

台灣各縣市高齡者密度及公車資源之空間分析

蔡怡萱^{1,2} 邱靜如¹ 朱宏杰^{3,*}

目標：公車為高齡者外出最倚賴之公共運輸載具，然公車資源分佈與高齡人口分布區域是否相符並不清楚。本研究分析各台灣縣市高齡者比例與公車資源之地理分佈相關性，以及資源分布是否影響高齡者使用行為，提供高齡者公車需求與供應之實證數據分析。**方法：**縣市高齡人口根據內政部2016年人口年齡分布統計取得，縣市公車站牌由交通部GIS-t地理倉儲系統以及PTX公共運輸整合資訊流通平台公開資料取得，各縣市高齡者公車使用率由2016年民眾日常使用運具狀況調查取得。以相關係數分析公車站牌密度與高齡者公車使用率之相關性，再以GIS分析呈現縣市公車資源配置與人口需求、老化狀況、及公車使用率之間的關係。**結果：**各縣市高齡者公車使用率和縣市公車站牌密度（每平方公里公車站牌數）相比，成正相關（ $R: 0.74, p < .001$ ），可及距離與高齡者使用率雖無顯著意義，但趨勢上可看出距離越長，使用意願越低（ $R: -0.44, p = 0.051$ ），公車站牌密度最低站牌間距最長的五個縣市為苗栗縣，彰化縣，南投縣，台東縣以及花蓮縣，主要分布於中部與東部。單一路線站牌服務人口數和各縣市高齡人口呈顯著正相關（ $R: 0.48, p = 0.025$ ），單一路線站牌服務人口數最多的四個縣市是雲林縣，苗栗縣，嘉義縣，台東縣。**結論：**公車資源較足夠的縣市，高齡者公車使用率相對較高。然而，高度高齡化的縣市，公車使用率卻嚴重偏低，公車可及性差；站牌密度低距離遠，公車的服務量低；單一路線站牌服務人口數高，公車資源相對不足。公車資源分布城鄉差距明顯，雲林縣，南投縣，彰化縣，苗栗縣，嘉義縣和東部最缺乏，極需政府重視與加速建置。（台灣衛誌 2019；38(3)：252-264）

關鍵詞：公車資源、使用率、高齡者

前 言

根據內政部高齡白皮書，台灣在2018年邁入高齡社會[1]，面對逐漸增加的高齡人口，如何滿足高齡人口的身心健康等需求是相當重要的課題。在過去主動老化與高齡友善環境的相關研究中，均有提到外出以及

便利的交通對高齡者健康重要性[2,3]。高齡者外出與旅運行為，也是影響高齡者主觀幸福感的最大原因[4-6]。如何滿足高齡者的旅運需求，建構高齡友善社區維護高齡者身心靈健康，在高齡社會日益重要。高齡者的外出與旅運行為廣泛地定義為高齡者能夠自行前往所需到達地點的能力，其中，包含採買生活必須的食物和日用品，上醫院、拜訪朋友、逛街、看電影，擁有自己的社交和休閒生活[7]。這裡面，能夠自由行動的能力，很大部分需要依賴交通行為。

由於高齡者面臨身體機能的退化，對於日常生活的功能性活動，像是行動交通能力，依賴性會逐漸上升。從交通部的統計可看出，高齡者是使用公共運輸的大

¹ 國立成功大學醫學院老年學研究所

² 高雄榮民總醫院高齡醫學中心

³ 國立成功大學測量及空間資訊學系

* 通訊作者：朱宏杰

地址：台南市東區大學路1號

E-mail: honejay@mail.ncku.edu.tw

投稿日期：2018年10月25日

接受日期：2019年5月10日

DOI:10.6288/TJPH.201906_38(3).107109



宗，而他們使用公共交通運具的選擇，以公車為主。近半的公共運輸旅次是使用公車（46.1%），其次是計程車（23.3%）與捷運（14.8%），剩下依序是客運，台鐵，高鐵[8]。小於20歲還不能開車的未成年人也是使用公共運輸的最大族群，其中15歲以上未滿18歲的人口公共運輸旅次有48.1%是使用公車，18歲以上未滿20歲人口則有41.4%，這個族群第二常使用的公共運具是捷運。而全年齡民眾公共運輸運具選擇，則是公車35.7%，捷運28%，接下來才是計程車[8]。綜和上述資訊，可見高齡者和未成年族群比一般民眾依賴公共運具，而它們最常使用的公共運具，就是公車。同樣的，韓國Noh和Joh的調查中，發現高齡者外出傾向選擇走路和公共巴士，而小於65歲的成年人則最喜歡開車[9]。

台灣本土研究對於高齡者旅運需求的分析，顯示交通運輸便利性不足或不夠普及，則是常造成老人家外出受限的原因[8,10,11]。陳苑蕙等人探討高齡化社會之旅運特性與公共運輸資訊求課題全國性問卷調查顯示，高齡者最常外出的旅次，以步行和騎機車最多，但較遠距離的旅次會選擇公共運輸，其中以公車均是這些較遠旅次常用的工具前三名之一[11]。而卓裕仁針對台灣一城一鄉抽樣調查顯示，鄉下居民一般以步行，騎腳踏車和機車為主，比較有遠距離交通需求的就是就醫，大部分受訪者希望可以有送他們就醫的大眾交通運輸工具。而城市的高齡者通常都是步行，騎腳踏車或是開小客車，但假日使用公車的比率會大幅上升[10]。這些研究均顯示，台灣高齡者的日常交通，公車扮演重要的角色。

陳苑蕙等人在一份全國性問卷調查回溯性研究也顯示，若能以巴士作為需求回應系統的基本架構，民眾希望可以去醫療服務、休閒、購物／逛街及宗教活動，其中以醫療巴士最受歡迎，受訪者有近半的意願希望搭乘[7]，顯示如果提供服務，民眾就有使用的意願。同樣的，Green等人在倫敦的訪談研究，也提及高齡者對倫敦的免費巴士服務有正向的回饋[12]。Kim和Ulfarsson於2004

年研究也顯示，鄰里環境等資源會影響老人家使用公共運輸的意願，若老人家住在離公車站牌超過五個街區的距離，使用公共運輸的意願就會下降[13]，因此，我們推測，公車站牌的可及性，可能會影響高齡者使用的意願。

而台灣的公共運輸資源，較明確的發展在於2012年高齡友善城市共識營暨成果發表會中，桃園縣與新竹市擴增免費低底盤公車的服務，苗栗的「行動式高齡者文康休閒巡迴專車」以及台中市的「聽在地長輩講一行動列車」提供休閒服務[14]。可見交通網的發展一開始著重於北部地區，有明顯地域性的差別。2013年後，全台灣全面投入高齡友善城市的發展，南部鄉鎮的公共運輸資源也自此開始較有系統的整合和優化。

本研究目的是對照各縣市公車資源和高齡者外出使用公車的比率，來了解公車資源分配對高齡者公車使用的影響。並進一步釐清現有公車資源是否足夠滿足高齡者的公車使用需求。過去高齡者交通相關研究多是以問卷調查與訪談資料，主觀資料為主，本研究與過往研究不同之處在於，採取客觀資料分析公車資源與高齡者密度與交通使用相關性。藉此有機會確認交通資源可能的分布不均或不足與高齡者外出選擇公車比率之關聯性。

材料與方法

一、資料來源

本研究人口學資料根據台灣行政院內政部2016年人口年齡分布統計，此為官方人口統計資料，我們使用各縣市人口數和高齡人口數兩筆人口資料來做人口的變項分析。

公車資源的資料分為公車站牌資料與公車班次站牌資料，公車站牌資料為各縣市公車站牌數，依據交通部GIS-t地理資訊倉儲系統資料庫內：運輸系統公車站牌2016年9月更新資料[15]，若2016年無更新資料，則取前一年資料取代，唯台東縣，嘉義縣，雲林縣經檢查後，發現2016年公開資料不具代表性，因此以2019年二月資料取代，資料選

用在變項計算上會再做說明。公車路線站牌資料則是各縣市依據路線統計的站牌資料，此資料為2017年九月PTX公共運輸整合資訊流通平台取得的即時資料，一個站牌有時不只一個路線經過，此資料依路線總數統計站牌數，因此路線站牌數會比實際站牌數多，較能代表公車站牌提供的服務量，交通部GIS-t地理資訊倉儲系統和PTX公共運輸整合資訊流通平台均是交通部官方統計資料，定期更新的地理資訊，本研究採取各縣市公車站牌及路線站牌分布資料作為公車資源分析的基礎。公車使用的比率，則依照2016年民眾日常使用運具狀況調查[8]，該調查為政府委託市場調查公司，電訪抽樣統計40,264人，各縣市有效樣本，除連江縣384人，抽樣誤差為 ± 5.0 個百分點外，其餘縣市均至少1,445人，抽樣誤差均在 ± 2.58 個百分點以內，為全國代表性樣本。

縣市面積則是採用中華民國統計資訊網統計資料，而道路長度資料則是採取交通部統計查詢網公開資料。

二、變項說明

1. 人口變項：各縣市高齡人口數，各縣市高齡人口比例

人口變項分成兩項，各縣市高齡人口數是根據2016年內政部資料，單一縣市含有的大於65歲人口數。而各縣市高齡人口比例，則是2016年單一縣市裡大於六十五歲的高齡人口，除與該縣市總人口數後，佔該縣市全人口數的比例。

2. 公車資源變項：各縣市公車站牌密度，各縣市站牌可及距離，單一路線站牌服務高齡人口數。

計算公車資源變項前要先取得公車站牌數，公車站牌數是根據交通部GIS-t地理資訊倉儲系統資料公開的2016年九月各縣市公車站牌資料，由於宜蘭縣連江縣的公開資料只有2015年八月，下一波更新公開資料已是2019年，因此，沿用2015年資料。進行分析前，我們將所有公開資料匯入QGIS Desktop檢查，發現台東縣公車公開資料只有分布在

綠島區域，無法代表台東縣公車，因此捨棄2016年公開資料，取用2019年公開資料取代。而嘉義縣和雲林縣的公開資料發現與PTX公共運輸整合資訊流通平台取得的即時路線站牌資料相比不成比例，遠高於路線站牌資料數十倍，檢視資料發現其將該縣市經營的跨縣市站牌都納入統計，無法代表區域性資料，因此捨棄，取用2019年公開資料。但因路線站牌資料沿用2017年統計資料，因此可發現雲林縣路線站牌會仍比固定站牌略少，經檢查後，雲林縣2019年路線站牌為119個，同年度資料相比路線站牌仍比固定站牌多。本研究考量各縣市面積差異不同，將站牌總數除以縣市面積作為指標，各縣市公車站牌密度為各縣市公車站牌數除以縣市非山區面積（每平方公里含蓋站牌數目），分母為各縣市面積去除山地面積。國土統計面積分為平原，山坡地與高山，高山的定義為國有林事業區、試驗用林地、保安林地等，位於較高海拔，專供林業經營、國土保安及林業試驗所必須之土地。通常不是正常交通路線和公車站牌設置的區域，因此我們扣除高山區域面積。山坡地定義為標高100公尺以上，1,000公尺以下之丘陵地，或標高未滿100公尺，而其平均坡度在百分之五以上坡地之面積，依照山坡地保育利用條例劃定公布者。以基隆為例，78.34百分比的土地都是山坡地，卻是大量使用公車和公車站牌豐富的區域，許多站牌是設置在山坡地區域，因此本變項採用的分母並未扣除山坡地區域。藉由計算非高山區域的公車站牌密度，推估密度高的區域，高齡者離站牌的距離可能會較近，代表區域內比較容易找到公車站牌使用，密度低代表一樣範圍內公車站牌不易取得。

各縣市站牌可及距離，因公車站牌是分布在道路上，相對於面積平方公里分布的站牌數，道路長度代表的是較直接的距離。本研究採取的是2017年各縣市道路長度去除國道以及過小的鄉道，考量包含省道，縣道，以及大於六米的市區道路（公尺）。唯金門縣和連江縣交通部並未列入統計，因此此指標缺乏這兩個縣市。此指標利用公車可經

總道路長度，除以站牌總數，可得公車站牌可及距離是多少公尺，距離越長，代表公車可及性越低（公車站牌難及），資源不易取得，反之，距離越短，則是公車站牌可及。

單一路線站牌服務高齡人口數，採取路線站牌和原始站牌的差異是，有些站牌會有不只一個路線經過，顯示其提供的服務比只有一個路線經過的站牌多，Hess分析紐約和加州的公車資源時也是採取路線站牌數，作為公車資源分析的指標[16]，本研究參考該指標，採取2017年九月各縣市路線站牌資料作為分母。分子則是用人口學變項各縣市的高齡人口數，以縣市高齡人口數除以縣市路線公車站牌數取得（每一路縣公車站牌服務多少高齡人口），用以估計公車資源是否足夠高齡者使用，單一路線站牌服務高齡人口數高代表可使用的站牌服務較少，而單一路線站牌服務高齡人口數低則代表提供較多的站牌路線給民眾使用，此變項分析可了解對於高齡人口，各縣市提供的公車路線站牌多寡，藉以判斷相對於高齡人口，服務量是否充足。以上計算取得的指標資料見（附錄表一）。

3. 高齡者公車運輸使用率

評估高齡者公車運輸使用狀況，我們採用交通部公開的2016年民眾日常使用運具狀況調查，本調查詢問各縣市所有年齡受訪者昨日外出的所有旅次中，總共使用了那些交通工具。我們自原始資料中，摘出大於65歲國人，各縣市公車使用的旅次，除以該縣市高齡者所有外出旅次，作為高齡者公車使用率（附錄表一）。同理，高齡者捷運使用率，則是該縣市高齡者捷運使用的旅次，除以該縣市高齡者所有外出旅次（附錄表二）。

三、統計分析

縣市分區，台灣行政劃為分成二十二個縣市，同一區域有較相近的政治經濟交通水平，高齡友善城市的發展也是以縣市行政區為單位，因此本研究以縣市分區來看交通資源的配置，看各縣市公車資源配置，高齡人

口比和高齡人口公車使用的關聯。

本研究採用統計軟體GraphPad Prism作相關性分析，分析各縣市公車站牌密度與高齡者公車使用率的相關性。單一公車站牌服務高齡人口數，與高齡者公車使用率的相關性。縣市高齡人口比例與單一公車站牌服務高齡人口相關性。以相關係數R代表，R越高，代表兩個變項相關性越高。

使用Quantum-GIS做圖，看不同縣市的公車資源配置，與該縣市的高齡人口需求，老化狀況，公車使用率之間的關係。

結 果

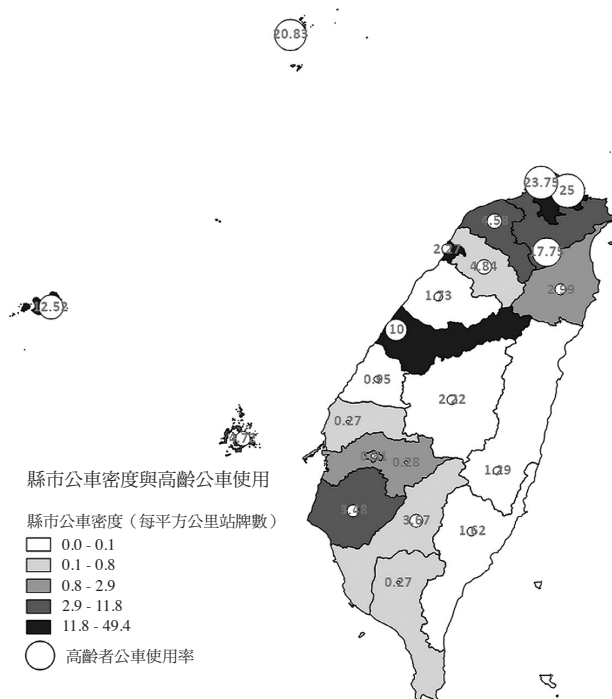
台灣高齡化最明顯的縣市主要在雲林縣，嘉義縣與南投縣屬於中南部地區，而從數據上來看，全台灣雲林縣，嘉義縣，屏東縣高齡者公車使用率最低，這三個縣市同時也是高齡人口比例高的縣市，嘉義縣與雲林縣分居台灣高齡化縣市的第一與第二名（附錄表一^a）。

一、公車站牌密度高的縣市，高齡者公車使用率偏高

以各縣市高齡者公車使用率和縣市公車站牌密度（每平方公里公車站牌數）相比，成正相關（R: 0.74, $p < .001$ ）（圖一），地圖上顏色越深代表公車站牌密度越高，圓圈圖則代表高齡者公車使用率大小，裡面的文字是使用率實際數值。可以看出，公車站牌密度較高的區域主要分布在北部和台中市，而有較高的站牌縣市，通常高齡者公車使用率也較高。站牌密度最高的為基隆市，而高齡者公車使用率也是全台最高。公車站牌密度最低的五個縣市為苗栗縣，彰化縣，南投縣，台東縣以及花蓮縣，主要分布於中部與東部。

二、站牌可及距離越短，高齡者公車使用率越高

站牌可及距離與高齡者公車使用率相比（R: -0.44, $p = 0.051$ ），統計上雖無顯著



圖一 縣市公車站牌密度與高齡者公車使用

縣市公車站牌密度如圖標由顏色深淺標示，顏色越深，代表公車站牌密度越高。圓圈大小則代表高齡者的公車使用率，圓圈內數字是實際使用比率。可以看到公車站牌密度越高的縣市，公車使用的比例也相對較高（ $R: 0.74, p < 0.001$ ）。最淺顏色區域為苗栗縣，彰化縣，南投縣，台東縣以及花蓮縣，主要分布於中部與東部。

相關，但趨勢上可以看出，站牌可及距離越遠，高齡者使用公車的比例就越低。如圖二所示，地圖顏色越深顯示站牌可及距離越短，站牌間距最短的是基隆市，平均每103.7公尺就可以找到一個站牌，同時他的高齡者使用公車使用率也是全台灣最高，高達四分之一的旅次使用公車，雙北也是和台中市也都低於300公尺以內的距離。而南投縣，彰化縣，苗栗縣，花蓮縣，四個縣市呈淺色，是公車站牌間距最長的縣市，居民要走18公里以上，才能夠找到一個公車站牌，整體結果和結果一的公車站牌密度大致相符。

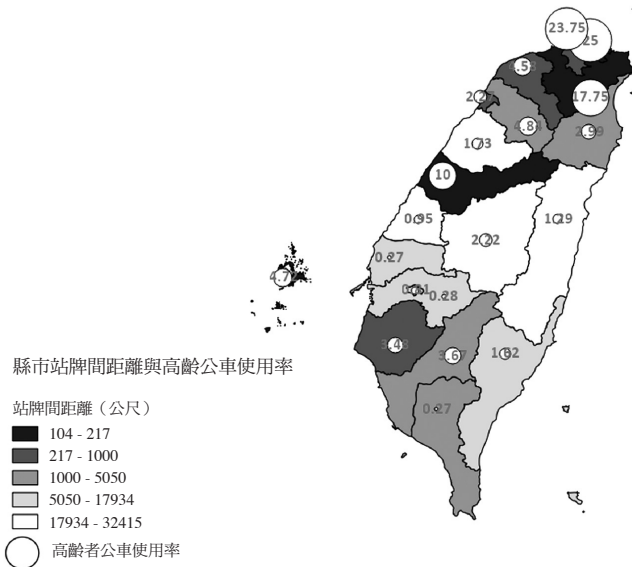
三、單一路線公車站牌需要服務的高齡人口越多的縣市公車使用率越低

縣市單一路線公車站牌服務高齡人口數與高齡公車使用率相比（ $R: -0.40, p =$

0.062 ），統計上雖無顯著相關性，但趨勢上可看出，單一路線站牌需要服務較多高齡人口的縣市，高齡者使用公車的比率就越低，公車資源相對高齡人口較稀少缺乏時，高齡者使用的比例有下降趨勢（圖三）。如圖例所示，雲林縣，彰化縣，苗栗縣，台東縣顏色最淺，每個站牌要服務300人以上，公車資源相對於高齡人口缺乏，高齡者公車使用比例也偏低。最缺乏的雲林縣，1,605個高齡者才分得到一個路線站牌。

四、高齡化的縣市，高齡者需要移動偏長的距離才能找到公車

各縣市的公車站牌間距與縣市高齡化相比，未達顯著相關（ $R: 0.41, p = 0.071$ ），但趨勢上可以看出，人口老化越明顯的縣市，公車站牌間距越長。人口老化最嚴重的中部



圖二 縣市站牌可及距離與高齡者公車使用

縣市站牌可及距離圖標由顏色深淺標示，顏色越深，代表公車站牌可及距離越短。圓圈大小則代表高齡者公車使用率，圓圈內數字是實際使用比率。站牌可及距離越短的縣市，使用比例也相對較高 ($R: -0.44, p=0.051$)。最淺顏色區域分布在苗栗縣，彰化縣，南投縣，以及花蓮縣，主要分布於中部與東部，可看出與圖一縣市公車密度大致相符。

三縣市，雲林縣、嘉義縣以及南投縣，居民分別要移動16公里、6公里、32公里才能找到一個公車站牌（附錄表一），顯示公車資源在人口老化的縣市相對不足。

牌需要服務的高齡者數量也是偏高的縣市，集中在台灣中部，如雲林縣，南投縣和嘉義縣。其中雲林縣為例，平均一個站牌要服務1,605人，南投縣則是276人。

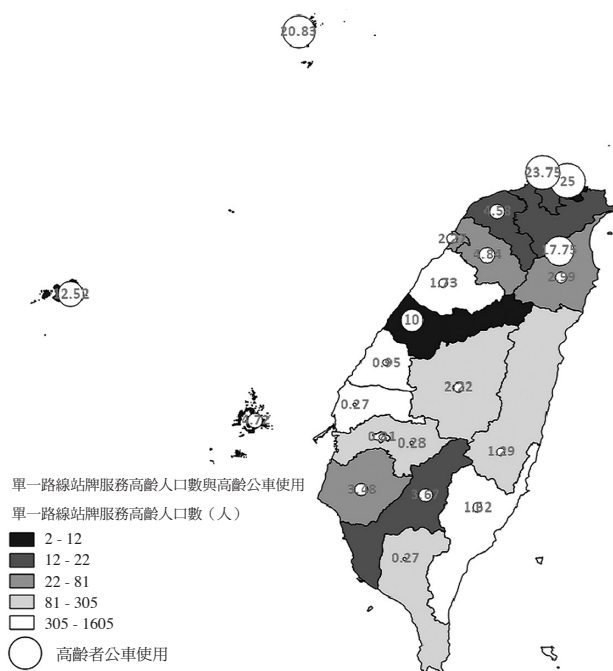
五、越高齡化的縣市，單一路線站牌服務高齡人口數越多

縣市單一路線站牌服務高齡人口數與縣市高齡人口比例顯著相關 ($R: 0.48, p=0.025$)，高齡化越明顯的縣市，每一個路線站牌要服務的高齡人口就越多，地圖顏色深淺代表高齡人口的比率。如圖四所示，顏色越淺表示高齡人口比例越高，中部雲林縣，嘉義縣，南投縣，以及南部屏東縣，和北部台北市都是高齡者比較多的縣市。而圓圈代表單一路線公車站牌需要服務的高齡人口。圓圈裡面的數字代表平均一個站牌要服務多少長輩。其中，高齡者比例偏高，但站

討 論

高齡者的交通使用行為和資源的是否適配，台灣過往研究多以訪談高齡者的需求和使用感受問卷為主，沒有量性資料與客觀空間資料佐證是否資源充足，本研究從公車站牌的密度，站牌間的距離，來推估公車資源的可及性，和公車路線站牌服務人口數來推估服務量是否充足，是台灣首度提出空間客觀量性資料的比較的方式。

從交通部的統計可看出，高齡者是使用公共運輸的大宗，而他們使用公共交通運具的選擇，大部分縣市以公車為主。研究資料



圖三 單一路線站牌服務高齡人口數與高齡者公車使用

單一站牌服務高齡人口數以顏色深淺表示，顏色越深，表示該縣市平均一個路線站牌需要服務的高齡者越少，顏色越淺則表示越多人共用一個站牌。圓圈大小則代表高齡者的公車使用率，圓圈內數字是實際使用比率。較少人共用一個站牌時，高齡者使用的比例相對較高，反之，雲林縣，彰化縣，苗栗縣，台東縣顏色最淺，公車資源相對於高齡人口缺乏，使用也偏低。

顯示較高公車站牌密度的縣市，高齡者使用公車的比例就越高（圖一），同樣的，平均站牌可及距離越短的縣市，高齡者使用公車的比例也越高（圖二）。國外都市計畫研究顯示，步行距離400到800公尺，是舒適的步行距離[17]。澳大利亞和研究也顯示，平均人們步行到公共運輸站的距離是573公尺，成年人可以走600公尺以上，高齡者平均則只有452公尺，顯示高齡者的步行距離比一般人短[18]。同時，美國和新加坡的研究都顯示步行距離會影響高齡者走路去使用公共運輸的意願[13,19]。我們的結果和國外的研究一致，可及距離遠，密度低的縣市，高齡者公車的使用率就偏低，顯示公車資源的可及性低時，步行距離過長時，會影響高齡者的使用意願。

但在單一路線站牌服務高齡人口數和高齡者公車使用率的比較，就沒有這麼顯著的相關（圖三），但還是可以看到，路線站牌要服務比較多人口，代表服務量低時，高齡者的使用率也是偏低。且從圖一到圖三可見，無論用空間還是人口作為分母評估公車資源的足夠與否，苗栗縣，彰化縣，雲林縣，南投縣，台東縣，花蓮縣這六個縣市，都是處於公車資源偏低的狀態，中部和東部是目前公車資源最有待加強的地方。

然而，我們雖然知道長者是搭乘公車和使用公共運輸的主力，但在長者比例高的縣市，卻沒有看到相應的公車使用率上升的結果，甚至是反而是偏低，如雲林縣，嘉義縣，屏東縣均算高度高齡化的縣市，公車使用率卻全台最低（表一^a），這三個縣市之中，中部的嘉義縣和雲林縣公車資源相當

缺乏，嘉義縣長輩平均要步行六公里才找到一個站牌，而雲林縣則要步行16公里，過長的距離會減少高齡者使用公共運輸的意願[13,19]，澳大利亞的公共運輸使用者，九成七的步行距離都在兩公里內[18]，顯示我們公車資源的配置在高齡化的縣市，明顯不足。

從公車站牌的密度分布可見，台灣本島公車站牌密度高前五名縣市的為基隆市，台北市，新竹市，新北市，台中市，可及距離短的縣市跟密度高的縣市一致，這幾個縣市高齡者使用公車比例也較高。而資源缺乏的苗栗縣，彰化縣，南投縣，台東縣以及花蓮縣，公車使用的比例就偏低。有趣的是，離島地區的公車站牌密度均偏高，澎湖縣與金門縣的公車站牌密度和高齡者公車使用率都是比較高的，連江縣雖然公車站牌密度中等，但公車使用率仍然偏高，顯示離島地區高齡者可能比本島更依賴公車等大眾交通工具。站牌可及距離在澎湖縣也是偏短，和密度結果一致，但連江縣和金門縣沒有道路統計公開資料可以比較，因此無法進一步分析。

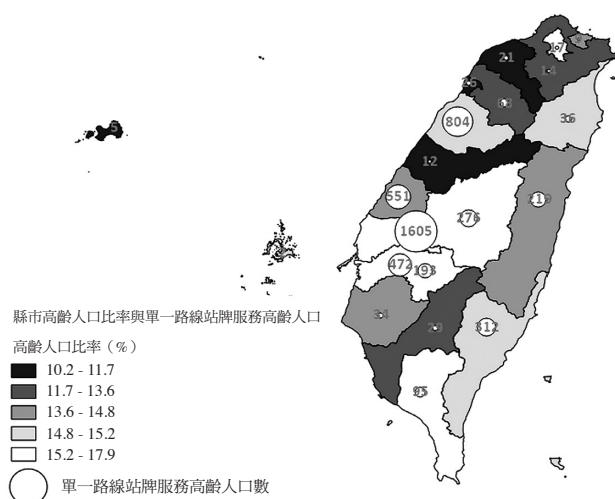
單一路線站牌服務高齡人口數，與高齡者公車使用率呈現相關趨勢，但未達顯著意義，可能是因為影響公車使用的意願，通常是老人行走到店牌的距離，而非是否承載多少乘客。而受到人口的多寡調節，人口稠密的都市，在這個指標上，會顯得資源下降。單一站牌服務高齡人口數少的台灣本島縣市前五名為，基隆市，台北市，新北市，台中市，桃園市，與空間密度與距離評估的公車資源的結果相符。而離島地區每個站牌需要服務的人數都很少，甚至比本島許多高度公共運輸發展的城市都還要少，顯示人口量影響這個指標明顯。

高齡化的縣市，和公車站牌間的距離比較可發現，越多高齡人口的縣市，有距離越長的趨勢，顯示高齡者要花越長的距離才能到達公共運輸，高齡人口前三名的雲林縣，嘉義縣以及南投縣，平均居民分別要走16公里，6公里以及32公里才能找到一個站牌，顯示高齡化的縣市，公車資源明顯不足，這

些縣市，主要分布在中部。同樣的，高齡人口比例高的縣市和單一路線站牌服務人口數成顯著正相關 ($R: 0.48, p= 0.025$) (圖四)，顯示高齡人口多的縣市，路線站牌要服務的老人家越多，代表提供的公車服務量越低，高齡人口前三名的雲林縣，嘉義縣以及南投縣，一個路線站牌平均要服務的人數分別是1,605人，193人，276人。顯示這些中部的高齡化縣市，不只如上述可及距離遙遠，公車的可以提供的服務量也偏低，長者可以使用的公車資源稀少也不容易取得。

在卓裕仁城鄉研究比較可看出，在相對缺乏公車資源的鄉下，高齡者幾乎都選擇步行和機車，而城市老人假日公車旅次就會上升[10]，如果有提供服務，高齡者就會去使用，而當資源不容易取得，高齡者就會減少使用的意願，比如國外調查說巴士站距離太遠，高齡者就不會想搭乘[13]，這與我們統計的結果是相符合的。

從台灣本土的訪談調查研究顯示，高齡者旅運的需求多由就醫，購物，休閒為主[11]，這些多是公車資源可以提供的旅次服務，尤其是鄉下的高齡者，對於就醫需求，會希望有可以送他們就醫的公共運輸支持[10]，而從台灣公車資源空間分析來看，台灣的公車資源存在明顯城鄉差距，台灣本島的公車資源集中在北部一線都市台北市，新竹市，新北市，台中市，還有鄰近台北市的衛星縣市（基隆市，桃園市），其他地區資源都相對稀缺（圖一、圖二），尤其中部和東部的縣市，應設法改善公車資源城鄉差距，讓鄉下高齡者能得到適配的公車資源，有良好的交通支持。從我們的研究結果顯示，公車站牌密度高，公車站牌可及距離短，公車運輸網較完整的縣市，高齡者會比較願意使用公車，而從過往的國內外文獻也可知高齡人口需要公共運輸的支持，尤其以公車或巴士專車最受歡迎[2,7,9-13,17-19]，然而，台灣高齡縣市的交通資源與目前高齡人口分佈並不相符，高齡人口高的縣市前三名，雲林縣，嘉義縣，南投縣都屬於公車資源缺乏區域。高齡人口的交通需求缺口，政府要如何建置分配，是非常重要且迫切的問題。



圖四 縣市高齡人口比率與單一站牌服務高齡人口

地圖顏色深淺代表高齡人口的比率，顏色越淺表示高齡人口比例越高，中部雲林縣，嘉義縣，南投縣，以及南部屏東縣，和北部台北市都是高齡者比較多的縣市。而圓圈代表單一路線公車站牌需要服務的高齡人口，圓圈內數字表示一個站牌平均要服務的高齡人口數，以縣市人口老化的數量和其相比，呈顯著相關 ($R: 0.48, p=0.025$)，可以知道在高度人口老化的縣市，單一公車站牌要服務個高齡者數量偏高，公車服務相對不足，可以看到在中部的縣市最為明顯，高齡者比例偏高，但站牌需要服務的高齡者數量也是偏高。

除了公車系統外，高齡者使用的公共運輸載具依序是計程車和捷運，台北捷運和高雄捷運系統，分別開始於1996年與2008年，捷運系統的引入，也對公共運輸行為產生影響。台北捷運涵蓋的新北市，台北市，以全體國人而言，捷運使用習慣都高於公車，但以高齡者而言，台北市捷運的使用率為公車的一半 (23.75% VS. 11.31%)，新北市捷運只有公車使用率的三分之一 (17.75% VS. 5.71%) (附錄表二)。可見高齡者對捷運使用率和全年齡層使用者比起來是偏低。對高齡者而言，與捷運相比，公車資源可能還是比較容易使用的大眾運輸工具。相較而言，高雄市市民的捷運使用率略低於公車分別為28.0%和23.7%，然而，高齡者公車的使用率本身就只有3.67%，捷運更只有0.94% (附錄

表二)。這可能是高雄雖為一線都市，公共運輸網建置較晚，高齡者過去沒有使用大眾運輸工具習慣，以至於資源開始提供時，使用率仍然偏低。承前所述，高齡者使用公共運具的順序是，公車，計程車，然後才是捷運，而一般民眾則是公車，捷運，計程車。這可能跟交通資源取得便利與否有關，從地理分析來看，目前高齡的縣市諸如嘉義市，雲林縣，南投縣，都沒有建設捷運，也沒有鄰近台北捷運系統，高雄捷運系統，因此，高齡者使用到捷運的總比例可能就會偏低。

本研究的限制在於，因分析的是國人的旅次資料，對於高齡者旅次的細緻需求，無資料去進一步了解，且這是單次旅次回顧，難以判定假日與平日旅次需求的差異，未來若有更細緻的高齡旅次需求資料，對於如

何安排公車路線站牌，甚至是需求回應性系統，將可提供更貼近高齡者的需求的建議和設計。

第二個限制在於公共資料的取得限制，因交通資料來源事即時資料和各縣市上傳資料為基準，各縣市公開資料可能判斷基準不同，而不易同時拿來比較，而即時資料則具變動性與不可回溯性，無法取得與2016年旅次完全相符的交通資源，是本研究第二個限制，建議未來公部門可由單一窗口如交通部，定期備份交通資源統計資料，供學者回溯性研究使用。本研究雖面臨此限制，但已採取最接近當時旅次時間的交通資源作為分析，國內交通公開資料也日益發展，相信未來可以取得更完整的資料來比對高齡者交通需求與行為。

結論

提供適當密度公車運輸網，高齡者公車使用率會提高，而高齡者在身體機能衰退，依靠大眾運輸需求上升的狀況下，提供良好的大眾運輸網是高齡友善城市重要的課題。本研究釐清影響台灣高齡者的公車使用行為的因子，縣市站牌密度低和過長的站牌可及距離可能會使高齡者使用公車比例下降，站牌服務量偏低，也會使比例有下降趨勢。

高齡者的交通行為，除了公共運輸外，私人載具如機車也是高齡者相當倚賴的交通工具，私人載具在公共運輸資源偏低的縣市，對長輩更是不可或缺，未來希望可以進一步納入私人載具使用的分析，更全面的了解高齡者交通行為與需求。然而，私人載具伴隨的高齡交通事故，也是一個日益嚴重的問題，建構合宜公共運輸資源給高齡者使用，才是根本之道。而台灣目前高齡人口比例高的縣市，公車運輸網的建置相對偏低，且公車資運分布城鄉差距明顯，雲林縣，彰化縣，苗栗縣，南投縣，嘉義縣和東部縣市明顯缺乏公車資源，極需政府重視與加快腳步建置。

致 謝

本文感謝王國琛、張辰楷、王友惠、朱耶綾、何子欣、黃昱涓、黃基彰、黃綯縵、蔡宛珍等人的協助。

參考文獻

1. 行政院：高齡社會白皮書。台北：行政院，2015。
Executive Yuan, R.O.C. (Taiwan). White Paper for an Aged Society. Taipei: Executive Yuan, R.O.C. (Taiwan), 2015. [In Chinese]
2. Lai MM, Lein SY, Lau SH, Lai ML. Modeling age-friendly environment, active aging, and social connectedness in an emerging asian economy. *J Aging Res* 2016;**2016**:1-14. doi:10.1155/2016/2052380.
3. Scharlach AE. Aging in context: individual and environmental pathways to aging-friendly communities - The 2015 Matthew A. Pollack Award Lecture. *Gerontologist* 2017;**57**:606-18. doi:10.1093/geront/gnx017.
4. Ettema D, Gärling T, Olsson LE, Friman M. Out-of-home activities, daily travel, and subjective well-being. *Transport Res Pol Pract* 2010;**44**:723-32. doi:10.1016/j.tra.2010.07.005.
5. Bergstad CJ, Gamble A, Gärling T, et al. Subjective well-being related to satisfaction with daily travel. *Transportation* 2011;**38**:1-15. doi:10.1007/s11116-010-9283-z.
6. Davis JC, Bryan S, Li LC, et al. Mobility and cognition are associated with wellbeing and health related quality of life among older adults: a cross-sectional analysis of the Vancouver Falls Prevention Cohort. *BMC Geriatr* 2015;**15**:75. doi:10.1186/s12877-015-0076-2.
7. 陳苑蕙、徐淵靜、呂寶靜、高桂娟：高齡者旅運特性與就醫需求回應運輸系統需求分析。運輸學刊 2009；**21**：329-53。doi:10.6383/JCIT.200909.0329。
Chen WH, Hsu YJ, Lu PC, Kao KC. Travel characteristics and demand analysis for drts in medical trips for the elderly. *Yun Shu Xue Kan* 2009;**21**:329-53. doi:10.6383/JCIT.200909.0329. [In Chinese: English abstract]
8. 交通部：105年民眾日常使用運具狀況調查運具次數市占率交叉統計表，2016。https://www.motc.gov.tw/ch/home.jsp?id=1679&parentpath=0,6&mcustomize=statistics105.jsp。引用2018/10/25。
Ministry of Transportation and Communications,

- R.O.C. (Taiwan). 2016 cross analysis statistics on the public's daily use of modes of transport by city. Available at: <https://www.motc.gov.tw/ch/home.jsp?id=1679&parentpath=0,6&mcustomize=statistics105.jsp>. Accessed October 25, 2018. [In Chinese]
9. Noh SH, Joh CH. Change in travel behavior of the elderly in Seoul Metropolitan Area. *J Korean Geogr Soc* 2011;**46**:781-96.
10. 卓裕仁：高齡者需求回應運輸服務系統之規劃與應用。行政院國家科學委員會專題研究計畫，計畫編號NSC 97-2420-H-216-002-KF3，台北：行政院國家科學委員會，2008。
Cho YJ. A Planning and Application of Demand Responsive Transit Service System for the Elderly. National Science Council Research Report. Project Number NSC 97-2420-H-216-002-KF3. Taipei: National Science Council, Executive Yuan, R.O.C. (Taiwan), 2008. [In Chinese: English abstract]
11. 陳苑蕙、張勝雄：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 2012；**13**：141-50。
Chen WH, Chang SH. Characteristics of travel transportation and needs for public transportation information in aging society. *Humanit Soc Sci Newsletter* 2012;**13**:141-50. [In Chinese]
12. Green J, Jones A, Roberts H. More than A to B: the role of free bus travel for the mobility and wellbeing of older citizens in London. *Ageing Soc* 2014;**34**:472-94. doi:10.1017/S0144686X12001110.
13. Kim S, Ulfarsson GF. Travel mode choice of the elderly: effects of personal, household, neighborhood, and trip characteristics. *Transport Res Rec* 2004;**1894**:117-26. doi:10.3141/1894-13.
14. 劉麗娟：台灣建立健康及高齡友善城市之歷程，評量系統與未來趨勢。城市學學刊 2014；**1**：87-114。
Liu LC. The processes, assessment system and future of health and age-friendly cities in Taiwan. *J Urbanology* 2014;**1**:87-114. [In Chinese; English abstract]
15. 交通部：GIS-t 交通網路地理資訊倉儲系統，2017。https://gist.motc.gov.tw/。引用2018/10/25。
Ministry of Transportation and Communications, R.O.C. (Taiwan). GIS-t Traffic Network Geographic Information Storage System. Available at: <https://gist.motc.gov.tw/>. Accessed October 25, 2018. [In Chinese]
16. Hess DB. Access to public transit and its influence on ridership for older adults in two US cities. *J Transport Land Use* 2009;**2**:3-27. doi:10.5198/jtlu.v2i1.11.
17. Southworth M, Ben-Joseph E. Streets and the Shaping of Towns and Cities. Washington, DC: Island Press, 2013.
18. Daniels R, Mulley C. Explaining walking distance to public transport: the dominance of public transport supply. *J Transport Land Use* 2013;**6**:5-20. doi:10.5198/jtlu.v6i2.308.
19. Olszewski P, Wibowo SS. Using equivalent walking distance to assess pedestrian accessibility to transit stations in Singapore. *Transport Res Rec* 2005;**1927**:38-45. doi:10.1177/0361198105192700105.

附錄表一 各縣市高齡人口比例，公車站牌數目，縣市公車站牌密度（扣除高山面積），單一公車站牌服務高齡人口數，高齡者公車使用率，公車站牌可及距離。

縣市	高齡人口比例 (%)	公車站牌數	公車路線站牌數	縣市公車站牌密度 (扣除高山面積)	單一公車路線站牌服務高齡人口數	高齡者公車使用率 (%)	公車站牌可及距離 (公尺)
台北市	15.55	5,464	27,523	20.10	16.93	23.75	217.61
新北市	11.71	13,459	30,446	9.97	13.77	17.75	213.54
桃園市	10.22	3,235	10,872	3.31	20.19	4.58	798.45
台中市	10.91	21,393	27,219	18.06	11.09	10.00	164.68
台南市	13.77	6,211	7,706	3.31	33.70	3.48	515.05
高雄市	13.44	1,098	18,701	0.79	19.97	3.67	3,738.62
宜蘭縣	14.82	834	1,924	1.15	35.24	2.99	1,134.29
新竹縣	11.70	153	951	0.18	67.36	4.84	4,313.73
苗栗縣	14.80	46	103	0.04	803.49	1.73	22,326.09
彰化縣	14.21	48	332	0.05	550.91	0.95	25,729.17
南投縣	15.86	41	291	0.03	275.32	2.22	32,414.63
雲林縣	17.09	77	74	0.06	1,604.78 ^b	0.27 ^a	16,025.97
嘉義縣	17.90	208	479	0.17	192.57	0.28 ^a	6,153.85
屏東縣	15.20	1,173	1,405	0.63	90.42	0.27 ^a	1,406.65
台東縣	14.97	51	106	0.04	311.83	1.62	17,823.53
花蓮縣	14.70	64	223	0.05	218.13	1.29	18,375.00
澎湖縣	15.09	1,031	8,256	8.13	1.89	4.72	160.04
基隆市	13.96	5,516	6,482	49.39	8.01	25.00	103.70
新竹市	11.01	1,269	1,903	12.30	25.30	2.27	410.56
嘉義市	13.44	49	77	0.86	471.05	0.81	10,285.71
金門縣	11.67	2,858	3,340	18.84	4.72	12.52	$\frac{c}{c}$
連江縣	10.22	66	770	2.29	1.67	20.83	$\frac{c}{c}$

^a 雲林縣，嘉義縣，屏東縣高齡者公共運輸市占率最低，這三個縣市同時也是高齡人口比例高的縣市。

^b 雲林縣，每一個公車路線站牌要服務的高齡人口數破千，顯示相對高齡人口，公車資源相對不足。

^c 交通部公開統計資料中無法取得金門縣和連江縣道路長度背景資料。

附錄表二 捷運縣市公車與捷運使用佔全體運輸旅次百分比

	公車使用率	捷運使用率	高齡者公車使用率 (%)	高齡者捷運使用率 (%)
新北市 ^a	36.4%	39.1%	17.75	5.71
台北市 ^a	36.9%	41.8%	23.75	11.31
高雄市	28.0%	23.7%	3.67	0.94

^a 新北市和台北市的全體市民捷運使用高於公車系統，高齡者的捷運使用卻明顯低於公車，顯示捷運使用對高齡者可能不如公車容易。

Relationship of regional elderly density and bus resource based on geographical analysis

YI-HSUAN TSAI^{1,2}, CHING-JU CHIU¹, HONE-JAY CHU³

Objectives: Bus is the most used mode of transportation for the elderly, yet it is not clear about the relationship between bus resource and the elderly population distribution. This study compared the regional elderly density and the bus resource distribution to investigate whether the bus resource meets the needs of the elderly. **Methods:** Data on regional elderly population was retrieved from the Ministry of the Interior at Executive Yuan in 2016. The number of bus stops was obtained from GIS-t, a geographic information system and Public transport data exchange managed by the Ministry of Transportation and Communications. The bus usage rate of the regional public transportation resource came from the survey of people's daily use of transportation vehicles, in 2016. Correlation analyses and the Quantum-GIS was used to present the relationship among the distribution of bus resource, the regional population demand, the aged condition, and the bus usage rate. **Results:** The regional elderly public transport usage rate was positively related to bus stops density (Bus stops per Square kilometer) ($r = 0.74$, $p < .001$). The distance between bus stops had a trend of negative association with the elderly bus usage rate ($r: -0.44$, $p = 0.051$). Inside the last five list of bus stops density were Miaoli County, Changhua County, Nantou County, Taitung County and Hualien County which were located in the central and eastern Taiwan. The number of the elderly was serviced by per bus route stop which was positively related to the regional aging ratio ($R: 0.48$, $p = 0.025$). The top four numbers of the elderly serviced by per route bus stop were Yunlin County, Miaoli County, Chiayi County and Taitung County. **Conclusions:** The richer the bus resource a regional area has, the higher usage rate of public transportation there is. However, it was found that the regional areas with more elderly people have fewer bus resources, and there is a gap between urban and rural areas in terms of the bus resource distribution. Yunlin County, Miaoli County, Chiayi County, Changhua County, Nantou County and the eastern Taiwan have fewer bus resources. It is vital for the government to give more concern to this issue and facilitate the construction of public transportation. (*Taiwan J Public Health*. 2019;**38**(3):252-264)

Key Words: bus resource, usage rate, elderly

¹ Institute of Gerontology, College of Medicine, National Cheng Kung University, Tainan, Taiwan, R.O.C.

² Center for Geriatric and Gerontology, Kaohsiung Veterans General Hospital, Kaohsiung, Tainan, Taiwan, R.O.C.

³ Department of Geomatics, National Cheng Kung University, No. 1, University Rd., East Dist., Tainan, Taiwan, R.O.C.

* Correspondence author. E-mail: honejay@mail.ncku.edu.tw

Received: Oct 25, 2018 Accepted: May 10, 2019

DOI:10.6288/TJPH.201906_38(3).107109