

學術論著

不動產估價的另類選擇：模糊實質選擇權模型

A Study on Alternative Methods of Real Estate Valuation: Fuzzy Real Option Model

蘇進雄* 陳澤義** 王詩韻*** 吳雪伶****

Chin-Shyong Su*, Tser-Yieth Chen**, Shin-Yun Wang***, Hsueh-Ling Wu****

摘要

本研究旨在提倡模糊實質選擇權模型在不動產估價的適用性，因此我們修改以往研究所提的選擇權評價模型與模糊實質選擇權模型，建立新的不動產抵押選擇權模型與擴展版模糊實質選擇權模型(Et-FROV模型)。實證結果顯示Et-FROV模型可以縮小誤差幅度與提高估值的準確性，此先進模型可以解決估價失真問題。更重要的是，我們不僅可以準確估計標的資產之保本價值(即保本93%)，還可以獲得其增值利潤(即增值84%)，此為我們的主要貢獻。因此，這個先進模式可以提供美國暨其他國家之另類參考。

關鍵詞：模糊實質選擇權模型、不動產估價、估價準確性

ABSTRACT

This study aims to promote the applicability of a fuzzy real option model in real estate valuation. To this end, we have modified the option pricing model and the fuzzy real option model proposed in previous studies to create a novel real estate mortgage option model and an extended fuzzy real option model (Et-FROV model). The empirical results show that the Et-FROV model can reduce the error margin and improve valuation accuracy. Moreover, the advanced model can solve the problem of valuation distortion. More crucially, we can not only accurately estimate the underlying asset's hedging value (i.e., capital preservation at 93%), but can also derive its value-added profit (i.e., added value at 84%), which is our principal contribution to the literature. Hopefully, this advanced model can provide an alternative reference for the United States and other countries.

Key words: fuzzy real option model, real estate valuation, valuation accuracy

(本文於2017年3月15日收稿，2018年5月3日審查通過，實際出版日期2019年6月)

* 國立東華大學財務金融學系博士生，2006年不動產估價師高等考試及格

Doctoral Student, Department of Finance, National Dong-Hwa University and qualified through Senior Examination for Realty Appraisers in 2006, Hualien, Taiwan.

** 國立臺北大學國際企業研究所教授

Professor, Graduate Institute of International Business, National Taipei University, Taipei, Taiwan.

*** 國立東華大學財務金融學系教授

Professor, Department of Finance, National Dong-Hwa University, Hualien, Taiwan.

**** 國立臺北大學金融與合作經營管理學系助理教授，聯絡作者

Assistant Professor, Department of Finance and Cooperative Management, National Taipei University, Taipei, Taiwan.
E-mail: shirley@mail.ntpu.edu.tw

本文感謝主編及匿名評審委員提供寶貴建議，文中若有任何誤繕當屬筆者之責。

一、前言

本研究旨在提倡模糊實質選擇權模型在不動產估價的適用性，進而作為輔助傳統估價的進階模式，藉以解決估值失真問題。我們透過實例分析與驗證，首先以成本法、比較法與收益法(通稱傳統三法)進行傳統估價；其次我們結合Black & Scholes(1973)與Merton(1973)的選擇權評價模型(B-S-M模型)與Hsu(2010)的分期融資模型(Hsu模型)修正為不動產抵押融資選擇權模型(real estate mortgage financing option model, RMFO模型)；以及選用Carlsson & Fullér(2003)的模糊實質選擇權模型(fuzzy real option model, C-F模型)與RMFO模型而修正為擴展版模糊實質選擇權模型(extended fuzzy real option model, Et-FROV模型)。此構想用意係在挑戰傳統估價方法忽視模糊性與選擇權等特徵，因而我們選用前述數種模型與配合不動產的估價需要而提出兩個修正模型，作為輔助傳統估價的進階模式。另外，我們剖析發現傳統估價方法具有模糊性與選擇權等性質，用以強調我們倡議Et-FROV模型在不動產估價之適用性。有趣的是傳統三法從未考慮選擇權，卻有實際的選擇權價值，這是令人驚嘆的發現。此印證選擇權價值隱藏在交易價格之中，只是被過去的估價方法所忽視而已(註1)。因此，我們以傳統三法與Et-FROV模型進行估價，再與目前交易價格比較，不同於過去採用估值與隨後售價(Matysiak & Wang, 1995)，藉以作為估價準確性之驗證。不動產的估價方法有傳統與現代，前者包括傳統三法與後者包括特徵價格法、空間分析法、模糊邏輯等(Pagourtzi et al., 2003)。不過，傳統三法被實務界公認具不可替代的地位，學術研究亦不遑多讓(Adetiloye & Eke, 2014)。

2008年次貸危機(subprime mortgage crisis)的起因眾說紛紜，與其說源於次級房貸，倒不如說不良放款。因為當時房貸業者為貪圖佣金而採用無文件房貸(no-doclan)；加以金融機構未審查借款人之所得證明與未嚴謹估價分析，以及發行不動產抵押證券(mortgage-backed security)與擔保債務憑證(collateralized debt obligation)等推波助瀾，釀成全球性大災難。Cho & Megbolugbe(1996)指出超過65%估值大於買價，與估價過程飽受貸款機構與經紀人的壓力而給予較高的膨脹估值(Ding & Nakamura, 2016)，此顯示估價偏差極為嚴重。美國2009年實施「房屋評價保護新準則(New Home Valuation Protection Code)」，要求房貸估價需精確與獨立性，足以證明次貸危機與估價良窳有關。

70年代發生兩個重要且影響人類生活的理論，即Zadeh(1965)的「模糊集合論」與B-S-M模型。前者的初期未被重視，甚至遭傳統學派的質疑；直到日本於80年代末期開發fuzzy家電產品，才引起世人注意(Zimmermann, 2001)。往後的家電、醫療與電腦等產品充斥市場，成為人類生活的一部分，印證模糊理論的實用性；後者的B-S-M模型廣泛運用於實務界作為選擇權合理價格之衡量標準，並促成衍生性金融產品之蓬勃發展。選擇權研究一直廣受學者的青睞，這股風潮從未停歇。Myers(1977)提出「實質選擇權」概念，認為投資方案產生利潤源於目前對其擁有資產的使用加上一個未來投資機會之選擇。Quigg(1993)、Sing & Patel(2001)、Gu & Cannaday(2004)與梁仁旭(2007)等人證實不動產的選擇權價值為6%~32%。他們皆以特徵價格法探討選擇權價值；但我們選擇權評價方法發現有13.4%~17.8%的選擇權價值，此結果比他們研究(6%~32%)更集中，證實我們使用不同方法更具穩健性(robustness)。值得一提的是Carlsson & Fullér(2003)結合前述理論而發展C-F模型，更能符合評估高風險且管理彈性的投資專案。

過去不動產文獻聚焦於不可移動性、異質性、耐久性、昂貴性等基本特性(Wyatt, 2013)。

不過，這些特性隱含不同的意涵，如：昂貴性因人而異，很難定出明確數額，它是模糊語言；也涉及投資選擇，即它隱含模糊性與選擇權等特性。再則，傳統估價大多涉及主觀判斷與採用方法之認定等問題，進而影響估價的可信度。表一顯示傳統三法與各項模型之差異。基於此體認，我們保留傳統三法的估價精神，並以Et-FROV模型作為輔助不動產估價的新方法，藉由實證比較其準確性之優劣，此即成為本研究之主要動機。

表一 傳統三法與各項模型考慮模糊性與選擇權之差異分析表

項 目	模糊性	選擇權	差 異 分 析
傳統三法	No	No	1. 傳統三法因未考慮模糊性與選擇權而有估值偏差問題；選擇權評價模型未考慮模糊性而無法掌控灰色模糊問題。 2. C-F模型與Et-FROV模型皆考慮模糊性與選擇權；但後者納入 λ -cut與頂法運算(前者則無)，依過去文獻證實應用模糊數學於不動產估價，不僅可以克服傳統方法的缺失，而且估價結果更具科學與可靠(Zhu et al., 2011)，因而Et-FROV模型比C-F模型更具準確。
B-S-M模型	No	Yes	
Hsu模型	No	Yes	
C-F模型	Yes	Yes	
Et-FROV模型	Yes	Yes	

資料來源：本研究。

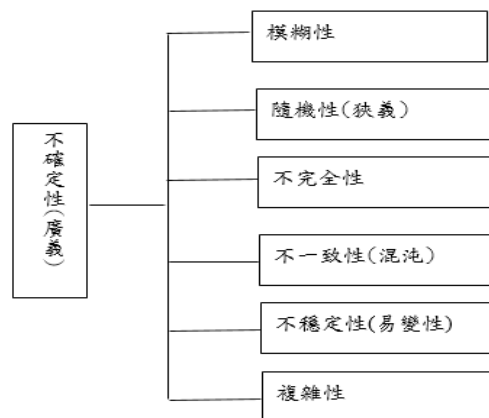
以下的章節敘述，第二節為理論探討，說明各項理論的來源與過去文獻成果；第三節為模型的建構，說明模型的基本假設、操作性定義、模型推導與適用理由；第四節應用與分析，剖析傳統三法與Et-FROV模型之估價結果；最後一節為結論與討論。

二、理論探討

(一) 模糊理論(Fuzzy theory)

Zadeh(1965)提出「模糊集」概念，奠立模糊理論的架構基礎。模糊理論主要探討人類的思維概念、語意表達與主觀判斷等普遍存在的模糊現象，即存在不完整性(incomplete)、曖昧性(ambiguity)、不精確性(imprecision)、隨機性(randomness)與模糊不清性(fuzziness)等五種(Deciu et al., 2005)。模糊理論使用歸屬函數描述某一特定概念數值相對屬於的程度，用以表達它的模糊程度(即0~1範圍)。不過，模糊性與不確定性常被視為可以交替使用的同義字，實則不然。圖一顯示模糊性是廣義不確定性之一種(即模糊性是廣義不確定性的子集)；但不確定性不一定等於模糊性(Zimmermann, 2001)。

其次，我們也彙整Zadeh(1965)、Dubois & Prade(1988)、Zimmermann(2001)等學者說法，印證模糊性與不確定性之異同如表二。注意C-F模型聚焦於模糊性，而非不確定性。不過，估價師在估價過程中，應將模糊資訊進行點化或區間化之衡量，以免影響替代變數(proxy)的穩健性。最近，應用模糊理論於不動產或投資專案研究漸有增加之趨勢(Sarip & Hafez, 2015)，足見模糊理論在人類生活層面上展現令人驚艷的實用性。例如：使用模糊數學進行不動產估價可以克服傳統方法之缺失且估價結果更具科學、合理與公正(Zhu et al., 2011)，此意謂模糊理論應用在不動產估價方面具有高度的適用性。



圖一 不確定性與模糊性的關係圖(參考Zimmermann(2001)不確定性的成因而製)

表二 模糊性與不確定之異同比較表

項目	不確定性	模糊性
相同點	兩者皆在探討真實世界的不確定問題，並涉及訊息項目，具有相輔相成關係。	
相異點	1. 母集 2. 可加性 3. 二值邏輯 4. 特徵函數 5. 一般機率 6. 認知過程 7. 量化 8. 以客觀實驗(經驗)為主 9. 訊息的真相或信心 10. 事物本身很明確 11. 事前已知因果關係 12. 缺乏知識、偏見與心理知覺	1. 子集 2. 非可加性 3. 多值邏輯 4. 歸屬函數 5. 模糊數(模糊邏輯) 6. 近似推理過程 7. 非量化(質化) 8. 以主觀認定為原則，客觀實驗(經驗)為輔 9. 訊息內容(限定詞) 10. 事物本身不明確 11. 因果關係不清楚 12. 漸近事實(以仿真方式模擬人類思維)

資料來源：本研究彙整Zadeh(1965)、Dubois & Prade(1988)、Zimmermann(2001)等學者主張而成。

(二) 選擇權理論(Option theory)

不動產交易涉及標的資產、履約價格、到期日等問題，此與選擇權息息相關。Hull(2015)認為選擇權是買賣一項資產的權利，意指持有人有權在未來約定的時間內，以約定價格向賣方買入或賣出一定數量之標的資產。B-S-M模型奠定選擇權評價理論之磐石基礎，以及Myers(1977)的實質選擇權導出不動產或投資計畫等決策之彈性價值。因為淨現值(NPV)是無彈性的現值；但它是實質選擇權分析(real option analysis, ROA)的基礎。ROA包括無彈性的NPV加上選擇權價值(Copeland & Antikarov, 2003)，此與擴張(expanded) NPV不謀而合，用以彌補傳統NPV法的缺失(Trigeorgis, 1993)。值得一提的是Leslie & Michaels(1997)證實實質選擇權在

不確定情況下比NPV法更具有用，並導出實質選擇權價值(ROV)。例如：本研究使用NPV評估為-3,755,290元，象徵是一項不利的投資；但ROV評估為254.33萬元(選擇權價值比14.13%)，卻是可行的投資(註2)。

過去文獻(Titman, 1985)證實不確定性導致土地價格的提高，Quigg(1993)等人以特徵價格法證實不動產的選擇權價值為6%~32%，但我們使用選擇權評價模型(含ROV)皆比特徵價格法更具穩健性(13.4%~17.8%)。鑒於投資計畫涉及土地、廠房設備等實質資產，尤其不動產投資是屬於高風險與高報酬的經濟活動，除有效選擇適當的區位與投資時機外，更應注意投資選擇與風險評估，此與ROA(ROV)相關。過去藉由ROA(ROV)方式投入於不動產或投資專案之研究不勝枚舉(Yamazaki, 2001; Ho & Liao, 2011)，他們皆已證實ROA(ROV)有助於不動產的投資決策，是一項非常有效的好方法。特別是在不確定環境下之投資決策評估越具重要，因而結合實質選擇權理論與其他理論之研究是近年來之一個顯著性發展(Ho & Liao, 2011)。此突破性發展不僅擴展不動產估價的新視野，更難能可貴是它可以作為不確定環境下之競爭策略的分析工具。

(三) 模糊實質選擇權理論(Fuzzy real option theory)

由於不確定性的存在，使人類在思維模式與語意表達具有主觀判斷或認定迥異，因而產生莫衷一是的僵局。為解決此爭議，模糊理論利用歸屬函數，將模糊概念化為某一特定概念數值，再透過數學方法解決這些模糊問題。注意模糊實質選擇權模型係Carlsson & Fullér(2003)應用模糊理論於實質選擇權的概念而新發展的一種評價模型，藉以計算模糊實質選擇權價值(fuzzy real option value, FROV)；但他們未對FROV下過定義。我們藉此賦予定義：「若某投資專案計畫或實質資產具有模糊性與選擇權等特徵，且該投資專案計畫或實質資產可採取中止、放棄、延遲等實質選擇權彈性運用時，其所求得的價值就是FROV」。許多研究證實模糊實質選擇權分析法(fuzzy real option analysis, FROA)或FROV模型，對於不動產或投資專案之評估是非常有效的方法(Dai et al., 2016)。因此，我們嘗試以FROV模型作為輔助不動產估價的新方法，藉以解決傳統估價之偏頗現象。

(四) 估價理論(Valuation or Appraisal theory)

現代估價理論濫觴於Cochran 於1874年Social Science Association場合中討論以稅收目的之不動產估價方法，並指出Marshall的不動產估價經濟理論係結合供給成本(supply-cost)與需求價格(demand-price)理論而形成現代價值理論的基礎(Moore, 2009)。換言之，Marshall的主張成為今日成本法、比較法與收益法之理論依據。美國估價協會(American Appraiser Institute, AAI)出版「The Appraisal of Real Estate」教科書儼如是不動產估價實務之聖經，該書以傳統三法為估價重點，因而奠定全球推行不動產估價制度之典範。AAI(2008)認為估價是發展一種意見價值之行動或過程；但不動產估價聚焦於市場價值，我們採用國際評價協會(International Valuation Standards Committee)的交易價格。注意本研究已證實傳統估價具有選擇權價值，意謂傳統估價具有選擇權性質(註1)。

1. 成本法(cost approach)

成本法是最簡便的求和法(summation approach)，即求取勘估標的於價格日期之重建成本(reproduction cost)或重置成本(replacement cost)，扣減累積折舊額，再加上土地成本，以推算

其價格的方法。依AAI(2008)見解，前者係指使用與勘估標的相同之建材、結構標準、設計、配置(layout)與施工品質，於價格日期重新精確複製(exact duplicate)、臨摹(replica)建築所需之成本；後者則指興建與勘估標的相同效用之建築改良物，並使用同時代(contemporary)的建材、標準設計與配置，於價格日期建築所需之成本。建物估價以求取重建成本為原則與重置成本為輔。土地成本若取得困難時，可由比較法與收益法求得，因為AAI(2008)認為比較售價若是有效時，比較法是評估土地價格之最普遍且較喜愛之方法。至於建物折舊額計算以經濟耐用年數為主，其折舊方法各有不同，如：美國採用市場抽取法、年齡-生命法、分解法(breakdown method)等方法；臺灣採用等速折舊、初期加速折舊與初期減速折舊等方法；但提列折舊需視建物特性、功能條件與市場動態而定。不過，不同折舊方法影響不動產的估價結果，即折舊方法的取舍與估價準確性有很高的關聯性。注意最有效使用原則是不動產估價之基本前提；但它不是絕對的客觀事實，僅是反映估價師依估價程序所提出的看法。換言之，折舊方法之不同選擇與估價師對最有效使用原則之認定標準，受到估價師主觀判斷之良窳而影響可信度，此意謂成本法的估價具有模糊性。其次，區位、時機與型態是不動產投資的三大要訣，更是影響不動產價格之重要因素。投資人若能選擇良好區位、適當時機與適用類型，不僅能夠確保置產保值的良好對象，也是投資獲利與增殖性強的理財途徑。這些選擇宛如購買一個長達數年的買權，買權是歐式(到期日才能履約)或美式(到期日前隨時可以履約)，需視投資人的判斷與選擇而定，因此成本法具有選擇權性質。

2. 比較法(sale comparison approach)

比較法基於替代原則，以比較標的之價格為基礎，經比較、分析及調整等程序而推算勘估標的價格之方法。比較法必須蒐集具有參考價值之比較實例，經勘查使用現況，並進行比較與調整，包括情況補正、期日修正、區域或個別因素等四項調整，例如：非正常交易等情況應作適當調整。實務界較喜愛採用此法進行估價分析，因為它以交易價格為基準，符合現實的經濟行為。特別在市場交易活絡且能有效取得交易資料時，比較法是非常具有說服力的好方法。儘管比較法較能貼近市價；但它以過去案例進行比較與分析，使它很難反映最近市場之變化，如：社會人口的流動、市場景氣的起伏等而使比較法也有偏離市價之可能。因此，估價師必須隨時反映市場條件與預期供需之變化(Adair et al., 1996)，以及Wang(2003)發現房價是景氣週期的領先指標，且不動產市場與總體經濟週期息息相關。值得一提的是，Matysiak & Wang(1995)發現當市場下跌(上升)時，估值高於(低於)市價，此意謂估值受到市場景氣的影響。

臺灣為促進不動產交易之資訊透明化與減少價格哄抬現象，自2012年8月開始實施「不動產實價登錄制度」，並免費提供查詢服務。不過，比較法必須調整項目涉及主觀判斷，特別是不動產的價格受到總體經濟景氣(Wang, 2003)、認知錨點(Diaz III et al., 2004)與本身個別條件等因素之影響，這些不確定因素都會觸動它的敏感神經，因而房價一直在變動之中，此意謂不動產估價具有模糊性性質。再則，Wolverton(1996)認為估價師知道勘估標的售價會導致選擇比較標的之偏差，意謂估價師在估價過程中，應設計良善機制使之遵循嚴謹且公正的估價程序(如：Dell(2004)認為估價師必須具備觀察能力(real eyes and ears)，以因應市場的變化)，以及留意估價師本身的行為特質可能產生不利影響，並有效防制其估價偏差之行為。例如：Babawale & Omirin(2012)指出估價師的知識與經驗、估價方法與估價師的特徵會顯著影響估值

準確性。換言之，估價師應選擇具參考價值之比較標的，並慎選估價程序與培養市場分析能力，藉以提高估價準確性。

3. 收益法(income capitalization approach)

收益法是估算未來可能的淨收益，以適當的必要報酬率還原為收益價值之方法。AAI(2008)認為收益法得採用直接資本化法與報酬資本化法等方法，前者指勘估標的未來一年期間之客觀淨收益(假設每年收益大致相同)，應用價格日期當時適當之收益資本化率推算勘估標的價格之方法；後者指勘估標的在分析期間之每期淨收益(每年收益不一定相同)及期末價值，以適當折現率折現後加總推算勘估標的價格之方法，即折現現金流量分析法(DCF)。收益法的關鍵為淨收益與收益資本化率，前者參酌鄰近類似不動產在最有效使用情況下之收益推算之，並按持續性、穩定性及成長情形加以調整；後者對資本化率之估計方法採用風險貼水法(考慮流通性、風險性、增值性等因素)、市場萃取法、加權平均成本法等，不同的認定方法都會影響不動產的價值。由於收益法估價過程涉及主觀認知與判斷，而使收益法具有模糊性。另外，收益法涉及選擇適當之比較標的與資本化率之選擇，此影響估價品質與估價準確度。

三、模型之建構

(一) 基本假設

我們模型係植基於B-S-M模型、Hsu模型與C-F模型，前兩者皆為選擇權評價模型；後者為模糊實質選擇權模型。基本假設如下：

1. 房價是連續時間的隨機過程(continuous-time stochastic processes)，並遵循幾何布朗運動(geometric Brownian Motion)，意謂未來房價是對數常態分配(Sirmans et al., 2006)。
2. 本研究為歐式買權，標的資產為不動產。
3. 本研究以平均加權利率取代無風險利率，它是按一年期存款利率(30%自有資本)與貸款利率(70%抵押貸款)計算而得，到期日前皆維持不變。
4. 本研究假定不動產分期融資的隨機過程會有兩個不同的波動性，即自有資本按物價上漲率與抵押貸款按房價波動率分別計算，並在到期日前皆維持不變。
5. 本研究使用梯形模糊數、 λ -cut、頂法(vertex method)演算(Dong & Shah, 1987)與積分法(Liou & Wang, 1992)計算FROV值，有別於C-F模型僅用一般算術運算。
6. 不考慮交易成本(如：登記規費)與稅捐(如：契稅)(註3)；但考慮不動產交易可能受限於買賣雙方忙碌或缺乏相關知識而委託買賣事宜，其需負擔代理費用(即仲介費--買方負擔2%；但賣方負擔4%包括委賣的估價支出等)。代理成本係因代理關係而發生的成本，並非因交易關係而發生的交易成本。本研究以代理成本率取代股利收益率，係假設不動產交易必須委託仲介而發生代理成本，因而估價師在估價過程必須反映代理成本的真實性，此即代理成本在不動產估價之具體概念。注意交易成本與代理成本常被混淆，實則兩者有別。根據Williamson(1985)的說法，交易成本不涉及財產本身的價值，重點在於確保承諾與執行成本，有別於代理成本涉及財產本身的價值，重視事前搜尋即訊號成本。表三顯示交易成本與代理成本之異同，例如：代理成本聚焦於代理合同，並重視事前的誘因調整(incentive

alignment)與監督機制，不同於交易成本聚焦於交易與重視事後的治理機制。圖二顯示代理成本與財產權利僅在誘因之一支，有別於交易成本具有治理與衡量兩支，此意謂交易成本不涉及財產權利；但代理成本與財產權利有關。總而言之，本研究係在評估投資者取得標的資產當時之市場價值，此是事前評估而非事後評估，此即是本研究考慮納入代理成本而非交易成本之主要理由。

表三 代理理論與交易成本理論比較表

	代理理論	交易成本理論
分析單位	委託代理合同	交易
焦點面向	誘因	各類專屬資產
焦點成本的關注	剩餘損失	適應不良與套牢問題
合同重點	激勵調整(事前)與監督機制	治理機制的選擇(事後)
理論導向	約束優化	比較評估
策略意向	股東觀點	股東觀點
摩擦來源	資訊不對稱、不可觀察性、代理人的避險	有限理性、不確定性、資訊不對稱、機會主義、資產專屬性
財產歸屬	涉及財產價值的改變	不涉及財產權利

資料來源：取自於Jongwook & Joseph(2005)與Williamson(1985)。

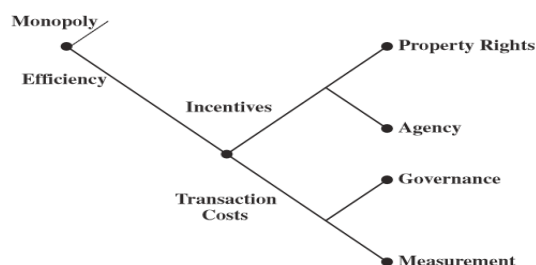


Figure 1. Williamson's 'cognitive map of contract': The efficiency side. Reprinted with the permission of The Free Press, a Division of Simon & Schuster Adult Publishing Group, from *The Economics Institutions of Capitalism* by Oliver E. Williamson. Copyright © 1985 by Oliver E. Williamson. All rights reserved.

圖二 本圖取自Jongwook & Joseph(2005)引用Williamson(1985)的效率認知圖

(二) 操作性定義(operational definition)

選擇權價格的影響因素：標的資產目前價格、履約價格、到期日、無風險利率、股利發放率與波動率等六項。我們配合不動產的交易特性與估價需要而採用Et-FROV模型，其應變數為FROV；而自變數亦有所不同。茲說明如下：

1. 標的資產之目前價格(S)

Et-FROV模型之標的為實質資產，有別於選擇權評價模型的金融資產。前者需要透過議價程序來決定價格，有別後者在交易所或店頭市場(over-the-counter markets)決定價格。目前價格

係指股票或不動產之交易價格。一般而言，買(賣)權價值與股價成正(反)比，即股價越高，買(賣)權價值越高(低)。我們以不動產交易實價查詢服務網取得交易價格進行估價分析，並配合市場景氣調整為目前價格。

2. 履約價格(X)

履約價格是指行使買(賣)權而去買(賣)資產必須付出(收到)的金額(Copeland & Antikarov, 2003)，履約價格越高，買(賣)權價值越低(高)，即買(賣)權價值與履約價格為反(正)向關係。不過，不動產的買方提交定金(即premium)可從履約價格中扣除，有別於金融選擇權(不得從履約價格扣除)。賣方關心莫過於最可能的出售價格不低於前次買進的履約價格(即賣方底線)，以不賠本為原則。若賣方的議價能力較強時，成交價可能接近市場行情價(即買方上限)；相反，成交價接近於賣方底線。本研究的履約價格，即賣方前次買進價格之現值(即前次移轉現值)，它以前次買價按消費者物價指數(CPI)調整為目前的現值。注意平均房價水準不易取得，且非為實際支付金額，與履約價格有別；若以平均房價水準替代履約價格，勢必導致估價錯亂而衍生爭議，因此平均房價水準僅供買賣之參考樣板而已，不宜視為買進成本而作為其比較基準。其次，在不動產的買賣過程中，常見的表價、底價與可能成交價格等名詞易讓投資者混淆不清；但它們皆非實際交易價格，因此不能作為履約價格的替代變數，以免影響估價準確性。表價是建商自行開出的單價，傳遞給投資者購買之參考訊息，亦是建商內設買賣的門檻價格；但建商會依據市場狀況或銷售情形調整其表價(Knight, 2002)；底價是賣方授權給代銷公司與客戶進行議價之最低價底限，一般預售屋的表價是底價的115%~120%，此差價是議價空間；可能成交價格是指買賣雙方在議價過程可能獲得共識之成交價格，此成交價格雖視買賣雙方的議價能力而定；但建商具有決定市場價格之能力(彭建文與賴鳴美，2006)。

3. 到期日(T)

到期日係持有人執行選擇權終了之日期，到期時間愈長，買(賣)權就愈有價值(Hull, 2015)，意謂到期日對買(賣)權的變動方向皆呈正向關係。不過，Hsu(2010)在探討分期融資時，認為到期日(T)前會在不同時間($t_1, t_2 \dots$)支付履約價格(X_1, X_2)， τ_i 表示各期時間的長度($i = 1, 2, \dots$)，即選擇權開始($t = 0$)，則 $\tau_1 = t_1 - t$ ； $\tau_2 = t_2 - t_1$ ； $\tau = t_2 - t = \tau_1 + \tau_2 = T$ 。我們假定不動產投資人從購屋計畫到完成購屋需兩年時間，此段期間需籌措自備款與蒐集相關資料進行評估可行性；待確定可行後，即洽辦購屋與貸款事宜。此兩段以上的期間需視籌備程度而定；但以不超過購屋計畫的存續期間為原則。

4. 波動性(σ)

Hull(2015)認為波動性是衡量未來股價變動的不確定程度，也是股票報酬的標準差。買(賣)權價值會隨波動性的變大而增加，亦即波動性與買(賣)權價值呈正向關係。由於波動性是選擇權定價模式中唯一無法直接觀察的參數(因未來價格或報酬是無法預知)，需透過歷史資料估計其波動性。我們參考Hsu(2010)的分期融資有兩個不同波動性，並考慮不動產投資需籌措自備款與抵押貸款，其中自備款與物價水準或短期定儲利率(本研究以一年期定存利率1.04%代表物價上漲率)有關；而抵押貸款雖與貸款利率有關，但關鍵在於抵押不動產的價位係隨總體經濟景氣之脈動而調整，它與房價波動性有關。因此，本研究的波動性分別為物價上漲率與房價波動率。注意波動性應可考慮不同類型的資產之「流動性」進行調整(如：風險貼水等)，Su et al. (2017)採用華廈(6~10樓有電梯之集合式大樓)與住宅大樓(11樓以上有電梯之集合式大

樓)為區隔，其標準差分別是老舊地區(華廈)為1.2663與北大特區(住宅大樓)為0.9237，此差額(0.3426)部分即是風險貼水。他們研究發現住宅大樓與華廈之間具有價差選擇權，意謂不同住宅類型之間具有流動性的選擇權機會，使得價差選擇權是一項良好的避險工具。

5. 無風險利率(r)

Hull(2015)認為無風險利率指投資人賺取沒有任何倒帳風險的利率，在美國係以國庫券(treasury bill)與政府公債(treasury bond)的利率(假設倒帳機率為零)視為無風險利率。不過，投資人選擇無風險利率，應以與選擇權到期期限相近的國庫券利率或政府公債利率為原則。由於臺灣國庫券交易量不大，無法反映市場利率水準。我們以五大銀行(即臺灣銀行、合作金庫、第一銀行、華南銀行與土地銀行)一年期平均定存利率(105年底為1.04%)視為無風險利率。買(賣)權價值與無風險利率成正(反)比，即無風險利率越高，買(賣)權價值越高(低)。考慮不動產投資人多以抵押貸款方式進行資金融通(70%)，目前政府優惠房貸以中華郵政二年期定儲機動利率(105年7月為1.095%)加0.775%~0.975%手續費為基準(手續費由承貸機構決定，如：國泰銀行公教承貸利率1.47%)。本研究以一年期定存利率1.04%(30%自有資本)與國泰銀行的優惠利率1.47%(70%抵押貸款)為計算加權平均利率之基準，即加權平均利率1.34%視為無風險利率。

6. 股利收益率(δ)

由於發放現金股利會使股價在除息日下跌，視為股價減項(Hull, 2015)，因而以 $e^{-\delta T}$ 反映股價的減項，表示公司資產價值降低。現金股利的發放對買(賣)權是壞(好)消息，即發放現金股利與買(賣)權價值呈負(正)向關係。不過，不動產是個別議價市場，根本沒有股利發放與否的問題；但不動產投資涉及委託代理(principal-agent)問題。過去研究認為代理成本越高，公司價值越低(Shin & Kim, 2002; Harvey et al., 2004)。換言之，代理成本如同發放現金股利都會降低公司價值，因而利用 $e^{-\delta T}$ 來反映公司價值的減項。臺灣不動產交易大多透過仲介來代理相關事宜，仲介費是買賣雙方支付給仲介人的服務酬金，屬於「勞務費」性質，有別於交易成本屬於「直接費用」或「間接費用」。注意仲介費用在到期時皆已支付，無風險部分亦不存在，與現金股利(無風險部分)一致。此意謂代理成本符合選擇權評價理論，並與發放現金股利具有相同功用，因此本研究以代理成本取代現金股利，作為評估不動產(實質)選擇權之影響因素。近年來「去中介化(disintermediation)」的浪潮正方興未艾(如：網路仲介或電子仲介等)，衝擊不動產的傳統仲介；但不動產受制於異質性、價格屬性、消費頻率與資訊不對稱等原因，「去中介化」現象很難發揮(Turban et al., 2004)，意謂傳統仲介在不動產交易市場仍有存在的價值。

一般而言，影響B-S-M模型(選擇權價格)與Et-FROV模型(FROV值)之六項因素皆是外生變數(exogenous variable)；但選擇權價格與FROV值則是內生變數(endogenous variable)。事實上，此六項參數皆具有不確定性之特徵，只不過在過去研究為方便模型推導而假設某些變數是固定常數而已。總而言之，前述六項參數影響買(賣)權確有不同方向，表四顯示買(賣)權的變動方向，除到期日與波動性皆呈正向外，其餘皆為反向。

表四 各項參數影響買(賣)權價格的變動方向

參數	B-S-M模型	Et-FROV模型	買權變動方向	賣權變動方向
S	目前股價	目前交易價格	+	-
X	履約價格	前次移轉現值	-	+
T	到期日	各期時間長度	+	+
σ	股價波動性	物價上漲率與房價波動性	+	+
r	無風險利率	加權平均利率	+	-
δ	股利率	代理成本率	-	+

(三) 模型之推導

我們模型係植基於B-S-M模型、Hsu模型與C-F模型，前兩者係未考慮模糊狀態下的買權價格，有別後者係模糊狀態下的模糊實質選擇權價值。就不動產交易而言，買方如同買了歐式買權。注意B-S-M模型細分為B-S模型與Merton模型，差別在於Merton模型考慮發放現金股利，並以 $e^{-\delta T}$ 來反映股價的減項。B-S-M模型的買權如公式(1)。

$$C = Se^{-\delta T} \cdot N(d_1) - Xe^{-rT} \cdot N(d_2) = Se^{-\delta T} \cdot N(d_2 +) - Xe^{-rT} \cdot N(d_2) \dots\dots\dots (1)$$

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{X}\right) + \left(r - \delta + \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}}, d_2 = \frac{\ln\left(\frac{S}{X}\right) + \left(r - \delta - \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}} = d_1 - \sigma\sqrt{T}, \text{ 即 } d_1 = d_2 + \sigma\sqrt{T}$$

其中C：買權價格，S：目前價格，X：履約價格，r：無風險利率，T：為存續期間， σ ：股價波動率， δ ：股利收益率，N(d)：累積常態分配函數。

過去研究假定選擇權的存續期間是單一波動性，如：B-S-M模型、ROV模型、C-F模型等。不過，Hsu(2010)認為分期融資的隨機過程會有不同的波動性，並導出一次性融資公式如公式(2)。我們結合B-S-M模型與Hsu模型而修正為不動產抵押融資選擇權模型(RMFO模型)如公式(3)。不過，分期投資或階段式投資皆是複合選擇權之型態(Hsu, 2010)，因此我們修正RMFO模型與Et-FROV模型皆屬於複合選擇權(註4)。

$$C = S \cdot N_1(\iota + \sqrt{\sigma_1^2 \tau_1 + \sigma_2^2 \tau_2}) - Xe^{-r\tau} \cdot N_1(\iota) \dots\dots\dots (2)$$

$$\iota = \left[\ln\left(\frac{S}{X}\right) + r\tau - 0.5(\sigma_1^2 \tau_1 + \sigma_2^2 \tau_2) \right] / \sqrt{\sigma_1^2 \tau_1 + \sigma_2^2 \tau_2}$$

$$C = S \cdot e^{-\delta T} N_1(\iota + \sqrt{\sigma_1^2 \tau_1 + \sigma_2^2 \tau_2}) - Xe^{-r\tau} \cdot N_1(\iota) \dots\dots\dots (3)$$

$$\iota = \left[\ln\left(\frac{S}{X}\right) + \delta\tau - 0.5(\sigma_1^2 \tau_1 + \sigma_2^2 \tau_2) \right] / \sqrt{\sigma_1^2 \tau_1 + \sigma_2^2 \tau_2}$$

其中 δ ：代理成本率(即代理成本/投資總額)，其餘如B-S-M模型所示。 $\tau_1 = T_1 - t$ ， $\tau_2 = T_2 - T_1$ ， $\tau = T_2 - t = \tau_1 + \tau_2$ 。

Hsu(2010)的分期投資模型(複合選擇權)係建立在不同投入資金、不同期程與不同波動性的假設，因此公式(2)內才有「 $\sigma_1^2\tau_1 + \sigma_2^2\tau_2$ 」項，此項即在驗證前述假設。我們考慮不動產交易過程類似Hsu模型的分期投資過程，因而修正為RMFO模型如公式(3)。此模型的籌備自備款期間(τ_1)為1.5年、波動性(σ_1^2)為0.05%(因為物價上漲率 $\sigma_1=2.25\%$)與籌辦自備款期間(τ_2)為0.5年、波動性(σ_2^2)為1.04%(因為房價波動率 $\sigma_2=10.19\%$)。因此透過「 $\sigma_1^2\tau_1 + \sigma_2^2\tau_2$ 」的分開計算才能反映真實性，從而減少估價偏誤。注意「 $\sigma_1^2\tau_1 + \sigma_2^2\tau_2$ 」的後面還有「 $\sqrt{\sigma_1^2\tau_1 + \sigma_2^2\tau_2}$ 」項，因「 $\sqrt{\sigma_1^2\tau_1 + \sigma_2^2\tau_2}$ 」的前面是除號，其運算法則需依Moore(1966)的區間算術運算與Dong & Shah(1987)的頂法運算。換言之，正確使用「 $\sigma_1^2\tau_1 + \sigma_2^2\tau_2$ 」是在突顯其間的交互使用對買權價值(公式(2)與公式(3))與FROV值(公式(6))的影響，此做法能夠真正反映不同波動性與期程之交叉使用的真實性，關鍵莫過於能夠增強其估價準確性，此正是本文最想做出貢獻之焦點。

B-S-M模型與Hsu模型屬於金融選擇權；但投資計畫牽涉土地、廠房等實質性資產，許多研究從實質選擇權的角度探討它的彈性價值(Trigeogis, 1993)。Leslie & Michaels (1997)將B-S-M模型轉為實質資產的評價模式(real option value model, ROV模型)，差別在變數意義不同(僅C改為ROV)，即ROV是目前實質選擇權的價值，其餘變數如表五所示。然而，ROV模型的預期現金流量不易估算，因此Carlsson & Fullér (2003)從梯形模糊數的角度探討其可能平均值與可能變異數，設 $A = (S_1, S_2, \alpha, \beta)$ ，則A的底(support)為 $(S_1 - \alpha, S_2 + \beta)$ 與核心(core)為 $[S_1, S_2]$ 。 $(S_2 + \beta)$ 與 $(S_1 - \alpha)$ 是它的可能上、下限值。若 $[a, b]$ 區間與 $(S_1 - \alpha, S_2 + \beta)$ 的距離越大，意謂其模糊程度越大，代表選擇權價值愈大。C-F模型如公式(4)；但公式(4)很難推算FROV值，因此改以梯形模糊數型態如方程式(5)。注意公式(5)的運算遵循Moore(1966)的區間算術運算法則，梯形四個端點為 $(S_1, S_2, S_1 - \alpha, S_2 + \beta)$ 。

$$\text{FROV} = \tilde{s}e^{-\delta T} \cdot N(d_1) - \tilde{x}e^{-rT} \cdot N(d_2) \dots\dots\dots (4)$$

$$d_1 = [\ln(E(\tilde{s})/E(\tilde{x})) + (r - \delta + \frac{\sigma^2}{2})T] / \sigma\sqrt{T}, d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T}$$

$$\text{FROV} = (s_1, s_2, \alpha, \beta) e^{-\delta T} \cdot N(d_1) - (x_1, x_2, \alpha', \beta') e^{-rT} \cdot N(d_2) \dots\dots\dots (5)$$

$$\begin{aligned} & (S_1 e^{-\delta T} \cdot N(d_1) - x_2 e^{-rT} \cdot N(d_2), S_2 e^{-\delta T} \cdot N(d_1) - x_1 e^{-rT} \cdot N(d_2); \\ & = \alpha e^{-\delta T} \cdot N(d_1) + \beta e^{-rT} \cdot N(d_2), \beta e^{-\delta T} \cdot N(d_1) + \alpha e^{-rT} \cdot N(d_2)) \end{aligned}$$

其中 $\tilde{s}$ 是預期現金流量的現值， $\tilde{x}$ 是預期成本， $E(\tilde{s})$ 與 $E(\tilde{x})$ 是預期現金流量的現值與預期投資成本之可能平均值， $\sigma: \sigma(\tilde{s})$ 是預期現金流量的現值之可能變異數， S_1 與 S_2 是梯形core(上底)的下(上)限值， α 與 β 是下(上)方界限值， $S_1 - \alpha$ 與 $S_2 + \beta$ 是梯形support(底)的可能(下)限值，FROV是模糊實質選擇權價值。

由於C-F模型未考慮 λ -cut與頂法運算，精確度值得商榷。Moore(1966)提出區間分析，作為數值分析之捨去誤差或量測誤差的工具。Ana & Francisco(2011)認為兩個梯形模糊數的加減仍是梯形模糊數；但兩個梯形模糊數的乘除僅是近似梯形模糊數，因此需要透過 λ -cut尋求解決。Klir & Yuan(1995)指出 λ -cut是使模糊集合轉為明確集合的方法，即 λ -cut越多，它分析結果就會越精確。由於頂法能夠有效抑制區間運算的分配法則，因此Ross(2010)認為頂法是植基於

它結合 λ -cut概念與一般區間分析，具有防止歸屬函數因模糊變量域之運用離散化方法所造成輸出異常現象，以及它能簡化模糊變量連續值之擴展法則的操作等優點。因此頂法演算易於被執行與有效計算。因此，我們參考 λ -cut、擴展法則與頂法運算，進而結合C-F模型與RMFO模型而修正為Et-FROV模型如公式(6)。注意公式(6)的運算遵循Dong & Shah(1987)的頂法運算法則。

$$FROV = S \otimes e^{(-\delta \otimes \tau)} \otimes N_1(t \oplus \sqrt{\sigma_1^2 \otimes \tau_1 \oplus \sigma_2^2 \otimes \tau_2}) \ominus X \otimes e^{(-r \otimes \tau)} \otimes N_1(t) \dots\dots\dots (6)$$

$$t = [\ln(S \oslash X) \oplus (r \ominus \delta) \otimes \tau \ominus 0.5(\sigma_1^2 \boxtimes \tau_1 \oplus \sigma_2^2 \boxtimes \tau_2)] \oslash \sqrt{\sigma_1^2 \otimes \tau_1 \oplus \sigma_2^2 \otimes \tau_2}$$

$$V = V_{Bear} \times P_{Bear} + V_{Bull} \times P_{Bull}$$

其中S：目前房價，X：前次移轉現值，r：加權平均利率， δ ：代理成本/投資總額， $\sigma_{i=1,2}$ ：物價上漲率與房價波動率， $\tau_1 = T_1 \ominus t$ ， $\tau_2 = T_2 \ominus T_1$ ， $\tau = \tau_1 \oplus \tau_2$ ，V：最後估值， V_{Bear} 與 V_{Bull} ：熊(牛)市的估值--即FROV的期望值(最小)與排序值(最大)， P_{Bear} 與 P_{Bull} 是熊(牛)市的概率， $\oplus \ominus \otimes \oslash$ 是模糊運算的加、減、乘、除符號。

非常有趣，我們Et-FROV模型具有挑戰Fisher(1930)的「投資決策獨立於融資決策」之分離定理，因為他的假設不存在於不動產市場(註5)。Et-FROV模型不同於C-F模型，此獨特點是：(1)Et-FROV模型有不同波動性；C-F模型為單一波動性。(2)Et-FROV模型有不同時間長度，其時間長度的和等於存續期間；C-F模型僅有存續期間。(3)Et-FROV模型採用頂法運算；C-F模型採用一般算術運算。(4)Et-FROV模型納入 λ -cut與採用積分法計算排序值，作為排序依據；C-F模型未考慮 λ -cut與排序問題。這些特點說明Et-FROV模型不僅符合不動產的交易特性，且有助於提昇不動產估價之精確度。意謂Et-FROV模型優於C-F模型，具有輔助傳統三法之估價功能。不過，Chen & Hsieh(2000)認為模糊數無法直接比較大小，需用排序來解決。我們採用積分法計算左(右)積分，使總積分值等於排序值。FROV的期望值為梯形核心(即 $\lambda=1$)之平均值，它是熊市的估值；而排序值為牛市的估值。最後的估值以牛(熊)市的概率計算；但概率取決於通盤檢討不動產景氣而定。因此前述B-S-M、ROV、C-F與Et-FROV等模型的參數比較如表五。

表五 各種模型的參數比較表

參數	B-S-M模型	ROV模型	C-F模型	Et-FROV模型
U	金融資產	實質資產	實質資產	實質資產
S	目前股價價格	預期現金流量	現金流量的可能平均值	目前交易價格
X	履約價格	固定成本	投資成本的可能平均值	前次移轉現值
r	無風險利率	無風險利率	無風險利率	加權平均利率
T	存續期間	存續期間	存續期間	存續期間
σ	波動率	波動率	波動率	物價上漲率與房價波動率
δ	股利發放率	損失值	損失值	代理成本率
τ	無	無	無	各期時間之差

資料來源：本研究。

(四) 採用Et-FROV模型的理由

考慮不動產具模糊性與選擇權等特徵一直被過去文獻所忽視，儘管許多研究證實FROV模型在投資專案很有效；但在不動產估價領域卻未曾著墨，因而引發我們投入本研究之動機。很遺憾Zhu et al.(2011)聲稱運用模糊邏輯於不動產估價是良好工具，卻未觸及選擇權議題(如：Quigg等人證實不動產有選擇權)。此美中不足部分可由Et-FROV模型來補強並圓滿缺憾。我們研究指明Et-FROV模型有C-F模型欠缺特點(如： λ -cut與頂法運算等)，是非常有效的好方法。特別是Et-FROV模型能夠導出排序值(代表牛市的估值)與期望值(代表熊市的估值)，最後的估值取決於不動產景氣，符合Adair et al.(1996)之主張。此獨特發現讓Et-FROV模型提供一個有趣新視野，因而增強投資人之可信度，並帶給實務界以FROV模型進行不動產估價之信心。我們Et-FROV模型採用不同波動率，符合估價真實情境。換言之，Et-FROV模型的精確性適合於不動產估價，提供給世界各國實施不動產估價之另類選擇。基於以上的理由，表六顯示各參數使用邏輯。

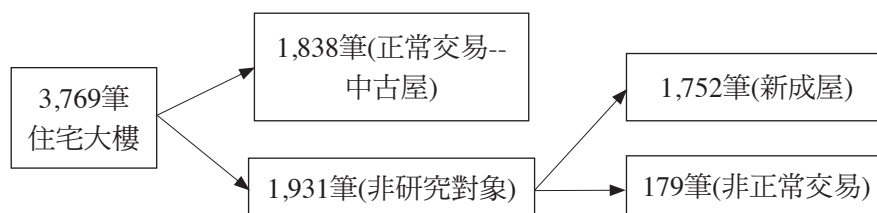
表六 Et-FROV模型採用參數定義之理由

參數	原名稱	替代名稱	使用邏輯
U	金融資產	實質資產	不動產是生產性的實質資產，優於非生產性的金融證券，因為生產性能夠提高本身價值並為投資者創造投資收益。此邏輯顯示不動產是置產保值的良好對象，更是投資獲利的最佳途徑。
S	目前股價	目前交易價格	操作實質資產的管理階層可以提高標的資產價值與實質選擇權價值(金融選擇權則無)；但股價與房價對選擇權價值皆具同向變動，此隱喻房價具有替代股價之意涵。不過，不動產的買方關心是實際成交價，並參酌目前交易價格作為投資與否之依據。
X	履約價格	前次移轉現值	履約價格是買賣雙方履行選擇權契約之重要依據，履約價格一經設定，在存續期間不會改變。賣方除非被套牢風險，否則寧願延後出售(因能保本)。賣方底限是前次移轉價值，以不賠本為原則。
r	無風險利率	加權平均利率	無風險利率對選擇權價格之影響較不直接；但不動產的買方關心是貸款利率(因貸款利率>無風險利率)，按資金成數加權計算平均利率，較能反映不動產的真實價值。
T τ	存續期間	各期時間長度	到期日是決定選擇權是否履約之依據，到期期限愈長，選擇權價值愈高。考慮不動產的各期投資有不同的時間長度，因而在評估需依其時間長度分別計算；但各期時間長度之加總等於存續期間。
σ	股價波動性	物價上漲率與房價波動率	不動產投資在每一階段各有不同的風險(即波動性)，即自有資金按物價上漲率調整(風險較低)與房價波動率(風險較高)有關。意謂不動產投資必須考慮不同的風險程度，才能正確評估投資價值。
δ	股利率	代理成本率	過去研究發現發放現金股利與代理成本有關，且兩者皆有相同功用(降低資產價值)，因而以 $e^{-\delta T}$ 反映其價值的減項。

四、應用與分析

(一) 實例說明

本研究以「國立臺北大學特定區(北大特區)」為例，早期是三峽河、橫溪與大漢溪的氾濫平原(flood plain)，遲至90年代稍具農田規模，落後於先天優勢的三峽老街(因河運便利而成為農產品集散中心)。2000年由臺北縣政府完成區段徵收與2003年進行「造鎮造街」計畫，全區是低建蔽率、高綠覆率、棋盤式街廓規劃，櫛比鱗次的現代化建築。北大特區是類似Howard「田園城市」的新市鎮，是臺灣第一個「從零開始」而成功透過區段徵收並結合文化老街之「大學特區」，此有若美國Harvard、Princeton等大學城規劃。我們母體資料取自「不動產交易實價查詢服務網」，蒐集北大特區(跨三峽與樹林兩區)2012年7月~2016年12月之4,154筆(包括透天26筆、華廈262筆、套房97筆與住宅大樓3,769筆)交易資料，並依不動產估價技術規則之規定剔除非正常交易(如：親友間等)、違建、二年以內的新成屋與極端值(如：高低價差距超過1倍部分)等會影響中古屋交易價格之數據後，計取得住宅大樓1,838筆之3~11年中古屋正常交易資料(因第一筆建物於2006年11月完工)。圖三顯示北大特區的交易資料分布情形，注意本研究係以中古屋為研究對象，貨幣單位為新台幣，面積單位為坪。特別是此正常交易數據用以彰顯1,838筆有效樣本是無偏誤且具母體代表性的樣本，以及選定6筆比較標的皆從無偏誤樣本中篩選與勘估標的之建坪相當、屋齡相近、適中價位且有車位的比較樣本，因此它能真實反應當地住宅交易價格。由於我們母體樣本具有Markov特性(隱含在未來任何時間上的房價機率分配，與過去房價所遵循之路徑無關)。此隨機過程會使未來房價呈對數常態分配(Sirmans et al., 2006)，意謂我們選定樣本符合本研究之基本假設。



圖三 北大特區交易資料的分布結構圖

(二) 估價過程

1. 傳統估價

我們遵循AAI(2008)暨不動產估價技術規則之規定進行傳統估價。注意勘估標的屋齡9年，建坪、地坪與車坪各為68.23坪與8.18坪。6件比較標的如表七。

(1) 成本法

建物總成本包括營造或施工費、規劃設計費、廣告銷售費等7項，營造施工費依臺北縣平均房價水準20~30萬元/坪的單位造價(9F)為64,500~76,500元/坪(取72,000元)，勘估標的(68.23坪)地下樓層為3樓，加計0.5倍造價，按建築工程類物價指數調整為105.98%(97.97/92.44)，營造施工費781萬元。規劃設計費按營造施工費2%~3%(取2.5%)為19.5萬元，廣告銷售費、管理

表七 比較實例之交易資料一覽表

項 目	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4	Case 5	Case 6
交易年月	5/2016	9/2016	7/2016	10/2016	5/2016	4/2016
售價(萬)	1,399	1,358	1,530	1,750	1,280	1,748
單價(萬)	24.66	24.70	24.62	24.20	23.96	26.18
登記建坪	56.74	54.99	62.15	72.32	53.42	66.78
登記地坪	7.27	6.68	9.04	9.05	6.73	8.36
登記車坪	11.11	4.62	11.59	9.15	12.22	10.32
屋齡(年)	10.0	7.5	10.0	9.0	9.5	9.5
樓層	15F/19F	4F/15F	3F/14F	2F/15F	12F/15F	13F/25F

資料來源：本研究(取自不動產交易實價查詢服務網)。

費與稅捐各按總成本的3%~7%、4%~5%與0.5%~1.2%推估(取5%、4.5%與1%)，資本利息5%與建築利潤15%，估算建物總成本為1,100萬元。累積折舊依規定為每年折舊率1.8%，勘估標的(屋齡9年)之累積折舊額為178萬元。土地成本參考三峽區2014年11月有兩筆交易為81萬元/坪，依地價指數調整為84萬元/坪($81 \times 125.14 / 120.57$)，登記地坪8.18坪為687萬元。因此，成本價格為1,600萬元。

(2) 收益法

我們蒐集當地月租金行情(勘估標的附近450元)，且參考同棟6樓的月租金估算勘估標的之月租金為3萬元(押金2個月，1.04%)與閒置損失率2%。勘估標的稅捐13,105元(105年)、管理費31,532元(年)、產物險5,000元(年)、維修費用15,000元(年)與折舊費88,426元($72,000 \times 68.23 \times 1.8\%$)，計算淨收入200,350元。資本化率以1.34%計算，即收益價格為1,500萬元。

(3) 比較法

我們依不動產估價技術規則之規定進行情況調整、價格日期調整、區域與個別因素調整等四項，並現場勘查比較案例與勘估標的之使用現況、權利狀態等條件予以調整如表八。注意模糊資訊是訊息的語意不清楚或不明確而存在曖昧性或模糊不清的情況，例如：案例二(樓層4樓)屬於受迷信影響之交易，我們設定100/99，意謂4樓價位調降1%。期日修正各按交易期日與2016年底之各項指數調整；區域因素因相同機能條件而不予調整。個別因素之案例五受到高速公路之噪音影響、案例三緊臨防災公園(正在施工中的三鶯捷運線預定地)與案例四臨麥子園計畫區(現正規劃中)，經與勘估標的比較後之優劣調整如表八。價格日期為2017年1月1日。表八顯示調整後的單價落在25萬元/坪之兩側，我們以25萬元/坪計算勘估標的為1,700萬元。另外，從表八可知高(低)差/平均值之比各為3.95%與4.65%，符合不動產估價技術規則之規定。意謂我們選用6件比較標的是屬於有效代表性之樣本，即比較價格為1,700萬元。

(4) 最終價格

前述成本法1,600萬元、比較法1,700萬元與收益法1,500萬元，高低差100萬元是平均值的6.25%，符合不動產估價技術規則之規定。我們考慮蒐集資料的可信度、估價方法的差異與形

表八 比較標的之調整項目一覽表

單位：萬元/坪

(a)消費者物價指數

案例	調整前單價	情況補正	期日修正	區域因素	個別因素	調整後單價
case 1	24.66	100/100	105.46/104.41	100/100	100/101	24.66
case 2	24.70	100/99	105.46/105.46	100/100	100/99	25.20
case 3	24.62	100/100	105.46/105.02	100/100	100/98	25.23
case 4	24.20	100/100	105.46/106.99	100/100	100/97	24.59
case 5	23.96	100/100	105.46/104.41	100/100	100/97	24.95
case 6	26.18	100/100	105.46/104.81	100/100	100/103	25.58

(b) 建築工程物價指數

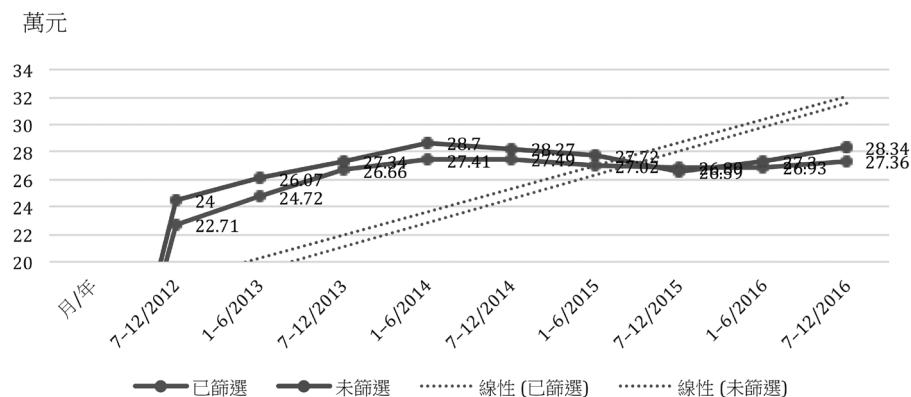
案例	調整前單價	情況補正	期日修正	區域因素	個別因素	調整後單價
case 1	24.66	100/100	98.79/98.80	100/100	100/101	24.41
case 2	24.70	100/99	98.79/97.50	100/100	100/99	25.54
case 3	24.62	100/100	98.79/97.79	100/100	100/98	25.38
case 4	24.20	100/100	98.79/97.26	100/100	100/97	24.34
case 5	23.96	100/100	98.79/98.80	100/100	100/97	24.70
case 6	26.18	100/100	98.79/98.15	100/100	100/103	25.58

註：調整前單價取自不動產交易實價查詢服務網；期日修正的指數取自全聯會第四號公報。

成因素之相近程度，決定最終價格為1,600萬元。不過，我們重新檢視北大特區的歷年房價趨勢，圖四顯示北大特區的房價由2013年開始爬升，2014年達到高峰；但受到央行2014年Q3實施擴大房市管制措施之影響，2015年明顯下滑，直到央行2016年3月縮小管制範圍，北大特區於Q2明顯小漲，Q3~Q4顯著回復2014年的光景，意謂北大特區的房價開始又恢復穩定增長之趨勢。注意圖四顯示未篩選(3,769筆)與已篩選(1,838筆)之房價走勢皆呈同步漲跌，意謂兩者誤差有逐漸變小之趨勢，符合Cooper & Schindler(2008)主張一個良好樣本必須具備精確度與準確度之要求，才能彰顯樣本的代表性。再則，勘估標的離福爾摩莎高速公路增設樹林交流道不遠，以及三鶯捷運線正施工中，過去文獻證實高速公路可及性與交通發展對房價具有積極效果(Yiu & Wang, 2005; Levkovich et al., 2016)。考慮今年通車的樹林交流道對勘估標的之房價具正面效益，預期平均房價漲至26.4萬元/坪以上，即勘估標的之價位為1,800萬元。

2. Et-FROV模型

首先調整勘估標的前次移轉價1,500萬元(2013年8月)，按平均物價指數(105.1/102.74)調整前次移轉現值(X)為1,530萬元。代理成本率(δ)為買方負擔仲介費2%；無風險利率(r)為加權平均利率1.34%；存續期間(τ)為2年，籌劃自備款期間(τ_1)為1.5年與洽辦房貸期間(τ_2)為0.5年；物價上漲為2.25% $((105.1/102.74)-1)$ ，即變異數(σ_1^2)約為0.05%；北大特區歷年的平均房價25.81萬元/坪與標準差為2.63萬元/坪(10.19%)，即變異數(σ_2^2)為1.04%。C-F模型係以對稱的梯形型態進行評估，各項參數如前所述。對稱梯形的底(support)有5個的點，即 S_1 、 S_2 、 $S_1-\alpha$ 、 $S_2+\beta$ 與中心點(S_0)，且 $\alpha = \beta$ ， S_0 是 S_1 與 S_2 的平均值。目前市場交易行情($\tilde{S}_{0a}$)=(1750, 1850, 50, 50)。首先計算可能變異數為67.70萬元、可能平均值為1,800萬元、 $E(\tilde{X}) = 1,530$ 萬元與 $\sigma(\tilde{S}_0)$ 為3.76%。



圖四 北大特區歷年房價比較趨勢(2012/7-2016/12)

$E(\tilde{S}_0)$ 與 $E(\tilde{X})$ 係指目前市場行情與前次移轉現值之可能平均值。代入公式(5)計算，FROV值為(123.82, 374.82, 77.23, 77.23)，即FROV值為[46.59, 451.87]。換言之，FROV可能落在46.59萬元~451.87萬元之間，FROV的期望值為243.23萬元。

不過，C-F模型僅考慮一般算術運算，其精確度值得商榷，如：期望值僅為目前市場價格的13.85%。正因為如此，我們進一步精煉而修正Et-FROV模型，並使用 λ -cut、頂法運算與積分法(C-F模型所無的獨特點)計算排序值，作為排序之依據。我們將購屋決策相關的參數資訊予以設定模糊範圍，並遵循Zadeh(1965)以仿真方式透過模糊邏輯來解決此不確定性問題，正是本研究之核心。表九顯示勘估標的之各項參數在不同 λ -cut的模糊範圍。其中6個 λ -cut(即0、0.2、0.4、0.6、0.8與1.0)，每等分的權重為0.2，並將表九數據套入公式(6)與Excel計算不同 λ -cut下的FROV、期望值與排序值(表九)。我們依積分法計算，得到左積分99.55萬元與右積分3,215.43萬元；排序值3,314.98萬元與期望值1,665.84萬元。前述的期望值是熊市(最低)的估值與排序值是牛市(最高)的估值。最終的估值取決於牛(熊)市的概率大小；但概率大小參考不動產景氣之預測來決定。注意Et-FROV模型能夠準確估計為最低價位1,665.84萬元，發揮92.55%的保值功能(1665.84/1800)與最高價位3,314.98萬元，創造84.17%的增殖利潤((3314.98/1800)-1)，1,800萬元是標的資產目前市場交易行情。更關鍵的是Et-FROV模型同時導出保值價位與增殖利潤是過去評價模型(如：NPV、DCF、選擇權評價模型與FROV模型等)從未有過的主張，這是本文最具獨特的貢獻。表十顯示C-F模型(原型)、C-F模型(調整型)與Et-FROV模型之比較，C-F模型(原型)因未採用 λ -cut與頂法運算，導致它有相同的期望值與排序值，我們將 λ -cut與頂法運算導入C-F模型(原型)而得到排序值3,239.35萬元(80%增殖)與期望值1,604.41萬元(89%保值)，極接近於Et-FROV模型的估值。此意謂 λ -cut與頂法運算是提高估價準確性之有效方法，符合前人研究(Ross, 2010)。注意表九顯示各項參數的模糊範圍(即模糊區間)，係在強調模糊程度，此模糊行情資訊透過模糊推論、模糊化與解模糊化過程而導出明確輸出值，即期望值(1,665.84)與排序值(3,314.98)。

我們倡議的Et-FROV模型皆能應用於擴張選擇權(預期景氣變好而採用「以小換大」計畫)與縮減選擇權(預期景氣不好而延長貸款期限)，即擴張選擇權僅變更目前房價(1,800→2,500萬元)與前次移轉現值(1,530→2,000萬元)，其他不變；縮減選擇權僅變更加權平均利率

表九 Et-FROV模型在不同 λ -cut下的模糊範圍與模糊實質選擇權價值一覽表

項目	λ -cuts					
	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
S	(17.0, 19.0)	(17.1, 18.9)	(17.2, 18.8)	(17.3, 18.7)	(17.4, 18.6)	(17.5, 18.5)
X	(14.3, 16.3)	(14.36, 16.24)	(14.42, 16.18)	(14.48, 16.12)	(14.54, 16.06)	(14.6, 16.0)
r	(1.33, 1.35)	(1.332, 1.348)	(1.334, 1.346)	(1.336, 1.344)	(1.338, 1.342)	(1.34, 1.34)
δ	(1.8, 2.2)	(1.84, 2.16)	(1.88, 2.12)	(1.92, 2.08)	(1.96, 2.04)	(2.0, 2.0)
τ	(1.9, 2.1)	(1.92, 2.08)	(1.94, 2.06)	(1.96, 2.04)	(1.98, 2.02)	(2.0, 2.0)
σ_1^2	(0.04, 0.06)	(0.042, 0.058)	(0.044, 0.056)	(0.046, 0.054)	(0.048, 0.052)	(0.05, 0.05)
σ_2^2	(1.03, 1.05)	(1.032, 1.048)	(1.034, 1.046)	(1.036, 1.044)	(1.038, 1.042)	(1.04, 1.04)
τ_1	(1.4, 1.6)	(1.42, 1.58)	(1.44, 1.56)	(1.46, 1.54)	(1.48, 1.52)	(1.5, 1.5)
τ_2	(0.4, 0.6)	(0.42, 0.58)	(0.44, 0.56)	(0.46, 0.54)	(0.48, 0.52)	(0.5, 0.5)
FROV	(66.9, 3232.7)	(79.3, 3226.1)	(98.7, 3219.2)	(105.7, 3212.1)	(119.9, 3204.78)	(134.5, 3197.17)
期望值	1,665.84*					
排序值	3,314.98**					

註：1.9項參數數據如本小節所述。2.*表示期望值是 $\lambda=1.0$ 的平均值 $(134.5+3197.17)/2=1665.84$ ；**表示排序值依Liou & Wang(1992)積分法計算，左(右)積分為99.55 (3,215.43)，排序值為左(右)積分的和。

表十 FROV值在C-F模型(原型)、C-F模型(調整型)與Et-FROV模型比較表

λ -cut	C-F模型(原型)	C-F模型(調整型)	Et-FROV模型
0	--	[103.64, 3159.53]	[66.90, 3232.71]
0.2	--	[114.48, 3141.01]	[79.28, 3226.13]
0.4	--	[125.72, 3120.59]	[92.25, 3219.23]
0.6	--	[137.48, 3098.25]	[105.67, 3212.11]
0.8	--	[149.63, 3073.61]	[119.85, 3204.77]
1.0	--	[162.07, 3046.75]	[134.50, 3197.17]
期望值	249.23	1,604.41	1,665.84
排序值	249.23	3,239.35	3,314.98

註：同表九。

(1.34%→1.33%)，其餘不變。我們重新計算結果顯示擴張選擇權的FROV值介於2,355.8萬元(期望值)與4,360.79萬元(排序值)，以及縮減選擇權的FROV值介於1,684.35萬元(期望值)與3,233.45萬元(排序值)。前述結果與表九比較顯有明確的擴張作用與縮減作用，符合預期結果。特別聲明的是，考慮不動產兼具投資與消費的雙重性是一項很特別的基本特性，因而本研究當初設定Et-FROV估價模型即以此概念為基礎而展開模式的建構，此意謂消費性(即自用)或投資性(如：租賃)不動產皆能適用於Et-FROV估價模型。其次，預售屋是臺灣特殊的交易型態，它非

屬實體產品，僅是廣告之表徵。不過，預售屋價格交割日的期貨價格等於(很接近)現貨價格(Hull, 2015)，此收斂現象只在公開(交易所)市場才會發生；但不動產是個別議價市場，因此預售屋價格不一定收斂到新成屋價格。儘管預售屋是房市景氣之先期指標，它僅提供投資之參考，千萬不要陷入房市多(空)頭之迷思，以免踏入地雷的深淵。注意預售屋付款方式雷同於抵押貸款，性質為複合買權。特別是預售屋也具備模糊性與選擇權等特徵，又有實質選擇權的適用條件，只要它能有像表九的數據即可適用於Et-FROV估價模型，殆無疑義。

至於評審委員建議代理成本直接從估算價值後予以減除乙節，依據買(賣)權等價理論可知買(賣)權的價差等於股價減股利折現後的淨額，再減履約價格的現值。若違反等價理論(即兩者不相等)就會有套利機會，意謂任何一種選擇權定價模型皆需滿足等價理論公式。由於等價公式顯示發放現金股利會降低股價(即 $Se^{-\delta T}$ 表示股利是股價的減項)，因此B-S-M模型將現金股利以無風險利率折現後再從股價中扣除。換言之，股利不採用折現因子予以折現就會有套利機會而違反B-S-M模型沒有套利機會之假設。不過，Hull(2015)提出另一種作法即將股利扣除股利現值後再代入公式計算選擇權價格，意謂股利必須要經過扣除股利現值之程序，不能從其估算價值直接扣除，否則就會有套利機會。為區別差異，我們遵循評審委員之建議(將代理成本30萬元從估出的價值中直接扣除)、Hull(2015)的作法與Et-FROV模型比較如表十一。注意Hull(2015)是將股利扣除股利現值後再套入公式計算；但波動率是扣除股利現值後之淨波動率，才能避免誤差而變為套利機會，因而獲得更周延的結果。

表十一 Et-FROV模型與Hull(2015)、評審委員建議之差異比較表 單位：萬元

	Et-FROV(1)	Hull 作法(2)	評審委員建議(3)	差異比較
0	(66.9, 3232.7)	(66.6, 3232.9)	(125.1, 3282.3)	1. 從(1)與(3)比較可知評審委員建議會高估38萬元，歸因於未考慮折現影響。
0.2	(79.3, 3226.1)	(73.2, 3226.2)	(138.8, 3277.8)	
0.4	(92.6, 3219.9)	(91.9, 3219.5)	(152.8, 3273.5)	
0.6	(105.7, 3212.1)	(105.3, 3212.4)	(166.9, 3268.8)	
0.8	(119.9, 3204.8)	(119.9, 3205.2)	(181.4, 3264.5)	
1.0	(134.5, 3197.2)	(134.3, 3197.8)	(196.0, 3259.9)	
期望值	1,665.84	1,660.04	1,727.95	2. 從(1)與(2)比較可知，Hull(2015)建議與原來Et-FROV模型極為接近。
排序值	3,314.98	3,313.9	3,431.22	
估值*	1,830	1,825	1,898	
最後估值	1,830	1,825	1,868	3. 此差異比較證實代理成本必須要先經過折現方式再扣除，否則會有套利機會。

註：*表示估值是期望值 $\times 0.9$ (熊市概率)+排序值 $\times 0.1$ (牛市概率)。

(三) 準確性分析

由於房價是景氣週期的領先指標與總體經濟週期息息相關(Wang, 2003)；但主計處公布2016年GDP成長率1.5%，預測2017年為2.05%(略有起色)，受到美國保護主義抬頭的影響，此微不足道的經濟動能無法支撐房市向上盤升之力道。我們參考2016年各項房市指標，發現住宅交易速度放緩、買賣移轉棟數創新低、家戶購屋比降低(2.9%)、房價所得比屢創新高，顯

示台灣房市依然持續低迷，反映民眾購屋信心不足。探究其原因在於房價飆高而影響購屋意願與房市政策之改變，例如：實施房地合一稅、調漲房地持有稅與地價稅，因而抑制房市買氣與購屋意願，導致房市不被看好的概率大為增加。根據這些跡象與北大特區房價呈穩定增長現象(圖四)，以及其生活機能與交通建設(除三鶯捷運預計112年通車外)皆已臻至便捷，因而我們評估熊市與牛市的概率為0.9與0.1。即Et-FROV模型的估值為1,830萬元，估值較貼近目前市場價格1,800萬元，即高估1.67%。同理，擴張(縮減)選擇權的估值為2,556萬元(1,839萬元)，其準確性比市場估值2,500萬元(1,800萬元)各高估2.24% (高估2.17%)。此意謂擴張(縮減)選擇權的估價準確性較低，係因重新訂約而增加貸款額度(延長貸款期限)造成未來不確定性程度較高之所致。儘管如此，無論是擴張或縮減選擇權的估值仍比傳統估價(低估11.11%)準確，意謂我們倡議的Et-FROV模型的估價準確性較高，適合於輔助傳統估價之進階模式。

過去估價文獻以隨後售價為衡量估價準確性(誤差幅度)的比較基準，其落遲期相差3~10個月(Matysiak & Wang, 1995)；但本研究為0~2個月。Wyatt(2013)指出英國法院「誤差幅度(margin of error)」原則允許 $\pm 10\% \sim \pm 15\%$ 誤差；但Adair et al.(1996)質疑估值準確性就是資產估值未能準確反映市場條件與預期供需之變化。考慮不動產價格受到市場景氣、總體經濟暨個別條件等因素之影響，因而價格一直在變動之中。換句話說，以落後數月的隨後售價為估價準確性之衡量基準，顯失公允；倒不如以目前交易價格為基準來得真切。因為根據估價理論(AAI, 2008; Wyatt, 2013)，估價比較基準應以估價當時的售價為原則，若以隨後售價(因未來價格未知且不確定)為比較基準，必須進行價格日期調整才能切合估價當時的市場價格。正因為如此，本研究宣稱以「目前售價」作為誤差比較基準才是名正言順。一般準確性的指標為命中率(hit-ratio)、評估比值(AS-ratio)與平均絕對百分比(MAPE)等三種(Ibrahim et al., 2005)，其中命中率誤差範圍越小與AS-ratio越趨近100%，表示估值越貼近市場價格；MAPE用來評估誤差大小及離散程度，以不超過5%為佳。由於估值是估價師評估該項不動產之表徵價值，而非真正價值。因此估價準確性的基準應是市場價格(即交易價格)，意謂估值不能被當作估價準確性之基準。注意交易價格不是真實的基本價值(fundamental value)，因為交易價格是實際成交價格，而基本價值是未來所有收入折現後之現值，它是理論價格(註6)。本研究的傳統估值為1,600萬元，目前市場價格為1,800萬元與Et-FROV模型的估值為1,830萬元，亦即傳統估價的AS-ratio與MAPE各為88.89%與11.11%；Et-FROV模型的AS-ratio與MAPE各為101.67%與1.67%。此意謂Et-FROV模型的估值有較高準確性，足以改善傳統三法之估值偏差問題。注意傳統估值符合英國法院「誤差法則」(Wyatt, 2013)；但超出MAPE優良原則(5%)，意謂其估價較不準確。我們倡議的Et-FROV估價模型的估值皆符合前述標準，證實它比傳統三法更具優越性。儘管如此，Crosby(2000)強調估價師最重要是要遵循適當方法而非關心估值是否「準確」，意謂估價師應遵循適當的估價程序才是最重要法則，例如：Dell(2004)認為估價師必須具備觀察能力(真實眼力與聽力)才能進行準確性判斷。不過，Et-FROV模型最重要關鍵在於它能因應市場景氣之變化而彈性調整；但無損其高準確性(因為Et-FROV模型貼近於市場價格+1.67%優於傳統估價-11.11%)。

(四) 總結分析

表十二顯示各項評價模型之價值比較與差異分析，表中可知實質選擇權(ROV)模型比NPV

更為有效的評價工具(Leslie & Michaels, 1997)。注意傳統估價未考慮選擇權，卻有100萬元的選擇權價值，此是非常有趣的發現。更重要的是，我們Et-FROV模型能夠準確地估算標的資產之保值與增值利潤，證實它優於其他評價模型。另外，表十三顯示不同估價方式之差距比較，證實Et-FROV模型的高準確性是優於其他估價方式。

表十二 各項評價模型的價值比較

單位：萬元

	基本價值	選擇權價值	增值利潤	差異分析
NPV	1,500*	-375.5	無	1. NPV因忽視彈性價值而變為負數。
B-S模型		320.8	無	2. 選擇權價值依地租理論屬於正常盈餘。
ROV模型		254.3	無	3. 除Et-FROV模型有增值利潤(類似準地租)外，其餘皆無，此是本文最大貢獻。
FROV(C-F)模型		249.2	無	
傳統估價		100.0	無	
Et-FROV模型		300.0	1,515	4. 傳統估價證實具有選擇權價值，此是本文之有趣新發現。

註：*基本價值遵循Black et al. (2006)，即由收益法計算之收益價格。

表十三 各項評價方法之、假設條件與目前交易價格之差距比較表

單位：萬元

估價方式	估出價值	假設條件	價格差距比較
成本法	1,600	依AAI(2008)暨不動產估價技術規則之規範條件。	-200(低估11.1%)
收益法	1,500	依AAI(2008)暨不動產估價技術規則之規範條件。	-300(低估16.7%)
比較法	1,700	依AAI(2008)暨不動產估價技術規則之規範條件。	-100(低估5.6%)
ROV法	1,546	投資專案具多種附加選擇權，在風險中立假設且排除套利機會下而延伸到投資專案的評價上，並根據單一價格法則而形成複製投資組合，是追求實現最大(expectation of maximums)而非選擇期望值之最大(maximum of expectations)。	-254(低估14.1%)
Et-FROV模型	1,830	如三(一)之基本假設所述。	+30(高估1.7%)

註：目前交易價格為1,800萬元。

五、結論與討論

我們發現Et-FROV模型的估值比傳統估值更貼近目前市場價格，意謂Et-FROV模型具有較高的準確性，可以作為輔助傳統估價的進階模式，並改善估值偏差現象，此成為我們提倡Et-FROV模型於不動產估價之主要理由。探究高準確性之關鍵原因在於Et-FROV模型同時考慮模糊性與選擇權等特徵，並擷取前人研究的精華(如： λ -cut、頂法運算與積分法等)而納入模型內進行估價，這是過去評價模型所無的特點。更重要的是，我們不僅可以準確地估計標的資產之保值功能(93%)，還可以導出它的增值利潤(84%)，這是本文的主要貢獻。因為它是過去評價模式(如：資本資產評價模式、套利評價理論、NPV、DCF、B-S-M、ROV、Hsu、C-F等模式)未曾被發現的證據，此意謂Et-FROV模型明顯優於其他評價模型。因此，Et-FROV估價模

型具有提昇估值準確性之輔助功能，可以提供世界各國進行估價之另類選擇。注意本研究倡議的Et-FROV估價模型亦能適用於投資專案、預售屋、投資性與消費性不動產等價值評價。

我們採用估值與目前交易價格比較，不同於過去採用隨後售價。其落遲期(0~2個月)低於過去3~10月(Matysiak & Wang, 1995)，此考量基於不動產估價係衡量標的資產在最有效使用原則下能切合價格日期當時之市場價值，我們認為隨後售價違反最有效使用原則，且未知的隨後售價具有不確定性之疑慮，因而使其失去支撐估價規範之立基。因為隨後售價無法真實反映當時市場價值，以及房價在瞬息萬變的市場可能一日數種行情。遺憾的是，台灣尚未建立如英國Drivers Jonas and Investment Property Databank資料庫，導致本研究無法使用估值與隨後售價比較作為評估準確性之參考。不過，我們遵循AAI(2008)暨台灣不動產之估價規範，並依據選擇權評價模型與FROV模型之立論基礎，並在估價過程謹守嚴謹且公正的估價程序(Dell, 2004)進行必要的比較與調整，以及隨時依據市場條件予以真實反映目前經濟行為(Adair et al., 1996)，足以確認本研究改用目前交易價格的正當性與符合穩健性(robustness)標準。注意優良估價必須要能實際切合估價當時在最有效使用狀態下，並真實反映標的資產之真正市場價值，務求估價能夠達到不偏性(unbiasedness)、有效性(efficiency)與一致性(consistency)之準確目標，此才是估價的核心價值。

我們母體資料取自「不動產交易實價查詢服務網」，並經嚴格篩選與剔除非正常交易數據，因此皆是具代表性的母體樣本。因為臺灣「住宅需求動向調查報告」顯示81%的購屋者係以實價登錄之交易價格為參考錨點，其中92%的購屋者相信實價登錄的訊息會影響交易價格(Su et al., 2017)。不過，我們發現傳統三法之估值偏差存有改善空間，其管理意涵在於估價師應設計良善機制使之遵循嚴謹且公正的估價程序，並有效防制估價師本身的特質而有產生估價偏差之行為。因為估價師的知識、經驗、估價方法與本身特徵皆會顯著影響估值準確性(Babawale & Omirin, 2012)。儘管我們證實Et-FROV模型具有提高估值準確性的功能；但它受限於總體經濟景氣(Wang, 2003)、認知錨點(Diaz III et al., 2004)與不動產的個別性等因素影響，不保證達到百分之百的精確。總而言之，估價師必須具備專業能力，更要培養市場分析能力。注意專業能力需遵循2016年國際估價準則委員會(International Valuation Standards Council)所訂「capability and competence」規定即capability為執行某些行動的能力，包括專業技能和倫理道德；competence是擁有所需技能、知識與能力之資格，確實履行估價師達到預期標準之能力。

由於B-S-M模型僅適用於單一型態的金融選擇權，不符合真實世界的投資決策多為複合選擇權情況，因而使複合選擇權之研究成為新趨勢。雖然我們倡議的Et-FROV模型的參數採用分期抵押貸款方式，類似複合選擇權；但在未來後續研究可以加入一些複合變數，例如：可以提前履約的美式買權、違約付款所衍生的信用風險(違約機率)、交易成本與持有成本等。其中違約機率使用調整波動度方式可參考Merton(1974)的信用風險模型，以及交易成本與持有成本可參考Leland(1985)調整波動度方式或其他學者的建議(如：Hull, 2015)納入Et-FROV模型考慮。注意Et-FROV模型是在保留傳統三法的估價精神下，並兼顧模糊性與選擇權而導出高準確性的估值，因而此先進模型仍須遵循傳統三法之估價規範，再以其最後估值為基準並套入該模型估算其FROV值，最後再參考不動產景氣估算熊(牛)市概率大小為確定估值。

註 釋

- 註1：蘇進雄等(2017)指出不動產具有選擇權價值，即Black-Scholes模型有NT\$ 3,208,100元、Merton模型有NT\$ 2,543,100元、Hsu模型有NT\$3,107,900元、RMFO模型有NT\$ 2,411,100元。前述選擇權價值比介於13.4%~17.8%，符合Quigg(1993)等學者之研究(6%~32%)。前述模型各有不同的選擇權價值，根據Black et al.(2006)的說法，勘估標的之基本價值為1,500萬元，相對於傳統方法(1,600萬元)存在選擇權價值100萬元，此印證我們指稱傳統方法也有選擇權價值。
- 註2：若以NPV法評估，勘估標的之每年淨收入200,350元，原購價1,500萬元，依全聯會公報規定：房屋使用壽命50年，最後殘值10%(即150萬元)，利率1.34%。我們將前述數據輸入Excel計算結果為-3,755,290元。若考慮實質選擇權法， $S = 1,800$ 萬元， $X = 1,530$ 萬元， $\delta = 2\%$ ， $r = 1.34\%$ ， $T = 2$ (年)，北大特區歷年房價的標準差(σ)為9.49%，即 $\sigma^2 = 0.9\%$ 。 $\ln(1800/1530) = 0.162519$ ， $e^{-0.02 \times 2} = 0.960789$ ， $e^{-0.0134 \times 2} = 0.973556$ ，代入求得 $d_1 = 1.1796$ ， $d_2 = 1.0454$ 。我們將上述數據代入Leslie & Michaels(1997)的實質選擇權模型，得到ROV=254.33萬元。
- 註3：我們不考慮「交易成本與稅」之理由，因為交易成本係指交易過程所衍生之資訊搜尋成本、締約成本、監督成本與執行成本等項目(Williamson, 1985)；但交易成本因人而異，為免生爭議而排除採用。至於稅捐乙節，買方在辦理登記時需支付印花稅與契稅，此兩項是因交易活動而衍生之成本應歸入於交易成本；地價稅與房屋稅是因使用土地與房屋而必須繳納的稅捐，因買方尚未開始使用而無需考慮。
- 註4：分期投資或階段式投資皆是複合選擇權之型態，例如：抵押貸款係依規定期限內每月履約還款，其性質為複合買權，意謂投資者需依約按期還款，並取得下一次分期付款之權利，直到償還最後價金才能獲得房屋的真正所有權。不過，抵押人在抵押期限內提早全部償還本金，此變為美式買權；若部分提早償還本金，每期償還本利需重新計算並依約按期還款，此又變回歐式買權，因此它具有雙重買權之概念。倘若投資者在任何一期未依約按期還款，且未申請補繳積欠金額，即喪失其繼續分期還款之權利，且房屋又恐面臨拍賣命運，此變成違約選擇權或延遲付款選擇權。
- 註5：Fisher(1930)的分離定理係在完美的資本市場、交易費用夠低與沒有不確定性的假設下而導出理性投資者會選擇NPV最大而不依賴於消費偏好(相互獨立即沒有關係)；但不動產具有異質性、不可移動性與市場訊息不能充分流通而失去完美市場之必備條件。過去研究證實投資與融資之間存在負向關係(Myers, 1977)，以及投資者大多非憑著資訊來做投資決策，意謂Fisher的分離定理在不動產市場是不成立。
- 註6：交易價格不是真實的基本價值(fundamental value)，因為交易價格是實際成交價格，而基本價值是未來所有收入折現後之現值，它是理論價格。基本價值是預期租金收入(現金流)之現值總和或實際貼現率下之未來可支配收入的貼現值計算總合(Black et al.,

2006)。例如：勘估標的每年淨收益200,350元，按加權平均利率1.34%還原，基本價值為14,951,493元(約1,500萬元)。若以傳統三法的估值1,600萬元，差價100萬元隱喻為選擇權價值。本文估算勘估標的之交易價格1,800萬元，高於基本價值，證實交易價格不是基本價值。

參考文獻

中文部分：

梁仁旭

2007 〈不動產開發選擇權時間價值比之實證分析〉《都市與計劃》34(1)：1-12。

Liang, R. S.

2007 “An Empirical Study on the Ratio of Time Value to Land Value,” *City and Planning*. 34(1): 1-12.

彭建文、賴鳴美

2006 〈賣方定價策略對成交價格之影響分析〉《住宅學報》15(1)：1-20。

Peng, C. W. & M. M. Lai

2006 “The Effects of Pricing Strategy on Selling Price,” *Journal of Housing Studies*. 15(1): 1-20.

蘇進雄、陳澤義、王詩韻、吳雪伶

2017 《六種模型在歐式買權之實證比較》臺灣財務金融學會國際研討會。

Su, C. S., T. Y. Chen, S. Y. Wang, & H. L. Wu

2017 “An Empirical Comparison of Six Models in European Call Options,” Taiwan Finance Association International Conference.

英文部分：

Adair, A., N. Hutchison, B. MacGregor, S. McGreal & N. Nanthakumaran

1996 “An Analysis of Valuation Variance in the UK Commercial Property Market: Hager and Lord Revisited,” *Journal of Property Valuation and Investment*. 14(5): 34-47.

Adetiloye, K. A. & P. O. Eke

2014 “A Review of Real Estate Valuation and Optimal Pricing Techniques,” *Asian Economic and Financial Review*. 4(12): 1878-1893.

Ana, N. M. & R. V. Francisco

2011 “A Fuzzy AHP Multi-Criteria Decision-Making Approach Applied to Combined Cooling, Heating, and Power Production Systems,” *International Journal of Information Technology & Decision Making*. 10(3): 497-517.

American Appraisal Institute

2008 *The Appraisal of Real Estate*. 13th ed. Chicago: Appraisal Institute.

Babawale, G. K. & M. Omirin

- 2012 “An Assessment of the Relative Impact of Factors Influencing Inaccuracy in Valuation,” *International Journal of Housing Markets and Analysis*. 5(2): 145-160.

Black, A., P. Fraser & M. Hoesli

- 2006 “House Prices, Fundamentals and Bubbles,” *Journal of Business Finance & Accounting*. 33(9-10): 1535-1555.

Black, F. & M. Scholes

- 1973 “The Pricing of Options and Corporate Liabilities,” *Journal of Political Economy*. 81(3): 637-654.

Carlsson, C. & R. Fullér

- 2003 “A Fuzzy Approach to Real Option Valuation,” *Fuzzy Sets & Systems*. 139(2): 297-312.

Chen, S. H. & C. H. Hsieh

- 2000 “Representation, Ranking, Distance, and Similarity of L-R Type Fuzzy Number and Application,” *Australian Journal of Intelligent Information Processing Systems*. 6(4): 217-229.

Cho, M. & I. F. Megbolugbe

- 1996 “An Empirical Analysis of Property Appraisal and Mortgage Redlining,” *Journal of Real Estate Finance and Economics*. 13(1): 45-55.

Cooper, D. R. & P. S. Schindler

- 2008 *Business Research Methods*. 10th ed. Singapore: McGraw-Hill Irwin.

Copeland, T. & V. Antikarov

- 2003 *Real Options: A Practitioner's Guide*. New York: Texere.

Crosby, N.

- 2000 “Valuation Accuracy, Variation and Bias in the Context of Standards and Expectations,” *Journal of Property Investment and Finance*. 18(2): 130-161.

Dai, H., T. Sun & W. Guo

- 2016 “Brownfield Redevelopment Evaluation Based on Fuzzy Real Options,” *Sustainability*. 8(2): 170-179.

Deciu, E. R., E. Ostrosi, M. Ferney & M. Gheorghe

- 2005 “Configurable Product Design Using Multiple Fuzzy Models,” *Journal of Engineering Design*. 16(2): 209-233.

Dell, G.

- 2004 "AVMs: The Myth and the Reality: The Problem and the Solution," *Valuation Insights and Perspectives*. 9(3): 12-17.

Diaz III, J., P. Gallimore & D. Levy

- 2004 "Multicultural Examination of Valuation Behaviour," *Journal of Property Investment and Finance*. 22(4): 339-346.

Ding, L. & L. Nakamura

- 2016 "The Impact of the Home Valuation Code of Conduct on Appraisal and Mortgage Outcomes," *Real Estate Economics*. 44(3): 658-690.

Dong, W. & H. C. Shah

- 1987 "Vertex Method for Computing Functions of Fuzzy Variables," *Fuzzy Sets & Systems*. 24(1): 65-78.

Dubois, D. & H. Prade

- 1988 *Possibility Theory: An Approach to Computerized Processing of Uncertainty*. New York: Plenum.

Fisher, I.

- 1930 *The Theory of Interest*. New York: The Macmillan Co.

Gu, A. Y. & R. E. Cannaday

- 2004 "Value of the Option to Develop Residential Land: An Empirical Estimate," *Real Estate Review*. 32(4): 60-65.

Harvey, C. R., K. V. Lins & A. H. Roper

- 2004 "The Effect of Capital Structure when Expected Agency Costs are Extreme," *Journal of Financial Economics*. 74(1): 3-30.

Ho, S. H. & S. H. Liao

- 2011 "A Fuzzy Real Option Approach for Investment Project Valuation," *Expert Systems with Applications*. 38(12): 15296-15302.

Hsu, Y. W.

- 2010 "Staging of Venture Capital Investment: A Real Option Analysis," *Small Business Economics*. 35(3): 265-281.

Hull, J. C.

- 2015 *Options, Futures, and other Derivatives*. 9th ed. New Jersey: Prentice Hall.

Ibrahim, M. F., F. J. Cheng & K. H. Eng

- 2005 "Automated Valuation Model: An Application to the Public Housing Resale Market in Singapore," *Property Management*. 23(5): 357-373.

Jongwook, K. & T. M. Joseph

- 2005 “Property Rights Theory, Transaction Costs Theory, and Agency Theory: An Organizational Economics Approach to Strategic Management,” *Managerial and Decision Economics*. 26(4): 223-242.

Klir, G. J. & B. Yuan

- 1995 *Fuzzy Sets and Fuzzy Logic: Theory and Application*. New Jersey: Prentice Hall.

Knight, J. R.

- 2002 “Listing Price, Time on Market, and Ultimate Selling Price: Causes and Effects of Listing Price Changes,” *Real Estate Economics*. 30(2): 213-237.

Leland, H. E.

- 1985 “Option Pricing and Replication with Transactions Costs,” *The Journal of Finance*. 40(5): 1283-1301.

Leslie, K. J. & M. P. Michaels

- 1997 “The Real Power of Real Options,” *The McKinsey Quarterly*. 3: 4-22.

Levkovich, O., J. Rouwendal & R. V. Marwijk

- 2016 “The Effect of Highway Development on Housing Prices,” *Transportation*. 43(2): 379-405.

Liou, T. S. & M. J. J. Wang

- 1992 “Ranking Fuzzy Numbers with Integral Value,” *Fuzzy sets & Systems*. 50(3): 247-255.

Matysiak, G. & P. Wang

- 1995 “Commercial Property Market Prices and Valuations: Analysing the Correspondence,” *Journal of Property Research*. 12(3): 181-202.

Merton, R. C.

- 1973 “Theory of Rational Option Pricing,” *The Bell Journal of Economics and Management Science*. 4(1): 141-183.
- 1974 “On the Pricing of Corporate Debt: The Risk Structure of Interest Rates,” *The Journal of Finance*. 29(2): 449-470.

Moore, R. E.

- 1966 *Interval Analysis*. New Jersey: Prentice Hall.

Moore, J. W.

- 2009 “A History of Appraisal Theory and Practice: Looking Back from IAAO’s 75th Year,” *Journal of Property Tax Assessment & Administration*. 6(3): 23-48.

Myers, S. C.

- 1977 "Determinants of Corporate Borrowing," *Journal of Financial Economics*. 5(2): 147-175.

Pagourtzi, E., V. Assimakopoulos, T. Hatzichristos & N. French

- 2003 "Real Estate Appraisal: A Review of Valuation Methods," *Journal of Property Investment & Finance*. 21(4): 383-401.

Quigg, L.

- 1993 "Empirical Testing of Real Option-Pricing Models," *The Journal of Finance*. 48(2): 621-640.

Ross, T. J.

- 2010 *Fuzzy Logic with Engineering Applications*. 3rd ed. New Jersey: John Wiley & Sons, Ltd.

Sarip, A. G. & M. B. Hafez

- 2015 "Fuzzy Logic Application for House Price Prediction," *International Journal of Property Sciences*. 5(1): 24-30.

Shin, H. H. & Y. H. Kim

- 2002 "Agency Costs and Efficiency of Business Capital Investment: Evidence from Quarterly Capital Expenditures," *Journal of Corporate Finance*. 8(2): 139-158.

Sing, T. F. & K. Patel

- 2001 "Empirical Evaluation of the Value of Waiting to Invest," *Journal of Property Investment & Finance*. 19(6): 535-553.

Sirmans, G. S., L. MacDonald, D. A. Macpherson, & E. N. Zietz

- 2006 "The Value of Housing Characteristics: A Meta Analysis," *The Journal of Real Estate Finance and Economics*. 33(3): 215-240.

Su, C. S., T. Y. Chen & H. L. Wu

- 2017 "Housing Price Differences under the Development of New Towns: Using Taiwan as an Example," *Asian Economic and Financial Review*. 7(9): 869-881.

Titman, S.

- 1985 "Urban Land Prices under Uncertainty," *The American Economic Review*. 75(3): 505-514.

Trigeorgis, L.

- 1993 "Real Options and Interactions with Financial Flexibility," *Financial Management*. 22(3): 202-224.

Turban, E., D. King, J. K. Lee & D. Viehland

2004 *Electronic Commerce 2004: A Managerial Perspective*. 3rd ed. New Jersey: Prentice Hall.

Wang, P.

2003 "A Frequency Domain Analysis of Common Cycles in Property and Related Sectors," *Journal of Real Estate Research*. 25(3): 325-346.

Williamson, O. E.

1985 *The Economic Institutions of Capitalism: Firms, Markets, Relational Contracting*. New York: Free Press.

Wolverton, M. L.

1996 *Investigation into Price Knowledge Induced Comparable Sale Selection Bias*, Ph. D. Dissertation, Georgia State University.

Wyatt, P.

2013 *Property Valuation*. 2nd ed. New Jersey: Wiley-Blackwell.

Yamazaki, R.

2001 "Empirical Testing of Real Option Pricing Models using Land Price Index in Japan," *Journal of Property Investment & Finance*. 19(1): 53-72.

Yiu, C. Y. & S. K. Wang

2005 "The Effects of Expected Transport Improvements on Housing Prices," *Urban Studies*. 42(1): 113-125.

Zadeh, L. A.

1965 "Fuzzy Sets," *Information & Control*. 8(3): 338-353.

Zhu, Y., Y. Zhang, S. Lin & X. Liu

2011 "Application of Fuzzy Mathematics in Real Estate Valuation," *International Conference on Information Computing and Applications*. 243: 588-595.

Zimmermann, H. J.

2001 *Fuzzy Set Theory and its Applications*. 4th ed. Boston: Kluwer Academic Publishers.