

學術論著

應用動態提前清償模型評價住宅抵押貸款證券

Pricing Mortgage-Backed Securities by a Dynamic Prepayment Model

黃玉霜* 周清佳** 林哲群***

Yu-Shuang Huang, Ching-Jia Jou, Che-Chun Lin

摘要

本研究利用蒙地卡羅模擬法，結合利率模型和提前償還模型，建構一個完整的抵押貸款證券評價方法，以得到抵押貸款證券的理論價格。研究重點在於針對此張抵押貸款證券作特性分析，並藉由改變相關參數設定值，觀察分析其價格敏感性，如此將可得知在不同的經濟環境下，抵押貸款證券應有的價格，以提供金融機構訂定合理的發行價格參考，及作為投資者的投資策略考量。

關鍵詞：抵押貸款證券、提前償還

ABSTRACT

The goal of this paper is to value mortgage-backed securities in fixed-rate mortgages via using a Monte Carlo simulation. By employing the CIR interest rate model together with the OTS dynamic prepayment model, a computationally simulation model is created. That is, we develop a model for pricing a mortgage-backed security when interest rates are allowed to move randomly, and when prepayments are a function of interest rate movements. Besides, the sensitive analysis is conducted to further examine the effect on the price of a mortgage-backed security when the economic parameters vary. The implication of this paper is potentially useful for banks to price the mortgage-backed securities under various economic environments.

Keywords: Mortgage-backed securities, prepayment

(本文於2002年9月28日收稿，2004年1月5日審查通過，實際出版日期2004年3月)

* 清華大學經濟研究所。Department of Economics, National Tsing Hua University, Hsin Chu, Taiwan.

** 清華大學科技管理研究所計量財務金融組。Department of Quantitative Finance, Institute of Technology Management, National Tsing Hua University, Hsin Chu, Taiwan.

*** 清華大學科技管理學院計量財務金融系助理教授。Assistant Professor, Department of Quantitative Finance, Institute of Technology Management, National Tsing Hua University, Hsin Chu, Taiwan.

作者感謝三位匿名評審的寶貴意見與協助，並感謝國科會專題計畫補助(NSC91-2416-H-007-001).

一、前言

美國自1970年起推行抵押貸款證券(Mortgage Backed Securities, 簡稱MBS), 將金額龐大的抵押貸款證券化, 藉由重新組合、包裝將債權出售, 創造出房貸抵押債權的次級市場, 不僅規避利率風險而且降低資金成本。反觀台灣, 銀行的放款是沒有次級市場的, 放款以後就留在資產負債表上, 被動地等待債務人償還, 資產運用極無效率, 且增加了機構本身的經營風險, 因此台灣絕對有其必要參考國外的經驗, 推行金融資產證券化, 以提升整體金融機構的競爭力。

有鑒於資產證券化為台灣金融制度的必然發展趨勢, 近來有關於於資產證券化的風險評估、發行實施要件等, 都成為相當熱門話題。而學者和相關金融機構也積極的設計資產證券化商品及建立相關評價模型, 以訂出合理的發行價格, 使投資者和發行機構都願意參與此新興市場。

金融資產證券化最早是由抵押貸款證券(MBS)開其端, 其後才衍生至汽車貸款、工商貸款、信用卡貸款等證券化商品。其中, 房屋抵押貸款有標準化的貸放文件, 期限較長且呆帳、提前還款行為的可預測性較高等特性, 因此頗利於業界及學術界分析評價此金融產品, 本文也將針對抵押貸款證券作相關評價分析。

參考國內外相關學術文獻在評價抵押貸款證券時, 皆採用靜態的提前償還模型(例如: PSA model、CPR model) (註1), 這些模型為依過去的提前償還經驗所得到的法則, 未能有效考慮提前償還的原因, 如此並無法有效評價抵押貸款證券。然而, 實務界在評價抵押貸款證券時, 多是採用公司內部自行研發的動態提前償還模型, 以符合市場的情況。這些公司研發的動態提前償還模型都具有私有屬性(proprietary), 因此學界並無機會一窺這些模型的真相。為了彌補此一缺憾並提供給國內學術及金融界有關動態提前償還模型對評價抵押貸款證券之影響, 因此, 本文的評價方法中, 將採用的提前償還模型為OTS prepayment model (註2), 此乃一美國官方機構公開發表的動態提前償還模型, 此模型中考慮了再融資誘因 (refinancing effect)、貸款年齡 (seasoning) 及季節因素 (seasonality) 對提前償還率的影響, 在考慮了這些變數對提前償還率的影響後, 將更能刻畫借款者的提前清償行為, 更貼近市場的真實狀況, 以呈現完整的抵押貸款證券評價模型, 所評估的抵押貸款證券價值也才有意義。本研究執筆之際, 正值國內金融界積極投入有關抵押貸款證券化的業務, 期盼本研究的評價方法能帶給國內金融界另一角度的思考方向。

國內有關抵押貸款證券之文獻探討, 對於抵押貸款證券的優缺點分析、國外運作制度的介紹、施行後台灣相關法令之配套措施等議題已多有介紹。因此本研究的焦點將落在抵押貸款證券的特性分析, 以建構一個合適的評價方法, 並探討其價格行為, 如此無論是對於國內金融機構發行抵押貸款證券時的訂價決策或者是風險控管均深具參考價值, 也可成為台灣金融創新的邁進。

抵押貸款證券是指金融機構將所持有的住宅抵押貸款組成群組, 透過中介機構的保證後, 以其未來所產生的一連串現金流量作為標的, 發行證券到資本市場籌資。其中, 每一期的現金流量, 乃由貸款服務者將借款者每月所償還的本息(包括本金、利息、提前償還金額), 扣除手續費和服務費後, 再傳遞(pass through)給投資者, 當然投資者也就承擔了借款人的提前償還風險。

抵押貸款最大的特點是房貸者擁有隨時提前清償的權利, 提前償還可視為借款人擁有一個買權(call option), 在沒有提前清償懲罰條款下, 借款人可以在貸款契約到期前選擇提前清償貸

款餘額，如此將造成抵押貸款證券現金流量的不穩定。此外，倒帳對於抵押貸款證券的投資人而言，並不會影響其每一期所拿到的現金流量，因為當倒帳發生時，抵押貸款證券的保證機構將代為償還貸款的本金餘額給投資人，這也是為何本文只考慮提前償還對現金流量的影響。

在過去相關文獻中，Dunn and McConnell(1981)首先探討在無違約風險(default-free)情況下，最適提前清償(optimal prepayment)與非最適提前清償(suboptimal prepayment)事件對抵押貸款證券價格的影響。Brennan and Schwartz(1985)以過去歷史資料所估計之模型參數，來修正提前清償與抵押貸款證券之價格。Archer and Ling(1993)則將實證模型導入抵押貸款證券評價模型中；Stanton(1995)則更進一步的將債務人理性決策模型導入抵押貸款證券評價模型當中。

由於提前清償事件與抵押貸款證券的價格有密不可分的關係，因此有完整的提前清償模型才能合理的評估抵押貸款證券的價格。然而上述四篇研究有一個共同的缺點，那就是研究中所採用之提前清償模型皆為內生決定之模型，換句話說提前清償事件乃由該模型中的利率(interest rate)與期限(term to maturity)所決定，但是真正影響提前清償事件的並非僅此兩因素，尚有許多外在因素存在，例如：季節因素、再融資因素等等。

Schwartz and Torous(1992)則是同時探討抵押貸款證券、標的風險性抵押貸款(underlying risky mortgage)以及違約保險(default insurance)的關係與特性。然而該研究中所採用之提前清償模型為PSA(Public Securities Association)提前清償模型，此模型乃是依歷史經驗所估計之靜態提前清償模型，其解釋的能力並不高，而只能做為參考用。

因此綜合上述各研究的缺點，本研究認為必須將動態之提前清償模型導入抵押貸款證券評價模型中，如此才能準確的捕捉抵押貸款證券之合理價格。

Schwartz and Torous(1992)則是同時探討抵押貸款證券、標的風險性抵押貸款(underlying risky mortgage)以及違約保險(default insurance)的關係與特性。然而該研究中所採用之提前清償模型為PSA(Public Securities Association)提前清償模型，此模型乃是依歷史經驗所估計之靜態提前清償模型，其解釋的能力並不高，而只能做為參考用。

因此綜合上述各研究的缺點，本研究認為必須將動態之提前清償模型導入抵押貸款證券評價模型中，如此才能準確的捕捉抵押貸款證券之合理價格。

後續之章節安排如下，第二節為研究方法，將詳細介紹本研究中所採用之模型，第三節為評價結果分析，第四節則為結論與建言。

二、研究方法

一般而言，完整之抵押貸款證券評價模型應涵蓋下列三個層面：首先，為描述利率路徑的隨機性質(設定利率模型)，以決定抵押貸款證券的折現因子；其次，為捕捉房貸者之提前清償行為(設定提前清償模型)，以估算抵押貸款證券的現金流量；最後，選擇適當的評價方法並與上述兩模型整合以評價之。因此，本研究在抵押證券的訂價過程中先利用CIR無風險利率模型隨機模擬出各期無風險利率，接著考慮到抵押債權提前清償的可能性，以OTS提前清償模型評估之，以便於計算出各期現金流量。最後引入選擇權調整利差(Option-Adjusted Spread, OSA)的觀念，利用蒙地卡羅模擬法得出證券的理論價格。

(一) CIR利率模型

CIR無風險利率模型為Cox, Ingersoll and Ross於1985年提出, 模型中對於利率隨機過程設定如下:

$$r_t = k(\theta - r_t) + \sigma r_t \epsilon_t \quad (1)$$

其中, r_t 為第t期的短期利率值、k為短期利率歸到利率長期水準的調整速度、 θ 為短期利率之長期水準、 σ 為短期利率波動度、 ϵ_t 為Wiener process, 符合N(0,1)。

上列式中, k、 θ 及 σ 為定值(constant), 且 $\theta > 0$ 、 $k \geq 0$ 。CIR Model隨機過程中所得到的各短期利率會向長期均衡值 θ 趨近, 具有均數迴歸特性, 並將標準差改為 σr_t 的型態, 解決了Vasicek Model中短期利率值有可能會呈現負值的情況, 且當利率上升時, 標準差異隨之增加。CIR Model中除了有利率非負的特性外, 若隨機過程中利率為零, 模型亦會將零修改為正值。除此之外, 由於 $\epsilon_t \sim N(0,1)$, 因此CIR Model也存有利率呈均衡狀態分配的特性。

(二) OTS提前償還模型

在OTS提前清償模型的提前清償率會受到三種因素的影響。第一、貸款年齡: 隨著貸款年齡的增加, 提前清償速度會加快。第二、季節因素: 夏季的提前清償速度較冬季來的快, 這是因為夏天氣候良好及正值孩童入學之時, 因此搬遷活動較為頻。第三、再融資誘因: 若貸款契約利率與市場利率相比較後, 貸款契約利率越高, 則提前清償的速度越快。

在給定利率途徑(n)及時間(t)後, 此三項因素將決定提前償還率的估計值, 如下:

$$p_{n,t} = \text{seasoning} + \text{seasonality} + \text{refi} \quad (2)$$

$$p_{n,t} = \text{seasoning} + \text{seasonality} + \text{refi} \quad (3)$$

其中, $p_{n,t}$ 為第n條路徑第t條路徑的每年提前還本率、 $r_{n,t}$ 為第n條路徑第t期的每月提前還本率、seasoning為貸款年齡效果、seasonality為季節效果、refi為再融資誘因效果。其中, seasoning、seasonality、refi分別設定如下:

$$\text{seasoning} = 0.03333 \times \text{month} \quad (4)$$

新貸款的年齡效果為0.03333, 此後隨著貸款年齡呈線性增加(斜率為0.03333), 直到30個月後, 年齡效果為1, 之後仍保持此常數(註3)。

$$\text{seasonality} = \sin\left(\frac{\text{month}}{12}\right) \quad (5)$$

sin: sine函數; month: 發行月份

$$\text{refi} = \frac{r_t - r_f}{1 + u} \quad (6)$$

$$\text{refi} = \frac{r_t - r_f}{1 + u} \quad (7)$$

c: 票面利率 r: 無風險利率 u: 風險貼水 arctan: arctangent函數

(三) 蒙地卡羅模擬法 (Monte Carlo simulation)

本文抵押貸款證券評價乃採蒙地卡羅模擬法，評價步驟如下：

Step1：利用CIR利率模型，模擬利率途徑。

Step2：依據OTS提前償還模型，求出每一期的提前償還金額。

Step3：估算利率途徑下的每一期現金流量(包括利息、本金、提前償還金額)，並加以折現。

Step4：重複step1~step3N次，得到N個折現值。

Step5：求算這些折現值的平均值，即為抵押貸款證券的理論價格。

至於所需要的模擬次數也就是利率模擬途徑的數量N，則視對精確度及效率性的要求。由中央極限定理得知，當母體的平均數 μ 及變異數 σ^2 存在下，N趨進無窮大時，模擬N條利率途徑所求出的平均抵押貸款證券價格 \bar{P} 其機率分配為常態分配，表示如下：

$$\bar{P} \sim N\left(\mu, \frac{\sigma^2}{N}\right) \quad (8)$$

由上式可知隨著模擬次數N的增加，標準誤(standard errors)隨之減少，這將提高抵押貸款證券的估計價格準確度。

三、評價結果

(一) 抵押貸款證券產品設計及相關模型參數設定

1. 抵押貸款證券契約規格：

抵押貸款證券 (Mortgage Backed Securities)	
貸款類型 (types of mortgage)	消費者購屋抵押貸款
貸款群組規模 (balance of pool)	\$1,000,000
契約利率 (contract rate)	0%
貸款期間 (mortgage terms)	30年 (長期)
貸款期間 (mortgage terms)	15年 (短期)
攤銷方式 (amortizing types)	每月本息平均攤還
證券面額 (par value)	\$1,000
付息方式(註4) (types of payment)	pass through
發行月份 (issuing month)	1月

2. CIR利率模型參數設定(註5)：

CIR 利率模型	
r(0) (起始利率值)	10%
μ (利率的長期水準)	10%
k (調整速度)	25%
σ (波動性)	15%

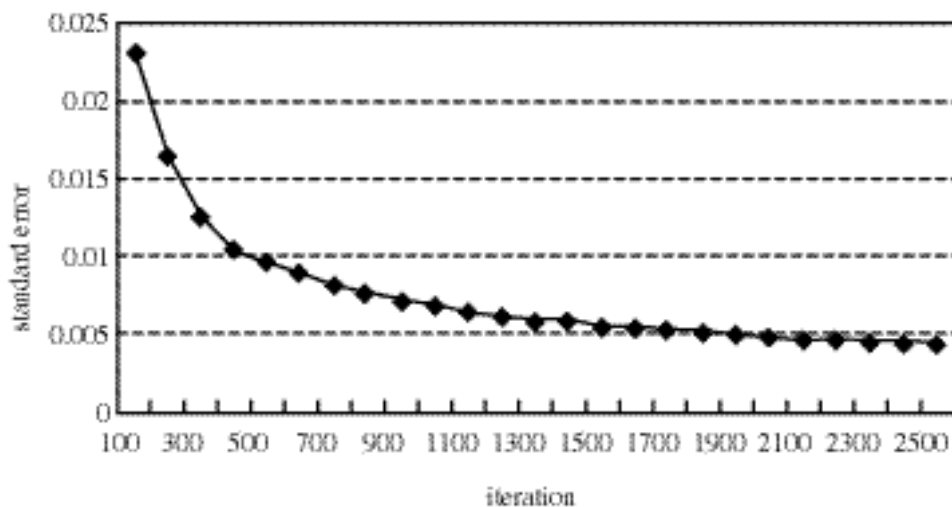
3. OTS提前償還模型參數設定(註6)：

OTS Prepayment Model	
seasoning	$\min(1.0, 0.0333333 * t)$
seasonality	
refi (30年期)	
refi (15年期)	

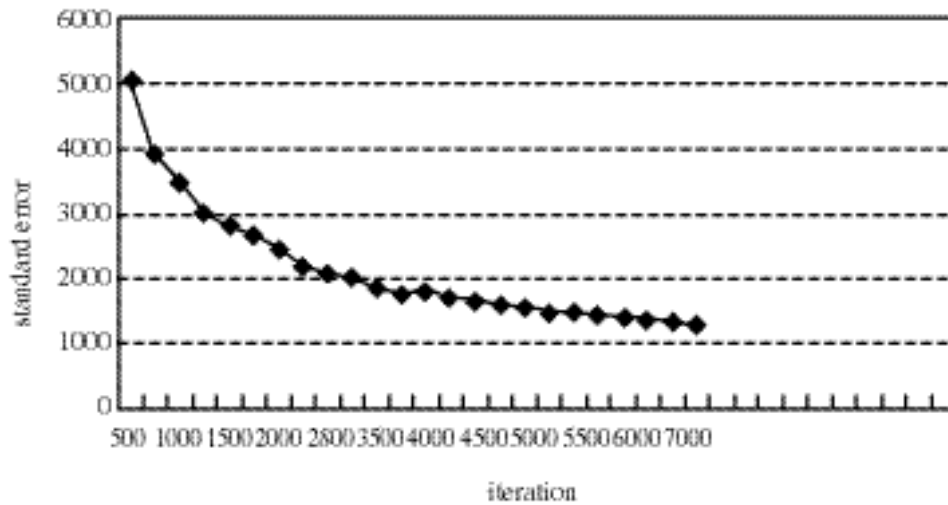
t：貸款年齡；month：發行月份；c：契約利率；u：風險貼水

(二) 蒙地卡羅模擬次數

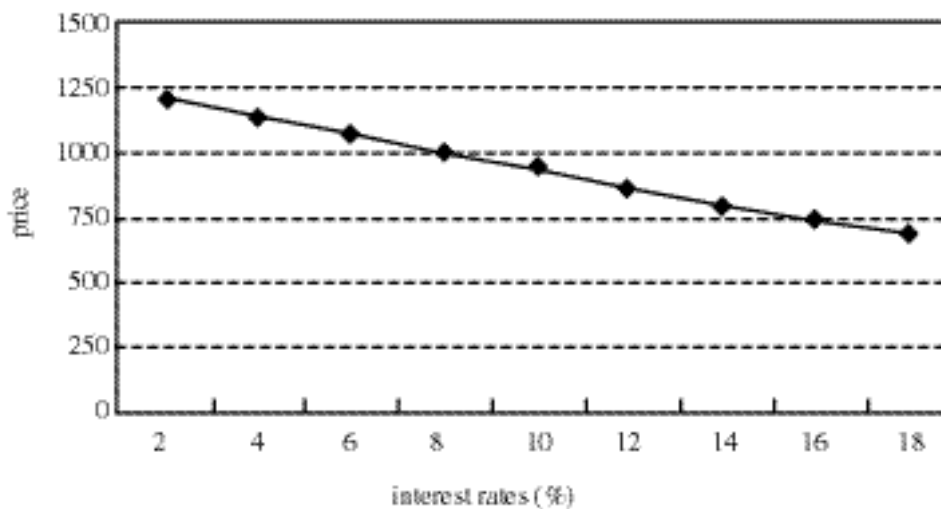
本研究的主軸是以30年期的住宅抵押貸款證券為評價的標的物，並進一步分析在不同的利率模型參數下，抵押貸款證券的價格敏感性。然而，國內住宅抵押貸款一般為20年期，而非30年期，為便利研究的模擬結果更貼近於國內市場的實際情況，本文亦加入15年期的住宅抵押貸款為研究對象(註7)。標的物決定後，圖一與圖二的目的即是為了看出30年期及15年期的標準誤和模擬次數的關係。由圖中可明確看出標準誤會隨著模擬次數的增加而減少，故增加模擬次數的確可以增加估計的準確性。其次，由圖中也可以發現，一開始當樣本數少時，增加樣本數將會大幅降低標準誤，但是當樣本數逐漸增加所減少的標準誤將有限，呈L型的曲線。當30年期及15年期的模擬次數增加至2000和6000次以上時，標準誤降低的程度有限。故在要求準確度卻又不失效率下的原則，本研究選擇2000和6000次的模擬次數為基準，分別模擬評價30年期及15年期住宅抵押貸款證券為的理論價格。



圖一 標準誤與模擬次數關係圖—(30年)



圖二 標準誤與模擬次數關係圖—(15年)



圖三 價格—殖利率曲線

(三) 價格—殖利率曲線

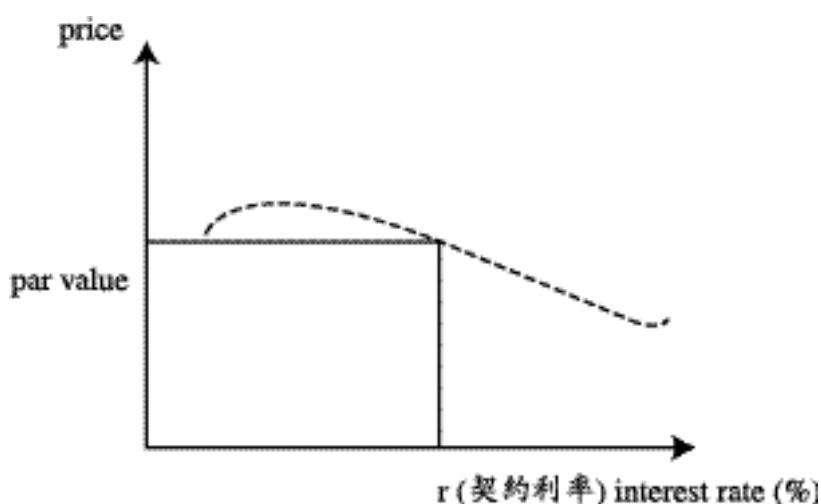
採用本文設計的抵押貸款證券契約規格及參數設定，就改變利率所得到的抵押貸款證券價格，繪成如下(圖三)。由圖中可以看出抵押貸款證券的價格和利率呈反向變動關係，為一條負斜率的曲線。當利率為8%再加上本文所設定的風險貼水值2%時，折現率近似貸款契約利率10%，故所求得的抵押貸款證券價格略等於面值。當利率低於8%時抵押貸款證券為溢價發行，利率高於8%時抵押貸款證券為折價發行。

為了清楚了解利率和住宅抵押貸款證券價格之間的關係，在此提到凸性(convexity)的觀念，所謂的凸性是用來衡量價格對利率的敏感性。具有凸性特質的證券在利率下降時，價格增加的幅度會愈來愈大，會有利率上升時資本損失漸少，利率下跌時資本利得劇增的情況出現；相對

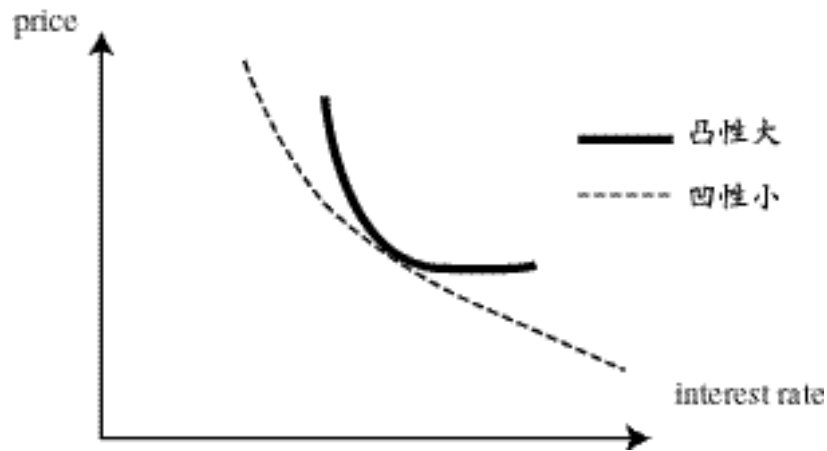
的，具有負凸性特質的證券在利率下降時，價格增加的幅度會愈來愈小甚至導致價格下跌，會有利率上升時資本損失加劇，利率下跌時資本利得漸小的不利情況出現。抵押貸款證券由於具有提前償還的特性，其所產生的價格壓縮效果，會導致負凸性(negative convexity)的結果出現。Clauret and Sirmans (1996)將抵押貸款證券的價格-殖利率曲線繪成如下(圖四)所示。當市場利率小於契約利率時，提前清償的情況出現，抵押貸款證券會出現負凸性的特性，使抵押貸款證券投資人陷於價格上升有限和再投資風險的不利環境中。

至於本研究所設計的抵押貸款證券產品，並沒有如文獻上所述會出現負凸性的情形出現，這可由(圖三)中曲線為負斜率直線看出。這是由於提前償還模型的設定不同所造成，若提前償還模型設定借款者的提前償還行為較敏銳，提前償還的機率高，那抵押貸款證券就容易出現負凸性的特性。而本文所採用的提前償還模型，不只考慮了再融資誘因，還加入年齡和季節因素對提前償還率的影響，故較難單就利率的變動來看出借款者提前償還行為的改變，所以本文所設計的抵押貸款證券產品並沒有明顯的負凸性特質，而是一張價格-殖利率曲線略呈直線，凸性小的證券。

凸性較小的證券，其價格對利率的下降較不敏感，但對利率的上升卻較敏感，這可由圖五)看出，當利率下降時，凸性小的證券價格上升幅度較小，但利率上升時價格卻大幅下降。所以，本研究所設計的抵押貸款證券其凸性較小，表示說持有這張證券所承擔的風險較大，會有利率上升時資本損失加劇，利率下跌時資本利得漸小的不利情況出現，故投資者應要求較高的票面利率或是較低的購買價格。這對投資者而言是一項重要的投資決策，因為投資者唯有在充分資訊下得知貸款群組的提前還款特性，才能有效預測抵押貸款證券的凸性程度，以決定投資組合謀取較大的報酬。



圖四 抵押貸款證券負凸性特性



圖五 凸性與價格敏感性

(四) 模型敏感性分析

本節將探討在不同的利率模型參數下，抵押貸款證券的價格敏感性。除了在相關分析下所需變更之個別參數值外，其他的參數值皆採前述。

另外，為了看出不同的利率期間結構，是否對抵押貸款證券的價格敏感性有所影響，故將藉由改變起始利率值 $r(0)$ ，設定三種情況的利率期間結構。

1. 正斜率： $r(0) = 6\%$ ， $\sigma = 10\%$
2. 水平線： $r(0) = 10\%$ ， $\sigma = 10\%$
3. 負斜率： $r(0) = 14\%$ ， $\sigma = 10\%$

1. 利率波動率(σ)

分別就三種形狀的殖利率曲線：正斜率、水平線及負斜率的殖利率曲線，討論不同的利率波動度(σ)下，住宅抵押貸款證券的價格變化。(表一)整理出三種利率期間結構下，變化 σ 所得到的住宅抵押貸款證券之理論價格。由(表一)發現無論是何種斜率的殖利率曲線，當利率波動度增加時，30年期和15年期住宅抵押貸款證券的價格都隨之增加。這是可以預期的，因為當利率波動度變大時，若利率上升並不影響借款者的借款利率，但若利率下跌借款者就有借新還舊的好處，所以借款人手中握有的提前償還買權會隨著利率波動度增加而愈來愈有價值，則借款者預期買權的價值將會繼續提升時，將傾向繼續持有買權，並不立刻執行提前償還的權利，就如Kau et al. (1994)、Bennett, Peach, and Peristiani (2000) 於文章中所提的，借款者這種延遲執行提前償還的行為，將使住宅抵押貸款證券的價格提高。

2. 利率調整速度 (k)

分別就三種形狀的殖利率曲線：正斜率、水平線及負斜率的殖利率曲線，探討變動利率調整速度(k)時，30年期和15年期住宅抵押貸款證券的價格變化。(表二)整理出不同的利率期間結構下，改變 k 所得到的住宅抵押貸款證券之理論價格。由(表二)可以看出無論是何種斜率的殖利率曲線，隨著利率調整速度增加，住宅抵押貸款證券的價格漸漸降低。這是因為均數回歸的速度

表一 不同利率期間結構及利率波動度下住宅抵押貸款證券的價格

殖利率曲線	貸款期間	利率波動度					
		5%		15%		25%	
		15年	30年	15年	30年	15年	30年
正斜率	r(0)=6%	924.45	903.67	927.38	905.33	946.44	924.33
	水平斜率						
	r(0)=10%	923.77	903.59	928.60	909.93	947.75	922.74
負斜率							
	r(0)=14%	923.50	900.83	927.14	908.08	944.93	929.38

註：15年模擬次數為6000次；30年模擬次數為2000次；單位為元；其餘參數皆與第五節評價結果所設定的參數相同。

表二 不同利率期間結構及利率調整速度住宅抵押貸款證券的價格

殖利率曲線	貸款期間	調整速度					
		5%		15%		25%	
		15年	30年	15年	30年	15年	30年
正斜率	r(0)=6%	927.38	910.24	923.53	908.15	921.90	906.13
	水平斜率						
	r(0)=10%	928.60	905.78	923.01	904.17	921.76	901.08
負斜率							
	r(0)=14%	927.15	909.90	925.17	903.31	921.90	901.55

註：15年模擬次數為6000次；30年模擬次數為2000次；單位為元；其餘參數皆與第五節評價結果所設定的參數相同。

愈快，利率將愈快回到長期水準10%，利率波動的期間變短了，則當有提前償還的誘因出現，借款者會把握機會立刻提前清償，提前清償率提高，住宅抵押貸款證券的價格就愈低。

(五) 風險貼水調整因子

在本文的評價模型中，雖然假設了一個提前清償模型，來估計未來每一期的現金流量，但在現實世界裡此模型不見得能完全捕捉借款人的提前還款行為，如此一來，對抵押貸款證券的投資者而言乃是一種不確定性的風險。更且，相較於公債，抵押貸款證券具有信用風險、流動性風險等，因而在無風險利率折現因子裡加入了風險調整因子(u)，本研究並假設其值為2%。

$$\text{抵押貸款證券的市場價格} = \dots\dots\dots (9)$$

但是，所設定的風險貼水值不一定能符合市場的實際狀況，所以若我們能觀察到抵押貸款證券在市場上的價格，將可藉由式子(9)求出能使抵押貸款證券的估計價格等於市場價格的風險貼水值 (u^*) (註8)。若模型所估計的抵押貸款證券價格低於其實際價格，表示模型中所設定的風

險貼水值 $u = 2\%$ 過高，應予以修正直到等於抵押貸款證券的市場價格，反之亦然。

假設本文所設定的30年期抵押貸款證券產品，其目前在市場上的價格為980元，而依據本文的評價模型所評估出的抵押貸款證券價格為909.93元，這表示模型中所設定的風險貼水值 $u = 2\%$ 過高，因此乃根據式子(9)，求出實際的風險貼水值 $u^* = 0.0186$ 。同樣的，15年期抵押貸款證券產品，亦可運用相同的步驟計算出實際的風險貼水值。一但得到實際的風險貼水值(u^*)後，我們也可以將其運用在評價具有相似的信用風險、流動性風險及提前償還風險等抵押貸款相關證券。

四、結論與建議

關於各種不同的抵押貸款證券評價方式，各有其特點且皆有學者採用，而本研究乃採蒙地卡羅模擬法評價抵押貸款證券，其能有效處理抵押貸款證券的現金流量路徑相依特質，並且利用模擬次數和標準誤之間的關係，找出兼具效率和準確度的模擬次數。這可以作為日後使用蒙地卡羅模擬法評價相關金融商品時，選擇模擬次數的依據方法。在無風險利率模型中本研究加入風險貼水(u)，以確切反映抵押貸款證券在有信用風險、提前償還等風險下，所應有的理論價格，並可以和抵押貸款證券的市場價格相比，來判斷所給予的風險貼水值是否恰當，若不恰當則加以修正，以得到使理論價格等於市場價格的風險貼水值，而這經過修正的風險貼水值將可以用於評價貸款群組相似、契約規格相近的抵押貸款證券發行價格。

由本文的評價結果中發現：

1. 抵押貸款證券的價格和利率呈反向變動關係，且當利率低於票面利率時，借款者提前償還的行為造成價格壓縮效果，MBS的價格無法隨利率下降而大幅提高，使得抵押貸款證券的凸性變小。
2. 在利率途徑具均數回歸的特質下，無論一開始利率的起始值為何，最終都將回歸至利率的長期水準，所以，利率的期間結構並不足以對抵押貸款證券的價格造成影響。
3. 當利率波動度大時，借款者預期提前償還的買權價值會提高，並不會立刻執行提前還款的權利，這種延遲提前清償的行為，將使得抵押貸款證券的價格隨利率波動度增加而提高。
4. 當均數回歸速度加快，利率波動期間變短，則當有提前償還的誘因出現時，借款者會把握提前償還的機會，這將使得抵押貸款證券的價格隨均數回歸速度加快而下降。

這些研究結果，可以提供給國內有意發行抵押貸款證券的金融機構作為參考，能就台灣的利率環境訂出合適的發行價格，而且也提供投資者關於抵押貸款證券的特性及價格波動因素等相關資訊，以利投資人作出最佳的投資決策。

本研究的精神在於提供一個評價抵押貸款證券的方法及想法，並觀察其價格的敏感性及風險性質。所使用的模型參數為參考國外學者的相關文獻，但由本文中的分析也可以看出，評價模型所採取的利率模型和提前償還模型對抵押貸款證券的價格影響甚大，而台灣的證券化市場尚處萌芽階段，關於銀行貸款的相關資料久遠雜亂且難以取得，所以並無法建立適合台灣抵押貸款市場的提前償還模型，另外國內的公債市場規模較小，中長期利率指標的建立也較困難，這對於利率模型的建立也是一大障礙。因此，後續研究可以先由取得台灣的貸款相關資料，建立符合國內市場的相關資料庫著手，以利於提前償還模型的建立，另外，也可以朝利率模型的參數估計或模型校正努力。

再者，台灣的無風險利率受到政府牽制力量較大，導致無風險利率呈現出獨特的長期趨勢狀態。雖說如此，但本於對利率可調整型住宅抵押債權證券提出一評價方式，在欠缺台灣的提前清償模型情況下，參考國外文獻，採用動態的OTS提前清償模型，同時考慮到財務性及非財務性的提前清償因素，待台灣正式推行住宅抵押債權證券化後，未來的研究方向可針對台灣的貸款情況及利率走勢建立更符合台灣金融環境的提前清償模型、利率模型及參數估計模型態。如此一來，將可更詳盡的模擬出各種契約參數條件下的證券價格，並分析各相關因素對於證券價格的影響效果。

註 釋

- 註 1：PSA Model、CPR Model，為根據美國房屋貸款機構的早期提前償還經驗所得到的法則，PSA Model以貸款年齡為函數設定提前清償率，而CPR Model將提前清償率設於一固定水準。
- 註 2：OTS prepayment model，為Office Thrift Supervision針對抵押貸款證券所設計的提前償還模型。
- 註 3：FHA根據歷史貸款資料研究，發現提前清償行為存在“seasoning”的現象。在貸款初期，提前清償率相當低，然後隨貸款年齡的增加，提前清償率呈線性緩慢上升至某一頂點(peak)，之後漸漸趨於緩和。相關文獻多採用PSA prepayment model，即提前清償率最初為0.2%，然後每月以0.2%的比率增加直到第30個月，之後保持6%常數。The OTS為了將“seasoning”的因素加入提前清償模型中，因而假設如本文所述的條件。
- 註 4：投資者每一期所收到的現金流量，為借款者每月所償還的本息(包括本金、利息、提前償還金額)，稱為pass through。
- 註 5：關於利率模型的參數值設定，乃參考Cox, Ingersoll, and Ross(1985), Kau et al. (1994)，於評價抵押貸款證券文獻中的參數值。
- 註 6：參考(Office of Thrift Supervision)官方網站：<http://www.ots.treas.gov/quarter.html>
- 註 7：OTS動態提前償還模型以30年期及15年期的住宅抵押貸款為主，並無20年期的住宅抵押貸款，因此折衷採用15年期的住宅抵押貸款模擬國內市場的實際情況。
- 註 8：基本而言，CIR利率模型可描述每期利率水準，但用於證券評價模型時，投資者對不同到期日之現金流量要求不同利率水準。因此，本研究透過CIR模型模擬每期利率，做為每期隱含遠期利率，再透過即期利率與遠期利率關係轉換成不同到期日之即期利率。

參考文獻

- Bennett, P, R. Peach and S. Peristiani
2000 "Implied Mortgage Refinancing Thresholds", *Real Estate Economics*, 28(3, Fall):405-444.
- Cox, J.C, J.E. Ingersoll and S.A. Ross
1985 "A Theory of the Term-Structure of Interest Rates", *Econometrica*, 53:385-407.
- Clauretie, T.M. and G.S. Sirmans
1996 *Real Estate Finance, Theory and Practice*, third Edition,
- Dunn, K. and J. McConnell
1981 "Valuation of GNMA Mortgage-Backed Securities", *Journal of Finance*, 36:599-616.
- Schwartz, E.S. and W.N. Torous
1992 "Prepayment, Default, and the Valuation of Mortgage Pass-Through Securities", *Journal of Business*, 65(2):221-239.
- Kau, J.B., D.C. Keenan, W.J. Muller and J.F. Epperson
1994 "The Value at Origination of Fixed-Rate Mortgages with Default and Prepayment", *Journal of Real Estate Finance and Economics*, 11(1):5-36.
- Stanton, R.
1995 "Rational Prepayment and the Valuation of Mortgage-Backed Securities", *The Review of Finance Studies*, 8(3):677-708.
- Archer, W. R. and D. C. Ling
1993 "Pricing Mortgage-Backed Securities: Integrating Optimal Call and Empirical Models of Prepayment", *AREUEA Journal*, 21(4):373-404.