

國立政治大學風險管理與保險學系研究所

碩士學位論文

人壽保險公司經濟資本評估及風險分析：  
以利率變動型壽險為例

Economic Capital and Risk Analysis of the Life Insurer：  
An Example of the Interest-Sensitive Life Insurance Policies

指導教授：張士傑 博士

研究生：洪銳棋 撰

中華民國 一零六年 七月

## 摘要

台灣投資市場利率長期處於低檔，加上超額儲蓄的社會形態，為滿足投資消費市場需求，壽險公司開始大量銷售被稱為類定存商品的利變型壽險，利變型壽險利用宣告利率彈性調整保險契約價值，保單持有人可獲取高於銀行定存利率的宣告利率。然而，保險公司以宣告利率方式將所區隔資產的投資收益回饋給保單持有人，等同於事先稅前將收益分配於保單持有人，相較於傳統型商品而言，將降低壽險公司回饋股東的收益與自有資本的累積，因此銷售利變型商品時公司之財務清償能力尤其重要。

另一方面，面臨利差損的壽險市場為提升資產投資收益，開始大量投資在台發行之國外債券，但美元自 2016 年初至 2017 年第一季末大幅貶值 8.03%，導致壽險公司面臨巨額匯兌損失，匯率成為壽險業不得不面對的風險因子。

本研究假設壽險公司以利變型壽險商品為主，特別加入匯率模型，建立完整模型對壽險公司之資產與負債進行動態分析，以經濟資本衡量壽險公司的清償能力，透過模擬結果發現

- (1) 比較各種風險因子後，匯率風險影響財務清償能力之程度最大，舉例而言，若匯率波動度上升 20%，其一年經濟資本會上升近 35%。
- (2) 傳統型壽險較彈性變動宣告利率之利變型壽險有較高的清償能力，在相同預定利率下，利變型壽險之十年經濟資本較傳統型高近 32%。
- (3) 經濟資本在 99.5%信心水準下大於風險資本總額與安定基金提撥金額，在 95%信心水準下經濟資本與兩者則較為接近。

**關鍵字：**利變型壽險、動態過程、匯率風險、利率風險

## Abstract

Interest rates of capital market in Taiwan keep very low for a long time. In order to satisfy demands of market, insurance companies started to sell interest-sensitive life insurance policies on a large scale. Interest-sensitive life insurance policies cumulate the policies value with elastic interest rate. However, insurance companies that sell interest-sensitive life insurance policies need to feedback some profit to their customers. Therefore, if insurance companies sell interest-sensitive life insurance policies, solvency of insurance companies will be very important particularly.

On the other side, insurance companies invest mass capital into foreigner bond published in Taiwan. Unfortunately, U.S. dollars depreciate substantially from 2016 to 2017. It leads to insurance companies faced mass loss. Exchange rate risk has been inevitable risk factor.

This paper assumes that an insurance company merely sell interest-sensitive life insurance policies. Also, add an exchange rate model into our asset-liability model to analysis exchange rate risk exactly. We use economic capital to assessment solvency of an insurance company.

According to this paper, we can find that exchange rate risk is the important risk factor among all risks we considered. Because of profit feedback, Interest-sensitive life insurance policies are less solvent than traditional life insurance policies.

**Keywords: interest-sensitive life insurance, dynamic process, exchange rate risk, interest rate risk**

# 目錄

壹、	緒論 .....	1
一、	研究動機.....	1
二、	研究方法.....	4
貳、	文獻回顧 .....	5
參、	模型建構 .....	8
一、	資產動態模型.....	8
1.	國內、外利率模型.....	9
2.	國內債券基金標的.....	10
3.	匯率模型.....	10
4.	國外債券基金標的.....	11
5.	股票基金標的.....	12
6.	約當現金標的.....	12
7.	不動產標的.....	13
8.	資產相關性.....	13
二、	投資策略.....	13
三、	負債模型.....	14
1.	宣告利率.....	15
2.	解約率模型.....	15
3.	負債.....	16
四、	經濟資本.....	17
1.	風險值(Value at Risk, VaR).....	17
2.	條件尾端期望值(Conditional Tail Expectation, CTE).....	18
肆、	數值分析 .....	19
一、	參數估計與設定.....	19

1. 資產模型.....	19
2. 投資策略.....	21
3. 負債模型.....	22
二、 模擬過程與數值結果.....	24
三、 經濟資本與風險基礎資本總額.....	26
四、 經濟資本與安定基金.....	29
伍、 敏感度分析.....	31
一、 國外投資比例(投資策略).....	31
二、 匯率波動度.....	32
三、 死亡率.....	33
四、 利變型壽險與傳統型商品的比較.....	33
陸、 結論與建議.....	35
參考文獻.....	37



## 表目錄

表 4-1、國內利率 CIR 模型參數估計結果 .....	20
表 4-2、國外利率 CIR 模型參數估計結果 .....	20
表 4-3、匯率模型參數估計結果 .....	20
表 4-4、Heston 參數估計結果 .....	20
表 4-5、資金運用權重 .....	22
表 4-6、宣告利率參數設定結果 .....	22
表 4-7、保單假設 .....	23
表 4-8、解約模型假設 .....	23
表 4-9、經濟資本 .....	26
表 4-10、RBC 各風險資本額 .....	28
表 4-11、經濟資本與風險資本總額比較 .....	28
表 4-12、人身保險安定基金提撥率 .....	29
表 4-13、經濟資本與安定基金提撥金額 .....	30
表 5-1、利變型壽險之敏感度分析—投資策略 .....	31
表 5-2、利變型壽險之敏感度分析—匯率波動度 .....	32
表 5-3、利變型壽險之敏感度分析—死亡率 .....	33
表 5-4、利變型壽險與傳統型壽險比較 .....	34

## 圖目錄

圖 1-1、台灣市場壽險公司 FYP 分析.....	2
圖 1-2、壽險業資金運用比率.....	4
圖 4-1、一年投資期間淨資產現值分配.....	25
圖 4-2、十年投資期間淨資產現值分配.....	26



# 壹、緒論

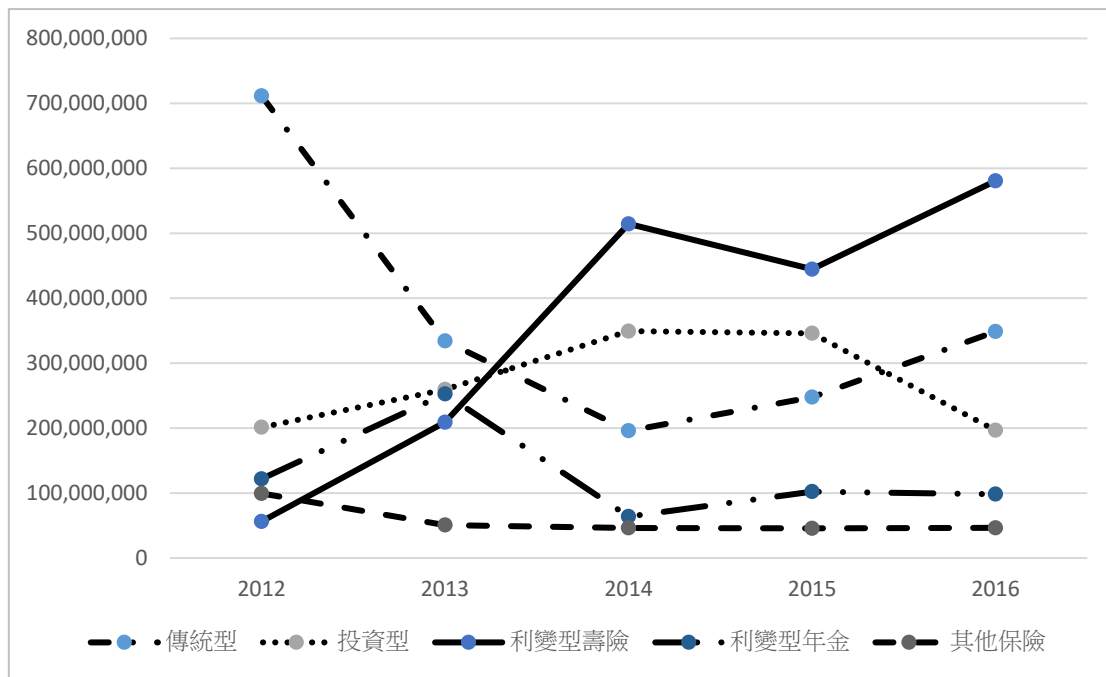
## 一、研究動機

自 2008 年金融海嘯以來，為刺激市場活絡各國中央銀行多採貨幣寬鬆政策，使得市場利率一直維持在低檔，以台灣為例，自 2009 年後十年期政府公債殖利率多維持在 1% 至 1.5% 左右，在這樣的低利率的環境下，傳統型的保險商品受到較低的預定利率影響而使得保費相對昂貴，加上台灣有大量儲蓄的習慣，在銀行存款利率亦維持低檔的情況下，壽險公司為滿足大量市場消費者的理財需求，便大力推行利率變動型商品(以下簡稱利變型商品)，利變型商品藉由可以彈性調整的宣告利率來累積保單價值，由於其累積保單價值的型態與銀行定期存款相當類似，因而被稱作「類定存」商品，自利變型商品推出以來吸收了大量有儲蓄需求又不想被低利率鎖住的消費者。

由圖 1-1 可觀察自 2012 年至 2016 年台灣市場壽險公司各商品新契約保費收入 (First Year Premium, 以下簡稱 FYP) 所佔比例的變化，近五年來利變型商品呈現巨幅成長，而利變型商品又可分為利變型壽險與利變型年金，其中利變型壽險 FYP 自 2012 年至 2016 年更是成長了十倍以上，可見利變型壽險已成為現階段市場消費者的首選。

利變型壽險之保單價值(死亡給付)除了最低保障之預定利率之外，另以宣告利率做彈性調整，宣告利率係以區隔資產(Segregate Account)之投資收益來決定，而宣告利率與預定利率之差額即稱為增額回饋金，壽險公司提供保單持有人以購買增額繳清保險方式來增加保單價值，此外，亦有抵繳保險費、儲蓄生息、現金給付等其他回饋方式。然而，以宣告利率的方式將區隔資產之投資收益回饋給保單持有人，相當於將壽險公司之投資收益分配給保單持有人，相對於傳統型商品可以利用提高投資收益來增加利差益而獲利，對壽險公司來說經營利變型商品便失去部分的獲利來源，因此經營利變型商品之壽險公司要特別注意維持其清償能力。





資料來源：壽險公會資料，本研究自行整理

單位：新台幣千元

圖 1-1、台灣市場壽險公司 FYP 分析<sup>1</sup>

在壽險市場大量資金流向利變型壽險的情況下，保險主管機關金管會亦隨機發布各項相關函令來限制利變型商品的內容以監督壽險公司發行此類商品的風險與財務管理。在《人身保險業辦理利率變動型保險商品業務應注意事項》中規定壽險公司在送審利變型商品時需要檢附現金流量測試法之利潤測試，且在現金流量測試法中須針對資產負債做出相關假設，且應就主管機關規定之一千組情境進行測試，並提供第三十保單年度底及保險期間屆滿較早屆至時點之測試結果，且應以條件尾端期望值（Conditional Tail Expectation，以下簡稱 CTE）65%大於零為商品利潤測試判斷標準。由上述規範可見主管機關對於壽險公司販售利變型商品之資產負債管理的重視。

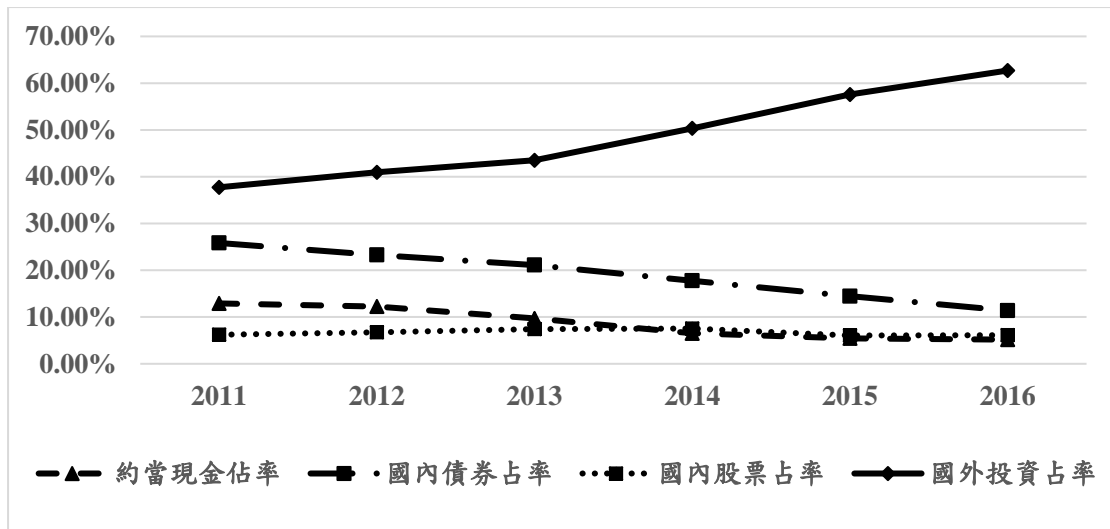
在台灣投資市場長期低利率的環境下，壽險公司開始尋找可以創造高報酬的投資標的，加上金管會於 2014 年大力推行「金融業進口替代」政策，並同時修改《保險法》第 146 條之 4，增設「保險業依本法規定投資於國內證券市場上市

<sup>1</sup> 其他保險含萬能型壽險、傷害保險以及健康保險。

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，這些債券即市場上所稱之「國際債」，由於美元在逐步升息的政策下發債成本越來越高，許多大型公司順著金融業進口替代政策來到市場利率較低的台灣，發行以美元計價之國際債，此類國際債具有高利率的特色，使得為追求高投資收益的國內壽險公司以低利率之新台幣為融資貨幣，並以美元為投資貨幣進行利差交易，大量地購買美元計價之國際債。

由圖 1-2 顯示，根據保發中心 2016 年底統計，整體壽險業之國外投資部位已達 12.59 兆元，佔全體壽險業可運用資金 62.71%，較進口替代政策前之 2013 年佔比為 43.51% 呈現巨幅成長。然而，若沒有穩定的匯率市場，利差交易報酬可能會受到鉅額匯差波動的侵蝕，以 2017 年為例，前四個月新台幣驟升約 6.8%，使得壽險業第一季淨匯兌損失高達 658 億元，同時，壽險業外匯準備金水位驟降，至 4 月底已剩下不到 170 億元，央行在今年五月所提出的第 11 期年度金融穩定報告亦指出匯兌損失是導致壽險業在 2016 年獲利能力下降的主要原因之一。顯而易見地，在國內壽險業追求高報酬而大量購買國際債的趨勢下，壽險業所暴露的匯率風險可能會更加嚴重。

另外，保發中心的統計資料指出，壽險業在 2016 年底之整體業主權益為 1.11 兆元，佔整體壽險業資產總額 5%，而負債總額為 21.14 兆元，其中各項準備金達 19 兆元，佔整體負債之 89.9%，顯示壽險公司之資產來源主要由保險負債所組成，故其資金運用結果將顯著影響壽險公司之當期損益與清償能力，亦對台灣整體金融市場有重大影響。



資料來源：保發中心

圖 1-2、壽險業資金運用比率

## 二、 研究方法

在經營利變型商品所面臨的各種風險與主管機關越來越重視壽險公司風險與資本負債管理的環境下，本研究希望分析經營利變型壽險之壽險公司的清償能力，透過建立資產與負債之現金流量動態模型進行經濟資產負債模擬，並以經濟資本(Economical Capital)來衡量壽險公司之清償能力，另外，再針對各個風險因子做進一步的敏感度分析，其中以利率與匯率為本文之研究重點，觀察雙率風險是否會較其他風險因子更顯著地影響壽險公司的清償能力，希望提供壽險公司建立內部風險管理模型時的參考。

本文架構如下：第一章為緒論，概述台灣保險之市場發展以及本文研究動機與方法，第二章為相關研究之文獻回顧，第三章為模型建構，建立經濟資產負債動態模型以進行模擬，第四章數值分析呈現最後的模擬分析結果與各風險因子的探討，最後第五章則為結論與建議。

## 貳、文獻回顧

本文目的在於以利率變動型壽險契約為研究對象來探討壽險公司清償能力。傳統上評價資產負債多利用帳面價值計算，缺乏動態風險之衡量，亦難以適用全體市場如此多元的個體，因此大部分學術文獻開始由傳統帳面價值評價轉換成以市場價值為基礎的現時評價，國際會計準則亦提出 IFRS9 與 IFRS17 分別對資產負債進行現時評價，以預測未來現金流量。

以 Grosen and Jorgensen (2000, 2002) 為例，其以離散的觀點建立資產負債模型，在考慮保證利率、解約選擇權、分紅策略、清償能力及資產配置因素下，以敏感度分析法分析各因子對分紅保單違約風險之影響。本研究參考其建立的經濟資產負債模型，針對各標的資產及負債建立隨機動態過程。

資產方面，對壽險公司而言最重要的投資標的為債券，而決定債券價格之短期利率模型有 Vasicek(1977)、Cox, Ingersoll and Ross(1985)、Hull and White(1993) 等等，以 Cox, Ingersoll and Ross (1985) 為例，其認為短期利率會以一定速度收斂至長期均衡，且利率波動度不如 Vasicek(1977) 假設為常數，而是隨著利率當期水準變動，綜合考慮模型合理性與操作難易，本研究將使用 Cox, Ingersoll and Ross (1985) 所假設之利率模型(以下簡稱 CIR 模型)。

股票市場模型一般皆採用較為簡化的 Black and Scholes (1973) 模型，似乎較難捕捉市場系統風險之波動。且在 1987 年全球股市崩盤後，研究發現採用 Black-Scholes 模型計算之選擇權合理價格與市場價格呈現大幅度偏離。為改善該模型之不足，本研究修正標的資產波動度之假設，採用 Heston (1993) 之隨機波動度模型，假設資產波動度為隨機過程。Anderson (2008) 以多種演算法與蒙地卡羅模擬測試，亦發現 Heston 模型相較於其他模型有較好之計算效率與較高之穩健性。

除了國內市場的投資標的，本研究為探討在壽險業國外投資比例日益增加的環境下，匯率風險對於壽險公司之清償能力的影響，因此特別加入匯率模型討論。有關利差交易與匯率波動，在早期的匯率理論中，以未拋補利率評價(Uncovered

Interest Rate Parity，以下簡稱 UIP)假說為主，UIP 認為當兩國利率存在利差時，則兩國遠期匯率會自動調整，利差交易會受到投資貨幣貶值的影響而抵銷利差的獲益，因此進行利差交易者不會有超額報酬，UIP 假說之實證結果正反皆有，如 Fama (1984)、Mishkin(1984) Backus et al. (2001)、Bekaert et al. (2001)、Brennan and Xia (2006)，其中有些研究發現有時投資貨幣反而有些微升值的現象發生，這被稱作遠期補償之謎(forward premium puzzle)，這正是利差交易具有可利性的的主要背景。然而，Brunnermeier et al. (2008)之實證研究發現，高利差反而導致匯率有負的偏態，也就是說利差交易的報酬存在下墜風險(crash risk)，這印證了利差交易者的傳言：「匯率如上樓梯般爬升，但如坐電梯般下墜」(Exchange rates go up by the stairs and down by the elevator)。

有許多學術文獻探討匯率預測模型，如：Dornbusch (1976)、Clark et al. (1998)、Messe and Rogoff (1983)等等，但這些模型多以討論貨幣基本面變數對於匯率之影響，且這些模型不屬於動態過程模型，無法在短區間內確實表達匯率的波動。另一方面，本研究探討匯率之主要目的亦不在預測走勢，而是觀察匯率的變化是否會影響壽險公司之清償能力，因此本研究假設匯率服從幾何布朗運動。

在市場長期處於低利率環境下，利變型壽險已成為台灣壽險市場主要商品型態，故本研究以利變型壽險為研究主題，建立動態負債模型探討其清償能力。由於市場觀察發現利變型商品解約率較其他傳統型商品高，故除了死亡率因子本研究亦將解約率納入。

在解約率模型方面，Kim(2005)文中整理五個實務上保險公司常使用之解約率模型假設，如反正切模型(Arctangent Model)、指數模型(Exponential Model)等等，而這些模型僅考慮利率差與對解約率之影響，亦即保單持有人之解約行為僅會考慮市場參考標的之報酬與保單預定利率之差額，因此 Kim(2005)認為除了市場利率因素外，應還有其他影響解約率之因素，其加入上述利差因素、保單年度以及失業率等等解釋變數。本研究以國內利變型壽險為討論對象，因此針對台灣保險市場的實證研究，Hao (2011)提出利變型商品之解約率模型，其考量到利變

型商品解約率與市場利率具有高度相關性，因此提出一個實證模型可以捕捉到當市場利率較高，保單持有人會較容易進行解約的現象，因此本研究在解約率模型部分採用 Hao (2011)之實證假設。

在壽險業的清償能力規範方面，保險業自 2003 年 7 月起正式實施風險基礎資本額制度(Risk-based Capital，以下簡稱 RBC)，規定保險業自有資本與風險資本總額比率不得低於百分之兩百，但 RBC 以會計帳面認列數字為計算基礎，無法衡量動態風險。另一方面，歐盟清償能力監理制度(Solvency II)採用的是經濟資本的計算，在資產與負債均採市值衡量的一致性基礎下，以情境假設或隨機機率模擬方式，在一定信心水準下計算公司未來能維持清償能力所需之經濟資本，相較於 RBC 制度，經濟資本能由公司以內部資料建立內部模型，針對不同公司有不同風險屬性與特性，更能反映公司風險動態的變化。

根據北美精算學會(Society of Actuaries，以下簡稱 SOA)在 2016 年之研究報告統計，經濟資本之計算方法以兩種方法為最多公司採用，保障期間法(Liability Runoff Approach)以及投資期間法(Risk Horizon Approach)，保障期間法是以整個業務之存續期間為基礎來計算能維持清償能力的必須資產價值，而投資期間法則是以未來某個有限的時點為計算基礎來計算，因此時間跨度(Time Horizon)之選擇即會有不同的經濟資本計算結果，而 Willis Towers Watson 在 2014 年的報告顯示，最多公司選擇的時間跨度為一年，其中衡量經濟資本之工具多以風險值(Value at Risk，以下簡稱 VaR)或 CTE 為主，且 Solvency II 建議採用的信心水準以 99.5%為佳，即可表示為 VaR(99.5)以及 CTE(99.5)。

本研究結合上述內容來建構完整的壽險公司資產負債現金流量模型，主要特點如下

- (1) 資產模型包含多種不同資產標的，更符合公司實際投資運作。
- (2) 加入匯率模型捕捉匯率波動導致資產的變化，以分析匯率風險。
- (3) 以經濟資本衡量壽險公司之清償能力，更能反映風險動態的變化。

## 參、 模型建構

如第一章所述，由於利變型壽險在保單型態上與傳統型商品有所差異，因此本研究著重在經營利變型壽險商品的資產負債管理。延續 Grosen and Jorgensen (2000)所探討之區隔資產組合，以壽險公司實際之資產配置經驗將資產按比例投資至不同的投資工具，並建立各個投資工具之動態模型以模擬其未來的成長，另一方面，透過常態分配假設來獲得不同性別之投保年齡的分配，並考量死亡率、脫退率以及隨著資產報酬率調整的宣告利率，以利變型商品市場之給付內容與實際承保經驗資料來建構完整的負債動態模型。

本研究是以經濟資本來衡量壽險公司之清償能力，因此採用使用頻率最高的 Risk Horizon Approach 來計算經濟資本，為評價未來淨資產之現值，必須令資產在風險中立測度(Risk-neutral Measure，以下簡稱 Q-measure)之下成長，扣除未來負債之現金流量，計算未來淨資產以無風險利率折現後之現值，透過模擬結果得到淨資產現值的分配，並計算其在某一信心水準下之 VaR 或 CTE 作為經濟資本。由於本研究所建構之模型為經濟資產負債模型(Economic Balance Sheet)，意即以市場價值來評價壽險公司之資產與負債，而非使用會計資訊上之帳面價值，因此能較真實地反應壽險公司的實際風險。

經濟資產負債模型必須建立資本市場情境以及負債各個因子的假設，以模擬未來資產與負債的成長與波動，最後再觀察其經濟資本在各風險因子變動下的變化以評估壽險公司之清償能力，使其對各風險因子有更全面性的掌握。以下針對資產與負債模型中各模型進行說明。

### 一、 資產動態模型

為簡化分析，假設壽險公司僅單一銷售利率變動型壽險契約，並於期初收到所有保單持有人之躉繳保費，且在接下來的保單期間內不再有新契約加入，參考

《保險法》第 146 條至 146-9 條有關保險業資金之運用限制，並觀察壽險業市場上投資部位較大之主要標的，來選擇本研究之資產組合。

假設壽險公司將此筆躉繳保費做為期初資產投資於五種投資標的分別為：國內債券基金、國外債券基金、股票基金、約當現金與不動產，最後組合上述五種投資標的並考慮投資標的間之相關性建構資產組合模型，考量目前壽險公司所持有之國外投資以美元為主，本研究之國外債券基金皆以美元債券表示，再轉換成台幣計價來評估該基金之價值。由於計算經濟資本需要評價資產組合之現值，因此所有投資標的之動態模型將以 Q-measure 表示。

## 1. 國內、外利率模型

在短期無風險即期利率的部分，有別於固定利率之假設，本研究使用 Cox-Ingersoll-Ross (1985) 模型(以下簡稱 CIR 模型)來描述國內、外即期利率之變化。模型如下：

$$dr_t^d = \kappa_r^d(\theta_r^d - r_t^d)dt + \sigma_r^d \sqrt{r_t^d} d\tilde{W}_t^d$$

$$dr_t^f = \kappa_r^f(\theta_r^f - r_t^f)dt + \sigma_r^f \sqrt{r_t^f} d\tilde{W}_t^f$$

其中， $\kappa_r^d$ 、 $\kappa_r^f$ 用以控制國內、外利率均數回歸速度， $\theta_r^d$ 、 $\theta_r^f$ 為國內、外長期均衡利率， $\sigma_r^d$ 、 $\sigma_r^f$ 則為國內、外利率的變動量， $\tilde{W}_t^d$ 、 $\tilde{W}_t^f$ 皆為 Q-measure 下之標準布朗運動(Standard Brownian Motion)。

由於 CIR 模型具有均數回歸(Mean Reversion)特性，而壽險業因其負債之存續期間通常較長，使其通常會將其資金投入穩定成長之長期資產，因此 CIR 模型適合用以衡量壽險業之資產與負債，另一方面，根據 CIR 模型參數之設定，此模型在模擬利率趨勢過程中不出現負利率之情形，且其利率之波動程度與利率本身呈現正相關，較符合實際利率之波動趨勢。本研究利用此模型模擬出各時點之國內、外即期利率。



## 2. 國內債券基金標的

參考 CIR 模型假設，到期日 $T$ 之國內債券於評價時點 $t$ 之價格封閉解如下：

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

其中，

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

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

$$\gamma = \sqrt{(\kappa_r^d - \bar{\phi})^2 + 2\sigma_r^{d2}}, \quad \bar{\phi} = \phi(r_t^d, t)\sigma_r^d / \sqrt{r_t^d}, \quad \phi(r_t^d, t) \text{ 為 Sharp 比率}$$

本研究假設壽險公司銷售利變型壽險後不再有新契約進入，僅以銷售時所收取之躉繳保費進行投資，因此設定持有債券直到固定之到期日 $T$ 為止。

## 3. 匯率模型

為確實捕捉匯率之波動所造成國外債券價格的變動，本研究加入匯率之動態模型，假設兩國匯率服從幾何布朗運動(Geometric Brownian Motion)，其 P-measure 下之動態過程如下：

$$\frac{de_t}{e_t} = \mu_e dt + \sigma_e dW_t^e$$

其中， $\mu_e$ 為匯率瞬間成長率、 $\sigma_e$ 為匯率波動度、 $W_t^e$ 為標準布朗運動。

而假設國內銀行存款與國外銀行存款之動態過程如下：

$$\frac{dB_t^d}{B_t^d} = r^d dt$$

$$\frac{dB_t^f}{B_t^d} = r^f dt$$

其中， $r^d$ 、 $r^f$ 為國內、外銀行存款之瞬間成長率。

令  $Z_t = \frac{B_t^f \cdot e_t}{B_t^d}$ ，則在 Q-measure 之下， $Z_t$  必須是一平賭過程(Martingale)，透

過 Girsanov 定理，給定測度轉換之 Radon-Nikodym 導數  $\frac{dQ}{dP} = e^{\int_0^T \eta_s dW_s - \frac{1}{2} \int_0^T \eta_s^2 ds}$ ，

則  $d\tilde{W}_t^e = dW_t^e - \eta_t dt$ ，因此在 Q-measure 之下，匯率之動態過程如下：

$$\frac{de_t}{e_t} = (r^d - r^f)dt + \sigma_e d\tilde{W}_t^e$$

其中， $\tilde{W}_t^e$  為 Q-measure 下之標準布朗運動。

本研究先給定上述 CIR 模型模擬出之某期國內外短期利率，再將其短期利率套用至當期匯率模型中之瞬間成長率，為一條條件過程。而此動態過程與 UIP 理論亦不謀而合，顯示當兩國利率存在利差時，其匯率將會做出修正。

#### 4. 國外債券基金標的

同樣參考 CIR 模型假設，到期日  $T$  之美元計價國外債券於時間  $t$  之價格封閉解如下：

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

其中，

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

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

$$\gamma = \sqrt{(\kappa_r^f - \bar{\phi})^2 + 2\sigma_r^{f2}}$$

$$\bar{\phi} = \phi(r_t^f, t) \sigma_r^f / \sqrt{r_t^f} \quad , \quad \phi(r_t^f, t) \text{ 為 Sharp 比率}$$

由於評價國內壽險公司之資產價值時須以台幣衡量，因此為取得時間點  $t$  之台幣計價國外債券價值，將美元計價國外債券價格  $(B_{t,T}^f)$  以當期之匯率  $(e_t)$  轉換成

台幣計價之國外債券價值  $(\hat{B}_{t,T}^f)$  如下：

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

與國內債券相同，本研究假設銷售利變型壽險後不再有新契約進入，因此設定持有國外債券債券直到固定之到期日 $T$ 為止。

## 5. 股票基金標的

一般較常使用來模擬股票資產之 Black-Sholes 模型假設資產波動度為常數，但壽險業資產價值容易受到市場波動而產生巨幅變動，因此市場波動度之假設不得過於簡化，為能更適當地反映資產波動，本研究使用 Heston (1993) 在 Q-measure 下之隨機過程來描述股票基金組合之價格變動，隨機動態模型如下：

$$\frac{dS_t}{S_t} = r_t^d dt + \sqrt{v_t} d\tilde{W}_t^S$$

$$dv_t = \tilde{\kappa}_v (\tilde{\theta}_v - v_t) + \sigma_v \sqrt{v_t} d\tilde{W}_t^v$$

$$E^P(d\tilde{W}_t^S, \tilde{W}_t^v) = \rho dt$$

其中 $v_t$ 為股票價值變異數、 $r_t^d$ 為國內無風險報酬率、 $\tilde{\kappa}_v$ 為股票價值變異數之均數回歸速度、 $\sigma_v$ 為股票價值變異數之波動度、 $\tilde{\theta}_v$ 為股票價值變異數之均數回歸水準、 $\tilde{W}_t^S$ 、 $\tilde{W}_t^v$ 為 Q-measure 下之標準布朗運動且其相關係數為 $\rho$ 。

此模型之特色為其股票價值波動度並非常數，而與股票價值相同皆為一動態過程，因此較 Black-Sholes 模型適合用來反映股票價值的成長與波動。

## 6. 約當現金標的

本研究所稱之約當現金為具高流動性之短期投資標的，具有變現容易、低交易成本、即將到期及風險較低等特性，可將其視為銀行存款，因此其瞬間成長率通常為無風險利率，動態過程描述如下：

$$dM_t = r_t^d \cdot M_t dt$$

## 7. 不動產標的

本研究在不動產投資收益方面不考慮處分資產而生之利得，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：

$$dR_t = \mu_R \cdot R_t dt$$

其中， $\mu_R$ 為固定之不動產租金收益。

## 8. 資產相關性

為了更符合實際壽險公司所投資之資產價值的變動，本研究假設壽險公司所投資之各項資產間具有相關性，給定各隨機動態過程之標準布朗運動分配如下：

$$\tilde{W} \sim N(0, \Sigma), \quad \Sigma = \begin{bmatrix} 1 & \rho_{rf} r^d & \rho_{erd} & \rho_{Srd} & \rho_{vrd} \\ & 1 & \rho_{erf} & \rho_{Srf} & \rho_{vrf} \\ & & 1 & \rho_{Se} & \rho_{ve} \\ & & * & 1 & \rho_{vS} \\ & & & & 1 \end{bmatrix}$$

其中， $W = [\tilde{W}_t^d \quad \tilde{W}_t^f \quad \tilde{W}_t^e \quad \tilde{W}_t^S \quad \tilde{W}_t^v]$ 、 $\rho_{ij}$ 為兩個動態過程之標準布朗運動之相關係數、 $r^d$ 為國內無風險短期利率、 $r^f$ 為國外無風險短期利率、 $e$ 為兩國匯率、 $S$ 為股票、 $v$ 為股票波動度。

資產相關性是資產組合中相當重要的一部份，當兩資產間具有一定相關性時，如：若股票與匯率呈負相關，則當國外投資因為匯率下降使得美元債券價值下跌時，國內股票部位價值可能就會因此上漲而彌平虧損，利用具有相關性的資產組合來達到分散風險或類似自然避險的效果。

## 二、 投資策略

在投資策略部分，假設壽險公司將資產配置於上述五種投資部位：國內債券基金、國外債券基金、股票基金、約當現金與不動產之比例分別為 $\omega_{B^d}$ 、 $\omega_{B^f}$ 、 $\omega_S$ 、 $\omega_M$ 及 $\omega_R$ ，資產配置比例皆為常數且 $\sum_{i \in I} \omega_i = 1$ ， $\omega_i \geq 0$ ， $I \in \{B^d, B^f, S, M, R\}$ 。

假設壽險公司於時間點 $t$ 之資產報酬率為 $r_{A,t}$ ，則資產報酬率可表示為五種投資部位當期報酬率之加權平均，因此資產報酬率可表示如下：

$$r_{A,t} = \omega_{B^d} \frac{dB_{t,T}^d}{B_{t,T}^d} + \omega_{\hat{B}^f} \frac{d\hat{B}_{t,T}^f}{\hat{B}_{t,T}^f} + \omega_S \frac{dS_t}{S_t} + \omega_R \frac{dR_t}{R_t} + \omega_M \frac{dM_t}{M_t}$$

此外，為完整捕捉資產之現金流量，每期的資產除依上述報酬率進行成長之外，還須扣除當期所需支付之保險給付，並加上與給付有關之干擾項。綜上所述，可得到保險公司資產組合之動態過程如下：

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

其中， $B_t$ 為當期保險給付， $\sigma_B$ 為固定之保險給付波動項， $W_B$ 為一標準布朗運動。

### 三、 負債模型

壽險業之負債主要來自於與保單持有人所簽定之保險契約，而本文假設壽險公司僅銷售利變型壽險契約，並以此商品進行負債組合之探討。壽險公司會每月公告該保單之「宣告利率」，並以此利率來計算保單價值，而宣告利率原則上為壽險公司依據區隔資產之投資收益扣除相關成本與費用後，再參考市場利率水準來訂定。

因此，市場利率水準與資產組合之報酬皆會影響宣告利率之設定，進而影響負債價值(保單價值)，除了保單價值的成長，負債亦會因被保險人死亡或保單持有人解約發生保險給付而減少，本研究將被保險人按實際利變型商品經驗資料分成男性及女性，並假設不同性別被保險人之投保年齡分別服從不同參數之常態分配，以此架構建立負債現金流量之動態模型。

本研究參考市場上主要壽險公司之利變型壽險契約內容，建立宣告利率模型，由於壽險公司僅販售利變型壽險，假設其所有投資之資產即為區隔資產，根據區

隔資產之實際績效訂定。另外，壽險公司將會提供最低保障之預定利率，若區隔資產績效不佳，仍會提供保單持有人之保單價值至少以預定利率成長。

## 1. 宣告利率

在利變型壽險中，保單價值準備金是以預定利率進行累積，再將宣告利率高於最低保證利率(預定利率)的收益作為增值回饋金給付給保戶，保戶可自行選擇增額繳清、現金給付、儲存生息方式領取，本研究為觀察壽險公司之清償能力，假設保戶皆選擇增額繳清的方式，將增值回饋金加入保單價值進行累積，因此將原保單宣告利率與最低保證利率合併為本研究之宣告利率模型作為保單價值之累積利率。另一方面，監理機關為避免壽險公司訂立宣告利率時有不合常理的情形，因此於《人身保險業辦理利率變動型保險商品業務應注意事項》第三點有對於宣告利率之上限、費用扣除以及短期調整項皆有規定，因此參考上述之規定建立宣告利率模型如下：

$$r_{p,t} = \max \left( r_g, \min ( I_t - S + E, F_t ) \right)$$

其中，

$r_g$  為最低保證之預定利率

$I_t$  為當期區隔資產實際投資報酬率

$S$  為公司相關費用及公司之合理利潤，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

## 2. 解約率模型

解約率引用 Hao (2011) 之實證假設，解約率由原始解約率、投資績效、市場利率以及解約費率所決定，第  $t$  年之解約率公式如下：

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

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，本研究設定為台灣十年公債殖利率、而 $\beta$ 為解約敏感度。

### 3. 負債

本研究將以負債組合方式分析對手險公司之財務影響，意即整體負債組合即係以群體(Cohort)概念來計算。首先假設一定比例之投保性別與其投保年齡分佈為常態分配，且死亡與解約皆發生在年底，則第 $t$ 年之總死亡給付為 $DB_t$ 、總解約金給付為 $SB_t$ ，其中每個投保年齡為 $x$ 歲之被保險人躉繳純保費為 $NP_x$ ，則：

i. 期初總負債為各年齡之被保險人總躉繳純保費， $L_0 = \sum_x NP_x$

ii. 第 $t$ 年之總死亡給付為

$$DB_t = \sum_x d_{x+t}^{(d)} \cdot \max \left\{ NP_x \cdot \prod_{s=0}^{t-1} (1 + r_{p,s}), G \cdot NP_x \right\}$$

iii. 第 $t$ 年底總解約金給付為

$$SB_t = \sum_x d_{x+t}^{(w)} \cdot NP_x \cdot \prod_{s=0}^{t-1} (1 + r_{p,s}) \cdot (1 - SC_t)$$

其中，死亡給付根據一般市場上銷售之利變型壽險契約之設定，為所繳保費之一定倍數( $G \cdot NP_x$ )與當年度保單價值準備金( $NP_x \cdot \prod_{s=0}^{t-1} (1 + r_{p,s})$ )取其大。

接下來，負債可表示為前期累積之負債扣除當期保險給付( $B_t$ )，當期保險給付由死亡給付( $DB_t$ )以及解約金給付( $SB_t$ )所組成。因此，負債現金流量模型整理如下：

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

$$B_t = DB_t + SB_t$$

其中，負債之變動表示如下：

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

#### 四、 經濟資本

本研究以經濟資本作為衡量壽險公司清償能力之指標，並以 SOA 統計數據中最多實務公司使用之投資期間法(Risk Horizon Approach)來計算經濟資本，此方法下之經濟資本的定義為：在某信心水準下，在未來數年內能維持其清償能力所必須持有之資產水準，其代表意義為除了支付負債市值之外，仍需準備足夠支付淨資產市值下跌之「資本」，因此由以下步驟計算經濟資本：

- (1) 分別在 Q-measure 下模擬資產與負債成長。
- (2) 評價折現至期初之未來淨資產。
- (3) 在不同情境下重複上述步驟 1、2 數次得到淨資產現值之分配。
- (4) 給定信心水準，計算淨資產現值之 VaR 或 CTE 作為經濟資本之衡量。

由前述資產與負債模型可知，期初資產總額( $A_0$ )等於期初負債( $L_0$ )總額，而第  $t$  年之淨資產現值(Present Values of Net Assets)即可表示如下：

$$PVNA_t = NA_t \cdot e^{-\int_0^t r_t^d dt} = (A_t - L_t) \cdot e^{-\int_0^t r_t^d dt}$$

本研究設定經濟資本之衡量指標為 VaR 與 CTE，兩種工具均有其優點與意義，分述如下：

##### 1. 風險值(Value at Risk, VaR)

VaR 之概念為在一定的信心水準( $1 - \alpha$ )下，未來特定時間下之最大可能損失金額，概念上相當直覺，其定義如下：

$$VaR_\alpha(PVNA_t) = \inf\{l, P(-PVNA_t > l) < 1 - \alpha\} = \inf\{l, P(-PVNA_t \leq l) \geq \alpha\}$$

本研究將以離散模式進行資產負債模擬，因此經濟資本中淨資產現值之 VaR 值將以第  $100\alpha$  百分位數來計算，如：VaR(95)將取淨資產現值分配之第 5 百分位數。



## 2. 條件尾端期望值(Conditional Tail Expectation, CTE)

相較於 VaR, CTE 更能表現尾端風險發生之可能性與幅度, 因此 CTE 為更保守之風險衡量工具。CTE 之概念為在一定信心水準(1 -  $\alpha$ )下所計算之尾端損失的期望值, 其定義如下:

$$CTE_{\alpha}(PVNA_t) = E[-PVNA_t \mid PVNA_t \leq VaR_{\alpha}(PVNA_t)]$$

本研究設定之信心水準為監理法規常使用與 Solvency II 所建議的 95%與 99.5%, 且為了更直覺的地觀察經濟資本的數值, 將對淨資產現值的 VaR 與 CTE 取負號, 使經濟資本越大, 代表需額外準備更多資本才能維持清償能力。



## 肆、 數值分析

### 一、 參數估計與設定

#### 1. 資產模型

基礎情境下各個資產模型與資產配置所需估計及設定參數之方法與假設分述如下：

##### i. 國內、外短期利率與債券價格

國內、外之短期利率模型之參數估計方法無一定標準，因此本研究參考 Kladivko (2007) 之 CIR 模型參數估計方法，首先利用最小平方法求得初始值，再以最大似似函數求得最佳參數，並由此組參數進行模擬未來之短期利率，最後利用 CIR 模型下二十年債券價格之封閉解預測未來之價格。

本研究使用台灣經濟新報資料庫(TEJ)2007 年 4 月至 2017 年 3 月共計 10 年之台灣二十年期公債共 2,471 筆殖利率之日資料進行參數估計，估計結果如表 4-1。

另一方面，同樣使用台灣經濟新報資料庫(TEJ) 2007 年 4 月至 2017 年 3 月共計 10 年之美國二十年期公債共 2,490 筆殖利率之日資料進行參數估計，估計結果如表 4-2。

##### ii. 匯率

本研究以 2007 年 4 月至 2017 年 3 月台幣與美元匯率共 2,517 筆歷史資料求得匯率隨機過程波動度( $\sigma_e$ )，參數估計結果如表 4-3。

##### iii. 國內股票基金

國內股票基金之相關參數則依 Moodley (2005) 所提出之 Heston 模型參數估計方法進行估計，給定參數起始值與上、下界，再使用 Matlab 程式以非線性最小平方法(Non-Linear Least Square Method)找出參數  $\Theta = \{\tilde{\kappa}_v, \tilde{\theta}_v, \sigma_v, vhes, \rho\}$  使得市場價格與模型價格間之誤差達到最小。本研究選取台灣經濟新報資料庫 2016

年 4 月至 2017 年 3 月共 34,996 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 4-4。

表 4 - 1、國內利率 CIR 模型參數估計結果

參數	$\kappa_r^d$	$\theta_r^d$	$\sigma_r^d$
估計值	0.6777	0.0194	0.0309

表 4 - 2、國外利率 CIR 模型參數估計結果

參數	$\kappa_r^f$	$\theta_r^f$	$\sigma_r^f$
估計值	0.7012	0.0309	0.0516

表 4 - 3、匯率模型參數估計結果

參數	$\sigma_e$
估計值	0.0431

表 4 - 4、Heston 參數估計結果

參數	$\nu_{hes}$	$\tilde{\kappa}_\nu$	$\tilde{\theta}_\nu$	$\sigma_\nu$	$\rho$
起始值	0.5	0.5	0.5	0.05	0.5
上界	1	100	1	0.5	0.9
下界	0	0	0	0	-0.9
估計結果	0.0608	99.99	0.0082	0.2167	0.8187

#### iv. 不動產

金管會對於壽險業投資不動產之收益於《保險業辦理不動產投資有關即時利用並有收益之認定標準及處理原則》有一定規範，其規定所投資之不動產年化收益率以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百分之一點五為準，本研究參考法規限制與市場水準，假設不動產每年之固定收益為 3%。

#### v. 資產相關係數矩陣

本研究為模擬資產間之相關性，首先生成五組獨立(Independent)標準常態亂數，用以模擬標準布朗運動 $W$ ，同時為取得估計共變異數矩陣，本研究整理上述 2007 年 4 月至 2017 年 3 月之台灣二十年公債殖利率、美國二十年公債殖利率、新台幣兌美元匯率、台股大盤指數資料，剔除遺漏值後計算其相關係數矩陣，並假設股票之波動度與兩國公債殖利率與匯率皆無關，得到估計之相關係數矩陣如下：

$$\hat{\Sigma} = \begin{bmatrix} 1 & 0.7252 & 0.1820 & -0.0180 & 0 \\ & 1 & 0.2408 & -0.1821 & 0 \\ & & 1 & -0.3094 & 0 \\ & * & & 1 & 0.8187 \\ & & & & 1 \end{bmatrix}$$

由於相關係數矩陣必為半正定(Semi-definite)矩陣，故以此相關係數矩陣應用 Cholesky 分解法，必然存在一三角矩陣 $L$ 使得 $\hat{\Sigma} = LL'$ ，令五組獨立標準常態亂數為 $Z \sim N(0, I)$ ， $Z = [Z_d \ Z_f \ Z_e \ Z_s \ Z_v]$ ，則 $LZ \sim N(0, \hat{\Sigma})$ ，即可轉換成共變異數矩陣為 $\hat{\Sigma}$ 之相依(Dependent)標準常態亂數。

## 2. 投資策略

本研究參考保發中心 2016 年「保險市場重要指標」之人身保險業資金運用表，並推估其趨勢，假設壽險公司投資國內債券基金、國外債券基金、股票基金、約當現金與不動產五種投資標的之比例如表 4-5。

表 4-5、資金運用權重

投資部位	比例
國內債券基金( $\omega_{Bd}$ )	18%
國外債券基金( $\omega_{Bf}$ )	68%
國內股票基金( $\omega_S$ )	4.5%
約當現金( $\omega_M$ )	4.5%
不動產( $\omega_R$ )	5%

### 3. 負債模型

負債之現金流量將以市場實際販售之利變型壽險契約進行討論，且相關參數皆參考壽險公司實際經營經驗來設定。假設壽險保額為 100 萬，承保年齡為 0 至 80 歲，投保年齡將服從參數依男女而異之常態分配，且投保性別比例亦不同，其中男性投保比例為 33.74%，投保年齡期望值為 45.21、標準差為 17.57；而女性投保比例為 66.26%，年齡期望值為 49.05、標準差為 14.89，在投保年齡常態模型中將扣除落於承保年齡外之模擬結果。

#### i. 宣告利率

$$r_{p,t} = \max(r_g, \min(I_t - S + E, F_t))$$

本研究參考法規限制與市場利變型壽險商品之預定利率水準，設定宣告利率之參數如表 4-6。

表 4-6、宣告利率參數設定結果

參數	$r_g$	$S$	$E$
設定值	1.5%	2%	1%

ii. 解約給付與死亡給付

依據前述之利變型商品相關監理法規規定，利變型壽險保單解約費用收取年限至少為 6 年，且須大於 1%，因此解約費用率乃根據市場上現行利變型壽險契約進行假設。

另一方面，死亡率以第五回經驗生命表(2011 TSO)計算，死亡給付根據一般市場上銷售之利變型壽險契約之設定，為所繳保費之一定倍數( $G \cdot NP_x$ )與當年度保單價值準備金( $NP_x \cdot \prod_{s=0}^{t-1}(1 + r_{p,s})$ )取其大，本研究假設  $G$  為 1.3 倍，且固定之保險給付波動項係數  $\sigma_B$  為 0.01。

因此，整理上述負債面之詳細參數設定如表 4-7、表 4-8。

表 4-7、保單假設

商品別	利變型壽險
投保年齡	0 歲至 80 歲
繳費方式	躉繳 (保額 100 萬之純保費)
預定利率( $r_g$ )	1.5%
死亡給付( $DB_t$ )	Max(保單價值準備金, 躉繳保費*1.03)
死亡率( $q_{x+t}^{(d)}$ )	第五回經驗生命表(2011 TSO)

表 4-8、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	$\beta$	8							
解約費用率	$SC_t$	保單經過年度	1	2	3	4	5	6	$\geq 7$
		費率(%)	4	3	2	1	1	1	0

## 二、 模擬過程與數值結果

由於動態過程模擬需建立在模擬間隔 $\Delta t$ 很短時才能成立，因此設定 $t = 0$ 為評價起始日且 $t$ 至 $t + 1$ 之時間跨度為一年，並以 $\Delta t = 1/252$ 模擬各交易日利率及各標的資產價值。另一方面，由於負債之現金流量是以年為單位變動，因此模擬出各交易日之資產價值後，再擷取各年資料計算加權資產報酬( $r_{A,t}$ )。各模型模擬式如下。

資產部份包含國內債券基金、國外債券基金、股票基金、約當現金及不動產，債券基金先以上節設定之參數建構未來短期利率，包括國內短期利率( $r_t^d$ )、國外短期利率( $r_t^f$ )，同時，以國內短期利率帶入匯率模型得到當期匯率，短期利率與匯率之模擬如下。

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

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

$$e_{t+\Delta t} = e_t + e_t \left[ (r_t^d - r_t^f)\Delta t + \sigma_e \sqrt{\Delta t} Z_e \right]$$

接著利用 CIR 模型債券價格封閉解進行債券價格評價，包括國內債券基金價格 $B_{t,T}^d$ 、國外債券基金價格 $B_{t,T}^f$ ，國外債券基金價格評價後將以該時點之匯率( $e_t$ )換算為台幣價格( $\hat{B}_{t,T}^f$ )。另一方面，同樣以上節所設定之參數模擬各期股票、約盪現金與不動產，模擬過程如下：

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

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

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

$$S_{t+\Delta t} = S_t + S_t \left[ r_t^d \Delta t + \sqrt{v_t \Delta t} Z_s \right]$$

$$v_{t+\Delta t} = \left| v_t + \tilde{\kappa}_v(\tilde{\theta}_v - v_t)\Delta t + \sigma_v \sqrt{v_t \Delta t} Z_v \right|$$

$$M_{t+\Delta t} = M_t + r_t^d M_t \Delta t$$

$$R_{t+\Delta t} = R_t + 0.03 R_t \Delta t$$

假設投保人數為 10,000 人，如前節所述以常態分配模擬男、女性投保年齡並扣除落於承保年齡以外之樣本後，男性投保人數為 3,263 人，女性投保人數為 6,490 人，令  $A_0 = L_0$ ，各時點之資產、負債與淨資產現值模擬式如下：

$$A_{t+1} = A_t(1 + r_{A,t}) - B_t + B_t\sigma_B Z_B$$

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

$$PVNA_t = NA_t \cdot e^{-\sum_{\Delta t} r_{t+\Delta t}^d \cdot \Delta t} = (A_t - L_t) \cdot e^{-\sum_{\Delta t} r_{t+\Delta t}^d \cdot \Delta t}$$

最後，如前章之步驟，將上述模擬式模擬至  $t = 1$  與 10 以計算出時間跨度為一年與十年的經濟資本，並重複上述模擬過程 10,000 次，得到淨資產現值之分配如圖 4-1 與圖 4-2，並計算其 95% 與 99.5% 信心水準下的 VaR 以及 CTE，分別以 VaR(95)、VaR(99.5)、CTE(95)、CTE(99.5)，整理如表 4-9。

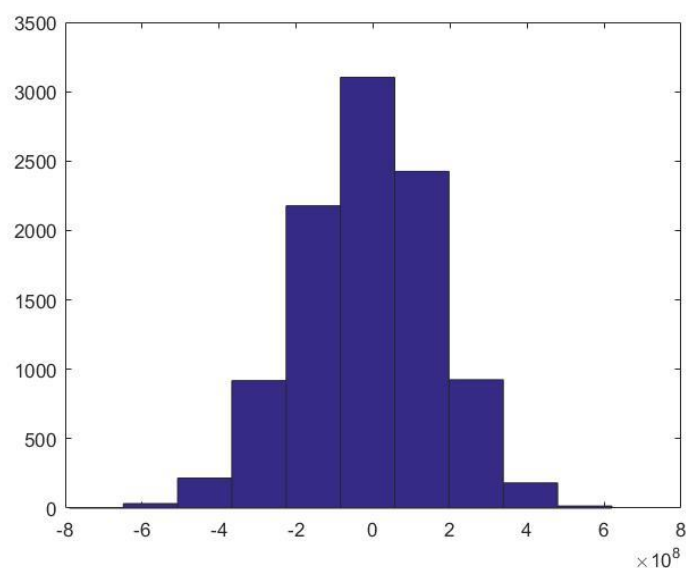


圖 4-1、一年投資期間淨資產現值分配



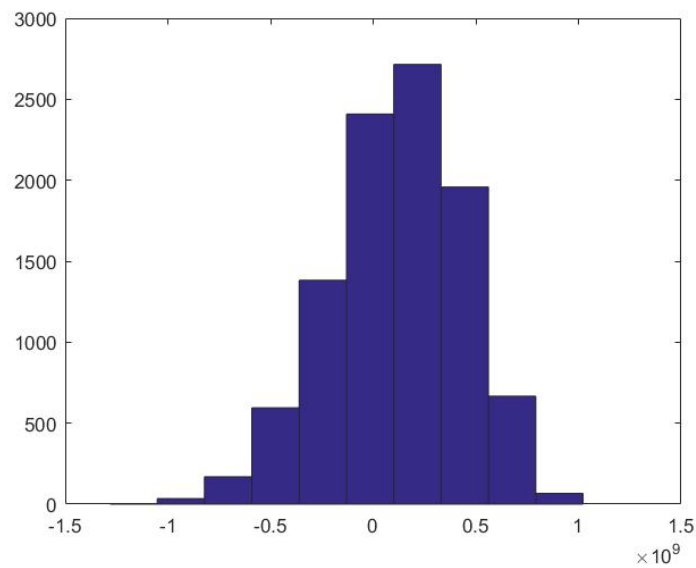


圖 4-2、十年投資期間淨資產現值分配

表 4-9、經濟資本

時間跨度	VaR(95)	CTE(95)	VaR(99.5)	CTE(99.5)
一年	2.686	3.364	4.145	4.640
十年	6.230	7.172	8.266	8.790

單位：新台幣億元

### 三、 經濟資本與風險基礎資本總額

主管機關目前採用風險基礎資本額制度來限制壽險業維持營運之最低資本，於《保險法》第 143-4 條規定以風險資本總額與自有資本之比率來計算資本適足率(RBC Ratio)，且資本適足率不得低於 200%。在 RBC 制度中風險資本總額的概念為壽險公司維持營運所需持有之最低資本，這些資本是用以應付未來一年內所面臨之資產風險、保險風險、利率風險以及其他風險之總和，因此，風險資本總額與本研究計算之一年投資期間法經濟資本的概念十分類似，本節將以本研

究假設之期初資產與期初負債來套用保發中心 2016 年公告之 RBC 填報表，選填各項曝險部位而得出風險資本總額，並與前一節所計算之經濟資本做比較，以檢視現行之 RBC 監理制度之風險容忍度差異。RBC 計算公式如下：

$$\text{RBC 風險資本總額} = 0.5 \times \left\{ C_0 + C_4 + \sqrt{(C_{10} + C_3)^2 + C_{1c}^2 + C_{1s}^2 + C_2^2} \right\}$$

其中，在資產風險部分分成五類，分別為  $C_0$  資產風險-關係人風險， $C_1$  資產風險-非關係人風險包括： $C_{10}$  資產風險-除股票及匯率以外之資產風險、 $C_{1c}$  資產風險-非關係人匯率風險、 $C_{1s}$  資產風險-非關係人股票風險， $C_2$  為保險風險、 $C_3$  為利率風險、 $C_4$  為其他風險。

以本章所設定之基礎情境來計算曝險部位，由於各風險下之項目十分繁雜，為簡化計算，假設資產風險皆為  $C_1$  資產風險-非關係人風險，其中按基礎情境設定之資產配置將期初資產投資分別填入以下項目：1.1 現金及銀行存款、1.2.1.1 國內公債及國庫券、1.2.3.1.2 未擔任被投資公司之董監事的上市普通股股票、1.3.1.1.1 不動產投資、1b.1.12.1 外匯兌台幣之風險；保險風險則是以 2.1.1.1.2 終身死亡保險非自由分紅保單進行填報；利率風險則是以強制分紅保單預定利率 1.5% 為基準；其他風險是以 4.1.1 壽險保費收入來填報。最後，為與經濟資本比較，調整風險資本總額之  $k$  值為 1，亦即為現行法定之風險資本總額的兩倍。各風險資本額整理如表 4-10。

由 RBC 填報表之計算結果，得到風險資本總額為新台幣 2.994 億元，與經濟資本相比如表 4-11 所示，以 VaR 作為衡量工具，則風險資本總額大於 95% 信心水準下之經濟資本 2.686 億元，但小於 99.5% 信心水準下之經濟資本 4.145 億元；若以 CTE 作為衡量工具，則風險資本總額皆小於 95% 以及 99.5% 信心水準下之經濟資本 3.364 億元與 4.640 億元。

目前 RBC 制度之風險係數計算乃以 VaR95 為基礎來訂定，然而，依照上述數值分析結果，除了符合法令推定之 RBC 資本適足率外，壽險公司亦可建立內

部模型法以進行內部風險控管，並訂定更高之信賴水準，以更嚴謹地評估公司之清償能力。

表 4 - 10、RBC 各風險資本額

風險項目	部位	風險資本額
C0:資產風險-關係人風險	-	-
C1:資產風險-非關係人風險	62.685	3.163
C1o:資產風險-除股票及匯率以外 之資產風險	17.238	0.681
C1c:資產風險-非關係人匯率風險	42.626	1.812
C1s:資產風險-非關係人股票風險	2.821	0.671
C2:保險風險	62.685	0.094
C3:利率風險	62.685	0.940
C4:其他風險	125.37	0.470
風險資本總額 <sup>2</sup>		2.994

單位：新台幣億元

表 4 - 11、經濟資本與風險資本總額比較

	VaR(95)	CTE(95)	VaR(99.5)	CTE(99.5)
經濟資本	2.686	3.364	4.145	4.640
風險資本總額		2.994		

單位：新台幣億元

<sup>2</sup> 為與經濟資本比較，調整風險資本總額之 k 值為 1，亦即為現行法定之風險資本額的兩倍。

#### 四、 經濟資本與安定基金

為保障被保險人之權益，《保險法》第 143-1 條規定保險業必須提撥資金，設置財團法人安定基金，並依同法第 143-3 條用以協助保險業被接管或勒令停業清理、重整、經營困難時之各項協助與貸款墊支，而安定基金之提撥比率由主管機關審酌經濟、金融發展情形以及保險業承擔能力定之，但不得低於總保費收入之千分之一。

自 2014 年 7 月 1 日起，主管機關將「經營管理績效指標評等」與「資本適足率」兩項標準各分五級來決定保險業之安定基金提撥率，經營風險越低之保險公司提撥之金額越低，最後提撥率共分六級並依實施第一年至第四年暨以後年度逐年遞增，提撥率由 0.113% 至 0.4% 不等，詳細提撥率如下表。

表 4-12、人身保險安定基金提撥率

提撥率等級	第一級	第二級	第三級	第四級	第五級	第六級
第一年	0.113%	0.123%	0.130%	0.143%	0.158%	0.175%
第二年	0.125%	0.145%	0.160%	0.185%	0.215%	0.250%
第三年	0.138%	0.168%	0.190%	0.228%	0.273%	0.325%
第四年暨 以後年度	0.150%	0.190%	0.220%	0.270%	0.330%	0.400%

安定基金旨在安定保險市場，由保險公司共同集資以互助精神尋求金融之安定，落實保障要保人、被保險人及受益人之基本權益，因此安定基金可以視為保險公司在自有資本之外，尚需負擔的一定金額，此與本研究所計算之經濟資本亦有不少同質性。

依據《財團法人保險安定基金對人身保險業動用範圍及限額規定》第 3 條第 1 項規定，安定基金對每一保險公司單一動用事件墊付之範圍與限制為：每一被

保險人、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%。因此本研究以初始負債之 90%與其所對應之資產來模擬一年投資期間法經濟資本，再假設自有資本為資產之 5%，比較其一年經濟資本扣除自有資本之差額與安定基金之提撥金額，其中安定基金之提撥金額以總保費為計算基礎。

一年投資期間法經濟資本模擬結果與安定基金提撥金額之比較如表 4-13，由數值結果可以發現，以 VaR(95)衡量時為負值，代表經濟資本小於自有資本，而以 CTE(95)衡量時經濟資本扣除自有資本之差額介於兩個極端提撥金額之間，最後以 VaR(99.5)與 CTE(99.5)衡量時經濟資本扣除自有資本之差額大於最高提撥金額。

表 4-13、經濟資本與安定基金提撥金額<sup>3</sup>

經濟資本				
	VaR(95)	CTE(95)	VaR(99.5)	CTE(99.5)
經濟資本扣除 自有資本之差	-41.143	20.638	89.818	137.108
安定基金				
提撥率	0.113%		0.4%	
提撥金額	7.083		25.074	

單位：新台幣百萬元

<sup>3</sup> 初始負債為總保費 62.685 億元，90%之初始負債與資產為 56.417 億元，自有資本為資產之 5%為 2.821 億元。

## 伍、 敏感度分析

除了基礎情境假設之外，本研究將針對各個不同的風險因子進行敏感度分析，藉由單獨改變各個參數來計算一年投資期間經濟資本，觀察其與基礎情境假設下之經濟資本的關係，觀察的風險因子包括：國外投資比例(投資策略)、匯率波動度以及負債模型參數等等，最後簡單比較利變型商品與傳統型商品對壽險公司清償能力影響之差異，由於利變型商品傳統商品之比較須以長年期觀察，因此以十年投資期間之經濟資本來做比較。

### 一、 國外投資比例(投資策略)

本研究欲討論在國外投資比例日漸增加之現況下，壽險公司是否因為面臨更多匯率風險而使清償能力降低，且由於壽險公司為維持其收益之穩定，投資資產多為固定收益之債券，因此將在股票基金、約當現金、不動產投資比例不變下，更改國內、外債券基金之投資部位，探討經營利變型壽險之壽險公司於投資策略不同之下，其清償能力是否有受到影響，結果如表 5-1。

表 5 - 1、利變型壽險之敏感度分析—投資策略

$\omega_{B^d}$	$\omega_{B^f}$	VaR(95)	CTE(95)	VaR(99.5)	CTE(99.5)
26%	60%	2.340	2.931	3.597	4.038
18%	68%	2.686	3.364	4.145	4.640
10%	76%	3.028	3.803	4.655	5.256

單位：新台幣億元

由表 5-1 可以看到，在股票基金、約當現金、不動產投資比例不變下，當國外債券投資比例由 68% 增至 76% 時，經濟資本 VaR(95) 增加了 0.342 億元，顯示出當國外投資金額提高時，增加了可能面對的匯率風險，使壽險公司之清償能力下降；另一方面，當國外債券投資比例由 68 % 減至 60 %，經濟資本 VaR(95) 降

低了 0.346 億元，顯示當國外投資金額降低時，伴隨著匯率風險降低，使壽險公司之清償能力上升。由此可知，當大額增加國外投資部位，可能將使壽險公司面臨更多匯率風險，而大幅降低其清償能力。

## 二、 匯率波動度

除了探討國外投資比例所隱含的匯率風險，本研究亦直接針對匯率波動做分析，以基礎情境假設為基準，藉由改變匯率動態模型中之瞬間波動度( $\sigma_e$ )，重新模擬其經濟資本，以觀察匯率波動增加或減少是否會影響壽險公司之清償能力，結果如表 5-2。

表 5 - 2、利變型壽險之敏感度分析—匯率波動度

匯率波動度	VaR(95)	CTE(95)	VaR(99.5)	CTE(99.5)
$\sigma_e \cdot 80\%$	2.371	2.983	3.742	4.166
$\sigma_e$	2.686	3.364	4.145	4.640
$\sigma_e \cdot 120\%$	3.503	4.368	10.036	10.996

單位：新台幣億元

由表 13 可觀察當匯率波動度上升，經濟資本亦隨之增加，尤其 VaR(99.5)增加幅度巨大，而當匯率波動度下降，經濟資本隨之減少，匯率波動度下降代表壽險公司欲操作之利差交易能更穩定，不會因匯率突然的大幅波動而侵蝕利差，因此，匯率之波動的確是壽險公司進行國外投資時不可忽視之風險。

### 三、 死亡率

在探討資產風險之外，本研究亦針對負債中之死亡率做敏感度分析，以基礎情境假設中 2002TSO 為基準，觀察不同死亡率下壽險公司之清償能力是否有差異，藉以探討死亡風險對利變型壽險之影響，結果如表 5-3。

表 5-3、利變型壽險之敏感度分析—死亡率

死亡率	VaR(95)	CTE(95)	VaR(99.5)	CTE(99.5)
2011 TSO· 80%	2.679	3.365	4.128	4.668
2011 TSO· 100%	2.686	3.364	4.145	4.640
2011 TSO· 120%	2.688	3.368	4.103	4.675

單位：新台幣億元

由表 5-3 可知，當死亡率由小至大時，VaR(95)經濟資本僅微幅增加，而 VaR(99.5)經濟資本卻無明顯趨勢，推測利變型壽險之死亡給付非常類似定存，壽險公司僅透過宣告利率調整其保單價值作為死亡給付，在本研究的動態現金流量模型下並不會有太大影響，數值的改變應只是隨機項模擬結果之不同所致，因此本研究推論死亡風險並不會對經營利變型壽險之壽險公司造成太大影響。

### 四、 利變型壽險與傳統型商品的比較

利變型壽險以宣告利率的方式將區隔資產的投資收益回饋給保單持有人，相當於壽險公司將其投資收益分配給保單持有人，相較於傳統型商品對壽險公司來說便失去部分收益，因此將本研究所建立之宣告利率模型改為固定之預定利率，在不更動其他給付假設的情況下，觀察其時間跨度為十年之經濟資本與基礎情境假設下經濟資本的差異如表 5-4。



表 5 - 4、利變型壽險與傳統型壽險比較

傳統型壽險(固定利率)

預定利率	VaR(95)	CTE(95)	VaR(99.5)	CTE(99.5)
1.5%	4.742	6.021	7.476	8.216
2%	6.849	8.042	9.298	9.935

利變型壽險(宣告利率)

經濟資本	VaR(95)	CTE(95)	VaR(99.5)	CTE(99.5)
十年	6.230	7.172	8.266	8.790

單位：新台幣億元

由表 5-4 可以看到，在保障最低利率(預定利率)為 1.5%之利變壽險 VaR(95)經濟資本為 6.23 億元，與固定 1.5%預定利率之 VaR(95)經濟資本相比多了 1.488 億元，甚至亦比固定 1.5%預定利率之 CTE(95)經濟資本高，顯示利變型壽險在將報酬回饋與保單持有人的情況下，若預定利率相同，長期來說的確對其清償能力產生影響。

## 陸、 結論與建議

在台灣長期低利率的投資環境下，壽險業為了尋找高報酬的投資標的，順應金融業進口替代政策，紛紛開始利用在台發行的國外債券進行利差交易，但自去年以來新台幣大幅升值，導致壽險業的匯兌損失嚴重。本研究以市場上銷售量最大的利變型壽險為對象，建立動態資產負債現金流量模型來探討壽險公司經營該類商品之清償能力，同時在資產模型中特別加入匯率之動態模型，以模擬壽險業大量投資之國外債券價值的變化，討論資產面與負債面風險因子波動對於壽險業經營利變型商品之清償能力的影響。而本研究以經濟資本來衡量壽險業之清償能力。

本研究以市場實際營運經驗與保單假設建立資產負債動態模型，針對各個風險因子進行敏感度分析，結果發現在資產方面，與基礎情境比較之下，當增加國外投資占比至 76%時，會增加匯率曝險部位，使得壽險公司之經濟資本上升 12.7%，若降低國外投資占比至 60%，則經濟資本將減少 13.6%，而當匯率動態模型之瞬間波動度增加 20%，亦會使壽險公司之經濟資本增加近 35%，顯示匯率風險的確存在且不能小覷。

而在負債方面，當死亡率產生變動，對於壽險公司之清償能力產生的影響相當有限，推測原因是利變型壽險之死亡給付與定存相當類似，壽險公司僅透過宣告利率調整其保單價值作為死亡給付，在本研究的動態現金流量模型下並不會有太大影響，數值的改變應只是隨機項模擬結果之不同所致，因此本研究推論死亡風險並不會對經營利變型壽險之壽險公司造成太大影響。

本研究同時亦透過改變能彈性調整的宣告利率為固定之預定利率，以觀察經營傳統型壽險與利變型壽險對於壽險公司之清償能力的差異，以長期來說，在相同預定利率下，利變型壽險之十年經濟資本較傳統型高近 32%，因為傳統型壽險較有機會保留投資收益，而利變型壽險會將投資收益以宣告利率回饋給保單持有人，故較傳統型壽險難維持清償能力。

在利變型熱賣的市場現況與國外投資占比日漸提高的情況下，本研究欲探討壽險公司經營利變型壽險的清償能力與風險，利用動態資產負債現金流量模型進行數值分析，分析結論與建議如下

- (1) 在壽險業大量增加國外投資且匯率又不甚穩定的背景下，匯率風險對壽險公司清償能力的影響的確不容忽視，應適時減少匯率曝險單位。
- (2) 經營利變型壽險在資產面所面臨之風險影響程度較負債面因子大，在進行商品分析時，需特別注意資產面之參數假設，以避免過度偏離。
- (3) 利變型壽險與傳統型壽險相比，缺乏回饋股東的收益與自有資本的累積，因此經營上需特別注意自有資本是否足夠，以避免失去清償能力。



## 參考文獻

- L.B.G Anderson, 2008. Simple and efficient simulation of the Heston stochastic volatility model, *Journal of Computational Finance*, vol.11, p.1-42
- F. Black, and M. Scholes, 1973. The Pricing of Options and Corporate Liabilities, *Journal of Political Economy*, vol.81, p.637-654.
- D.K. Backus, S. Foresi, C.I. Telmer, 2001. Affine Term Structure Models and the Forward Premium Anomaly, *The Journal of Finance*, vol.56, p.279-304.
- G. Bekaert, R.J. Hodrick, D.A. Marshall, 2001. Peso problem explanations for term structure anomalies, *Journal of Monetary Economics*, vol.48, p.241-270.
- M.J. Brennan, 2006. International Capital Markets and Foreign Exchange Risk, *Review of Financial Studies*, vol.19, p.753-795.
- M.K. Brunnermeier, S. Nagel, L.H. Pedersen, 2008. Carry Trades and Currency Crashes, *NBER Macroeconomics Annual*, vol.23, p.313-347.
- J.C. Cox, J.E. Ingersoll, Jr. and S.A. Ross, 1985. A Theory of the Term Structure of Interest Rates, *Econometrica*, vol.35, p.385-407.
- P.B. Clark, R. MacDonald, 1998. Exchange rates and economic fundamentals: a methodological comparison of BEERS and FEERS, *Series: Recent economic thought series*, vol.69, p.285-322.

R. Dornbusch, 1976. Expectations and Exchange Rate Dynamics, *Journal of Political Economy*, vol. 84, p.1161-1176.

I. Farr, A. Koursaris, M. Menemeyer, 2016. Economic Capital for Life Insurance Companies, *Society of Actuaries*.

E.F. Fama, 1984. Forward and spot exchange rates, vol.14, p.319-338

A. Großen and P.L. Jørgensen, 2000. Fair valuation of life insurance liabilities: the impact of interest rate guarantees, surrender options, and bonus policies, *Insurance: Mathematics and Economics*, vol.26, p.37-57.

A. Großen and P.L. Jørgensen, 2002. Life Insurance Liabilities at Market Value: An Analysis of Insolvency Risk, Bonus Policy, and Regulatory Intervention Rules in a Barrier Option Framework, *The Journal of Risk and Insurance*, vol.69, p.63-91.

J.Hull and A. White, 1993. One-Factor Interest-Rate Models and the Valuation of Interest-Rate Derivative Securities, *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, vol.28, p.235-254.

S.L. Heston, 1993. A Closed-Form Solution for Options with Stochastic Volatility with Applications to Bond and Currency Options, *Review of Financial Studies*, vol.6, p.327-343.

J.C. Hao, 2011. The pricing for interest sensitive products of life insurance firms. *Modern Economy*, vol.2, p.194-202.

S.J. Jiang, 2010. Voluntary Termination of Life Insurance Policies, North American Actuarial Journal, vol.14, p.369-380.

C. Kim, 2005. Modeling Surrender and Lapse Rates With Economic Variables, North American Actuarial Journal, vol.9, p.59-70.

W. Kuo, C. Tsai, W.K. Chen, 2003. An Empirical Study on the Lapse Rate: The Cointegration Approach, the Journal of Risk and Insurance, vol.70, p.489-508.

F.S. Mishkin, 1987. Are Real Interest Rates Equal Across Countries? An Empirical Investigation of International Parity Conditions, The Journal of Finance, vol.39, p.1345-1357.

R.A. Messe, K. Rogoff, 1983. Empirical exchange rate models of the seventies: Do they fit out of sample?, Journal of International Economics, vol.14, p.3-24.

C. Tsai, W. Kuo, W.K. Chen, 2002. Early surrender and the distribution of policy reserves, Insurance: Mathematics and Economics, vol.31, p.429-445.

O. Vasicek, 1977. An equilibrium characterization of the term structure, Journal of Financial Economics, vol.5, p.177-188.