

分析網路程序法 (Analytic Network process)

—相依與回饋

淡江管科 時序時博士



Tamkang University

Management Sciences · Decision Analysis Laboratory | Since 1972



目錄

- 前言
- 基本思維
- 相依與回饋的處理
- 案例一：供應商評選
- **ANP**分析步驟
- 案例二：漢堡市佔率預測
- **ANP-BOCR**分析
- 案例三：綠色供應商評選
- 準則交互作用問題
 - 準則交互作用
 - **DEMATEL-based ANP**
- 結語



前言(一)

- 分析網路程序法(**Analytic Network Process, ANP**) 是美國匹茲堡大學**T.L. Saaty** 教授發展出分析層級程序法(**AHP**)後，又為解決複雜問題中因素間**相依(dependence)**與**回饋(feedback)**的現象，於**1996**年正式提出此法，將階層關係擴充到網路關係，為**AHP**的一般化的擴展。
- 網路關係是很具彈性的表達，係由**群集(cluster)**及其所屬**元素**組成，此時群集可類比於**AHP**中的層級。
- 當層級架構擴充到網路架構後，原先最高階層的**目標(或焦點)**消失，無法指引循序漸進的分析；因此需要一套與解決問題有關的完整思維，也就是利用一個**控制階層 / 網路(control hierarchy/network/element)**來協助指引釐清問題相互影響的細節關係。

前言(二)

- 分析網路程序法後又延伸至**BOCR**分析 (**benefits, opportunities, costs, and risks analysis**)，以掌握正向和負向與確定和不確定的影響，分析的複雜度相當高，需要精確了解問題的本質。
- 在真實世界中的問題多少具有準則間的相依關係，**ANP**為多準則決策(**multi-criteria decision making, MCDM**)領域中可以直接處理此相依關係的重要一支。

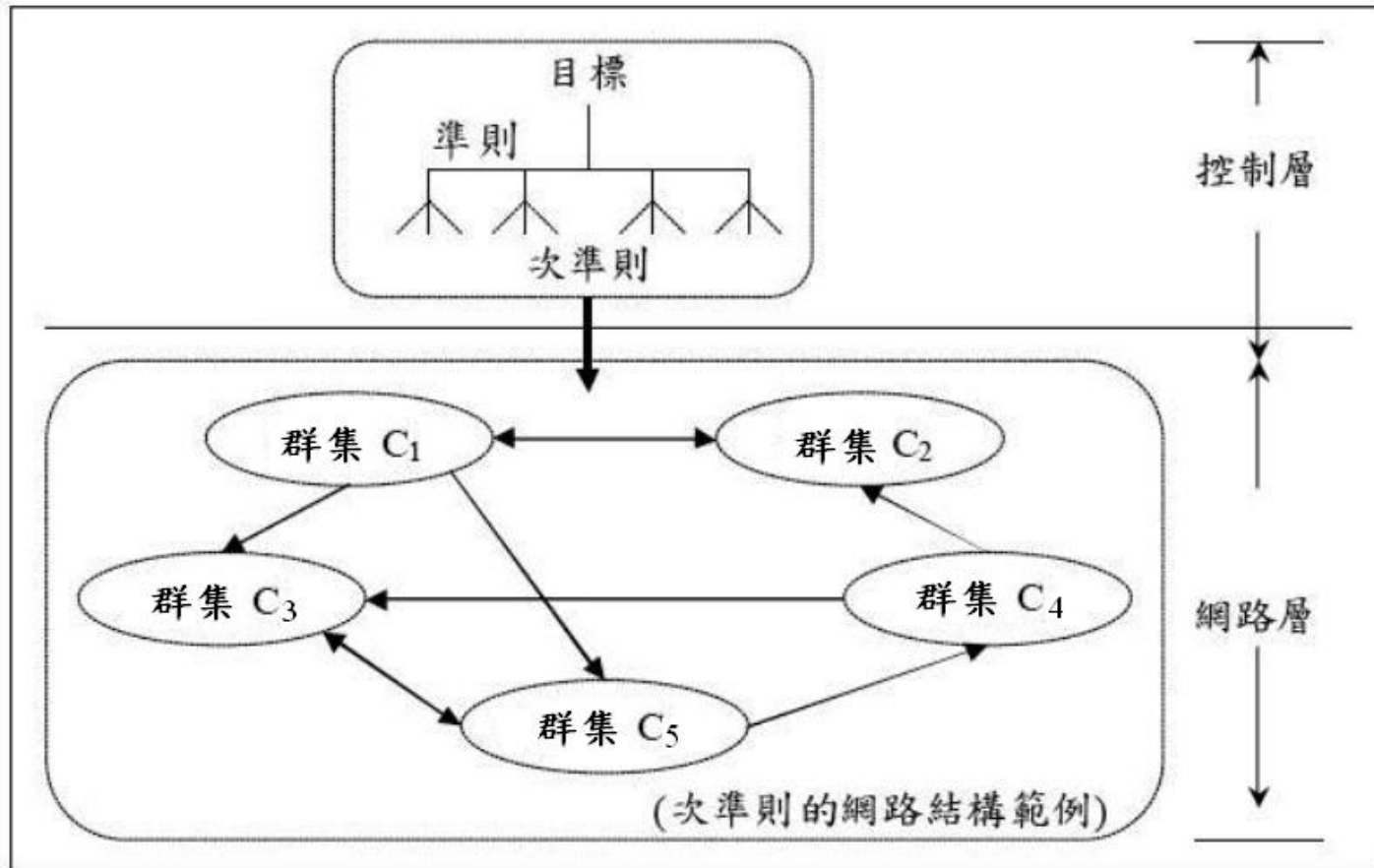




基本思維(一)

- 一個系統或問題假設可被分解為許多被評比的元件，並形成一個或數個網路結構。其中包括**元素(element)**以及同類元素所集合的**群集**，以及其間相互關聯。此即**網路層**。
- 其思考是從上部建立**控制層**，透過控制層準則與次準則之間的關係，影響到整個系統間的內部關係，也就是如何分配這些影響。如同**AHP**最高層級「目標」或焦點的功能。
- 控制層在協助決策者了解外在環境如何影響到待研究的問題，而網路層則表達實際問題中的元素與群集的影響。
- 此控制層可以是一元素、層級、或另一網路，但不宜過於複雜。

基本思維(二)



基本思維(三)

- 分析所涉及的因素(與群集)原則上可由文獻回顧或是一般問卷詢問而得，以了解一般認知的相關元素。
- 然後進行內容效度分析，以確認需被考慮的重要元素。接著可利用因素分析協助這些元素分群，相關的群集因而建立。
- 元素與群集間的關係包括單向影響到、單向被影響到、相互影響、以及自我影響，包括內外部相依與回饋的現象。



基本思維(四)

- **BOCR**分析中，B (benefits)與 O (opportunities) 是正面影響，且 C (costs)與 R (risks) 是負面影響，而B與C是確定性影響且 O與R 是不確定性影響。並利用建議公式將各網路方案評比結果結合成最終結果。
- 與**AHP**相同，評估時採用九點重要性強度尺度衡量。藉由兩兩成對比較方式，確認各元素間相對優勢關係，並利用正倒值矩陣描述這個比較，而得到其優先向量。



相依與回饋的處理(一)

- 雖然真實世界的問題複雜，均存在相依與回饋的關係，但是我們建模時將視此關係的密切性以及資源的限制(人、物、財、時間等)，而決定模型的型態(層級或網路)與其複雜度。複雜的模型並不一定是一個最好的模型。
- 相依與回饋關係的確認傳統上是藉用腦力激盪法(Brainstorming)或其後繼者。另一些結構化建模的方法，如ISM、DEMATEL、cognitive map等，也可提供一些量化指引，惟要注意方法與問題本質之間的相關性。

相依與回饋的處理(二)

- 若確立相依與回饋的關係後，問卷調查除詢問元素間的強度關係外(AHP的核心)，還要詢問元素間及自我相依的關係，所以問卷數目將形大幅增加。而且類似的問題一再重覆出現，將會造成沒有訓練的填答者嚴重困擾。因此必須對網路的尺度與相依關係的數目取捨，以期減化作業。
 - 一群集有E1 與 E2 兩個元素作比較：
 - 強度問卷：在此群集中，E1與E2哪一個影響比較重要？重要多少？
 - 相依問卷：在此群集中，哪些元素會影響E1？E1與E2哪一個影響較多？有多少？



相依與回饋的處理(三)

■ 超級矩陣 (super matrix) 的獲得

- 為處理複雜問題結構中元素與元素間強度與相依的關係，**Saaty** 教授擴展**AHP**的成對比較矩陣成為超級矩陣。
- 超級矩陣由許多子矩陣(即群集與其元素)組成，其子矩陣的**行元素(column element)**由每一成對比較矩陣的優先向量構成。
- **強度關係**顯示於超級矩陣主對角線所經過的子矩陣，**相依關係**則於超級矩陣非主對角線所經過的子矩陣。
- 若元素與元素間**沒有影響關係**，則子矩陣的對應元素值為零。



相依與回饋的處理(四)

■ 超級矩陣舉例

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5
C_1	x_{c111} x_{c112} x_{c113} x_{c121} x_{c122} x_{c123} x_{c131} x_{c132} x_{c133}				
C_2		x_{c211} x_{c212} x_{c213} x_{c221} x_{c222} x_{c223} x_{c231} x_{c232} x_{c233}			
C_3			x_{c311} x_{c312} x_{c313} x_{c321} x_{c322} x_{c323} x_{c331} x_{c332} x_{c333}		
C_4				x_{c411} x_{c412} x_{c413} x_{c421} x_{c422} x_{c423} x_{c431} x_{c432} x_{c433}	
C_5					x_{c511} x_{c512} x_{c513} x_{c521} x_{c522} x_{c523} x_{c531} x_{c532} x_{c533}

紅色圈位置為
具有相依與回
饋關係



相依與回饋的處理(五)

- **群集權重矩陣(cluster weight matrix)的獲得**
 - 依據網路圖關係建構群集權重矩陣，其行元素由所有群集的成對比較矩陣的優先向量構成。
 - 此成對比較矩陣是在控制階層下，單一群集影響下，分別詢問各群集間的互相影響程度。
- **未加權超級矩陣(unweighted supermatrix)乘以對應的群集權重(來自群集比較矩陣)，即可得到加權超級矩陣(weighted supermatrix)。**
 - 正規化加權超級矩陣具有隨機性(行元素和為1)，可進行極限化運算以達穩定狀態。

相依與回饋的處理(六)

■ 群集權重矩陣舉例

- 若有五個群集 C_1, C_2, C_3, C_4, C_5

$$\begin{array}{c} C_1 \\ C_2 \\ C_3 \\ C_4 \\ C_5 \end{array} \begin{bmatrix} y_{11} & y_{12} & y_{13} & y_{14} & y_{15} \\ y_{21} & y_{22} & y_{23} & y_{24} & y_{25} \\ y_{31} & y_{32} & y_{33} & y_{34} & y_{35} \\ y_{41} & y_{42} & y_{43} & y_{44} & y_{45} \\ y_{51} & y_{52} & y_{53} & y_{54} & y_{55} \end{bmatrix}$$

此權重矩陣表達群集間的影響關係

相依與回饋的處理(七)

- ANP 中使用左隨機矩陣 (left stochastic matrix) 是實(數)方陣，其中每一行元素和為1。而馬可夫鏈的轉移矩陣是右隨機矩陣 (right stochastic matrix) 是實方陣，其中每一列元素和為1。
- Frobenius-Perron equation 為ANP的理論架構，描述非負方陣的性質。
- 在隨機非負方陣為irreducible and imprimitive (cyclic) 時，最終狀態將有多個，此時可取其平均值。



思考問題(一)

- 請思考強度問卷與相依問卷的異同。
- 請回想超級矩陣與群集權重矩陣的元素是如何獲得的？



分析網路程序法

案例一 供應商評選



Tamkang University

Management Sciences · Decision Analysis Laboratory | Since 1972

供應商評選(一)

- 考慮七個準則：及時交運(C1)、產品品質(C2)、價格(C3)、設施與科技(C4)、對顧客的回應(C5)、銷售人員的專業(C6)、以及與供應商的關係(C7)。
- 相依關係圖：

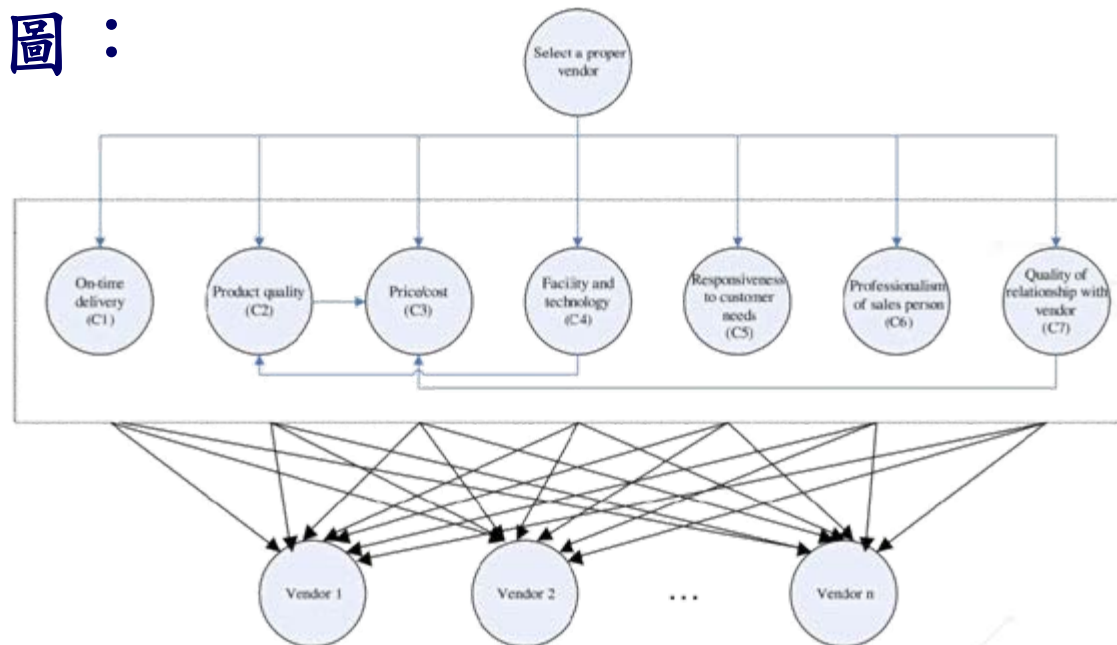


Fig. 2. The interdependent relationship between the selected criteria.

供應商評選(二)

■ 不考慮相依關係的評選準則優先向量

a) Independence

A

criteria	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
C1	1	2	4	5	4	6	3
C2	1/2	1	3	4	4	5	3
C3	1/4	1/3	1	3	4	3	2
C4	1/5	1/4	1/3	1	1/2	1/4	1/5
C5	1/4	1/4	1/4	2	1	5	1
C6	1/6	1/5	1/3	4	1/5	1	2/5
C7	1/3	1/3	1/2	5	1	2 1/2	1

Priority
vector
r

G.M.	nom.G.M.
3.120	0.338
2.318	0.251
1.292	0.140
0.329	0.036
0.767	0.083
0.447	0.048
0.949	0.103
9.222	1.000



供應商評選(三)

■ 處理相依關係

b) dependence

C2 and C4:

Which criteria will influence criterion C2 more: C2 or C4?

	C2	C4
C2	1	5
C4	1/5	1

	nom. G.M.	G.M.
	2.236	0.833
	0.447	0.167
	2.683	1.000

C2, C3 and C7:

Which criteria will influence criterion C3 more: C2 or C3?

Which criteria will influence criterion C3 more: C2 or C7?

Which criteria will influence criterion C3 more: C3 or C7?

	C2	C3	C7
C2	1	1/2	1 1/10
C3	2	1	5
C7	10/11	1/5	1

	nom. G.M.	G.M.
	0.819	0.231
	2.154	0.609
	0.567	0.160
	3.540	1.000

供應商評選(四)

■ 考慮相依關係後的評選準則優先向量

c) modification

A

criteria	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
C1	1	0	0	0	0	0	0
C2	0	0.833	0.231	0	0	0	0
C3	0	0.000	0.609	0	0	0	0
C4	0	0.167	0	1	0	0	0
C5	0	0	0	0	1	0	0
C6	0	0	0	0	0	1	0
C7	0	0	0.160	0	0	0	1

New
priority
vector
r

0.338
0.242 ↓
0.085 ↓
0.078 ↑
0.083
0.048
0.125 ↑
1.000

Priority
vector w/o
dependence
r

0.338
0.251
0.140
0.036
0.083
0.048
0.103
1.000





思考問題(二)

- 前面討論的供應商評選問題是層級(hierarchy)問題還是網路(network)問題？
- 請比較供應商評選問題的準則權重，不考慮相依與考慮相依的結果？請參考原本的影響圖形。
- 回想這個問題的處理步驟。



ANP分析步驟(一)

- 1. 確認問題
- 2. 相對於控制階層，決定一個網路群集與其元素的完整集合
- 3. 連結各群集內部與外部的影響關係
- 4. 建構超級矩陣
 - 由一個正倒值矩陣的優先向量放到超級矩陣對應的一區塊的一個行向量(**column vector**)
- 5. 執行群集間成對比較
 - 得到各群集間的權重
 - 得到各群集內部元素的權重

ANP的分析步驟(二)

■ 6. 計算隨機超級矩陣的極限化權重

- 將步驟4與步驟5相乘，並正規化，使得隨機超級矩陣的每一個列向量和等於1
- 隨機超級矩陣自乘，直至矩陣每一個列向量(row vector)的元素極為接近為止

$$W^{n+1} = \lim_{n \rightarrow \infty} W^n$$

■ 7. 方案排序

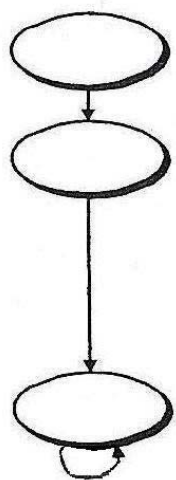
- 對極限化超級矩陣內每一區塊進行正規化
- 方案群集的優先向量即可獲得

■ 8. 執行敏感性分析



思考問題(三)

- **AHP**的分析是否能借用超級矩陣來計算？
- 請思考如何利用隨機超級矩陣，作一層級結構問題的分析？



$$W = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & \bullet & \bullet & & \bullet & 0 & 0 \\ W_{21} & 0 & 0 & \bullet & \bullet & & \bullet & 0 & 0 \\ 0 & W_{32} & 0 & \bullet & \bullet & & \bullet & 0 & 0 \\ \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & & \bullet & \bullet & \bullet \\ \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & & \bullet & \bullet & \bullet \\ \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & & \bullet & \bullet & \bullet \\ 0 & 0 & 0 & \bullet & \bullet & W_{n-1,n-2} & \bullet & \bullet & \bullet \\ 0 & 0 & 0 & \bullet & \bullet & \bullet & W_{n,n-1} & I & \bullet \end{bmatrix}$$

分析網路程序法

案例二

漢堡市佔率預測



Tamkang University

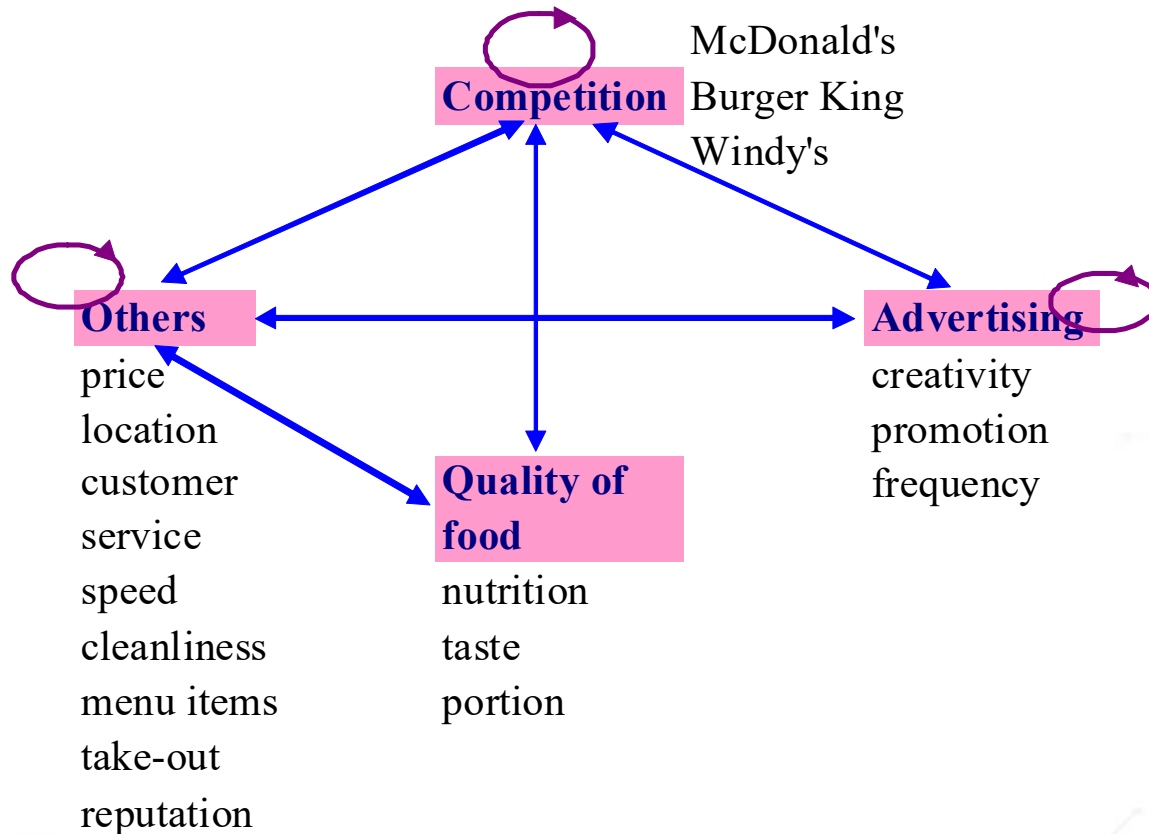
Management Sciences · Decision Analysis Laboratory | Since 1972

漢堡市佔率預測(一)

- 預測三大漢堡速食工業：McDonald's, Burger King, and Wendy (1996) 的市場佔有率
- ANP模型包括元素(element)與群集(cluster)，並依照相依關係而連結。其中群集為具有共同特徵的元素群組在一起。
- 控制準則：經濟影響。
- 結構：
 - Advertising cluster: creativity, promotion, and frequency
 - Competition cluster: McDonald's, Burger King, and Windy's
 - Other cluster: price, location, customer service, speed, cleanliness, menu items, take-out, and reputation
 - Quality (of foods) cluster: nutrition, taste, and portion
- 整體目標：競爭群集的市場佔有率。

漢堡市佔率預測(二)

■ ANP網路



漢堡市佔率預測(三)

■ 未加權超級矩陣

Table 4-1 Supermatrix of unweighted priorities

		Competition			Advertising			Quality of food			Other								
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	4	5	6	7	8	
Competition	1. McDonald's		0.8333	0.7500	0.6144	0.7172	0.7172	0.2493	0.2906	0.5954	0.6548	0.6548	0.3325	0.5368	0.2500	0.4934	0.4934	0.6738	
	2. Burger King	0.8000		0.2500	0.2684	0.1947	0.1947	0.1571	0.1048	0.1283	0.2499	0.2499	0.1396	0.3643	0.2500	0.1958	0.3108	0.2255	
	3. Wendy's	0.2000	0.1667		0.1172	0.0881	0.0881	0.5936	0.6046	0.2764	0.0953	0.0953	0.5278	0.0989	0.5000	0.3108	0.1958	0.1007	
Advertising	1. Creativity	0.2081	0.1786	0.2790		0.3330	0.5000										0.0782	0.0821	
	2. Promotion	0.1311	0.1125	0.0719	0.1250		0.5000				0.8333						0.1714	0.3680	
	3. Frequency	0.6608	0.7089	0.6491	0.8750	0.6667					0.1677						0.7504	0.5498	
Quality of food	1. Nutrition	0.3325	0.2790	0.6267							0.1677						0.0754	0.0936	
	2. Taste	0.1396	0.0719	0.2797													0.6955	0.6267	
	3. Portion	0.5278	0.6491	0.0936							0.8333						0.2291	0.2797	
Other	1. Price	0.0328	0.2394	0.0300		0.8333				0.8571							0.1165	0.0623	
	2. Location	0.1068	0.2236	0.1421	0.7096		0.1958				0.5000		0.0983		0.1713	0.0528	0.6554	0.2645	
	3. Service	0.0236	0.1428	0.0648										0.1885	0.0782		0.0549	0.0448	
	4. Speed	0.0479	0.1399	0.0641										0.2847		0.7504	0.1937	0.2897	0.0830
	5. Cleanliness	0.3330	0.1101	0.2761										0.5187			0.6370	0.2389	
	6. Menu item	0.1586	0.0513	0.1570	0.1354	0.1667	0.3108												0.1926
	7. Take-out	0.0737	0.0505	0.0590						0.1429		0.5000			0.7304				0.0569
	8. Reputation	0.2235	0.0424	0.2070	0.1550		0.4934							0.0983	0.0811				0.0569
		3.9998	4.0000	4.0001	3.0000	2.9997	3.0000	1.0000	1.0000	2.0001	4.0020	1.0000	1.9999	2.0000	1.9999	4.0000	2.0000	3.9998	

漢堡市佔率預測(四)

■ 群集權重

Table 4-2 Cluster weights matrix

	1	2	3	4
1. Competition	0.2146	0.2470	0.5000	0.1870
2. Advertising	0.5328	0.6223		0.1307
3. Quality	0.0656			0.5000
4. Other	0.1870	0.1307	0.5000	0.1984
	1.0000	1.0000	1.0000	1.0161



漢堡市佔率預測(五)

■ 加權超級矩陣

Table 4-1 Weighted supermatrix

S		Competition			Advertising			Quality of food			Other							
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	4	5	6	7	8
Competition	1. McDonald's	0.0000	0.1788	0.1610	0.1518	0.1771	0.1771	0.1247	0.1453	0.2977	0.1224	0.1224	0.0622	0.1004	0.0468	0.0923	0.0923	0.1260
	2. Burger King	0.1717	0.0000	0.0537	0.0663	0.0481	0.0481	0.0786	0.0524	0.0642	0.0467	0.0467	0.0261	0.0681	0.0468	0.0366	0.0581	0.0422
	3. Wendy's	0.0429	0.0358	0.0000	0.0289	0.0218	0.0218	0.2968	0.3023	0.1382	0.0178	0.0178	0.0987	0.0185	0.0935	0.0581	0.0366	0.0188
Advertising	1. Creativity	0.1109	0.0952	0.1487	0.0000	0.2072	0.3112	0	0	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0102	0.0000	0.0107
	2. Promotion	0.0699	0.0599	0.0383	0.0778	0.0000	0.3112	0	0	0	0.1089	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0224	0.0000	0.0481
	3. Frequency	0.3521	0.3777	0.3458	0.5445	0.4149	0.0000	0	0	0	0.0219	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0981	0.0000	0.0719
Quality of food	1. Nutrition	0.0218	0.0183	0.0411	0	0	0	0	0	0	0.0839	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0377	0.0000	0.0468
	2. Taste	0.0092	0.0047	0.0183	0	0	0	0	0	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.3478	0.0000	0.3134
	3. Portion	0.0346	0.0426	0.0061	0	0	0	0	0	0	0.4167	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1146	0.0000	0.1399
Other	1. Price	0.0061	0.0448	0.0056	0.0000	0.1089	0.0000	0.0000	0.0000	0.4286	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0231	0.0000	0.0124
	2. Location	0.0200	0.0418	0.0266	0.0927	0.0000	0.0256	0.0000	0.0000	0.0000	0.0992	0.0000	0.0195	0.0000	0.0340	0.0105	0.1300	0.0525
	3. Service	0.0044	0.0267	0.0121	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0374	0.0155	0.0000	0.0109	0.0089
	4. Speed	0.0090	0.0262	0.0120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0565	0.0000	0.1489	0.0384	0.0575	0.0165
	5. Cleanliness	0.0623	0.0206	0.0516	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1029	0.0000	0.0000	0.1264	0.0000	0.0474
	6. Menu item	0.0297	0.0096	0.0294	0.0177	0.0218	0.0406	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0382
	7. Take-out	0.0138	0.0094	0.0110	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0715	0.0992	0.0000	0.0000	0.1449	0.0000	0.0000	0.0000	0.0113
	8. Reputation	0.0418	0.0079	0.0387	0.0203	0.0000	0.0645	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0195	0.0161	0.0000	0.0000	0.0000	0.0113
		1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9998	1.0000	0.5000	0.5000	1.0001	1.0167	0.1870	0.3854	0.3854	0.3854	1.0161	0.3854	1.0161

漢堡市佔率預測(六)

■ 隨機超級矩陣(正規化)

S¹

		Competition			Advertising			Quality of food			Other							
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	4	5	6	7	8
Competition	1. McDonald's	0.0000	0.1788	0.1609	0.1518	0.1772	0.1771	0.2493	0.2906	0.2977	0.1204	0.6548	0.1613	0.2605	0.1213	0.0908	0.2394	0.1240
	2. Burger King	0.1717	0.0000	0.0536	0.0663	0.0481	0.0481	0.1571	0.1048	0.0641	0.0460	0.2499	0.0677	0.1768	0.1213	0.0360	0.1508	0.0415
	3. Wendy's	0.0429	0.0358	0.0000	0.0289	0.0218	0.0218	0.5936	0.6046	0.1382	0.0175	0.0953	0.2561	0.0480	0.2426	0.0572	0.0950	0.0185
Advertising	1. Creativity	0.1109	0.0952	0.1486	0.0000	0.2073	0.3112	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0101	0.0000	0.0106
	2. Promotion	0.0699	0.0599	0.0383	0.0778	0.0000	0.3112	0.0000	0.0000	0.0000	0.1071	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0220	0.0000	0.0473
	3. Frequency	0.3521	0.3777	0.3458	0.5445	0.4150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0216	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0965	0.0000	0.0707
Quality of food	1. Nutrition	0.0218	0.0183	0.0411	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0825	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0371	0.0000	0.0461
	2. Taste	0.0092	0.0047	0.0183	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.3422	0.0000	0.3084
	3. Portion	0.0346	0.0426	0.0061	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.4098	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1127	0.0000	0.1376
Other	1. Price	0.0061	0.0448	0.0056	0.0000	0.1089	0.0000	0.0000	0.0000	0.4285	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0227	0.0000	0.0122
	2. Location	0.0200	0.0418	0.0266	0.0927	0.0000	0.0256	0.0000	0.0000	0.0000	0.0976	0.0000	0.0506	0.0000	0.0882	0.0103	0.3374	0.0516
	3. Service	0.0044	0.0267	0.0121	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0970	0.0403	0.0000	0.0283	0.0087
	4. Speed	0.0090	0.0262	0.0120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1466	0.0000	0.3863	0.0378	0.1491	0.0162
	5. Cleanliness	0.0623	0.0206	0.0516	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.2670	0.0000	0.0000	0.1244	0.0000	0.0466
	6. Menu item	0.0297	0.0096	0.0294	0.0177	0.0218	0.0406	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0376
	7. Take-out	0.0138	0.0094	0.0110	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0714	0.0976	0.0000	0.0000	0.3760	0.0000	0.0000	0.0000	0.0111
	8. Reputation	0.0418	0.0079	0.0387	0.0203	0.0000	0.0645	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0506	0.0417	0.0000	0.0000	0.0000	0.0111
		1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000

漢堡市佔率預測(七)

■ 極限化超級矩陣(自乘九次)

Table 4-4 Limiting supermatrix

		Competition			Advertising			Quality of food			Other							
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	4	5	6	7	8
Competition	1. McDonald's	0.1645	0.1645	0.1645	0.1645	0.1645	0.1644	0.1644	0.1644	0.1647	0.1643	0.1644	0.1645	0.1645	0.1644	0.1645	0.1645	0.1644
	2. Burger King	0.0825	0.0825	0.0825	0.0825	0.0824	0.0824	0.0824	0.0824	0.0825	0.0826	0.0825	0.0825	0.0825	0.0825	0.0825	0.0825	0.0825
	3. Wendy's	0.0585	0.0585	0.0585	0.0585	0.0586	0.0586	0.0585	0.0585	0.0589	0.0583	0.0586	0.0586	0.0586	0.0585	0.0585	0.0585	0.0585
Advertising	1. Creativity	0.1273	0.1272	0.1273	0.1271	0.1274	0.1277	0.1276	0.1276	0.1276	0.1269	0.1276	0.1274	0.1275	0.1272	0.1271	0.1272	0.1271
	2. Promotion	0.1039	0.1037	0.1039	0.1035	0.1040	0.1047	0.1044	0.1044	0.1045	0.1034	0.1044	0.1041	0.1044	0.1038	0.1036	0.1038	0.1036
	3. Frequency	0.2268	0.2271	0.2268	0.2276	0.2266	0.2257	0.2261	0.2261	0.2252	0.2274	0.2260	0.2263	0.2259	0.2269	0.2272	0.2269	0.2272
Quality of food	1. Nutrition	0.0120	0.0120	0.0120	0.0120	0.0120	0.0121	0.0121	0.0121	0.0120	0.0121	0.0120	0.0120	0.0120	0.0120	0.0120	0.0120	0.0120
	2. Taste	0.0193	0.0194	0.0193	0.0194	0.0193	0.0192	0.0193	0.0193	0.0192	0.0193	0.0192	0.0193	0.0193	0.0193	0.0194	0.0193	0.0194
	3. Portion	0.0279	0.0278	0.0278	0.0278	0.0278	0.0281	0.0280	0.0280	0.0278	0.0282	0.0280	0.0279	0.0279	0.0279	0.0278	0.0279	0.0279
Other	1. Price	0.0292	0.0293	0.0293	0.0294	0.0293	0.0289	0.0290	0.0290	0.0293	0.0291	0.0290	0.0290	0.0290	0.0291	0.0293	0.0292	0.0292
	2. Location	0.0378	0.0377	0.0377	0.0377	0.0377	0.0378	0.0378	0.0378	0.0378	0.0378	0.0378	0.0378	0.0378	0.0378	0.0378	0.0378	0.0378
	3. Service	0.0068	0.0068	0.0068	0.0068	0.0068	0.0068	0.0068	0.0068	0.0068	0.0068	0.0068	0.0068	0.0068	0.0068	0.0068	0.0068	0.0068
	4. Speed	0.0170	0.0169	0.0170	0.0169	0.0170	0.0169	0.0170	0.0170	0.0171	0.0170	0.0170	0.0170	0.0170	0.0170	0.0170	0.0170	0.0170
	5. Cleanliness	0.0209	0.0209	0.0209	0.0209	0.0208	0.0208	0.0208	0.0208	0.0208	0.0210	0.0208	0.0209	0.0209	0.0209	0.0209	0.0209	0.0209
	6. Menu item	0.0222	0.0222	0.0222	0.0222	0.0222	0.0222	0.0222	0.0222	0.0222	0.0221	0.0222	0.0222	0.0222	0.0222	0.0222	0.0222	0.0222
	7. Take-out	0.0152	0.0152	0.0152	0.0152	0.0152	0.0152	0.0152	0.0152	0.0152	0.0154	0.0152	0.0153	0.0152	0.0153	0.0153	0.0153	0.0153
	8. Reputation	0.0283	0.0283	0.0283	0.0282	0.0283	0.0285	0.0284	0.0284	0.0284	0.0283	0.0284	0.0284	0.0284	0.0283	0.0283	0.0283	0.0283
		1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000

漢堡市佔率預測(八)

■ 極限化超級矩陣(每一區塊正規化後)

Table 4-4 Limiting supermatrix- normalized in each block

		Competition			Advertising			Quality of food			Other								
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	4	5	6	7	8	
Competition	1. McDonald's	0.5384	0.5384	0.5384	0.5384	0.5384	0.5385	0.5385	0.5385	0.5384	0.5383	0.5384	0.5384	0.5384	0.5383	0.5383	0.5384	0.5383	
	2. Burger King	0.2700	0.2700	0.2700	0.2699	0.2700	0.2700	0.2700	0.2700	0.2702	0.2698	0.2700	0.2700	0.2700	0.2700	0.2700	0.2700	0.2700	0.2699
	3. Wendy's	0.1916	0.1917	0.1916	0.1917	0.1916	0.1916	0.1916	0.1916	0.1914	0.1919	0.1916	0.1916	0.1916	0.1917	0.1917	0.1917	0.1917	0.1917
Advertising	1. Creativity	0.2782	0.2783	0.2782	0.2785	0.2781	0.2778	0.2779	0.2779	0.2776	0.2785	0.2779	0.2780	0.2779	0.2782	0.2784	0.2782	0.2784	0.2784
	2. Promotion	0.2272	0.2275	0.2273	0.2278	0.2272	0.2266	0.2268	0.2268	0.2264	0.2277	0.2267	0.2270	0.2268	0.2273	0.2276	0.2274	0.2276	0.2276
	3. Frequency	0.4945	0.4942	0.4945	0.4937	0.4947	0.4957	0.4953	0.4953	0.4960	0.4938	0.4954	0.4950	0.4954	0.4944	0.4940	0.4944	0.4944	0.4940
Quality of food	1. Nutrition	0.2031	0.2031	0.2031	0.2031	0.2031	0.2031	0.2031	0.2031	0.2032	0.2032	0.2031	0.2032	0.2031	0.2032	0.2032	0.2031	0.2032	0.2032
	2. Taste	0.3255	0.3251	0.3254	0.3247	0.3252	0.3268	0.3265	0.3265	0.3254	0.3257	0.3264	0.3261	0.3264	0.3258	0.3252	0.3256	0.3253	0.3253
	3. Portion	0.4714	0.4718	0.4715	0.4722	0.4716	0.4701	0.4704	0.4704	0.4714	0.4712	0.4705	0.4707	0.4705	0.4710	0.4716	0.4713	0.4716	0.4716
Other	1. Price	0.1644	0.1642	0.1643	0.1639	0.1643	0.1654	0.1650	0.1650	0.1645	0.1647	0.1650	0.1645	0.1647	0.1643	0.1641	0.1643	0.1642	0.1642
	2. Location	0.2130	0.2130	0.2130	0.2131	0.2130	0.2128	0.2129	0.2129	0.2130	0.2129	0.2129	0.2129	0.2129	0.2130	0.2130	0.2130	0.2130	0.2130
	3. Service	0.0384	0.0384	0.0384	0.0383	0.0384	0.0383	0.0383	0.0383	0.0385	0.0384	0.0384	0.0384	0.0384	0.0384	0.0384	0.0384	0.0384	0.0384
	4. Speed	0.0956	0.0957	0.0956	0.0956	0.0956	0.0955	0.0956	0.0956	0.0956	0.0959	0.0956	0.0957	0.0957	0.0958	0.0957	0.0957	0.0957	0.0957
	5. Cleanliness	0.1176	0.1176	0.1177	0.1176	0.1177	0.1176	0.1176	0.1176	0.1178	0.1174	0.1176	0.1177	0.1177	0.1176	0.1176	0.1176	0.1176	0.1176
	6. Menu item	0.1251	0.1252	0.1251	0.1252	0.1251	0.1250	0.1250	0.1250	0.1249	0.1250	0.1250	0.1250	0.1250	0.1251	0.1251	0.1251	0.1251	0.1251
	7. Take-out	0.0859	0.0859	0.0859	0.0859	0.0859	0.0857	0.0858	0.0858	0.0862	0.0858	0.0858	0.0859	0.0859	0.0859	0.0859	0.0859	0.0859	0.0859
	8. Reputation	0.1600	0.1601	0.1600	0.1603	0.1600	0.1596	0.1597	0.1597	0.1596	0.1599	0.1597	0.1598	0.1597	0.1600	0.1601	0.1600	0.1600	0.1601
		4.0000	4.0000	4.0000	4.0000	4.0000	4.0000	4.0000	4.0000	4.0000	4.0000	4.0000	4.0000	4.0000	4.0000	4.0000	4.0000	4.0000	4.0000

- 1994年統計15家：M (32.3%), BK (13.2%), W(7.1%), indirect (47.4%)



思考問題(四)

- 請比較ANP群集與AHP層級之間的異同？
- 請問ANP隨機矩陣的特性？
- 請問此漢堡市佔率的例子在不同時空環境下，其分析結果是否仍然相同？





ANP-BOCR分析

- ANP-BOCR概念
- BOCR綜合
- ANP-BOCR分析步驟
- 案例三：綠色供應商評選



ANP-BOCR概念(一)

- 傳統上，分析層級/網路程序法(AHP/ANP)可以單一的階層/網路來分析，但這樣比較不能表達負向評價的意涵。因此 **Saaty (1980)** 提出成本效益分析的分析層級程序法，以成本與效益兩個層級分別呈現。再以方案為基礎，將其效益的優先值分別除以對應方案成本優先值，得到這些方案的益本比，以利方案總體排序；並以跨越河流的三個方案說明之。其後，**Saaty (1994)** 又加入風險的概念，以強化負向不確定性。**Saaty and Ozdemir (2003)** 繼續加入機會的正向概念，於是利益、機會、成本、風險(BOCR)的雛形建立，並應用於政治、區域選擇、行銷等多項領域。

ANP-BOCR概念(二)

- **Saaty (2005)** 認為每個決策皆須考量正向及負向的影響，正向的為利益與機會，負向為成本與風險。又區分確定及不確定性；即正向且確定的為利益，正向具不確定性的為機會，負向且確定的為成本，負向具不確定性的為風險。所以當面對一個複雜決策問題，可依據**BOCR**各構面思考，較能夠周延且全面性的透視正負向的影響。
- **Wijnmalen (2007)** 認為一個完整的**BOCR**某種程度上類似於**SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats)**分析，但優勢(**S**)及機會(**O**)並不完全代表正向的**B**與**O**；劣勢(**W**)與威脅(**T**)也不能完全代表負向的**C**與**R**。**SWOT**著重考量問題的內、外部關係，而**BOCR**則是評估預期確定與不確定性的正負向關係。

BOCR的綜合

- **Saaty and Ozdemir (2003)** 為計算方案之綜合權重，將負向關係的成本與風險納入後如下：
 - BO/CR
 - $bB+oO+c(1/C)+r(1/R)$
 - $bB+oO+c(1-C)+r(1-R)$
 - $bB+oO-cC-rR$
- B 、 O 、 C 、 R 分別為各方案在該構面下的優先值，而 b 、 o 、 c 、 r 則為各構面之權重。
- 第一種方法與第三種方法皆可導出與第四種方法同樣的方程式，而第二種方法有其限制，故 **Saaty (2005)** 建議以第四種公式為 **BOCR** 方法的計算。

BOCR分析步驟(一)

- 1. 確認問題。
- 2. 確定四個控制層級(BOCR)的準則與次準則。
※利益(benefits)、機會(opportunities)、成本(costs)與風險(risks) 績效評估項目(merit)
- 3. 相對於控制準則，決定BOCR下每一網路的群集與其元素之完整架構。
- 4. 連結內部與外部的影響關係(強度與相依)。
- 5. 執行群集內部與外部之元素間的成對比較，並獲得優先向量。
- 6. 決定群集的影響關係

ANP-BOCR分析步驟(二)

- 7. 執行群集間成對比較，並獲得優先向量。
- 8. 建構超級矩陣。
- 9. 完成加權超級矩陣。
- 10. 計算隨機超級矩陣的極限化優先向量。
- 11. 綜合在BOCR網路下，每方案的正規化權重。
- 12. 方案排序。
- 13. 執行敏感性分析。



分析網路程序法

案例三

綠色供應商評選



Tamkang University

Management Sciences · Decision Analysis Laboratory | Since 1972

綠色供應商評選(一)

■ BOCR-ANP網路圖一利益

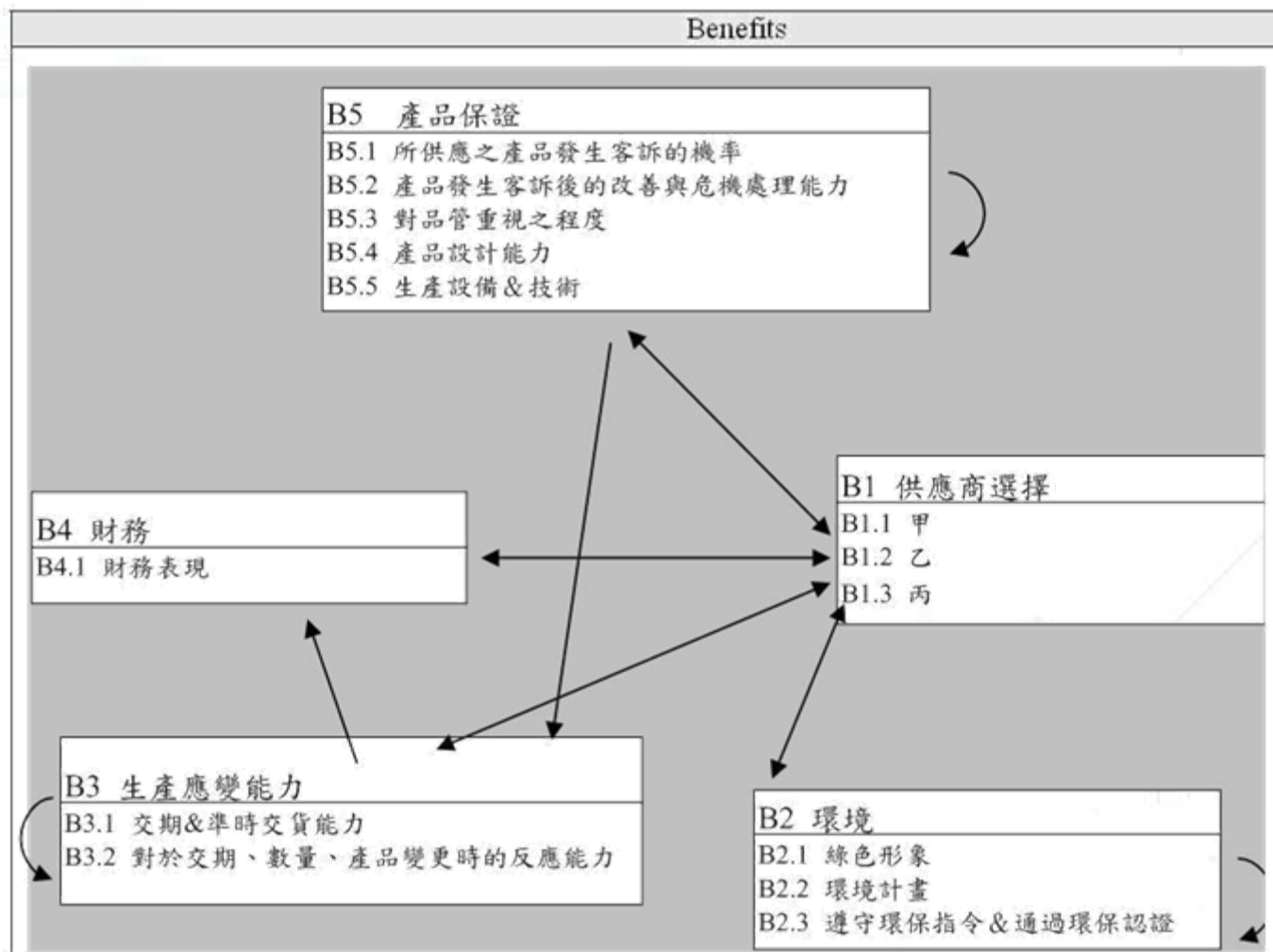


圖 3.2 BOCR-ANP 架構圖一利益

綠色供應商評選(二)

■ BOCR-ANP網路圖—機會

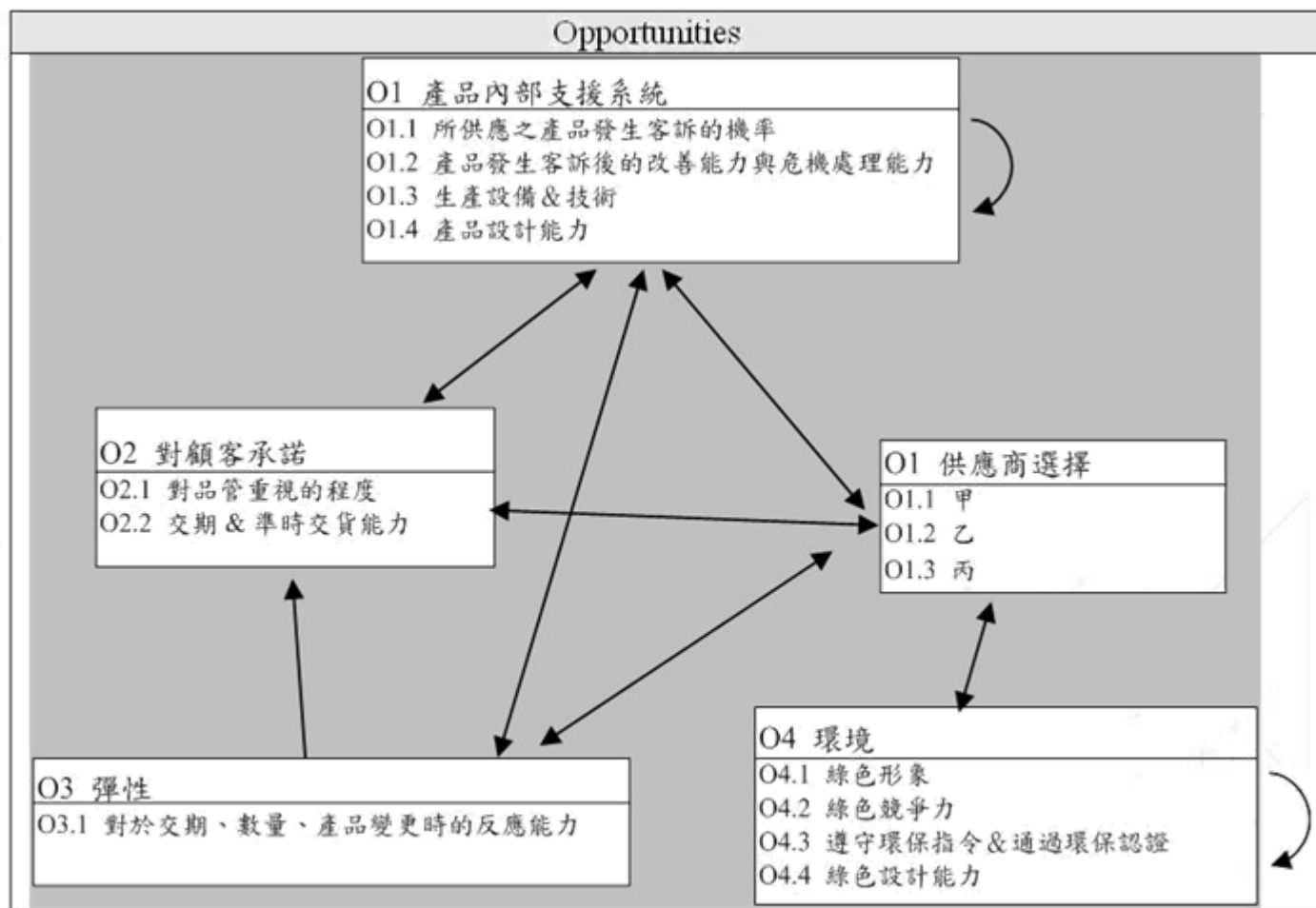


圖 3.3 BOCR-ANP 架構圖—機會

綠色供應商評選(三)

■ BOCR-ANP 網路圖 — 成本

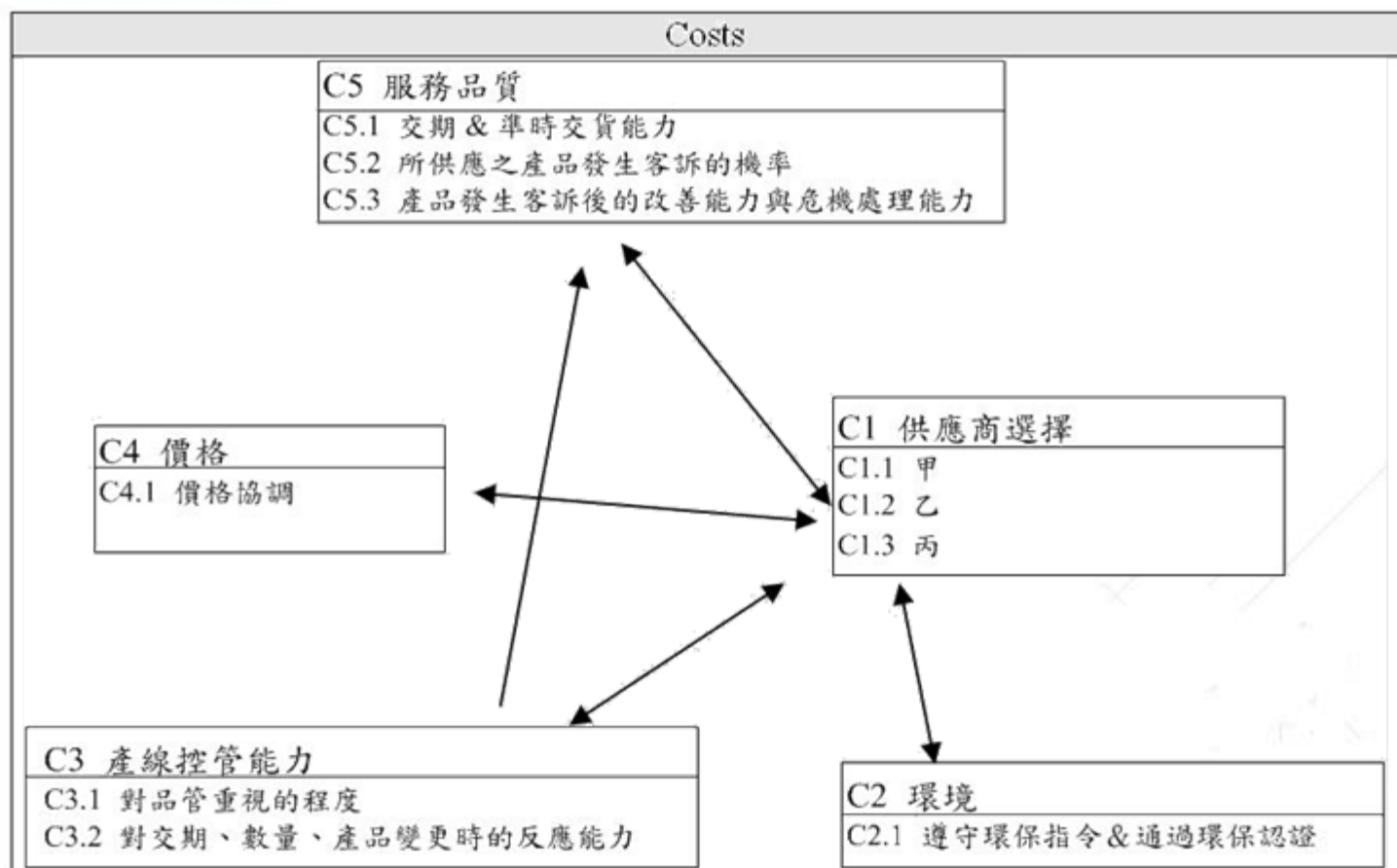


圖 3.4 BOCR-ANP 架構圖—成本

綠色供應商評選(四)

■ BOCR-ANP網路圖—風險

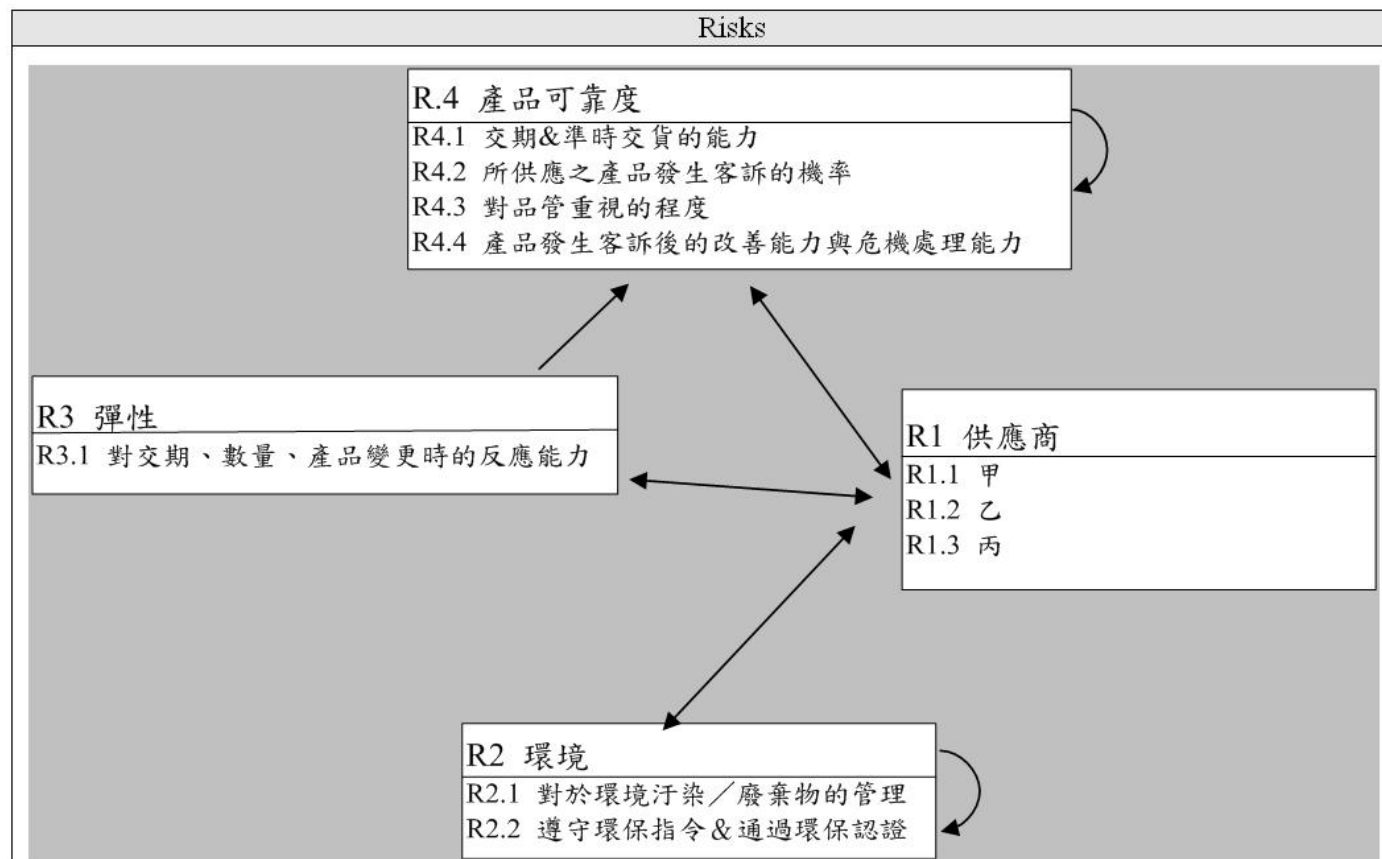


圖 3.5 BOCR-ANP 架構圖—風險

綠色供應商評選(五)

■ 利益下之未加權超級矩陣

表 4.2 利益下之未加權超級矩陣

	供應商			環境			生產應變能力		財務		產品保證				
	A	B	C	B2.1	B2.2	B2.3	B3.1	B3.2	B4.1	B5.1	B5.2	B5.3	B5.4	B5.5	
供應商	甲	0.0000	0.0000	0.0000	0.2500	0.2970	0.3333	0.1250	0.1468	0.1666	0.2297	0.2000	0.2857	0.1714	0.1947
	乙	0.0000	0.0000	0.0000	0.5000	0.5396	0.3333	0.7500	0.7692	0.7396	0.6483	0.6000	0.5714	0.7504	0.7172
	丙	0.0000	0.0000	0.0000	0.2500	0.1634	0.3333	0.1250	0.0840	0.0938	0.1220	0.2000	0.1429	0.0783	0.0881
環境	B2.1 綠色形象	0.3875	0.1852	0.1634	0.0000	0.1250	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	B2.2 環境計畫	0.1692	0.1562	0.2970	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	B2.3 遵守環保指令與認證	0.4433	0.6587	0.5396	0.0000	0.8750	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
生產應變能力	B3.1 交期&準時交貨能力	0.1250	0.2500	0.3333	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.8750
	B3.2 交期、數量、產品變更的反應能力	0.8750	0.7500	0.6667	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1250
財務	B4.1 財務表現	1.0000	1.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
產品保證	B5.1 產品發生客訴的機率	0.0537	0.0625	0.0763	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1958	1.0000	0.8750
	B5.2 產品發生客訴後的改善能力&危機處理	0.1254	0.1046	0.1084	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.3108	0.0000	0.1250
	B5.3 對品管重視的程度	0.1358	0.1524	0.2544	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	B5.4 產品設計能力	0.4703	0.3464	0.4158	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	B5.5 生產設備&技術	0.2148	0.3341	0.1452	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.4934	0.0000	0.0000

綠色供應商評選(六)

■ 利益下之加權超級矩陣

表 4.3 利益下之加權超級矩陣

	供應商			環境			生產應變能力		財務		產品保證				
	A	B	C	B2.1	B2.2	B2.3	B3.1	B3.2	B4.1	B5.1	B5.2	B5.3	B5.4	B5.5	
供應商	甲	0.0000	0.0000	0.0000	0.2500	0.1485	0.1667	0.0625	0.0978	0.1666	0.2297	0.2000	0.2405	0.1442	0.1132
	乙	0.0000	0.0000	0.0000	0.5000	0.2698	0.1667	0.3750	0.5128	0.7396	0.6483	0.6000	0.4809	0.6315	0.4171
	丙	0.0000	0.0000	0.0000	0.2500	0.0817	0.1667	0.0625	0.0560	0.0938	0.1220	0.2000	0.1202	0.0659	0.0512
環境	B2.1 綠色形象	0.0342	0.0164	0.0144	0.0000	0.0625	0.5000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	B2.2 環境計畫	0.0150	0.0138	0.0262	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	B2.3 遵守環保指令&認證	0.0392	0.0582	0.0477	0.0000	0.4375	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
生產應變能力	B3.1 交期&準時交貨能力	0.0609	0.1218	0.1624	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.3333	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.2704
	B3.2 交期、數量、產品變更的反應能力	0.4262	0.3653	0.3247	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0386
財務	B4.1 財務表現	0.0912	0.0912	0.0912	0.0000	0.0000	0.0000	0.5000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	B5.1 產品發生客訴的機率	0.0179	0.0208	0.0254	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0310	0.1584	0.0958
	B5.2 產品發生客訴後的改善能力&危機處理	0.0418	0.0349	0.0361	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0492	0.0000	0.0137
	B5.3 對品質重視的程度	0.0453	0.0508	0.0848	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	B5.4 產品設計能力	0.1568	0.1155	0.1386	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
產品保證	B5.5 生產設備&技術	0.0716	0.1114	0.0484	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0782	0.0000	0.0000	

綠色供應商評選(七)

■ 利益下之極限化超級矩陣

表 4.4 利益下之極限超級矩陣

	供應商			環境			生產應變能力		財務		產品保證				
	A	B	C	B2.1	B2.2	B2.3	B3.1	B3.2	B4.1	B5.1	B5.2	B5.3	B5.4	B5.5	
供應商	甲	0.0754	0.0754	0.0754	0.0754	0.0754	0.0754	0.0754	0.0754	0.0754	0.0754	0.0754	0.0754	0.0754	
	乙	0.2975	0.2975	0.2975	0.2975	0.2975	0.2975	0.2975	0.2975	0.2975	0.2975	0.2975	0.2975	0.2975	
	丙	0.0495	0.0495	0.0495	0.0495	0.0495	0.0495	0.0495	0.0495	0.0495	0.0495	0.0495	0.0495	0.0495	
環境	B2.1 綠色形象	0.0213	0.0213	0.0213	0.0213	0.0213	0.0213	0.0213	0.0213	0.0213	0.0213	0.0213	0.0213	0.0213	
	B2.2 環境計畫	0.0065	0.0065	0.0065	0.0065	0.0065	0.0065	0.0065	0.0065	0.0065	0.0065	0.0065	0.0065	0.0065	
	B2.3 遵守環保指令&認證	0.0255	0.0255	0.0255	0.0255	0.0255	0.0255	0.0255	0.0255	0.0255	0.0255	0.0255	0.0255	0.0255	
生產應變能力	B3.1 交期&準時交貨能力	0.1132	0.1132	0.1132	0.1132	0.1132	0.1132	0.1132	0.1132	0.1132	0.1132	0.1132	0.1132	0.1132	
	B3.2 交期、數量、產品變更的反應能力	0.1585	0.1585	0.1585	0.1585	0.1585	0.1585	0.1585	0.1585	0.1585	0.1585	0.1585	0.1585	0.1585	
財務	B4.1 財務表現	0.0951	0.0951	0.0951	0.0951	0.0951	0.0951	0.0951	0.0951	0.0951	0.0951	0.0951	0.0951	0.0951	
	B5.1 產品發生客訴的機率	0.0220	0.0220	0.0220	0.0220	0.0220	0.0220	0.0220	0.0220	0.0220	0.0220	0.0220	0.0220	0.0220	
產品保證	B5.2 產品發生客訴後的改善能力&危機處理	0.0170	0.0170	0.0170	0.0170	0.0170	0.0170	0.0170	0.0170	0.0170	0.0170	0.0170	0.0170	0.0170	
	B5.3 對品管重視的程度	0.0227	0.0227	0.0227	0.0227	0.0227	0.0227	0.0227	0.0227	0.0227	0.0227	0.0227	0.0227	0.0227	
	B5.4 產品設計能力	0.0530	0.0530	0.0530	0.0530	0.0530	0.0530	0.0530	0.0530	0.0530	0.0530	0.0530	0.0530	0.0530	
	B5.5 生產設備&技術	0.0427	0.0427	0.0427	0.0427	0.0427	0.0427	0.0427	0.0427	0.0427	0.0427	0.0427	0.0427	0.0427	



綠色供應商評選(八)

■ 各構面及因素之權重－利益與機會

表 4.5 各構面及元素之權重

利益			機會		
	A	0.0754		A	0.0896
	B	0.2975		B	0.2625
	C	0.0495		C	0.0561
環境 0.0533	B2.1 綠色形象 B2.2 環境計畫 B2.3 遵守環保指令&認證	0.0213 0.0065 0.0255	環境 0.0715	O2.1 綠色形象 O2.2 綠色競爭力 O2.3 遵守環保指令&認證 O2.4 綠色設計能力	0.0170 0.0184 0.0232 0.0128
生產應變 能力 0.2718	B3.1 交期&交貨能力 B3.2 交期、數量、產品變更的反應能力	0.1132 0.1585	彈性 0.1442	O3.1 交期、數量、產品變更的反應能力	0.1442
財務 0.0951	B4.1 財務表現	0.0951	對顧客承諾 0.1986	O4.1 對品管重視的程度 O4.2 交期&準時交貨能力	0.0292 0.1694
產品保證 0.1575	B5.1 產品發生客訴的機率 B5.2 產品發生客訴後的改善 B5.3 對品管重視的程度 B5.4 產品設計能力 B5.5 生產設備&技術	0.0220 0.0170 0.0227 0.0530 0.0427	產品內部支 援系統 0.1776	O5.1 產品發生客訴的機率 O5.2 產品發生客訴後的改善能力&危機處理 O5.3 生產設備&技術 O5.4 產品設計能力	0.0329 0.0311 0.0466 0.0670

綠色供應商評選(九)

■ 各構面及因素之權重－成本與風險

表 4.5 各構面及元素之權重 (續上頁)

成本		風險			
	甲	0.1445	甲	0.1086	
	乙	0.1915	乙	0.0434	
	丙	0.1366	丙	0.2241	
環境 0.0314	C2.1 遵守環保指令&認證	0.0314	環境 0.0733	R2.1 對於環境汙染/廢棄物管理 R2.2 遵守環保指令&認證	0.0337 0.0395
產線控管 能力 0.1094	C3.1 對品管重視的程度 C3.2 交期、數量、產品變更的反應能力	0.0581 0.0512	彈性 0.1253	R3.1 交期、數量、產品變更的反應能力	0.1253
價格 0.275	C4.1 價格協調	0.2750	產品可靠度 0.4253	R4.1 交期&準時交貨能力 R4.2 產品發生客訴的機率 R4.3 對品管重視的程度 R4.4 產品發生客訴後的改善能力&危機處理	0.1715 0.0845 0.0835 0.0858
服務品質 0.1116	C5.1 交期&準時交貨能力 C5.2 產品發生客訴的機率 C5.3 產品發生客訴後的改善能力&危機處理	0.0432 0.0418 0.0267			

綠色供應商評選(十)

■ 供應商評選結果

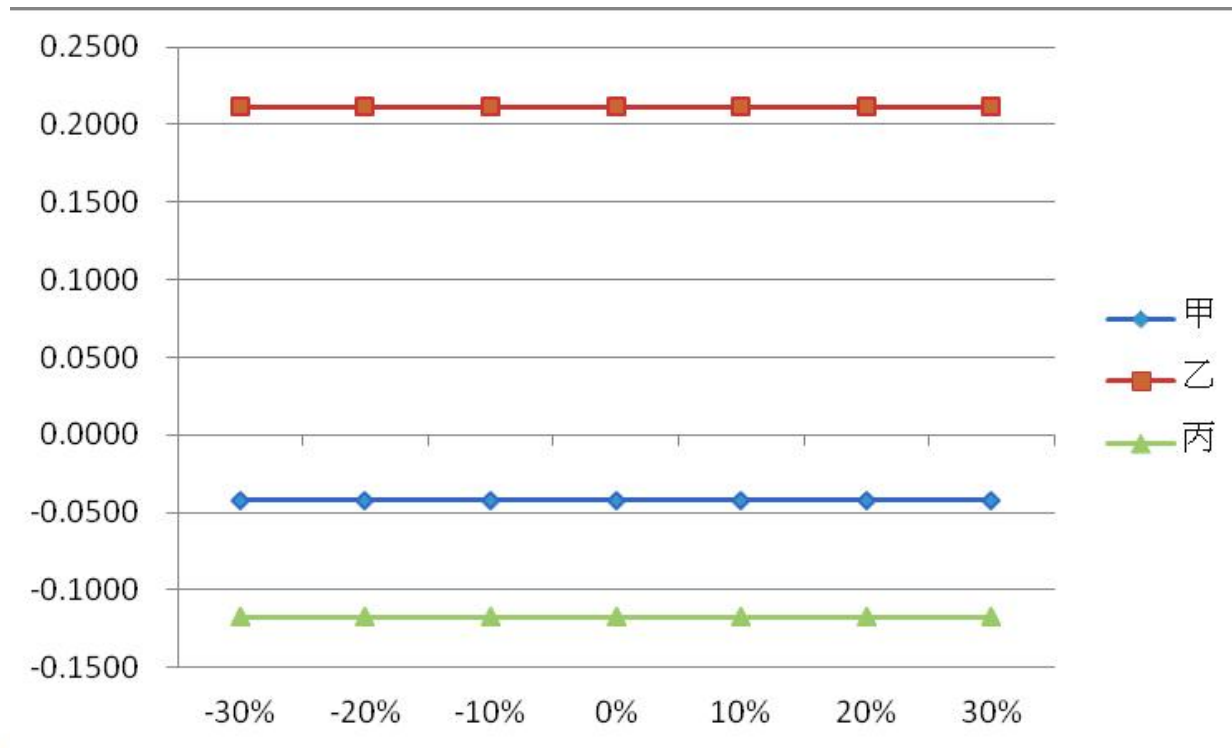
表 4.6 供應商評選結果排序

構面權重	b	o	c	r	優先值	排序
供應商	0.3629	0.163	0.3261	0.148		
甲	0.1785	0.2195	0.3058	0.2888	-0.0419	2
乙	0.7043	0.6431	0.4052	0.1154	0.2112	1
丙	0.1172	0.1374	0.2890	0.5959	-0.1175	3

本案例分析再對照企業實務，根據 P 公司 2011 年實際採購 NB Adapter 的情況顯示係向乙與甲兩家供應商採購。其中乙供應商佔 65%，甲供應商佔 35%。

綠色供應商評選(十一)

- 敏感度分析－觀察權重值較高的「交期、數量、產品變更的反應能力」準則之權重變化對分析結果的影響





思考問題(五)

- 極限化超級矩陣的數值在自乘多次後，是否都會呈現一穩定值(即每一列的值均相同且前後矩陣相對位置元素值差異不大)?
- 回想這個問題的處理步驟。



分析網路程序法

準則交互作用問題



Tamkang University

Management Sciences · Decision Analysis Laboratory | Since 1972

準則交互作用(一)

- **Gölcüka and Baykasoğlu (2016)** 認為準則獨立性並不符合現實生活問題中的假設。他們整理區分**準則交互作用 (criteria interaction)** 有**準則相依性 (criteria dependency)** 與**準則相互影響 (criteria interactivity)**。準則相依性和準則相互影響是兩種截然不同的哲學。
- **準則相互影響** 中相互影響一詞與聚集的概念相關。其中 **Choquet** 和 **Sugeno** 積分，也稱為**非加性積分 (non-additive integrals)** 或**模糊積分 (fuzzy integrals)** 的成員，利用模糊度量來分配準則的重要程度。模糊度量的一個重要特徵是它們不僅為準則分配重要性(權重)，而且還為準則的聯盟(**coalition**)分配重要性。因此，聯盟的重要程度受其成員的影響很大。例如，一個準則對決策者來說可能不是很重要，但是當它在聯盟中進行評估時，在存在其他準則的情況下進行評估，可能會導致獲得更高的重要性，反之亦然。

準則交互作用(二)

- 準則相依分為結構相依 (structural dependency)、因果相依 (causal dependency) 和偏好相依 (preferential dependency) 三個子類。
 - 結構相依在 AHP 和 ANP 中普遍存在。結構相依意味著準則結構中的支配關係和相依關係。
 - 因果相依中，原因與效果(或結果)的關係是這些方法的根本區別。因果圖 (causal map)、決策實驗室分析法 (DEcision MAKing and Trial Evaluation Laboratory, DEMATEL)、認知圖 / 模糊認知圖 (fuzzy cognitive map)、貝氏網路 (Bayesian networks)、系統動態學 (system dynamics)、詮釋結構建模 (interpretive structural modeling, ISM)、和結構方程式建模 (structural equation modeling, SEM) 技術用於在決策分析中建立因果相依關係。
 - 在偏好相依中，當準則水準改變時，方案的偏好順序也會改變。



準則交互作用(三)

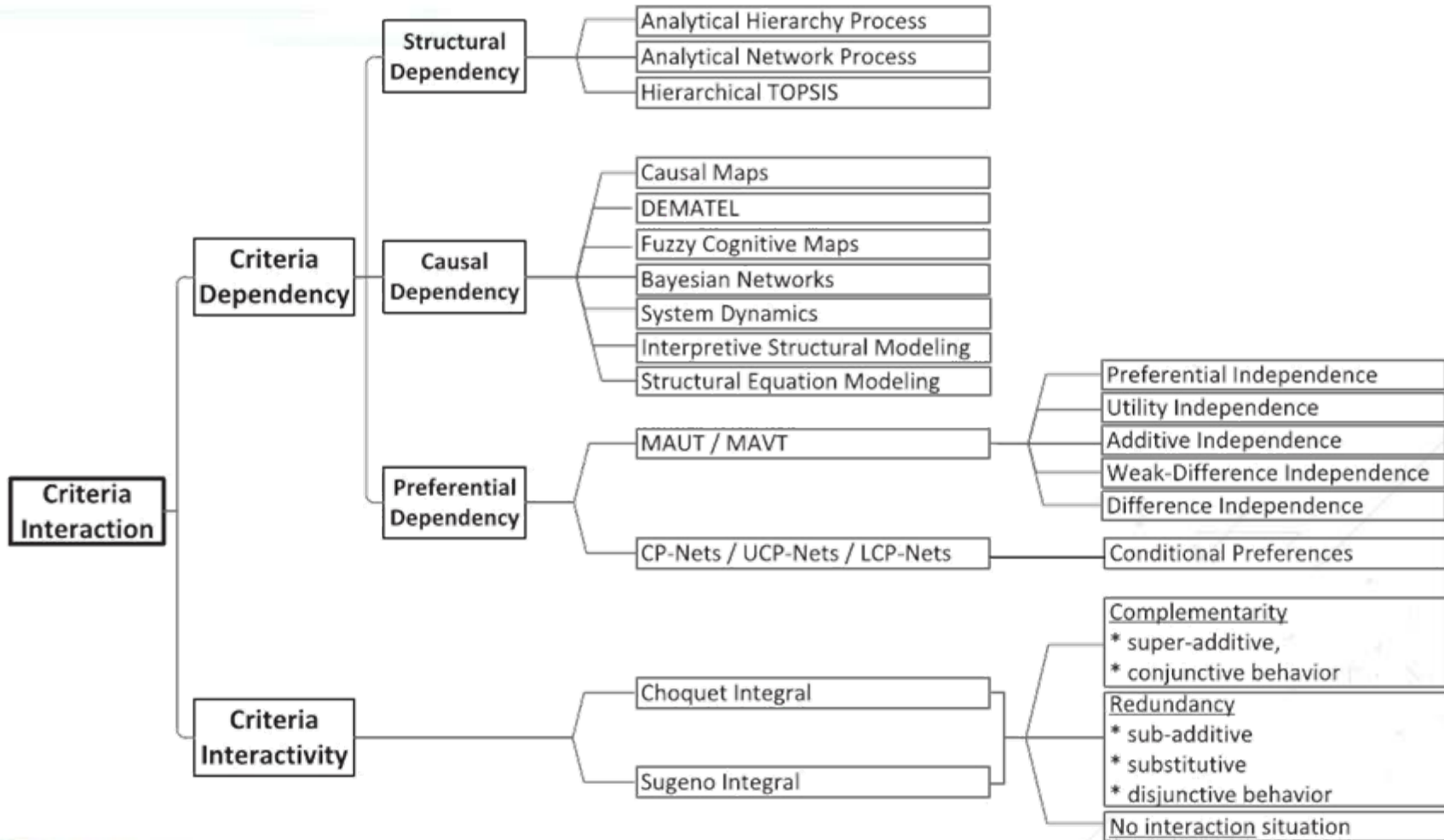


Fig. 1. A bird's eye view of criteria interaction phenomenon.

準則交互作用(四)

- 上圖中準則交互作用鳥瞰圖提供文獻中缺少的完整方法總圖。然而，由於其一般性，忽略了複雜的混合技術。在許多文獻中，圖中的方法經常整合以解決特定問題。例如，有研究同時使用 **Choquet** 積分和 **ANP**、因果圖和貝氏網絡、**ISM** 和 **AHP** 等。在這些建模準則交互作用的混合技術中，**DEMATEL** 和 **ANP** 混合近年來變得非常流行。毫無疑問，**ANP** 是建模相依和回饋情況首選的 **MADM** 方法。自 **2005** 年以來，**SCOPUS** 數據庫中記錄了超過 **1,000** 篇 **ANP** 論文。儘管到目前為止它仍很受歡迎，但 **ANP** 在實務中遇到了一些困難 (**Baykasoğlu & Gölcük, 2015**)。為了克服 **ANP** 建模的嚴苛要求，研究人員使用 **DEMATEL** 來提升建模能力並支持 **ANP** 方法，以期更佳發揮作用。

DEMATEL 簡介

- 決策實驗室分析法 (DEMATEL) 是1970年代由日內瓦 Battlle 研究所 (Battelle Memorial Institute of Geneva) 為解決複雜科學與人類計畫問題所發展出的方法。主要為透過相關矩陣數學理論進行運算，將複雜的問題結構化，而能解決真實的社會複雜結構問題。起初是應用在環保、能源、種族等議題 (Gabus and Fontela, 1973)。
- DEMATEL 方法基本假設有：(i) 具明確問題性質；(ii) 具明確問題間其關連度；以及 (iii) 應瞭解每個問題元素其本質特性。依據客觀事物的具體特點，確定變量間的相互依存以及制約關係，因此可反映出系統本質的演變趨勢 (劉彥澧，2016)。
- 近20年來，DEMATEL 在曾國雄國家講座教授倡導下迅速再度發展，尤其是與分析網路程序法 (ANP) 的結合已開創一新領域 (Tzeng and Hwang, 2011)。

DEMATEL-based ANP (一)

- 在前述ANP的分析步驟的步驟五〈執行群集間成對比較〉時，**DEMATEL**可以協助確定網路與其元素間的影響關係 (Ou Yang et al., 2008)。

Step 1

Step 4

DEMATEL method to clarify interrelations of components/criteria

Step 5

Step 6

Step 7

Using ANP procedures as follows.

- (1) To form an unweighted supermatrix by pairwise comparisons
- (2) The weighted supermatrix is obtained by multiplying the total-influence matrix, which is derived according to DEMATEL method.
- (3) Limit the weighted supermatrix by raising it to a sufficiently large power k until the weights have converged and become a long-term stable supermatrix.

Figure 1. Hybrid MCDM model procedures.

DEMATEL-based ANP (二)

■ DEMATEL 與 ANP 的結合方式

- 利用 DEMATEL 找出因素間的相依關係，以利 ANP 建立網路關係；並繼續 ANP 步驟求解問題。
- 直接使用 DEMATEL 找出因素間的相依關係，並建立隨機矩陣，然後繼續求解問題，即為 **DEMATEL-based ANP**。

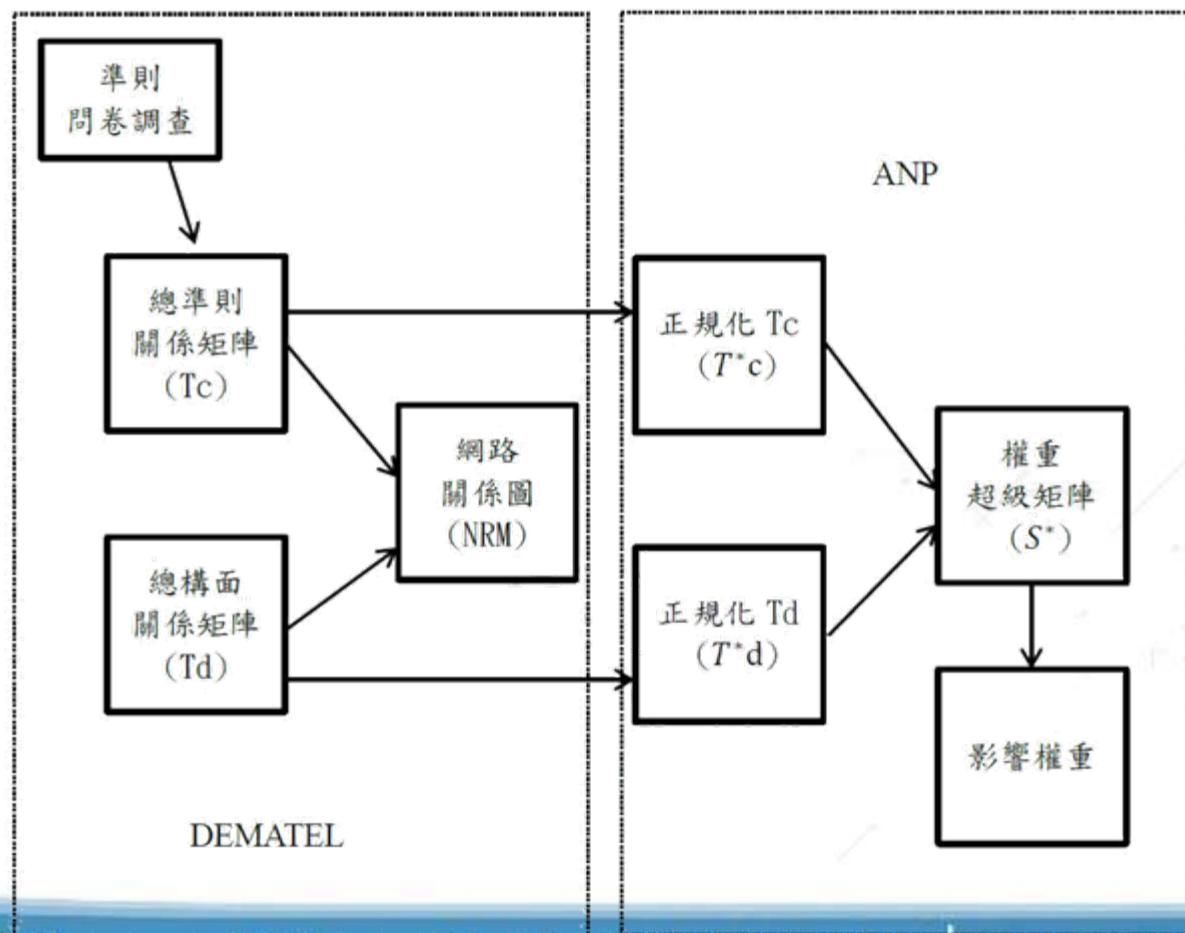
- ## ■ DEMATEL 適於分析因果相依問題，而 ANP 適於分析結構相依問題。



DEMATEL-based ANP (三)

■ DEMATEL-based ANP 流程圖

- 超級矩陣
- 隨機矩陣





思考問題(六)

- 為甚麼 **DEMATEL** 可以與 **ANP** 結合？
- 網路關聯(係)圖 (**Network relation map, NRM**) 有何決策意涵？
- 回想 **DEMATEL-based ANP** 的處理步驟。
- **DEMATEL-based ANP** 是否能處理所有準則交互作用的問題？



結語 (一)

- 分析網路程序法**ANP**為解決複雜決策問題，提供一個系統化的架構，並輔之相關理論與步驟，使其成為當今最廣泛使用的多準則分析技術之一。另其處理相依與回饋的能力，為多準則分析技術中最具特色者。
- 相依與回饋為複雜現象的本質，然若想將所有元素的相依與回饋關係建模，其問卷的複雜度非一般人所能負擔。折衷的方式是選擇重要的影響關係建模，甚至在層級架構下，思考其間元素的相依與回饋關係，以降低複雜度，也減少認知的困難。
- **BOCR**架構考慮到正向(利益與機會)及負向(成本與風險)四個面向的影響，可協助分析者聚焦，並可減輕控制層級 / 網路的負擔。

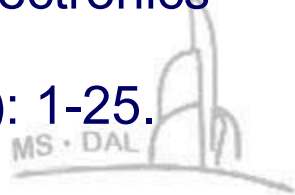


結語 (二)

- 目前分析網路程序法已與多類方法整合以期求解不同形式的問題。譬如，在策略分析上與平衡計分卡的構面取代**ANP**網路的群集與元素；與**DEMATEL**結合，以減輕網路關係不易確定的問題。另有**DEMATEL-Based ANP**直接運用**DEMATEL**的結果，發展出隨機矩陣，也可得到相似於**ANP**的分析，然需注意問題特性與方法特性的匹配，俾利問題解決。
- **ANP**架構是**AHP**架構的擴充，有關基本公理、九點重要性強度尺度、一致性檢驗等，兩者均在相同的基礎上。所以對**AHP**的爭議也適用於**ANP**。另外，在群體決策環境中，也是利用幾何平均數整合個體的判斷。

參考文獻(一)

- Saaty, T.L. (1980), *The Analytic Hierarchy Process*. New York: McGraw Hill.
- Saaty, T.L. (1996), *Decision Making with Dependence and Feedback: The Analytic Network Process*. Pittsburgh: RWS Pub.
- Saaty, T.L., Takizawa, M. (1986), Dependence and independence: From linear hierarchies to nonlinear networks. *European Journal of Operational Research*, 26: 229-237.
- Saaty, T.L. (2005), *The Analytic Network Process: Decision Making with Benefits, Opportunities, Costs, and Risks*. Pittsburgh: RWS Pub.
- Shyur, H.-J., Shih, H.-S. (2006), A hybrid MCDM model for strategic vendor selection. *Mathematical and Computer Modelling*, 44(7-8): 749-761.
- Shih, H.-S., Cheng, C.-B., Chen, C.-C., Lin, Y.-C. (2014), Environmental impact on the vendor selection problem in electronics firms – A systematic analytic network process with BOCR. *International Journal of the Analytic Hierarchy Process*, 6(2): 1-25.



參考文獻(二)

- Shih, H.-S. (2022). Subjective geometry for problem modeling in the analytic hierarchy/network processes. *International Journal of the Analytic Hierarchy Process*, 14(2): 1-13.
- Baykasoğlu, A., Gölcük, İ. (2015). Development of a novel multiple-attribute decision making model via fuzzy cognitive maps and hierarchical fuzzy TOPSIS. *Information Sciences*, 301: 75-98.
- Gölcük, I., Baykasoğlu, A. (2016). Analysis of DEMATEL approaches for criteria interaction handling within ANP. *Expert Systems with Applications*, 46: 346-366.
- Ou Yang, Y.-P., Shieh, H.-M., Leu, J.-D., Tzeng, G.-H. (2008), A novel hybrid MCDM model combined with DEMATEL and ANP with applications. *International Journal of Operations Research*, 5: 160-168.
- Tzeng, G.-H., Huang, J.-J. (2011). *Multiple Attribute Decision Making Methods and Applications*. Boca Raton: CRC Press.
- 鄧振源(2012)，*多準則決策*。台北：鼎茂。

分析網路程序法

-相依與回饋

結束



Tamkang University

Management Sciences · Decision Analysis Laboratory | Since 1972

