

# 跨公共運輸運具轉乘需求推估方法之初探

## The Preliminary Study on Estimation of Public Transportation Transfer's Demand

運輸經營管理組 陳其華 許凱創 張贊育

研究期間：民國108年2月至 108年12月

### 摘要

無縫運輸為近年受到關注之公共運輸議題，本所於 107 年完成「我國臺、高鐵車站與公車轉乘接駁時間縫隙檢核及改善機制之研究」，從公共運輸班表，針對臺、高鐵車站與公車站轉乘時間縫隙進行研究，並透過系統化檢核，就有轉乘時間縫隙之鐵路車站，提出相關改善建議。惟相關分析結果係依據公共運輸營運面提出之結果，如針對單一車站調整，後續班表將有牽一髮動全身效果，如需有效降低轉乘接駁時間縫隙，必須瞭解旅客實際轉乘狀況。

爰此，為使公共運輸轉乘時間達到無縫目的，以符合旅客運輸需求，本研究先行回顧以票證資料進行旅運需求與供給面之相關研究，並透過初步分析臺鐵票證資料，以瞭解鐵路票證資料利用於轉乘分析之可行性。

經研究發現，臺鐵之票證資料結構分為電子票證與其他票證部分，其中電子票證經取得完整轉乘資料後，可推估旅客旅次鏈，瞭解旅客之轉乘需求；非電子票證部分除需參考電子票證資料外，可能需透過旅客調查進行進一步推估。另研究時之公共運輸相關政策轉變，如 108 年 7 月起雙北市實施公車上下車皆刷卡等，亦應於後續研究一併納入考量。本研究結果能提供未來進一步深入探討之參據，以及提供業界做為經營管理之運用參考，並做為交通主管機關研擬公共運輸發展政策之依據。

### 關鍵詞：

公共運輸、無縫運輸、電子票證分析。

# 跨公共運輸運具轉乘需求推估方法之初探

## 一、前言

本所 107 年「我國臺、高鐵車站與公車轉乘接駁時間縫隙檢核及改善機制之研究」之計畫成果，已利用現有臺、高鐵與公車時刻表，從運具之供給面，探討鐵、公路間轉乘時間縫隙，亦針對公車業者行經軌道車站之路線之時刻表調整設計調整機制。

惟研究過程中發現，雖然該研究全面性的分析各路線行經軌道車站之時刻表，然而透過進出站人數針對單一車站之轉乘時間縫隙進行分析，對於真正轉乘需求的反映尚有誤差。在 107 年計畫內曾分區召開座談會，部分業者提出行經車站之路線並非單純做為接駁車站使用，尚需考量路線上之旅客真實轉乘需求。

故相關班表調整機制，除依 107 年之研究成果，以公共運輸之供給面考量跨運具班次銜接外，宜再增加旅客實際轉乘需求面之考量，因此推估轉乘需求之探索，是為後續研究轉乘時間縫隙，同時有效利用有限公共運輸資源之重要課題。然而，目前除可能利用電子票證進行鐵、公路轉乘需求推估外，是否有其他潛在需求之推估方式，可做為實際轉乘需求之參考，尚需進一步釐清。

綜上，為瞭解轉乘需求推估於縮短轉乘時間縫隙相關研究之可行性與必要性，本計畫依據 107 年「我國臺、高鐵車站與公車轉乘接駁時間縫隙檢核及改善機制之研究」成果，賡續探討轉乘需求推估之可能方式，以利後續由旅客轉乘需求面切入轉乘時間縫隙之研究。

## 二、文獻回顧

依據金融監督管理委員會網站揭露電子票證發行量與交易金額，至 108 年 2 月止，計有悠遊卡股份有限公司、一卡通票證股份有限公司、愛金卡股份有限公司(i-cash)、遠鑫電子票證股份有限公司(有錢卡)及永豐商業銀行等金融機構發行電子票證，流通情形與消費數量如表 1 所示。資料顯示悠遊卡、一卡通、i-cash 及有錢卡佔流通卡數的 99.98%、消費金額的 99.99%，因此對於電子票證消費行為之相關研究，皆以此 4 種電子票證作為對象。

表 1 108 年 2 月電子票證發行統計表

金融機構	流通卡數 (張)	當月消費卡數 (張)	當月消費金額 (仟元)	儲值總餘額 (仟元)
永豐商業銀行	19,638	332	711	27,403
悠遊卡股份有限公司	71,498,641	10,846,900	4,914,664	6,895,241
一卡通票證股份有限公司	18,099,685	2,302,206	679,152	1,226,557
愛金卡股份有限公司	19,450,073	2,000,986	1,135,875	1,245,204
遠鑫電子票證股份有限公司	1,734,982	33,156	22,921	64,884
總計	110,803,019	15,183,580	6,753,323	9,459,289

資料來源：金融監督管理委員會

中華顧問工程司[2]分析 106 年 11 月悠遊卡公車、捷運與 YouBike 資料，該研究提供此三種運具間交互轉乘之相關分析。以交易時間差在 2 小時內計算旅次鏈，依據分析結果顯示，大部分的旅次組合多為公車轉乘捷運(佔 24.36%)、捷運轉乘公車(佔 23.89%)、公車轉乘公車(佔 22.02%)及捷運轉乘捷運(佔 12.3%)。然而許多旅次鏈包含捷運相連的旅次，有可能為不同或相同捷運站出入，由於當時悠遊卡票證資料僅取得捷運出站時間，無法計算乘客進出捷運站的時間差，因此後續仍需要更深入的分析。另本所於 107 年「電子票證資料加值應用分析之研究及示範計畫」以 102 年至 104 年為時間範圍，蒐集基隆市市區公車、聯外國道客運路線及臺鐵之電子票證資料，透過繁複之資料清理作業，並利用公車動態資訊系統資料進行資料比對，篩檢出 76,187,752 筆可用之電子票證資料。除利用旅次迄點推估演算法推估基隆市公車旅客下車站點外，並產製基隆市電子票證資料 40 項統計指標，相關分析結果可實際應用於基隆市公車資源配置規劃方案或改善方案之檢討評估。該計畫並針對電子票證應用項目歸納為 8 大應用領域及 14 項應用項目，應用領域中之轉乘規劃分析，可分為「城際與市區公車轉乘整合分析」與「轉乘區時空縫隙分析」。其中「城際與市區公車轉乘整合分析」係利用城際運具與夜間公車之票證資料，以使用者旅次行為進行分析，目的為分析基隆市公車潛在需求；「轉乘區時空縫隙分析」主要在透過每一位使用者之電子票證資料，探勘出主要之轉乘區位，並了解使用者在該區轉乘過程中之轉乘時間間隔及轉乘距離，以進一步探討該區位是否有空間

縫隙或時間縫隙。其中轉乘區位可為特定之鐵路場站或客運轉運站，亦可能為具有大量轉乘行為發生之簡易站牌。

國外研究方面，電子票證亦為研究公共運輸之重要參考依據。Chakirov 和 Erath[4]利用新加坡的電子票證 EZlink 資料，分析新加坡地鐵通勤旅運行為，蒐集 2008 年 9 月 15 日 1 天份共約 360 萬筆、涵蓋 180 萬張電子票證之資料。該研究利用電子票證取得之旅客進站時間與列車實際發車時間，可推估旅客實際候車時間。另該研究亦利用比對家戶調查統計資料及商業活動區位調查等，進行公共運輸旅次行為推估。Zhao 等人[5]利用電子票證系統分析地鐵主要轉乘接駁公車路線的配對，並以南京地鐵做為探討對象。該研究擷取 2013 年 10 月 16 日 1 天共 311 萬筆的電子票證交易資訊，按交易特性設定 30 分鐘為轉乘旅次鏈，利用交易時間推算公車到站時間，另利用刷卡的頻率及特性，推算出經常發生地鐵轉乘的 8 個公車路線。

在跨運具轉乘研究方面，本所 104 年「不同區域結構之旅運者運具選擇行為分析」，將全臺灣各鄉鎮市區分為偏遠區、都市區及都會區，並利用羅吉特模式 (Logit Model) 進行運具選擇行為之分析。結果顯示偏遠區因公共運輸較不發達，無法提供較佳的公共運輸服務，以致影響旅運者偏好選擇使用公共運輸服務之社經或旅次特性因子並不顯著；在都市區或都會區因公共運輸服務較佳，所以會吸引女性、年齡較小、或上班上學的旅運者偏好使用公共運輸。而不論偏遠區、都市區或都會區，年齡較大、所得較高之旅運者較偏好使用汽車。另本所 106 年「臺北都會區至宜蘭地區多點國道客運路線需求調查分析暨假日景點公車路線之檢討規劃」研究，主要研究範圍為宜蘭地區國道客運與市區公車旅運行為的分析。該研究利用發放問卷調查，與利用行動通訊資料 (CVP) 及國道電子收費系統 (eTag) 所產生的交通資訊偵測巨量資料 (EVP) 分析使用者旅次起迄及路徑，結果顯示 CVP 搭配問卷調查，可歸納出臺北都會區至宜蘭地區公共運輸供需的相關議題。Kang 等人[8]利用混合整數規劃模式 (MILP Model) 計算末班地鐵與接駁公車之班表整合，提出末班車時刻固定是務實且重要的、公車轉乘接駁是在班表已最佳化的狀況下仍無法解決地鐵轉乘問題的關鍵措施，及地鐵與公車構成的路網是有效率的運輸路網等概念。該研究並以維也納 (Vienna) 地鐵系統為例進行探討，在 15 條公車路線實施地鐵末班轉乘整合後，約有 20% 的乘客得藉由整合服務趕上轉乘而受惠。Manasra 與 Toledo[9]探討公車班次調整之策略，就以以色列海法 3 條 BRT 路線為例，利用停等及加減速等

策略建立模式，設定後續車站及轉乘其他路線的旅客停等時間最小為目標。模擬結果顯示，應用停等加上加減速的混合策略，可減少總停等時間(4%)、平均乘客等待時間(13%)及無法上車乘客數(65%)。另該研究也指出，乘客對起站和轉乘站的等待時間的感覺較為負面，在進行模擬或規劃時可利用權重方式加以考量。Errampalli 等人[10]針對印度都市鐵路轉乘公車的服務水準進行研究，利用社會、經濟及環境等因素做成 12 項永續綜合指標，評估現有鐵、公路公共運輸轉乘整合程度。於印度南德里的 4 個車站分析結果顯示，增加公車服務班次最為有效，其次為改善轉運地點及改善運價收取政策。

旅客的屬性將改變其運具選擇行為，G.Kiotsalitis 和 Stathopoulos[11]指出，因非經常性遊憩旅次的旅客未如通勤旅客目的明確，及對於運具的不熟悉，導致公共運輸對於遊憩旅客之搭乘率不佳，因此透過班表調整整合景點營業時間，並利用社群軟體瞭解旅客實際需求，以降低旅客總等候時間。另欲分析民眾對於運具選擇之取向，須透過問卷方式取得資料進行分析。Atanasio Tembe 等人[12]針對非洲馬布多(Maputo)及奈洛比(Nairobi)兩個主要城市進行研究，發現民眾的選擇公車之考量因素，以年齡、職業、收入、是否擁有自用車輛及居住地點為主，不同地區考量的因素不同。另在調查使用者社會經濟條件以外，該研究也指出未納入調查的運具本身條件，亦會影響民眾選擇運具。

根據上述文獻回顧，本研究初步歸納以下三點：

1. 目前透過大數據之蒐集，針對旅客運輸行為進行研究，這些方式包括使用電子票證資料，電信信令資料等。數據之分析精確度取決於資料之精確性，越接近實際行為者越精確，如電子票證資料，相關資料取用期間的不同也會影響分析結果。
2. 欲進一步分析旅客可能需求者，則需透過問卷調查取得旅客旅次屬性，如旅客屬性、社會經濟資料及其他有關運具選擇之所有可能屬性，並透過統計分析瞭解運具選擇情形。
3. 上述方式所得之結果可用於後續運具規劃，而產生不同策略，諸如強化運具服務水準、調整時刻及其他營運上之策略等。

### 三、現有臺鐵票證資料初探

為瞭解臺鐵現有票證資料，對於旅客旅次鏈分析之適用性，本研究取得臺灣鐵路管理局 107 年度全年電子票證資料，及 107 年上半年之

非電子票證資料，初步分析瞭解票證資料結構與可用性。

臺鐵之票證資料可分為電子票證及其他票證，其中電子票證為悠遊卡、一卡通、愛金卡(i-cash)及有錢卡(HappyCash)等 4 家票證公司資料，非電子票證資料包括一般售票、自動售票機售票、定期票、補票等。107 年上半年之臺鐵票證交易共有 155,942,884 筆，比較 107 年上半年度各種票證所占交易比例如圖 1 所示。

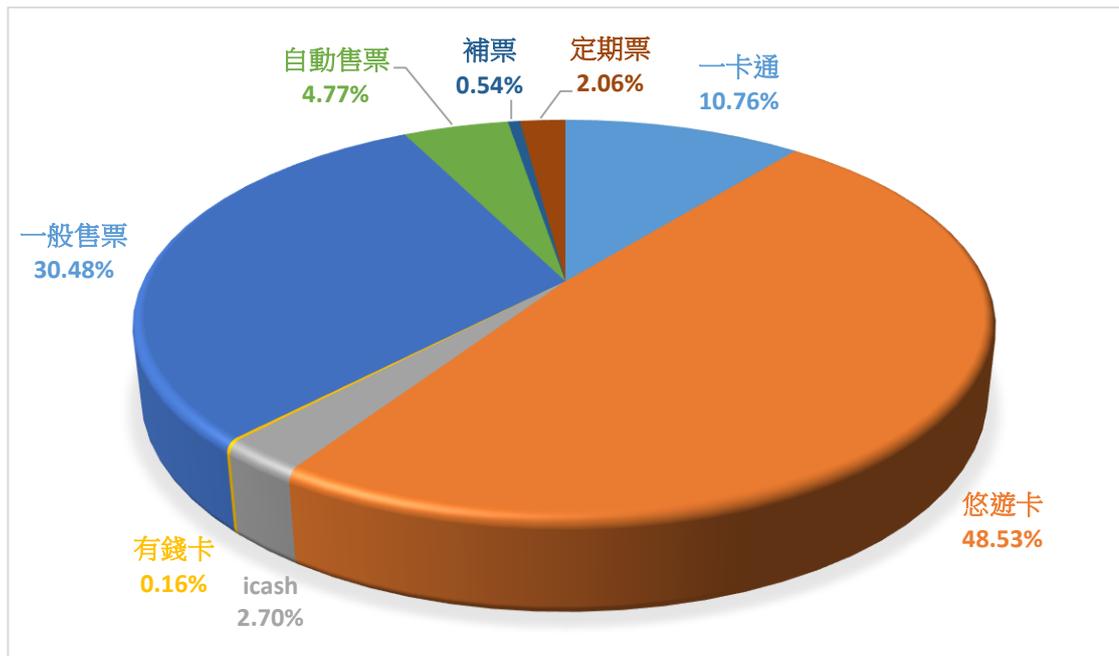


圖 1 107 年上半年臺鐵票證資料分佈比例圖

圖 1 顯示電子票證交易約佔全體票證資料約 62.15%，其中悠遊卡佔全體接近半數之交易筆數；非電子票證資料約佔 37.85%，其中一般售票約佔全體 3 成左右之交易筆數。

為進一步瞭解各種票證之交易及資料特性，本研究檢視電子票證及人工售票之票證資料結構，並初步分析票證資料之相關屬性。

電子票證之實際交易行為發生於出站時電子閘門交易，交易時記錄交易日期、時間、扣款金額、卡片餘額、進出車站、卡號及票種等資訊。

悠遊卡 107 年共有 1.2 億筆交易資料，每月交易筆數約在 850 萬筆至 1118 萬筆間，其中以 12 月份最高，4 月份最低。進一步以進出站區間分類，排名前 30 之區間如表 2 所示。

表 2 臺鐵 107 年度悠遊卡交易排名前 30 區間

排名	區間	交易筆數	排名	區間	交易筆數
1	臺北→桃園	1,750,778	16	鶯歌→臺北	778,537
2	桃園→臺北	1,680,757	17	彰化→臺中	778,198
3	臺北→樹林	1,665,808	18	臺中→彰化	744,978
4	樹林→臺北	1,607,117	19	松山→汐止	705,794
5	中壢→桃園	1,383,168	20	台中→豐原	701,433
6	桃園→中壢	1,349,669	21	板橋→樹林	690,461
7	臺北→中壢	1,310,591	22	汐止→松山	679,340
8	中壢→臺北	1,283,019	23	豐原→臺中	661,020
9	臺北→汐止	1,057,035	24	內壢→臺北	656,269
10	汐止→臺北	997,367	25	臺北→內壢	651,129
11	臺北→汐科	946,380	26	樹林→板橋	609,712
12	汐科→臺北	910,483	27	中壢→板橋	587,253
13	桃園→板橋	899,266	28	板橋→中壢	552,954
14	板橋→桃園	840,796	29	基隆→臺北	533,347
15	臺北→鶯歌	781,285	30	鶯歌→板橋	517,164

表 2 顯示悠遊卡之使用者集中於大臺北及桃園地區，主要通勤站有臺北、桃園、中壢、樹林、汐止、汐科、板橋、鶯歌、松山、內壢及基隆等車站，另臺中至彰化及豐原等區間亦有相當交易筆數。

一卡通 107 年共有 2,726 萬餘筆交易資料，每月交易筆數約在 185 萬筆至 276 萬筆間，其中以 12 月份最高，2 月份最低。進一步以進出站區間分類，排名前 30 之區間如表 3 所示。

表 3 臺鐵 107 年度一卡通交易排名前 30 區間

排名	區間	交易筆數	排名	區間	交易筆數
1	高雄→屏東	673,027	16	桃園→臺北	148,917
2	屏東→高雄	654,417	17	臺南→新營	142,464
3	高雄→臺南	464,775	18	善化→臺南	140,556
4	臺南→高雄	425,636	19	臺南→善化	140,382
5	臺南→新左營	342,826	20	新營→臺南	139,466
6	新左營→臺南	337,288	21	中壢→臺北	126,608
7	員林→彰化	181,826	22	桃園→中壢	125,281
8	彰化→員林	167,315	23	大橋→臺南	118,726
9	新左營→屏東	163,588	24	新市→臺南	117,158
10	臺中→彰化	162,292	25	高雄→潮州	115,696

11	屏東→新左營	158,193	26	臺南→新市	115,017
12	鳳山→屏東	155,613	27	屏東→潮州	112,817
13	彰化→臺中	155,226	28	臺中→豐原	111,315
14	臺北→桃園	153,542	29	豐原→臺中	106,308
15	屏東→鳳山	152,293	30	沙崙→臺南	106,126

表 3 顯示一卡通使用者集中於南部地區，以高雄、屏東、臺南、新左營等站為主要通勤車站，另外在北部及中部地區亦有一定之交易筆數。

由上述資料可得知，使用電子票證搭乘臺鐵之乘客，具有區域內通勤移動之性質，主要可分為北部地區、中部地區及南部地區三大區域，以臺北、臺中及高雄車站為中心，往返鄰近都市。

非電子票證之實際交易發生於售票窗口或其他各種訂票平台，售票時資料紀錄乘車年月日、乘車時刻、車次、票面起迄站、票價、公里數、行經線別及座位區間等。

非電子票證 107 年上半年共有 3,643 萬餘筆交易資料，每月交易筆數約在 576 萬筆至 635 萬筆間，其中以 1 月份最高，5 月份最低。進一步以進出站區間分類，排名前 30 之區間如表 4 所示。

表 4 非電子售票 107 年上半年交易排名前 30 區間

排名	區間	交易筆數	排名	區間	交易筆數
1	花蓮→臺北	1,150,833	16	中壢→臺北	203,911
2	臺北→花蓮	1,102,351	17	臺北→中壢	201,266
3	羅東→花蓮	373,619	18	高雄→臺東	182,262
4	臺南→高雄	362,493	19	臺東→高雄	179,982
5	高雄→臺南	360,066	20	花蓮→宜蘭	178,843
6	花蓮→羅東	344,710	21	花蓮→松山	174,499
7	臺北→臺中	301,402	22	宜蘭→花蓮	174,024
8	臺中→臺北	298,068	23	松山→花蓮	168,210
9	臺東→臺北	239,716	24	臺中→臺南	163,526
10	新竹→臺北	226,227	25	臺東→花蓮	160,798
11	臺北→臺東	225,706	26	花蓮→臺東	160,477
12	臺北→桃園	216,236	27	臺南→臺中	156,552
13	臺北→新竹	215,289	28	板橋→花蓮	154,471
14	新城→蘇澳新	211,644	29	花蓮→板橋	153,509
15	桃園→臺北	211,020	30	臺南→嘉義	150,246

表 4 顯示使用非電子票證搭乘臺鐵之旅客，以往返花蓮、臺東等東部地區車站為主，其中臺北至花蓮區間半年可達 2 百萬筆以上，遠超過其他各區間，另各鄰近都市間之跨區域運輸亦有一定程度之運量，如臺南至高雄區間、臺中至臺北區間及新竹至臺北區間等。此外，新城至蘇澳新站區間有 21 萬餘筆之運量，但蘇澳新站至新城之運量為 18,650 次，其間差異推測為因應中國大陸旅遊團於旅遊途中換乘鐵路，以避開蘇花公路較為危險之路段。

比較電子票證與一般票證之使用者特性，電子票證使用者具有區內通勤性質，其中悠遊卡及一卡通之使用者較多。而臺鐵雖已全線電子票證多卡通，然而分析使用區間可發現，悠遊卡以北部地區使用者為主、一卡通以南部地區使用者為主之地區特性。非電子票證使用者以往返東部為主，且乘坐距離較電子票證使用者長。

#### 四、轉乘需求探索可行方式初探

依據本所「我國臺、高鐵車站與公車轉乘接駁時間縫隙檢核及改善機制之研究」[4]，旅客在軌道車站與公車之轉乘行為，如圖 2 所示。



圖 2 旅客在軌道車站之轉乘行為

由圖 2 可知，以軌道車站為中心之轉乘行為，不論是由其他運具轉乘鐵路，或由鐵路轉乘其他運具，皆須通過驗票閘門，而佔整體票證資料 6 成的電子票證交易中，驗票閘門紀錄之資訊，包括交易時間及進出車站等資料，如旅客使用同一張電子票證搭乘，在向電子票證公司取得同一卡號當日交易資料下，可利用相關資料推估旅次鏈。

本研究在取得臺鐵票證資料後，進行初步資料檢視，發現電子票證主要功能為清分拆帳之紀錄，因此交易時產製之重要單次交易紀錄資訊

包括卡號、交易金額、卡片餘額、起迄站代碼、交易時間、卡片身分種類與交易金額等，並無記錄進站時間。如欲推估進站時間，則需對照當日列車到站時間，由出站時間推估搭乘車次，再由交易紀錄之進站代號推估旅客進站時間。

臺鐵非電子票證資料一般窗口售票約佔 3 成，此類票證交易於乘車前預約乘坐車次，如為對號列車則有座位。在票證資訊紀錄上有列車車次、乘車日期、乘車時刻、票面起迄站、售票站、交易日期、付款方式及座位區間等資訊。一般窗口售票可按照票證既有資訊，對比當日列車動態，取得該班次旅客實際搭乘時間與到站時間。惟紙本票證無法如電子票證串聯至其他運輸搭乘交易行為，僅能透過利用其他運具之票證資料對比列車到站時間，推算可能轉乘人數，及問卷調查或實地調查等方式進行推估。

為瞭解旅客是否有運具轉乘行為，除需取得鐵路票證資料外，尚須取得其他運具，如公車之票證資料。旅客在各旅次皆使用電子票證之情形下，卡號資料為串聯運具使用之重要資訊，相同卡號於一天內於不同運具驗票機之交易紀錄，可得知旅客轉乘行為。然而卡號為涉及個人資料之重要資訊，如卡片為記名式者，則易造成個人隱私問題，另針對運量較少之站點分析，也可能造成類似問題。因此在分析時資料提供者多採用去識別化，或提供經加密之卡號資料，分析時亦會避免顯示運量較少之旅次鏈。

另一分析轉乘之重要因素為轉乘時間認定，於現有公共運輸票證資料下，設定兩種運具間之時間縫隙標準為重要指標。依據中華顧問工程司[2]，在探討捷運與公車間轉乘之旅次鏈，設定兩筆交易時間差小於 2 小時即構成旅次鏈。相關標準的設定，可能受交易方式影響，如 108 年 6 月以前，雙北市市區公車僅按當次乘車之交易指示收費，如上車或下車刷卡，僅有一次刷卡紀錄，而捷運轉乘公車優惠期間計算為 2 小時。而自 108 年 7 月起，雙北市市區公車實施上下車刷卡，因此可得知搭乘旅客的起迄站資料，使旅次鏈內轉乘點及轉乘等候時間推估較易。

本所「我國臺、高鐵車站與公車轉乘接駁時間縫隙檢核及改善機制之研究」中，參考大眾運輸容量與品質手冊標準(Transit Capacity and Quality of Service Manual, TCQSM)，以 20 分鐘作為轉乘時間縫隙標準。因此在探討公共運輸服務供給時，轉乘等候時間超過此一標準者，將不列入可轉乘之相關探討。惟在旅客公共運輸轉乘需求面上，尚須考量旅

客屬性，如通勤旅客可能等候時間較短，而觀光遊憩旅客則可能有景點安排的考量，爰可能在單一站點停留較久時間。爰旅客轉乘需求探索，可能需細部調查旅客旅次目的，預計停留時間等。

綜上所述，取得票證母體資料，可初步推估旅客轉乘之需求。惟實際之旅客轉乘行為，仍須透過實地調查，大致瞭解旅客之轉乘需求及可能之旅次起迄點，轉乘需求探索流程如圖 3 所示。

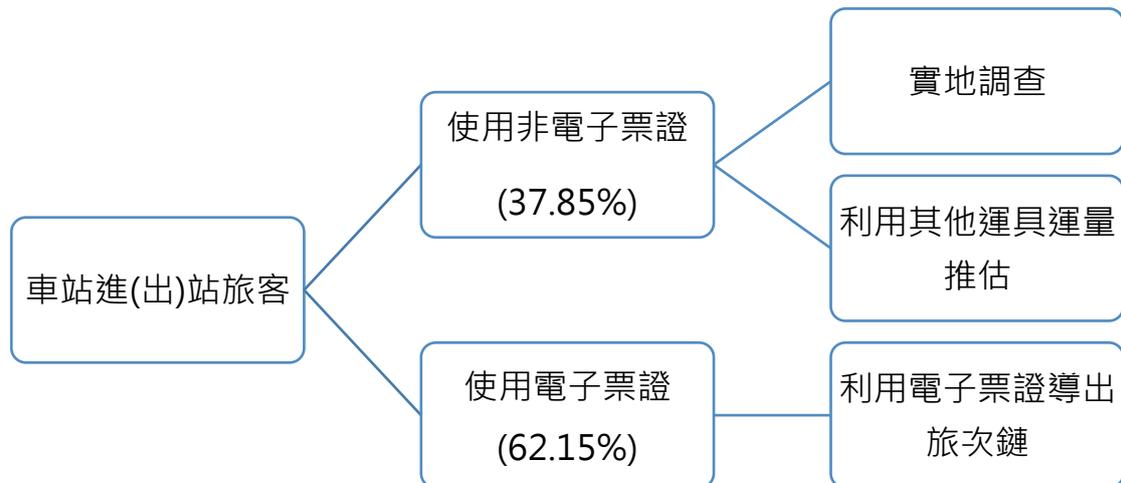


圖 3 公共運輸轉乘需求推估流程圖

## 五、結論與建議

本研究初步探討電子票證資料運用於轉乘分析之可行性，回顧國內外相關利用票證資料進行研究之文獻可知利用臺鐵票證資料，進行票證資料初步剖析，瞭解票證資料結構組成，以利後續推動相關研究。依據分析成果，本研究提出以下結論：

1. 由文獻回顧顯示，自開始使用電子票證起，國內外即有相關研究，而票證資料即可做為相關旅運轉乘行為研究之重要資料，相關分析結果並可做為後續公共運輸規劃之參考。
2. 初步分析臺鐵電子票證資料後，發現臺鐵使電子票證者約佔 6 成，其中持悠遊卡及一卡通之乘客，大多為區域內短途通勤使用。非使用電子票證者佔近 4 成，大多為往返花蓮及臺東等東部地區，或相鄰區域之旅運行為。

3. 另臺鐵票證種類不同，因其交易方式不同，票證資料結構亦不同。電子票證僅在出站時進行交易，在出站時有記錄時間，無進站時間，且無法得知實際乘坐車次；一般窗口售票可得知實際乘坐車次及座位，但無法得知轉乘動向。整體而言，相關電子票證仍須透過比對當日列車動態，方可進行較為完整之旅運行為推估。

另囿於時間及人力，本研究僅能初步完成相關票證資料探索及相關探索方法之探討，並提出未來研究建議如下：

1. 各種票證之使用趨勢，將影響運具間轉乘時間縫隙分析方向。例如使用電子票證旅客多數為短途、通勤旅次，對於轉乘時間縫隙之敏感度可能較大；而使用一般窗口售票者為往返東部等長距離運輸為主，可能非通勤旅次，對於轉乘時間敏感度可能較低。因此建議欲分析相關車站旅客轉乘行為，可對票證資料進行初步分類。
2. 電子票證的清洗成本將影響研究結果，因此研究前須先決定電子票證抽樣期間，本研究取得臺鐵半年份票證資料共計 1 億 5 千萬筆，透過簡要分析已可初步掌握票證資料結構及旅客取向。適逢 108 年 7 月 1 日起，雙北市公車採用上下車皆須刷卡，使公車之電子票證結構產生改變，因此建議未來可取用 108 年全年之鐵、公路票證資料進行比對。
3. 電子票證資料使用者可利用資料庫中單一卡號，瞭解使用者之轉乘行為，惟紙本票證使用者無法利用票證資料瞭解轉乘行為，因此建議在紙本票證資料較多之車站，需對旅客進行相關調查。
4. 未來可利用本所已開發之「無縫銜接檢核系統」，建議接續對公共運輸需求研究工作項目如下：
  - (1) 運用臺、高鐵及公車系統之電子票證資料，從需求面了解各車站分時進出站人數及其轉乘公車之運量，並探討運量較高之臺、高鐵車站班次之轉乘時間縫隙。
  - (2) 篩選至少一個臺鐵車站進行公車班次調整機制之實際運作測試，並進行必要之調查。
  - (3) 篩選至少一個縣市之觀光局景點資訊，探討該縣市之臺鐵車站與銜接景點公車路線之轉乘時間縫隙。

## 參考文獻

1. 金融監督管理委員會全球資訊網，  
[https://www.fsc.gov.tw/ch/home.jsp?id=134&parentpath=0,4&mcustomize=multimessage\\_view.jsp&dataserno=201305300001&aplistdn=ou=disclosure,ou=multisite,ou=chinese,ou=ap\\_root,o=fsc,c=tw&toolsflag=Y&dtable=Disclosure](https://www.fsc.gov.tw/ch/home.jsp?id=134&parentpath=0,4&mcustomize=multimessage_view.jsp&dataserno=201305300001&aplistdn=ou=disclosure,ou=multisite,ou=chinese,ou=ap_root,o=fsc,c=tw&toolsflag=Y&dtable=Disclosure)，2019年4月16日瀏覽。
2. 悠遊卡交通類交易資料特性分析與應用，財團法人中華顧問工程司研發計畫成果報告，2016年11月。
3. 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，2018年7月。
4. Chakirov and Erath (2011). “Use of Public Transport Smart Card Fare Payment Data for Travel Behaviour Analysis in Singapore”, 16th International Conference of Hong Kong Society for Transportation Studies. Hong Kong.
5. Zhao et al. (2017) “Isolating high-priority metro and feeder bus transfers using smart card data”, *Transportation* (2017) 44: 1535.
6. 不同區域結構之旅運者運具選擇行為分析，交通部運輸研究所運輸研究專輯，2015年11月。
7. 臺北都會區至宜蘭地區多點國道客運路線需求調查分析暨假日景點公車路線之檢討規劃，交通部運輸研究所，2017年11月。
8. Kang et al. (2018). “Last Train Timetabling Optimization and Bus Bridging Service Management in Urban Railway Transit Networks”, *Omega* (2018), doi: 10.1016/j.omega.2018.04.003
9. Manasra & Toledo (2019). Optimization-based operations control for public transportation service with transfers. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 105, 456–467.
10. Errampalli, M., Patil, K. S., & Prasad, C. S. R. K. (2018). Evaluation of integration between public transportation modes by developing sustainability index for India cities. *Case Studies on Transport Policy*(2018), doi: <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2018.09.005>.

11. Gkiotsalitis and Stathopoulos (2016). Demand-responsive public transportation re-scheduling for adjusting to the joint leisure activity demand. *International Journal of Transportation Science and Technology* 5, 68–82
12. Atanasio Tembe, Fumihiko Nakamura, Shinji Tanaka, Ryo Ariyoshi and Shino Miura (2019). The demand for public buses in sub-Saharan African cities: Case studies from Maputo and Nairobi. *IATSS Research*(2019) Volume 43, Issue 2, July 2019, Pages 122-130.
13. 雙北公車 7/1起上下車皆刷卡，中央通訊社，  
<https://www.cna.com.tw/news/firstnews/201906060053.aspx>，2019年11月26日瀏覽。
14. 我國臺、高鐵車站與公車轉乘接駁時間縫隙檢核及改善機制之研究，交通部運輸研究所，尚未出版。