

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

## 應用模糊決策實驗室分析法於科技接受模式之分析 研究成果報告(精簡版)

計畫類別：個別型  
計畫編號：NSC 99-2410-H-216-005-  
執行期間：99年08月01日至100年07月31日  
執行單位：中華大學科技管理學系(所)

計畫主持人：李友錚  
共同主持人：陳淑莉

處理方式：本計畫可公開查詢

中華民國 100 年 07 月 23 日

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

## 應用模糊決策實驗室分析法於科技接受模式之分析

### Analysis of Adopting Integrated Fuzzy Decision Making Trial and Evaluation Laboratory on Technology Acceptance Model

計畫編號：NSC 99-2410-H-216-005 -

執行期限：99年08月01日至100年07月31日

主持人：李友錚 中華大學科技管理學系教授

E-mail：ycl@chu.edu.tw

#### 一、中文摘要

傳統科技接受模式 (Technology Acceptance Model, TAM) 的研究多以因素分析或結構方程模式等方法建立及驗證變數之間的因果關係，可是有些科技系統專業度與複雜度高，並非所有的受測者都完整地瞭解科技系統，而且某些變數不一定符合獨立性的假設，加上當大量樣本取得困難時，便無法正確地分析，而導致錯誤的結論。本研究為解決上述問題與假設，創新採用模糊決策實驗室分析法 (Fuzzy Decision Making Trial and Evaluation Laboratory, Fuzzy DEMATEL) 驗證 TAM 變數之間的因果關係及相互影響程度。另外，亦可解決傳統問卷調查沒有考量人類主觀認知判斷上所具有之模糊性。本研究以友達光電應用產品生命週期管理系統 (Product Lifecycle Management, PLM) 個案為例，說明本方法應用於 TAM 的效益，研究成果將提供管理者管理以及改善解決實務上複雜難解問題的參考。

本研究發現個案 Fuzzy DEMATEL 方法論所建構的 TAM2 模式中，其變數相互影響關係與傳統 TAM2 模式變數相互影響關係之主要差異為，主觀規範並未對印象造成影響，經驗會直接影響認知有用性、

使用意圖，自願性亦會直接影響到使用意圖。

**關鍵詞：**科技接受模式、決策實驗室分析法、模糊理論、產品生命週期管理系統

#### Abstract

Traditional TAM studies establish and verify the model of causal relationship between variables by factor analysis or structural equation modeling. However, some technology is highly complicated, not all respondents have thorough comprehension. Certain variables are not compatible with assumption of independence, and causal relationship cannot be analyzed accurately if mass samplings are difficult to obtain, resulting in mistaken conclusions. This study adopts Fuzzy DEMATEL to calculate the causal relationship and level of mutual effect, building on the technology acceptance model by applying the PLM system, providing administrator references to improve promotion of new technology to solve complicated and difficult problems in practice. The example of product life cycle management adopted by the Taiwan

optronics manufacturing industry is used to explain the application and effect of this theory. The research found that the influence is similar to the TAM2 model based on Fuzzy DEMATEL theory. The major difference is subjective norm did not affect image , while experience directly affects perceived usefulness and intention, and voluntariness also directly affects intention.

**Keywords:** Technology Acceptance Model, TAM, Decision Making Trial and Evaluation Laboratory, DEMATEL, Fuzzy Theory, Product Life Cycle Management, PLM

## 二、研究背景與動機

自 Davis(1986)在其博士論文中首次提出了科技接受模式的原始模型後，TAM 已成為廣泛探討資訊科技推行與使用者接受的主要分析工具之一。TAM 的研究方法主要以實證研究為主，透過問卷調查方式，將回收的問卷運用統計分析進行模式的假設檢定與模式的建構。近期的研究都以 SEM 的方法為主流，以統計方法為基礎的模式驗證必須符合統計的相關假設。可是有些科技系統專業度與複雜度高，並非所有的受測者都完整地瞭解科技系統，而且某些變數不符合獨立性的假設，加上大量樣本取得困難時，傳統與修正的 TAM 便無法正確地分析其因果關係。另外，傳統問卷以計分量化方式設計，所得結果一定是整數數值，沒有考慮人類的模糊性思維，故本研究採用模糊語意問卷進行，考慮人類心理決策行為內隱現象，精確描述人類之思維。

## 三、研究目的

具體而言，研究目的歸納為下列二點：

1. 應用 Fuzzy DEMATEL 方法論，改進傳統驗證科技接受模式變數因果關係的分析方法。
2. 應用 Fuzzy DEMATEL 方法論，分析科技接受模式變數之間相互影響程度，補強傳統分析方法之不足。

## 四、重要文獻探討

### (一)科技接受模式

Davis (1986)採用 Fishbein and Ajzen (1975)理性行為模式為基礎，首次提出了 TAM 的原始模型，其理論架構如圖 1。

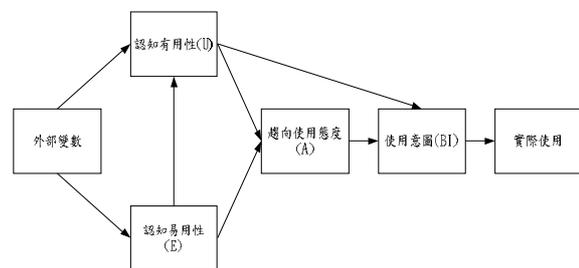


圖 1 科技接受模式(TAM)

Davis *et al.* (1989)所構建科技接受模式，可了解外部變數對使用者內部信念態度與意圖的影響，以及對資訊科技使用的影響。Venkatesh and Davis (2000)對科技接受模式做了大幅地修正，在模式中引用社會影響過程，包括主觀規範、印象、自願性與經驗；以及認知工具性過程，包括工作相關性、產出品質與結果展示性，並將其視為認知有用性的決定變數，改變了先前模式中認知有用性僅決定於外部變數和認知易用性的模式。經過這些構面擴充後的模式，已經與原來的模式不同，因此，Venkatesh and Davis (2000)將其命名為 TAM2，如圖 2 所示。

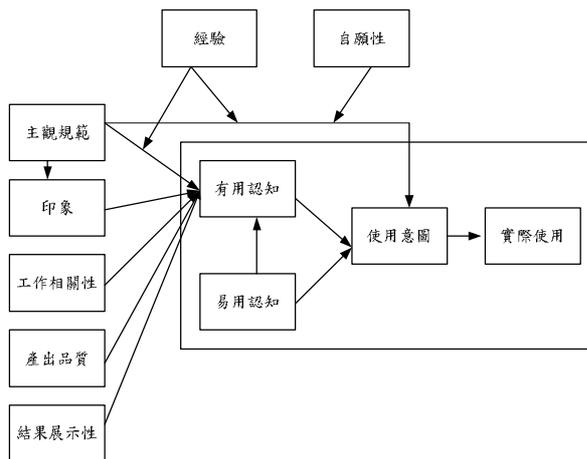


圖 2 理論擴充科技接受模式(TAM2)

由於 TAM2 中擴張了相關的社會影響因素，深入分析了科技系統認知有用性形成的兩大影響過程，既社會影響過程與認知工具性過程，因此，TAM2 較原始科技接受模型具有較高的解釋能力。

Legris, Ingham, and Colletette (2003) 認為，針對研究的對象、採用的資訊科技系統與資料蒐集的方式，皆很容易造成科技接受模式研究推論的偏差。樣本數的限制與變數的獨立性等都會影響科技接受模式驗證研究的統計推論。

此外，傳統調查問卷，未考慮人類亦此亦彼的模糊性思維，亦為必須改進的重大議題。

## (二) 模糊決策實驗室分析法

DEMATEL 是由日內瓦研究中心的 Battelle 紀念協會所發展 (Gabus & Fontela, 1973)，最近幾年，運用於解決不同領域的問題，Zadeh (1965) 提出模糊理論，將人類模糊的心理特質，轉換為一明確數值。Opricovic and Tzeng (2003)，認為去模糊化不祇是考慮個別模糊數的問題，而是整體考量後再去解決每一個模糊數問題，因此提出 CFCS (Converting Fuzzy data into Crisp Scores) 解模糊。Lin and Wu (2004; 2008) 應用模糊決策實驗室分析法，探討群

體決策，Liou, Yen, and Tzeng (2008) 應用模糊決策實驗室分析法解決航空業決策問題，此方法無須受限於統計方法獨立性的假設問題，也不受大量樣本的條件限制。

因此，本研究以模糊決策實驗室分析法來改進傳統以因素分析或結構方程模式建立及驗證傳統或修正科技接受模式變數之間的因果關係模型的方法及真實反映受測者的認知感受，以補傳統研究之不足。

## 五、研究方法

### (一) 決策實驗室分析法

本研究參考 Lee, Yen, and Tsai (2008)、Lee, Hu, Yen, and Tsai (2008) 以及 Lee, Li, Yen, and Huang (2010) 的研究，將決策實驗室法的架構與運算步驟予以簡要地說明。

#### 1. 定義變數及建立量測尺度

運用文獻探討、腦力激盪法或專家意見等將影響某複雜的系統的變數予以列出並定義，建立變數間因果關係與影響程度的量測尺度。

#### 2. 建立直接關係矩陣

當變數個數為  $n$  時，透過專家的意見，將變數依其影響關係與程度進行兩兩比較，可得到  $n \times n$  的直接關係矩陣  $X$ 。

$$X = \begin{bmatrix} 0 & x_{12} & \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & 0 & \cdots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{n1} & x_{n2} & \cdots & 0 \end{bmatrix}$$

#### 3. 計算正規化直接關係矩陣

以列向量和最大者為正規化基準，正規化直接關係矩陣。

令

$$\lambda = \frac{1}{\text{Max}_{1 \leq i \leq n} \left( \sum_{j=1}^n x_{ij} \right)}$$

將直接關係矩陣  $X$  乘上  $\lambda$  值，求得正規

化直接關係矩陣 $N$ 。

$$N = \lambda X$$

#### 4. 計算直接/間接關係矩陣

直接/間接關係矩陣 $T$ ，公式如下

$$T = \lim_{k \rightarrow \infty} (N + N^2 + \dots + N^k) = N(I - N)^{-1}$$

其中， $I$ 為單位矩陣(Identity Matrix)。

#### (二)CFCS

Oprićovic and Tzeng (2003) 提出 CFCS，在多準則決策模式下考量到整體因素，再去解決每一個模糊數問題，CFCS 求解程序是根據藉由最小模糊數及最大模糊數來決定左右臨界值，而總積分值是根據歸屬函數的加權平均所決定，其執行程序，包括下列4個執行步驟，描述如下：

步驟1：標準化

$$r_i^{\max} = \max r_j^i, \quad l_i^{\min} = \min l_j^i,$$

$$\Delta_{\min}^{\max} = \min l_{ij}$$

計算所有方案  $a_j, j = 1, \dots, J$ 。

$$x_{lj} = (l_{ij} - l_i^{\min}) / \Delta_{\min}^{\max}$$

$$x_{mj} = (m_{ij} - l_i^{\min}) / \Delta_{\min}^{\max}$$

$$x_{rj} = (r_{ij} - l_i^{\min}) / \Delta_{\min}^{\max} \quad (1)$$

步驟2：計算左臨界及右臨界正規化值， $j = 1, \dots, J$

$$X_j^{Ls} = x_{mj} / (1 + x_{mj} - x_{lj})$$

$$X_j^{Rs} = x_{rj} / (1 + x_{rj} - x_{mj}) \quad (2)$$

步驟3：計算所有正規化後的明確值， $j = 1, \dots, J$

$$x_j^{crisp} = [x_j^{Ls}(1 - x_j^{Rs}) + x_j^{Rs}x_j^{Ls}] / [1 - x_j^{Ls} + x_j^{Rs}] \quad (3)$$

步驟4：計算明確值， $j = 1, \dots, J$

$$f_{ij} = l_i^{\min} + x_j^{crisp} \Delta_{\min}^{\max} \quad (4)$$

#### (三)模糊決策實驗室分析方法論

模糊決策實驗室分析法是結合模糊語意法及決策實驗室分析法，步驟陳列如下 (Lin & Wu, 2008)：

步驟1：決定目標，建立團隊

要先確認決策目標。接著，藉由團隊的建立來蒐集相關資訊/料，方能有效解決問題。

步驟2：發展評估準則及設計模糊語意尺度

運用適合從複雜系統中取得變數間結構明確的因果兩群方法—決策實驗室分析法進行決策分析，並採用模糊語意尺度替代傳統量測尺度。

步驟3：彙整各專家之評估結果

為評估各準則  $C = \{C_i | i = 1, 2, \dots, n\}$  之

間的關係，可請  $p$  位專家使用模糊語意尺度評估兩兩準則之間的互相影響程度，藉此即可取得  $p$  個模糊矩陣 ( $\tilde{Z}^{(1)}, \tilde{Z}^{(2)}, \dots, \tilde{Z}^{(p)}$ )，而模糊矩陣  $\tilde{Z}^{(k)}$  可表示如下：

$$\tilde{Z}^{(k)} = \begin{bmatrix} 0 & \tilde{z}_{12}^{(k)} & \dots & \tilde{z}_{1n}^{(k)} \\ \tilde{z}_{21}^{(k)} & 0 & \dots & \tilde{z}_{2n}^{(k)} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{z}_{n1}^{(k)} & \tilde{z}_{n2}^{(k)} & \dots & 0 \end{bmatrix}; k = 1, 2, \dots, p, \quad (5)$$

其中， $z_{ij}^{(k)} = (l_{ij}^{(k)}, m_{ij}^{(k)}, u_{ij}^{(k)})$ ，且

$\tilde{z}_{ii}^{(k)} (i = 1, 2, \dots, n)$  均設定為三角模糊函數  $(0, 0, 0)$ 。在此， $\tilde{Z}^{(k)}$  即為由第 $k$ 位專家所判斷之初始直接關係模糊矩陣。

步驟4：建立標準化直接關係模糊矩陣

令  $\tilde{a}_i^{(k)}$  為三角模糊函數，則

$$\tilde{a}_i^{(k)} = \sum_{j=1}^n \tilde{z}_{ij}^{(k)} = \left( \sum_{j=1}^n l_{ij}^{(k)}, \sum_{j=1}^n m_{ij}^{(k)}, \sum_{j=1}^n u_{ij}^{(k)} \right) \text{ 及}$$

$$r^{(k)} = \max_{1 \leq i \leq n} \left( \sum_{j=1}^n u_{ij}^{(k)} \right)$$

藉由線性尺度之轉換，標準化直接關係模糊矩陣可以下式表示：

$$\tilde{X}^{(k)} = \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11}^{(k)} & \tilde{x}_{21}^{(k)} & \cdots & \tilde{x}_{1n}^{(k)} \\ \tilde{x}_{21}^{(k)} & \tilde{x}_{22}^{(k)} & \cdots & \tilde{x}_{2n}^{(k)} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{x}_{n1}^{(k)} & \tilde{x}_{n2}^{(k)} & \cdots & \tilde{x}_{nn}^{(k)} \end{bmatrix}; k=1,2,\dots,p, \quad (6)$$

其中，

$$\tilde{x}_{ij}^{(k)} = \tilde{z}_{ij}^{(k)} / r^{(k)} = \left( l_{ij}^{(k)} / r^{(k)}, m_{ij}^{(k)} / r^{(k)}, u_{ij}^{(k)} / r^{(k)} \right), \text{ 且}$$

依據 DEMATEL 之基本原理，必須符合

$$\sum_{j=1}^n u_{ij}^{(k)} < r^{(k)} \text{ 之基本假設。透過矩陣之基本}$$

運算，即可獲得平均矩陣  $\tilde{X}$ 。

步驟 5：建構及分析結構模式

為建構完全關係模糊矩陣  $\tilde{T}$ ，必須先確保  $\lim_{w \rightarrow \infty} \tilde{X}^w = 0$ 。其中， $\tilde{X}^w$  亦為三角模糊

矩陣，且可以下式表示：

$$\tilde{X}^{(w)} = \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11}^{(w)} & \tilde{x}_{21}^{(w)} & \cdots & \tilde{x}_{1n}^{(w)} \\ \tilde{x}_{21}^{(w)} & \tilde{x}_{22}^{(w)} & \cdots & \tilde{x}_{2n}^{(w)} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{x}_{n1}^{(w)} & \tilde{x}_{n2}^{(w)} & \cdots & \tilde{x}_{nn}^{(w)} \end{bmatrix}, \tilde{x}_{ij}^{(w)} = \left( l_{ij}^{(w)}, m_{ij}^{(w)}, u_{ij}^{(w)} \right)$$

定理 3.1：根據上述，可重新將模糊矩陣拆解如下：

$$[l_{ij}^{(w)}] = \begin{bmatrix} l_{11}^{(w)} & l_{12}^{(w)} & \cdots & l_{1n}^{(w)} \\ l_{21}^{(w)} & l_{22}^{(w)} & \cdots & l_{2n}^{(w)} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ l_{n1}^{(w)} & l_{n2}^{(w)} & \cdots & l_{nn}^{(w)} \end{bmatrix}$$

$$[m_{ij}^{(w)}] = \begin{bmatrix} m_{11}^{(w)} & m_{12}^{(w)} & \cdots & m_{1n}^{(w)} \\ m_{21}^{(w)} & m_{22}^{(w)} & \cdots & m_{2n}^{(w)} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ m_{n1}^{(w)} & m_{n2}^{(w)} & \cdots & m_{nn}^{(w)} \end{bmatrix}$$

$$[u_{ij}^{(w)}] = \begin{bmatrix} u_{11}^{(w)} & u_{12}^{(w)} & \cdots & u_{1n}^{(w)} \\ u_{21}^{(w)} & u_{22}^{(w)} & \cdots & u_{2n}^{(w)} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ u_{n1}^{(w)} & u_{n2}^{(w)} & \cdots & u_{nn}^{(w)} \end{bmatrix}$$

因此，三個矩陣可依序表示為

$$[l_{ij}^{(w)}] = X_l^w, [m_{ij}^{(w)}] = X_m^w, [u_{ij}^{(w)}] = X_u^w$$

定理 3.2：令  $\lim_{w \rightarrow \infty} X^w = O$ ，亦即

$$\lim_{w \rightarrow \infty} (I + X + X^2 + \cdots + X^k) = (I - X)^{-1}; \text{ 其}$$

中， $O$  為零矩陣 (Null Matrix)， $I$  為單位矩陣 (Identity Matrix)。

定理 3.3：因為正規化的直接關係模糊矩陣具備為一收斂矩陣，因此，直接-間接關係模糊矩陣 / 完全關係模糊矩陣 (Total-Relation Fuzzy Matrix)  $\tilde{T}$  可表達如下：

$$\tilde{T} = \lim_{w \rightarrow \infty} (\tilde{X} + \tilde{X}^2 + \cdots + \tilde{X}^k) = \tilde{X} (I - \tilde{X})^{-1} \quad (7)$$

令

$$\tilde{T} = \begin{bmatrix} \tilde{t}_{11} & \tilde{t}_{12} & \cdots & \tilde{t}_{1n} \\ \tilde{t}_{21} & \tilde{t}_{22} & \cdots & \tilde{t}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{t}_{n1} & \tilde{t}_{n2} & \cdots & \tilde{t}_{nn} \end{bmatrix}$$

其中， $\tilde{t}_{ij} = (l_{ij}^w, m_{ij}^w, u_{ij}^w)$ ，因此

$$\text{Matrix}[l_{ij}^w] = X_l \times (I - X_l)^{-1}$$

$$\text{Matrix}[m_{ij}^w] = X_m \times (I - X_m)^{-1}$$

$$\text{Matrix}[u_{ij}^w] = X_u \times (I - X_u)^{-1}$$

根據上述定理獲得矩陣

$$[l_{ij}^{(w)}], [m_{ij}^{(w)}], [u_{ij}^{(w)}] \text{ 後，即可將三矩陣整合}$$

為完全關係模糊矩陣，並根據公式 1~公式

4 之程序進行解模糊化，達成將模糊完全關係矩陣轉化為明確數值之目的。

#### (四)整合模糊決策實驗室分析法與科技接受模式

整合執行步驟如下所述：

步驟1：決定目標，建立團隊

確認決策目標，藉由團隊的建立來蒐集相關資訊/料，有效解決問題。

步驟2：發展評估準則及設計模糊語意尺度

運用決策實驗室分析法進行決策分析，並採用模糊語意尺度替代傳統量測尺度，處理人類模糊性的思維問題。

步驟3：彙整各專家之評估結果

邀請  $p$  位專家使用模糊語意尺度評估各準則中，兩兩準則之間的互相影響程度，取得  $p$  個模糊矩陣( $\tilde{Z}^{(1)}$ ,  $\tilde{Z}^{(2)}$ , ...,  $\tilde{Z}^{(p)}$ )。

步驟4：建立標準化直接關係模糊矩陣

藉由線性尺度，轉換建立標準化直接關係模糊矩陣。

步驟5：建構及分析結構模式

建構完全關係模糊矩陣，並拆解分析成三矩陣，再將三矩陣整合為完全關係模糊矩陣。

步驟6：應用 CFCS 去模糊化方法，解除模糊語意對應值，成為明確值。

步驟7：數值分析

依據取得之各變數之間互相影響的明確數值，進行數值分析，了解 TAM2 模式變數之間互相影響強弱的程度，及變數之間的因果關係。

步驟8：重新建立科技接受模式

依 TAM2 模式變數之間互相影響程度及變數之間的因果關係，重新建構科技接受模式。

步驟9：結果比較

依重新建立科技接受模式，比較分析造成原因及結果。

步驟10：專家訪談

依據研究結果，邀請專家針對個案，深入探究模糊決策實驗室分析法的應用及其效益。

## 六、個案應用與研究

### (一)個案背景介紹

本研究以世界知名光電廠—“友達光電”為研究對象，友達光電是台灣第一大、全球前三大的薄膜電晶體液晶顯示器(TFT-LED)設計、研發及製造公司。透過 PLM 管理系統可跨部門將產品設計的創意及開發資訊更有效的加以整合並分享。因此，PLM 管理系統可以促進企業的產品發展程序，而提昇企業使用產品相關資訊的能力，使得企業得以作更好的決策並為其客戶創造更高的價值。

### (二)研究設計

本研究係於2010年針對台灣光電產業領導廠商—友達光電做為研究對象，運用模糊決策實驗室分析法重新建立科技接受模式，了解科技接受模式變數之間的因果關係及互相影響程度，邀訪公司應用PLM系統研發人員進行專家意見調查及專家訪談，並發展模糊決策實驗室分析方法問卷。

依據Li (1999)之觀點，可將不同影響程度以五個不同語意詞句表達，其相對應的正三角模糊函數如表1。

表1 模糊語意變項與對應值一覽表

Linguistic terms (模糊語意)	Linguistic values (模糊語意值)
Very high influence (VH)	(0.75, 1.0, 1.0)
High influence (H)	(0.5, 0.75, 1.0)
Low influence (L)	(0.25, 0.5, 0.75)
Very low influence (VL)	(0, 0.25, 0.5)
No influence (No)	(0, 0, 0.25)

本研究問卷採用 Venkatesh and Davis

(2000)提出TAM2之影響因素進行模糊實驗室分析法進行問卷設計，這些變數包括：認知有用性( $X_1$ )、認知易用性( $X_2$ )、使用意圖( $X_3$ )、實際使用( $X_4$ )、主觀規範( $X_5$ )、經驗( $X_6$ )、自願性( $X_7$ )、印象( $X_8$ )、工作相關性( $X_9$ )、產出品質( $X_{10}$ )與結果展示性( $X_{11}$ )。

本研究共計邀請15位專家提供專業意見及深入探究科技接受模式個案分析，說明模糊決策實驗室分析法之方法論的應用於科技接受模式之效益。15位專家背景皆為友達光電廠商實際從事應用PLM系統之工程研究人員，平均投入PLM管理系統工作年資達四年，本研究採專家訪談達成問卷調查。

本研究採用的統計分析軟體為Microsoft Excel 2007，個案公司期望運用回收的專家問卷資料以及專家深入的專業意見，重新建立PLM系統的科技接受模式。

### (三)研究結果

本研究將模糊尺度轉換為模糊數值的直接關係模糊矩陣，以模糊語意建立直接關係模糊矩陣。依 Lin and Wu (2008)的建議，表 3 可依據公式(5)，分別建立  $X_l$ 、 $X_m$  與  $X_u$  的直接關係模糊矩陣後，再分別進行決策室實驗室分析法的演算。

根據公式(6)正規化直接關係模糊矩陣，採用 Lin and Wu (2008)的作法，以  $l \leq m \leq u$  中  $u$  之列向量和的最大值為正規化的基準，可求出  $r$  值為 9.75，同時依 
$$\tilde{x}_{ij}^{(k)} = \frac{\tilde{z}_{ij}^{(k)}}{r^{(k)}} = \left( \frac{l_{ij}^{(k)}}{r^{(k)}}, \frac{m_{ij}^{(k)}}{r^{(k)}}, \frac{u_{ij}^{(k)}}{r^{(k)}} \right)$$
，求出正規化後  $X_l$ 、 $X_m$  與  $X_u$  的直接關係模糊矩陣。依據定理 3.1 將模糊矩陣  $X$  折解成  $X_l$ 、 $X_m$ 、 $X_u$  三矩陣，當正規化直接關係模糊矩陣的次方趨近於無限大時，其將趨

近於零矩陣，因此， $X_l$ 、 $X_m$ 、 $X_u$  的完全關係模糊矩陣可從公式(7)求得。接著，將  $X_l$ 、 $X_m$ 、 $X_u$  的完全關係模糊矩陣整合，並根據求得之模糊完全關係矩陣  $T$ ，以公式(1)~公式(4)的步驟進行 CFCS 解模糊方法，以去模糊化，將模糊完全關係矩陣模糊語意值完全轉化為明確值，如表 2 所示。

表 2 TAM2 完全關係矩陣  $T$

T	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	$X_7$	$X_8$	$X_9$	$X_{10}$	$X_{11}$
$X_1$	0.37	0.34	0.46	0.41	0.37	0.37	0.39	0.34	0.41	0.38	0.32
$X_2$	0.44	0.28	0.45	0.40	0.36	0.36	0.38	0.28	0.40	0.35	0.31
$X_3$	0.41	0.35	0.36	0.42	0.37	0.37	0.38	0.31	0.40	0.37	0.31
$X_4$	0.39	0.32	0.39	0.30	0.29	0.31	0.35	0.26	0.36	0.32	0.28
$X_5$	0.43	0.29	0.43	0.39	0.29	0.31	0.35	0.32	0.39	0.36	0.32
$X_6$	0.46	0.38	0.46	0.39	0.38	0.31	0.39	0.34	0.41	0.36	0.32
$X_7$	0.40	0.33	0.42	0.38	0.30	0.32	0.29	0.31	0.35	0.33	0.29
$X_8$	0.42	0.29	0.40	0.38	0.32	0.35	0.36	0.24	0.35	0.33	0.29
$X_9$	0.42	0.31	0.40	0.38	0.32	0.30	0.36	0.29	0.31	0.35	0.29
$X_{10}$	0.43	0.31	0.41	0.36	0.37	0.36	0.32	0.27	0.38	0.29	0.30
$X_{11}$	0.43	0.32	0.39	0.39	0.35	0.35	0.35	0.27	0.39	0.36	0.25

根據模糊決策實驗室分析法的完全關係矩陣得知，TAM2 模式變數之間的因果關係與相互影響程度相當複雜，可將因果關係的影響程度小於 0.42 者，視為無因果關係，即可求得具顯著影響的關係矩陣  $T_{cut=0.42}$ ，所以，將影響程度低於 0.42，忽略不計。整理如表 3 所示。

以模糊決策實驗室分析法分析，在 PLM 系統的 TAM2 中，以認知有用性為例，會直接影響其他各變數與自我影響，但是認知有用性除直接對使用意圖外，其餘皆因影響非常小可忽略不計。因此，認知有用性僅直接影響使用意圖，影響程度 0.47，而這項結論與原來 TAM2 模式的實證結果一致。

表 3 TAM2 顯著直接/間接關係矩陣 ( $T_{cut}=0.42$ )

$T_{cut}=0.42$	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	$X_7$	$X_8$	$X_9$	$X_{10}$	$X_{11}$
$X_1$			0.46								
$X_2$	0.44		0.45								
$X_3$				0.42							
$X_4$											
$X_5$	0.43		0.43								
$X_6$	0.46		0.46								
$X_7$				0.42							
$X_8$	0.42										
$X_9$	0.42										
$X_{10}$	0.43										
$X_{11}$	0.43										

重新分析建立 TAM2 的  $T_{cut}=0.42$  模型，如圖 5 所示。

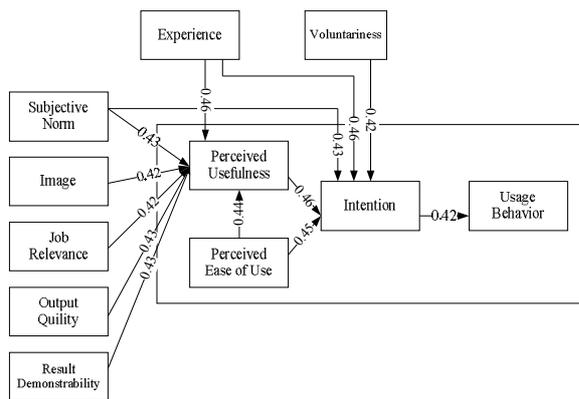


圖 5 以模糊決策實驗室方法論建立之 TAM2 模型

根據分析結果，得到以下二點結論：

1. TAM2 模式中主觀規範會直接影響印象，但模糊決策實驗室分析方法論的分析結果顯示，主觀規範並未對印象造成影響。透過個案的深度訪談結果發現，在個案光電領域高科技產業中，公司會有許多系統同時運作，不會因為個人被主管要求使用某特定系統，而提升個人在工作或公司中的形象與地位的程度。
2. 依據模糊決策實驗室分析法分析結果顯示，TAM2 的變數經驗為主觀規範的調節變數，只是間接影響認知有用性及使用意圖，然而，本研究發現經驗直接影響認知有用性及使用意圖，經深度訪談後發現，在光電領域的高科技產業中任職的工程師，其皆具有高度的專業背景及強大的工作期望，具有經驗者莫不期望系統的使用可以收集/整理/歸類其經驗，進而改善其工作的績效，而相對於較無經驗應用產品生命週期系統使用者，則期望系統的使用可以收集/整理/歸類有經驗者的經驗，進而加速學習，此皆自主的認知，實無須透過主觀規範的要求，且光電產業專業度與複雜度高，具有經驗者如果認為系統使用可行性高時，其使用意圖相對會較不了解其可行性的無經驗者為高。自願性會直接影響到使用意圖亦然，在光電領域的高科技產業中任職的工程師，因其皆具有高度的專業背景及強大的工作期望，其使用意圖會依據工程師是否願意的程度而改變，無須透過主觀規範而改變。

果顯示，TAM2 的變數經驗為主觀規範的調節變數，只是間接影響認知有用性及使用意圖，然而，本研究發現經驗直接影響認知有用性及使用意圖，經深度訪談後發現，在光電領域的高科技產業中任職的工程師，其皆具有高度的專業背景及強大的工作期望，具有經驗者莫不期望系統的使用可以收集/整理/歸類其經驗，進而改善其工作的績效，而相對於較無經驗應用產品生命週期系統使用者，則期望系統的使用可以收集/整理/歸類有經驗者的經驗，進而加速學習，此皆自主的認知，實無須透過主觀規範的要求，且光電產業專業度與複雜度高，具有經驗者如果認為系統使用可行性高時，其使用意圖相對會較不了解其可行性的無經驗者為高。自願性會直接影響到使用意圖亦然，在光電領域的高科技產業中任職的工程師，因其皆具有高度的專業背景及強大的工作期望，其使用意圖會依據工程師是否願意的程度而改變，無須透過主觀規範而改變。

在 PLM 系統的科技接受模式中，依據模糊決策實驗室分析方法論的分析結果，認知工具性過程的變數包括工作相關性、產出品質與結果展示性，都直接影響認知有用性，影響度幾乎相等，此分析結果與 TAM2 一致。

## 七、結論

本研究應用模糊決策實驗室分析法於 TAM2 模式的研究方法，以世界光電領域第三大廠商「友達光電」的個案進行探討，針對其產品生命週期系統的科技接受模式予以分析，除補足傳統以往以因素分析或結構方程模式等方法不能計算 11 個變數之間的相互影響程度之不足外，另應用模

糊決策實驗室分析法於 TAM2 模式的研究結果與 TAM2 外部變數的實證研究結果有幾處不同之處。本研究發現，經驗會直接影響到認知有用性及使用意圖，自願性亦會直接影響到使用意圖，以及主觀規範不會直接影響到印象。關於 TAM2 的基本模式，本研究發現模糊決策實驗室方法論運用於 TAM2 模式的研究與 TAM2 基本模式的實證研究結果一致，並無不同之處，即認知易用性為認知有用性的影響因素，認知有用性與認知易用性為使用意圖的影響因素，以及使用意圖為實際使用的影響因素，但是，認知有用性也同時受到使用意圖的影響。

本研究以模糊決策實驗室分析法，分析 TAM2 模式變數之間的因果關係與相互影響程度，並重新建立科技接受模式的架構，提供組織推動新科技系統時，事先進行完整的規劃與準備，避免組織做出錯誤的決策造成科技系統推行失敗，提供管理者在推動新科技時管理及改善的參考，以解決實務上複雜難解的問題。

## 八、計畫成果自評

本計畫於中華大學科技管理學系進行，定期研究會議，讓本研究成果頗為完整。本研究應用 Fuzzy DEMATEL 分析 TAM2 變數之間的因果關係及相互影響程度，以更簡易、更具效益的分析方法修正傳統費時費工又須有相對前提假設之分析方法，提供管理者參考，主要貢獻為：(1)改善傳統科技接受模式變數之間不符合獨立性假設影響而造成的錯誤推論。(2)建構已往無法取得大量樣本之專業度及複雜度高的科技系統的驗證模式。(3)改進傳統以統計方法為基礎，無法計算科技接受模式變數之間互相影響程度的驗證模式。(4)解決傳統研究調查計分量化，未能考慮

人類具有模糊性思維，導致結論不盡精確的問題。(5)改善傳統須花費大量人力、物力且僅針對大眾化科技系統進行調查的驗證模式。經過專家及研究小組之用心，研究結果相當有價值及實用性，可立即提供各界參考。在未來一至二年，本研究小組將繼續進行相關研究，讓本研究持續展現成果。

## 參考文獻

- Davis, F. D. (1986). *A technology Acceptance Model for Empirically Testing New End-User Information Systems: Theory and Results*. Unpublished doctoral dissertation, MIT Sloan School of Management.
- Davis, F. D., Bagozzi, R. P. & Warshaw, P. R. (1989). User acceptance of computer technology: A comparison of two theoretical models. *Management Science*, 35(8), 982-1003.
- Fishbein, M. & Ajzen, I. (1975). *Belief, Attitude, Intention and Behavior: A Introduction to Theory and Research*. MA: Addison-Wesley.
- Gabus, A. & Fontela, E. (1973). *Perceptions of the World Problematique: Communication Procedure, Communicating with Those Bearing Collective Responsibility (DEMATEL Report No. 1)*. Switzerland, Geneva: Battelle Geneva Research Center.
- Lee, Y. C., Yen, T. M., & Tsai, C. H. (2008). Using importance-performance analysis and decision making trial and evaluation laboratory to enhance order-winner criteria: A study of computer industry. *Information Technology Journal*, 7(3), 396-408.
- Lee, Y. C., Hu, H. Y., Yen, T. M., & Tsai, C. H. (2008). Kano's model and decision making trial and evaluation laboratory apply to order-winners and qualifiers improvement: A study of computer industry. *Information Technology*

*Journal*, 7(5), 702-714.

*Control*, 8(2), 338-353.

- Lee, Y. C., Li, M. L., Yen, T. M., & Huang, T. H. (2010). Analysis of adopting an integrated decision making trial and evaluation laboratory on a technology acceptance model. *Expert System with Applications*, 37(1), 1745-1754.
- Legrís, P., Ingham, J., & Collerette, P. (2003). Why do people use information technology? A critical review of the technology acceptance model. *Information and Management*, 40(3), 191-204.
- Li, R. J. (1999). Fuzzy method in group decision making. *Computers and Mathematics with Applications*, 38(1), 91-101.
- Lin, C. J. & Wu, W. W. (2004). *A Fuzzy Extension Of The DEMATEL Method For Group Decision-Making*. The 1th Annual Meeting and Conference of ORSTW, Taipei, R.O.C, December 11, 2004.
- Lin, C. J. & Wu, W. W. (2008). A causal analytical method for group decision-making under fuzzy environment. *Expert System with Applications*, 34(1), 205-213.
- Liou, J. J. H., Yen, L., & Tzeng, G. H. (2008). Building an effective safety management for airlines. *Journal of Air Transport Management*, 14, 20-26.
- Opricovic, S. & Tzeng, G. H. (2003). Defuzzification within a multicriteria decision model. *International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems*, 11(5), 635-652.
- Venkatesh, V. & Davis, F. D. (2000). A theoretical extension of the technology acceptance model: Four longitudinal field studies. *Management Science*, 45(2), 186-204.
- Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., & Davis, F. D. (2003). User acceptance of information technology: Toward a unified view. *MIS Quarterly*, 27(3), 425-478.
- Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy sets. *Information and*

# 國科會補助計畫衍生研發成果推廣資料表

日期:2011/07/11

國科會補助計畫	計畫名稱: 應用模糊決策實驗室分析法於科技接受模式之分析
	計畫主持人: 李友錚
	計畫編號: 99-2410-H-216-005- 學門領域: 生產及作業管理
無研發成果推廣資料	

99 年度專題研究計畫研究成果彙整表

計畫主持人：李友錚		計畫編號：99-2410-H-216-005-					
計畫名稱：應用模糊決策實驗室分析法於科技接受模式之分析							
成果項目		量化			單位	備註（質化說明：如數個計畫共同成果、成果列為該期刊之封面故事...等）	
		實際已達成數（被接受或已發表）	預期總達成數（含實際已達成數）	本計畫實際貢獻百分比			
國內	論文著作	期刊論文	0	0	100%	篇	
		研究報告/技術報告	0	0	100%		
		研討會論文	0	0	100%		
		專書	0	0	100%		
	專利	申請中件數	0	0	100%	件	
		已獲得件數	0	0	100%		
	技術移轉	件數	0	0	100%	件	
		權利金	0	0	100%	千元	
	參與計畫人力（本國籍）	碩士生	0	0	100%	人次	
		博士生	0	0	100%		
		博士後研究員	0	0	100%		
		專任助理	0	0	100%		
國外	論文著作	期刊論文	1	0	90%	篇	
		研究報告/技術報告	0	0	100%		
		研討會論文	2	0	80%		
		專書	0	0	100%	章/本	
	專利	申請中件數	0	0	100%	件	
		已獲得件數	0	0	100%		
	技術移轉	件數	0	0	100%	件	
		權利金	0	0	100%	千元	
	參與計畫人力（外國籍）	碩士生	0	0	100%	人次	
		博士生	0	0	100%		
		博士後研究員	0	0	100%		
		專任助理	0	0	100%		

<p>其他成果 (無法以量化表達之成果如辦理學術活動、獲得獎項、重要國際合作、研究成果國際影響力及其他協助產業技術發展之具體效益事項等，請以文字敘述填列。)</p>	<p>無</p>
--	----------

	成果項目	量化	名稱或內容性質簡述
科 教 處 計 畫 加 填 項 目	測驗工具(含質性與量性)	0	
	課程/模組	0	
	電腦及網路系統或工具	0	
	教材	0	
	舉辦之活動/競賽	0	
	研討會/工作坊	0	
	電子報、網站	0	
	計畫成果推廣之參與(閱聽)人數	0	



# 國科會補助專題研究計畫成果報告自評表

請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況、研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）、是否適合在學術期刊發表或申請專利、主要發現或其他有關價值等，作一綜合評估。

1. 請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況作一綜合評估

達成目標

未達成目標（請說明，以 100 字為限）

實驗失敗

因故實驗中斷

其他原因

說明：

2. 研究成果在學術期刊發表或申請專利等情形：

論文： 已發表  未發表之文稿  撰寫中  無

專利： 已獲得  申請中  無

技轉： 已技轉  洽談中  無

其他：（以 100 字為限）

3. 請依學術成就、技術創新、社會影響等方面，評估研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）（以 500 字為限）

本計畫於中華大學科技管理學系進行，定期研究會議，讓本研究成果頗為完整。本研究應用 Fuzzy DEMATEL 分析 TAM2 變數之間的因果關係及相互影響程度，以更簡易、更具效益的分析方法修正傳統費時費工又須有相對前提假設之分析方法，提供管理者參考，主要貢獻為：(1)改善傳統科技接受模式變數之間不符合獨立性假設影響而造成的錯誤推論。(2)建構已往無法取得大量樣本之專業度及複雜度高的科技系統的驗證模式。(3)改進傳統以統計方法為基礎，無法計算科技接受模式變數之間互相影響程度的驗證模式。(4)解決傳統研究調查計分量化，未能考慮人類具有模糊性思維，導致結論不盡精確的問題。(5)改善傳統須花費大量人力、物力且僅針對大眾化科技系統進行調查的驗證模式。經過專家及研究小組之用心，研究結果相當有價值及實用性，可立即提供各界參考。在未來一至二年，本研究小組將繼續進行相關研究，讓本研究持續展現成果。