

捷運運量變化趨勢之初探---以 路網擴張與時間序列角度分析

隊名：GO GO POWER RANGER

參賽者：林勁宏、張毓庭、鄭期鴻、楊宗翰

前言

- ◆長久以來，捷運台北車站負擔起了台北市捷運路網的核心重任。
- ◆「北車」過多的運量也讓台北車站的人力、硬體、軟體承受了相當大的負荷。

前言

擴建路網(蓋新站)三大功效:

- ◆若新路網縮短民眾平時通勤距離，則可省時省錢
- ◆方便民眾換個樓層與月台即可轉乘，可起便利之效
- ◆多了一條替代路線，若原有路線因某些意外封閉或停駛，民眾可立刻轉換路網。

官方預期

◆ 《臺北捷運信義線通車後之營運模式》，捷運技術第51期

「...信義線通車後將分擔東西向旅運需求，板南線部分旅客將轉搭信義線往返東區，或是改從大安站轉乘文湖線，有效紓解板南線尖峰時段列車擁擠的情況，並可分散台北車站、忠孝復興站及忠孝新生站等轉乘站之轉乘人潮。」

◆ 《松山線通車後捷運路線營運模式》，臺北捷運報導第307期

「...松山線全長8.5公里，共有8個地下車站...旅客透過松山線的多點轉乘，可以更快速便捷到達目的地，更可分散台北車站、忠孝新生站、忠孝復興站等交會車站人潮擁擠情形。」

官方預期

◆信義線通車

「...今天(二十五號)第一個上班日，信義線乘客並沒有預期的多，許多乘客慢慢適應信義線，也有許多乘客是提早出門，分散搭乘人潮。不過倒是台北車站及忠孝新生站的人潮，倒是明顯紓解...」(中國時報，2013/11/25)

◆松山線通車

「松山線通車新增西門、中山、松江南京以及南京復興站4轉乘站，可分散以往在台北車站、忠孝新生、忠孝復興站等轉乘的人潮。」(蘋果日報，2014/11/15)

研究目的

- ◆ 將透過敘述統計、時間序列方法以及因果推論方法(Causal Inference)來探討
- ◆ 以台北捷運公司公開的每月各站運量資料為基礎，捷運台北車站為著眼點，分析新建路網是否真的達到紓解舊節點人潮之效，或是反倒最後增加了舊節點的負荷？
- ◆ 分析102年11月開通之信義線和103年11月開通之松山線的路網影響

研究內容

◆資料來源

臺北市交通局以及臺北大眾捷運股份有限公司所公布的89-106年捷運旅運量資料

◆使用內容

102年11月開通之信義線和103年11月開通之松山線

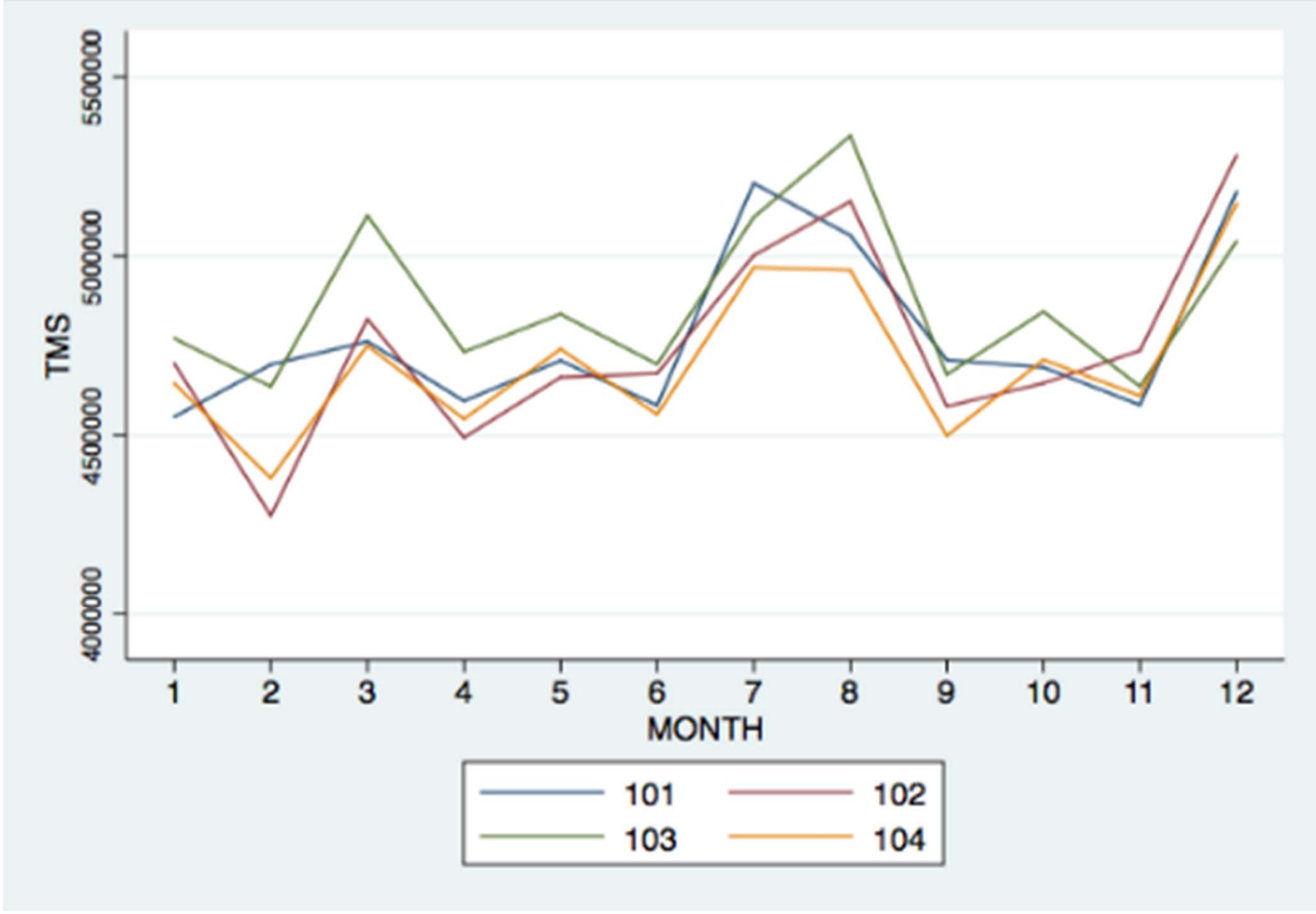
研究方法

- ◆在資料處理方面，發現旅運量的影響因子眾多，可能原因大至農曆年節，民眾返鄉過年；小至週間、週末，上班日及休閒時間之差別。為妥善釐清捷運路線開通對運量產生的影響。
- ◆本研究將先以敘述統計檢視資料之後，再選擇以Regression Discontinuity Design (RDD) 之計量方法，以新路線開通之時間點作為切斷面，分析開通前以及開通後之運量差別。

資料樣態

我們先對101年至104年之間捷運台北車站的旅運量進行展圖分析。

- ◆七、八月暑假期間以及十二月聖誕節和跨年晚會，人潮最多
- ◆二月農曆春節，民眾返鄉則使得運量來到低點
- ◆有季節效應



模型假設

- ◆ 因淡旺季效應明顯，故決定增設時間虛擬變數
- ◆ 信義線模型之帶寬受限於松山線開通，無法往後拉長

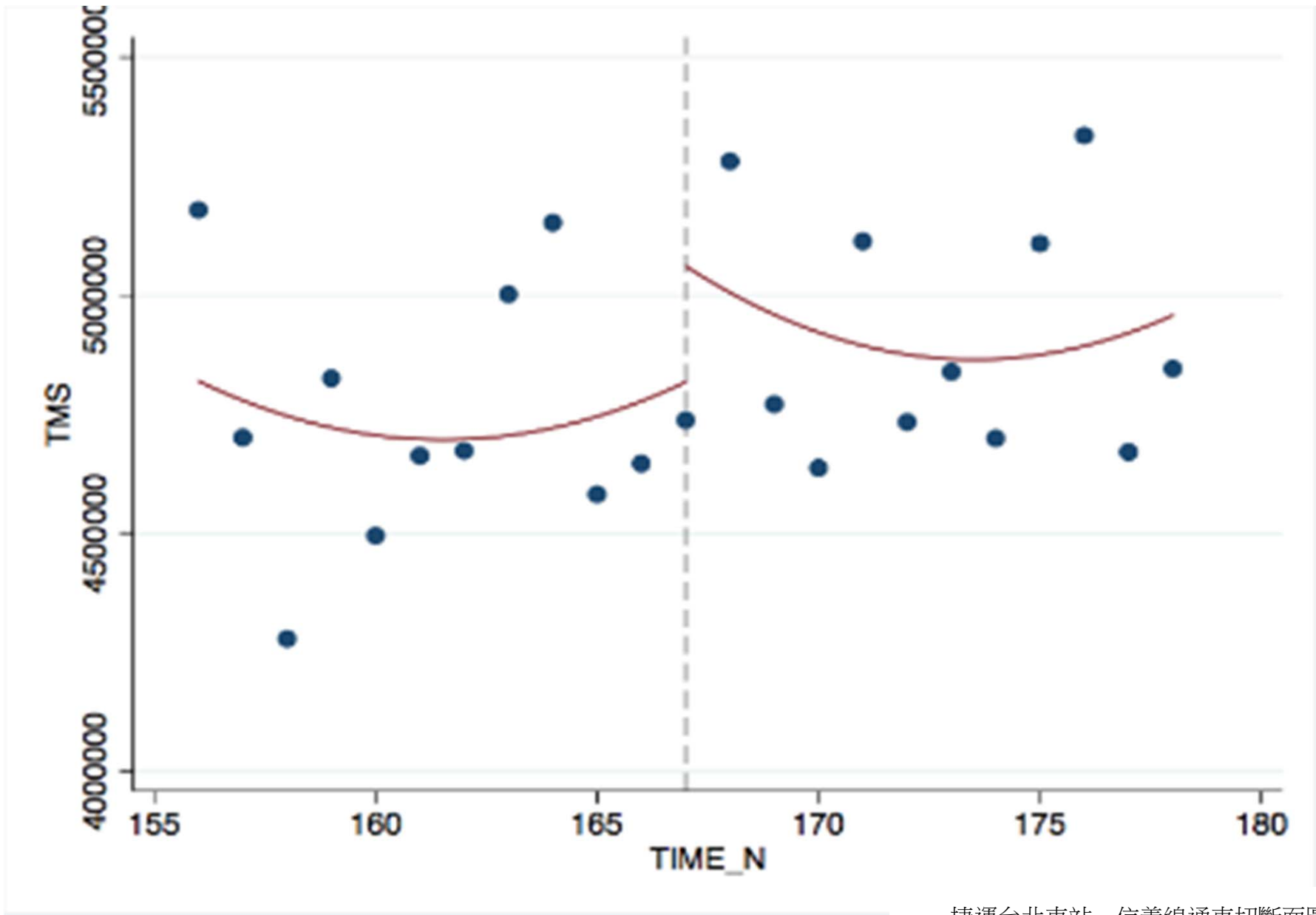
變數說明

- ◆ 本次研究以捷運台北車站旅運量變化為主，從89年1月至106年3月共有514筆進、出站人次資料，為方便後續操作並定義時間切斷面，將每月之進出站人次進行加總平均，故總觀測值共207筆。
- ◆ 在變數設定方面，將捷運台北車站的平均每月旅運量 (TMS) 作為應變數，另加入信義線開通之虛擬變數 (OPEN_SY)、松山線開通之虛擬變數 (OPEN_SS) 以及RDD模型所需之相關變數等。

Variable	Explanation	Obs.	Mean	Std. Dev.	Min	Max
TIME		207	9719.478	499.1903	8901	10603
TIME_N	Time Ordinal	207	104	59.89992	1	207
TMS	台北車站	207	3784625	960499	57119	5335282
CKS	中正紀念堂站	207	656184.5	131325.4	261086.5	1018382
OPEN_SY		207	0.1980676	0.3995096	0	1
OPEN_SS		207	0.1400966	0.3479287	0	1
YEAR		207	97.13043	4.992946	89	106
MONTH		207	6.434783	3.478694	1	12
x_SS	TIME_N-179	207	-75	59.89992	-178	28
x2_SS	x_SS^2	207	9195.667	9538.266	0	31684
x3_SS	x_SS^3	207	-1225275	1579645	-5639752	21952
OP_x_SS	OPEN_SS*x_SS	207	1.961353	5.794914	0	28
OP_x2_SS	OPEN_SS*x2_SS	207	37.2657	129.773	0	784
OP_x3_SS	OPEN_SS*x3_SS	207	796.3092	3151.396	0	21952
x_SY	TIME_N-168	207	-63	59.89992	-166	40
x2_SY	x_SY^2	207	7539.667	8198.269	0	27556
x3_SY	x_SY^3	207	-924903	1265056	-4574296	64000
OP_x_SY	OPEN_SY*x_SY	207	3.961353	9.57639	0	40
OP_x2_SY	OPEN_SY*x2_SY	207	106.9565	306.9844	0	1600
OP_x3_SY	OPEN_SY*x3_SY	207	3248.309	10639.9	0	64000

階段一：信義線開通

- 台北捷運信義線於102年11月通車
- 該線直接與台北車站相連，與松山新店線交會於捷運中正紀念堂站，另增設了東門站（轉乘中和新蘆線）、大安站（轉乘文湖線）等兩處轉乘站
- 有關單位希望能透過更多的轉乘點，降低原有之大型站點，如：捷運台北車站，所乘載之運量負荷。
- 本階段透過RDD模型中的Local Linear Regression進行分析，再以Robustness Check進一步檢測，去了解信義線開通對捷運台北車站之實際影響。

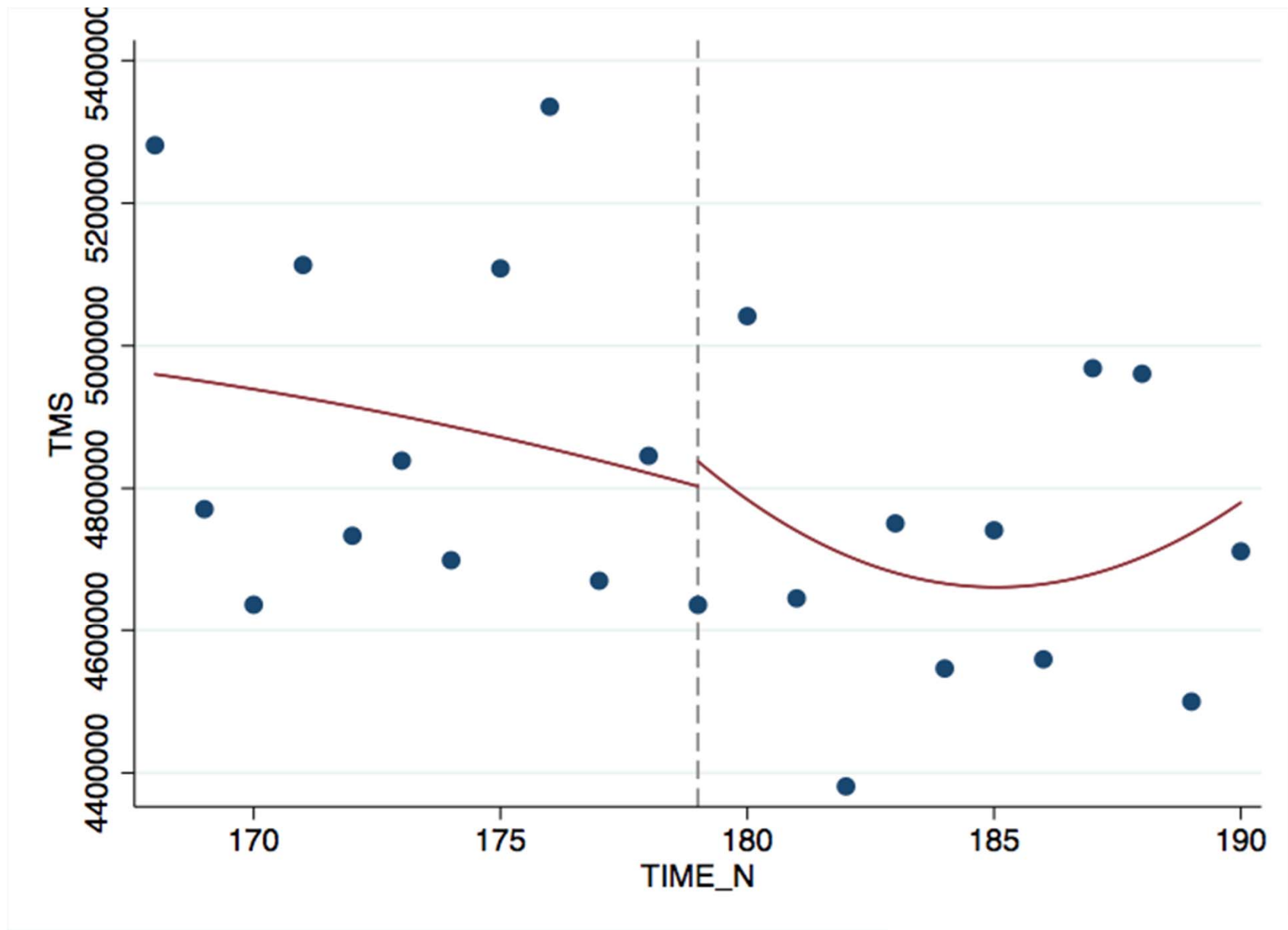


捷運台北車站－信義線通車切斷面圖

Model	RDD (Local Linear Regression)					
Variable	(1)		(2)		(3)	
	Coef.	p-value	Coef.	p-value	Coef.	p-value
OPEN_SY	130046.7	(0.500)	-5382242.4***	(0.000)	6099118.8***	(0.000)
x_SY	1164.9	(0.808)	6474914.8***	(0.000)	-491848.0***	(0.000)
x2_SY	-312.4***	(0.000)	1040035.1***	(0.000)		
x3_SY	-1.457***	(0.000)	44735.8***	(0.000)		
OP_x_SY	-25327.8	(0.494)	-5375045.0***	(0.000)	-4951.0	(0.632)
OP_x2_SY	1094.9	(0.610)	-1660779.4***	(0.000)		
OP_x3_SY	-5.680	(0.872)	2691.6*	(0.043)		
2.MONTH	-112187.1	(0.249)	853381.8**	(0.002)	215163.3	(0.128)
3.MONTH	149096.1	(0.126)	2860240.4***	(0.000)	1222074.5***	(0.000)
4.MONTH	-24744.3	(0.802)	4084505.0***	(0.000)	1361152.3***	(0.001)
5.MONTH	-9284.0	(0.925)	5609481.0***	(0.000)	1992191.8***	(0.000)
6.MONTH	-81280.2	(0.411)	6465366.7***	(0.000)	2421880.8***	(0.000)
7.MONTH	423151.7***	(0.000)	7010714.8***	(0.000)	3285261.5***	(0.000)
8.MONTH	414447.5***	(0.000)	6354982.4***	(0.000)	3968280.8***	(0.000)
9.MONTH	-94365.7	(0.340)	3595449.1***	(0.000)	3844707.8***	(0.000)
10.MONTH	-51253.0	(0.604)			4458917.0***	(0.000)
11.MONTH	-135718.4	(0.170)			-1085615.4***	(0.000)
12.MONTH	412375.8***	(0.000)				
Intercept	4768295.3***	(0.000)	10119527.9***	(0.000)	-276218.0	(0.731)
N	207		23		23	
Adj. R-square	0.908		0.948		0.922	

階段二：松山線開通

- 台北捷運松山線於103年11月通車
- 松山線上重要的轉乘點包含捷運中山站（轉乘淡水信義線）、捷運松江南京站（轉乘中和新蘆線）、捷運南京復興站（轉乘文湖線）
- 本次通車路線未直接通過捷運台北車站，但我們將嘗試分析松山線開通後對捷運台北車站實際運量的影響
- 本階段同樣透過RDD模型中的Local Linear Regression、輔以Robustness Check進行分析，探討松山線究竟會為捷運台北車站帶來運量的成長或減少。



捷運台北車站－松山線通車切斷面圖

Model	RDD (Local Linear Regression)					
Variable	(1)		(2)		(3)	
	Coef.	p-value	Coef.	p-value	Coef.	p-value
OPEN_SS	-150136.4	(0.483)	-5470217.7**	(0.001)	5234310.0***	(0.000)
x_SS	-4854.6	(0.261)	6198082.1**	(0.001)	-455250.7***	(0.000)
x2_SS	-342.4***	(0.000)	1000934.9**	(0.002)		
x3_SS	-1.386***	(0.000)	43402.0**	(0.002)		
OP_x_SS	-539.2	(0.993)	-5265947.6**	(0.001)	4381.4	(0.65)
OP_x2_SS	1319.6	(0.796)	-1563260.3**	(0.001)		
OP_x3_SS	-24.52	(0.837)	55.77	(0.970)		
2.MONTH	-113409.3	(0.243)	856445.3**	(0.007)	253741	(0.07)
3.MONTH	146894.3	(0.132)	2677400.9***	(0.001)	1129867.3***	(0.000)
4.MONTH	-30881.7	(0.754)	3864710.2**	(0.001)	1290801.8***	(0.00)
5.MONTH	-17026	(0.863)	5315197.3**	(0.001)	1893948.0***	(0.000)
6.MONTH	-90463	(0.360)	6015186.8**	(0.001)	2186209.8***	(0.000)
7.MONTH	412702.7***	(0.000)	6585025.3***	(0.001)	3048513.3***	(0.000)
8.MONTH	402917.9***	(0.000)	5894440.7***	(0.001)	3611165.8***	(0.000)
9.MONTH	-106779.6	(0.280)	3310041.4**	(0.002)	3501355.0***	(0.000)
10.MONTH	-64343.9	(0.515)			4147833.0***	(0.000)
11.MONTH	-132786.9	(0.179)			-863519.3***	(0.000)
12.MONTH	413607.1***	(0.000)				
Intercept	4795749.2***	(0.000)	10106719.7***	(0.000)	265711.3	(0.73)
N	207		23		23	
Adj. R-square	0.909		0.897		0.920	

問題檢討

- ◆ 為何以模型分析信義線資料時，模型跑出來的結果，和我們的預期完全不同，反倒是下降的？

思考方向一：時間

- ◆ 為了避免受松山線開通因素干擾，時間無法往後拉長，造成樣本太少
- ◆ 北捷公開資料中，沒有提供民國104年前的北捷各站每日運量資料
- ◆ 已致電北市府與北捷公司申請資料，但兩方皆未正面回覆

思考方向二：你來我往

路網開通對捷運台北車站運量的影響：

- (+) 路線延長帶來新的運量，使捷運台北車站運量增加。
- (-) 民眾可直接於增設之轉乘點換車，捷運台北車站運量減少。

- ◆ 流入與流出運量正負相抵的結果，使得最終運量變化不同。
- ◆ 相鄰大站的運量分析，或可提供更多線索。

改善方式

- ◆ 爭取104年前的北捷各站每日運量資料
- ◆ 以每日運量和模型再去分析相鄰大站(如中正紀念堂站)的情況

結論

- ◆ 我們認為本研究可以提供官方與民眾以另外一個角度來思考，一直擴增捷運新路網時，是不是真的可以減緩既有重要節點的運輸負擔？
- ◆ 在評估新的路線可以帶走多少人潮時，應該更細膩地去評估既有重要節點的運量變化，才更有效率地去配置捷運工作人員與軟硬體等資源。