

# 1. 研究目的與文獻回顧

對保險公司而言，除了穩定而長期的經營能力外，達到最佳獲利表現也是其中一項重點，較佳的經營策略不僅可以確保保戶的權力，也可以使股東的獲利極大化，換言之，經理人必須同時兼顧公司在保險業中的競爭力和穩定性。

然而，要達到利潤成長最佳化的方法很多，資產配置管理即為相當重要的一環。我們先看保險公司的經營績效，主要來自控制保險理賠造成的損失、所面臨主要風險的管理及資產配置的效果，然而錯誤的資產配置方法，可能會造成保險公司債務無法清償的危機，而且保戶便無法得到足額的理賠，當然該公司的股東遭遇的損失就不在話下了，因此保險公司要如何面對損失理賠比率的管理及處理資產配置和財務分析便是當下最重要的議題。

首先，配置的首要問題便是有哪些工具是經理人可以使用的？目前較普遍的投資部位即債券及股票，這兩種資產投資交易的理論發展已久，另外我們還加入了現金與不動產兩個標的使得模擬中的資產更符合現實環境。接下來，便是採用有效的方法來決定多重期間內各時期合適的配置比率了。至於最佳化的過程，過去在此方面的研究甚多，大多以單期為例並站在投資人的角度，假設較少的限制式下做研究，目前雖已漸漸克服考

慮交易成本、稅賦、在風險中立環境等條件限制，最後再利用偏微分方程或 Martingale 求得封閉解或者藉由效率前緣(Markowitz's Mean-Variance Portfolio Model) 或其他效用函數來求得最佳配置，然而若要將這些方法應用於實務上，可能會出現問題，第一個問題，產險公司除了重視資產面外也必須同時考量到負債面，這和以投資人的角度出發有相當大的不同，第二個問題，法律對產險公司資產配置有明文規定，尤其是在負債面上，這會增加許多限制式使的以上方法更難以靈活運用，第三個問題就是公司不可能採靜態配置，一般而言，公司大多會針對自身的營運狀況與市場經濟環境的變化在固定的週期下對資產配置做調整，換言之，公司會因應目前的經濟環境做相對應的資產配置，而這種考慮多重期間的問題在上述的方法中，皆不易駕馭。

本文於資產配置的問題方面，採用靈活度較高的動態財務分析系統，它可以輕易的將公司整個資產負債面一併考慮，同時兼具法規與各項限制範圍，並隨機模型模擬來加入不確定性，最後再根據模擬的結果做分析，因此，利用動態財務分析系統(DFA)可以克服上述三個問題，其中，動態財務分析(DFA)的使用可以考慮多重期間所並加入現實環境中較多的限制，因此解決了第一和第二個問題，並且在動態財務分析系統建構下，我們可以依據公司在每個時期對環境的需求做配置上的調整而可排除第三個問題，不過動態財務分析(DFA)本身並沒有辦法找到最適配置，因次本文利用演化策略演算法在諸多限制下找到最佳的配置比率，如此一來此兩個方法的結合不但能接近實務，結果也較具參考

價值。

清償能力的高低與總體經濟環境的影響對保險公司的長期經營表現是相當重要的，根據Müller Group Report (1997)針對歐洲市場的調查發現，造成保險公司無力清償的原因包括，營運風險，例如詐欺、本身管理的經驗不足；核保風險，包括不適當的再保計畫、再保公司無法有效填補損失、預期損失低估、過高的營運成本、太過簡單的核保過程，在準備金不足與魯莽的投資策略。另一方面，Zopounidis(1999)則提到許多大型保險公司會運用自己內部建立的模型評估風險，但這對整個大環境而言只有局部的代表性，因此造成估計上的錯誤。所以，使用一個有效的配置方法對一家保險公司而言是相當重要的，而大致上我們可以將這些方法區分為靜態分析與動態分析，不過，靜態分析的方法並無法指出外部因素造成的不確定性對公司的影響，故現逐漸發展以動態分析方法取代之，即動態財務分析 (Dynamic Financial Analysis, DFA)。像Greenwald(2005)提到因應每年龍捲風對美國當地災害的影響變化，建議再保公司應以動態財務分析來衡量公司的價值。Browne (2001) 則提出動態財務模型來分析保險公司的狀態與多項市場因子之間的關係，Charles C. E(1999)則將產險公司所面臨的風險分成資產風險、負債風險、利率風險及管理不善風險四類並提到將動態財務分析運用至產險公司上。

關於最佳化資產配置的研究，蘇承懋(民93)一文中，使用56組資產配置之間的比較

找尋最佳的配置比例。不過這只是一個近似的搜尋方式，因此本文提出的演化策略演算法求取最佳解，雖然此方法早在資訊、電子，化學等相關領域受到相當廣泛應用，因此我們將其設計在找尋資產配置，於我們建構的目標方程式下所得到的結果為45,409,523,901.065，破產機率為0.001。

本文結構如下，第二節將分別針對動態財務分析與演化策略演算法之概念與特性做介紹，第三節敘述程式中所假設的產險公司資產面負債面各項參數設定與程式流程，第四節則根據最後所得的結果做討論。

## 2. 動態財務分析與演化策略演算法

### 2.1、動態財務分析(DFA)

#### 2.1.1 起源與發展

美國產險精算學會(Casualty Actuarial Society, CAS)定義DFA 為：分析保險公司財務狀況的過程，而我們可以把財務狀況視為：在目前未知未來的環境下，公司資本及業主權益足以支持未來公司正常營運的能力。另外Charles C. E(1999)在美國產險精算學會發表的文章中解釋動態財務分析是一個研究企業系統之行為的工具，包括企業的政

策、策略、架構、延緩等內部相關行為如何影響企業的成長與穩定性，它整合了各種管理領域的功能如投資、行銷、研究、人事、產品、會計等，藉由存在於現金流量、訂單、材料、人事、資金設備等的經濟意義和公司活動的瞭解，將每個領域的功能化簡成一個簡單的基準。儘管CAS 所定義的DFA 範圍十分廣泛，但是實際上，並未指明其分析的技術層面，DFA 在技術應用上，可解釋為“以多重期間的模擬為基礎，對於法定會計原則(SAP)及一般公認會計原則(GAAP) 的財務情形，作隨機性的分析”。也因為如此，大多數DFA 的完成是以企業的會計模型，及對其未來期間的模擬，並建立在資產負債所面臨的風險環境及變動的管理策略基礎上。

## 2.1.2 DFA之流程

關於DFA流程，本文參考美國產險精算協會(CAS)資料(DFA Insurance Company Case Study, Part II : Capital Adequacy and Capital Allocation Stephen W. Philbrick, FCAS, MAAA and Robert A. Painter)，一共分七個步驟：

1. 設立目標
2. 搜集資料
3. 參數化模型
4. 產生模型的動向
5. 分析結果

## 6. 敏感度檢定

## 7. 獲得最適結果

步驟一為進行DFA的流程首要任務，便是通盤瞭解目標、限制與公司的風險容忍程度，以便幫助管理人對公司未來資產負債管理相關問題之決策與清償能力等議題，做有效的評估，這些設定將影響任何決策下的結果。步驟二～四中分析者須依照過去資料建立所需模型，因此彙總整體經濟環境（例如：利率走勢、通貨膨脹....等）、保險產業（例如：核保循環）及公司過去整體經營狀況（例如：保費收入、理賠支出、投資項目）。利用所收集到的資料建立模型所需的參數，不過，需要注意的是是否使用正確的模型，以及所使用的模型之限制，以免造成模型風險(model risk)與參數風險(parameter risk)而誤導最後的結果。不過模型之間仍可能有對結果影響能力的相關性，或者說結果並非決策所產生，而只是因為特定模型使用所造成，所以要用步驟五和六來檢驗分析，最後得到結果。

至於DFA分析的方法，從美國產險精算學會(CAS)文獻中指出，現行的方法有二，情境分析和隨機模擬：

### (一)、情境分析(Scenario Analysis)

指金融機構用以衡量在極端但合理事件中，金融機構潛在弱點的各项技術，屬於一種決定論(deterministic)的作法。一般我們會先根據預期的結果計算出一個基本情境

(base case)，隨後再分別以一樂觀與悲觀的預期，預測其最好(best case)及最壞(worst case)的結果。透過這類情境的使用，幫助我們回答一些對應情境下產生的結果。其缺點為：若決定的情境不可能發生那其對應的結果將不具意義，而且最好及最壞的情況並無實質的意義。

## (二)、隨機模擬(Stochastic Simulation)

隨機模擬以數理模型為基礎描述許多因子的不確定性，例如利率、股價、死亡率、損失頻率和幅度等，屬於情境分析的延伸，它不像情境分析只能指派相對少數的情境，在模擬分析中是以電腦依據預先設定的機率分配，產生數以千計可能的情境狀況，隨機模擬使得我們能夠得到可能結果範圍的機率分配情形，而非只是在一個點的估計結果。並可以針對敏感性較高的變數進行敏感度測試，進而增加推測上的效果。由於模擬所得到的結果是以機率的方法加以表示，故在預測上較優於情境分析，也是目前使用DFA時較多採用的方法。

### 2.1.3 DFA 之優缺點及限制

凡事皆有利弊，DFA亦不例外。在執行上，它存有若干的缺點及限制是我們在使用前必須知道的：

#### (一) 優點

1. DFA 可以考慮各項業務間的相關性，如準備金與費率之間的合適性、營運方面的各投資部位間與核保活動的影響… 等等(D' Arcy et al., (1997);D' Arcy et al., (1998))。
2. 隨著科技發達，電腦和軟體之運用，可以在不同假設和參數之中被使用者重複執行並觀察其變化，而提供一個近似結果的機率分配(D' Arcy et al., (1997);D' Arcy et al., (1998))。
3. DFA可以預測保險公司可能會發生失卻清償能力的時點，而這是其他任何財務預警制度所無法提供的(Cummins et al., (1999))。
4. DFA能夠獲取靜態系統上所無法得到的資訊，因此它可以提供公司在抵擋潛在不利經濟環境發展中的訊息，故在預測能力上較靜態基礎來的準確(Cummins et al., (1999))。
5. 與情境分析作比較，由於情境分析只能考慮幾個任意的情境而且他們所考慮到的情境或許與現實相違背；反觀DFA，因為它可以動態模擬許多不同情境，故在管理者所選擇的策略影響方面能夠給予較多且更為即時的訊息(Jorion P. , (2001))。

## (二) 使用上的限制

1. DFA 使用上在某些地方必須依賴管理者主觀判斷。而這些判斷結果對於模型的預測能力及參考價值均有直接的影響。
2. 因為真實的情況並非可以完全被表現出來，所以我們應該非常謹慎，並且不可完全依賴由DFA 模型所產生的結果作為決策的唯一參考依據。正確的作法應該是適時的以客



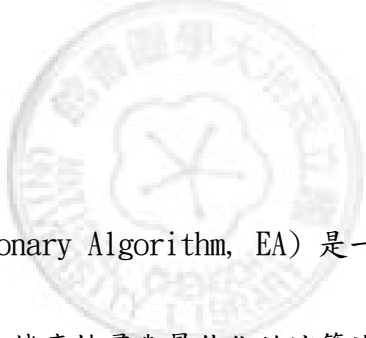
觀方式加以判斷才是明智之舉。

3. DFA模型並沒有辦法幫助管理者找出公司的最佳策略，它只是提供管理者在各項策略之間作一比較，選擇其優者。再加上模型本身是相當複雜，所以，如果管理者本身沒有足夠的知識可能會造成錯誤的解讀。

4. 由於DFA在運作上，仰賴大量從過去歷史和目前營運計劃中所獲取的資料，依此資料作為模型的參考資訊時也會存有一些誤差。

## 2.2 演化策略演算法

### 2.2.1 起源與發展



演化式演算法 (Evolutionary Algorithm, EA) 是一種以有組織的演化模組進行迭代運算，可以達到直接設計、機率搜尋與最佳化的演算法。主要的典型可以分為：基因演算法 (Genetic Algorithm, GA)、演化策略 (Evolution Strategie, ES) 及演化規劃 (Evolutionary Programming, EP)。

演化策略是演化演算法的其中一個分支，最初的演化策略並沒有重組的機制，是一單點搜尋、迭代運算的演算法。之後為了使效能改善而發展出加入重組機制的族群式演化策略，但其作用仍沒有突變機制作用來的大。演化策略除了在突變方面有比較高的比重之外，和其他的演化式演算法的最大不同就是在於其個體的代表方式是以實數型態來表示，所以演化策略的應用多半在於連續函數問題的最佳解設計上。

演化演算法產生的靈感乃來自生物遺傳科學，它模仿了自然界生物「物競天擇、適者生存」的演化法則。有別於區域搜尋技術在解空間的單點搜尋，演化演算法係採演化運算元的演化搜尋方式。演化規劃、演化策略與基因演算法同為演化演算法的主要發展分支。

1965 年，Rechenberg 為了解決流體力學中模型控制裏實數參數最佳化的問題，發展了第一個實驗性的演化策略方法，他將其運用於煙斗與噴嘴之形式的設計。因為體認到工程上的一些非線性模型的數值問題，無法用傳統的數學線性方法求解。後來他與 Schwefel 合作發明了一種新的方法，即為「演化策略」(ES)。

其研究發展完全建立在嚴密的數值分析與機率理論上，目標變數和演化依據的策略參數由一組實數數值參數所構成。最早的演化策略非常簡單，僅包括兩個成員。即一個上一代(父)藉由加入一個平均值 $\theta$ ，標準差 $s$ 的常態分配突變機制，產生一個下一代(子)。計算這上一代與下一代的配適函數及誤差值，將最佳的解當成父，再產生下一代(子)。這種形式的ES 通常簡寫成(1+1)ES，意指選擇的過程是從原先的(父+子)的解中，選最好的，再當成產生下一個世代的父，類似隨機搜尋，被稱為「1 + 1 演化策略」((1+1)-ES)，其中只有兩個演化運算元，突變機制與選擇機制。Rechenberg 並以機率的觀點，發展了關於突變機制的  $1/5$  成功率規則，改善收斂的速度。隨後又再發展族群式演化策略——「 $\mu + \lambda$  演化策略」(( $\mu + \lambda$ )-ES)和「 $\mu, \lambda$  演化策略」(( $\mu, \lambda$ )-ES)，加入新的演化運算元—重組機制，使控制演化的策略參數，也加入隨著各單

元一同演化，至此奠定雛型。此後在德國獨立發展為一種以演化解非線性數值問題的方法，直到1990年才透過與遺傳演算法（GA）研究團體的交流傳到美國，又到1992年才與研究演化式規劃（EP）的團體展開交流。

## 2.2.2 演化策略演算法之流程

演化策略演算法的運用流程如下所示：

### 步驟一：初始化

產生一組共  $\mu$  個個體的族群，如果沒有任何關於解空間中全域最佳解的資訊可利用，則產生的個體應盡量分佈於各個可能區域，每一個個體  $i$  ( $i=1\cdots\mu$ ) 都是向量方式表示，該向量包含了  $m$  個欲求得的變數  $x_j$  ( $j=1\cdots m$ ) 與  $m'$  個策略參數  $\sigma_s$  ( $s=1\cdots m' \leq m$ )，在整個搜尋過程中，策略參數是演化策略的突變方式與尋求最佳化解的方法，而最初的策略參數設定應該要一樣大以避免過早收斂於區域最佳解的情形。

### 步驟二：適應值的計算

依據給定的第  $l$  代變數及策略參數向量等條件，我們可以求其適應函式值，一般而言適應函數值和目標函數值是相同的。

### 步驟三：產生子代

從  $\mu$  個父代中進行突變機制運算，利用產生  $\lambda$  個子代，通常建議  $\mu: \lambda=1:7$ 。

產生的方法是反覆的執行以下的步驟：

(1). 選取父代並重組

為了決定子代(C)的變數值和策略參數，我們任意選取父代族群中兩組向量(A, B)做重組及突變，父代族群中每個向量都有同樣的機會被選取，重組的方式很多，通常憑經驗採用其合適的重組方法以達到最好的演化效果。其中離散重組法(discrete recombination)是一個從父代族群中任意選取兩組向量，並且此子代向量每個變數都是依此兩向量中對應位置的值任選其一產生出來的方法，中間物重組(intermediate recombination)是用於重組策略參數的方法，即將剛才選擇的兩組向量策略參數的平均值

$$(\sigma_s(C) = \frac{\sigma_s(A) + \sigma_s(B)}{2}, s=1 \cdots m, \leq m)。$$

(2). 子代突變

子代的突變是應用其對應的演化的策略參數並帶入對應的變數產生突變的效果，其中策略參數服從對數常態分配，

$$\begin{aligned} \sigma'_s(C) &= \sigma_s(C) \cdot \exp(\tau' \cdot N(0,1) + \tau \cdot N_s(0,1)) \\ \tau' &\propto (\sqrt{2 \cdot m})^{-1} \\ \tau &\propto (\sqrt{2 \sqrt{m}})^{-1} \end{aligned}$$

其中  $\tau$  是外生參數，且  $\tau' \cdot N(0,1)$  是一個全域因子，使突變做整體的改變，而  $\tau \cdot N_s(0,1)$  則使個體  $\sigma_s$  改變的區域因子，不管是全域或區域因子，每次計算新的策略參數時都要重新抽樣，根據常態分配得到  $N(0,1)$  和  $N_s(0,1)$

的值。我們經常設  $\tau = \tau' = 1$ ，另一方面，由於策略參數服從對數常態分配，所以可以確保策略參數是正的。有了演化後的策略參數  $\sigma'_j(C)$ ，我們可以根據對應的策略參數使子代變數  $x_j(C)$  突變產生新的子代變數值  $x'_j(C)$ ，其中突變的大小  $N(0, \sigma'_j(C))$  服從常態分配，公式如下：

$$x'_j(C) = x_j(C) + N(0, \sigma'_j(C))$$

同樣地，每次產生  $x'_j(C)$  時都要重新抽樣  $N(0, \sigma'_j(C))$ 。這個突變的過程是仿造大自然的演化過程，子代總會有一些與父代相似的特徵。

### (3). 子代之適應值的計算

將所得到演化後的子代帶入適應函數求得適應值，和步驟二一樣。

#### 步驟四：篩選

演化策略運用一個固定的篩選方式來選擇好的子代當作新的父代，通常有兩種方法，一種是產生  $\lambda$  個子代並同時與當時  $\mu$  個父代一同競爭，從中選取較優良的  $\mu$  組當新一代的父代，這就是  $(\mu + \lambda)$ ES，另一個方法則是從  $\lambda$  個子代中，選取  $\mu$  個較好的當父代，即  $(\mu, \lambda)$ ES，一般而言較偏好  $(\mu, \lambda)$ ES 方法，因為此方法允許暫時的退化，這可以克服局部最佳化和過早收斂的問題，而  $(\mu + \lambda)$ ES 可說是「菁英制」，因為下一代一定不能比上一代差。

#### 步驟五：重複步驟三和步驟四直到達到終止條件

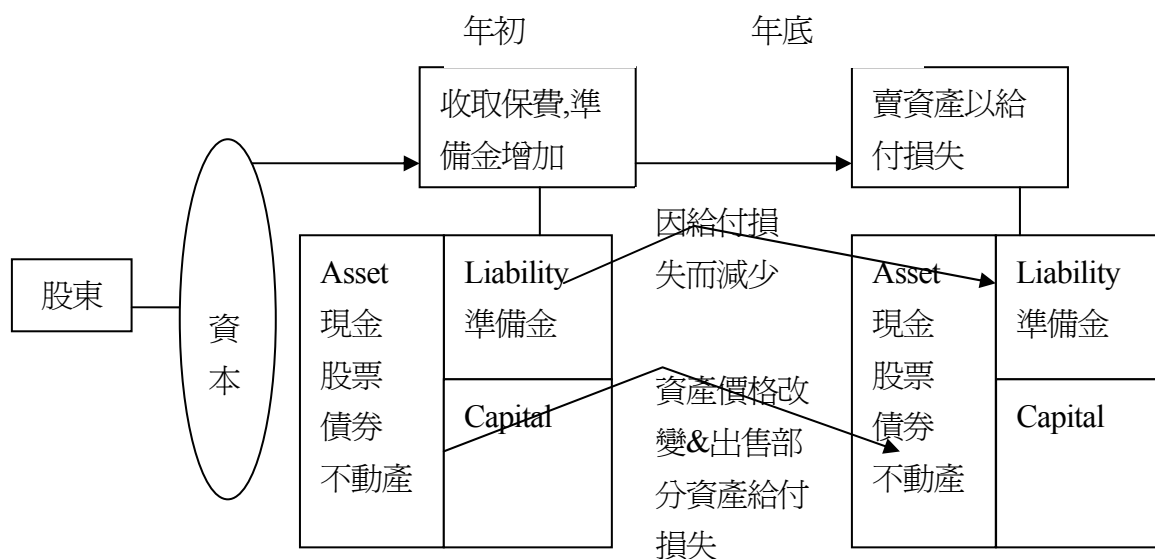
### 3. 模擬方法

#### 3.1 模型設定

第一步，為了設立一家保險公司，股東必須投資現金以提供資本，而且在每年的期出保戶會繳交保費，在一開始，股東投入\$120,000,000的資本，每年年初，保戶支付總保費\$200,000,000，另外長線業務(long line)類型保險之保費年成長率為5%，短線業務(short line)類型保險之保費年成長率4%。

第二步，保險公司收到各款項後，扣除營業所需開銷費用(費用率25%)後，便將剩餘的現金分配到四項部位，現金、債券、股票和不動產，如圖一所示，本文的目標為找出何種配置比率可以在目標方程式下獲得最佳的結果。

圖一



第三步，我們考慮保險公司所提供的產品，分為長線和短線的業務，以長線業務而言，

損失發展(loss development)為十年，而短線業務則為三年，在每年年底，公司統計求償的保戶之損失後必須給付理賠金額，這方面，保險公司必須賣股票、債券和不動產以支付，如果無法支付那表示該公司破產了。

第四步，我們加入重新配置的效果(re-allocation)，即在第一年期初之外，分別於第七年、第十三年與第十九年期初可以重新配置資產部位以符合當時市場環境。

最後，在模擬 25 年和資產配置的方式及損失金額 1000 次後，我們可以應用演算法找尋最佳資產配置。

## 資產面：

在資產面，我們將保費以配置比率放到各部位下，所以這四個部位的市值總和即為該保險公司的價值。另外在計算各資產的市價時，需考慮到彼此之間的相關性，其相關係數矩陣為表一所示，資料來源則為S&P500(股票)、National Association of Real Estate Investment Trusts Performance Indexes of All Publicly Traded REITs<sup>1</sup>(不動產)、Taiwan Economic Journal(短期利率)、American insurance industry empirical loss ratio data (損失)<sup>2</sup>之各資產報酬率，及損失率。

<sup>1</sup> 不動產相關資料來源，所使用的資料日期為 1971 年 12~2004 年 1 月

<sup>2</sup> 損失率，提供資料為 1972~1999 年

表一：相關係數矩陣

	stock	interest rate	loss	real estate
Stock	1	-0.31	-0.19	0.36
interest rate	-0.31	1	-0.004	-0.03
Loss	-0.19	-0.004	1	-0.47
real estate	0.36	-0.03	-0.47	1

接下來，將會對各部位的價格模擬方式做進一步的說明。首先，在現金價值，我們給予無風險報酬，第二，在本文中，我們所使用的 1~15 到期日的零息債券，其價格的計算是使用 Cox, Ingersoll, and Ross(CIR) 模型(1985)的短期利率理論，其離散近似模型為  $dr = q(m-r) + v\sqrt{r}\varepsilon$ ，其中  $r$  為短期利率、 $dr$  代表利率變化量、 $m$  為長期平均利率、 $q$  反應 mean reversion 的速度、 $v$  為利率的標準差、 $\varepsilon$  是一個服從標準常態分配的變數。我們更考慮利率與股票報酬率、損失率，不動產報酬率之相關性，利用 Cholesky 分解，獲得合適的利率模型，而債券的部分，由於利率 CIR 模型和債券價格的映射關係 (mapping)，我們可以得到面額\$1 的無違約風險到期日 T 之零息債券價格，

$$P_T(t, r) = A_0(T-t)e^{-B(T-t)r} \text{ , 其中 } B(x) = \frac{2(e^{rx} - 1)}{(\gamma + q)(e^{rx} - 1) + 2\gamma} \text{ ,}$$

$$A_0(x) = \left[ \frac{2\gamma e^{\frac{x}{2}(q+\gamma)}}{(q+\gamma)(e^{rx} - 1) + 2\gamma} \right]^{\frac{2qm}{\sigma^2}} \text{ , } \gamma = \sqrt{q^2 + 2v^2}$$

，而對於 1~15 年期的債券配置比例為如表二所示。

表二：不同到期日之投資比重



Time to maturity	1	2	3	4	5	6	7	8
Weight	1/15	1/15	1/15	1/15	1/15	1/15	1/15	1/15

Time to maturity	9	10	11	12	13	14	15
Weight	1/15	1/15	1/15	1/15	1/15	1/15	1/15

股票的部分是採用 interest-rate-adjusted-GBM(adjusted Geometric Brownian Motion)，其離散近似模型為  $\frac{dS}{S} = (\mu_s + r_t)dt + \sigma_s \varepsilon \sqrt{t}$ ，其中 dS 代表股價指數在 dt 時間的變化量， $\varepsilon$  是一個服從標準常態分配的變數，參數  $\mu_s$  和  $\sigma_s$  分別代表每年不動產的期望報酬和報酬的標準差， $r_t$  為 t 時間的短期利率。

最後，不動產的價格，我們使用標準幾何布朗運動模型(standard Geometric Brownian Motion model)，其離散近似模型為  $\frac{dRE}{RE} = \mu_{RE} dt + \sigma_{RE} \varepsilon \sqrt{t}$ ，其中 dRE 為不動產價格價格在 dt 期間之變化量， $\varepsilon$  是一個服從標準常態分配的變數，參數  $\mu_{RE}$  和  $\sigma_{RE}$  分別代表每年不動產的期望報酬和報酬的標準差，而各個參數的起使值列於表三。起使值也代表著預設的經濟環境，很明顯的可以看出不動產有較高的報酬，但相對的也有較高的風險。

表三：參數設定

Stock Return	Initial index=107.94	$\mu_s=0.06$	$\sigma_s=0.2$	
Interest Rate	Initial rate=0.06	m=0.06	q=0.3	v=0.02
Real-estate Return	Initial index=1000	$\mu_{RE}=0.15$	$\sigma_{RE}=0.35$	

## 負債面：

我們假設保險公司有兩種損失發展(loss development)，分別是短期損失發展(loss development)及長期損失發展(loss development)，其中僅長期損失發展設定與資產部

位具相關性，短期損失發展的部分則與資產和長期損失發展獨立，這兩種產品線的損失

發展(loss development)比例和參數設定歸納整理於表四、表五、和表六中。

表四：短期損失發展(loss development)

T	1	2	3
D(t)	80%	15%	5%

表五：長期損失發展(loss development)

T	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
D(t)	50%	30%	10%	5%	3%	1%	0.50%	0.30%	0.10%	0.10%

表六：損失模型之參數

Long-Term Ratio	mean=0.75	$\sigma_{loss}=0.3$
Short-Term Ratio	mean=0.8	$\sigma_{loss}=0.25$

## 3.2 程式流程

我們舉某一資產配置比率為例，假設現金 20% 股票 40% 債券 20% 不動產 20%，在

第一年期初，資產負債表列於表七。

表七：第一年初資產負債表

ASSET			LIABILITY		
Accounting title	value	%at asset	Accounting title	value	%at liability
Cash	\$54,000,000	20%	Long term reserve	\$75,000,000	50%
Stock	\$108,000,000	40%	Short term reserve	\$75,000,000	50%
1 year maturity bond	\$3,600,000	1.33%			
2 year maturity bond	\$3,600,000	1.33%			
3 year maturity bond	\$3,600,000	1.33%			
4 year maturity bond	\$3,600,000	1.33%			
5 year maturity bond	\$3,600,000	1.33%			
6 year maturity bond	\$3,600,000	1.33%			
7 year maturity bond	\$3,600,000	1.33%			
8 year maturity bond	\$3,600,000	1.33%			
9 year maturity bond	\$3,600,000	1.33%			
10 year maturity bond	\$3,600,000	1.33%			
11 year maturity bond	\$3,600,000	1.33%			
12 year maturity bond	\$3,600,000	1.33%			
13 year maturity bond	\$3,600,000	1.33%			
14 year maturity bond	\$3,600,000	1.33%			
15 year maturity bond	\$3,600,000	1.33%			
Real-Estate	\$54,000,000	20%			
—	—	—			
			SURPLUS		
			Accounting title	value	%at surplus
			Long term paid in capital	\$70,000,000	58.3%
			Short term paid in capital	\$50,000,000	41.7%
			Total	\$120,000,000	100%

在資產面，每年到期的債券，我們會將做再投資的動作，全部投資於 15 年期的債券，而負債面準備金的來源依照法規自保費提存，我們可以很清楚的看到資產面負債面及盈餘的部分，並且每到第七、十三、十九年年初時做資產配置重分配，在經過 25 年後和 1,000 次模擬，於 25 年底可得到平均盈餘。

我們設定的目標方程式為  $\max O = \frac{1}{I} \times \sum_{t=1}^{25} \sum_{i=1}^I S_{i,t} - k(RP - x)$ ， $O$  為我們所設定的目標方程式， $S_{i,t}$  表示第  $i$  個路徑於  $t$  年底的盈餘， $I$  為剩餘沒有破產的模擬次數， $k, x$  分別

為自訂的參數，我們取 $x=0.02$ 、 $k=10^{12}$ ， $k$ 代表對破產造成影響的懲罰效果， $x$ 則為我們允許的破產機率， $RP$  為破產機率，我們將破產次數統計後除以 1,000 而得，最後要注意的是由於公司宣告破產後停止營運，所以破產年度後至 25 年底的當年度盈餘皆會為零，因此在計算每年平均盈餘時，我們會將不考慮發生破產的公司。

接下來便是使用演化策略演算法來尋找最佳化的資產配置：

步驟一：我們使用 $(\mu, \lambda)$ ES，其中 $\mu=16$ ， $\lambda=112$ ，演化 1,000 代，全域學習率和區域學習率 $\tau'=0.144$ ， $\tau=0.319$ ，利用隨機產生 16 組父代，每一組向量都有 24 個元素，前 12 個是四組分別在第一年、第七年、第十三年與第十九年初配置於現金、股票、債券和不動產的比例，而且每一次資產配置重分配後所有部位的和應等於一，這是我們必須考慮的限制式，另一個則是投資於每個資產的比率都應該應介於 0~1 之間，後 12 個則是策略參數。由於演化策略本身對演化的變數所限定值域為實數，與我們所設計每個值介於 0~1 之間，且每年資產配置總和等於一的條件不同，因此我們在這個地方做了修整使演算法能發揮其作用，首先我們將演化時所得到的變數值 $x_i$ ， $i=1\sim 12$  帶入  $\text{Normal}(0, 1)$  的累積機率分配函數以求得一介於 0~1 之間的值 $p_i$ ， $i=1\sim 12$ ，接著令投資於現金部位的比例為表八：

表八：

	現金	股票	債券	不動產
第 1~6 年 $i=1\sim 3$	$p_1 p_2 p_3$	$p_3 p_2 (1 - p_1)$	$p_3 (1 - p_2)$	$1 - p_3$

第 7~12 年 $i=4\sim6$	$p_4 p_5 p_6$	$p_6 p_5 (1 - p_4)$	$p_6 (1 - p_5)$	$1 - p_6$
第 13~18 年 $i=7\sim9$	$p_7 p_8 p_9$	$p_9 p_8 (1 - p_7)$	$p_9 (1 - p_8)$	$1 - p_9$
第 19~25 年 $i=10\sim12$	$p_{10} p_{11} p_{12}$	$p_{12} p_{11} (1 - p_{10})$	$p_{12} (1 - p_{11})$	$1 - p_{12}$

如此一來，我們除了可以確保每年資產配置加總等於一外，也可以反推得到演化

時的變數  $x_i, i=1\sim12$ 。

步驟二：在適應函式的部分我們令它等於目標方程式。

步驟三：產生  $\lambda = 112$  組子代，每一個子代的選取採離散重組法(discrete recombination)，策略函數則使用中間物重組(intermediate recombination)

步驟四：接著帶入

$$\sigma'_s(C) = \sigma_s(C) \cdot \exp(\tau \cdot N(0,1) + \tau \cdot N_s(0,1))$$

$$x'_j(C) = x_j(C) + N(0, \sigma'_j(C))$$

得到演化後的子代。

步驟五：將子代帶入適應函式，並依據  $(\mu, \lambda)$  ES 的篩選方式得到新的父代，並重複步

驟二~五，直到 1,000 次後終止。

### 3.3 結果

我們找到最適資產配置列於表八

表八：各年度配置比率與結果

	1~6 年	7~12 年	13~18 年	19~25 年	結果
現金	0	0	0	0	45,409,523,901.065
股票	0.33877	0.2906	0.17354	0.80385	
債券	0.42498	0.34771	0.32224	0	
不動產	0.23625	0.36169	0.50422	0.19615	

依表八所示第 1~6 年主要投資於現金、股票與不動產部位，第 7~18 年則變成股票、債券與不動產，第 19~25 年則集中於股票部位，最後我們得到破產機率為 0.001，結果等於 45,409,523,901.065，由破產機率來看，我們可以發現最後 19~25 年的高風險的部位似乎不至嚴重影響破產的情形導致將資產都配置在股票和不動產，這應該與接近模擬的到期年限有關，假若將時間拉長，也許就不應該將資產長期配置於高風險部位。

## 4. 結論與建議

我們利用動態財務分析系統來描述產險公司的營運狀態，再應用演化策略演算法來求取最佳的資產配置，兼具長期穩定經營與利潤最大的考量下，找到最適資產配置，我們可以發現最適的資產配置並不會長期過度集中於高風險部位，或過於風險趨避而影響公司的獲利能力，不過我們也發現這個模擬方式的缺點，便是在到期前可能將資產放置於高風險部位這個現象可能不符我們的需求，原因是到期前的短期高風險部位的投資不致影響破產的發生，而在利潤極大的追求條件下造成這樣詭異的情形，不過這個缺點可以用延長模擬年限來克服。

利用近代發展的各種資產之模型，我們可以輕易的套入現實環境的狀態，並針對當時的環境模擬未來資產的變化，對於公司決策分析時有很大的幫助，由於科技的進步，我們可以將模擬的次數提昇，如此一來可以更精確的找出最佳的配置方法，或者以演算法（類神經網路，基因演算法）找出局部最佳解，另外，關於公司面臨的風險，本文只針對部分的市場風險做衡量，往後可以加入信用風險、流動性風險，作業風險，交易成本與稅賦等做探討，最後，以保險公司營運的目標，我們所設定的 25 年其實是不太符合現實環境的，以公司永續經營的理念或許得將模擬期間延長至 50 年或更久。