

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫成果報告

保險財務監理有效性之模擬測試

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC 89 - 2416 - H - 004 - 022 -

執行期間：88 年 8 月 1 日至 89 年 10 月 31 日

計畫主持人：蔡政憲

共同主持人：

執行單位：國立政治大學風險管理與保險學系

中 華 民 國 90 年 1 月 31 日

摘要

關鍵詞：財務監理，資本要求，風險基礎資本，涉險值

預防保險公司破產一向是保險財務監理的首要工作之一，最直接的預防方法是設定保險公司的最低資本額要求。傳統的作法是設立固定的最低資本額要求，美國目前採用的是風險基礎資本，而風行於銀行業及證券業的則是涉險值。本文的目的，是探討這三種資本要求對台灣產險公司所能提供的破產預警能力。研究的方法是根據台灣市場的特性，模擬一間有代表性的產險公司未來的財務狀況，然後據以衡量各種資本要求破產預警的能力。我們發現不論是固定的最低資本額要求，RBC，或 VaR 都有破產預警的能力，不過錯誤率仍然偏高。其中，固定最低資本額要求的效力最差，有最高型一及型二錯誤率，預測正確率也最低。RBC 與 VaR 的破產預警能力則互有高低，RBC 雖較能事前偵測出破產的跡象，但其發出假警報的機率也比較高，總體的預測正確率也比 VaR 低。

Abstract

Key words: solvency regulation, capital requirements, risk-based capital, value at risk

The top priority of solvency regulation has always been the prevention of insurers' insolvencies. The most intuitive way to make such prevention is setting up minimum capital requirements. Traditionally, minimum capital requirements are constant. The United States currently adopts the risk-based capital requirements, while value at risk prevails in the banking and securities industries. The purpose of this paper is to examine the effectiveness of the above three capital requirements in providing early warnings against insolvencies for the property-casualty insurance industry in Taiwan. We first simulate numerous financial positions for a representative insurer in the cyber world similar to the markets of Taiwan and then examine the early warning capabilities of alternative capital requirements. We find that all of the three capital requirements have early warning capabilities significantly different from random guesses, although error rates are high. Constant minimum capital requirements are the worst among the three requirements for the highest type I and type II error rates and the lowest hit ratio. The advantage of VaR over RBC is not fully supported by this paper because VaR has higher type I error rate, even though VaR has lower type II error rate and higher hit ratio than RBC has.

壹、前言

避免保險公司破產一直是各國保險監理機關的重點工作，而要避免保險公司破產，最直接的作法便是對保險公司訂定資本額的要求：只要保險公司有足夠的資本，便可承受外在或內在環境的不利變化，立於不倒之地。長久以來，各國的監理機關對保險公司都設有固定的最低資本額度要求，亦即要求保險公司的資本額必須維持在某個固定的額度以上。以美國為例，許多州都設有起始最低資本額（Initial Minimum Net Worth Requirement）與持續最低資本額（Continuing Net Worth Minimum Requirements），分別對保險公司在成立時與成立後的資本額度訂定最低的要求。這種固定最低資本額的要求有許多缺陷，美國國會下的一個委員會，The House Oversight and Investigations Subcommittee，在 1990 年時，便曾針對固定的最低資本額的要求做了一份調查，列舉出多項固定最低資本額的缺點。其中最重要的兩個缺點，一個是當公司逐漸成長時，固定的最低資本額度會變得不足，另一個是固定最低資本額的作法無法對較高風險的公司要求較高的資本額。Munch and Smallwood (1980)也發現固定最低資本額的多項實證缺點。

美國國會的調查報告出爐之後，保險監理官國家協會（National Association of Insurance Commissioners, NAIC）立刻在 1990 年底成立了兩個工作團隊，分別針對產壽險業，擬定以公司風險為基礎的資本額度要求，也就是後來所謂的風險基礎資本要求（Risk-Based Capital Requirements; RBC）。美國壽險業自 1993 年起，開始在年度財務報表中計算 RBC，產險業則自次一年起，也開始適用 RBC 的制度，而台灣保險業的 RBC 制度也即將實施。RBC 將保險公司風險分為幾大類，例如產險公司的風險被分為關係企業資產風險（R0 Risk），固定收益資產風險（R1 Risk），股票資產風險（R2 Risk），信用資產風險（R3 Risk），準備金核保風險（R4 Risk），簽單保費核保風險（R5 Risk）等六大類。而各大類風險中，各自包含了數個風險因子，例如股票資產風險包含了關係企業股票，非關係企業股票等風險因子。RBC 對每一個風險因子都訂有一個權數或權數的區間，權數的大小與該項因子的風險程度有關。權數與該項風險因子部位（positions; amounts at risk）的乘積代表為因應該項風險所需要的資本。保險公司的 RBC，是先將各風險因子的部位與權數的乘積相加，在納入風險集中度的考量後，得出各大類風險的 RBC，再以特定的相關性結構¹，將各大類風險的 RBC 加總，從而求出整間公司的 RBC。

RBC 的制度中，最引人爭議的，便屬風險因子（risk factor）的認定，權數（weight）的訂定，以及相關性結構的假設，其有效性自然也受到質疑。最近的研究，例如 Cummins, Harrington, and Klein (1995)，Grace, Harrington, and Klein (1998)，Cummins, Grace, and Phillips (1999)，以及 Pottier and Sommer (1999)，接二連三地發現對 RBC 有效性的不利證據。美國某些州的監理機關，也開始著手研擬下一代的財務健全監理方法²。

涉險值（Value at Risk; VaR）有相當的潛力成為下一代的保險財務監理方法。VaR 的觀念最早是由投資銀行 J. P. Morgan 所發展並大力推行出來的。比起 RBC，VaR 在風

¹ 以產險公司為例，美國的 RBC 制度假設 R1, R2, R3, R4, R5 之間不相關，而它們的總和與 R0 完全正相關。

² 例如紐約州的情境分析法。

險因子的認定，權數的訂定，以及相關性結構的假設，都更周延，更具彈性，也更符合真實³。因此，VaR 推出後，短期內便有許多銀行及證券公司採用(Dowd, 1997, p19-20)。銀行業與證券業的監理單位，例如 The Basle Committee on Banking Supervision from the Group of Ten, The US Federal Reserve Board, The US Securities and Exchange Commission, 以及 The European Union's Capital Adequacy Directive, 也正逐步將 VaR 納入他們的財務監理辦法。以 Basle Committee 為例，1988 年及 1993 年所制訂的資本要求，基本上與保險業的 RBC 很類似，可是 1995 年的 Basle Accord 卻大幅度地轉向 VaR。從 VaR 在其他金融業，不論是實務界或監理機關，受重視的程度來看，保險業的財務監理也極有可能向 VaR 靠攏。

本研究的目的，是希望根據台灣市場的現況，比較固定的最低資本額，RBC，以及 VaR 對台灣產險公司提出破產預警的能力，目前尚未有文獻做過類似的比較。由於台灣的產險業尚未實施 RBC 及 VaR，過去也沒有產險公司破產的紀錄，無法以實證資料來做比較，因此，本文採用的是模擬的方法：先根據台灣的利率市場，股票市場，以及產險理賠的狀況，建構一個虛擬的世界，然後觀察在此世界中，固定的最低資本額，RBC，以及 VaR，對一個有代表性的產險公司所能提供的破產預警能力。

我們發現不論是固定的最低資本要求，RBC，或 VaR 都有顯著的破產預警能力，雖然錯誤率偏高。三者之中，固定資本要求的效力最低，有最高的預測錯誤率，符合一般的預期。RBC 與 VaR 的破產預警能力則不分軒輊，RBC 雖較能事前偵測出破產的跡象，但其發出假警報的機率也比較高，總體的預測正確率也比 VaR 低。因此，VaR 相對於 RBC 雖然有許多理論上的優點，但對台灣產險業來說，其實質上的優勢仍待更進一步研究的支持。

本文共分為六節。第二節描述以台灣市場為基礎所建構的虛擬世界，第三節描述所謂有代表性的台灣產險公司，第四節說明各種資本要求的計算，第五節是我們模擬的結果及其分析，第六節則是結論。

貳、模擬的世界

在我們的模擬世界中三種風險：利率風險，股市風險，以及核保風險，分別以 Original Salomon Brothers Model, 幾何布朗運動，以及常態分配來模擬。為了使我們的模擬與台灣的市場相似，所有模型的參數都是根據台灣市場的資料。

一、利率風險

我們假設台灣市場短期利率(r)的波動符合 Original Salomon Brothers 的利率模型： $dr = \Theta(t)rdt + \sigma rdW$ ，其中代表 $\Theta(t)$ 在 t 時點的利率變動率的走勢， σ 代表利率變化率的波動度，而 W 則代表一個維納隨機過程 (Wiener process)⁴。模型中的參數估計，是以大華證券所提供的 1997 年 12 月 31 日各種不同到期日的政府公債價格為原始資料⁵，

³ 有關 VaR 的優點，請參見 Dowd (1998) 中的第一章。

⁴ 有關所羅門兄弟利率模型較詳細描述及分析，請參見 Tuckman (1996, p. 96-102)。

⁵ 資料來源是大華證券的政府公債指數，此指數包含了 35 種政府公債。

先求出相對應到期期間的市場利率(spot rates)⁶，然後以分段式三階多項式法(piecewise cubics) 得出殖利率曲線 (yield curve)⁷，最後再以 Sherris (1994)的方法來估計利率模型的參數。

二、 股市風險

我們假設台灣股市價格的波動符合幾何布朗運動： $dS = \sim Sdt + tSdW$ ，其中 \sim 代表股票的單位時間投資報酬率， t 代表投資報酬率的波動度。我們以過去 20 年(1978-1997) 的台灣股票加權指數的月資料為原始資料，先求出每個月的投資報酬率⁸，再以這些月投資報酬率的平均數及標準差來當作兩個參數的估計值⁹。

三、 核保風險

我們假設最終損失 (ultimate losses) 除以保費收入的比例是常態分配¹⁰，以台灣產險業過去 28 年 (1970-1997) 的損失率 (loss ratios)，來估計此常態分配的平均數與標準差。此外，我們假設損失有三年的發展年度 (development years)，第一年會給付最終損失的 96%，第二年 3%，第三年 1%¹¹。

我們利用上述的三個模型，模擬未來 15 年的利率，股價指數，以及損失率，並依此來決定保險公司未來債券的價值，股票的價值，以及理賠的大小。由於在本文中，保險公司其它的資產負債或收入支出都遵循某些固定模式 (deterministic models)，保險公司的財務健全度 (破產與否) 是取決上述三種風險的模擬。

參、 代表性的保險公司

我們以 1997 年底台灣產險公司的平均做為我們的代表性公司(represent insurer)¹²，將其略微簡化後¹³，其資產負債表與損益表如下列兩表：

⁶ 由於原始資料的債券含有息票 (coupon)，我們得先從最快到期的債券開始，逐步算出各到期期間的利率。此外，由於資料中沒有公債發行時的售價，我們假設公債是以面額發行。

⁷ 請參見 Tuckman (1996, p.60-61)。

⁸ 投資報酬率是以本月指數除以上個月指數，再取自然對數而求得。

⁹ 更詳盡的參數估計說明，請參見 Hull (2000, p. 368-369)。

¹⁰ 在產險中，每年度賣出的保單，通常無法在次一年度內，就將所有的理賠處理完畢，有些理賠會在保單賣出後好幾年才給付。最終損失是指在某年度所賣出的保單，其在各年度損失理賠金額的總和。

¹¹ 由於台灣車險，火險，以及其他財產及責任保險的資料，是採歷年制 (calendar year)，而不是保單年度制 (policy year) 或是意外年度制 (accident year)，因此，無法估計實際的損失發展函數 (loss development function)，只好主觀地假設之。

¹² 所謂台灣產險公司的平均，是將產業資料 (產險業損益計算表與產險業資產負債表中的數字) 除以公司家數而得。資料來源是保險事業發展中心所編印的「民國 86 年產物保險統計要覽」。

¹³ 主要簡化的部分，是應付及應收款項。由於這些項目的主要風險是信用風險，而信用風險的模型在文獻中仍不普遍，其參數的估計也因資料的不足而有較大的問題，因此我們沒有模擬信用風險。既然我們的模擬中沒有信用風險，為了使模擬不至於太過複雜，我們省略應付及應收項目。

表一：資產負債表（000）

資產	模擬起始值	佔率	負債及淨值	模擬起始值	佔率
現金及存款	2,078,943	46.81%	未滿期責任準備	1,140,825	25.69%
有價證券	686,001	15.45%	賠款準備	1,120,130	25.22%
事業投資	621,111	13.99%	業主權益	2,179,983	49.09%
不動產投資	440,582	9.92%			
固定資產	614,301	13.83%			
	4,440,939	100.00%			100.00%

1. 各項資產下一年度的大小 = 各項資產當年度的大小 + 下一年度稅後現金的改變（= 當期稅後損益 - 收回未滿其責任準備 - 收回賠款準備 - 證券及投資收益 + 提存未滿期責任準備 + 提存賠款準備 + 證券及投資損失 + 折舊）* 各項資產的資產配置比率。

2. 資產配置的比率是分別是 54%（現金及存款），18%（有價證券），15%（事業投資），10%（不動產投資）以及 3%（固定資產），這些比例的依據是 1992-1997 產險業的平均資產配置。

3. 固定資產除經上項的調整外，還得扣除 10% 的折舊。有價證券及事業投資也還得經過模擬的利率及股價的調整。

4. 下一年度之未滿期責任準備 = 當年度之未滿期責任準備 + 下一年度提存之未滿期責任準備 - 下一年度收回之未滿期責任準備。

5. 下一年度之賠款準備 = 當年度之賠款準備 + 下一年度提存之賠款準備 - 下一年度收回之賠款準備。

6. 下一年度之業主權益 = 當年度之業主權益 + 下一年度之稅後盈餘。

7. 表中的有價證券對應於真實資產負債表中的有價證券及抵押放款兩項。固定資產則對應於固定資產與其他資產兩項。賠款準備相當於賠款特別準備加上其他準備。

表二：損益計算表

收入合計	
業務收入	
保險費收入	= 前一年度保險費收入* (1+成長率 (= 1970-1997 保費之平均成長率))
再保佣金收入	= 當年度再保費支出*再保佣金率(= 1970-1997(再保佣金收入除以再保費支出) 之平均)
攤回再保賠款	= 當年度保險賠款*分保比率 (= 1970-1997 之平均分保比率)
收回未滿期責任準備	= 前一年度保險費收入的四分之一
收回賠款準備	= 前一年度保險賠款*0.03+前兩年度保險賠款*0.01
財務收入	
利息收入	= 前一年底之現金及存款*隨機產生之短期利率+0 (各債券面額*各債券之票面利率 (= 購入時之隨機產生的短期利率)) ¹⁴
證券及投資收益	= 隨機產生之股票投資報酬率*前一年底之股票總值 (如果投資報酬率大於 0)
支出合計	
業務支出	
再保費支出	= 當年度保險費收入*分保比率
佣金及承保費支出	= 當年度保險費收入*佣金及承保費用費用率 (= 1970-1997(佣金及承保費支出除以保險費收入) 之平均)
保險賠款	= 隨機產生之損失率*前一年之保險費收入*0.96
提存未滿期責任準備	= 當年度保險費收入的四分之一
提存賠款準備	= 隨機產生之損失率*前一年之保險費收入* (0.03+0.01)
財務支出	
證券及投資損失	= 隨機產生之股票投資報酬率*前一年底之股票總值 (如果投資報酬率小於 0)
業務及管理總務費用	= 當年度保險費收入*業務及管理總務費用費用率 (= 1970-1997(業務及管理總務費用除以保險費收入) 之平均)
折舊	= 當期固定資產*0.05
本期稅前損益	
營利事業所得稅	= 本期稅前損益*0.25
本期稅後損益	

肆、資本要求的計算

¹⁴ 我們假設保險公司只會購買三種到期日的債券：1年期，7年期，以及15年期的債券。不過，保險公司的債券組合隨著時間而趨複雜。例如，從模擬的第二年開始，保險公司就會擁有1年期，6年期，7年期，14年期，以及15年期的債券。此外，我們還假設債券都是以面值發行。

本研究比較三種資本要求的早期預警能力。第一種是固定的資本要求，在本文中訂為新台幣 20 億元¹⁵。另外兩種是 RBC 及 VaR，其計算方式如下。

一、 RBC

我們模擬的 RBC 包含了 R1，R2，R4，及 R5 等五大類風險。風險的權數，有的是參考美國的 RBC (NAIC Property and Casualty Risk-Based Capital Report, 1998)，有的是借用鄭濟世 (1998) 中的數字。R1 的部分，我們對產險公司所持有的一年期債券，處以 1% 的權數。R2 的部分，股票的權數則設為 30%。至於 R4 的部分，則是假設保險公司的火災保險業務佔 20%，海上保險業務 9%，汽車保險 60%，航空保險 2%，其他財產及責任保險則佔 9%，對這些業務的賠款準備分別處以 0.981，1.14，1.01，1.14，1 的權數¹⁶。R5 則是對這些業務的保費收入分別處以 0.826，0.763，0.85，0.763，0.8 的權數。公司的接管水準風險基礎資本 (authorized control level risk-based capital) 訂為

$$0.5 \times \sqrt{R1^2 + R2^2 + R4^2 + R5^2}。$$

二、 VaR

我們模擬的 VaR，是以一般計算 VaR 的三種主要方法中的 Delta-Normal 方法來計算¹⁷。Delta-Normal 的方法其實跟 RBC 很像，都是以風險部位 (risk exposures or positions) 乘以風險權數，只是在 RBC 中，風險權數是監理機關製訂出來的，而在 VaR 中則通常是以過去的市場資料來估計。在我們的模擬中，我們分別計算股票，債券，以及保險業務的 VaR，其中股票的 VaR = 股票價值 × 1.645 × 股票加權指數報酬率的標準差¹⁸，債券的 VaR 等於當利率上升 1.645 倍的標準差時，債券價值的下跌幅度，而保險業務的 VaR 則等於保險費收入乘以 1.645 倍的損失率的標準差。公司的總 VaR = 股票的 VaR + 債券的 VaR - 保險業務的 VaR¹⁹。

伍、資本要求的早期預警能力

我們總共模擬 14,000 次未來 15 年的狀況，其中 313 次破產，破產機率約為 2%。我們將比較，在這些破產次數中，有多少次資本要求能事先 (一年前或三年前) 發出警告²⁰，又有多少次資本要求未能事前偵測出問題。此外，我們也將比較資本要求有多少次會發出假警報。下列三個表，表三，表四，及表五，顯示了固定資本要求，RBC，以及 VaR 三種方法其一年與三年的早期預警有效程度。

從表三，表四，及表五中的 t 統計量來看，不論是固定資本要求，RBC，或 VaR，

¹⁵ 20 億元的資本要求，是參照現有保險法對新設保險公司的要求。

¹⁶ 我們假設各業務賠款準備的相對比例與業務量的相對比例一樣。

¹⁷ VaR 的計算方法，一般可分為三大類：Delta-Normal Method, Historical-Simulation Method, and Structured Monte Carlo。有興趣的讀者，請參見 Jorion (1997) 或 Dowd (1998)。

¹⁸ 乘以 1.645 相當於要求所提列的資本能承受每一百次股價下跌中的 95 次。

¹⁹ 這樣子的相加減相當於假設股票，債券，與保險業務三種風險之間是互相獨立的。

²⁰ 當公司的業主權益小於資本要求時，代表該資本要求發出早期預警的信號，採用該資本要求的監理機

其事前分辨保險公司破產與否的能力，都比隨意猜測要好，顯示這三種型式的資本要求，都可以幫助監理機關識別保險公司的財務健全性。以型一錯誤率來看，三種資本要求的型一錯誤率都偏高，暗示三者的資本要求可能還不夠高。型二錯誤率則大致在可接受的範圍內，也都有不錯的預測正確率（Hit ratio）。綜合來看，三種資本要求的方式，雖然頗有缺陷，但仍有協助財務健全性監理的功能。

三種資本要求中，以固定資本要求的效力最差，其型一型二錯誤率最高，預測正確率也最低，印證了固定資本要求有最多缺陷的看法。RBC 與 VaR 則各有千秋；RBC 有較低的型一錯誤率，而 VaR 則有較低的型二錯誤率及較高的預測正確率。因此，本研究的結果顯示，RBC 的實行，可能可以使台灣產險公司的資本要求往前進一步，使之具有較高的效力，至於是否應更進一步地施行 VaR，本研究並沒有發現明確的證據支持。

表三：RBC 的早期預警能力

一年的早期預警能力

	破產	健在	總數
發出警告	162	1398	1560
沒有發出警告	151	12289	12440
總數	313	13687	14000

型一錯誤率 = $151/313 = 48.24\%$ ²¹

型二錯誤率 = $1398/13687 = 10.21\%$ ²²

Hit ratio = $(162+12289)/14000 = 88.94\%$

t = 92.14²³

三年的早期預警能力

	破產	健在	總數
發出警告	193	1398	1591
沒有發出警告	120	12289	12409
總數	313	13687	14000

型一錯誤率 = $120/313 = 38.34\%$

型二錯誤率 = $1398/13687 = 10.21\%$

Hit ratio = $(193+12289)/14000 = 89.16\%$

t = 92.66

關便可能對保險公司採行相關的補強措施，例如要求增資或逕行接管。

²¹ 型一錯誤是指保險公司破產，但資本要求未能發出預警信號，使監理機關及早採取行動。

²² 型二錯誤是指保險公司健在，但資本要求卻發出假警報，要求監理機關採取無謂的行動。

²³ $t = \frac{\text{正確分類的機率} - 0.5}{\sqrt{\frac{0.5 * (1 - 0.5)}{14000}}}$ 。這裡的 t-test 是用來檢驗資本要求是否顯著地不同於任意猜測。95% 信賴程度的臨界值是 1.645。

表四：VaR 的早期預警能力

一年的早期預警能力

	破產	健在	總數
發出警告	145	1238	1383
沒有發出警告	168	12449	12617
總數	313	13687	14000

型一錯誤率= $168/313 = 53.67\%$

型二錯誤率= $1238/13687 = 9.05\%$

Hit ratio = $(145+12449)/14000 = 89.96\%$

t = 94.56

三年的早期預警能力

	破產	健在	總數
發出警告	172	1238	1410
沒有發出警告	141	12449	12590
總數	313	13687	14000

型一錯誤率= $141/313 = 45.05\%$

型二錯誤率= $1238/13687 = 9.05\%$

Hit ratio = $(172+12449)/14000 = 90.15\%$

t = 95.01

表五：固定資本要求的早期預警能力

一年的早期預警能力

	破產	健在	總數
發出警告	128	2139	2267
沒有發出警告	185	11548	11733
總數	313	13687	14000

型一錯誤率= $185/313 = 59.11\%$

型二錯誤率= $2139/13687 = 15.63\%$

Hit ratio = $(128+11548)/14000 = 83.40\%$

t = 79.04

三年的早期預警能力

	破產	健在	總數
發出警告	160	2139	2299
沒有發出警告	153	11548	11701
總數	313	13687	14000

型一錯誤率= $153/313 = 48.88\%$

型二錯誤率= $2139/13687 = 15.63\%$

Hit ratio = $(160+11548)/14000 = 83.63\%$

t = 79.58

陸、結論

保險監理的首要工作之一，是預防保險公司的破產，而要預防破產的發生，最直接的方法是設定保險公司資本額的下限。長久以來，監理機關對保險公司都設有固定的最低資本額要求。1990年代初期，美國 NAIC 提出 RBC 的構想並於隨後實施，台灣似乎也即將採用 RBC 來計算資本要求。世界各國其它的金融業則在 1990 年代中期，陸續由類似 RBC 的制度陸續轉向 VaR。本文的目的，是探討這三種資本要求對台灣產險公司所能提供的破產預警能力。由於台灣的產險業尚未施行 RBC 與 VaR，過去也沒有破產的紀錄，因此本研究採用模擬的方法來檢驗資本要求的預警能力，根據台灣市場的特性，模擬一間有代表性的產險公司未來的財務狀況，然後據以衡量資本要求破產預警的能力。

我們發現不論是固定的最低資本額要求，RBC，或 VaR 都有破產預警的能力，不過錯誤率仍然偏高。其中，固定最低資本額要求的效力最差，有最高型一及型二錯誤率，預測正確率也最低，與預期的相符合，也提供了支持台灣及世界各國的保險監理機關走出固定最低資本額的制度，轉而實施 RBC 的依據。不過，我們並沒有發現 VaR 的絕對優勢，VaR 的型一錯誤率比 RBC 還高，雖然它的型二錯誤率比 RBC 還低而且預測正確率也比 RBC 高。VaR 與 RBC 在台灣產險業實證上的孰優孰劣，尚待進一步的研究。

不過，由於多方面的研究限制，作者們對本文結果的可信度有些保留。第一，由於本文採用模擬的方式，風險模擬的正確與否，對結果將有極大的影響。可是本文僅模擬三種風險，與真實世界仍有相當的距離，風險模型的選擇也相當主觀，缺乏實證證據的支持，參數的估計也還有改進的空間。此外，代表性的保險公司與真實的保險公司在簡化後也有相當的距離。因此，本文的模擬，雖然在許多方面看似合理，但是離真實反映出台灣產險公司所面臨的風險，應還有相當大的距離，研究結果的可信度自然應該有些保留。

第二，本文計算 RBC 及 VaR 的方式相當簡單，與真實世界（例如 NAIC 或 J. P. Morgan）的方式簡化的多，可能造成評估上的偏差。第三，本文的評估方式也相當簡單，各種方法只挑一個乘數（例如 20 億的固定資本要求，RBC 中的 0.5，以及 VaR 中的 1.645），而不同的乘數會有不同的預警能力。不過由於本文的模擬曠日廢時，尚待未來更進一步的補強。

總之，本文僅是比較各種資本要求破產預警能力的初步研究，首要的貢獻在於本文是第一篇嘗試評估對各種資本要求對台灣產險業預警能力的文章。可是由於各方面的研究限制，諸如資料的匱乏與研究人員的時間及能力限制等，在許多方面仍有相當大的改善空間，讀者們在解讀本文的結果時應小心。謹期望本文能拋磚引玉，讓大家對各種資本要求實證上的優缺利弊未來有更清楚的認識。

柒、參考文獻

Cummins, J. D., M. F. Grace and R. D. Phillips, 1999, "Regulatory Solvency Prediction in Property-Liability Insurance: Risk-Based Capital, Audit Ratios, and Cash-Flow Simulation", *Journal of Risk and Insurance*, 66: 417-458.

- Cummins, J. D., S. E. Harrington, and R. Klein, 1995, "Insolvency Experience, Risk-Based Capital, and Prompt Corrective Action in Property-Liability Insurance", Journal of Banking and Finance, 19: 511-527.
- Dowd, K., 1998, Beyond Value at Risk: The New Science of Risk Management (New York: John Wiley & Sons, Inc.).
- Grace, M. F., S. E. Harrington, and R. Klein, 1998, "Risk-Based Capital and Solvency Screening in Property-Liability Insurance: Hypotheses and Empirical Tests", Journal of Risk and Insurance, 65: 213-243.
- Hull, J. C., 2000, Options, Futures, and Other Derivatives (London: Prentice-Hall International, Inc.).
- Jorion, P., 1997, Value at Risk: The New Benchmark for Controlling Market Risk (Chicago: IRWIN Professional Publishing).
- Munch P. and D. E. Smallwood, 1980, "Solvency Regulation in the Property-Liability Industry: Empirical Evidence", The Bell Journal of Economics, 11: 261-279.
- Pottier, S. W. and D. W. Sommer, 1999, "Capital Ratios and Property-Liability Insurer Insolvencies", Working Paper, University of Georgia.
- Sherris, M., 1994, "A One-Factor Interest Rate Model and the Valuation of Loans with Prepayment Provisions", Transactions - Society of Actuaries, 46: 251-320.
- Tuckman, B., 1996, Fixed Income Securities: Tools for Today's Markets (New York: John Wiley & Sons, Inc.).
- 鄭濟世,「我國壽險業資本適足性之研究」,保險事業發展中心,民國八十七年十二月。