

2010 TOPCO 崇越論文大賞

論文題目

應用多評準決策技術建構最佳化投資組合

報名編號： F0019

中文摘要

傳統馬可維茲的均異模型，往往忽略了投資人在實際操作時亦會考量投資標的基本面資訊，因此本研究在建構投資組合的過程中，加入基本面資訊作為投資組合報酬與風險的衡量指標，搭配資料包絡分析法的選股機制、多評準決策方法的資金配置策略，期望建構一套可供投資人參考的投資決策與流程。研究期間採買進持有策略，並與平均四年市場績效排名前三名之基金進行比較。研究結果顯示，本研究所建構之投資組合，長期而言有較佳的績效表現。

關鍵字：投資組合、資料包絡分析法、多屬性決策、多目標規劃、類神經網路

壹、緒論

馬可維茲(Markowitz)於 1952 年提出了平均數—變異數投資組合模型(mean-variance portfolio theory)，簡稱 M-V 模型，探討如何透過風險與期望報酬所形成的效率前緣(efficient frontier)找到最適投資組合(optimal portfolio)。雖然 MV 模型廣受學界與業界的重視，但其利用報酬率變異數作為投資組合風險衡量指標與投資人實際感受不同。因此 Markowitz 於 1959 年提出了下方變異數(semi-variance)的概念，當實際報酬率低於目標報酬率時才視為風險。然而風險與報酬是兩個互相衝突的目標，所以投資人往往在固定的風險水準下，追求期望報酬極大；或是在固定的期望報酬下追求風險極小。本研究利用多目標規劃技術可以同時考慮兩個或兩個以上衝突目標的特性，希望找到一組投資組合可以同時考慮期望報酬極大化及下方風險極小化之決策目標。

此外，有別於過去研究僅考慮以期望報酬與風險作為建構投資組合的標準，忽略了投資人在實際操作時亦會考量投資標的基本面資訊，本研究參考 Ehrgott 等人在 2004 年的研究，將投資組合的建構過程視為一個多評準決策，延伸傳統 Markowitz 之模型，將基本面指標納入投資組合中，以多個投資人在購買股票時參考的指標，來取代僅以報酬率為衡量基礎的報酬與風險。

於近十年的研究中，關於投資組合標的選擇的問題，以運用人工智慧研究最為廣泛。有別於過去的研究，本研究利用一種科學計量方法—資料包絡分析法，作為股票篩選的工具，利用數學規劃模式求取決策單位(投資標的)的相對效率，藉由效率值的計算來決定投資組合標的。

經由前項敘述，歸納本研究之研究目的如下：(1)建立一套完整的選股流程，包含資料包絡分析法於選股決策之運用，以及多評準決策分析之資金配置策略，以供投資人作為投資決策之參考；(2)探討投資標的基本面資訊對投資組合績效之影響。

貳、文獻回顧

本研究利用修正後 Markowitz 平均數-半變異數模型，搭配決策分析方法，包含資料包絡分析法與多評準決策方法，作為選股以及資金配置的工具以建構最佳化投資組合。本節針對上述模型與方法將過去相關研究分別探討。

一、投資組合理論

投資組合理論的發展根基於 Markowitz(1952)提出的平均數—變異數(MV)模型，亦即投資者對於標的選擇，會根據該標的之期望報酬率與風險進行投資決策，且偏好期望報酬高但風險低的資產。自從 Markowitz 提出 MV 模型後，立即成為最受重視的資產配置模型，Sharpe(1964)依據 Markowitz 的理論導出資本資產定價模式(the capital asset pricing model, CAPM)，以評估投資人在承擔風險下的期望報酬率。然而，Markowitz 的 MV 模型不論資產價格非預期上漲或下跌都視為風險，此與投資人實際感受不同。對此，Markowitz (1959)修正了 MV 模型，提出半變異數，僅將報酬低於平均報酬率或目標報酬率的情況才視為風險，稱為平均數-低於目標報酬率半變異數模型。Bawa *et al.*(1977)將半變異數的研究轉移至左偏動差(lower partial moment, LPM)，藉此發展平均數—左偏動差投資組合架構(mean-lower partial moment portfolio framework, MLPM)

二、基本分析

基本分析以總體經濟分析、產業分析與個別公司分析等三方面因素研判公司的獲利能力，進而估算股票真實價值，當市場中股票價格與基本分析所得到的價值出現價差，投資人便得以判斷此時是否進行投資。Fama(1965)指出股票基本價值與基本面資訊存在關聯性，其認為公司股票的真實價值可以藉由股票市場價格來反應。Ou and Penman(1989)探討財務報表分析是否提供投資人預測股票報酬率的能力，透過建立兩個模型來預測公司未來盈餘變動方向與投資方式。研究結果顯示，以財務比率所建立之盈餘預測模型，較能預測未來盈餘變動和股價報酬率的變動方向，財務報表資訊因此可以萃取出有利投資獲利的財務資訊(劉慧敏，2002)。亦有研究指出，基本分析指標確實可以篩選出體制良好的公司，此外，相關研究亦證實基本分析指標對於股價變動具有解釋能力(蕭義展，2000；黃光廷，2002；施政宏，2004；賴秀燕，2007)。經由文獻回顧結果，本研究將基本分析指標應用於選股策略，包含股東權益報酬率、毛利率、現金流量成長率以及每股盈餘，作為本研究篩選投資標的的準則。

三、技術分析

技術分析又稱為市場分析或內部分析，藉由研判過去普通股股價和交易量的變動，繪成各種指標，透過觀察圖表的走勢和各種指標所產生的訊號，試圖找出股價未來的變動方向。基本分析的目的在于研判股價是否合理，技術分析則是在預

測股價短期走勢，以決定適當的買賣時機，其重點在價與量的關係，因為價量可以反映出投資人對未來的期望。許智和(2002)利用基因演算法進行最佳技術指標之搜尋，探討是否存在特定日期的最佳交易法則。結果顯示，移動平均線、平均成交量與隨機指標在實證期的績效優於買進持有策略，證明技術分析仍然具備參考價值。王義昌(2007)彙整常見的 18 種技術指標作為輸入因子，利用基因演算法試圖找尋出最佳之技術指標組合，再套入預測模型中預測次日收盤價。研究針對 5 年當中所有被選中的技術指標與指標日數進行解析，研究結果證實該模型具有相當不錯的預測準確度。經由文獻回顧結果，本研究利用移動平均線、相對強弱指標與平均成交量等三項技術指標，做為類神經網路預測股價的輸入變數。

四、資料包絡分析法

資料包絡分析法是由 Charnes, Cooper 與 Rhodes (1978)根據 Farrell(1957)之效率模型所提出。包絡(envelopment)在經濟上的意思為一條片段線性(piecewise linear)的包絡線，是指將投入與產出所形成的座標點，透過直線連接而成。其概念源自於成本與效益分析中的效率概念，針對每一個被評估的對象，將屬性區分為投入項與產出項，並以追求相對效率最大化為目標。此相對效率是建立在柏拉圖最適境界(pareto optimality)的觀念上，所衡量出來的效率值為客觀環境下對受評單位最有利的結果，應用目的為評估組織或單位的相對績效，因此被評估的對象稱為決策單位(decision making unit, DMU)，透過決策單位相互比較，進而找出具有相對效率的決策單位，並提供資訊予無效率決策單位進行改善(吳濟華、何柏正，2008 年)。資料包絡分析法最初的發展是用來衡量公營部門的效率，並提供決策者做為效率改善之依據。近年來 DEA 也被廣泛應用在衡量基金績效，但大多應用在共同基金(吳宗達，2005；陳顥夫，2006；鐘心怡，2008)。

五、多評準決策

當管理者所處理的問題是包含多種目標與考量時，多評準決策可以協助管理者做理性的抉擇。其重點為從決策者身上引出其對各種目標、準則的價值判斷以及準則間的偏好資訊，整合成一綜合評估模式來釐清與協助決策者作決策。多評準決策依決策方案是否為已知，以及方案數目可數或不可數，可分為多目標規劃(multiple objective decision making, MODM)與多屬性決策(multiple attribute decision making, MADM)。

Zopounidis(1999)應用多目標數學規劃、多屬性效用理論、優勢關係評估法(outranking relations approach)及偏好分解法(preference disaggregation approach)等四種方法，評估多屬性決策在財務管理上的應用。Ehrgott *et al.*(2004)提出一個多屬性效用理論的最佳化投資組合模型，針對 Markowitz 的 MV 模型加以延伸，提出五個衡量目標的準則，包含 12 個月及 36 個月績效表現、股票每年現金股利、

股票在標準普爾的評等表現及股票之波動度，以客製化區域搜尋法(customized local search)、模擬退火法、禁忌搜尋演算法與基因演算法進行實證分析。

六、類神經網路

人類的大腦透過神經資訊的傳遞，可以對複雜的變化做出各種反應，類神經網路(artificial neural networks)即是一種模擬生物神經元運作的資訊系統，使用大量簡單相連的人工神經元來模仿生物神經網路判斷、思考的能力。為模擬人體神經元的學習，類神經網路有相對應於神經元的處理單元(processing unit)，其運作原理是以大量簡單的處理單元互相聯結。類神經網路依學習策略可分為監督式學習網路、非監督式學習網路、聯想式學習網路、最適化應用網路；依網路架構可分為前向式架構(forward)與回饋式架構(feedback)。目前最被廣為應用的類神經網路為監督式前向式倒傳遞類神經網路，簡稱倒傳遞類神經網路(back-propagation network, BPN)，亦為本研究使用之方法。其概念為利用輸入變數與目標值變數訓練網路，進一步推測新輸入變數相對應的輸出值。

Mizuno et al.(1998) 以東京股票交易價格(TOPIX)為研究樣本，利用倒傳遞類神經網路結合四個技術指標，分別為移動平均線、乖離率、心理線與相對強弱指標，預測股票買賣時點，並與區別分析之買賣系統進行比較。研究結果顯示倒傳遞類神經網路之預測能力優於區別分析之買賣系統。吳宗正等人(2001) 利用類神經網路、迴歸模式、時間序列以及改良後類神經網路，以 13 個台灣證券股價指數期貨近月份合約資料為輸入變數，預測台股指數期貨隔日的收盤指數。結果顯示預測績效的優劣順序分別是改良後類神經網路、迴歸模式、類神經網路模式、時間序列。

叁、研究方法

綜合文獻回顧所述，本研究利用基本分析做為第一階段投資標的篩選準則，篩選指標包含毛利率、股東權益報酬率及現金流量成長率；接著以三個技術指標：移動平均線、相對強弱指標與平均成交量，做為類神經網路預測股價的輸入變數；透過 DEA 的選股模式、多評準決策方法的資金配置，來達到提高投資人股票投資報酬的目的。研究流程如圖 1 所示：

一、第一階段選股策略—基本分析指標

本研究以三個基本分析指標構成篩選法則，作為第一階段選股策略，個股只要符合任一個篩選法則，即可成為下一階段 DEA 之候選股。三項基本指標定義說明如下：

$$(一) \text{ 毛利率} = \frac{(\text{營業收入} - \text{營業成本})}{\text{營業收入}}$$



圖 1 研究流程圖

$$(二) \text{ 股東權益報酬率(ROE)} = \frac{\text{淨收益}}{\text{平均股東權益總額}}$$

$$(三) \text{ 現金流量成長率} = \frac{\text{本期期末現金及約當現金} - \text{前期期末現金及約當現金}}{\text{前期期末現金及約當現金}}$$

三個篩選法則為：

- (一) 近一年及近三年平均毛利率（以季為計算單位）大於 15%，且近一年及近三年平均股東權益報酬率大於 15%。
- (二) 近一年及近三年平均股東權益報酬率大於 15%，且近一年及近三年平均現金流量成長率大於 5%。
- (三) 近一年及近三年平均毛利率大於 15%，且近一年及近三年平均現金流量成長率大於 5%。

二、預測投資候選股於投資期間之股價

本研究以倒傳遞類神經網路，預測通過基本分析之候選股於投資期間之股價，每一季所建構的投資組合其投資驗證期間為下一季。以 2006 年第一季為例，通過篩選的候選股，其投資驗證期間應為 2006 年第二季，因此，類神經網路所預測的股價應為 2006 年 4 月至 6 月每日股價。類神經模型之輸入變數為三個技術指標：移動平均線(MA)、相對強弱指標(RSI)與成交量(MV)，輸出變數為每日實際股價。經過密集測試後，以下參數組合有最小預測誤差，終止條件為目標 $MSE \leq 0.001$ 或訓練代數達 100 代，隱藏層為 3 層，神經元個數為(30,60,1)，股價預測期間採移動窗格概念。

三、發展報酬與風險衡量指標

有別於傳統投資組合的觀點是在風險與報酬之間作取捨，本研究參考 Ehrgott 等人在 2004 年的研究，將投資組合建構過程視為一個多評準決策，延伸傳統 Markowitz 模型，將基本面指標納入投資組合中，以投資標的 12 個月績效表現、每股盈餘、股東權益報酬率及預測的次季股價報酬率做為報酬面衡量指標；以股票下方標準差與季 β 值做為風險面衡量指標，研究模型各項指標定義如下：

(一) 12 個月績效表現(r_i^{12})：沿用 Ehrgott 的指標，指投資標的 12 個月期望報酬率，目的為衡量投資標的過去 12 個月股價的相對變化。公式如下：

$$r_i^{12} = \frac{P_{T,i} - P_{T-1,i}}{P_{T-1,i}}$$

r_i^{12} ：第 i 個投資標的 12 個月績效值
 $P_{T,i}$ ：第 i 個投資標的第 T 期股價
 $P_{T-1,i}$ ：第 i 個投資標的第 $T-1$ 期股價

(二) 每股盈餘(EPS)：代表公司在某一個會計期間內每股所賺到的盈餘，常被用來代表公司的獲利能力及評估股東的投資風險，定義如下：

$$\text{每股盈餘} = \frac{\text{稅後純利} - \text{特別股股利}}{\text{流通在外股數}}$$

(三) 股東權益報酬率(ROE)：指股東投資 1 元可獲得的淨利百分比，獲利能力越高，表示公司經營績效越好，定義如下：

$$\text{股東權益報酬率} = \frac{\text{淨收益}}{\text{平均股東權益總額}}$$

(四) 預測股價報酬率(μ_i^e)：使用三項技術指標，包括移動平均線(MA)、相對強弱指標(RSI)與平均成交量(MV)，利用類神經網路的學習能力，預測個股於次季的每日股價，並計算平均季報酬率，做為報酬面衡量指標之一。

(五) 股票下方標準差(σ_i)：對投資人而言，股價非預期的下跌才是投資人所考量的風險，因此本研究採用下方風險的概念，定義如下：

$$\text{下方標準差 } \sigma_i = \sqrt{\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (\text{Max}[0, (\bar{R}_i - R_t)])^2}$$

σ_i ：為第 i 個股只具下方風險之標準差， $\bar{R}_i$ ：指投資人最低可接受之報酬率，本研究以平均季報酬率來代替， R_t ：指個股在第 t 週報酬率。

(六) Beta(β)：指股價和大盤的連動程度，若 $\beta > 0$ ，表股價與大盤波動成正相關，反之則呈負相關；若 $\beta > 1$ 或 $\beta < -1$ ，表示股價變動程度大於大盤； $\beta = 0$ ，表示股價不受大盤影響。長期而言，股票報酬率與大盤的走勢相同，除貴重金屬或開採公司， β 值鮮少為負，本研究希望極小化 β 值，以求穩定報酬的投資組合。研究期

間以季為單位，故採用季 β 值。定義如下：

$$\beta_i = \frac{Cov(R_i, R_m)}{Var(R_m)} = \frac{\sigma_{im}}{\sigma_m^2}$$

$Cov(R_i, R_m)$ ：為個股報酬率與市場大盤報酬率之共變數， $Var(R_m)$ ：為市場大盤之變異數。

四、第二階段選股策略—資料包絡分析法

DEA 的基本概念是由受評單位間相互評比，找出各受評單位之相對效率，並提供無效率受評單位改進方向與程度大小。依規模報酬固定或變動可分為 CCR 模型與 BCC 模型。本研究考量不同產業以及股票與股票間特性不同，故以 BCC 模式來評估各決策單位之相對效率。在產出項與投入項的部分，本研究視投資風險為投入項、投資報酬為產出項。投入或產出導向的選擇，應視決策單位對投入或產出項之控制能力而定。若是對產出量可以加以控制，則應採用產出導向模式，亦即在現有的固定投入量下，進一步計算產出項中可以增加的部分；反之，則採用投入導向模式。本研究使用兩個投入項、四個產出項，其中股票下方標準差為股價下跌的風險， β 值為股價和大盤的連動程度，皆為不可控制變數，因此本研究採用產出導向模式作為評估基礎。

五、資金配置策略

本節使用三種權重計算方式作為資金配置策略，包含 DEA 被參考次數；多屬性決策方法與多目標規劃方法。

(一) 資金配置方法一：DEA 被參考次數

DEA 透過同儕之間相互評估，以選擇具有相對效率的 DMU，作為其他相對無效率 DMU 的參考集合，參考次數越多表示該 DMU 之穩健性越高。本研究選取相對效率值為 1 且差額變數為 0 的 DMU 作為本研究之投資標的，利用 DMU 被參考次數佔全部參考次數的比例作為投資權重。

(二) 資金配置方法二：多屬性決策

多屬性決策(multiple attribute decision making, MADM)方法常被使用在幫助決策者在一組可行且數目有限的方案中，根據每一個方案的屬性特徵，決定各個方案的優劣或執行順序。多屬性決策方法的評估原理有相當多種，本研究嘗試以四種多屬性決策方法來計算各投資標的之資金配置，分別為簡單加權法、層級加權法、ELECTRE 以及 TOPSIS 法。實證結果顯示，四種方法的權重配置，於期末計算投資組合損益時，績效表現趨於一致，因此本研究僅以原理簡單且運算容易的簡單加權法作為第二種資金配置方法。其計算步驟如下(翁振益，2007)：

(1)、假設屬性權重為 $W=(W_1, W_2, W_3, \dots, W_n)$

(2)、假設 X_{ij} 為 i 方案在 j 屬性的數字比較尺度，

當屬性為效益時，其尺度為： $r_{ij} = \frac{X_{ij}}{X_j^{max}}$ ， $j = 1, 2, \dots, n$

當屬性為成本或費用時，其尺度為： $r_{ij} = \frac{X_j^{min}}{X_{ij}}$ ， $j = 1, 2, \dots, n$

(3)、最優方案的選取準則 $A^* = \left\{ A_i \mid \max \frac{\sum_{j=1}^n W_j r_{ij}}{\sum_{j=1}^n W_j} \right\}$ ， $\sum_{j=1}^n W_j = 1$

(4)、依 A^* 值之大小排定方案的優劣順序，值越大，方案偏好程度越高

此外，決策者在使用多屬性決策方法時，屬性權重值的決定也會影響方案評估的結果，權重為決策者對不同屬性重要性的反應，不同的屬性權重下使用相同的多屬性決策方法，也可能導致不同的評估結果，致使決策者評選出不同的決策方案。在屬性權重計算方面，分為主觀權重與客觀權重。本研究在主觀權重的部分各屬性平均分配，在客觀權重的部分採用熵值權重法計算。

(三) 資金配置方法三：多目標規劃

在 Markowitz (1952) 投資組合理論中，利潤與風險為兩相互衝突的目標，因此 Markowitz 導出利潤和風險的效率前緣(efficient frontier)，決策者依個人偏好在效率前緣上選擇最適當的投資決策。然而，投資人的決策行為是希望同時追求利潤極大與風險極小，本研究將投資組合理論視為一個多目標規劃模型，希望能找到一組同時考量預期報酬率極大與風險極小的妥協規劃解。本研究多目標規劃模型如下：

1. 函數定義

目標一： $f_1(x) = \sum_{i=1}^n x_i r_i^{12}$ 。投資組合 12 個月績效表現之目標函數。

目標二： $f_2(x) = \sum_{i=1}^n x_i EPS_i$ 。投資組合中 EPS 之目標函數。

目標三： $f_3(x) = \sum_{i=1}^n x_i ROE_i$ 。投資組合 ROE 之目標函數。

目標四： $f_4(x) = \sum_{i=1}^n x_i \mu_i^e$ 。投資組合預估股價報酬率之目標函數。

目標五： $f_5(x) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \sigma_{ij} x_i x_j$ 。投資組合只具下方風險之標準差之目標函數。

目標六： $f_6(x) = \sum_{i=1}^n x_i \beta_i$ 。投資組合季 β 值之目標函數。

$f_1^*, f_2^*, f_3^*, f_4^*, f_5^*, f_6^*$ ：目標函數之理想解；

$f_1^*, f_2^*, f_3^*, f_4^*$ 屬效益面，理想解為極大化目標函數值；

f_5^*, f_6^* 屬成本面，理想解為極小化目標函數值。

$f_1^-, f_2^-, f_3^-, f_4^-, f_5^-, f_6^-$ ：目標函數之負理想解；

$f_1^-, f_2^-, f_3^-, f_4^-$ 屬效益面，負理想解為極小化目標函數值；

f_5^-, f_6^- 屬成本面，負理想解為極大化目標函數值。

W_i ：第 i 個目標函數的權重，為第 i 個目標相對於其他目標的重要性，由決策者主觀認定。本研究針對 6 種不同的目標建構 30 種權重配置(參見附錄一)，依投資者的風險偏好的程度，可分為風險趨避型、風險中立型、風險愛好型以及無特殊偏好型，目的是為了比較不同報酬與風險偏好程度對投資組合績效之影響。

μ_i ：投資組合中，第 i 投資標的之買進持有報酬率。

x_i ：投資組合中，第 i 投資標的資金配置權重。

μ_i^e ：投資組合中，第 i 投資標的之預估報酬率。

E ：投資人最低可接受報酬率，本研究採用台灣銀行三個月定存利率。

2. 數學模型

$$\begin{aligned} \text{Min} \quad & W_1 \left(\frac{f_1^* - f_1(x)}{f_1^* - f_1^-} \right) + W_2 \left(\frac{f_2^* - f_2(x)}{f_2^* - f_2^-} \right) + W_3 \left(\frac{f_3^* - f_3(x)}{f_3^* - f_3^-} \right) \\ & + W_4 \left(\frac{f_4^* - f_4(x)}{f_4^* - f_4^-} \right) + W_5 \left(\frac{f_5(x) - f_5^*}{f_5^- - f_5^*} \right) + W_6 \left(\frac{f_6(x) - f_6^*}{f_6^- - f_6^*} \right) \end{aligned} \quad (1)$$

$$\text{s. t.} \quad \sum_{i=1}^n \mu_i x_i \geq E \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^n x_i = 1 \quad (3)$$

$$x_i \geq 0, \forall i = 1, \dots, n \quad (4)$$

其中，式(1)為極小化各目標函數與理想解之距離；式(2)限定投資組合報酬率必須大於投資人最低可接受報酬率，然而在 2008 年下半年，總體經濟環境受次級房貸影響，投資組合預期報酬率普遍低於最低可接受報酬率，因此在 2008 年下半年放寬此設定；式(3)限制投資標的的權重總和為 1；式(4)限制投資標的不能放空。上式目標函數的意義為，存在報酬與風險兩種相互衝突的目標， f_1 、 f_2 、 f_3 、 f_4 為報酬面衡量指標， f_5 、 f_6 為風險面衡量指標，在滿足限制條件下，找出距離理想解最近的妥協解。

六、交易機制與期末損益衡量

為貼近真實的投資行為，於實證階段制定相關的交易機制與假設條件：

(一)交易機制

本研究假設每季交易總額不超過 NT\$5,000,000，交易單位採四捨五入至整數。若交易金額超過，則從股價最接近差額者進行調整，每次調整以一張(1000 股)

為單位，直至符合交易機制。買進價格為投資期間第一個交易日之收盤價；賣出價格為投資期間最後一個交易日之收盤價。

(二)假設條件

不考慮融資、融券；不考慮買進與賣出之交易成本；不考慮賣出之交易稅成本；市場無風險利率參考台灣銀行 2006 年至 2009 年，每季之三個月定存利率。

肆、實證結果與分析

本研究以台灣 50 股價指數成分股作為研究樣本，利用基本分析進行第一階段投資候選股的篩選，將績效表現不佳的個股剔除在候選名單之外；第二階段利用類神經網路進行投資期間已進入候選名單股票之股價預測；第三階段以資料包絡分析法選取具有相對效率的投資標的；第四階段計算權重進行資金配置；最後採買進持有策略評估投資組合績效表現。

一、研究期間、樣本與使用軟體

台灣於 2006 年至 2009 年因受次級房貸影響，股市歷經一個完整的景氣循環期，故本研究以 2006 年至 2009 年做為研究期間，以季為單位，共 16 季。資料來源為台灣經濟新報資料庫與情報贏家資料庫。投資期間股價的預測使用 MathWorks 公司研發的 Matlab 2007a 類神經網路工具箱；在資料包絡分析上，則以 DEA-Solver 之 BCC-O 模型進行投資標的篩選；至於多目標規劃妥協解，乃使用 LINDO Systems, Inc.公司開發的 LINGO 8.0 求解。

二、實證結果

本節將呈現各投資模式於投資期間之績效，並以前四年平均報酬率大於零為基準，將 2006 年至 2009 年市場績效排名前三名之基金，與本研究之投資組合比較，此三檔基金依序為金鼎概念型基金、匯豐台灣精典基金以及日盛日盛基金。

(一)投資組合各季投資報酬率績效衡量

附錄二為三種資金配置方法與股票型基金於四年投資期間之投資報酬彙整表；圖 2 至圖 5 為各種資金配置方法與股票型基金之投資報酬率走勢圖。觀察圖 2 可發現，由 DEA 被參考次數所建構的投資組合，於 96 年第四季至 97 年第二季，報酬率明顯優於前三大基金，且平均四年投資報酬率皆優於匯豐台灣精典基金與日盛基金，顯示長期而言，DEA 被參考次數所建構的投資組合有較高的投資獲利。然而在 97 年底投資績效表現甚差，原因為 97 年底至 98 年中因受次級房貸影響，股市低靡，在個股皆受波及的情況之下，導致 DEA 所挑選之投資標的期末報酬表現皆不盡理想。

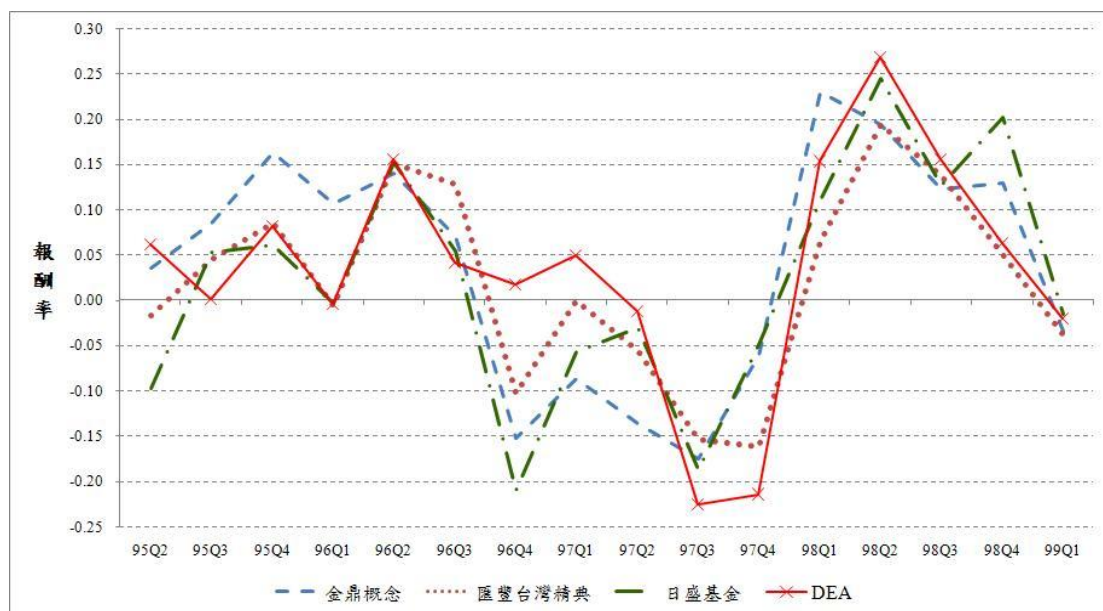


圖 2 DEA 與股票型基金投資報酬率走勢圖

多屬性決策方法的部分，如圖 3 所示，除 96 年第四季至 97 年第二季以及 98 年第二季明顯優於基金之績效表現外，其餘之投資報酬率則普遍劣於市場績效排名前三名之基金，分析可能原因為，各投資標的在此法下所求得的資金配置比例較平均，其餘期間因此無法凸顯投資報酬率高的個股，故較難有效提升期末整體績效。

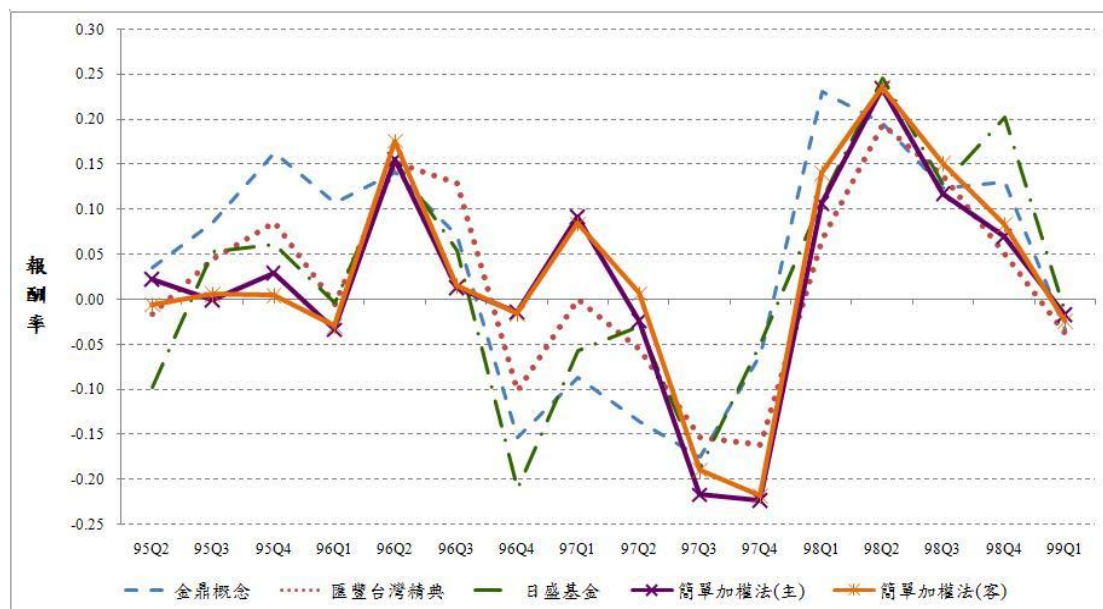


圖 3 MADM 與股票型基金投資報酬率走勢圖

在 MODM 的部分，觀察圖 4 可發現報酬率表現最佳為無特殊偏好型權重配置，最差則為匯豐台灣精典基金，由此可見 MODM 四種權重配置模型之投資報酬皆優於市場績效排名第二名的匯豐台灣精典基金，顯示不論哪一種類型的投資人，甚至是風險趨避型的投資者，在本研究所建構的投資組合下，皆能有優於基

金的投資績效表現。其中，風險愛好型之報酬率波動程度則最為激烈，可能原因為風險愛好者所關注的是過去股票報酬面的績效表現，因此多目標的權重配置，容易落入特定報酬面指標表現良好的單一標的上，而且上一季的績效表現未必能延續至下一季，導致期末報酬差異甚大。因此，本研究於多目標規劃部分，除了以非強制權重作為資金配置外，另外加入強制權重，亦即 50% 權重由平均方式決定，另外 50% 則由數學模式決定，目的是避免多目標規劃將權重全部配于單一標的上。圖 5 即為導入強制權重後之報酬率走勢圖，從圖形中可發現，在強制權重下風險愛好型之報酬率波動程度有變小的趨勢。此外，投資報酬率表現最佳依然為 MODM 無特殊偏好權重配置，表現最差依然為匯豐台灣精典基金，結果同於非強制權重配置。

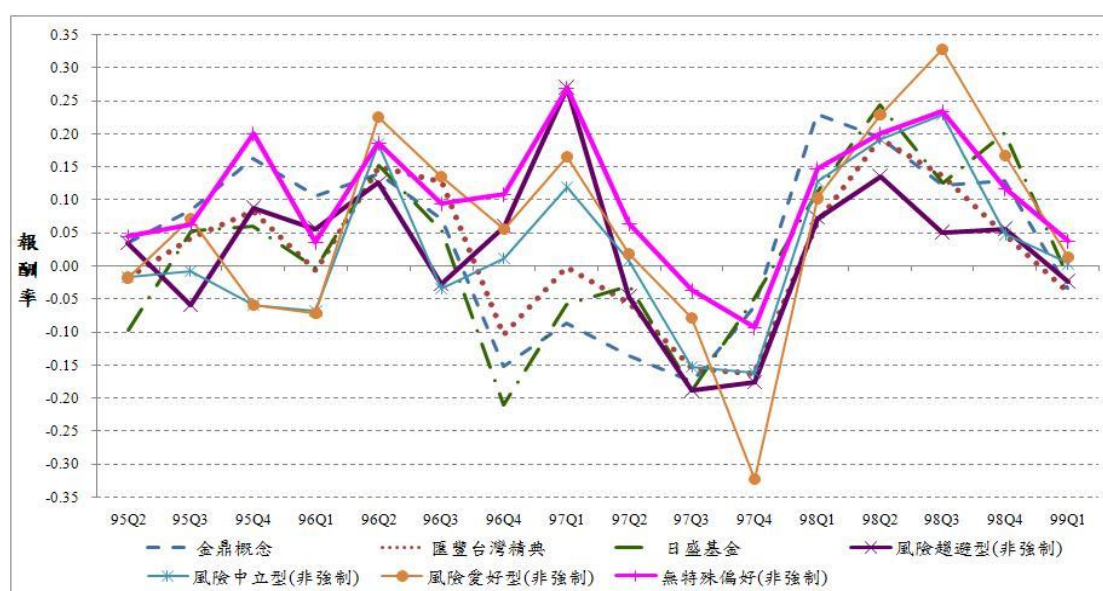


圖 4 MODM(非強制權重)與股票型基金投資報酬率走勢圖

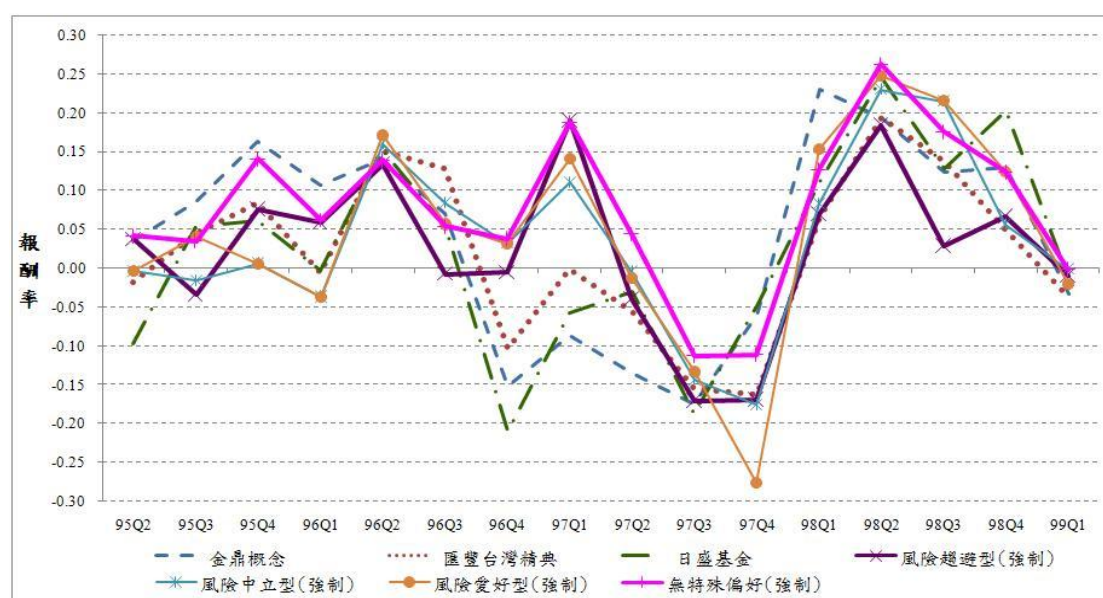


圖 5 MODM(強制權重)與股票型基金投資報酬率走勢圖

(二)投資組合各季投資風險績效衡量

附錄三為三種資金配置方法與股票型基金，於四年投資期間之投資風險彙整表，圖 6 至圖 10 為各種資金配置方法與股票型基金之投資風險走勢圖。觀察圖 6，由 DEA 被參考次數所求得的投資風險，於投資期間普遍優於金鼎概念型基金與日盛基金，顯示 DEA 的選股機制搭配被參考次數所建構的投資組合有較佳的風險控管能力。然而 97 年前三季因受市場空頭的影響，DEA 有較高的投資風險，導致績效表現較不穩定。

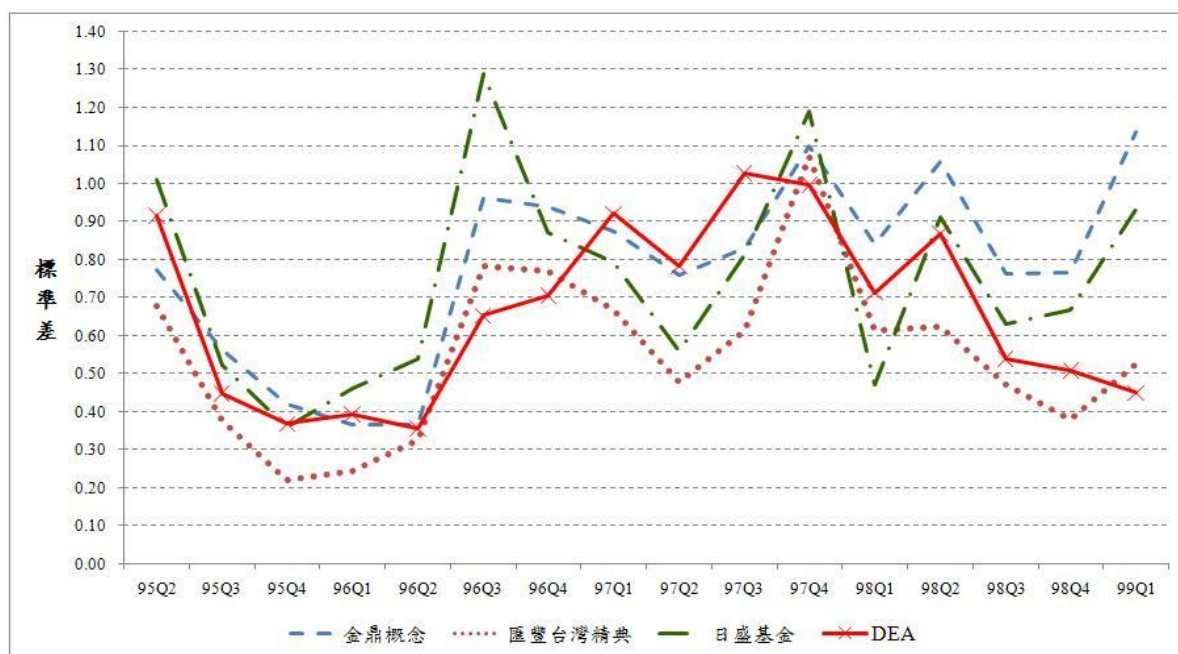


圖 6 DEA 與股票型基金投資風險走勢圖

如圖 7 所示，觀察多屬性決策方法與基金之投資風險，其結果與 DEA 被參考次數之投資風險極為類似，多屬性決策之投資風險普遍優於金鼎概念型基金與日盛基金。然而就多屬性決策主客觀權重的比較，客觀權重之投資風險皆高於主觀權重，探究其原因為，於四年的投資期間中，客觀權重皆配予報酬面屬性較高的權重，因此在計算各投資標的之優劣順序與分數時，報酬面指標之重要性明顯高於風險面指標，導致期末有較高的投資風險。

在 MODM 的部分，觀察圖 8 與圖 9，無論是在非強制權重或強制權重下，投資風險波動程度最大皆為風險愛好型權重配置，而風險趨避型則最為穩定，搭配 MODM 之投資報酬率分析，則其符合一般投資人認知的高風險高報酬、低風險低報酬。觀察無特殊偏好之權重配置，於 97 年底其投資風險之波動程度較為劇烈，探究其原因為，該投資期間半數以上投資標的報酬率變異數甚大，而無特殊偏好權重配置僅將權重配予少數幾支投資標的，因此無法有效分散投資風險。圖 10 為風險趨避與風險愛好型，在非強制權重與強制權重下投資風險比較。觀察圖形可發現，在風險愛好型權重配置下，強制權重可有效降低投資風險，然於

風險趨避型的權重配置下，強制權重與非強制權重則無明顯差異。原因如前所述，風險愛好者所關注的是報酬面的指標，因此只要該標的報酬面指標績效表現良好，不論其風險指標表現如何，該標的將會被配予較高的投資權重，故容易造成投資風險較高。強制權重則因強制分配每個投資標的一定比例的投資資金，因此當股市績效表現不佳時，強制權重可以強制分散投資風險。

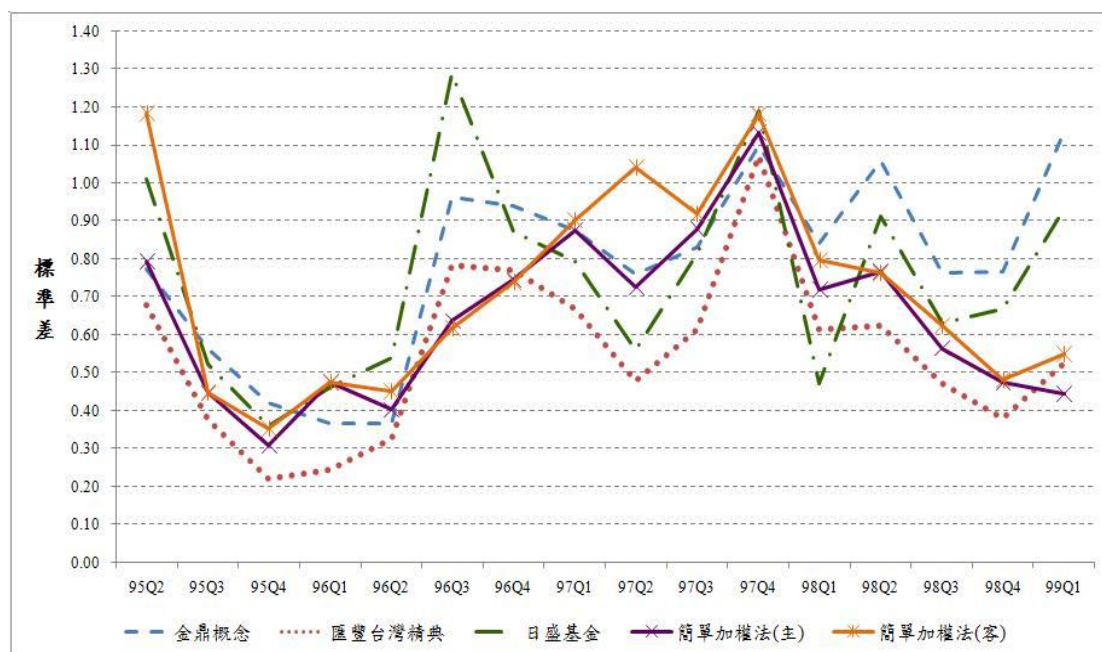


圖 7 MADM 與股票型基金投資風險走勢圖

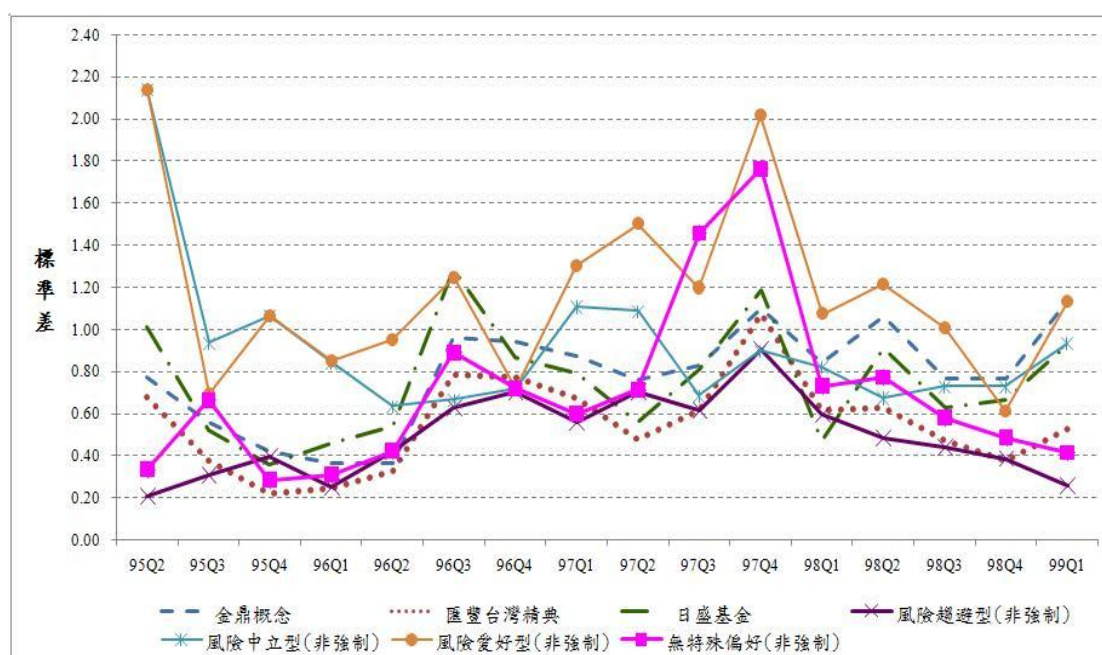


圖 8 MODM(非強制權重)與股票型基金投資風險走勢圖

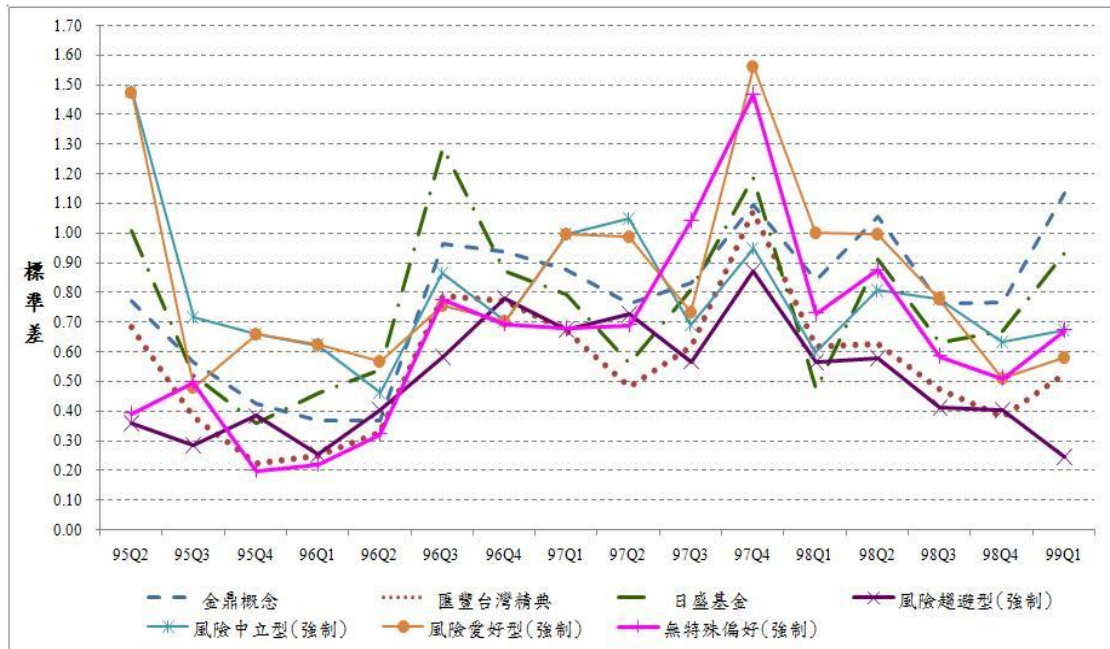


圖 9 MODM(強制權重)與股票型基金投資風險走勢圖

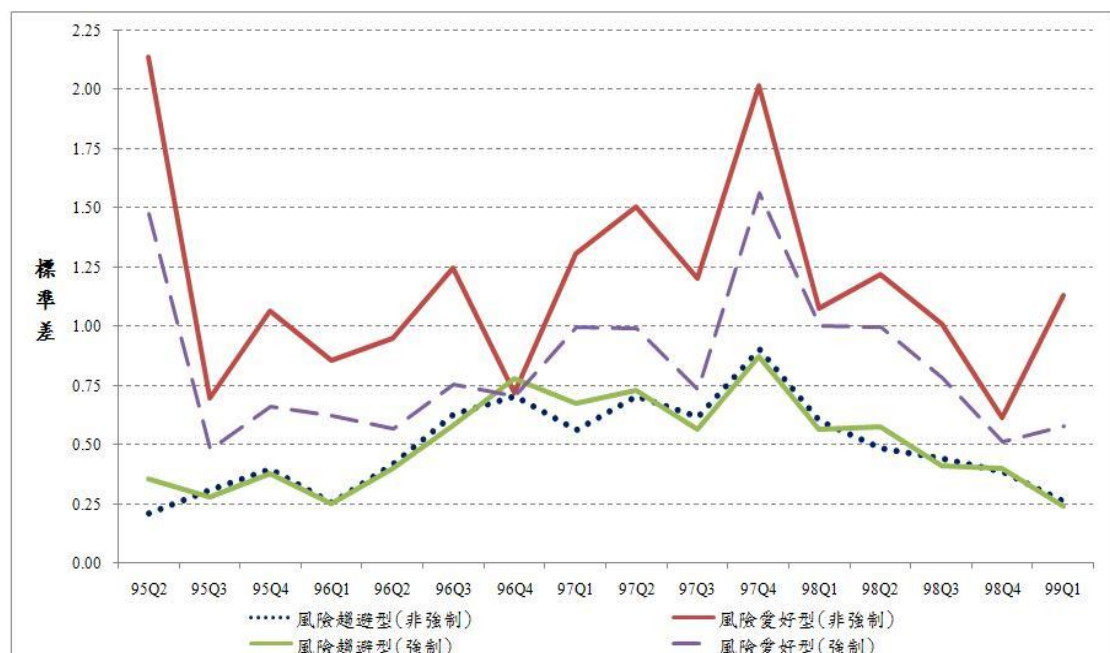


圖 10 強制權重與非強權重投資風險比較圖

伍、結論與建議

本研究之目的為建立一個供投資人參考的投資決策，經由相關文獻回顧、整理並建構所需之研究方法，透過長期驗證進行模式間績效彙整與分析。本節將統整研究結論並提出研究貢獻，以及後續研究方向之建議。

一、研究結論與貢獻

本研究所建構之投資組合，經由第四節之實證並與同期基金比較後，以下分別闡述研究結論：

(一) 利用基本分析指標與資料包絡分析法篩選個股有助於增加投資績效

本研究三種投資模式之投資績效，於投資期間之表現與市場績效排名前三名基金不相上下，雖無明顯亮眼的表現，但就四年平均報酬率而言，三種模式之績效皆優於匯豐台灣精典基金，證實本研究之兩階段選股模式可以有效挑選穩定獲利的個股，並提升整理績效表現。

(二) 多評準決策能依個人對風險偏好程度的不同做最適的資金分配

多屬性決策不論是在主觀權重或是客觀權重下，投資績效差異性皆不大，且其結果相似於資料包絡分析法。在多目標規劃的部分，風險愛好型與無特殊偏好型在投資報酬的部分表現最佳，但相對投資風險也最高，適合對風險容忍度較高的積極型投資者作為投資參考依據；反觀風險趨避型的權重配置在四年的投資期間中，有最小投資報酬及投資風險，符合一般投資者認知的低風險低報酬特性，適合保守型投資者作為操作策略。顯示本研究之多目標規劃模型，能依個人對風險的偏好程度來建構投資組合。

(三) 加入基本面資訊可以有效提升投資績效

加入基本面資訊所建立的投資組合，搭配三種資金配置策略於期末的投資績效，普遍介於平均四年市場績效排名前三名之股票型基金之間，在特定期間表現甚至優於三檔基金，顯示加入基本面資訊的投資組合，其所產生之績效表現與市場中表現最好之三檔基金有相當之競爭力，不論在報酬或風險上的比較，本研究所建構之投資組合皆不遑多讓。

二、未來研究建議

一個投資組合包含良好的選股策略、適當的資金配置搭配正確的投資時間，針對本研究的架構，尚有可延伸之處，列示如下以供後續研究參考：

(一) 股票的資本面資訊種類甚多，本研究僅以每股盈餘以及股東權益報酬率作為建構投資組合之指標，未來可以採用不同或納入更多指標，例如 Fama and French 所提出的三因子模型等，以比較基本面資訊對投資模型績效之影響。

(二) 金融海嘯發生後，公司治理的重要性也漸漸受到重視，國內有中華公司治理協會對上市公司進行評鑑，後續研究可以將公司治理變數納入建構投資組合的參考指標之一。

(三) 本研究利用類神經網路作為股價預測工具，後續研究可以採用其它計量方法來預測股價，例如迴歸、移動平均等，並與類神經網路之績效進行比較。

參考文獻

一、中文部分

王義昌，2007。使用基因演算法預測台股加權指數，中原大學資訊管理研究所碩士論文。

吳宗正、溫敏杰、侯惠月，2001。類神經網路及統計方法在台股指數期貨預測研究之比較，*成功大學學報*，36 卷人文社會篇，91-109。

吳宗達，2005。台灣共同基金績效評估之分析，元智大學會計研究所碩士論文。

吳濟華、何柏正，2008。*組織效率與生產力評估：資料包絡分析法*，台北：前程文化。

施正宏，2004。結合總體經濟指標及個股財報資料以預測個股漲跌--以台灣電子類股為例，中原大學資訊管理研究所碩士論文。

翁振益，2007。多屬性決策，收錄於*決策分析：方法與應用*，張保隆等(編)，台北：華泰文化，57-105。

陳顥夫，2006。國內基金績效評估—SBM Super DEA Model，東吳大學經濟研究所碩士論文。

許智和，2002。運用基因演算法搜尋最佳化技術指標之台灣股市實證研究，雲林科技大學資訊管理研究所碩士論文。

黃光廷，2002。技術分析、基本分析與投資組合避險績效之研究，成功大學會計學研究所碩士論文。

劉慧敏，2002。多目標遺傳演算法於基本面選股策略之應用，中央大學資訊管理研究所碩士論文。

賴秀燕，2007。台灣股票報酬率預測模式分析，雲林科技大學財務金融研究所碩士論文。

蕭義展，2000。財務報表資訊內涵與股價報酬率的關聯性，中山大學經濟學研究所碩士論文。

鐘心怡，2008。以資料包絡分析法評估避險基金績效，世新大學財務金融研究所碩士論文。

二、英文部分

Bawa, V. S. and Lindenberg, E. B., 1977. Capital Market Equilibrium in a Mean-Lower Partial Moment Framework, *Journal of Financial Economics*, 5, 189-200.

Ehrgott, M., Klamroth, K. and Schwehm, C., 2004. An MCDM Approach to Portfolio Optimization, *European Journal of Operational Research*, 155, 752-770.

Fama, E. F., 1965. The Behavior of Stock Market Prices, Journal of Business, 38, 34-105.

Markowitz, H., 1952. Portfolio Selection, Journal of Finance, 7, 77-91.

Markowitz, H., 1959. *Portfolio Selection : Efficient Diversification of Investments*, New York : Wiley.

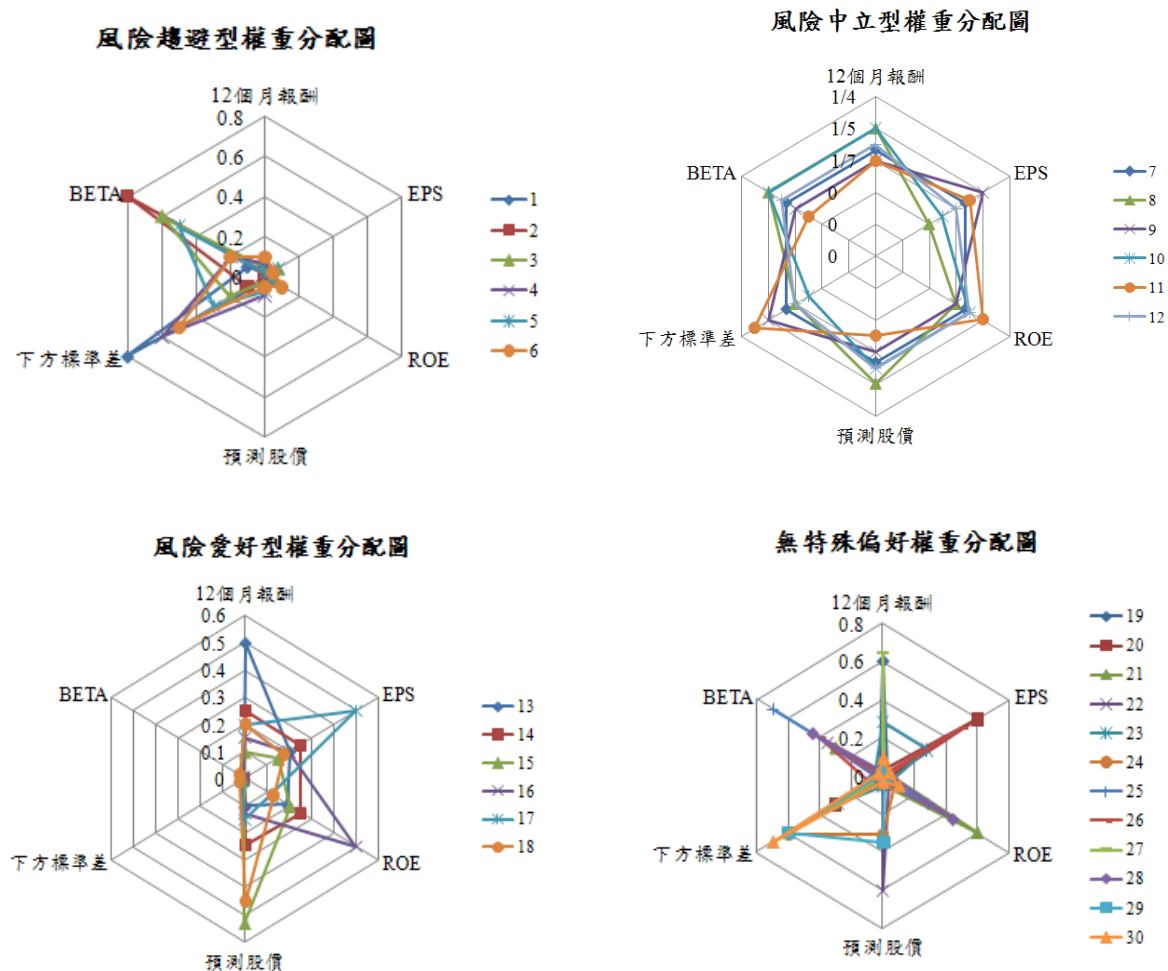
Mizuno, H., Kosaka, M., Yajima, H. and Komoda, N., 1988. Application of Neural Network to Technical Analysis of Stock Market Prediction, Studies in Informatics and Control, 7, 111-120.

Ou, J. and Penman, S., 1989. Financial Statement Analysis and the Prediction of Stock Return, Journal of Accounting and Economics, 27, 295-330.

Sharpe, W. F., 1964. Capital Asset Price : A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk, Journal of Finance, 19, 425-442.

Zopounidis, C., 1999. Multicriteria Decision Aid in Financial management, European Journal of Operational Research, 119, 404-415.

附錄一 圖示多目標規劃 30 組目標權重配置



附錄二 投資組合與前三名股票型基金投資報酬率彙整表

報酬率	95Q2	95Q3	95Q4	96Q1	96Q2	96Q3	96Q4	97Q1	97Q2	97Q3	97Q4	98Q1	98Q2	98Q3	98Q4	99Q1	平均
DEA	0.0614*	0.0010	0.0824	-0.0045	0.1553	0.0415	0.0172	0.0496	-0.0117	-0.2253	-0.2140	0.1537	0.2684*	0.1563	0.0632	-0.0204	0.0359
TOPSIS(主)	0.0214	-0.0041	0.0294	-0.0360	0.1500	-0.0094	-0.0091	0.0706	-0.0239	-0.2119	-0.2183	0.0861	0.2308	0.1185	0.0668	-0.0153	0.0153
簡單加權法(主)	0.0229	-0.0003	0.0298	-0.0334	0.1556	0.0129	-0.0143	0.0920	-0.0228	-0.2165	-0.2228	0.1066	0.2345	0.1175	0.0705	-0.0170	0.0197
層級加權法(主)	0.0172	-0.0009	0.0144	-0.0308	0.1584	0.0074	-0.0131	0.0854	-0.0055	-0.2046	-0.2211	0.1062	0.2332	0.1152	0.0709	-0.0165	0.0197
ELECTRE(主)	-0.0055	0.0030	0.0163	-0.0211	0.1640	0.0067	0.0228	0.0698	0.0043	-0.2002	-0.2369	0.1365	0.1950	0.1243	0.0522	-0.0194	0.0195
TOPSIS(客)	-0.0051	0.0027	0.0584	-0.0993**	0.1561	-0.0162	0.0117	0.1192	0.0083	-0.2297**	-0.2156	0.1467	0.2336	0.1264	0.0904	-0.0269	0.0225
簡單加權法(客)	-0.0059	0.0053	0.0048	-0.0299	0.1757	0.0149	-0.0161	0.0838	0.0065	-0.1899	-0.2181	0.1402	0.2349	0.1507	0.0830	-0.0246	0.0260
層級加權法(客)	-0.0258	-0.0025	0.0010	-0.0608	0.1850	0.0080	-0.0144	0.0878	0.0139	-0.2118	-0.2182	0.1367	0.2332	0.1176	0.0817	-0.0240	0.0192
ELECTRE(客)	-0.0375	-0.0099	-0.0010	-0.0193	0.1816	0.0215	0.0231	0.0770	0.0210	-0.1858	-0.2303	0.1840	0.2123	0.1563	0.0900	-0.0284	0.0284
風險趨避型(非)	0.0360	-0.0583**	0.0881	0.0568	0.1265**	-0.0273	0.0598	0.2706*	-0.0460	-0.1876	-0.1760	0.0733	0.1360**	0.0516	0.0559	-0.0231	0.0273
風險中立型(非)	-0.0170	-0.0076	-0.0588**	-0.0679	0.1861	-0.0339**	0.0123	0.1203	0.0077	-0.1540	-0.1622	0.1292	0.1920	0.2296	0.0479**	0.0036	0.0267
風險愛好型(非)	-0.0170	0.0720	-0.0588	-0.0704	0.2256*	0.1368*	0.0572	0.1664	0.0196	-0.0774	-0.3220**	0.1033	0.2295	0.3288*	0.1677	0.0143	0.0610
無特殊偏好(非)	0.0449	0.0628	0.2007*	0.0364	0.1864	0.0937	0.1081*	0.2691	0.0642*	-0.0364*	-0.0932	0.1477	0.2003	0.2332	0.1164	0.0374*	0.1045
風險趨避型(強)	0.0373	-0.0336	0.0756	0.0587	0.1341	-0.0071	-0.0054	0.1901	-0.0395	-0.1706	-0.1690	0.0696	0.1845	0.0290**	0.0673	-0.0087	0.0258
風險中立型(強)	-0.0038	-0.0158	0.0063	-0.0367	0.1600	0.0837	0.0324	0.1106	-0.0043	-0.1438	-0.1758	0.0830	0.2302	0.2156	0.0563	-0.0013	0.0373
風險愛好型(強)	-0.0038	0.0414	0.0063	-0.0374	0.1718	0.0569	0.0324	0.1419	-0.0125	-0.1326	-0.2758	0.1536	0.2478	0.2156	0.1240	-0.0207	0.0443
無特殊偏好(強)	0.0416	0.0351	0.1408	0.0619	0.1394	0.0541	0.0382	0.1885	0.0438	-0.1128	-0.1113	0.1268	0.2628	0.1762	0.1240	-0.0013	0.0755
金鼎概念	0.0353	0.0857*	0.1632	0.1072*	0.1405	0.0704	-0.1523	-0.0865**	-0.1356**	-0.1746	-0.0608	0.2304*	0.1945	0.1233	0.1302	-0.0335	0.0398
匯豐台灣精典	-0.0174	0.0440	0.0844	-0.0061	0.1511	0.1276	-0.1029	-0.0007	-0.0560	-0.1544	-0.1620	0.0653**	0.1934	0.1368	0.0493	-0.0381**	0.0196
日盛基金	-0.0972**	0.0532	0.0610	-0.0038	0.1528	0.0541	-0.2102**	-0.0573	-0.0302	-0.1878	-0.0487*	0.1114	0.2451	0.1273	0.2020*	-0.0155	0.0223

*表該季最佳投資報酬率 **表該季最差投資報酬率

資料來源：本研究整理

附錄三 投資組合與前三名股票型基金投資風險彙整表

標準差	95Q2	95Q3	95Q4	96Q1	96Q2	96Q3	96Q4	97Q1	97Q2	97Q3	97Q4	98Q1	98Q2	98Q3	98Q4	99Q1
DEA	0.9144	0.4483	0.3678	0.3932	0.3554	0.6525	0.7057	0.9206	0.7832	1.0275	0.9978	0.7134	0.8680	0.5401	0.5088	0.4493
TOPSIS(主)	0.7871	0.4129	0.2619	0.4886	0.3762	0.6330	0.7198	0.8185	0.7095	0.9578	1.1008	0.7548	0.7595	0.5384	0.4999	0.4493
簡單加權法(主)	0.7928	0.4457	0.3078	0.4750	0.4015	0.6358	0.7443	0.8753	0.7254	0.8784	1.1328	0.7177	0.7667	0.5640	0.4746	0.4438
層級加權法(主)	1.0503	0.4380	0.3445	0.4846	0.4097	0.6304	0.6938*	0.8574	0.9016	0.9414	1.1257	0.7054	0.7558	0.5485	0.4923	0.4491
ELECTRE(主)	0.8023	0.4568	0.2942	0.4776	0.4366	0.5696*	0.7293	1.0405	0.7918	0.9670	1.0067	0.7337	0.6449	0.6216	0.5309	0.5669
TOPSIS(客)	1.1688	0.4372	0.3561	0.8032	0.4668	0.6156	0.7120	0.9648	0.5421	1.3881	1.1723	0.8353	0.7660	0.6725	0.4954	0.6429
簡單加權法(客)	1.1838	0.4481	0.3539	0.4768	0.4537	0.6189	0.7395	0.9037	1.0425	0.9204	1.1820	0.7975	0.7637	0.6258	0.4828	0.5513
層級加權法(客)	1.2129	0.6036	0.3827	0.7036	0.5473	0.6209	0.7323	0.9235	1.2069	1.1480	1.1747	0.7819	0.7558	0.6887	0.4970	0.5509
ELECTRE(客)	0.9404	0.6077	0.4155	0.4791	0.4686	0.5777	0.7306	1.0598	0.7019	1.0518	1.1544	0.8458	0.7002	0.6778	0.5103	0.5590
風險趨避型(非)	0.2096*	0.3098	0.3989	0.2558	0.4199	0.6296	0.7063	0.5625*	0.7046	0.6153	0.9051	0.5993	0.4847*	0.4407	0.3881	0.2617
風險中立型(非)	2.1353	0.9350**	1.0662**	0.8427	0.6355	0.6658	0.7171	1.1068	1.0867	0.6831	0.8994	0.8201	0.6759	0.7294	0.7308	0.9327
風險愛好型(非)	2.1353**	0.6946	1.0662	0.8531**	0.9509**	1.2465	0.7183	1.3048**	1.5032**	1.1996	2.0147**	1.0755**	1.2167**	1.0109**	0.6142	1.1322
無特殊偏好(非)	0.3334	0.6638	0.2831	0.3105	0.4203	0.8889	0.7198	0.5986	0.7129	1.4581**	1.7635	0.7295	0.7716	0.5807	0.4839	0.4128
風險趨避型(強)	0.3566	0.2826*	0.3820	0.2523	0.4012	0.5815	0.7783	0.6738	0.7279	0.5663*	0.8722*	0.5632	0.5759	0.4113*	0.4025	0.2428*
風險中立型(強)	1.4761	0.7153	0.6601	0.6230	0.4638	0.8637	0.7039	0.9969	1.0473	0.6903	0.9465	0.5976	0.8064	0.7794	0.6337	0.6721
風險愛好型(強)	1.4761	0.4793	0.6601	0.6239	0.5671	0.7563	0.7039	0.9973	0.9882	0.7338	1.5617	1.0012	0.9947	0.7794	0.5099	0.5797
無特殊偏好(強)	0.3906	0.4976	0.1989*	0.2214*	0.3222*	0.7758	0.6953	0.6783	0.6893	1.0431	1.4686	0.7301	0.8765	0.5847	0.5099	0.6721
金鼎概念	0.7730	0.5636	0.4223	0.3671	0.3681	0.9630	0.9391**	0.8754	0.7614	0.8315	1.0972	0.8424	1.0588	0.7640	0.7674**	1.1357**
匯豐台灣精典	0.6806	0.3799	0.2226	0.2479	0.3281	0.7856	0.7697	0.6706	0.4794*	0.6166	1.0720	0.6146	0.6265	0.4714	0.3810*	0.5260
日盛基金	1.0087	0.5240	0.3606	0.4628	0.5399	1.2865**	0.8699	0.7929	0.5594	0.8117	1.1871	0.4723*	0.9098	0.6300	0.6695	0.9324

*表該季最佳投資風險 **表該季最差投資風險

資料來源：本研究整理