

國立臺灣大學管理學院財務金融系



碩士論文

Department of Finance

College of Management

National Taiwan University

Master Thesis

Riskiness 對保險公司之股票風險在監理上的應用

The Application of “Riskiness” on Regulation of
Insurance Companies’ Stock Risk

蔡孟璇

Meng-Hsuan Tsai

指導教授：曾郁仁 博士

Advisor: Larry Y. Tzeng , Ph.D.

中華民國 107 年 6 月

June 2018

國立臺灣大學碩士學位論文
口試委員會審定書



Riskiness 對保險公司之股票風險在監理上的應用
The Application of "Riskiness" on Regulation of
Insurance Companies' Stock Risk

本論文係蔡孟璇君 (R05723041) 在國立臺灣大學財務金融學系、所完成之碩士學位論文，於民國107年06月20日承下列考試委員審查通過及口試及格，特此證明

口試委員：

曾郁仁

(簽名)

(指導教授)

王仁宏


黃瑞傑

系主任、所長

曾郁仁

(簽名)

中文摘要



風險資本額(Risk Based Capital, RBC)為目前監理機關用以判斷保險公司清償能力的指標，透過風險係數來衡量保險公司的風險，其中，風險值(Value at Risk, VaR)是目前最廣為使用的風險指標，但仍存在某些問題，而 Aumann 與 Serrano 在 2008 年所提出新風險指標 Riskiness，擁有許多 VaR 缺少的良好特性，因此本篇論文希望探討 Riskiness 在計算 RBC 中風險項目的風險係數，相較 VaR，能夠展現的特性，以期未來能發展出更客觀公正、更具經濟意涵的風險係數計算方法。

本篇論文專注於保險公司的股票風險，透過圖形及排序的方式比較 VaR 與 Riskiness 計算風險係數的表現，研究結果發現，相較於 VaR，Riskiness 能適當地反應損失及獲利，且做出符合直覺的風險決策。因此，若未來監理機關以新風險指標 Riskiness 計算國內股票的風險係數，或許能兼顧風險與獲利，更有立場地進行監理。

關鍵字：新風險指標、風險值、保險公司、監理

英文摘要



Risk Based Capital, so called RBC, is an indicator used by the authority to evaluate the solvency of insurance companies, which measures the risks of insurance companies by the risk weights. Among them, Value at Risk, so called VaR, is currently the most widely used whereas not the perfect one; Aumann and Serrano proposed one new risk index “Riskiness” in 2008, which has many good features that VaR is lack of. Therefore, the propose of this master thesis is to explore the potential of Riskiness on developing a more objective and economical method to calculation the risk weights of RBC.

This thesis mainly focuses on the stock risk of insurance companies, comparing the performance of VaR and Riskiness on calculating risk weights through graphing and ranking. As a result, in contrast to VaR, the study finds that Riskiness can properly reflect losses and gains and make rational decisions on risk management. Therefore, if Riskiness is used on risk weight calculations in the future, the authority may be able to implement the regulations that takes into account losses and gains, which may be more properly.

Key words: Riskiness, Value at Risk (VaR), Insurance Company, Regulation

目錄



口試委員會審定書	1
中文摘要	2
英文摘要	3
圖目錄	5
表目錄	5
第一章 緒論	6
1.1 研究動機	6
1.2 研究範圍	6
第二章 文獻回顧	7
2.1 風險資本額 Risk Based Capital	7
2.2 風險值 Value at Risk	10
2.3 新風險指標 Riskiness	13
第三章 研究方法與結果	15
3.1 性質比較	16
3.2 資料蒐集與處理	17
3.3 風險係數計算	20
3.4 計算結果比較與分析	21
3.5 延伸分析	26
第四章 結論	33
4.1. 研究結果	33
4.2. 未來研究方向	34
參考資料	35



圖目錄

圖 3-1 研究方法流程示意圖	15
圖 3-2 常態分配下 <i>AS index</i> 和 <i>VaR</i> 與期望值的關係.....	21
圖 3-3 常態分配下 <i>AS index</i> 和 <i>VaR</i> 與標準差的關係.....	21
圖 3-4 常態分配下，轉換後 <i>AS index</i> 和 <i>VaR</i> 與期望值的關係	22
圖 3-5 常態分配下，轉換後 <i>AS index</i> 和 <i>VaR</i> 與標準差的關係.....	22
圖 3-6 常態分配下，排序差異大之產業-期望值分析.....	25
圖 3-7 常態分配下，排序差異大之產業-標準差分析.....	25
圖 3-8 未假設分配下，轉換後 <i>AS index</i> 和轉換後 <i>VaR</i> 與期望值的關係.....	28
圖 3-9 未假設分配下，轉換後 <i>AS index</i> 和轉換後 <i>VaR</i> 與標準差的關係.....	28
圖 3-10 未假設分配下，排序差異大之產業-期望值分析.....	32
圖 3-11 未假設分配下，排序差異大之產業-標準差分析.....	32

表目錄

表 3-1 產業股票指數月報酬率之敘述統計（頻率：月、單位：百分比）	17
表 3-2 各產業股票指數月報酬率之年化期望值與年化標準差.....	18
表 3-3 常態分配下，各產業之轉換後 <i>AS index_normal</i> 與 <i>VaR_normal</i> 及其排序....	23
表 3-4 常態分配下，排序差異大之產業-排序分析.....	24
表 3-5 各產業股票指數報酬率之常態性檢定	26
表 3-6 未假設分配下，各產業之轉換後 <i>AS index</i> 與轉換後 <i>VaR</i> 及其排序	29
表 3-7 未假設分配下，排序差異大之產業-排序分析.....	31

第一章 緒論



1.1 研究動機

風險資本額(Risk Based Capital, RBC)為目前監理機關用以判斷保險公司清償能力的指標,根據保險公司的風險,給予不同的風險係數以計算風險資本額;其中,風險值(Value at Risk, VaR)是目前最廣為使用的風險指標,主要衡量整體單一資產或投資組合在假設的信賴區間下,持有期間內的價值變動造成的最大預期損失,然而 VaR 仍存在某些問題,例如:只聚焦單一點損失而無法得知小於 VaR 的損失分配、數值大小與參數選擇有關而容易被操縱、只考慮損失端而忽略獲利端、違反一階隨機單調、違反次可加性而非為一致性風險測度等。

Aumann 與 Serrano 在 2008 年提出新風險指標「Riskiness」的概念, Riskiness 擁有許多特性,包含同時考慮損失端與獲利端且強調損失端、服從一階與二階隨機優越、使用方便且符合經濟直覺等 VaR 缺少的良好性質,因此本篇論文嘗試將 Riskiness 應用在保險業的監理制度上,希望探討 Riskiness 在計算 RBC 中風險項目的風險係數,相較 VaR,能夠展現的特性,以期未來能發展出更客觀公正、更具經濟意涵的風險係數計算方法。

1.2 研究範圍

RBC 所涵蓋的風險項目很多,又壽險公司與產險公司涵蓋項目不同,人身保險公司包含:資產風險、保險風險、利率風險、其他風險,財產保險公司則包含:資產風險、信用風險、核保風險、資產負債風險、其他風險,因此本篇論文專注在兩者較相似的風險—資產風險上,而考慮資料取得性後,決定著重「股票風險」,希望透過比較的方式,探討對於同一產業股票指數, Riskiness 與 VaR 所計算出來的風險係數,是否具有差異,以及兩者分別所能反應的特性。

第二章 文獻回顧



2.1 風險資本額 Risk Based Capital

風險資本額即「Risk Based Capital；RBC」，其法源依據來自「保險業資本適足性管理辦法」，是指依照保險業實際經營所承受之風險程度，計算而得之資本總額，人身保險業與財產保險業不同。

2.1.1 人身保險業

根據「人身保險業資本適足性報告相關填報表格填報手冊」中之定義，人身保險業包含：

1. 資產風險

(1) C0 資產風險—關係人風險：指保險業投資於關係人交易所持有之各項資產，可能因其資產價值變動而影響保險業失卻清償能力之風險。

(2) C1 資產風險—非關係人風險：指保險業投資於非關係人交易所持有之各項資產，可能因其資產價值變動而影響保險業失卻清償能力之風險。

(3) C1o 資產風險—非股票之資產風險：依據前項「C1 資產風險—非關係人風險」再細分為非關係人非股票之資產風險之資產風險，以調整各項風險之相關程度。

(4) C1s 資產風險—非關係人股票風險：依據前項「C1 資產風險—非關係人風險」再細分為非關係人股票之資產風險，以調整各項風險之相關程度。

2. C2 保險風險：指保險業經營業務時針對已簽單業務低估負債、或是於未來新簽單契約費率定價不足之風險。

3. C3 利率風險：指保險業因利率變動因素，造成資產與負債價值變動不一致之風險。



4. C4 其他風險：指保險業除上述四項風險外可能面對的其他風險，主要包含項目是營運風險，係指保險業因營運上各項因素所導致的直接或間接的可能損失。

以上風險項目依個別風險係數及計算公式計算所得之金額即為風險資本額，並考慮各風險項目間之相關性後，得到風險資本總額之公式：

$$0.5 * \left(C_0 + C_4 + \sqrt{(C_{10} + C_3)^2 + C_{1C}^2 + C_{1S}^2 + C_2^2} \right);$$

2.1.2 財產保險業

根據「財產保險業資本適足性報告相關填報表格填報手冊」中之定義，財產保險業包含：

1. 資產風險

- (1) R0 資產風險—關係人風險：指保險業投資於關係人交易所持有之各項資產，可能因其資產價值變動而影響保險業失卻清償能力之風險。
- (2) R1 資產風險—非關係人風險：指保險業投資於非關係人交易所持有之各項資產，可能因其資產價值變動而影響保險業失卻清償能力之風險。
- (3) R1o 資產風險—除股票及匯率以外之資產風險：依據前項「R1 資產風險--非關係人風險」再細分為非關係人非股票及非匯率之資產風險，以調整各項風險之相關程度。
- (4) R1c 資產風險—非關係人之匯率風險：依據前項「R1 資產風險—非關係人風險」再細分為非關係人匯率之資產風險，以調整各項風險之相關程度。
- (5) R1s 資產風險—非關係人股票風險：依據前項「R1 資產風險—非關係人風險」再細分為非關係人股票之資產風險，以調整各



項風險之相關程度。

2. R2 信用風險：指保險業因交易對象不履行義務而影響保險業失卻清償能力之風險。
3. 核保風險
 - (1) R3a 核保風險－準備金風險：指保險業經營業務時針對已簽單業務低估負債之風險。
 - (2) R3b 核保風險－保費風險：指保險業經營業務對於未來新簽單契約費率定價不足之風險。
 - (3) R3c 核保風險－長年期保險風險：指保險業經營長年期業務之準備金風險及保費風險。
4. R4 資產負債配置風險：指保險業因外在環境，包括利率、政策、法令及巨災等變動因素，造成資產與負債價值變動不一致之風險。
5. R5 其他風險：本列係指保險業除上述四大項風險外可能面對的其他風險，主要包含項目為營運風險，係指保險業因營運上各項因素所導致的直接或間接的可能損失。

以上風險項目依個別風險係數及計算公式計算所得之金額即為風險資本額，並考慮各風險項目間之相關性後，得到風險資本總額之公式：

$$0.5 \times (R_0 + R_5 + \sqrt{(R_{10} + R_4)^2 + R_{1c}^2 + R_{1s}^2 + R_2^2 + R_{3a}^2 + R_{3b}^2 + R_{3c}^2})$$



2.2 風險值 Value at Risk

國際清算銀行於 1996 年所發布巴塞爾修正案中，明訂風險值為衡量市場風險的指標；風險值由於計算簡單，且針對公司所面臨的市場風險可提供一個具體、統一的數值，常被應用在企業的風險管理及政府的風險監理等上，為目前最廣為使用的風險指標。

2.2.1 定義

在 J.P. Morgan 的 RiskMetrics 技術文件中，將風險值 (Value at Risk; VaR) 定義為「在特定機率下，投資組合在特定期間內價值變動造成的最大預期損失」，由此可知，風險值主要受到機率水準 (信心水準) 及期間長度的影響；若令 W 為投資組合價值、 α 為特定機率水準，則風險值的概念可以此式呈現： $\text{Prob.}[W_T \leq -\text{VaR}] = \alpha\%$ ，表示在 $(1 - \alpha)\%$ 的信心水準下，投資組合在未來 T 天的損失不會超過 VaR 元。

2.2.2 衡量方法

常見衡量風險值的方法有以下三種：

1. 變異數-共變異數法 (Variance-Covariance Method)

為局部評價法 (Local valuation)，藉由機率分配的假設來估計風險值；通常假設資產 W 的報酬率 R 為常態分配及線性，先利用資產報酬率過去的歷史資料得到平均數 μ_R 與標準差 σ_R ，接著選定機率水準 α 及持有期間 T ，估計出風險值 VaR ；風險值一般可分為相對風險值與絕對風險值，相對風險值為相對於資產期望值之最大預期損失，可表示為 $\text{VaR}(\text{mean}) = W_0 \times Z_\alpha \times \sigma_R \times \sqrt{T}$ ，而絕對風險值為相對於資產初始投入值之最大預期損失，可表示為 $\text{VaR}(\text{zero}) = W_0 \times (Z_\alpha \times \sigma_R \times \sqrt{T} - \mu_R \times \sqrt{T})$ 。

此方法計算簡單且容易理解，但無法處理非常態分配或非線性之資產。



2. 歷史模擬法 (Historical Simulation Method)

為完全評價法 (Full valuation)，假設未來資產報酬與過去資產報酬趨勢相近，藉由資產過去價格的歷史資料模擬出未來資產報酬的機率分配，再依據選定之機率水準及持有期間，估計其相對應分位數的風險值。

此方法可處理非常態分配或非線性之資產，但容易因歷史資料的特性產生偏誤，且計算速度較慢。

3. 蒙地卡羅模擬法 (Monte-Carlo Simulation Method)

為完全評價法 (Full valuation)，假設資產價格服從特定機率分配之隨機過程，在選定之持有期間內模擬足夠多次(如:1000 次)的隨機價格路徑，建構資產報酬的機率分配，最後根據選定之機率水準，估計其相對應分位的風險值。

此方法可處理非常態分配或非線性之資產，但容易因隨機過程之模型設定產生偏誤，且計算速度慢。

2.2.3 性質

本小節首先以 Artzner(1991)提出的「一致性風險測度」條件來檢視風險值的性質，一致性風險測度的條件包含平移不變性 (Translation invariance)、次可加性 (Subadditivity)、正齊次性 (Positive Homogeneity) 及單調性 (Monotonicity)，風險值雖符合平移不變性、正齊次性、單調性，卻違反了次可加性，因此風險值並不是一個一致性風險測度；違反次可加性表示否定了風險管理中的分散效果，且就監理角度來看，可能導致個別資產的風險準備金不足以應付總體風險可能造成的損失。

以一個簡單的數值範例來說明：市場上有資產 X 與資產 Y，X 與 Y 互相

獨立且分配相同， $X, Y \sim \begin{cases} -80, Prob. = 4.9\% \\ 0, Prob. = 95.1\% \end{cases}$ ，則

➤ 在 95% 信心水準下，資產 X 與資產 Y 的風險值均為 0，但兩者以

相同權重建構之投資組合的風險值卻為 40，造成 $VaR^{0.5X+0.5Y}(5\%) > VaR^X(5\%) + VaR^Y(5\%)$ ，違反次可加性。

事件	資產 X	資產 Y	0.5 資產 X+0.5 資產 Y	機率
1	-80	-80	-80	0.2%
2	-80	0	-40	4.7%
3	0	-80	-40	4.7%
4	0	0	0	90.4%

除此之外，根據 Rothschild and Stiglitz (1970)所提出的隨機優越 (Stochastic Dominance)概念，若一分配 F 一階隨機優越於 G，表示對目標效用最大化的人來說，在所有情況下 F 帶來的效益都大於 G，而一個服從一階單調性的風險指標會得到 $R(F) < R(G)$ 的結果，但風險值雖符合單調性，卻違反一階單調性 (First-Order Monotonicity)，表示透過風險值衡量資產的風險大小，可能會出現不同於效用感受的結果。

以一個簡單的數值範例來說明：市場上有股票 A 與股票 B，股票 A 可帶來的損益為 $\begin{cases} 15, Prob. = 50\% \\ -5, Prob. = 50\% \end{cases}$ ，股票 B 可帶來的損益為 $\begin{cases} 10, Prob. = 50\% \\ -5, Prob. = 50\% \end{cases}$ ，則

- 直觀上，我們會選擇股票 A，因為股票 A 與股票 B 的可能損失金額相同，而股票 A 的可能獲利金額較大，但若依照風險值的計算結果，在 95%信心水準下， $VaR^A(5\%) = VaR^B(5\%) = 5$ ，表示選擇兩者的風險相同，造成不同於效用感受的結果。



2.3 新風險指標 Riskiness

Robert J. Aumann 與 Robert Serrano 在 2008 年於 JPE 發表了《*An Economic Index of Riskiness*》，其中提出新風險指標 Riskiness 的概念，使用上方便、簡單，且具有經濟意涵。

2.3.1 假設

4. 假設一賭局 g ，其隨機變數可能為正，也可能為負。

$$g(\cdot) : R \rightarrow (-\infty, +\infty)$$

5. 該賭局 g 的期望值恆為正。

$$E(g) > 0$$

6. 假設投資人為固定絕對風險趨避型態 (constant absolute risk aversion; CARA)，其效用函數為 u 、財富水準為 w 、絕對風險趨

$$\text{避程度為 } -\frac{u''(w)}{u'(w)} = \alpha。$$

2.3.2 定義

當一位 CARA 的投資人，無論接不接受賭局 g 對他來說都沒有差別時，其絕對風險趨避程度 α 的倒數即為該為一個賭局的風險指標 $R(g)$ 。此賭局 g 的風險指標函數 $R(g)$ 為

$$E\left(e^{-\frac{g}{R(g)}}\right) = 1, \quad R(g) > 0$$

2.3.3 性質

1. 連續性 (Continuous)

當兩個賭局性質接近時，兩者的風險水準也會接近。

2. 正齊次性 (Positive Homogeneity)

若賭局 g 的風險為 $Q(g)$ ，則對所有正數 t ， $Q(tg) = tQ(g)$ ；表示 $Q(tg)$ 不僅是比 $Q(g)$ 大，而是比 $Q(g)$ 大 t 倍，這個特性讓風險更加具體化。



3. 對偶性 (Duality)

在*i*的風險趨避程度均勻地 (uniformly) 高於*j*的風險趨避程度、賭局*g*的風險 $Q(g)$ 大於賭局 *h* 的風險 $Q(h)$ 的情況下，若*i*在財富水準 *w* 下接受賭局*g*，則*j*在 *w* 下接受賭局 *h*；表示風險和風險趨避程度為一體兩面。

4. 服從一階隨機優越 (First-order Stochastic Dominance, FSD) 的單調性與二階隨機優越 (Second-order Stochastic Dominance, SSD) 的單調性。

5. 在常態分配下具有封閉解， $R(g) = \frac{Var(g)}{2E(g)}$ ，方便使用。

6. 同時考慮損失端與獲利端，且函數形式為自然對數的指數函數，強調損失，對於損失部分較獲利部分敏感，符合經濟直覺。

7. 賭局的風險只和其本身(的分配)有關，與決策者的效用函數及財富無關，符合客觀性。

第三章 研究方法與結果

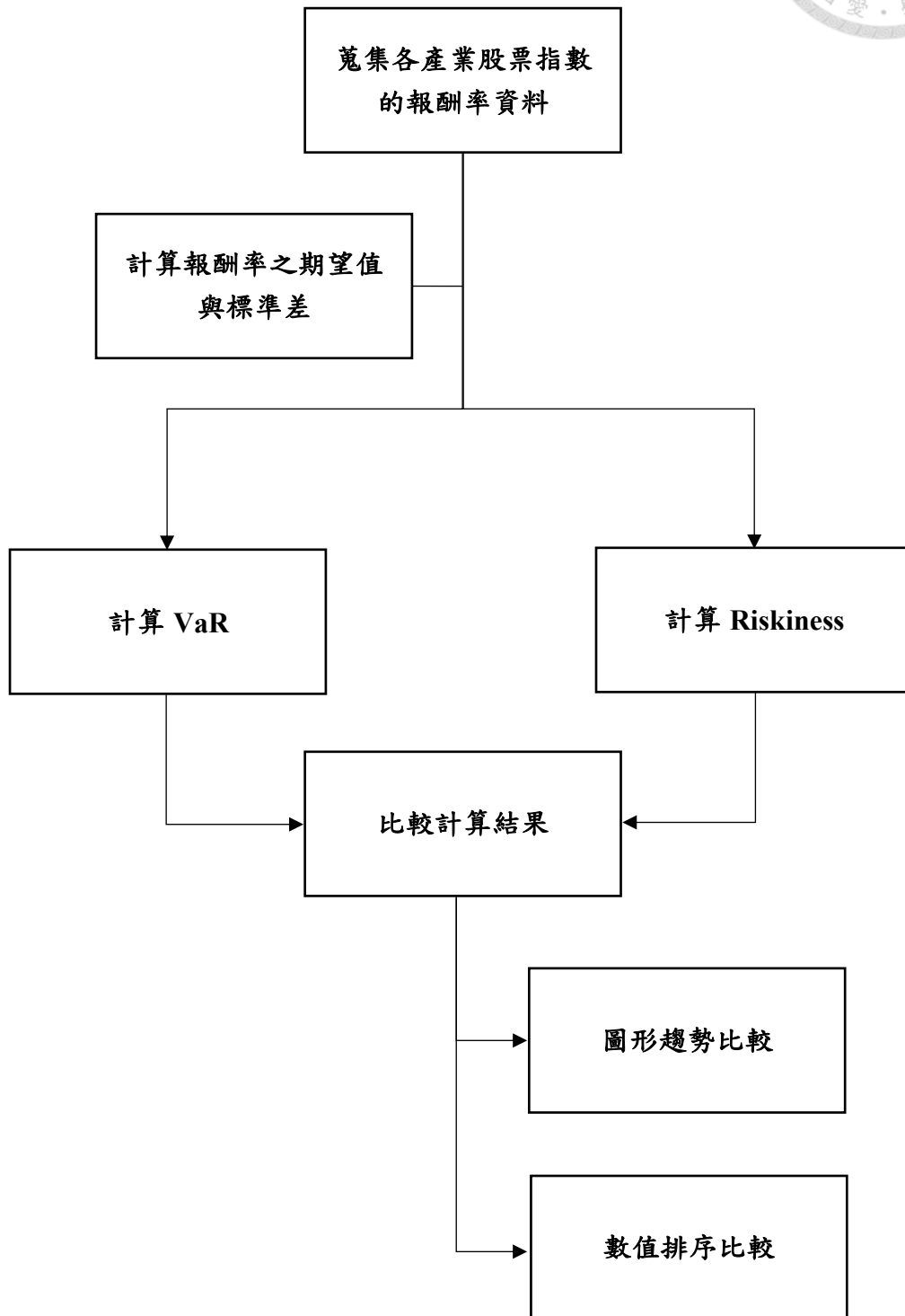


圖 3-1 研究方法流程示意圖



3.1 性質比較

新風險指標 Riskiness (以下簡稱 AS index) 擁有許多風險值 VaR 缺少的良好特性，包含同時考慮損失端與獲利端、服從一階單調性、符合經濟直覺等 VaR 缺少的良好性質，因此在開始進行研究前，本篇論文希望透過簡單的範例來比較 VaR 及 AS index，以更清楚了解兩者性質的不同。

- 例子一—下方風險：市場上存在 A、B 兩個金融商品，兩者的損益分配除第一項外，其餘皆相同，如下，

A：-400, -39, ..., -2, -1, 1, 2, ..., 59, 60

B：-40, -39, ..., -2, -1, 1, 2, ..., 59, 60

- 例子二—上方獲利：市場上存在 A、B 兩個金融商品，兩者的損益分配除最後一項外，其餘皆相同，如下，

A：-40, -39, ..., -2, -1, 1, 2, ..., 59, 60

B：-40, -39, ..., -2, -1, 1, 2, ..., 59, 600

在例子一及例子二中，一般來說皆會直覺地選擇 B，若以風險管理的角度來看，一個風險趨避的個體若選擇 B 而非 A，表示 A 的風險大於 B，可表示為 \forall Risk Averse Individuals, if $B > A$, Risk Index(B) < Risk Index(A)；實際計算 VaR 與 AS index，結果整理如下表，可發現相較於 AS index，VaR 無法正確判別兩個例子中 A 及 B 的風險大小，亦即 VaR 無法適當反應損失及獲利，且違反一階單調性。

		風險值 VaR	新風險指標 Riskiness
例子一—下方損失	A	36	230.4055
	B	36	40.4915
例子二—上方獲利	A	36	40.4915
	B	36	40.0995

因此，在接下來的研究方法中，本篇論文會運用真實資料來檢視 VaR 與 AS index 的表現，並著重在股票風險，透過比較的方式，實際探討兩者分別所能反應特性的差異，利用期望值來觀察兩者對獲利的表現、標準差觀察兩者對損失的表現，並且更進一步地思考，兩者的差異對於保險公司監理上可能造成的影響。

3.2 資料蒐集與處理

本篇論文使用的資料來自台灣經濟新報 (TEJ)，透過 TEJ 資料庫蒐集自 1991 年到 2017 年各產業股票指數的報酬率資料，考量資料的完整性及樣本數量的代表性，選定 2007 年 7 月到 2018 年 2 月、包含 30 個產業股票指數及台灣 50 指數，共 128 個月的月報酬資料，涵蓋產業及其月報酬率之敘述統計如表 3-1。

表 3-1 產業股票指數月報酬率之敘述統計 (頻率：月、單位：百分比)

代碼	產業	平均值	中位數	標準差	最大值	最小值
TWN50	台灣 50 指數	0.3249	0.7613	5.2450	-16.40	14.28
M1100	水泥工業類指數	0.3011	0.3269	8.2180	-30.04	34.70
M1200	食品工業類指數	1.1070	1.2100	6.3390	-20.04	25.69
M1300	塑膠工業類指數	0.4417	0.7433	6.4090	-21.60	18.53
M1400	紡織纖維類指數	0.4023	0.4180	6.7600	-23.34	22.14
M1500	電機機械類指數	0.7790	1.3170	6.4420	-23.71	16.05
M1600	電器電纜類指數	0.0868	0.5420	7.8720	-22.54	29.27
M1700	化學生技醫療類指數	0.2040	0.0859	7.0410	-28.72	20.54
M1721	化學工業指數	0.3260	0.6863	7.2910	-30.62	21.51
M1722	生技醫療指數	-0.0672	-0.9294	7.6660	-20.87	24.29
M1800	玻璃陶瓷類指數	0.2830	-0.2351	9.6730	-25.45	27.22
M1900	造紙工業類指數	0.5288	-0.5382	7.9120	-25.78	35.72
M2000	鋼鐵工業類指數	0.0249	0.2198	5.6930	-23.26	14.97
M2100	橡膠類指數	0.7869	0.6277	7.5450	-18.19	33.60
M2200	汽車工業類指數	0.7962	0.3957	8.4230	-27.52	33.95

M2300	電子類指數	0.3047	0.9631	5.8880	-17.86	14.49
M2324	半導體業指數	0.6085	0.9909	6.0070	-18.06	15.86
M2325	電腦及週邊 設備業指數	0.2039	0.7784	6.4150	-21.10	21.80
M2326	光電業指數	-0.2735	0.5907	9.1810	-29.63	17.23
M2327	通訊網路業指數	0.2874	0.4328	4.5460	-13.81	12.93
M2328	零組件指數	0.2013	0.5991	7.1310	-25.85	23.76
M2329	電子通路業指數	0.3980	0.0325	7.3230	-25.52	22.46
M2330	資訊服務業指數	0.1530	0.4437	6.7840	-19.64	18.88
M2331	其他電子業指數	0.2898	0.8100	8.0240	-25.17	23.82
M2500	建材營造類指數	0.4037	0.5033	10.3400	-39.06	61.49
M2600	航運業類指數	-0.0916	0.3045	7.0770	-31.94	16.59
M2700	觀光事業類指數	0.4373	0.8551	7.8740	-26.71	26.20
M2800	金融保險類指數	0.3676	0.3931	7.0390	-22.04	29.95
M2900	貿易百貨類指數	0.7735	0.9194	6.0690	-18.80	23.19
M9700	油電燃氣業指數	0.4791	0.1947	6.0980	-22.51	16.65
M9900	其他類指數	0.5908	1.0160	5.0360	-19.88	15.99

接著，根據以下公式計算各產業股票指數之月報酬率的期望值與標準差：

$$\text{期望值 } \bar{R} = \frac{\sum_{t=1}^n R_t}{n}$$

$$\text{標準差 } \sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{t=1}^n (R_t - \bar{R})^2}$$

另外，由於報酬率之頻率以月為單位，為使計算結果更加直觀，本篇論文將得出之結果以年化數值方式呈現（期望值乘上 12，標準差乘上 $\sqrt{12}$ ），如表 3-2。

表 3-2 各產業股票指數月報酬率之年化期望值與年化標準差

代碼	產業	期望值	標準差
TWN50	台灣 50 指數	3.8992%	18.1682%
M1100	水泥工業類指數	3.6136%	28.4691%
M1200	食品工業類指數	13.2785%	21.9580%
M1300	塑膠工業類指數	5.2998%	22.2014%

M1400	紡織纖維類指數	4.8271%	23.4165%
M1500	電機機械類指數	9.3485%	22.3168%
M1600	電器電纜類指數	1.0419%	27.2710%
M1700	化學生技醫療類指數	2.4481%	24.3892%
M1721	化學工業指數	3.9124%	25.2578%
M1722	生技醫療指數	-0.8065%	26.5547%
M1800	玻璃陶瓷類指數	3.3957%	33.5078%
M1900	造紙工業類指數	6.3454%	27.4077%
M2000	鋼鐵工業類指數	0.2993%	19.7200%
M2100	橡膠類指數	9.4422%	26.1351%
M2200	汽車工業類指數	9.5540%	29.1798%
M2300	電子類指數	3.6568%	20.3973%
M2324	半導體業指數	7.3021%	20.8093%
M2325	電腦及週邊設備業指數	2.4471%	22.2222%
M2326	光電業指數	-3.2820%	31.8041%
M2327	通訊網路業指數	3.4483%	15.7478%
M2328	零組件指數	2.4158%	24.7025%
M2329	電子通路業指數	4.7760%	25.3692%
M2330	資訊服務業指數	1.8355%	23.4995%
M2331	其他電子業指數	3.4778%	27.7956%
M2500	建材營造類指數	4.8449%	35.8294%
M2600	航運業類指數	-1.0988%	24.5156%
M2700	觀光事業類指數	5.2482%	27.2747%
M2800	金融保險類指數	4.4107%	24.3826%
M2900	貿易百貨類指數	9.2825%	21.0235%
M9700	油電燃氣業指數	5.7487%	21.1245%
M9900	其他類指數	7.0896%	17.4462%



3.3 風險係數計算

由於本篇論文專注於探討運用 AS index 所計算得出之 RBC 風險係數與運用 VaR 之計算結果的相對差異，而非欲探討兩者間實際數值的不同，因此本章節假設各產業股票指數報酬服從常態分配，以簡化計算過程。

另外，由於 AS index 有一基本假設為「該賭局 g 的期望值恆為正」，因此本章節所計算之各產業股票指數風險指數，會先移除「期望值不為正」之產業股票指數，包含 M1722 生技醫療指數、M2326 光電業指數、M2600 航運業類指數。

最後，由於風險係數做為權重的功能，權重數值須介於 0 到 1 之間，因此本篇論文簡單將利用 AS index 計算出的結果，透過累積分配函數¹（Cumulative Distribution Function）進行轉換，以利 VaR 與 AS index 進行更一致的比較。

3.3.1 風險值 VaR

若 Z_α 為在 $(1 - \alpha)\%$ 的信心水準下的 Z 值， σ 為標準差， \bar{R} 為期望值，則常態分配下之一年的單位風險值（ $W_0 = 1$ 、 $T = 1$ ）的計算方式如下：

$$VaR = Z_\alpha \sigma - \bar{R}$$

3.3.2 新風險指標 Riskiness

若 σ 為標準差， \bar{R} 為期望值，則常態分配下之新風險指標的計算方式如下：

$$AS\ index = \frac{\sigma^2}{2\bar{R}}$$

¹ 使用常態分配的累積分配函數，參數設定為（標準差，期望值）=（各產業股票指數之原 AS index 的標準差，各產業股票指數之原 AS index 的期望值）。



3.4 計算結果比較與分析

首先，透過圖形做初步的比較，將常態分配下計算出的 AS index 和 VaR 對期望值和標準差作圖，如圖 3-2 及圖 3-3，可約略發現兩者表現的差異。

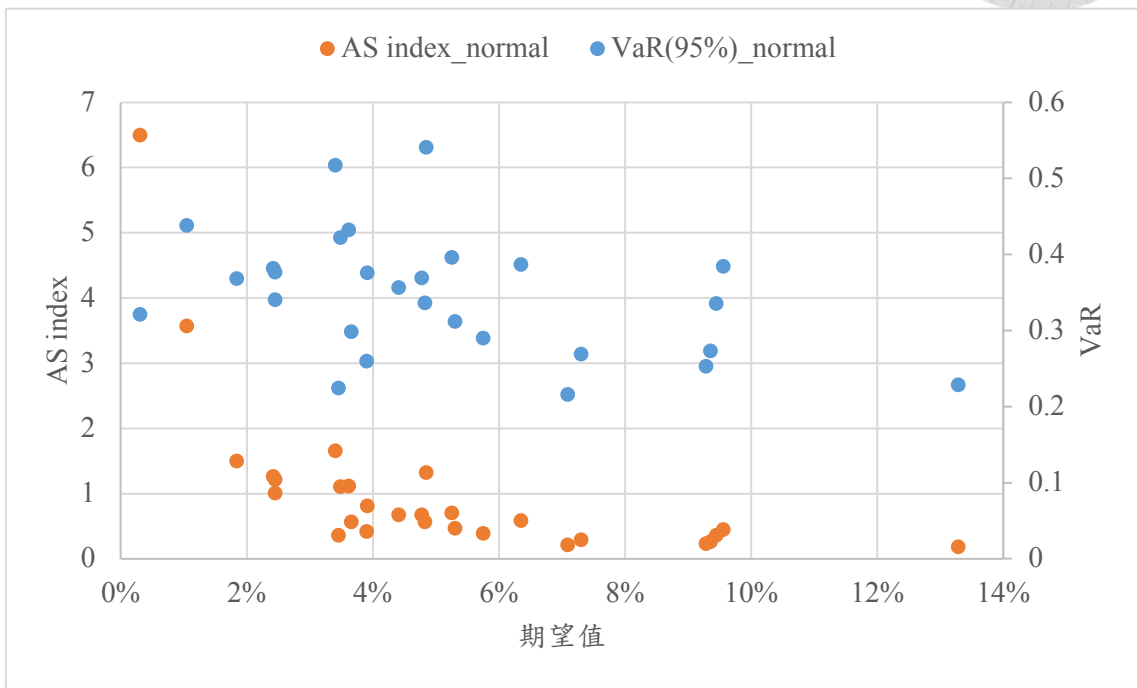


圖 3-2 常態分配下 AS index 和 VaR 與期望值的關係

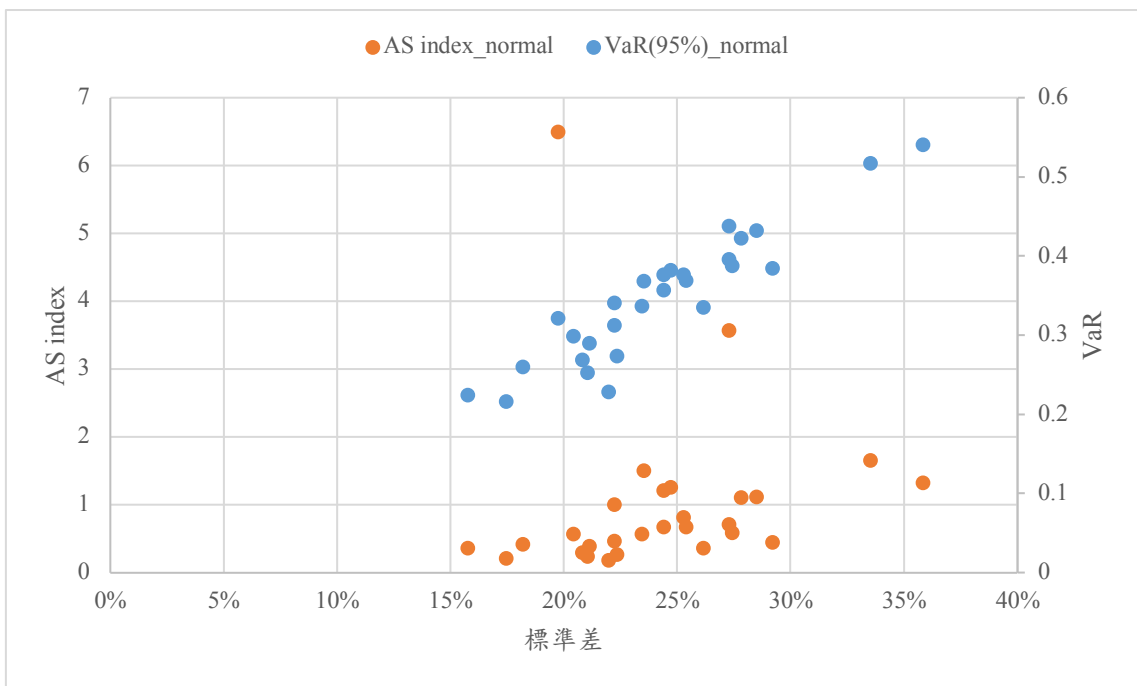


圖 3-3 常態分配下 AS index 和 VaR 與標準差的關係



若將轉換後的 AS index 依相同方法進行作圖，並將兩者刻度比例調整至一致如圖 3-4 及圖 3-5，可更清楚看出 VaR 對於標準差敏感，但較無法反應期望值，而 AS index 對於期望值較敏感，同時能反應標準差。

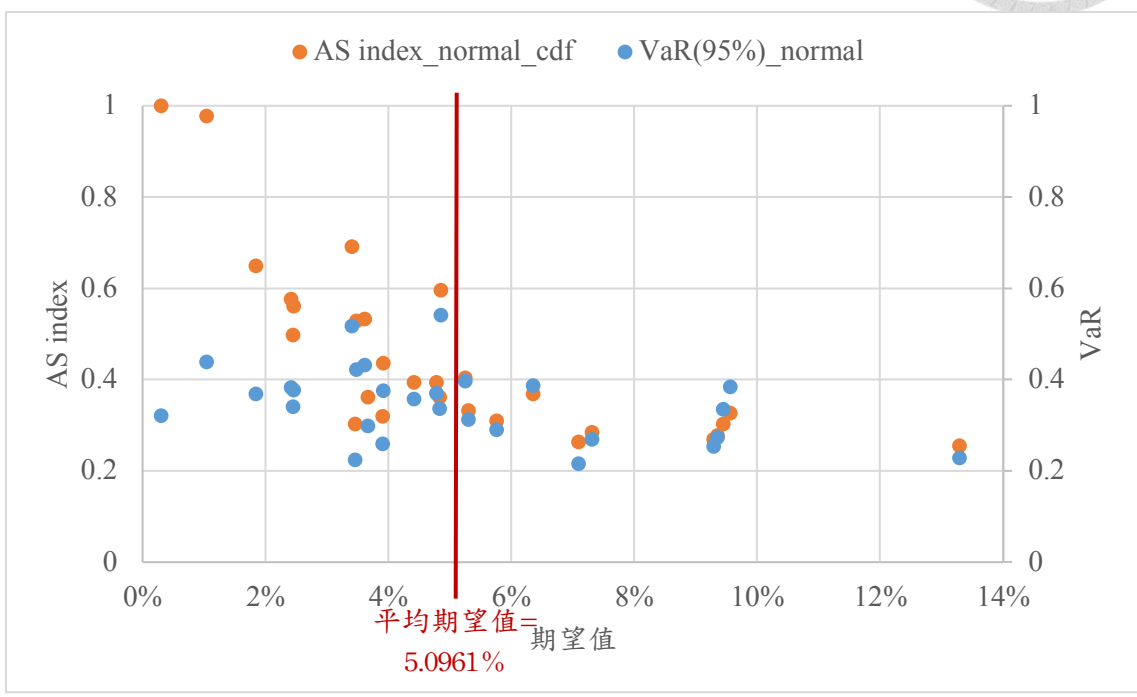


圖 3-4 常態分配下，轉換後 AS index 和 VaR 與期望值的關係

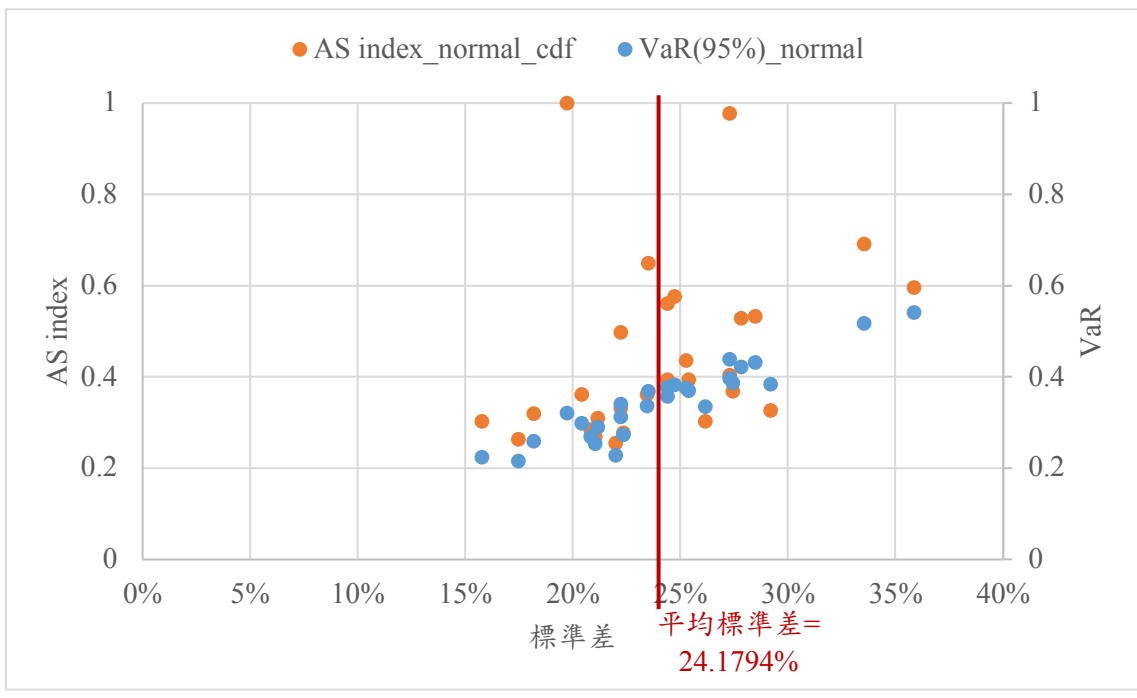


圖 3-5 常態分配下，轉換後 AS index 和 VaR 與標準差的關係

接著，檢視數值的表現，由於本篇論文在意的結果並非 AS index 與 VaR 實際數值上的差異，而是想探討兩者在計算風險係數時可能造成的相對風險差異，因此，本篇論文將轉換後 AS index 與 VaR 分別排序，排序由小到大表示風險由大到小，如表 3-3，並比較兩者間的差異，以探討對於同一產業股票指數，兩者的風險衡量能力。

表 3-3 常態分配下，各產業之轉換後 AS index_normal 與 VaR_normal 及其排序

代碼	產業	轉換後 AS index_normal	排 序	排序 差異	VaR _normal	排 序
TWN50	台灣 50 指數	0.3199	20	4	0.2598	24
M1100	水泥工業類指數	0.5324	8	4	0.4321	4
M1200	食品工業類指數	0.2552	28	2	0.2284	26
M1300	塑膠工業類指數	0.3317	18	1	0.3122	19
M1400	紡織纖維類指數	0.3616	17	1	0.3369	16
M1500	電機機械類指數	0.2771	25	3	0.2736	22
M1600	電器電纜類指數	0.9776	2	1	0.4381	3
M1700	化學生技醫療類指數	0.5615	7	3	0.3767	10
M1721	化學工業指數	0.4366	11	0	0.3763	11
M1800	玻璃陶瓷類指數	0.6913	3	1	0.5172	2
M1900	造紙工業類指數	0.3687	15	8	0.3874	7
M2000	鋼鐵工業類指數	1.0000	1	17	0.3214	18
M2100	橡膠類指數	0.3028	22	5	0.3355	17
M2200	汽車工業類指數	0.3262	19	11	0.3844	8
M2300	電子類指數	0.3619	16	4	0.2989	20
M2324	半導體業指數	0.2851	24	1	0.2693	23
M2325	電腦及週邊設備業指數	0.4971	10	5	0.3411	15
M2327	通訊網路業指數	0.3022	23	4	0.2245	27
M2328	零組件指數	0.5764	6	3	0.3822	9
M2329	電子通路業指數	0.3932	14	2	0.3695	12
M2330	資訊服務業指數	0.6489	4	9	0.3682	13
M2331	其他電子業指數	0.5290	9	4	0.4224	5

M2500	建材營造類指數	0.5953	5	4	0.5409	1
M2700	觀光事業類指數	0.4038	12	6	0.3961	6
M2800	金融保險類指數	0.3933	13	1	0.3570	14
M2900	貿易百貨類指數	0.2697	26	1	0.2530	25
M9700	油電燃氣業指數	0.3101	21	0	0.2900	21
M9900	其他類指數	0.2637	27	1	0.2161	28

由表 3-3 的「排序差異」欄中，可看出共有 5 個產業在透過 AS index 與 VaR 計算風險係數時，會發生超過 5 個順位的排序差異，下面就這 5 個產業（M1900 造紙工業類指數、M2000 鋼鐵工業類指數、M2200 汽車工業類指數、M2330 資訊服務業指數、M2700 觀光事業類指數）探討兩者發生排序差異的可能原因。

首先，初步檢視這 5 個產業的排序和基本性質，由表 3-4 可發現，AS index 對於期望值較小的 M2000 鋼鐵工業類指數及 M2330 資訊服務業指數，衡量出的風險程度較 VaR 大，而 VaR 則對於標準差較大的 M1900 造紙工業類指數、M2200 汽車工業類指數及 M2700 觀光事業類指數，衡量出的風險程度較 AS index 大，而若將此 5 種產業重新排序，也能發現 VaR 傾向將標準差較大的產業視為風險較高，而 AS index 傾向將期望值較小的產業視為風險較高。

表 3-4 常態分配下，排序差異大之產業—排序分析

代碼	產業	轉換後		排序 差異	VaR		期望值	標準差
		AS index			原	新		
		原 排 序	新 排 序		原 排 序	新 排 序		
M1900	造紙工業類指數	15	4	8	7	2	6.3454%	27.4077%
M2000	鋼鐵工業類指數	1	1	17	18	5	0.2993%	19.7200%
M2200	汽車工業類指數	19	5	11	8	3	9.5540%	29.1798%
M2330	資訊服務業指數	4	2	9	13	4	1.8355%	23.4995%
M2700	觀光事業類指數	12	3	6	6	1	5.2482%	27.2747%

接著，將這 5 個產業標示在風險指標與期望值和標準差作圖的圖上，如圖 3-6 和圖 3-7，並以平均的期望值與標準差為基準，可發現 AS index 認為風險較大的產業多在期望值低、標準差不低的位置，如 M2000 鋼鐵工業類指數，而 VaR 認為風險較大的產業多在期望值不低、標準差高的位置，如 M2700 觀光事業類指數。

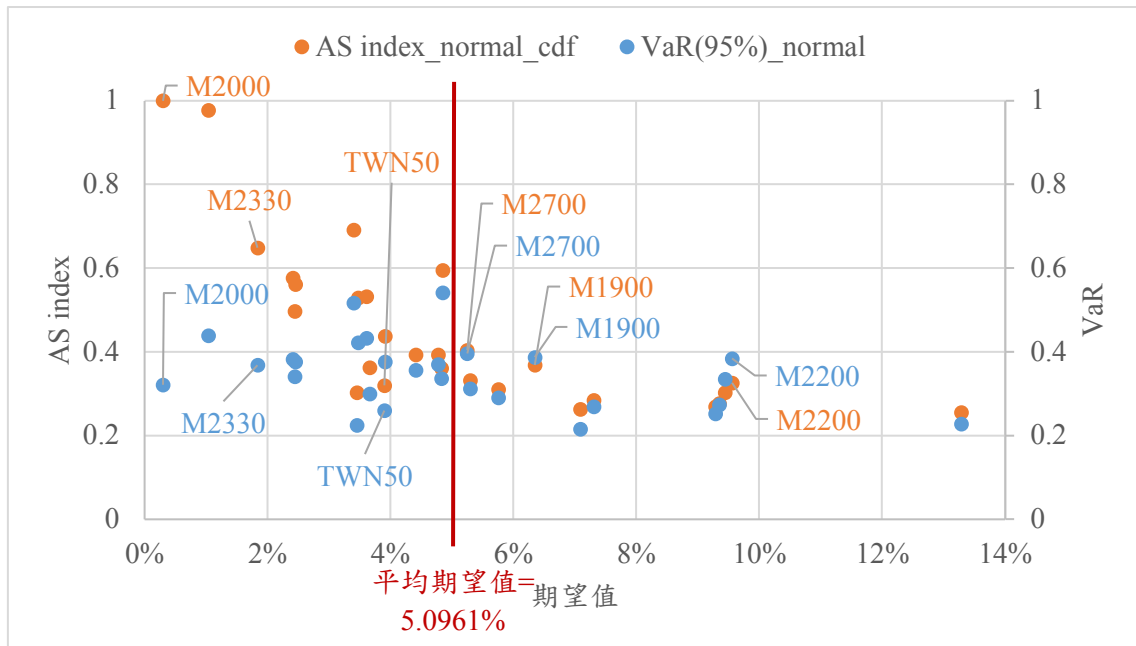


圖 3-6 常態分配下，排序差異大之產業-期望值分析

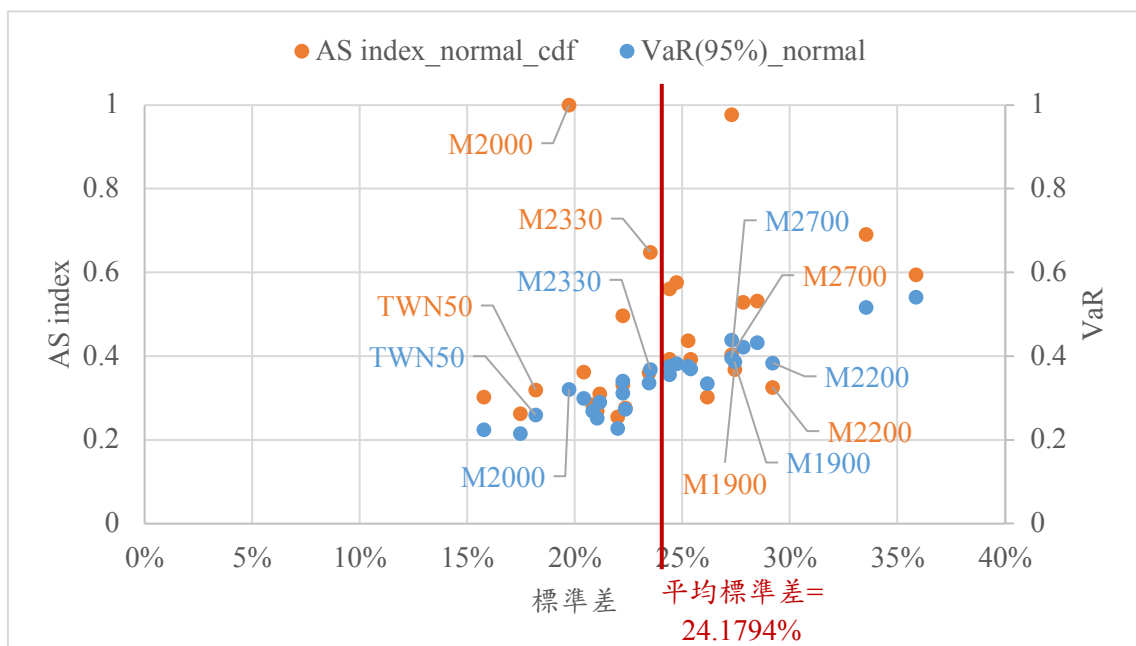


圖 3-7 常態分配下，排序差異大之產業-標準差分析



3.5 延伸分析

前面的分析都建立在各產業股票指數報酬率為常態分配的假設下，實際對各個產業股票指數報酬進行常態性檢定，包含 Shapiro-Wilk 檢定及 Jarque-Bera 檢定，如表 3-5，可發現無論是在 95%或 99%的信心水準下，大部分的產業股票指數報酬率都拒絕常態分配的虛無假設。

表 3-5 各產業股票指數報酬率之常態性檢定

代碼	產業	Shapiro-Wilk	p-value	Jarque-Bera	p-value
TWN50	台灣 50 指數	0.9788	4.1919E-02*	8.0691	1.7693E-02*
M1100	水泥工業類指數	0.9414	3.0029E-05**	60.3156	7.9915E-14**
M1200	食品工業類指數	0.9465	7.0551E-05**	43.6662	3.2962E-10**
M1300	塑膠工業類指數	0.9779	3.4364E-02*	8.6468	1.3255E-02*
M1400	紡織纖維類指數	0.9673	3.4683E-03**	16.9895	2.0454E-04**
M1500	電機機械類指數	0.9774	3.0441E-02*	11.7231	2.8468E-03**
M1600	電器電纜類指數	0.9785	3.9245E-02*	13.2133	1.3513E-03**
M1700	化學生技醫療類指數	0.9669	3.1982E-03**	28.2522	7.3302E-07**
M1721	化學工業指數	0.9495	1.1753E-04**	47.6333	4.5348E-11**
M1722	生技醫療指數	0.9626	1.3475E-03**	12.9447	1.5456E-03**
M1800	玻璃陶瓷類指數	0.9628	1.3959E-03**	10.3747	5.5869E-03**
M1900	造紙工業類指數	0.9212	1.4471E-06**	123.8760	1.2611E-27**
M2000	鋼鐵工業類指數	0.9369	1.4648E-05**	71.2219	3.4226E-16**
M2100	橡膠類指數	0.9484	9.6661E-05**	60.6166	6.8750E-14**
M2200	汽車工業類指數	0.9716	8.5109E-03**	24.1049	5.8303E-06**
M2300	電子類指數	0.9711	7.7800E-03**	9.5019	8.6437E-03**
M2324	半導體業指數	0.9897	0.4550	2.7357	0.2547
M2325	電腦及週邊設備業指數	0.9621	1.2252E-03**	19.8936	4.7879E-05**
M2326	光電業指數	0.9851	0.1768	3.6148	0.1641
M2327	通訊網路業指數	0.9827	0.1030	4.6464	0.0980

M2328	零組件指數	0.9641	1.8242E-03**	23.6334	7.3804E-06**
M2329	電子通路業指數	0.9515	1.6701E-04**	20.4287	3.6641E-06**
M2330	資訊服務業指數	0.9769	0.0275*	4.7199	0.0944
M2331	其他電子業指數	0.9846	0.1579	5.0406	0.0804
M2500	建材營造類指數	0.8545	6.9753E-10**	613.0670	7.4856E-134**
M2600	航運業類指數	0.9667	3.0741E-03**	39.5134	2.6290E-09**
M2700	觀光事業類指數	0.9451	5.5596E-05**	34.9894	2.5244E-08**
M2800	金融保險類指數	0.9407	2.7033E-05**	53.7881	2.0900E-12**
M2900	貿易百貨類指數	0.9706	6.9079E-03**	21.3697	2.2889E-05**
M9700	油電燃氣業指數	0.9364	1.3587E-05**	39.3666	2.8291E-09**
M9900	其他類指數	0.9734	1.2718E-02*	26.8705	1.4626E-06**
備註：*表示在 95%信心水準下，拒絕常態分配的虛無假設；					
**表示在 99%信心水準下，拒絕常態分配的虛無假設					

因此，本小節嘗試在不假設報酬率分配的前提下，計算各產業的風險值；在新風險指標的部分，作者根據 AS index 的定義，透過 Excel 的目標搜尋計算出 AS index，並透過累積分配函數進行轉換，而在風險值的部分，作者利用歷史模擬法，計算在 95%信心水準下，各產業股票指數的最大預期損失，並透過累積分配函數進行轉換。

接著，同樣先針對圖形進行初步檢視，將未假設分配下計算出的 AS index 和 VaR 對期望值和標準差作圖，如圖 3-8、圖 3-9，可觀察出與假設常態分配下相似的結果，「VaR 對於標準差敏感，但較無法反應期望值，而 AS index 對於期望值較敏感，同時能反應標準差」，且在未假設分配下，能夠更強烈地看出 AS index 的表現，也更能看出 VaR 無法反應期望值的狀況。

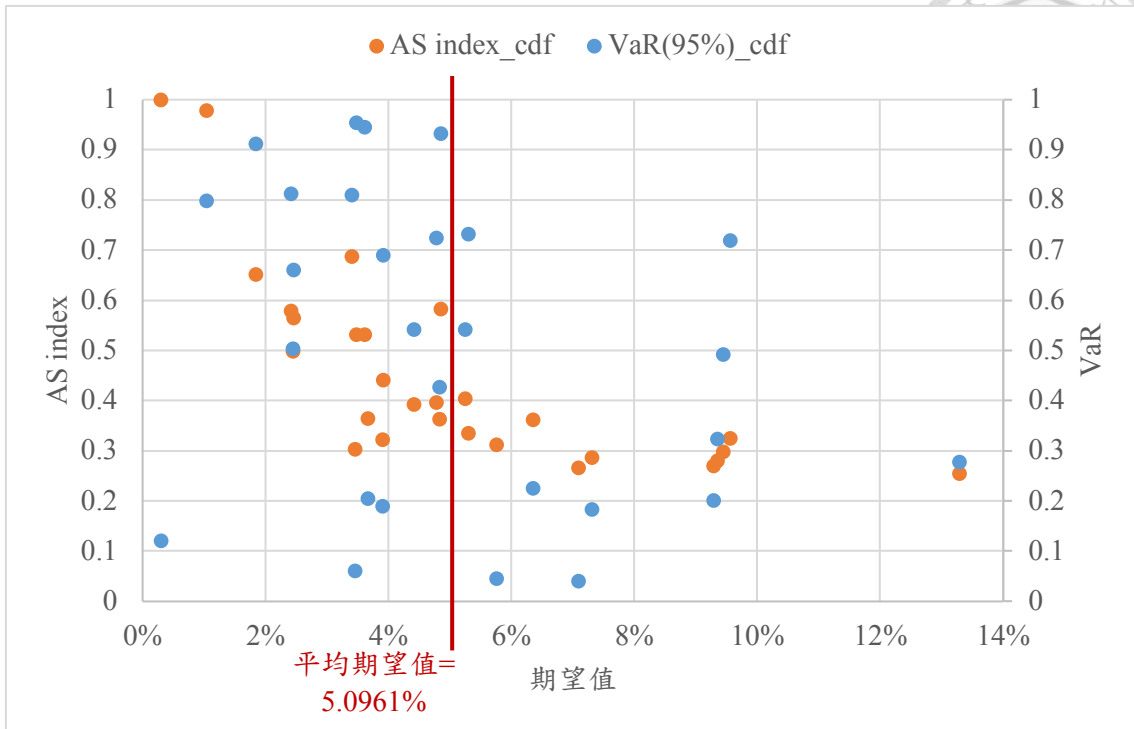


圖 3-8 未假設分配下，轉換後 *AS index* 和轉換後 *VaR* 與期望值的關係

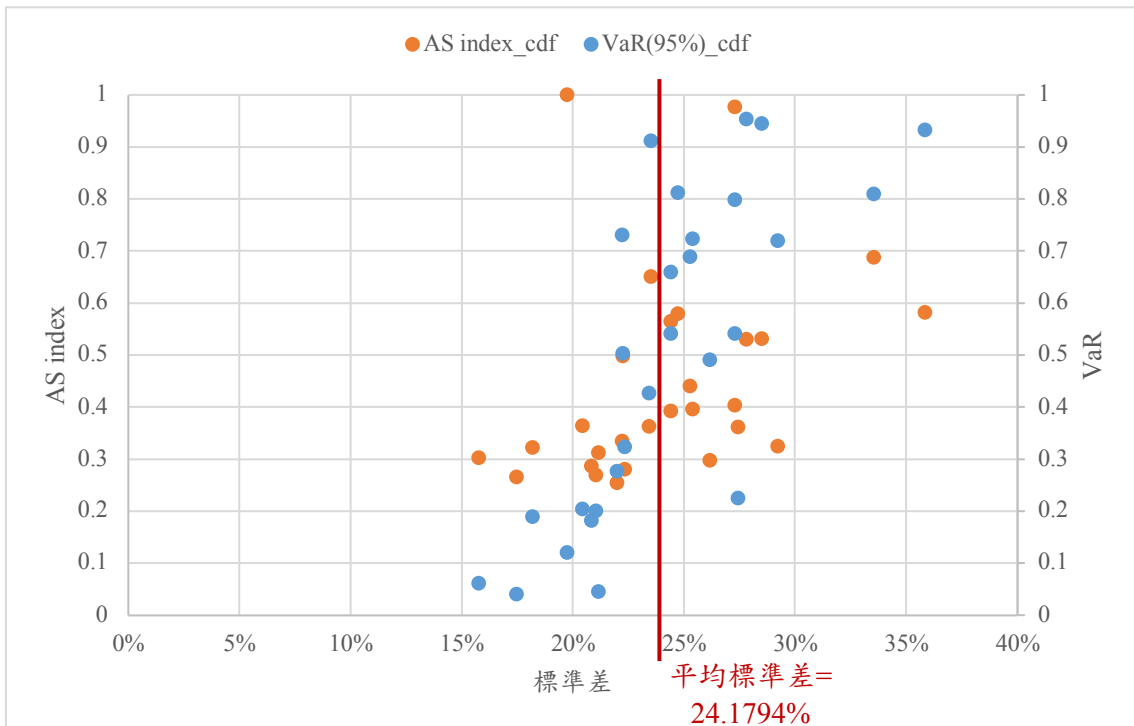


圖 3-9 未假設分配下，轉換後 *AS index* 和轉換後 *VaR* 與標準差的關係

最後，檢視 AS index 和 VaR 在數值表現的相對差異，將轉換後 AS index 與轉換後 VaR 分別排序，排序由小到大表示風險由大到小，如表 3-6，從「排序差異」欄中，可看出共有 10 個產業（M1100 水泥工業類指數、M1200 食品工業類指數、M1300 塑膠工業類指數、M1500 電機機械類指數、**M2000 鋼鐵工業類指數**、M2100 橡膠類指數、**M2200 汽車工業類指數**、M2300 電子類指數、M2331 其他電子業指數、M9700 油電燃氣業指數）在透過 AS index 與 VaR 計算風險係數時，會發生超過 5 個順位的排序差異，其中包含了 2 個常態分配下排序差異大的產業。

表 3-6 未假設分配下，各產業之轉換後 AS index 與轉換後 VaR 及其排序

代碼	產業	轉換後 AS index	排序	排序 差異	轉換後 VaR	排序
TWN50	台灣 50 指數	0.3218	20	3	0.1897	23
M1100	水泥工業類指數	0.5311	8	6	0.9444	2
M1200	食品工業類指數	0.2543	28	9	0.2769	19
M1300	塑膠工業類指數	0.3344	18	10	0.7311	8
M1400	紡織纖維類指數	0.3623	16	1	0.4266	17
M1500	電機機械類指數	0.2804	25	7	0.3238	18
M1600	電器電纜類指數	0.9772	2	5	0.7985	7
M1700	化學生技醫療類指數	0.5643	7	5	0.6595	12
M1721	化學工業指數	0.4408	11	0	0.6894	11
M1800	玻璃陶瓷類指數	0.6872	3	3	0.8095	6
M1900	造紙工業類指數	0.3618	17	3	0.2253	20
M2000	鋼鐵工業類指數	1.0000	1	24	0.1207	25
M2100	橡膠類指數	0.2975	23	7	0.4913	16
M2200	汽車工業類指數	0.3251	19	9	0.7192	10
M2300	電子類指數	0.3643	15	6	0.2039	21
M2324	半導體業指數	0.2864	24	0	0.1826	24
M2325	電腦及週邊設備業指數	0.4983	10	5	0.5031	15
M2327	通訊網路業指數	0.3026	22	4	0.0608	26
M2328	零組件指數	0.5789	6	1	0.8117	5

M2329	電子通路業指數	0.3957	13	4	0.7235	9
M2330	資訊服務業指數	0.6509	4	0	0.9111	4
M2331	其他電子業指數	0.5307	9	8	0.9539	1
M2500	建材營造類指數	0.5818	5	2	0.9322	3
M2700	觀光事業類指數	0.4037	12	2	0.5412	14
M2800	金融保險類指數	0.3925	14	1	0.5415	13
M2900	貿易百貨類指數	0.2699	26	4	0.2002	22
M9700	油電燃氣業指數	0.3119	21	6	0.0456	27
M9900	其他類指數	0.2658	27	1	0.0400	28

若將這 10 個產業的排序和基本性質列出，如表 3-7，並將 10 種產業重新排序，可以發現與假設常態分配下相似的結果，「VaR 傾向將標準差較大的產業視為風險較高，而 AS index 傾向將期望值較小的產業視為風險較高」，而若進一步針對性質相近的資產進行兩兩比較，會發現相較 AS index，根據 VaR 所做出來的決策會與一般直覺的決策不同：

- M1200 食品工業類指數與 M2300 電子類指數，兩者標準差水準相似，因此一般直覺傾向選擇期望值較大的 M1200 食品工業類指數，然 VaR 卻傾向選擇期望值較小的 M2300 電子類指數。
- M1200 食品工業類指數與 M9700 油電燃氣業指數，兩者標準差水準相似，因此一般直覺傾向選擇期望值較大的 M1200 食品工業類指數，然 VaR 卻傾向選擇期望值較小的 M9700 油電燃氣業指數。
- M2000 鋼鐵工業類指數與 M2300 電子類指數，兩者標準差水準相似，因此一般直覺傾向選擇期望值較大的 M2300 電子類指數，然 VaR 卻傾向選擇期望值較小的 M2000 鋼鐵工業類指數。
- M1100 水泥工業類指數與 M2331 其他電子業指數，兩者期望值水準相似，因此一般直覺傾向選擇標準差較小的 M2331 其他電子業指數，然 VaR 卻傾向選擇標準差較大的 M1100 水泥工業類指數。

表 3-7 未假設分配下，排序差異大之產業-排序分析

代碼	產業	轉換後 AS index		排序 差異	轉換後 VaR		期望值	標準差
		原 排 序	新 排 序		原 排 序	新 排 序		
M1100	水泥工業類指數	8	2	6	2	2	3.6136%	28.4691%
M1200	食品工業類指數	28	10	9	19	7	13.2785%	21.9580%
M1300	塑膠工業類指數	18	5	10	8	3	5.2998%	22.2014%
M1500	電機機械類指數	25	9	7	18	6	9.3485%	22.3168%
M2000	鋼鐵工業類指數	1	1	24	25	9	0.2993%	19.7200%
M2100	橡膠類指數	23	8	7	16	5	9.4422%	26.1351%
M2200	汽車工業類指數	19	6	9	10	4	9.5540%	29.1798%
M2300	電子類指數	15	4	6	21	8	3.6568%	20.3973%
M2331	其他電子業指數	9	3	8	1	1	3.4778%	27.7956%
M9700	油電燃氣業指數	21	7	6	27	10	5.7487%	21.1245%

若將這 10 個產業計算出的兩個風險指標與期望值和標準差作圖，如圖 3-10 和圖 3-11，並以平均期望值與平均標準差為基準，會發現 AS index 認為風險較大的產業多在期望值低、標準差不低的位置，如 M2000 鋼鐵工業類指數，而 VaR 認為風險較大的產業多在期望值不低、標準差高的位置，如 M1100 水泥工業類指數、M2331 其他電子業指數。

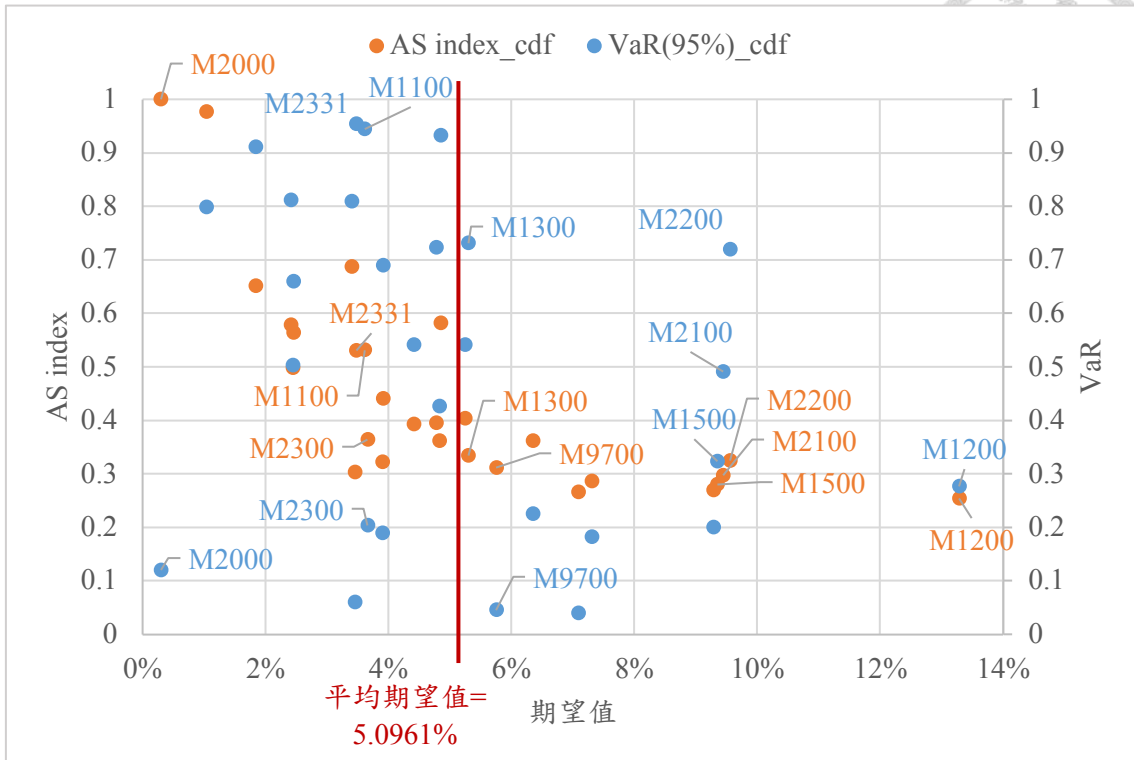


圖 3-10 未假設分配下，排序差異大之產業-期望值分析

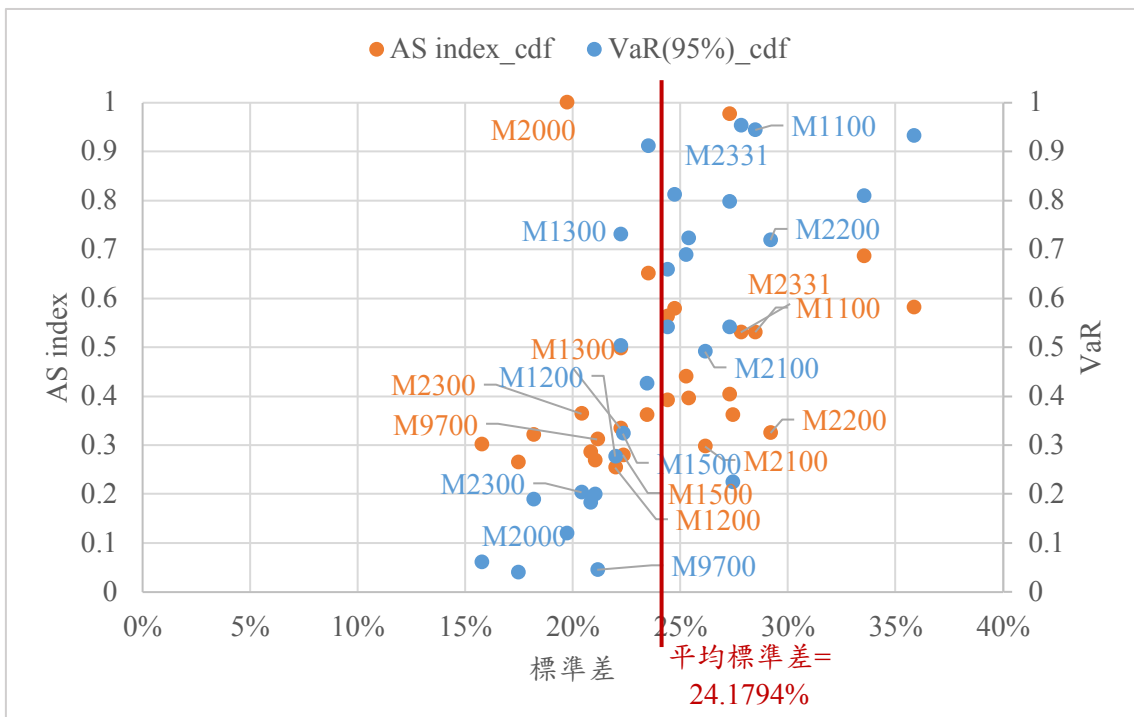


圖 3-11 未假設分配下，排序差異大之產業-標準差分析

第四章 結論



4.1. 研究結果

Robert J. Aumann 與 Robert Serrano 提出的新風險指標 Riskiness (以下簡稱 AS index)，除了具有許多其他風險指標沒有的良好性質，例如：一階隨機單調性與二階隨機單調性，在常態分配下的封閉解，也讓使用上更加方便簡單，且同時兼顧損失與獲利，是一個值得深入探討應用空間的風險指標；本篇論文嘗試將 AS index 應用於監理上計算風險資本額 RBC 所需的風險係數，透過與目前最廣為使用的風險值 VaR 所計算出來的風險係數進行比較，探討對於同一產業股票指數，兩者的風險衡量能力；由於本篇論文在意的是 AS index 與 VaR 計算風險係數時可能造成的相對差異，而非絕對數值，因此作者主要透過圖形與排序進行分析與探討。

研究過程中，首先，透過常態分配的假設，發現 AS index 傾向將期望值較小的產業視為風險較高，而 VaR 傾向將標準差較大的產業視為風險較高；然而，台灣市場的產業股票指數報酬率實際上並非常態，因此，本篇論文也嘗試在不假設常態分配下，進一步進行延伸分析，在不假設分配下，可發現 VaR 所衡量出的風險程度容易受報酬的離散程度影響，而忽略期望報酬，而 AS index 所衡量出的風險係數則較能同時考量產業的期望報酬與報酬離散程度；除此之外，還發現相較於 AS index，VaR 對於產業股票指數會產生不符合直覺的風險決策。

站在監理的角度，藉由反應代表離散程度的標準差而計算得到的 VaR 或許能夠避免投資面臨激烈變化而可能造成的風險，但卻同時也可能犧牲掉投資可帶來的獲利，且假設常態與否所造成的結果差異明顯，甚至可能產生不符合直覺的風險決策；而由 AS index 所計算出的風險係數，無論是否假設常態分配，結果差異不大，都能一定程度地反應離散程度及獲利，且其遵守 VaR 所違反的一階單調性，能夠做出符合直覺的風險決策；因此，若未來監理機關能以 AS index 計算國內股票的風險係數，或許能兼顧風險與獲利，更有立場地進行監理。



4.2. 未來研究方向

本篇論文主要專注於探討 AS index 與 VaR 對於衡量國內股票市場風險的能力，建議未來可延伸到其他金融資產，如：債券，將 AS index 的應用層面加以推廣，使金融機構對所有金融資產可有一致性的比較標準。

此外，由於 AS index 本身對於負報酬率期望值資產的限制，本篇論文僅涵蓋擁有正報酬率期望值的產業股票指數，建議未來可參考“Schnytzer, A., & Westreich, S. (2013). A global index of riskiness. *Economics Letters*, 118(3), 493-496.”，透過 $e^{-\alpha g}$ 的形式，或簡單透過指數函數進行轉換，如： $e^{-\frac{2\mu}{\sigma^2}}$ ，將研究結果擴展到負報酬率期望值的股票。

最後，相較於 VaR，AS index 缺少監理上的彈性，如：90% / 95% / 99% 的信心水準，此部分也是未來可研究方向。



參考資料

- (1) Morgan, J. P. (1996). Riskmetrics technical document.
- (2) Artzner, P., Delbaen, F., Eber, J. M., & Heath, D. (1999). Coherent measures of risk. *Mathematical finance*, 9(3), 203-228.
- (3) Aumann, R. J., & Serrano, R. (2008). An economic index of riskiness. *Journal of Political Economy*, 116(5), 810-836.
- (4) Foster, D. P., & Hart, S. (2009). An operational measure of riskiness. *Journal of Political Economy*, 117(5), 785-814.
- (5) Homm, U., & Pigorsch, C. (2012). An operational interpretation and existence of the Aumann–Serrano index of riskiness. *Economics Letters*, 114(3), 265-267.
- (6) Schnytzer, A., & Westreich, S. (2013). A global index of riskiness. *Economics Letters*, 118(3), 493-496.
- (7) 曾于芳. (2009). 台灣保險業資產風險係數之探討. *政治大學風險管理與保險學研究所學位論文*, 1-60.
- (8) 洪麗煌. (2000). 運用風險值方法衡量風險基礎資本額, *逢甲大學保險學研究所, 碩士論文*.
- (9) 江易燊. (2011). 新風險指標 Riskiness 在保險業風險管理上的應用. *臺灣大學財務金融學研究所學位論文*, 1-35.
- (10) 邵喬淵. (2012). Riskiness 在財產保險業監理上的應用. *臺灣大學財務金融學研究所學位論文*, 1-37.
- (11) 陳珮均. (2012). 台灣股市風險之研究—Aumann and Serrano 與 Hong and Zhai 風險指標之應用. *臺灣科技大學財務金融學研究所學位論文*, 1-43.