# 國立政治大學風險管理與保險學系研究所 碩士學位論文

動態解約率對壽險業保費及準備金之影響 The Impact of Dynamic Surrender Rates on Life Insurance



指導教授:蔡政憲 博士

研究生:徐宇喬 撰

中華民國一百零四年六月

## 摘要

解約風險為壽險公司承保風險中最重要之風險,文獻指出若於保單定價時忽略解約率可能為動態,將影響壽險公司損益、資產配置、資金流動性及風險管理計畫。本研究將以保費及準備金試算進行實證研究,觀察以傳統精算方式定價(忽略解約率為動態)將對保費及準備金之計算造成多少誤差。

本研究首先使用台灣壽險業 1987 年至 2011 年之生死合險、終身壽險解約率 資料,並透過主成分分析、模擬主成分分數並將其轉回各保單年度解約率,以完 成動態解約率之模擬。接著以 30 歲男性為對象,計算不同情境下之保費及準備 金。最後比較不同情境下之保費及準備金差異以了解忽略隨機解約率對保單定價 之影響程度。

實證結果顯示,考量隨機解約率與否對生死合險保費計算稍有影響但不明顯,但若長期累積觀察,是否考量隨機解約率對生死合險準備金有顯著影響。本研究使用之終身壽險解約率模型與利率無關、僅受其自身隨機效果影響,故是否考量隨機解約率對終身壽險保費及準備金之影響程度皆不大。

關鍵詞:解約率、共整合、主成分分析、保費、準備金

# 目錄

| 第一章  | 緒論 | <del>j</del>    | 1  |
|------|----|-----------------|----|
| 第一   | 一節 | 研究動機            | 1  |
| 第.   | 二節 | 研究架構            | 2  |
| 第二章  | 文獻 | 大回顧             | 3  |
| 第一   | 一節 | 影響解約率之環境因素      | 3  |
| 第.   | 二節 | 影響解約率之產品與保戶特性因素 | 5  |
| 第三章  | 資料 | 與研究流程           | 8  |
| 第一   | 一節 | 資料內容            | 8  |
| 第.   | 二節 | 研究流程            | 15 |
| 第.   | 三節 | 研究方法            | 17 |
| 第四章  | 實證 | <b>全</b> 結果     | 25 |
| 第一   | 一節 | 模擬外生變數          | 25 |
| 第.   | 二節 | 模擬解約率           | 31 |
| 第.   | 三節 | 計算保費及準備金並進行比較   | 36 |
| 第五章  | 結論 | Chenchi Un      | 45 |
| 參考文局 | 款  |                 | 49 |

# 表目錄

| 表 | 1  | 生死合險解約率之敘述統計量10                          |
|---|----|--|
| 表 | 2  | 終身壽險解約率之敘述統計量11                          |
| 表 | 3  | 外生變數 ADF 單根檢定結果26                        |
| 表 | 4  | 外生變數一階差分後 ADF 單根檢定結果26                   |
| 表 | 5  | VAR 模型之落後期數選擇27                          |
| 表 | 6  | Johansen 共整合檢定結果-Maximum Eigenvalue test |
| 表 | 7  | Johansen 共整合檢定結果- Trace test             |
| 表 | 8  | 各主成分 ARMA 模型係數32                         |
| 表 | 9  | 生死合險解約率模擬結果之敘述統計量34                      |
| 表 | 10 | 終身壽險解約率模擬結果之敘述統計量35                      |
| 表 | 11 | 生死合險各情境保費比較39                            |
| 表 | 12 | 生死合險情境 f、情境 g 之保費敘述統計量40                 |
| 表 | 13 | 終身壽險各情境保費比較41                            |
| 表 | 14 | . 終身壽險情境 f、情境 g 之保費敘述統計量41               |
|   |    | Chengchi Uni                             |
|   |    |  |

# 圖目錄

| 置 | 1  | 生死合險及終身壽險各保單年度之平均解約率 | 9   |
|---|----|----------------------|-----|
| 昌 | 2  | 生死合險男性、性別合計之平均解約率比較圖 | .13 |
| 昌 | 3  | 終身壽險男性、性別合計之平均解約率比較圖 | .13 |
| 昌 | 4  | 生死合險年繳、月繳年繳之平均解約率比較圖 | .14 |
| 置 | 5  | 終身壽險年繳、月繳年繳之平均解約率比較圖 | .14 |
| 置 | 6  | 外生變數模型建構流程           | 16  |
| 圖 | 7  | 自然保費與平準保費示意圖         | 24  |
| 圖 | 8  | 失業率樣本期間資料及模擬結果       | 29  |
| 置 | 9  | 利率樣本期間資料及模擬結果        | 30  |
| 置 | 10 | ) 通膨率樣本期間資料及模擬結果     | 30  |
| 置 | 11 | 生死合險解約率模擬結果          | 33  |
| 圖 | 12 | 2.終身壽險解約率模擬結果        | 33  |
| 昌 | 13 | 3 保費比較流程圖            | 37  |
| 圖 | 14 | 1 生死合險準備金比較結果        | 43  |
| 圖 | 15 | 5 終身壽險準備金比較結果        | 44  |

## 第一章 緒論

## 第一節 研究動機

EIOPA<sup>1</sup>(2011)為因應 Solvency II 提出的「第五回量化影響研究報告」(the fifth Quantitative Impact Study,QIS5)中指出解約風險為壽險公司承保風險中最重要之風險。Tsai, Kuo, Chen (2002)建構解約率模型並以蒙地卡羅法模擬生死合險保單之準備金分配,發現解約對壽險公司價值及保單準備金有顯著影響,並建議壽險公司於保單訂價時應考慮解約率之衝擊。Belth (1968)指出解約率與死亡率波動皆會影響保單價格,雖然死亡率對保單價格之影響幅度較解約率大,但實務上已有針對死亡率之差別訂價方式(例如依據被保險人之年齡、健康狀況……等而採取不同的訂價),卻鮮少有針對預期解約率之不同而差別訂價之案例。

保戶之解約行為可能對壽險公司造成嚴重影響。壽險公司通常在保險契約生效前或生效初期便支付相關費用(如業務員佣金、安定基金提撥費用……等),並將此費用納入總保費計算公式中,其預期於後續保單期間透過保費之收取填補上述相關費用,惟若保戶提前解約,壽險公司之相關成本即無法如預期被填補,將進而影響壽險公司之損益。解約行為可能會使壽險公司遭遇逆選擇情形,因身體較不健康之保戶不易解約,使壽險公司可能面臨較預期高之理賠金額(Tsai, Kuo, Chen (2002))。此外,保戶解約可能使壽險公司須提前變賣投資標的以支付解約金,影響壽險公司之資產配置、資金流動性及風險管理計畫。除此之外,若非預期之解約數過多,甚至將進而影響壽險公司之名聲及商譽(Eling, Kochanski, Schmeiser (2012))。

透過上述討論可知若無法掌握保戶之解約率,將對壽險公司造成許多影響,

1

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> The European Insurance and Occupational Pensions Authority.

甚至衝擊其長期經營穩健性。台灣保險滲透率<sup>2</sup>世界排名第一,顯示保險業對經濟貢獻極大,且平均每人持有兩張以上之保單,若壽險公司無法維持其財務穩健性,將對社會及保戶皆造成嚴重影響。然而,目前實務多參照過去經驗對解約率進行假設且假定其為固定不變,忽略解約率受其他因素影響而呈現動態之可能性。本研究將探討忽略解約率具隨機性之傳統精算定價方式對壽險公司之保單訂價、準備金計算將造成多大之影響。

## 第二節 研究架構

首先介紹本研究之動機及架構(第一章),之後透過文獻回顧方式了解影響解約率之因素及相關理論(第二章)。第三章說明本研究使用之資料內容並詳述研究流程及方法。第四章為實證分析,利用第三章提及之資料及方法模擬動態解約率,並計算不同情境下生死合險及終身壽險之保費及準備金。第五章將針對研究結果進行統整。

<sup>2</sup> 保費收入占國內生產毛額之比率。

## 第二章 文獻回顧

此章將回顧影響解約率之因素之相關研究。將過去文獻概略分為兩部分:影響解約率之環境因素、影響解約率之產品與保戶特性因素。

## 第一節 影響解約率之環境因素

此處所稱之環境因素包含經濟因素及公司特性。影響解約率之經濟因素部分之文獻多與利率假說(Interest Rate Hypothesis)和緊急資金假說(Emergency Fund Hypothesis)有關。利率假說指當市場利率上升時,保單之解約率會增加,以賺取更多報酬,亦即市場利率和解約率呈正向關係。緊急資金假說指保戶在有緊急財務危機時,可能會傾向將保單解約以獲取解約金(Outreville, 1990)。以下將探討影響解約率之環境因素相關文獻。

Outreville (1990)使用美國及加拿大之終身壽險解約率資料進行多元迴歸分析欲驗證緊急資金假說,使用之解釋變數包括失業率、市場利率、實質非永久所得、保險費、通貨膨脹率,資料期間為 1966 年至 1979 年,研究結果顯示失業率與解約率存在顯著正相關,即支持緊急資金假說;然而實證結果顯示市場利率和解約率不存在顯著關係,即不支持利率假說。

Tsai, Kuo, Chen (2002)以美國 1959 年至 1995 年美國壽險資料,利用共整合檢定 (Cointegration approach)觀察出解約率、市場利率具有長期關係,支持利率假說。 Tsai et al. 以蒙地卡羅法模擬生死合險之準備金分配,結果顯示解約行為對保險公司之價值及現金流量有顯著影響,然而解約可降低未來準備金之利率風險,故解約並非完全無益。

Kuo, Tsai, Chen (2003)<sup>3</sup>使用美國壽險解約率資料,觀察在短期與長期下,市場利率與失業率對解約率之影響,使用之資料期間為 1951 年至 1988 年。Kuo et al.利用共整合檢定觀察出解約率、市場利率及失業率具有長期共整合關係,並建構誤差修正模型(Error-Correction model, ECM)。實證結果顯示,失業率不論在短期或長期下皆顯著影響解約率,支持緊急資金假說,而利率在長期下對解約率之影響較顯著,支持利率假說。然而,根據 Impulse Response Analysis 結果,發現市場利率之隨機衝擊對解約率之影響較失業率之隨機衝擊大,亦即市場利率較失業率更具有經濟上之顯著影響。

Tsai, Kuo, Chiang (2009)以 1993 年至 2003 年之台灣壽險解約率資料,觀察保單年度結構下之費用率與解約率對壽險準備金分配之影響。研究結果顯示解約率在保單年度的結構下呈現凸性,此性質對壽險公司有益,但當解約率波動幅度過大時,則會對壽險公司造成負面影響。Tsai et al.亦指出若忽略保單年度結構下之費用率與解約率,將高估保單準備金。

Kim (2005a)使用南韓四個險種(生死合險、年金險、保護計畫保險、教育計畫保險)之資料建構解約率模型,模型建構方法包括 Logit model 及 Log-Log model,資料期間為 1997 年至 2011 年之月資料,解釋變數包含保單預定利率與市場利率之差異、保單年度、財務危機、失業率、經濟成長率、季節效果。研究結果發現 Logit model 及 Log-Log model 在四個險種下之解約率配適結果皆較過去常用之 Arctangent model 好,Kim 指出過去使用 Arctangent model 配適解約率模型時多僅考慮市場利率之影響,但 Kim 認為除市場利率外,解約率亦會受其他因素影響。實證發現保單預定利率與市場利率之利差對解約率有正向顯著影響,其中又以延遲兩個月之利差對解約率之影響最明顯;保單年度與解約率呈反向顯著關係;

<sup>&</sup>lt;sup>3</sup> 與 Tsai, Kuo, Chen (2002)不同處為多考慮失業率對解約率的影響,並觀察短期與長期效果。

失業率與解約率呈正向顯著關係;財務危機與解約率呈正向顯著關係;而經濟成 長率及季節效果對解約率之影響則不明顯。

Kim (2005b)分別針對美國及南韓之躉繳遞延年金解約率以 Logit 模型進行配適,資料期間為 1993 年至 2003 年,解釋變數為失業率、保單預定利率與市場利率之差異、保單年度、經濟成長率、解約費用、季節效果,實證發現保單年度為影響解約率最重要的因素之一。Kim 亦指出 Logit 模型不論在極端或正常的經濟環境下皆能良好配適解約率模型。

Cox and Lin (2006)使用與 Kim (2005b)相同之美國躉繳遞延年金解約率資料,觀察同一期間(1993年至2003年)並以相同之解釋變數對解約率進行配適,惟 Cox and Lin 使用之模型為 Tobit 模型,發現 Tobit 模型較 Logit 模型對解約率具有更佳之配適能力,且 Tobit 模型不論在極端或正常的經濟環境下亦能良好配適解約率。

Kiesenbauer (2011)使用 Generalized Linear Models (GLMs)觀察德國壽險市場解約行為,資料期間為 1997 年至 2009 年,值得注意的是,Kiesenbauer 除經濟因素外亦探討公司特性因素(如:公司大小、公司年齡、組織形式……等)對解約率之影響。實證結果顯示解約率除會受到經濟因素之影響外,公司特性因素對解約率之影響亦相當明顯。

## 第二節 影響解約率之產品與保戶特性因素

探討影響解約率之產品與保戶特性因素文獻較前述環境因素影響之文獻少,因此類特性之資料較具隱私性,可能須由保險公司直接提供,資料取得較困難。

此類研究之文獻大多僅使用一家保險公司提供之資料。

Renshaw and Haberman (1986)以蘇格蘭七家壽險公司 1976 年之生死合險、終身壽險、定期壽險解約率,觀察承保年齡、保單年度、保戶性別、險種、繳費頻率、總保額、公司類型對解約率之影響,其使用方法為 Linear Models with Normal Error Structure 及 Binary Response model。研究結果顯示承保年齡、保單年度、險種、公司類型對解約率有顯著影響。此外,Renshaw and Haberman 亦發現保單年度及險種存在顯著交互關係,亦即解約率不單僅會受個別因素影響,亦會受因素間之交互作用之影響。

Kagraoka (2005) 以日本年金型個人意外險建構解約行為之 Negative Binomial 模型,資料期間為 1993 年至 2011 年之月資料,以失業率之變化、性別、年齡、季節性為解釋變數,結果顯示所有變數對解約率皆有顯著影響。Kagraoka 指出 Negative Binomial 模型對解約率有良好之配適能力。

由於上述文獻研究之市場、產品類型、研究使用之模型、資料期間、考慮之影響因素並非完全相同,故並非所有文獻之實證研究結果皆一致,但各文獻皆有指出數個顯著影響解約率之因素,故亦非常有參考價值。

杜於叡 (2014)使用台灣壽險生死合險及終身壽險之解約率資料建構解約率期限結構,資料期間為 1987 年至 2011 年。其以保單年度為依據,首先觀察保戶特性(如:性別、體檢別、繳費頻率、年齡)是否有顯著不同之解約率,並將有顯著差異之者分別討論。分析結果顯示不同繳費頻率之解約率依據其特性可分為三組討論:不分繳別、月繳及年繳、季繳及半年繳;不同性別、體檢別之解約率並無明顯差異;而年齡因樣本數不足故不進行分別討論。杜於叡利用主成分分析法

找出影響解約率之主要成分,並利用 ARMA 模型配適主成分並同時觀察主成分 與經濟因素(其檢測之經濟因素為失業率、利率、通貨膨脹率、人均收入)之關係, 實證結果發現,沒有任何主成分和人均收入存在顯著關係。最後杜於叡以 ARMA 模型或 Vector Autoregression(VAR)模型對失業率、利率、通貨膨脹率及主成分分 數進行模擬,模擬期間為 20 年,最後其將模擬之主成分分析結果轉回保單年度 變數,進而模擬出各保單年度解約率,完成解約率期限結構之建制。

本研究之目標為了解壽險公司以傳統精算方式進行商品定價(忽略解約率可能為動態、受多種因素影響)會造成多大之誤差,透過比較不同情境下之保費及準備金進行實證觀察,本研究將以30歲之男性為對象進行保費及準備金試算。由 Tsai et al. (2009)、Kim (2005a)、Kim (2005b)及 Renshaw and Haberman (1986)之研究結果皆可知保單年度為探討解約率之重要觀察因素,基於資料之可取得性,本研究將依據保單年度進行解約率之探討。本研究使用之解約率資料與杜於叡(2014)相同,故將參考其研究方法並沿用主成分之模型進行解約率之模擬,進而獲得計算保費與準備金時所需之動態解約率。值得注意的是,杜於叡(2014)以ARMA模型或VAR模型模擬失業率、利率、通貨膨脹率,參考Tsai et al. (2002)、Kuo et al. (2003)之研究,本研究考量失業率、利率、通貨膨脹率間可能存在長期關係,故將以共整合檢定進行檢測,若外生變數(失業率、利率、通貨膨脹率)間確實存在長期關係,則將改以誤差修正模型對外生變數進行模擬。詳細研究流程請見第三章第二節。

## 第三章 資料與研究流程

此章將介紹本研究使用之解約率資料內容、研究流程及方法。由於本研究使用之解約率資料與杜於叡 (2014)相同,由其對資料之分析結果可知,不同性別、不同體檢別之解約率資料無顯著差異,故無需分別討論;不同年齡之解約率資料因樣本數不足故亦不將其分別討論;此外依據不同繳費頻率之解約率特性,可分為三類觀察:「不分繳別」、「月繳年繳4」、「季繳半年繳5」,惟本研究之目的為探討動態解約率對保費及準備金之影響且將以「年繳」繳別為對象,故將著重於「月繳年繳」類別。

綜合以上所述及考量之後將沿用杜於叡 (2014)之主成分模型以進行解約率之模擬,故本研究將使用「性別合計」、「體檢別合計」、「年齡合計」、「月繳年繳」之解約率資料進行後續之分析;此外,如同第二章文獻回顧所述,保單年度為影響解約率之重要因素,且根據資料之可取得性,本研究將依據不同保單年度之解約率進行探討。

## 第一節 資料內容

本研究使用保險事業發展研究中心提供之台灣壽險解約率資料,險種包含生死合險及終身壽險,資料期間為1987年至2011年,並採用十五個保單年度(policy year; PY)。解約率計算方式如下:

本資料生死合險解約率之敘述統計量如表 1 所示。生死合險各保單年度解

<sup>4 「</sup>月繳年繳」係指將月繳解約率與年繳解約率合併計算。

<sup>5 「</sup>季繳半年繳」係指將季繳解約率與半年繳解約率合併計算。

約率之平均<sup>6</sup>(11.44%)及標準差(5.49%)皆為第一保單年度最高,平均解約率隨保單年度呈下降之趨勢,惟於第十一保單年度時平均解約率略為上升。終身壽險解約率之敘述統計量如表 2 所示,與生死合險各保單年度解約率特性相同,亦為第一保單年度之平均解約率(11.60%)、標準差(4.31%)最高,且平均解約率隨保單年度呈下降之趨勢並於第十一保單年度略為上升。生死合險及終身壽險之平均解約率皆於第十一保單年度略為上升可能為契約之設計造成,多數保單於第十一保單年度開始解約金即與保單價值準備金相等,即沒有解約費用,故對欲解約之保戶而言,此時解約將不會有成本產生,造成第十一保單年度解約率呈現稍微上升之現象。由圖 1 可明顯看出除第一保單年度外,生死合險平均解約率皆高於終身壽險平均解約率(但第一保單年度平均解約率之差異也很小,僅0.16%)。

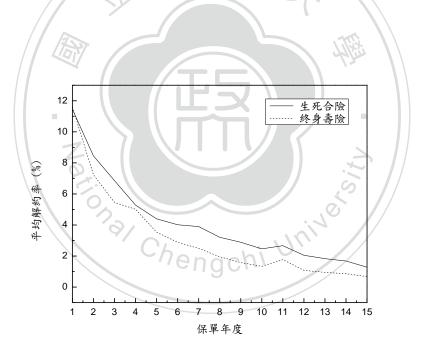


圖 1 生死合險及終身壽險各保單年度之平均解約率

<sup>6</sup> 平均係指第n保單年度之解約率於所有觀察年度下之平均。

表 1 生死合險解約率之敘述統計量(單位:%)

|      | PY1     | PY2     | PY3     | PY4     | PY5     | PY6    | PY7               | PY8    | PY9    | PY10    | PY11    | PY12    | PY13   | PY14   | PY15   |
|------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|-------------------|--------|--------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|
| 平均   | 11.4470 | 8.4522  | 6.8588  | 5.2803  | 4.3959  | 4.0141 | 3.8966            | 3.2058 | 2.8899 | 2.4638  | 2.6667  | 2.0474  | 1.8329 | 1.6794 | 1.2791 |
| 標準差  | 5.4953  | 2.3187  | 1.5386  | 1.3112  | 1.2069  | 1.5068 | 0.9937            | 1.0252 | 1.0097 | 0.9817  | 1.1166  | 0.8866  | 0.8541 | 0.8367 | 0.5864 |
| 最大值  | 21.5287 | 12.1199 | 9.3767  | 7.7519  | 6.6216  | 8.4216 | 6.4959            | 6.3863 | 5.8836 | 4.4643  | 4.9745  | 3.8160  | 4.1848 | 4.7870 | 3.3595 |
| 最小值  | 4.9096  | 4.2774  | 3.5194  | 2.8315  | 1.7769  | 1.3528 | 2.3748            | 1.8209 | 1.6680 | 1.2495  | 0.9021  | 0.5624  | 0.5410 | 0.4678 | 0.5048 |
| 中位數  | 9.8160  | 8.5962  | 7.2255  | 5.4873  | 4.4978  | 4.0707 | 3.9234            | 3.0130 | 2.6413 | 2.1856  | 2.7143  | 1.9270  | 1.6320 | 1.5908 | 1.1264 |
| 偏態   | 0.3055  | -0.1066 | -0.7936 | -0.3484 | -0.5256 | 0.7286 | 0.8722            | 1.4100 | 1.1340 | 0.7091  | 0.3859  | 0.4628  | 0.9311 | 2.0751 | 1.9852 |
| 峰度   | -1.5742 | -0.9381 | 0.2957  | -0.2934 | 0.3180  | 1.8246 | 1.3563            | 2.6126 | 1.6815 | -0.7460 | -0.5158 | -0.5161 | 0.8716 | 7.2778 | 5.7499 |
| 觀測個數 | 25      | 25      | 25      | 25      | 25      | 25 /   | e <sup>25</sup> q | 25     | 25     | 25      | 25      | 25      | 25     | 25     | 25     |

表 2 終身壽險解約率之敘述統計量(單位:%)

|      | PY1     | PY2     | PY3     | PY4    | PY5     | PY6    | PY7                 | PY8     | PY9    | PY10   | PY11   | PY12    | PY13    | PY14   | PY15    |
|------|---------|---------|---------|--------|---------|--------|---------------------|---------|--------|--------|--------|---------|---------|--------|---------|
| 平均   | 11.6090 | 7.2404  | 5.4517  | 5.0133 | 3.5359  | 2.8853 | 2.4892              | 1.9558  | 1.5754 | 1.3347 | 1.7732 | 1.0791  | 0.9449  | 0.8600 | 0.6740  |
| 標準差  | 4.3103  | 2.3723  | 1.1475  | 1.9595 | 1.1969  | 1.0348 | 1.1686              | 0.7427  | 0.9366 | 0.7041 | 1.1634 | 0.5809  | 0.5691  | 0.8564 | 0.5008  |
| 最大值  | 26.9982 | 11.9539 | 7.7500  | 9.9661 | 6.3368  | 5.1594 | 5.5194              | 3.2507  | 5.1742 | 3.1274 | 4.7120 | 2.3632  | 1.9251  | 4.1522 | 1.6761  |
| 最小值  | 6.9666  | 2.6135  | 2.8813  | 2.0641 | 1.2901  | 0.7642 | 1.0213              | 0.3279  | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000  | 0.0000  | 0.0000 | 0.0000  |
| 中位數  | 10.6440 | 7.1136  | 5.4236  | 4.7184 | 3.4679  | 2.8162 | 2.2139              | 1.8092  | 1.4059 | 1.2805 | 1.4720 | 1.1575  | 0.9952  | 0.8283 | 0.7810  |
| 偏態   | 2.0685  | 0.0370  | -0.1373 | 0.9718 | 0.3434  | 0.4410 | 1.3298              | 0.1014  | 2.2729 | 0.4753 | 1.3099 | -0.2093 | -0.1649 | 2.3705 | -0.0743 |
| 峰度   | 5.9559  | -0.6024 | -0.1871 | 0.7414 | -0.0156 | 0.4445 | 1.2961              | -0.2483 | 8.9310 | 1.2231 | 1.0466 | 0.2269  | -0.4865 | 8.6915 | -0.8710 |
| 觀測個數 | 25      | 25      | 25      | 25     | 25      | 25     | h 25 <sub>n</sub> c | 25      | 25     | 25     | 25     | 25      | 25      | 25     | 25      |

值得注意的是,本研究將以30歲之「男性」為對象進行「年繳」保費及準備金之實證計算,但為沿用杜於叡(2014)之主成分模型(其模型以「性別合計」、「體檢別合計、「年齡合計」、「月繳年繳」之解約率估計所得),故本研究仍使用「性別合計」、「月繳年繳」之解約率作為後續分析之資料。

由圖 2 及圖 3 可看出不論是生死合險或終身壽險,「男性」之平均解約率與「性別合計」之平均解約率差異非常小,故本研究使用杜於叡 (2014)以「性別合計」找出之主成分模型而得之動態解約率作為定價時「男性」保戶之解約率應不會造成太大誤差。由圖 5 可知終身壽險之「年繳」解約率與「月繳年繳」解約率越勢幾乎相同,惟生死合險之「年繳」解約率與「月繳年繳」解約率於第二保單年度及第十四保單年度之解約率趨勢稍有不同(圖 4),但杜於叡 (2014)已觀察所有繳費頻率後發現月繳及年繳之解約率趨勢最為接近,為簡化後續分析之複雜性,故其將月繳及年繳合併為一類:「月繳年繳」,本研究為使用其主成分模型以取得保單定價時之動態解約率,將遵循其分類以「月繳年繳」之解約率進行後續分析。雖然此舉可能使定價結果稍有誤差,但本研究之最終目的為比較不同情境下之保費及準備金之差異,為使比較之基準符合公平原則,本研究計算任何情境下之保費及準備金之差異,為使比較之基準符合公平原則,本研究計算任何情境下之解約率都將以「性別合計」、「月繳年繳」之解約率進行計算,如此並不會受到上述之缺失而影響到保費及準備金之比較結果。

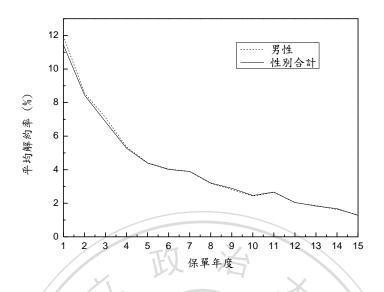


圖 2 生死合險男性、性別合計之平均解約率比較圖

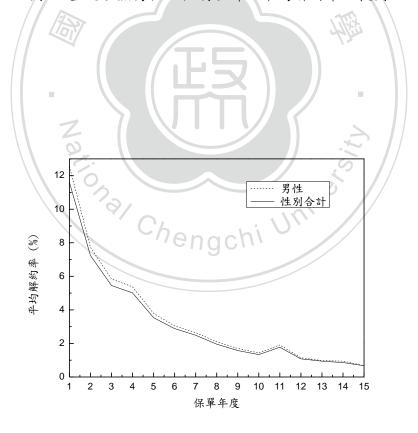


圖 3 終身壽險男性、性別合計之平均解約率比較圖

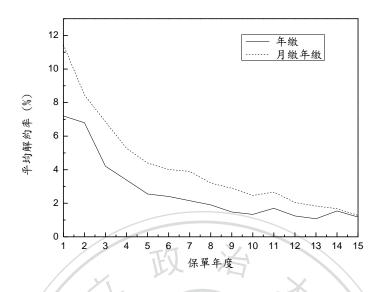


圖 4 生死合險年繳、月繳年繳之平均解約率比較圖

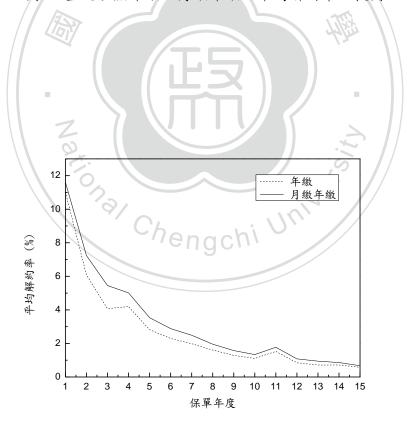


圖 5 終身壽險年繳、月繳年繳之平均解約率比較圖

## 第二節 研究流程

本研究目的為了解傳統商品定價方式(忽略解約慮可能為動態、受其他因素 影響)對保費及準備金之影響,故首先應取得動態解約率資料,再藉由此動態解 約率進行保費及準備金試算,最後比較各種情境下之試算結果。

本研究之研究步驟如下。

#### 步驟1:模擬外生變數

參考杜於叡 (2014)以主成分方法模擬未來解約率之作法,首先將針對外生變數(失業率、利率、通膨率)進行模擬<sup>7</sup>。失業率、利率、通貨膨脹率皆為時間序列資料,故對其進行模擬前應先檢測其是否為定態資料。確認外生變數為定態資料後,即可建構三外生變數之模型。值得注意的是,若外生變數為 $I(1)^8$ ,則需考量這三個外生變數間是否存在長期關係(共整合),因此將進行失業率、利率、通貨膨脹率之共整合檢定,若外生變數間存在共整合現象,則採用誤差修正模型建構外生變數模型;若無共整合現象,則使用 VAR 模型。外生變數模型建構流程如圖 6 所示。建構外生變數模型後,即對三外生變數進行模擬,模擬期間 20年,模擬次數 10,000 次。

<sup>&</sup>lt;sup>7</sup> 因依杜於叡 (2014)之研究結果顯示此份解約率資料之主成分模型受外生變數(失業率、利率、通貨膨脹率)影響。

<sup>8</sup>數列原為非穩定,若經過一次差分後即成為穩定數列則稱此數列為I(1)數列。

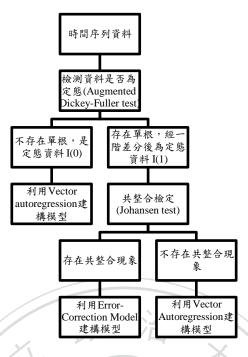


圖 6 外生變數模型建構流程

#### 步驟 2:模擬解約率

將步驟 1 模擬之外生變數代入杜於叡 (2014)之主成分模型中,藉此模擬出未來 20 年之主成分分數,模擬次數 10,000 次,並將模擬之主成分分數結果轉回各保單年度之解約率,完成動態解約率之模擬。動態解約率之模擬結果將為每一保單年度皆有未來 20 年之解約率,模擬次數 10,000 次,惟本研究將利用此動態解約率之模擬結果進行保費及準備金計算,故將擷取出第一保單年度於未來第一年之解約率做為計算保費及準備金時第一保單年度之解約率、第二保單年度於未來第二年之解約率做為計算保費及準備金時第二保單年度之解約率、第二保單年度於未來第二年之解約率做為計算保費及準備金時第二保單年度之解約率……以此類推。

#### 步驟 3: 計算保費及準備金並進行比較

計算不同情境下之保費及準備金並觀察其差異,以了解傳統精算之商品定價 方式將造成多大之誤差。本研究將以台灣某壽險公司之商品精算假設進行保費及 準備金試算,並以30歲男性為對象,險種包含生死合險及終身壽險。

## 第三節 研究方法

#### 一 定態檢定(Stationarity Tests)

定態分為強勢定態(Strongly Stationary)及弱勢定態(Weakly Stationary),強勢定態指序列之分配函數不會隨時間而改變,但實務上少有序列能滿足強勢定態條件;弱勢定態係指能滿足下列條件之序列 $(y_t)$ :

$$E(y_t) = \mu \text{ (constant)} \tag{2}$$

$$var(y_t) = \sigma^2 (constant)$$
 (3)

$$cov(y_t, y_{t-s}) = cov(y_{t-j}, y_{t-j-s}) = \gamma_s (constant)$$
 for all j (4) 亦即序列之平均數、標準差、共變異數皆不隨時間而改變。

在時間序列相關研究中,確認序列定態與否為首要項目,若序列為非定態 (Non-Stationary),則過去之隨機衝擊將會累積並產生永久之影響,許多統計量值 皆會失去其作用,Granger and Newbold (1974)指出若使用非定態資料進行統計分析,會產生虛假迴歸(Spurious Regression)現象,即無相關之變數卻有相當高之判定係數(R²),因此若以非定態資料進行統計分析,其結果將是無意義的。本研究以單根檢定(Augmented Dickey-Fuller Test, ADF Test)判斷失業率、利率、通貨膨脹率是否為定態序列。ADF Test 由 Said and Dickey (1984)提出,為 Dickey-Fuller Tests (DF Tests; Dickey and Fuller (1981))之推廣,DF Tests 僅能應用在一階自我迴歸模型(AR(1))且誤差項須符合白噪音(White Noise),但實際上序列可能存在序列相關而無法滿足白噪音的假設,ADF Test 加入應變數之落後項解決此問題(透過落後項期數的選擇以滿足白噪音的假設)。ADF Test 檢定三種模式下序列是否存在單根現象(若存在單根則序列為非定態),虛無假設皆為γ = 0(至少有一單根存在)。

模式一:無截距項且無時間趨勢

模式二:包含截距項但無時間趨勢

$$\Delta y_t = a_0 + \gamma y_{t-1} + \sum_{i=1}^p \beta_i \Delta y_{t-i-1} + \varepsilon_t$$

$$\not \pm \psi \gamma = -\left(1 - \sum_{i=1}^p a_i\right), \beta_i = \sum_{j=i}^p a_j$$
(6)

模式三:包含截距項及時間趨勢

$$\Delta y_{t} = a_{0} + \gamma y_{t-1} + a_{2}t + \sum_{i=1}^{p} \beta_{i} \Delta y_{t-i-1} + \varepsilon_{t}$$

$$\sharp + \gamma = -\left(1 - \sum_{i=1}^{p} a_{i}\right), \beta_{i} = \sum_{j=i}^{p} a_{j}$$
(7)

當序列為非定態時,實務上常見之處理方式為將序列進行差分。

## 二 共整合檢定(Cointegration Test)

過去面對非定態序列時通常將其差分以使其成為定態序列,此舉雖然解決了非定態序列之問題,但若序列間存在長期關係,經由差分也會一併被消除,因此在面對非定態之時間序列資料時,亦需注意序列間是否存在長期均衡關係。 Granger (1981)提出數個I(1)序列變數若能透過某種線性組合即能使其成為定態序列,則表示數個序列變數間存在長期穩定之均衡狀態,並稱數列間具有共整合關係。Granger and Engle (1987)提出兩階段共整合分析方法,且其共整合定義如 下:

假設 $y_t$ 為 $(n \times 1)$ 之向量 $,y_t \sim I(d),$ 若存在一向量a,使得 $a'y_t \sim I(d-b),$ 則稱 $y_t$ 存在(d,b)階之共整合關係,而向量a則稱為共整合向量。

兩階段共整合分析方法雖然易於計算但有數種限制:

- 兩階段共整合分析方法無法處理多個共整合關係的存在(其假設模型間僅有 一共整合關係)。
- 兩階段共整合分析方法可能不具效率,因在第一階段估計共整合關係式時產生之誤差,會被延續至下一階段。

針對上述缺失,Johansen (1991)提出以最大概似估計法檢定序列間之共整合關係。Johansen 之最大概似估計法容許序列同時存在兩個以上之共整合關係,並提出兩種決定共整合個數之檢定統計量,包括 Maximal Eigenvalue Test 及 Trace Test。

Maximal Eigenvalue Test 之虛無假設為序列間最多存在r個共整合向量,對立假設為存在r+1個共整合向量,檢定統計量為 $\hat{\lambda}_{max}=-Tln(1-\hat{\lambda}_{q+1})$ ,其中T為樣本數, $\hat{\lambda}_{q+1}$ 為特性根。Trace Test 之虛無假設為序列間最多存在r個共整合向量,對立假設為至少存在r+1個共整合向量,檢定統計量為 $\hat{\lambda}_{trace}=-T\sum_{j=q+1}^{n}\ln(1-\hat{\lambda}_{j})$ 。

綜合以上討論及參考 Kuo, Tsai, Chen (2003)之共整合檢定流程,本研究執行 共整合檢定之步驟如下:

步驟 1:確定所有序列變數皆為 I(1)

步驟 2:決定 VAR 模型之最適落後期數

本研究將以實務上最常用之 Akaike information criterion (AIC)及 Bayesian information criterion (BIC)法判斷 VAR 模型之最適落後期數,選擇 AIC 與 BIC 最小者做為最適落後期數,做為後續進行共整合檢定時之落後期數依據,若 AIC 與 BIC 之最終選擇結果不同將以 BIC 為準(BIC 較 AIC 更精確)。

#### 步驟 3:執行共整合檢定,並找出共整合向量個數

利用 Johansen 之最大概似估計法進行共整合檢定,並以 Maximal Eigenvalue Test 及 Trace Test 找出共整合向量個數。

#### 步驟 4:估計誤差修正模型

若序列皆為I(1),且序列間存在共整合關係,此時若僅以定態化後之序列進行 VAR 模型估計,將會流失序列間長期關係之訊息,因此需改以誤差修正模型進行模型建構。

$$\Delta y_t = \mu + \gamma y_{t-1} + \xi_1 \Delta y_{t-1} + \dots + \xi_p \Delta y_{t-p+1} + \varepsilon_t \tag{8}$$
  
其中 $\Delta$ 指一階差分, $\mu$ 為截距項, $p$ 為最適落後期數

## 三 主成分分析

主成分分析為一維度簡化之方法,若原始資料有過多重複資訊,透過主成分分析即可將資料濃縮。主成分分析可將k個相關之原始變數轉變為m個(m < k)獨立之主成分(新變數),主成分為原始變數之線性組合,且由此m個主成分即能解釋原始變數大部分之變異,其中第一個主成分能解釋原始資料最大的變異量,第二個主成分能解釋最多第一個主成分未能解釋之總變異,以此類推,由此可知主成分分析具有減少資料複雜性之好處。

主成分分析之參考步驟如下所述:首先將原始變數進行標準化,並計算相關係數矩陣 $C_{k\times k}$ ,接著計算相關係數矩陣 $(C_{k\times k})$ 之特徵值及特徵向量 $(\Omega_{k\times k})$ ,依據主成分之累積解釋能力選取適當之主成分個數,最後將原始資料代入主成分式子

中即可得主成分分數( $S_{T\times k}=X_{T\times k}\times\Omega_{k\times k}$ ,其中 $X_{T\times k}$ 為原始變數)。值得注意的是 對標準化資料而言,實務上常使用特徵值大於 1 法則 (eigenvalue-greater-than-one rule)作為選取主成分個數之依據,但杜於叡 (2014) 選取主成分個數之方法稍有不同,其使用主成分分析之目的為利用主成分模型進行預測及模擬,若採特徵值大於 1 法則選取主成分個數,可能會有解釋力不足之問題,無法充分捕捉原始變數之變異,故其以主成分之累積解釋能力為選取主成分個數之標準(選取累積解釋能力達 90%以上之主成分個數,因若解釋能力低於 90%則其解釋能力稍嫌不足,而解釋能力高於 90%所需之主成分個數可能又過多便不符合主成分分析簡化變數之意義)。

杜於叡 (2014)將m個主成分之分數視為m個時間序列,並以 ARMA 模型配 適主成分分數,同時觀察各主成分和外生變數之關係以完成主成分分數模型之建構,最後以 ARMA 模型建構主成分分數之模型。本研究將沿用其主成分分數模型模擬未來之主成分分數,並將結果透過 $\Omega_{k \times k}^{-1}$ 轉變回原始變數(即各保單年度之解約率),以完成動態解約率之模擬(詳細內容請見第四章第二節)。

#### 四 保險費計算

本研究之保險費係指總保險費(Gross Premiums),總保險費為要保人真正繳交給保險公司之金額,總保費包含純保費(Pure Premiums,為應付未來死亡給付或相關給付所收取之費用,反映被保險人之未來損失大小)及附加費用(Loadings,保險公司經營之必須開支,如保險業務員之佣金、被保險人之體檢費、管理費用、保險公司預期獲得之利潤......等)),其中附加費用依其性質又可分為三類:依保費之比例計算之費用(Per-premium Expenses)、依保額之比例計算之費用(Per-policy Expenses)、固定費用(Fix Expenses)。

本研究將參考台灣某壽險業者之商品定價精算假設,並以30歲男性為對象進行其年繳保費之試算,試算險種包含20年期之生死合險及終身壽險(繳費期間20年,還本),給付項目有死亡給付、生存給付、解約給付,費用部分包括佣金、固定費用及安定基金之提撥。本研究將利用未來預期現金流入與未來預期現金流出相等之方法計算總保費。(假設保費及費用皆在期初發生,理賠項目則於期末給付)

PV(未來預期保費收入)

$$G \times \sum_{t=0}^{19} {}_{t} p_{30}^{(\tau)} \cdot v^{t}$$

$$= \sum_{t=1}^{20} \left[ (b_{t} \cdot {}_{t-1} p_{30}^{(\tau)} \cdot q_{30+t-1}^{(d)} + S_{t} \cdot {}_{t} p_{30}^{(\tau)} + W_{t} \cdot q_{30+t-1}^{(w)} \right]$$

$$\cdot {}_{t-1} p_{30}^{(\tau)}) + (G \cdot CM_{t} \cdot {}_{t} p_{30}^{(\tau)} + E_{t} \cdot {}_{t} p_{30}^{(\tau)} + G \cdot SF_{t} \cdot {}_{t} p_{30}^{(\tau)}) \right]$$

$$\cdot v^{t}$$

$$(10)$$

其中G為總保險費

$$q_{30+t-1}^{(d)}$$
指 $(30+t-1)$ 歲之人在一年內死亡之機率

$$q_{30+t-1}^{(w)}$$
指(30+t-1)歲之人在一年內解約之機率

$$_{t}p_{30}^{(\tau)}$$
指 30 歲之人在 $t$ 年內之殘存率 $\left( _{t}p_{30}^{(\tau)}=1- _{t}q_{30}^{(d)}- _{t}q_{30}^{(w)} \right)$ 

 $b_t$ 為第t年之死亡保險金

S,為第t年之生存保險金

W,為第t年之解約金

 $CM_t$ 為第t年之總佣金率  $E_t$ 為第t年之固定費用  $SF_t$ 為第t年之安定基金提撥率

#### 五 準備金計算

一般而言人類死亡率隨年齡上升而增加,故若依被保險人預期損失方式定價則年齡大之被保險人將被收取較高之保險費,此種會隨死亡率增大而增加之保險費稱為自然保費。然而,實務上壽險公司收取之保險費每期固定,此種保險費稱為平準保費,自然保費與平準保費關係之示意圖如圖 7,由圖 7 可知被保險人於早年繳交之平準保費將高於所需之自然保費,但在老年時所需之自然保費卻少於實際繳交之平準保費,故壽險公司需將被保險人於早年「超繳部分之保險費」提存以填補被保險人老年時不足之保險費部分,此提存之金額即稱為準備金。計算準備金之方式有過去法(Retrospective Method)及未來法(Prospective Method),兩種方法計算之準備金金額會相同,惟基於計算之方便性,本研究將以觀察各期現金流量之方式計算準備金:

$$(V_{k-1} + G(1 - CM_t - SF_t) - E_t)(1 + i_t)$$

$$= q_{30+k-1}{}^{(d)}b_t + q_{30+k-1}{}^{(w)}W_t + p_{30+k-1}{}^{(\tau)}V_k$$
(11)

其中Vk為第k期之準備金

G為總保險費

b,為第t年之死亡保險金

W,為第t年之解約

i,為第t年之利率

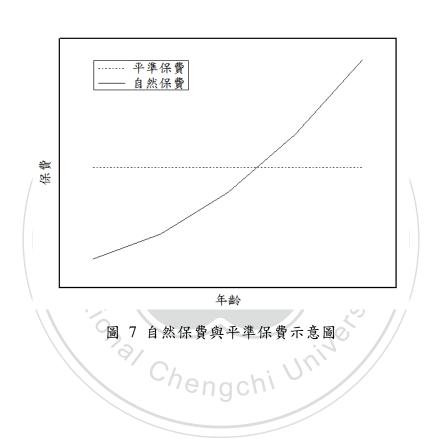
 $q_{30+k-1}^{(d)}$ 指(30+k-1)之人在一年內死亡之機率  $q_{30+k-1}^{(w)}$ 指(30+k-1)之人在一年內解約之機率

$$p_{30+k-1}^{(\tau)}$$
指 $(30+k-1)$ 之人存活超過一年之機率 
$$(p_{30+k-1}^{(\tau)}=1-q_{30+k-1}^{(d)}-q_{30+k-1}^{(w)})$$

CMt為第t年之總佣金率

 $E_t$ 為第t年之固定費用

 $SF_t$ 為第t年之安定基金提撥率



## 第四章 實證結果

此章將遵循第三章第二節所述之研究流程,以實際取得之資料進行實證分析, 並說明其結果。

## 第一節 模擬外生變數

由杜於叡 (2014)研究結果可知,將保發中心提供之壽險解約率資料進行主成分分析後所得之主成分其主成分分數與失業率、利率及通貨膨脹率等外生變數有關,故模擬未來主成分分數並將其轉回各保單年度解約率前,應先模擬出所需之未來失業率、利率及通貨膨脹率。

為配合本研究使用之解約率樣本期間,失業率、利率、通貨膨脹率亦將使用 1987 年至 2011 年之資料,資料來源為 Datastream 資料庫。失業率為性別合計失業率;利率為 180 天期之商業本票次級市場利率,此處使用次級市場利率而非初級市場利率原因為次級市場又稱為交易市場或流通市場,資金流動率較初級市場高,較可代表實際市場利率走勢。

失業率、利率、通貨膨脹率皆為時間序列資料,故進行進一步分析前應先檢測其是否為定態序列,本研究使用之檢定方法為 ADF test,檢定模式共三種,結果如表 3 所示。檢定結果顯示失業率不論在任何模式下皆存在單根,為非定態序列;利率及通貨膨脹率在有截距項且有時間趨勢項之模式下不存在單根,但在其他模式下皆顯示其存在單根,故將利率及通貨膨脹率判斷為非定態資料。

本研究使用對非定態序列進行一階差分試圖將其轉變為定態序列,並再次利用 ADF test 檢驗一階差分後之序列是否為定態,檢定結果如表 4 所示。由表 4

可得,一階差分後之失業率、利率、通貨膨脹率皆不存在單根,為定態之序列。

表 3 外生變數 ADF 單根檢定結果

| 模式/外生變數      | 失業率    | 利率       | 通貨膨脹率    |
|--------------|--------|----------|----------|
| 有截距項、有時間趨勢項  | -2.846 | -3.729** | -3.616** |
| 有截距項、沒有時間趨勢項 | -0.985 | -0.563   | -2.698   |
| 沒有截距項、沒有趨勢項  | 0.3513 | -0.757   | 1.567    |

註:\*\*代表顯著水準 5%

表 4 外生變數一階差分後 ADF 單根檢定結果

| 模式/外生變數      | 失業率       | 利率        | 通貨膨脹率     |
|--------------|-----------|-----------|-----------|
| 有截距項、有時間趨勢項  | -3.620**  | -3.455*   | -5.018*** |
| 有截距項、沒有時間趨勢項 | -3.775*** | -3.487**  | -5.355*** |
| 沒有截距項、沒有趨勢項  | -3.744*** | -3.500*** | -6.799*** |

註:\*代表顯著水準10%、\*\*代表顯著水準5%、\*\*\*代表顯著水準1%

經由 ADF test 結果可知失業率、利率、通貨膨脹率皆為 I(1)之序列,故應考慮三變數間是否存在長期均衡關係(共整合現象)。依第三章第三節提及之共整合檢定步驟,需先求得 VAR 之最適落後期數,最適落後期數之判斷將以實務常用之 AIC 及 BIC 準則為依據,各落後期數之 AIC、BIC 結果如表 5 所示,由表 5 可知,不論 VAR 模型中是否包含截距項,皆以落後一期之 AIC、BIC 為最小,因此三變數之 VAR 模型最適落後期數應定為 1。本研究以 Johansen test 進行三變數之共整合關係檢定,檢定結果如表 6、表 7 所示,Maximum Eigenvalue test及 Trace test 都拒絕「沒有整合向量」的虛無假設,但無法拒絕「最多只有 1 個整合向量」的虛無假設,因此推論此三變數間應存在一個共整合向量。

表 5 VAR 模型之落後期數選擇

|      | 有截       | 距項       | 沒截距項     |          |  |  |
|------|----------|----------|----------|----------|--|--|
| 落後期數 | AIC      | AIC BIC  |          | BIC      |  |  |
| 1    | 208.8384 | 230.0434 | 204.4187 | 222.0895 |  |  |
| 2    | 218.8278 | 250.6353 | 215.0029 | 243.2762 |  |  |
| 3    | 225.0656 | 267.4755 | 233.0648 | 261.9406 |  |  |
| 4    | 224.1219 | 277.1344 | 232.1391 | 281.6174 |  |  |
| 5    | 229.0096 | 292.6245 | 240.8302 | 300.9109 |  |  |

表 6 Johansen 共整合檢定結果(檢定方式: Maximum Eigenvalue test)

| 虚無假設        | 對立假設                   | 檢定統計     | 0.05 臨界 |
|-------------|------------------------|----------|---------|
| 座 杰 权 政     | 到亚版政                   | ◎量       | 值       |
| 沒有整合向量(r=0) | 存在 1 個共整合向量<br>(r = 1) | 42.7948* | 22.2996 |
| 最多存在1個整合向量  | 存在2個共整合向量              | 8.5647   | 15.8921 |
| $(r \le 1)$ | (r=2)                  | 0.5017   | 13.0721 |
| 最多存在2個整合向量  | 存在3個共整合向量              | 1.9797   | 9.1645  |
| $(r \le 2)$ | (r=3)                  | 1.9/9/   | 9.1043  |

表 7 Johansen 共整合檢定結果(檢定方式: Trace test)

| # /s /nz →n.        | ا المد 1/12 مد اغاد.<br>المد 1/12 مد اغاد | 檢定統計      | 0.05 臨界 |
|---------------------|---|-----------|---------|
| 虚無假設                | 對立假設                                      | 量         | 值       |
| 次 去 較 人 台 昌 (r - 0) | 至少存在1個共整合向量                               | 53.3392*  | 35.1928 |
| 沒有整合向量(r = 0)       | $(r \ge 1)$                               | 33.3392** | 33.1928 |
| 最多存在1個整合向量          | 至少存在2個共整合向量                               | 10.5445   | 20.2618 |
| $(r \le 1)$         | $(r \ge 2)$                               | 10.3443   | 20.2018 |
| 最多存在2個整合向量          | 存在3個共整合向量                                 | 1 0707    | 0.1645  |
| ( <i>r</i> ≤ 2)     | (r=3)                                     | 1.9797    | 9.1645  |

失業率、利率及通貨膨脹率皆為 I(1)序列且存在共整合關係,故應使用誤差 修正模型建構三外生變數之模型,才不會忽略變數間長期關係之訊息。依據失業 率、利率、通貨膨脹率樣本資料建構之 ECM 模型如式(12)、(13)、(14)。

$$\begin{aligned} dUnemp_t &= -0.2580 \\ &\times (Unemp_{t-1} + 0.3637 \times CP2_{t-1} + 0.2650 \times Infla_{t-1} \\ &- 5.3264) + 0.6429 \times dUnemp_{t-1} - 0.0019 \times dCP2_{t-1} \\ &+ 0.2220 \times dInfla_{t-1} \end{aligned} \tag{12}$$

$$\begin{split} dCP2_t &= -1.6907 \\ &\times ((Unemp_{t-1} + 0.3637 \times CP2_{t-1} + 0.2650 \times Infla_{t-1} \\ &- 5.3264) + 0.3174 \times dUnemp_{t-1} + 0.3542 \times dCP2_{t-1} \\ &- 0.0103 \times dInfla_{t-1} \end{split} \tag{13}$$

$$dInfla_{t} = -1.4333 \times (Unemp_{t-1} + 0.3637 \times CP2_{t-1} + 0.2650 \times Infla_{t-1} - 5.3264) - 0.3443 \times dUnemp_{t-1} + 0.1790$$

$$\times dCP2_{t-1} - 0.4807 \times dInfla_{t-1}$$

$$(14)$$

依建構之 ECM 模型對失業率、利率、通貨膨脹率進行模擬,模擬期間 20 年、模擬次數 10,000 次。三變數模擬結果如圖 8、圖 9 及圖 10 所示,模擬期間 20 电之平均失業率、平均利率及平均通貨膨脹率皆出現微微上升之趨勢,但幅度不

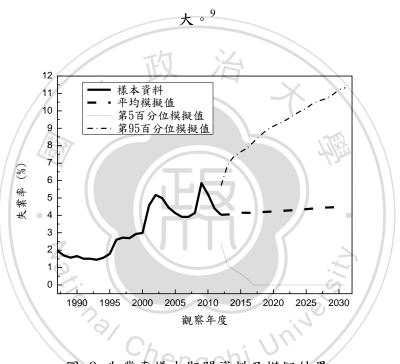


圖 8 失業率樣本期間資料及模擬結果

29

<sup>9</sup> 圖中之平均模擬值、第5百分位模擬值、第95百分位模擬值係將模擬出之負失業率、負利率 改為0後計算而得。平均係指各觀察年度中10,000次模擬結果之平均。

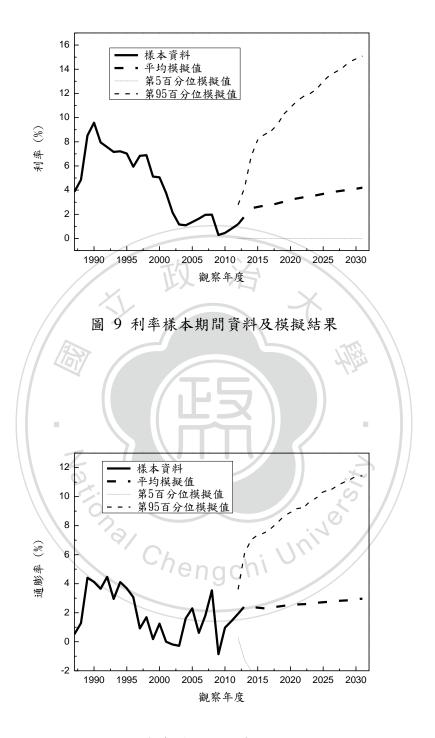


圖 10 通膨率樣本期間資料及模擬結果

### 第二節 模擬解約率

杜於叡 (2014)以主成分分析找出影響解約率之主要成分,解約率資料經主成分分析後依累積解釋能力 90%以上作為選取主成分個數之標準,生死合險共取六個主成分,終身壽險則取八個主成分,其將各主成分視為時間序列,並以ARMA 模型對主成分進行配適(杜於叡首先檢驗主成分是否存在單根,若存在單根則將其取一階差分並配適一階差分後之主成分(如生死合險之第一、第二、第四及第五主成分),同時觀察失業率、利率及通貨膨脹率與各主成分之相關性,主成分模型建構結果如表 8 所示。

本研究延用杜於叡 (2014)之主成分模型以模擬主成分分數,模擬期間 20 年,模擬次數 10000 次,並將主成分分數模擬結果透過線性轉換轉變回各保單年度之解約率以完成解約率之模擬(若轉換回解約率之結果為負,則將其改為 0,因負解約率不合理)。各保單年度之解約率皆會有未來 20 年之模擬值,因本研究後續係要將模擬之解約率用於保費與準備金計算,故將擷取第一保單年度於未來第一年之模擬值作為第一保單年度解約率、第二保單年度於未來第二年之模擬值作為第二保單年度解約率……以此類推。經前述整理後將使用於保費及準備金計算之各保單年度解約率如圖 11、圖 12 所示,其敘述統計量見表 9、表 10,如同解約率樣本資料之特性,不論生死合險或終身壽險,模擬之解約率平均值及標準差皆為第一保單年度最大,解約率平均值隨保單年度增加而遞減。

$$X_{t} = c + \alpha_{1} \cdot X_{t-1} + \alpha_{2} \cdot X_{t-2} + \beta_{1} \cdot \varepsilon_{t-1} + \beta_{2} \cdot \varepsilon_{t-2} + \beta_{3} \cdot \varepsilon_{t-3} + \beta_{4} \cdot \varepsilon_{t-4} + \varepsilon_{t} + \gamma_{1} \cdot unemp \cdot \varepsilon_{t} \sim N(0, \sigma)$$

$$\tag{15}$$

表 8 各主成分 ARMA 模型係數

| X    | С       | $\alpha_1$ | $\alpha_2$   | $eta_1$ | $eta_2$    | $eta_3$  | $eta_4$ | $\gamma_1$ | σ       |
|------|---------|------------|--------------|---------|------------|----------|---------|------------|---------|
|      |         |            |              | 生多      | 死合險        |          |         |            |         |
| dPC1 | _       | _          | -0. 5740     | <u></u> | 0. 9998    | _        | _       | -0. 3570   | 1.6766  |
| dPC2 | -       | -0.5924    | - //         | 0. 4470 | -0.5281    | -        | _       | -          | 2.4067  |
| PC3  | -       | 0.6128     | <u>/</u> / × | 0.6108  | - 7        | <u> </u> | -       | -          | 2. 4181 |
| dPC4 | -       | -          | -0. 4450     |         | 0. 9549    |          | _       | -          | 1. 2458 |
| dPC5 | -       | -          | -0. 6796     | -/      | 0.9060     | 0. 2423  | -       | -          | 1.1956  |
| dPC6 | -       | -          | -0. 3842     | 4 4     | 0.9199     | / - II   | _       | -          | 1.6051  |
|      |         |            | Z            |         | 身壽險        | >        |         |            |         |
| PC1  | -       | 0.7507     | - 85.07      | -       |            | \$       | -       | -          | 2. 2236 |
| PC2  | -0.3073 | 0.7623     | 1/4 %        | 3/ -    |            | -0. 9999 | _       | -          | 1.5132  |
| PC3  | _       | 1.0608     | -0. 3540     | 'Cher   | rachi Un   | `        | _       | _          | 1. 2172 |
| dPC4 | _       | _          | -            | -0.3488 | -0. 2491   | _        | 0.6363  | _          | 1.4022  |
| dPC5 | -       | _          | _            | 0. 3300 | -0.6698    | _        | _       | _          | 1. 1587 |
| PC6  | _       | 0.4892     | _            | _       | _          | _        | _       | _          | 1. 2395 |
| PC7  | _       | _          | _            | 1. 3221 | 32 0. 9137 | _        | _       | _          | 0. 7359 |
| PC8  | -       | 0.8492     | _            | -       | -          | _        | _       | -          | 1.1678  |

註:d指一階差分,若主成分有差分則殘差項亦進行差分,unemp為失業率。資料來源:杜於叡(2014),建構台灣壽險業解約率期限結構

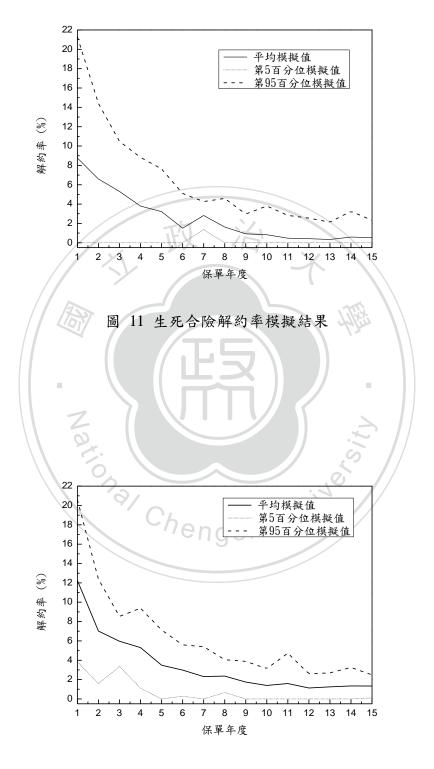


圖 12 終身壽險解約率模擬結果

表 9 生死合險解約率模擬結果之敘述統計量 (單位:%)

|     | PY1     | PY2     | PY3     | PY4     | PY5     | PY6    | PY7     | PY8    | PY9    | PY10   | PY11   | PY12   | PY13   | PY14   | PY15   |
|-----|---------|---------|---------|---------|---------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 平均  | 8.7627  | 6.5921  | 5.3073  | 3.7953  | 3.2209  | 1.5051 | 2.8199  | 1.6300 | 0.9212 | 0.8330 | 0.4736 | 0.4228 | 0.3427 | 0.5902 | 0.5240 |
| 標準差 | 6.9973  | 4.4612  | 3.0766  | 2.8245  | 2.4857  | 1.7560 | 0.8776  | 1.5597 | 1.0366 | 1.3548 | 1.0245 | 0.9209 | 0.7580 | 1.1619 | 0.8238 |
| 最大值 | 37.3456 | 23.9317 | 17.3283 | 16.1898 | 14.6099 | 9.9786 | 5.8617  | 9.1412 | 6.8646 | 8.5030 | 7.6890 | 7.8732 | 5.8046 | 9.6154 | 5.1965 |
| 最小值 | 0.0000  | 0.0000  | 0.0000  | 0.0000  | 0.0000  | 0.0000 | 0.0000  | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 中位數 | 8.1253  | 6.4037  | 5.2214  | 3.5536  | 3.0010  | 0.9036 | 2.8205  | 1.3321 | 0.5941 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 偏態  | 0.5704  | 0.3718  | 0.2241  | 0.5160  | 0.5588  | 1.1985 | -0.0042 | 0.8412 | 1.1176 | 1.8945 | 2.6982 | 2.7157 | 2.7224 | 2.4354 | 1.8211 |
| 峰度  | -0.2667 | -0.4064 | -0.4152 | -0.2719 | -0.1976 | 0.9350 | -0.1006 | 0.1263 | 0.7433 | 3.4370 | 7.9111 | 8.3024 | 8.0424 | 6.5815 | 3.1795 |
|     |         |         |         |         |         | $C_h$  | eng     | chi '  | 71,    |        |        |        |        |        |        |

表 10 終身壽險解約率模擬結果之敘述統計量 (單位:%)

|     | PY1     | PY2     | PY3     | PY4     | PY5     | PY6     | PY7     | PY8     | PY9     | PY10    | PY11   | PY12    | PY13    | PY14    | PY15    |
|-----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|
| 平均  | 12.2460 | 7.0202  | 5.9640  | 5.3084  | 3.4884  | 2.9858  | 2.3091  | 2.3674  | 1.7472  | 1.3945  | 1.5917 | 1.1334  | 1.2484  | 1.3470  | 1.3342  |
| 標準差 | 5.0908  | 3.2632  | 1.5780  | 2.4639  | 2.1374  | 1.5806  | 1.7263  | 1.0242  | 1.2308  | 1.0089  | 1.6295 | 0.8192  | 0.8256  | 1.0699  | 0.6989  |
| 最大值 | 32.4735 | 20.8787 | 11.9275 | 14.4464 | 11.3067 | 9.7351  | 9.9726  | 6.9619  | 6.7505  | 6.0947  | 9.7591 | 5.0513  | 4.9484  | 5.9698  | 4.3781  |
| 最小值 | 0.0000  | 0.0000  | 0.0000  | 0.0000  | 0.0000  | 0.0000  | 0.0000  | 0.0000  | 0.0000  | 0.0000  | 0.0000 | 0.0000  | 0.0000  | 0.0000  | 0.0000  |
| 中位數 | 12.2395 | 6.9861  | 5.9496  | 5.3187  | 3.4421  | 2.9579  | 2.1987  | 2.3664  | 1.6778  | 1.3434  | 1.2202 | 1.0751  | 1.2033  | 1.2630  | 1.3338  |
| 偏態  | 0.0486  | 0.1124  | 0.0114  | 0.0582  | 0.2699  | 0.1792  | 0.4978  | 0.0620  | 0.4601  | 0.4450  | 0.9349 | 0.4729  | 0.3902  | 0.5553  | 0.1436  |
| 峰度  | -0.1635 | -0.1438 | -0.0623 | -0.2680 | -0.3910 | -0.2778 | -0.3138 | -0.2060 | -0.2438 | -0.3222 | 0.2695 | -0.2696 | -0.3052 | -0.2433 | -0.2346 |
|     |         |         |         |         |         | $C_h$   | eng     | chi '   | 71.     |         |        |         |         |         |         |

# 第三節 計算保費及準備金並進行比較

本研究將計算各種情境下之保費及準備金,目的為了解以傳統精算方式(忽略解約率為動態)定價將對保費及準備金造成何種影響。以30歲男性為對象,並使用台灣某壽險業者之商品精算假設進行保費與準備金試算,險種包含20年之生死合險及終身壽險(還本)。以下計算皆假設保費與費用於期初發生,給付則於期末發生。

## 一 保費計算與比較

本研究將透過循序漸進之方式改變相關假設,並計算各情境下之保費以比較 不同情境下保費之變化。保費比較流程見圖 13。



### 情境a

完全使用業者之精算假設進行保費計算。相關假設如下:死亡率使用台灣壽險業第四回經驗生命表(90%),利率 4%,解約率假設如附表三,費用部分包含佣金、固定費用、安定基金提撥費用,給付項目包含身故保險金 1,000,000 元、生存保險金 1,000,000 元、解約給付、利差紅利給付、死差紅利給付。

### 情境 b

接續情境a。忽略情境a之利差紅利給付、死差紅利給付。

### 情境c

接續情境b。將死亡率改為台灣壽險業第五回經驗生命表。

### 情境d

接續情境 c。將利率改為模擬利率之各年平均值。此處以模擬利率之各年平均值作為「平均利率」代表目的為增加後續與隨機利率之情境進行保費比較之合理性。

#### 情境e

接續情境 d。將解約率改為模擬解約率之平均值(生死合險模擬解約率之平均值即圖 11 所示之平均模擬值、終身壽險模擬解約率之平均值即圖 12 之平均模擬值)。此處使用模擬解約率之平均值作為「平均解約率」代表目的為增加後續與隨機解約率之情境進行保費比較之合理性。

#### 情境f

接續情境 e。將利率改為模擬之利率。(即隨機利率,共模擬 10,000 次)

#### 情境g

接續情境 f。將解約率改為模擬解約率。(即隨機解約率,共模擬 10,000 次)

註:除隨機解約率外亦考量隨機利率對保費影響之原因為利率改變將同時對保單之現金流出面、現金流入面造成影響(利率影響解約率及折現率)。

#### (一) 生死合險

生死合險保費比較結果如表 11 生死合險各情境保費比較所示。以情境 a 計算之保費為 41,387 元。減少利差紅利給付及死差紅利給付後(情境 b)保費 變為 41,010 元,較情境 a 下降 377 元:當未來預期給付金額較少時,保戶將被收取較少之保險費(由保費計算公式式(9)、式(10)可知)。情境 c 之保費為 40,673 元,較情境 b 減少 337 元:情境 c 使用之第五回經驗生命表死亡率較情境 a、b 使用之第四回經驗生命表死亡率下降約三成,死亡率降低使壽險公司之未來預期死亡給付減少,故保戶須繳交之保費亦下降。情境 d 之保費為 42,337 元,較情境 c 增加 1,664 元:情境 d 下之整體利率平均約 3.21%,較前面情境使用之利率 4%低,利率降低使保費增加。情境 e 之保費為 42,195元,較情境 d 減少 142 元:情境 e 使用的模擬解約率之平均值於各保單年度皆小於前面情境使用之解約率(見附表三),解約率下降使未來預期解約給付減少,故保費降低。

本研究觀察重點自情境 f 開始(探討忽略利率、解約率為隨機將對保費造成多少誤差):情境 e 之保費為於平均利率、平均解約率情境下計算而得(42,195元),情境 f 之保費為於隨機利率、平均解約率之情境下計算,其敘述統計量如表 12 所示<sup>10</sup>,保費之模擬結果平均為 44,653元,較情境 e 增加2,458元,因此若於保單定價時忽略利率為隨機,長期累積之誤差可能會非常大(後續之準備金比較亦可觀察到此現象)。情境 g 將解約率亦改為隨機狀態,保費之計算結果平均為 44,870元(敘述統計量見表 12),較情境 f 增加

henachi

<sup>10</sup> 因利率模擬 10000 次故有 10000 個保費計算結果。

217 元,影響不明顯,本研究推測台灣保戶之解約行為對利率較不敏感,即不易受到市場利率變動而影響其解約機率。由上述分析可知,就本研究之生 死合險而言,定價時是否考量利率為動態將對保費造成最大影響。

表 11 生死合險各情境保費比較

| 情境                                  | 情境下之假設  | 保費(元)  | 與前一情境之<br>保費差異(元) |
|-------------------------------------|---|--------|-------------------|
| a. 完全使用業<br>者之精算假設                  | 死亡率為第四回經驗生命表(90%)<br>利率 4%<br>解約率如附表三<br><b>包含利差、死差紅利給付</b> | 41,387 | -                 |
| b. 減少利差、<br>死差紅利給付                  | 死亡率為第四回經驗生命表(90%)<br>利率 4%<br>解約率如附表三                       | 41,010 | 減少 377            |
| c. 死亡率改用<br>第五回經驗生<br>命表            | 死亡率為第五回經驗生命表<br>利率 4%<br>解約率如附表三                            | 40,673 | 減少 337            |
| d. 利率改為平<br>均利率(模擬利<br>率之各年平均)      | 死亡率為第五回經驗生命表<br><b>利率為平均利率</b><br>解約率如附表三                   | 42,337 | 增加 1,664          |
| e. 解約率改為<br>平均解約率(模<br>擬解約率之平<br>均) | 死亡率為第五回經驗生命表<br>利率為平均利率<br>解約率為平均解約率                        | 42,195 | 減少 142            |
| f. 利率改為隨<br>機利率                     | 死亡率為第五回經驗生命表<br><b>利率為隨機利率</b><br>解約率為平均解約率                 | 44,653 | 增加 2,458          |
| g. 解約率改為<br>隨機解約率                   | 死亡率為第五回經驗生命表<br>利率為隨機利率<br>解約率為隨機解約率                        | 44,870 | 增加 217            |

表 12 生死合險情境 f、情境 g 之保費敘述統計量

|     | 平均     | 標準差    | 最大值    | 最小值    | 中位數    | 偏態      | 峰態      |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 情境f | 44,653 | 12,164 | 58,943 | 10,544 | 47,489 | -0.5729 | -0.8576 |
| 情境g | 44,870 | 11,984 | 59,752 | 13,609 | 47,417 | -0.5019 | -0.9859 |

#### (二)終身壽險

終身壽險保費比較如表 13 所示。以情境 a 計算之保費為 17,623 元。減少利差紅利給付、死差紅利給付後(情境 b)保費變為 16,454 元,較情境 a 減少 1,169 元:未來預期給付金額減少,保費下降實屬合理。將死亡率改為第五回經驗生命表後(情境 c)保費變為 15,079 元,較情境 b 減少 1,375 元。將利率改為模擬利率之各年平均值後(情境 d),保費為 13,860 元:情境 d 下之整體利率平均約 5.13%,高於前面情境使用之利率(4%),故保費下降。情境 e 使用模擬解約率之平均值取代原解約率(附表三),模擬解約率平均值於各保單年度皆小於原解約率值,解約率下降使保費降低,保費計算結果為 11,319元,較情境 d 減少 2,541 元。

觀察重點自情境 f 開始(探討忽略利率、解約率為隨機將對保費造成多少誤差):情境 e 為平均利率、平均解約率下計算而得之保費(11,319),情境 f 為隨機利率、平均解約率下計算之保費,保費計算結果平均為 24,686 元(敘述統計量如表 14 所示),較情境 e 增加 13,367 元,增加幅度一倍以上,故可知考量隨機利率對保單計算之重要性。情境 g 將解約率亦改為隨機過程,保費計算結果平均為 24,677 元(敘述統計量見表 14),和情境 f 之差異僅 9 元,考慮解約率亦為隨機卻對保費無影響之原因為本研究之終身壽險解約率模型與利率無關(見表 8),即隨機解約率不受利率影響僅受其自身隨機效果影響,但其自身隨機效果極小,故保費無明顯改變。

表 13 終身壽險各情境保費比較

| 情境                                  | 情境下之假設  | 保費(元)  | 與前一情境之<br>保費差異(元) |
|-------------------------------------|---|--------|-------------------|
| a. 完全使用業<br>者之精算假設                  | 死亡率為第四回經驗生命表(90%)<br>利率 4%<br>解約率如附表三<br><b>包含利差、死差紅利給付</b> | 17,623 | -                 |
| b. 減少利差、<br>死差紅利給付                  | 死亡率為第四回經驗生命表(90%)<br>利率 4%<br>解約率如附表三                       | 16,454 | 減少 1,169          |
| c. 死亡率改用<br>第五回經驗生<br>命表            | 死亡率為第五回經驗生命表<br>利率 4%<br>解約率如附表三                            | 15,079 | 減少 1,375          |
| d. 利率改為平<br>均利率(模擬利<br>率之各年平均)      | 死亡率為第五回經驗生命表<br><b>利率為平均利率</b><br>解約率如附表三                   | 13,860 | 減少 1,219          |
| e. 解約率改為<br>平均解約率(模<br>擬解約率之平<br>均) | 死亡率為第五回經驗生命表<br>利率為平均利率<br>解約率為平均解約率                        | 11,319 | 減少 2,541          |
| f. 利率改為隨<br>機利率                     | 死亡率為第五回經驗生命表<br><b>利率為隨機利率</b><br>解約率為平均解約率                 | 24,686 | 增加 13,367         |
| g. 解約率改為<br>隨機解約率                   | 死亡率為第五回經驗生命表<br>利率為隨機利率<br>解約率為隨機解約率                        | 24,677 | 減少9               |

表 14 終身壽險情境 f、情境 g 之保費敘述統計量

|     | 平均     | 標準差    | 最大值    | 最小值   | 中位數    | 偏態     | 峰態      |
|-----|--------|--------|--------|-------|--------|--------|---------|
| 情境f | 24,686 | 17,878 | 54,646 | 4,227 | 18,897 | 0.4479 | -1.3541 |
| 情境g | 24,677 | 17,870 | 57,320 | 3,152 | 18,876 | 0.4491 | -1.3478 |

### 二 準備金計算與比較

此處將探討忽略解約率為隨機將對準備金造成多大誤差,同樣的我們亦將同時探討隨機利率對準備金之影響。準備金之比較將依下列方式進行:首先以情境 e(平均解約率、平均利率)之保費(生死合險為 44,870 元、終身壽險為 11,319 元)計算各期準備金,並將此保費應用於計算考量利率為隨機之情境(情境 f)、考量解約率亦為隨機之情境(情境 g)下所需之準備金,最後比較各種情境下計算而得之準備金差異,藉此比較以"錯誤"之保費計算進行準備金試算,在隨機利率、隨機解約率的狀態下將造成多少誤差(此處錯誤係指忽略利率為動態、解約率為動態)。

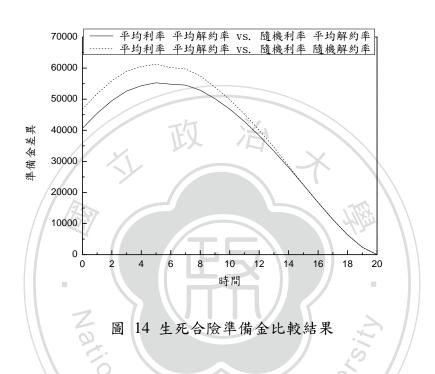
為方便後續說明,此處將「以情境 e 之保費計算情境 e(平均利率、平均解約率)下之各期準備金」結果標記為「甲」、「以情境 e 之保費計算情境 f(隨機利率、平均解約率)下之各期準備金」結果標記為「乙」、「以情境 e 之保費計算情境 g(隨機利率、隨機解約率)下之各期準備金」結果標記為「丙」。圖 14、圖 15 中「平均利率 平均解約率 vs. 隨機利率 平均解約率」係指「乙減甲」、「平均利率 平均解約率 vs. 隨機利率 隨機解約率」係指「丙減甲」。

Pengchi

#### (一) 生死合險

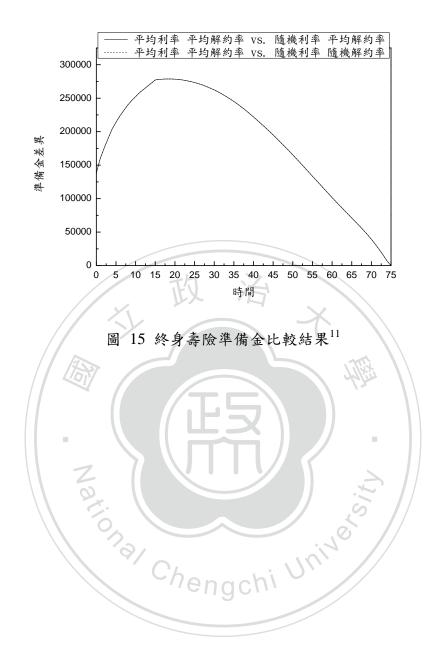
生死合險準備金比較結果如圖 14 所示。在利率為隨機之情境下(情境f),若以傳統精算方式(情境 e)定價,將造成準備金嚴重低估,契約初期之準備金將少提存約 40,000 元,最大之準備金差異出現在契約第五年,之後準備金差異將隨時間而減少(各期準備金為未來現金流量其各期之折現值,越接近契約到期期間,未來現在流量越來越少,其折現值亦越來越小,故準備金差異會降低)。若解約率亦為隨機,則以傳統精算方式計算之保費將使準備金更嚴重低估,以契約初期準備金觀察,低估程度為僅考量隨機利率情境的 1.25

倍。由保費比較結果得知忽略解約率為隨機對保費之計算似乎沒有非常大之影響,但些許的誤差經長期累積,透過未來各期現金流量累積折現值(準備金)可發現,其實忽略解約率為隨機對壽險公司是有很大影響的。生死合險各情境之準備金計算結果見附表四。



#### (二) 終身壽險

終身壽險準備金比較結果如圖 15 所示。與生死合險準備金比較結果類似,若忽略利率為隨機,將使準備金嚴重低估,以契約初期觀察準備金將少提存約 150,000 元。準備金差異於第十五保單年度為最高,之後隨時間而減少。值得注意的是,對本研究之終身壽險來說,忽略解約率為隨機不論於保費或準備金計算皆顯示沒有太大影響,原因為本研究之終身壽險解約率不受利率之影響,終身壽險之解約行為僅受其自身隨機效果影響,因此是否考量隨機解約率對本研究之終身壽險保費及準備金計算皆幾乎無影響。終身壽險各情境之準備金計算結果見附表五。



<sup>11</sup> 圖中兩線近乎重疊。

## 第五章 結論

EIOPA (2011)指出解約風險為壽險公司承保風險中最重要之風險。文獻指出若於保單定價時忽略解約率可能為隨機,將影響壽險公司損益、資產配置、資金流動性及風險管理計畫。由過去文獻之分析結果說明解約率可能受到環境因素(如利率、失業率……等)、產品及保戶特性因素(如保單年度、險種、繳費頻率……等)影響。

本研究目的為了解以傳統精算方式定價(忽略解約率為動態、受其他因素影響)對保費及準備金計算之誤差程度,故首先須取得動態解約率之資料。本研究使用台灣壽險業 1987 年至 2011 年生死合險及終身壽險解約率資料(共十五個保單年度),沿用杜於叡 (2014)透過主成分分析找出影響解約率之主要成分的方法及其主成分分數模型,對主成分分數進行模擬,模擬期間 20 年,模擬次數 10,000次;其中,主成分受失業率、利率、通貨膨脹率影響,考量其皆為 I(1)序列且序列間存在共整合關係,故使用 ECM 模型建構失業率、利率、通貨膨脹率之模型,並對三外生變數進行模擬,將模擬結果代入相對應之主成分模型。最後將模擬之主成分分數結果轉變回各保單年度解約率,完成動態解約率之模擬。

本研究以30歲男性為對象,觀察各種情境下保費及準備金之變化。保費部分將以循序漸進方式觀察(每一情境皆為基於前一情境之假設後進行部分假設之更改),計算各情境下之保費並進行比較(將生死合險、終身壽險分別觀察)。

hengchi

生死合險之保費部分:情境 a 首先計算完全使用壽險業者之精算假設之保費 (41,387元);情境 b 為將情境 a 的給付項目中之利差紅利給付、死差紅利給付刪除,保費減少為 41,010元;情境 c 則接續情境 b 並將死亡率由第四回經驗生命

表(90%)改為第五回經驗生命表,保費下降為 40,673 元;情境 d 接續情境 c 之假設並將利率改為模擬利率之各年平均值,保費變為 42,337 元;情境 e 則將原解約率改為模擬解約率之平均值,保費變為 42,195 元;情境 f 使用利率改為隨機利率後保費增加至 44,653 元,較情境 e 增加 2,458 元;情境 g 將解約率亦改為隨機解約率後保費增加至 44,870 元,較情境 f 增加 217 元。由保費變化可知,當預期給付金額減少時,保戶應繳交之保費亦會下降。情境 e 之保費由平均利率、平均解約率下計算而得,其忽略利率為隨機(情境 f),造成保費低估 2,458 元,而解約率亦為隨機時(情境 f),其保費低估現象增加。由上述分析可知,以台灣之壽險環境而言,隨機解約率對生死合險保費訂價之影響存在但不那麼明顯,推測原因台灣保戶之解約行為對利率較不敏感。

終身壽險保費部分,情境 a 下計算之保費為 17,623 元;去除利差紅利給付、 死差紅利給付(情境 b)後保費下降為 16,454 元;將死亡率改用第五回經驗生命表 (情境 c)後保費變為 15,076 元;將利率改為模擬利率之各年平均後(情境 d),保費 下降為 13,860 元;將原解約率改為平均解約率後(情境 e),保費為 11,319 元;情境 f 將利率改為模擬利率,保費變為 24,686 元,較情境 e 增加 13,367 元;情境 g 將解約率亦改為模擬解約率,保費變為 24,677 元,較情境 f 減少 9 元。與生死合險結果相同,若未來預期給付金額下降則保費會降低。由情境 f 之保費變化可知, 對台灣之終身壽險而言,若忽略利率為隨機將使保費產生極大誤差(保費將低估 13,367 元),然而是否考量解約率為隨機對本研究之終身壽險保費計算幾乎沒有影響,原因為本研究之終身壽險解約率不受利率影響,僅受其自身隨機效果影響, 但其自身隨機效果小,故保費無明顯改變。

準備金部分則以情境 e(平均利率、平均解約率)之保費計算各期所需之準備金,並將此保費應用於計算考量利率為隨機之情境(情境 f)、考量解約率亦為隨

機之情境(情境g)下所需之準備金,最後比較各種情境下計算而得之準備金差異,藉此比較以"錯誤"之保費進行準備金試算,在隨機利率、隨機解約率的狀態下將造成多少誤差(此處錯誤係指忽略利率為動態、解約率為動態)。準備金部分亦將生死合險、終身壽險分別觀察。

生死合險部分,在隨機利率之情境下(情境 f)下若以情境 e(平均利率、平均解約率)之保費計算準備金,將會在契約初期少提存約 40,000 元,而準備金之差異將於第五年時為最大,之後準備金差異將隨契約過去而減少。而在解約率亦為隨機的情境下(情境 g),若以情境 e 之保費計算準備金,將會在契約初期少提存約 50,000 元,為僅考慮利率為隨機之情境(情境 f)準備金差異的 1.25 倍。由此可知,雖然就保費而言,是否考量隨機解約率之影響似乎不明顯,但若長期累積,以準備金觀察,其實忽略解約率為隨機對壽險公司影響將會是顯著的。

終身壽險部分,若在隨機利率情境下(情境f)以情境e(平均利率、平均解約率)之保費計算準備金,將會在契約初期少提存約150,000元,而準備金之差異將於契約第十五年時為最大,之後準備金差異將隨契約過去而減少。但若考量解約率亦為隨機之情境下(情境g)計算之準備金,其與在情境e下計算之準備金差異幾乎與情境f下之準備金差異無異。此原因為本研究之終身壽險不受利率之影響,僅與其自身隨機效果有關。

綜合實證結果可知,就台灣之生死合險而言,忽略解約率可能為動態對保費 計算存在影響,但因保費為分期繳交,故單純以保費金額觀察其影響不大,若將 各期之誤差累積觀察(準備金),長期下來,忽略隨機解約率之定價方式將對壽險 公司造成極大影響。就終身壽險而言,因為其解約率不受利率影響,僅與其自身 隨機效果有關,故計算終身壽險保費及準備金時是否考慮隨機解約率沒有太大差 杜於叡 (2014)之主成分模型係以「性別合計」、「體檢別合計」、「年齡合計」、「月繳年繳」之解約率配適而得,而本研究沿用其模型並進行模擬以取得動態解約率資料,惟模擬之動態解約率將用於後續保費及準備金計算。但本研究計算保費及準備金對象為「男性」且以「年繳」保費為主,故使用以「性別合計」、「月繳年繳」解約率資料配適之模型進行解約率模擬可能使保費及準備金計算上稍有誤差。但如同第三章第一節之討論,本研究之目的為比較不同情境下保費及準備金之差異,為使比較基準相同,不論於何種情境皆使用「性別合計」、「月繳年繳」解約率進行保費及準備金計算,故上述之問題對本研究之保費及準備金比較結果應不會有太大影響。但若能以「男性」、「年繳」之解約率資料重新配適主成分模型,並以此模型進行解約率之模擬,則計算而得之保費及準備金將可更加準確。



# 參考文獻

- [1] Belth, J.M., 1968. The impact of lapse rates on life insurance prices. The Journal of Risk and Insurance 35, 17-34.
- [2] Cerchiara, R. R., Edwards, M., Gambini, A., 2008. Generalized Linear Models in Life Insurance: Decrements and Risk factor analysis under Solvency II. In 18th International AFIR Colloquium.
- [3] Cox, S.H., Laporte, P.D., Linney, S.R., Lombardi, L., 1992. Single-premium deferred annuity persistency study. Transactions of Society of Actuaries Reports, 281-332.
- [4] Cox, S. H., Lin, Y., 2006. Annuity lapse rate modeling: Tobit or not tobit? Working Paper. Society of Actuaries.
- [5] Dar, A., Dodds, C., 1989. Interest rates, the emergency fund hypothesis and saving through endowment policies: Some empirical evidence for the U.K. Journal of Risk and Insurance 56, 415-433.
- [6] Eling, M., Kiesenbauer, D., 2011. What policy features determine life insurance lapse: An analysis of the German market. Journal of Risk and Insurance 81, 241-269.
- [7] Eling, M., Kochanski, M., 2012. Research on lapse in life insurance-What has been done and what needs to be done? The Journal of Risk Finance 14, 392-413.
- [8] Kagraoka, Y., 2005. Modeling insurance surrenders by the negative binomial model, pp. 06-03. Working paper.
- [9] Kim, C., 2005a. Modeling surrender and lapse rates with economic variables.

  North American Actuarial Journal 9, 56-70.
- [10] Kim, C., 2005b. Report to the policyholder behavior in the German life insurance

- industry. North American Actuarial Journal.
- [11] Kuo, W., Tsai, C., Chen, W., 2003. An empirical study on the lapse rate: the cointegration approach. The Journal of Risk and Insurance 70, 489-508.
- [12] Milhaud, X., Loisel, S., Maume-Deschamps, V., 2010. Surrender triggers in life insurance: Classification and risk predictions. HAL Working Papers.
- [13] Outreville, J. F., 1990. Whole-life insurance lapse rates and the emergency fund hypothesis. Insurance: Mathematics and Economics 9, 249-255.
- [14] Renshaw, A. E., Haberman, S., 1986. Statistical analysis of life assurance lapses. Journal of the Institute of Actuaries 113, 459–497.
- [15] EIOPA, 2011. EIOPA Report on the fifth Quantitative Impact Study (QIS5) for Solvency II.
- [16] Tsai, C., Kuo, W., Chen, W., 2002. Early Surrender and the distribution of policy reserves. Insurance: Mathematics and Economics 31, 429-445.
- [17] Tsai, C., Kuo, W., Chiang, D. M., 2009. The distribution of policy reserves considering the policy-year structures of surrender rates and expense ratio. The Journal of Risk and Insurance 76, 909-931.
- [18] 杜於叡,2014。建構台灣壽險業解約率期限結構,政治大學,風險管理與保險研究所,台北。
- [19] 李家泉、陳淑娟, 2012。簡明壽險數學。台北:滄海書局。
- [20] 陳忠興,台灣壽險業發展簡史及經營現況。上網日期 2015 年 6 月 17 日,檢 自:http://www.tw-insurance.info/article.cfm?ct=5241
- [21] 黃智聰,時間序列模型之運用。上網日期 2015 年 4 月 30 日,檢自: www.nccu.edu.tw/~jthuang/class16b.ppt
- [22] 楊芙宜,2011。「保險滲透度世界第一」 背後的真相。台灣光華雜誌,第 48頁。

附表一 生死合險主成分特徵向量

|      | Prin1  | Prin2   | Prin3   | Prin4   | Prin5   | Prin6   | Prin7   | Prin8   | Prin9   | Prin10  | Prin11  | Prin12  | Prin13  | Prin14  | Prin15  |
|------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| PY1  | 0.3149 | -0.0442 | -0.2701 | 0.1529  | 0.0162  | 0.0332  | 0.2824  | -0.2696 | -0.0910 | 0.2011  | 0.2678  | 0.1485  | -0.2211 | -0.4268 | -0.5246 |
| PY2  | 0.2250 | 0.2715  | -0.0369 | 0.4008  | 0.4725  | -0.3912 | 0.0032  | 0.2805  | 0.3661  | -0.1225 | -0.1898 | 0.2269  | 0.0981  | 0.0246  | -0.1090 |
| PY3  | 0.2664 | 0.1576  | 0.4097  | 0.2809  | 0.0079  | -0.0237 | -0.2043 | 0.1706  | -0.2269 | 0.5164  | 0.3351  | -0.2248 | -0.1103 | 0.3025  | -0.0363 |
| PY4  | 0.2858 | 0.0690  | 0.3748  | 0.1739  | -0.1040 | 0.2088  | -0.2394 | -0.1795 | -0.3504 | -0.3558 | -0.0886 | 0.2618  | 0.4754  | -0.1980 | -0.0893 |
| PY5  | 0.2369 | 0.1157  | 0.5374  | -0.3421 | -0.0645 | 0.1147  | 0.1397  | 0.2115  | 0.2944  | 0.0417  | -0.1502 | 0.0710  | -0.3465 | -0.4344 | 0.1355  |
| PY6  | 0.2900 | -0.1578 | 0.2369  | -0.2096 | 0.2249  | 0.1181  | 0.4200  | -0.2454 | 0.1007  | -0.2401 | -0.1011 | -0.2401 | 0.0241  | 0.5188  | -0.2904 |
| PY7  | 0.1276 | -0.4613 | -0.0783 | -0.3068 | 0.5507  | 0.0200  | -0.0192 | 0.3538  | -0.3859 | 0.1844  | -0.0440 | 0.0722  | 0.1609  | -0.1407 | 0.0748  |
| PY8  | 0.2182 | -0.3757 | -0.1554 | 0.2348  | -0.0724 | 0.4826  | -0.2281 | 0.3041  | 0.2893  | -0.3025 | 0.2892  | 0.1259  | -0.2267 | 0.1412  | 0.0581  |
| PY9  | 0.2729 | -0.3386 | -0.0245 | 0.0562  | -0.0854 | -0.1252 | -0.1046 | -0.2492 | 0.4671  | 0.2555  | 0.0408  | -0.3526 | 0.4574  | -0.2218 | 0.2081  |
| PY10 | 0.2815 | -0.2082 | -0.0051 | -0.2704 | -0.2590 | -0.4642 | -0.1238 | -0.1787 | 0.0092  | 0.0726  | 0.0848  | 0.5828  | -0.1116 | 0.3035  | 0.1328  |
| PY11 | 0.2947 | 0.0251  | -0.1857 | -0.2052 | -0.2794 | -0.3626 | -0.2800 | 0.2987  | -0.1638 | -0.3309 | -0.0872 | -0.4647 | -0.1083 | -0.0895 | -0.2813 |
| PY12 | 0.3170 | -0.0226 | -0.1524 | 0.3120  | 0.1027  | -0.0052 | 0.0718  | -0.2887 | -0.2877 | -0.0873 | -0.3400 | -0.1652 | -0.3918 | -0.0334 | 0.5398  |
| PY13 | 0.2610 | 0.1898  | -0.2310 | 0.0261  | -0.3793 | 0.1016  | 0.5749  | 0.4052  | -0.1077 | 0.0865  | 0.0094  | 0.0647  | 0.3354  | 0.0953  | 0.2193  |
| PY14 | 0.2315 | 0.3043  | -0.3184 | -0.2463 | 0.0119  | 0.4081  | -0.3549 | -0.0742 | 0.1181  | 0.3514  | -0.4413 | 0.0863  | 0.0344  | 0.1668  | -0.1581 |
| PY15 | 0.1750 | 0.4634  | -0.1705 | -0.3458 | 0.3087  | 0.0420  | -0.0814 | -0.1687 | 0.0242  | -0.2187 | 0.5717  | -0.0686 | 0.0702  | -0.0401 | 0.2956  |

附表二 終身壽險主成分特徵向量

|      | Prin1   | Prin2   | Prin3   | Prin4   | Prin5   | Prin6   | Prin7   | Prin8   | Prin9   | Prin10  | Prin11  | Prin12  | Prin13  | Prin14  | Prin15  |
|------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| PY1  | 0.0507  | 0.4373  | -0.3228 | 0.1284  | -0.1875 | 0.6092  | -0.2705 | -0.0644 | -0.1016 | -0.3264 | 0.0361  | -0.2292 | -0.0283 | -0.1740 | 0.0109  |
| PY2  | 0.2573  | -0.0048 | -0.3053 | 0.4675  | 0.1549  | -0.3229 | -0.0591 | -0.2670 | -0.2452 | 0.0141  | -0.2865 | -0.2322 | -0.0206 | 0.2581  | 0.3944  |
| PY3  | 0.3203  | 0.0028  | -0.0977 | 0.1901  | 0.5090  | 0.1858  | -0.0969 | -0.0514 | -0.0163 | 0.0860  | -0.0747 | 0.6244  | 0.1674  | -0.3287 | -0.0830 |
| PY4  | 0.3365  | 0.1726  | -0.0920 | -0.1350 | 0.0519  | 0.0043  | 0.0698  | 0.2677  | 0.5585  | 0.0741  | 0.0072  | 0.0240  | -0.5188 | -0.0314 | 0.4036  |
| PY5  | 0.3063  | 0.1728  | 0.0141  | 0.1210  | 0.0444  | -0.1269 | 0.0085  | 0.7666  | -0.2579 | 0.1036  | 0.2012  | -0.2059 | 0.3023  | 0.0133  | -0.0635 |
| PY6  | 0.2731  | 0.4008  | 0.0128  | -0.3030 | -0.0878 | -0.0142 | -0.1136 | -0.2178 | 0.0859  | 0.0387  | 0.1391  | 0.2648  | 0.2868  | 0.6494  | -0.0469 |
| PY7  | 0.2700  | 0.2922  | -0.0088 | -0.2906 | 0.2401  | -0.4237 | 0.1277  | -0.3114 | 0.0170  | -0.2114 | 0.1181  | -0.3257 | -0.0110 | -0.3873 | -0.3028 |
| PY8  | 0.2837  | -0.0737 | -0.3050 | -0.1525 | -0.4127 | 0.0541  | 0.0234  | -0.0828 | -0.1528 | 0.6327  | -0.2398 | -0.0235 | -0.1408 | -0.1342 | -0.3126 |
| PY9  | 0.2348  | -0.3989 | -0.2131 | 0.0883  | -0.2803 | -0.0229 | -0.0120 | -0.0468 | 0.5351  | -0.1795 | 0.0193  | -0.1169 | 0.5507  | -0.1216 | 0.0228  |
| PY10 | 0.2365  | -0.2722 | 0.1780  | -0.1067 | 0.4225  | 0.5282  | 0.2957  | -0.1105 | 0.0080  | 0.1354  | -0.0017 | -0.4289 | 0.0253  | 0.2482  | -0.0721 |
| PY11 | -0.0210 | 0.3669  | 0.2479  | 0.5145  | -0.2222 | 0.0579  | 0.5998  | -0.1755 | 0.1449  | 0.1878  | 0.1441  | 0.0586  | 0.0844  | -0.0882 | -0.0096 |
| PY12 | 0.2111  | 0.0518  | 0.5247  | 0.2935  | -0.0810 | -0.0323 | -0.3764 | 0.0558  | 0.2122  | -0.1173 | -0.4336 | -0.0858 | -0.1532 | 0.0933  | -0.3906 |
| PY13 | 0.2522  | -0.1104 | 0.4800  | -0.0525 | -0.1832 | 0.0387  | -0.3546 | -0.2360 | -0.1951 | 0.2072  | 0.3610  | -0.0582 | 0.0431  | -0.2648 | 0.4334  |
| PY14 | 0.2970  | -0.0684 | 0.1818  | -0.2606 | -0.2695 | 0.0704  | 0.4003  | 0.0770  | -0.3292 | -0.4352 | -0.4132 | 0.2077  | 0.0290  | -0.0711 | 0.2117  |
| PY15 | 0.2929  | -0.3322 | -0.1177 | 0.2360  | -0.1492 | -0.0311 | 0.0659  | -0.0379 | -0.1450 | -0.3019 | 0.5192  | 0.1702  | -0.4132 | 0.1899  | -0.2964 |

附表三 壽險公司之解約率假設

| _                 |         |           | 1      |
|-------------------|---------|-----------|--------|
|                   | 時間點     | 解約率       |        |
|                   | 0       | 0%        |        |
|                   | 1       | 20%       |        |
| //                | 27      | 10%<br>9% |        |
|                   | 4       | 8%        |        |
| 1                 | 5       | 7%        | 7011   |
|                   | 6       | 6%        |        |
|                   | 7.      | 5%        |        |
|                   | 8       | 5%        |        |
| -                 | 9       | 5%        |        |
| National National | 10      | 3%        | 4      |
| \\ <u>\</u>       | 11      | 3%        | 1.6    |
| \\ 0              | 12      | 3%        | 11/5/  |
| // ?a             | 13      | 3%        | 1/ 6/1 |
|                   | <u></u> | 3%        | ` //   |
|                   | 1500    | 3%        |        |
|                   | 16      | 3%        |        |
|                   | 17      | 3%        |        |
|                   | 18      | 3%        |        |
|                   | 19      | 3%        |        |
|                   | 20+     | 0%        |        |

附表四 生死合險各情境之準備金

| 時  | 情境e下之     | 情境 f 下之各期 | 情境e與   | 情境g下之各期   | 情境e與   |
|----|-----------|-----------|--------|-----------|--------|
| 問間 | 各期準備金     | 準備金平均值    | 情境f準   | 準備金平均值    | 情境g準   |
|    |           |           | 備金差異   |           | 備金差異   |
| 點  | (甲)       | (2)       | (乙-甲)  | (丙)       | (丙-甲)  |
| 0  | 0         | 40,620    | 40,620 | 46,798    | 46,798 |
| 1  | 11,050    | 56,506    | 45,456 | 62,778    | 51,728 |
| 2  | 40,599    | 90,123    | 49,523 | 96,534    | 55,934 |
| 3  | 73,822    | 126,438   | 52,616 | 132,776   | 58,954 |
| 4  | 110,949   | 165,286   | 54,337 | 171,445   | 60,496 |
| 5  | 149,490   | 204,766   | 55,275 | 210,724   | 61,234 |
| 6  | 189,578   | 244,403   | 54,825 | 249,775   | 60,196 |
| 7  | 231,814   | 286,353   | 54,539 | 291,532   | 59,718 |
| 8  | 275,659   | 328,542   | 52,883 | 333,145   | 57,485 |
| 9  | 321,310   | 371,482   | 50,173 | 375,191   | 53,882 |
| 10 | 368,849   | 415,672   | 46,822 | 418,722   | 49,873 |
| 11 | 419,693   | 462,500   | 42,807 | 464,878   | 45,185 |
| 12 | 472,625   | 510,914   | 38,289 | 512,675   | 40,050 |
| 13 | 527,911   | 561,226   | 33,314 | 562,433   | 34,521 |
| 14 | 585,849   | 613,875   | 28,025 | 614,380   | 28,530 |
| 15 | 646,574   | 669,032   | 22,458 | 669,032   | 22,458 |
| 16 | 710,418   | 727,183   | 16,765 | 727,183   | 16,765 |
| 17 | 777,414   | 788,731   | 11,316 | 788,731   | 11,316 |
| 18 | 847,753   | 854,130   | 6,376  | 854,130   | 6,376  |
| 19 | 921,824   | 924,208   | 2,384  | 924,208   | 2,384  |
| 20 | 1,000,000 | 1,000,000 | 0      | 1,000,000 | 0      |

附表五 終身壽險各情境之準備金

| n+ | 情境e下之   | 情境f下之各期 | 情境e與    | 情境g下之各期 | 情境e與    |
|----|---------|---------|---------|---------|---------|
| 時四 | 各期準備金   | 準備金平均值  | 情境f準    | 準備金平均值  | 情境g準    |
| 間  |         |         | 備金差異    |         | 備金差異    |
| 點  | (甲)     | (乙)     | (乙-甲)   | (丙)     | (丙-甲)   |
| 0  | 0       | 138,328 | 138,328 | 138,538 | 138,538 |
| 1  | -1,295  | 158,782 | 160,077 | 158,939 | 160,235 |
| 2  | 5,657   | 181,022 | 175,365 | 181,163 | 175,505 |
| 3  | 13,313  | 203,230 | 189,917 | 203,314 | 190,001 |
| 4  | 21,264  | 225,064 | 203,800 | 225,030 | 203,766 |
| 5  | 29,613  | 243,719 | 214,105 | 243,654 | 214,040 |
| 6  | 38,154  | 261,742 | 223,588 | 261,666 | 223,512 |
| 7  | 47,226  | 278,898 | 231,672 | 278,841 | 231,615 |
| 8  | 56,300  | 296,211 | 239,911 | 296,193 | 239,894 |
| 9  | 65,819  | 312,410 | 246,591 | 312,386 | 246,567 |
| 10 | 75,725  | 328,033 | 252,308 | 328,006 | 252,281 |
| 11 | 85,979  | 344,352 | 258,373 | 344,361 | 258,381 |
| 12 | 96,923  | 359,908 | 262,985 | 359,932 | 263,009 |
| 13 | 108,007 | 375,708 | 267,701 | 375,745 | 267,737 |
| 14 | 119,219 | 391,750 | 272,531 | 391,756 | 272,537 |
| 15 | 130,707 | 408,001 | 277,294 | 408,001 | 277,294 |
| 16 | 144,482 | 422,537 | 278,055 | 422,537 | 278,055 |
| 17 | 158,809 | 437,275 | 278,466 | 437,275 | 278,466 |
| 18 | 173,749 | 452,446 | 278,697 | 452,446 | 278,697 |
| 19 | 189,320 | 468,018 | 278,698 | 468,018 | 278,698 |
| 20 | 205,536 | 483,948 | 278,412 | 483,948 | 278,412 |
| 21 | 211,703 | 489,576 | 277,873 | 489,576 | 277,873 |
| 22 | 218,113 | 495,246 | 277,133 | 495,246 | 277,133 |
| 23 | 224,765 | 500,907 | 276,142 | 500,907 | 276,142 |
| 24 | 231,728 | 506,621 | 274,893 | 506,621 | 274,893 |
| 25 | 239,062 | 512,445 | 273,383 | 512,445 | 273,383 |
| 26 | 246,702 | 518,406 | 271,705 | 518,406 | 271,705 |
| 27 | 254,645 | 524,387 | 269,742 | 524,387 | 269,742 |
| 28 | 262,946 | 530,438 | 267,492 | 530,438 | 267,492 |
| 29 | 271,595 | 536,582 | 264,987 | 536,582 | 264,987 |

# (接續前頁)

| 時機を下之 情境 下之 情境 下之 特境 下之   |    |         |         |         |         | (攻陷的人)  |
|---|----|---------|---------|---------|---------|---------|
| 問題  | 吐  | 情境e下之   | 情境f下之各期 | 情境e與    | 情境g下之各期 | 情境e與    |
| 据り、   | ,  | 各期準備金   | 準備金平均值  | 情境f準    | 準備金平均值  | 情境g準    |
| (単) (こ) (こ) (一年) (病) (病) (病) (病) (病) (病) (病) (病) (病) (病   |    |         |         | 備金差異    |         | 備金差異    |
| 31         289,569         548,996         259,427         548,996         259,427           32         299,019         555,198         256,179         555,198         256,179           33         308,820         561,471         252,652         561,471         252,652           34         318,977         567,940         248,963         567,940         248,963           35         329,455         574,520         245,065         574,520         245,065           36         340,082         581,008         240,926         581,008         240,926           37         350,975         587,511         236,535         587,511         236,535           38         362,134         594,055         231,921         594,055         231,921           39         373,516         600,582         227,065         600,582         227,065           40         385,166         607,157         221,990         607,157         221,990           41         397,043         613,841         216,798         613,841         216,798           42         409,085         620,641         211,556         620,641         211,556           43         421,275         627,486 <td>活白</td> <td>(甲)</td> <td>(乙)</td> <td>(乙-甲)</td> <td>(丙)</td> <td>(丙-甲)</td>                 | 活白 | (甲)     | (乙)     | (乙-甲)   | (丙)     | (丙-甲)   |
| 32         299,019         555,198         256,179         555,198         256,179           33         308,820         561,471         252,652         561,471         252,652           34         318,977         567,940         248,963         567,940         248,963           35         329,455         574,520         245,065         574,520         245,065           36         340,082         581,008         240,926         581,008         240,926           37         350,975         587,511         236,535         587,511         236,535           38         362,134         594,055         231,921         594,055         231,921           39         373,516         600,582         227,065         600,582         227,065           40         385,166         607,157         221,990         607,157         221,990           41         397,043         613,841         216,798         613,841         216,798           42         409,085         620,641         211,556         620,641         211,556           43         421,275         627,486         206,210         634,421         200,700           44         433,721         634,421 <td>30</td> <td>280,444</td> <td>542,757</td> <td>262,313</td> <td>542,757</td> <td>262,313</td> | 30 | 280,444 | 542,757 | 262,313 | 542,757 | 262,313 |
| 33         308,820         561,471         252,652         561,471         252,652           34         318,977         567,940         248,963         567,940         248,963           35         329,455         574,520         245,065         574,520         245,065           36         340,082         581,008         240,926         581,008         240,926           37         350,975         587,511         236,535         587,511         236,535           38         362,134         594,055         231,921         594,055         231,921           39         373,516         600,582         227,065         600,582         227,065           40         385,166         607,157         221,990         607,157         221,990           41         397,043         613,841         216,798         613,841         216,798           42         409,085         620,641         211,556         620,641         211,556           43         421,275         627,486         206,210         634,421         200,700           44         433,721         634,421         200,700         634,421         200,700           45         446,254         641,324 <td>31</td> <td>289,569</td> <td>548,996</td> <td>259,427</td> <td>548,996</td> <td>259,427</td> | 31 | 289,569 | 548,996 | 259,427 | 548,996 | 259,427 |
| 34         318,977         567,940         248,963         567,940         248,963           35         329,455         574,520         245,065         574,520         245,065           36         340,082         581,008         240,926         581,008         240,926           37         350,975         587,511         236,535         587,511         236,535           38         362,134         594,055         231,921         594,055         231,921           39         373,516         600,582         227,065         600,582         227,065           40         385,166         607,157         221,990         607,157         221,990           41         397,043         613,841         216,798         613,841         216,798           42         409,085         620,641         211,556         620,641         211,556           43         421,275         627,486         206,210         634,421         200,700           44         433,721         634,421         200,700         634,421         200,700           45         446,254         641,324         195,069         641,324         195,069           46         459,064         648,395 <td>32</td> <td>299,019</td> <td>555,198</td> <td>256,179</td> <td>555,198</td> <td>256,179</td> | 32 | 299,019 | 555,198 | 256,179 | 555,198 | 256,179 |
| 35         329,455         574,520         245,065         574,520         245,065           36         340,082         581,008         240,926         581,008         240,926           37         350,975         587,511         236,535         587,511         236,535           38         362,134         594,055         231,921         594,055         231,921           39         373,516         600,582         227,065         600,582         227,065           40         385,166         607,157         221,990         607,157         221,990           41         397,043         613,841         216,798         613,841         216,798           42         409,085         620,641         211,556         620,641         211,556           43         421,275         627,486         206,210         627,486         206,210           44         433,721         634,421         200,700         634,421         200,700           45         446,254         641,324         195,069         641,324         195,069           46         459,064         648,395         189,331         648,395         189,331           47         472,099         655,516 <td>33</td> <td>308,820</td> <td>561,471</td> <td>252,652</td> <td>561,471</td> <td>252,652</td> | 33 | 308,820 | 561,471 | 252,652 | 561,471 | 252,652 |
| 36         340,082         581,008         240,926         581,008         240,926           37         350,975         587,511         236,535         587,511         236,535           38         362,134         594,055         231,921         594,055         231,921           39         373,516         600,582         227,065         600,582         227,065           40         385,166         607,157         221,990         607,157         221,990           41         397,043         613,841         216,798         613,841         216,798           42         409,085         620,641         211,556         620,641         211,556           43         421,275         627,486         206,210         627,486         206,210           44         433,721         634,421         200,700         634,421         200,700           45         446,254         641,324         195,069         641,324         195,069           46         459,064         648,395         189,331         648,395         189,331           47         472,099         655,516         183,418         655,516         183,418           48         485,238         662,735 <td>34</td> <td>318,977</td> <td>567,940</td> <td>248,963</td> <td>567,940</td> <td>248,963</td> | 34 | 318,977 | 567,940 | 248,963 | 567,940 | 248,963 |
| 37         350,975         587,511         236,535         587,511         236,535           38         362,134         594,055         231,921         594,055         231,921           39         373,516         600,582         227,065         600,582         227,065           40         385,166         607,157         221,990         607,157         221,990           41         397,043         613,841         216,798         613,841         216,798           42         409,085         620,641         211,556         620,641         211,556           43         421,275         627,486         206,210         627,486         206,210           44         433,721         634,421         200,700         634,421         200,700           45         446,254         641,324         195,069         641,324         195,069           46         459,064         648,395         189,331         648,395         189,331           47         472,099         655,516         183,418         655,516         183,418           48         485,238         662,735         177,496         662,735         177,496           49         498,570         670,071 <td>35</td> <td>329,455</td> <td>574,520</td> <td>245,065</td> <td>574,520</td> <td>245,065</td> | 35 | 329,455 | 574,520 | 245,065 | 574,520 | 245,065 |
| 38         362,134         594,055         231,921         594,055         231,921           39         373,516         600,582         227,065         600,582         227,065           40         385,166         607,157         221,990         607,157         221,990           41         397,043         613,841         216,798         613,841         216,798           42         409,085         620,641         211,556         620,641         211,556           43         421,275         627,486         206,210         627,486         206,210           44         433,721         634,421         200,700         634,421         200,700           45         446,254         641,324         195,069         641,324         195,069           46         459,064         648,395         189,331         648,395         189,331           47         472,099         655,516         183,418         655,516         183,418           48         485,238         662,735         177,496         662,735         177,496           49         498,570         670,071         171,501         670,071         171,501           50         511,947         677,313 <td>36</td> <td>340,082</td> <td>581,008</td> <td>240,926</td> <td>581,008</td> <td>240,926</td> | 36 | 340,082 | 581,008 | 240,926 | 581,008 | 240,926 |
| 39         373,516         600,582         227,065         600,582         227,065           40         385,166         607,157         221,990         607,157         221,990           41         397,043         613,841         216,798         613,841         216,798           42         409,085         620,641         211,556         620,641         211,556           43         421,275         627,486         206,210         627,486         206,210           44         433,721         634,421         200,700         634,421         200,700           45         446,254         641,324         195,069         641,324         195,069           46         459,064         648,395         189,331         648,395         189,331           47         472,099         655,516         183,418         655,516         183,418           48         485,238         662,735         177,496         662,735         177,496           49         498,570         670,071         171,501         670,071         171,501           50         511,947         677,313         165,365         677,313         165,365           51         525,539         684,609 <td>37</td> <td>350,975</td> <td>587,511</td> <td>236,535</td> <td>587,511</td> <td>236,535</td> | 37 | 350,975 | 587,511 | 236,535 | 587,511 | 236,535 |
| 40         385,166         607,157         221,990         607,157         221,990           41         397,043         613,841         216,798         613,841         216,798           42         409,085         620,641         211,556         620,641         211,556           43         421,275         627,486         206,210         627,486         206,210           44         433,721         634,421         200,700         634,421         200,700           45         446,254         641,324         195,069         641,324         195,069           46         459,064         648,395         189,331         648,395         189,331           47         472,099         655,516         183,418         655,516         183,418           48         485,238         662,735         177,496         662,735         177,496           49         498,570         670,071         171,501         670,071         171,501           50         511,947         677,313         165,365         677,313         165,365           51         525,539         684,609         159,070         684,609         159,070           52         539,284         692,016 <td>38</td> <td>362,134</td> <td>594,055</td> <td>231,921</td> <td>594,055</td> <td>231,921</td> | 38 | 362,134 | 594,055 | 231,921 | 594,055 | 231,921 |
| 41         397,043         613,841         216,798         613,841         216,798           42         409,085         620,641         211,556         620,641         211,556           43         421,275         627,486         206,210         627,486         206,210           44         433,721         634,421         200,700         634,421         200,700           45         446,254         641,324         195,069         641,324         195,069           46         459,064         648,395         189,331         648,395         189,331           47         472,099         655,516         183,418         655,516         183,418           48         485,238         662,735         177,496         662,735         177,496           49         498,570         670,071         171,501         670,071         171,501           50         511,947         677,313         165,365         677,313         165,365           51         525,539         684,609         159,070         684,609         159,070           52         539,284         692,016         152,731         692,016         152,731           53         552,986         699,362 <td>39</td> <td>373,516</td> <td>600,582</td> <td>227,065</td> <td>600,582</td> <td>227,065</td> | 39 | 373,516 | 600,582 | 227,065 | 600,582 | 227,065 |
| 42         409,085         620,641         211,556         620,641         211,556           43         421,275         627,486         206,210         627,486         206,210           44         433,721         634,421         200,700         634,421         200,700           45         446,254         641,324         195,069         641,324         195,069           46         459,064         648,395         189,331         648,395         189,331           47         472,099         655,516         183,418         655,516         183,418           48         485,238         662,735         177,496         662,735         177,496           49         498,570         670,071         171,501         670,071         171,501           50         511,947         677,313         165,365         677,313         165,365           51         525,539         684,609         159,070         684,609         159,070           52         539,284         692,016         152,731         692,016         152,731           53         552,986         699,362         146,376         699,362         146,376           54         566,748         706,756 <td>40</td> <td>385,166</td> <td>607,157</td> <td>221,990</td> <td>607,157</td> <td>221,990</td> | 40 | 385,166 | 607,157 | 221,990 | 607,157 | 221,990 |
| 43         421,275         627,486         206,210         627,486         206,210           44         433,721         634,421         200,700         634,421         200,700           45         446,254         641,324         195,069         641,324         195,069           46         459,064         648,395         189,331         648,395         189,331           47         472,099         655,516         183,418         655,516         183,418           48         485,238         662,735         177,496         662,735         177,496           49         498,570         670,071         171,501         670,071         171,501           50         511,947         677,313         165,365         677,313         165,365           51         525,539         684,609         159,070         684,609         159,070           52         539,284         692,016         152,731         692,016         152,731           53         552,986         699,362         146,376         699,362         146,376           54         566,748         706,756         140,008         706,756         140,008           55         580,759         714,336 <td>41</td> <td>397,043</td> <td>613,841</td> <td>216,798</td> <td>613,841</td> <td>216,798</td> | 41 | 397,043 | 613,841 | 216,798 | 613,841 | 216,798 |
| 44         433,721         634,421         200,700         634,421         200,700           45         446,254         641,324         195,069         641,324         195,069           46         459,064         648,395         189,331         648,395         189,331           47         472,099         655,516         183,418         655,516         183,418           48         485,238         662,735         177,496         662,735         177,496           49         498,570         670,071         171,501         670,071         171,501           50         511,947         677,313         165,365         677,313         165,365           51         525,539         684,609         159,070         684,609         159,070           52         539,284         692,016         152,731         692,016         152,731           53         552,986         699,362         146,376         699,362         146,376           54         566,748         706,756         140,008         706,756         140,008           55         580,759         714,336         133,576         714,336         133,576           56         595,089         722,258 <td>42</td> <td>409,085</td> <td>620,641</td> <td>211,556</td> <td>620,641</td> <td>211,556</td> | 42 | 409,085 | 620,641 | 211,556 | 620,641 | 211,556 |
| 45         446,254         641,324         195,069         641,324         195,069           46         459,064         648,395         189,331         648,395         189,331           47         472,099         655,516         183,418         655,516         183,418           48         485,238         662,735         177,496         662,735         177,496           49         498,570         670,071         171,501         670,071         171,501           50         511,947         677,313         165,365         677,313         165,365           51         525,539         684,609         159,070         684,609         159,070           52         539,284         692,016         152,731         692,016         152,731           53         552,986         699,362         146,376         699,362         146,376           54         566,748         706,756         140,008         706,756         140,008           55         580,759         714,336         133,576         714,336         133,576           56         595,089         722,258         127,169         722,258         127,169           57         609,564         730,317 <td>43</td> <td>421,275</td> <td>627,486</td> <td>206,210</td> <td>627,486</td> <td>206,210</td> | 43 | 421,275 | 627,486 | 206,210 | 627,486 | 206,210 |
| 46         459,064         648,395         189,331         648,395         189,331           47         472,099         655,516         183,418         655,516         183,418           48         485,238         662,735         177,496         662,735         177,496           49         498,570         670,071         171,501         670,071         171,501           50         511,947         677,313         165,365         677,313         165,365           51         525,539         684,609         159,070         684,609         159,070           52         539,284         692,016         152,731         692,016         152,731           53         552,986         699,362         146,376         699,362         146,376           54         566,748         706,756         140,008         706,756         140,008           55         580,759         714,336         133,576         714,336         133,576           56         595,089         722,258         127,169         722,258         127,169           57         609,564         730,317         120,753         730,317         120,753           58         624,003         738,349 <td>44</td> <td>433,721</td> <td>634,421</td> <td>200,700</td> <td>634,421</td> <td>200,700</td> | 44 | 433,721 | 634,421 | 200,700 | 634,421 | 200,700 |
| 47         472,099         655,516         183,418         655,516         183,418           48         485,238         662,735         177,496         662,735         177,496           49         498,570         670,071         171,501         670,071         171,501           50         511,947         677,313         165,365         677,313         165,365           51         525,539         684,609         159,070         684,609         159,070           52         539,284         692,016         152,731         692,016         152,731           53         552,986         699,362         146,376         699,362         146,376           54         566,748         706,756         140,008         706,756         140,008           55         580,759         714,336         133,576         714,336         133,576           56         595,089         722,258         127,169         722,258         127,169           57         609,564         730,317         120,753         730,317         120,753           58         624,003         738,349         114,346         738,349         114,346           59         638,619         746,576 <td>45</td> <td>446,254</td> <td>641,324</td> <td>195,069</td> <td>641,324</td> <td>195,069</td> | 45 | 446,254 | 641,324 | 195,069 | 641,324 | 195,069 |
| 48       485,238       662,735       177,496       662,735       177,496         49       498,570       670,071       171,501       670,071       171,501         50       511,947       677,313       165,365       677,313       165,365         51       525,539       684,609       159,070       684,609       159,070         52       539,284       692,016       152,731       692,016       152,731         53       552,986       699,362       146,376       699,362       146,376         54       566,748       706,756       140,008       706,756       140,008         55       580,759       714,336       133,576       714,336       133,576         56       595,089       722,258       127,169       722,258       127,169         57       609,564       730,317       120,753       730,317       120,753         58       624,003       738,349       114,346       738,349       114,346         59       638,619       746,576       107,957       746,576       107,957         60       653,251       754,854       101,603       754,854       101,603  | 46 | 459,064 | 648,395 | 189,331 | 648,395 | 189,331 |
| 49       498,570       670,071       171,501       670,071       171,501         50       511,947       677,313       165,365       677,313       165,365         51       525,539       684,609       159,070       684,609       159,070         52       539,284       692,016       152,731       692,016       152,731         53       552,986       699,362       146,376       699,362       146,376         54       566,748       706,756       140,008       706,756       140,008         55       580,759       714,336       133,576       714,336       133,576         56       595,089       722,258       127,169       722,258       127,169         57       609,564       730,317       120,753       730,317       120,753         58       624,003       738,349       114,346       738,349       114,346         59       638,619       746,576       107,957       746,576       107,957         60       653,251       754,854       101,603       754,854       101,603   | 47 | 472,099 | 655,516 | 183,418 | 655,516 | 183,418 |
| 50         511,947         677,313         165,365         677,313         165,365           51         525,539         684,609         159,070         684,609         159,070           52         539,284         692,016         152,731         692,016         152,731           53         552,986         699,362         146,376         699,362         146,376           54         566,748         706,756         140,008         706,756         140,008           55         580,759         714,336         133,576         714,336         133,576           56         595,089         722,258         127,169         722,258         127,169           57         609,564         730,317         120,753         730,317         120,753           58         624,003         738,349         114,346         738,349         114,346           59         638,619         746,576         107,957         746,576         107,957           60         653,251         754,854         101,603         754,854         101,603  | 48 | 485,238 | 662,735 | 177,496 | 662,735 | 177,496 |
| 51         525,539         684,609         159,070         684,609         159,070           52         539,284         692,016         152,731         692,016         152,731           53         552,986         699,362         146,376         699,362         146,376           54         566,748         706,756         140,008         706,756         140,008           55         580,759         714,336         133,576         714,336         133,576           56         595,089         722,258         127,169         722,258         127,169           57         609,564         730,317         120,753         730,317         120,753           58         624,003         738,349         114,346         738,349         114,346           59         638,619         746,576         107,957         746,576         107,957           60         653,251         754,854         101,603         754,854         101,603   | 49 | 498,570 | 670,071 | 171,501 | 670,071 | 171,501 |
| 52       539,284       692,016       152,731       692,016       152,731         53       552,986       699,362       146,376       699,362       146,376         54       566,748       706,756       140,008       706,756       140,008         55       580,759       714,336       133,576       714,336       133,576         56       595,089       722,258       127,169       722,258       127,169         57       609,564       730,317       120,753       730,317       120,753         58       624,003       738,349       114,346       738,349       114,346         59       638,619       746,576       107,957       746,576       107,957         60       653,251       754,854       101,603       754,854       101,603  | 50 | 511,947 | 677,313 | 165,365 | 677,313 | 165,365 |
| 53         552,986         699,362         146,376         699,362         146,376           54         566,748         706,756         140,008         706,756         140,008           55         580,759         714,336         133,576         714,336         133,576           56         595,089         722,258         127,169         722,258         127,169           57         609,564         730,317         120,753         730,317         120,753           58         624,003         738,349         114,346         738,349         114,346           59         638,619         746,576         107,957         746,576         107,957           60         653,251         754,854         101,603         754,854         101,603   | 51 | 525,539 | 684,609 | 159,070 | 684,609 | 159,070 |
| 54         566,748         706,756         140,008         706,756         140,008           55         580,759         714,336         133,576         714,336         133,576           56         595,089         722,258         127,169         722,258         127,169           57         609,564         730,317         120,753         730,317         120,753           58         624,003         738,349         114,346         738,349         114,346           59         638,619         746,576         107,957         746,576         107,957           60         653,251         754,854         101,603         754,854         101,603  | 52 | 539,284 | 692,016 | 152,731 | 692,016 | 152,731 |
| 55         580,759         714,336         133,576         714,336         133,576           56         595,089         722,258         127,169         722,258         127,169           57         609,564         730,317         120,753         730,317         120,753           58         624,003         738,349         114,346         738,349         114,346           59         638,619         746,576         107,957         746,576         107,957           60         653,251         754,854         101,603         754,854         101,603   | 53 | 552,986 | 699,362 | 146,376 | 699,362 | 146,376 |
| 56         595,089         722,258         127,169         722,258         127,169           57         609,564         730,317         120,753         730,317         120,753           58         624,003         738,349         114,346         738,349         114,346           59         638,619         746,576         107,957         746,576         107,957           60         653,251         754,854         101,603         754,854         101,603  | 54 | 566,748 | 706,756 | 140,008 | 706,756 | 140,008 |
| 57     609,564     730,317     120,753     730,317     120,753       58     624,003     738,349     114,346     738,349     114,346       59     638,619     746,576     107,957     746,576     107,957       60     653,251     754,854     101,603     754,854     101,603   | 55 | 580,759 | 714,336 | 133,576 | 714,336 | 133,576 |
| 58     624,003     738,349     114,346     738,349     114,346       59     638,619     746,576     107,957     746,576     107,957       60     653,251     754,854     101,603     754,854     101,603  | 56 | 595,089 | 722,258 | 127,169 | 722,258 | 127,169 |
| 59     638,619     746,576     107,957     746,576     107,957       60     653,251     754,854     101,603     754,854     101,603   | 57 | 609,564 | 730,317 | 120,753 | 730,317 | 120,753 |
| 60 653,251 754,854 101,603 754,854 101,603  | 58 | 624,003 | 738,349 | 114,346 | 738,349 | 114,346 |
|   | 59 | 638,619 | 746,576 | 107,957 | 746,576 | 107,957 |
| 61 667,862 763,219 95,357 763,219 95,357  | 60 | 653,251 | 754,854 | 101,603 | 754,854 | 101,603 |
|   | 61 | 667,862 | 763,219 | 95,357  | 763,219 | 95,357  |

## (接續前頁)

| 時間                     | 各期準備金     | 準備金平均值    | 情境f準   | 準備金平均值    | 情境g準   |  |  |  |  |
|------------------------|-----------|-----------|--------|-----------|--------|--|--|--|--|
| 點                      |           |           | 備金差異   |           | 備金差異   |  |  |  |  |
| 流口                     | (甲)       | (乙)       | (乙-甲)  | (丙)       | (丙-甲)  |  |  |  |  |
| 62                     | 682,087   | 771,341   | 89,254 | 771,341   | 89,254 |  |  |  |  |
| 63                     | 696,179   | 779,370   | 83,191 | 779,370   | 83,191 |  |  |  |  |
| 64                     | 710,285   | 787,475   | 77,190 | 787,475   | 77,190 |  |  |  |  |
| 65                     | 724,737   | 795,917   | 71,181 | 795,917   | 71,181 |  |  |  |  |
| 66                     | 739,685   | 804,876   | 65,191 | 804,876   | 65,191 |  |  |  |  |
| 67                     | 755,002   | 814,035   | 59,033 | 814,035   | 59,033 |  |  |  |  |
| 68                     | 771,023   | 823,760   | 52,737 | 823,760   | 52,737 |  |  |  |  |
| 69                     | 788,256   | 834,470   | 46,214 | 834,470   | 46,214 |  |  |  |  |
| 70                     | 807,345   | 846,690   | 39,344 | 846,690   | 39,344 |  |  |  |  |
| 71                     | 829,264   | 861,237   | 31,974 | 861,237   | 31,974 |  |  |  |  |
| 72                     | 855,329   | 879,388   | 24,059 | 879,388   | 24,059 |  |  |  |  |
| 73                     | 888,324   | 903,929   | 15,605 | 903,929   | 15,605 |  |  |  |  |
| 74                     | 933,730   | 940,692   | 6,961  | 940,692   | 6,961  |  |  |  |  |
| 75                     | 1,000,000 | 1,000,000 | 0      | 1,000,000 | 0      |  |  |  |  |
| Zo Chengchi University |           |           |        |           |        |  |  |  |  |