

國立政治大學風險管理與保險學系研究所

碩士學位論文

人壽保險公司之風險及清償能力評估：

檢視利率變動型年金

Risk and Solvency Assessment of the Life Insurer：

An Examination of the Interest-Sensitive Annuity Policies

指導教授：張士傑 博士

研究生：郭俊良 撰

中華民國 106 年 7 月

摘要

保險公司之雙率風險發酵，除了高預定利率保單，使得保險公司承擔利率風險，造成保險公司高額的利差損外。自 2007 年修法，提升保險業國外投資限額不得超過保險業資金 45%，當年度國外投資佔 31.21%。2014 年修改保險法第 146 條之 4，增設「投資於國內市場之外幣計價股權或債券憑證之投資金額可以不計入國外投資限額」之規定，當年度國外投資部位增加至 50.27%。至 2016 年底壽險業國外投資部位已達 12.59 兆元，占全體壽險業可運用資金 62.71%。

然而，利差交易能帶來收益的前提是匯市波動必須平穩，因為利差交易得承擔匯率波動風險，如果匯率大幅波動，匯差損失可能侵蝕利差收益。2017 年前四個月新台幣驟升約 6.8%，影響壽險業淨匯兌損失 837 億元，外匯準備金水位從 441 億元降至 231 億元。匯率的變動使得壽險業面臨極大的匯損壓力，一再地顯示檢視匯率風險的重要性。

本研究建構隨機資產負債管理模型，提供公司內部模型之參考。以市場統計資訊及市場保險公司之經驗資料建構模型，嘗試複製市場實際狀況，藉此模擬未來時點之公允價值，最後以風險指標評估保險公司之清償能力，得到以下結論：

- (1) 財務槓桿比例愈高時，違約機率及幅度愈高，建議控制在約 15 倍左右。
- (2) 匯率風險增加時，違約機率及幅度增加，應建立適當避險策略。
- (3) 躉繳型利變型年金在沒有宣告利率保證下，違約風險較傳統型年金低。

關鍵字：資產負債管理、利率風險、匯率風險、風險衡量指標

目錄

第壹章、緒論.....	1
第一節、研究動機.....	1
第二節、研究目的.....	4
第三節、研究架構.....	6
第貳章、文獻回顧.....	7
第參章、模型建立.....	11
第一節、模型架構.....	11
第二節、資產模型.....	12
第三節、投資策略.....	16
第四節、負債模型.....	16
第五節、資產負債管理模型.....	18
第六節、風險衡量.....	19
第肆章、數值分析.....	20
第一節、模型假設及參數估計.....	20
第二節、模擬架構.....	23
第三節、敏感度分析.....	25
第四節、基礎假設中之違約情境.....	29
第伍章、結論與建議.....	31
附件一、安定基金對人身保險業動用範圍及限額規定.....	34
附件二、參數對應表.....	35
附件三、資產相關係數表.....	38
附件四、模擬結果.....	39

表目錄

表 1-1、台灣歷年違約、接管保險公司	2
表 3-1、壽險業資金運用表	12
表 4-1、CIR 模型參數估計結果.....	21
表 4-2、匯率模型參數估計結果	21
表 4-3、國內股票模型參數估計結果	21
表 4-4、保單假設	22
表 4-5、解約模型假設	22
表 4-6、資金運用權重	23
表 4-7、基本情境假設	25
表 4-8、資產負債比值敏感度分析	25
表 4-9、匯率波動度敏感度分析	27
表 4-10、國外債券權重敏感度分析	27
表 4-11、傳統型年金及躉繳型利率變動型年金比較	28

圖目錄

圖 1-1、台灣基準利率	2
圖 1-2、新台幣兌美元匯率	3
圖 1-3、台灣市場壽險公司各險種新契約保費收入(FYP)占比	5
圖 4-1、違約條件下國內利率模擬情形	29
圖 4-2、違約條件下國外利率模擬情形	29
圖 4-3、違約條件下匯率模擬情形	30
圖 4-4、違約條件下國內股價模擬情形	30
圖 6-1、國內利率模擬結果	39
圖 6-2、國外利率模擬結果	39
圖 6-3、國內債券模擬結果	40
圖 6-4、經匯率轉換之台幣計價國際債模擬結果	40
圖 6-5、約當現金模擬結果	41
圖 6-6、股票模型波動度模擬	41
圖 6-7、股票模擬結果	42
圖 6-8、投保年齡分布圖	42
圖 6-9、解約率模擬結果	43

第壹章、緒論

第一節、研究動機

一、保險公司違約風險

檢視台灣保險公司違約風險歷史，國光人壽於 1970 年勒令停業並聲請破產，1972 年裁定破產，1 萬 5 千名保戶直至 2007 年才分得部分款項。根據保險法第 149 條，主管機關應依規定對保險公司實施監管、接管、勒令停業清理或命令解散之處分。之後，陸續有數間保險公司遭到接管的處份，如表 1-1。

為保障保單持有人之基本權益，並維護金融安定，依據保險法第 143 條之 1，財產保險業及人身保險業應分別提撥資金，設置財團法人安定基金。當保險公司經營不善時，提供補救措施。但這並不代表保單持有人的權益不會受到影響，如附件一安定基金對人身保險業動用範圍及限額規定，保單持有人可能只有一定比例之保障，因此，檢視保險公司違約風險並加以控管，才是首要之務。

依據瑞士再保險公司 2016 年出版之 Sigma 統計¹顯示，2015 年台灣保險業之保費收入約 959.79 億美元，為全球第 10 大、亞洲第 4 大的保險市場；保險密度(即每人保費支出)為 4,094 美元，排名全球第 10 名；保險滲透度(即保費收入對 GDP 之比率)為 18.97%，排名全球第 2 名(僅次於開曼群島)。

保險滲透度衡量各國實質保險市場發展程度，而以間接金融為主的台灣經濟型態，當保費收入如此快速累積的同時，保險公司的經營能力、風險管理與財務穩健相信將成為社會大眾所關注之議題。

二、台灣市場承受之匯率風險

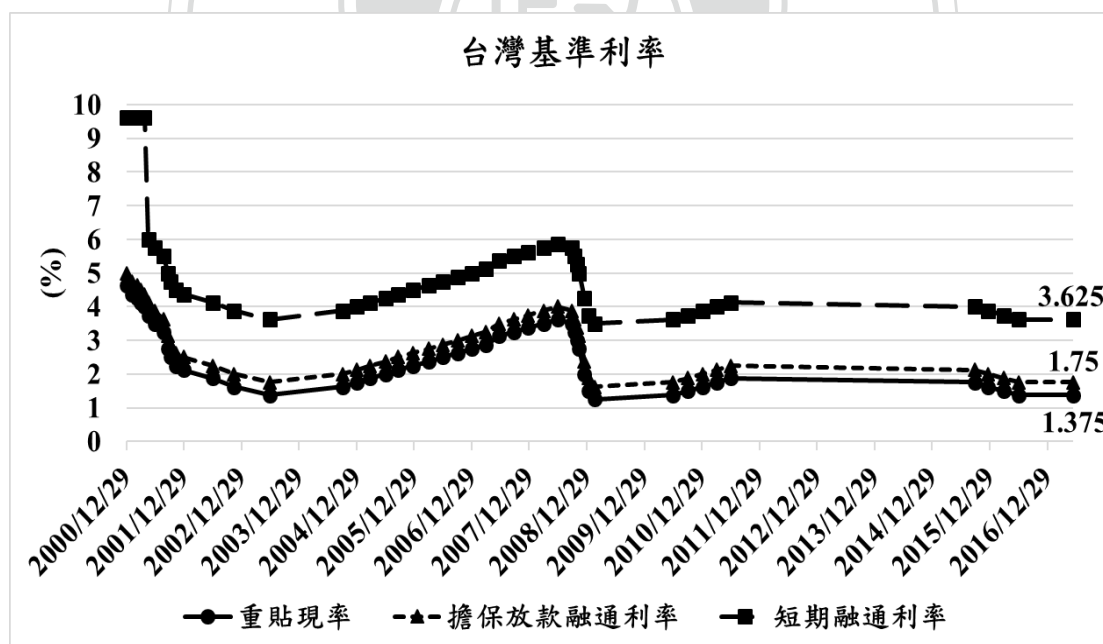
再者，為使資金留在台灣，金管會 2014 年大力推動金融業進口替代，同年修改保險法第 146 條之 4，增設「保險業依本法規定投資於國內證券市場上市或上櫃買賣之外幣計價股權或債券憑證之投資金額可以不計入其國外投資限額」之規定。

¹ World insurance in 2015: steady growth amid regional disparities

表 1-1、台灣歷年違約、接管保險公司

時間(年/月)	保險公司名稱
1972(破產)	國光人壽
2005/11(清理)	國華產物
2009/01(清理)	華山產物
2009/08(接管) 2015/04(清理)	國華人壽
2014/08(接管) 2016/08(清理)	國寶人壽
2016/01(接管)	幸福人壽
	朝陽人壽

資料來源：作者自行整理



資料來源：中央銀行統計資料

圖 1-1、台灣基準利率



資料來源：中央銀行統計資料

圖 1-2、新台幣兌美元匯率

2014 下半年開始國際債券發行量因此大幅增長，且新臺幣長期處於低利環境(如圖 1-1)，壽險公司可以以新臺幣作為利差交易的融資貨幣，投資較高利率之國際債券，因此，壽險業逐步增加國外投資的部位。依據保險事業發展中心(以下簡稱保發)統計，2016 年底壽險業國外投資部位已達 12.59 兆元，占全體壽險業可運用資金 62.71%。

然而，利差交易前提條件是匯市波動必須平穩，因為利差交易得承擔匯率波動風險，如果匯率大幅波動，匯差損失可能侵蝕利差收益。依統計資料顯示(如圖 1-2)，2017 年前四個月新臺幣驟升約 6.8%，影響壽險業淨匯兌損失 837 億元，同時，壽險業外匯準備金水位驟降，以從 441 億元降至 231 億元。

匯率的變動使得壽險業面臨極大的匯損壓力，匯差損大幅增加，一再地顯示檢視匯率風險的重要性，因此本研究將著重探討匯率風險的影響程度。

第二節、研究目的

一、研究方向

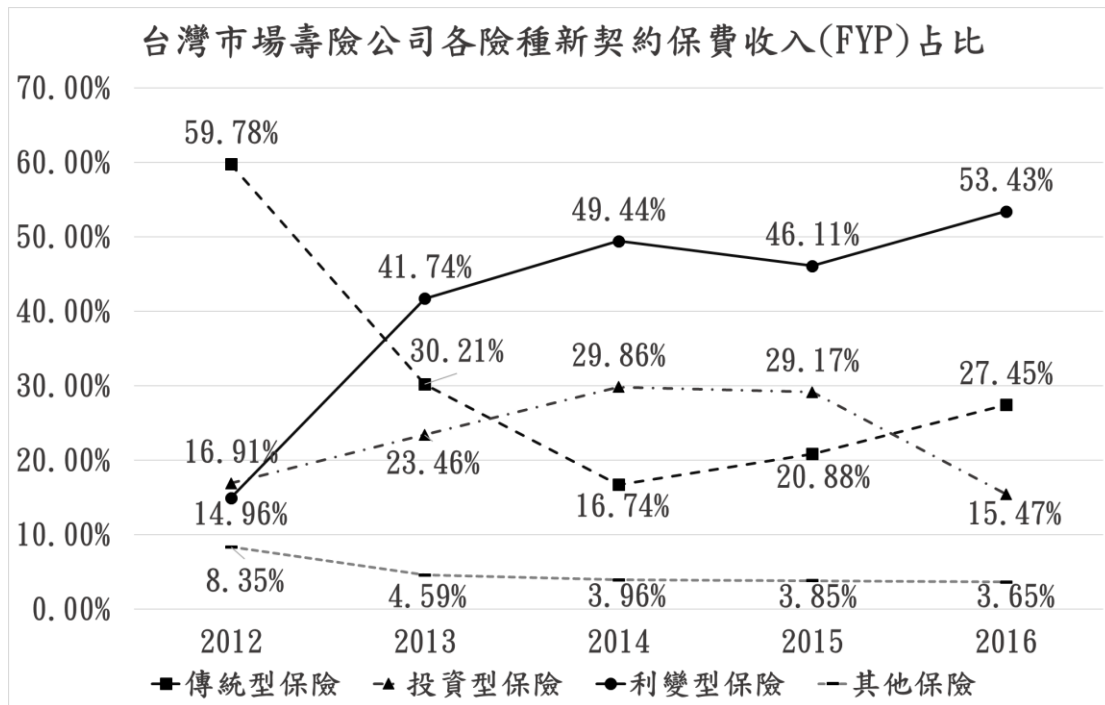
在傳統型保險商品中，保費是以預先設定之危險發生率、預定利率以及費用率等假設計算而得。近年來我國利率市場持續低迷(如圖 1-1)，加上 2008 年全球金融風暴後，各國多採行貨幣寬鬆政策，市場利率因此持續處於低檔環境，保單預定利率亦隨之往下調整。

壽險公司因低預定利率假設使得傳統型商品保費較以往昂貴，無法滿足市場消費者之理財需求。利率變動型保險商品因此應運而生，在商品設計時仍需事先訂定保單預定利率，其後保單價值會隨著公司之宣告利率進行彈性調整。圖 1-3 列出 2012-2016 年台灣市場傳統型保險、投資型保險、利率變動型保險與其他保險新契約保費收入(First year premium 以下簡稱 FYP)之比較。

因利率變動型保險商品會依據區隔資產之投資收益計算，給予保單持有人相對應的宣告利率。因此，由圖 1-3 可以發現在台灣利率市場處於低檔環境下，此類商品顯著地受到市場消費者的青睞。

依據國家發展委員會 2016 年報告指出，台灣於 1993 年邁入高齡化社會(老年人口占總人口比例超過 7%)，預估將於 2018 年成為高齡社會(老年人口占總人口比例超過 14%)，2026 年成為超高齡社會(老年人口占總人口比例超過 20%)。並推估 2016 年至 2061 年扶養比將由 36.2%增加至 94.2%，約為 5.6 位青壯年人口扶養 1 位老年人口，降至 1.3 位青壯年人口扶養 1 位老年人口，使得青壯年人口對社會經濟支持之負擔將大大加重。

以往養兒防老的概念也逐步轉化，個人退休規劃變成極為重要的議題。因應個人長壽風險，社會性退休帳戶之金額往往不足以支付退休後所需的費用，因此，商業保險中的利率變動型年金便起了很大的作用。利率變動型年金保險可以補足社會性退休金給付(如勞保年金、國民年金等)之不足，透過購買利率變動型年金保險，選擇於退休時或是某個年齡開始，每年領取年金給付至終身，搭配原先的退休金給付，除了可以有較好的退休生活，亦能同時轉移個人之長壽風險。



資料來源：作者自行整理

註 1：其他保險含萬能型壽險、傷害保險以及健康保險。

圖 1-3、台灣市場壽險公司各險種新契約保費收入(FYP)占比

自 2014 年開放網路投保至今(2017 年)，民眾可以藉由網路主動投保自己所需的商業性保險，其中利率變動型年金商品保費收入居冠，顯示一般民眾對於退休金規劃的自我意識高漲。藉由網路投保利率變動型年金除了手續方便之外，因利率變動型商品在第 1 至 6 保單年度設有解約費用，更能間接達到強制儲蓄的效果。因此，本研究將檢視躉繳型利率變動型年金商品，確保保險公司之清償能力，避免屆時造成保單持有人莫大的損失。

二、研究方法及貢獻

本研究將提供壽險業內部模型以檢視人壽保險公司發行利變型年金之各種風險，著重探討匯率風險的影響程度，評估保險公司之清償能力。同時針對資產及負債組合建立之動態模型，透過模擬，分析提供每期商品宣告利率的躉繳型利率變動型年金保險契約，並同時考量死亡與解約等脫退因子以建構負債動態模型。資產投資部分，則著重探討利率及匯率等風險，使用實際保險市場經驗資料進行數值模擬分析，以淨現金流量評估公司之清償能力。

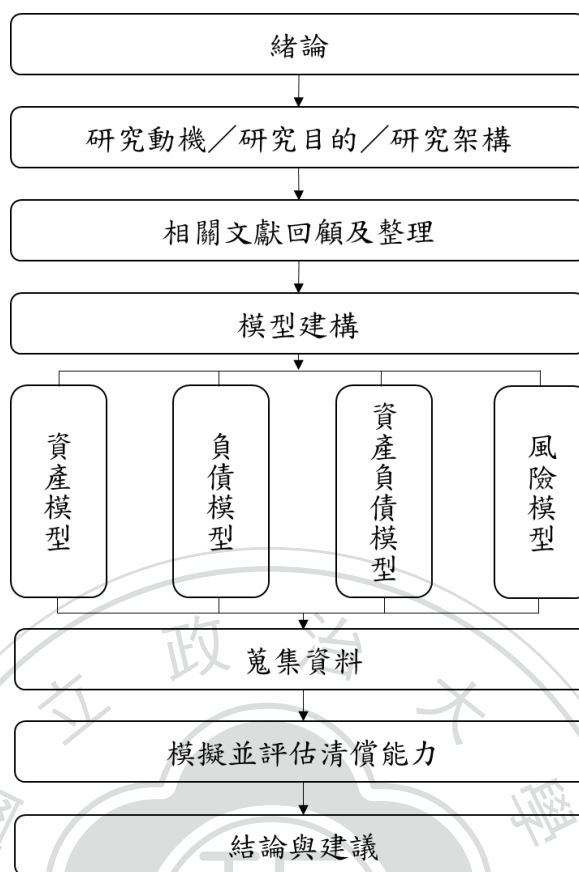


圖 1-4、研究架構

另一方面，依據現行保險法 148 條之 3，保險業應建立內部控制及稽核制度，落實保險業風險管理實務守則，以確保公司之資本適足與清償能力，並健全保險業務之經營。本研究之重要參數皆以市場上壽險公司實際經營資料進行假設，預期本研究數值分析結果能更貼近實務情形。因此，可提供人壽保險公司檢視躉繳型利率變動型年金保險契約之資產負債管理與風險評估之方法。

第三節、研究架構

本研究之研究架構(如圖 1-4)，共分為五章：

首先第一章為緒論，敘述本研究之研究動機、研究目的及研究架構；第二章為文獻回顧，針對相關研究進行回顧與整理，以建立研究的可行性與方向；第三章為本研究之模型建構，依據市場狀況，建立所需隨機模型；

第四章為數值分析結果，資料蒐集及整理，透過建構之模型模擬可能情形，評估清償能力，並藉由敏感度分析，找尋潛藏之主要風險；第五章則為結論與建議，提出本研究的成果整理及建議。

第貳章、文獻回顧

一、隨機資產負債模型

近年來，隨機過程的應用在風險管理架構下發揮不少作用，會計基礎的帳面價值評價逐漸轉變成市場基礎的現時評價。國際會計準則也因應變化，提出 IFRS 9 改變金融資產分類方式，及 IFRS 17 以現時估計之精算假設預測未來現金流。

因此，本研究架構隨機模型，以躉繳型利率變動型年金保險商品為研究對象，檢視壽險業之風險並評估其清償能力。而利率變動型商品之區隔資產的市值變動，若和負債價值變動不一致時，保險公司可能會因而造成損失導致違約可能性提升。

本研究以區隔資產負債管理角度切入，評估壽險公司之清償能力。隨機資產負債管理文獻參考 Gerstner et al. (2008) 之文獻整理，內容建立了完整的隨機資產負債模型。

二、資產模型

利率模型部分 Vasicek (1977) 提出具有均值回歸特性的利率模型，但其波動度為固定值，且利率可能為負。而後 Cox, Ingersoll and Ross (1985) 提出修正模型 (以下簡稱 CIR 模型)，除了具有均值回歸的特性之外，利率值不會是負的，且波動度不再是固定值，會跟著利率變動。故本研究資產模型中債券價格參考 Cox, Ingersoll and Ross (1985) 模型建立利率模型，並以其提出之封閉解模擬債券價格。

其中 CIR 模型之參數估計方法參考 Kladrivko (2007) 之 CIR 模型參數估計方法，利用最大概似估計法估計 CIR 參數，其中，為求得最適之最大概似估計值，必須依賴數值方法，本研究參考之下以 matlab 內部函數 `fminsearch` 求得，該函數之運作則是使用 Nelder and Mead. (1965) 的數值方法。

而 Gerstner et al. (2008) 之股票模型是利用幾何布朗運動模型建立，但其波動度為一常數，似乎無法確切捕捉市場上之實際波動。為改善模型之不足，本研究採用隨機波動度之假設，參考 Heston (1993) 之隨機波動度模型，假設資產波動度為隨機過程，並考慮資產價格與資產波動度的相關係數，建立隨機波動度模型。

其中 Heston 模型之參數估計方法參考 Moodley (2005)，利用 matlab 內建函數 `lsqnonlin` 進行非線性最小平方法校正初始參數，以萊文貝格-馬夸特算法 (Levenberg-Marquardt algorithm) 估計參數。而 Anderson (2008) 研究也指出 Heston

模型相較於其他模型有較好的計算效率及較高的穩健性，並提供歐式選擇權之封閉解及定價之特徵函數。

壽險業國外投資部位持續擴大，大部分部位落在國際債，而國際債常常帶有贖回權，張士傑及吳偉璋 (2016)發現自從開放國際債可以不列入限額開始，壽險公司國外投資占比大幅提升的同時，30 年期台灣公債保險業得標比重下滑，台灣公債及國庫券占比與國外投資占比呈現高度負相關，產生排擠效應，可能導致國內籌資成本提高。而贖回風險部分，因可贖回國際債券之高收益，會因為利率走低時的贖回風險而抵銷，故該文獻依據市場資料評估贖回風險為 52.45bps。

因應贖回風險，2017 年 5 月 23 日金管會修正保險業國外投資管理辦法，限制保險業投資國際板債券的「不可贖回年期」須滿五年，但若自次級市場買入，則至少要有三年的不可贖回期，希望可以降低保險業的投資風險，故本研究不納如贖回風險的考量。

因應國外投資部位提高，保險公司承受的匯率風險，本研究在建立國外投資模型部分，參考購買力平價理論(Purchasing Power Parity, 簡稱 PPP)、無拋補利率平價理論(Uncovered interest parity, 簡稱 UIP)、Dornbusch (1976)提出之僵固性價格貨幣模型(The sticky-price monetary model)、資產組合平衡理論(Portfolio Balance Theory)、均衡匯率理論(Equilibrium Exchange Rate Theory)、貨幣學派模型(Monetary Fundamental Model, 簡稱 MF)及遠期外匯溢酬模型(Forward Premium Model, 簡稱 FP)等。

以上模型都發現匯率與利差、通貨膨脹或是貨幣供給量等都有顯著的關係，但模型大部分都以統計分析方法或是類神經網絡方式進行。匯率預測牽涉廣泛，而本研究以隨機模型進行模擬，故假設匯率隨機模型符合幾何布朗運動。

而資產間的相關性會影響配置及其變動，Campbell, Medeiros, and Viceira(2010)指出如果匯率與股票相關係數近乎零則最好全部避險。如果不為零，則可將匯率視成投資的標的利用持有或是放空降低資產風險，或是利用股票市場達到匯率波動自然避險的效果。因此本研究在模擬資產部分，考量各資產之相關係數大小，以 Cholesky 分解建立具相關性的隨機變數，模擬各資產之變動。

三、負債模型

長期低利率環境，利率變動型商品主要商品型態，故本研究以躉繳型利率變動型年金為主要研究對象，進行資產負債模型探討其違約風險。市場經驗可以發現利率變動型商品之解約率較其他傳統型商品來的高，因此，本研究之負債除了死亡率因子，還納入解約模型，以建構較符合實際情形的負債模型。

解約率部分，Cox et al. (1992)對美國年金險進行研究，顯示解約率與保單預定利率及市場利率差呈顯著正相關，而且，無解約費用之保單的解約率較有解約費用之保單的解約率高出近四倍。Kim (2005)整理保險公司使用之解約率模型假設，如拋物線模型(Parabolic Model)、反正切模型(Arctangent Model)、指數模型(Exponential Model)等。並提供不一樣的想法，使用 Logit 與 Log-Log 模型，加入利差(預定利率與市場利率之差)、保單年度以及失業率等解釋變數。

Kolkiewicz and Tan (2006)以投資標的之波動度建立解約率模型。其後，Hao (2011)針對利率變動型商品提出解約率模型，模型除了考量利率變動型商品之解約樣態，並加入解約率與市場利率高度相關之特性進行解約率模型之建構，以反映市場利率走高時，保單持有人有較高解約之現象。本研究以躉繳型利率變動型年金保險契約為研究對象，因此在解約率模型部分採用 Hao (2011)之實證假設。

四、風險衡量

風險管理有三個步驟，確認風險(identifying risk)、衡量風險(measuring risk)及管理風險(managing risk)。而風險衡量部分，也就是量化或是質化風險，以具體的方式描述風險的大小，或虧或盈。

統計學常用動差來描述機率分配，其中，一階中央動差為分配中心的指標，稱為期望值；二階中央動差為衡量分配的分散程度的指標，稱為變異數，變異數的平方根為標準差。Markowitz (1952)的資產組合理論，資產組合報酬的風險即是以標準差來衡量，但以標準差來衡量風險無法分辨好壞。

然而，即使同時考慮一階與二階中央動差，仍然不足於反映整個分配的風險，除非分配為常態分配。而且，標準差並不能完整的解釋風險的嚴重性與頻率，風險值(Value at Risk 以下簡稱 VaR)就具有這種特點。

風險值是一種常見的風險指標。藉由分配的百分位量來瞭解一個機率分配的狀況。所謂風險值為在一定的信心水準之下，在未來一段時間內之最大可能損失金額，能反映下檔風險(downside risk)。

Linsmeier and Pearson (2000)清楚描述三種建立風險值的方法及其優劣，分別為歷史模擬法(historical simulation)、模型建構法(delta-normal method)及蒙地卡羅模擬法(monte carlo simulation)。Hendricks (1996)利用歷史模擬法建構實證分析。

風險值操作方便又能清楚解釋風險，但是它違反次可加性。而且風險值只提供給定在一定的信心水準之下，在未來一段時間內之最大可能損失金額，而超過此最大的損失金額後的情況如何，並沒有提供任何資訊。

Rockafellar and Uryasev (2000)改善 VaR 的缺點，將超過風險值的條件分配予以平均，提出條件尾端期望值(Conditional Tail Expectation 以下簡稱 CTE)。CTE 為一致性的風險測度，具凸性、連續且次可加性，最適化過程相對容易且有效。相較於 VaR，CTE 更能表現損失尾端分布的情形。但其值較 VaR 來的敏感，且容易受到尾端模型精準度的影響其值的正確性。

風險值雖然違反次可加性，但通常是在很特殊的情況才發生。對保險公司而言，超過某特定損失金額可能就倒閉了，所以超過某特定損失金額的分配如何也不是那麼重要。因此本研究將 VaR 及 CTE 兩種風險衡量指標均納入考量，檢視保險公司的違約風險。

結合上述特點，本研究建立隨機資產負債管理模型，利用蒙地卡羅模擬法(monte carlo simulation)模擬各個時點之現金流量，衡量躉繳型利率變動型年金保險契約之負債模型與區隔帳戶下保險公司之資產模型，利用數值分析保險公司之違約風險，並針對重要因子進行敏感度分析。

第參章、模型建立

第一節、模型架構

本章將針對躉繳型利率變動型年金保險商品進行隨機資產負債管理之模型建構。依據市場壽險公司的實際資金運用表(如表 3-1)，假設資產配置於各項金融市場的投資工具，給定其資產投資權重，進而模擬各項投資部位之未來價格變動，並以各時點投資部位之市場價格來衡量公司資產價值，取得投資部位的模擬收益率。

負債方面以躉繳型利率變動型年金契約之實際市場經驗資料，包括性別比例與投保年齡分布來建構負債模型。參考實際市場經驗資料建構假設投保年齡將服從依男女而異之常態分配，並考量利率、死亡與解約等因子，建構負債動態模型。

最後，依據壽險公司於期末評價之區隔資產與負債，透過動態模擬計算保險公司之權益價值，並評估其違約機率(Default Probability 以下簡稱 DP)、風險值(VaR)與條件尾部期望值(CTE)以協助保險公司進行風險管理與決策。

在資產負債管理模型下，需模擬未來公司之資產價值與負債價值，換言之，須建立資本市場情境以及投資策略以模擬資產價值，並在死亡率、解約率以及宣告利率變數影響下之躉繳型利率變動型年金保單負債價值，再進一步透過資產負債管理模型衡量風險，以協助公司進行決策。接下來將針對各模型進行說明與整理。以下模型建構之參數對應表見附件二。

表 3-1、壽險業資金運用表

年度	2011	2012	2013	2014	2015	2016
約當現金佔率	12.91%	12.25%	9.71%	6.51%	5.44%	5.17%
國內債券佔率	25.83%	23.27%	21.11%	17.76%	14.46%	11.38%
國內股票佔率	6.23%	6.73%	7.42%	7.53%	6.05%	6.13%
國外投資佔率	37.74%	40.94%	43.51%	50.34%	57.59%	62.71%
不動產佔率	4.74%	5.24%	5.89%	6.64%	6.34%	5.96%
壽險貸款佔率	4.96%	4.16%	3.79%	3.27%	3.01%	2.89%
放款佔率	4.97%	4.91%	5.58%	5.75%	4.83%	4.12%
其他佔率	2.63%	2.49%	2.99%	2.21%	2.29%	1.65%

資料來源：保發統計資料整理

第二節、資產模型

為簡化模型架構，本研究假設壽險公司僅單一銷售躉繳型利率變動型年金保險商品契約，並於期初收到躉繳保費，將此躉繳保費及期初資產投資於國內債券基金組合、國外債券基金組合、股票基金組合、約當現金、不動產、壽險貸款與放款七種投資標的。

使用上述七種投資標的建構資產投資組合模型，且考量目前壽險公司所持有之國外投資以美元計價之國際債券為主，因此本研究之國外債券基金組合皆以美元計價之國際債券表示，再轉換成新臺幣計價來評估其資產組合價值。

一、國內外利率模型

在短期無風險即期利率部分，本研究使用 CIR 模型建構國內(d)及國外(f)即期利率之長短期變化，模型架構如下：

$$dr_t^d = \kappa_r^d \cdot (\theta_r^d - r_t^d) \cdot dt + \sigma_r^d \cdot \sqrt{r_t^d} \cdot dW_t^d \quad (1)$$

$$dr_t^f = \kappa_r^f \cdot (\theta_r^f - r_t^f) \cdot dt + \sigma_r^f \cdot \sqrt{r_t^f} \cdot dW_t^f \quad (2)$$

其中， $\kappa_r^d > 0$ 、 $\kappa_r^f > 0$ 為利率均速回歸速率； θ_r^d 、 θ_r^f 為長期均衡利率； σ_r^d 、 σ_r^f 則為利率的波動； W_t^d 、 W_t^f 皆為標準布朗運動。

二、國內債券基金組合

參考 CIR 模型，到期日 T 之國內債券於時間 t 之價格封閉解如下：

$$B_{t,T}^d = b_1^d(t, T) \cdot e^{-b_2^d(t, T) \cdot r_t^d} \quad (3)$$

$$\text{其中, } b_1^d(t, T) = \left[\frac{2\gamma e^{(\kappa_r^d + \gamma)(T-t)/2}}{(\kappa_r^d + \gamma)(e^{\gamma(T-t)} - 1) + 2\gamma} \right]^{2\kappa_r^d \theta_r^d / \sigma_r^{d2}}$$

$$b_2^d(t, T) = \frac{2(e^{\gamma(T-t)} - 1)}{(\kappa_r^d + \gamma)(e^{\gamma(T-t)} - 1) + 2\gamma}$$

$$\gamma = \sqrt{\kappa_r^{d2} + 2\sigma_r^{d2}}$$

本研究假設除了初始躉繳保費收入外，不再有新契約保費收入，並以銷售時所收取之躉繳保費扣除相關費用後進行投資，因此持有之債券設定為固定到期日 T 的債券。

三、匯率

為考量兩國匯兌之變動，本研究加入匯率動態模型，假設兩國匯率動態過程服從幾何布朗運動，其動態過程如下：

$$\frac{de_t}{e_t} = \xi_e \cdot dt + \sigma_e \cdot dW_t^e \quad (4)$$

其中 ξ_e 為匯率隨機過程之飄移項； σ_e 為匯率歷史波動度； W_t^e 為標準布朗運動。

四、國外債券基金組合

同(3)，到期日 T 之美元計價國際債券於時間 t 之價格封閉解如下：

$$B_{t,T}^f = b_1^f(t, T) \cdot e^{-b_2^f(t, T) \cdot r_t^f} \quad (5)$$

$$\text{其中, } b_1^f(t, T) = \left[\frac{2\gamma e^{(\kappa_r^f + \gamma)(T-t)/2}}{(\kappa_r^f + \gamma)(e^{\gamma(T-t)} - 1) + 2\gamma} \right]^{2\kappa_r^f \theta_r^f / \sigma_r^{f2}}$$

$$b_2^f(t, T) = \frac{2(e^{\gamma(T-t)} - 1)}{(\kappa_r^f + \gamma)(e^{\gamma(T-t)} - 1) + 2\gamma}$$

$$\gamma = \sqrt{\kappa_r^{f2} + 2\sigma_r^{f2}}$$

為了得到時間點 t 之新臺幣計價國外債券的價值，本研究將美元計價之國外債券價格 ($B_{t,T}^f$) 以當期匯率 (e_t) 轉換成新臺幣計價之國外債券價值 ($\hat{B}_{t,T}^f$) 如下：

$$\hat{B}_{t,T}^f = B_{t,T}^f \cdot e_t \quad (6)$$

五、股票基金組合

本研究使用 Heston(1993)隨機過程描述價格變動，模型如下：

$$\frac{dS_t}{S_t} = \mu_S \cdot dt + \sqrt{v_t} \cdot dW_t^S \quad (7)$$

$$dv_t = \kappa_v \cdot (\theta_v - v_t) + \sigma_v \cdot \sqrt{v_t} \cdot dW_t^v \quad (8)$$

$$E^P(dW_t^S, W_t^v) = \rho \cdot dt$$

其中 v_t 為一隨機波動之股價變異數； μ_S 為股票歷史報酬率； κ_v 為股價變異數之均值回歸速率； σ_v 為股價變異數之波動項； θ_v 為股價變異數之長期均衡；

W_t^S 、 W_t^v 為標準布朗運動且其相關係數為 ρ 。

六、約當現金

約當現金是指短期且具高度流動性之短期投資，因其變現容易且交易成本低，因此可視為現金。因此約當現金具有隨時可轉換為定額現金、即將到期、利息變動對其價值影響少等特性。通常投資日起三個月到期或清償之國庫券、商業本票、貨幣市場基金、可轉讓定期存單、商業本票及銀行承兌匯票等皆可列為約當現金。

假設其動態過程描述如下：

$$dM_t = r_t^d \cdot M_t \cdot dt \quad (9)$$

七、不動產

依金管保財字第 10402502361 號，不動產達可使用狀態且已利用，並有合理之投資報酬率者，可認定為即時利用並有收益。但不包括以素地作為停車場、出租廣告或搭建其他未經合法編釘門牌號碼建物使用之情形。故本研究在不動產投資收益方面只考慮租金收益，且假設該收益為定值，其動態過程描述如下：

$$dR_t = \mu_R \cdot R_t \cdot dt \quad (10)$$

其中 μ_R 為固定之不動產租金收益。

八、壽險貸款及放款

依據保險法第 146 條之 3，保險業辦理放款，以下列各款為限：

1. 銀行或主管機關認可之信用保證機構提供保證之放款。
2. 以動產或不動產為擔保之放款。
3. 以合於第一百四十六條之一之有價證券為質之放款。
4. 人壽保險業以各該保險業所簽發之人壽保險單為質之放款。

第三節、投資策略

資產配置部分，假設保險公司將資產配置於國內債券基金組合、國外債券基金組合、股票基金組合、約當現金、不動產、壽險貸款與放款七種投資標的之資產權重為 ω_{B^d} 、 ω_{B^f} 、 ω_S 、 ω_M 、 ω_R 、 ω_{ILoan} 及 ω_{Loan} ，其中 $\sum_{i \in I} \omega_i = 1$ ， $\omega_i \geq 0$ ， $I \in \{B^d, B^f, S, M, R, ILoan, Loan\}$ 。

而保險公司持有 ϕ_{B^d} 單位的國內債券， ϕ_{B^f} 單位的國外債券， ϕ_S 單位的股票， ϕ_M 單位的約當現金， ϕ_R 單位的不動產部位， ϕ_{ILoan} 單位的壽險貸款部位， ϕ_{Loan} 單位的放款部位，則 $A_t = \phi_{B^d} \cdot B_{t,T}^d + \phi_{B^f} \cdot B_{t,T}^f + \phi_S \cdot S_t + \phi_M \cdot M_t + \phi_R \cdot R_t + \phi_{ILoan} \cdot ILoan_t + \phi_{Loan} \cdot Loan_t$ 。

依據此投資比例可得投資報酬率($r_{A,t}$)：

$$r_{A,t} = \omega_{B^d} \frac{dB_{t,T}^d}{B_{t,T}^d} + \omega_{B^f} \frac{dB_{t,T}^f}{B_{t,T}^f} + \omega_S \frac{dS_t}{S_t} + \omega_R \frac{dR_t}{R_t} + \omega_{ILoan} \frac{dILoan_t}{ILoan_t} + \omega_{Loan} \frac{dLoan_t}{Loan_t} + \omega_M \frac{dM_t}{M_t} \quad (13)$$

第四節、負債模型

壽險業負債的主要來源為與保單持有人所約定之保險契約，而本研究假設保險公司僅銷售躉繳型利率變動型年金契約，並以此建構負債模型。躉繳型利率變動型年金商品會以保險公司每月公布之「宣告利率」計算保單價值。其中，宣告利率為保險公司依據投資組合收益扣除相關費用後，參考當時市場利率水準訂定。

因宣告利率會根據保險公司運用區隔資產組合之實際績效，並參考市場利率訂定。然而監理機關為了避免保險公司藉由抬高宣告利率，以不利公司財務的情況下獲取銷量，影響公司財務穩健，因此規範利率變動型保單宣告利率之上限，規定利率變動型保單每月之宣告利率，不得高於前 12 個月移動平均投資報酬率加計 2 碼。

此外，保險給付受到死亡率與解約率之影響，故本研究參考實際市場經驗資料建構假設為常態分佈之年齡分布，建構出不同年齡不同性別之投保分布，進行負債組合現金流量之模擬。

一、宣告利率

宣告利率部分，根據法規不得高於前 12 個月移動平均投資報酬率加計二碼的且不得為負數條件，其計算公式如下：

$$r_p = \max(0, \min(I - IS + E, F_t)) \quad (14)$$

其中，

I 為區隔資產實際投資報酬率

IS 為公司之合理利潤，應介於 0%與 3%之間

E 為短期調整項，介於正負 1%內

F_t 為當期前 12 個月(不含宣告當月)移動平均投資報酬率加計二碼

二、解約率模型

引用 Hao(2011)之假設，解約率為原始解約率經由市場利率、投資績效及解約費率調整而得，公式如下：

$$q_{x+t}^{(w')} = \min\{1, q_{x+t}^{(w)} + \beta \max\{r_{m,t} - r_{p,t} - SC_t, 0\}\} \quad (15)$$

其中， $q_{x+t}^{(w')}$ 為調整後解約率； $q_{x+t}^{(w)}$ 為原始解約率； SC_t 為解約費用率； $r_{m,t}$ 為市場參考利率，本研究假設為台灣十年期公債殖利率； β 為解約敏感度。

三、負債現金流

負債面參考現行壽險公司銷售之躉繳型利率變動型年金商品實際狀況後，假設投保年齡將服從依男女而異之常態分配。在年金累積期間，負債經由宣告利率累積並扣除當期總給付(B_t)即為新年度負債，其中總給付為當年度脫退人數乘以每一保單之給付總額，給付總額包括死亡總給付(DB_t)與解約總給付(SB_t)，而每個投保年齡為 x 歲的被保險人躉繳總保費為 P_x ，利變年金負債表示如下：

$$\begin{aligned} (1) \text{ 期初總負債為 } & L_0 = \sum_x P_x \cdot (1 - \text{Loading}) \\ (2) \text{ 死亡總給付為 } & DB_t = \sum_x L_t \cdot (1 + r_{p,t}) \cdot q_{x+t}^d \\ (3) \text{ 解約總給付為 } & SB_t = \sum_x L_t \cdot (1 + r_{p,t}) \cdot q_{x+t}^s \cdot (1 - SC_t) \\ (4) \text{ 當期總給付為 } & B_t = DB_t + SB_t \\ (5) \text{ 負債變動即為 } & dL_t = (L_t \cdot r_{p,t} - B_t) \cdot dt \end{aligned} \quad (16)$$

第五節、資產負債管理模型

為簡化模型，本研究假設保戶為保險公司唯一之債權人，且保險公司只銷售躉繳型利率變動型年金保險。假設 t 與 $t+1$ 的時間長度為一年，保險公司期初財務槓桿比為 $1 - \pi$ ， $\pi \in [0,1]$ 。

L_0 為保險公司期初負債，則期初資產 $A_0 = \frac{1}{\pi} \cdot L_0$ ，期初股東權益為 $Q_0 = (1 - \pi) \cdot A_0$ 。經由前幾節討論的資產與負債每期之變化，可以模擬出各期之資產負債，以檢視其經營情形，隨機資產負債管理模型整理如下：

$$dA_t = (A_t \cdot r_{A,t} - B_t) \cdot dt + B_t \cdot \sigma_B \cdot dW_B \quad (17)$$

$$dL_t = (L_t \cdot r_{p,t} - B_t) \cdot dt \quad (18)$$

$$Q_t = A_t - L_t$$



第六節、風險衡量

在模擬資產與負債模型之後，即可根據模擬結果進行風險分析，本研究著重於躉繳型利率變動型年金商品之違約風險，應用三種風險衡量指標—違約機率(DP)、風險值(VaR)、條件尾部期望值(CTE)來衡量保險公司之違約風險。

1. 違約機率(DP)

違約機率可以檢視保險公司違約的可能性大小，本研究假設當負債價值大於資產價值，即股東權益小於零時，保險公司即發生違約。

定義違約機率 (DP) 如下：

$$DP = \frac{\text{違約次數}}{\text{總模擬次數}} \quad (19)$$

其中，在評估時點前(含評估時點)，有股東權益小於零之情形，即視為違約。

2. 風險值(VaR)

使用違約機率雖可檢視保險公司違約的可能性，但無法檢視違約的幅度，因此本研究亦使用風險值來衡量違約可能值。VaR 之概念為在一定的信心水準之下，在未來一段時間內之最大可能損失金額，即其定義如下：

$$VaR_{\alpha} = \inf\{ q \mid P(-Q_t > q) < 1 - \alpha \} \quad (20)$$

VaR 可以簡單明瞭的表示風險的大小，且其估計值相當穩定，本研究採用蒙特卡羅模擬法建立損失分布，利用 VaR 值便能檢視尾端損失情形。可惜的是 VaR 不具凸性及次可加性，最適化過程僅能檢視相對極值，且無法檢視損失尾端分布的情形。

3. 條件尾部期望值(CTE)

Rockafellar and Uryasev(2000)提出建立在 VaR 基礎下的 CTE，CTE 之概念為在一定的信心水準之下，以 VaR 作為條件，所計算之尾端期望值，公式如下：

$$CTE_{\alpha} = E[-Q_t \mid -Q_t > VaR_{\alpha}] \quad (21)$$

CTE 具凸性、連續且次可加性，最適化過程相對容易且有效。相較於 VaR，CTE 更能表現損失尾端分布的情形。但其值較 VaR 來的敏感，且容易受到尾端模型精準度的影響其值的正確性。

第肆章、數值分析

第一節、模型假設及參數估計

一、CIR 模型參數估計

為了模擬 CIR 模型下之債券價格，本研究參考 Kladrivko (2007)之 CIR 模型參數估計方法，利用最大概似估計法估計 CIR 參數，其中，為求得最適之最大概似估計值，必須依賴數值方法，本研究參考之下以 matlab 內部函數 `fminsearch` 求得，該函數之運作則是使用 Nelder and Mead (1965)的數值方法。

本研究使用台灣經濟新報資料庫(Taiwan Economic Journal 以下簡稱 TEJ) 2007 年至 2016 年共計 10 年之台灣二十年期公債 2,474 筆殖利率的日資料，以及 2007 年至 2016 年共計 10 年之美國二十年期公債 2,501 筆殖利率的日資料，進行參數估計，估計結果如表 4-1。

二、匯率模型參數估計

本研究假設匯率動態過程服從幾何布朗運動，以歷史資料法估計其模型飄移項($\xi_e = \mu_e + \sigma_e^2/2$)及波動度(σ_e)，其中 μ_e 與 σ_e 分別為彭博(Bloomberg)2007 年至 2016 年共計 10 年 2530 筆新臺幣兌美元匯率之日資料，所求得的歷史成長率及歷史波動度，估計結果如表 4-2。

三、國內股票模型參數估計

國內股票模型之參數估計方法參考 Moodley (2005)，利用 matlab 內建函數 `lsqnonlin` 進行非線性最小平方法校正初始參數，以萊文貝格—馬夸特算法 (Levenberg-Marquardt algorithm)估計參數。

本研究使用台灣經濟新報資料庫(TEJ)2016 年 5 月至 2017 年 4 月底共計 32,839 筆上下市之台股指數買權日資料進行參數估計，結果列於表 4-3。

表 4-1、CIR 模型參數估計結果

參數	κ_r^d	θ_r^d	σ_r^d
估計值	0.6792	0.0192	0.0309

參數	κ_r^f	θ_r^f	σ_r^f
估計值	0.6458	0.0313	0.0514

表 4-2、匯率模型參數估計結果

參數	ξ_e	σ_e
估計值	0.0009	0.0426

表 4-3、國內股票模型參數估計結果

參數	ν_0	κ_ν	θ_ν	σ_ν	ρ
起始值	0.5	0.5	0.5	0.05	0.5
上界	1	80	1	0.5	0.9
下界	0	0	0	0	-0.9
估計結果	0.0584	76.5482	0.0084	0.1789	0.7676

四、不動產、壽險貸款及放款參數假設

不動產部分，依年化收益率（年化收益／帳面價值）不低於中華郵政股份有限公司牌告二年期郵政定期儲金小額存款機動利率加五碼為準²，並參考市場資訊，假設收益率(μ_R)為 2.345%。而壽險貸款及放款部分，參考市場資訊，分別假設其收益率為(μ_{Loan})3%及(μ_{Loan})2.3%。

² 金管保財字第 10402507211 號令

表 4-4、保單假設

商品別	利率變動型年金
投保人數	9,819 人
投保年齡限制	0 歲至 80 歲
年金累積期間	20 年
繳費方式	躉繳 100 萬
附加費用率	3.15%
死亡率($q_{x+t}^{(d)}$)	第二回年金生命表

表 4-5、解約模型假設

原始解約率	$q_{x+t}^{(w)}$	1%							
市場參考利率	$r_{m,t}$	台灣十年期公債殖利率							
解約敏感度	β	8							
解約費用率	SC_t	保單經過年度	1	2	3	4	5	6	≥ 7
		費率(%)	4%	3%	2%	1.5%	1%	1%	0%

五、保單假設

如上表 4-4，參考市場壽險公司實際銷售經驗之利率變動型年金商品，假設投保年齡將服從依男女而異之常態分配，並扣除落於投保年齡限制外之樣本後，總投保人數為 9,819 人，其中，男性 3,175 人，女性 6,644 人。

六、解約率模型參數

解約模型參考 Hao (2011) 之假設，為原始解約率($q_{x+t}^{(w)}$)加上考量市場利率($r_{m,t}$)、宣告利率($r_{p,t}$)、投資績效($r_{A,t}$)、解約費率(SC_t)後的結果，公式如下。

$$q_{x+t}^{(w')} = \min \left\{ 1, q_{x+t}^{(w)} + \beta \cdot \max \left\{ (r_{m,t} - r_{p,t} - SC_t), 0 \right\} \right\}$$

解約率模型假設如上表 4-5。

表 4-6、資金運用權重

資金運用權重	
國內債券(ω_{Bd})	12%
國外債券(ω_{Bf})	63%
國內股票(ω_S)	6%
約當現金(ω_M)	6%
不動產(ω_R)	6%
壽險貸款(ω_{ILoan})	4%
放款(ω_{Loan})	4%

七、資金運用權重

依保發統計資料-壽險業資金運用表，本研究將 2016 年資料整理為約當現金占率、國內債券占率、國內股票佔率、國外投資佔率、不動產占率、壽險貸款佔率、放款佔率及其他佔率，共八大類之資料，並將其他占率之比例均勻分攤至七項部位。以提供本研究之基本權重假設，如上表 4-6。

第二節、模擬架構

本研究之評估時點 t 與時點 $t+1$ ，時間跨度為一年，並以各年平均交易日 252 日，給定 $\Delta t=1/252$ 模擬各交易日之利率以及資產價格。模擬結果見附件四。

一、資產與負債模擬

模擬方式以差分方法進行，以下整理模擬式子(22)~(33)：

利率及匯率模擬，代入參數估計值，以差分方式模擬，模擬式子如下。

$$r_{t+\Delta t}^d = \left| r_t^d + \kappa_r^d \cdot (\theta_r^d - r_t^d) \cdot \Delta t + \sigma_r^d \cdot \sqrt{r_t^d \cdot \Delta t} \cdot Z_d \right| \quad (22)$$

$$r_{t+\Delta t}^f = \left| r_t^f + \kappa_r^f \cdot (\theta_r^f - r_t^f) \cdot \Delta t + \sigma_r^f \cdot \sqrt{r_t^f \cdot \Delta t} \cdot Z_f \right| \quad (23)$$

$$e_{t+\Delta t} = e_t + e_t \cdot (\xi_e \cdot \Delta t + \sigma_e \cdot \sqrt{\Delta t} \cdot Z_e) \quad (24)$$

透過短率與匯率模擬結果，經由 CIR 下之債券封閉解即可模擬債券價格，因本研究假設除了初始躉繳保費收入外，不再有新契約保費收入，並以

銷售時所收取之躉繳保費進行投資，因此持有之債券設定為固定到期日 20 年的債券，以下整理債券封閉解式子(25)~(27)：

$$B_{t,T}^d = b_1^d(t, T) \cdot e^{-b_2^d(t, T) \cdot r_t^d} \quad (25)$$

$$B_{t,T}^f = b_1^f(t, T) \cdot e^{-b_2^f(t, T) \cdot r_t^f} \quad (26)$$

$$\hat{B}_{t,T}^f = B_{t,T}^f \cdot e_t \quad (27)$$

國內股價模擬，代入參數估計值，以差分方式模擬，而約當現金部分則以模擬之國內短率成長，不動產以租金收益成長，壽險貸款及放款以利息收益成長，模擬式子如下。

$$S_{t+\Delta t} = S_t + S_t \cdot (\xi_s \cdot \Delta t + \sqrt{v_t \cdot \Delta t} \cdot Z_s) \quad (28)$$

$$v_{t+\Delta t} = |v_t + \kappa_v \cdot (\theta_v - v_t) \cdot \Delta t + \sigma_v \cdot \sqrt{v_t \cdot \Delta t} \cdot Z_v| \quad (29)$$

$$M_{t+\Delta t} = M_t + r_t^d \cdot M_t \cdot \Delta t \quad (30)$$

$$R_{t+\Delta t} = R_t + \mu_R \cdot R_t \cdot \Delta t \quad (31)$$

$$ILoan_{t+\Delta t} = ILoan_t + \mu_{ILoan} \cdot ILoan_t \cdot \Delta t \quad (32)$$

$$Loan_{t+\Delta t} = Loan_t + \mu_{Loan} \cdot Loan_t \cdot \Delta t \quad (33)$$

二、隨機資產負債管理模型模擬

資產負債模型模擬，時間跨度設定為一年，本研究將上述模擬之日資料，依資金運用權重假設，轉換計算出年化收益率($r_{A,t}$)，並依宣告利率的設定，計算出各期之宣告利率($r_{p,t}$)。本研究以躉繳總保費設定為初期負債(L_0)，並以資產負債比(π)求得期初資產 $A_0 = \frac{1}{\pi} \cdot L_0$ ，依保發統計資料-保險業資產負債表 2016 年人身保險業統計之料顯示資產負債比約 0.95，故本研究以此值作為基本假設，以下整理模擬方式：

$$A_{t+1} = A_t \cdot (1 + r_{A,t}) - B_t + 0.01 \cdot B_t \cdot Z_B \quad (34)$$

$$L_{t+1} = L_t \cdot (1 + r_{p,t}) - B_t \quad (35)$$

$$Q_t = A_t - L_t \quad (36)$$

第三節、敏感度分析

表 4-7、基本情境假設

資產負債比(π)	0.95
匯率波動度(σ_e)	0.0426
國內債券(ω_{Bd})	12%
國外債券(ω_{Bf})	63%
國內股票(ω_S)	6%
約當現金(ω_M)	6%
不動產(ω_R)	6%
壽險貸款(ω_{ILoan})	4%
放款(ω_{Loan})	4%

表 4-8、資產負債比值敏感度分析

DP 單位：(%), VaR 及 CTE 單位：(新臺幣百萬元)

情境一 ($\pi = 0.97$)			
評價點	DP	VaR(99.5)	CTE(99.5)
第十年底	25.34%	1,122.7	1,569.2
第十五年底	27.17%	1,479.9	2,073.1
第二十年底	28.07%	1,776.0	2,562.1
情境二 ($\pi = 0.95$)			
評價點	DP	VaR(99.5)	CTE(99.5)
第十年底	6.71%	443.8	890.1
第十五年底	7.93%	609.6	1,204.0
第二十年底	8.52%	739.4	1,503.8
情境三 ($\pi = 0.93$)			
評價點	DP	VaR(99.5)	CTE(99.5)
第十年底	1.37%	-247.5	196.9
第十五年底	1.76%	-297.6	303.8
第二十年底	2.07%	-336.9	423.4

一、資產負債比值大小是否影響人壽保險公司的違約風險

資產負債比值大小，隱含著財務槓桿比例的大小。當資產負債比值愈大時，股東權益項會愈小，財務槓桿比例(資產/股東權益)即會上升。使得保險公司能用同樣的成本，以擴大獲利的空間，卻可能因此承受過多的風險。因此，為獲取更高的獲利又必須控制在一定的風險下，決定資產負債比便成為保險公司的考驗。

以近兩年的市場狀態來看，台灣市場整體保險公司之財務槓桿約 20 倍，即資產負債比值約 0.95，故本研究以此值為基準，進行敏感度分析，檢視評估時點之違約機率(DP)、風險值(VaR)及條件尾部期望值(CTE)的變化。

見上表 4-8，當資產負債比值為 0.97 時，違約機率高達 25% 以上；當資產負債比下降至 0.95 時，違約機率驟降 4 倍之多；當資產負債比下降至 0.93 時，違約機率也明顯下降，甚至 VaR(99.5)呈現負值，表示在極低的可能性才有可能會有損失的情形發生。

以上可以觀察到，若資產負債比值越大，其違約機率越大，可能損失金額也大幅提升。當資產負債比值為 0.97 時，即財務槓桿約 33.33 倍時，顯示保險公司之財務槓桿過高，雖可能賺取更大的獲利，但也因此承擔過多之風險，將可能導致違約的情形，造成保單持有人非預期之損失。

然而，當資產負債比為 0.93 時，即財務槓桿約 14.29 倍時，違約機率已經控制在 2% 以內，若能在增提資本或是提高風險控管之效能，相信更能在控制風險下，獲取更大的獲利空間。

資產負債比值大小，即財務槓桿大小明顯影響人壽保險公司的違約風險。當財務槓桿比提高時，可運用資金增加，雖可以擴展業務，卻可能導致違約的發生。因此，財務槓桿大小的決定，應是公司的首要之務，避免在過度增資後，導致無法償還的後果。也應避免過低之財務槓桿比，導致業務無法擴張，使得公司價值逐漸受到侵蝕。

表 4-9、匯率波動度敏感度分析

DP 單位：(%), VaR 及 CTE 單位：(新臺幣百萬元)

σ_e	DP	VaR(99.5)	CTE(99.5)
0.0326	0.87%	-359.1	-74.4
0.0376	2.69%	-32.9	308.9
0.0426	6.71%	443.8	890.1
0.0476	13.44%	1,001.6	1,506.6
0.0526	20.86%	1,525.9	2,134.8

表 4-10、國外債券權重敏感度分析

DP 單位：(%), VaR 及 CTE 單位：(新臺幣百萬元)

ω_{B^d}	ω_{B^f}	DP	VaR(99.5)	CTE(99.5)
7%	68%	10.27%	768.1	1,279.4
12%	63%	6.71%	443.8	890.1
17%	58%	3.92%	144.1	526.7

二、匯率曝險是否影響人壽保險公司的違約風險

σ_e 為匯率動態模型之波動度，本研究以歷史波動度估計之，估計值為 0.0426。壽險業國外投資法令逐步開放，2016 年統計資料顯示國外投資佔壽險業資金運用總額比例已高達 62.71%。2017 年前四個月新台幣驟升約 6.8%，影響壽險業淨匯兌損失 837 億元，外匯準備金水位從 441 億元降至 231 億元。

而且，壽險公司並不預期此現象的發生，因此，匯率避險部位並不足以承擔如此巨大的損失，匯率準備金暫時發揮作用，但央行第 11 期金融穩定報告也推估壽險業未避險部位至少超過 1 兆元，至今壽險業仍存在極大的匯率風險。

見表 4-9，當匯率波動從 0.0426 逐步升至 0.0526 時，違約機率也從 6.71% 升至 20.86%，升幅達 3 倍之多，CTE 值升至 2,134.8 百萬元佔初始資產 20.65% 遠高於初始股東權益 1,618.0 百萬元，顯市匯率波動的影響甚巨；見表 4-10，當國外債券投資權重上升時，違約機率從 6.71% 升至 10.27%，風險值亦顯著增加。

因利差交易的特性，匯率波動影響違約風險的事實十分確定。而保險公司是否應持續增加國外投資部位，表 4-10 也給了初步的答案，在增加國外投資部位的同時，除了考量其較高之收益，也應該考慮其增加的違約風險，匯率曝險增高將會影響人壽保險公司的違約風險。

壽險業應更加重視匯率風險，將其納入投資策略的考量，必免承擔過多的風險。也應建立適當的避險策略，如利用資產相關性建立自然避險策略，或是以外幣保單或是衍生性商品做為風險的轉嫁。

表 4-11、傳統型年金及躉繳型利率變動型年金比較

DP 單位：(%)，VaR 及 CTE 單位：(新臺幣百萬元)

商品別	利率	DP	VaR(99.5)	CTE(99.5)
傳統型年金	1.50%	6.89%	892.6	1,530.1
	1.75%	10.77%	1,436.1	2,108.4
	2.00%	16.17%	2,035.5	2,754.0
	2.25%	23.37%	2,722.8	3,466.5
	2.50%	32.27%	3,455.5	4,221.3
躉繳利變型年金	宣告利率(rp)	6.71%	443.8	890.1

三、躉繳型利率變動型年金是否較傳統型年金風險來的高

躉繳型利率變動型年金保險商品之價值會依宣告利率做成長，宣告利率則會根據保險公司運用區隔資產組合之實際績效，並參考市場利率訂定，上限是不得高於前 12 個月移動平均投資報酬率加計 2 碼，下限是不得為負值。而傳統型年金則是透過固定之預定利率去做成長。

見表 4-11，傳統型年金之預定利率越高，再給定預定利率的情況下，即使投資績效不彰，保險人仍必須承擔固定之成長率，因此愈高之預定利率，保險人所需承擔的風險愈高。當預定利率為 1.5% 時違約機率為 6.89%，風險值為 892.6 百萬元，條件尾部期望值 1,530.1 百萬元；隨著預定利率提高，當預定利率提升至 2.5% 時，違約機率上升將近 5 倍來到 32.27%，風險值及條件尾部期望值也隨之提高。顯示以往高預定利率保單，確實影響保險公司的違約風險。

見表 4-11，躉繳型利率變動型年金違約機率為 6.71%，其值皆較傳統型年金之違約機率來的低。風險值(443.8 百萬元)及條件尾部期望值(890.1 百萬元)，也都遠低於傳統型年金的模擬結果。

比起固定預定利率之傳統型年金商品，躉繳型利率變動型年金商品來的靈活許多。因其宣告利率會參考市場資訊及區隔帳戶之投資績效做調整，而傳統型商品因有固定之預定利率，可以想成保證利率，當投資績效不好或是市場利率走低時，仍須承擔當時定訂下之預定利率。因此，在此保單設定下，躉繳型利率變動型年金在沒有保證利率的情況下，違約風險會較傳統型年金來的低。

第四節、基礎假設中之違約情境

本節整理在基礎假設中已知違約條件下之資產模擬情形，檢視評估時點十年，模擬 10,000 次，在第十年發生違約之情形共 187 組資產模擬情形，如下圖：

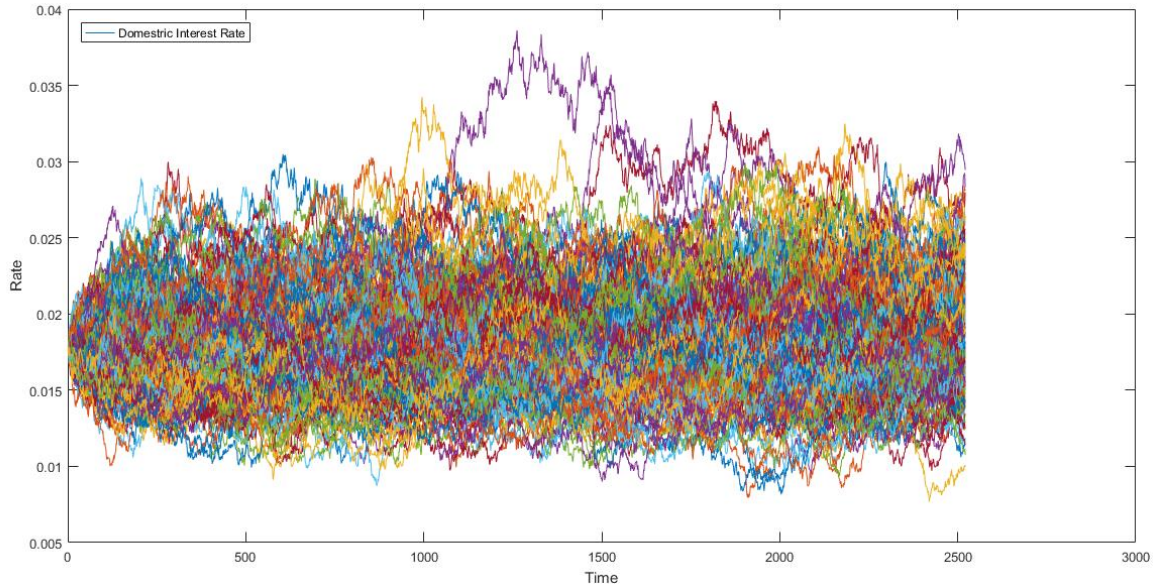


圖 4-1、違約條件下國內利率模擬情形

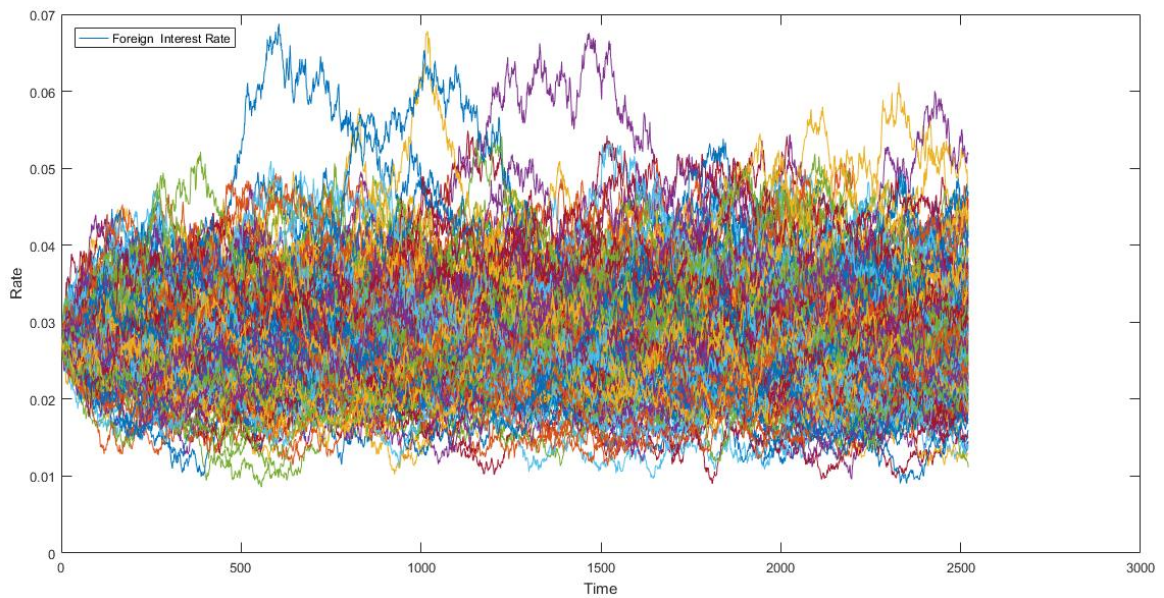


圖 4-2、違約條件下國外利率模擬情形

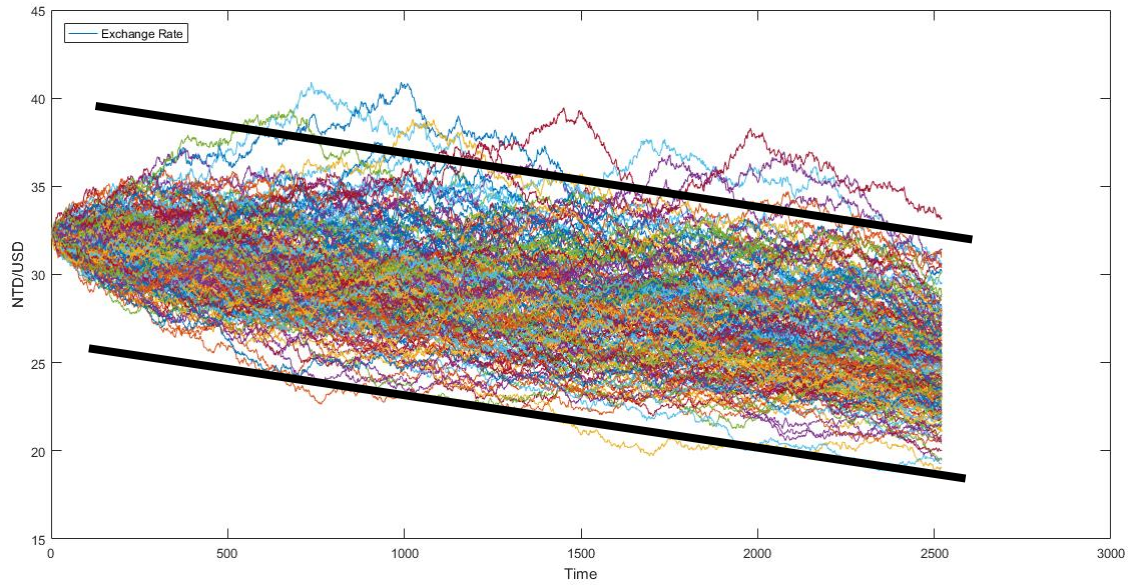


圖 4-3、違約條件下匯率模擬情形

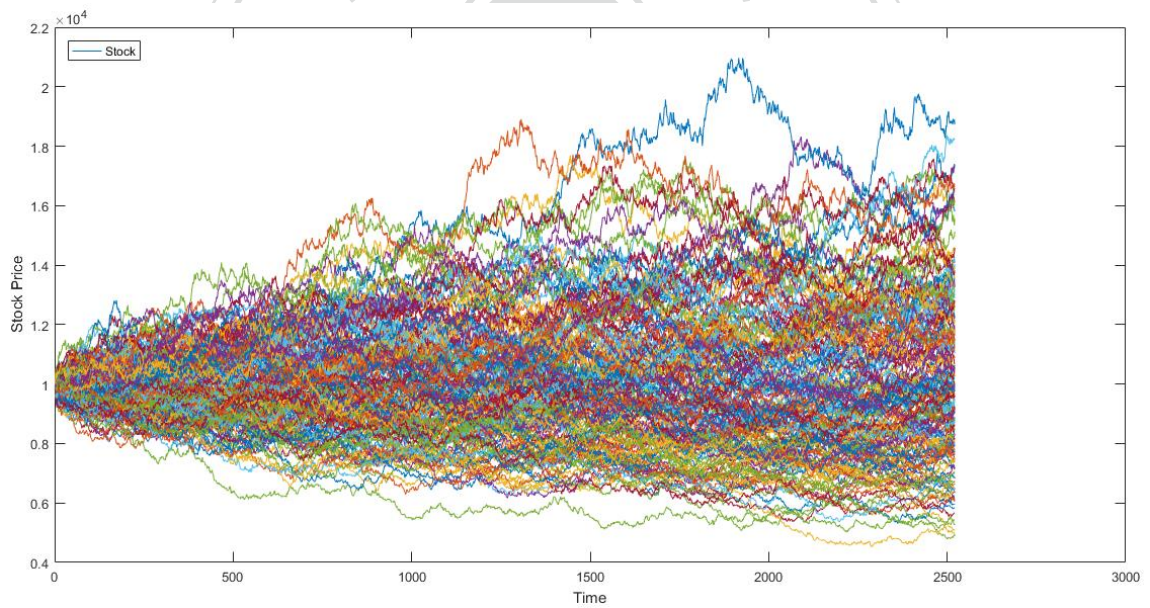


圖 4-4、違約條件下國內股價模擬情形

由圖中可以發現，新台幣兌美元呈顯升值趨勢時，為違約之主要原因，而國內外利率與國內股價則較沒有明顯的趨勢。在此模擬結果之下，可以看出匯率風險的影響。

第五章、結論與建議

一、結論

本研究建立於資產負債架構下，經由市場統計資料與公司經驗資料，建構資產模型以及負債模型，嘗試複製實際情形，透過模擬方法模擬資產以及負債各期之變動，檢視評估時點之風險衡量指標，得到幾個結論如下：

- (1) 財務槓桿比例愈高時，違約機率及幅度愈高，建議控制在約 15 倍左右。
- (2) 匯率風險增加時，違約機率及幅度增加，應建立適當避險策略。
- (3) 躉繳型利變型年金在沒有宣告利率保證下，違約風險較傳統型年金低。

二、建議

觀察模擬結果，本研究提供以下建議：

- (1) 資產負債比可以控制在 0.93 左右，即財務槓桿比例約 15 倍左右，此時違約機率明顯下降許多，更能確保保險公司之清償能力，避免保單持有人蒙受非預期之損失。
- (2) 匯率風險部分，牽涉兩國之間的交易，範疇廣闊。外幣保單是一種轉嫁方式，將匯率風險轉嫁給保單持有人承擔，但也因此，外幣保單之宣告利率往往會較新臺幣保單來的高，將面臨較高之利率風險，兩相權衡之下，保險公司應評估其最適配置才好。除此之外，應更加完善匯率風險的避險策略，在策略尚未完善之前，應避免持續提高國外投資比例。
- (3) 期望監理法規能與時並進，因應接軌未來負債面 IFRS 17 的實施，若保險公司沒有適當的投資工具，避險及投資策略之實施則會有所限制，導致成效不彰。

參考文獻

- 張士傑 及 吳倬瑋, 2016, 台灣壽險業投資外幣計價國際債券之風險評估, *保險專刊*, 第32卷 第4期, 333-365.
- Anderson, L., 2008, Simple and efficient simulation of the Heston stochastic volatility model. *Journal of Computational Finance* 11, 1-42.
- Cox, J., Ingersoll, J., and Ross, A., 1985, A theory of the term structure of interest rates. *Econometrica* 53, 385-407.
- Cox, S.H., Laporte, P.D., Linney, S.R., and Lombardi, L., 1992, Single-premium deferred-annuity persistency study. *Transactions of Society of Actuaries 1991-92 Reports*.
- Campbell, J.Y., Medeiros, K.S-de., and Viceira, L.M., 2010, Global currency hedging. *Journal of Finance* LXV (1), 87-122.
- Dornbusch, R., 1976, Expectations and exchange rate dynamics. *Journal of Political Economy* 84, 1161-76.
- Gerstner, T., Griebel, M., Holtz, M., Goschnick, R., and Haep, M., 2008, Numerical simulation for asset-liability management in life insurance. *Insurance: Mathematics and Economics* 39(3), 319-341.
- Hao, J.C., 2011, The pricing for interest sensitive products of life insurance firms. *Modern Economy* 2, 194-202.
- Hendricks, D., 1996, Evaluation of value-at-risk models using historical data. *Economic Policy Review Federal Reserve Bank of New York* 2(1), 39-67.
- Heston, S., 1993, A closed-form solution for options with stochastic volatility with applications to bond and currency options. *Review of Financial Studies* 6, 327-343.
- Kim, C., 2005, Modeling surrender and lapse rates with economic variables. *North American Actuarial Journal* 9, 56-70.
- Kolkiewicz, A.W., and Tan, K.S., 2006, Unit-linked life insurance contracts with lapse rates dependent on economic factors. *Annals of Actuarial Science* 1, 49-78.

- Kladivko, K., 2007, Maximum likelihood estimation of the Cox-Ingersoll-Ross process: the Matlab implementation. *Technical Computing Prague*.
- Linsmeier, T. J., and Pearson, N. D., 2000, Value at risk. *Financial Analysts Journal*, 47-67.
- Markowitz, H. 1952. Portfolio selection. *The journal of finance* 7(1), 77-91.
- Moodley, N. 2005. The heston model: A practical approach with matlab code. *Technical Computing Prague*.
- Nelder, J.A., and Mead, R., 1965, A simplex method for function minimization. *Computer Journal* 7, 308-313.
- Rockafellar, R.T., and Uryasev, S., 2000, Optimization of conditional value-at-risk. *Journal of risk* 2, 21-42.
- Uryasev, S., 2000, Conditional value-at-risk: Optimization algorithms and applications. In *Computational Intelligence for Financial Engineering*, 49-57.
- Vasicek, O., 1977, An equilibrium characterization of the term structure. *Journal of financial economics* 5(2), 177-188.

附件一、安定基金對人身保險業動用範圍及限額規定

- (1) 身故、殘廢、滿期、重大疾病（含確定罹患、提前給付等）保險金：
以每一被保險人計，每一保險事故；或每一被保險人之所有滿期契約（含主附約），為得請求金額之 90%，最高以新臺幣三百萬元為限。
- (2) 年金（含壽險之生存給付部分）：
以每一被保險人計，所有契約為得請求金額之 90%，每年最高以新臺幣二十萬元為限。
- (3) 醫療給付（不包含長期照護給付）：
以每一被保險人計，每一保險事故為得請求金額，每年最高以新臺幣三十萬元為限。
- (4) 長期照護給付：
以每一被保險人計，每一保險事故為得請求金額，每年最高以新臺幣二十四萬元為限。
- (5) 解約金給付：
以每一被保險人計，為得請求金額之 20%，最高以新臺幣一百萬元為限。
- (6) 未滿期保險費：
以每一被保險人計，為得請求金額之 40%。
- (7) 紅利給付：
前項各款之得請求金額，為扣除欠繳保險費、自動墊繳保險費本息及未償還之保險單借款本息後之餘額。

本基金之動用如有不足支應墊付之虞或有特殊情況需要，得於經董事會決議並報主管機關核准後，調整第一項各款之墊付比例、單項金額及總額限制。

附件二、參數對應表

參數	參數解釋
r_t^d	國內利率
κ_r^d	國內利率均速回歸速率
θ_r^d	長期均衡國內利率
σ_r^d	國內利率的波動
r_t^f	國外利率
κ_r^f	國外利率均速回歸速率
θ_r^f	長期均衡國外利率
σ_r^f	國外利率的波動
ξ_e	匯率隨機過程之飄移項
σ_e	匯率歷史波動度
μ_S	股票歷史報酬率
v_t	隨機波動之股價變異數
κ_v	股價變異數之均值回歸速率
σ_v	股價變異數之波動項
θ_v	股價變異數之長期均衡
μ_R	固定之不動產租金收益
μ_{Loan}	固定之壽險貸款利息收益

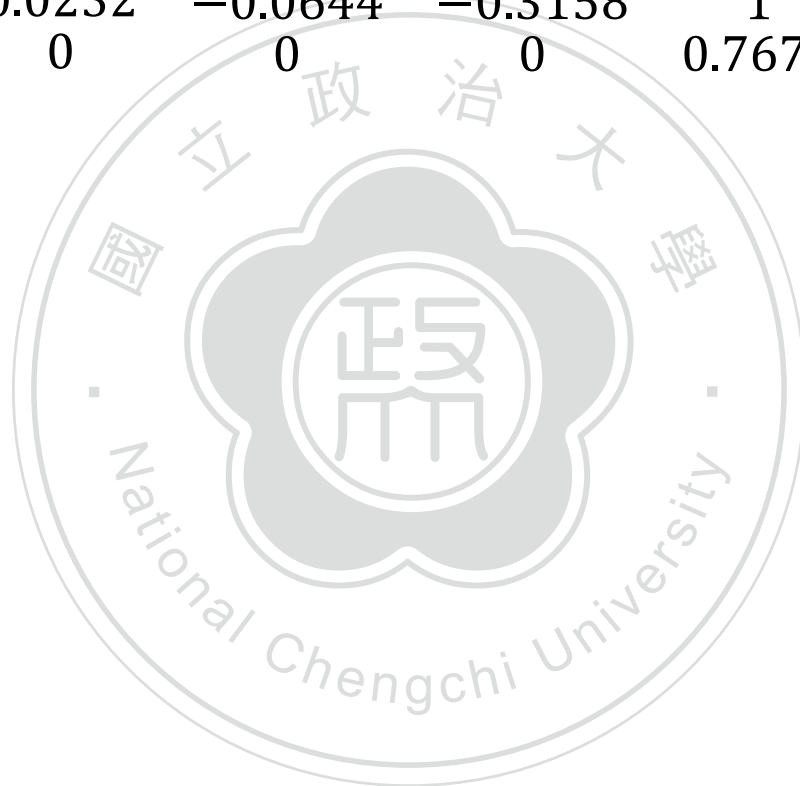
μ_{Loan}	固定之放款利息收益
ω_{B^d}	投資於國內債券之權重
ω_{B^f}	投資於國外債券之權重
ω_S	投資於國內股票之權重
ω_M	投資於約當現金之權重
ω_R	投資於國內不動產之權重
ω_{ILoan}	投資於壽險貸款之權重
ω_{Loan}	投資於放款之權重
A_t	時間點 t 總資產
$r_{A,t}$	時間點 t 資產年化收益率
B_t	時間點 t 總給付
r_p	宣告利率
I	區隔資產實際投資報酬率
IS	公司之合理利潤
E	短期調整項
F_t	當期前 12 個月(不含宣告當月)移動平均投資報酬率加計二碼
$q_{x+t}^{(w')}$	調整後解約率
$q_{x+t}^{(w)}$	原始解約率

SC_t	解約費用率
$r_{m,t}$	台灣十年期公債殖利率
β	解約敏感度
DB_t	時間點 t 之死亡總給付
SB_t	時間點 t 之解約總給付
P_x	x 歲的被保險人之躉繳總保費
π	資產負債比例
L_t	時間點 t 總負債
Q_t	時間點 t 股東權益

附件三、資產相關係數表

$$W = [W_t^d \quad W_t^f \quad W_t^e \quad W_t^s \quad W_t^v] \sim N(0, \Sigma)$$

$$\hat{\Sigma} = \begin{bmatrix} 1 & & & & \\ 0.7938 & 1 & & & * \\ 0.1474 & 0.3718 & 1 & & \\ 0.0232 & -0.0644 & -0.3158 & 1 & \\ 0 & 0 & 0 & 0.7676 & 1 \end{bmatrix}$$



附件四、模擬結果

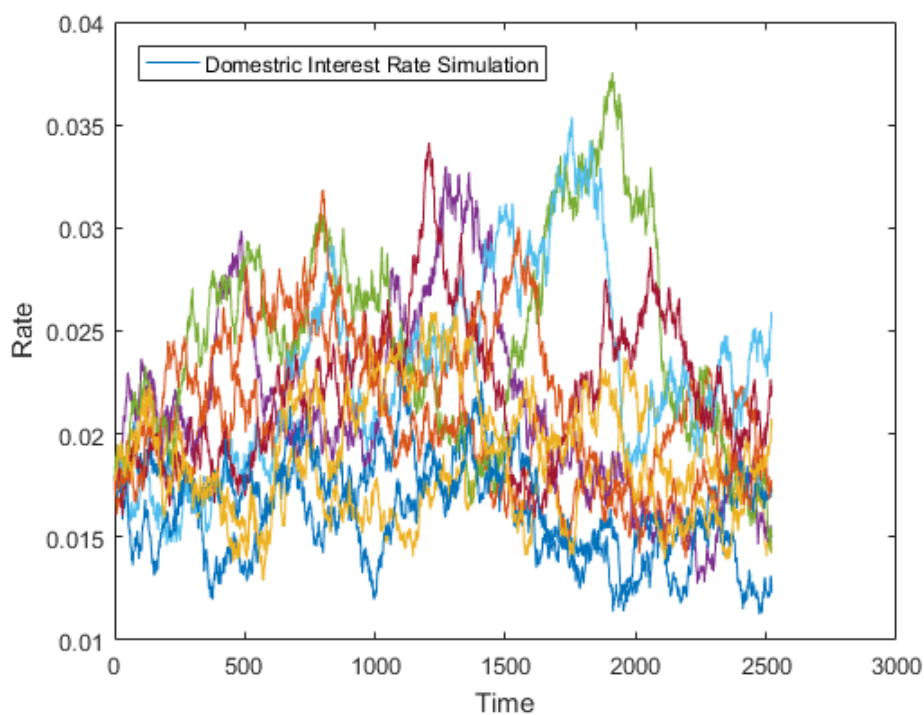


圖 6-1、國內利率模擬結果

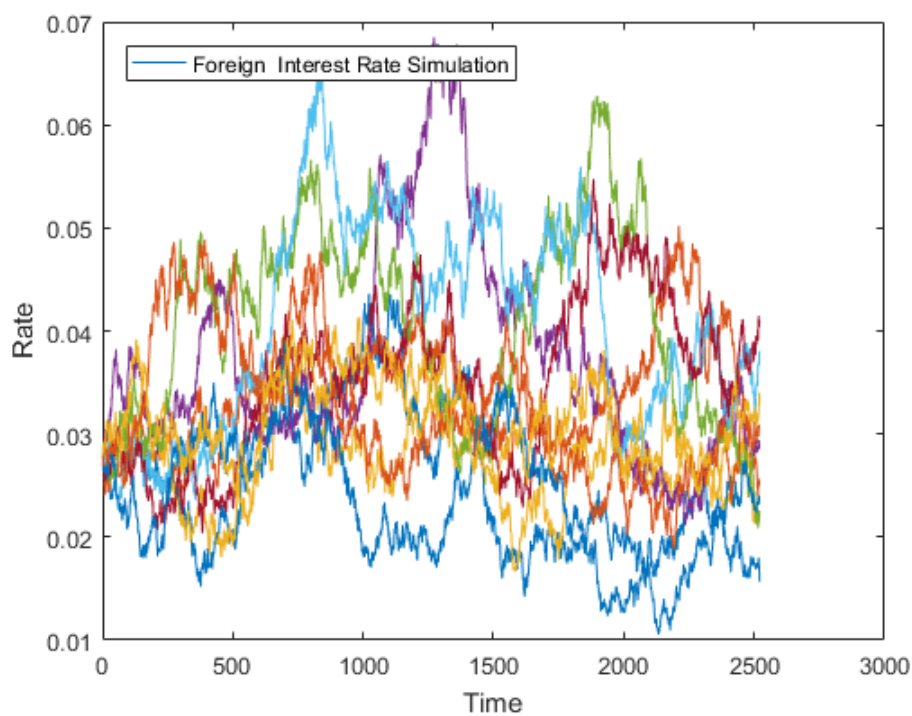


圖 6-2、國外利率模擬結果

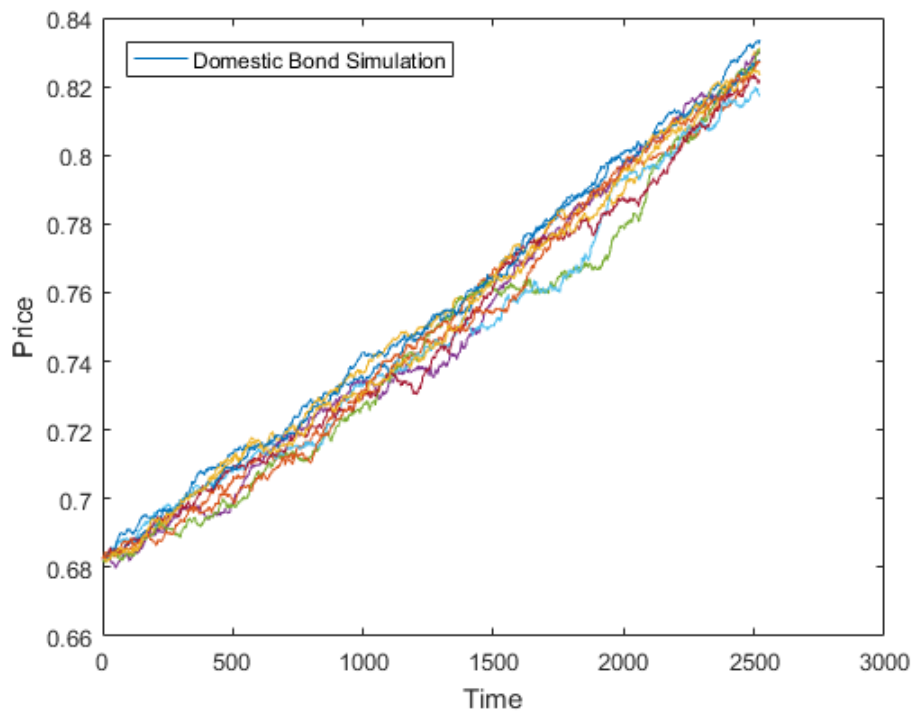


圖 6-3、國內債券模擬結果

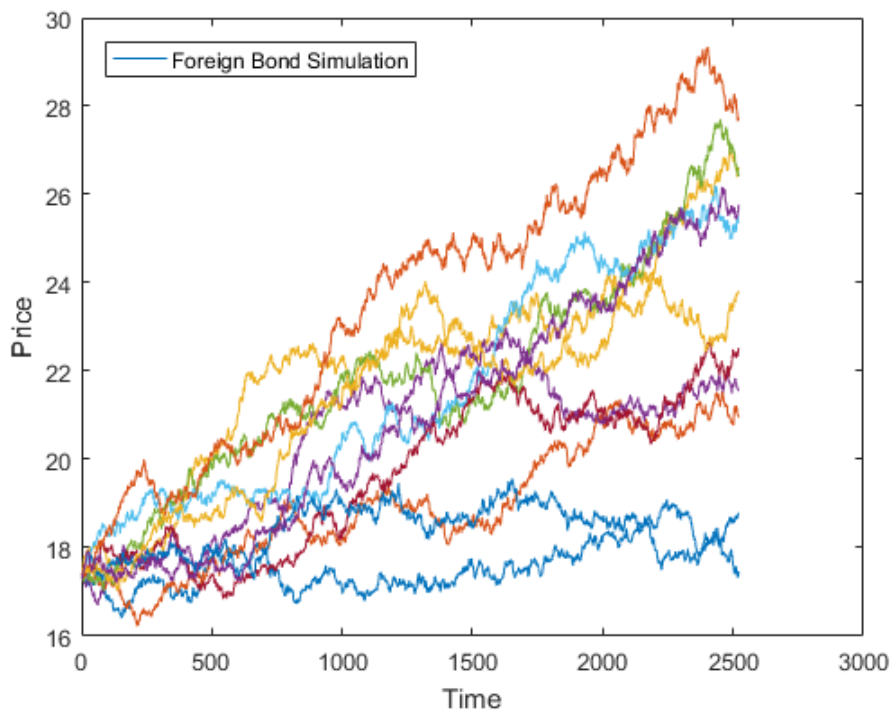


圖 6-4、經匯率轉換之台幣計價國際債模擬結果

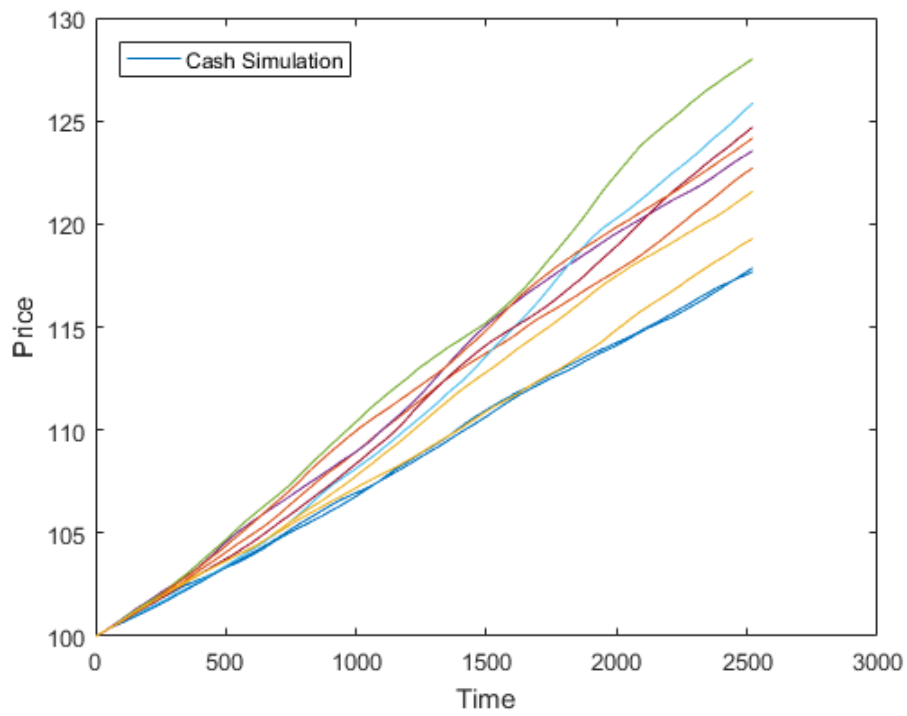


圖 6-5、約當現金模擬結果

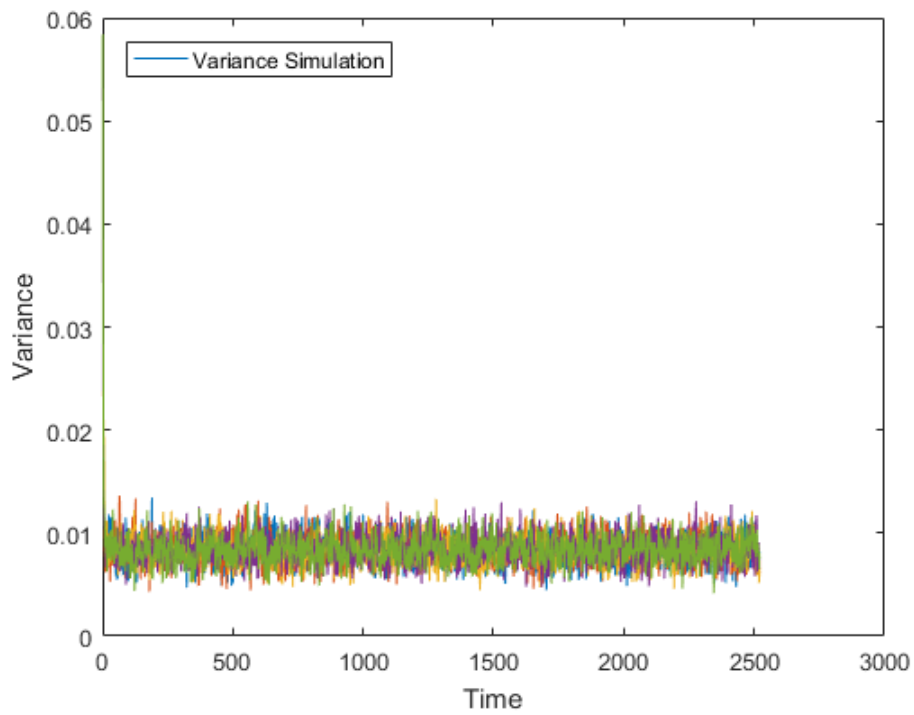


圖 6-6、股票模型波動度模擬

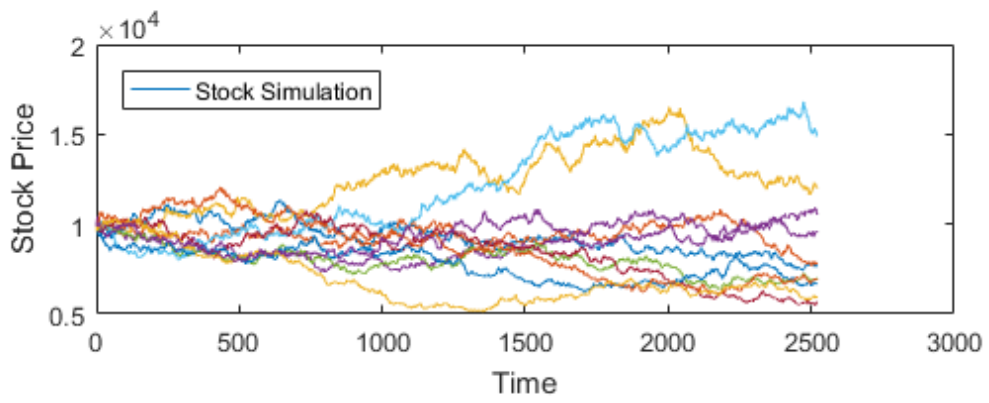


圖 6-7、股票模擬結果

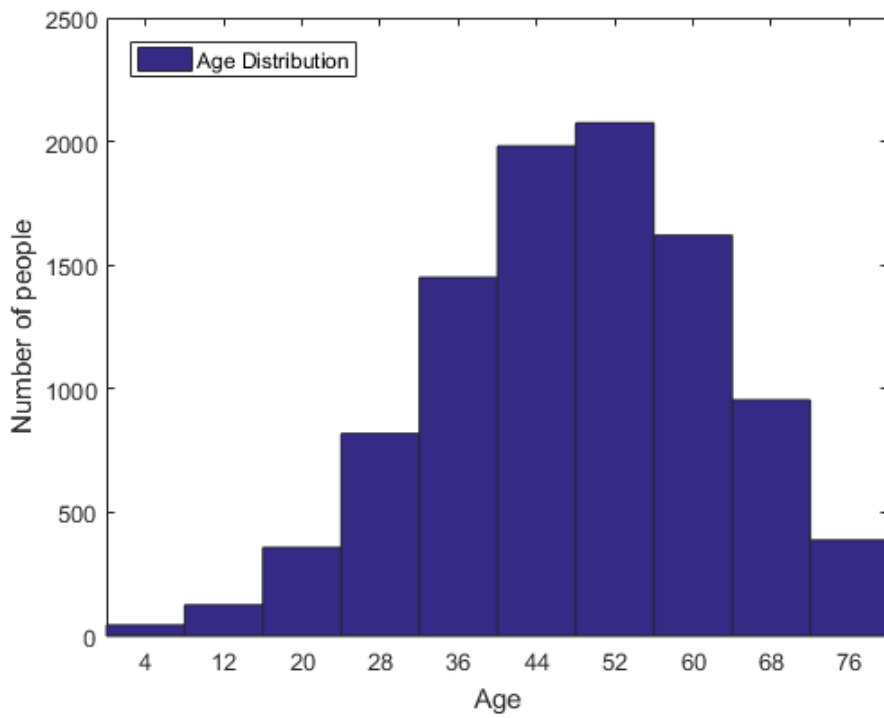


圖 6-8、投保年齡分布圖

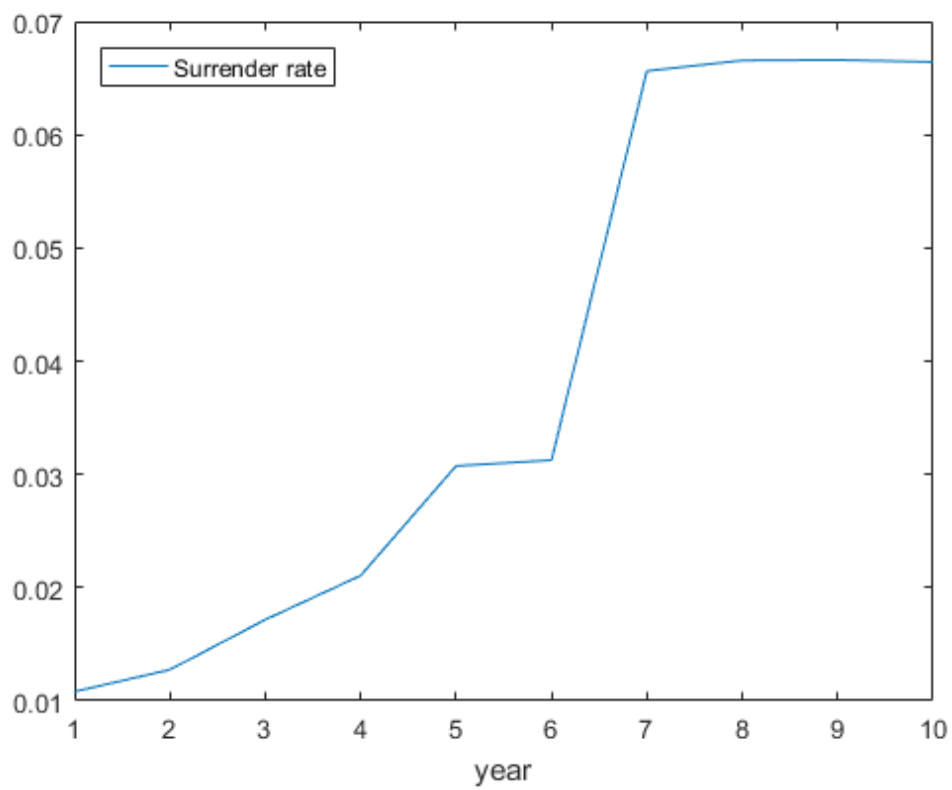


圖 6-9、解約率模擬結果

