

# 逢甲大學學生報告 ePaper

「疫」卡「通」－新冠肺炎、天氣因子對捷運人流之影響

Impact of Covid-19 and Weather Factors on Ridership Counts of Taipei MRT

作者：胡筱翎、陳羿璇、涂鼎鈞、邵維瑄

系級：經濟四甲

學號：D0636519、D0636802、D0680950、D0681065

開課老師：何思賢老師

課程名稱：綜合專題研究

開課系所：經濟學系

開課學年：109 學年度 第 1 學期

## 中文摘要

本研究建立台北捷運人流的估計模型，著重於載客量最多的板南線、松山新店線和淡水信義線。被解釋變數是捷運站的進站人數，解釋變數則有氣溫、雨量、捷運站周遭人口數。對於這些變數，捷運站的真實數值未知，我們透過地理資訊系統協助推算每個捷運站的雨量、溫度以及周遭人口數。根據固定效果模型的估計結果，上述變數皆顯著影響捷運人流。

我們假定，新冠肺炎疫情則會經由「每日新增確診人數」與和「入境人數的變化」兩種方式影響捷運載客量。稱前者為心理效果，後者為政策效果。我們從基本模型逐一引入新變數，可以估計這兩種效果對捷運人流的影響。本研究顯示，這兩種效果造成 2019 年至 2020 年捷運人流降幅的 65%。

關鍵字:台北捷運、新冠肺炎、固定效果模型



## Abstract

This study establishes an estimation model of the Taipei MRT passenger volume, focusing on the Bannan Line, Songshan-Xindian Line, and Tamsui-Xinyi Line, which carry most passengers. The dependent variable is the number of people arriving at the MRT station, and the explanatory variables are temperature, rainfall, and the population living around the MRT station. For these variables, the true values of the MRT stations are unknown. We use the geographic information system to help estimate the rainfall, temperature, and surrounding population of each MRT station. According to the estimated results of the fixed-effects model, all of the aforementioned variables have a statistically significant impact on the MRT passenger volume.

We assume that the COVID-19 pandemic will affect the passenger volume of the MRT through two channels: “daily new cases” and “the change in the number of arrivals.” The former is called the “psychological effect”, and the latter is the “policy effect”. Starting from the basic fixed-effect model and introducing new variables one by one, the impact of these two effects on the MRT volume can be estimated. This study shows that these two effects will jointly explain 65% of the decrease in MRT passenger volume from 2019 to 2020.

Keyword : Taipei MRT, Covid-19, Fixed effects model

## 目次

第一章	緒論 .....	4
第二章	文獻探討 .....	5
第一節	新冠肺炎疫情對人類活動的影響 .....	5
第二節	影響人們搭乘捷運的因素 .....	5
第三節	相關計量模型簡介 .....	6
第三章	變數與資料來源 .....	7
第一節	敘述統計總表 .....	7
第二節	各變數說明與資料來源 .....	8
第四章	實證模型 .....	13
第五章	實證結果 .....	15
第一節	傳統線性回歸模型 (OLS) .....	15
第二節	固定效果模型 (Fixed Effect) .....	16
第三節	隨機效果模型 (Random Effect) .....	19
第四節	穩健性分析 .....	20
第六章	結論與討論 .....	22
參考文獻 .....		23
附錄 .....		25

## 第一章 緒論

台灣豐富的文化、秀麗的風光景色與充滿特色的美食小吃，每年吸引不少外國旅客來台觀光，旅客對在台境內搭乘之交通工具均有八成六以上滿意度，其中捷運滿意度為 97.14%，排名第三<sup>1</sup>。

台北市與新北市為台灣人口密度最高的城市<sup>2</sup>，交通需求量龐大。直至 2019 年每日搭乘量更是超過 200 萬人次<sup>3</sup>，可見台北捷運已成為北部民眾生活中不可或缺的一部份。

2020 年初爆發新冠肺炎疫情，2020 年 2 月來台旅客比去年同期減少 63%<sup>4</sup>，3 月台灣更是全面禁止旅客入境，成為北捷載客量下滑的原因之一。為避免與他人接觸，許多民眾選擇私人交通模式，減少外出次數。而北捷除了拒載體溫超過攝氏 38 度的乘客，搭乘大眾運輸工具也必須戴上口罩，以防成為防疫破口。台北捷運載客量也從 2020 年 1 月的 201 萬，下降至 2 月的 183 萬，3 月再跌至 172 萬人次<sup>5</sup>。

疫情改變許多人的生活方式，本研究聚焦疫情對捷運人流的影響，我們建立一個迴歸模型，考慮捷運周遭人口、天氣（氣溫、雨量）、空氣指標等控制變數，藉此評估台北捷運載客量受疫情影響之程度。



---

<sup>1</sup> 參見：交通部觀光局 (2019)，「中華民國 108 年來臺旅客消費及動向調查」。

<sup>2</sup> 根據中華民國內政部戶政司全球資訊網，台灣 2020 年平均人口密度每平方公里 651 人，台北市 9,575 人，新北市 1,964 人，桃園市 1,858 人。

<sup>3</sup> 參見：台北捷運，「台北捷運旅運量」。

<sup>4</sup> 參見：交通部觀光局(2020)，「109 年 2 月觀光市場概況摘要」。

<sup>5</sup> 同前註腳 3。

## 第二章 文獻探討

### 第一節 新冠肺炎疫情對人類活動的影響

關於新冠肺炎疫情對我國社會經濟活動的影響，陸續有研究發表，與本研究最相關的是，陳恭平、楊睿中、楊子霆 (Chen, Yang, Yang, 2021) 利用差異中之差異法 (difference in difference, DID)，研究台灣民眾在疫情期間對大眾運輸工具與私人交通工具的自發性需求。研究結果顯示，新增感染人數增長最多時 (2020 年 3 月)，鐵路載客量 (大眾運輸工具) 減少了 40% 至 60%，而公路交通運輸 (私人交通工具) 在尖峰期增加了 20%。因此，我們一方面觀察到總交通流量減少，一方面也看到民眾自發地因應疫情，以私人交通工具取代大眾運輸工具。

台灣對防制疫情有兩個方針，其一為從源頭防範病毒進入社區，具體措施為政府實施嚴格的邊境管制，其二為減少病毒傳播的機會，此又分兩個面向：一方面是政府強制規定「民眾搭乘大眾運輸工具及在室內時必須戴口罩」，另一方面是「民眾在面對疫情時自發降低與他人之間的接觸」，此文證實這一點。

### 第二節 影響人們搭乘捷運的因素

黃士鴻 (2010) 指出人口密度對於捷運載客量呈顯著正相關，金融業越多的地區，其捷運載客量也越高。作者認為：高密度人口或商業發達的地區，都更容易造成停車位一位難求，所以較多人會傾向搭乘大眾運輸工具，該研究也探討了轉運站的數量、平均每戶家庭支出、節假日及票價之優惠等可能影響捷運載客量之因素。

賴彥儒、陳俊誠、林政翰與栢家凱 (2017) 列出影響民眾搭乘台北捷運意願的重要的天氣因子，最為重要的是氣溫，其次是降水時數、能見度、風向和相對溼度.....等。氣溫太冷或太熱會造成民眾不想騎車，因此在不同時段的氣溫會影響民眾是否搭乘捷運；另一個是降水時數，若上下班時段下雨塞車，許多人會選擇搭乘捷運，以求方便。

林芃彰、楊佩雯、黃培軒與褚承威 (2017) 指出人口會影響捷運載客量，從捷運每日每小時各站進出量可看出平日和假日搭乘捷運的差異，早上 6 到 10 點進站及出站的流量與下午 4 到晚上 11 點進站及出站的流量呈現反向關係<sup>6</sup>，作者推測主要原因在於許多上班族及學生住在新北市，會搭乘捷運往返台北，因為許多家庭無法負荷台北市中心的高房價，因此選擇離台北市不遠的新北市，且捷運站附近交通方便，人口相對密集，這也影響了尖峰時刻搭乘捷運的流量。

---

<sup>6</sup> 以淡水站為例，上午因上班之因素導致進站人數大於出站人數；下午因下班之因素導致出站人數大於進站人數，此謂反向關係。

李漢鈞 (2020) 指出，不同的天氣狀況會影響個人搭乘捷運的意願。主要分為溫度、降雨量與紫外線。首先是溫度，從研究結果來看，溫度的冷熱會影響載客量，以早上為例，當上班族出門時，溫度越高，搭乘捷運人數會減少；再來是降雨量，大部分的人都認為下雨天時會傾向搭乘捷運，尤其是機車族群，但研究結果顯示，降雨時搭乘捷運人數會減少，文中作者推測因為出門走到捷運站需要一段距離，反而會選擇離家近的公車或其他私人交通運具；最後是紫外線，紫外線過高對人是有害的，加上現代人對紫外線帶來的危險有基礎認知，會擔心曝曬造成的身體危害，所以會偏好選擇搭乘捷運。

### 第三節 相關計量模型簡介<sup>7</sup>

分析追蹤資料 (panel data) 時，常常假定有「無法觀察卻能影響因變量」的因素，此又可以分為：隨時間而變、但在個體間並無差異的因素  $d_t$ ，與個體內稟的、不隨時間而變的因素  $\alpha_i$ 。具體而言，模型可表示為：

$$y_{it} = \beta_0 + \delta_0 d_t + \beta \cdot x_{it} + \alpha_i + \varepsilon_{it}$$

在模型中，符號  $i$  表示個人、廠商、城市等等， $t$  表示時間段， $x_{it}$  是可以觀察到的解釋變量， $d_t$  則是與時間有關的虛擬變數，變數  $\alpha_i$  無法具體測量、不隨時間而改變。在模型中  $\alpha_i$  常被視為個人、廠商或城市本身的異質性，本研究則是將此變量定義為台北捷運板南線、淡水信義線及松山新店線捷運站間的異質性，比如說各捷運站的地理位置等等，模型中的  $\varepsilon_{it}$  則是模型未能捕捉的殘差項。

若資料中的  $\alpha_i$  確實有影響，而估計係數時將  $\alpha_i + \varepsilon_{it}$  一併視為殘差，沒處理不受時間影響的項（例如 DID 可以去除  $\alpha_i$  的影響），直接以傳統最小二乘法 (ordinary least squares, OLS) 來估計係數，如此違反「殘差無相關」假設，導致估計出來的係數偏誤。本研究確實發現了這一現象。因此，以固定效果模型作為研究主線<sup>8</sup>。

<sup>7</sup> 參見 Introductory Econometrics (Jeffrey M. Wooldridge, 2012).

<sup>8</sup> 第四章第三節將報告隨機效果模型的估計數值，結果顯示隨機效果模型與固定效果模型估計出來的係數幾乎沒有差異。

### 第三章 變數與資料來源

根據文獻，本研究以進站人數取自然對數作為模型的被解釋變數，加入氣溫、雨量、空氣品質、捷運站周圍 200、300、500 公尺之人口數（單位：人），作為模型的解釋變數。此外，考慮國定假日、年、月等時間變數有影響捷運載客量之可能性，因此加入年、月、星期幾、國定假日作為虛擬變數。除了這些解釋變數，為了研究疫情對載客量之影響，我們加入「新冠肺炎每日新增確診人數」與「入境人數」（單位：人）作為解釋變數。在本研究中，除了人口數為月資料，其餘皆使用日資料，其中，氣溫和雨量原本為時資料，我們將其逐日平均後，作為日資料使用。

#### 第一節 敘述統計總表

表一  
各變數之敘述性統計

變數名稱	樣本數	平均值	變異數	最小值	最大值
每日進站人數	138,504	23544.48	21228.68	88	247112
人口 (200 公尺)	138,690	3792	2898	214	21069
人口 (300 公尺)	138,690	8611	5837	482	37672
人口 (500 公尺)	138,690	24102	14056	1316	70554
2015-2019 每日入境人數	122,342	69987.93	9633.61	11844	106307
2020 每日入境人數	16,348	15479.59	26139.84	204	91679
氣溫	138690	23.147	5.39	4.498	32.423
雨量	138690	6.373	16.604	0	304.625
PSI 值 <sup>9</sup>	63315	52.015	14.632	14.548	153.257
AQI 值 <sup>10</sup>	91254	53.458	21.277	11.346	189.853
Covid19 新增確診人數	138690	.236	1.716	0	27

後續小節介紹各解釋各變數與資料來源。

<sup>9</sup> 2016 年 11 月 30 日以前的空氣汙染物標準指標只提供 PSI 值，因此 2015 年 1 月 1 日到 2016 年 11 月 29 日以 PSI 值來計算。

<sup>10</sup> 2016 年 12 月 1 日起，空氣品質指標改採 AQI 值，但 2016 年 11 月 30 日就提供 AQI 值，因此 2016 年 11 月 30 日至 2020 年 8 月 31 日，除了因缺漏資料的零星數日，我們均以 AQI 值作為空氣品質的衡量指標。



## 第二節 各變數說明與資料來源

### 一、 每日進站人數（台北捷運官網）

本文主要分析台北捷運載客量最高的三條路線，分別為板南線 29.27%、淡水信義線 25.25%及松山新店線 17.31%<sup>11</sup>。樣本為這三條路線 2015 年 1 月 1 日到 2020 年 8 月 31 日的每日進站人數，共 138504 筆資料，其中板南線因 2015 年 6 月 30 日才設立頂埔站，因此並無 2015 年 1 月 1 日至 2015 年 6 月 29 日之載客量資料，表二顯示，樣本中最小值為 88，最大值為 247112，因此本研究將進站人數取自然對數，來改善偏態問題。

表二  
進站人數資料敘述

變數名稱	樣本數	平均值	變異數	
進站人數	138,504	23544.48	21228.68	
ln(進站人數)	138,504	9.79	0.76	
變數名稱	最小值	最大值	偏度	峰度
進站人數	88	247112	4.016	26.20
ln(進站人數)	4.48	12.42	-3.78	3.968

根據 Hair et al. (2010)，偏度在 $\pm 2$ 之間，峰度在 $3 \pm 7$ 之間，實務上可以視為常態。準此，ln(進站人數) 可以視為常態分布樣本。

### 二、 氣溫與雨量（中華民國中央氣象局、觀測資料查詢）

中央氣象局紀錄全台每個天氣觀測站的歷史資料，本研究擷取 2015 年 1 月 1 日到 2020 年 8 月 31 日台北市與新北市的天氣觀測站每日氣溫及雨量測值，共 43 個天氣觀測站。由於各天氣觀測站與各捷運站不在同一處，因此捷運站  $i$  的真實雨量值和真實氣溫值  $rain_i$ 、 $temperature_i$  是未知的，只能根據各個觀測站的觀測值來推估。本研究透過 ArcGIS 計算各捷運站到各天氣觀測站之間的實際距離，並使用加權法推估各捷運站氣溫及雨量測值。具體而言，捷運站  $i$  的氣溫和雨量的推估值分別為：

$$\widehat{temperature}_i = \frac{\sum_j w_{ij} temperature_j}{\sum_j w_{ij}}$$

<sup>11</sup> 我們從台北捷運官網提供的旅運量計算出板南線、淡水信義線及松山新店線為台北捷運系統旅運量最高的三條線。

$$\widehat{rain}_i = \frac{\sum_j w_{ij} rain_j}{\sum_j w_{ij}}$$

在上面兩式中，權重  $w_{ij} = d_{ij}^{-1}$  是捷運站  $i$  與天氣觀測站  $j$  的距離  $d_{ij}$  的倒數，而  $temperature_j$ 、 $rain_j$  分別是天氣觀測站  $j$  觀測到的氣溫和雨量<sup>12</sup>。這樣推估的精神是，若捷運站  $i$  與天氣觀測站  $j$  的距離愈近，捷運站  $i$  的真實氣溫或雨量應該與觀測站  $j$  的觀測值愈接近，因此，相應的權重  $w_{ij}$  必然也較大，據此，若設定  $w_{ij} = d_{ij}^{-1}$ ，權重會隨著距離變小而變大，當距離趨近於 0，權重趨近於無窮大，表示此觀測站和捷運站地點極為接近，觀測站的觀測值也接近捷運站的真實值。

### 三、 空氣品質衡量（行政院環境保護署空氣品質監測網）

PSI 為空氣汙染指標，監測當日空氣中的懸浮微粒 (PM10) 測值、二氧化硫 (SO<sub>2</sub>) 濃度、二氧化氮 (NO<sub>2</sub>) 濃度、一氧化碳 (CO) 濃度及臭氧 (O<sub>3</sub>) 濃度，2016 年 11 月 30 日前使用 PSI 值和強化細懸浮微粒 (PM2.5) 雙指標的方式作為當日空氣品質的判斷依據。2016 年 12 月 1 日起至今則使用 AQI 空氣品質指標，AQI 為單一指標，監測當日空氣中的臭氧 (O<sub>3</sub>)、細懸浮微粒 (PM2.5)、懸浮微粒 (PM10)、一氧化碳 (CO)、二氧化硫 (SO<sub>2</sub>) 及二氧化氮 (NO<sub>2</sub>) 濃度，2016 年 12 月 1 日到 2017 年 8 月 2 日期間 PSI 及 AQI 皆有測值。本研究以 AQI 值為主，若無 AQI 值則使用 PSI 值，兩種指標都是數字愈高、空氣品質愈差。

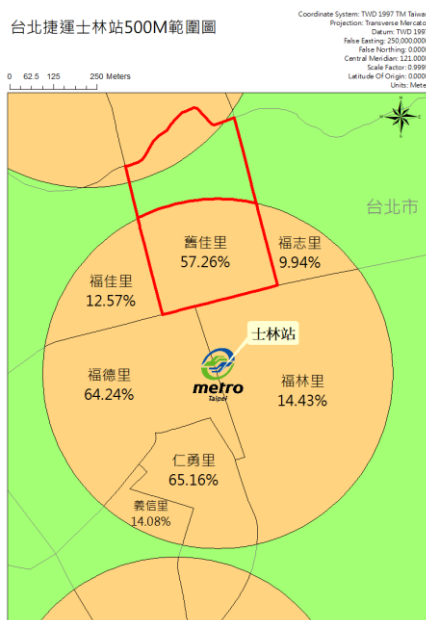
由於各空氣觀測站與各捷運站不在同一處，因此捷運站的真實空氣品質指標是未知的，只能根據各空氣觀測站的觀測值來推估，推估方法與前一段的氣溫、雨量相同，都是各個空氣觀測站每日觀測數值的線性組合，權重則為捷運站與空氣觀測站的距離倒數。

### 四、 捷運站附近人口（台北市政府民政局、新北市政府民政局）

我們從政府取台北市與新北市各里 2015 年 1 月 1 日到 2020 年 8 月 31 日每月人口數，再透過 ArcGIS 計算出各捷運站 200 公尺、300 公尺及 500 公尺範圍內與各里交集的面積。我們假設人口皆是均勻分布，藉此推估捷運站方圓 200 公尺、300 公尺及 500 公尺內的人口數。以圖一為例，以士林站為中心，500 公尺畫一個圓，此圓與舊佳里的交集佔了舊佳里面積的 57.26%。代入舊佳里 2015 年 1 月人口數 6390 人，因此，在 2015 年 1 月時，舊佳里對士林站 500 公尺內的人口貢獻了  $6390 * 57.26\% \approx 3658$  人，仿此，我們依序算出福志里貢獻了 788 人、福林里貢獻了 466 人、仁勇里貢獻了 2795 人、義信里貢獻了 484 人、福得里貢獻了 3882 人及福佳里貢獻了 1048 人，因此可得 2015 年 1 月士林站範圍

<sup>12</sup> 因為每日都有不同的觀測值，這兩式的雨量和氣溫的下標都必須加上時間  $t$ 。此處為求符號簡潔，因而省略下標  $t$ 。

500 公尺內人口數為 13121 人，其他站則依同樣的方法計算。總樣本共 138690 個，以日為單位，然而人口計算以月為單位，因此在人口變數中，若對應到相同年份與月份，其觀測值相同，例如，2015 年 1 月 1 日到 2015 年 1 月 31 日的觀察值同為 13121 人。本研究以捷運站方圓 500 公尺內人口為主，200 公尺及 300 公尺則作為穩健性分析，測試本研究估計係數的穩定性。



圖一:人口變數處理方法示意圖

表三

2015 年 1 月到 2020 年 8 月各範圍人口敘述統計

變數名稱	樣本數	平均值	變異數
人口 (200 公尺)	138,690	3792	2898
人口 (300 公尺)	138,690	8611	5837
人口 (500 公尺)	138,690	24102	14056
ln(人口 200 公尺)	138,690	7.95	0.87
ln(人口 300 公尺)	138,690	8.79	0.85
ln(人口 500 公尺)	138,690	9.85	0.79

變數名稱	最小值	最大值	偏度	峰度
人口 (200 公尺)	214	21069	2.96	17.72
人口 (300 公尺)	482	37672	1.82	9.70
人口 (500 公尺)	1316	70554	0.71	3.94
ln(人口 200 公尺)	5.37	9.96	-1.01	3.88
ln(人口 300 公尺)	6.18	10.54	-1.06	3.85
ln(人口 500 公尺)	7.18	11.16	-1.22	4.35

表三顯示，各站附近人口的最小值與最大值相差頗大，因此本研究將各站附近人口取自然對數，來改善偏態問題。根據 Hair et al. (2010)，偏度在 $\pm 2$ 之

間，峰度在 $3 \pm 7$ 之間，實務上可以視為常態。準此， $\ln(\text{捷運站周遭人口})$  都可以視為常態分布樣本。<sup>13</sup>

## 五、 每日入境人數（內政資料開放平台）

表四顯示 2020 年每日入境人數與 2015 年到 2019 年相比，數字明顯下降。此乃疫情造成各國封鎖國境，外國旅客無法來台旅遊，造成旅遊業極大衝擊，影響層面更擴大至交通業，對捷運載客量應該也有不小影響。

表四  
2015-2019 年及 2020 年入境人數敘述統計

變數名稱	樣本數	平均值	變異數
2015-2019 入境人數	122,342	69987.93	9633.61
$\ln(2015-2019 \text{ 入境人數})$	122,342	11.15	0.15
2020 入境人數	16,348	15479.59	26139.84
$\ln(2020 \text{ 入境人數})$	16,348	8.06	1.78

變數名稱	最小值	最大值	偏度	峰度
2015-2019 入境人數	11844	106307	-0.50	5.17
$\ln(2015-2019 \text{ 入境人數})$	9.38	11.57	-2.43	23.04
2020 入境人數	204	91679	1.63	4.06
$\ln(2020 \text{ 入境人數})$	5.32	11.43	0.74	2.074

根據表四，入境人數本身就通過 Hair et al. (2010) 的常態分布判定，取對數反而更不像常態分布。因此，我們採用入境人數本身作為解釋變數。

## 六、 假日（行政院人事行政總處）

考量到捷運載客量可能受到假日因素，造成載客量暴增，因此控制節假日變數，包含跨年、元旦、春節、228、清明節、端午節、勞動節、中秋節、雙十節及颱風假，將此節日變數以虛擬變數方式呈現。

## 七、 COVID19 每日新增確診數（衛生福利部疾病管制署）

2020 年全球受新冠肺炎影響，各國紛紛祭出鎖國政策，不僅國際間的航線飽受打擊，在各國國境內，人們也可能避免搭乘公共交通工具(Chen, Yang, Yang, 2021)。本次研究對象台北捷運屬於大眾運輸系統，應該也會受到新冠肺炎影

<sup>13</sup> 根據這個標準，捷運站範圍 500 公尺內的人口，不取對數就當常態分布樣本，而範圍 300 公尺在比較尷尬、範圍 200 公尺不行。為了處理上一致以利作穩健性分析，我們皆採用周遭人口取對數。

響，因此，本實證模型將「新冠肺炎每日新增確診人數」作為主要解釋變數，評估的是「新冠肺炎新增確診數對捷運人流」的影響，我們將之視為心理效果<sup>14</sup>。另外，考量到當日確診人數通常在下午的記者會才正式發布，對隔日的捷運流量影響較大，因此，實際跑回歸時， $t-1$  期的 COVID19 新增確診人數影響的是  $t$  期的捷運進站人數。



---

<sup>14</sup> 我們考量過：每日新增「本土」確診數也許更能反映人們的心理。然而，台灣的防疫表現傑出，2020年4月13日至12月21日長達253天皆無本土確診案例。因此，若以「每日新增本土確診數」作為解釋變數，將有太多的「零」，不利於分析和解釋。

## 第四章 實證模型

$$\begin{aligned} \ln(\text{people})_{it} = & \beta_0 + \beta_1 \ln(\text{popu500})_{it} + \beta_2 \text{rain}_{it} + \beta_3 \text{temperature}_{it} \\ & + \beta_4 \text{temperature}_{it}^2 + \beta_5 \text{psi}_{it} + \beta_6 \text{aqi}_{it} + \beta_7 \text{covid}_{i,t-1} \\ & + \beta_8 \text{foreign}_{it} + \sum_{\tau=2016}^{2020} \gamma_{1\tau} \text{year}_{\tau t} + \sum_{\tau=2}^{12} \gamma_{2\tau} \text{month}_{\tau t} \\ & + \sum_{\tau=1}^6 \gamma_{3\tau} \text{week}_{\tau t} + \sum_{\tau=1}^9 \gamma_{4\tau} \text{holiday}_{\tau t} + \gamma_5 \text{special}_t + \alpha_i + \varepsilon_{it} \end{aligned}$$

$\ln(\text{popu500})_{it}$ ：捷運站  $i$  範圍 500 公尺內人口數取自然對數

$\text{rain}_{it}$ ：捷運站  $i$  每日雨量

$\text{temperature}_{it}$ ：捷運站  $i$  每日氣溫

$\text{psi}_{it}$ ：捷運站  $i$  的空氣品質指標一。若無當日的 AQI，此項為捷運站  $i$  每日 PSI 值；若有當日的 AQI，此項為 0

$\text{aqi}_{it}$ ：捷運站  $i$  的空氣品質指標二：每日 AQI 值。若無當日的數據，此項為 0

$\text{covid}_{i,t-1}$ ：台灣前一日的新冠肺炎新增確診人數

$\text{foreign}_{it}$ ：台灣每日入境人數

$\text{year}_{\tau t}$ ：年份之虛擬變數，以 2015 年為基準

$\text{month}_{\tau t}$ ：月份之虛擬變數，以 1 月為基準

$\text{week}_{\tau t}$ ：星期之虛擬變數，以星期日為基準

$\text{holiday}_{\tau t}$ ：國定假日之虛擬變數，以非假日為基準

$\text{special}_t$ ：跨年 (12/31 和 1/1) 之虛擬變數

$\alpha_i$ ：捷運站  $i$  的內稟特性，不隨時間而變，此項無法觀測

$\varepsilon_{it}$ ：模型無法解釋的殘差項

### 模型說明：

本研究的目標是建立估算台北市捷運人流的模型。

若將捷運網整體一起考量，則每日進站人數總和＝每日出站人數總和＝每日載客量，因此，進站人數和出站人數擇一考量即可。我們將被解釋變數（因變量）選為捷運站的進站人數，而非出站人數，主要考量為：捷運進站的一大部分是每日的上班族，上班時通常會選擇住家附近的捷運站，如此我們可以使用捷運站附近的人口資料做為控制變數<sup>15</sup>。為了讓數值分布更接近常態分配，我們進一步將「進站人數取自然對數」為實證模型的被解釋倍數。

<sup>15</sup> 雖然上班族每天工作完，下班也會回家，此時「出站人數」也會統計到這樣的行為。因此，

本模型的解釋變數則有：各捷運站方圓 500 公尺內人口數(取自然對數更符合常態分配)、氣溫、雨量、空氣品質指標 (PSI 或 AQI)，以及跟日期本身相關的虛擬變數。為了評估新冠肺炎的影響，我們引入下列兩個變數：台灣每日入境人數、以及台灣前一日的新冠肺炎新增確診人數。前者代表政府實施邊境管制的政策效果，後者代表民眾的心理效果

### 模型估計：

考量到由於人們喜歡於氣溫合宜時外出，氣溫過高或過低傾向待在家，我們另外設定氣溫平方項作為解釋變數之一，整體上合理的預期為：氣溫項係數的估計值為正，氣溫平方項係數的估計值為負<sup>16</sup>。

底下的章節，我們將回報估計結果。在此簡述：首先假定各個捷運站沒有各自的異質性  $\alpha_i$ ，採用 OLS 估計，結果氣溫平方項的係數為正，代表極端氣溫下，反而有更多人搭乘捷運，這完全不合理。因此，我們引入捷運站各自的異質性  $\alpha_i$ ，採用固定效果模型進行估計，此時 $\beta_3$ 與 $\beta_4$ 的正負與我們預期相符，由此推估的最適溫度  $-\frac{\beta_3}{2\beta_4}$  也符合我們的經驗。接著，我們逐步加入台灣新冠肺炎每日新增確診人數與台灣每日入境人數，觀察模型的係數變化。在確診人數方面，考量到衛生福利部皆在下午發布當日確診人數，主要影響到的是隔日的載客量而非當日，因此這項變數採用前一日的確診人數為觀察值。

我們也採用隨機效果模型，結果顯示：它與固定效果模型差距甚小。最後，我們作了幾種穩健性測試：變更了捷運附近的人口數的估算方式、變更了氣溫和雨量的取值時間，模型的係數估計值也變化甚小。這說明模型本身是穩健的。

---

選用出站人數作為「被解釋變數」應該差異不大。對此，我們作如下補充：通常一個人上班行為比下班行為更為固定，若他有搭乘捷運習慣，平均而言，他上班搭捷運的機率應該會比下班更高一些，因為下班後可能有其餘安排，未必從家裡附近的捷運站回家。

<sup>16</sup> 若將  $x$  視為氣溫， $y$  視為進站人數，將  $x$  對  $y$  的影響單獨抽出來寫成  $y = \beta_4 x^2 + \beta_3 x + \dots$ ，進一步配方成  $y = \beta_4 (x + \frac{\beta_3}{2\beta_4})^2 - \frac{\beta_3^2}{4\beta_4} + \dots$  則  $-\frac{\beta_3}{2\beta_4}$  為最適宜的溫度，這是個正值，愈遠離這個溫度，捷運人流愈少，所以  $\beta_4$  為負，從而， $\beta_3 > 0 > \beta_4$ 。

## 第五章 實證結果

### 第一節 傳統線性迴歸模型 (OLS)

表五為忽略捷運站的內稟特性，傳統線性迴歸 (OLS) 模型之估計結果：氣溫一次項的係數為負，氣溫平方項的係數為正，代表在極端氣溫下捷運人流較高，這不合常理：天氣太冷或太熱時，人們應該更不願意出門。

表五  
簡單線性迴歸模型之結果

	ln(載客量)
ln(人口500公尺)	0.330 <sup>***</sup> (140.15)
雨量	-0.00164 <sup>***</sup> (-12.78)
氣溫	-0.00769 <sup>*</sup> (-2.19)
氣溫平方	0.000379 <sup>***</sup> (4.53)
AQI值	-0.000569 <sup>***</sup> (-5.09)
PSI值	-0.000195 (-1.03)
常數	6.345 <sup>***</sup> (141.99)
樣本數	138504

註:係數下方括號內為標準誤

若與下一節的固定效果相比，兩者係數估計差異甚大。若  $\alpha_i$  在各捷運站間無異質性，由於傳統線性迴歸模型可以看做固定效果模型的特例，此時兩者估計係數值應該很接近，然而不是這樣。因此，我們必須考慮捷運站間的內稟特性。



## 第二節 固定效果模型 (Fixed Effect)

表六

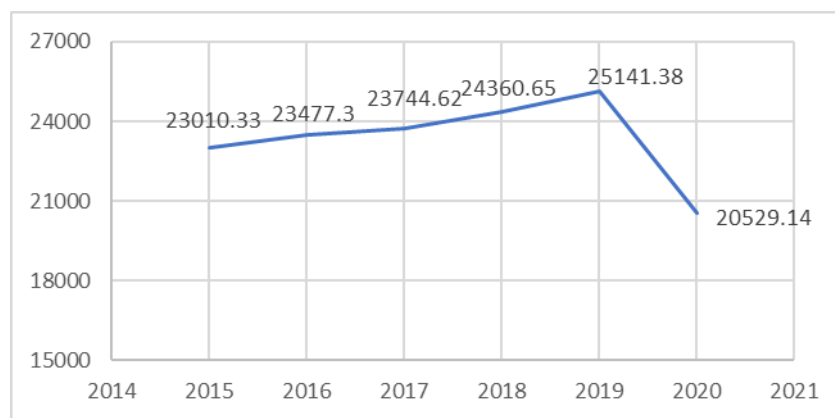
新冠肺炎確診人數和入境人數對捷運載客量之固定效果模型結果

	(1)	(2)	(3)	(4)
ln(人口500公尺)	0.632*** (26.82)	0.635*** (27.11)	0.613*** (26.21)	0.618*** (26.52)
雨量	-0.00206*** (-63.81)	-0.00207*** (-64.31)	-0.00194*** (-60.14)	-0.00195*** (-60.85)
氣溫	0.00887*** (10.05)	0.0101*** (11.55)	0.00999*** (11.40)	0.0110*** (12.63)
氣溫平方	- 0.000241*** (-11.44)	- 0.000267*** (-12.77)	- 0.000256*** (-12.25)	- 0.000278*** (-13.37)
2016年	0.0325*** (20.08)	0.0324*** (20.13)	0.0249*** (15.39)	0.0254*** (15.78)
2017年	0.0498*** (16.14)	0.0479*** (15.59)	0.0408*** (13.28)	0.0398*** (13.01)
2018年	0.0740*** (24.11)	0.0720*** (23.58)	0.0604*** (19.72)	0.0597*** (19.59)
2019年	0.124*** (40.89)	0.122*** (40.46)	0.106*** (35.01)	0.106*** (35.06)
2020年	-0.0575*** (-17.79)	-0.0361*** (-11.06)	0.0317*** (8.43)	0.0433*** (11.54)
每日 確診人數		-0.0116*** (-38.43)		-0.0103*** (-33.90)
每日 入境人數			0.00000182*** (45.67)	0.00000167*** (41.92)
常數	3.271*** (14.07)	3.222*** (13.93)	3.314*** (14.36)	3.267*** (14.21)
樣本數	138504	138504	138504	138504
R-squared	0.4927	0.4981	0.5002	0.5043

註:係數下方括號內為標準誤

## 一、 固定效果模型

從表六－(1)可見，採用固定效果模型後，發現氣溫一次項的係數為正，氣溫平方項的係數為負，符合我們預期，且最適宜外出(進站人數最多)的氣溫約為  $0.00887 / (2 * 2.41 * 10^{-4}) \approx 18.4^{\circ}\text{C}$ ，也與我們的生活經驗相契。根據此模型估計值，捷運站周圍人口每增加 1% 時，進站人數增加約 0.63%，以進站人數平均值來推估，約增加 141 人；雨量每多 10 公厘時，平均進站人數減少約 2%。year2019 與 year2020 的係數差距為 0.182，表示控制其他變數後，2020 年較 2019 年減少約 16.6%<sup>17</sup>的載客量。由圖二可以看出 2015 年到 2020 年的人流變化，2015 年至 2019 年的載客量有逐漸上升的趨勢，到了 2020 年驟降，我們認為此因是 2020 年的流行病－新冠肺炎所引起，並逐一加入新冠肺炎每日確診人數以及入境人數作為新的解釋變數。



圖二:2015~2020 每日平均載客量走勢圖。單位：人次

## 二、 單獨加入新冠肺炎每日確診人數

比較「單獨加入新冠肺炎每日確診人數」前後，見表六－(2)，year2019 與 year2020 的係數差距從原本的 0.182 縮小至 0.158，表示新增確診人數可以解釋減少人數中的 13%<sup>18</sup>。

## 三、 單獨加入入境人數

比較「單獨加入入境人數」前後，表六－(3)，year2019 與 year2020 的係數差距從原本的 0.182 縮小至 0.074，表示入境人數變化可以解釋減少人數中的 59%<sup>19</sup>。

<sup>17</sup> 因為  $\exp(-0.182) \approx 1 - 0.166$

<sup>18</sup> 因為  $\frac{0.182-0.158}{0.182} \approx 0.13$

<sup>19</sup> 因為  $\frac{0.182-0.074}{0.182} \approx 0.59$

#### 四、 加入新冠肺炎每日確診人數與入境人數

接著將兩變數一起放入回歸式中，表六－(4)，year2019 與 year2020 的係數差距從原本的 0.182 縮小至 0.063，表示 2020 年較 2019 年減少約 16.6% 的載客量，其中入境人數變化以及新增確診人數可以解釋減少人數中的 65%<sup>20</sup>。



---

<sup>20</sup> 因為  $\frac{0.182-0.063}{0.182} \approx 0.65$

### 第三節 隨機效果模型 (Random Effect)

表七為隨機效果模型的迴歸結果，對比表六的固定效果，其係數差異並不明顯。

表七

新冠肺炎確診人數和入境人數對捷運載客量之隨機效果模型結果

	(1)	(2)	(3)	(4)
ln(人口500公尺)	0.614*** (26.88)	0.618*** (27.16)	0.597*** (26.29)	0.601*** (26.59)
雨量	-0.00206*** (-63.80)	-0.00207*** (-64.30)	-0.00194*** (-60.13)	-0.00195*** (-60.84)
氣溫	0.00887*** (10.05)	0.0101*** (11.55)	0.00999*** (11.40)	0.0110*** (12.63)
氣溫平方	-0.000241*** (-11.44)	-0.000267*** (-12.77)	-0.000256*** (-12.25)	-0.000278*** (-13.37)
2016年	0.0325*** (20.05)	0.0324*** (20.10)	0.0248*** (15.36)	0.0254*** (15.76)
2017年	0.0497*** (16.11)	0.0478*** (15.56)	0.0407*** (13.25)	0.0397*** (12.98)
2018年	0.0739*** (24.07)	0.0719*** (23.54)	0.0602*** (19.68)	0.0596*** (19.55)
2019年	0.124*** (40.83)	0.122*** (40.40)	0.106*** (34.96)	0.106*** (35.01)
2020年	-0.0578*** (-17.88)	-0.0364*** (-11.15)	0.0314*** (8.37)	0.0431*** (11.48)
每日 確診人數		-0.0116*** (-38.42)		-0.0103*** (-33.89)
每日 入境人數			1.82e-06*** (45.68)	1.67e-06*** (41.93)
常數	3.446*** (14.51)	3.397*** (14.36)	3.476*** (14.73)	3.430*** (14.58)
樣本數	138504	138504	138504	138504
Pseudo R <sup>2</sup>	.z	.z	.z	.z

Standard errors are in parentheses

\*\*\*  $p < .01$ , \*\*  $p < .05$ , \*  $p < .1$

我們用 Hausman test 檢定：放入所有變數後，固定效果和隨機效果模型有無顯著差異，表八顯示，兩者迴歸結果幾乎無差異，雖然固定效果的自由度損失較多（67 個），然而本研究的總樣本數多達十幾萬筆，且固定效果模型較符合直覺，因此，我們對估計結果的解釋都奠基於固定效果模型

表八

Hausman (1978) specification test	
	Coef.
Chi-square test value	8.69
degree of freedom	35
p-value	1.0000

## 第四節 穩健性分析

### 一、 每日氣溫

以上迴歸結果所使用之氣溫測值皆是每日平均氣溫，但台北捷運營運時間為每日早上 6 點到晚上 12 點，且考量到較多人搭乘的時段可能為早上 7 點到晚上 10 點，為檢驗本研究觀測值之使用是否合適，在氣溫變數方面，我們另外蒐集了每日早上 6 點至晚上 11 點(晚上 11 點至 12 點為末班車，其搭乘人數較少，因此不考量此時氣溫)以及每日早上 7 點至晚上 10 點之平均溫度，做為該日氣溫之測值，由表九至表十一可見，無論氣溫觀測值是使用每日早上 6 點至晚上 11 點之均溫或每日早上 7 點至晚上 10 點之均溫，周圍人口的對數及雨量之係數只有些許變動，模型是穩健的。

### 二、 捷運周圍之人口

以上迴歸結果所使用之捷運站周圍人口之對數皆是取該捷運站範圍 500 公尺內之人口數取自然對數。考量到：有些捷運站周圍 500 公尺將會重疊，而我們計算時，這些人口對兩站皆重複貢獻，這樣可能會不夠精確，因此，我們另外以捷運站範圍 300 公尺內和 200 公尺推算附近人口數。由表九至表十一可以看出無論在範圍 300 公尺或 200 公尺內之人口取自然對數，氣溫及雨量之係數幾乎沒有變動，本模型相當穩健。

表九

捷運站周圍 500 公尺內人口

	(1)	(2)	(3)
ln(人口 500 公尺)	0.618	0.617	0.618
全日平均氣溫	0.0110		
6 至 23 點平均氣溫		0.00968	
7 至 22 點平均氣溫			0.0103
全日平均氣溫平方	-0.000278		
6 至 23 點平均氣溫平方		-0.000238	
7 至 22 點平均氣溫平方			-0.000251
雨量	-0.001951	-0.001949	-0.001957

表十

捷運站周圍 300 公尺內人口

	(1)	(2)	(3)
ln(人口 300 公尺)	0.5353	0.5348	0.5355
全日平均氣溫	0.00110		
6 至 23 點平均氣溫		0.00967	
7 至 22 點平均氣溫			0.0103
全日平均氣溫平方	-0.000278		
6 至 23 點平均氣溫平方		-0.000239	
7 至 22 點平均氣溫平方			-0.000251
雨量	-0.001951	-0.001948	-0.001956

表十一

捷運站周圍 200 公尺內人口

	(1)	(2)	(3)
ln(人口 200 公尺)	0.4991	0.4986	0.4994
全日平均氣溫	0.0110		
6 至 23 點平均氣溫		0.00968	
7 至 22 點平均氣溫			0.0103
全日平均氣溫平方	-0.000279		
6 至 23 點平均氣溫平方		-0.000238	
7 至 22 點平均氣溫平方			-0.000251
雨量	-0.001951	-0.001948	-0.001956

## 第六章 結論與討論

1996 年起台北捷運開始營運，至今已 24 個年頭，載客量是逐年攀升，2020 年卻因為新冠肺炎的衝擊，載客量驟降。

本研究建立對捷運載客量的實證模型，藉此評估新冠肺炎對載客量的影響。根據模型的估計結果，控制各種變數後，2020 年載客量較 2019 年少了 16.6%。

針對疫情，各國紛紛祭出鎖國政策，外籍旅客不願來台，本國籍居民也減少返台誘因，這些人之中會搭乘捷運的人佔有一定比例，因此，疫情透過政策影響捷運的載客流量。我們稱此為「政策效果」：因為各國嚴格的出入境政策，導致商務客及觀光客的人數大幅下降。單單「政策效果」就可以解釋 2019 年至 2020 年捷運人流減少的 59%。

我們另外考慮每日新增確診人數對捷運流量造成的影響，稱此為「心理效果」：今日確診數增加，導致隔日載客量會減少，主要原因是害怕在公共場合交叉感染，因而減少搭乘捷運。「心理效果」可以解釋 2019 年至 2020 年捷運人流減少的 13%。

將「政策效果」和「心理效果」合在一起，則能解釋 2019 年至 2020 年捷運人流變化的 65%。

限於時間，本報告只呈現捷運的三條主要路線，為了完整性，應將捷運的全部路線納入。本研究模型目前未納入入境旅客的滯後期，這是有待改進的，因為旅客應該不只當天會搭捷運，而在 2020 年新冠疫情期間，入境旅客將被隔離多天，要搭捷運也是半個月以後了。然而，新冠肺炎疫情發生前，入境旅客若考慮搭乘捷運，絕大多數應在半個月內就會搭乘，因此這一部分的處理較為困難。

本研究另外有幾個發展方向：一、捷運只是一種短程大眾運輸系統，以雙北而言，公車也是主要的短程大眾運輸系統。我們也可以用類似方法評估對公車的影響；二、疫情會減少人們的出門意願，這可以當作總體的效果，然而，人們不得不出門時，可能改採私人交通工具，因此私人運輸系統總流量未必減少，具體數字變化為何是實證的問題；三、本研究採取的是計量經濟學的固定效果迴歸模型，這樣的模型易於解釋，但是評估捷運人流的精度可能有侷限。未來研究可以考慮機器學習，藉由大數據的方式建立更精確的捷運人流模型；四、新冠肺炎疫情衝擊了經濟活動，百業蕭條，不少在地商家營業額大受影響。捷運本身是雙北主要的交通網之一，對觀光客尤其重要，若能建立精確的捷運人流模型，適當搭配地理資訊系統，我們能評估捷運對某一範圍在地商家的影響，當然也能估算特殊事件(如疫情)對某一範圍內人類經濟活動的影響。若如此，實際施行政策時，更能因地制宜，發揮更好的效果。

## 參考文獻

1. 中華民國內政部戶政司全球資訊網，「人口統計資料」，取自網址：  
<https://www.ris.gov.tw/app/portal/346>
2. 內政部開放平台，取自網址：  
<https://data.moi.gov.tw/moioid/Data/DataDetail.aspx?oid=905908DA-0EF6-4B24-87B0-35B7EDA4CFD2>
3. 台北捷運，「台北捷運旅運量」，取自網址：  
<https://www.metro.taipei/cp.aspx?n=FF31501BEBDD0136>
4. 台北市政府民政局，「統計資料，每月各里人口數及戶數」，取自網址：  
[https://ca.gov.taipei/News\\_Content.aspx?n=8693DC9620A1AABF&sms=D19E9582624D83CB&s=6F385E21D02AAFD5](https://ca.gov.taipei/News_Content.aspx?n=8693DC9620A1AABF&sms=D19E9582624D83CB&s=6F385E21D02AAFD5)
5. 中央氣象局，取自網址：<https://www.cwb.gov.tw/V8/C/>
6. 交通部觀光局 (2019)。中華民國 108 年來臺旅客消費及動向調查。取自網址：<https://admin.taiwan.net.tw/Handlers/FileHandler.ashx?fid=82fc55cf-fded-4ccb-9427-ccd79b38794a&type=4&no=2>
7. 交通部觀光局 (2020)。109 年 2 月觀光市場概況摘要。取自網址：  
<https://admin.taiwan.net.tw/ActivitiesDetailC003320.aspx?Cond=b86c8629-8b71-4ccb-a7f7-7f8b599385db>
8. 行政院人事行政總處，取自網址：  
<https://www.dgpa.gov.tw/informationlist?uid=30>
9. 新北市政府民政局，「人口統計，新北市各里人口數排行榜」，取自網址：  
<https://www.ca.ntpc.gov.tw/home.jsp?id=89bf7bf4d44b18e0>
10. 環保署空氣品質監測網，取自網址：  
[https://data.epa.gov.tw/dataset/aqx\\_p\\_488](https://data.epa.gov.tw/dataset/aqx_p_488)
11. 衛生福利部疾病管制署，取自網址：<https://www.cdc.gov.tw/>
12. 林芃苙、楊佩雯、黃培軒與褚承威 (2017)。建立捷運評估指標與環狀線之評估。政治大學統計學系，網址：<https://stat.nccu.edu.tw/>
13. 賴彥儒、陳俊誠、林政翰、栢家凱 (2017)。天氣因子對捷運搭乘意願影響與潛在搭乘人口預測。政治大學統計學系，網址：<https://stat.nccu.edu.tw/>
14. 黃士鴻 (2010)。大眾運輸需求因素之探討-以台北捷運為例。上網日期：2009 年，檢自 <https://ndltd.ncl.edu.tw/cgi-bin/gs32/gsweb.cgi?o=dnclcdr&s=id=%22096VNU05457032%22.&searchmode=basic>。
15. 陳怡靜 (2014)。影響捷運運量因素之探討——以高雄捷運為例。上網日期：2014 年 1 月，檢自 <https://www.airtilibrary.com/>。
16. 李漢鈞 (2020)。天氣因子對捷運搭乘意願影響——以台北捷運為例。上網日期：2020 年 6 月，檢自 <https://www.airtilibrary.com/>。



17. Chen, Kong-Pin, Jui-Chung Yang, Tzu-Ting Yang (2021). *Spontaneous Population Mobility and Demand for Transportation during the Pandemic: Evidence from Taiwan*. Working paper.
18. Hair, J., Black, W. C., Babin, B. J. & Anderson, R. E. (2010) .*Multivariate data analysis* (7th ed.). Upper Saddle River, New Jersey: Pearson Educational International.
19. Wooldridge, Jeffrey M. (2012). *Introductory Econometrics* (5th ed.). South-western, Cengage Learning



## 附錄

## 1. 固定效果總表

	(1)	(2)	(3)	(4)
	ln(載客量)	ln(載客量)	ln(載客量)	ln(載客量)
ln(500公尺人口)	0.632*** (26.82)	0.635*** (27.11)	0.613*** (26.21)	0.618*** (26.52)
雨量	-0.00206*** (-63.81)	-0.00207*** (-64.31)	-0.00194*** (-60.14)	-0.00195*** (-60.85)
氣溫	0.00887*** (10.05)	0.0101*** (11.55)	0.00999*** (11.40)	0.0110*** (12.63)
氣溫平方	-0.000241*** (-11.44)	-0.000267*** (-12.77)	-0.000256*** (-12.25)	-0.000278*** (-13.37)
PSI值	-0.000171*** (-3.61)	-0.000185*** (-3.92)	-0.000198*** (-4.20)	-0.000208*** (-4.43)
AQI值	-0.000135*** (-4.82)	-0.000113*** (-4.03)	-0.000166*** (-5.93)	-0.000143*** (-5.15)
2016年	0.0325*** (20.08)	0.0324*** (20.13)	0.0249*** (15.39)	0.0254*** (15.78)
2017年	0.0498*** (16.14)	0.0479*** (15.59)	0.0408*** (13.28)	0.0398*** (13.01)
2018年	0.0740*** (24.11)	0.0720*** (23.58)	0.0604*** (19.72)	0.0597*** (19.59)
2019年	0.124*** (40.89)	0.122*** (40.46)	0.106*** (35.01)	0.106*** (35.06)
2020年	-0.0575*** (-17.79)	-0.0361*** (-11.06)	0.0317*** (8.43)	0.0433*** (11.54)
2月	-0.00255 (-1.07)	-0.00113 (-0.48)	-0.00300 (-1.27)	-0.00171 (-0.73)
3月	-0.00259 (-1.13)	0.0129*** (5.58)	0.00395 (1.73)	0.0171*** (7.42)
4月	-0.0308*** (-11.82)	-0.0256*** (-9.87)	-0.0327*** (-12.61)	-0.0279*** (-10.81)
5月	-0.00767** (-2.66)	-0.00870** (-3.03)	-0.00358 (-1.25)	-0.00482 (-1.69)
6月	0.00841* (2.48)	0.00736* (2.18)	0.00723* (2.14)	0.00640 (1.90)

「疫」卡「通」－新冠肺炎、天氣因子對捷運人流之影響

7月	0.00691 (1.92)	0.00700 (1.95)	0.00313 (0.88)	0.00351 (0.99)
8月	0.00752* (2.13)	0.00761* (2.17)	0.00380 (1.08)	0.00418 (1.20)
9月	-0.00442 (-1.34)	-0.00227 (-0.69)	-0.00530 (-1.62)	-0.00333 (-1.02)
10月	0.0159*** (5.52)	0.0178*** (6.21)	0.0133*** (4.64)	0.0152*** (5.32)
11月	0.0133*** (5.05)	0.0154*** (5.87)	0.0104*** (3.99)	0.0125*** (4.80)
12月	0.0636*** (26.08)	0.0661*** (27.23)	0.0631*** (26.05)	0.0653*** (27.06)
星期一	0.233*** (132.81)	0.234*** (133.92)	0.246*** (139.38)	0.246*** (139.72)
星期二	0.259*** (146.86)	0.260*** (147.83)	0.275*** (153.99)	0.274*** (154.07)
星期三	0.272*** (153.87)	0.272*** (154.76)	0.285*** (160.45)	0.284*** (160.54)
星期四	0.277*** (157.00)	0.277*** (157.65)	0.290*** (163.53)	0.289*** (163.40)
星期五	0.341*** (193.79)	0.340*** (194.45)	0.345*** (197.55)	0.344*** (197.81)
星期六	0.174*** (99.01)	0.174*** (99.60)	0.179*** (102.63)	0.179*** (102.85)
元旦	-0.153*** (-22.93)	-0.151*** (-22.74)	-0.146*** (-21.97)	-0.144*** (-21.88)
春節	-0.452*** (-126.76)	-0.452*** (-127.43)	-0.467*** (-131.43)	-0.466*** (-131.61)
228	-0.164*** (-31.35)	-0.166*** (-31.94)	-0.163*** (-31.45)	-0.165*** (-31.96)
清明節	-0.294*** (-63.88)	-0.286*** (-62.28)	-0.295*** (-64.44)	-0.287*** (-62.96)
端午節	-0.114*** (-18.00)	-0.116*** (-18.32)	-0.119*** (-18.86)	-0.120*** (-19.08)
勞動節	-0.279*** (-57.30)	-0.280*** (-57.69)	-0.283*** (-58.42)	-0.283*** (-58.68)
中秋節	-0.356*** (-59.47)	-0.355*** (-59.77)	-0.354*** (-59.69)	-0.354*** (-59.94)

雙十節	-0.190 <sup>***</sup> (-32.81)	-0.190 <sup>***</sup> (-32.98)	-0.190 <sup>***</sup> (-33.11)	-0.190 <sup>***</sup> (-33.24)
颱風假	-0.872 <sup>***</sup> (-132.94)	-0.870 <sup>***</sup> (-133.33)	-0.851 <sup>***</sup> (-130.51)	-0.851 <sup>***</sup> (-131.03)
跨年	0.104 <sup>***</sup> (12.42)	0.103 <sup>***</sup> (12.31)	0.102 <sup>***</sup> (12.20)	0.101 <sup>***</sup> (12.12)
新冠肺炎 每日確診人數		-0.0116 <sup>***</sup> (-38.43)		-0.0103 <sup>***</sup> (-33.90)
每日入境人數			0.00000182 <sup>***</sup> (45.67)	0.00000167 <sup>***</sup> (41.92)
常數	3.271 <sup>***</sup> (14.07)	3.222 <sup>***</sup> (13.93)	3.314 <sup>***</sup> (14.36)	3.267 <sup>***</sup> (14.21)
樣本數	138504	138504	138504	138504
R-squared	0.4927	0.4981	0.5002	0.5043

*t* statistics in parentheses

\*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$ , \*\*\*  $p < 0.001$

## 2. 隨機效果總表

	(1)	(2)	(3)	(4)
	ln(載客量)	ln(載客量)	ln(載客量)	ln(載客量)
ln(500公尺人口)	0.614 <sup>***</sup> (26.88)	0.618 <sup>***</sup> (27.16)	0.597 <sup>***</sup> (26.29)	0.601 <sup>***</sup> (26.59)
雨量	-0.00206 <sup>***</sup> (-63.80)	-0.00207 <sup>***</sup> (-64.30)	-0.00194 <sup>***</sup> (-60.13)	-0.00195 <sup>***</sup> (-60.84)
氣溫	0.00887 <sup>***</sup> (10.05)	0.0101 <sup>***</sup> (11.55)	0.00999 <sup>***</sup> (11.40)	0.0110 <sup>***</sup> (12.63)
氣溫平方	-0.000241 <sup>***</sup> (-11.44)	-0.000267 <sup>***</sup> (-12.77)	-0.000256 <sup>***</sup> (-12.25)	-0.000278 <sup>***</sup> (-13.37)
PSI值	-0.000171 <sup>***</sup> (-3.61)	-0.000185 <sup>***</sup> (-3.92)	-0.000198 <sup>***</sup> (-4.20)	-0.000208 <sup>***</sup> (-4.43)
AQI值	-0.000135 <sup>***</sup> (-4.82)	-0.000113 <sup>***</sup> (-4.03)	-0.000166 <sup>***</sup> (-5.93)	-0.000143 <sup>***</sup> (-5.15)
2016年	0.0325 <sup>***</sup> (20.05)	0.0324 <sup>***</sup> (20.10)	0.0248 <sup>***</sup> (15.36)	0.0254 <sup>***</sup> (15.76)
2017年	0.0497 <sup>***</sup> (16.11)	0.0478 <sup>***</sup> (15.56)	0.0407 <sup>***</sup> (13.25)	0.0397 <sup>***</sup> (12.98)

「疫」卡「通」－新冠肺炎、天氣因子對捷運人流之影響

2018年	0.0739*** (24.07)	0.0719*** (23.54)	0.0602*** (19.68)	0.0596*** (19.55)
2019年	0.124*** (40.83)	0.122*** (40.40)	0.106*** (34.96)	0.106*** (35.01)
2020年	-0.0578*** (-17.88)	-0.0364*** (-11.15)	0.0314*** (8.37)	0.0431*** (11.48)
2月	-0.00254 (-1.07)	-0.00112 (-0.47)	-0.00299 (-1.27)	-0.00170 (-0.73)
3月	-0.00259 (-1.12)	0.0130*** (5.58)	0.00396 (1.73)	0.0171*** (7.42)
4月	-0.0308*** (-11.82)	-0.0256*** (-9.86)	-0.0326*** (-12.61)	-0.0279*** (-10.81)
5月	-0.00768** (-2.66)	-0.00871** (-3.03)	-0.00359 (-1.25)	-0.00483 (-1.69)
6月	0.00842* (2.48)	0.00737* (2.18)	0.00723* (2.14)	0.00640 (1.91)
7月	0.00689 (1.91)	0.00697 (1.95)	0.00311 (0.87)	0.00349 (0.98)
8月	0.00748* (2.12)	0.00758* (2.16)	0.00376 (1.07)	0.00415 (1.19)
9月	-0.00447 (-1.36)	-0.00232 (-0.71)	-0.00534 (-1.63)	-0.00337 (-1.04)
10月	0.0159*** (5.50)	0.0178*** (6.19)	0.0133*** (4.63)	0.0151*** (5.31)
11月	0.0133*** (5.03)	0.0154*** (5.85)	0.0104*** (3.97)	0.0125*** (4.78)
12月	0.0636*** (26.06)	0.0660*** (27.21)	0.0630*** (26.03)	0.0652*** (27.05)
星期一	0.233*** (132.80)	0.234*** (133.90)	0.246*** (139.37)	0.246*** (139.71)
星期二	0.259*** (146.84)	0.260*** (147.82)	0.275*** (153.98)	0.274*** (154.06)
星期三	0.272*** (153.86)	0.272*** (154.74)	0.285*** (160.43)	0.284*** (160.53)
星期四	0.277*** (156.98)	0.277*** (157.63)	0.290*** (163.52)	0.289*** (163.39)
星期五	0.341*** (193.78)	0.340*** (194.44)	0.345*** (197.54)	0.344*** (197.79)

「疫」卡「通」－新冠肺炎、天氣因子對捷運人流之影響

星期六	0.174 <sup>***</sup> (99.00)	0.174 <sup>***</sup> (99.59)	0.179 <sup>***</sup> (102.62)	0.179 <sup>***</sup> (102.85)
元旦	-0.153 <sup>***</sup> (-22.93)	-0.151 <sup>***</sup> (-22.75)	-0.146 <sup>***</sup> (-21.97)	-0.144 <sup>***</sup> (-21.88)
春節	-0.452 <sup>***</sup> (-126.75)	-0.452 <sup>***</sup> (-127.41)	-0.467 <sup>***</sup> (-131.41)	-0.466 <sup>***</sup> (-131.60)
228	-0.164 <sup>***</sup> (-31.35)	-0.166 <sup>***</sup> (-31.93)	-0.163 <sup>***</sup> (-31.45)	-0.165 <sup>***</sup> (-31.96)
清明節	-0.294 <sup>***</sup> (-63.88)	-0.286 <sup>***</sup> (-62.27)	-0.295 <sup>***</sup> (-64.43)	-0.287 <sup>***</sup> (-62.96)
端午節	-0.114 <sup>***</sup> (-18.00)	-0.116 <sup>***</sup> (-18.32)	-0.119 <sup>***</sup> (-18.86)	-0.120 <sup>***</sup> (-19.08)
勞動節	-0.279 <sup>***</sup> (-57.29)	-0.280 <sup>***</sup> (-57.68)	-0.283 <sup>***</sup> (-58.41)	-0.283 <sup>***</sup> (-58.67)
中秋節	-0.356 <sup>***</sup> (-59.46)	-0.355 <sup>***</sup> (-59.77)	-0.354 <sup>***</sup> (-59.68)	-0.354 <sup>***</sup> (-59.94)
雙十節	-0.190 <sup>***</sup> (-32.80)	-0.190 <sup>***</sup> (-32.97)	-0.190 <sup>***</sup> (-33.11)	-0.190 <sup>***</sup> (-33.23)
颱風假	-0.872 <sup>***</sup> (-132.93)	-0.870 <sup>***</sup> (-133.32)	-0.851 <sup>***</sup> (-130.50)	-0.851 <sup>***</sup> (-131.02)
跨年	0.104 <sup>***</sup> (12.42)	0.103 <sup>***</sup> (12.31)	0.102 <sup>***</sup> (12.21)	0.101 <sup>***</sup> (12.12)
新冠肺炎 每日確診人數		-0.0116 <sup>***</sup> (-38.42)		-0.0103 <sup>***</sup> (-33.89)
每日入境人數			0.00000182 <sup>***</sup> (45.68)	0.00000167 <sup>***</sup> (41.93)
常數	3.446 <sup>***</sup> (14.51)	3.397 <sup>***</sup> (14.36)	3.476 <sup>***</sup> (14.73)	3.430 <sup>***</sup> (14.58)
樣本數	138504	138504	138504	138504
R-squared	0.4927	0.4981	0.5002	0.5043

*t* statistics in parentheses

\*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$ , \*\*\*  $p < 0.001$