

長期照顧保險商品設計與風險效果分析

Analysis of the Risk Effect of the Product Design of Long-Term Care Insurance

王麗玲 / 國立政治大學風險管理與保險學系教授
Jennifer L. Wang, Professor, Department of Risk Management and Insurance, National Chengchi University

邱于芬 / 東吳大學財務工程與精算學系助理教授
Yu-Fen Chiu, Assistant Professor, Department of Financial Engineering and Actuarial Mathematics, Soochow University

謝明華 / 國立政治大學風險管理與保險學系副教授
Ming-Hua Hsieh, Associate Professor, Department of Risk Management and Insurance, National Chengchi University

陳彥志 / 國立政治大學風險管理與保險學系博士候選人
Yen-Chih Chen, Ph.D. Candidate, Department of Risk Management and Insurance, National Chengchi University

Received 2014/12, Final revision received 2017/3

摘要

本研究探討長期照顧商品設計對保險公司負債風險之影響。本研究透過連續馬可夫鍊建構健康狀態轉換模型，並以風險值及條件尾端期望值作為風險衡量指標，分析長期照顧保險結合年金或壽險之後是否可以降低保險公司負債風險邊際值。研究結果發現，結合長期照顧保險與壽險會產生自然避險，結合銷售會使負債風險邊際值下降；而長期照顧保險結合年金保險，因無法產生避險效果，負債風險邊際值反而較分別銷售時高，但是若進一步考慮逆選擇成本後，逆選擇成本降低效益大於其風險邊際值之增加，因此整體經營風險也會降低。保險公司根據本研究結果進行商品設計與搭售策略將有助於長期照顧與年金保險市場之成長，並可協助降低公司負債風險。

【關鍵字】長期照顧保險、商品設計、風險效果

Abstract

This paper investigates the risk effect of the product design of long-term care insurance. Specifically, we focus on analyzing the changes in risk characteristics resulting from different combinations of long-term care insurance with annuity or life insurance. We use value at risk and conditional tail expectation as risk proxies to evaluate the risk margin of different product designs. A continuous-time Markov chain model is employed to model the health status of insureds. We find that the combination of long-term care insurance with life insurance reduces the risk margin. By contrast, the combination of long-term care insurance with annuity increases the risk margin. However, when the adverse selection cost of the annuity is further considered, the net risk effect of the combination of long-term care insurance with annuity actually decreases, because the benefit of lowering the adverse selection cost outweighs the increasing risk margin. This paper provides an effective risk management tool for life insurance companies to more effectively control their liability risks and offer more innovative retirement products to society.

【Keywords】long-term care insurance, product design, risk effect

壹、前言

隨著壽命延長與生育率下降，許多國家都面臨著與日遽增的長壽風險，如何因應人口老化社會伴隨而來的長期照顧需求，是現今社會所面臨的重要議題。依據我國經濟建設委員會 (2009) 的報告，臺灣的失能人口平均每年以 20% 速度增加，臺灣失能人口人數將在 2021 年達到 64 萬人，未來因應老人身體衰弱以及慢性疾病的照護需求逐年大增，龐大的看護費用將成為老年生活的一筆嚴重負擔。

為滿足龐大的長期照顧保險需求，臺灣壽險業於民國 84 年推出第 1 張商業長照保險商品，近年來也陸續推出不同的長期照顧商品，但截至 2015 年，有效契約件數僅約 55 萬件，保費收入約新臺幣 152.9 億元，只占壽險業總保費收入的 0.32%。表 1 為近三年長期照顧保險、年金保險、人壽保險個人險新契約保費收入與件數，由表 1 可以看出，不論從新契約保費收入與保單件數來比較，人壽保險的保單件數與保費收入皆遠高於年金保險與長期照顧保險。以 2015 年為例，人壽保險新契約保費收入高達 8596 億元，件數高達 342 萬件，而長期照顧保險新契約保費收入僅有 21 億元，件數僅有 5 萬件，年金保險新契約保費收入為 2785 億元，新契約件數約為 24 萬件，顯示長期照顧保險市場與年金保險市場仍極具開發空間。

表 1 長期照顧保險、年金保險、人壽保險新契約保費收入與件數

年度	年金保險		長期照顧保險		人壽保險	
	保費收入	件數	保費收入	件數	保費收入	件數
2013	33,448	299	203	66	72,245	2,935
2014	19,985	128	370	92	92,043	3,186
2015	27,852	244	210	51	85,963	3,428

註：保費收入單位為新臺幣仟萬元，保單件數單位為仟件。

儘管台灣應有龐大的長期照顧需求，但從近年保費收入的成長狀況，可以看出長期照顧需求並未直接反映在購買長期照顧保險。因此，如何設計出適當的長期照顧保險相關商品，滿足民眾老年長期照顧需求，對壽險公司以及民眾而言，都是亟需解決之問題。

Brown and Finkelstein (2007) 對美國長期照顧保險市場之需求做深入分析，發現長期照顧保險的高保費以及核保問題，導致長期照顧保險投保人數無法增加。Brown and Finkelstein (2009) 進一步以美國民眾的實際健康資料，對長期照顧保險的供給面與需求面進行分析，研究結果發現即便降低保費，仍有許多民眾不願意購買長期照顧保險，這也驗證了公共長期照護保險的重要性。而過去有許多文獻曾提出，可透過創新商品設計來促進長期照顧保險市場的成長，例如：Murtaugh, Spillman, and Warshawsky (2001) 提出長期照顧保險結合年金險後可以降低年金保險的保費，以及減少長期照顧

保險的管理成本與核保問題。Davidoff (2009) 從需求面探討同時購買長期照顧保險與年金險的好處。Webb (2009) 透過模型分析長期照顧保險結合年金險可以降低兩個市場所面臨的嚴重逆選擇問題。Brown and Warshawsky (2013) 實際估算結合長期照顧保險以及年金保險確實能降低保費並增加承保範圍。而從臺灣保險市場實務運作上，我們也觀察到保險公司已推出長期照顧保險與終身壽險結合的商品。

然而過去文獻對長期照顧保險結合不同保險商品對保險公司經營風險之影響卻很少著墨。對保險公司而言，瞭解保險商品的風險邊際衡量與分析是非常重要的，特別是對隱含著龐大風險費用的長期照顧保險商品。為彌補此缺憾，本研究希望對長期照顧保險結合不同商品後之風險效果作深入分析，並探討保險公司如何透過商品設計或是搭售策略結合不同商品來降低負債風險。例如，從商品組合設計角度上，保險公司可以推出長期照顧年金保險¹(Long-term Care Annuity)。另外，從搭售策略來看，保險公司可以將此兩種商品銷售給同一被保險人，並提供較優惠的價格。本研究採用連續馬可夫鍊建構健康狀態轉換模型，接著以蒙地卡羅法模擬不同商品組合下各保單負債的損失分配，利用風險衡量指標來計算的風險邊際，並進一步比較不同商品結合銷售與分別銷售對負債風險邊際的影響。結果發現，當結合長期照顧商品與終身壽險時，因結合商品會產生自然避險效果，可以降低負債風險邊際；若長期照顧保險結合年金保險，由於此兩種保險給付為正相關，其負債之風險邊際值反而會增加，但是若進一步考慮逆選擇成本後發現，逆選擇成本降低效益大於其負債風險邊際值之增加，所以兩種商品結合銷售的淨效益仍會使保險公司整體負債風險下降。因此，將長期照顧保險結合年金保險後銷售給同一個被保險人的好處大於分別銷售兩種保單給不同被保險人。

本研究共分為五節，除本節前言外；第貳節為文獻回顧；第參節介紹估計模型以及評價方法；第肆節為數值結果與分析；最後，為本研究的結論與建議。

貳、研究模型與假設

一、健康狀態轉換模型

Levikson and Mizrahi (1994) 指出連續馬可夫鍊可以用來計算長期照顧保險保費以及其他關於健康狀態轉換的精算模型。因此，過去文獻在建構健康狀態轉換模型時，大多使用連續馬可夫鍊作為健康狀態轉換模型 (Albarran, Ayuso, Guillén, and Monteverde, 2005; Baione and Levantesi, 2014; Brown and Warshawsky, 2013; Czado and Rudolph, 2002; Haberman and Pitacco, 1998; Manton, Corder, and Stallard, 1993; Murtaugh et al.,

1 Murtaugh et al. (2001) 提出的長期照顧年金保險，透過商品設計結合年金保險與長期照顧保險的給付條件的創新保單。

2001; Pitacco, 1995; Pritchard, 2006)。本研究延續過去文獻，亦使用連續馬可夫鍊作為健康狀態轉換模型。

馬可夫鍊是一個隨機過程，馬可夫鍊一般分為連續時間與離散時間兩種型態 (Ross, 2009)。定義 $M_x(t)$ 代表 x 歲的人在時間 t 時的健康狀態，健康狀態有 $1, 2, \dots, h$ 。狀態 1 代表健康狀態，狀態 $2, \dots, h-1$ 代表亞健康狀態，狀態 h 代表死亡。 $M_x(t)$ 具無記憶特性，以數學式表達如下：

$$\begin{aligned} P\{M_x(t+s) = j | M_x(t) = i, M_x(u) = x(u), 0 \leq u \leq t\} \\ = P\{M_x(t+s) = j | M_x(t) = i\} \end{aligned} \quad (1)$$

其中 $s, t \geq 0$ ， $i, j = 1, 2, \dots, h$ 。由此特性，我們可以定義

$$P_x^{ij}(t, t+s) = P\{M_x(t+s) = j | M_x(t) = i\} \quad (2)$$

上式條件機率為馬可夫鍊過程在時間 t 經時間 s 後由 態 i 轉移至 態 j 的轉移機率。而狀態轉移機率矩陣 (Transition Probability Matrix) 定義如下：

$$P_x(t, t+s) = \begin{pmatrix} P_x^{11}(t, t+s) & \cdots & P_x^{1h}(t, t+s) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ P_x^{h1}(t, t+s) & \cdots & P_x^{hh}(t, t+s) \end{pmatrix} \quad (3)$$

所以 $P_x(t, t+s)$ 為 x 歲被保險人在時間 t 至時間 s 的狀態轉移機率矩陣，通常狀態轉移機率矩陣可以使用速率矩陣 (Rate Matrix) $Q_x(t)$ 來計算。其中速率矩陣中的 i, j 元素 (Entry) 定義如下：

$$Q_x^{ij}(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} P_x^{ij}(t, t + \Delta t) / \Delta t, \quad i \neq j, \quad (4.1)$$

$$Q_x^{ij}(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} P_x^{ij}(t, t + \Delta t) / \Delta t, \quad i = 1, \dots, h. \quad (4.2)$$

其中 Q_x^{ij} 可被證明滿足以下條件， $Q_x^{ij} \geq 0$ 對所有的 $i \neq j$ 且 $\sum_{j=1}^h Q_x^{ij} = 0$ (Ross, 2009)。速率矩陣與狀態轉移機率矩陣的關係，可以由以下兩個著名的方程式 (Kolmogorov Forward and Backward Equations) 描述，詳細內容可以參考 Ross (2009) 381 至 391 頁。

$$dp_x^{ij}(t, t+s)/dt = \sum_k p_x^{ik}(t, t+s)Q_x^{kj}(t+s) \quad (5.1)$$

$$dp_x^{ij}(t, t+s)/ds = - \sum_k Q_x^{ik}(t)p_x^{kj}(t, t+s) \quad (5.2)$$

因此，若已知速率矩陣 $Q_x(t)$ ，其中 $t = 0, 1, 2, \dots, w-x$ ， w 為最大歲數，並假設同一年度速率矩陣不變，亦即

$$Q_x(t+s) = Q_x(t) \quad (6)$$

其中 $0 \leq s < 1$ ，可以運用上述 Kolmogorov 方程式算出不同時間的狀態轉移機率矩陣 $P_x(t, t+s)$ 。更明確的說，狀態轉移機率矩陣可以用以下指數矩陣 (Exponential of Matrix) 來表示 (Ross, 2009)：

$$P_x(t, t+s) = e^{Q_x(t)*s} \quad (7)$$

其中 $0 \leq s < 1$ 。

有關速率矩陣之參數估計，Czado and Rudolph (2002) 使用德國老年健康調查的資料，透過 Cox 比例風險模型 (Cox Proportional Hazard Model) 進行連續馬可夫鍊速率矩陣的參數估計；Albarran et al. (2005) 則是利用西班牙的資料估計進入失能狀態與死亡狀態馬可夫鍊的速率矩陣參數。Pritchard (2006) 利用美國長期照顧調查的資料，估計馬可夫鍊中速率矩陣的參數，並進一步討論模型修勻與調整。Baione and Levantesi (2014) 使用義大利的老年人的健康資料，討論如何在資料受到限制下估計速率矩陣的參數。由於 Pritchard (2006) 透過修勻產生穩定的轉移機率參數，亦有檢驗結果支持其參數之合理性，而且 Brown and Warshawsky (2013) 也是使用此模型，因此本文引用 Pritchard (2006) 所估計的健康狀態轉換模型參數進行計算，利用對應不同年齡健康狀態轉換的速率矩陣 (Rate Matrix) 計算各種不同年齡的狀態轉移機率矩陣²。

二、負債評價模型與模擬分析方法

為簡化模型並考慮實務的做法，本研究假設保險給付為離散模型，在每期期末進

2 Pritchard (2006) 之相關參數估計詳細說明於附錄，但後續研究使用資料時應該要注意可能的模型風險。

行給付（本研究假設一期為一年，但一期亦可依實際需要調整為其他的時間單位）。本研究將透過健康狀態轉換模型分別計算 x 歲被保險人在健康狀態 i ，其中 $i = 1, 2, \dots, h-1$ ，Solvency II 下定義的各險種的最適估計 (Best Estimate)。在本研究中我們考慮年金保險負債評價的最適估計 ($S_{Annuity}$)、長期照顧保險保費負債評價的最適估計 (S_{LTC})、終身壽險保費負債評價的最適估計 (S_{Life})，分別表示如下：

$$S_{Annuity} = E[A_x(i)] = B_{Annuity} \sum_{t=1}^{w-x-1} \left(1 - p_x^{ih}(0, t)\right) (1+r)^{-t} \quad (8.1)$$

$$S_{LTC} = E[LTC_x(i)] = \sum_{t=1}^{w-x} \left(\sum_{j=2}^{h-1} B_{LTC}(j) \left(p_x^{ij}(0, t)\right) \right) (1+r)^{-t} \quad (8.2)$$

$$S_{Life} = E[Life_x(i)] = B_{Life} \sum_{t=1}^{w-x} \left(p_x^{ih}(0, t)\right) (1+r)^{-t} \quad (8.3)$$

其中， $B_{Annuity}$ 為年金保險每期的保險給付； $B_{LTC}(j)$ 為長期照顧保險每期對應不同健康狀態 j 的保險給付，其中 $j = 2, 3, \dots, h-1$ ， B_{Life} 為終身壽險的保險給付， r 為折現率， $A_x(i)$ 為年金保險給付現值， $LTC_x(i)$ 為長期照顧保險給付現值，而 $Life_x(i)$ 為終身壽險給付現值。 $A_x(i)$, $LTC_x(i)$, $Life_x(i)$ 的表示如下：

$$A_x(i) = \sum_{t=1}^{T_x(i)-1} \frac{B_{Annuity}}{(1+r)^t} \quad (9.1)$$

$$LTC_x(i) = \sum_{t=1}^{T_x(i)} \frac{B_{LTC}(M_x(t))}{(1+r)^t} \quad (9.2)$$

$$Life_x(i) = \frac{B_{Life}}{(1+r)^{T_x(i)}} \quad (9.3)$$

其中， $T_x(i)$ 為 x 歲被保險人在健康狀態 i 下的餘命。

我們依據 Solvency II 的百分位法 (Percentile Method)，以風險衡量指標 $\rho(\cdot)$ 與最適估計 $E(\cdot)$ 的差額來計算負債風險邊際，進行風險效果評估的比較。為方便比較，我們以風險邊際比率 $\delta(L)$ 的方式呈現：

$$\delta(L) = \frac{\rho(L) - E[L]}{E[L]} \tag{10}$$

本研究使用不同分位的風險值 (Value at Risk; VaR) 以及條件尾端期望值 (Conditional Tail Expectation; CTE) 作為風險衡量指標，Committee of European Insurance and Occupational Pensions Supervisors (2009) 建議使用 VaR(75) 計算 Solvency II 中規定的負債風險邊際，也建議可以使用 CTE。VaR(α) 與 CTE(α) 的表示如下：

$$\text{VaR}(\alpha) = \inf\{l|F_L(l) > \alpha\% \} \tag{11}$$

$$\text{CTE}(\alpha) = E(L|L > \text{VaR}(\alpha)) \tag{12}$$

其中， $F_L(\cdot)$ 為保險給付隨機變數 L 之累積分布函數， $E(\cdot)$ 為條件期望值。

本研究使用蒙地卡羅法計算各險種的最適估計與負債風險邊際。我們利用前述的健康狀態轉移模型，模擬出被保險人在死亡前的所有健康狀態情境 $M_x(0), M_x(0), \dots, M_x(T_x(i))$ ，並計算 $A_x(i), LTC_x(i), Life_x(i)$ 。馬可夫鍊的詳細模擬方法可以參考 Glasserman (2004)。詳細模擬步驟如下：

1. 步驟 1：使用速 矩陣 $Q_x(t)$ 計算各個時間 t 的狀態轉移機率矩陣 $P_x(t, t+1)$ ，其中 $t=0, 1, \dots, w-x$ 。
2. 步驟 2：根據模擬次數 N ，產生 N 組被保險人的健康狀態情境 $M_x(0), M_x(0), \dots, M_x(T_x(i))$ ，並計算對應的 $A_x(i), LTC_x(i), Life_x(i)$ 。
3. 步驟 3：利用產生的隨機變數計算不同險種負債的最適估計 $S_{Annuity}, S_{LTC}, S_{Life}$ 與風險衡量指標 $\rho(A_x(i)), \rho(LTC_x(i)), \rho(Life_x(i))$ ，並進一步計算風險邊際。

本研究對不同商品設計的風險效果進行探討，分析商品設計內容如下：

1. 長期照顧保險結合終身壽險保單 (LTCLife) 或
2. 長期照顧保險結合年金保險的保單 (LTCA)

此時被保險人為同一人。我們利用蒙地卡羅法計算 $LTCLife_x(i)$ 與 $LTCA_x(i)$ ，其中

$$LTCLife_x(i) = \sum_{t=1}^{T_x(i)-1} \left(\frac{B_{LTC}(M_x(t))}{(1+r)^t} \right) + \frac{B_{Life}}{(1+r)^{T_x(i)}} \tag{13}$$

$$LTCA_x(i) = \sum_{t=1}^{T_x(i)-1} \frac{B_{LTC}(M_x(t)) + B_{Annuity}}{(1+r)^t} \tag{14}$$

另外我們抽取兩個獨立的健康狀態情境，並計算其對應的 $LTC_x(i)$ 與 $Life_x(i)$ ，此時假設此二商品是銷售給不同的被保險人。另外長照商品與年金的結合我們同時也做相同的比較。

三、年金保險逆選擇成本之估計

由於主動購買年金保險的被保險人通常有較佳的健康狀態，因而造成逆選擇現象。而實務上，在年金生命表中也隱含的龐大逆選擇成本，導致年金保險的保費昂貴，過去許多文獻指出逆選擇問題是造成年金保險市場停滯的主要原因之一。Hosseini (2015) 指出年金市場中的逆選擇問題導致高額保費，透過商品設計可以降低逆選擇成本，Brown and Warshawsky (2013) 與 Webb (2009) 指出長期照顧保險結合年金保險一起銷售，由於組合商品後可以賣給更多的一般消費者，所以可以降低年金險中隱含的昂貴逆選擇成本。本研究延續過去文獻，探討長期照顧保險結合年金保險是否有降低逆選擇成本的效果。

當保險公司單獨銷售年金保險時，在考量主動購買年金者之逆選擇成本，定價時會使用年金生命表，因此年金保險給付現值 $\hat{A}_x(i)$ 可表示如下：

$$\hat{A}_x(i) = \sum_{t=1}^{\hat{T}_x(i)-1} \frac{B_{Annuity}}{(1+r)^t} \quad (15)$$

其中 $\hat{T}_x(i)$ 為被保險人餘命，且使用年金生命表進行模擬試算。本研究假設購買年金保險的被保險人死亡率是原假設下標準死亡率的 θ 倍，其中 $0 < \theta < 1$ ，以 θ 來調整逆選擇的嚴重程度，這與保險實務上年金生命表死亡率低於壽險生命表死亡率的做法是一致的。依此，本研究在考量逆選擇成本下，比較商品結合對風險的影響。當分別銷售年金保險與長期照顧保險時，保險給付現值為 $LTC_x(i) + \hat{A}_x(i)$ ；當長期照顧保險與年金保險結合銷售時，由於保單結合銷售時，所有被保險人皆有意願購買此商品，定價時將使用所有被保險人之健康狀態轉移模型，因此保險給付現值為 $LTC_{Ax}(i)$ 。我們使用蒙地卡羅法計算兩種組合商品之最適估計與負債風險邊際，並計算分別銷售與結合銷售的最適估計差額，以此作為衡量結合商品後之逆選擇成本下降效益。此外，為了同時考慮結合商品對負債風險邊際與逆選擇成本之影響，本研究也使用不同風險衡量指標進行負債風險評價，並計算出分別銷售的風險衡量指標 $\rho(LTC_x(i) + \hat{A}_x(i))$ 與結合銷售的風險衡量指標 $\rho(LTC_{Ax}(i))$ 之差額，以此作為同時考量風險邊際以及逆選擇成本後之商品成本淨效益。

四、健康狀態與保險給付假設

本研究的健康狀態假設包括完全健康、喪失工具性日常生活活動能力 (Instrumental Activities of Daily Living; IADLs)、喪失巴式量表上不同項目數的日常生活能力 (Activities of Daily Living; ADL) 及死亡等七種狀態。依循 Brown and Warshawsky (2013) 在長期照顧保險之給付設計，本研究在不同程度的失能狀態下提供不同的保險給付³，年金保險給付、長期照顧保險給付與終身壽險的保險給付如表 2，其中年金保險在健康狀態 1 至 6 提供給付，長期照顧保險則在健康狀態 3 至 6 提供不同的保險給付，而終身壽險則是在死亡時（健康狀態 7）提供保險給付。

表 2 健康狀態與保險給付設定

健康狀態	失能程度	保險給付設定
1	完全健康	年金保險給付
2	一項 IADLs 以上	年金保險給付
3	1 項 -2 項 ADLs	年金保險給付、長期照顧保險給付 1
4	3 項 -4 項 ADLs	年金保險給付、長期照顧保險給付 2
5	5 項 -6 項 ADLs	年金保險給付、長期照顧保險給付 3
6	完全失能	年金保險給付、長期照顧保險給付 4
7	死亡	終身壽險給付

本研究假設三種險種給付金額：終身壽險提供身故給付 400 萬元。長期照顧保險於不同健康狀態下提供以下保障，當被保險人進入長期照顧保險給付標準後，在健康狀態 3 下提供每月 5 萬元長期照顧給付，在健康狀態 4 下提供每月 10 萬元長期照顧給付，在健康狀態 5 與健康狀態 6 下提供每月 15 萬元長期照顧給付。而年金保險則提供每月提供 1 萬 2,000 元保險給付直到死亡⁴。

參、數值結果與分析

本研究探討長期照顧不同商品設計對保險公司負債風險效果及逆選擇成本的影響。依照過去文獻，這些商品都是分析退休後的老年風險保障期間，例如 Pritchard (2006) 及 Brown and Warshawsky (2013)，皆僅估計中老年人的健康狀態轉換模型，因此本研究採用 60 歲、65 歲、與 70 歲作為分析實例。表 3 顯示在不同年齡下（60 歲、

3 我國現行示範條款的保險商品設計則是判定有三項巴式量表上的日常生活能力之障礙時，提供固定金額給付。

4 為比較商品結合後的風險效果，本研究設計三種契約內容使 60 歲被保險人購買不同險種下保單負債評價最適估計值大約相同。

65 歲、70 歲)⁵，被保險人在完全健康狀態時分別購買本研究設計的長期照顧保險、終身壽險或年金保險商品的負債評價最適估計⁶。數值結果是以折現率為 5%，保險給付時間為每年年底的假設下進行計算。以 60 歲的被保險人為例，在完全健康的情況下，長期照顧保險的負債評價最適估計為 1,619,658 元，終身壽險與年金保險的負債評價最適估計是 1,608,949 元和 1,620,955 元。

表 3 不同年齡假設下各險種的保單負債評價最適估計

險種	購買當下年齡		
	60 歲	65 歲	70 歲
長期照顧保險	1,619,658	2,787,688	3,608,358
終身壽險	1,608,949	2,039,670	2,228,185
年金保險	1,620,955	1,303,017	1,163,865

對 65 歲的被保險人來說，長期照顧保險與終身壽險的負債評價最適估計分別增加為 2,787,688 元與 2,039,670 元，而年金保險的負債評價最適估計則減少為 1,303,017 元。透過考量不同年齡假設下的估計結果，當以消費者的觀點來看，當購買年齡越大時，相同保單的長期照顧保險保費會越高，終身壽險的保費也會隨之增加，但年金保險的保費會隨投保年齡越高保費隨之下降。當不同歲數被保險人同時購買年金保險與長期照顧保險結合商品時，保費隨購買年齡增加的幅度也會少於單獨購買長期照顧保險。

一、比較長期照顧保險結合不同商品之風險效果

(一) 分析單一被保險人的風險效果

本研究使用蒙地卡羅法計算 60 歲的被保險人在完全健康的情況下購買各險種保險組合的最適估計與負債風險邊際，並探討長期照顧保險結合其他商品後負債風險邊際的變動，模擬分析的參數假設彙整如表 4。

首先透過模擬 100 萬個的健康轉換過程情境，計算當同一被保險人購買三種不同險種之保險給付現值的相關係數矩陣，計算結果如表 5。表 5 顯示長期照顧保險與終身壽險保險給付現值的相關係數為 -0.2779，表示兩種險種保險給付之間為負相關；長期照顧保險與年金保險的相關係數為 0.2779，表示兩種險種保險給付之間為正相關。因此，當結合長期照顧保險與終身壽險銷售給同一被保險人，因為自然避險的效果，

5 由於本文主要分析退休後的老年風險保障期間，因此採用 Pritchard (2006) 的參數估計結果，受限於健康狀態轉換資料限制，僅能估計 60 歲以上民眾健康狀態轉換模型。

6 本研究對長期照顧保險、終身壽險與年金保險負債評價之最適估計皆是透過 Pritchard (2006) 估計的速率矩陣參數產生的，在連續馬可夫鍊假設下，可以透過速率矩陣產生壽險生命表與年金生命表。

可以降低負債風險邊際；若是結合長期照顧保險與年金保險，由於保險給付為正相關所以反而會提高負債風險邊際。

表 4 相關參數與商品假設

參數名稱	假設
被保險人年齡	60 歲
被保險人起始健康狀態	狀態 1 (完全健康)
被保險人健康狀態模型	Pritchard (2006) 估計速率矩陣參數 (參見附錄表 a-1)
折現率	5%
長期照顧保險給付設定	進入健康狀態 3, 4, 5, 6 時，分別領取每月 5、10、15、15 萬元
終身壽險給付設定	進入健康狀態 7 時 (死亡)，領取 400 萬元身故給付
年金保險給付設定	每月提供 1 萬 2000 元保險給付直到死亡

表 5 保險給付現值的相關係數矩陣 (假設保單為同一被保險人購買)

	險種		
	長期照顧保險	終身壽險	年金保險
長期照顧保險	1.0000	-0.2779	0.2779
終身壽險	-0.2779	1.0000	-1.0000
年金保險	0.2779	-1.0000	1.0000

為比較長期照顧保險結合年金保險對負債風險邊際的影響，本研究依據以下兩種銷售狀況進行分析：

1. 銷售長期照顧保險保單與年金保險保單給不同被保險人 (對應到抽取兩個獨立的健康狀態情境)。
2. 銷售長期照顧保險結合年金保險保單給同一被保險人 (對應到抽取一個健康狀態情境)。

我們利用 100 萬個的健康狀態情境，估計上述保單組合的保險給付現值分配，並透過不同分位數 VaR 與 CTE 衡量負債風險邊際。表 6 比較長期照顧保險與年金保險結合銷售與分別銷售之負債風險邊際，數值結果顯示，若以 VaR(75) 為風險衡量指標，則結合銷售長期照顧保險與年金商品的風險衡量指標數值為 4,230,895，風險邊際為 992,870，風險邊際比率為 30.66%；而分開銷售的風險衡量指標為 4,046,900，風險邊際為 808,604，風險邊際比率為 24.97%，可看出結合銷售長期照顧與年金商品會增加負債風險邊際 184,266 (即 992,870 與 808,604 之差額)，風險邊際比率會增加 5.69% (即 30.66% 與 24.97% 之差額)。另若以 CTE(75) 為風險衡量指標，則結合銷售的風險衡量指標數值為 6,745,137，風險邊際為 3,507,112，比分開銷售的風險邊際增加 194,506 (即 3,507,112 與 3,312,606 之差額)，風險邊際比率增加 6.02% (即 108.31% 與 102.29% 之

差額)。數值結果顯示，由於長期照顧保險與年金保險具有正相關性，因此結合銷售比分別銷售有較高的負債風險。

表 6 長期照顧保險結合年金保險與分別銷售之最適估計與風險邊際比較

風險衡量指標	結合銷售			分開銷售		
	風險衡量指標數值	風險邊際	風險邊際比率	風險衡量指標數值	風險邊際	風險邊際比率
Mean*	3,238,025	-	-	3,238,296	-	-
VaR(75)	4,230,895	992,870	30.66%	4,046,900	808,604	24.97%
VaR(80)	4,790,754	1,552,728	47.95%	4,602,511	1,364,216	42.13%
CTE(75)	6,745,137	3,507,112	108.31%	6,550,902	3,312,606	102.29%
CTE(80)	7,306,618	4,068,593	125.65%	7,109,817	3,871,521	119.55%

*：當風險衡量指標為 mean 時，風險邊際等於 0。

表 7 長期照顧保險結合終身壽險與分別銷售之最適估計與風險邊際比較

風險衡量指標	結合銷售			分開銷售		
	風險衡量指標數值	風險邊際	風險邊際比率	風險衡量指標數值	風險邊際	風險邊際比率
Mean*	3,226,378	-	-	3,226,011	-	-
VaR(75)	3,853,513	627,135	19.44%	4,088,616	862,604	26.74%
VaR(80)	4,378,237	1,151,859	35.70%	4,644,361	1,418,350	43.97%
CTE(75)	6,297,411	3,071,033	95.19%	6,589,664	3,363,652	104.27%
CTE(80)	6,845,865	3,619,487	112.18%	7,148,343	3,922,332	121.58%

*：當風險衡量指標為 mean 時，風險邊際等於 0。

表 7 比較長期照顧保險與終身壽險結合銷售與分別銷售之負債風險邊際。同樣的，依據以下兩種狀況進行分析：

1. 銷售長期照顧保險保單與終身壽險保單給不同被保險人（對應到抽取兩個獨立的健康狀態情境）。
2. 銷售長期照顧保險結合終身壽險保單給同一被保險人（對應到抽取一個健康狀態情境）。

我們利用同樣的 100 萬個的健康狀態情境計算負債風險邊際，由表 7 可以看出，若以 VaR(75) 為風險衡量指標，結合銷售長期照顧保險與終身壽險的風險衡量指標為 3,853,513，風險邊際為 627,135，風險邊際比率為 19.44%；而分開銷售的風險衡量指標數值為 4,088,616，風險邊際為 862,604，風險邊際比率為 26.74%，因此結合銷售會降低負債風險邊際 235,469（即 627,135 與 862,604 之差額），風險邊際比率降低 7.30%（即 19.44% 與 26.74% 之差額）。另若以 CTE(75) 為風險衡量指標，結合銷售長期照

顧保險與終身壽險會使風險邊際從分別銷售的 3,363,652 下降到 3,071,033，風險邊際比率則會下降 9.08%。數值結果顯示，因為長期照顧保險與壽險具有負相關性，可以產生自然避險，因此結合銷售比分別銷售有較低的負債風險。

(二) 分析大數法則對風險之效果

由於實務上保單都是銷售給許多不同被保險人，因此本研究進一步考量在多位被保險人情形下，大數法則對降低負債風險邊際的影響。我們分析銷售保單給 1000 個不同被保險人的風險效果，比較長期照顧保險結合不同險種的商品設計，對負債風險邊際的影響。本研究每次產生 1000 個被保險人的健康狀態情境，計算保險給付現值的總額，重複上述步驟 10 萬次後，可以估算 1000 個被保險人的保險給付負債風險分配。

在考量大數法則下，相較於表 6 與表 7，表 8 與表 9 的所有風險邊際數值皆明顯變小。表 8 顯示，若以 VaR(75) 為風險衡量指標，結合銷售長期照顧保險與年金保險的風險衡量指標為 3,294,205,783，風險邊際為 53,611,770，風險邊際比率為 1.65%；而分開銷售的風險衡量指標數值為 3,291,351,937，風險邊際為 50,758,304，風險邊際比率為 1.57%，因此結合銷售會增加負債風險邊際 2,853,466，風險邊際比率增加 0.08%。另以 CTE(75) 為風險衡量指標，結合銷售長期照顧保險與年金會使風險邊際會從分別銷售的 97,039,886 增加到 102,369,241，風險邊際比率增加 0.17%。

同樣的表 9 顯示，若以 VaR(75) 為風險衡量指標，結合銷售長期照顧保險與終身壽險的風險衡量指標為 3,275,961,361，風險邊際為 47,338,929，風險邊際比率為 1.47%；而分開銷售的風險衡量指標數值為 3,280,120,953，風險邊際為 51,498,006，風險邊際比率為 1.60%，因此結合銷售會降低負債風險邊際 4,159,077，風險邊際比率降低 0.13%。另若以 CTE(75) 為風險衡量指標，結合長期照顧保險與終身壽險，會使風險邊際會從分別銷售的 3,327,458,012 下降到 3,319,909,399，風險邊際比率則會下降 0.23%。

表 8 長期照顧保險結合年金保險與分別銷售之最適估計與風險邊際比較

風險衡量 指標	結合銷售			分開銷售		
	風險衡量 指標數值	風險邊際	風險邊際比率	風險衡量 指標數值	風險邊際	風險邊際比率
Mean*	3,240,594,013	-	-	3,240,593,633	-	-
VaR(75)	3,294,205,783	53,611,770	1.65%	3,291,351,937	50,758,304	1.57%
VaR(80)	3,307,978,648	67,384,635	2.08%	3,303,945,437	63,351,804	1.95%
CTE(75)	3,342,963,254	102,369,241	3.16%	3,337,633,519	97,039,886	2.99%
CTE(80)	3,353,459,122	112,865,109	3.48%	3,347,654,803	107,061,170	3.30%

*：當風險衡量指標為 mean 時，風險邊際等於 0。

表 9 長期照顧保險結合終身壽險與分別銷售之最適估計與風險邊際比較

風險衡量 指標	結合銷售			分開銷售		
	風險衡量 指標數值	風險邊際	風險邊際比率	風險衡量 指標數值	風險邊際	風險邊際比率
Mean*	3,228,622,432	-	-	3,228,622,947	-	-
VaR(75)	3,275,961,361	47,338,929	1.47%	3,280,120,953	51,498,006	1.60%
VaR(80)	3,288,050,788	59,428,356	1.84%	3,293,459,624	64,836,677	2.01%
CTE(75)	3,319,909,399	91,286,967	2.83%	3,327,458,012	98,835,065	3.06%
CTE(80)	3,329,413,074	100,790,642	3.12%	3,337,675,541	109,052,594	3.38%

*：當風險衡量指標為 mean 時，風險邊際等於 0。

因此，考量多位被保險人後，大數法則會使負債風險邊際比率顯著下降，而被保險人增加越多下降效果越顯著，但結合銷售長期照顧保險與年金保險商品仍會增加負債風險，而結合銷售長期照顧保險與終身壽險商品仍會降低負債風險。

二、長期照顧保險結合年金保險與終身壽險的逆選擇分析

過去文獻 Brown and Warshawsky (2013) 與 Webb (2009) 皆指出將長期照顧保險結合年金保險後銷售給同一個被保險人可以產生降低逆選擇成本的效益，而且在實務上所有被保險人皆有長期照顧保險與年金保險的需求，在一次購足的方便性與有較低價格的誘因下應可增加保單銷售。因此，本研究希望進一步分析比較結合長期照顧保險與年金保險所增加負債之風險邊際與其產生的降低逆選擇成本效益。

假設單獨購買年金被保險人的死亡率是標準壽險生命表的 θ 倍，以此考量年金保險逆選擇成本，我們假設 $\theta = 0.9$ 以及 0.95 。當分別銷售長期照顧保險與年金保險時，年金定價會利用此年金生命表，但當結合長期照顧保險與年金保險銷售時，由於保單可以同時銷售給一般民眾，定價則使用標準壽險生命表，依此重複第二章第二節的模擬方法，產生的數值結果如表 10。

數值結果顯示，當以最適估計 mean 為風險衡量指標時，此時考量保險給付現值之期望值，風險邊際等於 0，因此可計算單純考慮結合銷售所產生的逆選擇成本減少效益。當 θ 等於 0.95 時，分別銷售（有逆選擇成本）時的風險衡量指標數值為 3,494,284,644 元，大於結合銷售（無逆選擇成本）的風險衡量指標數值 3,240,594,013 元，所以結合銷售可以產生逆選擇成本減少的效益為 253,690,631 元（即 3,494,284,644 與 3,240,594,013 的差額）。

表 10 考量年金保險逆選擇成本後的商品成本效益（1000 個被保險人）

風險衡量指標	結合銷售 (無逆選擇成本)		分別銷售(有逆選擇成本)		
			$\theta = 0.95$		$\theta = 0.90$
	風險衡量 指標數值	風險衡量 指標數值	商品結合 成本效益	風險衡量 指標數值	商品結合 成本效益
Mean*	3,240,594,013	3,494,284,644	253,690,630	3,668,860,463	428,266,450
VaR(75)	3,294,205,783	3,544,184,813	249,979,029	3,718,642,950	424,437,167
VaR(80)	3,307,978,648	3,557,132,099	249,153,450	3,731,034,223	423,055,574
CTE(75)	3,342,963,254	3,589,989,889	247,026,635	3,764,272,778	421,309,524
CTE(80)	3,353,459,122	3,599,971,940	246,512,817	3,774,208,373	420,749,251

*：當風險衡量指標為 mean 時，因風險邊際等於 0，不考慮長期照顧保險結合年金對負債風險增加之影響效果。

若以 VaR(75) 為風險衡量指標，此時因有風險邊際，因此會進一步考慮長期照顧保險結合年金對負債增加效果。分別銷售的風險衡量指標數值為 3,544,184,813 元，大於結合銷售的風險衡量指標數值 3,294,205,783 元，在同時考慮長期照顧保險結合年金對負債風險邊際增加效果以及逆選擇成本後之商品成本淨效益為 249,979,030 元（即 3,544,184,813 與 3,294,205,783 的差額）。而以 CTE(75) 為風險衡量指標，結合銷售會產生商品成本淨效益為 247,026,635（即 3,342,963,254 與 3,589,989,889 的差額）。

由以上結果可知，不論是以 VaR(75)、VaR(80)、CTE(75)、CTE(80) 為基準，在考量逆選擇成本後，儘管長期照顧保險結合年金會增加負債風險邊際，但是降低年金保險的逆選擇成本所帶來的好處大於風險增加的效果，因此長期照顧保險結合年金後仍會產生商品正的成本淨效益。由此可見，將長期照顧保險結合年金保險銷售給同一個被保險人的好處大於分別銷售給不同被保險人且此種產品組合會使保險公司整體負債風險下降。

本研究所計算的淨商品成本效益可以做為保險公司結合長期照顧保險與其他商品之定價下限參考，協助保險公司研發創新保單或擬定搭售策略。保險公司可以透過搭售時降低保費或創新結合商品來增加保單銷售的誘因。在商品設計上，保險公司可以調整長期照顧保險與年金之給付方式，例如，當被保險人發生長期照護給付條件時，可以選擇不須同時請領年金給付以降低保費，或是可將年金保險給付金額的一半用來增加長期照護給付醫療項目與範圍，或是將年金給付延後請領以增加每期年金給付金額等等。在搭售策略上可以提供較低的保費，也可以在成本效益下限之前提供較便宜的長期照顧結合年金的創新商品，這樣不但可以提高被保險人的購買意願，更可以提供消費者更周全的退休養老保障需求。

三、考量不同健康狀態轉換速率與不同起始健康狀態

為進一步了解健康狀況轉換模型對風險效果分析結果之影響，本研究針對健康狀況轉換模型之參數進行敏感度分析，除了原始健康轉換模型之參數假設外，另外考慮不同起始健康狀態，包括健康狀態 1（完全健康）、健康狀態 2（有一項 IADLs 以上）以及健康狀態 3（有 1 項至 2 項 ADLs）。另外也對健康轉換模型之參數情境假設進行敏感度分析，考慮三種情境如表 11，情境一為健康轉換速率較慢的情境，將速率矩陣參數減少為原本參數 75%，表示轉移至不同狀態機率增加。情境二為原始估計參數，原始參數參見附錄表 A，情境三為健康轉換速率較快的情境，將健康狀態轉換之速率矩陣參數增加為 125%。

表 11 不同健康狀態轉換速率情境設定

情境	健康參數設定
一	速率矩陣參數減少 25%
二	原始速率矩陣參數 (Pritchard, 2006)
三	速率矩陣參數增加 25%

根據不同的參數，我們利用 100 萬個的健康狀態情境，重覆前述保單組合的保險給付現值分配估計步驟，並計算不同分位數 VaR 與 CTE 下之負債風險邊際，不同起始健康狀態之敏感度分析結果如表 12，而不同健康狀態轉移速率假設之敏感度分析結果如表 13。

首先針對不同起始健康狀態的數值結果表 12 說明如下，對健康狀態較越差的被保險人，長期照顧保險與終身壽險的給付現值之期望值越大，但年金保險之給付現值期望值越小，當以最適估計 mean 為風險衡量指標時，與原始假設中起始健康狀態為狀態 1 相比，當起始健康狀態為狀態 2 時，起始健康狀態較差下，長期照顧保險給付期望值增加的數值大於年金保險減少之數值，兩種商品結合的保險給付期望值增加為 4,088,402 元，起始健康狀態為狀態 3 時，更增加為 4,770,333 元。另外，健康狀態越差，長期照顧保險與終身壽險給付現值期望值都會增加，此時在狀態 2 與狀態 3 中，兩商品結合的期望值則分別增加為 4,826,760 元與 5,833,975 元。

當考量不同起始健康狀態下商品設計對風險邊際的影響時，因為同一被保險人購買長期照顧商品與終身壽險保險給付之間仍然為負相關，購買長期照顧保險與年金保險的保險給付仍為正相關，因此商品結合的避險效果與風險增加效果仍然存在，例如以 VaR(75) 為風險衡量指標時，當起始健康狀態為狀態 2 時，長期照顧保險與年金保險結合銷售之風險邊際為 1,546,465 元，高於分開銷售的風險邊際 1,380,111 元。而長期照顧保險與終身壽險結合銷售之風險邊際為 1,242,682 元，低於分開銷售之數值

表 12 不同商品設計下之風險邊際：考量不同起始健康狀態

風險衡量 指標	起始健康 狀態	長期照顧保險與年金保險				長期照顧保險與終身壽險			
		結合銷售		分開銷售		結合銷售		分開銷售	
		風險衡量 指標數值	風險邊際	風險衡量 指標數值	風險邊際	風險衡量 指標數值	風險邊際	風險衡量 指標數值	風險邊際
Mean		3,240,711	-	3,241,786	-	3,229,221	-	3,227,765	-
	1	4,088,402	-	4,089,856	-	4,826,760	-	4,824,789	-
	2	4,770,333	-	4,771,222	-	5,833,975	-	5,832,771	-
Var(75)	1	4,232,676	991,965	4,058,161	816,375	3,854,657	625,436	4,091,953	864,188
	2	5,634,867	1,546,465	5,469,967	1,380,111	6,069,442	1,242,682	6,279,316	1,454,527
	3	6,702,747	1,932,414	6,474,741	1,703,519	7,255,771	1,421,796	7,582,893	1,750,122
Var(80)	1	4,799,118	1,558,407	4,610,315	1,368,529	4,384,379	1,155,158	4,648,951	1,421,186
	2	6,454,670	2,366,268	6,267,307	2,177,451	6,787,072	1,960,312	7,062,321	2,237,532
	3	7,586,615	2,816,282	7,317,690	2,546,468	8,077,322	2,243,347	8,436,821	2,604,050
CTE(75)	1	6,746,956	3,506,245	6,554,389	3,312,603	6,299,910	3,070,689	6,588,936	3,361,171
	2	9,111,808	5,023,406	8,860,656	4,770,800	9,263,655	4,436,895	9,658,218	4,833,429
	3	10,360,251	5,589,918	10,009,323	5,238,101	10,572,722	4,738,747	11,126,540	5,293,769
CTE(80)	1	7,307,110	4,066,399	7,112,166	3,870,380	6,846,426	3,617,205	7,146,493	3,918,728
	2	9,883,177	5,794,775	9,612,946	5,523,090	9,971,936	5,145,176	10,408,846	5,584,057
	3	11,169,348	6,399,015	10,791,427	6,020,205	11,302,817	5,468,842	11,908,539	6,075,768

1,454,527 元。而起始健康狀態為 3 時，長期照顧保險與年金保險結合銷售之風險邊際為 1,932,414 元，仍然高於分開銷售的風險邊際 1,703,519 元。而長期照顧保險與終身壽險結合銷售之風險邊際為 1,421,796 元，仍是低於分開銷售之數值 1,750,122 元。

若進一步考量不同轉換速率，表 13 的數值結果顯示，當轉換速率增加時，因為速率矩陣參數比率增加時，轉移速率越大時，平均餘命越短，年金保險的給付現值越小，另外長期照顧保險給付期間也越短，使得風險衡量指標數值也逐漸減少。

當以最適估計 mean 為風險衡量指標時，結合銷售長期照顧保險與年金保險，在情境一至情境三的風險衡量指標分別為 3,555,434、3,238,025、2,989,333，以 VaR(75) 為風險衡量指標時，情境一至情境三的風險衡量指標分別為 4,639,324、4,230,895、3,911,213，都隨著轉換速率增加而下降。當考慮而長期照顧保險與終身壽險商品設計時，速率矩陣參數比率增加時，長期照顧保險給付現值越小，但終身壽險的給付現值因為平均餘命越短而增加，由於長期照顧保險給付減少的數值大於終身壽險增加之數值，因此同時考量長期照顧保險與終身壽險結合時，風險衡量指標仍會隨轉移速率越大而下降，例如以 VaR(75) 為風險衡量指標時，情境一至情境三的風險衡量數值分別為 3,879,299、3,853,513、3,817,825。

當考量商品設計的風險效果時，在不同轉換速率參數情境下，長期照顧保險與年金保險結合銷售的風險邊際皆大於分開銷售的風險邊際；而長期照顧保險與終身壽險結合銷售之風險邊際皆高於分開銷售。以 VaR(75) 計算風險邊際時，結合長期照顧保險與年金保險的風險邊際在情境一為 1,083,890 元大於分開銷售的風險邊際 887,555 元，在情境二與情境三參數假設下，分別銷售的風險邊際為 992,870 元大於 808,604 元以及 921,880 元大於 749,703 元。而長期照顧保險與終身壽險結合銷售的風險邊際則也是一致的小於兩種商品分別銷售的風險邊際。

綜上，數值結果顯示在不同健康轉換模型下，商品設計對風險邊際的影響仍持續存在，不同的模型參數假設對會對數值結果所估算的風險衡量指標的數值以及風險邊際造成影響，只要同一被保險人購買不同險種的相關性存在時，結合銷售與分別銷售不同的風險效果仍然存在。

表 13 不同商品設計下之風險邊際：考量不同健康狀態轉換速率

風險衡量 指標	健康狀態轉 換數率情境	長期照顧保險與終身壽險							
		長期照顧保險與年金保險			長期照顧保險與終身壽險				
		結合銷售		分開銷售		結合銷售		分開銷售	
		風險衡量 指標數值	風險邊際	風險衡量 指標數值	風險邊際	風險衡量 指標數值	風險邊際	風險衡量 指標數值	風險邊際
Mean	1	3,555,434	-	3,555,672	-	3,232,102	-	3,232,422	-
	2	3,238,025	-	3,238,296	-	3,226,378	-	3,226,011	-
	3	2,989,333	-	2,989,623	-	3,218,846	-	3,218,430	-
Var(75)	1	4,639,324	1,083,890	4,443,227	887,555	3,879,299	647,197	4,155,024	922,602
	2	4,230,895	992,870	4,046,900	808,604	3,853,513	627,135	4,088,616	862,605
	3	3,911,213	921,880	3,739,326	749,703	3,817,825	598,979	4,033,643	815,213
Var(80)	1	5,235,113	1,679,679	5,037,892	1,482,220	4,471,799	1,239,697	4,754,974	1,522,552
	2	4,790,754	1,552,729	4,602,511	1,364,215	4,378,237	1,151,859	4,644,361	1,418,350
	3	4,438,488	1,449,155	4,252,874	1,263,251	4,312,445	1,093,599	4,553,062	1,334,632
CTE(75)	1	7,349,324	3,793,890	7,157,509	3,601,837	6,565,146	3,333,044	6,865,607	3,633,185
	2	6,745,137	3,507,112	6,550,902	3,312,606	6,296,090	3,069,712	6,590,349	3,364,338
	3	6,250,143	3,260,810	6,054,569	3,064,946	6,068,183	2,849,337	6,352,858	3,134,428
CTE(80)	1	7,955,090	4,399,656	7,764,162	4,208,490	7,166,344	3,934,242	7,470,758	4,238,336
	2	7,306,618	4,068,593	7,109,817	3,871,521	6,842,932	3,616,554	7,147,009	3,920,998
	3	6,772,098	3,782,765	6,571,597	3,581,974	6,571,001	3,352,155	6,869,635	3,651,205

伍、結論與建議

實務運作上，目前保險公司常以最適估計為計算保費的基礎，此種方法容易造成保險公司忽略保險商品的風險邊際，不同於過去文獻，本研究從商品設計的角度探討長期照顧保險商品應如何與其他商品結合銷售，才能降低保險公司之整體負債風險。本研究透過連續馬可夫鍊建構健康狀態轉換模型，採用 Pritchard (2006) 所估計的健康狀態轉換模型參數評估不同險種的負債評價，並進一步以不同風險衡量指標計算風險邊際，來衡量長期照顧保險結合年金與結合終身壽險等商品組合之風險效果。本研究是第一篇以風險邊際探討長期照顧保險商品設計的研究，可以提供保險文獻上新的數值結果以彌補相關文獻上的缺口。

研究結果發現，大數法則會使得風險邊際下降，長期照顧保險結合終身壽險銷售後，因產生避險效果，其風險邊際較分別銷售低；而長期照顧保險結合年金保險銷售後，因沒有避險效果，其風險邊際較分別銷售高，但若進一步考慮逆選擇成本後發現，逆選擇成本降低效益大於其負債風險邊際值之增加，所以此商品組合之成本淨效益仍會使保險公司整體負債風險下降。因此，將長期照顧保險結合年金保險銷售給同一個被保險人的好處仍是大於分別銷售給不同被保險人。此外，在考量不同健康狀態轉換速率與不同起始健康狀態的敏感度分析下，本研究的數值結果顯示商品設計的風險效果持續存在。

本研究之數值分析結果可以協助保險公司研發創新保單，以及擬定負債避險與商品組合策略。本研究商品組合的淨成本效益分析，可以做為保險公司定價下限參考，以更優惠的價格鼓勵民眾購買長期照顧保險商品。在商品設計與搭售策略上，保險公司可依據本模型之分析結果，提供長期照顧保險與其他險種結合商品，或是同時搭售不同商品給同一被保險人，或進一步調整長期照顧保險與年金之給付時間、金額與醫療項目等設計，來提供消費者更周全的退休養老保障需求。考量現行市場上保險公司已有不同險種的舊有客戶，實務做法上也可以直接針對特定的舊顧客群族推銷對公司有避險效果的商品。而對於消費者而言，同時購買長期照顧保險與年金保險，除了可以享受更優惠的價格，更可以提高老年保障，因應與日俱增的長壽風險。可見，保險公司根據本研究結果進行商品設計與搭售策略將有助於促進長期照顧與年金保險市場之成長。

此外，本研究結果也可以提供政府監理機關對長期照顧保險準備金監理之參考，壽險公司可以依據本模型之分析結果調整產品組合所需之準備金，而監理機關在制定相關資本要求的規定時，可以要求保險公司分析商品設計對風險邊際的影響以做好風險管理。在現行運作下，保險公司的年金保險使用年金生命表進行定價，會隱含逆選擇成本，保險業者因而較常銷售終身還本儲蓄型保險。但以商品性質而言，終身還本為儲蓄型壽險與年金保險的本質轉嫁長壽風險不同，且終身還本之請領金額只限於保

單價值準備金，因此結合長期照顧保險與年金保險的功能是無法被終身還本壽險取代的。考量實務上不同商品設計與降低逆選擇成本之效果，為鼓勵利用商品設計降低逆選擇成本，建議未來監理機關可以開放保險公司在不同商品設計時使用不同的年金生命表，以促進長期照顧保險與年金保險市場之發展。

在未來研究方向上，由於過去實證文獻認為終身壽險的逆選擇問題並不顯著⁷，因此本研究僅針對年金保險結合長期照顧保險之後所降低之逆選擇成本效益進行探討，但隨長壽風險的增加，商品設計對逆選擇問題的影響也是一個值得研究的議題。例如，長期照顧結合終身壽險銷售時是否會導致逆選擇成本增加⁸，此結果將可能抵銷商品組合之自然避險效益。此外，後續研究也可以探討，購買人數不同對保險公司負債風險的影響，並可考量佣金差異對業務員的銷售動機與實際購買人數的影響，提出不同創新商品對負債風險管理之建議。最後，由於本研究健康狀態轉換之參數受限於健康狀態資料限制，僅能假設 60 歲以上的被保險人進行分析，建議未來研究可研究不同健康狀態轉換模型之估計，收集較低年齡層健康轉換資料以提供保險實務更多建議。另外，由於健康狀態變動可能具有其地域性，後續研究可使用更準確之本土資料，建構台灣被保險人健康狀態轉換模型，以供台灣壽險業於精算實務上計算使用。

7 Cohen and Siegelman (2010) 彙整過去文獻發現，在壽險商品中，實證研究發現逆選擇問題主要發生在年金商品，但實證結果對終身壽險的逆選擇問題並不顯著，Cawley and Philipson (1999) 與 Harris and Yelowitz (2014) 也都發現壽險並不存在嚴重逆選擇問題。

8 結合終身壽險與長期照顧保險可能會吸引身體不健康的民眾購買，若未來終身壽險與長期照顧保險的逆選擇問題增加時，組合商品所產生的逆選擇成本可能會與兩種商品結合的自然避險效果相抵消。

Analysis of the Risk Effect of the Product Design of Long-Term Care Insurance

Jennifer L. Wang, Professor, Department of Risk Management and Insurance, National Chengchi University

Yu-Fen Chiu, Assistant Professor, Department of Financial Engineering and Actuarial Mathematics, Soochow University

Ming-Hua Hsieh, Associate Professor, Department of Risk Management and Insurance, National Chengchi University

Yen-Chih Chen, Ph.D. Candidate, Department of Risk Management and Insurance, National Chengchi University

1. Introduction

Increase in the average life span and improvements in medical technology have generated an increased demand for long-term care insurance. However, the market share of such retirement products remain limited because of adverse selection and strict underwriting problems. According to a 2009 report by the National Development Council, the number of disabled persons requiring long-term care services has grown by an average of approximately 20% annually since 2008. Despite the increasing demand for long-term care, most elderly individuals in Taiwan have not purchased long-term care insurance. Therefore, designing appropriate long-term care insurance products to meet the significant growth in future demand resulting from population aging is very critical.

Previous studies have investigated the problems of high prices and low demand in long-term care insurance markets. Some studies have suggested that appropriate product design would increase the demand for long-term care insurance. Brown and Finkelstein (2007) find that the premiums of long-term care products are substantially higher than the expected benefits, and they suggest that insurance companies should design more comprehensive policies. Brown and Finkelstein (2009) further find that the low demand for long-term care insurance is due to the low risk perception of insureds. These problems have led to the stagnation of the long-term care insurance market.

From these perspectives, insurance companies should design more appropriate long-term care products for elderly individuals. The concept of utilizing product design to solve these problems is proposed by Murtaugh et al. (2001). They show that the combination of annuity with long-term care insurance enables most of the population currently rejected by underwriters of long-term care insurance to receive coverage. Brown and Warshawsky (2013) find that the combination of life annuity with long-term care insurance can increase the long-term care insurance coverage ratio.

In this paper, we extend this line of research to investigate the risk effect of the product design of long-term care insurance. Specifically, we focus on analyzing the changes in risk characteristics resulting from different combinations of long-term care insurance with annuity or life insurance. We use value at risk and conditional tail expectation as risk proxies to evaluate the risk margin of different product designs. A continuous-time Markov chain model is employed to model the health status of insureds. Moreover, the adverse selection cost of the annuity is investigated. We find that the combination of long-term care insurance with life insurance reduces the risk margin. By contrast, the combination of long-term care insurance with annuity increases the risk margin. However, the results also show that the benefit of lowering the adverse selection cost outweighs the cost of the increase in the risk margin under the combination of long-term care insurance with annuity. Our research results provide useful insights into the risk management and product design of long-term care insurance.

2. Research Model

Following previous studies (Albarran et al., 2005; Baione and Levantesi, 2014; Brown and Warshawsky, 2013; Czado and Rudolph, 2002; Haberman and Pitacco, 1998; Manton et al., 1993; Murtaugh et al., 2001; Pitacco, 1995; Pritchard, 2006), we adopt a continuous-time Markov model to stimulate the different health statuses of policy holders. Consider a policy holder at age x and suppose that the individual independently moves between different health statuses, denoted as health status 1, health status 2... health status h . Let $M_x(t)$ be the state occupied at time t by a randomly selected individual starting at age x . For $0 \leq s \leq t$, let $P_x(s, t)$ be the $h \times h$ transition probability matrix with entries

$$\begin{aligned} P\{M_x(t+s) = j | M_x(t) = i, M_x(u) = x(u), 0 \leq u \leq t\} \\ = P\{M_x(t+s) = j | M_x(t) = i\} \end{aligned} \quad (1)$$

We then calculate the best estimates, risk proxies, and risk margins of different insurance products. To ensure that the assumptions for the payment of insurance policies are realistic, we consider a discrete payment model. On the basis of the percentile method of the Solvency II Directive, we use value at risk and conditional tail expectation as risk proxies to evaluate the risk margin of different product designs. The risk margin $\delta(L)$ can be expressed as

$$\delta(L) = \frac{\rho(L) - E[L]}{E[L]} \quad (2)$$

where $\rho(L)$ denotes a specific risk measure including different levels of value at risk and conditional tail expectation, and $E[L]$ denotes the best estimates.

We then use Monte Carlo simulation to calculate the risk margin. The health statuses are simulated by a stochastic simulation algorithm for calculating the risk margin $\delta(L)$ in equation (2) (Glasserman, 2004). We construct multiple health status models by using the parameter estimates of Pritchard (2006) and compare the risk margin of different product designs. Specifically, we compare different combinations of long-term care insurance with annuity or life insurance when selling to the same insured and to different insureds. In addition, we investigate the adverse selection cost of the annuity. Webb (2009) shows that the equilibrium of bundled contracts between annuity products and the long-term care insurance Pareto dominates single contracts. In this paper, we also quantify the benefit of lowering the adverse selection cost after combining long-term care insurance with annuity.

3. Findings and Conclusion

Based on the proposed models described in the previous section, we investigate the risk effect of the product design of long-term care insurance. As far as we know, our study is the first to investigate the risk effect of different long-term care product designs. Our numerical results show that the combination of long-term care insurance with life insurance can reduce the risk margin. This effect is due to the correlation of cash flows between long-term care insurance and life insurance from the same insured. Therefore, we recommend that insurance companies sell a combination of long-term care products with life insurance at a lower total price and not to sell these policies separately.

By contrast, the combination of long-term care insurance with annuity increases the risk margin. However, when the adverse selection cost of the annuity is further considered in the analysis, the net risk effect of the combination of long-term care insurance with annuity actually decreases, because the benefit of lowering the adverse selection cost outweighs the increasing risk margin. Therefore, our results also suggest that integrating annuity and long-term care insurance can lower the price of combined products to increase the demand for both annuity and long-term care insurance.

We believe that combinations of long-term care insurance with other insurance products offer more effective solutions for retirees, because such combinations provide the benefit of lowering the risk margins of long-term care products. Such innovatively designed products can be more attractive to consumers, because they offer the advantages of a lower price and more comprehensive protection. Therefore, our results provide useful insights into the design of long-term care insurance products for insurance companies. The results of the risk analysis in this paper provide an effective risk management tool for life insurance companies to more effectively control their liability risks and offer more innovative retirement products to society.

參考文獻

- 經濟建設委員會，2009，**我國長期照護服務需求評估 (98-022.805)**，台北，台灣：作者。
(Council for Economic Planning and Development. 2009. *The projection of long-term care demand in Taiwan (98-022.805)*. Taipei, Taiwan: Author.)
- Albarran, I., Ayuso, M., Guillén, M., and Monteverde, M. 2005. A multiple state model for disability using the decomposition of death probabilities and cross-sectional data. *Communications in Statistics–Theory and Methods*, 34 (9-10): 2063-2075. doi: 10.1080/03610920500203752
- Baione, F., and Levantesi, S. 2014. A health insurance pricing model based on prevalence rates: Application to critical illness insurance. *Insurance: Mathematics & Economics*, 58: 174-184. doi: 10.1016/j.insmatheco.2014.07.005
- Brown, J., and Warshawsky, M. 2013. The life care annuity: A new empirical examination of an insurance innovation that addresses problems in the markets for life annuities and long-term care insurance. *The Journal of Risk and Insurance*, 80 (3): 677-704. doi: 10.1111/j.1539-6975.2013.12013.x
- Brown, J. R., and Finkelstein, A. 2007. Why is the market for long-term care insurance so small?. *Journal of Public Economics*, 91 (10): 1967-1991. doi: 10.1016/j.jpubeco.2007.02.010
- _____. 2009. The private market for long-term care insurance in the United States: A review of the evidence. *The Journal of Risk and Insurance*, 76 (1): 5-29. doi: 10.1111/j.1539-6975.2009.01286.x
- Cawley, J., and Philipson, T. 1999. An empirical examination of information barriers to trade in insurance. *American Economic Review*, 89 (4): 827-846. doi: 10.1257/aer.89.4.827
- Cohen, A., and Siegelman, P. 2010. Testing for adverse selection in insurance markets. *The Journal of Risk and Insurance*, 77 (1): 39-84. doi: 10.1111/j.1539-6975.2009.01337.x
- Committee of European Insurance and Occupational Pensions Supervisors. 2009. *Final CEIOPS' advice for level 2 implementing measures on Solvency II: Technical provisions–Article 86 (d) calculation of the risk margin*. Frankfurt, Germany: Author.
- Czado, C., and Rudolph, F. 2002. Application of survival analysis methods to long-term care insurance. *Insurance: Mathematics & Economics*, 31 (3): 395-413. doi: 10.1016/S0167-6687(02)00186-5

- Davidoff, T. 2009. Housing, health, and annuities. *The Journal of Risk and Insurance*, 76 (1): 31-52. doi: 10.1111/j.1539-6975.2009.01287.x
- Glasserman, P. 2004. *Monte Carlo Methods in Financial Engineering*. New York, NY: Springer.
- Haberman, S., and Pitacco, E. 1998. *Actuarial models for disability insurance*. Boca Raton, FL: Chapman & Hall/CRC.
- Harris, T., and Yelowitz, A. 2014. Is there adverse selection in the life insurance market? Evidence from a representative sample of purchasers. *Economics Letters*, 124 (3): 520-522. doi: 10.1016/j.econlet.2014.07.029
- Hosseini, R. 2015. Adverse selection in the annuity market and the role for social security. *Journal of Political Economy*, 123 (4): 941-984. doi: 10.1086/681593
- Levikson, B., and Mizrahi, G. 1994. Pricing long term care insurance contracts. *Insurance: Mathematics and Economics*, 14 (1): 1-18.
- Manton, K. G., Corder, L. S., and Stallard, E. 1993. Estimates of change in chronic disability and institutional incidence and prevalence rates in the U.S elderly population from the 1982, 1984, and 1989 National Long Term Care Survey. *Journal of Gerontology*, 48 (4): S153-S166. doi: 10.1093/geronj/48.4.S153
- Murtaugh, C. M., Spillman, B. C., and Warshawsky, M. J. 2001. In sickness and in health: An annuity approach to financing long-term care and retirement income. *The Journal of Risk & Insurance*, 68 (2): 225-253. doi: 10.2307/2678101
- Pitacco, E. 1995. Actuarial models for pricing disability benefits: Towards a unifying approach. *Insurance: Mathematics & Economics*, 16 (1): 39-62. doi: 10.1016/0167-6687(94)00030-I
- Pritchard, D. 2006. Modeling disability in long-term care insurance. *North American Actuarial Journal*, 10 (4): 48-75. doi: 10.1080/10920277.2006.10597413
- Ross, S. M. 2009. *Introduction to Probability Models (10th ed.)*. Los Angeles, CA: Academic Press.
- Webb, D. C. 2009. Asymmetric information, long-term care insurance, and annuities: The case for bundled contracts. *The Journal of Risk and Insurance*, 76 (1): 53-85. doi: 10.1111/j.1539-6975.2009.01288.x

附錄

本研究直接使用 Pritchard (2006) 估計的速率矩陣參數，Pritchard (2006) 利用美國國家長期照顧調查 (National Long-Term Care Study; NLTCS) 的資料估計 60 歲後的健康轉換模型，其中也使用 Makeham 法或直線法對轉換速率 Q_x^{ij} 進行修勻，產生穩定的轉移機率，利用權重最小平方法 (Weighted least squares method) 估計連續馬可夫鍊中速率矩陣的參數，修勻過程所使用的估計式如下：

$$\dot{Q}_x^{ij} = A_{ij} + B_{ij} \exp\{C_{ij}(x - 68.5 + t)\} \quad (1)$$

或

$$\dot{Q}_x^{ij} = A_{ij} + D_{ij}(x + t) \quad (2)$$

其中選擇有較高適度性 (Fit) 參數，作為估計結果，也使估計的速率矩陣能產生穩定的健康狀態轉移機率，該文中也有說明轉移機率矩陣滿足隨著年齡增加，死亡率以及失能的機率會逐漸提升，而健康恢復的機率也會逐漸下降，也與美國實際的死亡率進行比較，並說明估計結果為一穩定合理的健康轉換機率模型。其中，Pritchard (2006) 有提供的詳細參數估計結果，如表 a-1。而利用速率矩陣參數可產生的健康狀態轉移機率矩陣 $P_x(t, t+s)$ ，當假設一期為一年 ($s = 1$)，被保險人年齡為 60 歲 ($x = 60$)，在時間 $t = 0, 10, 20$ 時的轉移機率矩陣 $P_{60}(0, 1), P_{60}(10, 11), P_{60}(20, 21)$ 如表 a-2。

表 a-1 速率矩陣參數

起始狀態	進入狀態	A	B	C	D
完全健康	IADLs	-3.22E-02	5.19E-02	4.35E-02	
	1-2 ADLs	9.59E-03	2.11E-03	1.74E-01	
	3-4 ADLs	-2.34E-02			3.85E-04
	5-6 ADLs	-1.37E-04	3.16E-03	8.01E-02	
	完全失能	-9.05E-04	3.15E-03	1.32E-01	
	死亡	-1.62E-01			2.64E-03
IADLs	完全健康	1.04E+00			-1.13E-02
	1-2 ADLs	-3.38E-02			8.32E-03
	3-4 ADLs	2.94E-02			-1.59E-04
	5-6 ADLs	-9.89E-02	1.33E-01	8.16E-03	
	完全失能	-1.81E-01			2.90E-03
	死亡	-3.19E-02	8.80E-02	1.60E-02	
1-2 ADLs	完全健康	1.74E-01			-1.45E-03
	IADLs	5.45E-01			-4.71E-03
	3-4 ADLs	1.85E-01	5.62E-03	1.33E-01	
	5-6 ADLs	-6.01E-02	1.04E-01	-1.11E-02	
	完全失能	-5.61E-02	7.72E-02	3.48E-02	
	死亡	-4.68E-02			1.93E-03
3-4 ADLs	完全健康	1.03E-01			-1.11E-03
	IADLs	-4.26E-03	2.14E-03	1.48E-01	
	1-2 ADLs	1.61E+00			-1.69E-02
	5-6 ADLs	1.64E-02	2.13E-01	4.51E-02	
	完全失能	-9.20E-02	1.09E-01	3.52E-02	
	死亡	1.27E-01			-5.50E-04
5-6 ADLs	完全健康	1.06E-01			-9.93E-04
	IADLs	2.85E-01			-3.08E-03
	1-2 ADLs	-1.81E-01	2.23E-01	4.62E-03	
	3-4 ADLs	1.40E-01			3.16E-04
	完全失能	-2.00E-01			3.80E-03
	死亡	1.76E-01	4.53E-02	5.28E-02	
完全失能	完全健康	2.39E-03	2.84E-02	-1.19E-01	
	IADLs	2.89E-02			-2.00E-04
	1-2 ADLs	-3.10E-02	3.89E-02	-1.02E-02	
	3-4 ADLs	-1.94E-01	2.05E-01	-3.68E-04	
	5-6 ADLs	9.87E-03			-6.85E-05
	死亡	-5.71E-01			9.98E-03

表 a-2 轉移機率矩陣

$P_{60}(0,1)$							
健康狀態	1	2	3	4	5	6	7
1	0.9840	0.0043	0.0084	0.0008	0.0015	0.0003	0.0006
2	0.2450	0.4288	0.2292	0.0299	0.0213	0.0008	0.0449
3	0.0951	0.1241	0.5764	0.0943	0.0396	0.0030	0.0675
4	0.0472	0.0380	0.2837	0.4483	0.0918	0.0023	0.0887
5	0.0504	0.0519	0.0547	0.0822	0.5720	0.0224	0.1664
6	0.0689	0.0115	0.0124	0.0083	0.0051	0.8568	0.0369
7	0	0	0	0	0	0	1

$P_{60}(10,11)$							
健康狀態	1	2	3	4	5	6	7
1	0.9306	0.0172	0.0143	0.0040	0.0036	0.0036	0.0266
2	0.1638	0.4217	0.2678	0.0350	0.0270	0.0209	0.0637
3	0.0694	0.1016	0.5813	0.1008	0.0378	0.0237	0.0852
4	0.0309	0.0247	0.2121	0.4774	0.1335	0.0261	0.0953
5	0.0345	0.0358	0.0518	0.0855	0.5580	0.0499	0.1845
6	0.0222	0.0095	0.0087	0.0077	0.0046	0.8203	0.1269
7	0	0	0	0	0	0	1

$P_{60}(20,21)$							
健康狀態	1	2	3	4	5	6	7
1	0.8480	0.0355	0.0307	0.0083	0.0082	0.0150	0.0542
2	0.0853	0.4089	0.3007	0.0412	0.0333	0.0451	0.0854
3	0.0465	0.0782	0.5690	0.1103	0.0401	0.0507	0.1052
4	0.0167	0.0172	0.1291	0.4719	0.1940	0.0633	0.1078
5	0.0211	0.0203	0.0463	0.0852	0.5382	0.0748	0.2141
6	0.0078	0.0075	0.0053	0.0067	0.0042	0.7591	0.2093
7	0	0	0	0	0	0	1

作者簡介

王儷玲

美國天普大學風險管理與保險學博士，主修風險管理與保險。現為國立政治大學風險管理與保險學系教授，主要研究領域為長壽風險、金融市場與監理、金融科技、退休金制度與基金管理、老年社會保險保障、社會保險、退休理財投資。學術論文曾發表於 *Journal of Risk and Insurance*, *Insurance Mathematic and Economics*, *The Geneva Risk and Insurance Review*, *North America Actuarial Journal*, *The Geneva Papers on Risk and Insurance: Issues and Practice*, *Journal of Risk and Insurance*, *Risk Management and Insurance Review*, *Journal of Actuarial Practice*, *Asia-Pacific Journal of Risk and Insurance*, *Journal of Insurance Issues*、《臺大管理論叢》、《管理評論》、《風險管理學報》、《財務金融學刊》、《管理學報》。

* 邱于芬

國立政治大學金融所博士，主修財務工程與保險商品設計。現為東吳大學財務工程與精算數學系助理教授，主要研究領域為財務工程、投資型保險商品、財務管理。學術論文曾發表於 *Geneva Papers on Risk and Insurance: Issues and Practice*, *International Research Journal of Finance and Economic*、《財務金融學刊》。

謝明華

美國史丹福大學作業研究博士，主修蒙地卡羅模擬。現為國立政治大學風險管理與保險學系副教授，主要研究領域為保險監理、風險管理、金融科技、生物科技、蒙地卡羅模擬。學術論文曾發表於 *Scientific Reports*, *The Journal of Derivatives*, *ACM Transactions on Modeling and Computer Simulation*, *Bioinformatics*, *Expert Systems with Applications*, *International Journal of Bioinformatics Research and Applications*, *Geneva Papers on Risk and Insurance: Issues and Practice*, *Asia-Pacific Journal of Financial Studies*, *Journal of e-Business*、《經濟論文》、《財務金融學刊》、《證券市場發展季刊》、《台灣金融財務季刊》。

陳彥志

國立政治大學風險管理與保險學系博士候選人，主修風險管理與保險，主要研究領域為風險管理與保險、退休金、社會保險。

* E-mail: yfchiu@scu.edu.tw

