，來判斷是否使用該運具。目前所發展的比對邏輯與門檻，在某種程度上遷就信令資料的缺漏、二級發佈區、以及信號漂移等課題。未來可持續精進判斷邏輯，以求結果的更加正確，以及更實際的應用。

6. 旅次放大邏輯精進

目前在本研究中所產生的旅運起迄表，均為按照電信公司的市佔率來加以放大。但電信公司的市佔率並不是均勻分佈，也屬於公司的機敏資料，加上在資料處理過程中，也會捨棄部分不適用的資料，因此如何放大資料，可以在未來的研究中持續加以探討。

7. 信令資料與無線網路資料配合

當用戶信令資料的資料筆數過少時，將會顯著影響運具判斷的正確度。而用戶信令資料的產生會受到用戶使用行為所影響。例如當手機用戶沒有 3G 或 4G 網路活動或者使用 WiFi 連結網路時，都會大幅降低信令資料產生的筆數。隨著 WiFi 的佈設日益密集，民眾通常也會優先選擇 WiFi，再加上各種通訊軟體的普及，在都會減低與基地站的互動，減少信令資料的數量，造成資料分析上的困難，也會造成較大的誤差。未來可以探討如何配合電信公司自行建置的 WiFi 無線網路，降低信令資料缺漏所帶來的影響。

9.3 後續年期發展規劃

根據本期的執行經驗以及上述的建議，初步規劃 107-109 年的旅運時空資料分析可依照技術築底、系統開發、以及推廣應用等三個發展策略，逐年加深加廣推動旅運時空資料的品質與應用。

1. 技術築底

- (1)精確時空軌跡：與電信公司協調與配合，在可以提供更好定位解析度的前提下，探討如何以較小的區域，來呈現使用者以及運具的時空軌跡。(107年)
- (2)運具判斷邏輯精進：持續改良目前所提出的運具判斷邏輯，並更細緻校估目前所使用的各項參數以及門檻值。(107年)
- (3)精確度驗證：實施更大規模的測試，收集更多的樣本，儘量在具有不同特性的場域展開測試，以驗證所產製各項資料的正確性。另外，也可配合其他資料來源，如電子票證資料，鈎稽批次間的正确性，從中找出誤差的可能產生原因，並據以改善相關的方法。(107年)
- (4)效率提升：規劃相關資料儲存技術與平行演算法，增加演算效率。(107年)
- (5)需求放大：探討如何將從樣本(如某家電信公司)所得到的旅次資料，依照相關參數(如市佔率)將資料放大的課題。除非未來可以得到所有電信業者的配合，否則資料放大是一項必需嚴肅面對的課題。(108年)
- (6)資料探勘：透過各類型的資料探勘技術，配合可以取得的各項開放資料，以探索性分析的方式，嘗試從資料中找出有用的資訊，作為相關管理或是規劃之用。(108年)
- (7)整合Wifi無線網路資料：透過電信公司的協助與配合，取得該公司所建置Wifi無線網路的使用者與其聯網資料，與信令資料彼此配合，補足不足的信令資料缺口，更完整呈現使用者的旅次鏈行為，將有助提升所產製各項資料的完整性與正確性。(109年)
- (8)旅次行為精進分析：在法規許可且電信公司可以配合的前提下，透過使用者背景資料，或單就信令資料停留點的特性，分析旅次目的，更加瞭解民眾的旅運行為與特性，有助於相關運輸政策的制定。(109年)

2. 系統開發

- (1)人機操作介面優化：持續精進目前的人機介面，檢討與持續精進視覺化的呈現方式，使得操作更具有親和力。(108年)

(2) 公共運輸相關營運管理功能開發：開發各項與公共運輸有關的管理功能，諸如路線優化、轉乘點分析、潛在路線、多元化經營、路線整併等功能，以充分發揮資料的價值。(108年)

3. 推廣應用

(1) 應用推廣：於各地舉辦說明會、論壇、工作坊等，推廣應用的層面。(109年)

(2) 永續：探討如何更新資料、更新頻率、資料取得費用、資料如何共享、是否收費等課題，以求本研究以及後續研究的成果得以延續與真正被使用。(109年)

附錄 A 參考文獻

- A. Bolbol, T. Cheng, I. Tsapakis, J. Haworth, "Inferring hybrid transportation modes from sparse GPS data using a moving window SVM classification", *Computers, Environment and Urban Systems*, 36 (2012), pp. 526-537
- Alexander L., Jiang S., Murga M. & Gonzalez M. C., "Origin-destination trips by purpose and time of day inferred from mobile phone data.", *Transport. Res. C Emerg. Technol.* 58, Part B, 240 - 250 (2015).
- Arana, P., Cabezudo, S., & Peñalba, M. (2014). "Influence of weather conditions on transit ridership: A statistical study using data from Smartcards." *Transportation research part A: policy and practice*, 59, pp. 1-12.
- Bagchi, M. and White, P.R. (2005). "The Potential of Public Transport Smart Card Data," *Transport Policy*, 12, pp. 464-474.
- Barry, J., Newhouser, R., Rahbee, A., Sayeda S. (2002), "Origin and destination estimation in New York City with automated fare system data," *Transportation Research Record 1817*, pp. 183-187.
- Chapleau, R., Chu, K.K. (2007), "Modeling Transit Travel Patterns from Location-Stamped Smart Card Data Using A Disaggregate Approach," *11th World Conference on Transportation Research*, Berkeley, California (CD-ROM).
- Demissie, M. G., Antunes, F., Bento, C., Phithakkitnukoon, S., & Sukhvibul, T. (2016, June). Inferring origin-destination flows using mobile phone data: A case study of Senegal. In *Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology (ECTI-CON), 2016 13th International Conference on* (pp. 1-6). IEEE.
- F. Calabrese, G.D. Lorenzo, L. Liu and C. Ratti, "Estimating origin-destination flows using mobile phone location data", *IEEE Pervasive Computing*, Vol. 10, No. 4, pp. 36-44, December 2011.
- Farzin, J. (2008). "Constructing an Automated Bus Origin-Destination Matrix Using Farecard and GPS Data in São Paulo, Brazil." Presented at the 87th TRB annual conference, Washington, DC.
- Gokasar, I., Simsek, K., & Ozbay, K. (2015). "Using big data of automated fare collection system for analysis and improvement of brt-bus rapid

transit line in Istanbul.", In Transportation Research Board 94th Annual Meeting(No. 15-5262).

Gonzalez, P. A., Weinstein, J. S., Barbeau, S. J., Labrador, M. A., Winters, P. L., Georggi, N. L., Perez, R. A., "Automating Mode Detection Using Neural Networks and Assisted GPS Data Collected Using GPS-Enabled Mobile Phones." Presented at the 15th World Congress on Intelligent Transport Systems and ITS America's 2008 Annual Meeting, New York, NY.

H. Dong, M. Wu, X. Ding, L. Chu, L. Jia, Y. Qin "Traffic zone division based on big data from mobile phone base stations", *Transp. Res. C*, 58 (2015), pp. 278-291

Lee, I., Oh, S. M., & Min, J. H. (2011, May), "Prospect of Technology for Public

Transit Planning using Smart Card Data." Paper session presented at the 9th World Congress on Railway Research, WCRR, Lille France.

Lee, S. G., Hickman M., and Tong, D. (2013), "Development of a temporal and spatial linkage between transit demand and land use patterns," *The Journal of Transport and Land Use*, Vo. 6, No. 2, pp.33-46.

M. Nanni, R. Trasarti, B. Furletti, L. Gabrielli, P. Van Der Mede, J. De Bruijn, E. De Romph, G. Bruil, "Transportation Planning Based on GSM Traces: A Case Study on Ivory Coast," CitiSens, Barcelona, Spain, Sep. 2013.

M. S. Iqbal, C.F. Choudhury, P. Wang, M.C. González, "Development of origin - destination matrices using mobile phone call data", *Transport. Res. Part C: Emer. Technol.*, 40 (2014), pp. 63-74

Munizaga, M.A., Palma, C. (2012), "Estimation of a disaggregate multimodal public transportation origin-destination matrix from passive smartcard data from Santiago, Chile," *Transportation Research Part C*, Volume 24, pp. 9 - 18.

Nassir, N., Khani, A., Lee, S.G., Noh, H., Hickman, M. (2011), "Transit stop-level origin-destination estimation through use of transit schedule and automated data collection system," *Transportation Research Record 2263*, pp. 140-150.

Pau, Segarra Algueró. (2013) "Using Smart Card Technologies to Measure Public Transport Performance: Data Capture and Analysis," *Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona - Enginyeria Industrial*.

S. Bekhor, Y. Cohen, C. Solomon, "Evaluating Long-Distance Travel Patterns in Israel by Tracking Cellular Phone Positions," *Journal of Advanced Transportation*, Vol.47, pp. 435-446, Jun. 2013.

S. Jiang, J. Ferreira, M. Gonzalez, "Activity-based human mobility patterns inferred from mobile phone data: A case study of Singapore", Proc. UrbComp, pp. 1-9, Aug. 2015.

Stenneth, L., Wolfson, O., Yu, P. S., & Xu, B. "Transportation mode detection using mobile phones and GIS information." ACM SIGSPATIAL GIS '11, November 1 - 4, 2011. Chicago, IL, USA.

Tao, S., Rohde, D., & Corcoran, J. (2014). "Examining the spatial - temporal dynamics of bus passenger travel behaviour using smart card data and the flow-comap. " *Journal of Transport Geography*, 41, pp.21-36.

Thomas Holleczeck, Liang Yu, Joseph Kang Lee, Oliver Senn, Carlo Ratti, Patrick Jaillet, "Detecting weak public transport connections from cellphone and public transport data", International conference on Big Data Science and Computing, No. 9, August 2014.

Trépanier, M., Tranchant, N., Chapleau, R. (2007), "Individual trip destination estimation in a transit smart card automated fare collection system. " *Journal of Intelligent Transportation System*, Volume 11, pp.1-14.

Y. Long and J.-C. Thill. (2015) , "Combining smart card data and household travel survey to analyze jobs - housing relationships in beijing. " *Computers Environment Urban Systems*, 53 (9) , pp. 19 - 35.

Zhao, J., Rahbee, A., Wilson, N. H. M. (2007), "Estimating a rail passenger trip origin-destination matrix using automatic data collection systems, " *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering*, Volume 22, Issue 5, pp. 376 - 387.

Zheng, Y. ; Liu, L. ; Wang, L. ; Xie, X., " Learning transportation mode from raw GPS data for geographic applications on the web. " In Proceedings of the 17th International Conference on World Wide Web, Beijing, China, 21 - 25 April 2008; pp. 247 - 256.

王晉元等人(2015)，公車動態資訊系統巨量資料 (big data) 蒐集與視覺化分析研究，期末報告初稿，交通部運輸研究所。

作者：採訪／施鑫澤 文／張煌仁。(2013 年 10 月)。專訪悠遊卡公司董事長張家生。CIO IT 經理人，No. 28。

邱詩淳(2005)，運用悠遊卡及資料探勘求解公車營運改善方案，中華大學運輸科技與物流管理學系碩士論文。

華夏科技股份有限公司(2013)，臺北市聯營公車試辦公車動態資訊輔助乘客OD 調查程式開發計畫，臺北市公共運輸處。

黃怡靜 (2010)，「考察新加坡公共交通系統」，臺中市政府公務出國報告，取

自 file:///Users/hui/Downloads/C09900511_001.pdf。

羅惟元(2008)，以悠遊卡交易資料探索公車路線之旅客起迄，淡江大學運輸管理學系碩士論文。

附錄 B 期中報告審查意見回覆表

一、開會時間：106 年 8 月 25 日上午 9 時 30 分

二、開會地點：運研所五樓

三、主持人：吳所長玉珍

紀錄：陳翔捷

四、出席單位及人員：(略)

五、主席致詞：(略)

六、簡報：(略)

七、討論：

與會代表 (依發言順序)	審查意見	回覆辦理情形	主辦單位 查核意見
逢甲大學運輸科技與管理學系李副教授克聰	1. 建議團隊未來在大數據分析方向上應比較不同數據來源之分析效益，例如用公車電子票證即可算出乘載量，應思考運用電信資料判斷公車族群之目的為何？。另請評估是否在分析成果中再運用其他補充調查(如社區潛在需求)，以吸引潛在需求。	1. 已在 1.1 節中說明利用電信信令資料之目的。 2. 除電子票證與信令資料之外的調查方法不在本研究之範圍內，但可建議作為未來相關研究的課題。	敬悉
	2. 建議團隊思考目前在運具判斷之準確率上是否有再精進之空間，以及目前運用調查樣本所建立判斷邏輯之代表性。	敬悉。	敬悉
	3. 建議團隊思考本研究是否能從問題導向進行分析，俾利高雄市政府參考本研究相關成果後，研提相關之私人運具與公共運輸管理策略，以提升高雄市之公共運輸使用率。	1. 本研究的主旨在於利用信令資料產製旅運起迄表，以及進行公共運輸供需分析的初步研究。 2. 問題導向的分析方式，可建議作為未來高雄市進行相關研究之方向。	敬悉
交通部科技顧問室王主任穆衡	1. 本計畫為具有前導性之重要計畫，主因為目前在交通部 106-109 年智慧運輸系統建設	敬悉。	敬悉

	<p>畫中，許多地方政府也嘗試提出運用電信數據調查旅運需求之方案，而其中電信業者亦扮演重要參與者之角色。本案所學習之經驗將是未來推動相關專案的基礎，特別是在電信數據清理的部分，爰期勉本案相關成果未來能有效支援與呼應相關計畫之執行。</p>		
	<p>2. 目前本案所運用的資料來自行動裝置之數據產生者，建議團隊探討未持有行動裝置者的運具使用特性。</p>	<p>1. 未持有行動裝置使用者之運具使用特性探討不在本研究之範圍內。 2. 可建議作為未來相關研究的課題。</p>	敬悉
	<p>3. 建議本案綜合分析電信數據與票證數據後，在提出公共運輸管理上之建議時，亦須同步思考如何吸引新公共運輸族群之方法，另若應用票證數據找出公車乘載率不佳之路線，若減少該路線班次，亦可能同時減少該路線原先之需求。</p>	<p>敬悉。可作為公共運輸相關主管單位研擬相關研究課題之基礎。</p>	敬悉
淡江大學運輸管理學系陶副教授治中	<p>1. 建議本案綜整目前國內之電信與交通數據分析技術後，應提電信數據分析之架構，以利外界瞭解未來電信數據之應用標的，包含如何自微觀的旅次端點的判定、公共運輸與私人運具轉乘行為，擴展至宏觀之運具客群特性分析。</p>	<p>1. 本研究的主旨在於探討如何利用信令資料來瞭解人流移動的時空特性。 2. 本研究之成果可以提供主管單位（交通部或運研所）未來擬定整體電信數據分析架構之基礎。</p>	敬悉
	<p>2. 建議思考未來電信數據之應用時，評估旅次鏈之分析如何補強傳統運輸規劃中運輸需求分析四階段分析方法(旅次產生與吸引、旅次分佈、運具選擇與交通</p>	<p>敬悉。</p>	敬悉

	量指派)之不足。		
	3. 中國大陸等國家由於各種電信數據來源集中於單一系統或業者，因此上開國家若欲收納基地台信令及社群網站之語音文字等相關資料，並進行旅運需求分析較為容易，而目前國內資料源分散於不同系統與業者，因此技術面上必須要花更多時間，以勾稽異質資料源以及開發運具判斷邏輯。	感謝評審提供之資訊。	敬悉
交通部公路總局	1. 建議分析不同電信業者用戶的運具使用行為，以及評估路線重疊度高之客運路線是否具有分析可行性。	敬悉。	敬悉
	2. 建議評估路線是否增加發車頻率時，加入發車成本之考量。	本研究僅產製可以進一步探討是否可調整發車頻率的候選路線。實際調整得經由客運內部仔細衡量。	敬悉
	3. 建議在數據分析上應將平日尖離峰與假日尖離峰分開討論。	由於尖離峰在不同地區以及路段不盡相同，據此本研究分成平假日不同時段做討論。	敬悉
花蓮縣政府書面審查意見	1. 花蓮縣府刻正辦理花蓮縣旅運需求調查暨公共運輸路網檢討與規劃案，並已請委託廠商收集客運電子票證與電信公司信令資料分析本縣旅運 OD，以作為後續公共運輸路線規劃之依據。本案與上開計畫案有關信令資料蒐集與	敬悉。	敬悉

	分析部分建議可相互參閱。		
	2. 本案後續有關花蓮縣的交通數據資料蒐集成果與分析，請提供縣府參考，以協助花蓮縣公共運輸推動。	本研究之成果為公開報告，外界可自運研所網站下載報告並瀏覽相關成果。	敬悉
本所運輸計畫組	1. 請說明研究場域選擇高雄與花蓮之原由與篩選原則。	高雄與花蓮為本研究甲方指定之研究場域。且這兩地特性差異甚大，正足以作為作為測試與示範的場域。	敬悉
	2. 請以表格綜整本案研究資料來源之種類、時段與應用課題。	遵照辦理，已於第三章新增3.6 節彙整資料來源之種類、時段與應用課題。	敬悉
	3. 請補充說明本案運用不同電信公司數據下之研究分工架構。	無論是那家電信公司的資料，均產製高雄市與花蓮縣的旅運資料。	敬悉
本所運輸經營管理組	1. 本案電信數據所分析出之公共運輸縫隙，可提供新闢路線之參考。	敬悉	敬悉
	2. 有關運用 DRTS 方案以優化客運路線，建議加入不同客運車型大小之變數進行分析。	本研究僅產製可以進一步探討是否可以推動 DRTS 的候選路線。這些路線的運量均穩定偏低，因此無論大小小型車輛均適用。	敬悉
	3. 請評估本案是否可透過電信資料判斷旅次目的。	感謝委員意見，探討旅次目的非本研究範圍。	敬悉
	4. 請強化說明本案分析常住人口之應用目的與成果之代表性。	敬悉，將在期末報告中加強說明。	敬悉
本所運資組書面審查意見	1. 第三章「研究場域與資料來源」部分 (1)請強化說明3-8頁中本研究目前所用之中華電信信令資料之網	1. 當使用者使用電信網路時，才會記錄相關資料。 2. 定位網格精確度為250-500公尺。	敬悉

	格精度與時間回傳精度。	3. 已於第三章中加強說明。	
	(2) 請強化說明 3-10 頁中本研究目前所用之遠傳電信信令資料之網格精度與時間回傳精度。	1. 當使用者使用電信網路時，才會記錄相關資料。 2. 定位網格精確度為 250-500 公尺。 3. 已於第三章中加強說明。	敬悉
	(3) 請修正 3-13 頁中有關鐵路研究場域之範圍說明，俾利與第四章之研究成果一致。	遵照辦理，修訂於期末報告中。	敬悉
	2. 第四章「時空旅運基本資料產製」部分 (1) 請補充 4-2 頁中中華電信與遠傳電信之研究分工架構圖。	遵照辦理，修訂於期末報告中。	敬悉
	(2) 請將 8 月 9 日舉辦之第七次工作會議中第 7、8、9、10、11 與 12 頁簡報之運具判斷與起迄表推估邏輯補充 4-10 頁中。	遵照辦理，修訂於期末報告中。	敬悉
	(3) 請將 8 月 9 日舉辦之第七次工作會議中第 16、17、18、19、簡報之運具判斷與起迄表推估邏輯補充於 4-12~4-13 頁中。	遵照辦理，修訂於期末報告中。	敬悉
	(4) 請檢視並修正 4-15 頁中路線篩選原則產生困難之論述。	遵照辦理，修訂於期末報告中。	敬悉
	(5) 請強化說明 4-19 頁目前信令資料缺漏與實測所面臨相關之技術問題及其對運具選擇邏輯造成之影響。	遵照辦理，修訂於期末報告中。	敬悉

	<p>3. 第五章「客運乘載人數」部分</p> <p>(1)請檢視5.1節汽車客運路線篩選原則與本節之相關性。</p>	敬悉，期末報告將修正。	敬悉
	<p>(2)由於本所在104-105年公共運輸數據分析經驗皆以客運動態A2(定點回傳)資料為基礎進行人數分析，請於報告中說明本案A1(定時回傳)資料為基礎所開發介面之背景與應用面向。</p>	遵照辦理，已於6.1.2節說明本計畫蒐集之公車動態定時與定點的差異，以及選用A1(定時回傳)資料之背景原因，而應用面向則於第6.4節說明之。	敬悉
主席結論	<p>本案期中報告原則審查通過，請交通大學針對會議中與會委員及本所運資組意見進行檢討修正，於會議紀錄文到1週內研提回覆意見辦理情形說明表(並納為期末報告附件)。</p>	遵照主席裁示辦理。	敬悉

附錄 C 期末報告審查意見回覆表

一、開會時間：106 年 12 月 6 日上午 9 時 30 分

二、開會地點：運研所十樓

三、主持人：吳副組長東凌

紀錄：陳翔捷

四、出席單位及人員：(略)

五、主席致詞：(略)

六、簡報：(略)

七、討論：

與會代表 (依發言順序)	審查意見	回覆辦理情形	主辦單位 查核意見
逢甲大學運輸科技與管理學系李副教授克聰	1. 請於期末報告中納入期中報告審查意見並回復與修正補充情形。	遵照辦理。	敬悉
	2. 建議團隊將報告第十章修正為結論與建議。	遵照辦理。	敬悉
	3. 建議團隊於文獻回顧中補充運用電信改善公共運輸服務之成功案例。	運用電信改善公共運輸服務為近年之研究課題，但目前仍在探索與發展中，故文獻中無明確指出運用電信改善公共運輸服務之成功案例。	敬悉
	4. 請補充說明此計畫之研究價值(並與其他方法論比較)，以及未來如何與其他方法整合。	1. 已於 1.1 節說明本計畫之價值。 2. 與其他方法之整合方式可建議作為未來研究之主題。	敬悉
	5. 需求特性應分成固定大眾運輸使用者、固定私人運具使用者、部分大眾運輸使用者與潛在大眾運輸使用者等，建議可將電信信令資料與社區調查資料整合並加	1. 受限與信令資料之特性與個資保護要求，透過信令資料暫時無法區分使用者種類與特性。 2. 與其他調查資料的整合方式建議作為未來相關研	敬悉

	以分析。	究之課題。	
	6.花蓮及高雄具有不同區域特性，建議針對其未來研究方向及通用方式提出建議	1. 本研究主要是在與探討如何利用信令資料瞭解民眾的旅運行為。 2. 建議高雄與花蓮可利用本案的成果，以及各自的地區特性，進行更深入的探討。	敬悉
政治大學統計學系鄭副教授宇庭	1. 建議團隊應在報告中補充研究案的整體架構圖 (concept model)，並說明各項數據之標準分析程序。	遵照辦理，已在第一章加入整體研究架構圖。	敬悉
	2. 電信數據之符合率與門檻值為本案重要研究參數，請說明上開參數是否於不同情境中測試，以及是否有相關文獻佐證。	目前尚無電信數據相關之研究進行符合率及門檻值的探討。而本研究所採用之研究參數皆是由不同情境的模擬測試所得。	敬悉
	3. 建議電信信令數據分析完，應透過其他補充調查方法，探究公共運輸服務問題之根本原因。	敬悉。建議可作為公共運輸主管單位作為未來研究之課題。	敬悉
	4. 除了考量資料量與電腦運算資源外，建議強化說明本案採用二級統計區作為電信資料分析空間精度之理由。	1. 最小發佈區與一級發佈區之數量過多，會造成計算上的負擔。 2. 於都會區之最小與一級發佈區範圍小於定位精確度，故不宜採用。 3. 已於3.2小節加強說明。	敬悉
	5. 目前交通部科顧室亦正進行花東地區偏鄉運輸服務改善專案，建議未來本案研究團隊可與該案團隊互相交流。	敬悉。	敬悉
交通部資訊中心李組長霞	1. 本案以二級統計區作為定位分析之基礎，二級統計區係以人口數為基礎，請說明於不同都會區是否會影響分析準確率。	1. 使用二級發佈區乃是綜合考量定位精確度與計算負擔之結果。 2. 採用二級發佈區多少會造成判斷是否有公共運輸	敬悉

		服務的誤差，也會造成解讀的不易。 3. 已於最後一章的建議部分補充說明。	
	2. 建議強化說明判讀率之計算方法，例如旅行時間之起迄點之定義。	遵照辦理，已加強說明於4.8節。	敬悉
	3. 建議本案提供標準之驗證程序，俾利未來交通部相關專案導入與應用電信資料。	已建議作為本案後續研究之課題。	敬悉
	4. 後續交通部會訂定旅運電子票證標準，建議研究主題可搭配該標準之推動時程。	敬悉。	敬悉
	5. 請說明電信信令資料之蒐集時間與實際發生時間是否具有時間落差。	據電信公司回應並無此問題，信令回傳時間即蒐集時間。	敬悉
臺灣大學先進公共運輸研究中心陳執行長雅雯	1. 建議團隊於報告書中補充回顧既有累積成果。	遵照辦理，已於第一章引述前期專案名稱，以利未來讀者可參閱前期報告進而深入掌握既有成果。	敬悉
	2. 建議報告書第一章強化說明整體研究架構與短中長期後續之規劃。	1. 遵照辦理，已在第一章加入整體研究架構圖。 2. 短中長期的規劃已列舉於最後一章中。	敬悉
	3. 建議再次檢視花蓮案例中人口與運量之比例關係。	敬悉，由於需求是由信令資料推估而得，不同區域使用手機的比例尚無明確的資料。此外案例主要目的為展示高需求低供給的起迄對。	敬悉
	4. 建議比較現有文獻與本案旅運起迄表成果之異同，以擴大整體應用性。	待後續研究有更完整的應用成果可做更完整之比較。	敬悉
	5. 本案成果豐碩，建議可將本案成果投稿至國際運輸會議如智慧	感謝建議，會將本案之成果投稿至國際會議。	敬悉

	運輸世界年會。		
交通部公路總局	1. 建議本案說明研究成果未來如何減少誤差，俾利擴大應用於公共運輸服務策略之研擬。	1. 待明年電信公司提供更準確的定位資料後，誤差應可以有顯著的改善。 2. 方法論的改善，已納入本案後續研究的課題。	敬悉
	2. 請強化說明本案相關研究成果之未來中長期發展規劃。	1. 短中長期的規劃已列舉於最後一章中。	敬悉
花蓮縣政府書面審查意見	1. 有關第 3-3 頁本縣 DRTS 以計程車型式為玉里鎮，萬榮鄉為公所自營之社區巴士，瑞穗鄉後續未推動，請修正敘述內容。	遵照辦理，已修正。	敬悉
	2. 有關第 3-4 頁目前花蓮縣主要客運公司應為花蓮客運與太魯閣客運，鼎東客運僅部分路線行駛至本縣境內，建議修正敘述方式。	遵照辦理，已修正。	敬悉
本所運輸計畫組	1. 第四章內之運具判斷邏輯是以信令資料與公共運具時空軌跡進行比對，先計算符合率，再透過門檻值計算判讀率，而在計算符合率時常受限於信令資料之缺漏狀況，另外當手機用戶使用 wifi(未來 wifi 建置將更普及化)、手機關機或者塞車時之信號飄移問題，請說明後續如何精進。	本研究目前正與電信公司協商，討論未來是否一併提供 wifi 資料，以供本研究進行分析。但因電信公司內部作業問題，仍在進行商討，故無法確定未來是否可以取得此類型資料。	敬悉
	2. 第 4-38 頁所提之判讀率計算為透過邏輯判斷「手機用戶搭乘公車路段時間長度」與「實際公車行駛時間長度」相比，請問如何判斷判讀率準確程度，是否有相關依據可參考，是否有判讀率低之情形發生，原因為何?另於文中表 4.4.3 所提之誤判率並未呈現內容。	本研究採用之判讀率皆由透過實測的已知結果計算所得，因此為一確定的數值，不會有判讀失真的情形。文中 4.4.3 所提之誤判率未呈現於報告書中，是因為誤判率與判讀率為相同意義的指標，因此最後並未將其放入報告書，此部分本研究會再針對文字進行修	敬悉

		正。	
本所運資組書 面審查意見	1.第二章「相關文獻回顧」部分 (1)有關 2-3 頁，請強化說明新加坡案例之分析標的(圖 2-3 與圖 2-4)。	已針對此文獻補充說明。	敬悉
	(2) 有 關 2-6 頁，請說明 Demissie(2016)此篇文獻如何運用旅次起迄矩陣並研提改善公共運輸服務建議，並請以案例說明。	已針對此文獻補充說明。	敬悉
	2.第三章「電信信令資料」部分 (1)請補充 3-10 頁有關 CS 與 PS 之定義，定義方式請參照該頁 I-MDT 與 L-MDT 之說明。	遵照辦理，修訂於期末報告中。	敬悉
	(2)請強化說明 3-12 頁中本計畫中使用的遠傳電信信令資料與中華電信信令資料型態上之主要差異。	遵照辦理，於 3.3 節已加強說明。	敬悉
	(3)請將 8 月 9 日舉辦之第七次工作會議中第 16、17、18、19、簡報之運具判斷與起迄表推估邏輯補充於 4-12~4-13 頁中。	遵照辦理，修訂於期末報告中。	敬悉
	3.第四章「時空旅運基本資料產製」部分 (1)有關 4-38 頁，多處援用表格標號須修正，另候選門檻值為 0.1~0.3，請補充各候選門檻值之判讀率。	1. 4-38 頁援用表格標號已修正。 2. 候選門檻值之判讀率補充於 4.8 節中。	敬悉
	(2)有關 4-45 頁，請於本頁小結中，說明各運具如臺鐵與捷運在判斷邏輯差異(如臺鐵不需門檻值，而捷運與公車需要)。	遵照辦理，已補充於 4.9 節中。	敬悉
	4.第五章「公共運輸供需分析」部分 (1)有關花蓮與高雄案例分析，目前皆採用中華電信資料進行分析，請於定稿時補充遠傳電信資	遵照辦理，已新增說明於期末報告當中之 5-9 頁。	敬悉

	料之分析結果。		
	(2)有關 5-10~5-17 頁之改善案例，目前著重於供不應求與供過於求之案例列舉，請補充具有高潛在需求而完全無運輸供給之案例。	遵照辦理，已新增說明於期末報告當中之 5.4.3 節以及 5.4.4 節。	敬悉
主席結論	1.本次期末審查會議，經審閱本案期末報告內容及進度，符合合約規定，爰本次期末審查通過。	敬悉	敬悉
	2.請研究團隊依據與會委員所提意見進行檢討修正，並製表整理回復辦理情形，納入定稿報告附錄。另請於本(106)年 12 月 15 日前提提交修正定稿報告，並請依契約規定辦理相關作業及請款事宜。	遵照主席裁示辦理。	敬悉
	3.本案已完成客運乘載人數之時空分析介面，請計畫執行團隊配合運資組規劃，協調交通部管理資訊中心，於驗收前將乘載人數時空分析介面上傳至交通部數據匯流平臺，俾利公路總局與地方政府等單位運用上開介面，掌握各單位權管之客運路線營運現況。	遵照主席裁示辦理。	敬悉
	4.本案現階段研擬之公共運輸運具判斷邏輯尚有精進空間，建議敘明階段性成果的應用方向與限制，未來透過縮小網格資料，提升運具判斷邏輯的判讀成效與標準分析程序。	已於最後一章的建議部分補充說明。	敬悉

附錄 D 期末簡報資料



交通部運輸研究所
Institute of Transportation, MOTC

旅運時空資料分析
與公共運輸服務應用發展計畫

期末審查簡報

國立交通大學運輸研究中心

The cover features a light gray background with a white wireframe geometric pattern. On the right side, there are three overlapping hexagonal images: a bus, a satellite dish, and a data matrix. The title is in a clean, sans-serif font, and the main heading is in a bold, green font.



WE HAVE A
DREAM

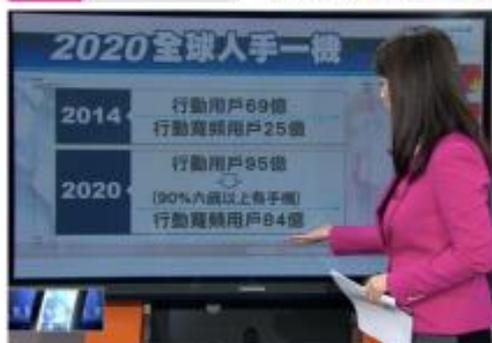
掌握民眾的旅運需求
掌握公運的使用狀況

The slide has a white background. At the top left, the text 'WE HAVE A DREAM' is written in a serif font, with a red bird icon above the word 'A'. To the right, there is a smaller version of the wireframe pattern and hexagonal images seen in the first slide. Below this, an illustration shows a woman with long brown hair lying on her side on a large white cloud against a dark blue night sky with stars and constellations. The text '掌握民眾的旅運需求' and '掌握公運的使用狀況' is written in a blue, sans-serif font over the bottom part of the cloud.

上下車刷卡、人手一機

上下車都刷卡

- 站間乘載人數？

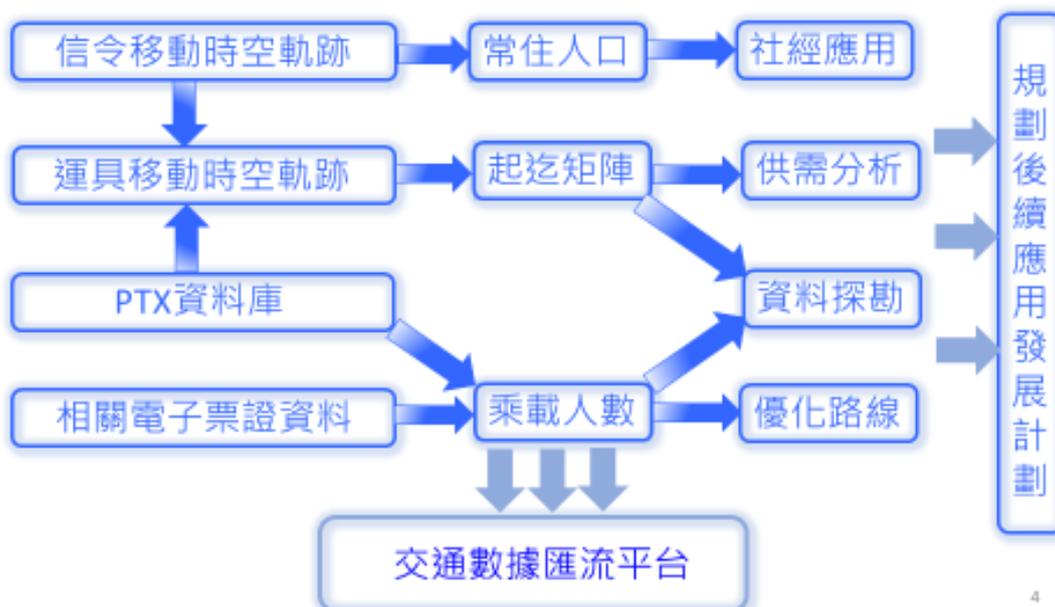


幾乎24小時不關機

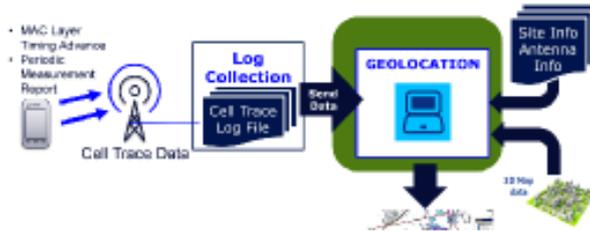
- 在哪裡？去哪裡？
- 停多久？住哪裡？
- 使用運具？



主要研究架構



從信令資料到移動軌跡



- 信令資料定位
- 有訊號互動，才有資料
- 二級發布區匹配

加密後使用者 ID	起點時間	結束時間	日期	二級發布區
25539789 00	2017-07-13 09:43:19	2017-07-13 09:44:41	2017-07-13	A1505-04
25539789 00	2017-07-13 09:30:33	2017-07-13 09:32:14	2017-07-13	A1505-15

EM ERANCO
3rd party
vendor

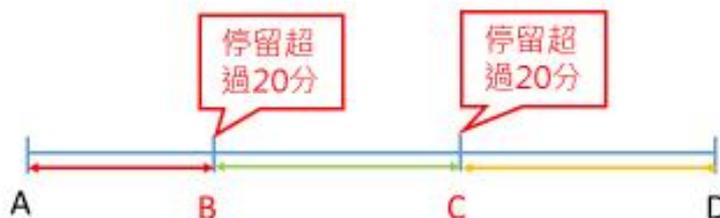
8:00	8:11	8:29	8:40
發佈區 2	發佈區 3	發佈區 3	發佈區 12
8:57	9:05	9:26
發佈區 13	發佈區 13	發佈區 13	發佈區 ...

8:00	8:01	...
發佈區 2	---	---
8:11	8:12	...
發佈區 3	---	---
8:29	8:30	...
發佈區 3	---	---

5

旅運起迄表格產製流程

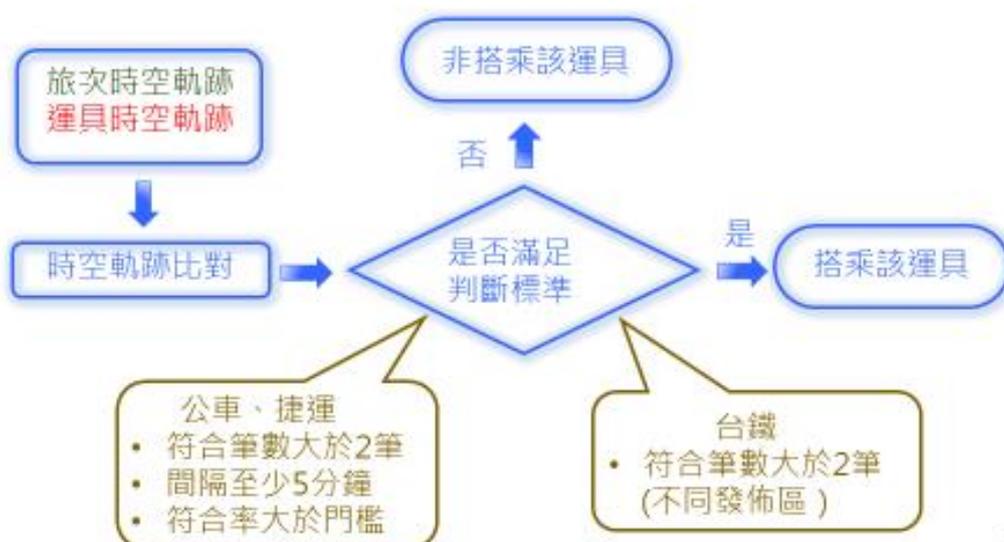
- 依據停留時間，切割旅次鏈
 - A點與D點為（全天）起迄點
 - B點與C點停留時間大於20分鐘



可切割成3個不分運具的旅次
分別為 A-B、B-C、與 C-D

6

使用何種運輸工具？



產製運具移動時空軌跡

- 公路公共運輸：PTX 公車動態資料
- 臺鐵：班次時刻表 + 誤點資料
- 捷運：班次時刻表

路線編號	車牌號碼	GPS 時間	二級發布區
10501	972-FW	16:00	A1501-17
10501	972-FW	16:01	A1501-18
10501	972-FW	16:02	A1501-18
10501	972-FW		



車次	車站名稱	停靠站序	到站時間	離站時間	二級發布區
3123	大湖	1	08:04	08:04	A6424-01
3123	路竹	2	08:08	08:08	A6424-15
3123	岡山	3	08:15	08:16	A6419-18
3123	橋頭	4	08:19	08:20	A6420-01

公車、捷運運具判斷範例

時間	使用者軌跡	公路公運軌跡	比對
16:11	A1501-30	A1501-35	F
16:12	A1501-35	A1501-20	F
16:13	A1501-23	A1501-23	T
16:14	A1501-23	A1501-21	F
16:15	A1501-23	A1501-13	F
16:16		A1501-15	
16:17	無資料	A1501-13	
16:18		A1501-06	
16:19		A1501-13	
16:20	A1501-03	A1501-13	F
16:21	A1501-03	A1501-06	F
16:22	A1501-03	A1501-03	T
16:23	A1501-03	A1501-03	T
16:24	A1501-03	A1501-03	T

- 符合數大於2筆
- 時間間隔大於5分鐘
- 符合區間內，共有8個比對值，有4個符合，符合率為50%
- 符合率高於門檻值 (0.3)
- 門檻值設定稍後說明

9

台鐵運具判斷範例

時間	使用者軌跡	軌道運具軌跡	比對
16:11	A6419-47	A6419-47	T
16:12	A6418-24		
16:13	A1501-25		
16:14			
16:15			
16:16	A6404-27	A6404-27	T
16:17			
16:18			
16:19			
16:20	A6404-03		
16:21	A6404-03		
16:22	A6403-07	A6403-07	T
16:23	A6402-35		
16:24	A6403-23		
16:25	A6501-04	A6405-C9	F

- 符合數大於2筆
- 為不同發佈區
- 第一筆與最後一筆間，即為軌道旅次

10

符合率門檻值設定

私人運具、同時出發、路線相同

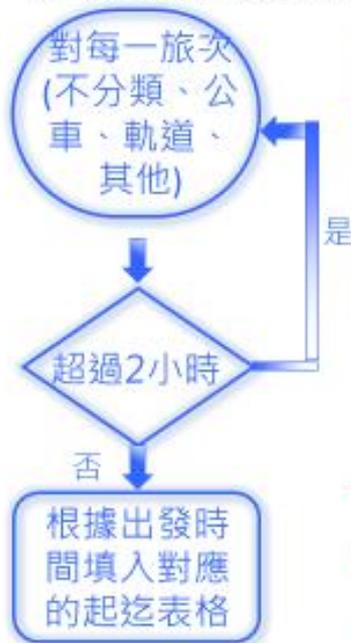
測試編號	非公車	公車
1	0.27	0.44
2	0	0.6
3	0	0.33
4	0.33	0.38
5	0	0.42
6	0	0.33
7	0	0.37
8	0.6	0.63
9	0	0.43
11	0	0.42
...
平均	0.1	0.35

- 取出介於非汽車客運與汽車客運平均符合率之間的數值 (0.1-0.35)
- 以測試資料為基礎進行判斷
- 選擇較能區分是否使用公車的門檻值，為 0.3
- 當符合率 > 0.3，判斷為使用公車

公車實測資料

11

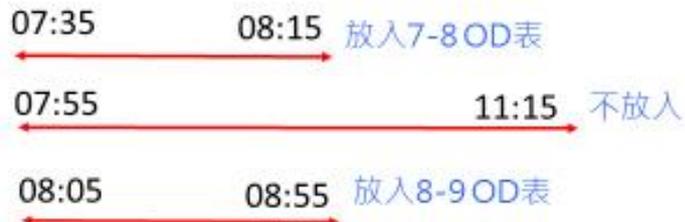
起迄表格產製



程式附掛於電信公司資料庫產製

07:00-08:00	A1501	A1502	A1503
A1501	0	0	0
A1502	1	0	0
A1503	0	0	0

- 每小時產製一起迄表
- 只記錄2小時內可完成旅次



12

也可以產製旅運相關起迄表

總旅運起迄表			
	A1501	A1502	A1503
A	公車旅運起迄表		
A	A1501	A1502	A1503
A	軌道旅運起迄表		
A	A1501	A1502	A1503
A	非公車與軌道旅運起迄表		
A	A1501	A1502	A1503
A	A1501	0	34
	A1502	50	0
	A1503	87	97
			0

觀光旅運起迄表			
	景點1	景點2	景點3
景點1	0	45	60
景點2	16	0	72
景點3	46	65	0

停留時間介於
30分鐘與240
分鐘之間

13

景點間旅運間起迄 (4/16 13:00-14:00)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	0	0	2	9	1	0	1	0	0	1	0	0	0	7
2	1	0	6	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3
3	1	4	0	9	0	0	0	0	0	0	0	6	0	454
4	23	2	10	0	5	0	12	0	0	0	2	2	2	0

景點停留時間 (4/16)

景點停留人數 (4/16)

	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00
1	417	567	768	868	761	636
2	196	292	301	279	244	283
3	782	1132	1302	1056	990	1027
4	743	1047	1407	1574	1662	1717

景點	平均停留時間 (分鐘)	景點	平均停留時間 (分鐘)
1	120	9	0
2	108	10	110
3	110	11	122
4	130	12	111
5	125	13	112
6	121	14	114

田野調查實際收集資料

• 測試情境

1. 公車上(藍)
2. 與公車同路線(藍)
3. 相鄰二級發布區(黃)
4. 臨近但非相鄰二級發布區(紅)

特意加密信令資料取樣頻率



• 類似方式

- 公車、捷運、輕軌、私人運具
- 不同的排列組合

• 高雄與花蓮

情境九：捷運/機車	捷運南岡山站-大東站	預計旅行時間
捷運	捷運南岡山站-高雄火車站	20 分鐘
機車	高雄火車站-大東站	25 分鐘
機車	大東站-高雄火車站	25 分鐘
捷運	高雄火車站-捷運南岡山站	20 分鐘

運具選擇判斷邏輯判讀率

300公尺模糊空間尺度
符合率門檻：0.3 (公車)、0.5 (捷運)

學習資料

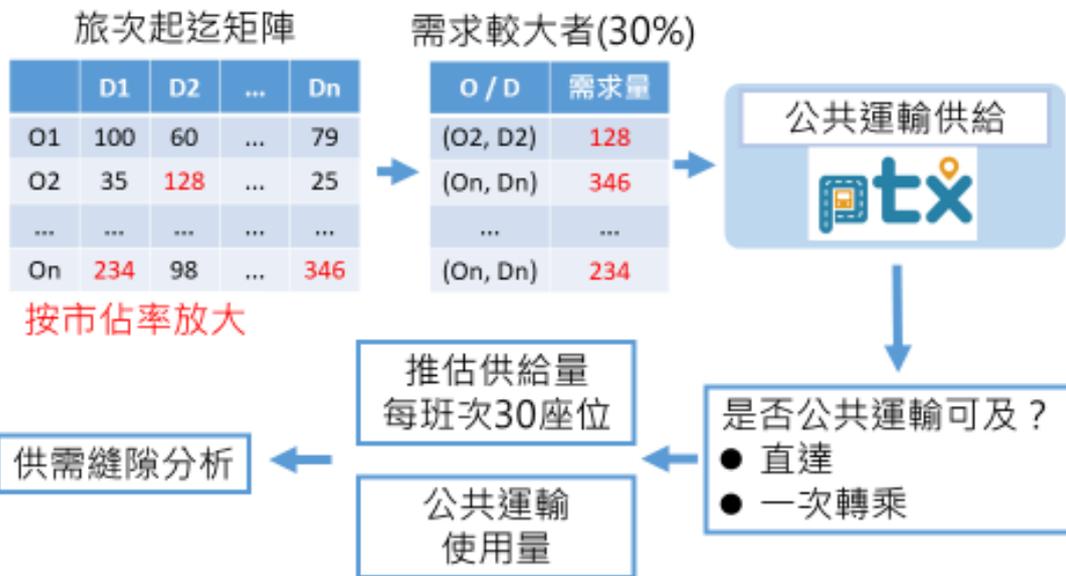
參數校估

測試資料

	判讀率
實際搭乘 汽車客運	0.81
實際非搭乘 汽車客運	0.63

	判讀率
實際搭乘 捷運	0.77
實際搭乘 台鐵	0.85

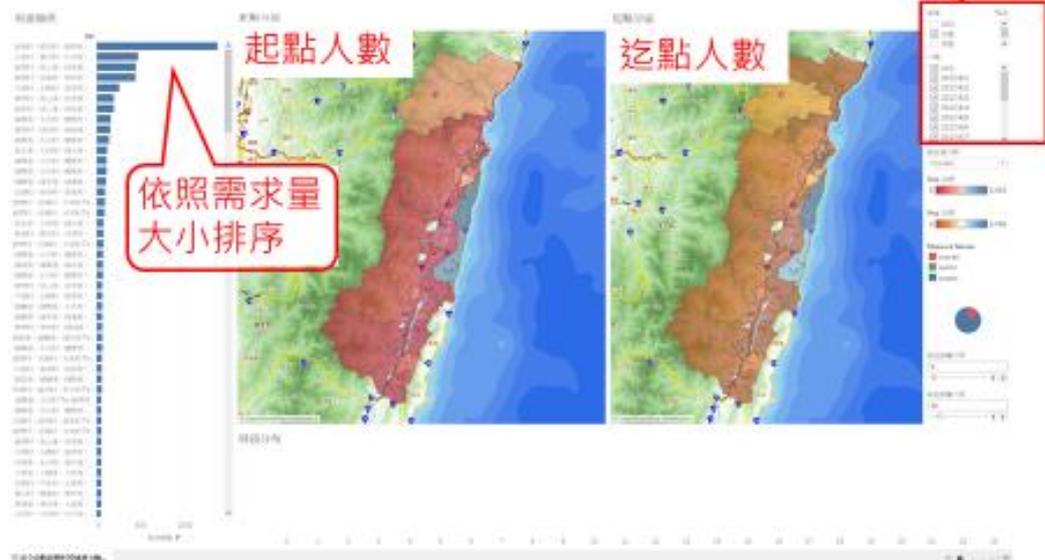
公共運輸供需缺口分析



17

視覺化資料探索與分析

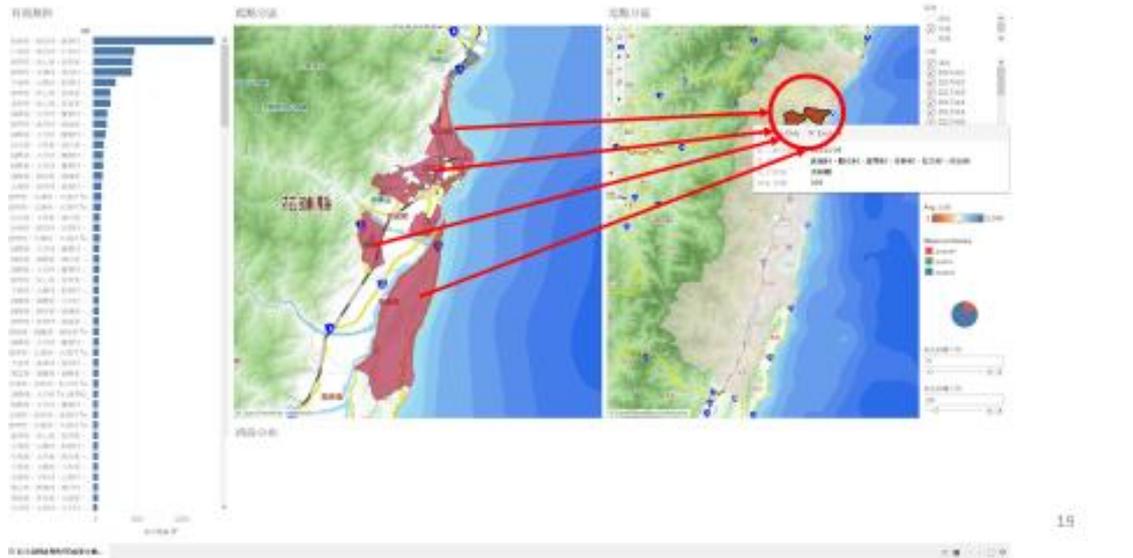
- 彈性選擇探索城市與日期



18

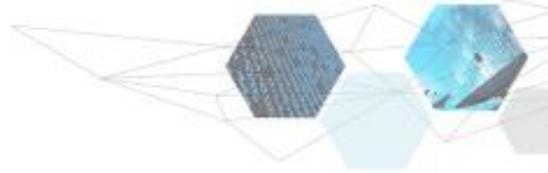


- 選定特定分區。往哪去? 從那來?

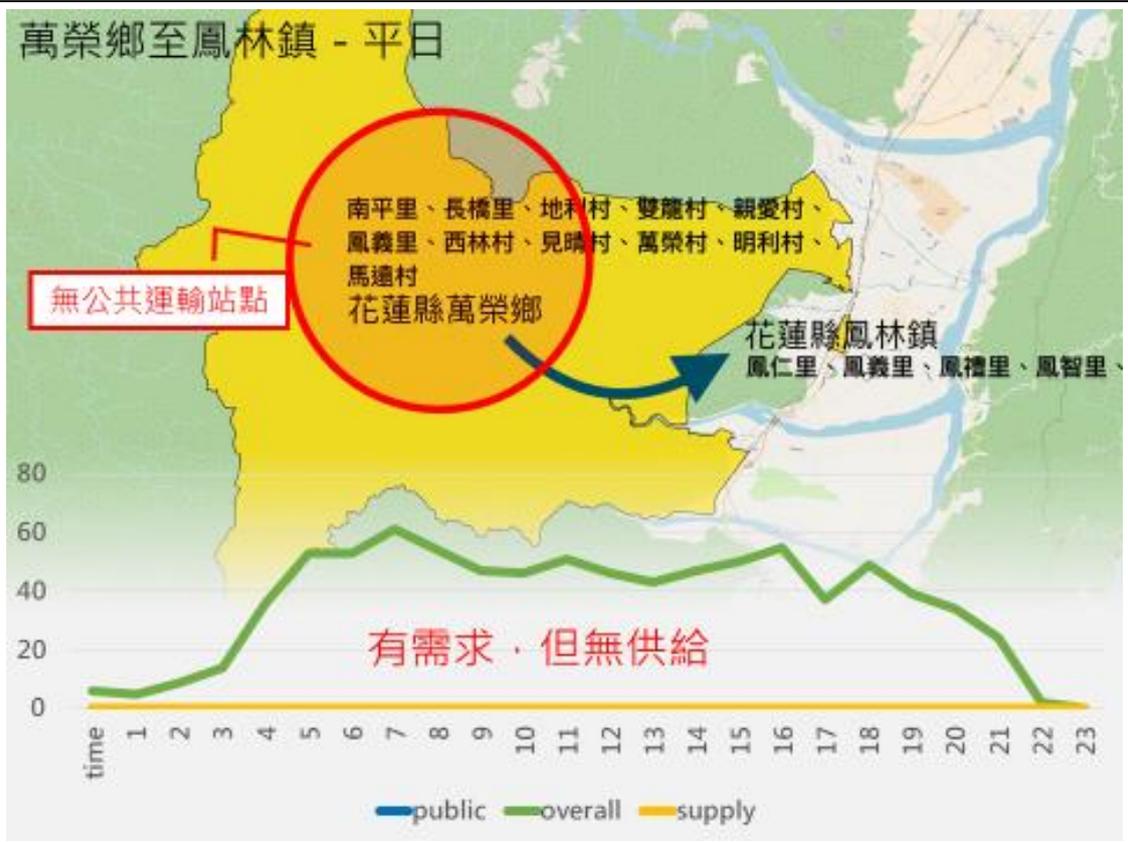
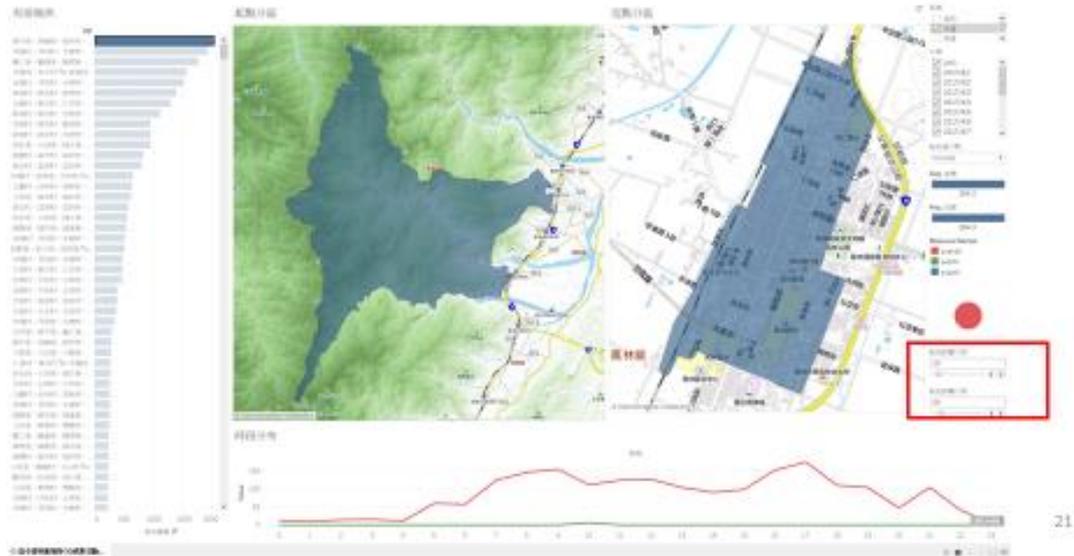


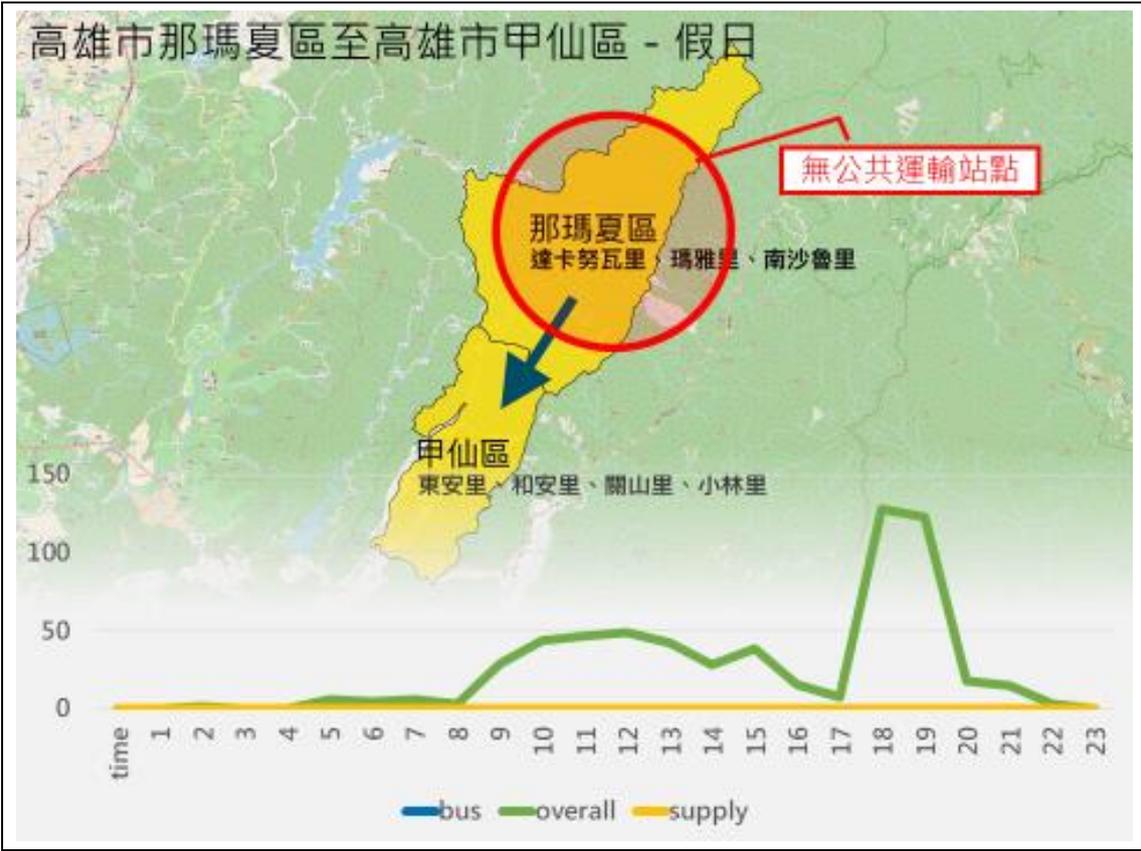
- 無公共運輸，但具有移動需求之起迄挑選





- 設定分區距離之上/下界範圍(ex: 10~20 KM)



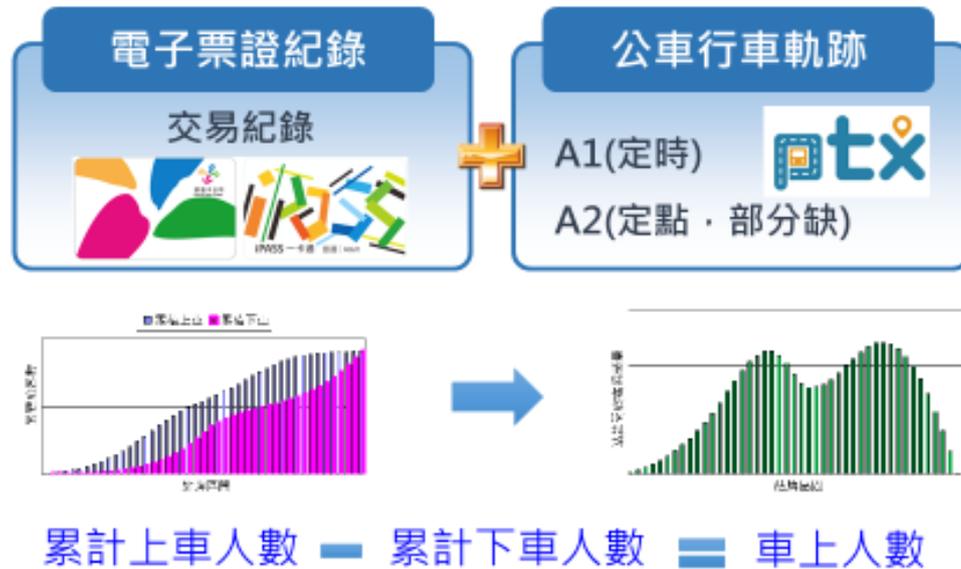


客運乘載人數分析



信令資料只能提供發佈區之間的人流移動
無法提供準確的站間人數

乘載人數推估 (特定時點間)



25

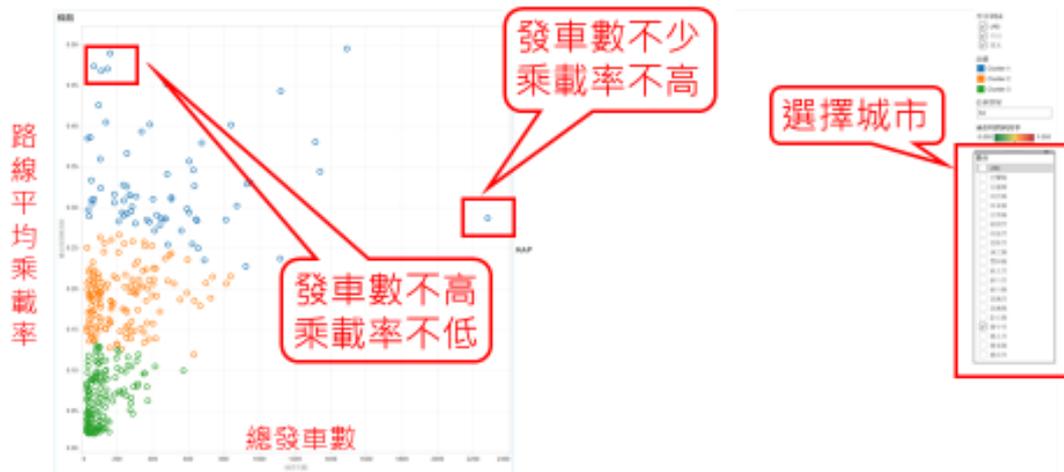
可優化路線判斷邏輯



26

全國公共汽車車上人數

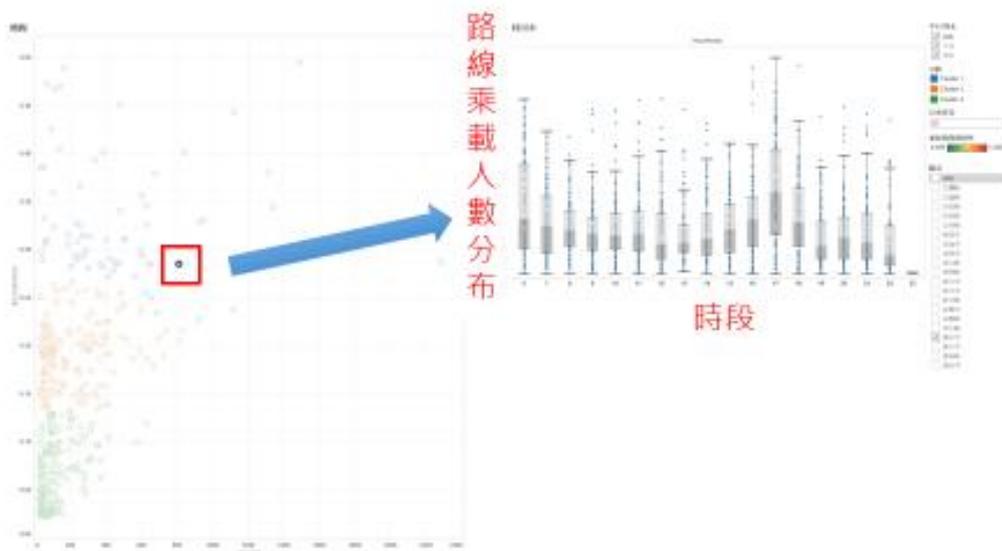
- 切換檢視城市



27

全國公共汽車車上人數

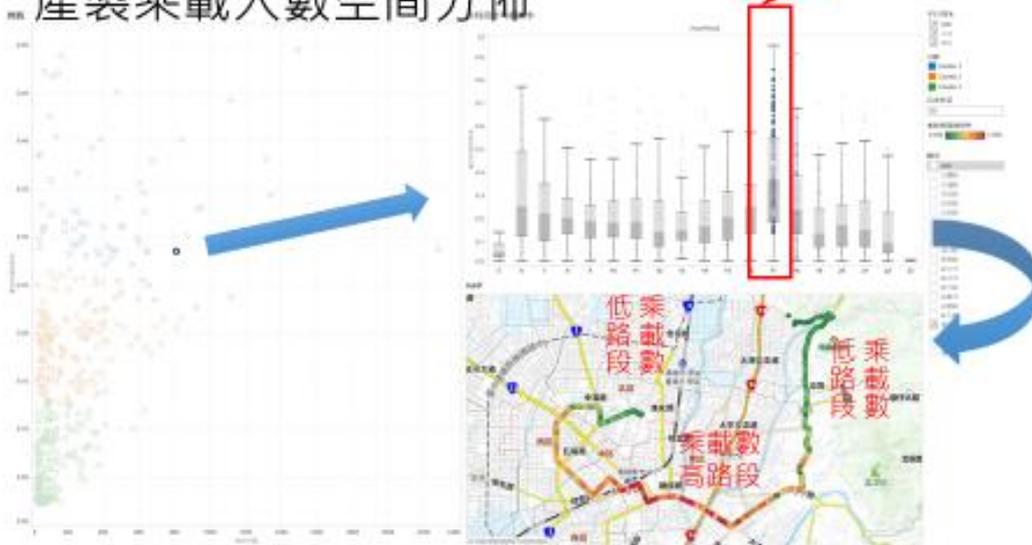
- 選擇欲深入分析之路線→盒鬚圖



全國公共汽車車上人數

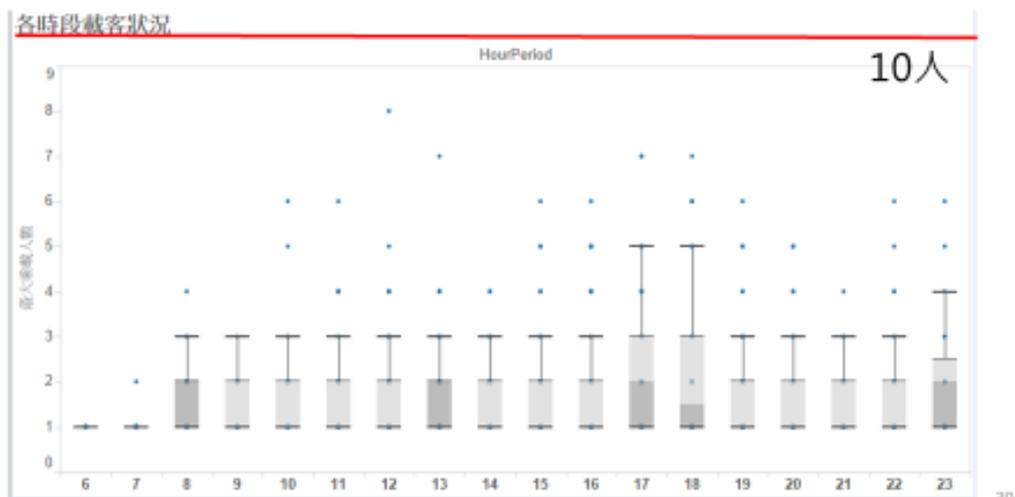
- 選擇欲深入分析路之盒鬚圖
產製乘載人數空間分佈

選取17:00資料



可優化路線 — 調整車型 (花蓮301)

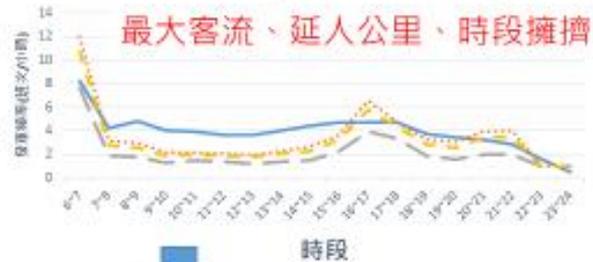
乘載數平均均低於10人
可優先換成乙類大客車



可優化路線 — 增減班

發車頻率建議圖(路線100去程為例)

- Ceder(1984)、Wang(2011) 發車班次建議
- 建議班次數 - 現有班次數
 - 正值可增加班次
 - 負值可減少班次



31

可優化路線 — 區間車/DRTS

平均乘載數



計算 = $\frac{49-50}{-1} \quad \frac{71-50}{21} \quad \frac{51-50}{1} \quad \frac{57-50}{7} \quad \frac{57-50}{7} \quad \frac{25-50}{-25} \quad \frac{7-50}{-43}$

以第4站為分段點
計算前後段之超額人數
以大者為該分段點代表

比較 = $\frac{\text{第4站前段}}{(-1) + 21 + 1} = 21$ vs $\frac{\text{第4站後段}}{7 + 7 + (-25) + (-43)} = -54$

窮舉所有分段點
取代表超額數最大者
也可窮舉二分分段點

平均乘載數



計算 = $\frac{49-50}{-1} \quad \frac{71-50}{21} \quad \frac{51-50}{1} \quad \frac{57-50}{7} \quad \frac{57-50}{7} \quad \frac{25-50}{-25} \quad \frac{7-50}{-43}$

比較 = $\frac{\text{第4站分段的較佳解}}{(-1) + 21 + 1} = 21$ vs $\frac{\text{第5站分段的較佳解}}{(-1) + 21 + 1 + 7} = 28$

32

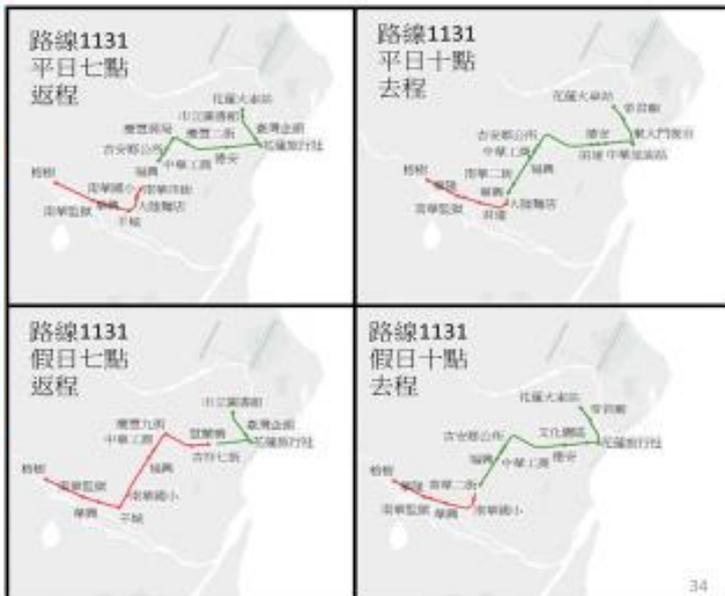
可優化路線－區間車 (高雄100路)



可優化路線－DRTS (花蓮1131路)

類似邏輯，找出
乘載人數穩定偏
小區段

不同時段，均有
類似區段建議，
可深入探討交集
區段運作DRTS之
可行性



真的住在這裡嗎？

測試不同情境
校估建議參數

10:00-02:00 至少
三筆訊號在同區
(200公尺)

每月至少
7天

住在這裡



行政區域	信令資料人數	推估常住人口數	內政部戶籍人數	推估常住人口數/戶籍人數	推估常住人口數/18~65歲戶籍人數
前鎮區	3,184	83,789	190,865	44%	61%
左營區	4,927	129,658	197,101	68%	95%
楠梓區	4,082	107,421	182,413	56%	79%

醫療公園
消防

35

相關資料探勘分析 (關聯性分析)

- 以景點所在二級發布區為基礎，找出關聯性
- 高雄市4月週六資料，分析出24條顯著規則

9	紅樹林茄苳溪保護區 援中港生態濕地公園	楠梓區	國家體育場	左營區
10	桃源梅山 藤枝森林遊樂區 七坑溫泉區	桃源區	妙崇寺 不老溫泉區 木森林香草園 浦來溪頭社棧道 石洞溫泉區 舊高屏鐵橋 六龜大佛	六龜區

36

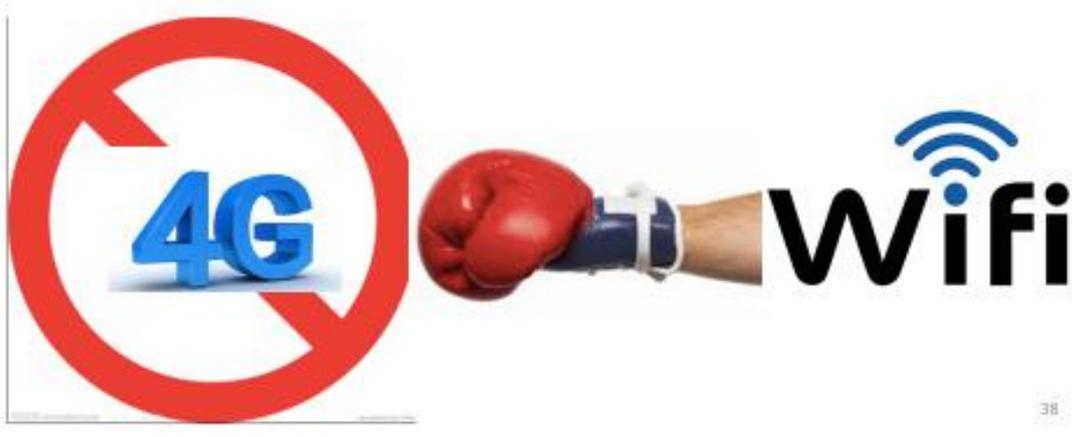
LHS 景點	景點所在區域	RHS 景點	景點所在區域
武德殿(旗山) 鼓山公園 市定古蹟-旗山國小 旗山夜市 旗山生活文化園區 旗山天后宮 旗山區農會 旗山火車站 旗山自行車道 旗山糖廠舊火車站	旗山區	佛光山 臺灣天壇 高屏溪自然生態園區 斜張橋 佛光山佛陀紀念館 義大世界 玄華山文化院 信誼高爾夫球場	大樹區



37

資料是心中永遠的痛

- 手機信令資料是萬靈丹嗎？
 - 資料放大是個課題。按市佔率放大即可嗎？
 - WiFi是很大的敵人



38



- 不見得隨時有網路活動，停留真的是停留嗎？



39



- 訊號漂移（定位準確度）帶來困擾



40



- 各縣市上傳資料不穩定

日期	資料量(MB)	日期	資料量(MB)	日期	資料量(MB)
04/01	1	04/11	24	04/21	94
04/02	109	04/12	39	04/22	72
04/03	104	04/13	32	04/23	69
04/04	81	04/14	25	04/24	90
04/05	86	04/15	17	04/25	124
04/06	0.98	04/16	73	04/26	112
04/07	165	04/17	77	04/27	111
04/08	70	04/18	0.69	04/28	116
04/09	70	04/19	148	04/29	95
04/10	51	04/20	66	04/30	0.00008

缺少發車
時刻表

41



- 電子票證資料對應課題

- 一卡通：無「路線公路編號」對應表
- 悠遊卡：約1 / 3無「路線編號」對應表
- 從票證公司取得資料之欄位與從業者取得資料之欄位不盡相同

42

未來發展建議



43

簡報結束 敬請指教



旅運時空資料分析與公共運輸服務應用發展計畫