

行政院國家科學委員會補助
大專學生參與專題研究計畫研究成果報告

* ***** *
* 計 畫 : 應用 Fuzzy Fmea 與 Anp 於企業新產品開發決策之研究- *
* 名 稱 : 以太陽能電池模組產業為例 *
* ***** *

執行計畫學生： 麥僑芯
學生計畫編號： NSC 98-2815-C-216-005-E
研究期間： 98年07月01日至99年02月28日止，計8個月
指導教授： 陳文欽

處理方式： 本計畫可公開查詢

執行單位： 中華大學工業工程與系統管理學系

中華民國 99年03月31日

行政院國家科學委員會補助

大專學生參與專題研究計畫研究成果報告

* 計畫 *
* : 應用 Fuzzy FMEA 與 ANP 於企業新產品開發決策之研究 *
* -太陽能產業電池模組為例 *
* 名稱 *

執行計畫學生：麥僑芯

學生計畫編號：NSC 98-2815-C-216-005-E

研究期間：98年7月1日至99年2月底止，計8個月

指導教授：陳文欽

處理方式(請勾選)：立即公開查詢

涉及專利或其他智慧財產權，一年二年後可公開查詢

執行單位：

中華民國 99 年 3 月 31 日

【摘要】 由於人類文明的快速發展，使得大自然替代性能源變為主要能源之來源。在高度競爭的經濟社會中，太陽能產品日益普及與產品開發亦臻成熟。企業為了維持生存與競爭的能力，必須不斷尋求對自己企業有利的投資以保持競爭地位，而其中又以新產品的開發最為困難。本研究以太陽能電池模組產業為探討主題，進行新產品開發決策之研究，透過文獻探討以及專家訪談方式，彙整出新產品開發的重要關鍵五大構面與其所屬之 19 項準則。運用詮釋結構模式(Interpretive Structural Model；ISM)法得到構面與構面之間及準則與準則之間的相依關係；並運用 Fuzzy FMEA (Fuzzy Failure Mode and Effect Analysis；FFMEA)與 Fuzzy ANP (Fuzzy Analytic Network Process；FANP)找出企業新產品開發決策方案中，最應優先評估改善之因素，其中最重要準則分別是遭競爭者模仿、研發資金準備不足、政府法令與專利、產品上市時機不妥、產品設計動態不符合潮流需求等因素。

【關鍵字】 模糊理論，失效模式與效應分析，詮釋結構模式，模糊邏輯網路層級分析法。

一、前言

由於人類文明的快速發展，加上以石油能源為主的全球工業與經濟過度之發展，使得未來石油即將面臨逐漸耗盡的危機。在替代性能源之生產緩不濟急，而未來石油能源又將耗竭的情況下，大自然能源將變成是主要能源的來源，因此，未來太陽能等替代能源的比重將持續上揚。歐美及德國等先進國家對於太陽能產品之應用與概念推廣向來不遺餘力，在太陽能產品日益普及與產品開發亦臻成熟的情況下，對於支援太陽能產品週邊產業的技術發展，實有進一步探討之空間。

在一片環保綠能的高度競爭環境下，企業為了維持生存與競爭的能力，必須不斷尋求對自己企業有利的投資以保持競爭地位，如國際化合作、新產品開發、更新生產設備等投資，當中尤以新產品的開發最為困難。故本研究將以太陽能電池模組產業為探討主題，進行新產品開發之研究，除了透過文獻探討以及專家訪談方式，來彙整新產品開發的重要關鍵因素構面與其所屬之因素準則，並運用詮釋結構模式(Interpretive Structural Model；ISM)法來

確認構面與構面間及準則與準則間之相依關係。並將 Fuzzy FMEA (Fuzzy Failure Mode and Effect Analysis；FFMEA)及 Fuzzy ANP (Fuzzy Analytic Network Process；FANP)導入新產品開發投資決策，期能找出企業在做新產品開發投資決策時將會面臨的潛在危機。並藉由分數與權重值相乘得到風險程度，對其作一等級評估,使決策者在做決策時能夠有參考的依據。

二、ISM、FFMEA 與 FANP

1、詮釋結構模式(ISM)

在問題結構不明確的情況下 Warfield(1976) [21]提出一種透過訊息彙整構建模型之方法，使問題能夠找出關聯架構，此方法稱為詮釋結構模式 ISM 法。其根據二元邏輯數之離散數學來解釋元素間之關係性，並且利用圖形理論之基本概念，將元素間之關係性以層級結構之方式表達。Tatsuoka(1995)[19]認為概念元素間具有一定之關聯性存在。因此，透過人為思考後，所得之系統內元素之間具有特定前後(因果)關係者，將其元素全部納入一個關係矩陣(subordinate)

中，此關係矩陣為一個正方的二維矩陣，其中以矩陣相乘之方式直至矩陣內的值趨於穩定狀態，之後在建構結構模型時必須匯合與先前的關係矩陣做一比較，接著求取這兩個矩陣交集之結果得到元素和元素之間相關性，便可用這些資料構建出結構模型。林芷郁(2007)[3]即透過此方式建構知識交付之智慧價值模式的構面間與準則間之關連性。當一個系統之複雜度隨結構性增加而提高時，就更加需要詮釋結構模式來協助模式之建構 Warfield(1976)[20]，林原宏(2005)[2]也認為此法可有效分析元素之相關性的系統化方法。張寧(2007)[10]曾以 ISM 軟體進行地方公共事務之研究，除了證實 ISM 軟體可節省時間，減少元素兩兩比較的次數與迅速完成詮釋結構模式，並指出 ISM 是處理複雜問題的有效技術，透過 ISM，原本混亂的事態形成了較清楚的脈絡，因而可以成為政策當事人的溝通平台。

2、模糊失效模式與效應分析(FFMEA)

失效模式與效應分析係針對系統設計中的所有可能失效模式，及早找到發生致命或關鍵故障的所有可能源頭，以便儘早修正設計或使發生機率降至最低。同樣的道理，當我們應用在決策分析時，首先應該釐清做決策時所可能面對的失效因素，並分析其對整個決策所造成的嚴重度、發生度及難檢度，並使其影響的程度降至最低。

由於傳統的 FMEA 在評估的過程非常容易受到主觀意見、專家極值的影響，如個人的專業知識、資料的不充分、資料的不確定等，常常造成評估結果的失真和曲解。因此本研究也導入模糊理論，期使 FMEA 能夠較客觀且真實的呈現。在過去對模糊邏輯失效模式與效應分析廣泛運用於製造與決策方面的研究中，陳嘉仁(1996)[5]在模糊邏輯失效模式、效應與關鍵性分析系統之研究曾建構一套利用語意

模糊、歸屬函數及規則庫來評估定量及定性的資料，並改善主觀偏頗或資料不足的缺失。之後張清亮、蔡志宏(2000)[9]發表的灰模糊失效模式與效應分析，文中提到利用模糊理論直接評估各因素的等級，解決轉換的質疑，同時透過灰色理論(gray theory)的灰關聯度大小來取代傳統的「效用函數」，來克服因素相乘及決策因素無相對權重的爭議。陳增儒等(1998)[6]提出應用模糊關聯記憶神經網路於失效模式與效應分析之實作。其是應用模糊關聯記憶神經網路(Fuzzy Association Memory Neural Network; FAM)針對產品可能發生的失效模式、失效原因做分類的研究，並利用資訊技術完成 FMEA 報表，以取代傳統人工撰寫。在實務界上，陳文欽與許惠玲(2003)[7]將模糊失效模式與效應分析(FFMEA)應用於半導體封裝測試廠，分析制程中所有機台模組及加工作業，找出所有制程中之失效模式，並提供風險優先順序和改善方法。至於決策方面，陳文欽等(2005)[8]將模糊失效模式與效應分析(FFMEA)應用於投資決策分析上，期望決策者在決策時能夠作一審慎評估，避免投資決策實施後，對公司造成不可挽回的致命決策。

3、模糊分析網路程序法(FANP)

Saaty(1977) [18]提出之分析層級程序法(Analytic Hierarchy Process; AHP)是假設階層屬性與其屬性或可行方案間彼此相互獨立。由於現實情況之決策並非如此，因此，Saaty(1996)[19]則提出分析網路程序法(ANP)，把相依性及回饋性考慮進 AHP 中加以發展。其目的是要改善傳統 AHP 層級架構中，無法解決相同階層間屬性彼此相互作用且相依的問題。在現實決策中，許多情況不再是由上往下的線性型態而比較類似於網路型態的方式，一個階層可能同時支配其它階層，亦可能被其它階層所支配，亦即有回饋效果。ANP 允許群組內的相互回饋(Inner Dependence)及群

組與群組之間的相互回饋 (Outer Dependence)，研究者可從問題中找出各個元素與群組之間的相互影響關係，再推導出各方案之優先順序比例尺度。Mikhailov and Singh(2003)[15]提出模糊擴展的ANP法，將人的偏好加入到ANP法裡，提出以 α 截集技術將模糊評估值轉變為區間值，再以區間值求取權重，發展出一套決策支援系統。Promentilla et.al.(2007) [17]應用ANP法分析污染場地改善對策之評估，以 α 截集之方式及區間算術和樂觀指標的模糊判斷套用到明確矩陣裡，再以特徵值方法計算優先權重。Jui-Kuei Chen and I-Shuo Chen(2009)[14]則以FANP法找出影響台灣高等教育革新績效評估的各重要準則權重。

成對比較矩陣每一數值均代表各決策者主觀性的看法，結合分析網路程式法 (ANP)和模糊理論的概念以表示群體評估者對兩兩準則相對重要程度看法的模糊性共識。黃雪晴(2000)[11]應用 FANP 法使分析結果為一範圍而非一定值，使國內資訊電子業廠商在選擇聯盟夥伴時，考慮互補性要素相互影響下，其重要程度順序，以期能達到資源互補的作用。黃啟誠(2005)[12]提出 FANP 法適用於不確定性高的業界科技項目評選，並且以最大特徵及風險態度的模糊層級法配合 α 截集和風險態度指標，可將決策者對於風險的態度整合到模糊判斷過程。Buyukozkan et. Al(2004)[13]利用語意(Linguistic)評比及模糊運算(Fuzzy Arithmetic)的運用，將模糊數帶入超級矩陣中，解決準則衡量及判斷等過程中所產生的模糊性問題，過去許多學者透過 (Fuzzy Analytic Network Process ; FANP)成功解決複雜的決策模式並且以模糊權重評選出最佳之方案和策略，Mohanty et.al.(2005)[16]以 FANP 法分析投資計畫之風險和不確定性，以範圍分析來求取權重，並以模糊成本分析評選出 R&D 最佳之方案。而吳昭儀(2005) [4]在層

級分析法群體決策整合模式之研究中，提出以模糊積分之非線性函數的決策整合方式，降低極端評比值對最終評比值的干擾，並以信心程度為基礎的模糊層級法，透過三角模糊數之應用，改善決策的「不確定性」及「不明確」之情況。

三、研究流程

本研究係針對新產品開發的投資決策並導入 FFMEA 及 FANP 法，透過文獻探討以及專家訪談方式，彙整新產品開發(太陽能電池模組產業)的重要關鍵因素構面與其所屬之因素準則。並運用詮釋結構模式 (ISM)法來確認構面間與準則間之相依關係。利用模糊邏輯失效模式與效應分析 (FFMEA)來取得風險優先數(RPN)，由於主觀意識或資料不足使風險優先順序不能反應真實，而模糊邏輯可用語意變數、歸屬函數和資料庫來評估定性和定量的資料，此方法可以避免人員因主觀意識而造成的偏頗。運用模糊分析網路程式法 (FANP)取得重要準則權重值，並藉由模糊邏輯失效模式與效應分析(FFMEA)和模糊分析網路程序法(FANP)找出企業在做新產品開發投資決策時參考的依據。

研究流程如圖 1 所示

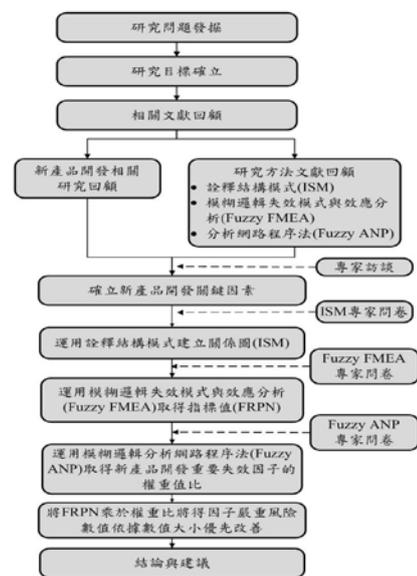


圖 1 研究流程圖

1. 對企業新產品開發投資決策所可能發生之失效模式與失效因素之選取

本研究將採用專家訪談與文獻探討之方式，歸納出企業新產品開發投資決策中真正影響企業決策失效之因素，並作為評比要點。

2. 運用詮釋結構模式(ISM)方法來確認構面間與準則間之相依關係並建立其關係圖。

新產品開發層級結構關係如圖 2。

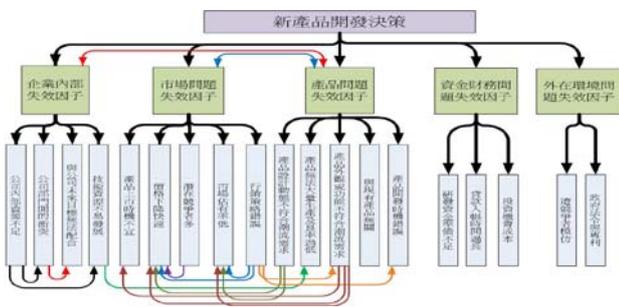


圖 2 新產品開發層級結構關係圖

3. 運用模糊邏輯失效模式與效應分析 (FFMEA) 來取得模糊風險優先數 (FRPN)

此目的係避免人員因主觀意識而造成的偏頗。

新產品開發層級結構失效因子如圖 3。

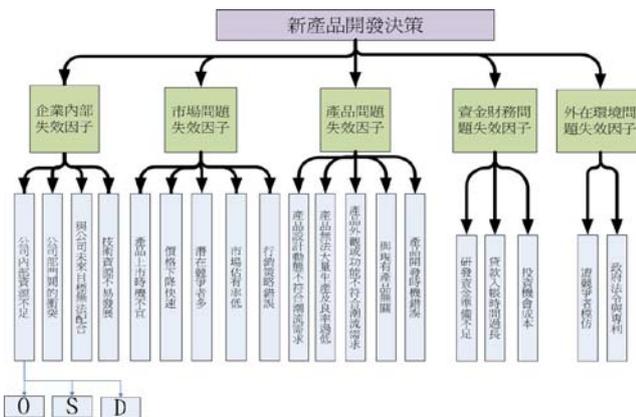


圖 3 新產品開發層級結構失效因子圖

4. 運用模糊分析網路程式法(FANP)取得新產品開發重要指標的關係權重比。

5. 將 (FFMEA) 所得到之模糊風險優先數 (FRPN) 與 FANP 得到的模糊權重值相乘，並將風險數值依大小順序排列。

藉由模糊理論與德菲法，取得專業經驗，更客觀有效的進行失效模式的分析，找出隸屬失效因子的程度，並多方考慮專家之意見。

在失效模式與效應分析中，嚴重度與難檢度二項是由專家知識或經驗來取決，主觀意識佔多數且對於一些含糊、曖昧 (ambiguity) 的部份更是被忽略，因此藉著模糊理論來解決定性值轉換為定量值之問題。

Murry、Pipino 和 Gigch 三位學者曾於 1985 年將德菲法與模糊理論結合，他們一致認為傳統德菲法所使用二值邏輯 (即是或不是) 來回答問題，不能完全表現出事件之相關程度，因此導入模糊邏輯進行實驗，結果證實引用模糊邏輯的德菲法更能處理人類溝通時的模糊部份

6. 找出企業在做新產品開發投資決策時可能面臨的潛在危機，並對其作一等級評估使決策者在做決策時能夠有參考的優先改善依據。

四、FFMEA 之實驗步驟

1、定性資料之處理步驟

其目的可將 FMEA 中，嚴重度與難檢度二項定性的特徵值，藉由模糊理論與德菲法，將其量化並多方採納專家之專業經驗，更客觀有效的進行失效模式的分析，並找出隸屬失效因子的程度。

此法之優點是：

(1). 能處理主觀且模糊性問題，容易執行，也能考慮群體交互影響所形成的修正效果。

(2). 模糊德菲法其建立的方式，可以充份表達所有專家的意見，不致損失所有歸納者主觀認定不重要的訊息。

方法：

step1. 建立新產品開發決策分析架構，求出失效因子嚴重度與難檢度之評點基準建議參考表與模糊集合。

將新產品開發決策失效因素之嚴重度與難檢度分成『非常高』、『高』、『中等』、『低』及『非常低』五大影響等級，1-10個評點基本準則，依據訪談專家意見，以及過去文獻探討因素歸納出 19 項失效原因(如表 1)，製成模糊邏輯失效模式與效應分析應用於新產品開發決策 FMEA 因子圖。(如圖 3)

表 1 19 個因子編號

因子編	新產品開發決策
1	公司內部資源不足
2	公司部門間的衝突
3	與公司的未來目標無法配合
4	研發技術資源不易發展
5	產品上市時機不妥
6	價格下降快速
7	潛在競爭者多
8	市場佔有率低
9	行銷策略錯誤
10	產品設計動態不符合潮流需求
11	產品無法大量生產及良率低
12	產品外觀或功能不符合潮流需求
13	與現有產品無關
14	產品開發時機錯誤
15	研發資金準備不足
16	貸款入帳時間過長
17	投資機會成本
18	遭競爭者模仿
19	政府法令與專利

step2. 建立權重評價準則;將權重評價集合之模糊變數中，隸屬值分為五個等級 1~10 評點。(如表 2、表 3)

表 2 嚴重度評估準則

評點準則	順序	嚴重度
毫無嚴重	1	非常低
稍微嚴重	2	低
輕微嚴重	3	
有點嚴重	4	中等
中度嚴重	5	
中高度嚴重	6	
高度嚴重	7	高
非常高嚴重	8	非常高
極嚴重	9	
極其嚴重	10	

表 3 難檢度評估準則

評點準則	順序	發生度
無發生機會	1	非常少
一點點發生機會	2	
少許發生機會	3	少
有點發生機會	4	
中度發生機會	5	中等
中高度發生機會	6	
高度發生機會	7	多
非常高發生機會	8	
極高發生機會	9	非常多
極其高發生機會	10	

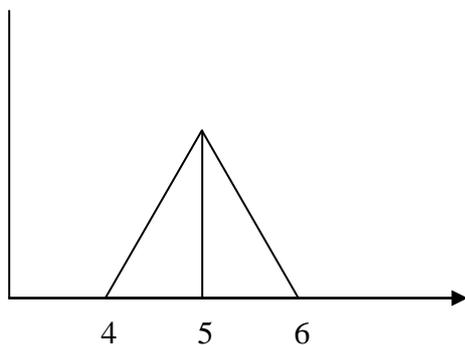
將 FMEA 專家問卷進行實際專訪公司各部門主管及工程師，共十四位專家。得到十四份問卷資料，再將 FMEA 問卷所得到資料，輸入程式開始計算。

step3. 數值處理，將採訪收回的問卷影響數值予以模糊化，即以三角模糊數表示。

依新竹科學園區某大能源科技廠以及兩間某大半導體公司，實地進行查訪各部門工程師共 14 人，利用所得到實際資料進行模糊德菲公式演算。

例如：企業內部失效因子

工程師 1 → 給定嚴重度影響數值 5，代入評估準則找到其中上下限，下限 l=4，上限 u=6，則中間值為 $m = (4+6)/2$



依此法，將每個失效項目的每一份問卷製成三角模糊數，即得一嚴重模糊關係矩陣來表示：

	a1	a2	a3	a4	a5	a6	a7	a8	a9	a10	a11	a12	a13	a14	
l	4	6	4	4	4	4	4	4	4	4	6	0	2	4	4
m	5	7	5	6	5	5	6	5	6	7	2	3	5	5	
u	6	8	6	8	6	6	8	6	8	8	4	4	6	6	

l: 表示企業內部失效因子下限

$$\min(4, 6, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 6, 0, 2, 4, 4) = 0$$

m: 表示企業內部失效因子平均值

$$= (5*7*5*6*5*5*6*5*6*7*2*3*5*5)^{(1/14)}$$

$$= 4.927$$

u: 表示企業內部失效因子上限

$$\max(6, 8, 6, 8, 6, 6, 8, 6, 8, 8, 4, 4, 6, 6) = 8$$

因有 19 個失效因子，所以有 19 個嚴重度模糊關係矩陣與 19 個難檢度模糊關係矩陣。

Step4. 轉換成單一值 Dj(難檢度)、Sj(嚴重度)

經模糊德菲法模糊化後，將所製定的每一項失效因子之 (l, m, u) 值利用算術平均數轉換成單一值 Dj(難檢度)、Sj(嚴重度) 共 38 個值，得到新產品開發決策中，所有失效因子之嚴重度與難檢度之評價集合。(如表 4、表 5)

$$A_j = [(u_j - l_j) + (m_j - l_j)] / 3 + l_j$$

$$j = 1, 2, \dots, n \dots \dots \dots \text{(公式 1)}$$

以公司內部資源不足失效因子為例

難檢度 (Dj)

$$= [(10 - 2) + (4.4711 - 2)] / 3 + 2 = 5.4904$$

表 4 難檢度(所有因子單一值)

因子	Dj
公司內部資源不足	5.490358
公司部門間的衝突	4.7381
與公司的未來目標無法配合	3.66578
研發技術資源不易發展	4.83666
產品上市時機不妥	4.626435
價格下降快速	5.489859
潛在競爭者多	6.023327
市場佔有率低	5.757228
行銷策略錯誤	5.281935
產品設計動態不符合潮流需求	4.05091
產品無法大量生產及良率低	4.903757
產品外觀或功能不符合潮流需求	4.029798
與現有產品無關	4.360567
產品開發時機錯誤	4.731639
研發資金準備不足	4.997458
貸款入帳時間過長	3.974168
投資機會成本	4.731639
遭競爭者模仿	6.010451
政府法令與專利	4.913842

嚴重度 (Sj)

$$= [(8-4)+(4.927-4)]/3+4=4.3088$$

表 5 嚴重度(所有因子單一值)

因子	Sj
公司內部資源不足	4.308847
公司部門間的衝突	4.854149
與公司的未來目標無法配合	4.678827
研發技術資源不易發展	5.581408
產品上市時機不妥	4.937832
價格下降快速	5.202891
潛在競爭者多	5.028542
市場佔有率低	6.140249
行銷策略錯誤	5.03597
產品設計動態不符合潮流需求	4.957015
產品無法大量生產及良率低	5.300053
產品外觀或功能不符合潮流需求	5.743447
與現有產品無關	4.610105
產品開發時機錯誤	4.994112
研發資金準備不足	5.268955
貸款入帳時間過長	5.098681
投資機會成本	4.841863
遭競爭者模仿	6.013381
政府法令與專利	5.297784

2、定量資料之處理步驟

其目的是將專家知識與經驗利用規則庫表示，除了加速分析時間，降低分析成本，提供資料結構外，還可供決策者使用。

此法之優點是：

- (1). 含糊的或不嚴密的資訊，皆可用來與定量的資料評估，且操作一致。
- (2). 在風險的評估上使用語意方式直接評估。
- (3). 使發生度的參數上更有彈性。

步驟如下：

step1. 建立歸屬函數

定義發生度之評點標準，並分將其影響程度分為五大等級十個評點，每個評點基準如表 6，利用主觀準則為歸屬函數定義輸入值的範圍。

表 6 發生度之評估準則

評點準則	檢查機率	順序	難檢度
幾乎不會發生	<0.0001	1	非常低
微小機會	0.0005	2	低
非常小	0.0025	3	
小	0.001	4	中等
低	0.025	5	
中度	0.05	6	
中高	0.125	7	高
高	0.25	8	
非常高	0.5	9	非常高
幾乎一定	1	10	

step2. 發生度模糊化

將新產品開發決策失效因子機率值輸入，即可得到一個隸屬度，倘若輸入值橫跨二模糊集合時，則會對應出二個隸屬度，且兩個集合的趨勢為一個遞增，另一個則遞減狀況。

如企業內部失效因子發生度為平均每年執行 9 次即有一次失效發生，因此其失效機率為 0.111111 配合發生度之模糊集合，依下列範圍值(如圖 5)再導入模糊化梯型公式 2，影響等級為高且代入公式 2 後，得到高等級之隸屬程度為 $(0.111111-0.05)/(0.125-0.05)= 0.8148$

$$\mu_a(x) = \begin{cases} \frac{w(x-c)}{(a-c)}, & c \leq x \leq a \\ w, & a = x = b \\ \frac{w(x-d)}{(b-d)}, & b \leq x \leq d \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad \text{公式 2}$$

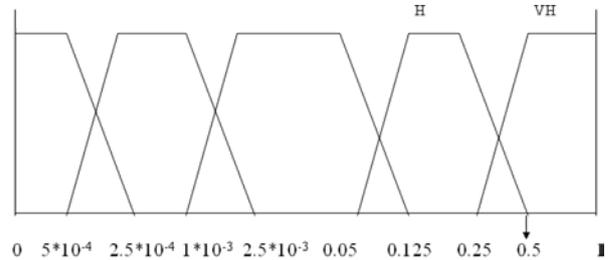


圖5 發生度之模糊集合圖

step3. 解決在規則評估階段，所產生的不與結果的衝突。

將 setp1 情況對照模糊 FMEA 規則庫 (附錄 1)，符合規則庫 4-13 條得到模糊結論的風險為高風險，以及 3-13 條得到模糊結論的風險為中等。

高 $\rightarrow \max(0.8148, 0.4308, 0.5490) = 0.8148$

中等 $\rightarrow \max(0.1852, 0.4309, 0.5490) = 0.5490$

因此，公司內部資源不足的模糊結論 \rightarrow 高風險的隸屬程度是 0.8148。然而，另一組模糊結論 \rightarrow 中等風險的隸屬程度是 0.5490。

step4. 解模糊化

本研究係採最大加權平均法 (公式 3)

$$Z = \frac{\sum_{i=1}^n w_i x_i}{\sum_{i=1}^n w_i} \quad \text{公式 3}$$

(1). 結果要落在關鍵性順序的連續範圍上。

(2). 規則評估要根據『真實程度』。

公司內部資源不足風險為：

①重要；最大支援程度為 8；真實數值為 0.8148。

②中等；最大支援程度為6；真實數
值為0.5490。

則， $Z =$

$$[(0.8148 \times 8) + (0.5490 \times 6)] / (0.5490 + 0.8148)$$

$$= 6.7790$$

3. FFMEA 的結果

因子	Z	排名
公司內部資源不足	6.779048	8
公司部門間的衝突	6.867101	5
與公司的未來目標無法配合	6.5	12
研發技術資源不易發展	6.66913	10
產品上市時機不妥	8	1
價格下降快速	6.779114	7
潛在競爭者多	8	1
市場佔有率低	8	1
行銷策略錯誤	6.5	12
產品設計動態不符合潮流需求	6.357217	18
產品無法大量生產及良率低	6.407087	14
產品外觀或功能不符合潮流需求	6.647906	11
與現有產品無關	6.808769	6
產品開發時機錯誤	6.750859	9
研發資金準備不足	6.402691	16
貸款入帳時間過長	6.378186	17
投資機會成本	6.339769	19
遭競爭者模仿	8	1
政府法令與專利	6.406767	15

五、FANP 之實驗步驟

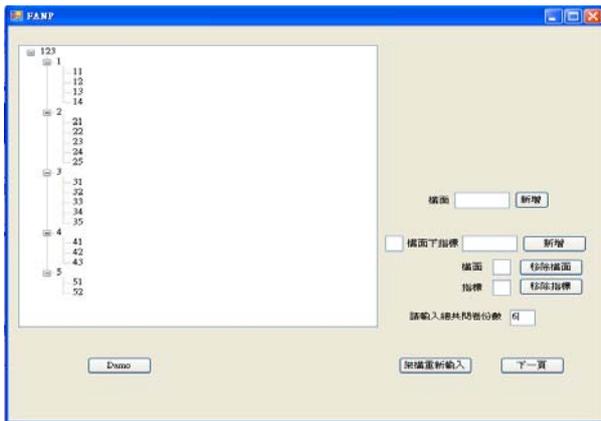
本研究運用模糊分析網路程序法(FANP)取得構面與準則權重值，並利用 VB 2008 程式建構軟體，FANP 執行過程如今：

Step1：設定軟體使用代碼

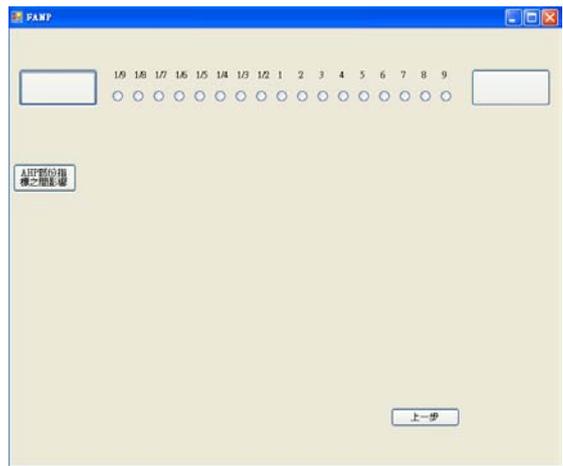
準則名稱代碼

因子代碼	相對因子(相對指標)
123	新產品開發決策
11	公司內部資源不足
12	公司部門間的衝突
13	與公司的未來目標無法配合
14	研發技術資源不易發展
21	產品上市時機不妥
22	價格下降快速
23	潛在競爭者多
24	市場佔有率低
25	行銷策略錯誤
31	產品設計動態不符合潮流需求
32	產品無法大量生產及良率低
33	產品外觀或功能不符合潮流需求
34	與現有產品無關
35	產品開發時機錯誤
41	研發資金準備不足
42	貸款入帳時間過長
43	投資機會成本
51	遭競爭者模仿
52	政府法令與專利

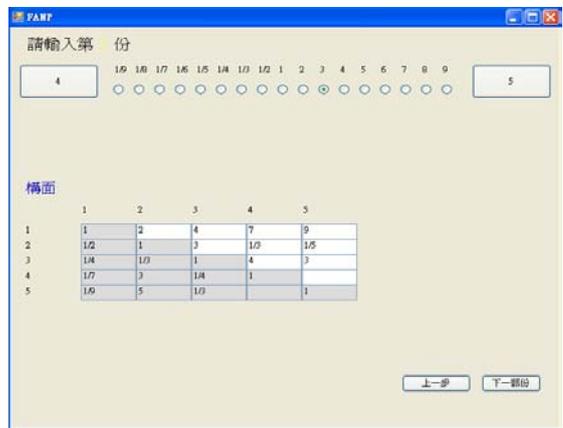
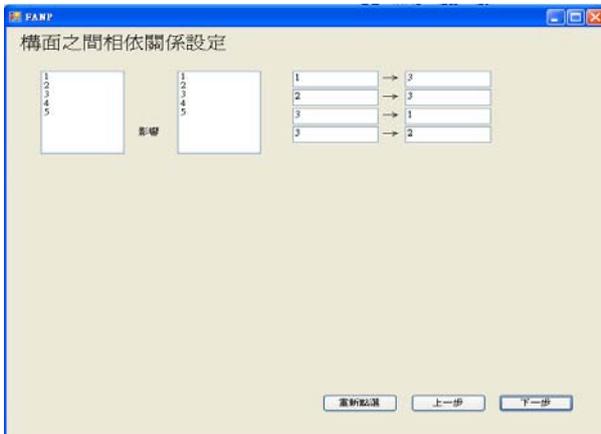
Step2：建立目標層級架構圖
層級圖(目標、構面、指標)



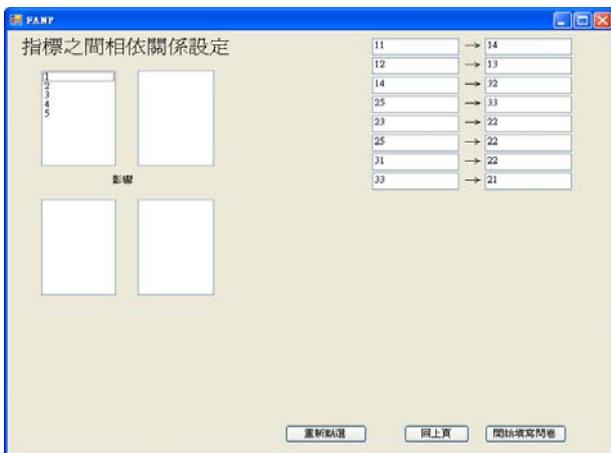
Step5：依序填入問卷數值
AHP(構面)



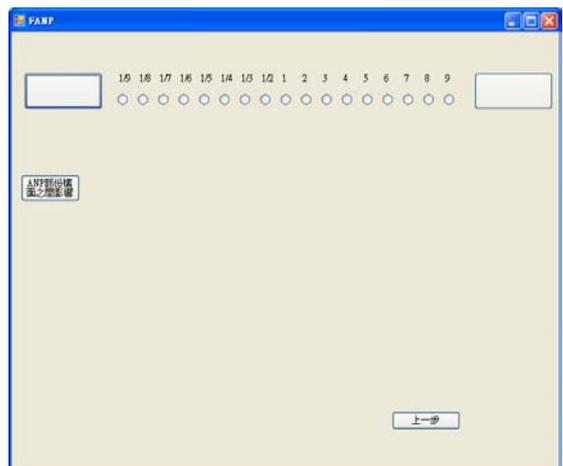
Step3：設定相依關係構面
相依關係設定(構面)

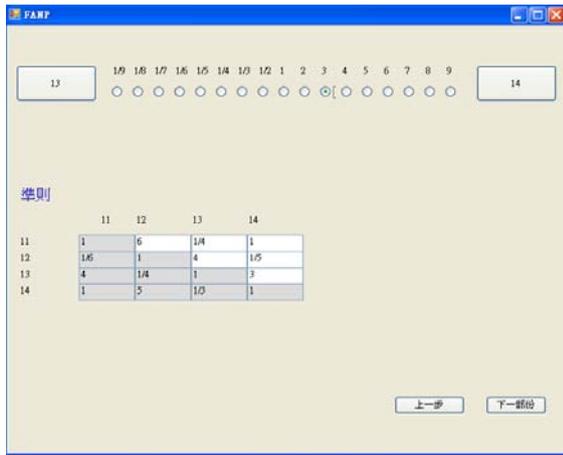


Step4：設定相依關係指標
相依關係設定(指標)

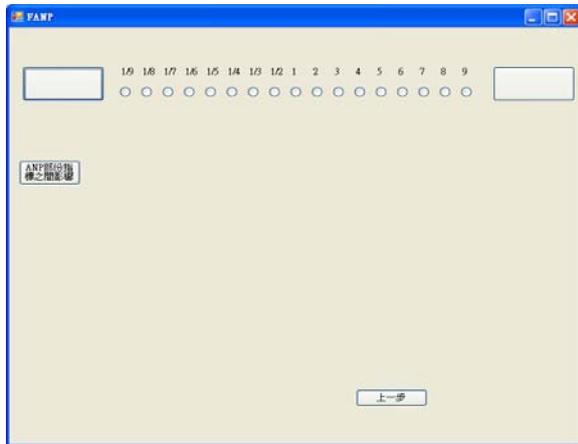


AHP(指標)

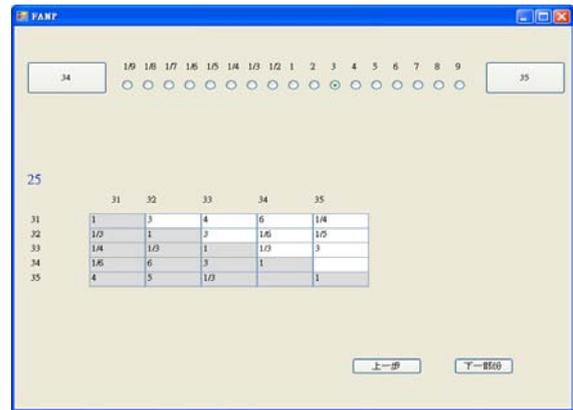
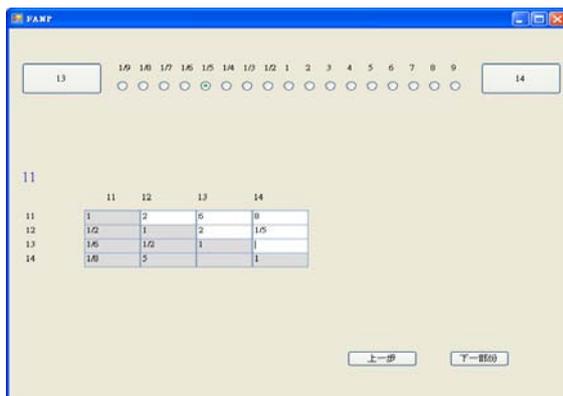




ANP(構面)

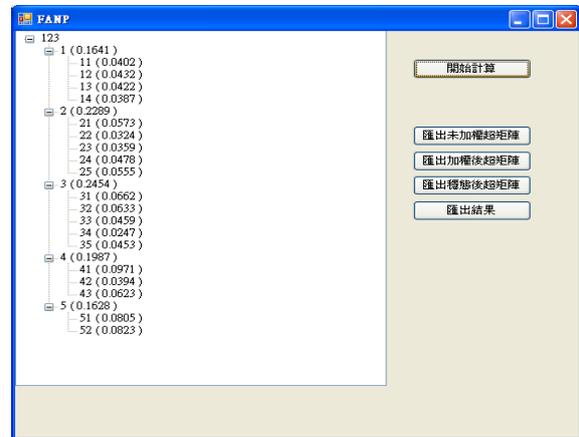


ANP(指標)



Step6：執行計算

計算執行後



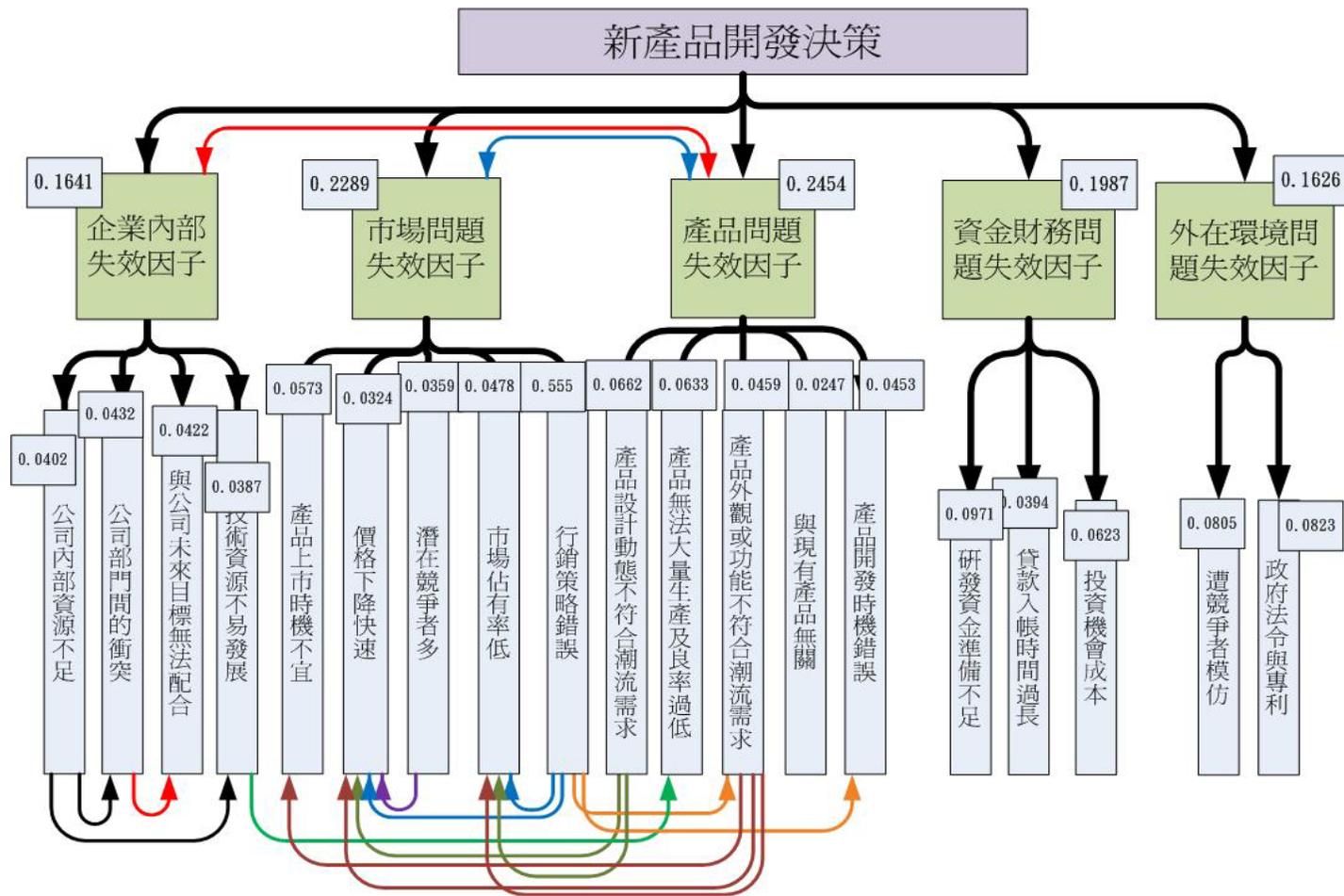


圖 6 新產品開發決策因子權重圖

FANP 結果

構面	構面權重	指標	個別權重	整體權重	排名
企業內部失效因子	0.1641	公司內部資源不足(11)	0.244665	0.0402	14
		公司部門間的衝突(12)	0.262952	0.0432	12
		與公司未來目標無法配合(13)	0.256869	0.0422	13
		技術資源不易發展(14)	0.235514	0.0387	16
市場問題失效因子	0.2289	產品上市時機不宜(21)	0.250195	0.0573	7
		價格下降快速(22)	0.141609	0.0324	18
		潛在競爭者多(23)	0.157025	0.0359	17
		市場佔有率低(24)	0.208814	0.0478	9
		行銷策略錯誤(25)	0.242357	0.0555	8
產品問題失效因子	0.2454	產品設計動態不符合潮流需求(31)	0.269637	0.0662	4
		產品無法大量生產及良率低(32)	0.258059	0.0633	5
		產品外觀或功能不符合潮流需求(33)	0.187088	0.0459	10
		與現有產品無關(34)	0.100532	0.0247	19
		產品開發時機錯誤(35)	0.184683	0.0453	11
資金財務問題失效因子	0.1987	研發資金準備不足(41)	0.488701	0.0971	1
		貸款入帳時間過長(42)	0.198032	0.0394	15
		投資機會成本(43)	0.313267	0.0623	6
外在環境失效因子	0.1628	遭競爭者模仿(51)	0.49437	0.0805	3
		政府法令與專利(52)	0.50563	0.0823	2

衡量構面	評估指標(權重)	指標排名	構面排名
企業內部失效因子(16.41%)	公司內部資源不足(0.0402)	14	4
	公司部門間的衝突(0.0432)	12	
	與公司未來目標無法配合(0.0422)	13	
	技術資源不易發展(0.0387)	16	
市場問題失效因子(22.89%)	產品上市時機不宜(0.0573)	7	2
	價格下降快速(0.0324)	18	
	潛在競爭者多(0.0359)	17	
	市場佔有率低(0.0478)	9	
	行銷策略錯誤(0.0555)	8	
產品問題失效因子(24.54%)	產品設計動態不符合潮流需求(0.0662)	4	1
	產品無法大量生產及良率低(0.0633)	5	
	產品外觀或功能不符合潮流需求(0.0459)	10	
	與現有產品無關(0.0247)	19	
	產品開發時機錯誤(0.0453)	11	
資金財務問題失效因子(19.87%)	研發資金準備不足(0.0971)	1	3'
	貸款入帳時間過長(0.0394)	15	
	投資機會成本(0.0623)	6	
外在環境失效因子(16.28%)	遭競爭者模仿(0.0805)	3	5
	政府法令與專利(0.0823)	2	

FFMEA*FANP(風險優先數*權重比)

因子編號	因子	Z 值 (FFMEA)	排名 (FFMEA)	權重比 (FANP)	排名 (FANP)	FFMEA*FANP	排名(FFMEA*FANP)
11	公司內部資源不足	6.77905	8	0.0402	14	0.272518	15
12	公司部門間的衝突	6.8671	5	0.0432	12	0.296659	12
13	與公司的未來目標無法配合	6.5	12	0.0422	13	0.2743	14
14	研發技術資源不易發展	6.66913	10	0.0387	16	0.258095	16
21	產品上市時機不妥	8	1	0.0573	7	0.4584	4
22	價格下降快速	6.77911	7	0.0324	18	0.219643	18
23	潛在競爭者多	8	1	0.0359	17	0.2872	13
24	市場佔有率低	8	1	0.0478	9	0.3824	8
25	行銷策略錯誤	6.5	12	0.0555	8	0.36075	9
31	產品設計動態不符合潮流需求	6.35722	18	0.0662	4	0.420848	5
32	產品無法大量生產及良率低	6.40709	14	0.0633	5	0.405569	6
33	產品外觀或功能不符合潮流需求	6.64791	11	0.0459	10	0.305139	11
34	與現有產品無關	6.80877	6	0.0247	19	0.168177	19
35	產品開發時機錯誤	6.75086	9	0.0453	11	0.305814	10
41	研發資金準備不足	6.40269	16	0.0971	1	0.621701	2
42	貸款入帳時間過長	6.37819	17	0.0394	15	0.251301	17
43	投資機會成本	6.33977	19	0.0623	6	0.394968	7
51	遭競爭者模仿	8	1	0.0805	3	0.644	1
52	政府法令與專利	6.40677	15	0.0823	2	0.527277	3

六、研究結果

本研究經由訪談及文獻探討共獲得影響新產品開發決策失效因子之五大構面(企業內部失效因子、市場問題失效因子、產品問題失效因子、資金財務問題失效因子及外在環境失效因子)和19項準則。除了運用ISM法得到構面與構面之間及準則與準則之間的相依關係外,並以FANP法求得19項準則之重要權重比。此外運用FFMEA之嚴重度、難檢度與發生度的RPN分數與FANP權重比之乘積的排序,找出企業新產品開發決策方案中,最應優先評估改善之因素排序。企業可將此結果納入新產品開發決策方案之應用評估中,以利企業完成良好的改善決策方案。

在失效模式與效應分析(FANP)的風險優先改善程度結果排序中,市場問題失效因子構面的準則項目即佔了三項,分別是產品上市時機不妥、潛在競爭者多及市場佔有率低(FFMEA之Z值為8);另外是構面五外在環境失效因子的遭競爭者模仿準則(FFMEA之Z值亦為8)和企業內部失效因子構面的公司部門間的衝突準則(FFMEA之Z值為6.8671)。

而運用模糊網路層級分析法(FANP)所得到的權重結果之前五名分別為:研發資金準備不足(整體權重值0.0971)、政府法令與專利(整體權重值0.0823)、遭競爭者模仿(整體權重值0.0805)、產品設計動態不符合潮流需求(整體權重值0.0662)及產品無法大量生產及良率低(整體權重值0.0633)。

最後,透過失效模式與效應分析和網路層級分析法個別結果相互乘積得到之排序,本研究找出最應優先改善的新產品開發決策準則前五名為:遭競爭者模仿(佔0.644)、研發資金準備不足(佔0.6217)、政府法令與專利(佔0.5273)、產品上市時機不妥(佔0.4584)和產品設計動態不符合潮流需求(佔0.4208)。

由上述結果可知資金在任何決策過程中都佔有極高的關鍵性,而政府的法令政策則攸關著企業對新產品開發的前瞻性;至於專利權的範疇更與產品開發後的利潤息息相關。在產品設計動態能否跟上潮流的需求與產品無法大量生產及良

率低的問題上,意即顯示若新開發產品無法與潮流需求結合,將會造成市場佔有率與產品生命過短的困擾,此並將直接關係到利潤的大小以及影響到銷售量的多寡。

七、結論與建議

產品問題失效因子構面在新產品開發決策方案中佔了極重要的地位。而另一個不能忽略的外在環境失效因子構面,意謂著在新產品開發決策過程中,如果重要性關鍵技術被別家公司知悉,也會造成公司莫大損害。由於近年來世界各國對於環保議題之關注,使得綠能產業之生產製程與應用有大幅改進與探討的空間,節能減碳議題範圍亦不再僅限於成本或環保標章之認定,對於綠色產業上下游供應鍊生產方式之減碳過程,以及重要因素指標之權重的探討亦將成為未來必然之趨,此將造成未來企業生產與製造流程之重大變革。對於太陽能電池模組產業而言,生產製造過程中,新產品開發或設備投資之環保減碳係數,其重要關鍵因素構面與因素準則之探討,建議後續之研究可針對綠能產業生產製程的減少碳係數進行相關議題之研究。

參考文獻

- [1] 李達章(1995),「應用模糊德菲法於產品投資組合之研究—以燁隆集團為例」,高雄工學院管理科學研究所碩士論文。
- [2] 林原宏(2005),「模糊取向的詮釋結構模式之概念結構分析與應用」,教育對心理研究,第28卷,第1期,第161-183頁。
- [3] 林芷郁(2007),建構企業與供應商知識交付之智慧價值模式,碩士論文,中華大學科技管理研究所。
- [4] 吳昭儀(2005),層級分析法群體決策整合模式之研究,博士論文,成功大學工業管理研究所。
- [5] 陳嘉仁(1996),模糊邏輯失效模式、效應與關鍵性分析系統之研究,碩士論文,中央大學資訊管理研究所。
- [6] 陳增儒、鍾雲恭、陳雲岫(1998),應用模糊關聯記憶神經網路於失效模式與效應分析之實作,中國工業工程學

- 會八十七年論文集，第 739-744 頁。
- [7] 陳文欽、許惠玲(2003)，模糊失效模式與效應分析於 IC Burn-In 測試工程風險分析，*危機管理學刊*，1(2)，pp. 55-64。
- [8] 陳文欽、許惠玲、蔡志弘、羅展興(2005)，「模糊失效模式與效應分析於企業決策之應用-以新產品開發風險為例」，*機械工業雜誌*，268，pp.112-127。
- [9] 張清亮、蔡志弘(2000)，失效模式與效應分析的評價方法，*中國工業工程期刊*，Vol.17，No.1，第 51-64 頁。
- [10] 張寧(2007)，從複雜到結構：詮釋結構模式法之應用，*公共事務評論*，第 8 卷，第 1 期，第 1-28 頁。
- [11] 黃雪晴(2000)，「國內資訊電子業聯盟夥伴選擇模式之研究」，*成功大學工業管理研究所碩士論文*。
- [12] 黃啟誠(2005)，「科技研發專案的模糊網絡決策分析」，*中山大學公共事務管理研究所博士論文*。
- [13] Buyukozkan, G., T. Ertay, C. Kahraman, and Ruan, D. (2004), "Determining the Importance Weights for the Design Requirements in the House of Quality Using the Fuzzy Analytic Network Approach," *International Journal of Intelligent Systems*, Vol. 19, pp. 443-461.
- [14] Jui-Kuei Chen a, I-Shuo Chen. (2009), "Using a novel conjunctive MCDM approach based on DEMATEL, fuzzy ANP, and TOPSIS as an innovation support system for Taiwanese higher education," *Expert Systems with Applications*.
- [15] Mikhailov, L. and Singh, M.G. (2003), "Fuzzy Analytic Network Process and its Application to the Development of Decision Support Systems," *IEEE Transactions on Engineering Management*, Vol. 33, No. 1, pp. 33-41.
- [16] Mohanty, R. P., R. Agarwal, A. K. Choudhury, and Tiwari, M. K. (2005), "A Fuzzy ANP-Based Approach to R&D Project Selection: A Case Study," *International Journal of Production Research*, Vol. 43, No. 24, pp. 5199-5216.
- [17] Promentilla, M. A. B., T. Furuichi, K. Ishii, and Tanikawa, N. (2007), "A Fuzzy Analytic Network Process for Multi-Criteria Evaluation of Contaminated Site Remedial Countermeasures," *Journal of Environmental Management*, In press.
- [18] Saaty, T. L. (1977), "A Scaling Method for Priorities in Hierarchical Structure," *Journal of Mathematical Psychology*, Vol. 15, No. 3, pp. 234-281.
- [19] Saaty, T. L. (1996), "Decision Making With Dependence And Feedback - The Analytic Network Process," RWS Publication.
- [20] Tatsuoka, K. K. (1995), "Architecture of Knowledge Structures and Cognitive Diagnosis: A statistical Pattern Recognition and Classification Approach," In P. D. Nichols, S. F. Chipman, & R. L. Brennan (Eds.), *Cognitively Diagnostics Assessment*, Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, pp. 327-359.
- [21] Warfield, J. N. (1976), "Societal Systems Planning, Policy and Complexity," New York: Wiley.