

逢甲大學學生報告 ePaper

運用電子票證資料探討公車路線營運計畫適宜性-以 6333 公路客運路線為例

THE FEASIBILITY STUDY FOR BUS ROUTES OPERATIONAL PLAN BASED
ON SMART CARD DATA

作者：游博展、陳泓名

系級：運輸與物流學系三年乙班

學號：D0513177、D0552268

開課老師：蘇昭銘

課程名稱：運輸資料分析

開課系所：運輸與物流學系

開課學年： 106 學年度 第 2 學期

中文摘要

台灣地區近年來已有許多學者運用電子票證資料分析各項公共運輸之營運改善計畫，但大多著重於單一路線改善計畫之研擬。本研究探討之 6333 公路客運路線，配合相關交通場站之開發衍生出三種不同之營運模式，但由於經營績效不佳，頗令營運業者困擾。

本研究運用電子票證資料地使用者時空特性分析，並透過系統性之分析方法，評估該路線營運計畫之適宜性，研究結果顯示：若能採取路線端點和營運班次調整之整合性方案，將可大幅減少營運成本達 1000 多萬元，對於業者及使用者可達到雙贏的效果。



關鍵字：大眾運輸、巨量資料、電子票證、營運計畫

Abstract

There are many scholars have used smart card data to analyze the performance and propose improvement plans for public transportation service. Most of these researches focus on the single bus route improvement plan. The 6333 intercity bus routes have developed three different modes of operation because of the development of relevant railway stations. However, operator is quite troublesome due to poor operating performance.

This study analyzes the temporal and space characteristics of users based on smart card data and evaluates the suitability of the bus route operation plan through systematic analysis methods. The results show that the integrated strategy by route endpoints and timetables shift



Keyword : big data, operational plan, public transit, smart card

目 次

一、	前言.....	4
二、	文獻回顧.....	5
三、	使用者特性分析.....	8
	3.1 6333 各路線之平均班次運量分析.....	8
	3.2 使用者搭乘頻率分析.....	8
	3.3 使用者星期別搭乘分佈情形.....	9
	3.4 使用者熱門上下車站.....	11
	3.5 高頻率使用者熱門上下車站.....	13
四、	營運模式適宜性分析.....	16
	4.1 營運路線適宜性分析.....	16
	4.2 營運模式研擬與評估.....	19
	4.3 敏感度分析.....	22
五、	結論與建議.....	23
	參考文獻.....	24



一、前言

各國政府為了達到節能減碳、提升交通安全和兼顧社會公平等目標，近年來均積極發展公共運輸系統。交通部近年來也積極推動各項交通運輸發展計畫，提升公共運輸市占率，同時也因應高速鐵路場站的完工，積極規劃新路線或調整既有路線，以期達到轉乘接駁功能。此外，觀光局亦積極推動鐵道觀光，而集集支線為臺鐵現有客運支線中里程數最長，行駛時間最久的支線，西起彰化縣二水站，沿途行經源泉、濁水、龍泉、集集、水里等五個車，東邊終點為車埕站，全線總長 29.7 公里，行車時間約 50 分鐘，沿線各車站位置如圖 1 所示；每日順行及逆行之時刻表可彙整如表 6.2 與 6.3 所示，營運班次分別為 13 班及 14 班。台灣鐵路管理局為推廣旅遊行程，亦發行售價 90 元、優待票 45 元之一日週遊券，旅客可在區間內各站自由上、下車，不限搭乘次數。交通部台鐵局、觀光局及台灣高鐵公司在民國 107 年 5 月除再度以「搭雙鐵遊集集」鐵道旅遊為主題，推出「集集觀光鐵支隊彩繪列車」，集集觀光鐵支隊彩繪列車係以 5 輛新彩繪之 DRC 柴油客車及翻新 1 輛進化 1001 號組成，車廂外觀彩繪國內不同鐵道所經過之風景名勝地區意象，如集集沿線、彰化八卦山、雲林虎尾及嘉義阿里山、布袋等觀光局曾利用「台日觀光高峰論壇」機會，邀請日本觀光產業代表搭乘集集支線彩繪列車，到充滿日式風味並同時兼具木業與鐵道特色之車埕參訪，日方代表認為集集支線懷舊慢活，是相當有代表性的旅遊行程，其中車埕火車站更有秘密花園與最後火車站之稱，顯見集集支線在遊憩旅遊之發展潛力。



圖 1 集集支線車站分布圖

由於目前高鐵彰化站之運量上在持續培養中，故由臺中地區連接集集線沿線各旅遊景點之 6333 即扮演極為重要之角色，6333 公路客運路線起訖站為臺中至水里(臺中-經中興-水里)，而因應高快速路網的完工和高鐵臺中站的啟用，該路線又衍生出 6333A(臺中-經國 3-水里)及 6333B(臺中-經高鐵臺中-水里)等兩種營運模式，三種營運模式之營運路線圖如圖 2 所示，平假日發車時間略有不同，但班次數平假日皆為 6333 每日 28 班、6333A 每日 15 班及 6333B 每日 5 班。

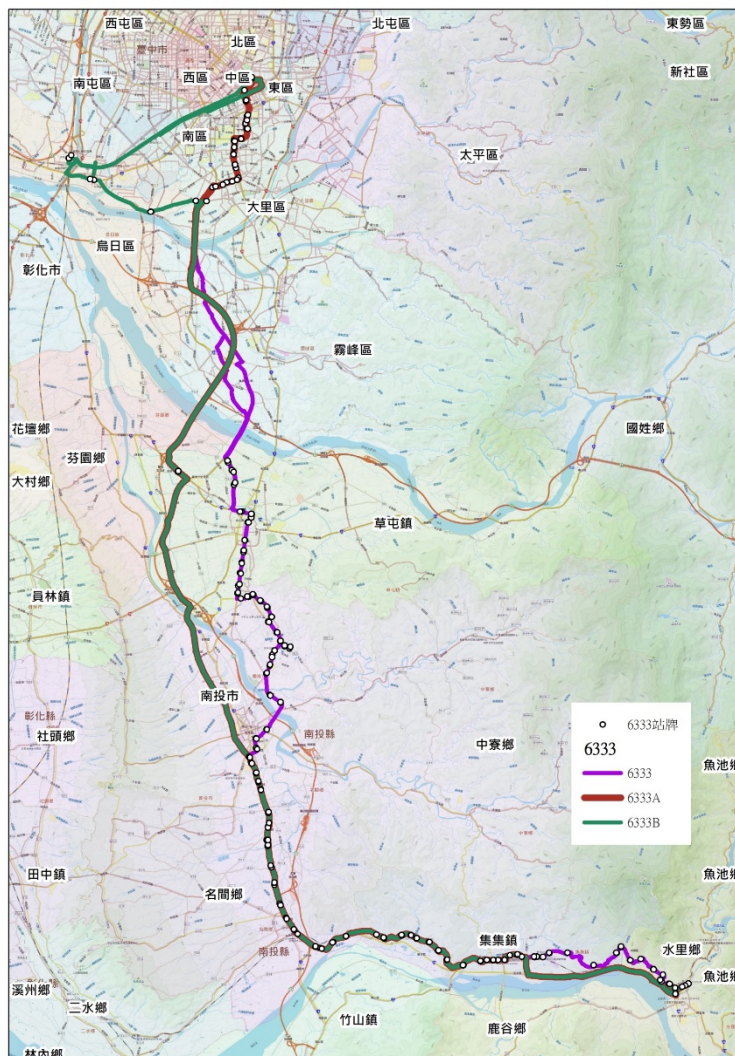


圖 2 6333 路線三種營運模式路線圖

本研究主要在運用客運業者所提供之電子票證資料和路線運量資料針對 6333 三種營運模式進行使用者之時間、空間及族群分析，並依據所提出之營運模式適宜性分析程序，檢討三種營運模式之適宜性，以作為未來業者重新調整營運計畫之參考，同時亦可作為其他路線群組檢討之依據。

二、文獻回顧

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，但近年來卻如雨後春筍般地劇增，國內在實際應用案例方面，相較於以往傳統調查方法取得之旅運資料，若能透過電子票證取得旅運資料則將更完整，且資料取得成本更低，取得之資料也更即時、準確。國內最早之研究為邱詩淳(2005)針對台北市特定公車路線之悠遊卡資料進行資料探勘技術之分析，藉由分析出的結果提出建立區間車或直達車之建議，期許能夠提出營運改善方案。此研究比對乘客電子票證資料與公車衛星定位系統之到站時間，探討乘客刷卡位置並根據搭乘紀錄

推估旅客之起迄矩陣，再透過資料探勘技術之群集化分析與關聯法則之功能，分別探討區間車與直達車之最佳營運路線，最後在建立不同的評比方式，進行敏感度分析。王晉元等人(2015)以臺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，由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。蘇昭銘等人(2016,2017)曾先後利用電子票證資料分析新竹縣尖石鄉公路客運和 6506 公路客運路線之改善計畫，但該些計畫主要著重在個別路線的營運計畫改善。

Pelletire 等人(2011)曾將智慧卡在大眾運輸規劃上之應用型態區分為戰略層級(strategic-level)、戰術層級(tactical-level)及營運層級(operational-level)，此三個層級的詳細說明如下：

1. 戰略層級(strategic-level): 戰略層級之應用主要著重在長期性交通路網的規劃上，而欲進行長期性交通路網的規劃，則必須清楚瞭解使用者之旅次行為與旅運需求量的預測與推估，因而此類資料可作為長期性交通路網規劃的基礎。有鑑於此，過去學者於本層級的研究(Agard 等人(2006)、Bagchi 及 White(2004)、Chu 等人(2009)、Trépanier 等人(2010))多著重在使用者行為的特性探討與分類上，希冀能找出符合當地交通路網特性的使用者行為模式。
2. 戰術層級(tactical-level)：戰術層級之應用研究(Bagchi 及 White(2004)、Chapleau 及 Chu(2007))則偏重在營運路線與班次的調整上，本層級的操作方式可依據電子票證系統所蒐集每筆上、下車地點的資料，彙整分析後則可掌握每條營運路線的中最大旅運量的地點(或車站)，故可作為現有營運路線或班次調整之重要依據；此外亦有學者(Hoffman et al. (2009))延伸此類之研究，進行使用者轉乘習慣與特性之分析，並作為運輸路網與班次微調之基礎。
3. 營運層級(operational-level)：營運層級的研究(Chapleau 及 Chu(2007)、Trépanier 等人(2009))則偏重在如何利用電子票證資料具有時間特性與地點標定之特性，進行運量統計及各種營運指標的產製，例如時刻表的正確性(schedule adherence)、每天每條路線不同票種的車公里數與人公里數等相關統計指標。

除 Pelletire 等人(2011)之關鍵性文獻回顧外，茲另將相關文獻內容彙整如表 1 所示，在國內由於電子票證資料取得困難，因此較少相關文獻，僅於 2005 年邱詩淳分析臺北市捷運區間車與直達車之最佳營運路線，其餘研究可能因資料難以取得或資料具有保密性而少有研究文獻。國外文獻部份，將票證分析區分為起迄分析、大眾運輸規劃與事前事後分析三大應用，並建立多項指標，包含不同對象分析、區域分析、營運輔助分析應用等。蘇昭銘等人則於於 2014 年提出票證分析可分為區域、路廊、路線、站點、使用者等對象。2015 年王晉元等人將區域、路廊、路線、站點、使用者等分析對象，以視覺方式圖形分析呈現相關結果。總結前述，國外學者除了起迄分析、大眾運輸規劃與事前事後分析外，亦有學者應用於運輸設備的保養維護；國內研究則著重於運具效益分析及公共運輸政策輔助制定。相關研究並無運用電子票證資料分析如本研究針對同一路線不同營運計畫(6333、6333A、6333B)之案例。

表 1 國內外電子票證分析內容彙整表

作者	時間	內容摘要
邱詩淳	民 94	以資料群集化與關聯法則之分析，探討區間車與直達車之最佳營運路線，最後建立不同評比方式，進行敏感度分析。
Agard	2006	以群集化分析了解不同族群平日旅運特性，可以提供未來在運輸營運的規劃上有所幫助。
Chapleau 等人	2008	各站牌不同卡別與上車數量之分析結果，整合各站牌重要地標資訊，探討地標和站牌上車人數關聯性。亦針對特定學校進行學生族群之不同時段空間分布分析。
Seaborn 等人	2009	英國倫敦電子票證旅運行為分析，並應用在大眾運輸之多聯運具的規劃上，以達到縮短轉運消耗的時間
Fuse 等人	2010	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，發現平假日之空間分布有明顯差異，而氣候也會影響平日乘客搭乘行為。
Antonio Pacz	2011	使用加拿大蒙特羅地區家戶調查資料、搭乘起迄點資料、商業區域點資料，找出地鐵使用者在各場所間旅次行為，有助於了解潛在的商業活動。
Lee 等人	2011	電子票證校估起迄資料、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。提出運輸單元、費率、轉乘行為及旅客量等四大分類 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
Sun	2012	透過迴歸分析法進行新加坡電子票證資料推估，並將預測結果運用於提升捷運公司面對突發狀況的應變能力，以維持服務的可靠性。
Zhang 等人	2014	比對電子票證刷卡資料與公車衛星定位系統之資料推算旅客於公車內之密度，評估車上擁擠程度以及站點之擁擠程度，根據評估的結果提出提升公車服務品質之建議
Tao 等人	2014	建立電子票證使用者之旅次軌跡資料，再透過數位化地圖方式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	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
Gokasar 等人	2014	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，
El Mahrsi 等人	2014	以電子票證資料進行乘客使用特性與社經資料整合之分析，顯示公共運輸高需求族群為居住在中高密度單獨家戶之中低所得區；而公共運輸需求最低之族群則為居住在低密度中高所得之獨棟住宅區。
Long 和 Thill	2015	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，亦以主要之住宅區和商業區為基礎，探討其旅次之分布狀況。
Song 等人	2015	利用韓國首爾電子票證資料建立總大眾運輸旅行時間、大眾運輸營運速率和轉乘點轉乘時間，並利用 K-means 分群法針對 600 個起迄對之指標平均值大小，以進行大眾運輸服務績效之評估。
Timothy Spurr	2015	運用票證資料評估家戶旅次數及時間分布，發現票證資料與家戶調查資料結果相當類似，有相當程度的解釋能力。
Zhong 等人	2015	利用新加坡電子票證資料進行不同時空特性之移動性差異分析，可發現不同星期不同時間之運量有明顯差異。
Nishiuchi 等人	2015	資料包絡分析法分析日本高知市電子票證資料，進行公共運輸轉乘點之評估。該研究利用轉乘效率、轉乘可靠性及轉乘相依性等三個指標加以評估，以分析不同時段和不同年齡層使用者在各轉乘點之服務品質。
蘇昭銘 等人	民 104	研擬電子票證資料之五大潛在應用範圍區域、路廊、路線、站點、使用者等應用範圍，並將電子票證之相關分析功能納入「公共運輸縫隙掃描決策支援系統之整合及推廣應用」。

作者	時間	內容摘要
王晉元 等人	民 104	應用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、使用者等範圍，並以視覺化圖形分析比較各路線之行駛方向及運量大小，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。

三、使用者特性分析

為了解本次研究路線之使用者搭乘特性，以作為後續擬定調整方案之參考，將針對運量、搭乘頻率等項目進行分析，詳如下述。

3.1 6333 各路線之平均班次運量分析

6333、6333A、6333B 三條路線之班次搭乘人數分析結果如圖 3 所示，其中以 6333 為最多使用者搭乘之路線，平均每班次搭乘人數達 93 人；其次為 6333A，平均每班次搭乘人數達 31 人；而 6333B 搭乘人數則為 3 條路線中最少之路線，平均每班次僅 6 人搭乘。

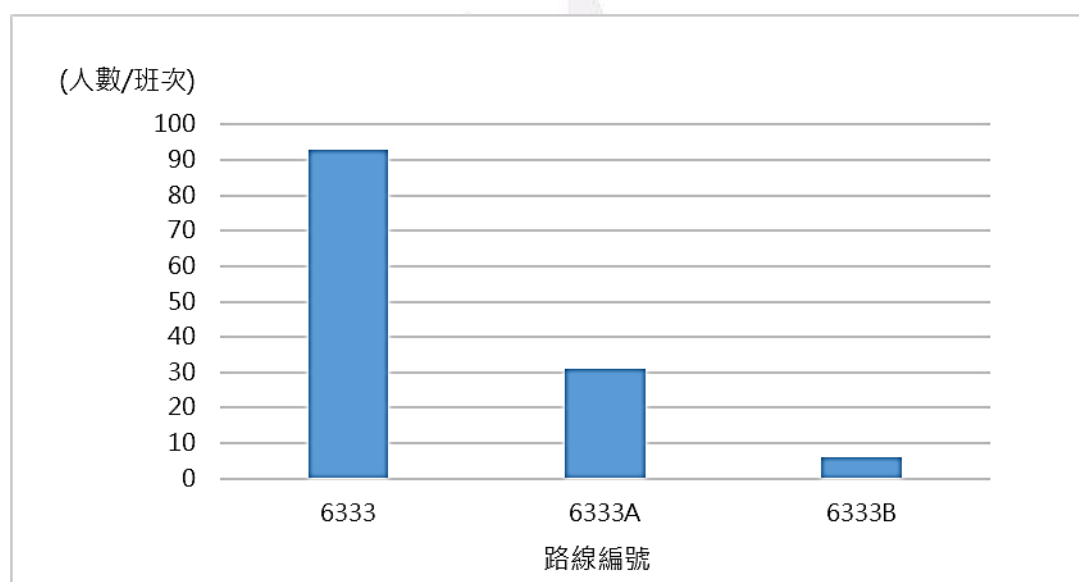
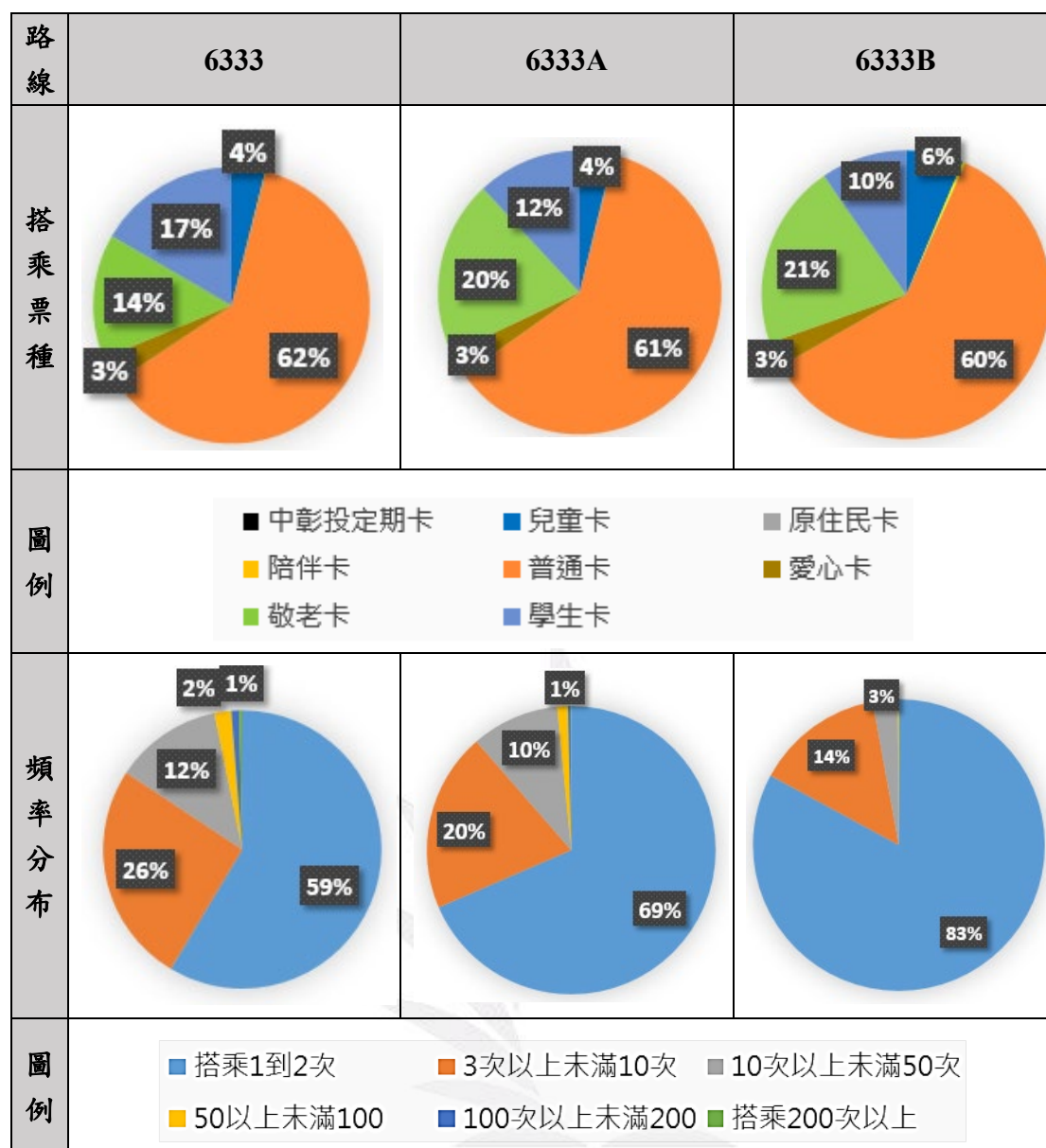


圖 3 各營運模式之平均班次運量比較

3.2 使用者搭乘頻率分析

使用者搭乘頻率之分析結果如表 2 所示，依據統計結果顯示各路線其搭乘票種比例分布十分接近，整體上無太大差異，以普通卡搭乘者皆占約六成比例，除 6333 學生卡比例略高於敬老卡外，搭乘量第二多之票種以敬老卡為主。而 6333 公路客運三條營運路線其使用者之搭乘頻率皆不高，6333、6333A、6333B 路線一年中搭乘次數一至二次的使用者佔該路線刷卡資料依序分別為 59%、69%、83%，而搭乘次數未達十次之使用者合計更高達 85%、89%、97%。

表 2 使用者搭乘票種與頻率一覽表



3.3 使用者星期別搭乘分佈情形

6333 路線三種營運模式使用者星期別之搭乘資料如圖 4 及圖 5 所示，6333 公路客運三條營運路線其使用者搭乘多集中於五、六日，其中又以 6333A、6333B 最為明顯，且搭乘之遊客搭乘頻率皆不高，一年中搭乘次數以一至二次之使用者為最高比例，搭乘次數未達十次之使用者更高達八至九成，由此可推斷該路線之多數使用者並非以通勤為其主要目的。

運用電子票證資料探討公車路線營運計畫適宜性-以 6333 公路客運路線為例

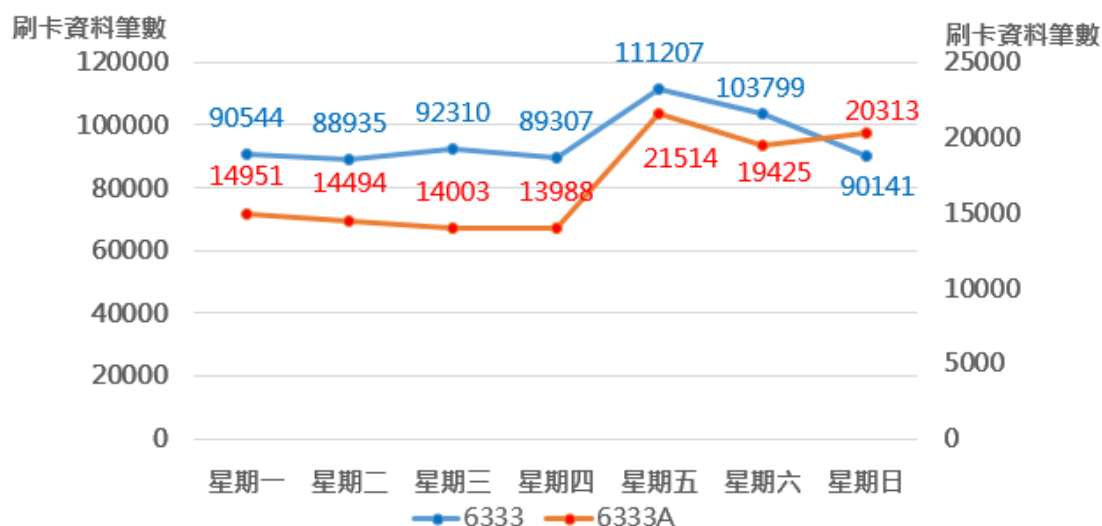


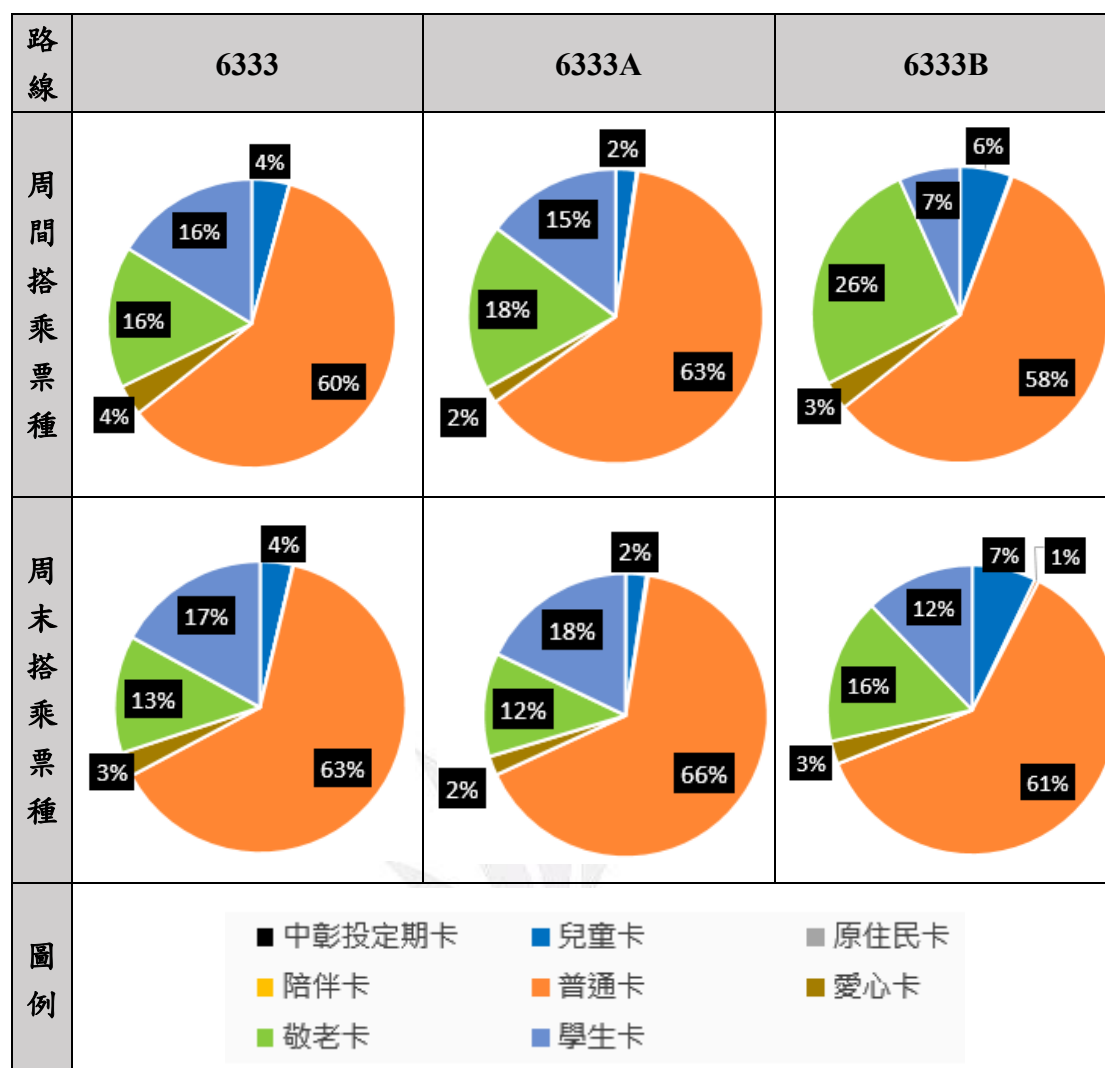
圖 4 6333 與 6333A 路線使用者星期別搭乘分佈



圖 5 6333B 路線使用者星期別搭乘分佈

若進一步針對周間及周末之搭乘票種進行分析，其結果如表 3 所示，整體而言 6333 與 6333A 周間周末其搭乘票種無明顯變化，6333B 敬老卡則有明顯增長，普通卡及學生卡部份則比例略減。

表 3 使用者周間周末搭乘票種



3.4 使用者熱門上下車站

依據票證資料分析結果顯示，6333 路線使用者由臺中總站前往水里之行程中，以臺中總站上車搭乘前往草屯、南投為最多刷卡紀錄站點(如圖 6 所示)，分別為 19,664 筆以及 18,028 筆刷卡紀錄，其次為草屯至南投(如圖 7 所示)，共 15,003 筆;返程則以草屯搭乘至臺中車站為最多(如圖 8 所示)，共計 26,822 筆刷卡資料，其次為南投搭乘至草屯(如圖 8 所示)之 13,872 筆紀錄。

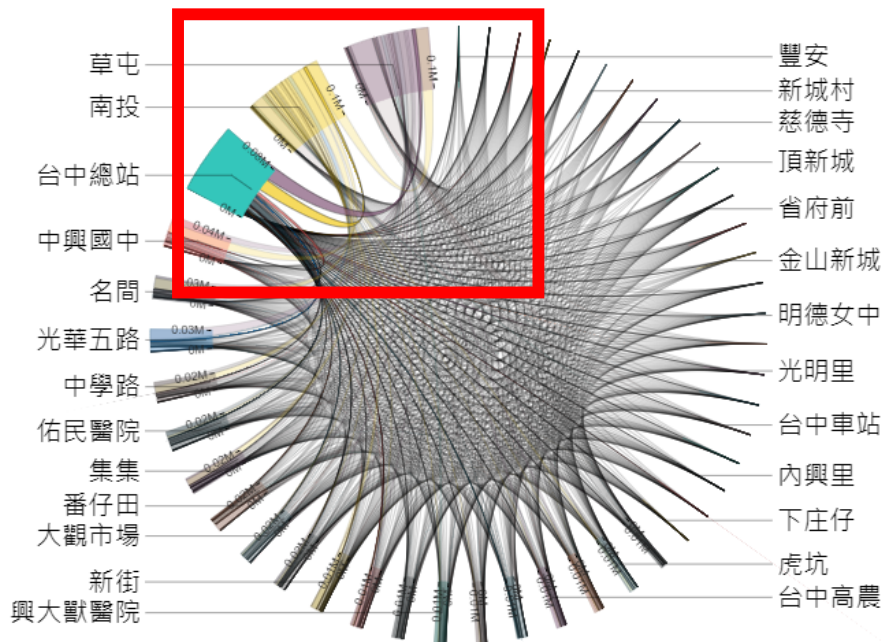


圖 6 6333 臺中總站起迄站點和弦圖

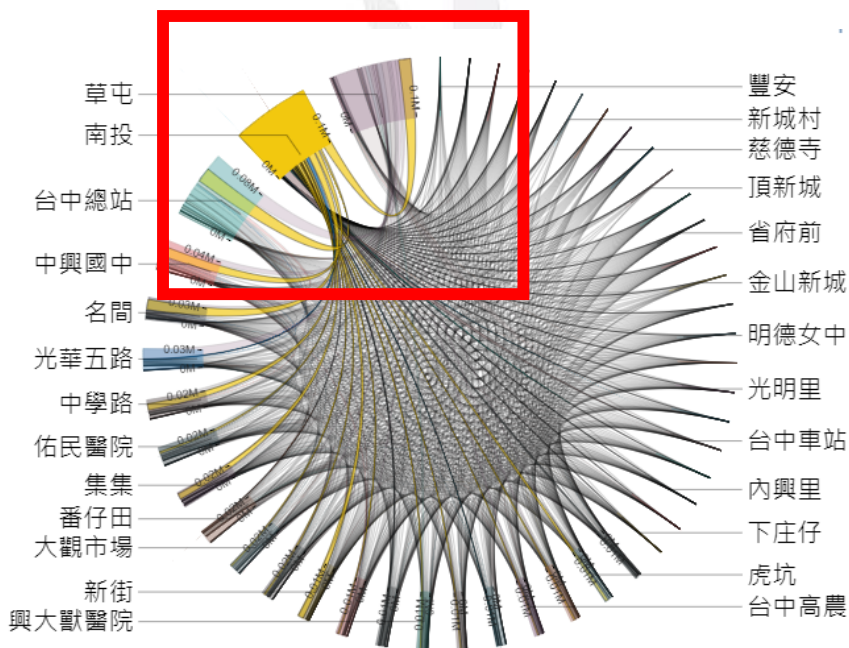


圖 7 6333 南投站起迄站點和弦圖

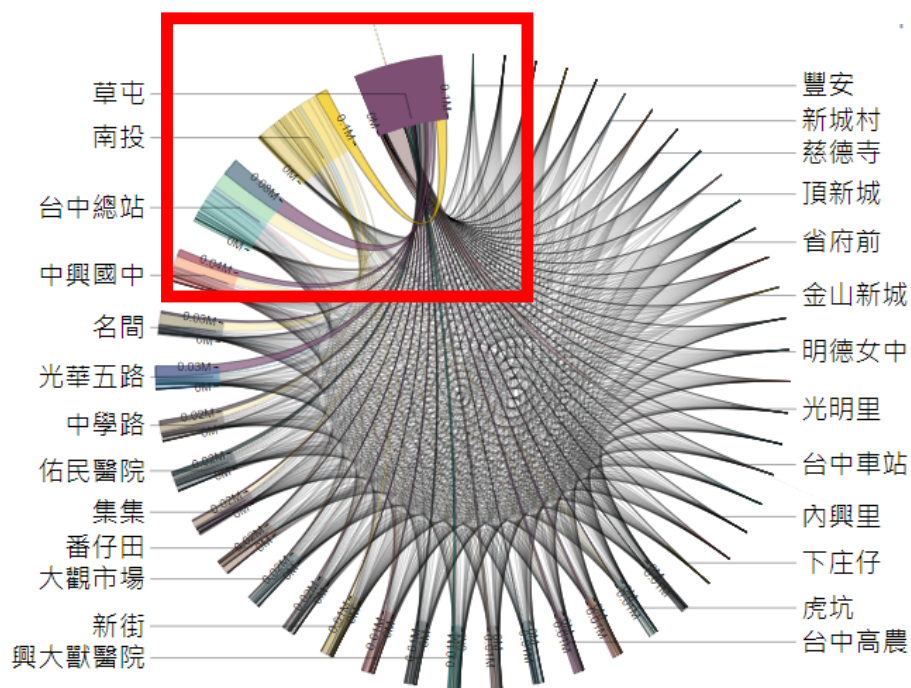


圖 8 6333 草屯站起迄站點和弦圖

6333A 路線則明顯主要往返於臺中總站、臺中車站至名間、集集、水里三個站點之間，另於返程中亦有頂茄荖前往仁愛醫院為熱門刷卡站點。6333B 路線相較前兩路線，刷卡紀錄則更為明顯集中於臺中高鐵站與集集、水里兩站點，彙整結果如表 4。

3.5 高頻率使用者熱門上下車站

依據上述幾點分析可確定使用者一週搭乘分佈情形大致分為週一至週四與週五至週日兩種型態，且多數使用者搭乘頻率不高，為進一步瞭解其中差異，針對搭乘次數高於 200 次之高頻率使用者部分資料進行篩選，並區分為週一至週四與週五至週日兩種類型，並以週間、週末稱之，而 6333B 則因未有高頻率使用者，不在此分析範圍內，相關分析結果如表 5 所示。

由表中分析結果中可發現 6333 路線週間高頻率使用者主要用於南投與名間兩地往返以及由中興國中搭乘至南投，刷卡時間多集中於早上六點與下午四、五點。6333B 路線週間高頻率使用者則主要用於由頂茄荖上車搭乘前往仁愛醫院，搭乘時段多位於晚間七點。6333 路線週末高頻率使用者主要於集中於名間搭車前往南投，時段與週間同，皆集中早上。而 6333B 路線週末高頻率使用者與週間同，由頂茄荖上車搭乘前往仁愛醫院，搭乘時段除晚間六、七點外，相較於週間多出一集中時段於下午四點。

表 4 6333A、6333B 熱門上下車站一覽

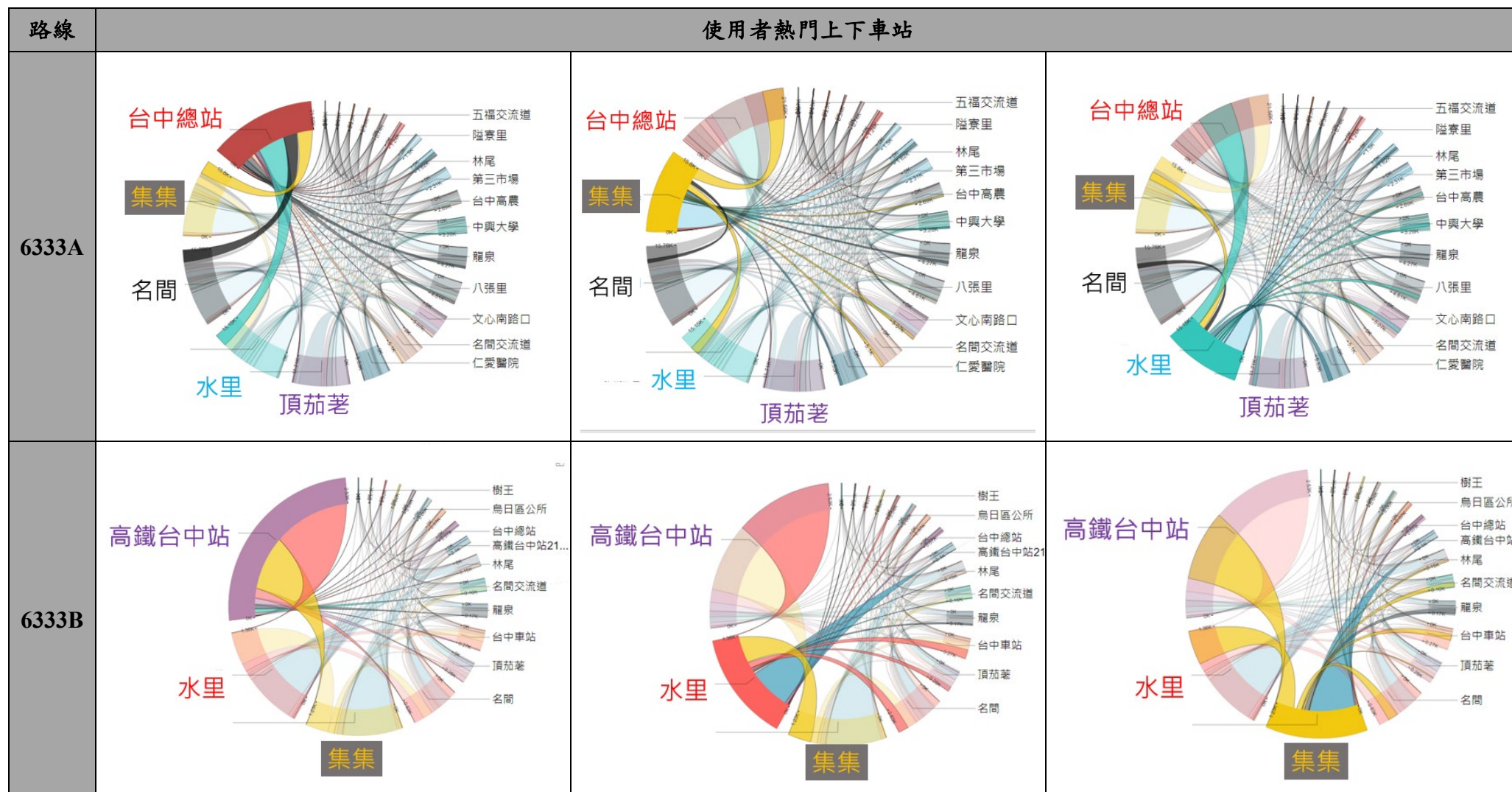


表 5 6333 使用者基本特性彙整表

項目	6333	6333A	6333B
使用者主要搭乘頻率	1-2 次	1-2 次	1-2 次
使用者熱門上下車站	往程: 臺中總站→草屯 臺中總站→南投 中興國中→南投 草屯→南投 南投→名間	往程: 臺中總站→名間 臺中總站→集集 臺中總站→水里	往程: 臺中高鐵站→集集 臺中高鐵站→水里
	返程: 名間→南投 南投→草屯 光華五路→草屯 南投→臺中車站 草屯→臺中車站	返程: 水里→臺中車站 集集→臺中車站 名間→臺中車站 頂茄萁→仁愛醫院	返程: 水里→臺中高鐵站 集集→臺中高鐵站
使用者一週搭乘分布	無明顯差異	集中五、六、日	集中五、六、日
週間高頻率使用者熱門上下車站	名間→南投: 上車時段(6:00) 下車時段(6:00、7:00) 南投→名間 上車時段(17:00) 下車時段(17:00)	頂茄萁→仁愛醫院 上車時段(19:00) 下車時段(19:00)	—
	中興國中→南投: 上車時段(6:00、16:00) 下車時段(6:00、17:00)		
週末高頻率使用者熱門上下車站	名間→南投: 上車時段(6:00、8:00) 下車時段(6:00、9:00)	頂茄萁→仁愛醫院 上車時段(16:00、18:00) 下車時段(16:00、19:00)	—

註：高頻率使用者係指一年中搭乘次數達 200 以上者

綜合前述探討可發現 6333 路線與一般市區公車較為相似，多數使用者搭乘頻率低，主要集中南投、草屯與交通運輸場站間，然僅極少部份使用者作為通勤使用，一週之搭乘分佈亦屬於較平均，整體無明顯傾向。而 6333A 與 6333B 則明顯以觀光為目的者多，主要集中於交通運輸場站與觀光景點之間，且具搭乘頻率低、時間集中於假日等特性，可判斷此兩條路線主要使用者為遊客，屬於觀光路線。

四、營運模式適宜性分析

4.1 營運路線適宜性分析

1. 6333 路線：

臺中往返水里間各主要上下車站間之起迄運量如圖 9 所示，往返臺中至名間、集集、水里之乘客每年為 5991 人；而搭乘 6333A 往返臺中至名間、集集、水里之織起迄運量則可彙整如表 10 所示，每年約為 74,398 人，平均每班車 13.59 人，由此得之 6333 與 6333A 起訖站雖相同，但旅客均會選擇時乘車時間較少的 6333A。

上車站\下車站	名間	隘寮里	龍泉	林尾	集集	生物中心	慈德寺	豐安	新城村	金山新城	頂新城	新城	街尾	彰化銀行	水里
台中總站	494	39	112	32	413	268	31	51	0	13	2	5	10	207	203
台中車站	26	2	6	0	16	10	2	11	0	1	0	2	1	13	22
第三市場	68	2	4	5	42	24	2	1	0	0	0	0	3	17	22
台中高農	53	1	4	4	36	19	1	1	0	0	0	0	3	23	20
教師會館	2	0	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
南門仔	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1
明德女中	4	3	0	0	6	11	0	3	0	0	0	0	0	15	8
興大獸醫院	63	1	9	5	39	20	0	2	0	0	0	0	3	12	23
仁愛醫院	78	1	3	0	46	21	0	0	0	1	0	1	0	30	46
文心南路口	226	2	14	3	56	31	1	4	0	0	0	2	4	72	208
合計															3438人/年

上車站\下車站	名間	隘寮里	龍泉	林尾	集集	生物中心	慈德寺	豐安	新城村	金山新城	頂新城	新城	街尾	彰化銀行	水里
名間	129	354	43	6	9	4	11	33	54	23					
隘寮里	4	24	1	0	0	0	0	3	0	1					
龍泉	26	76	15	0	5	0	2	8	12	4					
林尾	16	41	4	2	0	2	0	3	2	1					
集集	215	492	53	1	7	7	5	43	66	21					
生物中心	20	56	4	0	0	0	3	4	9	0					
慈德寺	76	18	1	0	0	0	1	0	3	0					
豐安	3	3	0	0	0	0	5	0	2	0					
新城村	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
金山新城	2	18	1	0	0	0	1	0	2	0					
頂新城	0	14	1	0	0	2	0	0	0	0					
新城	4	6	1	0	0	0	0	0	1	0					
街尾	9	9	0	0	0	0	0	0	8	2					
彰化銀行	30	125	13	2	2	0	6	5	16	3	合計				
水里	60	95	16	0	4	0	0	12	40	6	2533人/年				

圖 9 6333 路線臺中往返水里之旅客起迄統計彙整表

上車站\下車站	名間	隘寮里	龍泉	林尾	集集	八張里	永昌里(柴)	水里
台中總站	1189	3494	278	1488	252	3895	1464	423
台中車站	60	204	5	49	18	240	105	15
第三市場	135	319	37	57	13	337	167	53
台中高農	196	580	30	51	13	311	166	40
中興大學	319	432	10	110	20	334	89	46
教師會館	30	46	2	10	1	26	12	1
南門仔	5	19	1	2	1	3	2	0
明德女中	10	112	2	8	3	49	77	13
仁愛醫院	208	497	25	111	31	403	100	78
文心南路口	424	704	30	221	41	543	169	75
合計								32258

上車站\下車站	名間	隘寮里	龍泉	林尾	集集	八張里	永昌里(柴)	水里
名間	2430	6047	502	358	640	251	46	134
隘寮里	155	311	26	1	10	0	1	2
龍泉	489	1735	100	20	101	11	9	7
林尾	268	666	62	8	53	7	1	2
集集	2684	6295	686	155	464	71	41	110
八張里	575	1680	152	63	114	19	5	75
永昌里(柴)	27	18	2	1	1	8	1	1
水里	2581	4939	707	89	658	116	21	188
合計								505
								42140

圖 10 6333A 路線臺中往返水里之旅客起迄統計彙整表

從圖 11 及圖 12 所統計之 6333 路線之乘載區間分析，得知此路線主要營運區間為往返臺中地區至草屯、南投與往返南投至名間、集集、水里等 2 大區間，其中又以臺中地區往返南投為最大乘載區間，每年搭乘人數為 507,718 人，平均每班車搭乘人數為 49.67 人，南投往返水里區間每年搭乘人數為 104,931 人，平均每班車為 10.26 人，由此得知此路線主要乘載區間主要集中在兩區間，且搭乘人數存在明顯差異性，故推測目前營運方式在南投往返水里區之座位使用率有偏低現象。

上車站\下台中總站	台中車站	第三市場	台中高農	教師會館	南門仔	明德女中	興大獸醫	仁愛醫院	文心南路	番仔田	農民銀行	大觀市場	草屯	佑民醫院	電力公司	下庄仔	中興	省府前	光華二路	光華五路	
台中總站	0	487	100	131	2	8	30	120	315	270	1160	3880	4363	19664	8105	550	1006	1229	437	754	1598
台中車站	194	0	43	16	7	5	3	17	19	21	73	202	238	1140	474	40	70	74	29	49	115
第三市場	36	134	0	41	19	17	20	163	272	146	314	906	971	3364	1285	75	112	135	41	52	115
台中高農	1	13	3	0	20	12	16	162	285	233	285	924	987	3432	1088	75	98	247	42	49	106
教師會館	15	58	7	12	0	2	1	15	9	10	15	49	38	149	48	12	5	7	2	13	22
南門仔	1	12	1	5	1	0	2	3	14	3	7	14	20	41	11	1	2	1	2	2	3
明德女中	13	318	40	2	2	6	0	33	34	43	201	334	170	655	135	5	8	7	1	1	51
興大獸醫	114	765	190	12	50	6	55	0	177	90	426	886	1015	3693	1299	32	105	239	176	60	129
仁愛醫院	309	2230	384	28	80	7	92	148	0	99	475	840	953	2714	975	30	98	105	33	42	154
文心南路	20	211	25	4	4	3	8	29	76	0	563	632	1138	3085	956	65	118	81	138	59	126
番仔田	1135	8220	1315	200	306	10	466	1451	1801	443	0	27	383	613	185	6	7	7	1	18	18
農民銀行	994	5131	660	112	134	29	141	809	831	365	240	0	122	483	79	8	8	14	5	145	36
大觀市場	922	3696	529	80	89	30	163	370	774	244	512	82	0	712	905	61	139	111	36	149	371
草屯	4066	26822	4158	641	948	55	949	4132	3447	966	908	634	697	0	5806	523	685	850	255	1057	2012
佑民醫院	1075	5098	1055	127	201	19	241	508	587	344	151	351	1101	4967	0	44	43	41	26	71	241
電力公司	57	535	96	5	4	4	1	23	60	17	5	36	126	252	15	0	2	3	4	2	12
下庄仔	80	344	47	9	3	0	9	26	54	20	5	56	147	287	19	2	0	13	3	3	9
中興	512	1843	251	17	22	3	22	221	195	32	37	88	204	1171	42	11	5	0	6	4	21
省府前	89	204	34	3	2	2	8	218	42	218	5	18	53	204	13	1	0	4	0	72	10
光華二路	128	597	60	8	6	4	8	52	80	35	58	50	409	927	99	10	7	12	3	0	14
光華五路	1347	4731	468	43	83	40	175	568	644	89	692	716	1167	12507	875	59	62	142	59	109	0
中學路	597	3548	346	18	55	1	69	316	621	106	234	286	620	4536	339	29	16	49	24	40	56
內糖橋	1126	4679	429	31	79	19	73	538	360	78	42	165	565	2437	313	30	13	44	53	73	313
光明里	65	388	56	5	5	6	11	74	49	11	4	38	40	280	52	6	0	15	3	7	19
監理站	64	389	57	5	18	4	3	15	65	5	8	28	94	289	60	6	4	8	1	7	43
中興國中	713	3828	246	396	239	9	24	306	253	62	282	352	1268	8110	2181	205	138	249	72	135	1075
內奧里	218	1168	77	192	121	2	12	60	82	32	97	28	105	1118	85	13	4	17	15	18	208
重功里	693	2684	259	64	83	11	47	330	463	130	45	183	392	2218	262	34	9	51	28	78	597
南投	3474	12374	1634	96	361	41	196	1305	2449	492	637	1251	1095	13872	1456	75	129	343	142	379	4650

圖 11 6333 路線臺中往返南投之旅客起迄統計彙整表

運用電子票證資料探討公車路線營運計畫適宜性-以 6333 公路客運路線為例

仁愛醫院	文心南路	香仔田	農民銀行	大觀市場	草屯	佑民醫院	電力公司	下庄仔	中興	省府前	光華二路	光華五路	中學路	內轆橋	光明里	監理站	中興國中	內興里	重功里	南投	
315	270	1160	3880	4363	19664	8105	550	1006	1229	437	754	1598	4957	2259	2114	2500	4076	339	2204	18028	
19	21	73	202	238	1140	474	40	70	74	29	49	115	295	119	158	183	263	12	135	1222	
272	146	314	906	971	3364	1285	75	112	135	41	52	115	449	135	284	285	302	22	155	1876	
285	233	285	924	957	3432	1088	75	98	247	42	49	106	394	131	249	337	485	18	203	1717	
9	10	15	49	38	149	48	12	5	7	2	13	22	26	9	13	8	24	0	5	81	
14	3	7	14	20	41	11	1	2	1	2	2	3	8	1	7	2	3	4	4	39	
34	43	201	334	170	655	135	5	8	7	1	1	51	52	25	27	36	17	1	17	272	
177	90	426	886	1015	3693	1299	32	105	239	176	60	129	466	237	261	244	422	40	240	1777	
0	99	475	840	953	2714	975	30	98	105	33	42	154	351	218	126	206	213	27	211	2418	
76	0	563	632	1138	3085	956	65	118	81	138	59	126	536	89	208	191	148	23	198	2145	
1801	443	0	27	383	613	185	6	7	7	1	18	18	123	11	11	13	111	4	25	416	
831	365	240	0	122	483	79	8	8	14	5	145	36	451	9	20	11	128	12	92	782	
774	244	512	82	0	712	905	61	139	111	36	149	371	1077	304	241	201	761	41	170	1899	
3447	966	908	634	697	0	5806	523	685	850	255	1057	2012	7489	2137	1230	1500	5334	380	1887	15003	
587	344	151	351	1101	4967	0	44	43	41	26	71	241	666	217	246	264	1379	60	285	2643	
60	17	5	36	126	252	15	0	2	3	4	2	12	31	47	8	13	22	2	29	118	
54	20	5	56	147	287	19	2	0	13	3	3	9	33	13	5	11	138	7	17	126	
195	32	37	88	204	1171	42	11	5	0	6	4	21	65	27	25	29	367	12	32	496	
42	218	5	18	53	204	13	1	0	4	0	72	10	30	17	11	8	117	7	13	109	
80	35	58	50	409	927	99	10	7	12	3	0	14	40	32	47	22	106	5	66	522	
644	89	692	716	1167	12507	875	59	62	142	59	109	0	25	23	44	73	94	20	114	1172	
621	106	234	286	620	4536	339	29	16	49	24	40	56	0	81	212	190	1135	327	599	7778	
360	78	42	165	565	2437	313	30	13	44	53	73	313	192	0	36	73	322	93	63	2360	
49	11	4	38	40	280	52	6	0	15	3	7	19	6	10	0	10	25	20	28	596	
65	5	8	28	94	289	60	6	4	8	1	7	43	19	15	6	0	34	5	38	1175	
253	62	282	352	1268	8110	2181	205	138	249	72	135	1075	940	311	14	23	0	86	1481	11867	
82	32	97	28	105	1118	85	13	4	17	15	18	208	135	64	7	8	108	0	50	592	
463	130	45	183	392	2218	262	34	9	51	28	78	597	226	136	15	36	3076	311	0	1647	
2449	492	637	1251	1095	13872	1456	75	129	343	142	379	4650	2791	2252	509	219	6677	2059	1491	0	
																				合計	30771

圖 11 6333 路線臺中往返南投之旅客起迄統計彙整表(續)

上車站/下	南投	新街	虎坑	名間	隘寮里	龍泉	林尾	集集	生物中心	慈德寺	豐安	新城村	金山新城	頂新城	新城	街尾	彰化銀行	水里	
南投	0	4494	3340	10720	450	906	289	3962	2134	137	30	15	122	73	137	168	3283	2346	
新街	6530	0	677	2581	49	45	6	268	120	6	3	2	8	3	5	15	310	201	
虎坑	3630	2702	0	2087	36	12	20	170	48	3	3	1	2	1	1	2	161	69	
名間	12597	1095	1023	0	818	1252	151	1544	1165	57	6	7	27	9	20	23	768	457	
隘寮里	533	52	26	532	0	56	41	878	34	5	2	2	0	0	3	1	57	30	
龍泉	1268	37	264	811	44	0	27	880	97	14	2	1	1	1	11	6	274	68	
林尾	712	42	86	244	7	67	0	138	23	8	7	1	2	0	2	13	55	47	
集集	7123	239	1183	1483	837	1164	169	0	454	458	40	13	50	17	58	85	1496	590	
生物中心	1353	44	109	377	27	37	20	577	0	178	23	31	29	16	19	62	1464	515	
慈德寺	69	9	3	27	0	2	19	437	21	0	4	1	10	4	11	25	863	132	
豐安	33	2	3	4	1	2	3	18	4	6	0	2	2	2	3	10	256	29	
新城村	21	3	1	13	0	1	3	64	9	1	6	0	1	0	0	0	59	15	
金山新城	176	3	9	19	1	5	3	56	22	14	1	3	0	1	0	8	187	18	
頂新城	67	11	3	7	1	2	2	46	12	4	1	0	5	0	0	2	114	8	
新城	278	11	3	35	0	14	20	152	62	20	7	3	13	7	0	2	21	4	
街尾	468	19	3	68	0	31	24	295	68	47	10	8	26	22	16	0	4	10	
彰化銀行	2162	123	70	516	33	228	212	1815	607	586	65	46	301	243	47	29	0	59	
水里	2887	158	73	346	7	35	35	583	157	113	24	13	62	22	14	17	70	0	
																		合計	10494

圖 12 6333 路線南投往返水里之旅客起迄統計彙整表

綜合前述之分析結果，本研究認為 6333 路線目前營運方式由於乘載區間差異過大，部分區間之乘載率偏低，故有必要進行營運模式之調整。

2. 6333A 路線：

6333A 路線目前營運方式為臺中火車站發車後行駛國道六號直達名間後與 6333 即行駛相同路線至水里，目前此路線搭乘人數每年為 118,688 人，平均每班車 21.68 人，發車班距為一小時一班，故本研究認為此路線之營運模式尚屬合理。

上車站\下台中總站	台中車站	第三市場	台中高農	中興大學	教師會館	南門仔	明德女中	仁愛醫院	文心南路	頂茄萣	五福交流	名間交流	名間	隘寮里	龍泉	林尾	集集	八張里	永昌里(崇)	水里	All	
台中總站	0	240	52	51	53	7	5	10	104	100	1451	12	1189	3494	278	1488	252	3895	1464	423	6991	21559
台中車站	65	0	29	8	5	0	3	1	8	7	160	1	60	204	5	49	18	240	105	15	523	1506
第三市場	12	31	0	34	60	5	1	9	104	39	439	2	135	319	37	57	13	337	167	53	456	2310
台中高農	6	25	4	0	47	20	12	23	99	57	411	6	196	580	30	51	13	311	166	40	593	2690
中興大學	32	340	84	33	0	3	3	19	68	47	632	0	319	432	10	110	20	334	89	46	661	3282
教師會館	2	17	4	0	10	0	2	1	2	6	18	0	30	46	2	10	1	26	12	1	41	231
南門仔	0	5	1	1	6	2	0	0	7	3	5	0	5	19	1	2	1	3	2	0	24	87
明德女中	4	92	11	1	9	1	3	0	30	40	145	3	10	112	2	8	3	49	77	13	133	746
仁愛醫院	180	1334	215	45	94	13	5	100	0	59	1186	12	208	497	25	111	31	403	100	78	838	5534
文心南路	29	140	14	1	12	5	4	37	33	0	1696	29	424	704	30	221	41	543	169	75	859	5066
頂茄萣	215	2388	813	96	1110	46	16	237	4503	504	0	10	553	328	2	8	1	99	20	11	747	11709
五福交流	1	12	0	1	1	5	1	0	11	11	4	0	0	5	5	0	1	1	3	0	5	67
名間交流	253	860	73	15	149	5	5	11	200	202	592	1	0	952	234	343	56	517	413	122	99	5102
名間	2430	6047	502	358	640	251	46	134	1103	425	551	11	347	0	401	559	69	707	220	92	872	15765
隘寮里	155	311	26	1	10	0	1	2	35	10	4	2	129	237	0	12	4	246	9	4	41	1239
龍泉	489	1735	100	20	101	11	9	7	238	49	35	4	313	509	19	0	18	410	29	27	146	4269
林尾	268	666	62	8	53	7	1	2	133	29	14	0	65	104	6	28	0	109	3	5	62	1625
集集	2684	6295	686	155	464	71	41	110	984	214	184	10	342	765	438	569	86	0	133	58	1515	15804
八張里	575	1680	152	63	114	19	5	75	314	39	29	0	316	216	9	28	17	137	0	26	795	4609
永昌里(崇)	27	18	2	1	1	8	1	1	6	1	3	0	3	7	0	2	1	10	2	0	243	337
水里	2581	4939	707	89	658	116	21	188	1055	505	533	8	87	886	31	154	252	1641	642	58	0	15151
All	10008	27175	3537	981	3597	595	185	967	9039	2347	8092	111	4731	10416	1565	3810	898	10018	3825	1147	15644	118688

圖 13 6333A 路線臺中往返水里之旅客 OD 統計

3. 6333B 路線：

6333B 路線從臺中火車站出發後繞駛至臺中高鐵站，故行駛時間較 6333A 長，另從圖 14 之 6333B 旅客乘載區間分析得知旅客由臺中火車站搭乘此路線之比率極低，每年僅約 200 人搭乘，故此路線之營運計畫亦有調整之必要。

上車站\下台中總站	台中車站	民興公園	大慶火車	高鐵台中	高鐵路中	烏日區公	五光環中	樹王	頂茄萣	五福交流	名間交流	名間	隘寮里	龍泉	林尾	集集	水里	All
台中總站	0	9	2	0	0	14	0	0	1	0	2	9	2	3	0	12	20	74
台中車站	6	0	4	0	19	11	3	3	0	9	0	3	21	1	2	73	109	266
民興公園	0	3	0	2	0	13	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	20
大慶火車	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	1	1	0	0	1	4	28	45
高鐵台中	31	61	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	96
高鐵路中	3	0	0	0	0	0	6	0	2	107	0	69	159	17	75	40	844	1208
烏日區公	0	0	0	0	3	0	0	4	5	5	0	2	6	2	1	13	22	64
五光環中	0	0	0	0	13	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	20
樹王	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
頂茄萣	4	49	0	0	25	0	4	4	13	0	1	66	38	0	1	15	59	280
五福交流	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	5	5	16
名間交流	6	8	0	0	25	0	2	0	1	4	0	0	29	4	10	2	62	161
名間	18	32	0	0	138	0	0	0	3	14	0	11	0	81	70	18	118	628
隘寮里	0	1	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	25	0	6	0	21	66
龍泉	3	2	0	0	50	0	0	0	0	0	0	4	33	2	0	60	17	171
林尾	4	5	0	0	95	0	1	1	1	2	3	15	1	4	0	21	2	156
集集	26	28	1	0	686	0	4	0	5	5	4	6	78	27	67	7	0	286
水里	40	32	5	0	643	0	17	1	1	6	14	9	96	10	34	39	413	1358
All	141	230	15	2	1706	48	42	15	32	151	21	177	514	147	273	111	1662	1894

圖 14 6333B 路線臺中往返水里之旅客起迄統計彙整表

4.2 營運模式研擬與評估

從前述 6333 路線三種營運模式之運量分析結果，可發現 6333 路線及 6333B 路線之營運計畫存在調整空間，綜合考量使用者之時空特性，本研究研擬分別下列兩項改善方案，並將兩個方案的同時執行彙整成方案三。

1. 方案一：調整 6333 路線營運區間與班次

將 6333 路線從南投站分割，分為臺中火車站行駛至南投站及南投站行駛至水里站兩個營運區間，其中臺中往返南投行車時間為 75 分鐘，南投往返水里為

60 分鐘。其中因 6333 路線南投至水里間之人數相對較少，故本研究建議可減少營運班次，以減少營運成本。本研究針對平假日所提出之營運計畫如下：

(1) 平日：

6333 臺中->南投				6333 南投->臺中			
5:35	8:25	14:05	17:25	6:45	9:25	14:45	17:30
5:50	8:45	15:25	17:45	7:00	9:45	15:05	17:45
6:25	9:05	15:45	18:05	7:25	10:05	16:05	18:05
7:00	10:05	16:05	18:35	7:45	11:05	16:25	18:45
7:25	11:05	16:25	19:05	8:30	12:05	16:45	19:15
7:45	12:05	16:45	20:05	8:45	12:45	17:00	20:15
8:05	13:05	17:05	22:35	9:05	14:05	17:15	23:35
6333 南投->水里				6333 水里->南投			
7:05	11:40	16:50	20:30	5:35	10:05	15:15	18:35
8:20	12:40	17:30	21:30	6:20	11:05	15:55	19:15
9:00	13:40	18:10	22:30	7:05	12:05	16:35	20:15
9:40	14:40	18:50	23:50	8:05	13:05	17:15	22:30
10:40	15:40	19:30		9:05	14:05	17:55	

(2) 假日：

6333 臺中->南投				6333 南投->臺中			
5:35	9:25	14:05	17:25	6:45	10:05	14:45	17:45
6:05	10:05	15:05	17:45	7:05	10:45	15:05	18:05
7:05	10:25	15:25	18:05	7:45	11:05	16:05	18:45
8:05	11:05	15:45	18:35	8:05	12:05	16:25	19:05
8:25	11:25	16:05	19:05	9:05	12:45	16:45	19:25
8:45	12:05	16:25	20:05	9:25	13:05	17:05	20:15
9:05	13:25	16:45	22:35	9:45	14:05	17:25	22:35
6333 南投->水里				6333 水里->南投			
7:30	11:50	15:40	19:20	5:35	9:05	14:05	17:05
8:40	12:50	16:40	20:20	6:25	10:05	15:05	18:05
9:40	13:40	17:20	21:30	7:05	11:05	15:35	19:15
10:20	13:50	18:00	23:50	8:05	12:05	16:05	22:30
10:50	14:40	18:40		8:35	13:05	16:35	

本方案對業者而言，經過路線調整後，營運區間的縮減除可增加調度彈性外，因南投至水里班次減少亦可降低營運成本。從乘客角度而言，因為路線經調整後，部分乘客等車時間將受影響，若旅客須由中興、草屯往返名間、集集、水里等地時，則必須於南投轉乘，也可能會造成使用者成本增加。

2. 方案二：調整 6333B 營運區間

由於 6333B 臺中總站至高鐵臺中站之搭乘人數偏低，故本研究建議可縮減本路線臺中總站至高鐵臺中站之營運區間，初步估計約可縮短 20 分鐘之行駛時間，初步建議該路線之班次如表 6 所示，未來隨著營運區間縮減所減少之行車時間，亦可因應未來配合集集線沿線觀光活動的推動增加班次調度彈性。

表 6 6333B 路線班次建議彙整表

高鐵->水里	水里->高鐵
8:45	7:15
10:45	9:15
12:45	11:15
16:45	15:15
18:45	17:15

本方案對業者而言，由於營運區間的縮減將可減少營運里程，將可減省營運成本。從對乘客而言，原本由臺中火車站搭乘 6333B 往返水里之乘客量極少，且均為單次刷卡，故調整後對乘客之影響不大。

3. 方案三：同時實施方案一與方案二

若進一步針對前述三項營運模式改善方案分別從使用者成本和營運者成本所加總之總成本進行量化分析，其所採用之分析數據與使用參數彙整如表 7 所示，其中總成本之計算方式為直接將使用者成本與營運者成本加總，不考慮兩類成本間之權重關係。而使用者成本之計算基準，因為方案一的營運區間調整，可能造成等車時間之增加，故將以候車成本為使用者成本之主要考量因素。



表 7 方案量化評估分析數據彙整表

6333			
臺中<->南投里程	44.7(km)	南投<->水里里程	27.3(km)
臺中<->南投人數	507,718(人/年)	南投<->水里人數	104,931(人/年)
臺中<->南投班次(調整前)		28(班/天)	
臺中<->南投班次	28(班/天)	南投<->水里班次	19(班/天)
路線調整後須轉車人數(中興、草屯<->名間、集集、水里)			3,016(人/年)
6333A			
臺中<->水里里程	60(km)	臺中<->水里人數	118,688(人/年)
6333B			
臺中<->水里里程	87(km)	臺中<->水里人數	3,293(人/年)
臺中火車站<->臺中高鐵站里乘			29(km)
每車公里成本	40(元/公里)	時間成本	140(元/時)
營運者成本公式	單趟里乘*2*每日班次*365*40		
使用者成本公式	$((\text{班距}_{\max} + \text{班距}_{\min})/4) * \text{人數} * 140$		

經利用表 7 之各項數據進行目前 6333 路線三種營運模式現況和本研究所提出三個改善方案之量化評估結果可彙整如表 8 所示，從表中資料可發現三個改善方案之營運者成本均可大幅減少，但方案一和方案三之使用者成本因為轉乘等車時間之增加而略有增加。若從總成本角度而言，方案一每年約可減少 577 萬元、方案二可減少 423 萬元，方案三則可減少 1,000 萬元。三個改善方案之改善方案分別為 4.27%、3.13%和 7.40%。

表 8 各改善方案量化評估結果彙整表

方案別	現況	方案一	方案二	方案三
營運者成本(元/年)	97,849,200	90,674,760	93,615,200	86,440,760
使用者成本(元/年)	37,359,467	38,759,596	37,359,467	38,759,596
合計總成本(元/年)	135,208,667	129,434,356	130,974,667	125,200,356
改善之成本(元/年)	0	5,774,311	4,234,000	10,008,311
總成本改善比例(%)	0%	4.27%	3.13%	7.40%

4.3 敏感度分析

由於在前述分析中，發現由於改善方案一中營運區間的調整，造成部分乘客需在南投站轉乘，可能造成轉乘成本的增加；此外路線調整後之運量變化亦可能對方案的分析產生影響，故本研究在此節中將分別針對時間價值成本和運量變化進行敏感度分析。

在前一小節中之方案分析中係假設時間價值為 140 元/小時，由於等車時間價值可能因為不確性感的增加而較一般時間價值為高，故若進一步將等車時間價

值以二至四倍等四種情境進行敏感度分析，其分析結果如表 9 所示。由表中資料可發現，在使用者等車時間成本調高至四倍時，總成本之改善比例仍有 2.49%，顯示本研究提出之方案三可為未來 6333 路線營運模式調整之參考基礎。

表 9 最佳方案等車時間價值成本敏感度分析彙整表

成本項目 \ 情境別	140 元/時	280 元/時	420 元/時	560 元/時
營運者成本(元/年)	86,440,760	86,440,760	86,440,760	86,440,760
使用者成本(元/年)	38,759,596	77,519,192	116,278,788	155,038,384
合計總成本(元/年)	125,200,356	163,959,952	202,719,548	241,479,144
原案總成本(元/年)	135,208,667	172,208,134	209,567,601	246,927,068
改善之成本(元/年)	10,008,311	8,248,182	6,847,053	5,447,924
總成本改善比例(%)	7.40%	4.79%	3.27%	2.21%

另由於本研究考量實際需求後提出營運區間調整之改善方案，使用者在路線調整後之需求變化不存在確定性，不易評估各方案實施後對需求之影響，故透過各區間需求量變化分別假設減少 4%、減少 2%、無變化、增加 2%與增加 4%等各五種情境假設進行敏感度分析，其分析結果如表 10 所示。從表 10 之分析中可發現在兩個營運區間運量變化之 25 種組合中，皆以方案三所獲收益改善成效為最佳，顯示方案三在各種情境中仍為最佳方案。

表 10 各方案需求量變化敏感度分析彙整表

			南投—水里 需求量變化				
			-4%	-2%	0%	2%	4%
台中—南投 需求量變化	方案一	-4%	\$6,954,811	\$6,831,031	\$6,707,252	\$6,583,473	\$6,459,694
		-2%	\$6,488,340	\$6,364,561	\$6,240,782	\$6,117,002	\$5,993,223
		0%	\$6,021,870	\$5,898,091	\$5,774,311	\$5,650,532	\$5,526,753
		2%	\$5,555,399	\$5,431,620	\$5,307,841	\$5,184,062	\$5,060,282
		4%	\$5,088,929	\$4,965,150	\$4,841,371	\$4,717,591	\$4,593,812
	方案二	-4%	\$4,234,000	\$4,234,000	\$4,234,000	\$4,234,000	\$4,234,000
		-2%	\$4,234,000	\$4,234,000	\$4,234,000	\$4,234,000	\$4,234,000
		0%	\$4,234,000	\$4,234,000	\$4,234,000	\$4,234,000	\$4,234,000
		2%	\$4,234,000	\$4,234,000	\$4,234,000	\$4,234,000	\$4,234,000
		4%	\$4,234,000	\$4,234,000	\$4,234,000	\$4,234,000	\$4,234,000
	方案三	-4%	\$11,188,811	\$11,065,031	\$10,941,252	\$10,817,473	\$10,693,694
		-2%	\$10,722,340	\$10,598,561	\$10,474,782	\$10,351,002	\$10,227,223
		0%	\$10,255,870	\$10,132,091	\$10,008,311	\$9,884,532	\$9,760,753
		2%	\$9,789,399	\$9,665,620	\$9,541,841	\$9,418,062	\$9,294,282
		4%	\$9,322,929	\$9,199,150	\$9,075,371	\$8,951,591	\$8,827,812

五、結論與建議

本研究以 6333 公路客運路線一年度之電子票證資料為分析基礎，從使用者之時空特性進行該路線三種營運模式之適宜分析，並依據分析結果研擬三項改善

方案，並從總社會成本角度評估方案之適宜性，整體而言可歸納之結論如下：

1. 各路線之平均班次運量與其班次數成正比，且以搭乘頻率低之普通卡使用者為主要客群，作為通勤使用者僅佔不到 1% 之比例。
2. 6333 路線主要營運區間為往返臺中地區至草屯、南投與往返南投至名間、集集、水里此兩主要區間，其中又以臺中地區往返南投為最大乘載區間，而一週搭乘分佈中週間週末較另外兩路線平均，整體變化性不大。
3. 6333A、6333B 兩路線之主要乘載區間則集中於集集、水里兩處觀光景點與交通運輸場站，且搭乘時間多集中於假日，性質上屬於觀光旅遊之路線。
4. 依據本研究所提出之三項營運模式改善方案評估結果，建議將 6333 路線之營運區間從南投站加以分割成臺中火車站行駛至南投站及南投站行駛於水里站兩營運區間，並將 6333B 路線之營運區間調整為臺中高鐵站發車至水里。經過調整後，每年約可為總社會節省 10,184,245 元，總成本之改善比例可達 7.53%。
5. 本研究針對使用者等車時間價值、臺中行駛至南投及南投行駛至水里兩營運區間運輸需求變化等兩項參數進行敏感度分析，分析結果顯示在使用者等車時間成本提升至四倍之情況下，方案三對總成本之改善比例仍可達到 2.49%。而三種方案在各種運輸需求變動假設下，皆以方案三所獲收益改善成效為最佳，顯示本研究所提之方案三可供未來 6333 路線營運模式調整之參考基礎。

本研究在應用電子票證資料分析過程中，發現所取得之電子票證資料站位及站序與 PTX 平台之路線站位及站序資料並不一致，在資料清理過程中耗費相當多時間，建議後續宜統一相關資料格式，以便後續能擴大電子票證之應用分析範疇。

參考文獻

- 王晉元等人(民 104)，公車動態資訊系統巨量資料 (big data) 蒐集與視覺化分析研究，交通部運輸研究所。
- 邱詩淳(民 94)，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。
- 臺北市公共運輸處(民 102)，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。
- 蘇昭銘等人(民 104)，先進公共運輸系統整合資料庫加值應用系統維運及推廣計畫，期末報告初稿，交通部運輸研究所
- 蘇昭銘等人(民 105)，電子票證資料加值應用分析之研究及示範計畫，交通部運輸研究所。
- Agard, B., Morency, C., Trépanier, M. (2006), "Mining Public Transport User Behaviour from Smart Card Data," *12th IFAC Symposium on Information Control Problems in Manufacturing – INCOM 2006*, Saint-Etienne, France.
- 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.
- 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).
- Fuse T, Makimura K, Nakamura T (2010) ,"Observation of travel behavior by ic card data and application to transportation planning." *Special Joint Symposium of ISPRS Commission IV and AutoCar 2010*.
- 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," *Transportation Research Board 94th Annual Meeting*, No. 15-5262.
- Lee, I., Oh, S. M., & Min, J. H. (2011), "Prospect of Technology for Public Transit Planning using Smart Card Data," *9th World Congress on Railway Research*, WCCR, Lille, France.
- Nishiuchi, H., Todoroki, T., & Kishi, Y. (2015), " A Fundamental Study on Evaluation of Public Transport Transfer Nodes by Data Envelop Analysis Approach Using Smart Card Data," *Transportation Research Procedia*, 6, pp.391-401.
- Pelletier M., Trépanier M., Morency C. (2011), "Smart Card Data Use in Public Transit: A Literature Review," *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, Volume 19, Issue 4, pp. 557–568.
- Seaborn C. (2009), "Smart Card Data for Multi-Modal Network Planning in London: Five Case Studies," Association for European Transport and Contributors.
- Song, J. Y., Eom, J. K., Lee, K. S., Min, J. H., & Yang, K. Y. (2015). "Public Transportation Service Evaluations Utilizing Seoul Transportation Card Data, " *Procedia Computer Science*, 52, pp.178-185.
- Sun, L., Lee, D. H., Erath, A., & Huang, X. (2012), "Using smart card data to extract passenger's spatio-temporal density and train's trajectory of MRT system, " *ACM SIGKDD International Workshop on Urban Computing* (pp. 142-148).
- 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.
- Zhang, Jun, et al. (2014), "Analyzing passenger density for public bus: Inference of crowdedness and evaluation of scheduling choices," *17th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC)*.