

# 影響技術移轉訂價之關鍵因素－以國內濺鍍靶材為例

## Key Factors of Pricing in Technology Transfer: A Case Study of Domestic Sputtering Targets

胡宜中 Yi-Chung Hu 蕭羽辰 Yu-Chen Hsiao  
中原大學企業管理學系

Department of Business Administration, Chung Yuan Christian University

(Received November 26, 2009; Final Version May 28, 2010)

**摘要：**半導體及光電產業為推動台灣經濟發展的核心產業，其中的關鍵性材料薄膜濺鍍靶材佔生產成本一半以上。隨著其應用領域不斷的擴展，濺鍍靶材之種類及使用量也隨之增加。若國內中下游產業能夠技轉靶材技術製造方法，能帶動國內靶材產業且降低生產成本。靶材技術移轉伴隨著技術價格之訂定。技術提供者以及接受者會分別就其所重視之因素進行交易談判。若雙方了解彼此所重視之因素，有助於縮短雙方對於價格訂定之差距。故本研究建立影響靶材技術訂價因素之研究架構，並探討其中技術提供者及接受者雙方所重視之關鍵因素。本研究建構網路層級架構以反應因素間相互影響之狀況，並使用網路分析程序法中的成對比較進行重要性評估。但傳統成對比較中使用的九點尺度語意值無法顯示受訪者的主觀認知，且成對比較通常有不一致性的現象產生。針對前者我們使用模糊數表達每一個語意值，針對後者則以乘法遞移性為基礎，提出具一致性之模糊乘法偏好關係；另以加法遞移性為基礎，產生具一致性之模糊加法偏好關係。研究結果顯示，技術提供者認為影響訂價最重要之關鍵因素為技術被模仿的容易程度、革新速率以及複雜程度。而技術接受者則認為技術接受者運用技術能力、技術被模仿的容易程度與革新速率為關鍵因素。表示買賣雙方皆重視技術是否具競爭能力。

**關鍵詞：**技術移轉訂價、濺鍍靶材技術、網路分析程序法、模糊乘法偏好關係、模糊加法偏好關係

**Abstract:** The semiconductor and the electro-optical industries are the core industries that promote the economic development in Taiwan. One of the crucial materials is the thin film sputtering target, and this material has occupied the production cost for more than 50%. As the application field of sputtering continues to expand, the types of the sputtering targets and the amount of using these also increase. If domestic midstream and downstream industries can transfer the technology of manufacture method of targets, it will push forward the domestic target industry and decrease the cost of productions. Transferring the technology of target depends on the technology pricing. According to each side's favored factors, the technology providers and acceptors will carry on the transaction negotiations. If both sides could understand the valued factors of the other side, it will help to shorten the cognitive pricing gap between the providers and the acceptors. Therefore, this study builds the framework of pricing factors of target. Furthermore, it probes into the key factors which the technology providers and acceptors valued at respectively. To reflect the real condition between the factors and sub-factors, this study constructs the hierarchical framework network. Moreover, by using the pair-wise comparison from the analytic network process (ANP), this study evaluates the importance of each factor and sub-factor. However, the traditional nine points scales of linguistic values in pair-wise comparison could not show the subjective cognitive of the survey candidates. In addition, it usually results in the inconsistency. To solve the former problem, we use the fuzzy number to express each linguistic value; to solve the latter problem, we create the fuzzy multiplicative preference relations with consistency base on the multiplicative transitivity. What's more, base on the additive transitivity, we bring the fuzzy additive preference relations with consistency. The result of this research shows that the technology providers consider that the key factors of pricing in technology of targets transfer are the degree of copying, the rate of innovation, and the complex degree. On the other hand, the technology acceptors believe that the key factors of this process are the ability of using technology, the degree of copying, and the rate of innovation. Thus, it indicates that both the sellers and buyers pay attention to whether the technology possesses competitive ability.

**Keywords:** Technology Transfer Pricing, Sputtering Target, Analytic Network Process, ANP, Fuzzy Multiplicative Preference Relations, Fuzzy Additive Preference Relations

## 1. 緒論

二十一世紀為知識經濟的時代，企業之競爭力建構在知識的取得或是擁有。隨著科技的複

雜度不斷增加、不同領域之技術融合、資訊與通訊技術的普及以及高科技產業生命週期持續的縮短，企業必須擁有技術、專門技術 (know-how) 以提升其競爭能力。由於中小企業資源有限，通常難以負擔研發過程中所需要的成本以及風險。若能藉由研發機構技術移轉，企業一方面能夠進入新市場或縮短進入市場時間，另一方面則能節省研究開發的費用與時間 (古光宏，民 82)。故目前企業通常藉由技術移轉以向研發機構或其他企業取得所需技術。

半導體以及光電產業是推動台灣經濟發展的核心產業，近十年來隨著全球市場的成長而蓬勃發展。根據工研院 IEK-ITIS 計畫統計，2007 年台灣整體半導體產業產值達新台幣 14,574 億元，較 2006 年成長 4.6%。台灣光電產業總產值在 2007 年約 2.6 兆台幣，較 2006 年成長 32%。雖然 2008 年全球受美國次級房貸風暴、高油價及通膨衝擊的影響，呈現景氣衰退現象，半導體與光電產業亦隨之呈現負成長的現象，但隨著景氣回復，研究機構預估 2010 年台灣半導體產業產值將成長約 13.7%，光電產業產值也將成長約 16%。故放眼未來，半導體及光電產業仍有成長的空間。

半導體及光電產業的產品包括積體電路 (VLSI)、光記錄媒體 (如光碟、磁碟)、薄膜液晶顯示器 (TFT-LCD) 之顯示元件、以及最近興起的薄膜 (thin film) 太陽能電池等。其中的關鍵性材料薄膜濺鍍靶材 (sputtering target) 佔生產成本一半以上。靶材是薄膜的母材，當高能量的粒子撞擊在靶材上，將構成母材內的原子擊出後，在基版表面堆積成薄膜，此現象即稱為濺鍍 (sputtering)。隨著薄膜濺鍍應用領域不斷的擴展，濺鍍靶材之種類及使用量也隨之增加。在 2006 年，靶材年需求已超過 250 億元。而以台灣在半導體及光電產業的成長情況來看，濺鍍靶材產業前景可期。

在過去三十幾年以來，技術移轉逐漸成為開發中國家的企業在擴展規模及重要專案時所運用的方法 (Saad *et al.*, 2002)。從投資生產設備的角度來看，藉由技術移轉將設備所涉及的专业知識技能 (know how) 移轉至接收與操作者，可有效使用機台最大利用率，並大幅提升企業利潤 (Lee *et al.*, 2010)。以往國內業者缺乏靶材相關製程技術，大多由日本進口靶材。並且因為無法開發較精密、具高附加價值的靶材，對於開發新產品及系統元件也形成一道障礙。中科院及工研院於 2001 年相繼投入研發靶材製造技術，並陸續經由技轉，將靶材技術移轉予有意進入靶材市場的廠商，目前國內已有光洋、鑫科、中鋼、博聯、麗山、均質、臻龍、于太等八家國內業者投入靶材及相關設備之生產，靶材製造也成為國內一個新興產業。其中光洋更成為全球光碟製造商的主要靶材供應商之一。由上述可知藉由靶材的技術移轉，能夠使企業降低生產成本，對於靶材及技術上的需求也能不完全依賴國外靶材廠商，在開發新產品及系統元件上有助於突破技術之障礙。

靶材技術移轉伴隨著對技術價格之訂定。目前常用的方法有以投入成本為基礎的成本法，以市場價格為基礎的市場法、選擇權法等，但是在技術移轉的訂價過程中，除了考量技術本身

的價值之外，雙方的策略因素、競爭關係以及議價能力也是影響價格訂定的因素，若單以成本、市場、或財務會計面來估算技術移轉之訂價，將有所不足。此外，訂價過程中也必須考慮需求廠商的接受度，才有成交的機會（黃欽河，民 97）。因此針對技術本身、策略因素、競爭關係及議價能力等各項會影響訂價之因素做整體考量，並由技術提供者以及接受者雙方所認定之關鍵因素來做訂價的考量，是有其必要性。技術提供者以及接受者雙方分別就其所重視之因素進行交易談判。技術提供者以及接受者應互相了解彼此所重視之因素，有助於縮短雙方對於價格訂定之差距。

過去技術移轉訂價之文獻中，有以統計方法對廣泛的無形資產探討影響價格之因素（劉江彬，張孟元，民 91）。而在實證研究中，有針對電子資訊產業的廠商對各項技術（如：積體電路裝置技術、動態隨機存取記憶體（DRAM）相關技術等）的技術移轉，找出影響價格之重要因素（古光宏，民 82；顏雅萍，民 88），由於電子資訊產業涵蓋了半導體、光電及通訊等產業之技術，考量到不同技術類別所重視之訂價因素有所不同，故後續相關研究將產業縮小至單一產業如光儲存業、製藥產業（林雅淇，民 90；林佳樺，民 92）。單一產業雖然技術類別相同，但是在技術移轉中，技術提供者及接受者對於不同技術所重視之因素也不盡相同，而目前文獻中尚未有針對某項特定技術來探討關鍵因素之研究。本研究將技術鎖定在金屬濺鍍靶材的製造方法，來探討其影響技術訂價之關鍵因素。

此外，在整體影響價格之因素間，可能存在交互影響關係，例如技術複雜程度越高，研發過程所必須承擔的成本相對越高。因此在考量因素間存在相依性下，本研究使用模糊網路分析程序法（fuzzy analytic network process; FANP）來找出技術提供者以及接受者所重視的關鍵因素。

總和以上，就靶材技術的技術移轉，建立適合其訂價之架構，並考慮因素之間的相互關聯性，使用模糊網路分析程序法找出影響訂價之關鍵因素，即為本研究探討之議題。

## 2. 文獻探討

本研究探討在技術移轉時，會影響考量技術訂價的因素，故在文獻探討的部分，先說明濺鍍靶材技術基本原理、影響技術訂價之因素、以及技術提供者與接受者議價能力做文獻的回顧及整理。

### 2.1 濺鍍靶材技術基本原理

所謂濺鍍，是將高能量粒子撞擊所謂靶材之薄膜之母材，將母材內構成原子自靶材表面擊出，而在基板表面堆積成薄膜之現象（白木靖寬、吉田真史，民 95）。而靶材即高能量粒子撞擊之目標材料。依成分不同分為金屬類、合金類、氧化物類等等。金屬靶材一般是由高純度金屬

所製成，如鋁、銀。一般要求表面需要數控加工，越光滑越好。

## 2.2 影響技術訂價之因素

Bidault (1989) 整理 Orleans 等學者對於技術價格決定因素之相關文獻，並將技術價格的決定因素歸納為五項類型。第一項為技術之獲利能力，評估獲利能力有以下四個步驟：(1)潛在市場和未來市場佔有評估，(2)總生產成本評估，(3)被授權者權利金支付前之投資報酬率，以及(4)授權者與被授權者成本分攤比例以及被授權者支付方式。第二項為研發成本，研發成本可以兩種不同觀點探討，就授權者觀點而言，其考慮因素是授權者節省的成本、時間、風險。就被授權者觀點而言，是自行研發成本考量下的最高支付額度。第三項為授權者機會成本，機會成本指在最佳市場下，產品未上市所損失的利潤，就授權者而言，就是技術的「損失收益」，因此權利金報酬至少應不低於此。第四項為移轉成本，影響價格因素中，只有移轉成本可以準確估計，其影響因素包括技術供應者特徵，特別是與技術移轉相關的經驗及專業知識、技術本身特徵（複雜程度、標準化程度等）、技術接受者特徵（本身應用技術的能力）、與技術接受者的經濟條件（生產必要因素的掌握與取得）。第五項類型是其他因素，包括產業標準與侵權成本。

很多企業在進行技術移轉的時候，會直接採用產業標準權利金之比例。而決定權利金比例時，必須先了解技術授權與被授權者雙方的策略、經濟和法律動機。McGavock *et al.* (1992) 針對授權之策略及財務方面進行技術授權之調查，來了解實務上影響權利金比例之主要因素。發現影響權利金比例之因素包括了專利保護、授權專屬性、效用與優勢、商品化成功率、技術改進需求、競爭關係、授權期限、產業最低權利金、技術支援/教育訓練、授權的承諾、保護責任歸屬、國外或國內為技術授權對象、附帶銷售以及專家之諮議。

Sullivan (1994) 以電腦產業為例，建構出一套權利金之產業標準。將授權分為技術授權以及技術引進兩大類進行分析，並針對雙方不同立場以及權利金的決定因素來解析，認為影響權利金的主要因素為技術之競爭優勢與技術授權期限。而影響權利金之次要因素為保護、專屬性、效用/優勢、商業成功、後續精進、與授權投入。

Arnold (1988) 將技術訂價的影響因素分為八類。不同產業、企業策略，對各項因素會有不同的權重。第一類因素為技術之本質，影響技術本質之次因素包括技術之態樣、技術之發展階段技術屬重大發明或些微改善、技術被模仿的容易程度、技術革新速率、技術的運用範圍、技術對被授權國家產業之實質貢獻、技術之複雜程度、後續研發需求、技術商品化時，相關技術和其他互補性資產需求程度。第二類因素為成本因素，影響成本因素的次因素包括被授權者節省均自行研發成本、被授權者產品成本的減少、授權者規避的商品化成本與風險、授權過程所需成本、技術調適成本、使用技術所需付出的資金、人力、原料等資源之成本、智慧財產權保護成本、賣方實際研發成本、技術價格之產業標準、競爭/類似技術之價格、雙方各自的需求投

資報酬率、以及侵權成本。第三類因素為產品市場因素，影響產品市場因素之次因素包括產品生命週期階段、市場大小與預估市場佔有率、技術之產品市場利基、相對價格、品質之產品需求量變化、市場需求穩定度、市場之競爭結構。第四類因素為技術市場，影響技術市場之次因素包括技術供給者數目、技術需求者數目、授權者與被授權者之競爭。第五類因素為智慧財產權之保護，影響智慧財產權之保護之次因素包括技術保護之範圍與可靠度、智財權保護之期限與範圍、智慧財產權保護之責任歸屬、被授權者是否可以利用該技術自行開發替代技術或相關技術、授權者保護其智財權之聲譽、被授權者或其所屬國執行智財權之聲譽。第六類因素為技術授權者資源優勢，影響技術授權者資源優勢之次因素包括被授權者的資金、研發能力、生產能力、行銷能力等、被授權者後續研發與改良技術的能力、所屬國之經濟及產業發展狀況、勞力及資金取得成本與容易程度。第七類因素為法律與政治因素，影響法律與政治因素之次因素包括政府提供之優惠措施如：稅賦減免、低利貸款以及外匯管制、貿易障礙或其他相關限制。第八類因素為契約因素，影響契約因素之次因素包括了授權期限、專屬授權與否、支付方式、專利數目、被授權者技術設計之自由度與其它條款。

劉宗燁 (民 95) 論述運用智慧財產權來保護技術移轉，故技術鑑價有其必須性，並且要透過市場來展現其價值。一般可分為評估價值：產品分布、該資產在市場上的經濟壽命等，以及市場價值：從使用者、付錢者及購買者三個角度來看待市場價值。而市場上所接受之鑑價方式有三個方向：(1)成本觀點：考量所有投入之成本，包含人力成本、管銷成本以及設備成本。其並未考慮環境因素。(2)經濟效益觀點：考量公司資產、現金流量、折現率等會計因素，包含經濟環境、獲利能力、競爭力、資金需求、通貨膨脹、變現流動率、利率以及風險。但並未考慮市場。(3)市場觀點：考量市場價值、市場競爭力、佔有率，包括未來的利潤和風險，預期未來可能的市場收益。但由於市場繁多且變化快速，難以掌握全面資訊。

無形資產包括智慧資本與智慧財產，而智慧財產通常以專利來保護。現今企業願意花費專利成本來保障自身能力，也顯示專利鑑價的重要性。Chiu and Chen (2007) 利用層級分析法 (AHP)，以授權者角度建構出智慧財產權之評估系統，並實際應用於 MP3 播放器之新產品方案選擇上。而專利鑑價之評估系統包括四項評估構面及準則：第一項為技術本質，其包括了技術改良、應用範圍、適用性、複雜度。第二項為成本因素，包括研究發展之成本、移轉成本與參考成本。第三項為產品市場，包括產品生命週期、潛在市場佔有率、市場規模與效用/優勢。第四項為技術市場，包括業界標準、供給者之數量與需求者之數量。

### 2.3 技術接受者與提供者議價能力之因素

由於技術接受者與提供者之議價能力亦會影響技術訂價，在此分為針對技術接受者與技術提供者兩方影響議價能力之因素進行探討。從技術接受者角度而言，影響接受者議價能力之因

素包括購買者對技術是否了解、其他地方是否可取得類似技術、是否有議價場合之知識及技巧以及政府支持及干預的程度如何 (Branson, 1966)。Davies (1977) 認為技術接受者的經驗、技術吸收能力及下層組織發展程度，皆會對其產生影響效果。Abdelkader (1988) 認為通常技術購買者較欠缺談判經驗，因此購買者若擁有談判經驗及懂得議價場合的知識與技巧，則可增加其議價能力。

對技術提供者角度而言，通常提供者所握有之技術獨佔性越大時，其可獲得之技術報酬金便越高 (Kopits, 1976)。當移轉同樣技術的次數越多，技術本身的年齡越大，及技術在製造經驗上之年數越久時，會使其議價能力相對受到影響 (Davies, 1977; Teece, 1977)。

### 3. 建立評估架構

由於 Arnold and Durkee (1990) 所提出之八個構面及三十九項準則就技術訂價而言頗為完整，與其他學者所提出之構面準則相較，有其深度與廣度，故以 Arnold and Durkee (1990) 所提出之構面及準則做為本研究之雛型架構。在訪談產業與學術兩方之專家後，就濺鍍靶材建構影響訂價技術移轉因素之架構。最後以由上而下 (top-down) 的演繹觀點所建立之雛形架構包括五大構面以及 18 項準則，構面定義說明如表 1。

在各構面下所包含準則之意義說明如下：

#### (一) 技術本質

- (1) 技術態樣—包括技術之專利、know how、專門技術、商標、著作權或混合授權。
- (2) 被模仿的容易程度
- (3) 革新速率—技術被替代的容易程度。

表 1 構面定義

構面	定義
技術本質	代表此技術專利之樣式、競爭能力 (被模仿、取代的容易程度以及可運用範圍)、相對於買方技術能力之技術複雜度、以及需要相關技術或資源之需求程度。
成本因素	涵括了買賣方所規避之成本、移轉過程產生之成本、以及賣方實際研發成本等實際可參考之成本。
市場因素	涵括產品市場 (產品成長率、市佔率及需求穩定度)以及技術市場兩觀點 (技術供需方數量及競爭情況)。
技術接受者資源優勢	買方本身規模、資金能力及研發技術能力。
議價能力	涵括買方及賣方兩方之議價、談判能力。

- (4) 運用範圍
  - (5) 複雜程度—買方本身技術程度，或賣方是否需要提供相關技術協助。
  - (6) 商品化時，相關技術和其他互補性資產需求程度
- (二) 成本因素
- (1) 成本節省—包括被授權者節省均自行研發成本、被授權者產品成本的減少、授權者規避的商品化成本與風險。
  - (2) 成本承擔—包括賣方傳送和買方吸收特定知識，使得技術得以有效移轉所發生的費用；買方使用此技術所需付出的資金、人力、原料等資源之成本，以及智慧財產權保護成本。
  - (3) 參考成本—包括賣方實際研發成本、技術價格之產業標準、雙方各自的需求投資報酬率、以及侵權成本。
- (三) 市場因素
- (1) 產品生命週期階段—產品的市場成長率情況。
  - (2) 市場大小與預估市佔率
  - (3) 市場需求穩定度
  - (4) 技術市場供需數目
  - (5) 技術提供者與接受者之競爭
- (四) 技術接受者資源優勢
- (1) 運用技術能力—包括技術接受者之資金、研發能力、生產能力、行銷能力等。
  - (2) 後續研發與改良技術的能力—技術接受者是否擁有後續研發與改良之能力。
- (五) 議價能力
- (1) 技術接受者議價能力—接受者對技術了解程度，是否擁有議價場合之知識及技巧，以及是否擁有談判經驗。
  - (2) 技術提供者議價能力—提供者是否擁有議價場合之知識及技巧，以及是否擁有談判經驗。
- 為使架構能符合專家效度，因此請四位具技術移轉經驗或背景知識之專家學者就雛型架構判斷準則間在實務上的相互關聯性。衡量方式係就依準則間關係之強弱，自 0 至 9 分擇一顯示影響程度，並以算術平均數整合四位專家意見。以分數愈高代表一個準則對另一準則的影響程度愈大，分數愈低則代表影響程度愈小。當一個準則對另一準則有影響時，在圖形上則以有向邊 (directed arc) 示之。由於結果顯示平均影響程度為 5.27，故依此分別繪製大於 5.5、5.75、6、6.25、6.5、6.75 及 7 等臨界分數之相對應架構，亦即在架構中僅顯示平均影響程度大於臨界分數的有向邊。經由專家確認臨界值 6.75 所對應之架構 (如圖 1 所示) 較符合實務上的狀況。本研究採用階層式網路架構，而階層式網路架構與層級架構類似，但卻能突顯出構面間、準則間各有其相依性存在。圖 2 為本研究所提出之階層式網路架構。

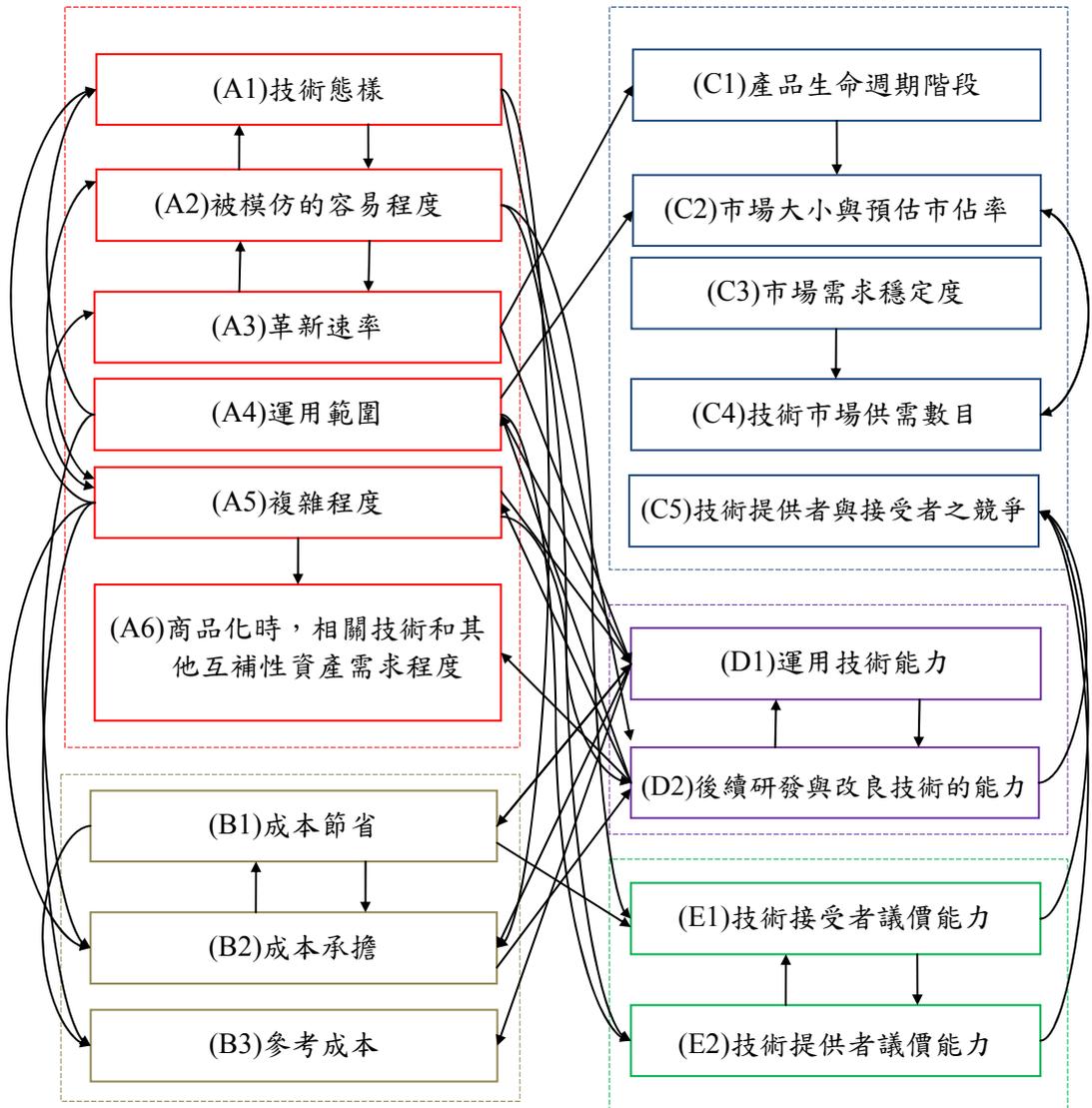


圖 1 準則關聯性之網路圖

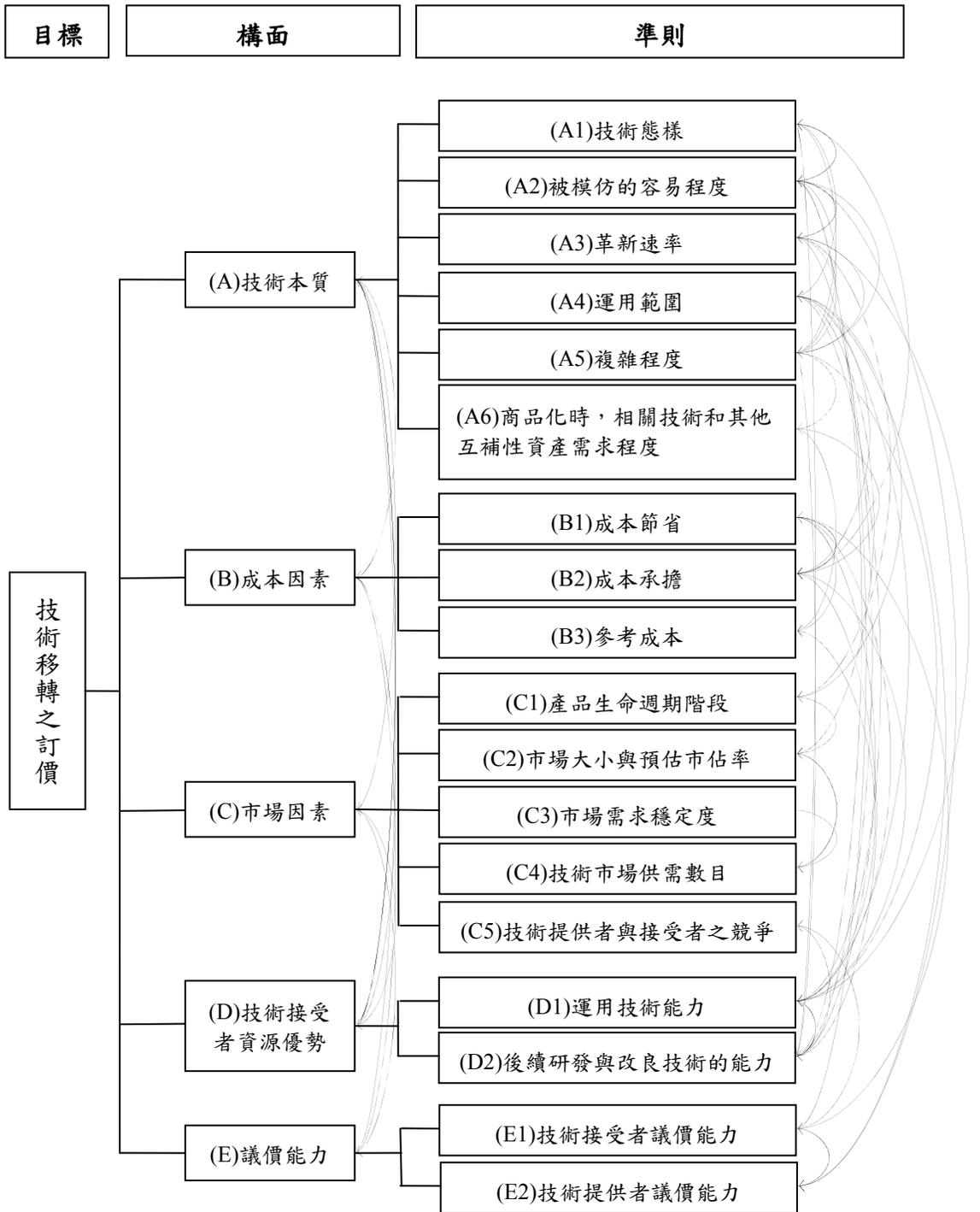


圖 2 評估架構

## 4. 研究方法

### 4.1 網路分析程序法

ANP 是 Saaty (2001) 延伸層級分析法 (analytic hierarchy process; AHP) 法所提出的理論。由於 AHP 法的問題架構僅使用單向 (uni-directional) 層級關係表示，但在現實生活中，要素之間可能存在著互相影響的關係，並隨著問題越大關係也越錯縱複雜。ANP 允許層級與要素之間有更複雜的相互關係存在，而 AHP 為 ANP 未考量相依性下的特例，故 ANP 為 AHP 的一般化型式 (Saaty, 2001)。ANP 的執行包括四個主要步驟：

#### (一) 模型的建立以及問題的架構

清楚的描述整個問題，並決定影響問題的所有因素。經由決策者或專家的意見、腦力激盪以及其他適當的方法來建立架構圖。

#### (二) 成對比較形成矩陣及優先權向量

針對架構中的構面進行重要性之成對比較，在各個構面之下的準則也必須對重要性程度做成對比較。對層級架構而言，ANP 可以反映出同一層級要素之間的相互關連性。由相依關係產生成對比較矩陣  $\mathbf{A}$ ，並由以下公式求出  $\mathbf{A}$  的局部優先權向量 (local priority vector)：

$$\mathbf{A} \cdot \mathbf{w} = \lambda_{\max} \cdot \mathbf{w} \quad (1)$$

其中  $\mathbf{w}$  為特徵向量， $\lambda_{\max}$  為矩陣  $\mathbf{A}$  的最大特徵值。

#### (三) 建構超級矩陣

為了獲得具相互關聯性系統之整體特徵向量 (global priority vector)，將步驟二所求得之局部特徵向量置入矩陣每一行元素中形成超級矩陣結構。超級矩陣的產生隨層級架構中因素的相依性不同而有所改變，本研究使用網路層級架構，如圖 3 所示。此時目標、構面以及準則均各視為一群組 (cluster)。

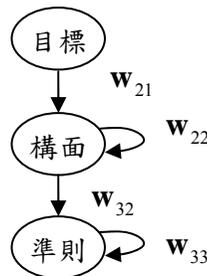


圖 3 網路層級架構

對應於圖 3 的超級矩陣表示如下：

$$\mathbf{W} = \begin{matrix} & \begin{matrix} \text{目標} & \text{構面} & \text{準則} \end{matrix} \\ \begin{matrix} \text{目標} \\ \text{構面} \\ \text{準則} \end{matrix} & \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ \mathbf{w}_{21} & \mathbf{w}_{22} & 0 \\ 0 & \mathbf{w}_{32} & \mathbf{w}_{33} \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (2)$$

$\mathbf{w}_{21}$  表示在目標之下，各構面重要性兩兩比較後，所求得之優先權向量； $\mathbf{w}_{32}$  則表示在不同構面之下，對每個準則之重要性做成對比較後，所求得之優先權向量； $\mathbf{w}_{22}$  表示依構面之間相依性進行成對比較後，所求得之優先權向量； $\mathbf{w}_{33}$  為依準則間相依性進行成對比較後，所求得之優先權向量。其他無互相影響之要素則填入 0。

此時所形成的超級矩陣中，目標與構面之下的行元素總和將等於 2，而準則之下的各行元素將等於 1，此為未加權之超級矩陣。由於超級矩陣必須轉換使之具有隨機性質，圖 3 之層級式網路架構做法為將目標與構面，以及構面與準則下之行元素正規化，使每一行之總和等於 1，即為加權超級矩陣。加權超級矩陣  $\mathbf{w}$  的元素  $w_{ij}$  可解釋為由元素  $i$  到元素  $j$  的機率，每一個元素相當於馬可夫鏈的狀態。為求得元素  $i$  到達元素  $j$  的穩定機率，必須計算  $\lim_{k \rightarrow \infty} \mathbf{W}^k$ ，當  $\mathbf{W}^k$  的行向量不再變動時（如： $\mathbf{W}^k \approx \mathbf{W}^{k+1}$ ），即稱  $\mathbf{W}^k$  為極限超級矩陣 (limiting supermatrix)，並可決定穩定狀態機率，而各狀態之穩定發生機率即為其相對重要性。

#### (四) 決定關鍵因素

由極限超級矩陣讀取各準則之相對權重，找出影響目標之關鍵因素及其相對權重。

## 4.2 模糊語意尺度

模糊層級分析法 (fuzzy analytic hierarchy process; FAHP) 與 FANP 大多應用在多項評估準則的決策問題上，且 FAHP 與 FANP 能夠以模糊語意 (fuzzy linguistic) 來改善決策者在要素、方案評估時所產生認知上的不確定性 (Zadeh, 1965)。做法上是將明確語意值所對應的語意尺度模糊化。假設有兩組模糊數  $\tilde{A} = (l_1, m_1, u_1)$  與  $\tilde{B} = (l_2, m_2, u_2)$ ，則模糊數的運算為 (Wang and Chen, 2008)：

$$\text{加法 (addition): } \tilde{A} \oplus \tilde{B} = (l_1 + l_2, m_1 + m_2, u_1 + u_2) \quad (3)$$

$$\text{減法 (subtraction): } \tilde{A} \ominus \tilde{B} = (l_1 - l_2, m_1 - m_2, u_1 - u_2) \quad (4)$$

$$\text{乘法 (multiplication): } \tilde{A} \otimes \tilde{B} = (l_1 l_2, m_1 m_2, u_1 u_2) \quad (5)$$

$$\text{常數 (scalar): } k\tilde{A} = k(l_1, m_1, u_1) = (kl_1, km_1, ku_1), \text{ 其中 } k > 0, k \in \mathbf{R} \quad (6)$$

$$\text{倒數 (inverse): } \tilde{A}^{-1} = (l_1, m_1, u_1)^{-1} = \left(\frac{1}{u_1}, \frac{1}{m_1}, \frac{1}{l_1}\right) \quad (7)$$

在衡量重要性的評估尺度上，Saaty 在 AHP 與 ANP 法上，使用 1 到 9 的九點評估尺度 (同等重要、稍重要、頗重要、極重要、絕對重要，以及介於兩屬性之間的折衷程度)，表現兩因素的重要性程度從同等重要漸強至絕對重要。何敬之等 (民 84) 將九點尺度簡化為五點尺度 (同等重要、稍重要、頗重要、極重要、絕對重要) 研究其可行性，並發現兩種尺度所產生的權重差異並不大。一些 FAHP、FANP 之相關研究亦使用五點尺度 (例如：曾國雄等，民 96；Abdi, 2009；Chen *et al.*, 2008；Dagdeviren *et al.*, 2008)，研究結果顯示五點尺度也是可行的衡量方式。故本研究以五點尺度做為準則間在成對比較時所使用之重要性評估尺度，並採用 Promentilla *et al.* (2008) 所定義如圖 4 所示之模糊語意值「同等重要」、「稍重要」、「重要」、「極重要」以及「絕對重要」。上述模糊語意值分別對應  $(1, 1, 1)$ 、 $(1, a, b)$ 、 $(a, b, c)$ 、 $(b, c, 9)$  以及  $(c, 9, 9)$  等三角模糊數，而且  $a$ 、 $b$ 、 $c$  三值會影響「稍重要」、「重要」、「極重要」與「絕對重要」的屬性值範圍。由於每位受訪者對於重要程度之感認並不相同，故  $a$ 、 $b$ 、 $c$  三值是由受訪者所決定的。

在使用乘法型偏好關係下，先請受訪者在  $[0,100]$  填答對應於「稍重要」、「重要」以及「極重要」的最可能值，以  $y=0.08x+1$  再次轉換成介於 1 到 9 的數值，其中  $x$  為受訪者所填答之值， $y$  為轉換後在  $[1,9]$  的值。在使用加法型偏好關係下，由於偏好值之範圍為  $[0.5,1]$ ，故以  $y=0.005x+0.5$  將專家之前所填答在  $[0,100]$  之  $x$  轉換成在  $[0.5,1]$  之  $y$  值。

### 4.3 模糊加法型與模糊乘法型偏好關係

所謂偏好關係是指兩個構面/準則的比較之下，對於某構面/準則較偏好的程度。此常運用於決策之過程。成對比較矩陣可視為偏好關係，根據此一偏好關係即可評估準則權重值。偏好關係通常以一致性檢定反應受訪者在成對比較上所做判斷的合理程度，在做法上係以遞移性 (transitivity) 加以衡量。在決策的過程中，判斷若缺少一致性，則會造成結論的不一致 (inconsistency) 情形 (Herrera-Viedma *et al.*, 2004)。當成對比較次數過大時，也很難獲得判斷的

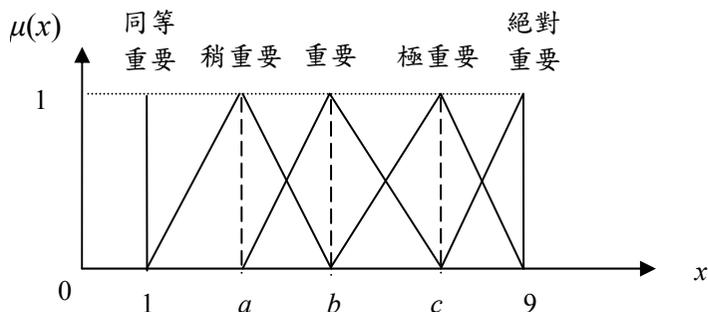


圖 4 模糊語意尺度

一致性。偏好關係可區分為模糊乘法型與模糊加法型偏好關係，並可分別使用乘法與加法遞移性來檢定其一致性。在答題數從  $C_2^n$  題減少為  $(n-1)$  題下，Herrera-Viedma *et al.* (2004) 就上述兩種偏好關係提出可達成完全一致性 (perfectly consistent) 的方法。

以下分別介紹 Herrera-Viedma *et al.* (2004) 所提出之乘法與加法型偏好關係，以及擴展至模糊乘法型與模糊加法型偏好關係的做法。

#### 4.3.1 模糊乘法型偏好關係

乘法偏好關係以  $A = (a_{ij})$  表示時， $a_{ij}$  代表準則  $i$  對準則  $j$  的重要程度之倍數。通常  $a_{ij} \in \{\frac{1}{9}, \frac{1}{8}, \frac{1}{7}, \dots, 1, 2, \dots, 9\}$ 。 $a_{ij} = \frac{1}{9}$  代表準則  $i$  對準則  $j$  的重要程度為  $\frac{1}{9}$  倍； $a_{ij} = 1$  代表準則  $i$  與準則  $j$  的重要程度相等； $a_{ij} = 9$  則代表準則  $i$  對準則  $j$  的重要程度為 9 倍。當  $A$  滿足遞移性  $a_{ij} \cdot a_{jk} = a_{ik}$  時，則稱  $A$  為具完全一致性之乘法偏好關係 (consistent preference relations)。傳統 AHP 與 ANP 所使用的成對比較矩陣為具有乘法倒值 (multiplicative reciprocal) 特性 ( $a_{ij} \cdot a_{ji} = 1$ ) 的乘法偏好關係。

Herrera-Viedma *et al.* (2004) 提出產生具有完全一致性之乘法偏好關係的方式為：首先由受訪者決定  $a_{12}, a_{23}, \dots, a_{(n-1)n}$  共  $(n-1)$  個元素值，其餘未知元素  $a_{ij}$  則利用已決定之元素值，以下式計算之：

$$a_{ij} = a_{i(i+1)(i+2)} \cdot \dots \cdot a_{(j-1)j}, \quad i < j \quad (8)$$

在考量模糊乘法偏好關係  $\tilde{A} = (\tilde{a}_{ij})$  時，本研究參照 Herrera-Viedma *et al.* 的做法，在受訪者決定  $\tilde{a}_{12}, \tilde{a}_{23}, \dots, \tilde{a}_{(n-1)n}$  後，以下式計算其餘未知元素  $\tilde{a}_{ij}$ ：

$$\tilde{a}_{ij} = \tilde{a}_{i(i+1)} \otimes \tilde{a}_{(i+1)(i+2)} \otimes \dots \otimes \tilde{a}_{(j-1)j}, \quad i < j \quad (9)$$

其中  $\tilde{a}_{ij}$  為模糊數。同時， $\tilde{a}_{ij} \otimes \tilde{a}_{ji} = (1, 1, 1)$  成立。

為使三角模糊數之每個參數值介於 1/9 至 9 之間，使用下式加以轉換：

$$f(\tilde{a}_{ij}) = \tilde{a}_{ij}^{1/\log_9 9} \quad (10)$$

其中  $a$  為  $\tilde{A}$  中所出現之最大值， $\tilde{a}_{ij}$  則為欲轉換之模糊數。

#### 4.3.2 模糊加法型偏好關係

加法偏好關係以  $P = (p_{ij})$  表示時， $p_{ij}$  代表準則  $i$  與準則  $j$  相較之下，偏好準則  $i$  的程度 (preference degree of criterion  $i$  over criterion  $j$ )，故  $p_{ij}$  亦可用於表達準則  $i$  之於準則  $j$  的重要程度。通常  $p_{ij} \in [0, 1]$ 。 $p_{ij} > 0.5$  代表較偏好準則  $i$ ； $p_{ij} = 0.5$  代表對於準則  $i$  與準則  $j$  的偏好程度無差異；

$p_{ij}=1$  則代表完全偏好準則  $i$ 。偏好關係  $P$  通常假設滿足加法倒值 (additive reciprocal) 特性 ( $p_{ij} + p_{ji} = 1$ )。當滿足遞移性  $p_{ij} + p_{jk} + p_{ki} = \frac{3}{2}$  ( $\forall i < j < k$ ) 時，則稱  $P$  為具完全一致性之加法偏好關係。

Herrera-Viedma *et al.* (2004) 提出產生具有完全一致性之加法偏好關係的方式為：首先由受訪者決定  $p_{12}, p_{23}, \dots, p_{(n-1)n}$  共  $(n-1)$  個元素值，其餘未知元素  $p_{ij}$  則利用已決定之元素值，以下式計算之：

$$P_{i(i+1)} + P_{(i+1)(i+2)} + \dots + P_{(j-1)j} + P_{ji} = \frac{j-i+1}{2}, \forall i < j \tag{11}$$

Wang and Chen (2008) 以加法偏好關係為基礎，另提出具完全一致性之模糊加法偏好關係  $\tilde{P} = (\tilde{p}_{ij})$ ，其特性如下：

$$\tilde{p}_{ij} \oplus \tilde{p}_{jk} \oplus \tilde{p}_{ki} = (p_{ij}^l, p_{ij}^m, p_{ij}^u) \oplus (p_{jk}^l, p_{jk}^m, p_{jk}^u) \oplus (p_{ki}^l, p_{ki}^m, p_{ki}^u) = \frac{3}{2} = (\frac{3}{2}, \frac{3}{2}, \frac{3}{2}) \tag{12}$$

其中  $p_{ij}^l + p_{jk}^l + p_{ki}^u = \frac{3}{2}, \forall i < j < k$

$p_{ij}^m + p_{jk}^m + p_{ki}^m = \frac{3}{2}, \forall i < j < k$

$p_{ij}^u + p_{jk}^u + p_{ki}^l = \frac{3}{2}, \forall i < j < k$

在受訪者決定  $\tilde{p}_{12}, \tilde{p}_{23}, \dots, \tilde{p}_{(n-1)n}$  後，其餘未知元素  $\tilde{p}_{ij}$  以下式計算之：

$$\tilde{p}_{i(i+1)} \oplus \tilde{p}_{(i+1)(i+2)} \oplus \dots \oplus \tilde{p}_{(j-1)j} \oplus \tilde{p}_{ji} = (\frac{j-i+1}{2}, \frac{j-i+1}{2}, \frac{j-i+1}{2}), \forall i < j \tag{13}$$

其中  $p_{i(i+1)}^l + p_{(i+1)(i+2)}^l + \dots + p_{(j-1)j}^l + p_{ji}^u = \frac{j-i+1}{2}$ ，

$p_{i(i+1)}^m + p_{(i+1)(i+2)}^m + \dots + p_{(j-1)j}^m + p_{ji}^m = \frac{j-i+1}{2}$ ，

$p_{i(i+1)}^u + p_{(i+1)(i+2)}^u + \dots + p_{(j-1)j}^u + p_{ji}^l = \frac{j-i+1}{2}$ 。

同時， $\tilde{p}_{ij} \oplus \tilde{p}_{jk} = \tilde{1}$  成立。

為使  $\tilde{P}$  中所有模糊數參數數值由  $[-c, 1+c]$  轉換至  $[0, 1]$ ，使用下式加以轉換之 (Wang and Chen, 2008)：

$$\begin{aligned} f(p_{ij}^l) &= \frac{p_{ij}^l + c}{1+2c} \\ f(p_{ij}^m) &= \frac{p_{ij}^m + c}{1+2c} \\ f(p_{ij}^u) &= \frac{p_{ij}^u + c}{1+2c} \end{aligned} \tag{14}$$

#### 4.4 決定相對重要性

本研究使用加法型與乘法型偏好關係以避免傳統 ANP 法不易達成一致性的缺點，同時使用

模糊語意尺度之網路分析程序法獲取成對比較矩陣。由模糊成對比較矩陣求取準則相對權重之方式如下：

(一) 求取綜合模糊值

假設模糊成對比較矩陣如下：

$$\tilde{A} = \begin{bmatrix} \tilde{a}_{11} & \tilde{a}_{12} & \cdots & \tilde{a}_{1m} \\ \tilde{a}_{21} & \tilde{a}_{22} & \cdots & \tilde{a}_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{a}_{n1} & \tilde{a}_{n2} & \cdots & \tilde{a}_{nm} \end{bmatrix} \quad (15)$$

以下式就  $\tilde{A}$  之各列求得綜合模糊值  $\tilde{S}_i$  (Chang, 1996)：

$$\tilde{S}_i = \sum_{j=1}^m \tilde{a}_{ij} \otimes \left[ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \tilde{a}_{ij} \right]^{-1} \quad (16)$$

$$\begin{aligned} \text{其中 } \sum_{j=1}^m \tilde{a}_{ij} &= \left( \sum_{j=1}^m a_{ij}^l, \sum_{j=1}^m a_{ij}^m, \sum_{j=1}^m a_{ij}^u \right) \\ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \tilde{a}_{ij} &= \left( \sum_{i=1}^n a_{ij}^l, \sum_{i=1}^n a_{ij}^m, \sum_{i=1}^n a_{ij}^u \right) \\ \left[ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \tilde{a}_{ij} \right]^{-1} &= \left( \frac{1}{\sum_{i=1}^n a_{ij}^u}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n a_{ij}^m}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n a_{ij}^l} \right) \end{aligned}$$

(二) 去模糊化

利用算數平均數將  $\tilde{S}_i$  去模糊化為一明確值 (Lee *et al.*, 1988)：

$$\alpha = (S_i^l + S_i^m + S_i^u) / 3, \quad i=1,2,\dots,n \quad (17)$$

以此求得權重向量如下：

$$\mathbf{W}_\alpha = (\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n) \quad (18)$$

(三) 權重正規化

為使權重總和為 1，故須經由正規化將  $\mathbf{W}_\alpha$  轉換如下：

經正規化，可求得其權重向量如下所示：

$$\mathbf{W}_\alpha' = (\alpha_1', \alpha_2', \dots, \alpha_n') \quad (19)$$

其中

$$\alpha'_i = \frac{\alpha_i}{\sum_{i=1}^n \alpha_i}, i=1,2,\dots,n \tag{20}$$

$W'_\alpha$  應置於超級矩陣中適當位置，以獲取極限超級矩陣。

## 5. 實證分析

### 5.1 案例說明

為說明本研究在 ANP 中，如何分別使用模糊乘法與模糊加法偏好關係，以建構超級矩陣，在此以一位受訪者之填答資料做為說明例。操作程序包括建立模糊語意值、產生成對比較矩陣及相對權重、建構超級矩陣與產生極限超級矩陣。以下分別以使用模糊乘法與模糊加法偏好關係加以說明。

#### 5.1.1 使用模糊乘法偏好關係

##### (一) 建立模糊語意值

假設受訪者對於稍重要、重要與極重要之感認值分別為 30、60 及 80，以 4.2 節之轉換公式分別轉換為 3.4、5.8 及 7.4，所得到之模糊語意值如表 2 所示。

##### (二) 產生成對比較矩陣及相對權重

建立(2)式所示超極矩陣中之  $w_{21}$ 、 $w_{22}$ 、 $w_{32}$ 、 $w_{33}$ 。為簡化說明，我們以  $w_{21}$  之建立為例，就目標下的 A、B、C、D、E 五個構面進行成對比較。 $w_{22}$ 、 $w_{32}$ 、 $w_{33}$  之建立與  $w_{21}$  相仿。如前所述，傳統上受訪者須填答  $C_2^5$  個成對比較題項方能產生所對應之成對比較矩陣，但在使用乘法偏好關係下，受訪者僅須進行如下所示之四次成對比較：

構面	重要性程度								構面	
	絕對重要	極重要	重要	稍重要	同等重要	稍重要	重要	極重要		絕對重要
A		✓								B
B								✓		C
C									✓	D
D						✓				E

依受訪者之填答資料並對應表 2 之模糊語意值可得以下成對比較矩陣：

表 2 乘法型偏好關係下之模糊語意值

尺度	模糊語意值
同等重要	(1, 1, 1)
稍重要	(1, 3.4, 5.8)
重要	(3.4, 5.8, 7.4)
極重要	(5.8, 7.4, 9)
絕對重要	(7.4, 9, 9)

	A	B	C	D	E
A	(1,1,1)	(5.8,7.4,9)			
B		(1,1,1)			
C		(3.4,5.8,7.4)	(1,1,1)		
D			(5.8,7.4,9)	(1,1,1)	
E				(1,3.4,5.8)	(1,1,1)

經由  $\tilde{a}_{ij} \otimes \tilde{a}_{ji} = (1,1,1)$  可求得以下成對比較矩陣：

	A	B	C	D	E
A	(1,1,1)	(5.8,7.4,9)			
B		(1,1,1)	(0.14,0.17,0.29)		
C			(1,1,1)	(0.11,0.14,0.17)	
D				(1,1,1)	(0.17,0.29,1)
E					(1,1,1)

再利用已知的模糊元素值即可求得矩陣中其他未知的模糊元素值：

$$\begin{aligned}\tilde{a}_{13} &= \tilde{a}_{12} \otimes \tilde{a}_{23} = (0.78, 1.28, 2.65) \\ \tilde{a}_{14} &= \tilde{a}_{13} \otimes \tilde{a}_{34} = (0.09, 0.17, 0.46) \\ \tilde{a}_{15} &= \tilde{a}_{14} \otimes \tilde{a}_{45} = (0.02, 0.05, 0.46) \\ \tilde{a}_{24} &= \tilde{a}_{23} \otimes \tilde{a}_{34} = (0.02, 0.02, 0.05) \\ \tilde{a}_{25} &= \tilde{a}_{24} \otimes \tilde{a}_{45} = (0, 0.01, 0.05) \\ \tilde{a}_{35} &= \tilde{a}_{34} \otimes \tilde{a}_{45} = (0.02, 0.04, 0.17)\end{aligned}$$

由此可獲得如下所示之完整模糊矩陣  $\tilde{A}$ ：

	A	B	C	D	E
A	(1,1,1)	(5.8,7.4,9)	(0.78,1.28,2.65)	(0.09,0.17,0.46)	(0.02,0.05,0.46)
B	(0.11,0.14,0.17)	(1,1,1)	(0.14,0.17,0.29)	(0.02,0.02,0.05)	(0,0.01,0.05)
C	(0.38,0.78,1.28)	(3.4,5.8,7.4)	(1,1,1)	(0.11,0.14,0.17)	(0.02,0.04,0.17)
D	(2.19,5.8,11.48)	(19.72,42.92,66.6)	(5.8,7.4,9)	(1,1,1)	(0.17,0.29,1)
E	(2.19,19.72,66.6)	(19.72,145.93,386.28)	(5.8,25.16,52.2)	(1,3.4,5.8)	(1,1,1)

本例中之最大值出現在  $\tilde{a}_{52}$  的 386.28，故利用  $f(\tilde{a}_{ij}) = \tilde{a}_{ij}^{1/\log_9 386.28}$  將三角模糊數的各個參數轉換至 [1/9,9]。轉換後之模糊成對比較矩陣如下：

	A	B	C	D	E
A	(1,1,1)	(1.91,2.09,2.25)	(0.91,1.09,1.43)	(0.41,0.52,0.75)	(0.21,0.33,0.75)
B	(0.44,0.48,0.52)	(1,1,1)	(0.48,0.52,0.64)	(0.21,0.25,0.33)	(0.11,0.16,0.33)
C	(0.7,0.91,1.09)	(1.57,1.91,2.09)	(1,1,1)	(0.44,0.48,0.52)	(0.23,0.3,0.52)
D	(1.34,1.91,2.46)	(3,4,4.71)	(1.91,2.09,2.25)	(1,1,1)	(0.52,0.64,1)
E	(1.34,3,4.71)	(3,6,28,9)	(1.91,3.29,4.3)	(1,1.57,1.91)	(1,1,1)

決定相對權重首先就  $\tilde{A}$  之各列求取綜合模糊值：

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^5 \tilde{a}_{1j} &= (1+1.91+0.91+0.41+0.21, 1+2.09+1.09+0.52+0.33, 1+2.25+1.43+0.75+0.75) \\ &= (4.45, 5.04, 6.18) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^5 \tilde{a}_{2j} &= (0.44+1+0.48+0.21+0.11, 0.48+1+0.52+0.25+0.16, 0.52+1+0.64+0.33+0.33) \\ &= (2.25, 2.41, 2.83) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^5 \tilde{a}_{3j} &= (0.7+1.57+1+0.44+0.23, 0.91+1.91+1+0.48+0.3, 1.09+2.09+1+0.52+0.52) \\ &= (3.95, 4.61, 5.23) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^5 \tilde{a}_{4j} &= (1.34+3+1.91+1+0.52, 1.91+4+2.09+1+0.64, 2.46+4.71+2.25+1+1) \\ &= (7.77, 9.64, 11.42) \end{aligned}$$

$$\sum_{j=1}^5 \tilde{a}_{5j} = (1.34+3+1.91+1+1, 3+6.28+3.29+1.57+1, 4.71+9+4.3+1.91+1) = (8.25, 15.15, 20.92)$$

又

$$\sum_{i=1}^5 \sum_{j=1}^5 \tilde{a}_{ij} = (6.18+2.83+5.23+11.42+20.92, 5.04+2.41+4.61+9.64+15.15, 4.45+2.25+3.95+7.77+8.25)$$

$$=(46.57, 36.85, 26.66)$$

$$\left[ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \tilde{a}_{ij} \right]^{-1} = \left( \frac{1}{46.57}, \frac{1}{36.85}, \frac{1}{26.66} \right) = (0.021, 0.027, 0.038)$$

故

$$\begin{aligned} \tilde{S}_1 &= (4.45, 5.04, 6.18) \otimes (0.021, 0.027, 0.038) = (0.095, 0.137, 0.232) \\ \tilde{S}_2 &= (2.25, 2.41, 2.83) \otimes (0.021, 0.027, 0.038) = (0.048, 0.065, 0.106) \\ \tilde{S}_3 &= (3.95, 4.61, 5.23) \otimes (0.021, 0.027, 0.038) = (0.085, 0.125, 0.196) \\ \tilde{S}_4 &= (7.77, 9.64, 11.42) \otimes (0.021, 0.027, 0.038) = (0.167, 0.262, 0.428) \\ \tilde{S}_5 &= (8.25, 15.15, 20.92) \otimes (0.021, 0.027, 0.038) = (0.177, 0.411, 0.785) \end{aligned}$$

經去模糊化處理可得：

$$\begin{aligned} \alpha_1 &= (0.095+0.137+0.232)/3=0.155 \\ \alpha_2 &= (0.048+0.065+0.106)/3=0.073 \\ \alpha_3 &= (0.085+0.125+0.196)/3=0.135 \\ \alpha_4 &= (0.167+0.262+0.428)/3=0.286 \\ \alpha_5 &= (0.177+0.411+0.785)/3=0.458 \end{aligned}$$

因此構面在目標下的相對權重向量為 (0.140, 0.066, 0.122, 0.258, 0.414)。

### (三) 建構超級矩陣與產生極限超級矩陣

以模糊乘法偏好關係求得構面與準則之相對權重值後，將這些權重值放置於超級矩陣之適當位置可得如表 3 所示每一行加總未等於 1 之未加權超級矩陣。將每行正規化後可得如表 4 所示之加權超級矩陣。利用 MATLAB 或 super decisions 將加權超級矩陣自我相乘多次之後，可得如表 5 所示之極限超級矩陣，由該表的第一行即可獲得準則的整體權重值。

#### 5.1.2 使用模糊加法偏好關係

此節依 5.1.1 節之填答資料，以模糊加法偏好關係建立模糊語意值、成對比較以及相對權重。

##### (一) 建立模糊語意值

如同 5.1.1 節之舉例，30、60 及 80 以 4.2 節之轉換公式可分別轉換為 0.65、0.8 及 0.9，所得到之模糊語意值如表 6 所示。

##### (二) 產生成對比較矩陣及相對權重

依 5.1.1 節之填答資料，並對應表 6 之模糊語意值形成以下成對比較矩陣：

表 3 未加權超級矩陣 (乘法)

	目標		構面					準則																
	G	A	B	C	D	E	A1	A2	A3	A4	A5	A6	B1	B2	B3	B1	C2	C3	C4	C5	D1	D2	E1	E2
目標	G	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	A	0.1398	0.5	0.3977	0.2505	0.4606	0.4606	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
構面	B	0.0662	0	0.0694	0	0.0787	0.0787	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	C	0.1223	0	0	0.3981	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	D	0.2581	0.5	0.5329	0.1757	0.4606	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	E	0.4136	0	0	0.1757	0	0.4606	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
準則	A1	0	0.0611	0	0	0	0	0	0.6528	0	0	0	0	0	0.4584	0	0	0	0	0	0	0.2397	0	0
	A2	0	0.1240	0	0	0	0	0.1447	0	0.8501	0	0.8501	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5
	A3	0	0.1240	0	0	0	0	0	0.2482	0	0	0.1499	0	0	0	0.8501	0	0	0	0	0.8501	0	0	0
	A4	0	0.2617	0	0	0	0	0.7106	0	0	0	0	0	0.4584	0	0.1499	0	0	0	0	0	0	0	0.5
	A5	0	0.1038	0	0	0	0	0.1447	0.0990	0.1499	0	0	0	0.0833	0	0	0	0	0	0	0.1499	0.7603	0	0
	A6	0	0.3254	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	B1	0	0	0.6484	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	B2	0	0	0.2250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	B3	0	0	0.1266	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	C1	0	0	0	0.4806	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.8501	0	0	0	0	0	0	0
	C2	0	0	0	0.2091	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1499	0	0	0	0	0
	C3	0	0	0	0.0750	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.8501	0	0	0	0	0
	C4	0	0	0	0.0750	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1499	0	0	0	0	0	0	0
	C5	0	0	0	0.1604	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	D1	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	D2	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	E1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0	1	0
	<b>E2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0.5</b>	<b>0</b>																

表 4 加權超級矩陣 (乘法)

	目標		構面					準則																
	G	A	B	C	D	E	A1	A2	A3	A4	A5	A6	B1	B2	B3	B1	C2	C3	C4	C5	D1	D2	E1	E2
目標	G	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
構面	A	0.0699	0.25	0.1988	0.1252	0.2303	0.2303	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	B	0.0331	0	0.0347	0	0.0394	0.0394	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	C	0.0612	0	0	0.1991	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	D	0.1291	0.25	0.2664	0.0879	0.2303	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	E	0.2068	0	0	0.0879	0	0.2303	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
準則	A1	0	0.0306	0	0	0	0	0.6528	0	0	0	0	0.4584	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2397	0	0
	A2	0	0.0620	0	0	0	0.1447	0	0.8501	0	0.8501	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5
	A3	0	0.0620	0	0	0	0	0.2482	0	0	0.1499	0	0	0	0.8501	0	0	0	0	0.8501	0	0	0	0
	A4	0	0.1308	0	0	0	0.7106	0	0	0	0	0.4584	0	0.1499	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5
	A5	0	0.0519	0	0	0	0.1447	0.0990	0.1499	0	0	0	0.0833	0	0	0	0	0	0	0.1499	0.7603	0	0	0
	A6	0	0.1627	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	B1	0	0	0.3242	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	B2	0	0	0.1125	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	B3	0	0	0.0633	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	C1	0	0	0	0.2403	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.8501	0	0	0	0	0	0	0
	C2	0	0	0	0.1045	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1499	0	0	0	0	0
	C3	0	0	0	0.0375	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.8501	0	0	0	0	0
	C4	0	0	0	0.0375	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1499	0	0	0	0	0	0	0
	C5	0	0	0	0.0802	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	D1	0	0	0	0	0.25	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	D2	0	0	0	0	0.25	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	E1	0	0	0	0	0	0.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0	1	0
	E2	0	0	0	0	0	0.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0

表 5 極限超級矩陣 (乘法)

目標		構面										準則													
	G	A	B	C	D	E	A1	A2	A3	A4	A5	A6	B1	B2	B3	B1	C2	C3	C4	C5	D1	D2	E1	E2	
目標	G	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
構面	A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
準則	A1	0.1324	0.1416	0.0981	0.1412	0.1697	0.1085	0.1894	0.1881	0.1889	0.1882	0.1889	0	0	0.1887	0	0.1889	0.1635	0	0.0247	0.0941	0.1888	0.1885	0	0.1892
	A2	0.1854	0.1981	0.1373	0.1980	0.2382	0.1524	0.2637	0.2652	0.2638	0.2645	0.2638	0	0	0.2645	0	0.2644	0.2304	0	0.0343	0.1326	0.2646	0.2648	0	0.2636
	A3	0.1003	0.1072	0.0743	0.1071	0.1288	0.0822	0.1432	0.1426	0.1433	0.1430	0.1433	0	0	0.1428	0	0.1428	0.1242	0	0.0187	0.0713	0.1427	0.1427	0	0.1433
	A4	0.0940	0.1004	0.0696	0.1005	0.1210	0.0772	0.1334	0.1342	0.1341	0.1347	0.1341	0	0	0.1339	0	0.1336	0.1172	0	0.0174	0.0670	0.1336	0.1338	0	0.1337
	A5	0.0953	0.1018	0.0706	0.1019	0.1226	0.0782	0.1358	0.1356	0.1363	0.1363	0.1363	0	0	0.1357	0	0.1355	0.1184	0	0.0177	0.0678	0.1355	0.1355	0	0.1360
	A6	0.0964	0.2423	0.0709	0.0546	0.0761	0.0761	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	B1	0.0373	0.0065	0.3426	0.0053	0.0195	0.0195	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	B2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	B3	0.0073	0.0013	0.0669	0.0010	0.0038	0.0038	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	C1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	C2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	C3	0.0128	0	0	0.1045	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1303	1	0.8697	0	0	0	0	0
	C4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	C5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	D1	0.0470	0.0504	0.0348	0.0501	0.0602	0.0386	0.0673	0.0671	0.0668	0.0666	0.0668	0	0	0.0672	0	0.0674	0.0580	0	0.0088	0.0336	0.0674	0.0673	0	0.067
D2	0.0470	0.0504	0.0348	0.0501	0.0602	0.0386	0.0673	0.0671	0.0668	0.0666	0.0668	0	0	0.0672	0	0.0674	0.0580	0	0.0088	0.0336	0.0674	0.0673	0	0.067	
E1	0.1448	0	0	0.0857	0	0.3248	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0	1	0	
E2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

表 6 加法型偏好關係下之模糊語意值

尺度	模糊語意值
同等重要	(0.5, 0.5, 0.5)
稍重要	(0.5, 0.65, 0.8)
重要	(0.65, 0.8, 0.9)
極重要	(0.8, 0.9, 1)
絕對重要	(0.9, 1, 1)

	A	B	C	D	E
A	(0.5, 0.5, 0.5)	(0.8, 0.9, 1)			
B		(0.5, 0.5, 0.5)			
C		(0.65, 0.8, 0.9)	(0.5, 0.5, 0.5)		
D			(0.8, 0.9, 1)	(0.5, 0.5, 0.5)	
E				(0.5, 0.65, 0.8)	(0.5, 0.5, 0.5)

依  $\tilde{p}_{ij} \oplus \tilde{p}_{jk} = \tilde{1}$  可求得以下之成對比較矩陣：

	A	B	C	D	E
A	(0.5, 0.5, 0.5)	(0.8, 0.9, 1)			
B		(0.5, 0.5, 0.5)	(0.1, 0.2, 0.35)		
C			(0.5, 0.5, 0.5)	(0, 0.1, 0.2)	
D				(0.5, 0.5, 0.5)	(0.2, 0.35, 0.5)
E					(0.5, 0.5, 0.5)

依一致性之要求，由已知的模糊數可求得  $\tilde{p}_{31}$  為：

$$\begin{aligned} \tilde{p}_{31} &= (p_{31}^l, p_{31}^m, p_{31}^u) \\ &= (1.5 - p_{12}^u - p_{23}^u, 1.5 - p_{12}^m - p_{23}^m, 1.5 - p_{12}^l - p_{23}^l) \\ &= (1.5 - 1 - 0.35, 1.5 - 0.9 - 0.2, 1.5 - 0.8 - 0.1) \\ &= (0.15, 0.4, 0.6) \end{aligned}$$

以類似方法可再求得  $\tilde{p}_{42} = (0.95, 1.2, 1.4)$ 、 $\tilde{p}_{53} = (0.8, 1.05, 1.3)$ 、 $\tilde{p}_{41} = (0.45, 0.8, 1.1)$ 、 $\tilde{p}_{51} = (0.45, 0.95, 1.4)$ 、 $\tilde{p}_{52} = (0.95, 1.35, 1.7)$ 。因此可得到如下所示之模糊成對比較矩陣  $\tilde{P}$ ：

	A	B	C	D	E
A	(0.5,0.5,0.5)	(0.8,0.9,1)	(0.4,0.6,0.85)	(-0.1,0.2,0.55)	(-0.4,0.05,0.55)
B	(0,0.1,0.2)	(0.5,0.5,0.5)	(0.1,0.2,0.35)	(-0.4,-0.2,0.05)	(-0.7,-0.35,0.05)
C	(0.15,0.4,0.6)	(0.65,0.8,0.9)	(0.5,0.5,0.5)	(0,0.1,0.2)	(-0.3,-0.05,0.2)
D	(0.45,0.8,1.1)	(0.95,1.2,1.4)	(0.8,0.9,1)	(0.5,0.5,0.5)	(0.2,0.35,0.5)
E	(0.45,0.95,1.4)	(0.95,1.35,1.7)	(0.8,1.05,1.3)	(0.5,0.65,0.8)	(0.5,0.5,0.5)

為使  $\tilde{P}$  中所有模糊數參數數值由  $[-0.7, 1.7]$  轉換至  $[0, 1]$  ( $c = 0.7$ )，使用  $f(p_{ij}^l) = \frac{p_{ij}^l + 0.7}{1 + 1.4}$ 、 $f(p_{ij}^m) = \frac{p_{ij}^m + 0.7}{1 + 1.4}$ 、 $f(p_{ij}^u) = \frac{p_{ij}^u + 0.7}{1 + 1.4}$  加以轉換。轉換後之模糊成對比較矩陣如下所示：

	A	B	C	D	E
A	(0.5,0.5,0.5)	(0.625,0.667,0.708)	(0.458,0.542,0.646)	(0.25,0.375,0.521)	(0.125,0.313,0.521)
B	(0.292,0.333,0.375)	(0.5,0.5,0.5)	(0.333,0.375,0.4375)	(0.125,0.208,0.3125)	(0,0.146,0.313)
C	(0.354,0.458,0.542)	(0.563,0.625,0.667)	(0.5,0.5,0.5)	(0.292,0.333,0.375)	(0.167,0.271,0.375)
D	(0.479,0.625,0.75)	(0.688,0.792,0.875)	(0.625,0.667,0.708)	(0.5,0.5,0.5)	(0.375,0.438,0.5)
E	(0.479,0.688,0.875)	(0.688,0.854,1)	(0.625,0.729,0.833)	(0.5,0.563,0.625)	(0.5,0.5,0.5)

因此構面在目標下的相對權向量為  $(0.194, 0.127, 0.173, 0.239, 0.266)$ 。由於極限超級矩陣之建構與前節所述相仿，故在此省略說明。

## 5.2 以模糊乘法與加法偏好關係所得之權重值

受訪對象為 12 位分別屬技術提供者方以及技術接受者方之專家來填答，由於中科院擁有濺鍍靶材技術，故技術提供者方主要以中科院內人員為主。而技術接受者方對象則為下游廠商。兩方皆須由了解濺鍍靶材技術，且有技術移轉經驗或背景知識之專家來作答。最後專家所填答之意見採事後整合 (pool last) 方法整合專家偏好。在計算出各受訪者的準則權重後以算術平均法求得準則之平均權重 (鄧振源，民 94)。由於算數平均法在  $n$  個要素權重總和能滿足  $\sum_{i=1}^n w_i = 1$ ，但若採用幾何平均法則等號無法保證成立。故本研究將每位專家所求得之權重值以算術平均法整合，並分別呈現技術接受者方、技術提供者方，以及雙方整合權重之分析結果。表 7 與表 8 分別呈現利用模糊乘法偏好關係以及模糊加法偏好關係兩種方法所求得之準則權重值。

## 5.3 排序相關性分析

為了解以模糊乘法偏好關係以及模糊加法偏好關係所求權重值之排序是否具有一致性，利用無母數檢定之 Wilcoxon Signed Ranks Test 檢驗以兩種偏好關係所得到之準則排名是否具有一致性。結果如表 9 所示。

表 7 以乘法偏好關係所獲得之權重值

構面	準則	技術提供者		技術接受者		全體平均	
		權重值	排序	權重值	排序	權重值	排序
A	A1	0.0761	6	0.0390	8	0.0606	6
	A2	<b>0.2252</b>	1	<b>0.2267</b>	2	<b>0.2258</b>	2
	A3	<b>0.2066</b>	2	<b>0.2651</b>	1	<b>0.2310</b>	1
	A4	0.0471	8	0.0254	9	0.0381	10
	A5	<b>0.1051</b>	3	<b>0.1471</b>	3	<b>0.1226</b>	3
	A6	0.0793	5	0.0535	7	0.0686	5
B	B1	0.0456	9	0.0631	5	0.0529	7
	B2	0	13	0	15	0	13
	B3	0.0238	11	0.0728	4	0.0442	9
C	C1	0	13	0	15	0	13
	C2	0	13	0.0002	13	0	13
	C3	0.0612	7	0.0242	10	0.0458	8
	C4	0	13	0.0002	13	0	13
	C5	0	13	0	15	0	13
D	D1	0.0269	10	0.0151	11	0.0220	11
	D2	0.0202	12	0.0105	12	0.0162	12
E	E1	0.0827	4	0.0571	6	0.0720	4
	E2	0	13	0	15	0	13

表 8 以加法偏好關係所獲得之權重值

構面	準則	技術提供者		技術接受者		全體平均	
		權重值	排序	權重值	排序	權重值	排序
A	A1	0.0760	5	0.0642	6	0.0711	5
	A2	<b>0.2125</b>	1	<b>0.2122</b>	1	<b>0.2124</b>	1
	A3	<b>0.1874</b>	2	<b>0.2044</b>	2	<b>0.1945</b>	2
	A4	0.0333	10	0.0284	10	0.0313	10
	A5	<b>0.1654</b>	3	<b>0.1768</b>	3	<b>0.1701</b>	3
	A6	0.0597	6	0.0510	8	0.0561	7
B	B1	0.0566	7	0.0604	7	0.0582	6
	B2	0	13	0	13	0	13
	B3	0.0448	9	0.0661	5	0.0537	8
C	C1	0	13	0	13	0	13
	C2	0	13	0	13	0	13
	C3	0.0523	8	0.0390	9	0.0468	9
	C4	0	13	0	13	0	13
	C5	0	13	0	13	0	13
D	D1	0.0183	11	0.0142	11	0.0166	11
	D2	0.0150	12	0.0142	12	0.0147	12
E	E1	0.0787	4	0.0692	4	0.0747	4
	E2	0	13	0	13	0	13

表 9 排序相關性檢定

技術提供者	技術接受者	全體
0.931	0.122	1

由表 9 發現以技術接受者方檢驗之 P 值為 0.931、以技術提供者方所檢驗之 P 值為 0.122、而以全體平均所檢驗之 P 值為 1，三者皆大於 0.05，表示在排序上並無顯著差異。其中技術提供者方之 P 值較小，但於乘法偏好關係所求得 C2 與 C4 之權重值為 0.0002，近似於零，若將此兩項準則權重值視為零時，技術接受者方之 P 值即為 0.599，於排序上更無顯著差異。故可得知使用模糊乘法與加法偏好關係所得到權重值，其排序上是具有一致性的。

從模糊乘法型與模糊加法型方法之分析資料結果可了解，雖然乘法與加法偏好關係可相互轉換，故應顯示相同之結果，然而由於加入模糊語意值形成模糊乘法與模糊加法偏好關係，在兩者無法轉換之下，分析資料還是有些許差距。但是在相關性檢定之下，顯示其排序仍具有一致性，不致偏頗。

由於排序具一致性，故以下以模糊乘法偏好關係所得之權重值為主，進行構面與準則權重資料之分析。

#### 5.4 構面權重分析

在以由上而下 (top-down) 的演繹觀點設計架構下，對 ANP 而言，若不考量準則，而僅就目標與構面兩者考量時，圖 2 的構面間不會產生相依性；故  $w_{21}$  即為構面的整體權重。此與之前準則整體權重的獲取有很大的不同；這是因為在考量目標、構面與準則下，圖 2 中準則間的相依會造成構面群組的內部相依 (inner dependence)，因此準則整體權重必須藉由  $w_{22}$  的建立以就最後的極限超級矩陣加以決定。

由表 10 可知，技術提供者方認為技術本質構面最重要，其次為市場因素構面，再來為技術接受者資源優勢構面。表示在提供技轉靶材技術時，賣方認為此三項構面因素為影響訂價之重要因素。以賣方的角度而言，由於是技術研發者，會以技術本身各項特質做為優先訂價考量，而在尋找買方時，亦會視有無市場需求以及買方本身規模資金為重要因素。且由於技術提供者方以中科院之研發、技轉人員為主，在以提升產業為主要目標之下，將成本因素視為最不重要之因素。

技術接受者方認為技術接受者資源優勢構面最重要，其次為技術本質構面，再來是議價能力構面。表示在接受技轉靶材技術時，買方認為此三項構面因素是影響訂價之重要因素。以買方的角度而言，會先以本身能夠負擔之技轉費用及本身研發能力為訂價之優先考量，再來視此技術是否具競爭能力，其次以議價能力決定最後訂價。由於接受者方受訪者皆為下游廠商，在產品市場已成熟之下，市場因素為最不重視之因素。

表 10 構面之權重值及排序

構面	技術提供者方		技術接受者方		全體平均	
	權重值	排序	權重值	排序	權重值	排序
(A)技術本質	0.2952	1	0.2449	2	0.2742	1
(B)成本因素	0.1184	5	0.1688	4	0.1394	5
(C)市場因素	0.2358	2	0.1260	5	0.1901	3
(D)技術接受者資源優勢	0.1765	3	0.2773	1	0.2185	2
(E)議價能力	0.1740	4	0.1830	3	0.1778	4

綜合全體平均，最重要為技術本質構面，其次為技術接受者資源優勢，再來是市場因素。其中技術本質以及技術接受者資源優勢為雙方皆重視之構面，表示賣家與買家在訂價考量中，同樣認為技術本質與技術接受者資源優勢是影響價格訂定之重要因素。故兩方在訂價中，若以此兩項構面做為訂價基準，是能夠被兩方所接受的。

### 5.5 關鍵構面下之準則權重分析

由前三名之重要構面，並對照表 7 之權重值資料，分析關鍵構面下之重要準則。這些較為重要的準則對於所屬關鍵構面在績效改善上之影響較大，故必須特別重視。從技術提供者方之權重值資料來看，技術本質中以 (A2) 被模仿的容易程度為最重要之準則，其次為 (A3) 革新速率，再來是 (A5) 複雜程度，此三項準則皆屬於技術之競爭力，可知賣方在技術本質中，最重視技術是否具有競爭能力，並以此為訂價考量中之關鍵因素。而市場因素構面中，(C3) 市場需求穩定度為最重要之準則，表示市場因素中，還是以產品市場觀點為主，且重視產品是否有穩定需求。而技術接受者資源優勢構面當中，以 (D1) 運用技術能力之準則較為重要，表示賣方認為買方之規模、資金以及研發能力是重要因素。技術提供者關鍵構面及準則整理如表 11 所示。

從技術接受者方之權重值資料來看，在技術接受者資源優勢構面中，以 (D1) 運用技術能力之準則較為重要。在技術本質構面中，以 (A3) 革新速率、(A2) 被模仿的容易程度及 (A5) 複雜程度為重要準則，表示買方與賣方相同，皆認為技術是否具競爭能力為重要因素。在議價能力構面中，以 (E1) 技術接受者議價能力為重要構面，表示買方認為本身議價能力是能夠影響訂價的。技術接受者關鍵構面及準則整理如表 12 所示。若在技術本質中，以技術之革新速率、被模仿的容易程度以及複雜程度做為訂價之基準，並了解到雙方皆會考量買方運用技術之能力，在訂價上較易達成共識。

### 5.6 準則整體權重值資料分析

除了以關鍵構面看區域權重為主，我們也以準則的整體權重為輔，將上述未提出，但亦為重要性之準則考慮進去。各準則之整體權重值，依照重要性由高至低排序如表 13 所示（權重為零之準則省略）。

表 11 技術提供者關鍵構面下之重要準則

構面	準則
(A) 技術本質	(A2) 被模仿的容易程度 (A3) 革新速率 (A5) 複雜程度
(C) 市場因素	(C3) 市場需求穩定度
(D) 技術接受者資源優勢	(D1) 運用技術能力

表 12 技術接受者關鍵構面下之重要準則

構面	準則
(D) 技術接受者資源優勢	(D1) 運用技術能力 (A3) 革新速率
(A) 技術本質	(A2) 被模仿的容易程度 (A5) 複雜程度
(E) 議價能力	(E1) 技術接受者議價能力

表 13 準則重要性排序

技術提供者	技術接受者
(A2) 被模仿的容易程度	(A3) 革新速率
(A3) 革新速率	(A2) 被模仿的容易程度
(A5) 複雜程度	(A5) 複雜程度
(E1) 技術接受者議價能力	(B3) 參考成本
(A6) 商品化時，對於相關技術和其他互補性資產需求程度	(B1) 成本節省
(A1) 技術態樣	(E1) 技術接受者議價能力
(C3) 市場需求穩定度	(A6) 商品化時，對於相關技術和其他互補性資產需求程度
(A4) 運用範圍	(A1) 技術態樣
(B1) 成本節省	(A4) 運用範圍
(D1) 運用技術能力	(C3) 市場需求穩定度
(B3) 參考成本	(D1) 運用技術能力
(D2) 後續研發與改良技術的能力	(D2) 後續研發與改良技術的能力

由準則重要性排序可以看出技術提供者在技轉訂價考量時，除了前三項關鍵因素之外，也注重「技術接受者議價能力」以及「商品化時，對於相關技術和其他互補性資產需求程度」之準則。表示買方對技術的了解程度，以及以往是否有議價的經驗皆能夠影響訂價的高低。此外，濺鍍製程上除靶材技術外，還需要濺鍍機台設備之互補性資產，以及操作上之相關技術需求，若賣方能夠擁有其他技術支援，也會影響訂價高低。

從技術接受者的角度來看，除了前三項關鍵因素外，買方比較重視「參考成本」與「成本節省」。表示買方會考量賣方實際研發成本，產業上相關技術的價格標準，以及自身投資報酬率之關係，以及所規避的研發成本來影響訂價之高低。由此可知對於技術接受者而言「成本因素」構面有其不可忽略性。

從兩方的角度比較之下，技術提供者較重視技術本質面，即擁有技術本身之複雜度，革新速率，被模仿的容易度，相關技術之需求度。而技術接受者除了技術本質外，亦注重成本上的考量，符不符合投資報酬率。在議價能力上，技術提供者重視技術接受者方的議價能力。對技術接受者而言，「議價能力」為關鍵構面，而「技術接受者議價能力」為其關鍵準則，故「技術接受者議價能力」對技術接受者而言亦屬重要，即便 E1 的整體權重在 B3 與 B1 之後。可得知雙方皆認為技術接受者方的議價能力會影響訂價高低。這顯示出關鍵構面下較為重要的準則在整體權重排序中未必排名在前；例如，買賣雙方皆重視技術接受者資源優勢構面，且技術接受者運用技術能力在其中是較為重要之準則，而其整體權重排序則較屬後段。但運用技術能力在接受者資源優勢績效改善上的重要性卻是不可抹滅的。

## 6. 結論與建議

隨著薄膜濺鍍靶材的需求增大，國內企業能夠技術移轉靶材技術製造方法不僅能帶動國內靶材產業，降低成本，對於靶材及技術上的需求也能夠不完全的依賴國外靶材廠商。在有技術供給以及需求的情況之下，顯示出如何訂定兩方所認可訂價模式的重要性。

由於技術移轉時，影響訂價之因素眾多，若賣方與買方所重視的因素不相同，則會形成價格認知上之落差，以致於技術移轉之案子未能順利達成，或是在進行技術移轉之後，一方認為價格太高或是太低之遺憾。

本研究以實證研究，透過影響訂價因素架構的建立，以及專家問卷進行資料分析，將技術提供者與接受者所認為之重要構面依權重比例繪製雷達圖如下所示。

### (一) 技術提供者重視的構面與準則

如圖 5 及表 11 所示，賣方認為技術本質、市場因素以及技術接受者資源優勢為重要之構面。技術本質構面下的關鍵因素分別為被模仿的容易程度、革新速率以及複雜程度。市場因素構面

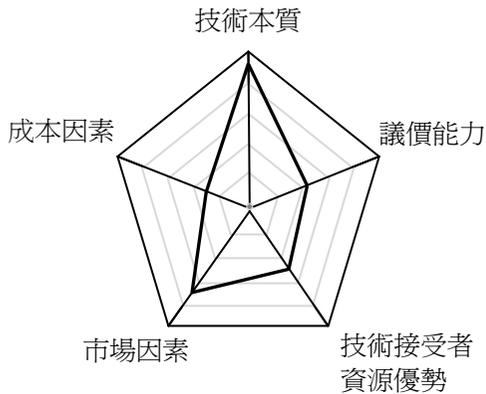


圖 5 技術提供者重視構面雷達圖

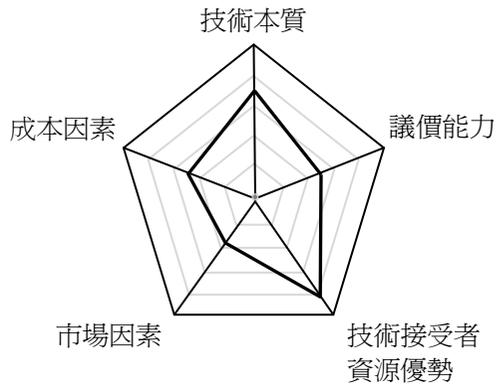


圖 6 技術接受者重視構面雷達圖

下的關鍵因素為市場需求穩定度。而技術接受者資源優勢構面下的關鍵因素為運用技術能力。另外從準則的整體權重來看 (如表 13)，技術接受者議價能力、商品化時，對於相關技術和其他互補性資產需求程度、以及技術態樣之準則亦為重要之準則。

## (二) 技術接受者重視的構面與準則

如圖 6 及表 12 所示，買方認為技術接受者資源優勢、技術本質以及議價能力為重要之構面。技術接受者資源優勢構面下的關鍵因素分別為運用技術能力。技術本質構面下的關鍵因素為被模仿的容易程度、革新速率以及複雜程度。而議價能力構面下的關鍵因素為技術接受者議價能力。另外從準則的整體權重來看 (如表 13)，參考成本與成本節省之準則亦為重要之準則。

由以上的研究結果顯示：

### (一) 雙方皆重視技術是否具競爭能力

由以上研究結果發現靶材技術移轉的訂價考量上，不管是賣方或買方，皆認為技術本質中的技術被模仿的容易程度、技術革新速率以及技術複雜程度為影響訂價之關鍵因素，而此三項準則反應出技術是否具有競爭能力。由於買賣雙方皆認為技術的競爭能力足以影響訂價，可考慮以此三項準則做為訂價之基準，在技術價格之訂定上較易達成共識。

### (二) 靶材技術為買方市場

結果顯示技術接受者認為議價能力為重要構面，而對於技術提供者而言，雖然議價能力非前三名之構面，但權重與第三名之構面非常相近，並且從準則之整體權重來看，技術提供者認為技術接受者之議價能力為重要準則。故除了上述三項關鍵因素之外，在議價能力的構面下，雙方均重視技術接受者之議價能力，也就是買方的議價能力較能影響訂價，由此可知靶材技術屬於買方市場，買方在議價上較佔優勢。在市場結構為買方市場之下，技術提供者欲進行靶材

技術之技術移轉，在訂價上應參考技術接受者所重視之因素。但除了市場結構，會形成買方議價能力較高的另一項可能原因為中科院以往進行技術移轉時，雖握有好的技術，但對於市場較未深入了解，故在技轉上以買方之議價能力較強。建議賣方在技術移轉之前，增加對市場的了解，可以提升其議價能力，進而能在對等的議價能力之下進行技術訂價。

### (三) 雙方對於市場因素之重視程度有差異

結果顯示技術供給者較重視市場因素，但接受者方卻不重視此因素。此研究結果可發現中科院以往較重視技術本質，但現在越益重視市場因素，認為產品市場及技術市場皆會影響技術訂價。但技術接受者方的受訪者皆為下游廠商，則將市場因素視為最不重要之因素。其原因可能為在供應產品的角度而言，目前對此技術需求不急迫。在現階段對於製程上較注重產品良率及穩定性，故對於靶材技術較重視直接影響品質的技術本質，而非市場因素。

### (四) 雙方對於成本因素之重視程度有差異

結果顯示技術提供者認為成本因素最不重要，而對於技術接受者而言，雖然成本因素並非前三名之構面，但在準則之整體權重，其認為成本因素中的參考成本與成本節省為重要準則。形成此差距原因為技術提供者主要以中科院人員為主，在提升產業為執行技轉的其中一項目標之下，成本為較不重要之因素；而由於技術接受者為下游廠商，在技術訂價上將考量本身能夠減少研發成本、產品成本的大小，以及能夠規避自行研發技術風險之多寡，並以賣方實際的研發成本及類似技術的價格作為訂價之參考。故技術接受者相對而言較重視成本因素，尤其是參考成本以及成本節省兩項準則。

### (五) 模糊乘法偏好關係以及模糊加法偏好關係之比較

由於傳統 ANP 中的成對比較矩陣通常有不一致性發生，為改善此現象，本研究以乘法遞移性為基礎，提出具一致性之模糊乘法偏好關係；另以加法遞移性為基礎，產生具一致性之模糊加法偏好關係。並且在問卷填答上，成對比較能夠由原先的  $C_2^n$  個減少至  $(n-1)$  個。當構面、準則數量多時，可以減少填答者的負擔。比較兩種不同偏好關係所求得權重值結果後發現，具一致性之模糊偏好關係與模糊加法偏好關係的準則權重排序在統計上無顯著差異。故未來在偏好關係的使用上，應可就模糊乘法或模糊加法關係選擇其一進行資料分析。

## 參考文獻

- 古光宏，「技術移轉之價格模式分析」，交通大學管理科學研究所未出版碩士論文，民國 82 年。
- 白木靖寬、吉田貞史，薄膜工程學，台北：全華科技圖書，民國 95 年。
- 何敬之、藍筱蘋、劉仁智，「多評準則決策—分析層級程序法尺度之研究」，管理科學學報，第十二卷第一期，民國 84 年，127-152 頁。

- 林佳樺，「影響技術授權價格因素之研究-以製藥產業為例」，政治大學企業管理研究所未出版碩士論文，民國 92 年。
- 林雅淇，「光儲存業 (DVD) 技術報酬金決定因素之實證研究」，東吳大學會計研究所未出版碩士論文，民國 90 年。
- 黃欽河，「國防研發成果跨步走—專利專屬授權成功經驗分享」，新新季刊，第三十六卷第三期，民國 97 年，132-136 頁。
- 曾國雄、謝嘉鴻、黃明居，「模糊 AHP 與非加法型模糊積分法於工程承包廠商評選之研究」，科技管理學刊，第十二卷第一期，民國 96 年，29-54 頁。
- 劉江彬、張孟元，「技術及專利價值評估模式之研究」，台大管理論叢，第十三卷第一期，民國 91 年，37-84 頁。
- 劉宗燁，「技術移轉中的技術鑑價」，新新季刊，第三十四卷第一期，民國 95 年，141-144 頁。
- 鄧振源，計畫評估—方法與應用，基隆市：海洋大學運籌規劃與管理研究中心，民國 94 年。
- 顏雅萍，「技術移轉價格影響因素之實證研究—以資訊電子業為例」，東吳大學會計系研究所未出版碩士論文，民國 88 年。
- Abdelkader, D., "The Management of Technology Transfer," *View and Experiences of Developing Countries*, Vol. 3, No. 1/2, 1988, pp. 149-165.
- Abdi, M. R., "Fuzzy Multi-Criteria Decision Model for Evaluating Reconfigurable Machines," *Production Economics*, Vol. 117, No. 1, 2009, pp. 1-15.
- Arnold, T., "100 Factors Involved in Pricing the Technology License," In *Licensing Law Handbook*, New York: Clark Boardman Callaghan, 1988.
- Bidault F., *Technology Pricing: From Principle to Strategy*, ST: Martin's Press, 1989.
- Branson, J., "Transfer of International Knowledge by International Corporation to Developing Countries," *American Economic Review*, Vol. 56, 1966, pp. 259-267.
- Chang, D. Y., "Applications of the Extent Analysis Method on Fuzzy AHP," *European Journal of Operational Research*, Vol. 95, No. 3, 1996, pp. 649-655.
- Chen, M. F., Tzeng, G. H., and Ding, C. G., "Combining Fuzzy AHP with MDS in Identifying the Preference Similarity of Alternatives," *Applied Soft Computing*, Vol. 8, No. 1, 2008, pp. 110-117.
- Chiu, Y. J. and Chen, Y. W., "Using AHP in Patent Valuation," *Mathematical and Computer Modelling*, Vol. 46, No. 7-8, 2007, pp. 1054-1062.
- Dağdeviren, M., Yüksel, I., and Kurt, M., "A Fuzzy Analytic Network Process (ANP) Model to Identify Faulty Behavior Risk (FBR) in Work System," *Safety Science*, Vol. 46, No. 5, 2008, pp. 771-783.

- Davies, H., "Technology Transfer through Commercial Transaction," *Journal of Industrial Economics*, Vol. 26, No. 2, 1977, pp. 75-161.
- Herrera-Viedma, E., Herrera, F., Chiclana, F., and Luque, M., "Some Issues on Consistency of Fuzzy Preference Relations," *European Journal of Operational Research*, Vol. 154, No. 1, 2004, pp. 98-109.
- Kopits, G., "Intra-Firm Royalties Crossing Frontiers and Transfer-Pricing Behavior," *The Economic Journal*, Vol. 86, No. 12, 1976, pp. 791-805.
- Lee, A. H. I., Wang, W. M., and Lin, T. Y., "An Evaluation Framework for Technology Transfer of New Equipment in High Technology Industry," *Technological Forecasting & Social Change*, Vol. 77, No. 1, 2010, pp. 135-150.
- Lee, E. S. and Li, R. L., "Comparison of Fuzzy Numbers Based on the Probability Measure of Fuzzy Events," *Computational Mathematics and Application*, Vol. 15, No. 10, 1988, pp. 887-896.
- McGavock, D. M., Hass, D. A., and Patin, M. P., "Factors Affecting Royalty Rates," *les Nouvelles*, Vol. 27, No. 2, 1992, pp. 107-116.
- Promentilla, M. A. B., Furuichi, T., Ishii, K., and Tanikawa, N., "A Fuzzy Analytic Network Process for Multi-Criteria Evaluation of Contaminated Site Remedial Countermeasures," *Journal of Environmental Management*, Vol. 88, No. 3, 2008, pp. 479-495.
- Saad, M., Cicmil, S., and Greenwood, M., "Technology Transfer Projects in Developing Countries: Furthering the Project Management perspectives," *International Journal of Project Management*, Vol. 20, No. 8, 2002, pp. 617-625.
- Saaty, T. L., *Decision Making with Dependence and Feedback: The Analytic Network Process*, Pittsburgh: RWS Publications, 2001.
- Sullivan, P. H., "Royalty Rates Conform to Industry Norm," *les Nouvelles*, Vol. 29, No. 3, 1994, pp. 140-146.
- Teece, D. J., "Technology Transfer by Multinational Firm: the Resource Cost of Transferring Technological Know-How," *The Economic Journal*, Vol. 87, No. 346, 1977, pp. 242-261.
- Wang, T. C. and Chen, Y. H., "Applying Fuzzy Linguistic Preference Relations to the Improvement of Consistency of Fuzzy AHP," *Information Sciences*, Vol. 178, No. 19, 2008, pp. 3755-3765.
- Zadeh, L.A., "Fuzzy sets," *Information and Control*, Vol. 8, 1965, pp. 338-353.