

## 分量迴歸在大量估價模型之應用 —非典型住宅估價之改進<sup>1</sup>

張怡文<sup>2</sup> 江穎慧<sup>3</sup> 張金鶚<sup>4</sup>

論文投稿日期：97年03月14日  
第一次修正日期：97年07月07日  
第二次修正日期：97年10月14日  
論文接受日期：97年10月25日

### 摘 要

隨著國內不動產市場M型化推案趨勢，非典型住宅(如：高總價豪宅和低總價小套房)類型逐漸增多，對於此類型產品的估價精準度也需要提升。從過去研究發現，最小平方迴歸估計忽略各特徵屬性對價格條件分配的差異。本研究乃以分量迴歸方法建立住宅大量估價模型，藉以瞭解住宅特徵對於不同價格分量的差異，實證結果發現以最小平方迴歸模型估計相較於分量迴歸，對於一樓、頂樓、車位、區位等變數有高估或低估的情形。比較估值模型預測精確度，本文透過30次重複實驗，發現分量迴歸對於兩側尾端樣本有較佳的預測能力。從實證方法而言，本文改進以最小平方迴歸模型對兩尾端價格高估或低估問題；就實務應用方面，隨著不動產產品差異度增加，以及新版巴塞爾協定(Basel II)實施對不動產價值更新的需求，分量迴歸模型可提升兩尾端估計精確度，並提供住宅大量估價系統另一種資產重估方法。

關鍵詞：不動產估價、大量估價、分量迴歸、非典型住宅

1. 本研究感謝國科會提供研究經費 (NSC96-2415-H-004-015-MY2)。中央研究院經濟所管中閔院士及匿名審查者提供許多寶貴意見，作者特以致謝。
2. 國立政治大學地政學系碩士。E-mail: alice7281983@yahoo.com.tw
3. 國立政治大學地政學系助理教授。E-mail: yinghui@nccu.edu.tw
4. 通訊作者，國立政治大學地政學系教授。E-mail: jachang@nccu.edu.tw

## Quantile Regression Analysis of Residential Mass Appraisal Models—Improvement in Atypical Housing Appraisal

Yi-Wen Chang, Ying-Hui Chiang, and Chin-Oh Chang

*Department of Land Economics, National Chengchi University  
Taipei, Taiwan 11605*

### ABSTRACT

Analysis of the current domestic trend of residential types shows that high-priced and low-priced dwelling units are gaining popularity. Thus, the estimation of popularity of these two classes of residence should be made more precise. Because ordinary least square regression cannot signify the variation caused by different quantile functions of a conditional distribution, this study estimates the housing price by quantile regression. The models are compared with ordinary least square regression and quantile regression. Empirical results reveal that the distributions of some variables, such as first floor, top floor, parking lot, location, are different between the two models. These differences are easily underestimated or overestimated when applying ordinary least square regression. Results of hit rate and mean absolute percentage error based on 30 repeated experiments using random sampling indicate that quantile regression estimates more accurately than ordinary least square regression on two-tailed distribution. For mass appraisal applications, a quantile regression advances the estimate on two-tailed price, and provides a new method for asset reevaluation of banks.

Keywords: Real estate appraisal, Mass appraisal, Quantile regression, Atypical housing.

### 一、前言

國內業界主要採用個別估價的方法進行，然而，大量估價方法在國際上已被逐漸廣泛應用於業界與政府部門。McCluskey and Adair (1997) 列舉許多國家使用電腦輔助大量估價的方法，顯示出許多國家已利用大量估價方式作為不動產的估價方法或作為稅務輔助工具。隨著統計方法與電腦科技的發達，使得電腦輔助大量估價系統漸成趨勢，且其具有估價成本低，不易出現人為主觀偏誤的優點。

對於業界而言，為配合新版巴塞爾資本協定 (Basel II)，包含銀行控股公司在內的所有類型銀行，將受到內部信用評等和每年重估金融擔保品的約束。在各類型銀行的金融擔保品中，

以不動產居多；是以，建立一個能夠快速、精準且符合市場現況與需要的大量估價模型，更是重要且當務之急問題。

自從Rosen (1974) 發展出特徵價格方程式估計法(hedonic equation method)，學術界與業界就常以此一方法來估計不動產價值，或將其作為與其他估計方法比較的基本模型。然而，Reck (2003) 認為以普通最小平方法 (ordinary least square, OLS) 作估計的迴歸模型中，描述自變數與應變數關係的參數估計是一個單一的向量，且其假設條件分配不存在異質變異；亦即，模型將造成所有價位的不動產其特徵屬性都具有同樣的邊際價格。

由於不動產具有高異質性，即使在同一時點，也會因為類型不同、特徵不同、或地理區位差異而產生不同的價格差異。而高低價位的差異，不動產特徵對其價格的影響也可能不同，為探討不動產特徵對高低價格的影響效果，本文將Koenker and Bassett (1978) 所提出的分量迴歸 (quantile regression, QR) 應用於住宅大量估價模型，進一步對過去的大量估價特徵模型進行修正與改進。由於分量迴歸模型的參數估計，極小化所有誤差項絕對值的總和，較普通最小平方迴歸的估計式對於離群值 (outliers) 更具穩健性 (robustness)，並能同時針對研究資料做進一步的解釋與分析。故本文實證研究，乃建立分量迴歸特徵價格模型與最小平方特徵價格模型進行比較，並採用平均絕對百分比誤差 (mean absolute percentage error, 以下通稱MAPE) 以及命中率 (以下通稱Hit Rate) 作為模型預測優劣的衡量標準，藉以討論分量迴歸模型的估計表現是否較最小平方迴歸模型為佳。

本文以台北市住宅大廈成交資料建構模型，分別探討分量迴歸模型與最小平方迴歸模型之可行性與估價精確度。並透過分量迴歸來估算出住宅特徵屬性對非典型住宅(也就是條件分配兩尾端的高、低價格住宅)的差異，並檢測各跨分量間的特徵係數差異，以進一步了解影響不同分量價格的特徵屬性差異，使住宅大量估價模型能更加精確。

本文共分六節，第一節為前言，第二節為研究方法與研究設計，第三節為資料與模型說明，第四節為實證分析，第五節為估價模型精確度分析，最後為本文結論。

## 二、研究方法與研究設計

### (一)特徵價格法

Lancaster (1965) 認為消費者購買商品可說是源於對商品特徵所產生的需求，Rosen (1974) 延伸提出特徵價格理論 (hedonic price theory)，認為產品是由許多特徵所組成，其價格也應由各特徵的價格所決定。在特徵價格方程式運用上，是以價格為應變數，產品的各種特徵當成自變數，利用商品特徵對價格進行迴歸，即可求得特徵之隱含價格。

特徵價格法應用於不動產估價方面，有相當多的文獻探討各種住宅屬性、住宅區位以及週遭環境等因素對房價的影響。國內外亦有許多的學者曾以此理論研究房價的問題，利用特徵價

格理論配合計量經濟學的迴歸模型，建立房價影響模式並針對特徵價格模型的估計結果做比較分析。國內的相關研究很多，包括利用住宅結構屬性、與市中心距離、鄰里特性、空氣品質、總體經濟變數等影響因素對房價或地價做討論。國外方面，Miller (1982) 回顧住宅特徵價格模型的相關文獻，可看出當時就已經有不少的相關研究。此外，近三十年來，特徵價格模型已被國外的相關研究應用於估價與預測上。從Kirby (1997)、Mark and Goldberg (1998)、Detweiler and Radigan (1999) 等許多學者的研究中，即可以看到特徵價格模型在住宅不動產大量估價中的應用及不同國家電腦輔助不動產大量估價的經驗。

## (二)分量迴歸

Koenker and Bassett (1978) 開創分量迴歸<sup>5</sup>研究方法，其特點是不對母體做任何的分配假設，估計的參數由過去樣本原始的分布情況決定，可呈現資料特性，並得出較符合穩健性的統計推論。Koenker and Hallock (2001) 研究指出，若將樣本進行切割或分組，不僅會喪失有用的樣本訊息，亦可能會導致樣本選擇偏誤 (sample selection bias)，若以分量迴歸進行估計可避免此類偏誤。

分量迴歸和最小平方迴歸皆是利用迴歸係數進而衡量解釋變數的邊際效果，但是兩者在解釋上的意涵不同。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均數，而分量迴歸估計式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 and Bassett, 1982; Koenker and Hallock, 2000; Kuan, 2003)。在過去實證研究發現 (莊家彰、管中閔, 2005; 廖仲仁、張金鶚, 2006; 陳建良, 2007; 李建興, 2008)，當樣本分配為不偏分配時，條件均數的結果具有代表性，最小平方迴歸和分量迴歸的估計結果是一致的；但當樣本為不對稱分配時，最小平方迴歸和分量迴歸的估計結果並不一致，此時，分量迴歸結果對不同分量的邊際效果解釋較為合理。

分量迴歸模型雖具有不需假設母體分配，以及估計值具有效率性等優點；然分量迴歸為無母數模型，估計過程以模擬重複抽樣方式進行，處理過程較最小平方迴歸複雜。在實際應用方面，對於兩尾端的估計，分量迴歸模型較最小平方迴歸更為準確；但如果非針對兩尾端的估計，分量迴歸與最小平方迴歸模型結果差異不大。此外，分量迴歸可分析不同分量下，各解釋變數對被解釋變數的影響程度差異，也是分量迴歸的特點之一。

近年來分量迴歸已廣泛應用於各學術領域，包括股市價量關係 (莊家彰、管中閔, 2005)、工資函數 (陳建良、管中閔, 2006)、證券發行報酬率 (李建興, 2008)、醫學等研究，但不動產領域應用分量迴歸分析，除廖仲仁、張金鶚 (2006) 利用分量迴歸檢驗不對稱的仲介服務價格效果，國內尚未有文獻應用分量迴歸分析不動產價格的影響因素差異，由於不動產具有高度

5. 根據Koenker and Bassett (1978; 1982) 與文獻，分量迴歸模型係屬無母數模型。在分量迴歸模型估計過程中，各文獻有不同做法，其中一種常用方式，乃利用「自體重複抽樣」中的拔靴法進行估計，此法亦為STATA (本研究所使用的統計軟體之一) 所採用。本研究過程中，設定重複抽樣與估計次數為1000次。概原文所述，並非作者自行衍生，此乃分量迴歸模型估計方式之前提。

異質性，此乃引發本文採用分量迴歸估計不動產價格模型。

### (三)研究設計

以成交總價為被解釋變數，並先後以最小平方迴歸與分量迴歸估計模型並估計價格。分量迴歸模型選擇0.1、0.25、0.5、0.75、0.9等五分量進行探討。實證過程中，先得到最小平方迴歸與分量迴歸的模型估計結果，並分別進行價格估計。研究採用平均絕對百分比誤差以及命中率評估模型預測的精確度，作為評斷模型表現以及預測能力的標準。

在模型估價精確度的實證部分，將採用交互驗證法<sup>6</sup> (cross validation) 的研究方式，並於實證過程中進行重複實驗。研究將重心側重於模型的測試與討論，相信在經過交互驗證法以及重複實驗的結果後，模型將具穩定性。實證進行方式為將經過處理的資料進行隨機抽樣，抽取10%的樣本數作為樣本外資料<sup>7</sup>，目的在於針對迴歸模型進行估計效果的測試，之後並重複進行測試30次以檢驗整體穩定性。

本文將模型實證的結果利用MAPE以及Hit Rate作為評估模型預測結果優劣的方法。為了解模型估計精確度的狀況，首先以MAPE對各模型進行精確度比較。MAPE是取估計誤差的絕對值，即使高估和低估的幅度相等，誤差項也不會彼此抵銷，此乃利用MAPE衡量預測結果的優點。適用於評估誤差大小以及離散程度。就MAPE作為衡量模型預測精確度的統計量而言，會希望值越小越好。其計算方式如下：

$$MAPE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left| \frac{y_i - \hat{y}_i}{y_i} \right| \times 100\% \quad (1)$$

其中， $N$ 為樣本筆數， $y_i$ 為真實交易價格， $\hat{y}_i$ 為預測價格。

本文所採用的另一個衡量模型預測優劣的分析方法為Hit Rate，進行方式同樣為分別對各模型進行Hit Rate的估算。Hit Rate意指在特定的誤差範圍內，預測值落於該區間內的機率。Hit Rate越高者，表示預測值接近市場價值的機率越高。由於不動產市場存在無效率性，只要估計誤差不大，市場仍可接受產生的誤差。本文所採取的Hit Rate誤差範圍為10%及20%，Hit Rate的誤差範圍越小，預測值越貼近市場價值；Hit Rate越高，表示預測值涵蓋市場價值的機率越高。其計算方式如下：

$$y_i - y_i(\alpha) \leq \hat{y}_i \leq y_i + y_i(\alpha) \quad (2)$$

其中， $\alpha$ 為誤差範圍(±10%、±20%或±30%)，餘與式(1)相同定義。若估計值落於範圍

- 
6. 交互驗證法將樣本分為兩個部份—樣本內資料與樣本外資料。以樣本內資料進行模型配適，利用樣本外資料來評估模型的正確性，並利用反覆試驗的方式抽取樣本，目的在避免樣本誤差而誤導結果。
  7. 本文中所指之樣本外資料 (hold out sample) 乃資料經過處理後，從中抽取部分樣本而不放入模型內，待模型建立完畢後，以該未放入模型內之樣本來測試模型的預測能力。Pace and Gilley (1993) 提出模型中樣本外資料預測表現的重要，並使用重複試驗的方法驗證研究結果。

內，則記為1。將所有次數相加，可估計出命中次數。

$$\text{Hit Rate} = \frac{n}{N} \times 100\% \quad (3)$$

其中， $N$ 為樣本筆數， $n$ 為命中次數。

在國際不動產估價協會 (International Association of Assessing Officers, 2003) 所提出的自動估價模型準則中提到，在AVM的報告書中，測試品質的呈現是很重要的，而其所採用的標準即為命中率。在國外的相關研究方面，Calhoun (2001) 研究指出美國自動估價系統模型的命中率落在4%與73%之間，而命中率的中位數為48%，而其中位數絕對預測誤差落在8.1%與20.9%之間，其中位數為9.9%；Loans(1990)利用投資財產資料庫中的估值平均數資料來測試，誤差在正負10%內的命中率達到30%、落在正負20%內達到67%；Matysiak and Wang(1995)採用投資財產資料庫的交易價格資料進行命中率測試，發現誤差在正負10%內的命中率達到30%，落在正負20%達到70%。因此本文設定交易價格正負20%差異範圍內的Hit Rate維持70%以上，表示此估價模型有顯著較佳預測能力。

### 三、資料與模型說明

#### (一)研究資料

利用台灣不動產成交行情公報 (成交公報) 的資料，樣本期間自2004年Q1至2005年Q2共計18個月，就可取得資料做實證分析，並取時間範圍較完整的資料以減少時間落差的問題。經過初步篩選剔除有缺失值之樣本，得到共3,707筆台北市大廈<sup>8</sup>資料。

資料樣本的處理方面，本文採取剔除5分位數以下及95分位數以上的樣本，僅保留此二分位量之內的樣本，是要剔除急買急賣等特定價格的情況。之後並依據文獻上的建議，針對離迴歸式較遠的樣本點作異常點刪除的動作，林秋瑾 (1996) 經過實證顯示DFRITS法之表現較R-student、Covratio、Cook'D等方法為佳，故本文採用DFRITS法做為異常點篩選的準則。經過樣本資料處理之後，共有台北市住宅大廈資料3,270筆。對資料樣本進行以上處理的主要目的，乃是為了剔除限定價格的個案，而單純研究正常價格的特徵價格模型；且由於原始資料數目堪稱充裕，因此將資料經過上述的處理，可以得到較整齊的統計資料。

根據國際估價準則 (International Valuation Standards) 指出，以市場為基礎的估價，通常是使用自市場取得之價格資料。而價格是指要價、出價或支付財貨勞務的總額，為一歷史事實。故本文選定以成交公報中之成交價格作為市場價格的表徵。成交公報的特色在於其為真實的交易價格，且其為結合數家房屋仲介公司之交易資料所得之資訊，可降低不同仲介公司市場占有

8. 本研究樣本之大廈是指六樓以上住宅電梯大廈，商業用辦公大樓不納入樣本。

率不等之可能造成偏誤的情況。在住宅需求動向調查中發現，民眾透過仲介購屋的比例提高，這也使得成交公報的資料更具代表性。

## (二)研究範圍及限制

本文主要以台北市的住宅為研究對象。由於不同型態之住宅，其住宅屬性影響價格之意義也有所不同，故本文擬獨立出台北市的大廈類型做討論。同時，主要是在大量估價的領域之下解決研究問題，研究限制為在有限資料變數下，就現有資料變數作建模選擇。

## (三)樣本資料之敘述統計

表一為本文樣本敘述統計，將樣本資料(共3,270筆)依照變數分別列出平均數、標準差、最小值與最大值。由於本研究採用對成交總價進行分量研究的方式，對於成交總價的資料狀況需要進一步掌握，故將樣本資料中成交總價的各分量分配、偏態與峰度情形列於表二。

表一 樣本敘述統計

變數(單位)	平均數	標準差	最小值	最大值
成交總價(萬元)	1130.76	577.43	300.00	8955.00
坪數(坪)	41.12	15.21	11.91	173.94
房間數(間)	3.07	0.87	0.00	9.00
廳數(廳)	1.94	0.35	0.00	4.00
衛浴數(間)	1.80	0.56	0.00	5.00
屋齡(年)	17.48	8.07	0.00	38.70

表二 住宅大廈成交總價的各分量分配、偏態與峰度

成交總價 主要分量	偏態	峰度	0.1 分量	0.25 分量	0.5 分量	0.75 分量	0.9 分量
分量值 (萬元)	2.78	22.30	580	748	1,000	1,350	1,800

由資料的敘述統計(表一)以及住宅大廈成交總價的各分量分配、偏態與峰度(表二)可看出大廈的坪數平均為41.12坪，標準差為15.21坪；成交總價介於300萬及8,955萬元之間，平均為1,130.76萬元，標準差為577.43萬元，其偏態係數與峰度係數分別為2.78與22.30，可以看出資料型態為高狹峰、右偏分配。

## (四)實證模型

本文實證模型採用Rosen (1974) 的特徵價格模型，Follain and Malpezzi (1980) 認為在半對數模型中，估計係數可以解釋為一單位特徵變動造成住宅價格影響的百分比，且半對數模型可以降低變異數不齊一問題，提出半對數相對於線性模型更具優勢。Soderberg (2002) 比較對數線性與半對數線性兩種不同迴歸模型，就各變數影響效果而言，半對數線性模型與實際狀況較吻合且較穩定。Sirmans *et al.* (2005) 指出在特徵價格模型中對房價取對數，是為使房價分布較為常態且有助誤差項常態假設。綜合以上相關文獻，本文的特徵價格模型採用半對數模型。

以住宅成交總價的對數值做為被解釋變數，模型形式如下：

$$\ln(TP_i) = \alpha + \sum_{j=1}^k \beta_j X_{ij} + \phi_i \quad (4)$$

其中， $TP_i$  為第*i*筆資料的成交總價；

$\alpha$  為第*i*筆資料的截距項；

$\beta_j$  為第*i*筆資料的第*j*個特徵之隱含價格，即各特徵屬性之迴歸係數；

$X_{ij}$  為第*i*筆資料的第*j*個特徵屬性(包括坪數、坪數平方、房間數、衛浴數、屋齡、屋齡平方、樓層虛擬變數、車位虛擬變數、區位虛擬變數以及時間虛擬變數)；

$\phi_i$  為第*i*筆資料的誤差項。

本文的模型設定如上述，採取SAS與STATA進行計量工作，並分別以普通最小平方迴歸以及分量迴歸進行估計。

### (五)變數選取說明

實證模型變數選取主要是參考過去文獻，整理出對房價有顯著影響的各項不動產特徵，並考慮不動產估價時需考慮的區位及交易時間。表三為本文變數說明表，預期符號是指採用最小平方特徵價格模型的變數預期符號。

表三 變數說明表

變數型態	變數名稱	單位	變數說明
應變數	成交總價	萬元	採用總價並取自然對數
自變數	建物面積坪數	坪	預期符號為正
	建物面積平方	坪 <sup>2</sup>	由於坪數可能存在報酬遞減現象，故加入平方項，對於住宅價格的影響預期符號為負。
	房間數	間	預期符號為正
	衛浴數	套	預期符號為正
	屋齡	年	預期符號為負
	屋齡平方	年 <sup>2</sup>	隨著屋齡增加，存在維護更新的可能性，故加入二次項，對於住宅價格的影響預期符號為正。
	一樓	虛擬變數	否=0；是=1；一樓住宅通常價格高於其他樓層，故預期符號為正。
	頂樓	虛擬變數	否=0；是=1；頂樓住宅因景觀較佳，價格通常高於其他樓層，故預期符號為正。
	車位	虛擬變數	無車位=0；有車位=1；預期符號為正。
	區位	虛擬變數	早期開發與南郊區=0；其他地區(舊市區中心、新市區中心、東郊區、北郊區)=1；以價位較低的早期開發與南郊區作為基準組，故其他地區預期符號皆為正。
時間	虛擬變數	2004年1-6月， $Q_1=Q_2=0$ ；2004年7-12月， $Q_1=1$ ；2005年1-6月， $Q_2=1$ 。	



### 1. 應變數：不動產成交總價

不動產成交總價乃由建物面積乘上單價，而建物面積因為建築物型態不同，其面積是否包含車位、公設等不易區分，如果採用單價模型可能會有偏誤，故本文應變數採用不動產成交總價。而國外文獻Sirmans *et al.* (2005) 和Malpezzi (2003) 回顧特徵價格模型相關研究，國內文獻彭建文等人 (2007)、林祖嘉、馬毓駿 (2007) 之房價模型，其應變數皆採用總價模型。

### 2. 自變數：

#### (1) 面積變數：坪數、坪數平方

由於應變數為總價，而不動產價格隨著建物總面積增加而上升，故預期坪數變數對價格影響為正向。Sirmans *et al.* (2005) 回顧過去關於特徵價格研究，面積平方項變數並不是模型必要變數。然本文認為坪數可能有報酬遞減現象，對於低總價小坪數住宅，其增加一坪對於使用者效用較大，而高總價大坪數住宅，增加一坪對於使用者效用可能相對較小，本文藉由坪數平方項來觀察不同分量下，面積變數對於價格影響報酬遞減差異，故採用坪數平方變數。

#### (2) 內部屬性變數：房間數、衛浴數

Sirmans *et al.* (2005) 回顧過去相關特徵價格模型研究，指出房間數與衛浴數對於住宅價格為正向影響。在分量迴歸模型中，預期低總價時房間數對價格的影響為正；高價位但坪數大時，預期房間數對價格影響為正向而遞減。

#### (3) 屋齡變數：屋齡、屋齡平方

屋齡變數乃考量建築物折舊對不動產價格的影響，由文獻(Cannaday and Sunderman, 1986; Fisher *et al.*, 2006; Geltner *et al.*, 2007)實證結果發現折舊會隨著屋齡增加而呈現非線性的變化，基於考量屋齡變數可能為非線性變化，故加入屋齡平方項<sup>9</sup>。且本文採用分量迴歸方法，欲特別觀察不同分量下屋齡非線性變化差異，故加入屋齡平方變數。由於不同使用類型的建築物，其折舊型態可能有凹型、凸型或不規則型的差異，但長期而言，折舊會導致建物價值趨近於零，故本文預期屋齡對不動產價格為負向影響。然而，隨著屋齡增加達有限使用年限後，建物價值趨近零，而土地再更新價值逐漸增加，故預期屋齡平方項對價格影響預期符號為正。

#### (4) 樓層變數：是否為一樓、是否為頂樓

一樓住宅可及性佳價格通常高於其他樓層，而頂樓因景觀與隱私性較佳，價格通常

---

9. Geltner *et al.* (2007) 認為不動產建物皆會經歷折舊毀損及再更新(或再開發)的生命循環，不動產價值 (property value) 為土地價值 (land value) 加上建築物價值 (structure value)，不動產投資增值報酬 (資本利得) 是反映再開發時點的不動產價值變化，而不是土地價值變化，或基地使用價值變化。投資報酬反映建築物的真實折舊效果，而建築物折舊原因可歸為三類：物理折舊、功能折舊、經濟折舊。如果是物理折舊於再開發 (或再更新) 時點，通常只需要小部分的定期資本支出改良；如果是屬於功能性折舊，於再開發 (或再更新) 時點需要較大金額的重建資本；如果是經濟折舊通常需要破壞或基地完整再開發。本文認為隨時間增加建物價值受到折舊影響而減少，但土地再開發選擇權價值會隨時間增加，而不動產整體價值則受到此兩項因素影響，當土地再開發選擇權價值高於建物殘餘價值時，將產生不動產再開發增值。在本文中增加屋齡平方項變數，可測試時間對於不動產價值非線性變化影響，亦可證實折舊與再開發時點關係。

也高於其他樓層。由於有能力負擔高價位的使用者，對於可及性、景觀及隱私性等居住品質的要求也較高，預期分量迴歸模型中，一樓及頂樓對高價位的影響較大。

(5) 車位變數

預期高價位住宅，對於停車位更有需求，預期分量迴歸模型中，車位對高價位的影響較大。

(6) 區位變數

本文以階層集群分析法將台北地區劃分<sup>10</sup>為五區：舊市區中心(包括中山、中正、松山等三個行政區)、新市區中心(包括信義、大安等兩個行政區)、東郊區(包括內湖、南港等兩個行政區)、北郊區(包括士林、北投等兩個行政區)、早期開發與南郊區(包括萬華、文山、大同等三個行政區)。

(7) 時間變數

本研究資料時間範圍為2004年1月至2005年6月總計一年半時間，從台灣房地產景氣動向季報發現，資料交易期間房地產景氣均為綠燈，分數介於12至14分之間，顯示此段期間景氣平穩無明顯差異。配合個別估價師比較法估價作業方式，交易期間如無明顯景氣變動時，三至六個月內的成交資料，可不進行期日調整，故以半年設定一虛擬變數，並以時間最早的2004年1~6月間為基準組。

## 四、實證分析

實證分析以成交總價為應變數，分別進行最小平方迴歸與分量迴歸估計，為深入探討不同分量模型的估計係數差異，本文選擇 $\theta=0.1, 0.25, 0.5, 0.75$ 及 $0.9$ 五個條件分量迴歸模型加以比較。此五個特定條件分量，包含四分位數對應的三個分量(0.25, 0.5和0.75)，以及左右尾分量(0.1和0.9)，是分配中較具代表性的分量。表四為最小平方迴歸與分量迴歸的估計與檢定結果。

由表四發現影響總價的多數變數，在最小平方迴歸與分量迴歸模型都達到1%顯著水準，模型的解釋能力也很高。最小平方迴歸模型的調整後 $R^2$ 達到0.78，分量迴歸的Pseudo- $R^2$ 大致介於0.48和0.58之間。從最小平方迴歸模型發現，對大廈成交總價最具影響性的特徵變數，由模型標準化 $\beta$ 值估計結果得知，坪數、衛浴數及房間數依序為屬量變數前三大影響力變數。

由圖一可發現衛浴數對總價的邊際影響力呈現正向且遞增情況；房間數對總價的邊際影響力在低至中價位時，呈現正向而遞減現象；一樓變數在高價位時，分量迴歸其估計係數明顯高於最小平方迴歸模型。

10. 本文以「影響住宅價格的因素同樣會影響次市場劃分」的原則選取變數，進行方式以階層集群分析法劃分次市場。以歐基里得直線距離平方做為測量區間，同時以Ward's method為集群。選取變數根據文獻整理影響不動產價格的因素以及可取得的資料，整理出的變數包括：每坪單價、建物面積、屋齡。

為清楚比較分量迴歸與最小平方迴歸估計在各解釋變數的差異，將前述各分量迴歸估計值的95%信賴區間（陰影區），以及最小平方迴歸估計值的95%信賴區間（虛線區）繪於圖一。圖的兩軸分別是，X軸為分量，Y軸為變數的係數值。為瞭解跨分量間（inter-quantile）其住宅特徵是否具有顯著差異，表五為高低不同分量間係數差異檢定結果。

由表五高低不同分量間係數差異檢定結果，發現第0.9與0.1分量間，位於一樓對價格的影響在10%顯著水準下呈現顯著不同；而在第0.9與0.5分量間，位於一樓對價格的影響在5%顯著水準下也有顯著差異。表示位於一樓的條件在高價位時有明顯溢價效果。

頂樓變數只有在0.9分量迴歸模型達到1%顯著水準，顯示頂樓變數對於高價位住宅有顯著影響。且從圖一發現該特徵變數對於總價的估計係數，在高分量時高於最小平方迴歸模型。此結果符合研究預期，高價位住宅使用者對於住宅景觀及隱私性等居住品質的要求較高，因此，若以最小平方迴歸模型估計時，會低估此變數對價格的影響。在表五的跨分量差異檢定，發現第0.9與0.5分量間，位於頂樓的特徵對於價格呈現顯著差異；與圖一和表四的結果呼應。

表四顯示車位變數對於低價位（0.1分量）並無顯著影響，亦即消費者購買低總價住宅時，是否含車位並不是影響因素。從圖一可看出，車位變數在最小平方迴歸模型估計時，在高總價類型（如豪宅產品）有被低估現象，而在低總價類型（如小套房產品）有被高估的問題。表五跨分量間差異檢定發現，在第0.9與0.1分量間及第0.9與0.5分量，車位變數對高低分量價格的影響均達1%顯著水準，顯示具備車位條件對於高低價格影響異於以最小平方迴歸估計結果。

由表四及圖一各區位變數在不同迴歸模型的結果，發現舊市區中心及北郊區的住宅，隨著總價提高，區位變數對價格的影響有逐漸增加的效果。而位在東郊區的住宅，隨著總價提高，區位變數對價格的影響卻是逐漸遞減的效果。顯示不同地區的區位變數，採用分量迴歸模型估計可解決以最小平方迴歸模型估計的高估或低估的問題。

圖二及圖三分別為不同價格分量下的坪數及屋齡輪廓圖，圖二坪數輪廓由  $\hat{Y} = a_1 \cdot x + a_2 \cdot x^2$  求得，其中x為坪數； $a_1$ 及 $a_2$ 為坪數一次項及平方項的估計係數。坪數輪廓的斜率表示坪數特徵對於成交總價的邊際影響效果；當坪數輪廓達轉折點（turning point）時，表示坪數特徵對於成交總價的邊際影響效果為零，此時的坪數為 $(-a_1) / (2 a_2)$ ，一旦坪數大於該轉折點，表示坪數確實存在報酬遞減的現象。

綜合表四、表五和圖二對於坪數與坪數平方估計結果，發現坪數對於總價為正向影響，但跨分量間的差異並不顯著；而坪數平方對總價為負向影響，表示坪數對於總價邊際影響力有報酬遞減效果。由圖二發現中高價位住宅的坪數輪廓最晚到達轉折點，其次為中價位，較低價位住宅的坪數輪廓則最早到達轉折點。

圖三為不同成交總價分量下的屋齡輪廓，發現較高價位住宅的屋齡輪廓最晚到達轉折點，其次為中價位，較低價位的屋齡輪廓則最早到達轉折點。從建築物維護更新角度而言，較高價位的住宅屋齡輪廓到達底點的年數較長，顯示高價位大廈可能因為較重視維護管理，故建物在經過較長期間才進行更新；反之，較低價位的住宅屋齡輪廓到達底點的年數較短，顯示低價位大廈更新期間較早。

從圖一來看多數解釋變數在分量迴歸與最小平方迴歸無明顯差異，僅有一樓、頂樓、車位、舊市區中心及北郊區等變數，在高分量的估計參數與最小平方迴歸有較明顯差異。雖然目前實證結果部分變數，採用最小平方迴歸與分量迴歸估計，並無顯著差異；由表五可看出不同分量迴歸參數估計值，對於高分量模型及虛擬變數(一樓、頂樓、車位及區位變數)等，仍有顯著差異，顯示分量迴歸的確可改進採用最小平方迴歸估計對於部分變數有高估或低估的問題。

表四 最小平方迴歸模型與分量迴歸模型之估計結果

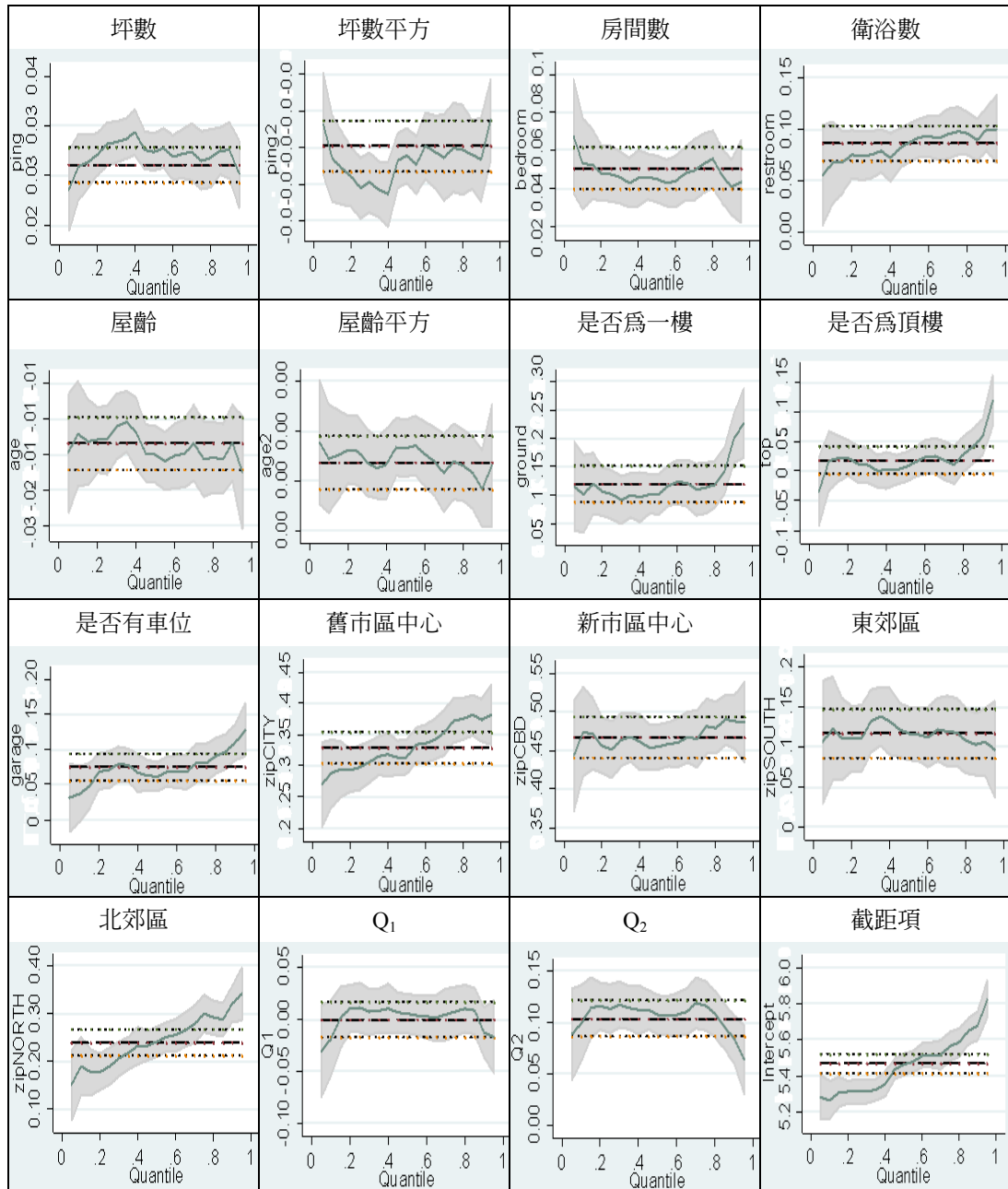
模型	最小平方迴歸模型		0.1分量迴歸模型		0.25分量迴歸模型		0.5分量迴歸模型		0.75分量迴歸模型		0.9分量迴歸模型	
	係數	t值	係數	t值	係數	t值	係數	t值	係數	t值	係數	t值
變數												
截距項	5.4671	206.40 ***	5.2659	85.02 ***	5.3166	89.61 ***	5.4626	147.83 ***	5.5621	192.10 ***	5.6784	148.47 ***
坪數	0.0261	29.41 ***	0.0259	12.18 ***	0.0282	16.68 ***	0.0274	15.79 ***	0.0265	24.23 ***	0.0276	19.02 ***
坪數平方	-0.0792	-11.15 ***	-0.0860	-5.57 ***	-0.1022	-7.09 ***	-0.0845	-5.26 ***	-0.0800	-9.40 ***	-0.0866	-5.63 ***
房間數	0.0509	9.11 ***	0.0531	4.85 ***	0.0478	4.25 ***	0.0450	5.63 ***	0.0533	6.45 ***	0.0408	5.36 ***
衛浴數	0.0862	9.92 ***	0.0673	4.67 ***	0.0737	7.28 ***	0.0870	8.41 ***	0.0983	9.32 ***	0.0996	5.91 ***
屋齡	-0.0134	-7.14 ***	-0.0120	-2.68 ***	-0.0129	-4.12 ***	-0.0150	-5.57 ***	-0.0156	-5.52 ***	-0.0133	-5.42 ***
屋齡平方	0.2742	5.11 ***	0.2900	2.45 **	0.3208	3.42 ***	0.3321	5.01 ***	0.2780	4.04 ***	0.1692	2.56 **
是否為一樓	0.1198	7.32 ***	0.1025	3.36 ***	0.1010	4.49 ***	0.1015	4.52 ***	0.1131	5.64 ***	0.2000	4.91 ***
是否為頂樓	0.0186	1.60	0.0174	0.49	0.0121	0.89	0.0064	0.45	0.0111	0.61	0.0585	2.60 ***
是否有車位	0.0759	7.77 ***	0.0369	1.58	0.0707	5.31 ***	0.0617	4.28 ***	0.0813	4.68 ***	0.1101	8.22 ***
舊市區中心	0.3286	25.32 ***	0.2875	13.50 ***	0.2970	20.56 ***	0.3138	19.26 ***	0.3723	18.61 ***	0.3728	21.59 ***
新市區中心	0.4673	35.07 ***	0.4740	14.75 ***	0.4506	21.02 ***	0.4546	25.96 ***	0.4812	17.97 ***	0.4872	20.36 ***
東郊區	0.1163	7.48 ***	0.1232	4.94 ***	0.1106	5.85 ***	0.1167	7.10 ***	0.1185	6.60 ***	0.1068	3.64 ***
北郊區	0.2396	16.83 ***	0.1904	6.47 ***	0.1904	10.30 ***	0.2419	11.95 ***	0.3001	12.87 ***	0.3202	11.38 ***
Q1(2004/7~12)	-0.0003	-0.04	-0.0190	-1.27	0.0111	0.73	0.0052	0.64	0.0073	0.63	-0.0123	-0.96
Q2(2005/1~6)	0.1041	11.77 ***	0.0988	5.77 ***	0.1133	10.23 ***	0.1074	13.10 ***	0.1161	10.96 ***	0.0834	7.61 ***
Pseudo/Adj R <sup>2</sup>		0.7772		0.4771		0.5139		0.5411		0.5548		0.5764

註：  
 \*表示在10%之顯著水準下顯著；\*\*表示在5%之顯著水準下顯著；\*\*\*表示在1%之顯著水準下顯著。  
 為在有限的篇幅下呈現出較充足的訊息，本表中坪數平方以及屋齡平方兩個變數的係數以原始係數乘以1000的方式表示。  
 最小平方迴歸模型之自我相關(DW)值為1.54；線性重合(Collinoim)值為2.95，顯示並無嚴重自我相關與線性重合。

表五 高低不同分量間的係數差異檢定結果

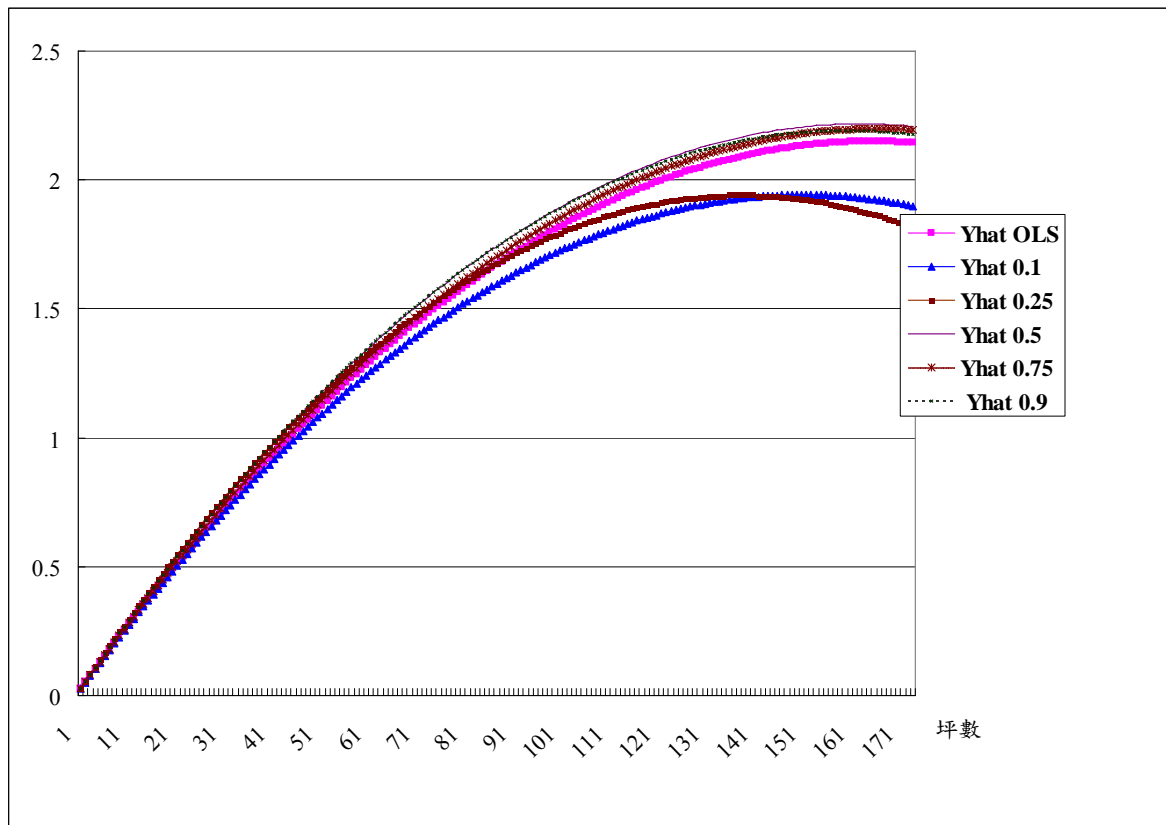
模型 變數	q0.9 0.1		q0.9 0.5		q.05 0.1		q0.75 0.25	
	係數差異	t值	係數差異	t值	係數差異	t值	係數差異	t值
截距項	0.4125	4.85 ***	0.2158	4.23 ***	0.1967	3.52 ***	0.2455	4.10 ***
坪數	0.0017	0.98	0.0002	0.08	0.0015	0.76	-0.0016	-0.84
坪數平方	0.0000	-0.04	0.0000	-0.10	0.0000	0.09	0.0000	1.35
房間數	-0.0123	-0.94	-0.0042	-0.44	-0.0081	-0.56	0.0056	0.55
衛浴數	0.0323	1.73 *	0.0126	0.94	0.0197	1.26	0.0246	1.75 *
屋齡	-0.0013	-0.23	0.0017	0.57	-0.0029	-0.90	-0.0027	-0.59
屋齡平方	-0.0001	-0.83	-0.0002	-2.09 **	0.0000	0.51	0.0000	-0.38
是否為一樓	0.0975	1.93 *	0.0984	2.35 **	-0.0009	-0.03	0.0121	0.45
是否為頂樓	0.0411	1.15	0.0521	2.53 **	-0.0110	-0.52	-0.0010	-0.05
是否有車位	0.0732	3.72 ***	0.0484	4.29 ***	0.0248	1.31	0.0106	0.49
舊市區中心	0.0853	2.42 **	0.0589	3.17 ***	0.0264	1.30	0.0753	3.86 ***
新市區中心	0.0132	0.41	0.0326	1.65 *	-0.0194	-0.82	0.0306	1.50
東郊區	-0.0163	-0.37	-0.0099	-0.38	-0.0064	-0.19	0.0079	0.34
北郊區	0.1298	3.26 ***	0.0783	3.00 ***	0.0515	2.02 **	0.1097	5.58 ***
Q1(2004/7~12)	0.0067	0.34	-0.0175	-1.20	0.0242	1.53	-0.0038	-0.25
Q2(2005/1~6)	-0.0155	-0.62	-0.0240	-1.86 *	0.0085	0.51	0.0027	0.19

註： \*表示在10%之顯著水準下顯著； \*\*表示在5%之顯著水準下顯著； \*\*\*表示在1%之顯著水準下顯著。



圖一 普通最小平方迴歸與分量迴歸線以及95%信賴區間圖

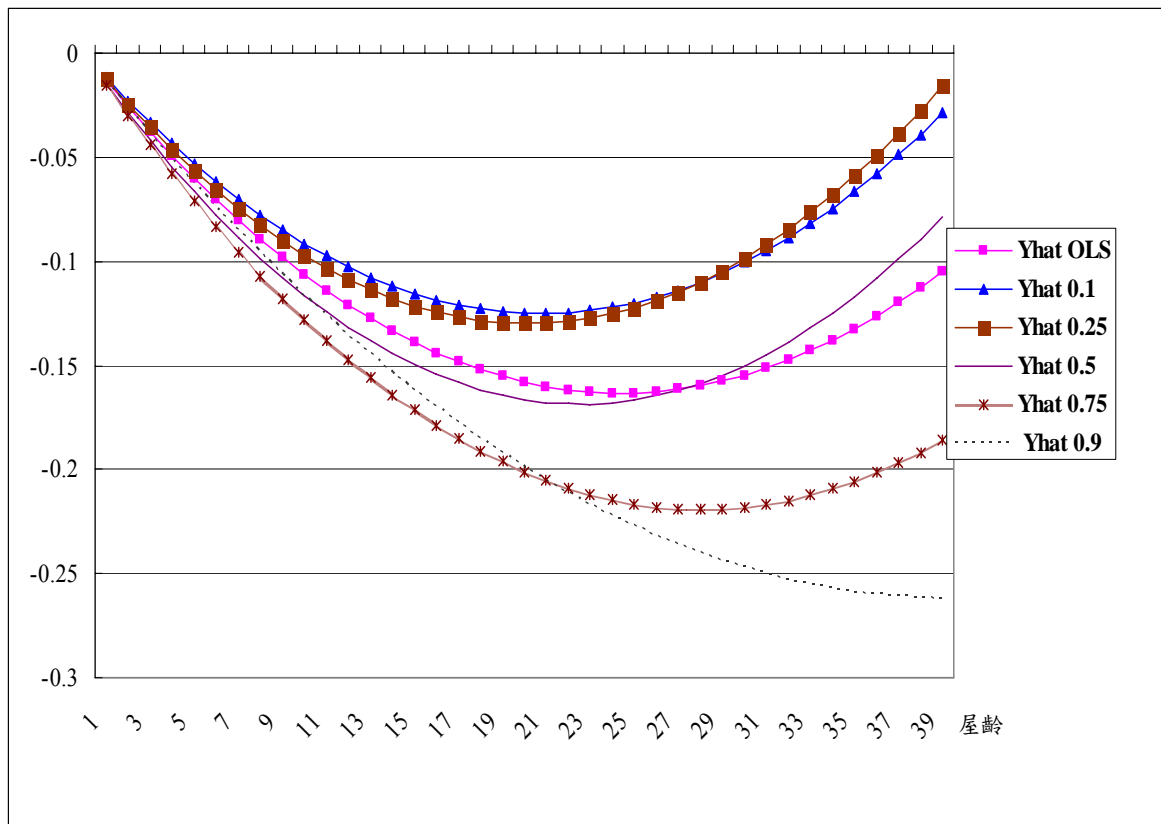
註：分量從0.05至0.95，每0.05分量為一級距。陰影部分為分量迴歸線的95%信賴區間。普通最小平方迴歸線為居中的水平破折線，上下各一條的水平虛線為普通最小平方迴歸的95%信賴區間。



圖二 不同成交總價分量下的坪數輪廓圖

註：縱軸由 $\hat{Y} = a_1 \cdot x + a_2 \cdot x^2$  求得，其中 $x$ 為坪數； $a_1$ 及 $a_2$ 為坪數一次項及平方項的估計係數





圖三 不同成交總價分量下的屋齡輪廓圖

註：縱軸由  $\hat{Y} = a_1 \cdot x + a_2 \cdot x^2$  求得，其中x為屋齡；a1及a2為屋齡一次項及平方項的估計係數

## 五、估價模型精確度分析

本文進一步分析以分量迴歸建立大量估價模型的可行性測試，並與最小平方迴歸模型作估價模型精確度比較。首先是以隨機抽樣一次交互驗證法<sup>11</sup>，比較以分量迴歸與最小平方迴歸建立的大量估價模型結果。次之，為測試模型的穩定性與精確度的關係，本研究透過隨機抽樣30次進行重複實驗，以比較兩模型的估價結果。

### (一)模型估價精確度分析—隨機抽樣一次

本文分別建立最小平方迴歸模型與分量迴歸模型，並比較不同5個分量模型的估價結果，利用平均絕對百分比誤差與命中率作為衡量標準。表六為最小平方迴歸模型與分量迴歸模型之預測結果，以MAPE整體表現而言，QR模型整體表現的MAPE較OLS模型低3.31%；比較兩模型Hit Rate的表現，在誤差正負10%與20%情況下，QR模型整體表現較OLS模型分別高13.29%，7.61%，整體而言，QR模型與OLS模型差異有限。但在低價位（0.1分量）QR模型的MAPE較OLS模型低10.59%；比較Hit Rate在誤差正負10%與20%情況下，QR模型較OLS模型分別高21.27%，29.79%，顯示QR模型在低價位有較佳的預測能力。

表六 最小平方迴歸模型(OLS 模型)與分量迴歸模型(QR 模型)之預測結果

模型	整體表現	0.1		0.25		0.5		0.75		0.9			
QR模型MAPE(%)	15.21	<b>12.98</b>		15.97		15.07		13.54		<b>18.79</b>			
OLS模型MAPE(%)	18.52	<b>23.57</b>		21.38		15.89		15.54		<b>20.58</b>			
誤差	10%	20%	10%	20%	10%	20%	10%	20%	10%	20%	10%	20%	
樣本	QR	315	315	47	47	63	63	92	92	64	64	49	49
筆數	OLS	315	315	47	47	63	63	92	92	64	64	49	49
QR模型Hit Rate(%)	45.71	73.97	<b>42.55</b>	<b>80.85</b>	46.03	66.67	46.74	79.35	50.00	75.00	<b>40.82</b>	<b>65.31</b>	
OLS模型Hit Rate(%)	32.42	66.36	<b>21.28</b>	<b>51.06</b>	30.16	63.49	40.22	75.00	34.38	67.19	<b>20.41</b>	<b>61.22</b>	

11. 為測試模型效果，採用交互驗證法的方式隨機抽樣10%的樣本數作為樣本外資料，餘90%的樣本做為樣本內資料供建立模型之用，得到樣本外資料327筆、樣本內資料2943筆。樣本外資料的成交總價敘述統計如下。

成交總價 (萬元)	平均數	標準差	偏態	峰度	0.15 分量	0.35 分量	0.65 分量	0.85 分量
	1102	527	1.45	2.62	620	820	1180	1611

## (二)重複實驗模型估價精確度分析

為測試模型的穩定性與精確度的關係，本研究透過隨機抽樣重複實驗30次，分別得到OLS模型與QR模型之MAPE與誤差正負10%與20%Hit Rate，表七為重複實驗30次取平均值的結果，並將所有結果繪成圖四至圖六表示。

表七 最小平方迴歸模型與分量迴歸模型之重複實驗 30 次之平均預測結果

模型	全部(樣本外)		0.1		0.25		0.5		0.75		0.9	
QR模型MAPE(%)	14.72		<b>15.11</b>		14.32		13.46		14.06		<b>18.38</b>	
OLS模型MAPE(%)	16.36		<b>20.54</b>		16.74		13.93		14.51		<b>19.33</b>	
誤差	10%	20%	10%	20%	10%	20%	10%	20%	10%	20%	10%	20%
QR模型Hit Rate(%)	43.44	74.80	<b>35.76</b>	<b>70.08</b>	42.25	72.89	46.13	80.63	48.66	77.54	<b>41.41</b>	<b>67.01</b>
OLS模型Hit Rate(%)	39.63	69.66	<b>35.53</b>	<b>60.07</b>	39.06	70.09	46.91	79.22	40.59	71.67	<b>28.07</b>	<b>56.43</b>

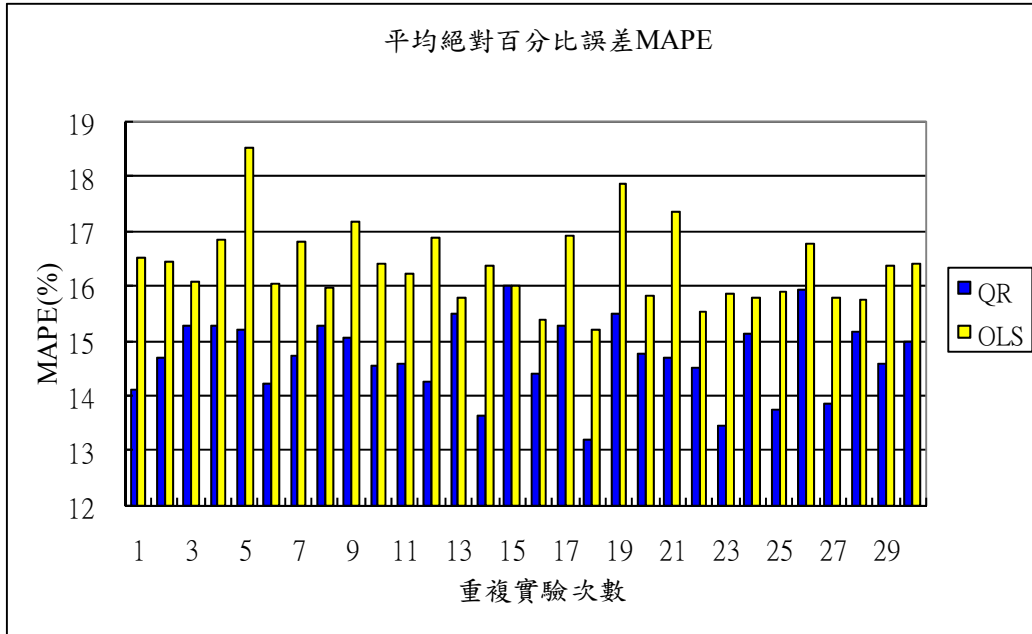
重複實驗的整體表現得知，QR模型MAPE較OLS模型低1.64%；誤差正負10%的Hit Rate較OLS模型高3.81%；誤差正負20%的Hit Rate較OLS模型高5.14%，顯示兩模型預測結果差異不大。

進一步比較各分量模型的精確度，發現在低價位 (0.1分量)，QR模型MAPE較OLS模型低5.43%；誤差正負10%與20%的Hit Rate較OLS模型分別高0.23%，10.01%。在高價位 (0.9分量)，QR模型MAPE較OLS模型低0.95%；誤差正負10%與20%的Hit Rate較OLS模型分別高13.33%，10.58%，顯示分量迴歸模型對於兩側尾端樣本有較佳的預測能力<sup>12</sup>。

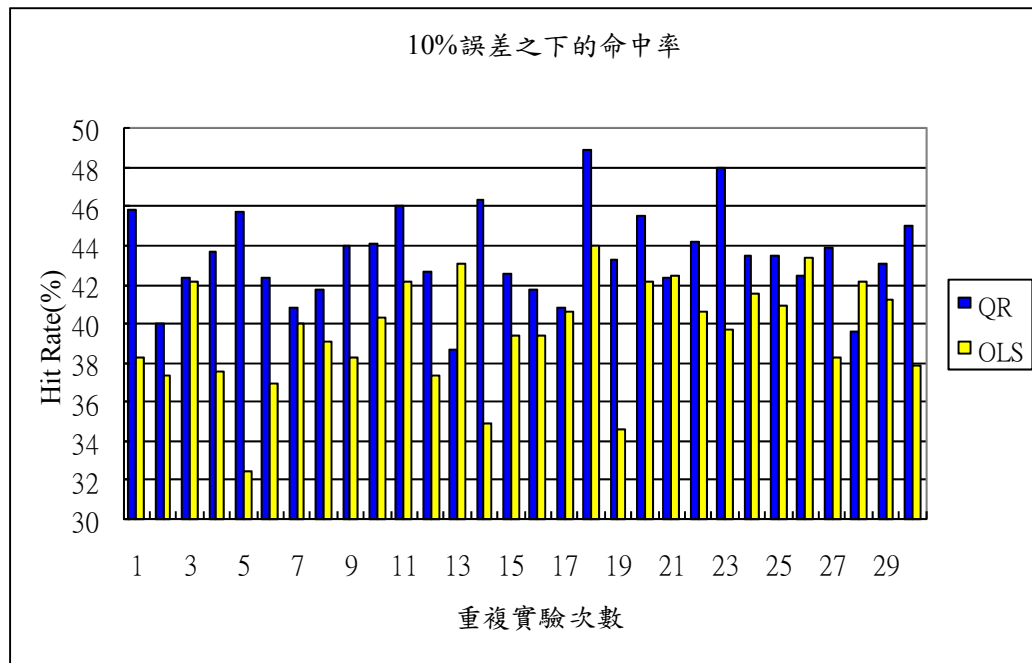
本文實證結果，從估價預測精確度(見表六、表七)分析，雖然兩模型整體預測結果差異有限，但在低價位 (0.1分量) 及高價位 (0.9分量) 預測結果，分量迴歸模型的確對於兩端總價住宅有更佳預測效果。未來應用於估價實務，面對不動產住宅差異度增加，非典型住宅 (豪宅與小套房) 產品增多情況下，分量迴歸對兩尾端估計較精準的優點，於不動產大量估價模型建立方面，分量迴歸模型的改進是具相當意義。

此外，從銀行不動產抵押貸款的角度而言，因為資產種類多且高低價格差異大，分量迴歸模型如能應用於大量估價模型的自動估價系統時，因為銀行貸款金額龐大，但在實務運用方面，從資產重估金額總值來看，1%的誤差異比例可能是數億元資產總值，故對於多筆且金額龐大的銀行資產估價方面，採用分量迴歸產生的小幅度改進是有相當價值。

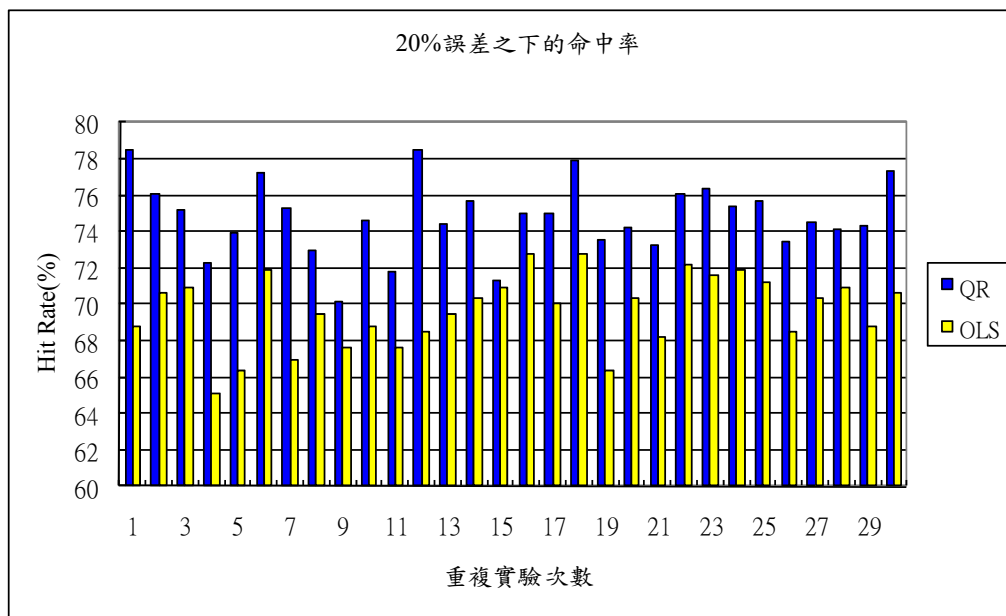
12. 本文在實證預測值比較時，考量為達到分量模型的最佳估計結果，乃透過樣本外資料的敘述統計結果，將10%樣本外資料依照成交總價主要分量的分量值，分別利用適合的分量迴歸模型作預測，與均數迴歸預測結果作比較。此種比較方式是要突顯出高分量 (0.9) QR模型和低分量 (0.1) QR模型相較於OLS模型的預測效果，雖然實證結果為本文此次預測樣本切割方式的結果，並不一定適合由其他資料所建構的模型，然而本文已採用30次重複實驗方式測試模型結果穩定度，其預測結果的比較仍具備穩定基礎。此外，由於不動產估價強調是精準度，均數迴歸模型無法根據不同價格進行估價，對於高總價 (豪宅) 和低總價 (小套房) 兩尾端類型的不動產，採用分量迴歸模型估計可提升估價精準度。



圖四 重複實驗30次之MAPE分配圖



圖五 重複實驗30次之Hit Rate分配圖(10%誤差下)



圖六 重複實驗30次之Hit Rate分配圖(20%誤差下)

## 六、結論

本文研究目的是改進以最小平方迴歸均數估計的估價模型，探討以分量迴歸改進非典型住宅大量估價模型的精確度。在研究樣本方面，是利用台灣不動產成交行情公報的台北市住宅大廈資料，分別建立最小平方迴歸模型與不同分量的分量迴歸模型，作為實證分析與估價精確度分析的基礎。

實證結果發現不同分量間第0.9與0.5分量，係數差異檢定達顯著水準的變數較多，其次是第0.9與0.1分量間。比較分量迴歸與最小平方迴歸的係數，發現位於一樓與位於頂樓對於高價位都有明顯溢價效果；而車位變數，以最小平方迴歸估計時，在高總價部分有被低估現象，但在低總價部分，則有高估的現象。區位變數對於不同分量的影響亦有差異，位於舊市區中心及北郊區的住宅大廈，隨著價格分量提高，其區位對於價格影響是逐漸增加；但位於東郊區的住宅，其區位對於價格影響卻是逐漸遞減。

從實證得到最小平方迴歸與分量迴歸在參數估計的差異，本文進一步再比較兩模型對於估價的精確度。隨機抽樣一次結果及30次重複實驗結果，比較OLS模型與QR模型的MAPE與Hit Rate，顯示分量迴歸模型在估價預測精確度有提升效果，然兩模型預測結果差異有限。但在低價位 (0.1分量) 及高價位 (0.9分量)，QR模型的MAPE明顯低於OLS模型，且QR模型的命中

率也明顯高於OLS模型，證實分量迴歸對於兩側尾端樣本有較佳預測能力。

由實證結果發現影響高價位和低價位住宅的因素有差異，然影響係數差異有限，但從估值預測精確度分析，分量迴歸模型對於預測精確度確實有提升。由於本研究樣本資料為右偏，實證結果亦發現高價位的影響變數較有明顯差異，隨著不動產市場朝M型化發展，在面對未來產品差異度（豪宅、小套房）增加的情況下，分量迴歸模型改進兩尾端估計精確度的重要性，將更能顯現。

此外，新版巴塞爾協定 (Basel II) 實施後，使得資產風險管理與價值更新受到重視，其中不動產價值更新要求，更擴大到不動產估價業務範疇。由於大量估價可處理龐大繁雜的業務量、提供即時估值，更可大幅降低估價成本，大量估價系統的建立將是未來不動產估價研究趨勢。本文藉由分量迴歸模型可改進兩尾端分量的預測效果，使得非典型住宅（如：高總價豪宅和低總價小套房）類型的估價結果得以更精確。而本文結論亦可提供住宅大量估價系統另一種可被參考的估價模型，也為新版巴塞爾協定提供另一種資產重估方法。

## 參考文獻

1. 李建興 (2008)，台灣 IPO 折價因素的探討：分量迴歸分析法，「證券市場發展季刊」，第 20 卷，第 1 期，第 47-100 頁。
2. 林秋瑾 (1996)，穩健性住宅租金模式之探討：異常點之分析，「住宅學報」，第 4 期，第 51-72 頁。
3. 林祖嘉、馬毓駿 (2007)，特徵方程式大量估價法在台灣不動產市場之應用，「住宅學報」，第 16 卷，第 2 期，第 1-22 頁。
4. 陳建良、管中閔 (2006)，台灣工資函數與工資性別歧視的分量迴歸分析，「經濟論文」，第 34 卷，第 4 期，第 435-468 頁。
5. 陳建良 (2007)，1980 年至 2000 年台灣擁屋家戶儲蓄行為之變遷：分量迴歸分析的新發現，「住宅學報」，第 16 卷，第 1 期，第 57-78 頁。
6. 莊家彰、管中閔 (2005)，台灣與美國股市價量關係的分量迴歸分析，「經濟論文」，第 33 卷，第 4 期，第 379-404 頁。
7. 廖仲仁、張金鶚 (2006)，不對稱的仲介服務價格效果：分量迴歸法之檢驗，「都市與計劃」，第 33 卷，第 1 期，第 1-16 頁。

8. 彭建文、吳森田、吳祥華 (2007)，不動產有效稅率對房價影響分析:以臺北市大同區與內湖區為例，「台灣土地研究」，第 10 卷，第 2 期，第 49-66 頁。
9. Calhoun, A. C. (2001). Property valuation methods & data in the United States, *Housing Finance International*, 16:12-23.
10. Cannaday, R. E. and Sunderman, M.A. (1986). Estimation of depreciation for single-family appraisal, *Real Estate Economics*, 14(2): 255-273.
11. Detweiler, J. H. and Radigan, R. E. (1999). Computer assisted real estate appraisal: A tool for the practicing appraiser, *The Appraisal Journal*, 67(3): 280-286.
12. Fisher, J. D., Smith, B. C., Stern, J., and Webb, R. B. (2006). Analysis of economic depreciation for multi-family property, *Journal of Real Estate Research*, 27(4): 1-24
13. Follain, J. R. and Malpezzi, S. (1980). *Dissecting Housing Value and Rent*, Washington, DC: The Urban Institute.
14. Geltner, D. M., Mille, N. G., Clayton, J. and Eichholtz, P. (2007). *Commercial Real Estate Analysis and Investments*, Mason: Thompson South-Western.
15. International Association of Assessing Officers (2003). *Standard on Automated Valuation Models*, Chicago: IAAO.
16. Kirby, A. (1997). Computer assisted mass appraisal: The Queensland experience, In: *Computer Assisted Mass Appraisal: An International Review*, McCluskey, W. J. and Adair, A. S.(ed.), Hants: Ashgate Limited, 198-209.
17. Koenker, R. and Bassett, G. W. (1978). Regression quantiles, *Econometrica*, 46(1): 211-244.
18. Koenker, R. and Bassett, G. W. (1982). Robust tests for heteroscedasticity based on regression quantiles, *Journal of Derivatives*, 50(1): 43-62.
19. Koenker, R. and Hallock, K. F. (2000). Quantile regression: An introduction, *Econometrics at the University of Illinois*, <http://www.econ.uiuc.edu/~roger/research/intro/html>, (Oct.5, 2006)
20. Koenker, R. and Hallock, K. F. (2001). Quantile regression, *Journal of Economic Perspectives*, 15(4): 143-156.
21. Kuan, C. M. (2003). An introduction to quantile regression, lecture notes, *Institute of Economics, Academia Sinica*, <http://www.sinica.edu.tw/~ckuan>, (Oct.5, 2006).
22. Lancaster, K. (1965). The theory of qualitative linear systems, *Econometrica*, 33(2): 395-409.
23. Loans, D. (1990). *The Variance in Valuations*, London: Investment Property Databank.
24. Malpezzi, S. (2003). Hedonic pricing models: A selective and applied review, In: *Housing Economics and Public Policy*, Maclennan, D., Sullivan, T. O., and Gibbs, K. (ed.), Oxford: Blackwell Sciences, 67-74.
25. Mark, G. and Goldberg, M. A. (1998). Multiple regression analysis and mass assessment : A review of the issues, *The Appraisal Journal*, 56(1): 89-110.

26. Matysiak, G. and Wang, P. (1995). Commercial property market prices and valuation: Analyzing the correspondence, *Journal of Property Research*, 12(3): 181-202.
27. McCluskey, W. J. and Adair, A. S. (1997). *Computer Assisted Mass Appraisal: An International Review*, Hants: Ashgate Publishing Limited.
28. Miller, N. G. (1982). Residential property hedonic pricing models: A review, *Research in Real Estate*, 2(1): 31-56.
29. Pace, R. K. and Gilley, O. W. (1993). Improving prediction and assessing specification quality in non-linear statistical valuation models, *Journal of Business and Economics Statistics*, 11: 301-310.
30. Reck, C. (2003). *Heterogeneity and Black-white Labor Market Differences: Quantile Regression with Censored Data 1979-2001*, Urbana-Champaign: Dept of Economics, University of Illinois.
31. Rosen, S. (1974). Hedonic prices and implicit markets: Product differentiation in pure competition, *Journal of Political Economy*, 82(1): 34-55.
32. Sirmans, G. S., Macpherson, D. A., and Zietz, E. N. (2005). The composition of hedonic pricing models, *Journal of Real Estate Literature*, 13(1): 3-44.
33. Soderberg, B. (2002). A note on the hedonic model specification for income properties, In: *Real Estate Valuation Theory*, Wang, K. and Wolverton, M. L.(ed.), Boston: Kluwer, 157-180.