

一、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。身處捷運紅線與藍線的十字交會點與路網的中心位置，大家俗稱的「北車」捷運站是大台北地區南北往來與東西交會之處。但也因為如此，捷運台北車站的人潮擁擠程度一直遭到屢屢詬病，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。所以一直以來，如何紓解捷運台北車站的人潮與運量需求，成為了台北市政府和北捷相關高層一直相當關心的問題。

而為了減輕原有路網的負荷，一個相當直觀的解決方案就是搭建新的路網。新的路網對於民眾而言，往往能起到三大功效：第一是若新路網縮短民眾平時通勤距離，則可省時省錢；第二是方便民眾換個樓層與月台即可轉乘，可起便利之效；第三是多了一條替代路線，若原有路線因某些意外封閉或停駛，民眾可立刻轉換路網。而對於北市府與捷運經營團隊而言，新的路網建構後，無論是發揮「路線分流」或「平行轉乘」功能，皆有分散人潮、改善運輸效率、以及減輕既有捷運站人力和軟硬體負擔的優點在。至於新路網誕生後所產生的外部性，例如提升房價或是產生汙染等，則不在本文的討論範圍內。

一個有趣的例子即是捷運信義線與捷運松山線對於減輕捷運台北車站人潮壓力所扮演的角色。捷運象山線松山建的搭建固然是多方因素考量的結果，但在官方評估中也一直把「減輕台北車站人潮擁擠情形」當作是興建新路網的目的與成效之一。在官方評估信義線通車的效益時即提到「...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。」¹而在評估松山線通車的效益時亦提到「...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。」²由此可見，疏散既有路網轉乘節點的人潮負荷，也一直是官方單位搭建新路網的主要目的。而從媒體的報導上，看起來似乎也發揮了官方希望的功效，例如在信義線通車的第一個上班日，「...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...」³，以及在松山線開通時「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。」⁴。

¹ 鄭安良：《臺北捷運信義線通車後之營運模式》，捷運技術第 51 期（台北市政府捷運工程局，2016），頁 8。

² 鄭安良：《松山線通車後捷運路線營運模式》，臺北捷運報導第 307 期（台北市政府捷運工程局，2014）。

³ 《中國時報》，2013 年 11 月 25 日。

⁴ 《蘋果日報》，2014 年 11 月 15 日。

種種跡象看起來，新路網都發揮了紓解舊節點人潮壓力的目的。

不過，真是如此嗎?本文將透過敘述統計、時間序列方法以及因果推論方法來探討，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?

二、研究內容

為了解捷運路線的開通是否能有效緩解捷運台北車站所乘載之龐大運量，本研究採用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，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效應。

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。

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。

為了進一步了解資料之樣態，下圖將 101 年至 104 年之間捷運台北車站的旅運量進行展圖分析。發現捷運台北車站每月的運量變化存在淡旺季之固定趨勢，歷年皆以七、八月暑假期間以及十二月聖誕節和跨年晚會，人潮最多；相對而言，二月農曆春節，民眾返鄉則使得運量來到低點。在此，我們加入月份的虛擬變數，對不同月份的運量變化進行控制。

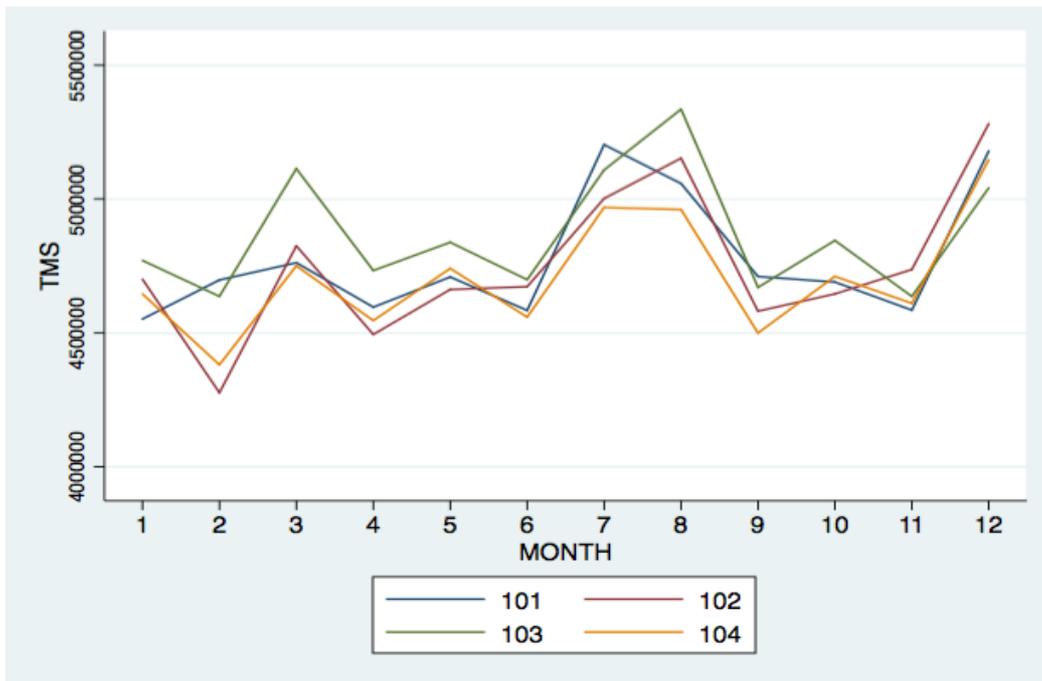


圖 1 民國 101 年-104 年捷運台北車站每月旅運量走勢圖

表 1 變數表

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		207	3784625	960499	57119	5335282
CKS		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

利用前頁表 1 之變數，以下進行兩階段之 RDD 模型分析：

階段一：信義線開通

台北捷運信義線於 102 年 11 月通車，除了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，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。

表 2 為 RDD 模型的分析結果。第 1 欄為使用全部資料的參數模型，利用 89 年至 106 年共 207 筆運量資料進行分析，信義線開通對捷運台北車站的運量沒有顯著影響。若進一步設定 RDD 帶寬為開通月份之前後各 11 個月進行分析，第二欄迴歸結果顯示信義線的開通對運量的下降有顯著影響，平均可減少 2,474,730 人次，且每月份的運量皆有顯著差異；而在第三欄中結果與前者相反，信義線開通對運量有正向的顯著影響，而非減少，然月份虛擬變數仍顯示月份間有淡旺季之分。

下圖 2 為以信義線通車時間點作切斷面之運量散佈圖，由於此圖尚未進行月份旺季之校正，故在 102 年 11 月開通後，12 月屬於承載旺季，其運量趨勢線較開通前高。

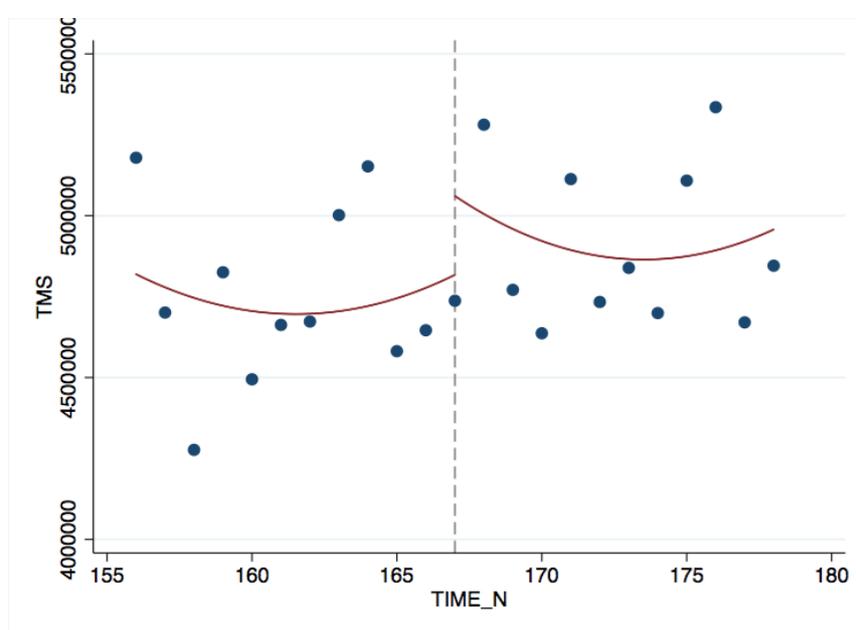


圖 2 捷運台北車站—信義線通車切斷面圖

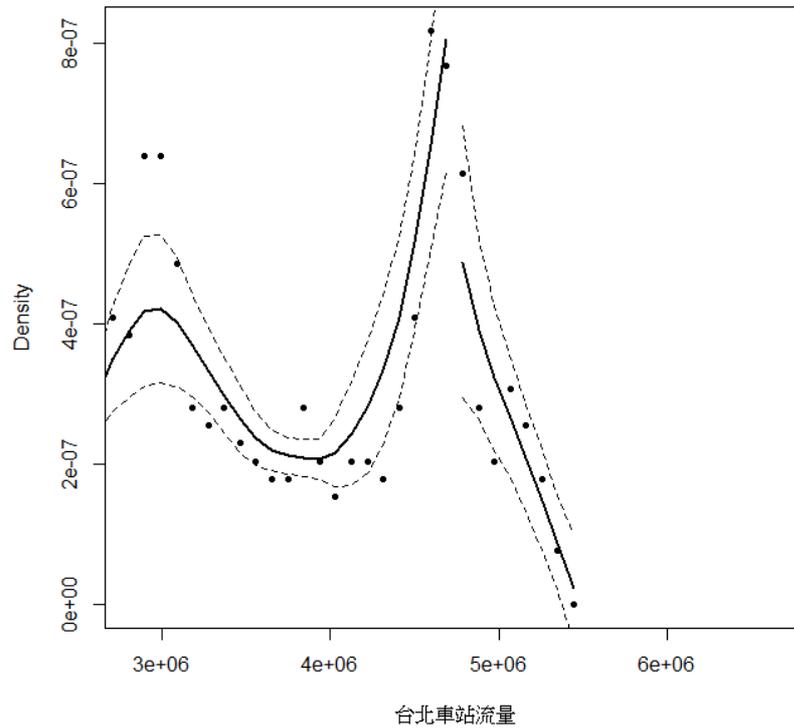


圖 3 捷運台北車站—信義線通車運量旅密度圖

表 2 信義線開通 RDD 模型

Model	RDD (Local Linear Regression)					
	TMS		ln(TMS)		ln(TMS)	
Variable	Coef.	p-value	Coef.	p-value	Coef.	p-value
OPEN_SY	130046.7	(0.500)	-1.061***	(0.000)	1.226***	(0.000)
x_SY	1164.9	(0.808)	1.278***	(0.000)	-0.0987***	(0.000)
x2_SY	-312.4***	(0.000)	0.205***	(0.000)		
x3_SY	-1.457***	(0.000)	0.00880***	(0.001)		
OP_x_SY	-25327.8	(0.494)	-1.059***	(0.000)	-0.00116	(0.610)
OP_x2_SY	1094.9	(0.610)	-0.328***	(0.000)		
OP_x3_SY	-5.680	(0.872)	0.000613*	(0.033)		
2.MONTH	-112187.1	(0.249)	0.163**	(0.003)	0.0377	(0.214)
3.MONTH	149096.1	(0.126)	0.569***	(0.000)	0.246***	(0.000)
4.MONTH	-24744.3	(0.802)	0.808***	(0.000)	0.271**	(0.001)
5.MONTH	-9284.0	(0.925)	1.111***	(0.000)	0.400***	(0.000)
6.MONTH	-81280.2	(0.411)	1.280***	(0.000)	0.486***	(0.000)
7.MONTH	423151.7***	(0.000)	1.390***	(0.000)	0.661***	(0.000)
8.MONTH	414447.5***	(0.000)	1.259***	(0.000)	0.797***	(0.000)
9.MONTH	-94365.7	(0.340)	0.710***	(0.000)	0.771***	(0.000)
10.MONTH	-51253.0	(0.604)			0.895***	(0.000)

11.MONTH	-135718.4	(0.170)			-0.219***	(0.000)
12.MONTH	412375.8***	(0.000)				
Intercept	4768295.3***	(0.000)	16.43***	(0.000)	14.36***	(0.000)
<i>N</i>	207		23		23	
Adj.						
R-square	0.908		0.945		0.912	
RDD (Robustness Check)						
Bandwidth		IK		CCT		11
Polynomial of Order						
1		178253.5		177806.3		69509.1
		(0.211)		(0.359)		(0.779)
2		266249.1		133284.1		385525.3
		(0.100)		(0.595)		(0.252)
3		161333.6		82045.7		750630.0
		(0.502)		(0.780)		(0.165)
Optimal Order of the Polynomial Observations		63/ 99/ 85		35/ 47/ 57		21

p-values in parentheses: * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

階段二：松山線開通

台北捷運松山線於 103 年 11 月通車，捷運路網更加成熟，除了擴大捷運的通車範圍，更讓人們享受到前所未有的轉乘之便。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，然在其加入後，台北捷運路網已更加完整及便捷，對既有之其他路線應有正面效益。為瞭解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。

表 3 為 RDD 模型的分析結果。第 1 欄為使用全部資料的參數模型，利用 89 年至 106 年共 207 筆運量資料進行分析，松山線開通對捷運台北車站的運量沒有顯著影響。若進一步設定 RDD 帶寬為開通月份之前後各 11 個月進行分析，第二欄迴歸結果顯示松山線的開通對運量的下降有顯著影響，平均可減少 2,562,065 人次，且每月份的運量皆有顯著差異；而在第三欄中結果與前者相反，

松山線開通對運量有正向的顯著影響，而非減少，然月份虛擬變數仍顯示月份間有淡旺季之分。

表 3 松山線開通 RDD 模型

Model	RDD (Local Linear Regression)					
	TMS		ln(TMS)		ln(TMS)	
	Coef.	p-value	Coef.	p-value	Coef.	p-value
OPEN_SS	-150136.4	(0.483)	-1.130***	(0.001)	1.058***	(0.000)
x_SS	-4854.6	(0.261)	1.279**	(0.001)	-0.0922***	(0.000)
x2_SS	-342.4***	(0.000)	0.207**	(0.001)		
x3_SS	-1.386***	(0.000)	0.00898**	(0.001)		
OP_x_SS	-539.2	(0.993)	-1.087***	(0.001)	0.000935	(0.623)
OP_x2_SS	1319.6	(0.796)	-0.322**	(0.001)		
OP_x3_SS	-24.52	(0.837)	-0.0000433	(0.880)		
2.MONTH	-113409.3	(0.243)	0.173**	(0.006)	0.0481	(0.072)
3.MONTH	146894.3	(0.132)	0.550***	(0.001)	0.229***	(0.000)
4.MONTH	-30881.7	(0.754)	0.793**	(0.001)	0.260***	(0.000)
5.MONTH	-17026	(0.863)	1.093***	(0.001)	0.384***	(0.000)
6.MONTH	-90463	(0.360)	1.237***	(0.001)	0.441***	(0.000)
7.MONTH	412702.7***	(0.000)	1.355***	(0.001)	0.618***	(0.000)
8.MONTH	402917.9***	(0.000)	1.211***	(0.001)	0.731***	(0.000)
9.MONTH	-106779.6	(0.280)	0.680**	(0.001)	0.707***	(0.000)
10.MONTH	-64343.9	(0.515)			0.840***	(0.000)
11.MONTH	-132786.9	(0.179)			-0.175***	(0.000)
12.MONTH	413607.1***	(0.000)				
Intercept	4795749.2***	(0.000)	16.48***	(0.000)	14.47***	(0.000)
N	207		23		23	
Adj.						
R-square	0.909		0.908		0.928	
RDD (Robustness Check)						
Bandwidth	IK		CCT		11	
Polynomial of Order						
1	-207993.7	(0.083)	-250588.1	(0.180)	-222149.7	(0.337)

2	-268580.9 (0.127)	-190627.7 (0.431)	27955.4 (0.920)
3	-185619.7 (0.476)	-125975.6 (0.645)	305712.2 (0.504)
Optimal Order of the Polynomial Observations	77/ 79/ 63	37/ 45/ 51	21

p-values in parentheses: * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

下圖 4 為以松山線通車時間點作切斷面之運量散佈圖，由於此圖尚未進行月份旺季之校正，故在 10~11 月開通後，12 月屬於承載旺季，其運量趨勢線與開通前沒有明顯差別，故須以月份虛擬變數進行調整。

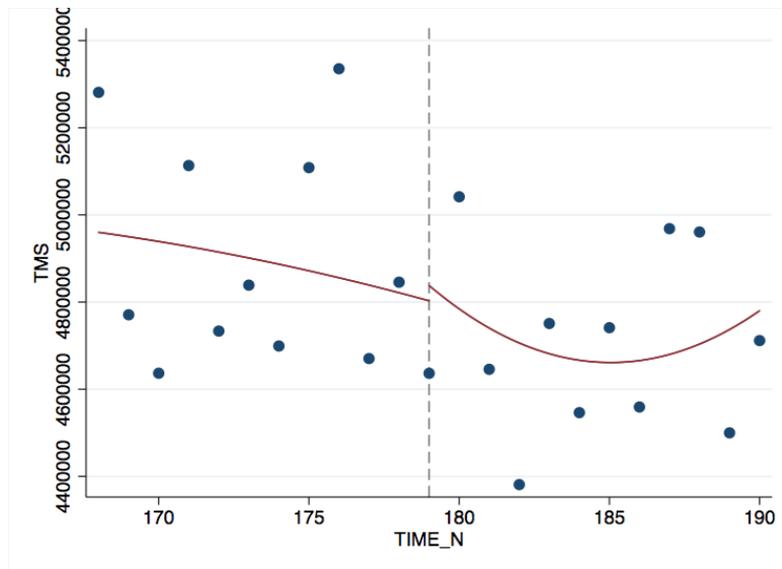


圖 2 捷運台北車站—松山線通車切斷面圖

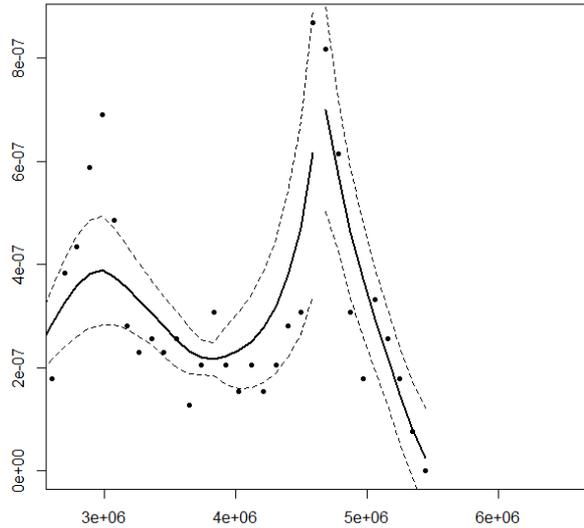


圖 5 捷運台北車站—松山線通車運量旅密度圖

三、小結

從上述兩階段分析的結果，可發現當帶寬前後設定為11個月，且模型放入所有變數時，RDD 有最好的解釋力，信義線的開通對捷運台北車站帶來 2,474,093 人次的減少；同樣地，當103年松山線通車時乘載量則減少2,562,065人次。另外，在月份虛擬變數的部分，各月份係數皆符合99%以上信心水準，顯示運量確實會隨著不同月份有淡旺季之差別，平均而言，以七、八、九月為旺季，二月為淡季。

四、總結

在建立新路網以舒緩重要節點運量的這個議題上，往往媒體論在討論時，第一時間想到的都是新路網可以讓乘客選擇新路網，而無須再通過重要節點轉運所以可以降低其運量的層面，卻很少討論到乘客也有可能反過來經由新路網往重要節點移動，進而增加重要節點之負荷的層面。當然所有路線之開通與轉運之改變，必然多少會造成各站流失一部分舊運量、增加一部分新運量的情況。以本文為例，信義線與松山線之開通對捷運台北車站的影響也必然如此，只不過可能因為外部因素的不同(如相對地理位置、聚落性質、房價等等)造成運量最終是增加或減少之差異。

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。