

高雄市環狀輕軌對鄰近地區住宅價格之影響： 以差異中之差異法結合分量迴歸模型之分析

李春長* 梁志民** 簡啓珉*** 俞 錚****

論文收件日期：109年01月16日
論文修稿日期：109年11月25日
論文接受日期：109年11月30日

摘 要

高雄市輕軌運輸系統（light rail-transit, LRT）於2013年6月宣告動工，於2017年9月第一階段全線完工（C1站-C14站）。本研究探討輕軌運輸系統建設開工後對鄰近住宅價格之影響。蒐集不動產實價登錄高雄市2012年到2017年登載資料。本研究採用傾向分數配對（propensity score matching, PSM）方法找出兩組相似的樣本，再以差異中之差異法（difference-in-difference method, DD）分析，並分別採用傳統OLS及分量迴歸進行估計。實證結果顯示，以OLS估計結果，從開工後兩年半間對鄰近房價有正向顯著的影響，之後對鄰近房價沒有顯著影響。以分量迴歸而言，在低房價（0.10分量）及中低房價（0.25分量）方面，除了開工一年半後一年間（即2015年）對於鄰近房價具有顯著正向影響外，其它各期都不顯著。在中價位（0.50分量）方面，開工後兩年半內具有顯著正向影響，二年半後至三年半間（即2016年）無顯著影響，於完工前、後半年又開始產生顯著正向影響。此外，輕軌對於鄰近之高價位不動產於開工一年半內有價格提升的現象，之後其效果不顯著。

關鍵詞：輕軌、住宅價格、差異中之差異法、傾向分數配對、分量迴歸

* 教授，國立屏東大學不動產經營學系，TEL：(08)7668700#32670，E-mail：lcc@mail.nptu.edu.tw。

** 教授，國立台北商業大學財政稅務系，TEL：(02)23226443，E-mail：cmliang@ntub.edu.tw。

*** 碩士，國立屏東大學不動產經營學系，TEL：(08)7668700#32670，E-mail：mvp82315@yahoo.com.tw。

**** 博士班學生，國立政治大學地政學系，TEL：(02)29393091#50618，E-mail：109257503@nccu.edu.tw。

Effect of Kaohsiung Circular Light Rail Line on Residential Prices in Neighboring Areas: An Analysis Using the Difference-in-Difference Method and Quantile Regression

Chuen-Chang Lee*, Chih-Min Liang**,
Chi-Min Chien***, Zheng Yu****

ABSTRACT

The construction of Kaohsiung City's light rail-transit (LRT) officially commenced in June 2013, and the first phase of the project (stations C1-C14) was completed in September 2017. This study examined the effect of the commencement of the LRT project's construction on the residential prices in neighboring areas. The real estate price registration data for Kaohsiung City from 2012 to 2017 was collected, and propensity score matching (PSM) was used to find two similar sample groups. Thereafter, the difference-in-difference (DD) method was applied and estimations were made using traditional ordinary least squares (OLS) and quantile regression. The OLS estimation results indicated that the project had significant positive effects on residential prices in neighboring areas during the 2.5-year period after the project's commencement. However, the project's effect was not significant after that period. The quantile regression analysis showed the following: for low-priced (0.10 quartile) and moderately low-priced (0.25 quartile) residential units, the project only had a significant positive effect between 1.5 and 2.5 years (i.e. during 2015) after the project's commencement; for moderately-priced units (0.5 quartile), the project had a significant positive effect during the 2.5-year period after the project's commencement but did not influence prices significantly between 2.5 and 3.5 years (i.e. during 2016) after the project's commencement. A significant positive effect was observed between 0.5 years before and after the project's completion. Furthermore, the LRT project also contributed to a rise in the prices of high-priced units during the 1.5-year period after the project's commencement, although this effect ceased to be significant thereafter.

Key words: Difference-In-Difference, Housing Prices, Light Rail-transit, Propensity Score Matching, Quantile Regression

* Professor, Department of Real Estate Management, National Pingtung University, TEL: +886-8-7668700#32670, E-mail: lcc@mail.nptu.edu.tw

** Professor, Department of Public Finance and Tax Administration, National Taipei University of Business, TEL: +886-2-23226443, E-mail: cmliang@ntub.edu.tw

*** Master, Department of Real Estate Management, National Pingtung University, TEL: +886-8-7668700 #32670, E-mail: mvp82315@yahoo.com.tw

**** PhD student, Department of Land Economics, National Chengchi University, TEL: +886-2-29393091#50618, E-mail: 109257503@nccu.edu.tw

一、前 言

高雄市大眾捷運系統紅、橘兩線已完工通車，但民眾使用率並不像台北捷運般普及，主要是相關的交通接駁配套並不完善。而將大眾捷運系統搭配輕軌之接駁工具，能有效提高高雄捷運系統之使用率。高雄輕軌建設第一階段在2017年6月30日完工，且已在2017年9月開通第一階段路線（C1-C14）。

高雄環狀輕軌為南台灣高雄相當重要的交通運輸工具之一，以高雄輕軌第一階段營運的C1至C14站為例，高雄輕軌開通以來解決了交通壅塞、空氣污染等問題。根據高雄捷運網站旅運量統計資料顯示，至2018年4月高雄輕軌旅客搭乘人數累計為1,182,609人次。輕軌設立與營運不僅提升了周邊地區的交通方便性、觀光旅遊人潮與商業活動，進而帶動鄰近地區經濟發展。過去關於輕軌對周邊房價影響之研究，實證結果多支持輕軌對於房價具有正向影響，如Dziauddin et al. (2013) 在研究交通設施對於周邊房價之影響，實證結果顯示，對該房價的影響會隨著與車站距離增加而遞減。以往有關大眾交通運輸系統之研究顯示，靠近地鐵、輕軌站會提升鄰近住宅價值（Dziauddin et al. 2013; Grass, 1992; Ryan, 2005）。

國內相關研究方面，黃怡潔、江穎慧與張金鶚（2017）應用特徵價格理論傳統迴歸模型、空間迴歸模型及分量迴歸模型，並以2012年7月至2015年9月之不動產實價登錄交易資料進行實證分析，研究整建住宅、出售國宅、出租國宅、公營出租住宅等四類不同時期公共住宅，於100~300公尺不同影響範圍下，分別對周圍住宅價格的影響效果。在實證方法上，其並未採用DID，沒有涉及事件發生前後。只有劃分臨近公共住宅300公尺範圍以內和以外，且300公尺也不是實驗組和控制組的概念。理論上來講，他們只是在衡量公共住宅對鄰近地區住宅價格之影響隨距離變化之狀況，與我們的研究（後敘）在研究方法上有很大差異。李春長、梁志民與林豐文（2017）探討台北信義捷運線開工後，住宅位於捷運影響範圍之內（實驗組）與影響範圍之外（控制組），其住宅價格是否產生差異。採用吉家網2004至2006年度台灣不動產成交行情公報資料，包括中正區、大安區與信義區共三個行政區之住宅成交資料，使用差異中之差異法對住宅內部屬性，以及地理資訊系統測量後之住宅外部屬性，進行實證模型的建立。此研究將實驗組劃定在距離捷運站鄰近800公尺範圍之內，控制組為距離捷運站800公尺範圍之外之區域。與我們的研究（後敘）相比，雖都使用差異中之差異法，但是他們並未考慮實驗組和控制組之間的同質性問題，即實驗組和控制組在特徵屬性方面應該要具有同質性，否則可能依然會存在選擇性偏差問題，且他們只使用一般的OLS和GLS進行估計，並未考慮不同分位住

宅價格下，捷運系統對住宅價格的影響。徐世勛等（2020）分析2014年高雄氣爆事件對氣爆區域房屋總價的影響，他們採用氣爆前後兩年高雄市的房屋實價登錄交易資料並輔以『地理資訊系統』完成房屋的空間定位之後，在最適對照組的時空資料範圍下利用差異中之差異法進行分析。在計量方法上，他們同樣採用差異中之差異法和分量迴歸，但是在異質性問題上，他們的處理方式與我們有很大不同。為了解決實驗組和控制組的異質性問題，他們所考量的時間範圍選擇有二種：一為氣爆前兩年至氣爆後兩年，另一則為氣爆前一年至氣爆後兩年；而所考慮的對應空間範圍，除氣爆區外，則有3種對照組設定，分別是氣爆區外方圓1,000公尺、氣爆區外方圓2,000公尺以及氣爆區外全高雄的交易。因此，總共有6種可能的資料時空範圍組合。他們將估計這6種資料下總價的條件均數對應的線性迴歸模型，再以調整後的判定係數（adjusted R^2 ）選出所配適的最適資料範圍，之後再進行估計。而我們則採用全高雄市的資料，使用傾向分數配對（propensity score matching, PSM）的方式進行處理。呂哲源、江穎慧與張金鶚（2019）採用2015年3月至2017年2月之不動產實價登錄交易資料，及中央地質調查所土壤液化潛勢查詢系統之圖資進行實證分析。應用特徵價格理論和差異中之差異配對分析法（DID with matching），研究臺北市潛勢地區內之房屋交易價格是否存在差異，以及比較公布前後之價格變化。在方法上，均採用差異中之差異法和配對，但是他們並未有採用分量迴歸以探討不同分位住宅價格下，政策變化對住宅價格的影響。

以往國外有關大眾交通運輸研究認為公告大眾運輸系統開工、完工以及通車的時間點會對周邊住宅價格造成不一樣的影響（Lin & Hwang, 2004; Agostini & Palmucci, 2008; Ge et al., 2012）。參考過去學者研究，大部份研究探討的時間都為大眾運輸興建完成前後或是營運前後。本研究認為住宅價格可能會提前在開工的前後就產生不同的差異，故本文主要探討以下二點：1.鄰近地區內住宅價格是否會因為高雄輕軌開工而產生差異，輕軌開工後對鄰近地區住宅價格之影響是否會隨著時間而逐漸減緩。2.鄰近地區內不同價格分布的住宅是否會因為高雄輕軌開工而產生不同的價格差異。

本研究分為四個部份，一為運用地理資訊系統（geographic information system, GIS）測量每筆住宅資料與高雄輕軌站的最近距離，並以此為依據將住宅樣本劃分為鄰近輕軌地區的實驗組與非鄰近輕軌地區的控制組。二為在使用差異中之差異法之前，先以傾向分數配對方法對樣本進行配對，使得實驗組與控制組有相似的特性，以減少無法觀察之變數產生偏誤造成估計上的問題。三為應用差異中之差異（difference-in-difference）法來分析高雄環狀輕軌對住宅價格的影響，此方法提供

了較準確估計單一事件對於兩群體間所造成的影響，並可排除實驗組與控制組共同成長的趨勢及其它未觀察到影響因素，有效的估計高雄環狀輕軌對住宅價格所造成的真正影響。四為分量迴歸（quantile regression）分析，主要探討高雄環狀輕軌對住宅價格的邊際效果，是否會隨著房價分配而有所不同。

本研究與以往研究不同或貢獻之處為運用傾向分數配對法提升兩組樣本之同質性，並運用分量迴歸分析高雄環狀輕軌開工後對房價之影響。除了分析高雄環狀輕軌開工前後對房價之影響外，再細分開工後時間，可以更清楚知道不同時間段內的影響效果是否會隨著時間改變。

二、文獻回顧

過去文獻探討大眾運輸系統對房價之影響，顯示捷運對房價之影響多為顯著正向影響，如Bae et al.（2003）研究首爾地鐵線對住宅價格之影響，實證結果顯示，首爾地鐵線（Line 5）對住宅價格會造成顯著正向影響，且在地鐵線開始營運之前就已經造成影響。McMillen & McDonald（2004）調查芝加哥捷運系統營運前後對房價產生的影響，結果顯示捷運線1.5英里範圍內之房價比其他地區高出6.89%。Armstrong & Rodriguez（2006）研究結果顯示車站的距離對房價有影響，其影響會隨著車站距離增加，而房價慢慢的減緩。Hess & Almeida（2007）認為軌道交通投資會刺激經濟發展，軌道交通投資可以提高可及性並增加房價，實證結果顯示，越靠近軌道車站，週邊環境品質提升並且會提高房地產的價值。Lin & Hwang（2004）、Agostini & Palmucci（2008）、Ge et al.（2012）、Jayantha et al.（2015）認為宣布大眾運輸系統開工、完工以及通車的時間點往往都會對住宅價格造成不同的影響。Boymal et al.（2013）使用特徵價格理論研究墨爾本的住宅市場，估計鄰近車站對住宅價格之影響，研究結果顯示，鄰近車站對於房地產價值具有顯著正向的影響。Dubé et al.（2013）研究加拿大蒙特婁南岸的大眾運輸系統對住宅價格的影響，研究結果顯示，剛完工營運的大眾運輸開通後，會對鄰近車站的住宅造成價格上漲的影響。Anantsuksomsri & Tontisirin（2015）探討曼谷大都會地區，新的大眾運輸系統對土地價值的影響，同時運用地理資訊系統與空間計量經濟方法。研究結果顯示，越靠近大眾運輸系統車站，住宅的土地價值會增加。

大眾運輸除了改善交通方便性及可及性，同時也可能帶來噪音、犯罪行為聚集而對於住宅價格產生負向之影響。Nelson（2004）認為鄰近車站與機場會提高交通

便利性，因此對鄰近的住宅價格有正向影響，但同時存在的噪音又可能產生負向影響。Armstrong & Rodriguez（2006）估計東麻州通勤鐵路對當地及區域可及性所帶來的好處，控制了相關的負外部性，研究結果顯示，位於車站周邊1/2英里內的住宅比範圍外之住宅價格高出10.1%，但鄰近通勤鐵路的軌道會對房地產價值帶來負面的影響，這與當地的噪音以及犯罪行為有關。Geng et al.（2015）研究中國大陸高鐵對鄰近地區住宅價格系統之影響時，同樣認為太靠近車站的地區往往會受到噪音、電磁波輻射和交通擁擠等因素的影響，因此他們認為高鐵鄰近地區住宅價格會隨著距離增加呈現先遞增後遞減的趨勢。根據以上文獻，我們可以發現大眾運輸系統可以對其鄰近地區住宅產生正向影響，但若是過於靠近車站則有可能會因為會交通擁擠、噪音和安全性等問題，降低住戶的生活品質而使得住宅價格下降。

有關於輕軌系統對於住宅價格的影響方面，Cervero（1994）認為在輕軌開工之前，對房地產價值的增幅最大。Topalovic et al.（2012）推測輕軌的規劃和建設，可能會影響都市的發展和土地使用活動。實證結果顯示，在預期軌道交通的發展下，軌道營運之前的房地產價格會先上漲。Dziauddin et al.（2013）研究馬來西亞輕軌線對鄰近地區住宅價格之影響時，實證結果顯示輕軌車站會對鄰近地區住宅價格產生正向影響且距離輕軌車站較近地區的住宅價格會明顯高於距離輕軌車站較遠地區。Hess & Almeida（2007）認為輕軌的影響取決於地理位置和社會環境，實證結果顯示輕軌位於在高收入地區增加的房地產價值遠比於貧困的地區還要來的高。Kheyroddin et al.（2014）研究結果顯示，輕軌車站的建立對住宅價格的影響，隱含對低價地區房價影響較大，而且為正向之影響。Hurst & West（2014）比較半英里內輕軌車站和全市範圍內的區域，探討輕軌對明尼阿波利斯（Minneapolis）土地利用變化的影響。實證結果顯示，靠近輕軌站導致大樓和商業區房地產產生上漲作用，但不包括工業區的房地產。Mulley & Tsai（2016）研究澳洲雪梨的BRT系統（bus rapid transit system）對住宅價格之影響。研究結果顯示，雪梨的BRT系統開始營運之後，會對住宅價格造成上漲的影響。

三、研究方法

（一）估計方法

1. 傾向分數配對

傾向分數配對法（propensity score matching method）的概念是將實驗組與控制

組之配對變項進行控制，以比較兩組之平均效果的差異，控制會影響因果效應的共變數相同（Rosenbaum & Rubin, 1983）。Guo & Fraser（2015）認為傾向分數配對法之優點，在於只需要一個傾向分數進行配對比較，比與眾多的配對數量之配對具有簡而有力且方便的優點。

我們探討輕軌交通建設對周邊住宅價格之影響，但此影響常被未觀察變數所影響，為了減少估計上的偏誤，我們可以透過傾向分數配對將干擾因子的影響降至最低。而配對方式為找出兩個群體，一為實驗組，另一為控制組，理論上這兩群僅有在特定因子有所差異外，其他因子均無差異，如屋齡、面積、房間數、客廳數與衛浴數均相似，方能較精確估計出其特定因子是否具有影響性。

以實驗研究的設計而言，透過隨機分派後，可以創造一個實驗組和控制組在各方面條件皆相同或接近的狀態。也就是說，實驗組和控制組除了在實驗處理不同外，兩組的其他條件接近或相等，因此要估算因果推論時，只要將兩組實驗處理後結果相減即可（Morgan & Harding, 2006; Morgan & Winship, 2007; Winship & Morgan, 1999; Winship & Sobel, 2004）。但社會科學領域不容易做到隨機實驗，其資料多屬於觀察資料，為了克服此種資料在因果推論上的困難，Rosenbaum & Rubin（1983）提出以傾向分數配對法來篩選樣本，使得實驗組和控制組在配對變項上相近或相等。然而，透過配對方式並不可以完全排除干擾，因此，如何將干擾因子的影響降至最低，減少選擇偏誤（selection bias）或內生性問題（endogeneity），以增進配對正確性，是研究者多年來努力的目標。傾向分數配對法可以將一個比較個體，透過不同的配對方法找到配對得分最接近的個體進行配對。其優點為經過配對完成後，兩組的個體差異程度會減少。在應用差異中之差異法時先進行傾向分數配對，使實驗組與控制組之個體差異程度降低，以達到降低樣本選擇偏誤的問題。本研究參考Li & Henry（2017）使用最近相鄰配對（nearest-neighbor matching）方法，將每一個樣本依據probit迴歸估算傾向分數，再對每一個實驗組中找到一個與傾向分數最相近的控制組。我們將住宅之結構屬性，如面積、屋齡、房間數、客廳數與衛浴數等等，作為傾向分數配對法之依據進行配對。當兩個個體發生事件的機率相似時，將有很高的機會兩個組的特徵應該會類似。因此，當我們需要比較兩組個體差異時，僅需要比較兩組的傾向分數，當分數愈接近時，我們可以認定兩者的相似程度愈高，反之，相似程度愈低。

2. 差異中之差異法

差異中之差異法是用來檢視特定事件對實驗組的因果效應，其主要優點為可排

除無法觀察到的因素對實驗組可能造成的影響，從而正確估計出純粹因為事件的發生對實驗組所帶來的影響。在使用此方法時，應該避免同時間受到其他事件的干擾，造成估計的結果並非真正政策本身的影響。實驗組與控制組必須互相獨立，政策的實施並不會影響彼此之間的獨立性。Imbens & Wooldridge (2009) 認為若要排除實驗組與控制組之間共同趨勢以得出真正的因果效應，須將資料依事件發生前後加以分組，而所謂的差異中之差異法，即估計事件發生後實驗組與控制組的差異再扣除掉事件發生前實驗組與控制組的差異，如此即可得到事件的處理效果。

3. 分量迴歸

分量迴歸 (quantile regression, QR) 首由Koenker & Bassett (1978) 提出，其可以分析自變數對於因變數在整個條件分配上是否有不同的影響效果，此方法可以掌握條件分配可能存在的不對稱行為。分量迴歸和普通最小平方迴歸都是利用迴歸係數進而衡量解釋變數的邊際效果，但兩者在解釋上意涵卻不同。最小平方估計迴歸模型的結果，代表的是被解釋變數的條件平均數，而分量迴歸估計的係數則是解釋變數對被解釋變數的某個「特定分位數」之下的邊際效果 (Koenker & Bassett, 1982)。本文在作分量迴歸估計時，先設定欲探討之分量為0.10分量、0.25分量、0.50分量、0.75分量與0.90分量，分別代表低價位、中低價位、中價位、中高價位與高價位。此五個特定條件分量中，0.10與0.90分別代表左、右尾分量，0.25、0.50與0.75則是四分位數所對應之三個分量。

(二) 實證模型設定

本研究以高雄環狀輕軌作為事件，以距離輕軌800公尺來劃定影響範圍，以輕軌建設影響範圍距離內之區域作為實驗組，以輕軌建設影響範圍距離外之區域作為控制組，目的為分析輕軌建設對鄰近住宅價格之影響。基本模型設定如式 (1) 所示：

$$\ln P_{it} = \beta_1 + \beta_2 TIME_i + \beta_3 LRT_i + \delta (TIME_i \times LRT_i) + e_{it} \dots\dots\dots (1)$$

以住宅總價取對數 ($\ln P_{it}$) 為依變數， β_1 為截距項、 $TIME_i$ 表示輕軌站開工前後之虛擬變數，住宅在開工之後成交設為1；開工之前設為0。 LRT_i 表示第*i*間住宅位於輕軌站影響範圍內或範圍外，設為虛擬變數，位於輕軌影響800公尺範圍內設為1，位於輕軌800公尺範圍外則設為0。 δ 表示差異中之差異係數，代表在輕軌影響範圍內並且在輕軌開工之後對住宅價格之影響。 e_{it} 表示誤差項，符合獨立同質性分配 (iid)。在估計DD時，若加入其它影響房價之自變數，則可提高估計的效率，故本文額外加入住宅結構屬性與鄰里環境屬性等變數 (變數定義參見表1)，實證模

型設定如式（2）所示：

$$\begin{aligned} \ln P_{it} = & \alpha_1 + \alpha_2 AREA_{it} + \alpha_3 AGE_{it} + \alpha_4 AGES_{it} + \alpha_5 ROOM_{it} + \alpha_6 LIVROOM_{it} + \alpha_7 BATH_{it} \\ & + \alpha_8 FLOOR_{it} + \alpha_9 PARK_{it} + \alpha_{10} BUILD_{it} + \alpha_{11} HUAXIA_{it} + \alpha_{12} IMD_{it} + \alpha_{13} JUD_{it} \\ & + \alpha_{14} TRAIND_{it} + \alpha_{15} MRTD_{it} + \alpha_{16} T1 + \alpha_{17} T2 + \alpha_{18} T3 + \alpha_{19} T4 + \alpha_{20} LRT_i + \delta_1 (T1 \times LRT_i) \\ & + \delta_2 (T2 \times LRT_i) + \delta_3 (T3 \times LRT_i) + \delta_4 (T4 \times LRT_i) + \varepsilon_{it} \end{aligned} \quad (2)$$

（2）式中，以住宅總價取對數（ $\ln P_{it}$ ）為依變數， α_1 為截距項， $\alpha_2 \sim \alpha_{11}$ 為住宅結構屬性之係數； $\alpha_{12} \sim \alpha_{15}$ 為鄰里環境屬性之係數； $T1 \sim T4$ 表示輕軌開工後不同時期（年度）之虛擬變數， $\alpha_{16} \sim \alpha_{19}$ 為其對應之係數； α_{20} 住宅位於輕軌站800公尺範圍內或800公尺範圍外之係數； $\delta_1 \sim \delta_4$ 表示差異中之差異係數； ε_{it} 代表誤差項，符合獨立同質性分配（iid）。

在（2）式的基礎下再考慮分量迴歸模型設定如下：

$$\begin{aligned} \ln P_{it} = & \gamma_1 + \gamma_2(\tau) AREA_{it} + \gamma_3(\tau) AGE_{it} + \gamma_4(\tau) AGES_{it} + \gamma_5(\tau) ROOM_{it} \\ & + \gamma_6(\tau) LIVROOM_{it} + \gamma_7(\tau) BATH_{it} + \gamma_8(\tau) FLOOR_{it} + \gamma_9(\tau) PARK_{it} + \gamma_{10}(\tau) BUILD_{it} \\ & + \gamma_{11}(\tau) HUAXIA_{it} + \gamma_{12}(\tau) IMD_{it} + \gamma_{13}(\tau) JUD_{it} + \gamma_{14}(\tau) TRAIND_{it} + \gamma_{15}(\tau) MRTD_{it} \\ & + \gamma_{16}(\tau) T1 + \gamma_{17}(\tau) T2 + \gamma_{18}(\tau) T3 + \gamma_{19}(\tau) T4 + \gamma_{20}(\tau) LRT_i + \delta_1(\tau) (T1 \times LRT_i) \\ & + \delta_2(\tau) (T2 \times LRT_i) + \delta_3(\tau) (T3 \times LRT_i) + \delta_4(\tau) (T4 \times LRT_i) + \mu_{it} \end{aligned} \quad (3)$$

（3）式中， τ 為表示分量迴歸分位數， γ_1 為截距項， $\gamma_2 \sim \gamma_{11}$ 為住宅結構屬性之係數； $\gamma_{12} \sim \gamma_{15}$ 為鄰里環境屬性之係數； $\gamma_{16} \sim \gamma_{19}$ 表示輕軌站開工後不同時期（年度）之虛擬變數； γ_{20} 住宅位於輕軌站800公尺範圍內或800公尺範圍外之係數； $\delta_1 \sim \delta_4$ 表示差異中之差異係數； μ_{it} 代表誤差項。

（三）變數設定與說明

在依變數部分，我們使用的是不動產交易總價取對數，許多研究亦選擇使用住宅交易總價取對數來進行分析。以交易單價分析時能減少不動產因面積大小的不同而產生價格估計的結果產生誤差，但採用總價則可以有效地觀察資料的完整性及住宅整體的價值。（如Cohen & Coughlin, 2008; Kavetsos, 2012; Zhang & Yimin, 2017）。自變數部分（變數定義請參見表1），包括住宅結構屬性（如面積（AREA）、屋齡（AGE）、屋齡平方（AGES）、房間數（ROOM）、客廳數（LIVEROOM）、衛浴數（BATH）、居住樓層（FLOOR）與住宅類型（BUILD、HUAXIA）、鄰里環境屬性（如與捷運站之距離（MRTD）、與火車站之距離（TRAIND）、與最近學校之距離（IMD、JUD））以及差異中之差異法之變數。

差異中之差異法之變數方面，輕軌開工時間前後（ $T1 \sim T4$ ）為虛擬變數，開工前成交資料設為0，開工後成交資料設為1。Agostini & Palmucci（2008）實證結果顯示開工後，平均公寓價格上漲4.2%至7.9%。Gatzlaff & Smith（1993）利用特徵價格法探討邁阿密地鐵對鄰近住宅價格之影響，發現地鐵開工後對周邊房價有上漲現象。本研究將預期輕軌開工後對住宅價格為顯著正向影響。

再就輕軌影響範圍內外（ LRT ）之設定來討論，就文獻來看，Lin & Huang（2004）以捷運站附近300公尺為研究範圍，並把150公尺內列為捷運站區。Debrezion et al.（2007）以400公尺為捷運站影響範圍。Gibbons & Machin（2005）是以距離倫敦火車站2000公尺來估算住宅價格。Cervero & Duncan（2002）以距離400公尺為影響美國加州聖塔克拉拉郡（Santa Clara County）輕軌對鄰近住宅價格之影響。Brandt & Maennig（2012）研究德國Hamburg輕軌對鄰近房價之影響，以距離250-750公尺為影響範圍，實證顯示鄰近公共交通系統的住宅價格在影響範圍內將會增加約4.6%。由於上述文獻對於捷運、輕軌運輸影響範圍的劃設均無一定的標準，其差異的距離點可能在於實證的不同或是不同城市之間的發展程度不一樣所導致。而高雄環狀輕軌各車站之間的距離大約為800~1,000公尺。本研究根據So et al.（1997）定義住宅到捷運站、火車站最佳步行時間為10分鐘，在計算合理的步行距離後，以GIS劃設距離輕軌站800公尺作為影響範圍內，當輕軌站有重疊時，GIS會自動把該筆住宅資料歸類在最近的輕軌站，不會有重複計算資料的問題。將輕軌影響範圍內外設為虛擬變數，住宅位於輕軌800公尺影響範圍內設為1，位於輕軌800公尺範圍外則設為0，預期輕軌影響範圍內外之係數為正。

最後， $T1 \sim T4 * LRT$ 為輕軌宣告開工時間前後與輕軌影響範圍內外的交互變數，即為兩虛擬變數相乘後之互動，其作用為顯示出在輕軌開工之後對輕軌車站影響範圍內之住宅價格的影響。此變數所得之係數即為差異中之差異估計係數，又稱為處理效果，預期係數值為正。

表1 變數定義表

變數名稱	變數定義說明	預期符號
依變數		
住宅總價取對數 ($\ln P$) 即住宅成交 (含車位) 之交易總價取對數。		
自變數		
面積 (<i>AREA</i>)	在相同假設條件下面積愈大，房價愈高，因此預期此變數的係數值為正。單位為坪。	+
屋齡 (<i>AGE</i>)	該建築物完工所經歷之年數，以年為單位。因房屋隨時間的增加造成物理性折舊讓房屋價格變動，故預期屋齡係數為負。	-
屋齡平方 (<i>AGES</i>)	該建築物完工所經歷之年數平方，本研究認為房價與屋齡會呈非線性關係，預期屋齡平方係數為正。	+
房間數 (<i>ROOM</i>)	連續性變數，住宅之房間數。	+
客廳數 (<i>LIVROOM</i>)	連續變數，住宅之客廳數，以間為單位。	+
衛浴數 (<i>BATH</i>)	連續變數，住宅之衛浴數，以套為單位。	+
居住樓層 (<i>FLOOR</i>)	由於住宅位於一樓可當作店面使用，具有提高房價的效果。住宅位於一樓者設為1，不是一樓者設為0。	+
車位 (<i>PARK</i>)	房屋有車位者設為1，無車位者設為0。預期係數符號為正。	+
住宅類型 (<i>BUILD</i> 、 <i>HUAXIA</i>)	住宅類型分為住宅大樓、公寓與華廈三類，設為虛擬變數，以公寓為比較基準。大樓 (<i>BUILD</i>) 設為1，其它設為0。華廈 (<i>HUAXIA</i>) 設為1，其它設為0。	+
與最近捷運站之距離 (<i>MRTD</i>)	住宅與最近捷運站之距離，為連續性變數，以公尺為單位。預期係數符號為負。	-
與最近火車站之距離 (<i>TRAIMD</i>)	住宅與最近火車站之距離，為連續性變數，以公尺為單位。預期係數符號未定。	+/-
與最近學校之距離 (<i>IMD</i>)、(<i>JUD</i>)	住宅與最近學校之距離，包括國小、國中為連續性變數，以公尺為單位。預期係數符號為負。	-

表1 變數定義表（續）

變數名稱	變數定義說明	預期符號
差異中之差異屬性		
輕軌開工時間前後 ($T1 \sim T4$)	2013年6月4日輕軌開工，考慮前後一個月會被該事件影響住宅交易價格， ¹ 所以刪除2013年5月4日至2013年7月4日間之交易資料。蒐集實價登錄資料從2012年8月1日至2017年12月31日為止之住宅交易資料。將2013年7月5日至2017年12月31日為開工之後時間分為四段時間。2013年7月5日至2014年12月31日設為 $T1=1$ ，其他為0。 2015年1月1日至2015年12月31日設為 $T2=1$ ，其他為0。 2016年1月1日至2016年12月31日設為 $T3=1$ ，其他為0。 2017年1月1日至2017年12月31日設為 $T4=1$ ，其他為0。	+
輕軌影響範圍內外 (LRT)	基於步行距離與考慮輕軌站之間的影响範圍不重疊的情況下，輕軌影响範圍以800公尺劃分為主，位於輕軌800公尺影响範圍內之住宅交易者設為1，位於輕軌800公尺影响範圍外之交易住宅則設為0。	+
輕軌開工時間前後* 輕軌影响範圍內外 ($T1 \sim T4 * LRT$)	為開工時間前後與輕軌影响範圍內外的互動變數，代表開工後且位於輕軌影响範圍內之住宅，預期係數符號為正。此變數所得到之係數即為差異中之差異估計係數。	+

四、資料收集與樣本統計量描述

（一）資料說明

高雄市大眾捷運系統紅、橘兩線已完工通車，但民眾使用率並不像台北捷運般普及，主要是相關的交通接駁配套並不完善，將大眾捷運系統搭配輕軌之接駁工具，能有效提高高雄捷運系統之使用率。高雄輕軌建設第一階段（C1-C14）在2017年6月30日完工，且已在2017年9月開通第一階段路線（C1-C14），高雄輕軌建設第二階段全線預計2019年底完工。本研究以高雄環狀輕軌開工作為事件，針對

1 其原因於第四節第一部分資料說明中詳述。

輕軌經過路線之鄰近住宅，從一開始還沒宣告建造輕軌時的房價到確定宣告要建造輕軌，再到輕軌建造完工時，輕軌鄰近住宅價格會因為不同的事件影響而發生變化，以高雄輕軌第一階段營運的C1至C14站為例。高雄輕軌開通以來解決了交通壅塞、空氣污染等問題。根據高雄捷運網站旅運量統計資料顯示，至2018年4月高雄輕軌旅客搭乘人數累計為1,182,609人次，且輕軌興建與營運不僅提升了周邊地區的交通方便性、觀光旅遊人潮與商業活動，進而帶動鄰近地區經濟發展，在輕軌車站沿線購置不動產，逐漸成為趨勢。（參見圖1）

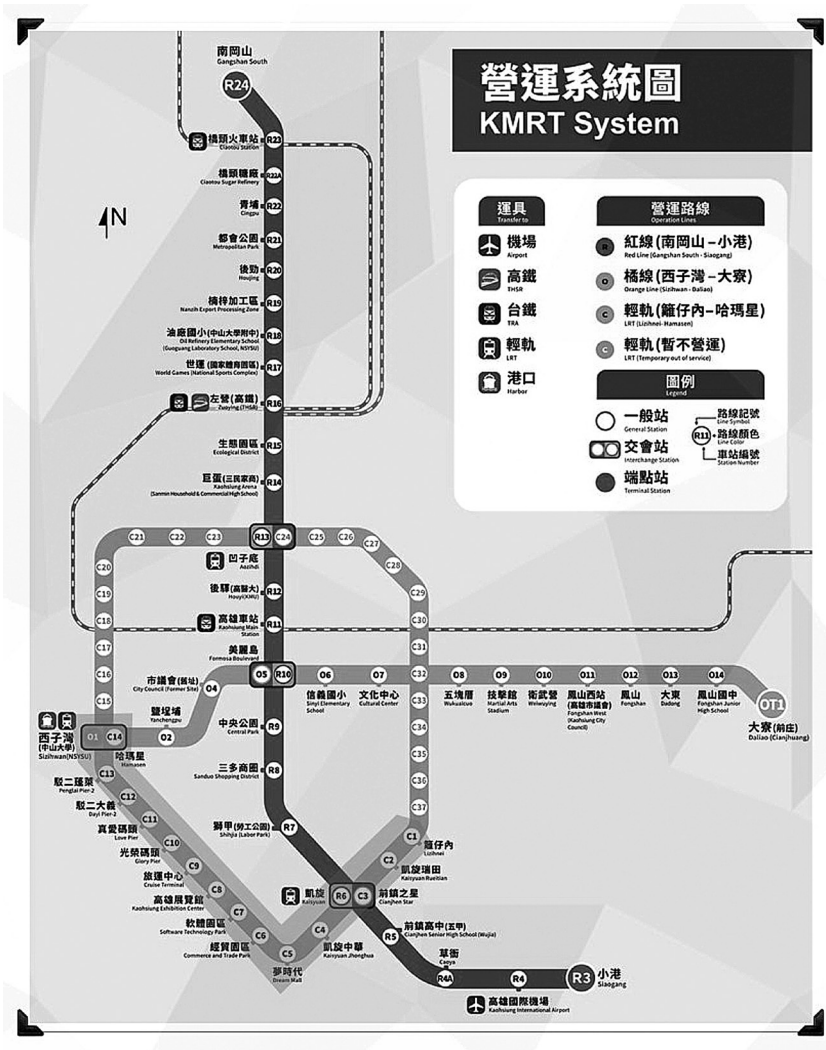


圖1 高雄市輕軌路線圖

資料來源：<https://khh.travel/zh-tw/traffic/circular-light-rail>

本研究資料來源採用內政部不動產交易實價查詢服務網之住宅交易原始資料為樣本。本研究選取了2012年8月1日至2017年12月31日之資料，共計193,517筆數。在內部屬性部分，包括住宅面積、屋齡、房間數、客廳數、衛浴數、住宅類型、居住樓層與車位等。

本研究將成交內所包含的土地、廠房、辦公室、商業大樓、套房、工廠及不完全的資料刪除，留下住宅成交資料，共計105,255筆。由於不同筆住宅成交資料特徵差異大，資料可能出現異常點，本研究刪除住宅房間數6間以上、客廳數3間以上、衛浴數5間以上之資料，共計7,671筆刪除，最後剩下80,591筆資料進行分析。其中，輕軌開工時間是2013年6月4日，於重大工程開工前後期間，尤其於開工前後一個月內的期間，因為買賣方的過度樂觀抑或觀望遲疑之心理更趨強烈，進而將對交易市場的成交量與價格產生更加跌盪起伏的影響，致脫離及無法反映一般正常市場交易。所以去除開工前後各一個月（2013年5月4日至2013年7月4日）之間的交易資料，各階段刪除筆數如T0刪除樣本數為501筆；T1刪除樣本數為2,281筆；T2刪除樣本數為2,163筆；T3刪除樣本數為1,672筆；T4刪除樣本數為1,555筆，剩下80,591筆資料進行分析，在經過傾向分數配對後，樣本筆數最後剩下50,400筆資料以進行後續資料分析。並將開工後資料分成四段（如圖2所示）。

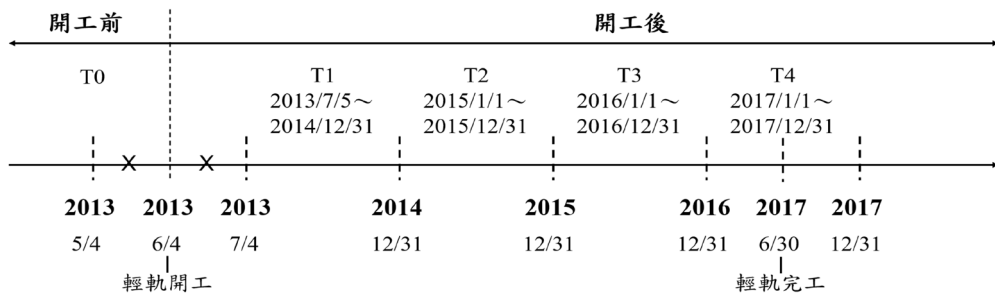


圖2 輕軌開工至完工之時間劃分示意圖

（二）樣本配對

為了降低不可觀察變數所造成估計上偏誤之問題，本研究使用PSM法來進行配對，首先以probit迴歸建立機率估計模型來計算傾向分數，再以最近鄰近（nearest neighbor）方法來對實驗組與控制組樣本進行配對，並刪除未被配對的資料，再以DD方法進行估計。為了觀察PSM配對的效果，先對研究之連續變數進行t檢定、類別變數進行卡方差異檢定，表2為五個連續變數在兩組樣本之間的平均數差異檢定

結果，而在配對前後五個連續變數皆為不顯著，代表配對後資料皆為同質性，降低可能因未觀察變數造成之選擇性偏誤。

表2 實驗組與控制組樣本平均數差異—配對前與配對後

自變數	樣本配對前 (N=80,591)			樣本配對後 (N=50,400)		
	實驗組 (N=4,953)	控制組 (N=75,638)	差距 (t值)	實驗組 (N=4,953)	控制組 (N=45,447)	差距 (t值)
屋齡	16.692	16.813	-0.121 (0.697)	16.692	16.602	0.090 (0.502)
面積	41.916	41.652	0.264 (0.049)	41.916	41.651	0.265 (0.941)
房間數	2.950	2.940	0.010 (1.160)	2.950	2.940	0.010 (1.555)
客廳數	1.810	1.810	0.000 (0.007)	1.810	1.800	0.010 (0.311)
衛浴數	1.820	1.810	0.010 (0.795)	1.820	1.810	0.010 (1.095)

表3為實驗組與控制組樣本卡方差異檢定為三個類別變數在兩組樣本之間的差異檢定，在配對前所在樓層、住宅類型達顯著水準，代表兩組樣本之間有顯著的差異，但在配對後三個類別皆為不顯著，代表配對後有效降低差異程度，提升兩組樣本之間的同質性。值得注意的是，由於住宅所在樓層位於一樓者設為1，不是者設為0，是以虛擬變數來設定，因此配對也是以1樓與非1樓者來配對。若以一、二、三樓等不同樓層配對應該更複雜，配對效果未必是較佳，甚或配不出來。雖然表2中，連續變數在配對前後並無顯著差異，但如果不採用傾向分數配對，我們無法降低所在樓層和住宅類型兩者在實驗組和控制組上的差距。使用傾向分數配對並不是只看個別變數配對前後的差異變化，而是要看是否有降低變數整體的差異程度。

(三) 樣本統計量描述

本研究住宅樣本統計量描述（請參見表4）。全部樣本中，住宅價格平均663.15萬元，標準差561.24。屋齡平均16.61年，標準差12.03。建物面積平均41.68坪，標準差18.83。房間數平均2.94間，標準差0.73。客廳數平均1.81間，標準差0.42。衛浴數平均1.81間，標準差0.57。實驗組樣本中，住宅價格平均654.97萬元，標準差581.01。屋齡平均16.69年，標準差11.88。建物面積平均41.92坪，標準差19.34。房間數平均2.95間，標準差0.74。客廳數平均1.81間，標準差0.41。衛

表3 實驗組與控制組樣本卡方差異檢定－配對前與配對後

解釋變數	樣本配對前					樣本配對後				
	實驗組 (N=4,953)		控制組 (N=75,638)		p值	實驗組 (N=4,953)		控制組 (N=45,447)		p值
	次數	%	次數	%		次數	%	次數	%	
所在樓層					0.096*					0.250
一樓	235	4.74	4,001	5.29		235	4.74	2,328	5.12	
非一樓	4,718	95.26	71,637	94.71		4,718	95.26	43,119	94.88	
住宅類型					0.055*					0.459
大樓	3,797	76.66	56,840	75.15		3,797	76.66	34,481	75.87	
華廈	457	9.23	7,350	9.72		457	9.23	4,305	9.47	
公寓	699	14.11	11,448	15.14		699	14.11	6,661	14.66	
車位					0.631					0.600
有	2,619	52.88	39,729	52.53		2,619	52.88	24,209	53.27	
沒有	2,334	47.12	35,909	47.47		2,334	47.12	21,238	46.73	

***表示該係數達1%顯著水準，**表示該係數達5%顯著水準，*表示該係數達10%顯著水準。

浴數平均1.82間，標準差0.58。控制組樣本中，住宅價格平均664.05萬元，標準差559.04。屋齡平均16.60年，標準差12.05。建物面積平均41.65坪，標準差18.78。房間數平均2.93間，標準差0.73。客廳數平均1.91間，標準差0.41。衛浴數平均1.81間，標準差0.57。

住宅類型部分，全部樣本中，住宅大樓為38,278筆，占總筆數76%，華廈為4,762筆，占總筆數9.5%，公寓為7,360筆，占總筆數14.5%。實驗組樣本中，住宅大樓為3,797筆，占總筆數76.7%，華廈為457筆，占總筆數9.2%，公寓為699筆，占總筆數14.1%。控制組中，住宅大樓為34,481筆，占總筆數75.9%，華廈為4,305筆，占總筆數9.5%，公寓為6,661筆，占總筆數14.6%。所在樓層部分，全部樣本中，住宅所在樓層位於一樓2,563筆，占總筆數5.0%，位於非一樓者47,837筆，占總筆數95.0%。實驗組樣本中，住宅所在樓層位於一樓235筆，占總筆數4.7%，位於非一樓者4,718筆，占總筆數95.3%。控制組樣本中，住宅所在樓層位於一樓2,328筆，占總筆數5.1%，位於非一樓者43,119筆，占總筆數94.9%。車位之變數，全體樣本有車位之住宅為26,828筆，占總筆數52.2%，無車位之住宅為23,572筆，占總筆數47.8%。實驗組樣本有車位之住宅為2,619筆，占總筆數52.9%，無車位之住宅為2,334筆，占總筆數47.1%。控制組樣本有車位之住宅為24,209筆，占總筆數53.3%，無車位之住宅為21,238筆，占總筆數46.7%。

表4 描述性統計量

	全部樣本 N=50,400	實驗組 N=4,953	控制組 N=45,447
住宅價格（萬）	663.15 561.24	654.97 581.01	664.05 559.04
屋齡（年）	16.61 12.03	16.69 11.88	16.60 12.05
面積（坪）	41.68 18.83	41.92 19.34	41.65 18.78
房間數	2.94 0.73	2.95 0.74	2.93 0.73
客廳數	1.81 0.42	1.81 0.41	1.91 0.41
衛浴數	1.81 0.57	1.82 0.58	1.81 0.57
	次數/百分比	次數/百分比	次數/百分比
大樓	38,278 76.0	3,797 76.7	34,481 75.9
華廈	4,762 9.5	457 9.2	4,305 9.5
公寓	7,360 14.5	699 14.1	6,661 14.6
一樓	2,563 5.0	235 4.7	2,328 5.1
車位	26,828 52.2	2619 52.9	24,209 53.3

註：表中連續性變數部分，上方數據為平均數而下方為標準差。類別變數部分，上方數據為次數而下方為%。

本研究將分量點區分為0.10分量、0.25分量、0.50分量、0.75分量與0.90分量，由低至高分別表示整體樣本在不同分位上的價格，亦即區分低價、中低價位、中價位、中高價位與高價位。由表5為樣本與各分量房價分配表可以得知：整體樣本其偏態係數為3.70且峰度係數為26.50，屬於具有高狹峰的右偏分配，整體樣本之各分量房價由0.10至0.90分量，依序為227萬元、350萬元、523萬元、770萬元及1210萬元。

表5 樣本與各分量房價分配表

房屋交易總價	偏態	峰度	0.10	0.25	0.50	0.75	0.90
分量值（萬元）	3.70	26.50	227	350	523	770	1210

五、實證結果與分析

本研究使用STATA 15統計軟體，先以PSM中最近鄰近（nearest neighbor）方法進行配對，再以DD方法進行OLS迴歸估計，接著使用分量迴歸估計輕軌對週邊住宅房價影響，其中以0.10分量代表低房價、0.25分量代表中低房價、0.50分量代表中房價、0.75分量代表中高房價、0.90分量代表高房價。為了避免依變數與自變數間有共線性問題的出現，而導致模型係數產生偏誤之問題，本研究採用膨脹因子（variance inflation factor, VIF）來判斷是否具有共線性問題，VIF值若小於10，表示未存在嚴重共線性問題。除了屋齡、屋齡平方的VIF值大於10以外，其他自變數VIF值皆小於10，表示並無存在嚴重共線性問題。

本研究實證結果如表7所示，先就OLS估計結果來看，F統計量為5,975.50，達到1%顯著水準，而調整後 R^2 約為0.772。住宅結構屬性與鄰里環境屬性等變數為控制變數，其估計係數值大小、正負與顯著否與以往文獻之結果相似，不贅述。LRT估計係數為-0.026，達1%顯著水準，表示住宅位於輕軌800公尺內比800公尺以外的住宅價格平均低了約2.6%。T1估計係數為0.089，達1%顯著水準，表示開工後一年半內成交（2013年7月5至2014年12月31日）住宅價格高出約8.9%。T2估計係數為0.162，達1%顯著水準，表示2015年住宅價格比開工前高出約16.2%。T3估計係數為0.159，達1%顯著水準，表示2016年住宅價格比開工前高出約15.9%。T4估計係數為0.155，達1%顯著水準，表示2017年住宅價格比開工前高出約15.5%。DD1估計係數為0.043，達1%顯著水準，表示當住宅成交案件位於距離輕軌範圍800公尺之內，並於開工後一年半內成交（2013年7月5至2014年12月31日），則住宅價格會增加4.3%。DD2估計係數為0.035，達5%顯著水準，表示當住宅成交案件位於距離輕軌範圍800公尺之內，並於2015年內成交，則住宅價格會增加3.5%。DD3、DD4之估計係數分別為0.002、0.006，皆未達顯著水準。表示當住宅成交案件位於距離輕軌範圍800公尺之內，並於開工後兩年半內成交，則住宅價格皆受到高雄輕軌開工之影響，而開工後兩年半以後，則對住宅價格沒有顯著影響。

接著，以分量迴歸進行估計，由表7顯示，各分量迴歸模型的Pseudo R^2 分別為

0.489、0.504、0.531、0.576與0.630。住宅結構屬性與鄰里環境等控制變數，其估計係數值大小、正負與顯著否與以往文獻之結果相似，不贅述。

LRT變數方面，0.10分量、0.50分量、0.90分量達5%顯著水準、0.75分量達10%顯著水準，表示住宅位於輕軌800公尺內比800公尺以外的住宅價格在0.10分量房價會減少約3.9%、在0.50分量房價會減少約3%、0.75分量房價會減少約2.1%、0.90分量房價會減少約2.2%，在最小平方迴歸則是減少約2.6%。若分析LRT變數在最小平方迴歸與各分量迴歸係數之估計係數，顯示OLS估計係數與分量迴歸相較，相對於低價位（0.10分量）、中價位（0.50分量）有低估的情形，中高價位（0.75分量）、高價位（0.90分量）有高估之現象。

輕軌開工時間變數，T1、T2、T3、T4之估計係數皆為正值，且均達1%顯著水準。顯示開工後各期之價格均比開工前高。在開工後一年半內，低價位與中低價位所增加之價格低於中價位、中高價位與高價位所增加之價格。其後，2015、2016年與2017年，低價位與中低價位所增加之價格高於中價位、中高價位與高價位所增加之價格。

在DD係數估計方面，0.10分量（低價位）、0.25分量（中低價位）下只有DD2達1%顯著水準，表示當住宅成交案件位於距離輕軌範圍800公尺之內，並於2015年間成交則住宅價格會增加6.8%、4.0%。在0.50分量（中價位）方面，DD1、DD2、DD4分別達5%、1%、5%顯著水準。在0.75分量（中高價位）、0.90分量（高價位）方面，除了0.90分量（高價位）DD1達1%顯著水準，表示開工後一年半內成交（2013年7月5日至2014年12月31日）住宅價格高出約4%，其它DD估計係數皆未達顯著水準，表示輕軌對中高價位、高價位之住宅沒有明顯影響效果。

就普通最小平方估計結果而言，從開工始至開工後兩年半對鄰近房價有正向顯著的影響，開工後兩年半後對鄰近房價沒有顯著影響。就分量迴歸估計結果而言，在低房價（0.10分量）及中低房價（0.25分量）的迴歸模型中，除了DD2達顯著水準，其它DD1、DD3、DD4都不顯著。Hess & Almeida（2007）研究結果顯示，輕軌車站與低房價社區之距離估計結果為負向顯著，對高房價為正向顯著，其中一個原因是該輕軌線（Buffalo route）為白人與黑人/非洲裔美國人的分界線，故居住在該輕軌線附近的多為中低收入戶。Kheyroddin et al.（2014）研究結果顯示，輕軌車站的建立對住宅價格的影響，隱含對低價地區房價影響較大，而且為正向之影響。Dziauddin et al.（2013）研究馬來西亞吉隆坡（Greater Kuala Lumpur）輕軌系統對鄰近地區住宅價格之影響時認為受到輕軌車站正向影響的區域均為中低收入地區，其原因為中低收入居民出遊往往會依賴大眾公共運輸系統。太過於靠近輕

軌車站的住宅往往容易受到交通擁擠、亂停車、輕軌列車噪音和安全性等問題的影響，而出現住宅價格偏低的現象。

在中房價（0.50分量）的迴歸模型中，幾乎所有的DD係數均達顯著水準，表示對中房價而言，輕軌宣告開工後有顯著正向之影響，至開工後兩年半後開始沒有影響，但到完工後又開始影響了房價，可能是輕軌週邊的生活機能提升所造成的影響。Grimes & Young（2013）的實證結果顯示，運輸改善的預期效益會在公告後成為購屋者考慮的因素。

在中高房價（0.75分量）及高房價（0.90分量）的迴歸模型中，幾乎所有的DD係數均未達顯著水準，因為對於中高房價及高房價而言，不會因為輕軌的建造而購買輕軌週邊的住宅，而是偏好追求更舒適的高品質住宅，且在交通工具選擇上搭乘私人座車或是自行開車的機會比較高，而非是搭乘大眾運輸工具。總之，輕軌對鄰近房價之影響，主要顯現在低價位、中低價位與中價位部分，顯然輕軌對鄰近房價的影響部分取決於地理位置和社會環境因素。

從表6中，我們可以發現基本上平均每年每日搭乘輕軌的人數維持在8,000至10,000人左右，但輕軌在系統設計上每日最高上限30,000人。事實上，實際搭乘輕軌的人數僅為最高上限的三分之一。且搭乘輕軌的人數中並非只有當地居民，還有可能有外來旅客。總而言之，輕軌沿線居民對於輕軌的需求可能並沒有那麼大。這也可以部分解釋為什麼輕軌對於住宅價格並沒有存在長期影響。

表6 高雄市平均每年每日搭乘輕軌的人數

	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月	全年
2017年											6,453	11,398	8,926
2018年	8,883	14,779	6,767	9,455	6,656	7,112	10,432	9,551	7,294	7,401	8,675	14,070	9,256
2019年	10,006	15,413	8,902	8,824	7,611	8,244	9,643	8,502	7,168	8,332	7,933	9,850	9,969
2020年	10,395	5,508	2,879	2,281	3,097	5,656	8,076	8,497	5,793	8,055			

資料來源：<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%AB%98%E9%9B%84%E7%92%B0%E7%8B%80%E8%BC%95%E8%BB%8C>

事實上高雄輕軌連結高雄捷運紅橘線，再搭配公車、自行車、形成綿密路網，讓高雄的綠色運輸生活更便利，且具有建設衝擊較小、規劃靈巧與運行輕便等特色，可以行駛在較小的轉彎半徑、坡度與街道上，且平穩、低噪音，從施工到運轉都低碳又環保。由於列車是依靠電力行駛，藉由搭載儲能設備超級電容及電池，

在停靠候車站時充電，維持行進所需的電力，因此不會產生汽、機車燃燒汽、柴油所排放的污染，總體而言輕軌具有低成本、運量較高、高準點、高可及性、節約能源、無噪音與污染（陳世圯、涂維穗，2013）。但是由於輕軌站附近的配套設施並未建設完全，具體出入口路徑設計過於粗糙，以及站臺出入口人口混雜擁擠，輕軌車站也存在一定缺點（蘋果日報，2018）。就此來看，低價位、中價位和高價位各個屬性的住宅次市場的需求者偏好不同，因此輕軌系統對各個分量住宅價格的影響程度不盡相同。

表7 最小平方迴歸模型與分量迴歸模型

自變數	OLS	0.10分量	0.25分量	0.50分量	0.75分量	0.90分量
截距	14.431*** (0.012)	14.019*** (0.203)	14.194*** (0.016)	14.472*** (0.013)	14.719*** (0.013)	14.864*** (0.013)
面積	0.018*** (0.001)	0.015*** (0.001)	0.019*** (0.001)	0.021*** (0.001)	0.021*** (0.001)	0.021*** (0.001)
屋齡	-0.036*** (0.001)	-0.039*** (0.001)	-0.031*** (0.001)	-0.029*** (0.001)	-0.029*** (0.001)	-0.033*** (0.001)
屋齡 平方	0.001*** (0.001)	0.001*** (0.001)	0.001*** (0.001)	0.001*** (0.001)	0.001*** (0.001)	0.001*** (0.001)
房間數	0.038*** (0.003)	0.074*** (0.003)	0.045*** (0.004)	0.019*** (0.003)	0.016*** (0.003)	0.014*** (0.003)
客廳數	0.050*** (0.004)	0.052*** (0.005)	0.062*** (0.005)	0.045*** (0.004)	0.032*** (0.004)	0.023*** (0.004)
衛浴數	0.018*** (0.004)	0.007 (0.005)	-0.001 (0.005)	-0.003 (0.004)	0.003 (0.004)	0.024*** (0.004)
距離國小	-6.30e-06 (6.88e-06)	7.92e-06 (5.80e-06)	7.26e-06 (7.68E-06)	-0.001* (6.56e-06)	-8.07e-06 (6.53e-06)	-0.001** (6.28e-06)
距離國中	1.67e-06 (3.85e-06)	7.81e-06** (3.63e-06)	9.14e-06** (4.61e-06)	1.64e-06 (4.25e-06)	-3.87e-06 (4.41e-06)	-8.00e-06** (3.93e-06)
距離火車站	1.53e-07 (9.42e-07)	5.93e-07 (9.20e-07)	6.92e-07 (1.07e-06)	-6.82e-07 (1.02e-06)	-1.53e-06 (1.09e-06)	-1.58e-06 (1.05e-06)
距離捷運站	2.07e-06 (1.83e-06)	6.77e-07 (2.02e-06)	2.57e-06 (1.94e-06)	2.82e-06* (1.71e-06)	1.83e-06 (1.95e-06)	2.92e-06 (1.84e-06)
居住樓層	0.381*** (0.010)	0.245*** (0.018)	0.271*** (0.014)	0.356*** (0.011)	0.435*** (0.014)	0.539*** (0.013)
車位	0.133*** (0.004)	0.154*** (0.005)	0.134*** (0.005)	0.120*** (0.004)	0.100*** (0.004)	0.084*** (0.004)

表7 最小平方迴歸模型與分量迴歸模型（續）

自變數	OLS	0.10分量	0.25分量	0.50分量	0.75分量	0.90分量
大樓	0.285*** (0.009)	0.377*** (0.016)	0.289*** (0.012)	0.229*** (0.010)	0.195*** (0.009)	0.217*** (0.009)
華廈	0.124*** (0.010)	0.187*** (0.017)	0.121*** (0.012)	0.006*** (0.010)	0.006*** (0.009)	0.107*** (0.010)
T1	0.089*** (0.005)	0.085*** (0.009)	0.080*** (0.007)	0.106*** (0.005)	0.106*** (0.005)	0.111*** (0.005)
T2	0.162*** (0.005)	0.178*** (0.010)	0.143*** (0.006)	0.147*** (0.006)	0.150*** (0.005)	0.145*** (0.006)
T3	0.159*** (0.005)	0.196*** (0.010)	0.171*** (0.006)	0.148*** (0.006)	0.129*** (0.005)	0.109*** (0.006)
T4	0.155*** (0.005)	0.208*** (0.010)	0.181*** (0.006)	0.137*** (0.005)	0.114*** (0.006)	0.099*** (0.006)
LRT	-0.026*** (0.010)	-0.039** (0.017)	-0.011 (0.010)	-0.030** (0.012)	-0.021* (0.011)	-0.022** (0.009)
DD1	0.043*** (0.015)	0.050 (0.045)	0.034 (0.023)	0.035** (0.019)	0.025 (0.016)	0.040*** (0.013)
DD2	0.035** (0.014)	0.068*** (0.018)	0.040** (0.019)	0.042*** (0.016)	0.029 (0.018)	0.009 (0.014)
DD3	0.002 (0.014)	0.014 (0.022)	-0.020 (0.172)	0.003 (0.016)	0.010 (0.015)	-0.002 (0.014)
DD4	0.006 (0.015)	0.028 (0.022)	0.003 (0.017)	0.030** (0.015)	-0.001 (0.015)	-0.001 (0.017)
F	5975.50***					
R ²	0.772					
Adjusted R ²						
Pseudo R ²	0.772	0.489	0.504	0.531	0.576	0.630

註：依變數為 $\ln p$ ，***表示該係數達1%顯著水準，**表示該係數達5%顯著水準，*表示該係數達10%顯著水準。括號內數值為穩健（robust）標準誤。e-06表示乘以 $\frac{1}{10^6}$ ，以此類推。

七、結論與建議

本研究採用傾向分數配對、差異中之差異法與分量迴歸模型研究高雄環狀輕軌系統對住宅價格的影響。以往研究交通重大建設，如興建輕軌站、高鐵站、火車站

等，使用差異中之差異法估計事件真實影響效果。本研究先以OLS估計將開工時間分成四個間段，估計結果其DD係數均為正值，然在開工後兩年半間有顯著正向影響，之後兩期均無明顯的影響。以分量迴歸估計結果而言，高雄環狀輕軌2013年6月4日開工，對於低房價（0.10分量）、中低房價（0.25分量）而言，只有在開工一年半後之2015年間有顯著正向影響，其它各期均無明顯的影響。中房價（0.50分量）方面，在開工後兩年半間有顯著正向影響，接著至2016年間無明顯影響，但在完工後又開始顯現顯著正向影響，顯示大眾交通運輸系統開工對鄰近住宅價格之影響效果會持續兩年半左右，影響效果要等到完工後，民眾可以立即性享受輕軌帶來的便利性，才會開始重新影響鄰近住宅價格，且對鄰近住宅價格之影響些微會隨著時間慢慢下降。從實證結果，我們可以觀察到輕軌的開工對中價位住宅的影響程度較長，Diao, McMillen, & Sing（2018）同樣認為捷運系統對中價位住宅的影響程度較大。對於中高房價（0.75分量）、高房價（0.90分量）而言，可能因為使用交通工具與生活習慣不同，沒有明顯的影響效果。Diao, McMillen, and Sing（2018）認為高價位住宅的居民出行較依賴於私家車，因為乘坐私家車的移動範圍較大，從而大眾運輸系統對高價位住宅的影響較低。

高雄環狀輕軌系統的宣告、開工、完工、通車營運往往需花上多年時間，本研究只針對輕軌開工興建前後對鄰近住宅價格之影響，無法完整顯示出高雄環狀輕軌系統從規劃、宣告、建設與完工階段對於輕軌鄰近地區住宅價格之影響。最後，本研究在時間部分採開工做為事件前之時間點，後續研究者可探討劃分事件前後的時間點，例如高雄環狀輕軌系統營運前後對住宅價格產生何種效果。而如果以營運為探討主題，劃設的距離是否也會因此不同，差異又會是多少，此將值得後續探討。

參考文獻

- 李春長、梁志民、林豐文，2017，捷運系統對鄰近住宅價格之影響—以差異中之差異法估計，臺灣土地研究，第20卷，第2期，頁31-58。
- 呂哲源、江穎慧、張金鶚，2019，土壤液化潛勢區公布對房價之影響，都市與計劃，第46卷，第1期，頁33-59。
- 徐世勛、陳琮仁、林士淵、張金鶚，2020，高雄氣爆後的房價被市場暴棄了？，經濟論文，第48卷，第1期，頁33-68。

- 陳世圯、涂維穗，2013，臺灣輕軌運輸系統發展之現況與評析（討論稿），財團法人國家政策研究基金會。網址：<https://www.npf.org.tw/3/12021>，最後查閱日期：2020 年 11 月 23 日。
- 黃怡潔、江穎慧、張金鶚，2017，臺北市公共住宅對周圍住宅價格之影響，都市與計劃，第 44 卷，第 3 期，頁 277-302。
- 維基百科，2020，高雄市平均每年每日搭乘輕軌的人數，網址：<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%AB%98%E9%9B%84%E7%92%B0%E7%8B%80%E8%BC%95%E8%BB%8C>。最後查閱日期：2020 年 11 月 23 日。
- 高雄輕軌旅運量統計，網址：https://www.krtco.com.tw/about_us/about_us-6.aspx。最後查閱日期 2017 年 4 月 30 日。
- 高雄市輕軌路線圖，網址：<https://khh.travel/zh-tw/traffic/circular-light-rail>。最後查閱日期：2020 年 11 月 23 日。
- 蘋果日報，2018，高雄輕軌二階段 真的沒人要搭嗎？9 月 18 日出版。
- Abraham, J. M. and W. S. Schauman, 1991, New Evidence on Home Prices from Freddie Mac Repeat Sales, *Real Estate Economics*, 19(3), pp. 333-352.
- Agostini, C. A. and G. A. Palmucci, 2008, The Anticipated Capitalisation Effect of a New Metro Line on Housing Prices. *Fiscal studies*, 29(2), pp. 233-256.
- Anantsuksomsri, S. and N. Tontisirin, 2015, The Impacts of Mass Transit Improvements on Residential Land Development Values: Evidence from the Bangkok Metropolitan Region. *Urban Policy and Research*, 33(2), pp. 195-216.
- Armstrong, R. J. and D. A. Rodriguez, 2006, An Evaluation of the Accessibility Benefits of Commuter Rail in Eastern Massachusetts Using Spatial Hedonic Price Functions. *Transportation*, 33(1), pp. 21-43.
- Bae, C. H. C., M. J. Jun, and H. Park, 2003, The Impact of Seoul's Subway Line 5 on Residential Property Values. *Transport policy*, 10(2), pp. 85-94.
- Boymal, J., A. de Silva, and S. Liu, 2013, Measuring the Preference for Dwelling Characteristics of Melbourne: Railway Stations and House Prices. In 19th Annual Pacific Rim Real Estate Society Conference: Future Directions: A Time of Change, 13-16 January 2013, RMIT University, Melbourne, Australia.
- Brandt, S. and W. Maennig, 2012, The Impact of Rail Access on Condominium Prices in Hamburg. *Transportation*, 39(5), pp. 997-1017.

- Case, K. E. and R. J. Shiller, 1989, The Efficiency of the Market for Single-Family Homes. *American Economic Review*, 79, pp. 125-137.
- Cervero, R. and M. Duncan, 2002, Transit's Value-Added Effects: Light and Commuter Rail Services and Commercial Land Values. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, (1805), pp. 8-15.
- Cervero, R., 1994, Rail Transit and Joint Development: Land Market Impacts in Washington, DC and Atlanta. *Journal of the American Planning Association*, 60(1), pp. 83-94.
- Cohen, J. P. and C. C. Coughlin, 2008, Spatial Hedonic Models of Airport Noise, Proximity, and Housing Prices. *Journal of Regional Science*, 48(5), pp. 859-878.
- Debrezion, G., E. Pels, and P. Rietveld, 2007, The Impact of Railway Stations on Residential and Commercial Property Value: A Meta-Analysis. *The Journal of Real Estate Finance and Economics*, 35(2), pp. 161-180.
- Diao, M., D. P. McMillen, and T. F. Sing, 2018, A Quantile Regression Analysis of Housing Price Distributions Near MRT Stations. *Abfer.org*
- Dubé, J., M. Thériault, and F. Des Rosiers, 2013, Commuter Rail Accessibility and House Values: The Case of the Montreal South Shore, Canada, 1992-2009. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 54, pp. 49-66.
- Dziauddin, M. F., S. Alvanides and N. Powe, 2013, Estimating the Effects of Light Rail Transit (LRT). System on the Property Values in the Klang Valley, Malaysia: A Hedonic House Price Approach. *Journal Teknologi (Sciences and Engineering)*, 61(1), pp. 35-47.
- Gatzlaff, D. H. and M. T. Smith, 1993, The Impact of the Miami Metrorail on the Value of Residences Near Station Locations. *Land Economics*, pp. 54-66.
- Ge, J., H. I., MacDonald and S. Ghosh, 2012, Assessing the Impact of Rail Investment on Housing Prices in North-West Sydney. In *Annual Pacific-Rim Real Estate Society Conference*.
- Geng, B., H. Bao, and Y. Liang, 2015, A Study of the Effect of a High-Speed Rail Station on Spatial Variations in Housing Price Based on the Hedonic Model. *Habitat International*, 49, pp. 333-339.
- Gibbons, S. and S. Machin, 2005, Valuing Rail Access Using Transport Innovations. *Journal of Urban Economics*, 57(1), pp. 148-169.

- Goetzmann, W. N. and M. Spiegel, 1995, Private Value Components, and the Winner's Curse in an Art Index. *European Economic Review*, 39(3-4), pp. 549-555.
- Grass, R. G., 1992, The Estimation of Residential Property Values Around Transit Station Sites in Washington, DC. *Journal of Economics and Finance*, 16(2), pp. 139-146.
- Grimes, A. and C. Young, 2013, Spatial Effects of Urban Rail Upgrades. *Journal of Transport Geography*, 30, pp. 1-6.
- Guo, S. and M. Fraser, 2015, *Propensity Score Analyses. Statistical Methods and Applications*. 2nd ed. Thousand Oaks (CA): SAGE Publications, Inc.
- Hess, D. B. and T. M. Almeida, 2007, Impact of Proximity to Light Rail Rapid Transit on Station-Area Property Values in Buffalo, New York. *Urban Studies*, 44(5-6), pp. 1041-1068.
- Hurst, N. B. and S. E. West, 2014, Public Transit and Urban Redevelopment: The Effect of Light Rail Transit on Land Use in Minneapolis, Minnesota. *Regional Science and Urban Economics*, 46, pp. 57-72.
- Imbens, G. W., and J. M. Wooldridge, 2009, Recent Developments in the Econometrics of Program Evaluation. *Journal of Economic Literature*, 47(1), pp. 5-86.
- Jayantha, W. M., T. I. Lam, and M. L. Chong, 2015, The Impact of Anticipated Transport Improvement on Property Prices: A Case Study in Hong Kong. *Habitat International*, 49, pp. 148-156.
- Kavetsos, G., 2012, The Impact of the London Olympics Announcement on Property Prices. *Urban Studies*, 49(7), pp. 1453-1470.
- Kheyroddin, R., A. Taghvaei, and A. Forouhar, 2014, The Influence of Metro Station Development on Neighbourhood Quality. *International Review for Spatial Planning and Sustainable Development*, 2(2), pp. 64-75.
- Koenker, R., and G. Bassett Jr, 1978, Regression Quantiles. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, pp. 33-50.
- Koenker, R. and G. Bassett Jr, 1982, Robust Tests for Heteroscedasticity Based on Regression Quantiles. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, pp. 43-61.
- Li, K., M. Wen, and K. A. Henry, 2017, Ethnic Density, Immigrant Enclaves, and Latino Health Risks: A Propensity Score Matching Approach. *Social Science & Medicine*, 189, pp. 44-52.

- Lin, J. J. and C. H. Hwang, 2004, Analysis of Property Prices before and after the Opening of the Taipei Subway System. *The Annals of Regional Science*, 38(4), pp. 687-704.
- McMillen, D. P. and J. McDonald, 2004, Reaction of House Prices to a New Rapid Transit Line: Chicago's Midway Line, 1983-1999. *Real Estate Economic*, 32(3), pp. 463-486.
- Morgan, S. L. and D. J. Harding, 2006, Matching Estimators of Causal Effects: Prospects and Pitfalls in Theory and Practice. *Sociological Methods & Research*, 35(1), pp. 3-60.
- Morgan, S. L. and C. Winship, 2007, *Counterfactuals and Causal Analysis: Methods and Principles for Social Research*.
- Mulley, C. and C. Tsai, 2016, When and how much does New Transport Infrastructure Add to Property Values? Evidence from the Bus Rapid Transit System in Sydney, Australia. *Transport Policy*, 51, pp. 15-23.
- Nelson, J. P., 2004, Meta-Analysis of Airport Noise and Hedonic Property Values. *Journal of Transport Economics and Policy (JTEP)*, 38(1), pp. 1-27.
- Rosenbaum, P. R. and D. B. Rubin, 1983, The Central Role of the Propensity Score in Observational Studies for Causal Effects. *Biometrika*, 70(1), pp. 41-55.
- Ryan, S., 2005, The Value of Access to Highways and Light Rail Transit: Evidence for Industrial and Office Firms. *Urban Studies*, 42(4), pp. 751-764.
- So, H. M., Tse, R. Y., and S. Ganesan, 1997, Estimating the Influence of Transport on House Prices: Evidence from Hong Kong. *Journal of Property Valuation and Investment*, 15(1), pp. 40-47.
- Topalovic, P., J. Carter, M. Topalovic, and G. Krantzberg, 2012, Light Rail Transit in Hamilton: Health, Environmental and Economic Impact Analysis. *Social Indicators Research*, 108(2), pp. 329-350.
- Winship, C. and S. L. Morgan, 1999, The Estimation of Causal Effects From observational Data. *Annual Review of Sociology*, 25, pp. 659-706.
- Winship, C. and Sobel, M., 2004, Causal Inference in Sociological Studies, pp. 481-503.
- Zhang, L. and Yi. Yimin, 2017, Quantile House Price Indices in Beijing. *Regional Science and Urban Economics*, 63, pp. 85-96.

