

淡江大學運輸管理學系運輸科學碩士班碩士論文

指導教授：鍾智林 博士

以開放資料探討新冠疫情對臺北捷運旅運量之影響分析

**Effects of the COVID-19 Pandemic on Taipei MRT
Ridership via Open Data Analysis**

研究生：徐美蕙 撰

中華民國 111 年 6 月

謝誌

有人說讀碩士是孤單的，但我覺得這一路上我有很多人的祝福。

感謝鍾老師收留了像流浪貓的我，雖然我 Meeting 睡過頭兩次，還被老師 Morning call，雖然我表達不是很好，有時連自己在報告甚麼都聽不懂，雖然還有其他我不敢寫上來的事，但老師總是很有耐心地教導我，不厭其煩的引導我，當我迷失在大數據中時，老師總能為我指出一條路，既能看見一片森林，又能看見一棵樹，讓我的進度能順利往前，感謝老師沒有一次 Meeting 不給我滿滿的信心，讓我有動力把論文的撞牆期撐過，老師說過：「論文撞牆了就把牆撞破吧！」期許未來自己不只應用所學的運輸知識，也能持續應用這句話！也謝謝口委溫裕弘教授、朱純孝教授的細心指導，讓我的研究內容更完整！

感謝 903 夥伴：盈欣、玉穎、雅文、欣怡、佳穎、凱茵、小錚、宸豪、文豪、昱忻、昱霖、玄共、易軒、瑋翔、瑞霖、宜人、韋丞，也謝謝美女系助玉婷，你們總是跟我說：你可以準時畢業啦，說不定就是你們一直說，我才能夢想成真，每次進研究室看見太多人雖然會抱怨覺得吵，但內心還是感激有你們一起打拼，研究所這條路才充滿了笑聲，跟你們在一起就是重新補充快樂能源的時候！也感謝 iPower 社的學弟妹，讓我周三晚上可以短暫逃離現實，回到單純的快樂！

謝謝我親愛的家人，比起我的論文進度，你們更關心我的身心狀況，不要熬夜、要吃晚餐、要吃水果…，我一路上的每個決定你們都無條件支持，在背後給予我很大的靠山和供應，現在換你們享福了！雖然有點可惜，差一下下阿公就能親眼看見我從碩士畢業，但我相信在天上他也看見了。

最後，感謝耶穌和教會在我面臨無助的家庭事故、換論文方向時，不斷為我和我家禱告，並鼓勵我真實面對每一個生命問題，沒有一件事小到耶穌不在乎，也沒有一件事大到耶穌解決不了，因為神是美善的，祂是用笑臉幫助人的神。

美蕙

2022 年 8 月

論文名稱：以開放資料探討新冠疫情對臺北捷運旅運量之影響分析 頁數：87

校系(所)組別：淡江大學 運輸管理學系 運輸科學碩士班

畢業時間及提要別： 110 學年度第 2 學期 碩士學位論文提要

研究生：徐美蕙 指導教授：鍾智林 博士

論文提要內容：

COVID-19 改變社會大眾之旅運行為，2021 年六月北捷旅運量相較同年四月減少 78%，臺北市政府決議參考運量降幅來調降五至七月公共場所租金 75%，可知捷運旅運量可成為決策背景資料。本研究以 2020 年及 2021 年四至六月共 5442 萬筆北捷旅次開放資料為基礎，結合車站周邊特性，使用決策樹及地理資訊系統探討旅次受疫情影響多寡之因素。研究結果顯示（1）平日尖峰疫情下旅運量促跌因素為「旅行距離 ≥ 19.5 或 < 5.8 公里」、「車站周邊青壯年人口比率愈低」，部分短程旅次被 YouBike 和私人運具取代；（2）平日尖峰疫情下旅運量抗跌因素為「車站周邊家戶年所得中位數 ≥ 90.9 萬元」、「老年人口比率愈低之地區」、「車站周邊住宅區面積 $> 45\%$ 」；（3）假日疫情下旅運量促跌因素為「O/D 其一或皆為觀光站點」、「車站周邊人口數愈多」；（4）假日疫情下旅運量抗跌因素為「O/D 皆不為觀光站點」、「車站周邊家戶年所得中位數 ≥ 86.5 萬元」、「幼年人口比率愈低且青壯年人口比率愈高之地區」；（5）依據旅運量影響因素將 118 車站分成 4 類，試提供 3 種精準且符合成本的租金減收方案；（6）小碧潭及新北投支線因旅運量低，建議可改由公車替代行駛。未來可考慮進行站間運量分析，並參照本研究之分析架構，探討 2022 年 COVID-19 對北捷旅運量影響，另外期盼相關單位釋出淡海輕軌旅運量資料，以更全面分析。

關鍵字：開放資料、新冠疫情、臺北捷運、決策樹、旅運量影響因素

*依本校個人資料管理規範，本表單各項個人資料僅作為業務處理使用，並於保存期限屆滿後，逕行銷毀。

表單編號：ATRX-Q03-001-FM030-03

Title of Thesis :

Total pages: 87

Effects of the COVID-19 Pandemic on Taipei MRT Ridership via Open Data Analysis

Key word:

Open Data, COVID-19 Pandemic, Taipei MRT, Decision Tree, Factors Affecting Ridership

Name of Institute:

Graduate Institute of Transportation Science, Tamkang University

Graduate date:

June 2022

Degree conferred:

Master Degree

Name of student: Mei-Hui Hsu

徐 美 蕙

Advisor: Dr. CHIH-LIN CHUNG

鍾 智 林 博士

Abstract:

The COVID-19 pandemic has changed the travel behavior of the general public. In June 2021, the ridership of Taipei MRT decreased by 78% compared with that in April of the same year. In response, Taipei City Government decided a 75% off on the rent of the municipal facilities operated by the third party from May to July. The MRT ridership was used in this case as the background information for decision-making. Various open data were collected, including 54.42 million Taipei MRT trips from April to June 2020 and 2021, along with the station surroundings' social-economic and land-use characteristics. This research applied the decision tree and geographic information system to explore the factors of ridership affected by the pandemic. The research results show that (1) on weekday peaks, the factors for the largest ridership reduction under the pandemic are "travel distance ≥ 19.5 or < 5.8 km" and "areas with a lower ratio of population between the age of 15 and 64". YouBike and private mode may also replace some short-distance MRT trips; (2) on weekday peaks, the factors for the least ridership reduction under the pandemic are "annual income of households around the station $\geq$ NT\$909,000", "areas with a lower ratio of elderly population", and "ratio of residential areas around the station $> 45\%$ "; (3) on weekends, the factors for the largest ridership reduction under the pandemic are "either trip end is a tourist MRT station" and "areas with more population"; (4) on weekends, the factors for the least ridership reduction under the pandemic are "none of the trip ends is tourist-based MRT stations", "annual

income of households around the station $\geq$ NT\$865,000", and "areas with a lower ratio of population under the age of 15 and a higher ratio of population between the age of 15 and 64"; (5) 118 stations are divided into four categories according to the factors affecting the ridership, and three rent reduction schemes are provided; (6) Xiaobitan and Xinbeitou branch lines are recommended to be replaced by buses due to the low ridership. Investigation of inter-station passenger volumes under the pandemic is suggested for future study. The impact of COVID-19 on Taipei MRT ridership in 2022 can be discussed based on the analysis framework of this research. In addition, it is hoped that the authorities will release such open data as Danhai LRT ridership for a more comprehensive analysis.



According to “TKU Personal Information Management Policy Declaration“, the personal information collected on this form is limited to this application only. This form will be destroyed directly over the deadline of reservations.

表單編號：ATR-X-Q03-001-FM031-02

目 錄

目 錄.....	I
圖目錄.....	IV
表目錄.....	VI
第一章 緒論.....	1
1.1 研究背景與研究動機.....	1
1.2 研究目的.....	2
1.3 研究範圍與限制.....	4
1.4 研究流程.....	5
第二章 文獻回顧.....	6
2.1 COVID-19 對旅運量之衝擊.....	6
2.2 捷運相關開放資料之應用.....	10
2.3 相關影響因素分析之研究方法.....	15
2.4 小結.....	18
第三章 研究方法.....	20
3.1 資料蒐集.....	20
3.1.1 資料蒐集.....	20
3.1.2 資料欄位.....	21
3.2 資料處理.....	22
3.2.1 旅次分類.....	22

3.2.2 資料擴充.....	23
3.3 研究架構.....	24
3.4 地理資訊系統.....	26
3.5 決策樹.....	27
第四章 實證分析.....	33
4.1 背景說明.....	33
4.2 旅運量差異程度分析.....	35
4.2.1 車站旅次量變化.....	35
4.2.2 OD 起迄旅次量變化.....	38
4.2.3 OD 起迄延人公里量變化.....	42
4.3 旅運量影響因素分析.....	47
4.3.1 決策樹模式之建構.....	47
4.3.2 平日尖峰旅運量影響因素分析.....	49
4.3.3 假日旅運量影響因素分析.....	54
第五章 綜合討論.....	58
5.1 旅運量影響因素討論.....	58
5.2 營運規劃建議.....	63
第六章 結論與建議.....	69
6.1 結論.....	69
6.2 後續研究建議.....	71
6.3 研究貢獻.....	72

參考文獻.....	74
附錄 1 數字快覽.....	82
附錄 2 決策樹演算法參數設定.....	83
附錄 3 程式碼.....	84



圖目錄

圖 2.1-1 新北市 YouBike 租賃次.....	7
圖 2.1-2 臺北市 YouBike 租賃次.....	7
圖 2.2-1 政府資料開放平台中關於捷運的開放資料筆數.....	10
圖 2.2-2 強制戴口罩政策實施前後一週北捷旅運量變化對照圖.....	11
圖 2.2-3 各站 8-9 點進出量分級符號圖-依降水強度分類.....	12
圖 2.2-4 各站進出站人次分級符號圖-1280 票證實施前後比較.....	12
圖 2.2-5 雙北各村里對應之人均搭乘次數.....	13
圖 3.1-1 臺北捷運各站分時進出量原始資料示意圖.....	20
圖 3.2-1 COVID-19 疫情發展及警戒管制日期.....	22
圖 3.3-1 分析架構流程圖.....	25
圖 3.4-1 QGIS 地理資訊系統介面圖.....	26
圖 3.5-1 決策樹基本架構圖.....	29
圖 3.5-2 決策樹架構圖-MaaS 會員之行銷方案.....	29
圖 3.5-3 決策樹架構圖-交叉路口雙車事故.....	30
圖 3.5-4 SAS Enterprise Miner 系統介面圖.....	31
圖 3.5-5 本研究平日尖峰旅次決策樹示意架構.....	31
圖 3.5-6 本研究假日旅次決策樹示意架構.....	32
圖 4.1-1 疫情下每日北捷搭乘人次旅運量變化.....	34
圖 4.2-1 各站點旅次量差異與旅次跌幅關係圖（依路線別）.....	35

圖 4.2-2 各路線各站總運量（進站量＋出站量）變化示意圖	37
圖 4.2-3 降幅前十四大車站之 OD 起迄矩形樹狀圖	39
圖 4.2-4 排除降幅前十四大車站之 OD 起迄矩形樹狀圖	39
圖 4.2-5 降幅前十小車站之 OD 起迄矩形樹狀圖	40
圖 4.2-6 排除降幅前十小車站之 OD 起迄矩形樹狀圖	41
圖 4.2-7 北捷淡水、復興崗站部分 OD 延人公里量和旅次量	43
圖 4.2-8 北捷南港展覽館至海山區間部分 OD 延人公里量	44
圖 4.3-1 計算車站周邊老年人口比率之 QGIS 圖層	48
圖 4.3-2 平日尖峰 OD 旅次決策樹分析	51
圖 4.3-3 假日 OD 旅次決策樹分析	55
圖 5.1-1 各區土地使用分區圖	60
圖 5.1-2 Google 關鍵字搜尋熱度—十四張站陽光運動公園	61
圖 5.1-3 2018 年度綜稅所得總額中位數	62
圖 5.2-1 捷運各路線平日、假日平均日旅運量	65
圖 6.3-1 分析架構流程圖（補充建議相關單位開放之資料）	73

表目錄

表 2.2-1 政府開放資料下載次數前十名資料集	10
表 2.3-1 相關影響因素分析之研究方法比較	17
表 3.1-1 臺北捷運各站分時進出量原始資料之欄位	21
表 3.2-1 以北捷 OD 旅次資料為基礎擴充之欄位	23
表 3.5-1 決策樹演算法之比較	28
表 4.1-1 疫情嚴峻時雙北各地區本土案例數	33
表 4.2-1 零確診時期旅次量最多前十名的車站	36
表 4.2-2 三級警戒時各路線總延人公里量	42
表 4.2-3 延人公里變化量最多前十名的車站	45
表 4.2-4 延人公里變化量最多前十名的 OD 旅次	45
表 4.3-1 北捷 2021 年 4 月份分時旅次量統計	49
表 4.3-2 臺北市主要觀光遊憩區及其對應捷運車站	54
表 4.3-3 平日尖峰、假日旅運量影響因素	56
表 5.2-1 北捷各路線之最短班距	64
表 5.2-2 三級警戒下小碧潭及新北投支線之旅運量	66
表 5.2-3 本研究之租金折減提案	68
表 5.2-4 青壯年人口比率及老年人口比率之基本統計量	68
表 6.3-1 悠遊卡票證資料可進行之後續分析	72

第一章 緒論

1.1 研究背景與研究動機

新冠疫情（COVID-19 pandemic）疫情衝擊了全世界各產業，聯合國 United Nations (2020)稱其為「第二次世界大戰後最大的危機」，全球經濟活動皆面臨相當程度的停擺，而經濟活動與運輸密不可分，隨著感染 COVID-19 之病例數增加，各國實施國境及飛航限制，民眾不僅開始減少非必要性旅次，如：購物、休閒旅次等，甚至為避免大規模社區感染，政府與企業皆調整員工居家上班、學生線上授課、規範場所容納人數等，民眾旅次受到極大的影響，COVID-19 直接改變了社會大眾之旅運行為，讓移動變得謹慎且不自由。

捷運扮演了雙北地區經濟發展的核心元素之一，紓解交通壅塞問題，加速推進都市繁榮發展，是極為重要的都市運輸系統。在疫情影響下，民眾之旅運行為大幅改變，大眾運輸旅客量大幅減少，臺北市政府新聞稿（2021）指出，在 2021 年 4 月前臺北市北捷日均旅運量約 200 萬人次，三級警戒（2021/5/15）發布後，5 月日均旅運量僅剩 109 萬人次，6 月更減少至 43 萬人次，相比三級警戒前下降 78%；有鑑於此，臺北市政府調整臺北市公共場所租金，以捷運旅運量降幅比例來衡量疫情導致的經濟損失，決議統一調降 5-7 月租金 75%，可知捷運旅運量可成為政府決策的背景資料之一。

根據臺北捷運公司（2021）統計，2021 年 1 至 8 月北捷營收已虧損 31 億元，預估 2021 整年將損失 50 至 80 億元，此金額乃為概括數據，若要精準決策則必須從運輸角度進一步分析，以提高之策略效能與效率。近年來，關於疫情下北捷旅運量之研究多針對整個運輸系統描述（周榮昌等，2020；鐘仁傑等，2020；Abreu & Conway, 2021），較無對於個別站點深入探究影響程度及因素，然而，政府為提升施政效能，以及增加各部會間之決策品質，於 2017 年提供民眾於政府資料開放平台（<https://data.gov.tw>）下載北捷各站分時進出量之開放資料進行研究，因此，本研究欲使用開放資料探討 COVID-19 對於北捷旅運量之影響。

1.2 研究目的

本研究以「臺北捷運各站分時進出量統計」之開放資料為基礎，探討 COVID-19 對於北捷旅運量之影響，以提供相關單位決策參考，主要研究內容如下：

1. 探討三級警戒管制下北捷各站及各 OD 旅運量之差異

2021 年疫情衝擊相比 2020 年嚴峻，政府於 2021/5/15 實施第三級防疫警戒，更直接影響民眾之旅運行為，本研究欲比較三級警戒（2021/5/15 至 2021/6/30）與零確診（2020/5/15 至 2020/6/30）時，三項旅運量標的之差異，包含：車站旅次量變化、OD 起迄旅次量變化以及 OD 起迄延人公里量變化，以了解三級警戒管制對於北捷旅運量之影響。

2. 分析 OD 起迄旅次及其車站周邊特性，歸納旅運量抗跌及促跌因素

COVID-19 對不同捷運 OD 起迄旅次之衝擊程度不盡相同，本研究欲使用決策樹 CHAID 演算法進行資料分類，分析受疫情影響程度小及大之 OD 起迄旅次，其旅次特性及對應之車站周邊特性為何，歸納疫情下旅運量抗跌、促跌因素，旅次特性包含：O 起站、D 迄站、旅行距離、延人公里、平假日、尖離峰、是否需轉乘，共 7 個變數，車站周邊特性包含：車站周邊轉乘公車路線數、車站周邊各里人口數、性別比、幼年人口比率（0-14 歲）、青壯年人口比率（15-64 歲）、老年人口比率（65 歲以上）、家戶年所得中位數、土地使用，共 8 個變數，使決策單位得知更全面性、系統性的影響程度及因素，供相關單位精準規劃北捷營運策略、調降車站周邊店租比例、調整路線營運模式等，提供未來有大規模傳染疾病時之參考。

透過上述之研究目的欲回答三個研究子題：

- (1) 三級警戒下不同車站、不同 OD 起迄旅次在旅運量上有不同的影響程度，觀察其車站旅次量變化、OD 起迄旅次量變化以及 OD 起迄延人公里量變化之差異。
- (2) 社經變數（人口結構、家戶年所得中位數、土地使用等）會影響疫情下旅運量之多寡，探討各變數對於旅運量之影響程度。
- (3) 平日尖峰與假日旅運量有不同之抗跌因素及促跌因素，歸納並比較兩類旅次疫情下旅運量顯著影響因素。



1.3 研究範圍與限制

影響北捷旅運量之因素繁多，本研究僅考慮轉乘公車路線數、人口結構及社經特性、土地使用等因素對旅運量造成之影響，並檢視雙北地區捷運服務量能與社經因素，篩檢是否還有疫情以外的因素，由臺北市政府捷運工程局（2020）公告資訊得知 2020 年 1 月底環狀線通車，2 月份免費搭乘，故對於 2020 年與 2021 年 4 至 6 月旅運量無影響差異，社經因素方面，2020 年至 2021 年之臺北市人口數皆約 402 萬人（臺北市政府民政局，2021）、新北市為 260 萬人上下（新北市政府民政局，2021），人口穩定，臺北市機動車輛持有率 2020 年為 0.67 輛/人，2021 年為 0.68 輛/人，新北市則分別為 0.80 輛/人、0.81 輛/人（交通部公路總局，2020），本研究認為疫情外的影響因素皆穩定，最顯著影響旅運量的原因仍為 COVID-19，故本研究探討 COVID-19 對北捷旅運量之影響。許多開放資料沒有開放以里為單位之資料，多數僅以各區為單位，如：私人運具持有率、確診病例數，建議相關單位後續開放以里為單位之開放資料，更全盤了解疫情下北捷旅運量之影響。

本研究為探討 COVID-19 對北捷旅運量之影響，於政府資料開放平台中取得由臺北捷運公司提供之「臺北捷運各站分時進出量統計」資料，使用 2020 年 4 月至 6 月、2021 年 4 月至 6 月之旅運量資料，包含文湖線、淡水信義線、松山新店線、中和新蘆線、板南線、新北投支線、小碧潭支線和環狀線，車站數共 119 站（轉乘站皆計為 1 站），共計 5442 萬餘筆資料。研究範圍中不含淡海輕軌之旅運量資料，其為新北捷運公司營運，目前沒有提供此類型之開放資料。

1.4 研究流程

本研究之研究流程主要分為四個階段，依序為（1）確認問題、（2）文獻回顧與整理、（3）資料處理與分析、（4）結論與建議，並針對各部分進行說明如下：

1. 確認問題

COVID-19 影響雙北地區民眾之旅運行為，其中，大眾運輸衝擊相比私人運具大，有鑑於捷運為都市運輸系統之核心，有必要了解北捷在疫情下旅運量之變化，提供相關數據以利營運單位精準決策，因此欲從運輸之角度，比較三級警戒管制下北捷旅運量之差異，並分析受疫情影響程度小及大之 OD 起迄旅次，歸納其旅運量抗跌、促跌因素，作為營運規劃之參考。

2. 文獻回顧與整理

本研究主要回顧了兩部分的文獻，分別為「COVID-19 對旅運量之衝擊」以及「捷運相關開放資料之應用」兩部分，經由回顧文獻探討相關議題，了解目前之研究缺口，確立本研究重要性。

3. 資料處理、分析、探討

取得「臺北捷運各站分時進出量統計」開放資料後，擴充旅次特性、車站周邊特性資料，再運用 GIS 地理資訊系統呈現圖資，以分析旅次與車站周邊特性之關聯性，且分別於受疫情影響程度小及大之 OD 起迄旅次中，使用決策樹探討相對應之旅次特性、車站周邊特性，將各 OD 起迄旅次分類，針對同類型旅次提出營運規劃建議。

4. 結論與建議

經由分析北捷在三級警戒管制下之旅運量資料，可呈現出民眾真實的旅運行為變化與不同車站周邊特性的旅次差異，針對不同旅次類型個別提出參考建議，供決策單位精準規劃北捷營運策略、調降車站周邊店租比例、調整發車班距等。

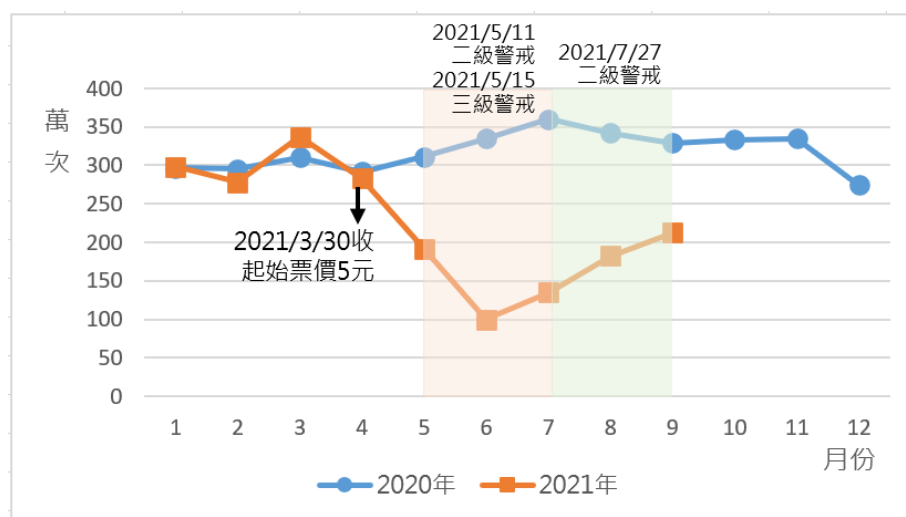
第二章 文獻回顧

2.1 COVID-19 對旅運量之衝擊

卓明君等（2020）以 ETC 數據分析 COVID-19 對國道交通量之影響，2020 年 2-4 月疫情感染程度愈趨嚴重，國道交通量與去年同期相比逐月下降（5%、7%、11%），其中假日較平日影響大，5 月疫情趨緩交通量則回升，6 月零確診時已較 2019 年同期增加 2%。國 5 因部分蘇花改段路通車（2020 年 1 月 6 日）及東部多戶外旅遊景點，因此 2020 年 2-6 月交通量較去年同期增加 3-8%，國 1 高架則下降最為顯著，疫情較嚴重的 4 月下降 21%。由國道大客車通過量得知最嚴重減少了 70%旅運量，6 月疫情趨緩後仍少了 30%。

鐘仁傑等（2020）透過臺北市交通局取得市區道路與聯外橋樑之 VD 資料、快速道路之 eTag 資料與公共運輸票證資料（公車、YouBike、捷運），探討 COVID-19 對臺北市交通之影響，結果顯示道路交通流量與公共運輸旅運量皆下降，假日下降幅度大於平日，離峰大於尖峰。爆發境外移入後（2020/3/15-3/22），平日道路交通量較去年同期下降約 4.5%，假日 11.6%，政府鼓勵企業在家上班後（2020/3/23-4/26），平日交通量下降 8.7%，假日 11.5%，後疫情時代（2020/5/10-5/31）之平日交通量較去年同期上升 5.8%，假日仍下降 3.4%。疫情嚴峻時（2020/3/15-4/26）公車與捷運旅運量下降幅度相似，平日尖峰減少 11-15%，平日離峰減少 24%，假日減少 40%，YouBike 騎乘量則因為開放騎乘空間特性，平日租借次數不減反增，平日尖峰增加 1-13%，平日離峰增加 2-9%，唯假日減少 10-16%。公共運輸旅運量較易受 COVID-19 影響，改變幅度大於道路交通量。

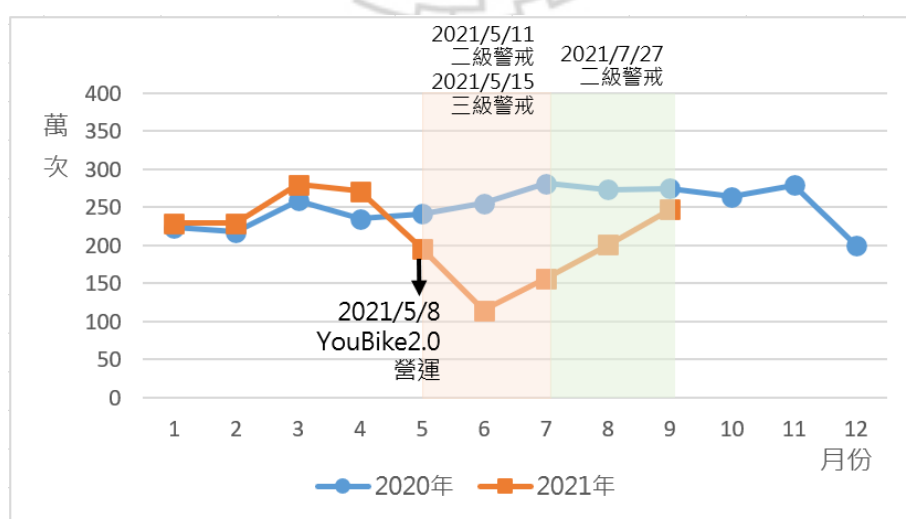
YouBike 公司於 2021 年 10 月公布新北市營運成果，圖 2.1-1 顯示 2020 年 3 月爆發境外移入、4 月本土感染擴大時，租賃次數為 300 萬次左右，普遍新北市民眾仍願意騎乘 YouBike；然而，2021 年 5 月 11 日政府陸續發布第二、三級警戒後，YouBike 租賃次大幅下降至 200 萬次，6 月僅剩不到 100 萬次租賃，隨著 7 月 27 日降回第二級警戒，租賃次才漸漸回升，但及至 9 月疫情已獲得控制且台灣疫苗涵蓋率達 50%（衛生福利部疾病管制署，2021），租賃次仍偏低。



資料來源：YouBike 微笑單車官網

圖 2.1-1 新北市 YouBike 租賃次

圖 2.1-2 呈現 YouBike 公司統計之臺北市 YouBike 租賃次，2020 年 4 月本土感染擴大時，其租賃次約為 250 萬次，可知疫情並無明顯影響民眾騎乘 YouBike 意願；2021 年 5 月 8 日 YouBike 2.0 正式在臺北市營運，原本預計租賃次將增加，卻因為 5 月 11 日政府陸續發布第二、三級警戒，導致租賃下降至 200 萬次，6 月剩 100 萬餘次，7 月 27 日降回第二級警戒後慢慢回升，9 月租賃次回升至 250 萬次，與警戒管制前差不多，甚至多於新北市 9 月約 200 萬次租賃。由此可知，相較新北市 YouBike 租賃次，臺北市在疫情管制下降幅較低，且不同疫情管制時，影響各縣市之程度有所差異。



資料來源：YouBike 微笑單車官網

圖 2.1-2 臺北市 YouBike 租賃次

高雄捷運公司統計資料顯示 2020 年 4 月高雄捷運旅運量相較去年同期下降 49% (260 萬人次)，5 月下降 39% (206 萬人次)，2021 年 5 月則下降 26% (84 萬人次)，6 月下降 81% (312 萬人次)；高雄市政府交通統計月報之數據指出 2020 年 4 月高雄市公車旅運量相較去年同期下降 34% (140 萬人次)，5 月下降 30% (132 萬人次)，2021 年 5 月則下降 27% (85 萬)，6 月下降 78% (261 萬人次)。比較高雄捷運與公車在疫情下之旅運量降幅，發現捷運比公車下降幅度更大。

簡佑勳等 (2021) 以北捷公司提供之北捷全系統日旅運量為應變數，透過線性迴歸模式探討疫情狀態、疫情訊息傳遞、疫情管制政策對於旅運量的影響，研究顯示本土案例人數和疫情指揮中心記者會次數為影響日旅運量之顯著變數；該研究將疫情分為四階段：（一）疫情移入 2020/01/01~06/06，（二）疫情緩和 2020/06/07~12/22，（三）疫情略升溫 2020/12/23~2021/05/15，（四）本土疫情爆發 2021/05/15~06/30，與 2019 年同期無疫情時相比，第一階段日旅運量減少 5.9 萬人次，第二及第三階段增加 15.5 及 13.2 萬人次，第四階段減少 64.1 萬人次，驗證不同疫情階段對旅運量直接影響程度不同；該研究也發現敦睦艦隊感染事件對北捷日旅運量有負面影響但不顯著，桃園醫院感染事件則對旅運量無顯著影響，推測應為這兩地區離臺北仍有段距離，因此較無影響。

胡大瀛與洪于鈞 (2021) 透過社交平台發放問卷，樣本數 282 人，蒐集三級警戒下全國民眾選擇中長程運具之情況，運具包含汽車、臺鐵、高鐵、國道客運、遊覽車，並建構多項羅吉特模式，結果顯示警戒前後乘客之運具選擇有明顯不同，警戒後僅剩一半的受訪者有中長程旅次，其中多以汽車為主，比例 68.6%，公共運輸如臺鐵、高鐵、國道客運等大幅下降，警戒前中長程旅次頻率為一個月一次以上者占比 60%，警戒後下降至 20%，顯示民眾中長程旅次需求大幅減少，三級警戒下影響乘客運具選擇之因素為個人所得、汽車駕照、防疫考量，其中防疫考量構面分數愈高之受訪者，愈不偏好搭乘臺鐵。

據紐約時報報導，紐約市於 2020/3/7 進入第一級防疫警戒，2020/3/22 關閉政府非必要業務，並鼓勵大眾開始居家上班，隨後進入第二級警戒，至 2020/6/8

恢復第一級警戒。Abreu and Conway (2021)於研究中回顧紐約市政府出版品及運輸專家之研究，針對紐約不同運輸系統歸納了疫情下之變化，觀察到因民眾對於密閉空間傳播病毒的擔憂提高，因此 3 月初花旗公共自行車相較去年同期增長 65-80%；2020 年 3 月下旬地鐵之旅運量相較去年同期下降 87%（約 480 萬乘客），公車旅運量下降 70%，大都會北方鐵路(Metro-North)下降 94%，長島鐵路(LIRR)下降 76%；Uber 載客量 4 月時（疫情高峰期）較去年同期下降 80%，但外送餐點服務 UberEats 逆向增長 89%；此外，根據道路資訊和駕駛服務供應商 INRIX 數據，4 月初紐約都會區汽車的平均旅次數較 3 月初減少 64%，影響程度極大。

美國大眾運輸協會(APTA)指出 COVID-19 對美國交通系統造成極大影響，在疫情嚴峻時期（2020/4/4-5/29），美國私人運具交通量相較疫情控制時期（2020/1/4-2/28）下降 40%，大眾運輸旅運量下降 70-90%。Brown and Williams (2021)蒐集加州疫情嚴峻期間與疫情控制時期 Uber 之數據，樣本數 4,445 人次，結合地區人口統計資料，觀察到疫情控制時期收入越高的社區，Uber 旅次數也越高，而疫情嚴峻時期，人口數、人口數、收入皆較低的貝克斯菲爾德(Bakersfield)和弗雷斯諾(Fresno)地區，相比收入較高之洛杉磯或舊金山，旅次數減少較不明顯，甚至低收入社區之平均旅次數(0.63 次/人)是高收入的 2 倍(0.31 次/人)，顯示低收入者因其居住地離大眾運輸場站較遠，更依賴 Uber 服務。總體來看，加州 Uber 總旅次數在疫情嚴峻時期下降 82%，下降幅度與當地大眾運輸相似。

2.2 捷運相關開放資料之應用

截至 2021/10/19 政府資料開放平台(<https://data.gov.tw>)中關於捷運的開放資料有 163 項資料集（圖 2.2-1），由表 2.2-1 可知其中下載次數前十名之資料為臺灣通用電子地圖主題圖層以及進出量統計，可知近年來主題圖層與捷運旅運量之應用為熱門研究領域，本研究所使用之開放資料「臺北捷運各站分時進出量統計」亦受到強烈關注，此資料集於 2017/02/24 上架至平台，每月更新資料，最新更新日期為 2021/10/19，以下回顧使用相同資料之相關研究以探討不同之應用層面：



資料來源：政府資料開放平台

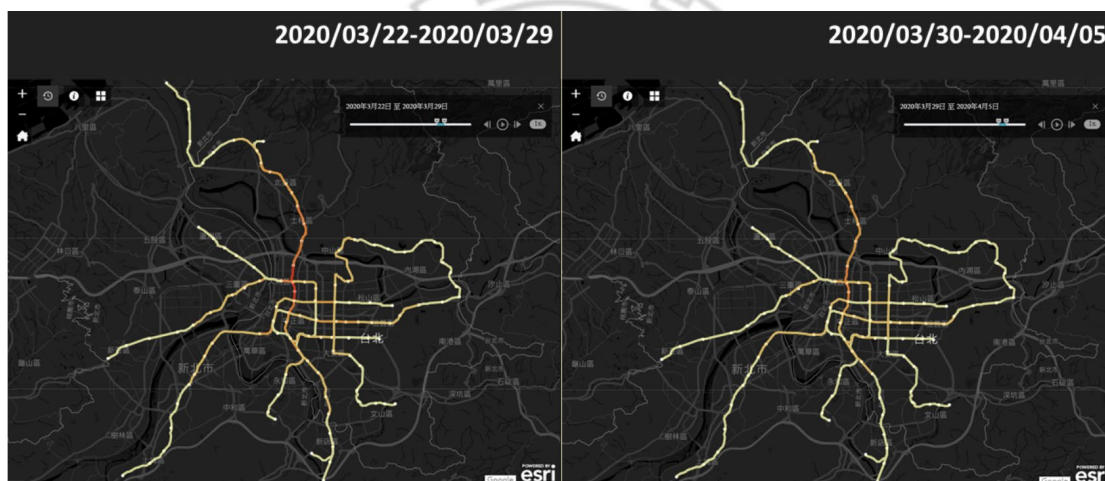
圖 2.2-1 政府資料開放平台中關於捷運的開放資料筆數

表 2.2-1 政府開放資料下載次數前十名資料集

資料集名稱	下載次數	資料型態
1 國道及省道（含快速公路以上等級）道路中線	1,915	臺灣通用電子地圖
2 臺北捷運各站分時進出量統計	1,847	進出量統計
3 臺灣鐵路	1,627	臺灣通用電子地圖
4 桃園捷運月運量統計	1,236	運量統計
5 臺鐵車站	999	臺灣通用電子地圖
6 捷運車站	948	臺灣通用電子地圖
7 國家公園、國家森林遊樂區及國家風景區範圍內之觀光景點	915	臺灣通用電子地圖
8 高鐵車站	697	臺灣通用電子地圖
9 臺北捷運全系統運量統計	663	進出量統計
10 捷運	653	臺灣通用電子地圖

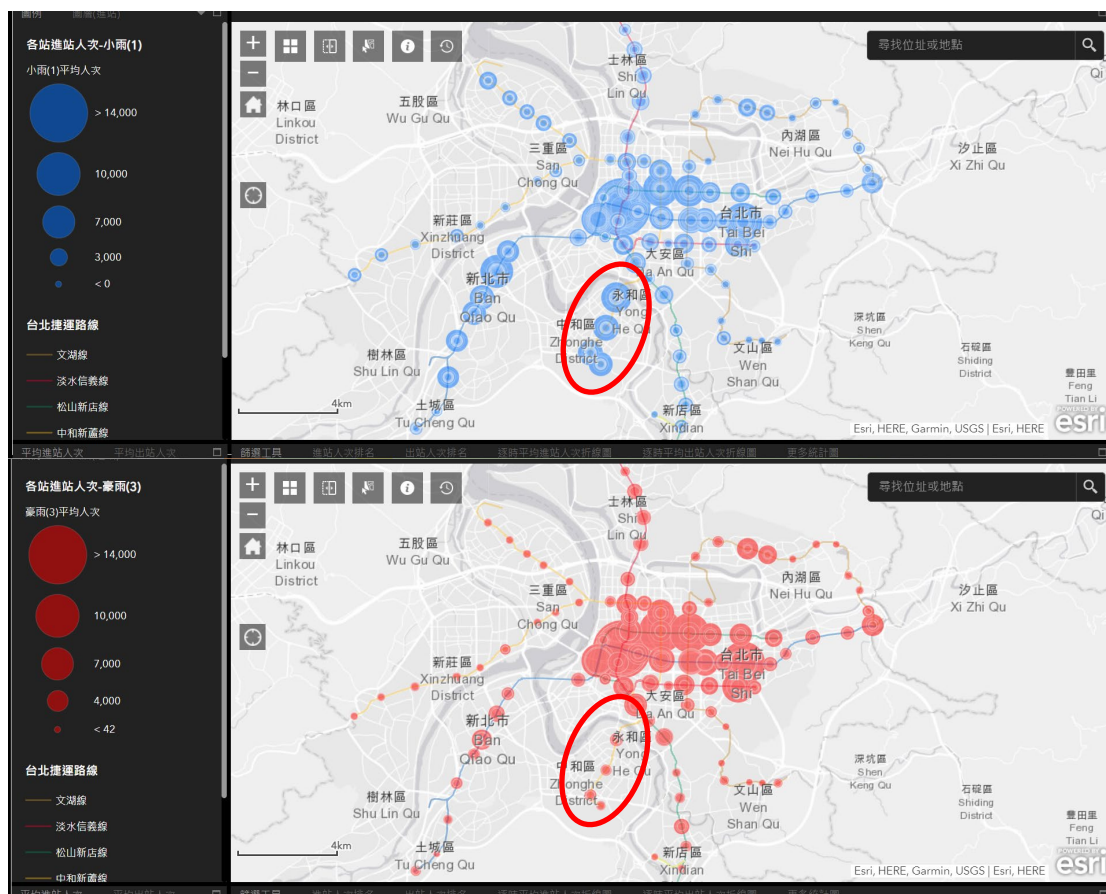
資料來源：政府資料開放平台

郭巧玲等 (2020) 將 2017 至 2020 年特定時期之臺北捷運各站分時進出量統計資料，結合地理資訊系統的故事地圖服務 ArcGIS StoryMaps，探討天氣、特殊事件與北捷的旅次分布關聯。由圖 2.2-2 可發現 2020 年 4 月 1 日政府實行強制戴口罩政策後，原本旅運量大的臺北車站-圓山區間明顯旅運量減少；圖 2.2-3 為 2018 及 2019 年北捷各站 8-9 點進出量分級符號圖-依降水強度分類，藍色為小雨時的平均人次，紅色為豪雨時的平均人次，圖中可看出中和新蘆線頂溪-南勢角區間平均人次明顯受到豪雨影響而銳減；圖 2.2-4 呈現 1280 定期票實施 (2018 年 4 月) 前後半年各站進出站人次之比較，泡泡面積越大代表進出人次越多，顏色越偏紅則代表成長幅度越大，可觀察到旅運量較小車站有較大成長幅度，通車較晚的新莊線、松山線、土城線，相較通車 10 年以上的淡水線、南勢角線，旅運量成長幅度較大。



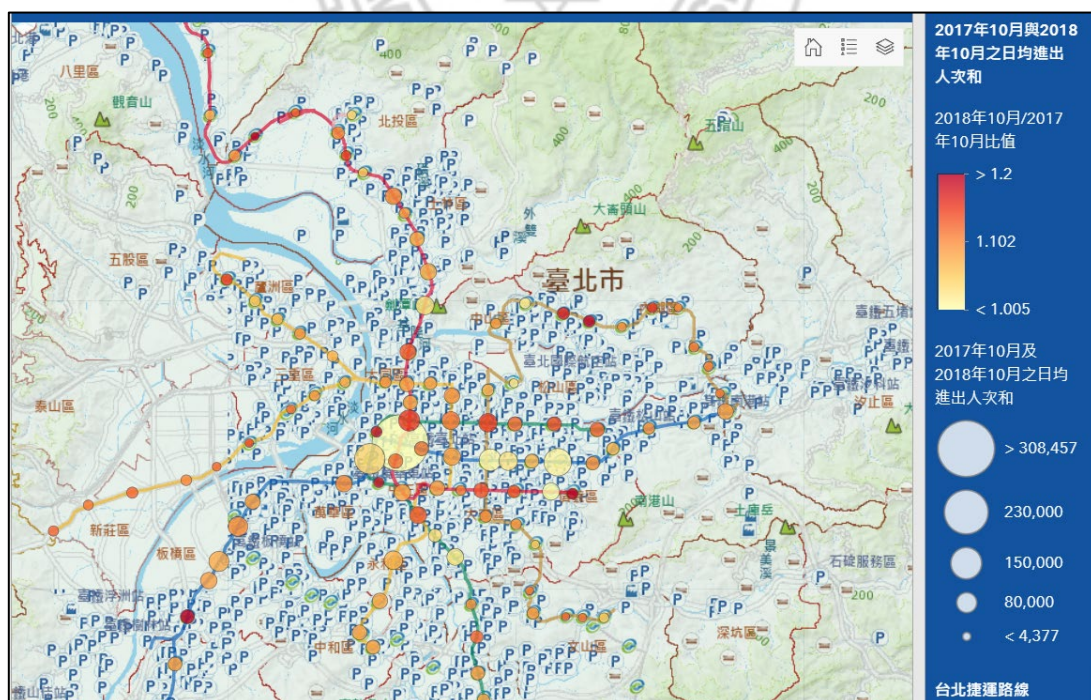
資料來源：郭巧玲等 (2020)

圖 2.2-2 強制戴口罩政策實施前後一週北捷旅運量變化對照圖



資料來源：郭巧玲等（2020）

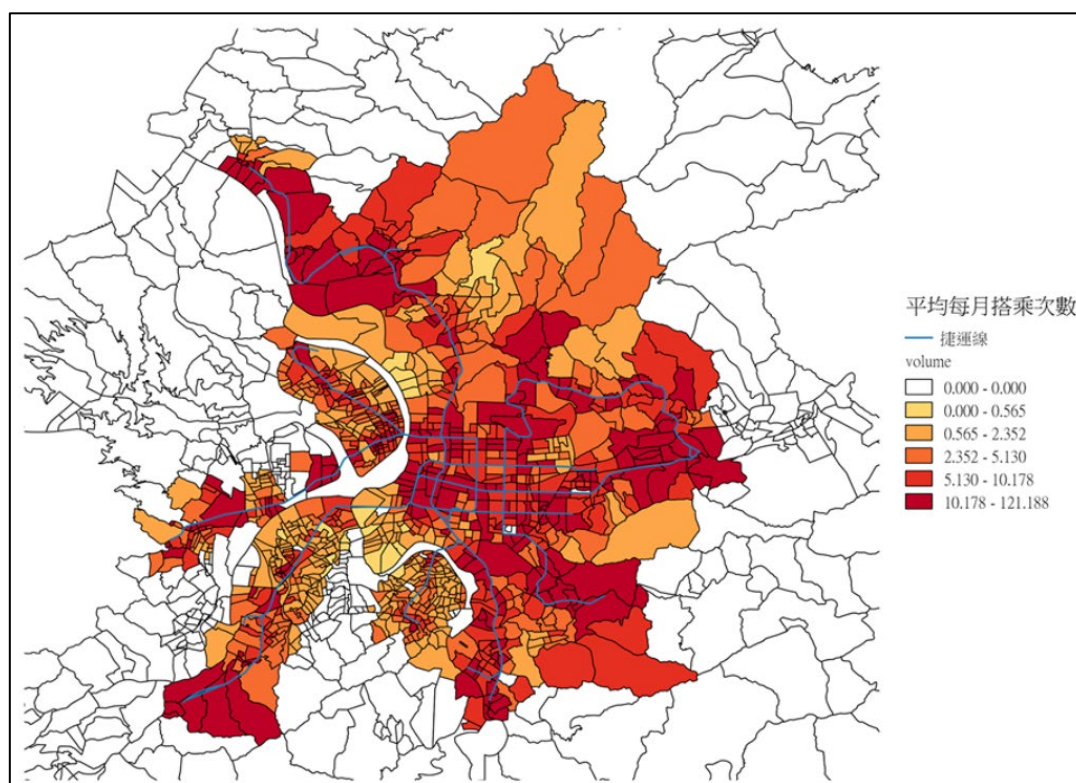
圖 2.2-3 各站 8-9 點進出量分級符號圖-依降水強度分類



資料來源：郭巧玲等（2020）

圖 2.2-4 各站進出站人次分級符號圖-1280 票證實施前後比較

黃歆貽等（2017）透過分析北捷 2016 年一月份每日分時各站 OD 統計資料與各村里人口結構資料（戶籍人口統計、教育程度、綜合所得稅所得總額），探討捷運主要客群，針對不同客群精準行銷。該研究假設村里於 1 公里內有捷運站時，民眾會因距離越近越頻繁搭乘，超過 1 公里外則優先使用其他運具，因此該研究先歸類各村里之最近捷運站，再依據距離分配各村里之人均搭乘次數，舉例：村里 A、B、C 最近捷運站皆為 X 站，捷運站 X 之流量依其與 3 村里距離之反比分配為各村里估計的人均搭乘次數，距離超過 1 公里則不分配，如圖 2.2-5 所示，藍線為捷運路網，顏色越深代表村里對應之人均搭乘次數越多，對於廣告商而言，捷運站點的廣告設置可透過各村里之人口結構與估計捷運搭乘次數，找到最佳選址，以精準行銷。



資料來源：黃歆貽等人（2017）

圖 2.2-5 雙北各村里對應之人均搭乘次數

臺北市捷運工程局（2020）運用 2019 年捷運各站分時進出站人次資料，交叉分析平日和假日各站旅運量，以解析附近商圈人流之變化。站點周圍具有特色生活機能時，假日平均旅運量相較平日多，而假日中午離峰時段有最多休閒出遊、逛街購物旅次。經統計了解 59 處臺北市商業處所定義之商圈中，商圈最外

圍的巷弄街道與最近捷運站之直線距離在 100 公尺內者有 36 個，比例 61.02%，200 公尺內有 44 個，比例 74.58%，可見商圈的可及性高；然而，臺北市 73 個捷運站中，有 61 個假日平均旅運量明顯小於平日，可知大部分的商圈皆為內需型商圈，其消費者多為當地居住、往返通勤之民眾，較少外地遊客前往消費，因此政府之輔導政策可著重於在地連結，吸引更多在地消費者。



2.3 相關影響因素分析之研究方法

顏利憲（2013）以決策樹（Decision Tree）分析鐵路列車誤點之影響因素並歸納其解決方案，在臺鐵系統中多車種、多類型月臺型式、雙單線系統運轉的模式下，其交互作用之影響較為複雜，且由於臺鐵紀錄列車延誤事件之特性，營運單位很難透過數據掌握延誤的關鍵因素，該研究使用機器學習方法中，C4.5 監督式決策樹以推估完整延誤紀錄，再分類出顯著誤點影響因素，最後針對可藉由班表調整解決之延誤因子提出排班規劃之調整。

王銘亨（2016）之研究以臺南市 2013 年至 2016 年閃光號誌路口事故資料分析，並運用決策樹的 CART 演算法（Classification and Regression Tree，分類與迴歸樹）進行建模，以致死率為目標變數，分析並歸納影響閃光號誌路口事故危險因子，及各因子間的相互影響情形。研究結果顯示 15 個路口中有 8 個路口在閃光號誌改為三色號誌控制路口後，每 30 天交通事故次數有下降之改善，比例達二分之一，然而，單就統計指標來看，該研究認為由於資料樣本數不高($N=6,541$)，導致 p -value 為 0.195，閃光號誌改為三色號誌之作法對於減少交通事故致死率無顯著關係。

林芳如（2020）欲了解影響高速公路服務區滿意度及營業額之影響因素，藉由文獻歸納了社經因素、招商機制、區位環境、經營管理能力等 16 個變數，透過敘述性統計、皮爾森相關分析、線性迴歸模式來確定其相關性，研究結果發現基地面積、觀光旅遊業等 5 個變數對滿意度有正向影響，停車格數量、國際品牌等 7 個變數對營業額有正向影響，基地面積對營業額則有負向影響。

詹雅惠（2021）欲探討號誌化路口左轉車流事故之影響因素，選定臺北市 89 個允許左轉臨近路段進行個案研究，以觀察左轉事故計數資料的統計分布情形，使用三種計數模式推估、測試與比較，包含：卜瓦松（PO）、負二項（NB）、零膨脹負二項（ZINB），該研究發現零膨脹負二項迴歸顯示「左轉保護時相」且有「左轉專用車道」之路段對於左轉車流事故有最大的負向影響，「左轉小型車車流量」則有正向的影響，為三種模式中表現最佳者。

張哲寧 (2016) 欲分析取消外側第三車道禁行機車事前事後之影響，蒐集臺北市民國 100 年至 105 年取消外側第三車道禁行機車之肇事資料，研究中以完全貝氏法 (Full Bayesian, FB) 建立 Poisson-Gamma 模型，分析各車道肇事顯著因子，並計算所蒐集路段事前與事後之風險值，將之應用於決策樹 CART 演算法中，決策樹之目標變數為事前事後之風險為惡化或改善，道路幾何特性與交通量特性則作為自變數，以找出影響決策之重要變數，最後以錯誤矩陣驗證兩種模式之誤差僅 19%，作為後續決策之參考。

吳欣璇 (2020) 同樣針對取消第三車道禁行機車進行安全評估，蒐集臺北市 64 條路段之肇事資料，使用深度學習中前饋式神經網路與卷積神經網路進行建模，同時也以多元負二項統計模型與隨機森林機器學習模型進行分析，交叉驗證後發現隨機森林模式之表現最好，隨機森林與前饋式神經網路預測之結果中，多數預測結果相同，將這些子路段依改善惡化分類後觀察其特徵次數分布可發現惡化路段土地為商業使用者較多。

Guo and Sayed (2020) 欲評估在號誌交叉口處延長左轉車道長度的安全性，調查加拿大薩里市 (Surrey city) 34 個地點的五年肇事數據，包含：傷害嚴重程度、肇事類型，該研究進行了完全貝氏法 (Full Bayesian, FB) 前後分析，使用 Multivariate Poisson-lognormal linear intervention 建模，研究結果顯示，在實施延長左轉車道後，與對照組道路相比，碰撞減少了 57.4%，安全性得到了顯著的改善。

Wei M. et al. (2018) 研究了天氣對澳大利亞布里斯班 (Brisbane, Australia) 過境乘客的影響，資料為 2012 年 11 月至 2013 年 4 月共 6 個月之智慧卡 (Transit Smart Card) 和氣象站紀錄，該研究使用負二項迴歸 (Negative Binomial Regression)、負二項分位數迴歸 (Negative Binomial Quantile Regression) 來建模，因分位數迴歸可對一般迴歸做補充，解釋自變量在數據分布中 (第一分位、中位數、第三分位) 不同之變化，提供其與應變量間更全面的解釋，模式結果顯示，在乘客量較高的工作日，天氣對大眾運輸載客量的影響更強烈，周末時天氣之影響則減弱。

Reiffer A. et al.(2022)分析了 COVID-19 嚴峻時對居家工作和通勤行為之影響，研究中使用通訊信令資料和全國家庭旅行調查（National Household Travel Survey），包含 1,138 名受訪者，樣本數共 2,117 份資料，針對受訪者居家工作的情形進行分類，探討「2019、2020 年有經驗的居家工作者」、「2020 年新居家工作者」、「非居家工作者」之旅運行為，該研究建構多元線性迴歸模式(Multiple Linear Regression Model)以及羅吉特模式(Logit Model)進行分析，透過羅吉特模式比較不同族群選擇居家工作的機率，結果發現相較 2019、2020 年有經驗的居家工作者，新居家工作者因疫情改變的旅運行為更強烈，且家庭中有孩子的受訪者有更高的機率選擇居家工作，獨居者則傾向不居家工作。

表 2.3-1 相關影響因素分析之研究方法比較

文獻	研究方法	評估方法對研究結果之影響
顏利憲 (2013)	決策樹 C4.5	臺鐵交互作用較複雜，加上紀錄特性，很難透過數據掌握延誤的關鍵因素，使用決策樹為適當之方法
王銘亨 (2016)	決策樹 CART	該研究認為由於資料樣本數不高 (N=6,541)，導致模式不顯著
林芳如 (2020)	敘述性統計 皮爾森相關分析 線性迴歸	透過迴歸模式分析出正向/負向影響因素，方法適當
詹雅惠 (2021)	卜瓦松迴歸 負二項迴歸 零通脹負二項迴歸	零膨脹負二項迴歸模式為三種模式中表現最佳者
張哲寧 (2016)	完全貝氏法 決策樹 CART	決策樹 CART 演算法誤差相對小，可有效幫助決策
吳欣璇 (2020)	前饋式神經網路 卷積神經網路 負二項迴歸 隨機森林	交叉驗證後發現隨機森林模式之表現最好
Guo and Sayed (2020)	完全貝氏法	完全貝氏法適用於事前事後分析
Wei et al. (2018)	負二項迴歸 負二項分位數迴歸	分位數迴歸可解釋自變量在數據分布中第一分位、中位數、第三分位不同之變化，提供更全面的解釋
Reiffer et al. (2022)	多元線性迴歸 羅吉特模式	透過羅吉特模式很好的比較了不同族群選擇居家工作的機率

資料來源：本研究整理

2.4 小結

由上述回顧之文獻可知 2020 年 COVID-19 對於各運具旅運量之影響極大，且政府實施之政策會立即反映至旅運量上，但對於各運具仍有不同程度之影響（鐘仁傑等，2020；Abreu & Conway, 2021；美國大眾運輸協會，2020；胡大瀛、洪于鈞，2021），例如：疫情嚴峻下政府鼓勵居家工作（2020/3/23-4/26）後，捷運、公車之大眾運輸旅運量下降最多，其次為私人運具為主的平面道路與國道交通量，唯有 YouBike 因空間開放特性，在 2020 年疫情下租賃量不減反增（鐘仁傑等，2020；YouBike 公司，2021；Abreu & Conway, 2021）。捷運與公車旅運量在雙北地區降幅相似（鐘仁傑等，2020），高雄市則是捷運降幅大於公車 9-15%（交通統計月報，2021）。然而，2021 年台灣受疫情衝擊較 2020 年嚴重許多，並於 2021/5/15 實施「第三級防疫警戒」管制措施，相較以往政策更直接影響民眾旅運行為（簡佑勳等，2021），但目前較少文獻深入研究 2021 年疫情對運輸之衝擊。因此，本研究將探討受疫情影響程度較大之公共運輸—以臺北捷運為例，對於 2020 年與 2021 年三級警戒管制發展之旅運量變化，以利決策之參考。

多數探討 COVID-19 對於捷運旅運量影響之文獻，僅針對整個運輸系統概括描述，較少觀察個別捷運站旅運量及 OD 起迄旅次之變化量（鐘仁傑等，2020；Abreu & Conway, 2021；簡佑勳等，2021），然而，若能將各 OD 起迄旅次依照疫情影響程度與車站周邊特性進行歸納分類，將能更全面性、系統性的了解北捷受疫情影響程度及影響因素。因此，本研究欲探討疫情下何種類型之捷運 OD 起迄旅次影響最大以及最小，此類旅次有無相對應之車站周邊特性，以更系統性的歸納疫情下旅運量抗跌因素及促跌因素，並提供營運單位參考。此外，部分文獻提及桃園醫院、敦睦艦隊感染事件與北捷全系統日旅運量有負面影響卻不顯著（簡佑勳等，2021），因兩事件之地區皆與臺北有些距離，且以全系統日旅運量探討巨觀層面較不易觀察到變化，因此本研究使用分時各站 OD 流量探討微觀層面，針對各車站旅運量進行分析。

本研究回顧有關臺北捷運旅運量之文獻中，大部分皆使用政府資料開放平台的「臺北捷運各站分時進出量統計」資料，且近年來愈頻繁以通用電子地圖呈現

旅運量與不同變數之間的關聯，如：郭巧玲等（2020）繪製出強制戴口罩政策實施前後一週北捷旅運量變化圖（圖 2.2-2），黃歆貽等（2017）繪製出雙北各村里對應之人均搭乘次數（圖 2.2-5），電子地圖能清楚呈現研究內容，其應用領域廣泛。因此，本研究將結合北捷 OD 旅運量之開放資料與通用電子地圖，並使用 GIS 地理資訊系統呈現研究結果。

相關影響因素分析之研究中，張哲寧（2016）及 Guo and Sayed (2020)使用完全貝氏法進行事前事後分析，但由於完全貝氏法假設所有的輸入屬性彼此間是獨立且具有同等的重要性，本研究之資料特性較不適合，因此不採用，其他文獻中使用之方法多為決策樹或迴歸分析，決策樹可針對資料變項複雜且樣本數大之數據進行分析，將同性質資料進行分類，根據不同演算法有不同之分割依據，提供最合適之建模規則，顏利憲（2013）指出若資料交互影響複雜，無法透過掌握數據觀察出可能之影響因素，則適合使用決策樹模式進行分析，本研究認為「臺北捷運各站分時進出量統計」資料與車站周邊特性資料也同為交互影響複雜之關係，北捷主導了車站周邊之發展，重要捷運站點會加速周邊商業區之發展，民眾購屋時也會考慮新屋離捷運站之方便程度，若使用迴歸分析進行研究，依據本研究之資料特性，需要再另外建構模式探討交互影響因子，因此本研究認為採用決策樹分析為合適之方法。

根據上述文獻可發現，現有文獻多針對 2020 年疫情對運輸之影響進行概括描述，較少個別深入探討 2021 年疫情管制對於北捷旅運量及各 OD 起迄旅次之衝擊程度，因此，本研究欲比較 2020 年與 2021 年三級警戒管制時北捷旅運量之差異，並結合車站周邊特性，運用 GIS 地理資訊系統呈現圖資，分析旅次與車站周邊特性之關係，再分別針對受疫情影響程度小及大之捷運 OD 起迄旅次，透過決策樹分析歸納其疫情下旅運量抗跌因素及促跌因素，供相關單位營運之參考。

第三章 研究方法

3.1 資料蒐集

3.1.1 資料蒐集

本研究使用政府資料開放平台中的「臺北捷運各站分時進出量統計」資料集 (<https://data.gov.tw/dataset/128506>)，此資料集(CSV 檔)由臺北捷運公司提供，2017/02/24 始上架至平台，更新頻率為每月，最新資料更新時間為 2021/10/19，本研究主要使用 2020 年 4 月至 6 月、2021 年 4 月至 6 月之旅運量資料進行分析，共 119 個車站（轉乘站皆計為 1 站），總計 5442 萬餘筆 OD 起迄旅次資料，如圖 3.1-1。



	A	B	C	D	E	F
1	日期	時段	進站	出站	人次	
2	2020/4/1	8	東門	南京復興	31	
3	2020/4/1	8	東門	忠孝復興	6	
4	2020/4/1	8	東門	大安	19	
5	2020/4/1	8	東門	科技大樓	11	
6	2020/4/1	8	東門	六張犁	6	
7	2020/4/1	8	東門	麟光	0	
8	2020/4/1	8	東門	辛亥	2	
9	2020/4/1	8	東門	萬芳醫院	6	
10	2020/4/1	8	東門	萬芳社區	1	
11	2020/4/1	8	東門	木柵	2	
12	2020/4/1	8	東門	動物園	5	
13	2020/4/1	8	東門	大直	5	
14	2020/4/1	8	東門	劍南路	7	
15	2020/4/1	8	東門	西湖	23	
16	2020/4/1	8	東門	港墘	15	
17	2020/4/1	8	東門	文德	2	
18	2020/4/1	8	東門	內湖	2	

資料來源：政府資料開放平台

圖 3.1-1 臺北捷運各站分時進出量原始資料示意圖

3.1.2 資料欄位

原始資料欄位共有 5 項：1.日期、2.時段、3.進站、4.出站、5.人次，欄位格式說明如表 3.1-1，若民眾於 8:50 進站，9:10 出站，則時段被記錄為 8。

表 3.1-1 臺北捷運各站分時進出量原始資料之欄位

欄位	說明	格式/單位
日期	進站日期	YYYY/M/D
時段	進站之時段	hh (24 小時制)
進站	進站之捷運站	(車站名稱)
出站	出站之捷運站	(車站名稱)
人次	某一時段某一 OD 旅次總搭乘人次	人次

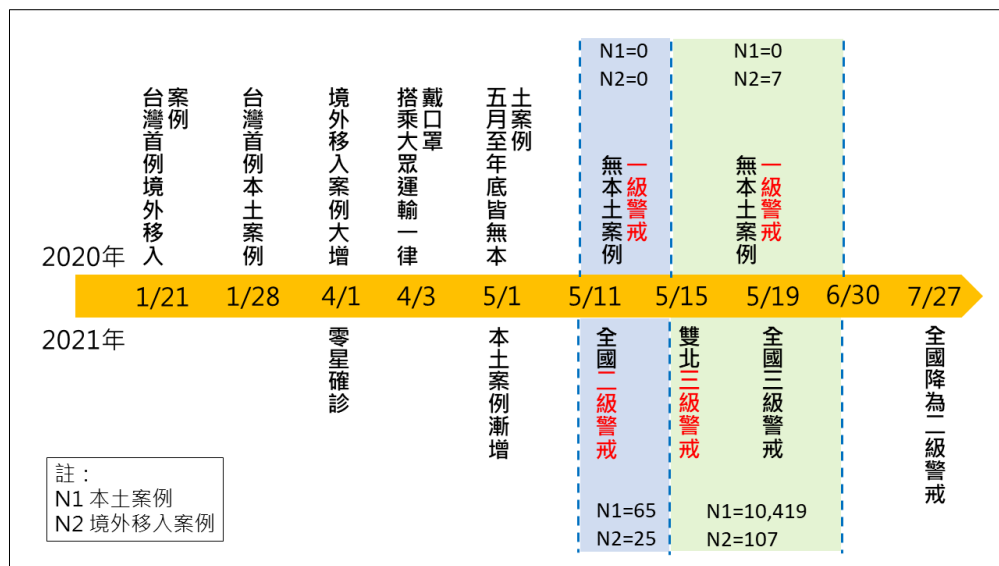
資料來源：本研究整理



3.2 資料處理

3.2.1 旅次分類

將 OD 旅次依照政府實施不同防疫警戒日期（圖 3.2-1），分為 2 大類資料，分別為 2021 年三級警戒時（2021/5/15 至 2021/6/30）與 2020 年零確診時（2020/5/15 至 2020/6/30）之資料，以比較三級警戒管制時車站旅次量、OD 旅次量、OD 延人公里量之變化。



資料來源：衛生福利部疾病管制署（2021）

圖 3.2-1 COVID-19 疫情發展及警戒管制日期

3.2.2 資料擴充

本研究新增旅行距離、OD 延人公里量之資料，以利用 OD 延人公里量之變化探討疫情下旅運量抗跌及促跌因素，根據交通部（2009）定義延人公里為：旅客人數與運輸公里乘積之總和，因此將 OD 旅運量乘以各站間之里程距離得各 OD 延人公里量；再者，將 OD 旅次資料做分群，並且結合車站周邊特性資料，如：各里人口結構、家戶年所得、車站周邊公車路線數、土地使用，分析並歸納各 OD 旅次之特性，如表 3.2-1 所示。

表 3.2-1 以北捷 OD 旅次資料為基礎擴充之欄位

欄位擴充（以起迄對為基礎之旅次）		
欄位*	說明	格式/單位
旅行距離	各站間最短里程距離	公里
延人公里	最短里程距離乘以旅運量	人公里
資料分類（以起迄對為基礎之旅次）		
平、假日	依進站日期區分為平日及假日（含連續假期），因勞動節對不同民眾定義不同，因此資料排除勞動節	平日 假日
尖、離峰	依進站時段區分尖峰及離峰	尖峰： 7-10 點、17-20 點 離峰：其他
轉乘	是否需要轉乘其他路線	是 否
路線	依車站所屬路線區分，轉乘站另計	BL、BR、R、G、O、 Y、轉乘站
欄位擴充：車站周邊特性（以各車站為基礎）		
各里人口結構	車站周邊各里人口數、性別、年齡結構等（幼年 0-14 歲、青壯年 15-64 歲、老年 65 歲以上）	人、%
各里家戶年所得中位數	車站周邊各里之家戶年所得中位數	新台幣
公車路線數	車站周邊提供的轉乘公車路線數	0、1、...
土地使用類別	車站周邊土地使用類別	（各類別）

註：*以下說明各欄位資料來源：旅行距離：but (2020)。各里人口結構：臺北市民政局（2019）、新北市民政局（2020）。各里家戶所得中位數：財政部財政資訊中心（2021）。公車路線數：臺北大眾捷運股份有限公司（2020）。土地使用類別：中華民國內政部國土測繪中心（2022）、臺北市政府都市發展局（2022）、新北市政府城鄉發展局（2022）。其餘資料來源皆為北捷 OD 旅次原始資料。

3.3 研究架構

本研究分析架構流程圖如圖 3.3-1 所示，首先將 2020 年 4 月至 6 月與 2021 年 4 月至 6 月共 5,442 萬筆北捷分時 OD 旅次資料，於 SAS EG 中刪除遺漏值並擷取三級警戒期間 2021 年 5 月 15 日至 6 月 30 日與零確診同期 2020 年 5 月 15 日至 6 月 30 日之旅次資料，共計 2,721 萬筆，再刪除平日離峰資料（星期一至五的 10 點到 17 點、20 點到隔日 7 點），整併資料以整個研究期間為單位，匯出至 Excel，再擴充旅行距離資料、延人公里，計算車站旅次量變化。

車站周邊特性方面，本研究蒐集各里家戶年所得中位數、性別比、老年人口比率、青壯年人口比率、幼年人口比率、人口數、土地使用分區、臺北市觀光遊客統計等資料，使用 QGIS 疊圖分析、環域分析，並計算住宅區面積，得出各車站周邊社經資料。將車站周邊社經資料與旅次資料合併，篩選出運量降幅前後各 20% 之 OD 旅次資料，以更突顯受疫情影響大或小的旅次特性，找到顯著的旅運量抗跌或促跌因素。

本研究透過 SAS Enterprise Miner 進行決策樹分析，將顯著因素製成樹狀圖，也藉由 Tableau 繪出 OD 旅次量變化，Excel 色階圖呈現 OD 延人公里量變化，統整所有上述研究結果，最終得出北捷旅運量影響因素，提出營運規劃建議供相關單位參考。

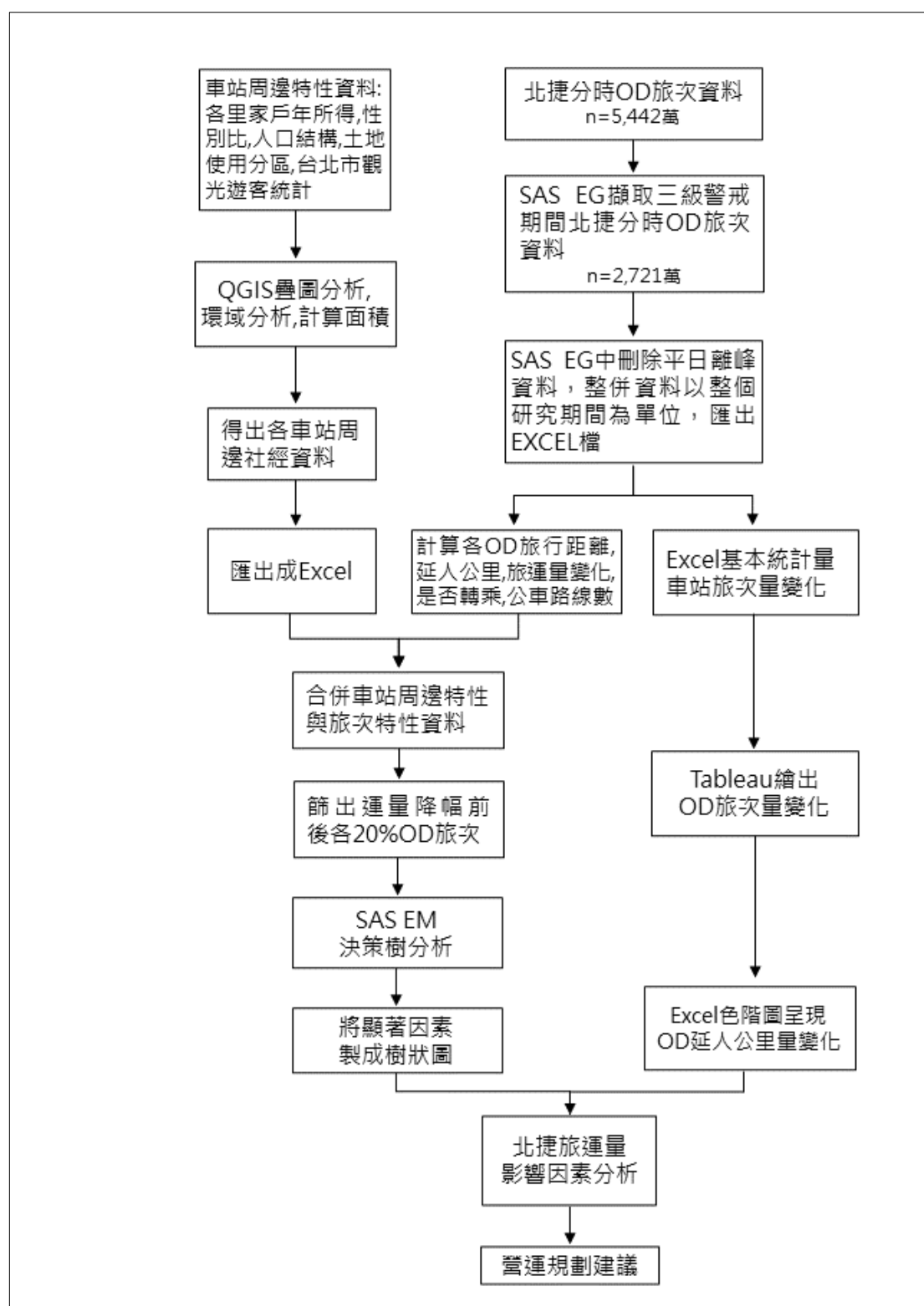


圖 3.3-1 分析架構流程圖

3.4 地理資訊系統

地理資訊系統（Geographical Information Systems, GIS）為整合了空間資料和數據統計呈現資訊的綜合性應用軟體，其主要目的為分析並展示地理空間資訊，進一步引導適當的決策與判定，地理資訊系統應用層面廣泛，從環境保育、流行病防治，到車輛最短路徑之導航等皆有（謝惠紅，2015）。本研究欲使用開源地理資訊系統軟體—Quantum GIS 3.22.2（QGIS）進行分析，圖 3.4-1 為 QGIS 系統介面圖，將 OD 起迄旅次資料與捷運站周邊特性、雙北地區村里界圖電子圖層（內政部國土測繪中心，2021）結合，以清楚呈現旅次特性與車站周邊特性之關聯，提出營運規劃建議。

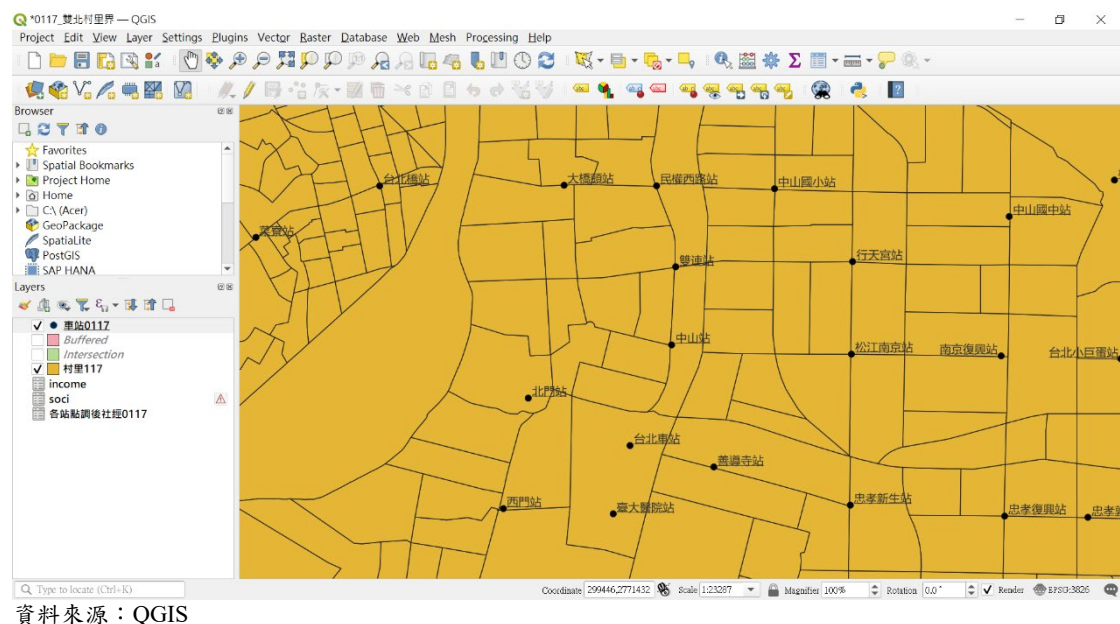


圖 3.4-1 QGIS 地理資訊系統介面圖

3.5 決策樹

決策樹為一種機器學習演算法，功能為將資料依照不同屬性進行分類，以分析資料特性及判斷問題，輔助決策，決策樹之基本架構如圖 3.5-1 所示，資料在各階層依特定變數的屬性值切割，樹狀結構由三種類型之節點組成，包含根節點、內部節點、葉節點，說明如下（黃士軒，2007）：

1. 根節點（Root node）：決策樹的開始點，樣本尚未進行分類，如圖 3.5-1 節點 1；
2. 內部節點（Internal node）：測試的條件，依據變數分割資料，如圖 3.5-1 節點 2；
3. 葉節點（Leaf node）：達收斂之標準，節點不再分割，為資料決策（分類）的結果，如圖 3.5-1 節點 3、4、5。

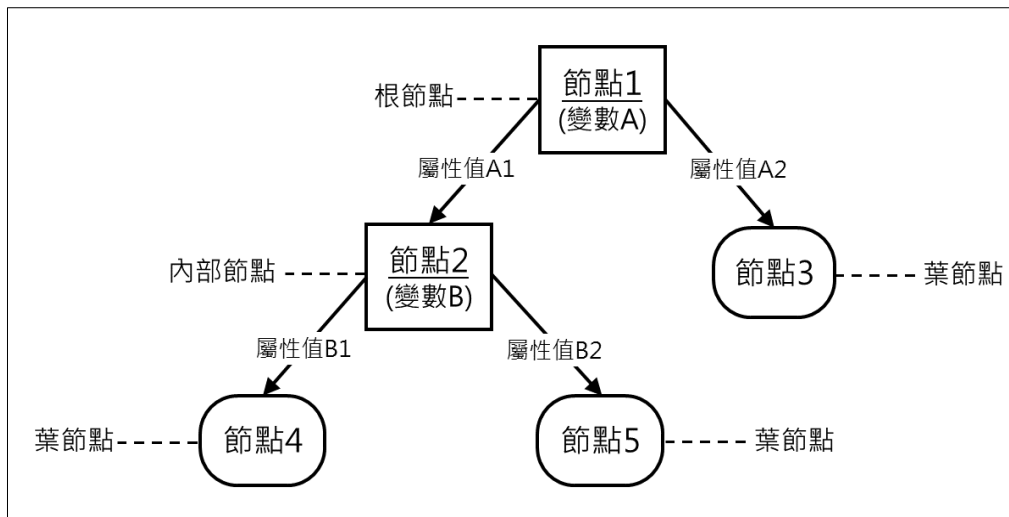
目前決策樹於交通層面之應用多為兩大類，第一類為運輸政策決策（Qiao Y. et al., 2017；盧宗成等，2020），相關應用如：評估淹水後道路是否開放及進行結構測試，或以決策樹模型提出 MaaS 會員之行銷方案，圖 3.5-2 為 MaaS 會員之行銷方案之決策樹架構圖（盧宗成等，2020），依據民眾各運具的月均費用為分類變數，屬性值為系統判斷分群而得，葉節點為各客群適合之方案；第二類為事故因素分析（黃士軒，2007；Zheng Z. et al., 2016），目前應用於台灣交叉路口雙車事故、美國北柯達州（North Dakota）高速公路-鐵路交叉路口事故之因素探討，圖 3.5-3 為交叉路口雙車事故之決策樹架構圖（黃士軒，2007），其針對不同事故車種放入號誌種類、分向設施、分道設施等變數進行分類。

決策樹之演算法有不同的種類，常見的方法有：ID3、CHAID、CART、C4.5等，表 3.5-1 針對常見之決策樹演算法進行比較，以挑選本研究適合之方法，經整理發現 CHAID 演算法建立在因果關係之基礎上，本研究中旅運量下降為「果」，各種旅次、車站周邊變數為「因」，符合研究之探討課題，雖然該演算法無法直接處理離散型變數，會將連續型變數自動分為 10 段處理，不過該演算法從統計顯著性角度確定分支和分割值，進而優化樹的分枝過程，本研究認為應用於模式中仍保有高品質，適合進行建模，因此選擇使用 CHAID 演算法進行決策樹分析；ID3 演算法會傾向選擇子類別多的特性進行分割，模式上可能會減少準確度，因此不採用；C4.5 演算法相對其他演算法要花費較多時間運算對數，加上其適用於小樣本，故本研究也不採用；CART 演算法是近年來最頻繁使用的演算法之一，處理遺漏值及子類別多變數佳，運用上彈性，但劣勢為每節點僅能生成兩分支，考量到本研究有一些連續型變數，如：旅行距離、家戶年所得中位數等，希望分割時能夠有短程、中程、長程，或低所得、一般所得、高所得之呈現，因此不採用 CART 演算法。

表 3.5-1 決策樹演算法之比較

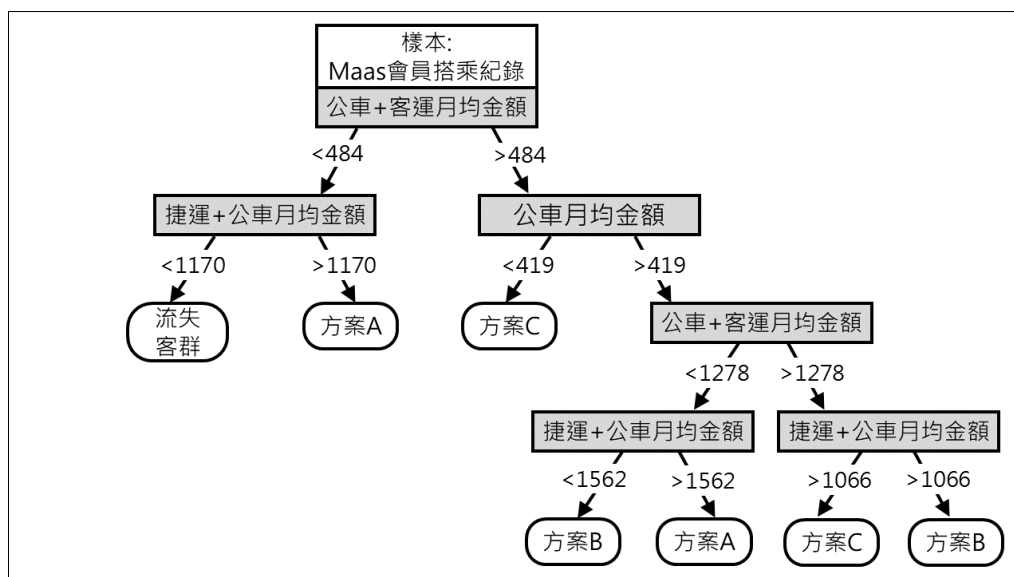
演算法	分割規則	優勢	劣勢
ID3	Entropy、Gain Ratio	模式易於理解	傾向選擇子類別多的特性進行分割
C4.5	Gain Ratio	改善 ID3 的劣勢 可直接處理連續、離散型變數	需花費較多時間進行對數運算
CART	Gini Index	處理遺漏值及子類別多變數佳； 可直接處理連續、離散型變數	每節點僅能生成兩分支
CHAID	Chi-Square Test	從統計顯著性確定分支和分割值，進而優化樹的分枝過程； 建立在因果關係基礎上	連續型變數會自動分為 10 段處理

資料來源：Tseng C. H.(2017)；SAS Taiwan 臺北辦公室（2020）；snowy_sakura (2018)。



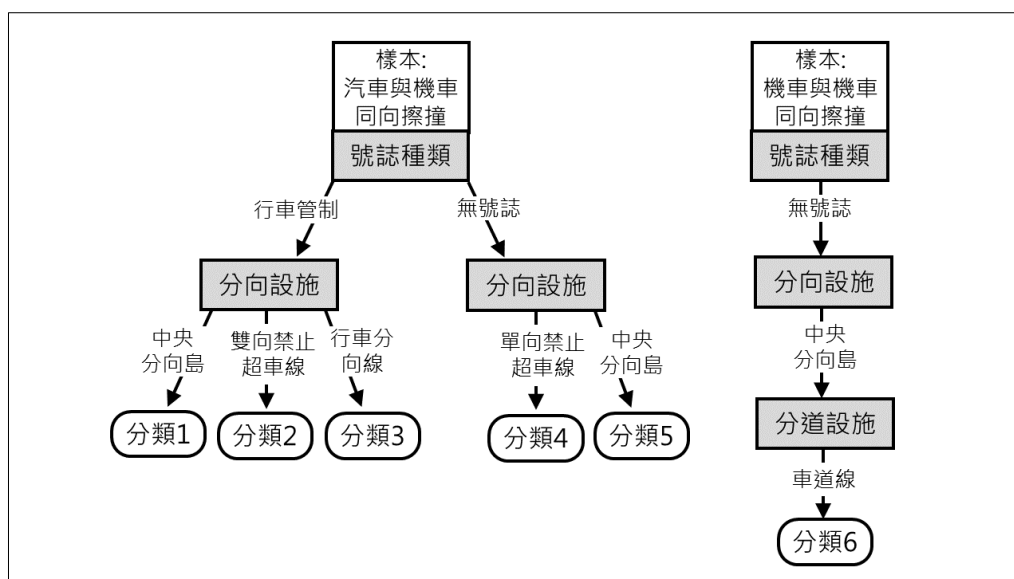
資料來源：黃士軒（2007）

圖 3.5-1 決策樹基本架構圖



資料來源：盧宗成等（2020）

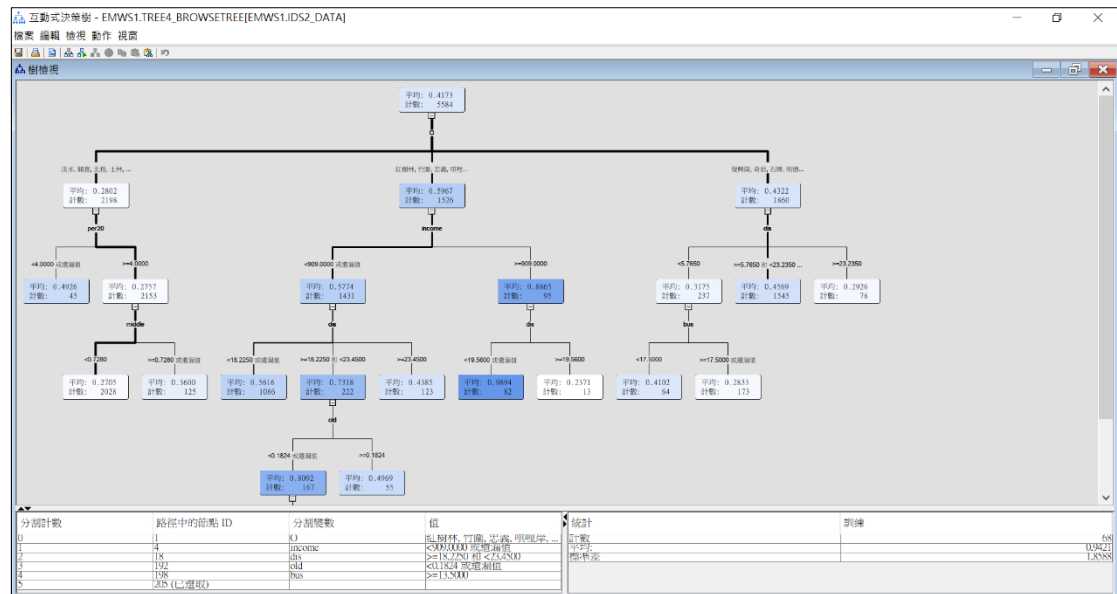
圖 3.5-2 決策樹架構圖-MaaS 會員之行銷方案



資料來源：黃士軒（2007）

圖 3.5-3 決策樹架構圖-交叉路口雙車事故

本研究於 SAS Enterprise Miner 15.1 中使用 CHAID (Chi-Square Automatic Interaction Detector, 卡方自動交叉檢驗) 決策樹演算法進行分析，顯著水準設定為 0.1，圖 3.5-4 為 SAS Enterprise Miner 系統介面圖，利用卡方分析評估兩變數是否需要合併或分割，p-value 與平方誤差總和(Sum of squared errors, SSE)有關，節點中 $-\text{Log}(p\text{-value})$ 愈大代表平方誤差總和愈小，資料間特性差異大，分割時錯誤率較小，預測時準確性將提高，若節點中卡方值愈大，其 $-\text{Log}(p\text{-value})$ 也愈大，p-value 則愈小，本研究將使用 $-\text{Log}(p\text{-value})$ 決定該決策樹是否繼續生長，變數之 $-\text{Log}(p\text{-value})$ 愈大愈傾向進行分割， $-\text{Log}(p\text{-value})$ 愈小愈傾向合併，以 $-\text{Log}(p\text{-value})$ 判斷是否修剪決策樹，避免模式過度分割且複雜，無法針對分析結果提出具體之應用（SAS Taiwan 臺北辦公室，2020；Chong H. Y., 2013）。



資料來源：SAS

圖 3.5-4 SAS Enterprise Miner 系統介面圖

本研究為探討疫情下旅運量抗跌及促跌因素，因此建構兩模式進行分析，分別針對 2020 年及 2021 年 5 月 15 日至 6 月 30 日同期相比延人公里變化率小以及大之 OD 起迄旅次，進行決策樹分析，圖 3.5-5 至圖 3.5-6 為本研究決策樹示意架構，分別以平日尖峰、假日旅次建立模式，透過決策樹歸納旅次特性與車站周邊特性，以探討 COVID-19 對 OD 起迄旅次影響之全貌，供後續規劃參考。

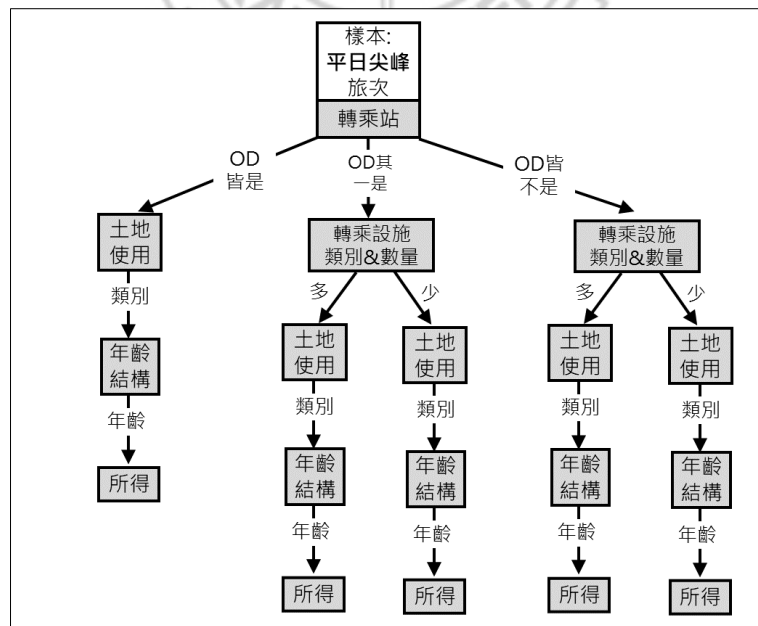


圖 3.5-5 本研究平日尖峰旅次決策樹示意架構

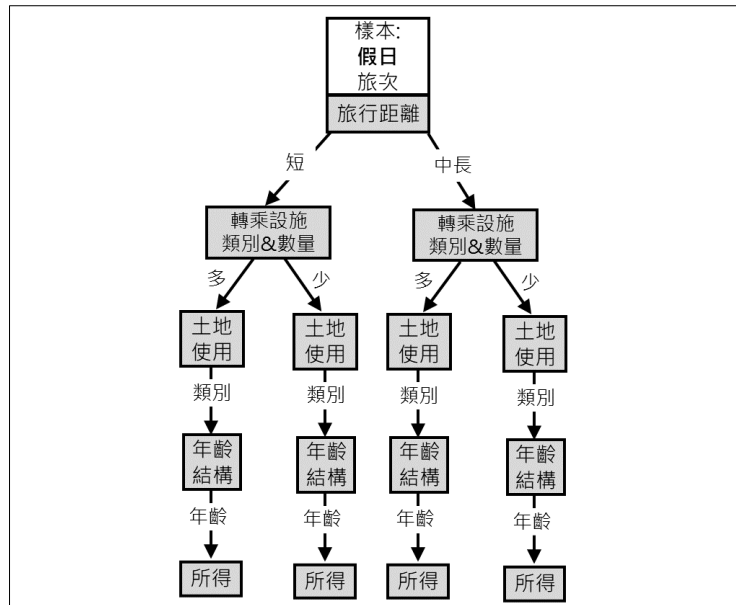


圖 3.5-6 本研究假日旅次決策樹示意架構



第四章 實證分析

4.1 背景說明

本研究以 2020 年 4 月至 6 月、2021 年 4 月至 6 月之臺北捷運旅次資料，共計 5442 萬餘筆為基礎進行分析，並擴充旅次特性、車站周邊特性資料，如：旅行距離、人口結構、家戶年所得、公車路線數等，以更全面探討旅運量影響因素。

雙北地區於 2021 年 5 月 15 日進入三級警戒，7 月 27 日降為二級警戒，其中 5 月 15 日至 6 月 30 日為疫情嚴峻時期，每日新增上百例本土個案，6 月底才降至 50 餘例，表 4.1-1 為疫情嚴峻時（2021 年 5 月 15 日至 6 月 30 日）雙北各地區本土案例數（含校正回歸案例），可以觀察到臺北市萬華區、新北市中和區以及板橋區為疫情熱區，本土案例數破千例，而政府並無提供各里本土案例數的公開資料，因此本研究僅以行政區為單位呈現。

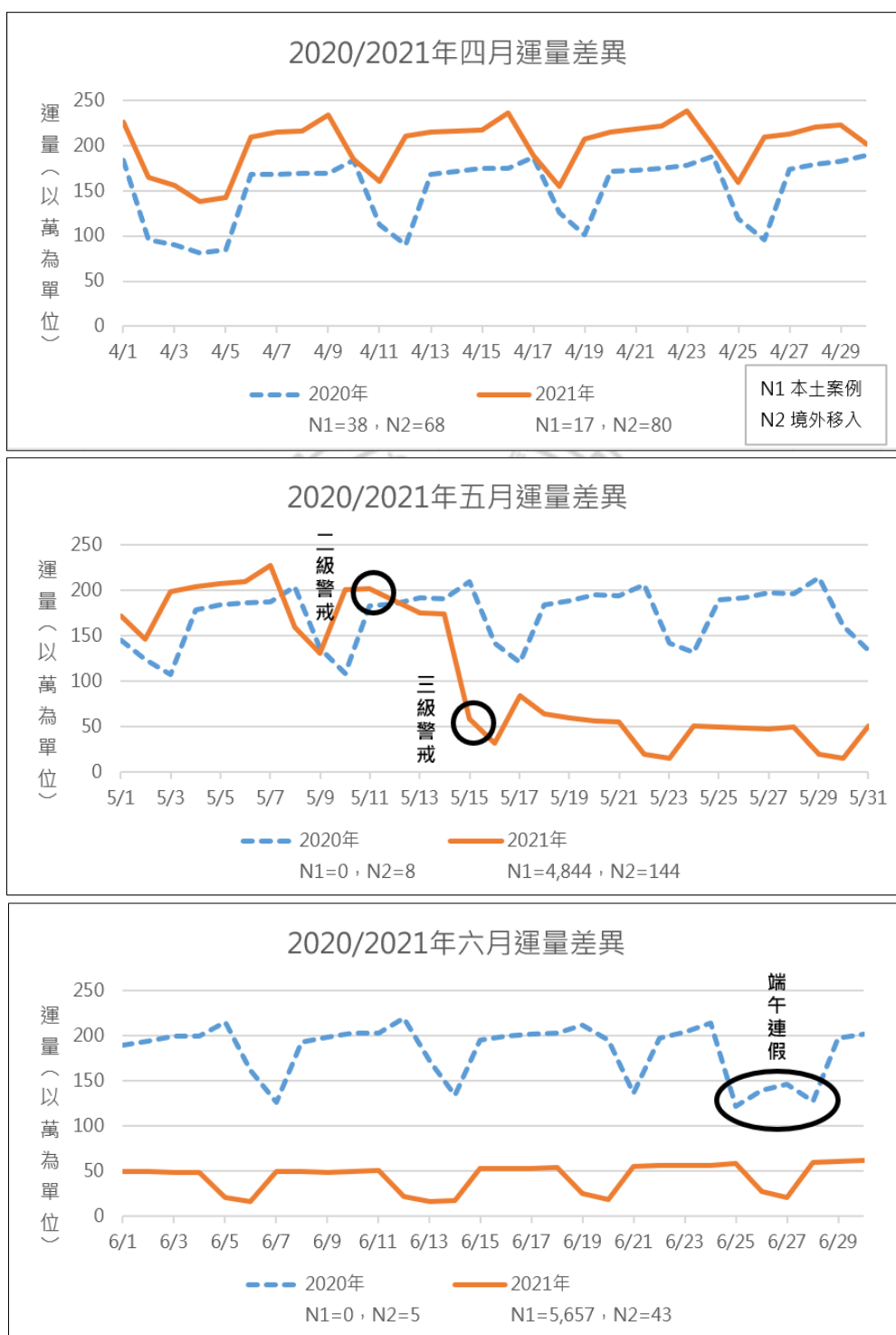
表 4.1-1 疫情嚴峻時雙北各地區本土案例數

縣市	行政區	案例	%	縣市	行政區	案例	%	行政區	案例	%
臺北市 (總計 4,446)	萬華區	1,740	39%	新北市 (總計 6,439)	板橋區	1,327	21%	三峽區	84	1%
	士林區	366	8%		中和區	1,086	17%	林口區	83	1%
	文山區	341	8%		三重區	793	12%	八里區	33	1%
	大同區	286	6%		新莊區	563	9%	鶯歌區	29	<1%
	中正區	267	6%		土城區	470	7%	深坑區	25	<1%
	大安區	263	6%		永和區	465	7%	金山區	19	<1%
	信義區	262	6%		新店區	365	6%	瑞芳區	13	<1%
	中山區	250	6%		蘆洲區	286	4%	石碇區	11	<1%
	北投區	222	5%		汐止區	198	3%	三芝區	7	<1%
	松山區	167	4%		樹林區	182	3%	石門區	4	<1%
	內湖區	149	3%		五股區	165	3%	萬里區	4	<1%
	南港區	133	3%		淡水區	132	2%	烏來區	2	<1%
					泰山區	92	1%	坪林區	1	<1%

資料來源：衛生福利部疾病管制署（2021）

疫情下每日北捷搭乘人次旅運量變化如圖 4.1-1 所示，2020 年及 2021 年四月全國本土案例數不多，僅零星感染個案，北捷旅運量維持在 200 萬人次上下，受疫情影響程度小；2021 年 5 月 11 日（二）至 5 月 14 日（五）政府實施全國二級警戒管制下，每日旅運量相比前一周略降 20 萬人次左右，2021 年 5 月 15 日

雙北地區實施三級警戒管制當日，旅運量驟降至約 60 萬人次，及至六月平日旅運量仍僅剩 50 萬人次，假日 20 萬人次，相比 2020 年五月、六月本土零確診時期，2021 年五月、六月北捷搭乘人次僅剩四分之一，受疫情影響程度極大。



資料來源：本研究整理

圖 4.1-1 疫情下每日北捷搭乘人次旅運量變化

4.2 旅運量差異程度分析

4.2.1 車站旅次量變化

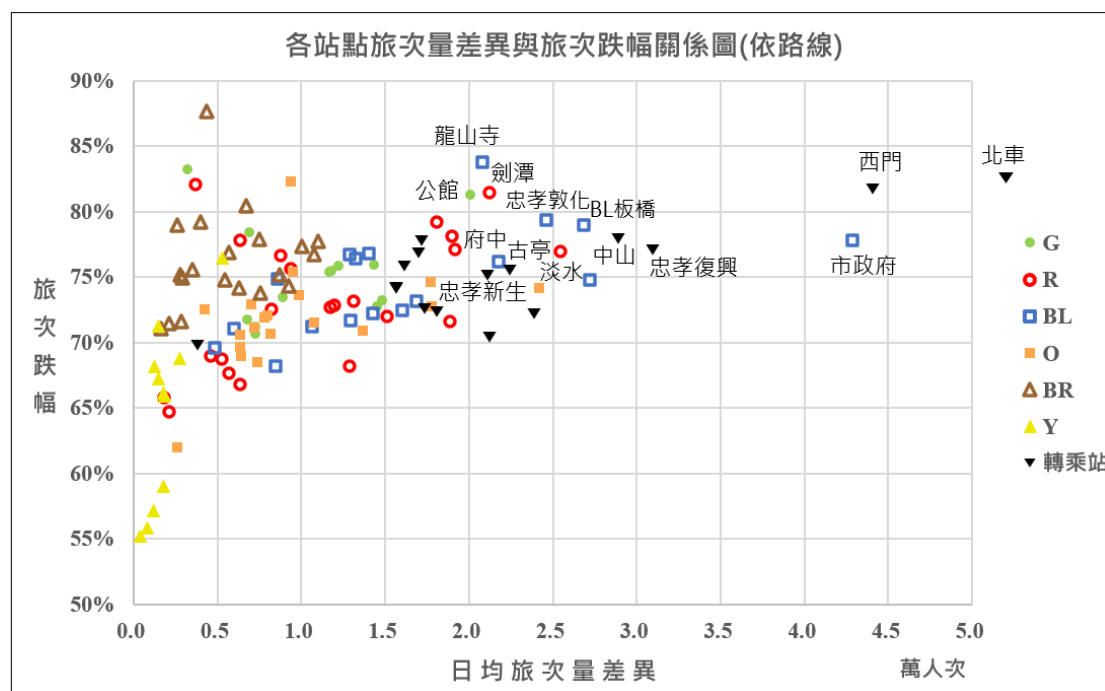


圖 4.2-1 各站點旅次量差異與旅次跌幅關係圖（依路線別）

本研究比較 2021 年 5 月 15 日至 6 月 30 日疫情嚴峻時與 2020 年同期零確診時的旅次量，依路線別繪製成圖 4.2-1 各車站旅次量差異與旅次跌幅關係圖，其中臺北車站旅次量差異最大（落在圖外），在三級警戒期間平均每日下降 10 萬人次，相較 2020 年同期跌幅 83%，依路線別來觀察可發現藍線車站在旅次量差異上（x 軸）分布範圍最大，依序為紅線、橘線、綠線、棕線、黃線，代表藍線各站旅次量變異數最大，黃線變異數最小，統計分析上變異數愈大表示離散程度愈大，各路線之變異數與其旅次量有關，路線旅次量由高至低依序為藍線、紅線、橘線、綠線、棕線、黃線，與路線變異數排序一致，可發現旅次量愈大之路線其變異數也愈大，推測原因為除了黃線外，無論各站旅運量高低其旅次跌幅皆落在 70-80% 之間，因此旅次量愈高，旅次量差異就愈大，而高旅運量之車站集中於藍線（如表 4.2-1 所示），其次紅線、橘線，綠線、棕線、黃線車站旅次量較低，變異數也較小。

表 4.2-1 零確診時期旅次量最多前十名的車站

	車站	路線	日均旅次量(人次)
1	臺北車站	轉乘站	122,866
2	市政府	藍線	55,105
3	西門	轉乘站	53,903
4	忠孝復興	轉乘站	40,172
5	中山	轉乘站	37,032
6	新埔	藍線	36,346
7	BL 板橋	藍線	33,993
8	淡水	紅線	33,062
9	南京復興	轉乘站	33,044
10	頂溪	橘線	32,605

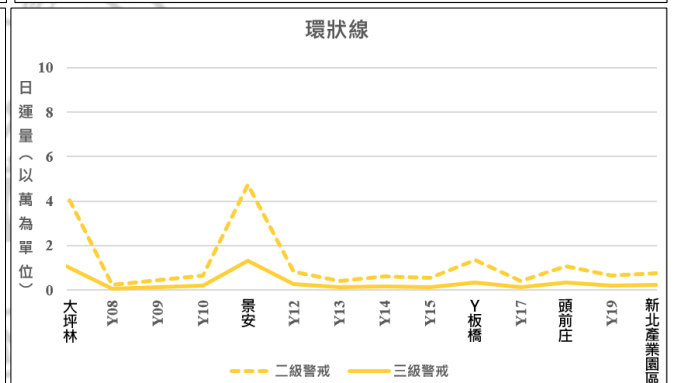
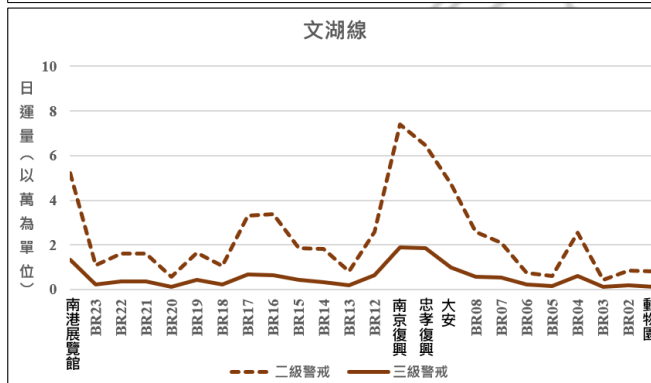
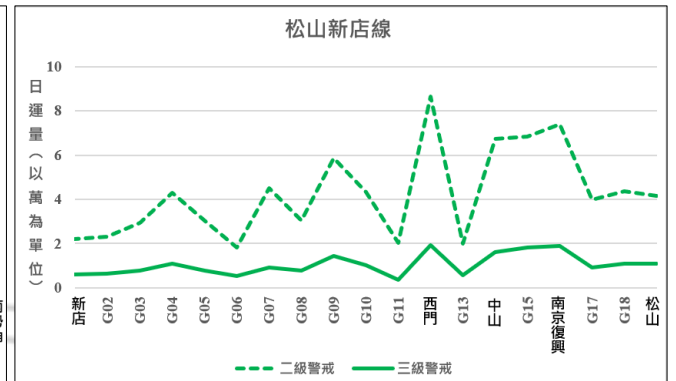
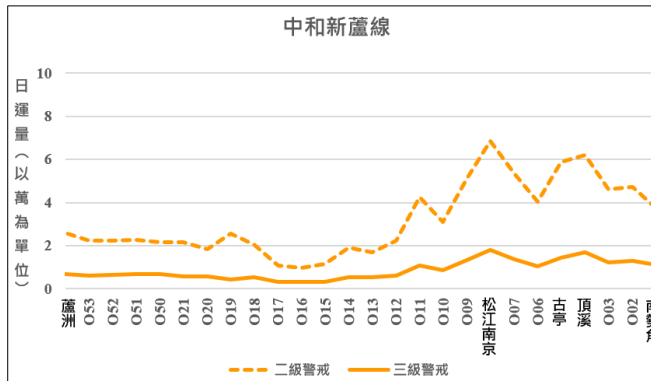
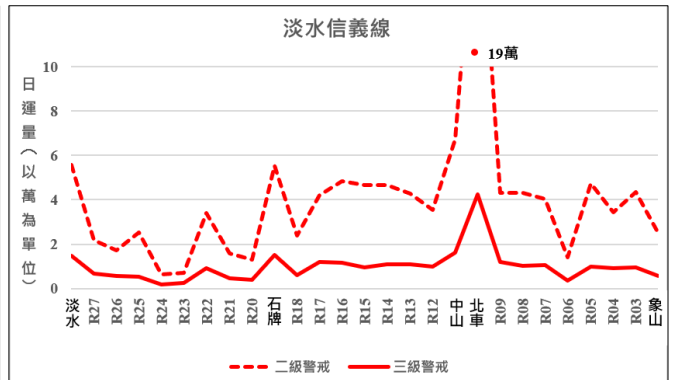
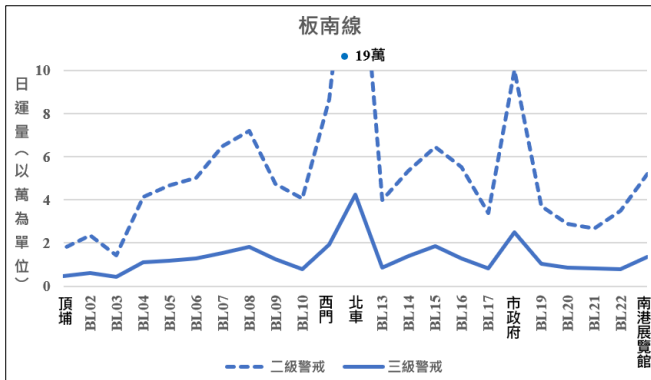
註：統計資料期間為 2020 年 5 月 15 日至 6 月 30 日，以車站進站量計算。

資料來源：本研究整理

旅次量減少幅度較大的站點位於圖 4.2-1 的右上角，本研究設定門檻：日均旅次量差異大於 2 萬人次、旅次跌幅大於 75% 為降幅前十四大車站，以作為後續分析之分類，包含：北車、西門、市政府、忠孝復興、中山、BL 板橋、忠孝敦化、劍潭、龍山寺、公館、淡水、府中、古亭、忠孝新生。

旅次量減少幅度最小的站點位於圖 4.2-1 的左下角，可以發現幾乎為環狀線之站點，且日均旅次量差異少於 3,000 人次，降幅由小到大前十名車站依序為十四張、橋和、中原、新北產業園區、先嗇宮、復興崗、忠義、景平、幸福、紅樹林。

本研究繪製圖 4.2-2 以觀察各路線車站之運量變化，二級警戒與三級相比，各車站運量下降幅度大，板南線和淡水信義線上的臺北車站明顯有最大之運量，中和新蘆線從大橋頭至南勢角區間有較多的運量，環狀線除了轉乘站的大坪林、景安以外，其餘車站總運量皆較低，整體來看，在三級警戒下各車站彼此間總運量差異較二級警戒不明顯，運量愈大之車站下降幅度愈大。反之亦然。其中轉乘站總運量為雙線車站合計，例如：淡水信義線之臺北車站總運量會與板南線之臺北車站總運量合計，因此轉乘站總運量明顯較其他車站多。



註：不含支線，轉乘站總運量為雙線車站合計。

資料來源：本研究整理

圖 4.2-2 各路線各站總運量（進站量+出站量）變化示意圖

4.2.2 OD 起迄旅次量變化

1. 變化大的 OD 起迄對

本研究蒐集 119 個捷運站，共 14,161 個 OD 起迄旅次，初步分析後發現有 80 個 OD 旅次旅運量在疫情下直接歸零，這些旅次的起迄站幾乎都是環狀線旅運量少的站點，如：十四張、新埔民生、橋和、Y 板橋（為區分板南線及環狀線的板橋站，於站名前標記路線），旅運量墊底的環狀線在疫情下更冷清，而本研究為探討更全面的 OD 旅次，在呈現旅次量變化時，會將歸零的 OD 旅次刪除，以分析其他旅次的變化量。

經由 4.2.1 節已觀察到旅次量降幅前十四大車站為北車、西門、市政府、忠孝復興、中山、BL 板橋、忠孝敦化、劍潭、龍山寺、公館、淡水、府中、古亭、忠孝新生，以上述站點為任一起迄端之旅次相比其他旅次影響更為嚴重，為更深入地探討旅次量降幅大的 OD 旅次，本研究將降幅前十四大車站之 OD 起迄旅次獨立製成一矩形樹狀圖，如圖 4.2-3 所示，取前 40 名旅次量差異大之旅次觀察，其餘站點之 OD 旅次另由圖 4.2-4 呈現，由於疫情下各旅次跌幅程度皆大，因此圖中以 OD 旅次之日均旅次量差異為排序依據，以更有鑑別度地分析不同旅次之差異。

由圖 4.2-3 可發現在降幅前十四大車站中，疫情嚴峻下「西門-北車」旅次較 2020 年同期零確診時跌幅高達 90%，日均旅次量差異為 4,112 人次，是北捷全系統中 OD 旅次量減少最多的旅次，其次為「北車-市政府」旅次，跌幅 83%，日均旅次量差異為 4,103 人次，圖中除了觀察到旅次有成對特性，「O-D」與「D-O」旅次量、跌幅相似，也發現許多往返北車、市政府、BL 板橋之旅次在疫情下減少最多，大部分旅次的起迄端皆為旅次量降幅前十四大的車站，唯有「石牌-北車」、「臺北 101/世貿-北車」、「北車-士林」、「新埔-BL 板橋」、「市政府-南港」、「中正紀念堂-北車」旅次其中一端點不是降幅前十四大車站。

排除降幅前十四大車站之 OD 起迄矩形樹狀圖由圖 4.2-4 呈現，「松山-南京三民」旅次量減少最多，日均旅次量減少 1,205 人次，跌幅 72%，其次為「松山-臺北小巨蛋」旅次，日均旅次量減少 1,182 人次，跌幅 75%；其中方格顏色最深的旅次為「北投-士林」、「圓山-士林」，雖然旅次跌幅大於 80%，但旅次量減少較少。綜觀疫情下旅次量降幅大的各 OD 旅次，發現大部分旅次之起迄站皆位於同路線，無需轉乘，且旅行距離多屬於短程，在 5 個站間距離以內。

西門-台北車站 90% 4,112	淡水-台北車站 86% 3,061	台北車站-忠孝敦化 85% 2,471						
		忠孝敦化-台北車站 85% 2,372	忠孝敦化-市政府 86% 2,235					
台北車站-市政府 83% 4,103	台北車站-淡水 86% 2,715	台北車站-劍潭 86% 2,352	新埔-BL板橋 83% 2,221					
	忠孝復興-台北車站 84% 2,714	市政府-忠孝敦化 88% 2,341	忠孝新生-台北車站 85% 2,217	BL板橋-新埔 83% 1,971				
台北車站-西門 90% 4,044	台北車站-忠孝復興 83% 2,662	台北車站-石牌 80% 2,323	公館-台北車站 86% 2,212	台北車站-士林 84% 1,946	市政府-忠孝復興 83% 1,818			
		台北101/世貿-台北車站 87% 2,318	石牌-台北車站 79% 2,199	台北車站-中山 85% 1,939	忠孝復興-市政府 82% 1,768			
市政府-台北車站 84% 3,995	劍潭-台北車站 87% 2,636				市政府-南港 78% 1,732	台北車站-新埔 78% 1,704		

註：方格大小反映日均旅次量差異，顏色深淺反映旅次跌幅，方格愈大、愈深則旅次減少愈多。

資料來源：本研究整理

圖 4.2-3 降幅前十四大車站之 OD 起迄矩形樹狀圖

松山-南京三民 72% 1,205	新埔-江子翠 75% 1,132	松山-松江南京 70% 847	圓山-石牌 73% 725	頂溪-行天宮 73% 694	士林-石牌 74% 686	石牌-圓山 72% 684	圓山-士林 80% 681	
			海山-新埔 76% 724					
松山-台北小巨蛋 75% 1,182	南京復興-松山 69% 1,062	新埔-海山 77% 832	南港-後山埤 77% 724	南港展覽館-西湖 73% 666	北投-石牌 73% 656	北投-士林 81% 656		
南京三民-松山 72% 1,168	江子翠-新埔 74% 995	石牌-北投 75% 802	後山埤-南港 75% 713	行天宮-頂溪 71% 664				
台北小巨蛋-松山 75% 1,160	新埔-亞東醫院 72% 955	松江南京-松山 68% 768	松江南京-頂溪 68% 712	士林-圓山 80% 662	南港-永春 75% 634		頂溪-景安 73% 618	
					石牌-士林 74% 632			
松山-南京復興 70% 1,133	亞東醫院-新埔 70% 900	士林-北投 79% 737	頂溪-松江南京 69% 711	永春-南港 75% 660	東門-頂溪 75% 622	南港展覽館-南港 79% 610		

註：方格大小反映日均旅次量差異，顏色深淺反映旅次跌幅，方格愈大、愈深則旅次減少愈多。

資料來源：本研究整理

圖 4.2-4 排除降幅前十四大車站之 OD 起迄矩形樹狀圖

2. 變化小的 OD 起迄對

經由 4.2.1 節已觀察到旅次量降幅前十小車站為十四張、橋和、中原、新北產業園區、先嗇宮、復興崗、忠義、景平、幸福、紅樹林，以上述站點為任一起迄端之旅次相比其他旅次影響較小，為更有系統地探討旅次量降幅小的 OD 旅次，因此本研究將降幅前十小車站之旅次獨立製成圖 4.2-5，取前 40 名旅次量差異大之 OD 旅次探討，其餘站點之 OD 旅次另由圖 4.2-6 所示。

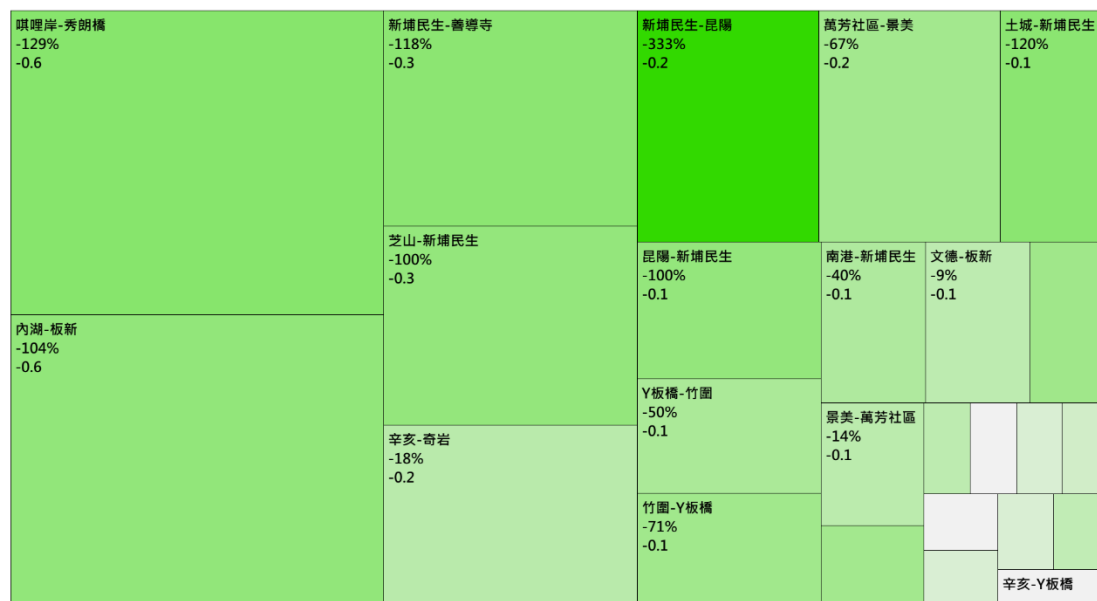
圖 4.2-5 為降幅前十小車站之 OD 起迄矩形樹狀圖，可看見旅次跌幅及日均旅次量差異皆為負數，代表 OD 旅次在三級警戒下旅運量不減反增，由數據可觀察到旅次漲幅變化很大，從 3% 到 475% 皆有，但日均旅次量卻僅微幅增加 0.1 至 3.1 人次，因為這些 OD 原本零確診時旅次量就低，相較其他旅次會有比例放大的現象產生，例如：「木柵-新北產業園區」2020 年 5 月 15 日至 6 月 30 日零確診下總旅次量僅有 4 人次（共 45 天），日均旅次量 0.09 人次，2021 年同期三級警戒下總旅次量共 23 人次，日均旅次量 0.51 人次，因而造成該 OD 旅次在疫情嚴峻下漲幅高達 475%，日均旅次量卻僅增加 0.4 人次。降幅前十小車站之 OD 起迄中，「十四張-南京三民」之旅次量增加最多，每日增加 3.1 人次往返，其次為「先嗇宮-十四張」旅次，每日增加 2.2 人次往返。



註：方格大小反映日均旅次量差異，顏色深淺反映旅次跌幅，方格愈大、愈深則旅次減少愈少。
資料來源：本研究整理

圖 4.2-5 降幅前十小車站之 OD 起迄矩形樹狀圖

排除降幅前十小車站之 OD 起迄如圖 4.2-6 所示，大部分旅次量同樣也不減反增，「唶哩岸-秀朗橋」與「內湖-板新」之旅次量增加最多，每日增加 0.6 人次往返。由圖 4.2-6 也可發現受疫情影響程度小的 OD 旅次中，除了環狀線的秀朗橋、板新、新埔民生、Y 板橋站外，起迄站點多分佈在四個行政區：北投區（唶哩岸、奇岩）、文山區（辛亥、萬芳社區、景美）、內湖區（內湖、文德）、南港區（昆陽、南港）。



註：方格大小反映日均旅次量差異，顏色深淺反映旅次跌幅，方格愈大、愈深則旅次減少愈少。
資料來源：本研究整理

圖 4.2-6 排除降幅前十小車站之 OD 起迄矩形樹狀圖

4.2.3 OD 起迄延人公里量變化

有別於旅次量，延人公里量可同時考慮搭乘人數和旅行距離，根據交通部（2009）定義延人公里為：旅客人數與運輸公里乘積之總和，因此將 OD 旅次量乘以各站間之里程距離得各 OD 延人公里量。表 4.2-2 為三級警戒時各路線總延人公里量，統計資料期間為 2021 年 5 月 15 日至 6 月 30 日疫情最為嚴峻時，由表可知板南線和淡水信義線為北捷全系統延人公里量前 2 名之路線，因此本研究特別分析此兩路線在疫情嚴峻時 2021 年 5 月 15 日至 6 月 30 日之 OD 旅次。初步分析 O 起站為淡水信義線之旅次後，發現由「淡水」、「復興崗」出發的旅次有明顯變化，圖 4.2-7 呈現淡水、復興崗部分 OD 延人公里量和旅次量，格子顏色越深代表 OD 旅運量越大，越淺則 OD 旅運量越小，可觀察到「淡水」至淡水信義線、板南線站點的旅次在疫情下旅次量過半數呈現深灰色，但延人公里量卻呈現淺灰色較多，顯示北捷全系統下民眾在疫情嚴峻時由淡水出發的中長程旅次是多的，且集中在淡水信義線以及板南線上；「復興崗」至淡水信義線、板南線、中和新蘆線之 OD 旅次量大多皆呈現白色，旅次量少，但延人公里量多呈現淺灰色，旅運量不算低，顯示在疫情嚴峻時復興崗至各站的中長程旅次也是不少的，尤其是南港展覽館至西門區間以及行天宮至南勢角區間。

初步分析 O 起站為板南線之旅次後，觀察到 OD 延人公里量較大值集中於南港展覽館至海山區間的旅次，如圖 4.2-8 所示，除了些許鄰近兩站點之 OD 延人公里量較小外（呈現淺灰色），其餘旅次之延人公里量皆大，顯示南港展覽館至海山區間的 OD 延人公里量為全系統最高。

表 4.2-2 三級警戒時各路線總延人公里量

路線	延人公里量（人公里）
板南線	55,589,398
淡水信義線	51,836,446
中和新蘆線	40,511,956
松山新店線	33,850,348
文湖線	25,454,618
環狀線	8,477,222

資料來源：本研究整理。

D\O	淡水(延人公里量)	淡水(旅次量)	D\O	復興崗(延人公里量)	復興崗(旅次量)
淡水	-	3,417	台大醫院	15,112	1,158
紅樹林	18,135	8,761	中正紀念堂	6,762	483
竹圍	53,372	13,343	東門	5,867	386
關渡	83,901	13,868	大安森林公園	2,267	143
忠義	23,985	3,461	大安	9,186	572
復興崗	24,089	2,878	信義安和	8,021	476
北投	119,171	11,929	台北101/世貿	11,314	631
奇岩	76,906	7,154	象山	5,543	295
唹哩岸	41,483	3,573	新北投	654	246
石牌	266,830	20,765	南港展覽館	8,935	389
明德	69,790	5,185	南港	5,001	229
芝山	168,911	11,779	昆陽	6,425	311
士林	206,789	13,498	後山埤	3,367	174
劍潭	114,282	6,922	永春	4,243	229
圓山	212,429	11,782	市政府	9,808	564
民權西路	193,091	10,136	國父紀念館	5,276	319
雙連	180,137	9,186	忠孝敦化	4,765	301
中山	205,248	10,186	忠孝復興	6,307	416
台北車站	474,137	22,817	忠孝新生	5,514	393
台大醫院	149,763	6,995	善導寺	5,563	425
中正紀念堂	96,550	4,318	西門	6,302	456
東門	78,950	3,351	龍山寺	2,022	134
大安森林公園	36,257	1,497	江子翠	2,544	140
大安	93,689	3,835	新埔	7,768	408
信義安和	139,038	5,513	板橋BL	7,982	393
台北101/世貿	130,790	4,973	府中	2,851	136
象山	76,292	2,809	亞東醫院	5,236	235
新北投	24,123	2,189	海山	4,706	203
南港展覽館	45,067	1,438	土城	2,094	85
南港	25,467	843	永寧	1,907	74
昆陽	41,208	1,420	頂埔	4,191	152
後山埤	22,140	799	大橋頭站	2,354	207
永春	38,252	1,422	中山國小	3,549	313
市政府	112,906	4,383	行天宮	7,669	625
國父紀念館	44,763	1,797	松江南京	12,750	974
忠孝敦化	69,280	2,864	古亭	6,079	401
忠孝復興	93,391	3,969	頂溪	6,893	398
忠孝新生	71,904	3,210	永安市場	7,914	425
善導寺	58,350	2,719	景安	7,117	360
西門	107,821	4,859	南勢角	7,243	354

註：越接近深灰色代表 OD 旅運量位在最大值前 2%，越接近白色代表位在最小值前 2%。單位：人公里。

資料來源：本研究整理

圖 4.2-7 北捷淡水、復興崗站部分 OD 延人公里量和旅次量

D/O	南港展覽館	南港	昆陽	後山埤	永春	市政府	國父紀念館	忠孝敦化	忠孝復興	忠孝新生	善導寺	西門	龍山寺	江子翠	新埔	板橋BL	府中	亞東醫院	海山
南港展覽館	-	9,255	8,020	36,267	53,685	128,781	46,881	76,383	83,095	54,407	44,792	87,047	42,923	73,873	118,680	86,874	77,132	81,188	85,208
南港	8,144	-	10,591	26,825	32,825	97,807	32,659	55,504	53,306	41,149	23,232	37,478	18,122	40,063	53,593	32,774	39,852	39,064	36,113
昆陽	8,881	10,523	-	8,856	16,812	51,967	21,576	31,247	26,642	27,740	28,774	56,047	39,045	62,305	100,135	68,357	76,952	73,626	72,542
後山埤	35,458	24,550	7,556	-	6,402	40,156	17,234	29,140	34,635	22,110	24,013	45,156	21,263	37,406	54,211	42,620	45,243	35,843	43,520
永春	54,450	31,766	14,714	6,221	-	24,369	13,120	27,366	34,462	27,734	27,354	56,285	30,244	39,068	73,715	68,628	56,130	53,936	42,470
市政府	133,758	100,009	52,304	38,473	23,210	-	8,717	25,905	38,349	34,141	39,204	112,002	89,641	159,571	261,570	201,588	232,640	210,559	177,649
國父紀念館	51,890	31,705	21,350	16,967	12,147	8,227	-	1,171	5,896	7,079	7,598	27,928	20,401	49,124	82,510	59,346	65,926	68,936	63,201
忠孝敦化	82,011	54,896	31,329	29,853	27,639	22,442	1,038	-	3,276	8,332	8,935	38,033	31,173	77,058	147,359	87,003	115,044	119,634	102,155
忠孝復興	91,525	56,363	25,883	36,327	33,218	38,078	5,493	3,498	-	7,389	10,100	48,032	35,518	84,379	149,339	115,151	134,833	124,519	113,977
忠孝新生	61,576	40,985	25,705	22,621	26,586	30,472	6,812	7,799	6,595	-	2,865	20,292	17,487	45,480	71,936	65,654	77,271	67,896	81,980
善導寺	51,932	22,452	28,721	27,162	28,754	36,484	8,169	9,401	8,954	2,805	-	9,067	8,381	32,031	67,937	47,821	60,699	62,821	59,787
西門	86,784	32,580	49,678	46,654	52,186	101,682	24,592	36,668	43,731	20,563	9,594	-	5,330	48,698	83,697	83,727	101,238	89,033	94,938
龍山寺	39,740	17,261	30,796	21,542	27,510	74,742	17,710	26,664	30,051	16,757	7,909	5,178	-	11,966	28,017	19,173	23,220	27,394	21,204
江子翠	79,854	41,097	59,851	40,532	41,948	160,012	47,647	79,659	89,736	48,418	33,856	51,474	11,799	-	15,088	35,145	23,878	34,553	23,347
新埔	122,860	50,476	98,572	58,869	76,432	261,047	83,448	141,967	156,954	75,571	68,749	84,825	28,401	13,993	-	23,044	25,150	55,471	42,832
板橋BL	105,539	38,257	77,261	49,525	75,367	227,569	71,613	104,870	140,673	77,236	54,624	94,514	22,065	36,780	26,227	-	-	31,396	48,207
府中	70,284	32,238	67,465	43,599	48,051	203,602	55,143	106,910	120,920	69,109	53,234	85,787	18,975	21,778	22,276	5,817	-	9,986	14,628
亞東醫院	75,628	36,206	63,056	36,550	49,008	179,139	58,309	108,289	108,214	64,975	57,119	79,076	26,337	34,890	54,977	28,063	11,166	-	4,731
海山	86,361	39,368	68,736	44,832	42,774	182,790	63,350	107,139	124,720	85,282	64,806	100,498	23,291	25,311	45,426	49,700	17,736	4,920	-

註：越接近深灰色代表 OD 旅運量位在最大值前 2%，越接近白色代表位在最小值前 2%。單位：人公里。
資料來源：本研究整理

圖 4.2-8 北捷南港展覽館至海山區間部分 OD 延人公里量

統計並比較 2021 年 5 月 15 日至 6 月 30 日三級警戒時與 2020 年同期零確診時延人公里變化量最多前十名的車站，如表 4.2-3 所示，臺北車站為延人公里變化量最大的車站，三級警戒時下降了 26 百萬延人公里，其次為淡水站，下降了 22 百萬延人公里，前兩名與其他車站的變化量差異極大，第三名僅下降 13 百萬延人公里，延人公里變化量前十名的車站中有 5 站同樣屬於旅次量差異大前 10 名（詳圖 4.2-1），包含：臺北車站、市政府、西門、BL 板橋、忠孝復興。

表 4.2-3 延人公里變化量最多前十名的車站

車站	零確診時 延人公里	三級警戒時 延人公里	變化量
1 臺北車站	32,815,069	5,868,571	26,946,499
2 淡水	28,870,027	6,270,245	22,599,783
3 市政府	18,251,448	4,439,295	13,812,153
4 西門	15,081,193	2,894,399	12,186,794
5 BL 板橋	12,853,190	2,894,964	9,958,225
6 新埔	13,423,156	3,503,831	9,919,325
7 府中	12,182,983	3,038,124	9,144,859
8 忠孝復興	11,583,796	2,928,316	8,655,480
9 南港展覽館	11,428,243	3,236,895	8,191,348
10 頂溪	10,574,525	2,691,304	7,883,221

資料來源：本研究整理

表 4.2-4 延人公里變化量最多前十名的 OD 旅次

O	D	零確診時 延人公里	三級警戒時 延人公里	變化量
1 淡水	臺北車站	3,336,021	474,137	2,861,884
2 臺北車站	淡水	2,963,831	424,889	2,538,942
3 臺北車站	市政府	1,104,300	184,733	919,567
4 市政府	臺北車站	1,062,274	167,064	895,210
5 臺北車站	石牌	1,040,767	210,712	830,056
6 市政府	BL 板橋	1,035,818	227,569	808,250
7 淡水	圓山	1,019,542	212,429	807,113
8 石牌	臺北車站	991,968	206,154	785,814
9 圓山	淡水	909,866	186,466	723,400
10 新埔	市政府	983,921	261,570	722,351

資料來源：本研究整理

疫情下延人公里變化量最多前十名的 OD 旅次如表 4.2-4 所示，第一名為「淡水-臺北車站」，其次為「臺北車站-淡水」，兩 OD 旅次變化量超過 250 萬延人公里，與第三名的「臺北車站-市政府」91 萬延人公里差距甚大；由表中也可以觀察到前十名中有 8 個 OD 為成對旅次，僅有「市政府-BL 板橋」及「新埔-市政府」不是，且任一起迄站為臺北車站的旅次就佔了 6 個。



4.3 旅運量影響因素分析

本研究將北捷各 OD 之延人公里量結合旅次特性、車站周邊特性等資料，針對平日尖峰、假日旅次個別建構決策樹進行分析，以探討並歸納 COVID-19 影響北捷旅運量之影響因素。由於北捷平日尖峰 7-10 點、17-20 點時段佔全時段 52% 旅次量，如表 4.3-1 所示，過半旅次量集中在尖峰時段，且離峰旅次彈性較大，因此本研究不探討平日離峰旅運量影響因素。

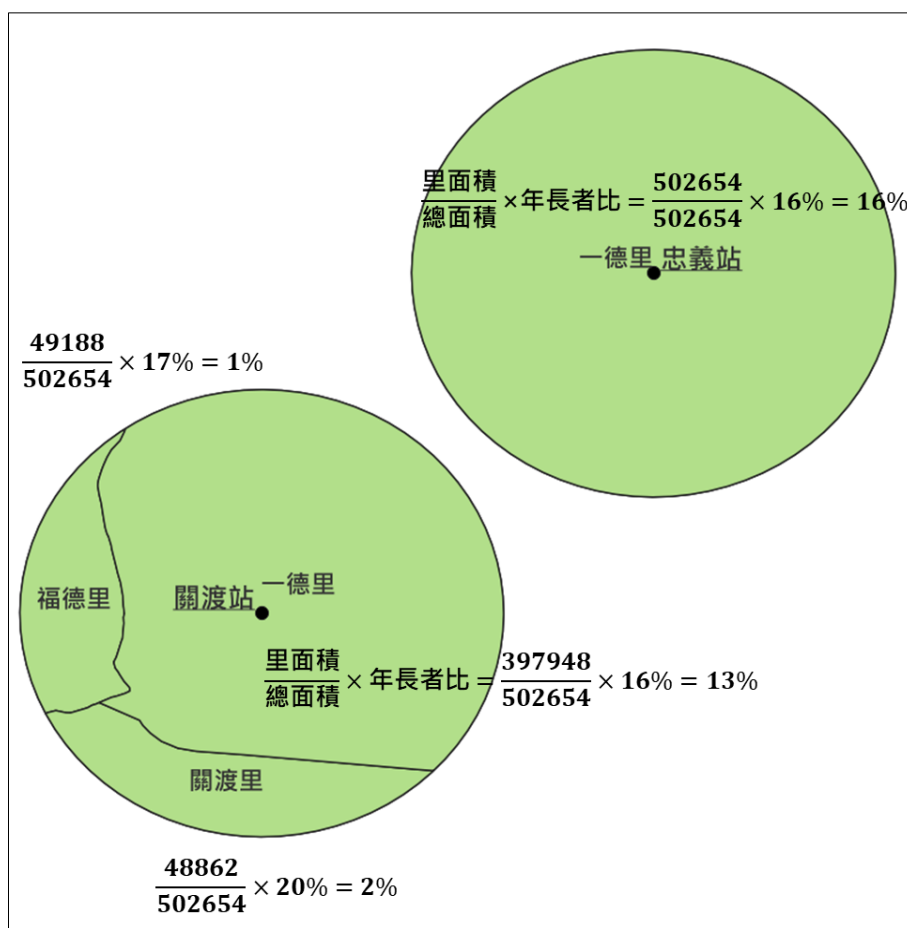
4.3.1 決策樹模式之建構

考慮資料屬性及母體樣本數大，本研究採用 CHAID (Chi-Square Automatic Interaction Detector, 卡方自動交叉檢驗) 決策樹演算法分析，顯著水準設定為 0.1，CHAID 演算法使用卡方分析 (Chi-Square Test) 評估兩變數是否需要合併或分割，當合併變數後的資料之顯著水準大於 0.1 時，表示資料間差異大，適合進行分割，為避免過度分割使決策樹葉節點過細，複雜化資料的解釋，因此將最大分支設定為 3，每一內部節點最多分支 3 個葉節點。使用之軟體為 SAS Enterprise Miner 15.1 版本，利用互動式建模環境 (Interactive mode) 建構決策樹模式，層層檢視並修剪不具明顯實務意涵的節點，以彈性調整成最適合本研究課題之建模平台。

決策樹樣本資料為 2020 年 5 月 15 日至 2020 年 6 月 30 日本土零確診期間，以及 2021 年 5 月 15 日至 2021 年 6 月 30 日疫情最嚴峻期間之 OD 旅次資料，為探討疫情衝擊大和小的旅次有何影響因素，因此篩選 OD 延人公里量前 20% 旅運量大、後 20% 旅運量小之資料作為決策樹樣本，共計 5,584 筆 OD 旅次。本研究將各 OD 之「2021 年延人公里量 ÷ 2020 年延人公里量 = 旅運量變化比例」設定為決策樹的目標變數，即因變數 Y，決策樹會視旅運量變化比例來分割或合併節點，每個節點中將計算出分割後子資料內旅運量變化比例的平均。

決策樹模式中之變數種類包括：O 起站、D 迄站、旅行距離、是否需轉乘、老年人口比率、青壯年人口比率、幼年人口比率、性別比、人口數、家戶年所得中位數、公車路線數、O/D 是否為觀光站點等，以更全面的探討影響特性。根據內政部發行的都市人本交通規劃設計手冊 (2018) 界定民眾可接受之步行距離為 400 至 800 公尺，步行時間約 5 至 10 分鐘，因此以捷運站周邊半徑 400 公尺區

域為原則，本研究中車站周邊特性的變數皆透過 QGIS 地理資訊系統計算 O 起站方圓 400 公尺內，各里面積占比換算數值，如圖 4.3-1 所示，本研究欲計算關渡站周邊 400 公尺內之老年人口比率為何，因此透過各里面積佔比計算，得出「一德里 13%+福德里 1%+關渡里 2%=16%」關渡站周邊老年人口比率為 16%，以此類推計算出各站家戶年所得中位數、年齡結構比等資料。



資料來源：本研究整理

圖 4.3-1 計算車站周邊老年人口比率之 QGIS 圖層

4.3.2 平日尖峰旅運量影響因素分析

將受疫情影響程度小的 2021 年 4 月份之旅次量資料按分時統計，如表 4.3-1 所示，發現平日 7-10 點、17-20 點時北捷旅次量明顯最大，假日則無太大的差異，因此將 7-10 點、17-20 點共 6 小時的時間定義為平日尖峰，其他時段為平日離峰，假日則不分時段，但包含國定假日。

表 4.3-1 北捷 2021 年 4 月份分時旅次量統計

平日（小時）	旅次量（人次）	假日（小時）	旅次量（人次）
0	275,922	0	111,414
1	7,348	1	2,827
5	654	5	242
6	710,133	6	146,800
7	3,026,397	7	303,391
8	5,264,022	8	527,353
9	3,047,222	9	644,686
10	1,912,345	10	706,544
11	1,774,531	11	836,316
12	1,963,475	12	890,824
13	2,048,770	13	962,889
14	1,902,714	14	940,736
15	1,935,061	15	914,493
16	2,482,748	16	983,393
17	3,820,211	17	1,183,609
18	5,424,086	18	1,081,581
19	3,805,973	19	838,985
20	2,362,416	20	726,097
21	2,306,170	21	726,595
22	1,944,469	22	615,649
23	751,577	23	290,520

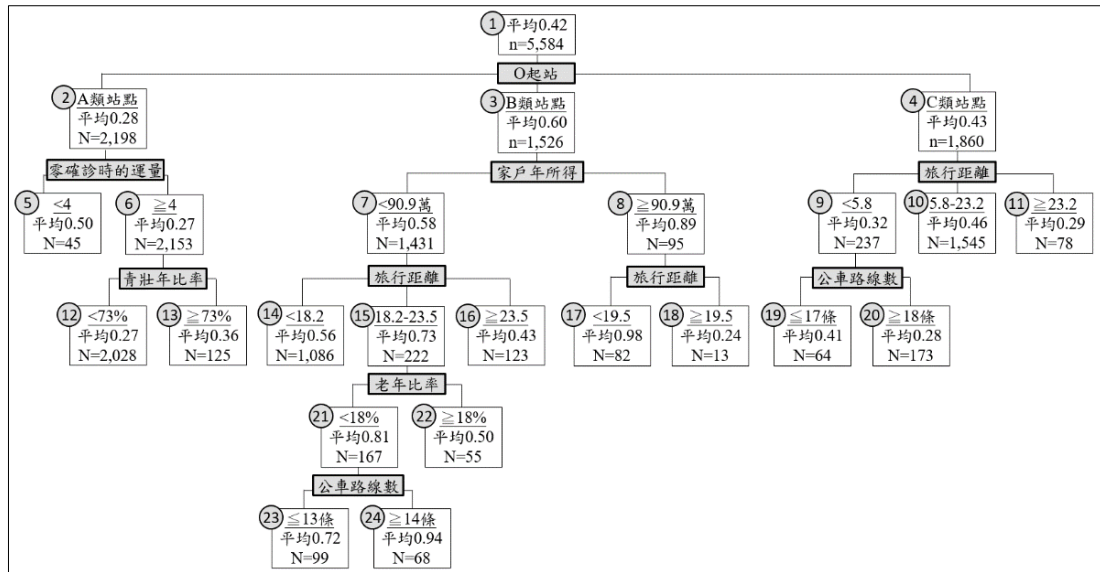
註：時段以 24 小時制來表示，0 代表凌晨 12 點，旅次量以進站量計算。

資料來源：本研究整理

本研究使用 SAS Enterprise Miner 中的互動式決策樹進行分析，採用 CHAID (Chi-Square Automatic Interaction Detector, 卡方自動交叉檢驗) 演算法，以變數之 $-\text{Log}(\text{p-value})$ 數值大小為修剪法則之一，變數之 $-\text{Log}(\text{p-value})$ 愈大愈傾向進行分割， $-\text{Log}(\text{p-value})$ 愈小愈傾向合併，本研究亦加上個人判斷，決定決策樹將進行分割或合併，以分析出具有具體應用之分析結果。

本研究將各 OD 旅次之「2021 年延人公里量 $\div$ 2020 年延人公里量 = 旅運量變化比例」設定為模式的目標變數，即因變數 Y，建構模式原則為當變數之 p-value 通過設定之顯著水準 0.1 時，以變數之 $-\text{Log}(\text{p-value})$ 數值大至小為分割優先順序，若進行節點分割後，判斷結果無法提供具體且有意義之決策應用，或目標變數「旅運量變化比例」與同層葉節點相比差異不到 0.1 (即 10%)，變化不明顯，則將變數替換成 $-\text{Log}(\text{p-value})$ 數值次大的變數進行節點分割，及至分割結果提供有效之決策應用資料，同時旅運量變化比例也有明顯差異時，則往下一層樹枝繼續進行分割。





註：圓圈內的數字為節點編號，平均為分割後此子資料內之旅運量變化比例平均，家戶年所得為站點所在里之家戶年所得中位數。旅行距離單位為公里。

資料來源：本研究整理

圖 4.3-2 平日尖峰 OD 旅次決策樹分析

將平日尖峰 OD 旅次資料進行決策樹分析並繪製成圖 4.3-2，第一層放入變數「O 起站」，因為決策樹顯示其 $-\text{Log}(p)$ 最大，代表資料內差異大，因此首先放入變數「O 起站」將全部旅次粗略分成三大類，A 類站點（節點 2）為旅運量變化比例最大，三級警戒下僅保留零確診時期 28% 的旅運量，B 類站點（節點 3）為旅運量變化比例最小，尚保留 6 成零確診時的旅運量，C 類站點則介於中間，其中節點 5 先刪除零確診時旅運量過低之 OD 旅次資料（45 天 OD 總旅次量僅 3 人次），以免影響後續影響因素分析。

由分析結果可知疫情下旅運量促跌因素以「旅行距離愈長」、「青壯年人口比率愈低，老年人口比率愈高(且旅行距離介於 18.2-23.5 公里及家戶年所得中位數 < 90.9 萬)之地區」最為顯著，在旅運量變化比例最大的 A 類站點旅次中，由節點 12 可知車站位於青壯年人口比率小於 73% 之地區則在疫情下僅保留零確診時 27% 旅運量，反觀節點 13，青壯年人口比率大於 73% 時旅運量保留 36%，當青壯年比率愈低其旅運量減少愈大，節點 21、22 可觀察到在旅行距離介於 18.2-23.5 公里及家戶年所得中位數 < 90.9 萬之情境下，老年人口比率高之地區相較低者平均減少 30% 旅運量，故當青壯年人口比率愈低、老年人口比率愈高之地區其旅運量影響最小，而旅行距離長之旅次同樣也影響很大，由節點 16、18、11 可

觀察到無論家戶年所得多寡，只要旅行距離長於 19.5 公里，旅運量相比中程旅次皆大幅下降，此數據與 4.2.2 節結果呼應，本研究觀察出環狀線旅運量較低的站點其部分 OD 旅次量在疫情下會直接歸零，降幅極大，而環狀線車站普遍距離淡水信義線與文湖線站點較遠，推測此與旅次長於 19.5 公里時受疫情影響較大有關；此外，節點 9 發現旅行距離短於 5.8 公里之短旅次降幅也很大，符合 4.2.2 節分析結果，小於 5 個站間距離且無需轉乘的短程旅次其降幅大，其中 5 個站間距離可略估為 5 公里（淡水信義線全長為 27 公里，共 27 站，平均一站 1 公里），呼應決策樹分析結果。

疫情下旅運量抗跌因素以「家戶年所得中位數高於 90.9 萬」、「老年人口比率愈低，青壯年人口比率愈高之地區」最顯著，旅行距離則因不同情況下而有不同影響。在旅運量變化比例最小的 B 類站點旅次中，車站位在家戶年所得中位數低於 90.9 萬之地區佔多數，三級警戒下保留零確診時 58% 的旅運量（節點 7），反觀家戶年所得高於 90.9 萬之地區其僅保留 89% 旅運量（節點 8），與一般所得者相差甚大，仍保留零確診時 9 成的旅運量，「家戶年所得中位數高於 90.9 萬旅運量影響程度小」之分析結果與 4.2.2 節的圖 4.2-5、4.2.3 節的圖 4.2-9 有相同的趨勢，圖 4.2-5 提到受疫情影響程度小的 OD 旅次中，起迄站為唿哩岸、奇岩、辛亥、萬芳社區、景美、內湖、文德、昆陽、南港等站，經觀察發現上述站點周邊的家戶年所得中位數皆高於新北市全體中位數 61.6 萬，尤其內湖區的內湖站及文德站其家戶年所得中位數分別高達 83.8 萬及 82.2 萬，文山區的辛亥站及景美站為 81.8 萬和 79 萬，皆高於臺北市中位數 76.4 萬，圖 4.2-9 觀察到疫情嚴峻時南港展覽館至海山區間之 OD 延人公里量為全系統最高，此區間內所有站點之家戶年所得中位數同樣皆高於所屬縣市整體中位數，呼應家戶年所得愈高之地區受疫情影響程度小。決策樹分析結果也可看出當車站位於老年人口比率愈低之地區受疫情影響愈少，如節點 21，老年人口比率小於 18% 之地區其旅次降幅僅減少 19%，相比老年人口比率大於 18% 之地區少很多，由節點 12、13 可觀察青壯年人口比率愈高旅運量影響愈小之趨勢，故當老年人口比率愈低且青壯年人口比率愈高之地區其旅運量影響最大。

旅行距離在不同情況下有不同的影響，在旅運量變化比例介於中間的旅次中，

當旅行距離介於 5.8 至 23.2 公里（節點 10）時，三級警戒下旅次量為零確診時的 46%，降幅相較其他旅行距離的旅次小，車站位在家戶年所得中位數低於 90.9 萬之地區，其旅行距離介於 18.2 至 23.5 公里（節點 15）時旅次量下降幅度最小，家戶年所得高於 90.9 萬之地區，其旅行距離小於 19.5 公里（節點 17）之旅次，旅運量與零確診時期幾乎相同。

公車路線數在不同情況下對旅次降幅有不同影響，在旅運量變化比例介於中間的旅次中，當旅行距離小於 5.8 公里，公車路線數小於 17 條時（節點 19），旅次降幅較小，公車路線數愈多反而降幅愈大，在旅運量變化比例最小的旅次中，當旅行距離介於 18.2 至 23.5 公里，老年人口比率小於 18% 的情況下，公車路線數大於 14 條時（節點 24），旅次量僅下降 6%，公車路線數愈多則降幅愈小。

綜觀上述分析結果發現，北捷疫情下平日尖峰時旅運量促跌因素以「旅行距離長於 19.5 或短於 5.8 公里」、「青壯年人口比率愈低之地區，老年人口比率愈高（且旅行距離介於 18.2-23.5 公里及家戶年所得中位數 < 90.9 萬）之地區」等最為顯著，李舒媛（2018）指出 YouBike 使用者之騎乘特性多為短程旅次且租借時間在半小時內，部分使用者騎乘 YouBike 以取代搭乘捷運，推測疫情嚴峻時部分短於 5.8 公里之短程旅次可能由 YouBike 取代。疫情下旅運量抗跌因素以「家戶年所得中位數高於 90.9 萬」、「老年人口比率愈低，青壯年人口比率愈高之地區」最為顯著，當車站位於家戶年所得中位數高於 90.9 萬之地區其旅次仍保留零確診時 9 成的旅運量，可謂受疫情影響程度極小，車站位於老年人口比率愈低之地區則旅運量下降也愈少，與青壯年人口比率愈低旅運量下降愈多相呼應。

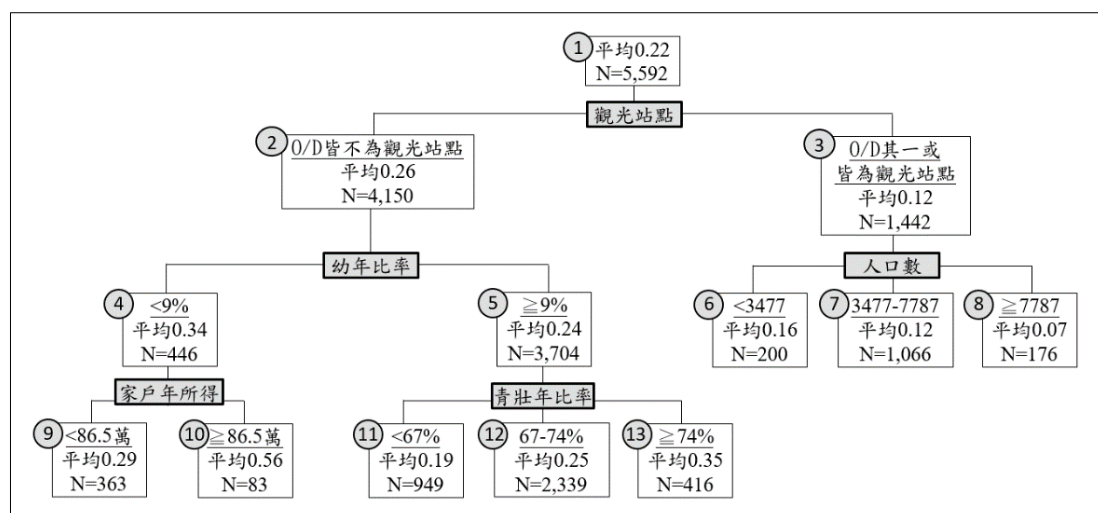
4.3.3 假日旅運量影響因素分析

假日 OD 旅次決策樹使用的樣本為 2020 年 5 月 15 日至 2020 年 6 月 30 日零確診時期，與 2021 年 5 月 15 日至 2021 年 6 月 30 日疫情最嚴峻時期之假日 OD 旅次資料，透過周榮昌等（2020）之研究調查到非例行性旅次中，以觀光/娛樂之旅次在疫情下減少最為顯著，因此本研究參考臺北市政府觀光傳播局（2022）統計並歸納主要觀光遊憩區總人數及其對應的捷運車站，以定義臺北市之觀光捷運站點，如表 4.3-2 所示，新北市觀光站點則因新北市政府無提供遊客統計數據，無法定義主要觀光遊憩區及對應之車站，因此本研究不探討新北市之觀光捷運站點。

表 4.3-2 臺北市主要觀光遊憩區及其對應捷運車站

車站	觀光區
1 圓山	臺北市孔廟、市立美術館
2 小南門	臺北植物園、國立臺灣藝術教育館
3 動物園	市立動物園
4 國父紀念館	國立國父紀念館、松山文創園區
5 士林	士林官邸公園、科教館
6 公館	臺北自來水園區
7 龍山寺	艋舺龍山寺、糖廊文化園區
8 中山	臺北當代藝術館
9 新北投	溫泉博物館、凱達格蘭文化館
10 臺北 101/世貿站	臺北 101 觀景台
11 劍南路站	美麗華摩天輪
12 北門	臺北霞海城隍廟
13 西門	西門紅樓
14 忠孝新生	華山 1914 文化創意產業園區
15 臺大醫院	國立臺灣博物館
16 善導寺	臺北國際藝術村

資料來源：臺北市政府觀光傳播局（2022）



註：圓圈內的數字為節點編號，平均為分割後此子資料內之旅運量變化比例平均，家戶年所得為站點所在里之家戶年所得中位數。旅行距離單位為公里。人口數為車站方圓 400 公尺內之人口。

資料來源：本研究整理

圖 4.3-3 假日 OD 旅次決策樹分析

將假日 OD 旅次資料進行決策樹分析並繪製成圖 4.3-3，第一層放入變數：O/D 是否為「觀光站點」，觀察到旅次之 O/D 其一或皆為觀光站點時，旅次量變化比例較大（節點 3），三級警戒下僅保留零確診時期 12% 的旅運量，反觀 O 和 D 皆不為觀光站點時保留 26% 旅運量（節點 2），降幅較小。

由分析結果可知假日疫情下旅運量促跌因素以「O/D 其一或皆為觀光站點」、「車站位於人口數愈多之地區」最為顯著，透過節點 8 可觀察到車站位於周邊方圓半徑 400 公尺內人口數多於 7787 人之地區，三級警戒時平均旅次量僅剩零確診時 7% 而已，下降了 93% 的旅次量，影響程度極大，對照節點 6 至 8 可知車站位於人口數愈多之地區其旅運量降幅愈大。

假日疫情下旅運量抗跌因素以「O/D 皆不為觀光站點」、「車站位於幼年人口比率（國中以下）愈低、青壯年人口比率愈高之地區」以及「家戶年所得中位數高於 86.5 萬地區」為顯著，由節點 4 可觀察到，當車站於幼年人口比率低於 9% 之地區其旅運量在三級警戒下保留零確診時期 34%，雖然在幼年比率高於 9% 之地區其旅運量降幅下降較多（節點 5），但由節點 13 可發現青壯年人口比率高於 74% 地區的旅次在疫情嚴峻時也有正常時期 35% 的旅運量，可知幼年人口比率愈低、青壯年人口比率愈高之地區，在三級警戒下假日 OD 旅次降幅最小。節點 10 相比節點 9 多保留零確診時 27% 的旅運量，顯示車站位在家戶年所得中

位數高於 86.5 萬地區之假日旅次降幅小，此觀察與平日尖峰旅次相似，家戶年所得中位數高於 90.9 萬之地區其平日尖峰旅次比較其他分類多保留 31% 旅運量。

綜觀上述分析結果發現，北捷疫情下假日時旅運量促跌因素為「O/D 其一或皆為觀光站點」、「人口數愈多之地區」，只要任一旅次起迄為觀光站點時且站點位於人口數多於 7787 人之地區，其三級警戒下平均旅運量相比零確診僅保留 7%。疫情下假日旅運量抗跌因素為「O/D 皆不為觀光站點」、「幼年人口比率愈低、青壯年人口比率愈高之地區」以及「家戶年所得中位數高於 86.5 萬地區」，若 OD 起迄不為觀光站點且位於幼年人口比率低於 9%、家戶年所得中位數高於 86.5 萬之地區，則平均仍保留正常情況下一半以上的旅次量。

對照 4.3.2 節的平日尖峰旅次以及本節的假日旅次影響因素分析結果，觀察兩者之異同：

1. 假日相比平日尖峰旅次更受疫情影響，旅次量影響程度更為顯著，平日尖峰在特定的旅次分類中，平均旅運量下降最少可不到 1 成，但假日在影響程度最小的旅次分類中仍下降 4 成以上。
2. 平日尖峰與假日旅次的旅運量影響因素有所差異，表 4.3-3 整理透過決策樹模式分析的平日尖峰、假日旅運量促跌及抗跌因素，可以得知唯有家戶年所得中位數以及人口結構兩變數不論平日尖峰、假日皆對旅次造成影響，為顯著之抗跌因素。

表 4.3-3 平日尖峰、假日旅運量影響因素

	平日尖峰	假日
促跌因素	旅行距離 ≥ 19.5 或 < 5.8 公里	O/D 其一或皆為觀光站點
	青壯年人口比率愈低 (老年人口比率愈高)	車站周邊人口數愈多
抗跌因素	家戶年所得 ≥ 90.9 萬	家戶年所得 ≥ 86.5 萬
	老年人口比率愈低 (青壯年人口比率愈高)	幼年人口比率愈低、 青壯年人口比率愈高
		O/D 皆不為觀光站點

資料來源：本研究整理（2022）

3. 家戶年所得中位數在不同時段的旅次中有相似的影響程度，藉由決策樹分析發現三級警戒平日尖峰時，若車站位於家戶年所得中位數高於 90.9 萬地區，則平均旅運量剩零確診時 89%，低於 90.9 萬時剩 58%，差異 31%，假日時若車站位於家戶年所得中位數高於 86.5 萬地區其旅運量剩 56%，低於 86.5 萬時則剩 29%，差異為 27%，決策樹分析結果不僅家戶年所得分界點只差 4.4 萬元，分類間彼此差異也小，不論在平日尖峰或假日旅次時，當車站位於家戶年所得中位數愈高之地區，其旅次量皆受疫情影響小。
4. 歸納所有旅次資料，三類人口結構與疫情下旅運量降幅之關係可用下列數學式所示，當青壯年人口比率愈高、幼年人口比率或老年人口比率愈低時，旅運量降幅小，青壯年人口比率與旅運量降幅多寡呈現負相關。

$$\frac{\text{幼年人口比率} \downarrow \cup \text{老年人口比率} \downarrow}{\text{青壯年人口比率} \uparrow} = \text{旅運量降幅小}$$

($\cup$ ：或)



第五章 綜合討論

5.1 旅運量影響因素討論

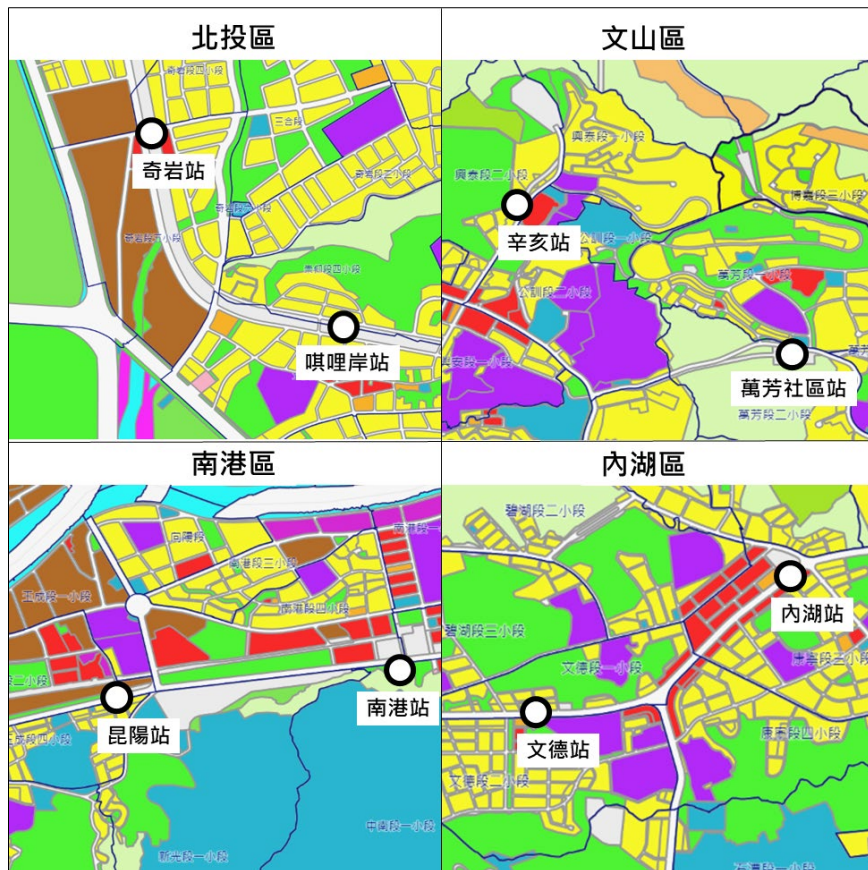
導致北捷在疫情嚴峻時旅次量下降的原因很多元，包含起迄旅次特性、車站周邊特性、土地使用類別、其他轉乘運具方便性、旅次目的等，在不同時間、空間情境時也有不同的影響程度及因素，本研究於第四章透過開放政府資料實證分析出相關旅運量影響因素，為了探究影響因素造成旅運量改變可能的原因，本章回顧了相關文獻以客觀推論，最後提出營運規劃建議供相關單位參考。

平日尖峰旅運量在疫情下促跌因素為「旅行距離 ≥ 19.5 或 < 5.8 公里」和「車站位於青壯年人口比率愈低，老年人口比率愈高之地區」，旅次旅行距離 1 公里相當於北捷 1 個站間距離，本研究認為 5 至 6 個捷運站間距離的旅次可能會被其他運具所代替，如：公共自行車或私人運具等，李舒媛（2018）研究指出 YouBike 使用者租借時間多在半小時內，為短程旅次，部分使用者也以公共自行車替代捷運，而臺北市政府交通局（2018）也統計發現 22.7% 的人覺得外出目的地很近會降低搭乘公共運具意願，有五分之一之臺北市民在短旅次中偏好使用私人運具，因此本研究推測疫情嚴峻時部分短於 5.8 公里之短旅次由公共自行車、私人運具取代；當旅行距離長於 19.5 公里時，代表該旅次跨縣市往返臺北市與新北市之間，中華民國內政部（2021）統計人口流動情形，觀察到臺北市平日日間較平日夜間人口增加 71.8 萬人，新北市則減少 64.5 萬人，反映出新北市人口於平日日間大量通勤到臺北市，然而民眾在三級警戒管制時開始居家上班上學，因此減少了許多往返臺北市的旅次，搭乘超過 20 站捷運站的極長程旅次也大幅降低。此外，15 至 64 歲的青壯年相比高齡者有更多的必要旅次，如：洽公、民生採買、個人事務（周榮昌等，2020；陳苑蕙、張勝雄，2012），以在三級警戒管制下仍滿足家庭需求，因此青壯年人口比率愈低且老年人口比率愈高之地區其旅次量影響程度最大。

本研究發現平日尖峰旅運量在疫情下抗跌因素為「車站位於家戶年所得中位數 ≥ 90.9 萬之地區」和「車站位於老年人口比率愈低，青壯年人口比率愈高之地

區」，其中決策樹模式顯示旅運量下降最少的旅次分類「家戶年所得中位數 ≥ 90.9 萬其旅次量僅下降1成」中（詳圖4.3-2），十四張站的OD旅次佔了6成之多，雖然此站點從營運以來旅運量普遍較低，但其鄰近遠東工業區，在疫情下部分民眾可能仍需實體上班，仍有不少穩定的工作旅次，周邊也有YouBike站點供民眾轉乘，因此十四張在平日尖峰旅次量影響較小；其餘旅運量影響程度小且家戶年所得中位數高於90.9萬地區的車站包含南港軟體園區、劍南路、大直、松山機場、大安森林公園、中正紀念堂，發現車站多鄰近高科技園區或民眾常去的政府機關，如：劍南路、大直、松山機場站為大內湖科技園區北端、大安森林公園站附近的大安區行政中心、中正紀念堂站旁的勞動部勞工保險局、中央銀行等機關，推測因其特殊工作性質，在三級警戒下仍需要不少員工實體上班，且民眾也因洽公需求前往，因此平日尖峰旅運量下降較少，推測由於高所得家庭多居住在科技園區、政府機關附近，因此家戶年所得中位數較高之地區其旅次量降幅最小。老年人口比率愈低地區其平日尖峰旅運量影響較小，與青壯年人口比率愈低地區其旅運量影響較大為一體兩面之現象，互相呼應，當一車站同時滿足周邊各里老年人口比率低以及青壯年人口比率高之條件下，其平日尖峰下降最少旅運量。

本研究於4.2節中也觀察到除了原本旅運量墊底的「環狀線車站」在三級警戒時仍敬陪末座，以數據來看是受疫情影響最小的車站之外，有四個行政區的旅次也受疫情影響較小，分別為北投區（唎哩岸、奇岩）、文山區（辛亥、萬芳社區、景美）、內湖區（內湖、文德）、南港區（昆陽、南港），鄭安良（2016）表示周邊土地使用分區會對北捷旅運量造成影響，兩者有相輔相成之關係，因此本研究使用QGIS疊圖分析捷運車站（內政部國土測繪中心，2021）與國土利用調查成果圖（中華民國內政部國土測繪中心，2021）以分析兩者之關聯，整理如圖5.1-1所示，觀察發現上述站點周邊多公園、自然景觀（綠）、住宅區（黃），三級警戒下較無人潮管制、遠離市中心的自然景觀區可能因其開放空間特性，仍吸引民眾往返，且其站點周邊多住宅區，大規模商業區較少，推論疫情前大部分民眾往返該地區皆是屬於上班通勤旅次，因此疫情後在部分民眾仍維持上班的情況下，旅次量降幅小。



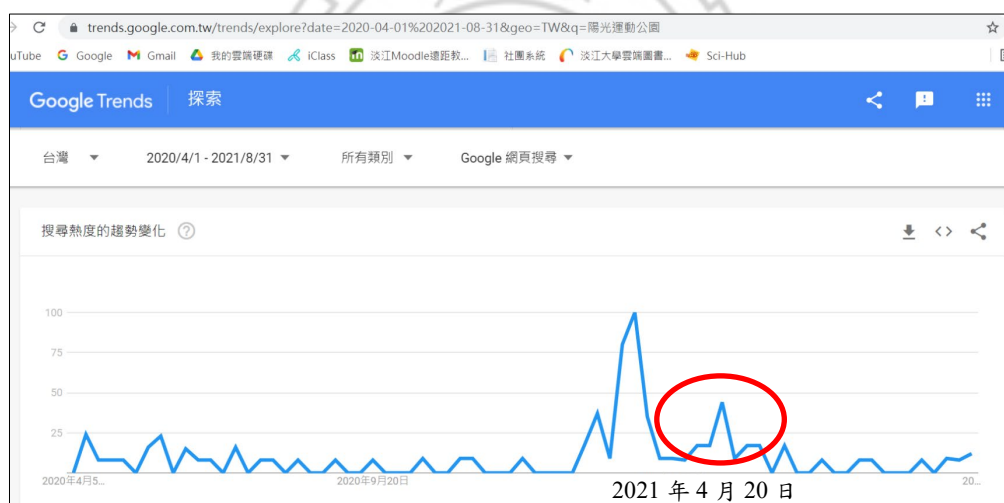
註：公園用地、風景區、綠地：綠。住宅區：黃。商業區：紅。停車場、市場、高速公路用地：橘。工業區：棕。行政區：藍綠。河川區：水藍。文教區：紫。鐵路用地：灰。
資料來源：本研究整理

圖 5.1-1 各區土地使用分區圖

疫情下假日旅運量促跌因素以「O/D 其一或皆為觀光站點」、「車站位於人口數愈多之地區」最為顯著，中央流行疫情指揮中心於 2021 年 5 月 15 日宣布臺北市、新北市進入第三級警戒，交通部觀光局（2021）發布所有封閉型景點全面暫停營運，開放型景點則加強宣導請遊客勿前往，並派員至景點勸離遊客，也公告旅遊團解約退費原則，鼓勵民眾在家防疫，因此假日旅次量相較平日下降多，且觀光旅次量降幅更大。車站位於人口數愈多之地區其假日旅運量影響較大，推測原因為人口數愈多代表住宅區密度愈高，正常情況下民眾假日旅次多為觀光、娛樂旅次，人口密集的地方就愈有觀光旅次的需求，因此在三級警戒下減少了更多假日旅運量。

疫情下顯著之假日旅運量抗跌因素為「O/D 皆不為觀光站點」、「車站位於幼年人口比率（國中以下）愈低、青壯年人口比率愈高之地區」以及「家戶年所得中位數高於 86.5 萬地區」，交通部統計處（2017）統計了各年齡層休閒旅次占

比，數據顯示 60 歲及以上者休閒旅次占 32.1%，15 至 60 歲者占 9.4%，雖與本研究界定年齡層範圍有些差異，但年長者休閒旅次是為青壯年的 3 倍以上，因此當老年人口比率愈高、青壯年人口比率愈低之地區其觀光休閒旅次下降較大，反之亦然，推論青壯年人口比率愈高之地區其假日旅運量下降較小，因青壯年還有其他必要旅次需要出門，而家中幼年人口愈多，家長周末愈需在家照顧小孩，因此當幼年人口比率愈低之地區其假日旅運量下降也愈小。決策樹模式中顯示「幼年人口比率低於 9% 且家戶年所得中位數高於 86.5 萬地區其旅運量仍保留 56%」，為假日旅次模式中影響最小的旅次分類，此旅次分類中以往返十四張站的 OD 旅次為最大宗，可能由於十四張站附近的陽光運動公園在 2021 年四、五月正值賞花期間，戶外開放空間使得疫情下該站旅次量不減反增，圖 5.1-2 呈現 Google 關鍵字搜尋熱度，確實發現十四張站 2021 年四、五月景點搜尋熱度增加不少，推測因此在三級警戒時民眾更頻繁前往十四張站，使其成為最不受疫情影響的車站。



資料來源：Google 搜尋趨勢

圖 5.1-2 Google 關鍵字搜尋熱度—十四張站陽光運動公園

從實證分析結果之影響因素可以發現各車站所屬里之「家戶年所得」中位數偏低，依據財政部財政資訊中心（2021）發布「2018 年度綜稅所得總額」公開資料（如圖 5.1-3）計算出 2018 年臺北市全體家戶年所得中位數為 76.4 萬，新北市為 61.6 萬，平均家戶月所得為 6.4 萬及 5.1 萬，財政部（2022）公告投資政府指定項目、重構自用宅等可扣抵稅額，中國已繳納之所得也不需繳稅，其餘海外所得則另課徵海外所得稅，且根據行政院（2020）指出，新北市 2020 年適婚年齡

30-39 歲未婚率為 51%、臺北市同年齡層為 47%，全國排名分別為第 2 及第 5，第一名為基隆市，在不婚不育且扣抵稅額的現況下，本研究中用綜稅所得中位數呈現家戶年所得相比實際數據來的低，由於雙北地區無統一且以里為統計單位之開放資料，因此本研究選擇使用綜稅所得中位數呈現家戶年所得中位數。

縣市	鄉鎮市區	村里	納稅單位	綜合所得總額	平均數	中位數	第一分位數	第三分位數	標準差
臺北市	大安區	臨江里	1317	1309416	994	682	389	1225	1110.22
臺北市	大安區	龍陣里	1311	1913349	1459	807	421	1715	2255.37
臺北市	大安區	龍圖里	2564	4097363	1598	897	436	1861	2695
臺北市	大安區	古莊里	2683	3769138	1405	877	435	1779	1695.43
臺北市	大安區	錦安里	2154	4024522	1868	985	459	2139	3867.36
臺北市	大安區	大學里	3149	4643860	1475	864	430	1796	2316.54
臺北市	大安區	古風里	1564	3005896	1922	902	429	1804	19439.97
臺北市	大安區	全安里	1669	2823065	1691	854	425	1898	2834.85
臺北市	大安區	黎元里	1751	1605035	917	686	387	1188	799.4
臺北市	大安區	法治里	1691	2187175	1293	784	417	1578	1655.61
臺北市	大安區	龍泉里	1766	2643091	1497	893	433	1906	3181.97
臺北市	大安區	群英里	2486	3143741	1265	789	396	1646	1508.14
臺北市	大安區	學府里	732	896141	1224	722	427	1554	1321.91

資料來源：財政部財政資訊中心（2021）

圖 5.1-3 2018 年度綜稅所得總額中位數

Rodrigue J. P. (2020)指出不同活動的運輸需求彈性不盡相同，所有活動中以休閒旅次之需求彈性最大，採買生活用品旅次相比通勤也擁有更大彈性，Dong J. et al. (2012)也提出短途國內旅次的需求彈性相比長途擁有更大彈性，需求彈性愈大代表旅次為非剛性需求，反之則為剛性需求，由相關文獻可知短程旅次、休閒旅次為非剛性需求，本研究分析在疫情嚴峻時小於 5.8 公里的短程旅次、假日旅次與觀光旅次旅運量降幅大，推論因其為非剛性需求旅次，故受疫情影響程度大。

5.2 營運規劃建議

本節統整並檢視了疫情下臺北市、新北市政府補助措施以及北捷營運調整狀況，並在研究分析結果上試提出營運規劃建議供決策單位參考：

因應觀光區人潮大量減少，臺北市政府財政局（2021）、新北市政府（2021）公告補助措施針對承租市有不動產作營業使用者統一延稅、降稅、減租，臺北市政府依據北捷 2021 年 5-7 月旅運量降幅 75%全面減租 75%，2021 年 8-10 月減租 50%，同時按停業日數免租，針對萬華區商業、服務業實施加成紓困措施，新北市政府則公告 2021 年 5 月 15 日至 8 月 31 日租金減收 50%，除此之外，交通部觀光局（2020）分別補助全國旅行業、旅宿業及觀光遊樂業雇主薪資費用之 4 成補助，臺北市政府觀光傳播局（2021）鼓勵旅館飯店業者轉為防疫旅館並予以補助。

北捷因應疫情調整各路線之最短班距整理如表 5.2-1 所示，觀察到北捷在疫情嚴峻時滾動式調整班距，自 2020 年 1 月底台灣開始 COVID-19 疫情後，北捷於 2020 年 4 月 11 日首次調整班距，因 2020 年 3 月開始全系統假日平均旅運量減少 36%，因此微調高旅運量路線之假日班距 30 秒或 1 分鐘，平日則維持原有班距行駛，至 2021/05/15 三級警戒首日，北捷將營運時間從 6 時至 24 時縮短為 7 時至 23 時，2021/05/22 實施三級警戒後一週，取消板南線、淡水信義線及松山新店線之假日區間車，並將環狀線平日離峰、假日班距從 5 分鐘一班調整至 10 分鐘，2021/05/27 北捷接著取消離峰區間車，僅平日尖峰時段因應通勤需求維持原班距及區間車，2021/07/26 降回二級警戒時，北捷恢復離峰、假日區間車，除環狀線離峰、假日班距為 9 分鐘一班外，其餘路線為 4-5 分鐘；除此之外，目前北捷也已開放臺北捷運 GO APP 及月台電視查看全線之車廂擁擠度。

透過相關政策可知北捷旅運量可成為政府決策的背景資料，然而，以往政府皆使用北捷全系統之概括情形統一對整個行政區內實施相同的補助措施，為提高政策精準度，針對不同地區施以最有效率的改善方案，本研究透過分析結果試提出營運規劃建議供決策單位參考。

表 5.2-1 北捷各路線之最短班距

單位：分鐘

時段	板南線	淡水信義線	中和新蘆線	松山新店線	文湖線	環狀線
2020/04/11 (社區感染擴大) 至 2021/05/14 (二級警戒)						
平日尖峰	2	3	3	3	80 秒	4
平日離峰	4	4	4	5	4	5
假日	4.5	4.5	5	5	4	5
2021/05/22 實施三級警戒後一週，假日取消區間車						
平日尖峰	2	3	3	3	80 秒	4
平日離峰	4.5	4.5	4.5	5	4	10
假日	8	8	5	8	6.5	10
2021/05/27 離峰、假日皆取消區間車						
平日尖峰	2	3	3	3	80 秒	4
平日離峰	8	8	4.5	8	6	10
假日	8	8	5	8	6.5	10
2021/07/26 降回二級警戒，離峰、假日恢復區間車						
平日尖峰	2	3	3	3	80 秒	4
平日離峰	4.5	4.5	4.5	4.5	4	9
假日	4.5	4.5	5	4.5	4	9
2022/03/12 疫情穩定						
平日尖峰	2	3	3	3	80 秒	4
平日離峰	4	4	4	5	4	5
假日	4	4	4.5	6	4	5

註：北捷定義平日尖峰為 07:00-09:00、17:00-19:30，假日僅列出 09:00-23:00 班距，平/假日 23:00 以後各路線班距皆約 12 分鐘。中和新蘆線、文湖線和環狀線無區間車營運模式。

資料來源：臺北捷運公司

1. 北捷班距調整

在三級警戒期間影響北捷調整班距的考量因素很多，包含車廂擁擠度、旅運量減少幅度、營運成本考量等，北捷因避免車廂擁擠度過高，讓民眾產生疫情恐慌，故平日尖峰仍維持原班距、保留區間車，在離峰、假日方面，所有路線皆加長班距以符合營運成本，唯獨中和新蘆線班距並無做太大的調整，由於「迴龍-南勢角」、「蘆洲-南勢角」為間隔發車，若班距過長民眾候車時間將增加，雖然重疊區間「大橋頭-南勢角」平均班距為 4.5 分鐘，可能不符合營運成本，但考慮往迴龍及蘆洲的民眾最短要等 9 分鐘才能搭到車，因此本研究認為中和新蘆線班距適當，整體來說，本研究認同北捷對於各路線班距之調整，因其能在疫情嚴峻時兼具營運成本效益，同時提供更友善的乘車服務。

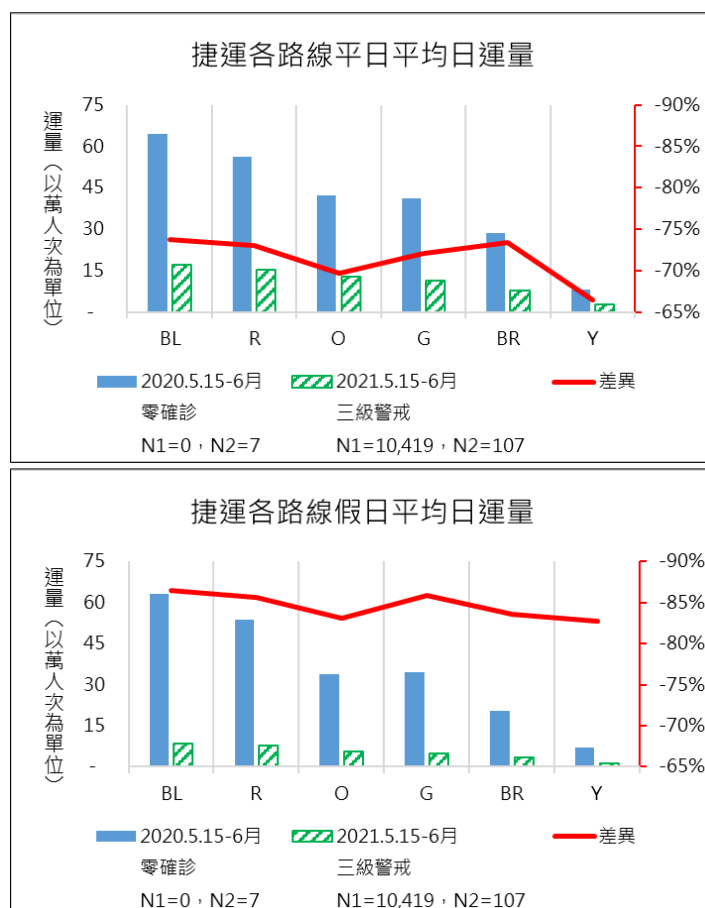


圖 5.2-1 捷運各路線平日、假日平均日旅運量

2. 北捷全程車、區間車之營運模式

根據實證分析結果，本研究認同北捷在不同時段所採用的營運模式，若單由旅運量影響因素來看，平日尖峰適合保留區間車，因為本研究發現旅行距離大於 19.5 公里其影響旅次量降幅最顯著（詳圖 4.3-2），顯示疫情嚴峻時長程旅次減少許多，大部分中短程旅次可被區間車服務涵蓋，使用全程車與區間車交替營運可滿足民眾通勤需求，同時提供更友善的乘車空間，車廂擁擠度適中。經分析發現影響假日之因素皆為車站周邊特性（詳表 4.3-3），旅次特性之因素對假日旅次無顯著影響，且區間車通常服務於旅運量較大的區段，但在疫情下旅運量大幅減少，離峰及假日時段更為嚴重，即使疫情中旅運量最高的車站也不及非疫情下一般的車站，北捷只需派出少量的全程車，就足以滿足各車站之需求，因此本研究認為非尖峰時只使用全程車營運是合理的。

在疫情嚴峻時期，其他亞洲城市針對捷運、都市地鐵有不同調整區間車營運模式之方式，香港原先就僅有尖峰時段有區間車，疫情下並無取消區間車行駛，但因應運量下降 5 成，尖峰及非尖峰時段之班次皆加長約 1 至 4 分鐘，日本地下鐵中僅有極少數路線與北捷的區間車設計相同，如：大阪地下鐵御堂筋線、橫濱市營地下鐵藍線，在疫情嚴峻時地下鐵業者只有針對夜間、連續假期減少班次，並無取消區間車。北捷在尖峰保留區間車之作法與香港相同，以快速疏散通勤旅次。

3. 調整支線營運模式

表 5.2-2 為三級警戒下小碧潭及新北投支線之旅運量，可以發現兩車站日均總運量皆不高，若依照北捷在疫情嚴峻時的營運時間 7 時至 23 時，將日均總運量換算成每小時單向列車平均載客量，每小時單向小碧潭支線列車只承載 42 人次，新北投支線 52 人次，雖有旅客到站不平均之現象，但本研究認為可使用公車代替捷運行駛，往返小碧潭與七張、新北投與北投之間服務，假若單向公車班距為 10 分鐘，每小時 6 班 × 每輛公車承載 20 人 = 每小時單向可服務 120 人次（低地板公車座位數為 22-27 位，故以 20 人搭乘計算），在班次不變的條件下，使用公車代替捷運行駛支線，將能滿足民眾旅運需求，並減少營運成本、提升運輸效率。

表 5.2-2 三級警戒下小碧潭及新北投支線之旅運量

	小碧潭	新北投
OD 日均旅運量	小碧潭↔七張 47	新北投↔北投 19
車站日均總運量 (進+出)	1,329	1,653
每小時單向列車載客量	42	52

註：OD 旅運量為往返旅次之加總。單位：人次。

資料來源：本研究整理

4. 承租市有不動產之減租幅度

現今雙北政府對於 COVID-19 的補助措施多統一調降承租市有不動產之租金，然而，本研究結果觀察到不同時間、空間對於疫情有不同的影響程度及因素，因此本研究試將 118 個車站依據旅運量影響因素分成 4 大類，每一類車站給予不同的租金折減方案，如表 5.2-3 所示，第一類之分類標準為臺北市觀光傳播局定義之觀光站點（詳表 4.3-2，由於新北市無相關統計資料，研究中僅探討臺北市站點），因疫情下觀光旅次大幅減少，經分析後也證實 O/D 其一或皆為觀光站點為顯著旅運量促跌因素，此類車站旅運量降幅為 80%，受疫情影響嚴峻，因此本研究認為減租 80% 為合適之方案，第二類為站點周邊半徑 400 公尺內之住宅區面積 > 45% 之車站，第三類為青壯年人口比率 $\geq 70\%$ 且老年人口比率 $\leq 16\%$ 之車站，因本研究發現住宅區面積愈高、青壯年比率愈高且老年比率愈低，其旅運量降幅較整體平均小，兩類車站旅次量在三級警戒時皆降約 71%，因此本研究認為租金減收 70% 為合適，其中青壯年人口及老年人口比率之分類界線參考表 5.2-4，兩界線分別依據資料四分位距 Q1、Q3 劃分，各車站分類標準因影響因素的顯著程度不同而有優先順序，當車站不符合第一類分類標準才往下一類評估，以此類推，及至最後仍未符合分類標準之車站則定義於第四類車站，分析發現其旅運量降幅為 74% 左右，因此推論減租 75% 為合適方案，即維持臺北市政府 5-7 月減租措施。根據受疫情影響之旅運量影響因素將車站分為 4 類，提出 3 種減租方案，可提供不同影響程度之地區最精準且符合成本的補助措施。

表 5.2-3 本研究之租金折減提案

優先 順序	分類 標準	運量 降幅	減租	車站
1	臺北市觀光 傳播局定義 之觀光站點	80%	80%	國父紀念館、士林、中山、公館、北門、臺北 101/世貿、西門、動物園、圓山、新北投、龍 山寺，共 11 個車站
2	住宅區面積 >45%	71%	70%	七張、三和國中、三重國小、大坪林、大直、 中和、丹鳳、六張犁、臺北橋、永安市場、永 春、江子翠、幸福、明德、東門、板新、信義 安和、南京三民、南勢角、後山埤、科技大樓、 徐匯中學、海山、頂埔、頂溪、景平、景安、 新店區公所、新埔民生、新埔、萬隆，共 31 個車站
3	青壯年人口 比率 $\geq 70\%$ 且老年人口 比率 $\leq 16\%$	71%	70%	內湖、木柵、北投、先嗇宮、竹圍、秀朗橋、 辛亥、奇岩、松山、南港、紅樹林、淡水、復 興崗、菜寮、新店、萬芳社區、萬芳醫院、頭 前庄、關渡，共 19 個車站
4	其他	74%	75%	其餘未被分類之車站，共 57 個車站

註：BL 板橋和 Y 板橋兩站合併「板橋站」計算。青壯年為 15-64 歲，老年為 65 歲(含)以上。

資料來源：本研究整理

表 5.2-4 青壯年人口比率及老年人口比率之基本統計量

	平均值	最小值	Q1	Q2(中位數)	Q3	最大值
青壯年人口比率	69%	60%	65%	69%	71%	76%
老年人口比率	18%	9%	16%	19%	20%	26%

資料來源：本研究整理

5. 座位熱區的重點清消

目前北捷車廂擁擠度資訊是藉由壓力感測器偵測車廂承載旅客重量，再轉化為不同等級告知乘客，目的為減少乘客對於染疫的不安全感，而為了提高車廂內部之清潔品質，本研究認為可使用每節車廂內的 4 個監視器進行熱點分析，透過影像辨識技術來判斷座位的被使用頻率，將座位熱區反饋給清潔人員進行重點清消，提升車廂內部之清潔，降低乘客染疫風險。

第六章 結論與建議

本研究分析政府資料開放平台中的「臺北捷運各站分時進出量統計」資料，資料期間為 2020 年 4 月至 6 月、2021 年 4 月至 6 月，共 5442 萬餘筆 OD 起迄旅次資料，其中本研究著重分析 2020 年 5 月 15 日至 6 月 30 日零確診期間，以及 2021 年 5 月 15 日至 6 月 30 日三級警戒期間之旅次，使用 EXCEL、決策樹以及地理資訊系統進行分析，以了解重大管制措施對北捷旅運量的影響程度及其影響因素為何，本研究將以摘述方式總結研究內容，歸納出以下幾點結論與建議：

6.1 結論

1. **疫情管制對旅運量之影響程度極大，各時段影響程度之關係為：假日 > 平日離峰 > 平日尖峰。**

無疫情時代北捷旅運量日均 200 萬人次，二級警戒管制時下降至 180 萬人次，三級警戒管制時每日平均僅剩下 50 萬人次，跌幅 75%，其中各時段旅次量降幅之關係為：假日 > 平日離峰 > 平日尖峰，假日旅次受疫情影響最大，平日尖峰旅次影響最小，依路線別來看，低旅運量的環狀線車站旅次量，在疫情管制時不論旅次跌幅、旅次量差異皆為全系統中最小，板南線各站旅次量差異變異數最大，高旅運量站點為低旅運量站點的 8.8 倍，但板南線也是在疫情管制下全系統中 OD 延人公里總量最多的路線，影響程度較其他路線小，不過綜觀來說，疫情管制限制了民眾的旅運行為，對旅運量造成之影響程度極大。

2. **平日尖峰疫情下旅運量促跌因素：旅行距離 ≥ 19.5 或 < 5.8 公里、青壯年人口比率愈低；旅運量抗跌因素則為：家戶年所得中位數 ≥ 90.9 萬元、老年人口比率愈低、周邊住宅區面積 $> 45\%$ 。**

平日尖峰疫情下旅運量促跌因素為「旅行距離 ≥ 19.5 或 < 5.8 公里」、「車站位於青壯年人口比率愈低地區（老年人口比率愈高）」，研究發現當短程旅次 < 5.8 公里為非剛性旅次，可能被 YouBike 和私人運具取代，受疫情影響程度大；平日尖峰旅運量抗跌因素為「車站位於家戶年所得中位數 ≥ 90.9 萬元」、「老年

人口比率愈低(青壯年人口比率愈高)」、「站點周邊住宅區面積>45%之車站」，可能因其保留較多通勤、洽公等剛性旅次，故受疫情影響程度小。

3. 假日疫情下旅運量促跌因素：O/D 其一或皆為觀光站點、人口數愈多；旅運量抗跌因素則為：O/D 皆不為觀光站點、家戶年所得中位數 ≥ 86.5 萬元、幼年人口比率愈低且青壯年人口比率愈高。

假日疫情下旅運量促跌因素為「O/D 其一或皆為觀光站點」、「車站周邊人口數愈多」；假日疫情下旅運量抗跌因素為「O/D 皆不為觀光站點」、「車站位於家戶年所得中位數 ≥ 86.5 萬元」、「幼年人口比率愈低且青壯年人口比率愈高之地區」，O/D 是否為觀光站點顯著影響了該 OD 假日旅次量降幅多寡，因觀光旅次為非剛性需求，交通部觀光局(2021)也公告全面關閉封閉型景點，派員至開放型景點勸離遊客，因此觀光站點假日旅運量下降程度最明顯。

4. 將 118 車站依據旅運量影響因素分成 4 大類，每類給予適當的租金折減，提供更精準之補助措施。

本研究依據旅運量影響因素將 118 車站分成 4 類，給予 3 種租金減收方案(詳表 5.2-3)，提供不同影響程度之地區最精準且符合成本的補助措施：

- (1) 臺北市觀光傳播局定義之觀光車站，減租 80%，共 11 個車站；
- (2) 站點周邊方圓半徑 400 公尺內住宅區面積>45%之車站，減租 70%，共 31 個車站；
- (3) 位於青壯年人口比率 $\geq 70\%$ 且老年人口比率 $\leq 16\%$ 之車站，減租 70%，共 19 個車站；
- (4) 其餘未被分類之車站，減租 75%，共 57 個車站。

5. 將小碧潭及新北投支線改由公車替代行駛，減少營運成本同時滿足需求。

由於小碧潭及新北投支線在疫情下每小時單向列車平均載客量分別只有 42、52 人次，若使用公車替代捷運支線行駛，往返主線車站與支線車站接駁，能減少營運成本，同時滿足旅運需求。

6.2 後續研究建議

本節將歸納以下幾點建議，以期相關單位能提供更完整之開放資料，並供後續研究參考：

1. 對於觀光旅次之定義，本研究僅能定義臺北市之觀光站點，並無納入新北市之車站，因新北市政府無提供觀光區遊客統計數據，無法得知新北市主要觀光區以及其對應之捷運車站，因此無法定義新北市之觀光站點，然而觀光旅次為分析北捷旅運量及民眾旅運行為之重要資訊，未來若能提供各觀光遊憩區之遊客數統計，將幫助確立各捷運站之發展定位，更了解民眾之旅次目的、旅運行為。此外，若後續研究需加入新北市主要觀光站點，可評估和嘗試將旅客服務中心所在之車站列為新北市觀光站點，觀察其與旅運量之關係。
2. 本研究利用綜稅所得總額中位數來呈現家戶年所得中位數，此數據呈現上可能與實際情況有所差異，因有扣抵稅額機制且新北市、臺北市未婚率高，2020 年全國排名分別為第 2 及第 5，因而導致家戶年所得中位數偏低之現象，期相關單位能開放以里為統計單位之家戶年所得資料，使後續相關研究得以真實呈現實際所得情況。
3. 後續可探討 YouBike 轉乘設施之數量、各里工商業登記數與北捷旅運量之關係，建議新北捷運公司開放淡海輕軌旅運量資料，亦期相關單位能開放以里為單位之私人運具持有率資料，以全盤了解疫情管制對北捷旅運量之影響。
4. 後續研究可進行站間運量分析，以統計各站總乘車人數，檢視疫情嚴峻時區間車行駛路段是否載運大量的旅運者，針對全程車、區間車之營運模式提出更全面的營運建議。
5. 2022 年五月疫情再度爆發，雖政府未實施三級警戒管制，不過 2022 年五月單日確診人數為 2021 年同期數十倍至數百倍，衛生福利部疾病管制署(2022)統計 2021 年五月單日確診數最高約 400 人，2022 年五月單日則破 8 萬人染疫，建議後續可參照本研究的分析架構，探討 2022 年 COVID-19 對捷運運量之影響，並對比檢視與 2021 年的異同之處。

6.3 研究貢獻

過往文獻多巨觀地探討 COVID-19 對旅運量之影響，較少掌握個別站點、OD 起迄對之影響程度及因素，因此，本研究以臺北捷運各站分時進出量統計之開放資料為基礎，結合旅次特性、車站周邊特性，分別針對平日尖峰、假日旅次深入探討顯著影響因素，供決策單位了解重大管制措施對北捷各站、各 OD 旅運量之影響程度與因素，並以巨量旅次資料建立分析架構流程圖（圖 6.3-1、表 6.3-1），因開放資料在本研究中扮演著重要角色，愈多資料則研究面向愈全面，故圖 6.3-1 流程圖中虛線方框為本研究建議相關單位開放的資料，及其經分析後得出的研究結果，以作為未來大規模事件管理參考應用。

表 6.3-1 悠遊卡票證資料可進行之後續分析

可進行之分析	說明
搭乘頻率高或低之旅運特性	觀察個體旅運者使用頻率，疫情管制對搭乘頻率高、低旅運者之影響程度及差異
轉乘行為	串聯捷運、公車、YouBike 旅運量資料進行轉乘行為分析
停車轉乘特性	使用悠遊卡付款停車費之旅次轉乘特性
捷運關聯旅次鏈分析	藉由使用悠遊卡小額購物紀錄推估捷運旅運者之關聯旅次鏈

資料來源：本研究整理

參考文獻

[政府資料或出版品]

1. 臺北市政府新聞稿（2021），公布市有不動產租金減免政策，臺北市政府秘書處。檢自
https://sec.gov.taipei/News_Content.aspx?n=49B4C3242CB7658C&sms=72544237BBE4C5F6&s=9054328961CF253A
2. 國家發展委員會（2021），政府資料開放平台。檢自
https://data.gov.tw/datasets/search?p=1&size=10&s=resource_download_times_desc&rft=%E6%8D%B7%E9%81%8B
3. 臺北市政府捷運工程局（2020），由臺北捷運客旅運量解析商圈人流變化，臺北市政府主計處統計應用分析報告。檢自
<https://www.dorts.gov.taipei/News.aspx?n=F0A86A7852724EBE&sms=FF8192260EB382DA>
4. 高雄市政府交通局（2019），高雄市公車路線營運概況，108 年交通統計年報，檢自
<https://www.tbkc.gov.tw/AboutUs/Accountant/abc150?ID=47917ffa-b3e0-41c6-8210-65a07de33bdd>
5. 高雄市政府交通局（2020），高雄市公車路線營運概況，109 年交通統計年報，檢自
<https://www.tbkc.gov.tw/AboutUs/Accountant/abc150?ID=d67e3e1e-2e07-40c3-ae5d-f69349bd6e4b>
6. 高雄市政府交通局（2021），公車營運概況，統計月報，檢自
https://kcgdg.kcg.gov.tw/kcgstat/page/BookCatalog_Main.aspx
7. 吳東旺、蕭秋木、蔣千里、方忠明、高祥麟、邱彥程（2017），捷運松山線沿線土地開發基地規劃設計與成果，臺北市政府捷運工程局之捷運技術期刊，52，137-145。檢自 <https://books.taipei/publication/detail?id=ec6442d9-6388-4eab-a275-f5905edd373a>
8. 鄭安良（2016），臺北捷運信義線通車後之營運模式，臺北市政府捷運工程局之捷運技術期刊，51，1-9。檢自
<https://books.taipei/publication/detail?id=a03272e7-362b-4bad-9e93-c0cc0e58ffcd>

9. 臺北大眾捷運股份有限公司（2021），臺北捷運各站分時進出量統計，政府資料開放平台。檢自 <https://data.gov.tw/dataset/128506>
10. 衛生福利部疾病管制署（2021），Covid-19 每日確定病例數新聞稿。檢自 <https://www.cdc.gov.tw/Bulletin/List/MmgtpaidAR5Oai4-fgHzQ>
11. 交通部（2009），捷運延人公里定義，交通統計名詞定義。檢自 <https://www.motc.gov.tw/ch/home.jsp?id=61&parentpath=0%2C6&mcustomize=statistics102.jsp>
12. 臺北市民政局（2019），臺北市每年人口數依性別及年齡分（按行政區、里別），統計資料。檢自 <https://ca.gov.taipei/News.aspx?n=8693DC9620A1AABF&sms=D19E9582624D83CB、vup>
13. 新北市民政局（2020），新北市各區各里人口統計，新北市人口統計。檢自 <https://www.ca.ntpc.gov.tw/home.jsp?id=bfd4abbcdb3ce7a3>
14. 財政部財政資訊中心（2021），綜稅所得總額各縣市鄉鎮村里統計分析表-縣市別：臺北市，政府資料開放平臺。檢自 <https://data.gov.tw/dataset/17983>
15. 財政部財政資訊中心（2021），綜稅所得總額各縣市鄉鎮村里統計分析表-縣市別：新北市，政府資料開放平臺。檢自 <https://data.gov.tw/dataset/17975>
16. 臺北大眾捷運股份有限公司（2020），臺北捷運車站各出口周邊公車路線號及方向，臺北市資料大平臺。檢自 <https://data.taipei/#/dataset/detail?id=b1398491-07fe-40da-bb5a-ac73f4e45984>
17. 中華民國內政部國土測繪中心（2022），國土利用調查成果圖，國土測繪圖資網路地圖服務系統。檢自 https://www.nlsc.gov.tw/NLSC_Content.aspx?n=11987&sms=11699&s=183190
18. 臺北市政府都市發展局（2022），地籍套繪查詢，土地使用分區系統。檢自 <https://land.gov.taipei/cp.aspx?n=211C0013816FEED7>
19. 新北市政府城鄉發展局（2022），城鄉資訊查詢平台。檢自 <https://urban.planning.ntpc.gov.tw/NtpcURInfo/Map.aspx>
19. 交通部公路總局（2020），機動車輛登記數，統計查詢網。檢自 <https://stat.thb.gov.tw/hb01/webMain.aspx?sys=210&kind=21&type=1&funid=1110007&rdm=dtjloeNU>
20. 臺北市政府捷運工程局（2020），環狀線第一階段，公告資訊。檢自

- <https://www.dorts.gov.taipei/cp.aspx?n=86E55BE3A390F789>
21. 臺北市政府民政局（2021），臺北市各行政區最新月份人口數及戶數，統計資料。檢自
https://ca.gov.taipei/News_Content.aspx?n=8693DC9620A1AABF&sms=D19E9582624D83CB&s=EE7D5719108F4026
 22. 新北市政府民政局（2021），新北市人口統計，統計資料。檢自
<https://www.ca.ntpc.gov.tw/home.jsp?id=88f142fb0f4a0762>
 23. 衛生福利部疾病管制署（2021），時間軸-縣市鄉鎮疫情表單，COVID-19 全球疫情地圖。檢自
https://covid-19.nchc.org.tw/city_confirmed.php?mycity=%E6%96%B0%E5%8C%97%E5%B8%82&downloadall=yes
 24. 新北市文化局（2020），來跳舞吧！新北文化局攜手桃園捷運打造泰山 FUN 舞新空間，熱門新聞。檢自
<https://www.culture.ntpc.gov.tw/xmdoc?XsmSIId=0G244578733604637236>
 25. 臺北市政府都市發展局（2022），北投區、文山區土地使用分區圖，地籍套繪都市計畫使用分區圖。檢自 https://www.zone.gov.taipei/new_nav6_11.aspx
 26. 臺北市政府觀光傳播局（2022），臺北市主要觀光遊憩區及其對應捷運車站，主要觀光遊憩區遊客人數調查。檢自
<https://www.travel.taipei/zh-tw/statistical-bulletin/number-of-visitors>
 27. 內政部國土測繪中心（2021），捷運車站，政府資料開放平台。檢自
<https://data.gov.tw/dataset/73233>
 28. 內政部國土測繪中心（2021），村里界圖，政府資料開放平台。檢自
<https://data.gov.tw/dataset/7438>
 29. 臺北市政府財政局（2021），臺北市短期紓困措施，嚴重特殊傳染性肺炎紓困及振興專區。檢自
https://dof.gov.taipei/Content_List.aspx?n=D2A8839A34FEF96C
 30. 新北市政府（2021），新北市 110 年助扶方案，防疫資訊。檢自
<https://www.ntpc.gov.tw/ch/home.jsp?id=476f8c4752b7e74c>
 31. 交通部觀光局（2020），補助津貼紓困計畫，補助津貼紓困專區。檢自
<https://csa.hl.gov.tw/allowance/cp.aspx?n=11776>
 32. 臺北市政府觀光傳播局（2021），補助申請區，防疫資訊。檢自
https://www.tpedoit.gov.taipei/Content_List.aspx?n=F29BD9C3BE9AD506
 33. 臺北市政府交通局（2018），107 年臺北市民眾日常使用運具狀況摘要分析，

統計專題分析。檢自

<https://www.dot.gov.taipei/News.aspx?n=44EAAF8913752298&sms=DADC9630355BA510>

34. 中華民國內政部（2021），110 年第 28 週內政統計通報，行政公告。檢自
https://www.moi.gov.tw/News_Content.aspx?n=9&sms=9009&s=220992
35. 交通部觀光局（2021），相關產業防疫規定及大型群聚活動調整資訊，交通新聞稿。檢自
https://www.moi.gov.tw/News_Content.aspx?n=9&sms=9009&s=220992
36. 交通部統計處（2017），105 年民眾日常使用運具狀況調查摘要分析，交通統計。檢自
<https://www.motc.gov.tw/ch/home.jsp?id=1679&parentpath=0,6&mcustomize=statistics105.jsp>
37. Dong J., Davidson D., Southworth F. & Reuscher T. (2012). Analysis of Automobile Travel Demand Elasticities With Respect To Travel Cost. Prepared for the Federal Highway Administration, Washington, D.C.
<https://www.fhwa.dot.gov/policyinformation/pubs/hpl-15-014/TCElasticities.pdf>
38. 行政院（2020），各縣市各年齡層婚姻狀況，重要性別統計資料庫。檢自
https://www.gender ey.gov.tw/gecodb/Stat_Statistics_Query.aspx?sn=40kTsV0YPrkZxONPzODo6g%40%40&statsn=Kw0t!zwIsOxWgmaa6XhhqQ%40%40&d=&n=176336
39. 財政部（2022），綜合所得稅節稅手冊，財政部稅務入口網。檢自
<https://www.etax.nat.gov.tw/etwmain/tax-info/understanding/tax-saving-manual/national/individual-income-tax/8qnp0pA>
40. 衛生福利部疾病管制署（2022），Covid-19 每日確定病例數新聞稿。檢自
<https://www.cdc.gov.tw/Category/ListContent/EmXemht4IT-IRAPrAnyG9A?uaid=rJ1hEq8Gs1LOUiOTamKDqQ>
41. 內政部營建署（2018），都市人本交通規劃設計手冊（第二版）。檢自
<https://myway.cpami.gov.tw/wiki/wikimain/1>

[碩博士論文]

1. 黃俊良（2016），臺北市公共自行車系統旅次特性分析，淡江大學運輸管理學系運輸科學碩士班，新北市。

2. 林伽洧 (2018)，運用決策樹建構交通運輸政策決策支援系統:以軌道運輸為例，淡江大學資訊工程學系碩士在職專班，新北市。
3. 華健明 (2020)，應用決策樹分析交通事故情境因子，政治大學企業管理研究所，新北市。
4. 黃庭臻 (2019)，隨機森林與決策樹於交通事故嚴重程度分析上之應用，臺灣大學工業工程學研究所，臺北市。
5. 黃士軒 (2007)，交叉路口雙車事故分析，交通大學交通運輸研究所，臺北市。
6. 李舒媛 (2018)，以悠遊卡大數據探討 YouBike 租賃及轉乘捷運之使用者行為，淡江大學運輸管理學系運輸科學碩士班，新北市。
7. 顏利憲 (2013)，以決策樹分析鐵路誤點原因及解決方法，成功大學交通管理學系碩士班，臺南市。
8. 林芳如 (2020)，高速公路服務區經營績效之影響因素研究，成功大學交通管理學系碩士班，臺南市。
9. 詹雅惠 (2021)，號誌化路口左轉車流事故影響因素之分析，陽明交通大學管理學院運輸物流學程，臺北市。
10. 張哲寧 (2016)，建立風險決策模式於路段機車空間管制，臺灣大學土木工程學研究所，臺北市。
11. 吳欣璇 (2020)，取消第三車道禁行機車安全評估-以深度學習模型分析，臺灣大學土木工程學研究所，臺北市。

[研討會論文]

1. 卓明君、宋嵩、蔡明哲、黃郁凱 (2020)，2020 新冠肺炎對國道交通量影響分析，中華民國運輸學會學術論文研討會。
2. 鐘仁傑、陳薇亘、陳學台、葉志宏 (2020)，新冠肺炎疫情對臺北市交通影響趨勢分析，中華民國運輸學會學術論文研討會。
3. 周榮昌、陳科宏、葉振翔 (2020)，Covid 19 影響下台灣地區旅次行為分析，中華民國運輸學會學術論文研討會。
4. American Public Transportation Association. (2020). The Impact of the COVID-19 Pandemic on Public Transit Funding Needs in the U.S. American Public Transportation Association, Washington, D.C.,
5. 盧宗成、吳東凌、陳翔捷 (2020)，交通行動服務方案購買之決策樹分析與行

銷策略，中華民國運輸學會學術論文研討會。

6. 簡佑勳、何昕蓓、陳羽宏、鍾易詩（2021），新冠肺炎疫情對大眾運輸使用情形之影響－以臺北捷運系統為例，中華民國運輸學會學術論文研討會。
7. 胡大瀛、洪于鈞（2021），COVID-19 三級警戒下臺灣中長程運具選擇之分析，中華民國運輸學會學術論文研討會。

[期刊]

1. Brown, A. & Williams, R. (2021). Equity Implications of Ride-Hail Travel during COVID-19 in California. *Transportation Research Record*. doi: 10.1177/03611981211037246
2. Abreu, L. & Conway, A. (2021). A Qualitative Assessment of the Multimodal Passenger Transportation System Response to COVID-19 in New York City. *Transportation Research Record*. doi: 10.1177/03611981211027149
3. Qiao, Y., Medina, R. A., McCarthy, L. M., Mallick, R. B. & Daniel, J. S. (2017). Decision Tree for Postflooding Roadway Operations. *Transportation Research Record*, 2604,120-130. doi: 10.3141/2604-15
4. Zheng, Z., Lu, P. & Tolliver, D. (2016). Decision Tree Approach to Accident Prediction for Highway–Rail Grade Crossings: Empirical Analysis. *Transportation Research Record*, 2545, 115-122. doi: 10.3141/2545-12
5. 陳菟蕙、張勝雄（2012），探討高齡化社會之旅運特性與公共運輸資訊需求課題，*人文與社會科學簡訊*，13（2），141-150。
6. 王銘亨（2016），閃光號誌路口交通事故特性分析-以臺南市為例，*交通學報*，16（1），39-54。
7. Guo, Y. & Sayed, T. (2020). Before–After Evaluation of Left-Turn Lane Extension Considering Injury Severity and Collision Type. *Transportation Research Record*. doi:10.1177/0361198120920270
8. Wei, M., Corcoran, J., Sigler, T. & Liu, Y. (2018). Modeling the Influence of Weather on Transit Ridership: A Case Study from Brisbane, Australia. *Transportation Research Record*, 2672(8), 505-510. doi:10.1177/0361198118777078
9. Reiffer, A., Magdolen, M., Ecke, L. & Vortisch, P. (2022). Effects of COVID-19 on Telework and Commuting Behavior: Evidence from 3Years of Panel Data.

[書籍]

1. 謝惠紅 (2015)，地理資訊系統：Quantum GIS 實作範例（一版，3-5 頁），華都。檢自
<https://www.airitibooks.com/pdfViewer/index.aspx?PublicationID=P20160824008&GoToPage=-1>
2. Rodrigu, J. P. (2020). Road Transport Elasticity by Activity. The Geography of Transport Systems, 5,456. doi: 10.4324/9780429346323
<https://transportgeography.org/contents/chapter3/provision-and-demand-of-transportation/elasticity-road-transport/>

[網站]

1. United Nations. Transcript of UN Secretary-General's virtual press encounter to launch the Report on the Socio-Economic Impacts of COVID-19. Secretary-General.
<https://www.un.org/sg/en/content/sg/press-encounter/2020-03-31/transcript-of-un-secretary-general%E2%80%99s-virtual-press-encounter-launch-the-report-the-socio-economic-impacts-of-covid-19>
2. 臺北捷運公司，疫情趨緩北捷虧損拚控制在 50 億內，聯合新聞網。檢自
<https://udn.com/news/story/7323/5795488>
3. 郭巧玲、張洧翔、陳子安、賴奕達、黃瑋程、謝馥伊，細捷運藏・臺北流—探討臺北捷運旅運量變化，地理資訊系統故事地圖 ArcGIS StoryMaps。檢自
<https://storymaps.arcgis.com/stories/9723ecc85e094278ad17d26bb5d47793>
4. 黃歆貽、賴汶靖、朱峻弘、吳予耀，捷運流量樣態分析—利用 K-means 與時間序列模型尋找顧客群與分時預測，2017 政大統計系資料競賽得獎作品。檢自 http://stat.nccu.edu.tw/zh_tw/DataAnalysisCompetition
5. YouBike 微笑單車官網，2021/09 新北地區租賃次，YouBike 營運成果。檢自 https://ntpc.youbike.com.tw/news/content?_id=61652b83083e7b70b03e6203
6. 高雄捷運公司，高雄捷運 109 年、110 年旅運量統計表，高雄捷運統計資料。檢自 <https://corp.krtc.com.tw/News/statistics?p=1>

7. Goldbaum, C. Face Masks and Crowd Control: The Race to Make Your Subway Ride Safer. The New York Times, 2020.
<https://www.nytimes.com/2020/05/03/nyregion/mtasubway-coronavirus.html>.
8. Tseng C. H. , 決策樹 Decision trees , WordPress.Org 。檢自
<https://chtseng.wordpress.com/2017/02/10/%E6%B1%BA%E7%AD%96%E6%A8%B9-decision-trees/>
9. SAS Taiwan 臺北辦公室 , 活學活用決策樹 (三) : 運用 SAS EM 決策樹進行 CHAID 及 CART 分析 , SAS BLOGS 。檢自
<https://blogs.sas.com/content/sastaiwan/2020/04/08/%E6%B4%BB%E5%AD%B8%E6%B4%BB%E7%94%A8%E6%B1%BA%E7%AD%96%E6%A8%B9%E4%B8%89%EF%BC%9A%E9%81%8B%E7%94%A8sas-em%E6%B1%BA%E7%AD%96%E6%A8%B9%E9%80%B2%E8%A1%8Ccha-id%E5%8F%8Acart%E5%88%86%E6%9E%90/>
10. snowy_sakura , 決策樹 C&RT、CHAID、QUEST、C5.0 的區別 , 台部落。檢自 <https://www.twblogs.net/a/5b81da8c2b71772165ae9dfc>
11. Chong H. Y. Data Mining as an Extension of EDA and Resampling. Creative Wisdom.
<https://www.creative-wisdom.com/computer/sas/DM.shtml>
12. but , 臺北捷運旅行距離試算 , WordPress.Org 。檢自
<http://data.but.tw/trtc/price.html>
13. pili.app , 臺北捷運路線圖。檢自
<https://tw.piliapp.com/mrt-taiwan/taipei/>
14. Google 搜尋趨勢 , 陽光運動公園-探索。檢自
<https://trends.google.com.tw/trends/explore?date=2020-04-01%202021-09-01&geo=TW&q=%E9%99%BD%E5%85%89%E9%81%8B%E5%8B%95%E5%85%AC%E5%9C%92>
15. 臺北捷運公司 , 路線及班距。檢自
<https://www.metro.taipei/cp.aspx?n=EAD981369A065968>

附錄 1 數字快覽



附錄 2 決策樹演算法參數設定

- 軟體：SAS Enterprise Miner 15.1
- 演算法：CHAID (Chi-Square Automatic Interaction Detector, 卡方自動交叉檢驗)
- 參數設定：

屬性	值	屬性	值
一般		P 值調整	
節點 ID	tree	Bonferroni 調整	是
匯入的資料	...	Bonferroni 調整的時間	之後
匯出的資料	...	輸入	否
附註	...	輸入的數目	1
訓練		深度調整	是
變數	...	輸出變數	
互動式	...	分業變數	是
匯入樹模型	否	互動式樣本	
樹模型資料集	...	建立樣本	預設
使用凍結樹	否	抽樣方法	隨機
使用多重目標	否	樣本大小	10000
分割規則		樣本種子	12345
間隔目標準則	ProbF	效能	磁碟
名目目標準則	ProbChisq	評分	
序數目標準則	Gini	變數選取	是
顯著水準	0.1	分業角色	區段
遺漏值	最相互關聯的分支	報表	
使用輸入一次	否	精確度	4
最大分支	5	樹精確度	4
最大深度	5	類別目標節點顏色	單一顏色
最小類別大小	2	間隔目標節點顏色	平均
節點		節點文字	...
分業大小	1	狀態	
規則數目	5	建立時間	2022/4/12 下午 2:49
替代規則數目	0	執行 ID	2c2e8be1-ce58-4/83-b8c8-8
分割大小	2	上次錯誤	
分割搜尋		上次狀態	完成
使用決策	否	上次執行時間	2022/4/24 下午 8:40
使用事前機率	否	執行持續期間	0 小時 3 分 0.01 秒
徹底	0	網絡主機	
節點樣本	20000	使用者增加的節點	否
子樹			
方法	最大		
分業數目	1		
評估量值	平均平方誤差		
評估率	0.25		
交叉驗證			
執行交叉驗證	否		
子集數目	10		
重複的數目	1		
種子	12345		
以觀測為基礎的重要性			
以觀測為基礎的重要性	否		
單變數重要性數目	5		

附錄 3 程式碼

```
/*事先透過SAS EG匯入excel資料，轉檔成7bdat檔*/
/*7bdat檔說明：week平&假日；test2北捷各站分時進出量；route2路線
編號*/
libname week 'C:\Users\user\Documents\My SAS Files';
libname test2 'C:\Users\user\Documents\My SAS Files';
libname route2 'C:\Users\user\Documents\My SAS Files';
data test2;set test2.test2;run;
data weekday;set week.weekday;run;
data route2;set route2.route2;run;
/*輸出前100筆資料檢查*/
proc print data=test2 (obs=100);run;
/*合併檔案；編碼newweekday=1假日，newweekday=2平日*/
data mergedata;merge test2 weekday;by date;
newweekday=.;
if weekday in(1,7) then newweekday=1;
else if weekday in(2,3,4,5,6) then newweekday=2;
run;
/*將資料排序讓後續檔案合併順利*/
proc sort data=mergedata;by 0;run;
/*合併檔案*/
data mergedata2;merge mergedata route2;by 0;run;
proc tabulate data=mergedata2;class 0 date;var
person;table date*person, (N sum); run;
proc tabulate data=mergedata2;class Oroute transfer;var
person;table transfer*person, (N sum); run;

/*編碼newtime=1平日尖峰，newtime=2平日離峰，newtime=0假日*/
data data2;set mergedata2;
newtime=.;
if newweekday=2 and time in(7,8,9,17,18,19) then
newtime=1;
if newweekday=2 and time
in(1,2,3,4,5,6,10,11,12,13,14,15,16,20,21,22,23,0) then
newtime=2;
else if newweekday=1 then newtime=0;run;
```

```

/*定義轉乘站，小碧潭、北投支線不為轉乘站*/
data data3;set data2;
transfer=.;
if Oroute
in('BL15','BL23','G16','R05','R08','R11','G12','R10','BL1
4','G09','G15','R07','R13','G04','O02','O17') then
transfer=1;
else if Oroute
in('R02','R03','R04','R06','R09','R12','R14','R15','R16',
'R17','R18','R19','R20','R21','R22','R22A','R23','R24','R
25','R26','R27','R28','BR01','BR02','BR03','BR04','BR05',
'BR06','BR07','BR08','BR12','BR13','BR14','BR15','BR16','
BR17','BR18','BR19','BR20','BR21','BR22','BR23','G01','G0
2','G03','G03A','G05','G06','G07','G08','G10','G11','G13'
,'G17','G18','G19','BL01','BL02','BL03','BL04','BL05','BL
06','BL07','BL08','BL09','BL10','BL13','BL16','BL17','BL1
8','BL19','BL20','BL21','BL22','O01','O03','O04','O09','O
10','O12','O13','O14','O15','O16','O18','O19','O20','O21'
,'O50','O51','O52','O53','O54','Y01','Y02','Y03','Y04','Y
05','Y06','Y08','Y09','Y10','Y12','Y13','Y14','Y15','Y16'
,'Y17','Y19','Y20','Y21') then transfer=0;run;
/*分子集：2020.5.15-2020.6.30零確診期間*/
data data4;set data3;
if date
in('15may2020'd,'16may2020'd,'17may2020'd,'18may2020'd,'1
9may2020'd,'20may2020'd,'21may2020'd,'22may2020'd,'23may2
020'd,'24may2020'd,'25may2020'd,'26may2020'd,'27may2020'd
,'28may2020'd,'29may2020'd,'30may2020'd,'31may2020'd,
'01jun2020'd,'02jun2020'd,'03jun2020'd,'04jun2020'd,
'05jun2020'd,'06jun2020'd,'07jun2020'd,'08jun2020'd,
'09jun2020'd,'10jun2020'd,'11jun2020'd,'12jun2020'd,
'13jun2020'd,'14jun2020'd,'15jun2020'd,'16jun2020'd,
'16jun2020'd,'17jun2020'd,'18jun2020'd,'19jun2020'd,
'20jun2020'd,'21jun2020'd,'22jun2020'd,'23jun2020'd,
'24jun2020'd,'25jun2020'd,'26jun2020'd,'27jun2020'd,
'28jun2020'd,'29jun2020'd,'30jun2020'd);run;
proc tabulate data=data4;class O D;var person;table
O*(D*person),(N sum);run;

```

```

/*分子集：2021.5.15-2021.6.30三級警戒期間*/
data data5;set data3;
if date
in('15may2021'd,'16may2021'd,'17may2021'd,'18may2021'd,'1
9may2021'd,'20may2021'd,'21may2021'd,'22may2021'd,'23may2
021'd,'24may2021'd,'25may2021'd,'26may2021'd,'27may2021'd
,'28may2021'd,'29may2021'd,'30may2021'd,'31may2021'd,
'01jun2021'd,'02jun2021'd,'03jun2021'd,'04jun2021'd,
'05jun2021'd,'06jun2021'd,'07jun2021'd,'08jun2021'd,
'09jun2021'd,'10jun2021'd,'11jun2021'd,'12jun2021'd,
'13jun2021'd,'14jun2021'd,'15jun2021'd,'16jun2021'd,
'16jun2021'd,'17jun2021'd,'18jun2021'd,'19jun2021'd,
'20jun2021'd,'21jun2021'd,'22jun2021'd,'23jun2021'd,
'24jun2021'd,'25jun2021'd,'26jun2021'd,'27jun2021'd,
'28jun2021'd,'29jun2021'd,'30jun2021'd);run;
proc tabulate data=data5;class O D;var person;table
O*(D*person),(N sum);run;
/*****/
/*分子集：2020年零確診期間&2021年三級期間平日尖峰*/
data data6;set data4;where newtime=1;run;
data data7;set data5;where newtime=1;run;
/*匯出2020年零確診期間&2021年三級期間平日尖峰資料，貼至excel*/
proc tabulate data=data6;class O D;var person;table
O*(D*person),(N sum);run;
proc tabulate data=data7;class O D;var person;table
O*(D*person),(N sum);run;
/*****/
/*分子集：2020年零確診期間&2021年三級期間假日*/
data data8;set data4;where newtime=0;run;
data data9;set data5;where newtime=.;run;
/*匯出2020年零確診期間&2021年三級期間假日資料，貼至excel*/
proc tabulate data=data8;class O D;var person;table
O*(D*person),(N sum);run;
proc tabulate data=data9;class O D;var person;table
O*(D*person),(N sum);run;

```

```

/*****/
/*三級警戒下各站進站量*/
proc tabulate data=data5;class O;var person;table
O*person, (N sum);run;
/*三級警戒下各站出站量*/
proc tabulate data=data5;class D;var person;table
D*person, (N sum);run;

```

