

第三章 科技公司營運績效之評估模式

3.1 概念

近年來在「財政部證券暨期貨管理委員會」的鼓勵下，多數高科技公司開始積極進行股票上市；而對於股票公開上市之公司，其財務報表與經營狀況皆經有效之審核與資訊公開。根據台灣經濟新報光碟資料庫，將企業財務比率項目分為六大類別，每類別各有數個財務比率項目，在這些項目中，以常用並且能夠有效呈現高科技廠經營績效表現及營運特徵為原則，選擇合適的財務比率項目，作為本研究探討高科技產業經營績效評估之衡量因素。

表 3-1：本研究所採用以供驗證之傳統財務比率項目

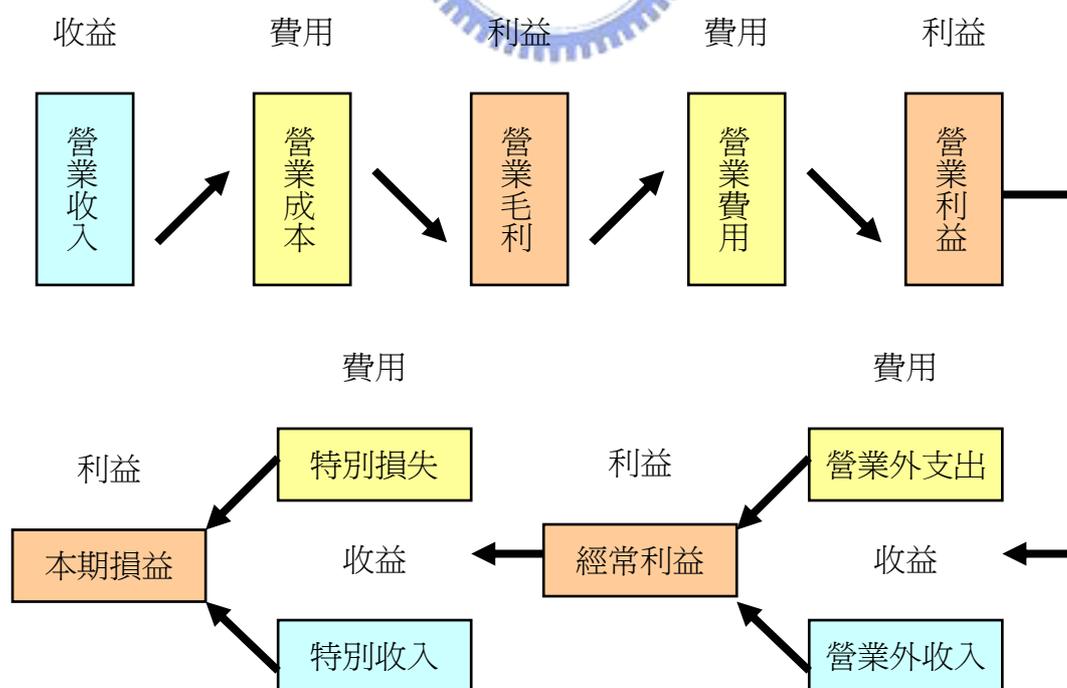
類別	財務比率項目	定義
一、獲利能力	1.營業毛利率	稅前息前淨益/營收淨額
	2.營業利益率	稅前息前淨益/營收總額
	3.每股淨值	公司淨值/股數
	4.每股營業額	營收總額/股數
	5.每股營業利益	稅前息前純益/股數
	6.每股盈餘	(稅後純益－特別股利)/加權平均普通股數
	7.資產報酬率	稅前息前淨益/總資產淨額
	8.股東權益報酬率	稅後純益/普通股東權益
	9.投資報酬率	稅後純益/總資產淨額
二、經營績效	1.營收成長率	應收總額之年度成長
	2.淨值成長率	公司淨值之年度成長
	3.總資產報酬成長率	
三、償債能力	1.現金流量允當	來自營業淨現金流入(五年合計)/資本支出、增添存貨、現金股利(五年合計)
	2.流動比率	流動資產/流動負債
	3.速動比率	速動資產/流動負債
	4.負債比率	負債總額/資產總額
	5.利息保障倍數	EBIT/利息費用

	6.營業利益/實收資本額	營業利益/實收資本額
四、經營能力	1.應收帳款週轉率(次)	銷貨淨額/全年平均應收帳款
	2.存貨週轉率(次)	銷貨成本/平均存貨
	3.固定資產週轉率(次)	銷貨淨額/平均固定資產淨額
	4.淨營業天數(天)	存貨週轉天數+平均收帳天數
五、成本費用率	研發費用率	研發費用/成本費用
六、每名員工分配	1.員工平均營業額	營收總額/員工人數
	2.每人營業利益	稅前息前純益/員工人數
	3.平均人事成本	人事成本/員工人數

資料來源：本研究整理

在 DEA 的研究架構中，投入因子和產出因子的選定是最重要的步驟，DEA 方法所篩選出的投入、產出項目，必須能有解釋各因素對於效率衡量的影響且投入、產出因素必須符合正相關性關係。本文將依照各科技公司的公開財務報表—損益表，分析出可衡量效率之各項投入、產出績效指標，並以下圖來說明：

圖 3-1：本研究所採用以供驗證之財務分析圖



在圖 3-1 中包含了三種收益（營業收入、營業外收入、特別收入）、四種費用（營業成本、營業費用、營業外支出、特別損失）及五種利益（營業毛利、營業利益、經常利益、本期損益、可分配盈餘），其代表的意義為：

營業收入：凡企業由主要營業項目而產生的收入皆屬之。

營業成本：獲得營業收入所負擔的直接成本。

營業費用：企業因營運所需支出的各項費用（稱為間接成本），大致可分為銷售費用（或稱為行銷、推銷費用）與管理費用，研究發展費用亦屬之。

營業外收入及特別收入：非因主要營業活動而發生之收入，如利息收入、租金收入、投資收益、處分固定資產利益等。

營業外支出及特別損失：非因主要營業活動而發生之費用，如利息費用、投資損失、處分固定資產損失等。

稅前純益：公司實際的營業利潤。

稅後純益：得以列入盈餘的投資利益。

營收成長率：企業應收總額之年度成長。

股東權益報酬率：就股東的觀點，衡量股東所投資而得到的報酬，即稅後純益/普通股東權益。

投資報酬率：表示企業投入資產所獲取的報酬，即稅後純益/總資產淨額。

◆ DEA 績效指標之選取

綜合以上所述，本研究將以【資本總額】、【營業成本】、【營業費用】、【營業收入】、【營收成長率】、【股東權益報酬率】及【投資報酬率】等七個項目當作 DEA 模式之投入/產出因子。

投入因子包括【資本總額】、【營業成本】、【營業費用】都是有關公司生產現狀的資源投入項目，且對於各企業生產能力是重要的、有重大影響的。產出因子則包括【營業收入】、【營收成長率】、【股東權益報酬率】及【投資報酬率】，代表產業的獲利能力、經營績效及經營能力。

◆ Rank-DEA 績效指標之選取

在 Rank-DEA 績效指標之選取方面，本研究考慮將【資本總額】、【營業成本】、【營業費用】三個投入因子、及【營業收入】一項產出因子結合，當作是評比的一項指標，即為總資本對營業利益比例（%）=（營業收入－營業成本－營業費用）/資本總額×100%=營業利益/資本總額×100%。本研究 Rank-DEA 模式將採用【總資本對營業利益比率】、【營收成長率】、【股東權益報酬率】及【投資報酬率】等四項當作評比指標。

DEA 模式與 Rank-DEA 模式之績效指標選定後，本研究將先設計一 DEA 模式對此一百家科技公司重新評估其績效並排名，再以 Rank-DEA 的模式來決定一組共通的權重值，以此來改善數位時代給予各個評估準則相同權重的缺失及改善傳統 DEA 方法區別能力太低的缺點。最後設計一排序與分群的決策球模式，冀能更真實反映出台灣高科技公司在台灣商業社會中的價值與地位。

3.2 DEA 模式與 Rank-DEA 模式

原始的資料包絡分析法(DEA)為一多項投入與多項產出的績效評估方法，以「使自我單位的分數能達到最高的情況下」為主要概念，利用數學規劃的模式來計算各個評估目標最有利的分數。所以針對不同的 DMU，我們會得到其最佳的得分，並同時產生出多組的最佳權重。這樣的方法，雖能看出所有 DMU 各自最佳的得分情況，但是以此對 DMU 排序時，往往會因為太多 DMU 得分值為 1，而難以鑑別這些 DMU 的高低排序。另外，DEA 的方法是一種非固定的權重分配，權重不一致的情況下，在排序時較難分析評估指標的意義，也無法進一步對 DMU 做相似度之類的探討。

為了改進以上的缺失，本研究方法將承襲資料包絡分析法的概念，將「自我分數最高」的想法轉換成「自我排名最高」，因為我們發現各個 DMU 在最大化得分函式的情況下，並不能得到較好的排名。我們以一個簡單的例子 3-1 來說明，假設有三個評估目標 DMU1、DMU2、DMU3，評估指標分別為 C1、C2、C3(資料如表 3-2)。

表 3-2：資料表

	C1	C2	C3
DMU1	10	9	8
DMU2	12	10	6
DMU3	11	7	9

若以原始的 DEA-CCR 模式來評估之，對 DMU1 來說，為了使得分函數最高，其會給予 C1 最高權重 1，而 C2、C3 則給予 0，若以這組最佳權重(1,0,0)來計算得分，各個評估目標 DMU1、DMU2、DMU3 會分別得到 10、12、11 的分數，所得到的排名為 DMU2 > DMU3 > DMU1。若改由本研究所提出的 Rank-DEA

模式來評估，對 DMU1 來說，為了使排名最高，所給予 C1、C2、C3 的權重會是 0、0.4、0.6，我們以此組權重(0,0.4,0.6)來計算各個評估目標的得分，會得到 DMU1=8.4、DMU2=7.6、DMU3=8.2，而依此排名為 DMU1>DMU3>DMU2。因此，綜合上述兩種方式的結果來看，Rank-DEA 模式在評選目標的排名方面有較明確的結果，而原始的 DEA-CCR 模式雖能保障各個評選目標能夠最大化其得分函數，但是卻不能保證其排名結果最優，這會造成利用 DEA-CCR 模式來排名時，評選目標無法以自我最好的名次來與其他評估目標作比較，而失去排名的意義。以下，我們將簡略的對 DEA-CCR 模式與 Rank-DEA 模式作比較(表 3-3)。

表 3-3：DEA-CCR 模式與 Rank-DEA 模式的比較

	DEA-CCR 模式	Rank-DEA 模式
目標式	最大化得分函數 Max 個別 DMU 的得分函數	最佳化排名值 Min 所有 DMU 的排名值
權重值	多組權重值	共通的權重值
排名鑑別度	低	高

◆ Rank-DEA 之模式

在 Rank-DEA 模式中，我們設定一變數 R_i 為 DMU_i 的排名值，所有 R_i 值為 1 加上評選目標 A_i 與其他評選目標比較的總和，以 3-1 式所表示之。

$$R_i = 1 + \sum_{i \neq j} T_{ij}, \quad \forall i, j \neq i, \quad i, j = 1, \dots, m \quad (3-1)$$

式子(3-1)中， T_{ij} 為 0-1 變數，用來表示評選目標 A_i 與 A_j 兩者比較的結果，若 $T_{ij}=1$ ，表示評選目標 $A_j > A_i$ ，即 A_j 優於 A_i ，若 $T_{ij}=0$ ，則表示 A_i 與 A_j 兩者無法比較或 $A_j < A_i$ 。另外，在得分函數方面，本研究主要採用【總資本對營業利益比率】、【營收成長率】、【股東權益報酬率】及【投資報酬率】等四項指標來當

做評估準則，而此四項指標皆為產出變數，所以我們採用線性規劃的模式，以加權平均法來計算各個評選目標的得分值，以 S_i 來表示之， S_i 越大表示評估目標 A_i 的排名越高，而 S_i 的限制則是必須介於 0 到 1 之間。

$$S_i = \sum_{k=1}^n W_k \times \frac{F_{ik} - F_k^m}{F_k^M - F_k^m}, \quad i=1, \dots, m, \quad k=1, \dots, n \quad (3-2)$$

式(3-2)中， F_{ik} 是表示為第 i 個評估目標之第 k 個評估準則的實際值， F_k^M 為各個評估準則的最大值(式 3-3)； F_k^m 為各個評估準則的最小值(式 3-4)， W_k 為各評估準則所佔的權重，權重大小將由 Rank-DEA 模式來決定，式子(3-5)是使所有權重值必須大於一小正數，式子(3-6)則是將所有評估準則的權重加總設定為 1。

$$F_k^M = \max (F_{ik}) \quad (3-3)$$

$$F_k^m = \min (F_{ik}) \quad (3-4)$$

$$W_k \geq \varepsilon \geq 0, \quad \forall k \quad (3-5)$$

$$\sum_k W_k = 1 \quad (3-6)$$



◆ Rank-DEA 之數學模式

《目標式》

$$\text{Min } \sum_i \lambda_i \times R_i \quad (3-7)$$

最佳化所有 DMU 的排名值

《限制式》

$$S_i + M \times T_{ij} \geq S_j \quad \forall i, j \neq i, i, j = 1, \dots, m \quad (3-8)$$

$$\sum_k W_k = 1, \quad W_k \geq \varepsilon \geq 0, \quad \forall k$$

$$T_{ij} + T_{ji} \leq 1 \quad \forall i, j \neq i \quad (3-9)$$

$$T_{ij} \in \{0, 1\}, \quad \forall i, j \neq i \quad (3-10)$$

《變數意義》

λ_i ：為決策者看重 DMU_i 排名值的程度。

R_i ：評估目標 A_i 的排名值。

S_i ：評估目標 A_i 的得分值。

M：極大的正數。

W_k ：各評估準則 k 所佔的權重。

T_{ij} ：評選目標 A_i 與 A_j 兩者比較的結果，為 0-1 變數。

在原始 DEA-CCR 的模式當中，其目標式是以最佳化得分函數為主要的意義，但是為了使得排序的目的更為明確，我們將目標式(式 3-7)訂定為最佳化所有 DMU 的排名值。其中 R_i 值越低表示排名越前面，反之則排名越後面。另外， λ_i 值越大，表示決策者越看重 DMU_i 排名值的程度，在本研究中，我們一律將 λ_i 定為 1，表示沒有加入決策者對排名程度的偏好。

在限制式方面，式子(3-8)則是用來評判 A_i 與 A_j 兩者的大小，而式子(3-10)是規範 T_{ij} 為 0-1 變數。假使 $A_j > A_i$ ，則 $S_j > S_i$ ，為了滿足式子(3-8)的限制， S_i 必須加上一極大的正數才能大於 S_j ，所以 T_{ij} 必須等於 1 才能符合；反之，若 $A_j < A_i$ ，則 S_i 必定大於 S_j ，則 T_{ij} 則等於 0 即可滿足式子(3-8)。最後，式子(3-9)則是限制 A_i 與 A_j 兩者只能存在一絕對關係，因為 T_{ij} 的值為模式所產生，若不加以限制，可能會有矛盾的情形發生。

3.3 實例探討—以 2002 年半導體產業為例

首先我們利用 2002 年數位時代所評選出來台灣科技一百強之半導體產業共十家公司來實作 DEA 模式，再以 Rank-DEA 模式來提高這十家公司排名之鑑別度。

◆ DEA 之模式

根據 3.1 節所述，採用【資本總額】、【營業成本】、【營業費用】、【營業收入】、【營收成長率】、【股東權益報酬率】及【投資報酬率】等七個項目當作 DEA 模式之投入/產出因子。其中投入因子包括【資本總額】、【營業成本】、【營業費用】都是有關公司生產現狀的資源投入項目，且對於各企業生產能力是重要的、有重大影響的。產出因子則包括【營業收入】、【營收成長率】、【股東權益報酬率】及【投資報酬率】，代表產業的獲利能力、經營績效及經營能力。

依 2002 年數位時代評選出來台灣科技一百強之半導體產業共十家公司及上述歸納的七項指標，可以得到以下的實際資料表（表 3-4）。

表 3-4：2002 年數位時代半導體公司主要績效評估指標表

公司名稱	資本總額 (億元)	營業成本 (億元)	營業費用 (億元)	營業收入 (億元)	營收成長 率(%)	股東權益 報酬率 (%)	投資報酬 率(%)	2002 排 名
聯發科	179.10	74.74	19.59	153.75	19.5	67.8	147.4	4
瑞昱	100.73	36.80	11.47	72.75	35.7	37.2	38.9	9
普誠	13.04	9.79	3.11	14.97	29.4	20.4	386.4	36
揚智	52.96	34.73	14.84	53.89	76.3	0.7	108.3	39
聯詠	44.30	30.07	4.98	42.03	1.0	26.4	33.2	45
威盛	382.56	212.50	50.24	338.48	9.7	22.4	-41.2	59
光罩	74.41	19.11	1.81	26.59	28.6	12.0	23.8	65
凌陽	131.22	39.56	8.79	66.39	5.8	22.2	-7.9	69
超豐	56.58	28.22	1.43	33.17	-10.6	7.8	97.4	98
台積電	3,357.35	895.07	190.39	1,258.88	-24.3	5.4	33.7	100

經過 Lingo8.0 的計算，我們可以得到每家公司之最佳績效分數，並求出平均績效分數如下表（表 3-5）。

表 3-5：台灣科技一百強半導體公司 DEA 績效排名

公司名稱	2002數位時代排名	最有利權重之效率分數	最有利績效排名	平均效率分數	平均績效排名
聯發科	4	1.00000	1	0.91545	1
瑞昱	9	0.98077	5	0.81995	2
普誠	36	1.00000	1	0.81705	3
揚智	39	0.94533	6	0.62081	9
聯詠	45	0.86086	9	0.76748	6
威盛	59	0.86789	8	0.74729	7
光罩	65	1.00000	1	0.78297	4
凌陽	69	0.88113	7	0.74457	8
超豐	98	0.99091	4	0.77480	5
台積電	100	0.74008	10	0.61072	10

◆ Rank-DEA 之模式

依 3.1 節 Rank-DEA 績效指標之選取，採用【總資本對營業利益比率】、【營收成長率】、【股東權益報酬率】及【投資報酬率】等四項當作評比指標。

表 3-6：2002 年數位時代半導體公司主要績效評估指標表

公司名稱	總資本對營業利益比率(%)	營收成長率(%)	股東權益報酬率(%)	投資報酬率(%)	2002數位時代排名
聯發科	33.18	19.5	67.8	147.4	4
瑞昱	24.30	35.7	37.2	38.9	9
普誠	15.87	29.4	20.4	386.4	36
揚智	8.16	76.3	0.7	108.3	39
聯詠	15.76	1.0	26.4	33.2	45
威盛	19.80	9.7	22.4	-41.2	59
光罩	7.62	28.6	12.0	23.8	65
凌陽	13.75	5.8	22.2	-7.9	69
超豐	6.22	-10.6	7.8	97.4	98
台積電	5.17	-24.3	5.4	33.7	100

經過 LINGO8.0 的計算，我們可以得到一組共通的權重值【0.1674, 0.0134, 0.335, 0.484】，並得到所有之 T_{ij} 值（表 3-7）。

表 3-7 Rank-DEA 模式： T_{ij} 計算結果--2002 年數位時代半導體公司為例

公司代號	公司名稱	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	聯發科	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	瑞昱	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
3	普誠	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	揚智	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0
5	聯詠	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
6	威盛	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0
7	光罩	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0
8	凌陽	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0
9	超豐	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0
10	台積電	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0

依照得分函數（式子 3-2）與排名值（式子 3-1）的計算，我們可以得到台灣科技一百強半導體十家公司的排名值及 DEA 排名的比較表，而原來聯發科、普誠、光罩等三家績效分數為 1，DEA 排名相同之鑑別度亦獲得改善（表 3-8）。

表 3-8 排名與得分結果--2002 年數位時代半導體公司為例

公司代號	公司名稱	Rank-DEA 得分	Rank-DEA 排名	DEA 效率分數	DEA 排名
1	聯發科	0.7220	1	1.00000	1
2	瑞昱	0.3954	3	0.98077	5
3	普誠	0.6534	2	1.00000	1
4	揚智	0.2004	5	0.94533	6
5	聯詠	0.2793	4	0.86086	9
6	威盛	0.2004	7	0.86789	8
7	光罩	0.1517	9	1.00000	1
8	凌陽	0.2004	7	0.88113	7
9	超豐	0.2004	6	0.99091	4
10	台積電	0.1082	10	0.74008	10

3.4 決策球模式

一般來說，我們很難將兩兩間的絕對關係以 2-D 平面的方式來表示。例如：A 點到 B 點的距離為 20，B 點到 C 點的距離為 40，C 點到 A 點的距離為 15，在二維空間中，無法以線段表達出以上的絕對關係，只能以邏輯性的方式來呈現，如圖 3-1。因為在平面上任一三角形兩邊長之和，必須大於第三邊，而以上情況並不能完全符合。但是，上述 A、B、C 的關係卻能輕易的表達在球面上，如圖 3-2。

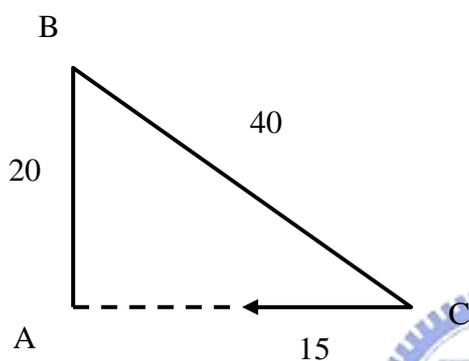


圖 3-1 A、B、C 三點 呈現於二維空間

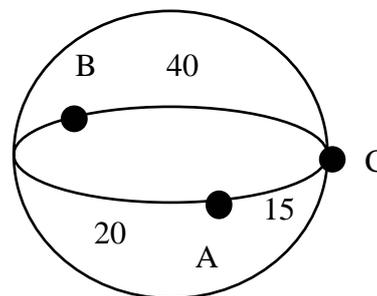


圖 3-2 A、B、C 三點 呈現於球空間

◆ 決策球模式的建構

依照上述的概念，本研究建構了一個排序與分群的決策球模式。模式的目的是利用 Rank-DEA 模式所計算出的權重、得分與既有的實際資料值，來對於所有的評估目標作排序與分群，並將結果以一 3-D 球面的方式來呈現。

在以往的決策球模式中，都是以球面上兩點間的弧長來代表評選目標間的關係(黎漢林等, 2004)，但本研究決定以兩點間的幾何距離來代表評估目標間的非相似性，因為球面上兩點的實際弧長越大，其之間的幾何距離也越大，所以改用兩點間的幾何距離來代替弧長，不僅減低了計算量，對於原有所存在的關係也不會有所改變(Trevor & Michael 1991)。因此，本研究中，我們利用相似度的計算來找出點與點間的相對位置，例如以任兩個評選目標 A_i 、 A_j 來說， A_i 到 A_j 的幾何距離越小，表示 A_i 與 A_j 的相似度越大，這樣即可看出所有評選目標間的群聚關係。為了易於比較，我們在決策球模式中，以非相似性(d_{ij})來代替相似性，兩者存在著

反比的關係。所以我們可以說 A_i 到 A_j 的幾何距離越小，表示 A_i 與 A_j 的非相似度越小。

另一方面，我們將決策球的北極點設定為一基準點(A_*)， A_* 評估準則的值以各評估準則的最大值來表示，即 $F_{*k} = \max(C_k)$ ，每個評選目標在 Rank-DEA 中所計算出的得分函式(S_i) 越高，在球面上會顯示出與北極點越接近。如此一來，決策者就可以北極點為基準往下俯視，依據各個評選目標所在的同心圓距離，清楚地看出評選目標間的排序關係。我們將 A_* 在球面上的座標設定為 $(0, r, 0)$ ， r 為球半徑。以下將針對決策球模型中的所有函數與變數作定義。

假設利用兩個評選目標 A_i 與 A_j ，其在球面上的座標可用 (X_i, Y_i, Z_i) 、 (X_j, Y_j, Z_j) 來表示，因為點必須在落於球面上，所以所有評選目標的座標與半徑間必須符合 $x_i^2 + y_i^2 + z_i^2 = r^2$ 的關係。而兩點間球面上的幾何距離可表示成 $\sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2 + (z_i - z_j)^2}$ 。 d_{ij} 代表評選目標間的非相似性(式子 3-11)， d_{ij} 越大表示 A_i 與 A_j 間的相似度越小。 d_{i*} 代表評選目標與基準點間的非相似性(式子 3-12)，若評選目標在球面上越靠近北極點，表示其與基準點的相似度越大。 S_i 代表各個評估目標的得分函數，定義與 3.2 節模式中(式子 3-2)相同，其與各個評估目標的 y_i 值有正向的關係，即 S_i 越大，評估目標的 y_i 值也越大。所以，評估目標 A_i 越接近基準點(A_*)，表示其 S_i 越大，排名亦越高。 S_* 表示基準點的得分值，故 $S_* = 1$ 。

$$d_{ij} = \sum_{k=1}^n W_k \times \frac{F_{ik} - F_{jk}}{F_k^M - F_k^m} \quad (3-11)$$

$$d_{i*} = \sum_{k=1}^n W_k \times \frac{F_k^M - F_{ik}}{F_k^M - F_k^m} \quad (3-12)$$

$$S_i = 1 - \sum_{k=1}^n W_k \times \frac{F_k^M - F_{ik}}{F_k^M - F_k^m} = \sum_{k=1}^n W_k \times \frac{F_{ik} - F_k^m}{F_k^M - F_k^m} \quad (3-13)$$

其中， F_{ik} 表示為第 i 個評量目標之第 k 個評估準則的實際值，

$F_k^M = \max(F_{ik})$ 為各個評估準則的最大值； $F_k^m = \min(F_{ik})$ 為各個評估準則的最小

值，這些值都可以從實際資料表中得到， W_k 為各評估準則所佔的權重，權重大小由 Rank-DEA 模式來決定，所有權重的加總必須符合 $\sum_{k=1}^n W_k = 1$ 的關係。以下說明了此決策球模式所用到的數學特性。

<特性一>

對任兩個評估目標 A_i 與 A_j ，若其所有的評估準則 C_k 皆符合 $F_{ik} \geq F_{jk}$ 的關係，則 $d_{ij} = S_i - S_j$ (3-14)

同理推得， $d_{i*} = S^* - S_i = 1 - S_i$ (3-15)

<特性二>

本研究欲將所有的評估目標放置在以半徑= r 、球心座標為 $(0,0,0)$ 的球面上，若半徑= 1 ，各個評估目標 A_i 的座標為 (X_i, Y_i, Z_i) ，基準點 A^* 的座標為 $(0,1,0)$ ，因為在半徑= 1 下，基準點到赤道上任一點的幾何距離為 $\sqrt{2}$ ，則 (X_i, Y_i, Z_i) 、 (X_j, Y_j, Z_j) 與 d_{ij} 的關係可呈現為：

$$(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2 + (z_i - z_j)^2 = 2 * d_{ij}^2 \quad (3-16)$$

同理推得

$$x_i^2 + (y_i - 1)^2 + z_i^2 = 2 * d_{i*}^2 \quad (3-17)$$

<特性三>

若半徑 $r = 1$ ，則 $y_i = 1 - d_{i*}^2 = 1 - (1 - S_i)^2$ (3-18)

<證明>

$$\therefore x_i^2 + (y_i - 1)^2 + z_i^2 = 2 * d_{i*}^2 \quad (\text{式子 3-17})$$

$$\text{又 } x_i^2 + y_i^2 + z_i^2 = r^2 = 1$$

$$\therefore y_i = 1 - d_{i*}^2$$

$$\text{又 } d_{i*} = 1 - S_i \quad (\text{式子 3-15})$$

$$\therefore y_i = 1 - (1 - S_i)^2$$

總括以上，本研究所建議之排序與分群的決策球模式如下：

◆ 決策球模式

<目標式>

$$\text{Min} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \left| (x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2 + (z_i - z_j)^2 - 2 * d_{ij}^2 \right| \quad (3-19)$$

<限制式>

$$x_i^2 + y_i^2 + z_i^2 = r^2, \quad \forall i \quad (3-20)$$

$$(x_*, y_*, z_*) = (0, r, 0) \quad (3-21)$$

$$-r \leq x_i \leq r, \quad 0 \leq y_i \leq r, \quad -r \leq z_i \leq r \quad (3-22)$$

$$y_i = 1 - (1 - S_i)^2, \quad \forall i, j \quad (3-18)$$

在排序與分群之決策球模式中，目標式的目的是利用球面上任兩點的幾何距離 $\sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2 + (z_i - z_j)^2}$ 來趨近於兩兩之間的非相似性 d_{ij} 。所以，根據

特性二，我們可以將目標式寫成上述式子(3-19)，其中， d_{ij} 的值可依據式子(3-11)計算之，而每個評估目標的座標值則是依據此模式所產生。

另外，本模式的設計是以北極點作為基準點，並以此作為比較評估目標排序的標竿值，所以球面上各個點到基準點的幾何距離越小表示其與基準點的相似性越大，其所代表的評估目標排名也越高。我們將基準點加入評選方案的實際資料表中，以 A^* 來表示。並將 A^* 的座標定為 $(0,r,0)$ ，如式子(3-21)。

本模式希望所有評估目標之間的關係以球體的形式呈現，所以式子(3-20)為限制所有的點必須落於球面上，式子(3-22)則是設定每個評估目標其座標值的範圍。各點的 x_i 、 z_i 值是介於 $-r$ 到 r 之間，而各點的 y_i 值則必須限制在 0 到 r 之間，這樣的限制主要是為了讓所有點只座落於北半球，如此一來，決策者即可以北極點為基準清楚地看出所有評估目標的排名與分群狀況。

最後，我們必須明確規定 y_i 值與 S_i 之間的關係。因為在決策球模式中， S_i 越大，評估目標的 y_i 值也越大。我們根據特性三，將式子(3-18)這個關係加入模式中，來限制 y_i 值與 S_i 之間的關係，其中得分函數 S_i 的值可利用式子(3-13)的定義來計算出。

◆ 實例探討

延續 3.2 節所闡述的實例，我們將針對 2002 年半導體公司的績效來作分析，並且將結果以 3-D 球面來顯示。首先，根據（表 3-4），我們可以得到 2002 年半導體公司績效指標的得分表，我們將基準點 A^* 加入此得分表中。另外在 3.3 節中，我們可以得到一組共通的權重值【0.1674, 0.0134, 0.335, 0.484】，且根據式子(3-12)的定義，可以計算出所有評估半導體公司的得分值，將上述所有資料彙整成<表 3-9>，然後再根據（3-9）中的實際資料來計算出各個評估目標間的非相似性值，以（表 3-10）來顯示計算結果。

表 3-9：決策球模式之實際資料表—2002 年數位時代半導體公司為例

公司代號	公司名稱	總資本對營業利益比率 (%)	營收成長率 (%)	股東權益報酬率 (%)	投資報酬率 (%)	得分值
1	聯發科	33.18	19.5	67.8	147.4	0.7220
2	瑞昱	24.30	35.7	37.2	38.9	0.3954
3	普誠	15.87	29.4	20.4	386.4	0.6534
4	揚智	8.16	76.3	0.7	108.3	0.2004
5	聯詠	15.76	1.0	26.4	33.2	0.2793
6	威盛	19.80	9.7	22.4	-41.2	0.2004
7	光罩	7.62	28.6	12.0	23.8	0.1517
8	凌陽	13.75	5.8	22.2	-7.9	0.2004
9	超豐	6.22	-10.6	7.8	97.4	0.2004
10	台積電	5.17	-24.3	5.4	33.7	0.1082
11	基準點	33.18	76.30	67.80	386.40	1

表 3-10：決策球模式： d_{ij} 與 d_{i*} 計算結果—2002 年數位時代半導體公司為例

公司代號	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	0	0.33	0.61	0.54	0.44	0.52	0.57	0.52	0.52	0.61	0.28
2	0.33	0	0.53	0.36	0.12	0.19	0.24	0.19	0.33	0.29	0.60
3	0.61	0.53	0	0.47	0.43	0.52	0.50	0.47	0.45	0.55	0.35
4	0.54	0.36	0.47	0	0.27	0.36	0.16	0.28	0.07	0.14	0.80
5	0.44	0.12	0.43	0.27	0	0.13	0.13	0.08	0.22	0.17	0.72
6	0.52	0.19	0.52	0.36	0.13	0	0.20	0.08	0.31	0.26	0.80
7	0.57	0.24	0.50	0.16	0.13	0.20	0	0.13	0.12	0.07	0.85
8	0.52	0.19	0.47	0.28	0.08	0.08	0.13	0	0.24	0.19	0.80
9	0.52	0.33	0.45	0.07	0.22	0.31	0.12	0.24	0	0.09	0.80
10	0.61	0.29	0.55	0.14	0.17	0.26	0.07	0.19	0.09	0	0.89
11	0.28	0.60	0.35	0.80	0.72	0.80	0.85	0.80	0.80	0.89	0

根據（表 3-9）及（表 3-10）的數據資料，球半徑給定為 1，依決策球模式的定義，利用 Lingo8.0 來作計算，我們可以得到所有被評比公司的座標值如下（表 3-11）。

表 3-11：決策球模式：相對座標計算結果－2002 年數位時代半導體公司為例

公司代號	公司名稱	X 軸	Y 軸	Z 軸
1	聯發科	0.35795	0.92272	0.14303
2	瑞昱	0.65737	0.63449	0.40655
3	普誠	0.46148	0.87989	0.1133
4	揚智	0.92992	0.36071	0.07163
5	聯詠	0.78038	0.48059	0.40005
6	威盛	0.75716	0.36071	0.54461
7	光罩	0.90617	0.28046	0.31654
8	凌陽	0.81517	0.36071	0.4532
9	超豐	0.92167	0.36071	0.14287
10	台積電	0.93975	0.20476	0.27376
11	基準點	0	1	0

最後將以上所計算出來的結果繪製於球面上，如圖 3-3：

圖 3-3：決策球－2002 年數位時代半導體公司為例

