

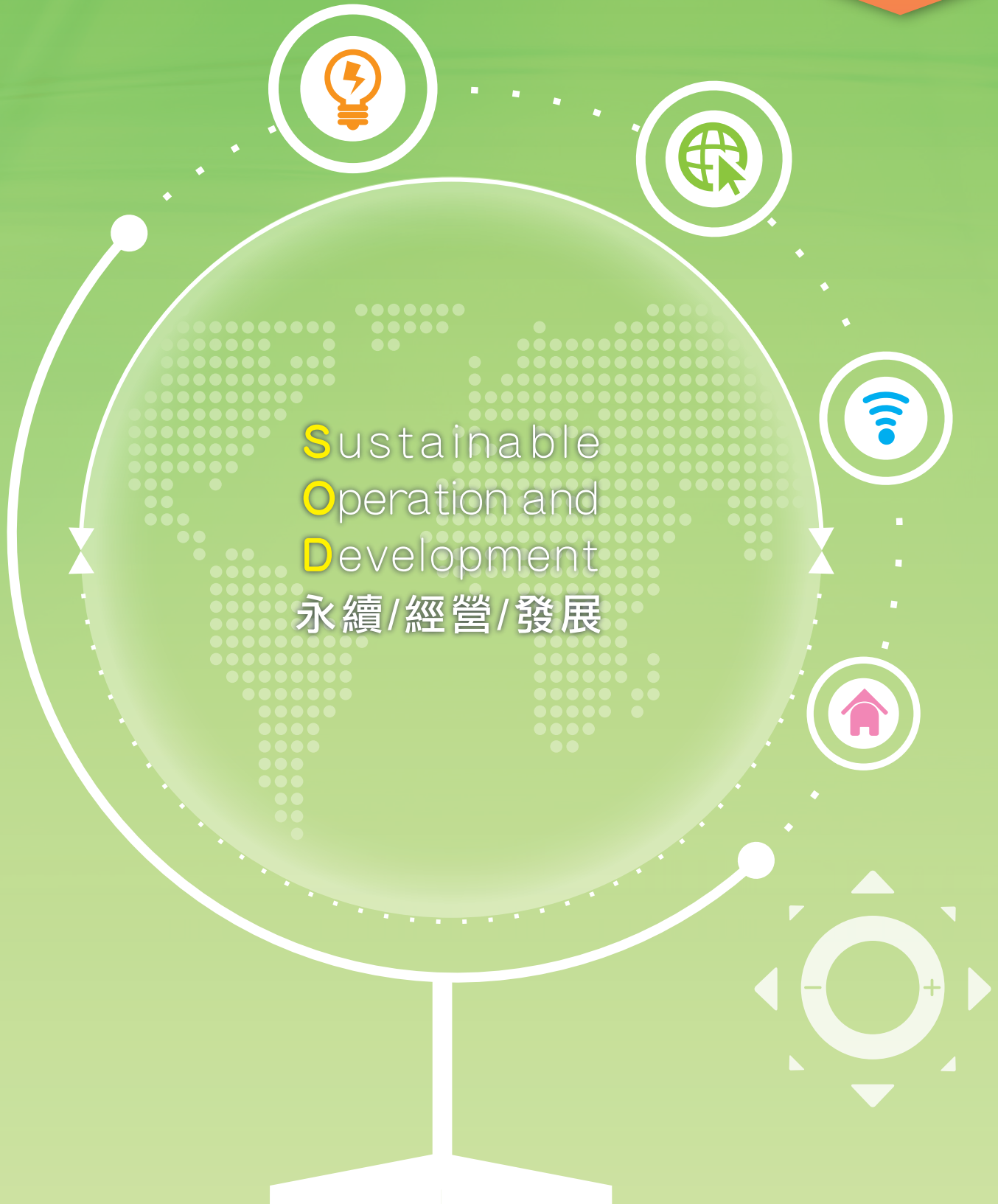
ISSN:2308-7773
DOI:10.6270/JIBM

創新與經營管理

Journal of Innovation and Business Management

Vol.11

2022
學刊



編者序

創新與經營管理學刊 (Journal of Innovation and Business Management) 本著永續經營與發展理念，促進創新與經營管理相關研究交流，並擴大產業經營與學術研究之視野，學刊領域包括：永續經營與發展、研發與創新管理、決策與作業管理、資訊與系統管理、服務與經營管理、企業管理與財務金融管理、休閒產業管理等議題。

本期論文稿件內涵豐富，包含娛樂性任務導向之病毒行銷傳播模式建構；多療程之醫療系統排程分析-以物理治療診所為例；應用模糊層級分析法探討消費者使用智慧家庭系統之研究；The Effect of Green Human Resource Management on Hospital Employee Eco-Friendly Behavior and Environmental Performance: A Case Study of Miaoli's Regional Hospital；融入教學創新方式以提升學生學習動機與學習成效之探討—以多準則決策分析與應用系列課程為對象；蔡幼苗培育之商品化準則之探討。各研究內容具產業管理方法及理論分析依據，討論實務性問題，並提出相關解決方案及依據，論文深入淺出，讀者細心品味。

本期第十一卷融合更多元領域文章，內涵精緻豐富，感謝國內外相關專家學者的支持與鼓勵，謹致謝忱。感謝編輯委員及論文匿名審查委員之審查，使本學刊在論文內涵、品質精進更為提升，與國內外學術機構進行更豐富交流，更期盼學術先進繼續給予支持與鼓勵，並踴躍投稿。

總編輯 康鶴耀 謹誌

2022 年 12 月

目 錄

娛樂性任務導向之病毒行銷傳播 模式建構	黃慧新	P1-P14
多療程之醫療系統排程分析-以物理 治療診所為例	杜瑩美、陳亮羽、 林盈均、邱鈺茹、 楊子慧、謝玲芬、	P15-P28
應用模糊層級分析法探討消費者使 用智慧家庭系統之研究	曾子芸、張筑祺、 楊惟喆、侯欣廷、 李欣怡	P29-P46
The Effect of Green Human Resource Management on Hospital Employee Eco-Friendly Behavior and Environmental Performance: A Case Study of Miaoli's Regional Hospital	Hsieh, Chia-Hsiang Tien, Shiaw-Wen Li, Meng-Yen	P47-P85
融入教學創新方式以提升學生學習 動機與學習成效之探討—以多準則 決策分析與應用系列課程為對象	謝玲芬	P86-P104
山葵幼苗培育之商品化準則之探討	賴春美、鄭儀婷	P105-P121

Table of Contents

The construction of viral marketing communication model with entertainment orientation	Huang, Hui-Hsin	P1-P14
Schedule Analysis for Medical System with Multiple Treatments-Taking Physiotherapy Clinic as an Example	Ying-Mei Tu, Liang-Yu Chen, Ying-Chun Lin, Yu-Ju Chiu, Tzu-Hui Yang, Ling-Fen Hsieh	P15-P28
Application of Fuzzy Analytic Hierarchy Process to Explore Consumer Use of Smart Home Systems	Tzu-Yun Tseng Chu-Chi Chang Wei-Che Yang Hsin-Ting Hou Amy H. I. Lee	P29-P46
The Effect of Green Human Resource Management on Hospital Employee Eco-Friendly Behavior and Environmental Performance: A Case Study of Miaoli's Regional Hospital	Hsieh, Chia-Hsiang Tien, Shiaw-Wen Li, Meng-Yen	P47-P85
A Study on Integrating Teaching Innovation Methods to Enhance Students' Learning Motivation and Learning Effectiveness — Case of Multi-criteria Decision Analysis and Application Series Courses	Ling-Feng Hsieh	P86-P104
A study on commercialization criteria for cultivation of wasabi seedlings	Lai, Chun-Mei Cheng, Yi-Ting	P105-P121

娛樂性任務導向之病毒行銷傳播模式建構

黃慧新*

輔仁大學廣告傳播學系

摘要

近年來行銷人員以具娛樂性質的遊戲互動式促銷方案，由消費者參與、並完成行銷任務過程，加入口碑效果傳播，隨著多媒體通訊發達使得這類複合目的性之促銷手法大行其道。但過去較少有研究著墨於此，故本研究由口碑行銷立論點著手，結合傳統病毒行銷與口碑行銷之概念，並導入目前行銷人員常用的遊戲型的傳遞過程，本研究以資料庫數據分析，探討行銷任務特性與消費者間傳送意願與最終行銷效果之關係，最後計算出此行銷推廣活動實質效益，以作為實務上行銷人員在擬定策略時之參考。

關鍵字：病毒行銷、口碑行銷

* 通訊作者

E-mail: Hoyasophia2020@gmail.com

壹、研究動機與目的

近年來，行銷人員以具娛樂性質的遊戲互動式手法，如便利商店以抽抽樂、飲料兩件抽中的折扣數即可現折價錢方式，或是咖啡業者以要求消費者利用智慧型手機下載製作聖誕節卡片，傳送給朋友後就可兌換咖啡買一送一折價券方式等創新行銷推廣手法，消費者除了可以獲得促銷回饋獎勵外，又兼具遊戲性與娛樂性，使得消費者參與後達到多種目的功能[17,21]；而由廠商觀點，除了藉由具娛樂性的促銷方案提高消費者參與度外，加入口碑效果之促銷方案傳播模式，更可以經由消費者參與並完成指定任務同時，達到散布推廣，讓更多消費者知曉[11,17,22]。

因此這種同時兼具娛樂性與口碑傳播目的行銷推廣活動，並最後伴隨著廠商對消費者的回饋機制，隨著多媒體通訊發達使得這類複合目的性之促銷手法大行其道[6,16,18,19]。在相關的研究[1,10,17,21]中，口碑效果[13,19]、病毒行銷[11,22]、新興媒體通路[7,17,20]等主題領域，雖已累積大量研究；但過去很少有研究結合多媒體通訊、兼具娛樂性行銷活動並具備病毒行銷特質的促銷活動複合性主題；別故本研究由口碑行銷立論點著手，結合傳統病毒行銷與口碑行銷之概念，並導入目前行銷人員常用的遊戲型的傳遞過程，本研究主要目的為，透過實際行銷數據探討行銷任務特性與消費者間傳送意願與最終行銷效果關係，並以量化模型方式，以資料庫數據分析，最後計算出此行銷推廣活動實質效益。本研究首先在文獻探討部分，先針對病毒行銷文獻做分析，並整理關於消費者推薦與回饋之數量化模型，作為本研究模型建構之基礎，並推論出本研究之理論架構。

貳、文獻探討

一、病毒行銷與口碑推薦

近年來以網路通訊讓許多不同的溝通形式之媒體得以充分展現其影響力，如行銷人員以多媒體影像、互動遊戲等傳遞相關訊息以達成其行銷活動推廣目的[7,13,15,18]。然而，相較之下，由消費者自主傳送行銷訊息的病毒式行銷手法，比起一般由廠商端傳遞之廣告訊息更具影響力，這種方式透過網路傳播使得傳散更加快速，並在短時間內可達到更多消費者接收，成為一股新興並有效的行銷傳播方式[12,15,21]。

在病毒行銷(Viral Marketing)的文獻中，認為消費者自願去成為行銷活動的推廣者並願意傳播產品或服務使用資訊[4,12,21]。其改變了過去行銷推廣訊息為公司對消費者(company-to-consumer)的傳播方式，成為消費者對消費

者(consumer-to-consumer)的訊息散播[7,13]。[5]將驅動這類消費者產生此一行動之因素分為兩種類，一種是因為外部刺激趨力，即行銷人員透過提供消費者獎勵措施如點數、現金回饋等方式誘使消費者完成傳播行銷推廣資訊之任務，另一種則為消費者自身趨力，即本身主動想與親朋好友分享產品購物資訊。[15]也由行銷者角度提出可以影響行銷訊息傳播之策略，一種為使用激發效果，讓消費者產生動機散布訊息，具體做法可以從內部增加訊息有趣性與豐富性，也就是結合多媒體影音、互動式遊戲等方式讓訊息具吸引力[12,8]；另外也可從外部著手，即如同[5]所提出的外部刺激趨力方式，以獎金或其他金錢誘因鼓勵消費者轉寄[1,3,8,14,18]。這種電子推薦(electronic referrals)方式有兩項特點：1.並非臉對臉的實體人際傳播 2.屬於不請自來的(unsolicited)，非消費者主動尋求資訊而是廠商或第三方消費者轉介相關訊息。

二、相關模型研究之文獻

而在相關數量模型之發展上，[10]構建了潛在變量模型，該根據每個社群用戶的主題興趣、項目主題相關性和社群成員分佈，提出一個 Gibbs 演算法(Gibbs sampling algorithm)來進行模型校估，以無關影響力和社群話題興趣推斷社群間的影響力，並進一步利用每使用者的社群間影響力和社群成員分佈來推估使用者間的影響力。另外[15]提出一病毒(擴散)分枝模型(Viral Branching Model)，描述一組織由行銷訊息產生開始-消費者開啟此一訊息-傳送此訊息給朋友-做出相關其他的行銷推廣活動(如網路與非網路廣告)回應。由於過去較少文獻以統計模型方式探討一病毒傳播之過程，[15]由出生-死亡過程(Birth-death process)概念討論此一(病毒)訊息由開始產生(seed)到最後如出生率般生出好幾代，其傳播數量、參與人數之推估。

[20]使用模型測量與校估病毒式行銷環境中的影響擴散建模和最大化數值，其模式中病毒式行銷之節點影響力為衡量節點透過點本身，可以激化以採用新技術或購買新產品的節點數量；研究者以初始採用者，通過社群網絡中口碑的影響力傳播來觸發下一個採用者最進一步的採用的歷程來建構多路徑變異門檻(multiple-path asynchronous threshold, MAT) 模型，透過模型，影響採用之擴散路徑的衰減、時間影響衰減和個體擴散動力學之歷程將會被完整預測，[2]由廠商觀點提出一最佳化的回饋策略(Optimal Reward Programs)針對消費者的推薦(Customer Referral)行為進行管理，其以商品能帶給消費者效益之概念出發，假設消費者會產生推薦行為發生於，商品效益大於消費者所付出之成本(即商品價格)、並且此價值剩餘(surplus)大於某一門檻值(threshold level)。而文中進一步區分，價值剩餘包含兩部分，一是產品本身所帶來的效益，另一個則是消費者推薦行為的回饋；然而，消費者有可能不會產生推薦行為，原因在於消費者對於自身向親戚朋友推薦商品，推薦行為成立於消費者本身認為商品使用後滿意程度高，消費者並不會推薦自身認為

不好的商品，故廠商提供的誘因即推薦行為的實質回饋高低，並不是唯一影響推薦行為的主因。此研究根據此概念進行模式推論與演算。

(一) 影響因子：任務複雜度與相對報酬高低

在產生推薦行為門檻值的設定上，由於消費者產生推薦行為本身會有一些推薦成本[2,20,22]，例如花費時間成本與效益去完成推薦一事，此觀點可推論於本研究當中的行銷活動參與之影響因素上，根據本研究提出的行銷活動本身複雜程度高低將會影響消費者對於參與此活動之成本，如行銷活動只是多買一件即可參加抽獎與必須完成製作聖誕卡片任務並轉寄給朋友後才有優惠，兩者完成所需的時間與精力並不相同，故本研究立基於推薦成本觀點，以任務複雜程度與其相對應的所得報酬之高低，做為影響是否推薦的影響因子。

(二) 消費者特質

而在模式建構的文獻中[4,6,9,7]，皆區分出初次收到相關訊息(購買者)與已經具備某種程度忠誠的重複購買者具不同的消費特質；[1,2]以不同的參數權重區分出初次購買與再購兩者的差別，並對推薦效果產生不同的影響性；[15]也在其決策樹(decision tree)圖中，標示出忠誠度與初次購買兩者，參與口碑推廣的意願之機率將有所不同，並最後病毒行銷蔓延人數之推估也會產生差異。故本研究，將消費者特質—忠誠消費者與初次購買者，納入成為干擾參與意願的變數中。

(三) 活動效果

本研究除了如同過去研究[12,21]想探討參與意願外，更進一步的想瞭解活動最終成效—是否會再進行口碑傳播或是對消費者實際購買行為產生影響；如[15]研究中，模式最終目的是預估最終口碑繁行人數；[1,2]想得到產品價格與推薦回饋之關係。故本研究將結果變項設定為口碑或再購買意願之活動效果的探討。

參、研究方法

本研究以某一網購商店為例，共蒐集到 25337 筆消費者接收、參與行銷活動之數據，檢驗研究架構中各變項之間的關係(針對模式前半部分之活動參與過程部分，包含參與意願、行銷任務複雜性、相對得到報酬性高低、消費者特質等變項)，接著再以蒐集到的數據結果—即模型前半段之活動參與過程部分變項的資料，結合相關資料庫數據—屬於模式後半部分即活動效果推

估，進行下列模式之驗證，包含參數校估與模型預測度檢定。

一、研究之理論架構

根據本研究前述之文獻探討，本小節將研究所提出的研究架構理論模型陳列如下圖：

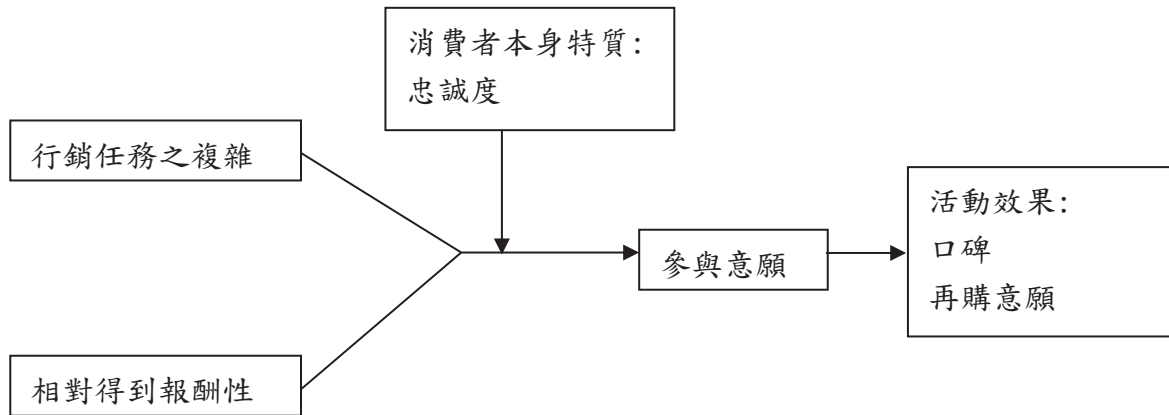


圖 1 研究理論架構圖

根據本研究之研究目的，在模式建構上最終是希望能夠推估此類推廣活動之效果，因此假設本研究效果分為兩種，一為影響接收到此活動內涵的消費者，其最終的再購意願，另一效果則是想更進一步的了解，此消費者是否繼續傳送此活動之口碑給下一位消費者，即[20]與[15]模式中的種子(seed)概念，一位消費者會傳送口碑給下一位消費者，此時相同的任務參與過程將會重複一遍，如此達到病毒行銷之目的。

二、模式建構

(一) 行銷推廣活動效果

根據文獻探討中[20]與[15]模式中概念，根據病毒行銷概念透過消費者的口碑傳遞可以達到行銷推廣活動之推廣效果，而部分研究[12,21]，也將行銷效果統合以消費者再購意願和口碑效果之綜述之。故本研究假設，此行銷推廣活動效果(promotion effect，簡稱 E)為口碑效果(word of mouth，簡稱 W)和再購意願(repeat purchase，簡稱 R)之乘積。

$$E = W * R$$

並且，假設口碑效果與再購意願兩變數為隨機變數，其機率密度函數分配如下：

(a) 口碑效果

假設口碑效果 W 為隨機變數 w ，由於口碑傳送與擴散速度快慢，代表著其效果之高低，故本研究以口碑傳送速度作為口碑效果之測量，並根據[15]模型，令 w 服從一指數分布(λ 為其參數)，其機率密度函數如下：

$$f(w) = \lambda \exp(-\lambda w)$$

(b)再購意願

如同[10]以潛在變項概念、[21]認為再購意願為一常態分佈性的正向分數，本研究假設再購意願 R 為一隨機變數 r ，令 r 服從一對數常態分布(log normal distribution)(μ, σ^2 為其參數， $\mu > 0, \sigma^2 > 0$)，其機率密度函數如下：

$$g(r) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp\left(-\frac{(r-\mu)^2}{2\sigma^2}\right)$$

(二) 行銷推廣活動參與過程與效果之關係

根據本研究假設(參考圖 1.)與相關文獻[10,6,22,1]推論，口碑效果與再購意願皆會受到此消費者的活動參與意願(簡稱 I)影響，而參與意願又受到行銷任務複雜性(簡稱 C)、相對得到報酬性高低(簡稱 X)、消費者特質(簡稱 Y)等變項影響，故假設參與意願和行銷任務複雜性、相對得到報酬性高低、消費者特質、任務屬性變項為關係為一羅吉斯模式(logistic model)，令參與機率為 P ：

$$\ln\left(\frac{p}{1-p}\right) = I = \alpha + \beta_1 C + \beta_2 X + \beta_3 CY + \beta_4 XY + \varepsilon$$

即

$$P = \frac{1}{1 + e^{-(\alpha + \beta_1 C + \beta_2 X + \beta_3 CY + \beta_4 XY + \varepsilon)}}$$

而根據本研究的文獻推論與研究架構圖推導，參與意願(I)又分別對口碑效果和再購意願造成影響：

(a)參與意願對口碑效果

由於參與意願高低會影響口碑的傳送速度，參與意願越高傳送速度應較快[20,15]，故將參與意願假設與口碑傳播模型中的參數 λ 假設具有對應關係，為

$$\lambda = i^k \theta。$$

其中， λ 為平均口碑傳送速度為 θ 倍 k 次方的參與意願(i)。

(b)參與意願對再購意願

而同樣的，消費者對於行銷活動的參與意願和再購意願間也有正向關係 [1,12,21]此正向關係有可能是線性或非線性的，本研究假設為非線性，如下

$$r = \log i$$

以增加模型之應用推廣性。

(三) 整體模式

根據上述推論，將參與意願之關係代入口碑效果與再購意願中：

$$\begin{aligned} E &= f(w) * g(r) \\ &= [\lambda \exp(-\lambda w)] * \left[\frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp\left(-\frac{(r-\mu)^2}{2\sigma^2}\right) \right] \\ &= [i^k \theta \exp(-i^k \theta w)] * \left[\frac{1}{i\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp\left(-\frac{(\log i - \mu)^2}{2\sigma^2}\right) \right] \end{aligned}$$

根據此效果模式，我們可以推導出其累積機率密度函數：

$$\begin{aligned} F(e) &= P(W * R < e) \\ &= \int_0^{\infty} P(W * R < e | W = w) f(w) dw \\ &= \int_0^{\infty} P(W * \log i < e | W = w) f(w) dw \\ &= \int_0^{\infty} P(R < \frac{\log i}{w}) * [i^k \theta \exp(-i^k \theta w)] dw \\ &= \int_0^{\infty} \int_0^{\frac{\log i}{w}} \left[\frac{1}{i\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp\left(-\frac{(\log i - \mu)^2}{2\sigma^2}\right) \right] * [i^k \theta \exp(-i^k \theta w)] di dw \end{aligned}$$

同理也可得到推廣活動效果之機率密度函數：

$$\begin{aligned} f(e) &= \frac{d}{de} F(e) \\ &= \frac{d}{de} \int_0^{\infty} \int_0^{\log i} \left[\frac{1}{i\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp\left(-\frac{(\log i - \mu)^2}{2\sigma^2}\right) \right] * [i^k \theta \exp(-i^k \theta w)] di dw \end{aligned}$$

肆、資料分析與結果

一、資料型態

本研究以某一購物網站為例，分析期間為 2020 年 4 月 1 日到 6 月 30 日共兩個月，此兩個月期間，網站共舉辦了 4 個檔次的病毒行銷相關行銷活動，分別為「春季購物節」、「母親節寵愛媽媽」、「女人節」與「夏季換季購物節」。本研究資料共為 25337 筆，被納入分析的消費者皆參加過這四檔活動、最終並進行購買行為，因此藉由消費者的相關反應與回饋蒐集到本研究的行銷任務複雜性、相對得到報酬性高低、消費者特質等變項。

二、敘述性統計描述

本研究之受測者有 92% 為女性，但由於四檔行銷活動針對對象皆為女性，且網站販售之產品性質也以女性的衣服、飾品、皮包、鞋子為主。此四檔次之活動性質介紹如下：

1. 春季購物節

為期 2.5 週，主要行銷任務為請消費者拍下有關春天象徵意義的照片上傳，並寫下和網站中哪一件(類)商品最為搭配，就可獲得活動折價券並參與票選，被最多網友票選的前三高票，可以免費請造型彩妝師幫忙搭配一套春季流行服飾與彩妝，搭配的彩妝與服飾皆可攜回(免費贈送)。

2. 母親節寵愛媽媽

為期 3 週搭配母親節檔期，在網路上舉辦最佳母女檔系列活動，與媽媽一起出門逛街看起來像姊妹、或是兩人穿著搭配最為相似的，可在母親節當天報名參加穿搭大賽，用網站所提供服飾穿搭出整體造型，由現場服裝、彩妝師做評比，並即時與網友互動；此活動與有線電視某一類型相似的節目合作，優勝者可以參加節目錄影。

3. 女人節

票選網站中的服裝模特兒，上傳自己平時的穿搭照片，並分享最欣賞的網站產品照片給朋友，讓朋友將網站加為 facebook 好友，就可以獲得成為網

站模特兒的機會，讓越多人加入好友並發表評論支持者越有機會。

4. 夏季換季購物節

找出自己不要的夏季衣服，在網站經營的平台上可進行以物易物的換衣行動，並且只要是過去在此網站上購買之衣服若揪到最多好姊妹上網以衣換衣，就可以 9 折換購最新一季商品。

三、參數估計

(一) 羅吉斯模式

本研究以上述消費者資料進行模型參數估計，首先進行羅吉斯模式檢定：

$$\ln\left(\frac{p}{1-p}\right) = I = 0.31^{**} + 0.52^{**} C + 0.85^{***} X + 0.21^{**} CY + 0.33^{***} XY + \varepsilon$$

整體模式達顯著 ($\chi^2 = 18.12$, $p \leq .01$)，結果顯示影響，而參與意願又受到行銷任務複雜性(簡稱 C)、相對得到報酬性高低(簡稱 X)對活動參與意願(簡稱 D)皆有顯著正向影響，而消費者特質(簡稱 Y)分別與行銷任務複雜性(簡稱 C)、相對得到報酬性高低(簡稱 X)交乘項(分別為 CY , XY)也為顯著正向，故任務複雜性越高、相對得到報酬性越高則活動參與意願也越高，並且消費者特質有正向干擾作用，即消費者購買次數越多—忠誠度越高，則任務複雜性越、相對得到報酬性對參與活動意願的影響性也越高。

(二) 整體模式參數估計

本研究以最大概似法(MLE, maximum likelihood estimate)進行整體模式的參數估計，令 n 為樣本數， L 為整體概似方程式，

$$\begin{aligned} L(\mu, \sigma^2, \theta, i) &= \prod_{j=1}^n f(e^j | \mu, \sigma^2, \theta, i, k) \\ &= \frac{d}{de} \int_0^\infty \int_0^{\frac{\log i}{i}} \left[\frac{1}{i\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp\left(-\frac{(\log i - \mu)^2}{2\sigma^2}\right) \right]^n * [i^k \theta \exp(-i^k \theta w)]^n di dw \end{aligned}$$

則分別向參數 $\mu, \sigma^2, \theta, i, k$ 微分令其為零，解聯立方程式

$$\begin{cases} \frac{\partial}{\partial \mu} L(\mu, \sigma^2, \theta, i, k) = 0 \\ \frac{\partial}{\partial \sigma^2} L(\mu, \sigma^2, \theta, i, k) = 0 \\ \frac{\partial}{\partial \theta} L(\mu, \sigma^2, \theta, i, k) = 0 \\ \frac{\partial}{\partial i} L(\mu, \sigma^2, \theta, i, k) = 0 \\ \frac{\partial}{\partial k} L(\mu, \sigma^2, \theta, i, k) = 0 \end{cases}$$

其結果如下表(表 1)所示。

表 1 參數估計結果

μ	σ^2	θ	i	k
4.375	0.256	2.569	4.332	0.12

本研究以某購物網站蒐集到的 25337 筆消費者資料進行參數估計，結果顯示再購意願參數 μ 為正值與 σ^2 顯示資料變異程度不大，平均口碑傳播速度和參與意願之關係參數 θ 與 k 皆為正值，口碑傳播速度越快，產生逸散效果則消費者參與意願就越高。

伍、結論與建議

一、研究結論

1. 任務複雜性越高消費者參與意願越強

由本研究結果看出，任務複雜性越高消費者參與意願越強，此項結果不同於過去研究認為行銷任務越簡單越容易讓消費者快速達到目標，而參與程度會較高。本研究結果發現，由於行銷任務的參與為消費者自發性，參與本身若能帶給消費者一定程度樂趣與報酬吸引力，則就算任務稍微複雜也能提高參與率，因此行銷任務與促銷手法設計並不一定是越簡單越好，相關任務特性和消費者屬性搭配得宜，將會提高參與度。

2. 消費者忠誠度(消費者特質)之干擾效果

由本研究也發現，消費者忠誠度和任務複雜性、相對得到報酬性形成對活動參與意願，正向的干擾效果。也就是消費者購次數越多、越屬於忠誠消費者，則任務複雜性越高、其參與意願越高，相對報酬性越高、其參與意願也會越高，越是忠誠的消費者，此兩特徵--任務複雜性、相對得到報酬性對

參與意願的正向影響性越強，可以看出忠誠顧客對於品牌廠商行銷手法的參與度相對初次購買者來得高。

3.可針對不同型態消費者設計不同行銷任務

由上述兩點研究結果，可以看出若消費者型態屬於忠誠度較高的消費者，則任務複雜性會加深其參與意願，故未來可以針對忠誠者設計難度較高的行銷參與任務，而針對初次購買者設計難度門檻較低的行銷任務，如此一來則可同時增加兩群消費者活動參與度。

4.數量化模型提供行銷活動評估參考

本研究以數量化機率模型讓管理者不只了解相對報酬性、行銷任務複雜性等變項對消費者參與之影響，也藉由模型提出與參數估計結果，供後續行銷任務設計者可以計算參與和購買機率，比較機率大小，設計與網羅最有可能參與之消費者，提升活動效益。

二、研究限制與建議

根據本研究結果，作者提出相關研究限制與未來研究建議如下：

1.不同產業比較

本研究是以網路商店並針對女性消費者調查的結果，後續研究可以針對不同類型的商店型態、商品種類做模型的測試與應用，增加模型的推廣性。

2.模型預測力之校估

本研究針對模型做參數估計，但未比較實際資料其預測效力、模型和實際資料之差距性，未來建議可以將資料做分項，一半用作估計一半用做預測，以比較模型之預測力。

參考文獻

- [1] Abbas, A., Badawi, S. and Almahdi, M. H. (2021). Toward successful social media viral marketing: a knowledge management approach. *The Importance of New Technologies and Entrepreneurship in Business Development: In The Context of Economic Diversity in Developing Countries*. Springer International Publishing, 377-389.
- [2] Bialogorsky, E., Gerstner, E. and Libai, B. (2001). *Customer referral management: Optimal reward programs*. *Marketing Science*, 20 (1), 82-95.
- [3] Chiu, H. C., Hsieh, Y. C., Kao, Y. H. and Lee, M. (2007). The Determinants of email receivers' disseminating behaviors on the internet. *Journal of Advertising Research*, 524-534.

- [4] Choi, D., Bang, H., Wojdyski, B. W. and Lee, Y. I. (2018). How brand disclosure timing and brand prominence influence consumer's intention to share branded entertainment content. *International Journal of Interactive Marketing*, 42, 18-31.
- [5] De Bruyn, A. and Lilien, G. L. (2008). A Multi-Stage Model of Word of Mouth Influence through Viral Marketing. *International Journal of Research in Marketing*, 25 (3), 151-163.
- [6] Duman, Ü.O. and Das, S. (2021).The Dynamic Rise of Digital Brands' Market Mavens in Digital Entertainment: A Complete Know How for Curious Customers. In: *Das S., Gochhait S. (eds) Digital Entertainment. Palgrave Macmillan, Singapore.*
- [7] Fard, M. H. and Marvi, R. (2019).Viral marketing and purchase intentions of mobile applications users. *International Journal of Emerging Markets*, 15(2), 287-301.
- [8] Godes, D., Mayzlin, D., Chen, Y., Das, S., Dellarocas, C., Pfeiffer, B., Libai, B., Sen, Shi, S. M. and Verlegh, P. (2005).The Firm's Management of Social Interactions. *Marketing Letters*, 16 (3/4), 415-428.
- [9] Hogan, J. E., Lemon, K. N. and Libai, B. (2004).Quantifying the Ripple: Word-of-Mouth and Advertising Effectiveness. *Journal of Advertising Research*, 44(3), 271-280.
- [10] Huang, H., Hong, S., Meng, Z., Chang, H. and He, H. (2019). Community-based influence maximization for viral marketing. *Applied Intelligence*, 49, 2137-2150.
- [11] Liu, H.H. and Wang, Y. N. (2019).Interrelationships between viral marketing and purchase intention via customer-based brand equity. *Journal of Business and Management Sciences*, 7(2) 72-83.
- [12] Motoki, K., Suzuki, S., Kawashima, R. and Sugiura, M. (2020). A combination of self-reported data and social-related neural measures forecasts viral marketing success on social media. *Journal of Interactive Marketing*, 52, 99-117.
- [13] Nguyen, C. and Nguyen, D. (2020). A study of factors affecting brand awareness in the context of viral marketing in Vietnam. *International Journal of Advanced Science*, 29(5), 5401-5411.
- [14] Phelps, J. E., Lewis, R., Mobilo, L., Perry, D. and Raman, N. (2004).Viral marketing or electronic word-of-mouth advertising: Examining consumer responses and motivations to pass along email. *Journal of Advertising Research*, 44(4), 333-348.
- [15] Van der Lans, R., Bruggen, G. V., Eliashberg, J. and Wierenga, B. (2010). A Viral Branching Model for Predicting the Spread of Electronic Word of Mouth. *Marketing Science*, 29(2), 348 - 365.
- [16] Reichstein, T. and Bruschi, I. (2019).The decision-making process in viral marketing- A review and suggestions for further research. *Psychology & Marketing*, 36, 162-108.
- [17] Shroff, N., Shreyass, G. and Gupta, D. (2021). Viral internet challenges: A Study on the motivations behind social media user participation, information and communication technology for intelligent systems. *International Conference on Business and Technology(ICBT 2020): The Importance of New Technologies and Entrepreneurship in Business Development: In The Context of Economic Diversity in Developing Countries*, 303-311.
- [18] Sung, E. (2021). The effects of augmented reality mobile app advertising: Viral marketing via shared social experience. *Journal of Business Research*, 122, 75-87.
- [19] Trivedi, J. (2017).The effect of viral marketing messages on consumer behavior. *Journal of management research*, 17(2), 84-98.
- [20] Wang, W. and Street, W. N. (2018). Modeling and maximizing influence diffusion in social networks for viral marketing. *Applied Network Science*, 3(6), 122-135.

- [21] Yadav, R., Paul, J. and Mittal, A. (2021). Impact of nation brand experience on nation brand loyalty, and positive WOM in a changing environment: the role of nation brand love. *International Marketing Review*, 38(5), 233-252.
- [22] Yeo, S. F., Tan, C. L., Lim, K. B., Goh, M. L. and Waha, F. A. A. (2020). Viral marketing messages: consumer purchase intention towards fashion apparel. *International Journal of Accounting, Finance and Business*, 5(30), 31-41.

The construction of viral marketing communication model with entertainment orientation

Hui-Hsin Huang*

Abstract

Recently, it is increasing to create marketing promotion activity with the sense of entertainment and interaction. This promotion project involves consumers to participate in its activity and hopes to achieve the effect of word of mouth and viral marketing. By the rising of development of multi-media communication, this project is more popular to be adopted in marketing promotion strategy. However, there is less research to discuss this trend. Thus, based on word of mouth, this paper combines the concept of viral marketing to explore the process of spreading in the marketing promotion with entertaining feature. This research discusses the relations between the features of marketing task and the effect of its final results and use quantitative model to calculate the benefit of this promotion activity with customer participate database. The results can provide the marketers to make their strategy.

Keyword: viral marketing, word of mouth marketing

* Corresponding author
E-mail: Hoyasophia2020@gmail.com

多療程之醫療系統排程分析-以物理治療診所為例

杜瑩美^{1*} 陳亮羽² 林盈均³ 邱鈺茹⁴ 楊子慧⁵ 謝玲芬⁶

^{1,2,3,4,5} 中華大學工業管理學系

⁶ 中華大學企業管理學系

摘要

物理治療對我們來說已經是不可或缺的醫療技術。現在的病人除了注重醫生的治療技術外也額外注重醫療過程的品質，其中也包含等待時間的多寡。所以在眾多的醫療體系中，我們想以擁有多療程的物理治療診所的角度去研究病人就醫的排程問題，使診所本身的資源使用率最大化並同時縮減病人的等待時間。

本研究是以一家實際的物理治療診所來作為較佳的預約人數、較佳的病患就診安排、以及一些參數的敏感度分析，以看出較佳的預約方式及人數控制等。因此，本研究的期望是降低病患的等候時間並提高醫院的資源使用率，進而提高病患滿意度與減少資源浪費。在整體的研究中除了以實驗設計的方法定義出各項參數外，並藉由以物件導向模擬軟體 eM-Plant 模擬系統來做實驗並進行敏感度分析。從模擬的結果顯示本研究所提出的病患就診的安排方式(R2)以及在相同的到達率下較短的預約區間可縮減病患的平均總等待時間大約 23.48%。此外，如果病患的到時時間變異縮短，也就是病患可以儘量準時到達亦可縮減病人的平均等待時間。在模擬分析中也發現診所的大多數資源使用率偏低，如果增加一名醫生且使用 R2 法則並在相同的到達率下較短的預約區間，則可以大幅增加看診人數至將近兩倍以及降低病患的總等候時間大約 45.2%。

關鍵字: 使用率最大化、物理治療、系統排程、eM-Plant

* 通訊作者

E-mail: amytu@chu.edu.tw

壹、緒論

從古至今人只要遇到病痛就會去尋找治療方式，以現代人來說就會選擇去醫院或診所。在台灣因為擁有完善健保制度的關係，長期下來擁有高民眾滿意度，享譽國際[1]，導致在台灣願意就醫的人數就比沒有這種制度的國家還要來的多很多，再加上醫療技術越漸發達以及診所如雨後春筍般的不斷增加，因此人們能選擇的方式和就醫地點也越來越多。然而現在的病人除了注重醫生的治療技術外也額外注重醫療過程的品質，其中也包含等待時間的多寡。所以在眾多的醫療體系中，我們想以擁有多療程的物理治療診所的角度去研究病人就醫的排程問題，使病人的等待時間縮減並同時使診所本身的資源使用率最大化。

所謂的物理治療就是利用了聲波、電療、冷熱敷、醫生調整治療……等物理因子來預防、評估與治療[2]。但是現代人生活步調快且忙碌，而物理治療又需要較長的時間來進行診斷作業，所以現代人為了避免時間的浪費，就會拒絕進行物理治療。可見病患的等候時間是會影響病患的就診意願。而在許多行業中，排程一直是最令人頭痛的問題，排程作業是一種能把所有產能及整體規劃的結果，如設施、人力及空間分配到各項所需之工作、活動上，並調和效率、服務等目標，以求一個適當之平衡。而不同的職業，即會有不同的排班訴求，如製造業講求生產排程，而服務業講求人力排程[3]。同樣的對於診所來說，排程也是最大的問題，他會影響的不只是病患的等待時間也會影響診所資源的使用率，尤其在診所等待看診的時間上常常具有極大的不確定性，有時只需要等待 30 分鐘，但有時卻需要 1 小時或更長的等待時間，所以資源的使用往往不會達到最大化。一般的診所所需要的服務僅有醫生問診然後藥局取藥而已。但物理治療屬於多療程，在排程上比一般的只有醫生問診的診所更加困難與複雜，同時如果醫療服務安排不好，病患等候的時間也比一般診所來得長。因此本研究將以多療程的物理治療診所的角度來探討在什麼情況之下的排程可以達到診所使用最大化，又可顧及病患的等待時間。

貳、文獻探討

台灣地區自 1950 年代小兒麻痺大流行開始提供物理治療以來。所謂的物理治療就是利用了聲波、電療、冷熱敷、醫生調整治療...等物理因子來預防、評估與治療。物理治療之發展約可分為啟動期、奠基期及發展期，物理治療發展到現在，治療的層面越來越廣，使用的方式也越來越多元，再加上物理治療所提供的醫治方式大部分都不使用侵入性或藥物性的方法，所以廣受一般民眾的喜愛及依賴[4]。由於物理治療的療程都使用徒手、儀器等方法

式，導致療程的時間基本上都非常耗時[5]。如果沒有適合的排程，不管是在等候看診或者在治療的過程，都會增加病患的等待時間或是產生資源閒置等狀況。

所謂模擬，乃是一種利用電腦模仿真實世界已經存在或還在構思中的系統，而建構出以電腦為基礎的數學及邏輯模式，在此模式中可以到：

1. 評估各個不同組合之決策
2. 透過模擬運作的過程瞭解整個系統的操作行為。

模擬是一種評估模式，而且在模擬模式下可以利用亂數產生器去模仿真實世界中的隨機過程。因此，可以透過此一模式得到不同參數組合下的平均結果。林則孟[6]所著之系統限制理論與應用一書中提到模擬為數學的一種，也是屬於未確定性模式中的一種方法，它是建立在三種基本倫理上，如下圖 1 所示：

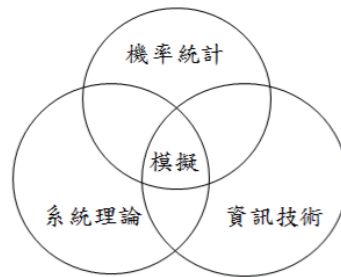


圖 1. 模擬理論基礎

透過電腦快速運算能力，更能細微觀察系統並提供更具體的分析，了解系統內所產生的作業行為。因此，模擬常被使用於複雜系統、行為描述與分析其運作之績效，以利進行預測未來行為。建構於電腦中虛擬的環境代表實際系統，且可以縮短試驗時間，也能解決較大且複雜的問題，並透過模擬結果評估在此研究中各種不同環境的狀態下之產出，也透過模擬在運作的過程中了解整個製造系統的作業。

排程(Scheduling)是將設備、人力或空間等可用的資源，做適當的分配，並透過作業效率、存貨狀況及服務水準的調整，以完成某些特定作業的決策過程[7]。當工作的先後順序需要被決定時，排程問題於焉產生。因此，不管是製造系統或服務系統都需要排程。排程向來是個複雜的問題，而在於對醫療方面，可以分為門診、急診、住院與手術安排四大類。一般而言，門診以預約或當場掛號為主，因此在就診安排上僅做到排序以及估算可能就診時間。而預約系統的優劣則為院所服務品質的主要關鍵，至於預約系統成敗的關鍵則在於其準確度，因此有部分學者針對此類問題提出各種的模式來進行系統的改善[8,9,10,11,12]，例如藉由統計迴歸分析建立預測模式、以類神經模式架構進行看診時間的預測，或是透過等候理論的應用，可惜的是這些不是需要大量的歷史資料做為輔助，就是環境必須符合使用模式的使用條件。在這樣的情況下如在數據資料量不夠多，或是環境條件無法符合時，其對於

準確度的影響仍然是可能存在的。而急診則是當場掛號安排並於第一線診斷已安排緊急程度。至於住院與手術則以病患緊急程度以及資源安排為考量[13,14,15]。簡采蓁[13]利用了模擬系統(eM-Plant)來進行測試，探討手術之排程問題，目標是降低病人在手術流程中的等待時間，同時建立績效指標配合模擬，以降低手術室醫護人員的閒置率。模擬系統不僅可以用在製造業、物料管理、物流、配送、排程及供應鏈等相關模擬，它同時也可以用於醫療方面之管理與規劃。此軟體也是目前學術研究運用廣泛的軟體，例如醫院手術排程、生產排程、物料搬運及物流中心存貨與檢貨管理等皆有相關運用之研究[16]。此外，除了排程外，在服務系統中充滿的不確定性比製造系統更多，因此敏感度分析（Sensitivity analysis）是非常重要的。而敏感度分析是用於了解相對於各個輸入參數的模式或函數輸出之變化，其數學意義為模式或函數的梯度向量[17]。

參、 研究方法

本研究將以一家實際的物理治療診所來作為我們整個研究的對象，這家物理治療診所目前無論是在安排看診的流程上還是在醫療資源的使用方面，都有一些問題，但我們又不能以實際開診所的方式來進行研究，所以我們會藉由 eM-Plant 系統來構建此家物理治療診所從病患進入門診到離開門診的整個治療過程，此診所目前的流程與治療時間為電療(該治療時間需要 33 分鐘)→超音波治療(身上每一個需要治療的部位大約是 3 分鐘，大部份都是 2 個部位，最多 6 個部位)→第三站是醫生調整治療時間(8-15 分鐘)→第四站冰敷(15 分鐘)→最後一站是肌貼(1-2 分鐘)，第二站及第三站是可以變動。整體的治療流程如圖 2 所示。

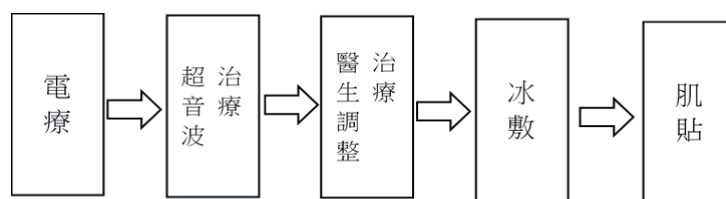


圖 2. 診所治療流程圖

除了對排程的研究外，本研究也將會在模擬系統裡做出排程上的變動與到達變異的敏感度分析，藉此模擬出實際可行的改善方案。由於模擬是一種評估模式，所以本研究透過實驗設計改變一些參數，經由模擬的結果和統計檢定，分析其趨勢與是否有顯著差異，近一步較佳的可行方案。

首先針對病患我們會使病患進來治療時，就帶有以下條件的屬性亂數：
一、在電療站是否需要電療床

- 二、醫生需要診治的時間
- 三、超音波治療部位數
- 四、病患的到達時間
- 五、肌貼需要的時間

而模擬實驗時間長度為 30 天，且收集這 30 天的運作相關數據進行分析，模擬模式如圖 3 所示。針對診中影響治療服務的變數可分為可控變數與不可控變數。所謂可控變數亦即人為可以操控的變數，例如：多久時間內允許預約多少人。不可控變數當然就是人為無法操控的變數，例如：病患是否會準時到達，因此，系統中就會設定病患到達時間的分配，以其預約時間為平均值再加上研究中實驗的標準差之常態分配來設定病患的到達時間。以下以實驗設計的方法將變數實驗範圍設計如表 1 和表 2。在表 1 中對於早到病患的安排有兩種方式，R1：早到的病患必須在前一梯次的病患都已經到達才可進入治療安排，這是目前診所採取的安排方式。R2：早到的病患必須在前面梯次的病患都已經到達並且有空閒的機器設備或是預約時間到達後才可進入治療安排，此一安排方式為本研究所提出的。此外，表 3 為固定參數的描述，也是目前診所的狀態。至於診所的績效指標則為病患的總等候時間以及各個治療資源的使用率，希望不僅能善用診所的資源也能提高病患的服務滿意度，此一績效指標如表 4。

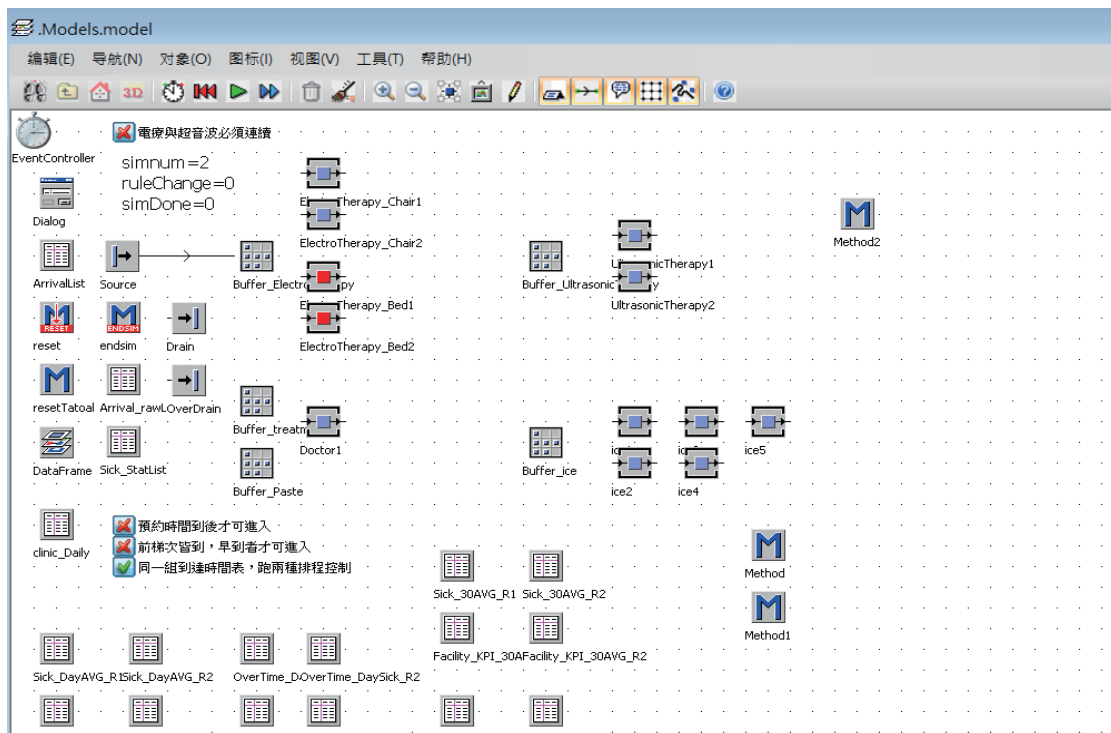


圖 3：模擬模式界面的 2D 圖

表 1. 可控變數(欲改變參數設定)

設計項目	假設參數
(1)預約方式	①0-1 人(預約區間為 5 分鐘) ②0-2 人(預約區間為 10 分鐘) ③0-3 人(預約區間為 15 分鐘) ④0-4 人(預約區間為 20 分鐘) ⑤0-5 人(預約區間為 25 分鐘) ⑥0-6 人(預約區間為 30 分鐘)
(2)對於早到病患的安排	①早到的病患必須在前一梯次的病患都已經到達才可進入治療安排(R1)。 ②早到的病患必須在前面梯次的病患都已經到達並且有空閒的機器設備或是預約時間到達後才可進入治療安排(R2)。
(3)醫生人數	①1 人 ②2 人

表 2. 不可控變數(欲改變參數設定)

(1)到達變異	A.相對預約區間變異時間 ①0.3 倍 ②0.6 倍 ③0.9 倍 ④1.2 倍 ⑤1.5 倍 ⑥1.8 倍
	B.絕對變異時間 ①4 分鐘 ②8 分鐘 ③12 分鐘 ④16 分鐘 ⑤20 分鐘

表 3. 固定參數(包含可控和不可控變數)

設計項目	假設參數
(1)電療椅數	3 張
(2)電療床數	2 張
(3)超音波機台數	1 台
(4)醫師數量	1 名
(5)醫生診治時間	8-15min
(6)預約區間的時間	20min
(7)每個預約區間最多的病患人數	4 人
(8)診所營業時間	480min(8hrs)
(9)使用電療床比例	10%
(10)電療時間	33min
(11)單一部位超音波診治時間	3min
(12)冰敷時間	15min
(13)肌貼時間	1-2min

表 4. 績效指標

針對的對象	收集資料
病患(人)	1.病患總等待時間
診所(天)	1.各站使用率 2.各站的等待時間 3.完成人數

肆、 結果與建議

本研究的目的是希望降低病患的等候時間並提高醫院使用率，目前該家診所的預約制度是每 20 分鐘預約 4 人病患，就診安排是病患如果提早到也要等到該梯次預約時間到，病患才可以進入診治安排，在這樣的制度下，病患很容易浪費時間在等待治療，機器設備難免也會有閒置的狀況，所以我們想要改變安排方式，例如：在相同到達變異率，改變預約的區間與人數以及

讓早到的病患必須在前面梯次的病患都已經到達並且有空閒的機器設備或是預約時間到達後才可進入治療安排等，藉此達到我們研究的目的。

一、排程的安排(R1 與 R2)

R1：早到的病患必須等到預約梯次的時間到達才能進入治療安排。

R2：早到的病患必須在前面梯次的病患都已經到達並且有空閒的機器設備或是預約時間到達後才可進入治療安排。

該家診所目前使用的是 R1 的排程，但是這會導致病人多浪費時間在等待與機台出現閒置的可能，所以我們利用 eM-Plant 這個模擬軟體進行在不同的預約方式(6 種)、不同的到達變異(相對 6 種、絕對 5 種，共 11 種)、醫生 2 人(重複以上環境共 17 種)的這 34 種不同情況下的模擬。

模擬實驗後發現不管在什麼樣的情況下，R1 與 R2 的各站使用率並沒什麼差異，但是 R2 排程下的病患在診所所待的時間(從病患進入診所到離開診所的這段時間)都比 R1 排程的還要少。而我們使用成對樣本 T 檢定進行分析並且假設 $H_0: \mu_1 = \mu_2$, $H_1: \mu_1 > \mu_2$ (且 $\alpha = 0.05$) 後發現，R2 與 R1 分別的總看診時間相比也有顯著差異，可見 R2 的排程方式確實比 R1 好。表 5 是在醫生 1 人且相同的預約區間及人數下，到達變異數 2 分鐘的 R1 與 R2 成對樣本 T 檢定分析表($\alpha = 0.05$)。

表 5. R1 與 R2 成對樣本 T 檢定

t 檢定：成對母體平均數差異檢定		
醫生1人 0-1 5分鐘		
	變數 1	變數 2
平均數	127.2243	126.4247
變異數	305.4755	313.9205
觀察值個數	30	30
皮耳森相關	0.995144	
假設的均數	0	
自由度	29	
t 統計	2.501554	
P(T<=t) 單	0.00913	
臨界值：單	1.699127	
P(T<=t) 雙	0.01826	
臨界值：雙	2.04523	

二、改變預約的方式

目前該家診所是以每 20 分鐘預約 4 人，但是這可能會導致瓶頸站的醫生負荷不了，讓很多病患卡在醫生站，增加了病患等待的時間，我們透過更改預約區間的時間與預約人數，並利用單因子變異數進行分析後發現，在相同的到達率裡比起讓病患以現診所的 20 分鐘預約 4 人的預約制度來預約，不如相對地減少預約區間與人數的預約方式來的好，而在不同排程方式(R1 & R2)結果的曲線圖(圖 4)中裡發現以每梯次 5 分鐘預約 0-1 人是較佳的，並做了顯著性分析(表 6)以確認其正確性。因為以病患的角度來探討，會發現病患在各站的等待時間相對其他預約區間與人數裡，如：每 10 分鐘預

約 0-2 人、每 15 分鐘預約 0-3 人、每 20 分鐘預約 0-4 人、每 25 分鐘預約 0-5 人、每 30 分鐘預約 0-6 人來的少，且以 0-1 人，病患在診所中所待的時間(從病患進入醫院到病患離開醫院)，也相對其他的預約區間人數少。而若從診所的角度來探討，也可以發現每月的完成人數及各站的使用率都是以每 5 分鐘預約 0-1 人為較佳。

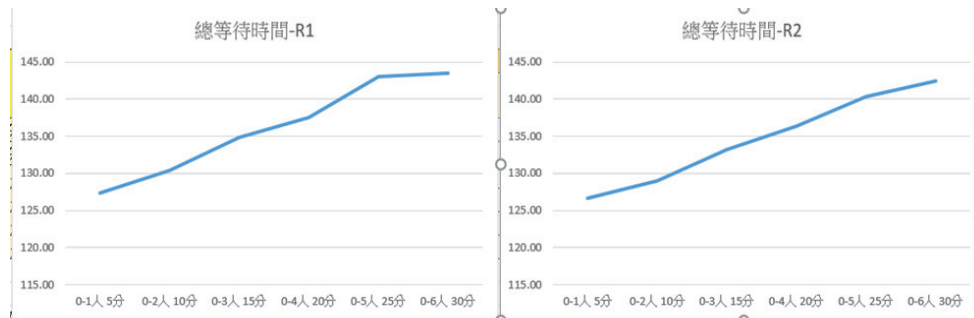


圖 4. (醫生 1 人)不相同的預約區間及人數，相同的到達變異的總看診時間折線圖

表 6. (醫生 1 人)不相同的預約區間及人數，相同的到達變異的單因子分析表
 ($\alpha=0.05$)

單因子變異數分析1 醫生1人						單因子變異數分析2 醫生1人							
摘要						摘要							
組	個數	總和	平均	變異數		組	個數	總和	平均	變異數			
0-1人 5分	30	3816.7287	127.22429	305.475541		0-1人 5分	30	3792.74124	126.424708	313.920455			
0-2人 10分	30	3899.269	129.975633	488.917883		0-2人 10分	30	3854.5849	128.486163	509.563235			
0-3人 15分	30	4018.5901	133.953003	499.790199		0-3人 15分	30	3971.0141	132.367137	513.996763			
0-4人 20分	30	4116.4008	137.21336	581.257497		0-4人 20分	30	4080.9625	136.032083	573.744167			
0-5人 25分	30	4264.453	142.148433	843.421463		0-5人 25分	30	4187.3441	139.578137	900.778354			
0-6人 30分	30	4303.588	143.452933	608.677781		0-6人 30分	30	4269.761	142.325367	632.150749			
ANOVA						ANOVA							
變源	SS	自由度	MS	F	P-值	臨界值	變源	SS	自由度	MS	F	P-值	臨界值
組間	6348.88679	5	1269.77736	2.28957828	0.04789231	2.26606171	組間	5842.94757	5	1168.58951	2.03577937	0.07589292	2.26606171
組內	96498.6706	174	554.590061				組內	99880.458	174	574.02562			
總和	102947.557	179					總和	105723.406	179				

三、到達變異

由於每位病患到達的時間我們無法控制，但是我們想了解當病患的到達時間變異過大時，會對病患的總看診時間造成什麼樣的影響，而在到達變異的研究裡我們分為相對預約區間到達變異與絕對到達變異兩種方式去研究到達變異對於整個診所的影響，相對是以每預約區間的 0.3 倍、0.6 倍...到 1.8 倍的方式去改變到達變異，絕對是以固定 4 分鐘、8 分鐘...到 20 分鐘的方式去改變到達變異(共 11 個)，而由我們利用單因子變異數進行分析後的結果來看可以發現在醫生 1 人與不同預約制度的情況下不管是相對還是絕對的方式各到達變異之間並沒有顯著性的差異，圖 5 為醫生 1 人情況下且預約區間 5 分鐘內 0-1 人時，到達變異數為 2,3,5,6,8,9 分鐘六組數據下病患總看診時間的曲線圖，而表七則為其單因子分析表($\alpha=0.05$)。至於到達變異之間並沒有顯著性的差異是因為在醫生 1 人的情況下瓶頸站並不是前面的電療

站，所以不管病患是否早到還是遲到在醫生站負荷不來的情況下不同的到達變異對於病患待在診所的總看診時間是沒有任何的顯著性的差異的也就是沒有影響，但是在醫生站變成 2 人時，瓶頸站變成了電療站，這時不同的到達變異之間就有了顯著性的差異，圖 6 為醫生 2 人情況下且預約區間 5 分鐘內 0-1 人時，到達變異數為 2,3,5,6,8,9 分鐘六組數據下病患總看診時間的曲線圖，而表八則為其單因子分析表($\alpha=0.05$)。所以在這種情況下病患是否能準時到就會明顯的影響病患待在診所的總看診時間，因此為了使病患能準時到我們認為可以在前一天晚上發送簡訊提醒病患明天有預約等等的措施，以降低病患遲到的現象。

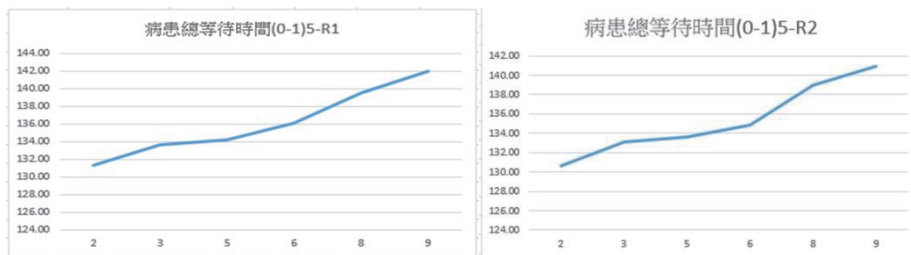


圖 5. 醫生 1 人且 5 分鐘內預約 0-1 人之病患總看診時間圖

表 7. 在醫生 1 人且 5 分鐘預約 0-1 人之到達變異的單因子分析表($\alpha=0.05$)

單因子變異數分析 0-1 5分鐘 R1 醫生1人						單因子變異數分析 0-1 5分鐘 R2 醫生1人							
摘要						摘要							
組	個數	總和	平均	變異數		組	個數	總和	平均	變異數			
2	30	3939.12	131.304	374.618		2	30	3918.75	130.625	387.856			
3	30	4009.47	133.649	327.007		3	30	3993.05	133.102	333.21			
5	30	4024.96	134.165	385.412		5	30	4008.44	133.615	393.779			
6	30	4081.54	136.051	405.68		6	30	4046.28	134.876	407.083			
8	30	4185.11	139.504	264.999		8	30	4168.45	138.948	274.592			
9	30	4259.51	141.984	362.536		9	30	4229.2	140.973	369.688			
ANOVA						ANOVA							
變源	SS	自由度	MS	F	P-值	臨界值	變源	SS	自由度	MS	F	P-值	臨界值
組間	2368.68	5	473.737	1.3406	0.24936	2.26606	組間	2255.66	5	451.132	1.24955	0.28809	2.26606
組內	61487.3	174	353.375				組內	62820.1	174	361.035			
總和	63856	179					總和	65075.7	179				

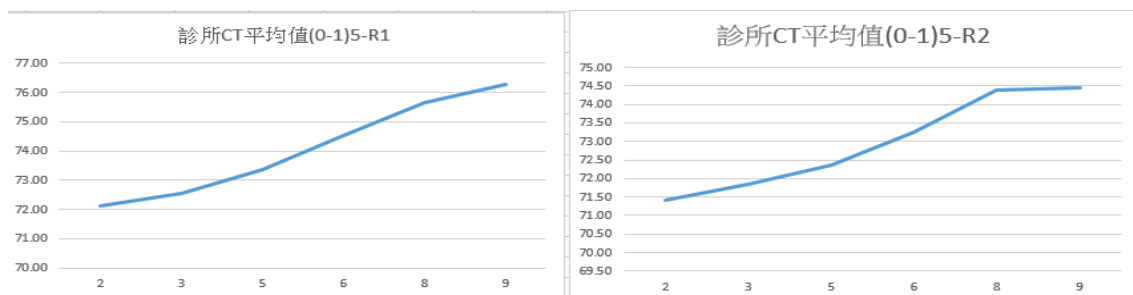


圖 6. 醫生 2 人且 5 分鐘內預約 0-1 人之病患總看診時間圖

表 8. 在醫生 2 人且 5 分鐘預約 0-1 人之到達變異的單因子分析表($\alpha=0.05$)

單因子變異數分析 0-1 5分鐘 R1 醫生2人						單因子變異數分析 0-1 5分鐘 R2 醫生2人							
摘要						摘要							
組	個數	總和	平均	變異數		組	個數	總和	平均	變異數			
2	30	2163.51	72.1169	3.81154		2	30	2142.17	71.4057	3.24623			
3	30	2176.64	72.5545	4.23974		3	30	2155.52	71.8506	4.08831			
5	30	2201.45	73.3816	3.77948		5	30	2171.14	72.3714	3.54904			
6	30	2235.36	74.5121	4.49734		6	30	2197.55	73.2516	4.10561			
8	30	2269.84	75.6613	5.17228		8	30	2231.71	74.3902	4.47177			
9	30	2287.84	76.2612	5.60463		9	30	2233.44	74.4481	6.9459			
ANOVA						ANOVA							
變源	SS	自由度	MS	F	P-值	臨界值	變源	SS	自由度	MS	F	P-值	臨界值
組間	423.392	5	84.6785	18.7455	7E-15	2.26606	組間	250.131	5	50.0262	11.3665	1.7E-09	2.26606
組內	786.046	174	4.5175				組內	765.799	174	4.40114			
總和	1209.44	179					總和	1015.93	179				

四、增加醫生人數

在醫生 1 人的情況下，醫生診治站是整個流程的瓶頸站使用率非常的高，但是其他站的使用率就相對的偏低，而且醫生診治站常常導致病患的等待時間增加很多，所以我們想透過醫生人數增加 1 名時，觀察各站的使用率，並且降低病患的等待時間，提高病患的滿意度。

經過數據顯示，我們發現到當醫生變成 2 個人的時候，病患待在診所的總看診時間有大幅度的縮短，完成人數也增加了，整個流程的各站使用率也變得較平均。由於原先除了醫生外，各站的使用率平均都處在 6 成左右，所以為了增加各站的使用率，研究中以醫生 2 人、到達變異 5 分鐘、預約區間 30 分鐘的情況下，藉由改變了預約人數，讓其從 0-6 人增加到 0-10 人，而經過我們模擬後發現，在 0-10 人時各站的使用率都增加到 80%到 95%，完成人數也增加到將近 2 倍，至於在往上增加到 0-11 人的結果跟 0-10 人差不多，因此我們認為在這樣的情況下，若還想要再增加診所的輸出量就必須把診所的所有設備都增加、擴大規模，這樣會造成規模不經濟的情況發生。

五、績效比較

目前診所的配置與設定如表 3。透過模擬實驗與敏感度分析後，本研究提出兩個較佳的方案。其中方案一是在不增加任何資源下所提出的較佳方案，主要的改變是使用本研究所提出的安排病患就診方式(R2)以及在相同的到達率下改變預約時間區間長度。至於在到達時間變異上，模擬結果顯示變異越小平均等候時間愈短。但由於其為不可控變數，所以建議診所只能發簡訊提醒病患準時到達。在各方案中此一變數採用區間時間的的績效比較 0.8 倍當成其時間變異。由於模擬結果顯示診治是瓶頸且其他資源的使用率大約只接近六成。因此，在建議的方案二中建議增加一名醫生。從模擬的結果顯示本研究所提出的病患就診的安排方式(R2)以及在相同的到達率下較短的預約區間可縮減病患的平均總等待時間大約 23.48%。此外，如果病患的到時時間變異縮短，也就是病患可以儘量準時到達亦可縮減病人的平均等待時

間。在模擬分析中也發現診所的大多數資源使用率偏低，如果增加一名醫生且使用 R2 法則並在相同的到達率下較短的預約區間，則可以大幅增加看診人數至將近兩倍以及降低病患的總等候時間大約 45.2%。三個方案的績效比較如表 9 所示。

表 9. 績效比較表

	目前狀況	方案一	方案二	方案一 改善績效	方案二 改善績效
病患平均看診時間	140.78	123.37	107.35	12.37%	23.75%
病患平均總等候時間	73.71	56.40	40.39	23.48%	45.20%
電療站平均等候時間	4.54	1.10	28.88	75.77%	-536.12%
超音波站平均等候時間	3.63	2.44	4.57	32.78%	-25.90%
診治站平均等候時間	59.24	46.64	3.23	21.27%	94.55%
肌貼站平均等候時間	6.32	6.23	3.71	1.42%	41.30%
電療站平均使用率	65.59%	65.93%	98.88%	0.52%	50.75%
超音波站平均使用率	59.77%	60.30%	88.18%	0.89%	47.53%
醫生平均使用率	98.64%	98.35%	95.83%	-0.29%	-2.85%
平均每日完成人數	35.37 人	35.93 人	68.87 人	1.58%	94.71%

伍、 結論

物理治療所提供的醫治大部分都使用徒手、儀器等方式不使用侵入性或藥物性的醫治模式，所以療程的時間基本上都非常耗時。而現在的病人除了注重醫生的治療技術外也額外注重醫療過程的品質，其中也包含等待時間的多寡。因此我們透過模擬系統來模擬一家物理治療診所，以此來研究該診所的排程並加以分析，期望能達到降低病患的等待時間或資源使用最大化，進而提高病患滿意度並且減少資源浪費。

根據研究顯示在減少預約人數及間隔時間與早到的病患必須在前面梯次的病患都已經到達並且有空閒的機器設備或是預約時間到達後才可進入治療安排(R2)的排程下，無論是從病患的角度去探究或是診所的角度去探究，都可看出此種改善方式為較佳。

在變動到達變異時間的研究可以看到當瓶頸站變成治療的第一站(電療站)時不同的到達變異之間才有了顯著性的差異，因此我們認為在這樣的情況裡我們可以利用簡訊通知，例如在前一天晚上發送簡訊提醒病患明天有預約等等的措施，以降低病患遲到的現象。

同時我們也發現在醫生人數變成 2 個人、到達變異 5 分鐘、預約區間 30 分鐘與改變了預約人數變成 0-10 人的情況下，其結果顯示各站的使用率都增加到 80% 到 95%，病患待在診所的總看診時間也有大幅度的縮短，完成人數也增加到 2 倍。

參考文獻

- [1] 中華民國開發性製藥協會。“台灣醫療體系：前瞻願景倡議訴求”，網址：<http://www.irpma.org.tw/web/upload/20170915172103QbYk5zg.pdf>。
- [2] Pagliarulo M.A. (2001). *Introduction to Physical Therapy*, 2nd ed. St Louis, Missouri: Mosby, Inc.
- [3] 武翠芳。智慧型排班系統之設計-以服務業為例。碩士論文，國立中央大學人力資源管理研究所（2010）。
- [4] 台灣物理治療數位博物館之物理治療史，網址：<http://ntur.lib.ntu.edu.tw/bitstream/246246/29888/2/912422H...>
- [5] 員生醫院物理治療簡介，網址：https://www.ysh.org.tw/?page_id=676
- [6] 林則孟，系統模擬理論與應用。滄海書局，(2001)。
- [7] 李友錚，作業管理-創造競爭優勢（五版），前程文化，新北市(2014)。
- [8] 顏振榮，門診預約病患約診時間與實際看診時間之分析。碩士論文，長庚大學醫務管理學研究所（2003）。
- [9] 趙明彥，類神經網路為基底的彈性門診預約系統。碩士論文，華梵大學工業管理學研究所（2002）。
- [10] Brahimi, M., Worthington, D. J. (1991). Queueing Models for Out-Patient Appointment Systems - A Case Study, *The Journal of the Operational Research Society*, 42(9), 14-733.
- [11] Srinivas, S., & Ravindran, A. R. (2018). Optimizing outpatient appointment system using machine learning algorithms and scheduling rules: a prescriptive analytics framework. *Expert Systems with Applications*, 102, 245-261.
- [12] Kuiper, A., Mandjes, M., de Mast, J., & Brokkelkamp, R. (2021). A flexible and optimal approach for appointment scheduling in healthcare. *Decision Sciences*.
- [13] 簡采蓁，應用系統模擬提升手術排程績效-以雲林某區域教學醫院為例。碩士論文，國立雲林科技大學工業工程與管理系（2014）。
- [14] Rahimi, I., & Gandomi, A. H. (2021). A comprehensive review and analysis of operating room and surgery scheduling. *Archives of Computational Methods in Engineering*, 28(3), 1667-1688.
- [15] Zhu, S., Fan, W., Yang, S., Pei, J., & Pardalos, P. M. (2019). Operating room planning and surgical case scheduling: a review of literature. *Journal of Combinatorial Optimization*, 37(3), 757-805.
- [16] 謝育錚，捷運車站人行系統模擬模式之建立。碩士論文，國立交通大學交通運輸研究所（2008）。
- [17] 敏感度分析：網址：<https://terms.naer.edu.tw/detail/1318782/>

Schedule Analysis for Medical System with Multiple Treatments- Taking Physiotherapy Clinic as an Example

Ying-Mei Tu^{1*}, Liang-Yu Chen², Ying-Chun Lin³, Yu-Ju Chiu⁴,
Tzu-Hui Yang⁵, Ling-Fen Hsieh⁶

^{1,2,3,4,5}Department of Industrial Management, Chung Hua University

⁶Department of Business Administration, Chung Hua University

amytu@chu.edu.tw

Abstract

Physiotherapy is an indispensable medical treatment for us. For patients, in addition to paying attention to the treatment methodology of doctors, the quality of the medical process is also corresponding important which includes the waiting time within the treatment processes. As known that every patient will spend longer time in physiotherapy particularly for unexpected waiting time between upstream and downstream treatments. Therefore, how to make a better schedule and appointment to reduce the waiting time during the medical process will be beneficial to all parties.

A practical physiotherapy clinic is as an example in this study. The purpose of this study is to find out a better schedule to maximize utilization of resources and reduce the waiting time of the patient simultaneously. The appointment rule, treatment arrangement and factors affecting the treatment process will be considered to accomplish the objectives. A simulation model of a physiotherapy clinic which uses eM-Plant software is established. Some experiments with different factors and rules are taken through the simulation model. Furthermore, the study is using ANVOA to validate the significance of difference between all results. And, sensitivity analysis is applied to reveal the marginal effect from some parameters change. Based on these analyses, a better appointment rule, treatment arrangement and parameters setting can be proposed and which will achieve higher utilization of clinic resources and grab more satisfying patients at the same time.

Keyword: Maximize utilization, Physiotherapy, Schedule analysis, eM-Plant.

* Corresponding author
E-mail: amytu@chu.edu.tw

應用模糊層級分析法探討消費者使用智慧家庭系統之 研究

曾子芸¹ 張筑祺¹ 楊惟喆¹ 侯欣廷¹ 李欣怡^{2*}

¹ 中華大學工業管理學系

摘要

隨著時代的變遷，科技快速的進步，人們從數位家庭中慢慢走向智慧家庭，物聯網及雲端的出現，網際網路的升級、大數據網路與智能化的產生，智能家電已快速地步入我們生活中，從以前必須靠自己實際去操作物體而讓它執行，到現在只要一支手機或下達指令，智慧產品就可以隨時啟動來搞定一切使用者的需要，不論是智慧冰箱、智慧空調、智慧音箱、掃地機器人、自動駕駛及智慧洗衣機等。

本研究欲探討智慧家庭系統使用者對於購買智慧家電之考量因素。受訪者使用智慧家庭的因素不盡相同，在選擇智慧家庭系統時，不同條件與因素考量下，影響受訪者的購買欲望，而受訪者會對於使用該相關產品更注重自我需求的購買。本研究透過模糊層級分析法了解受訪者購買智慧家庭系統最重視之因素。研究分析後所得到的結果為，在主構面中，重要性排序（由高到低）為需求構面、產品性能構面、價格構面、安全構面、介面操作構面以及售後服務構面。在主構面下之 14 個指標中，最重要的指標依序為節省時間、實用性、個人隱私、易操作性及功能多元性。研究結果可供廠商在開發智慧家庭系統時參考，以特別著重於消費者重視之指標。

關鍵字：物聯網、智慧家庭、層級分析法、模糊理論

* 通訊作者

E-mail: amylee@chu.edu.tw

壹、緒論

時代的進步與科技的與時俱進，無一在向大眾表示大數據與智能的時代來臨。智慧家庭產品逐漸出現在民眾的生活中，不再是如此地觸不可及。智慧家庭是利用傳感控制、資訊通訊和雲端計算技術，實現智慧舒適、安全環保的家庭生活方式。現代人期望有更高的生活之品質並對於智慧家庭健康生活很注重，巨量資料運用到各種不同的領域；其中與雲端計算技術相互結合的智慧家庭系統架構，使現代的人生活變得比以往更舒適、方便以及更安全 [4]。

在過去社會中，大部分家庭結構形式為大家庭，以男主外女主內的傳統方式生活，而在現代社會中，許多家庭多呈現雙薪家庭結構，且頂客族及小家庭的結構也普遍於現代社會結構中，懶人經濟也逐漸出現，目前工作者因長時間不在家，回家後又必須處理家務事，為了回家後能減少不必要之時間而有了智慧家庭的出現。智慧型家電包含智慧空調、智慧洗衣機、掃地機器人以及 AI 智慧音箱等，而現在只要購買智慧型家電產品，且在手機下載該產品相關 APP，就可以使在外的人，利用智慧家庭系統在預先設定下自動開啟，在如此方便的情境下，令我們進行探討購買智慧家庭系統之消費者為何會想購買，以及使用者對於智慧家庭系統的需求？且相關產品的使用感受，例如：APP 的使用者介面是否符合人性化、使用安全性、以及產品性能及售後服務等。同時，現代智慧家電種類繁多，消費者的抉擇以及市場上的接受度，還有商品本身的融通性是否會影響到消費者的購買欲望，這些等等可能會影響的部分都是我們想要去瞭解且蒐集的。

本研究以 3C 達人或專家（即 Computer、Communications、Consumer Electronics 之代稱）及曾使用過之消費者為研究訪問對象，從中探討受訪者對產品的需求程度，再以 AHP 分析消費者購買的行為及考慮範疇因素，本研究依據智慧家庭相關文獻的回顧，希望能以消費者的視角，在未來中能提供給業者一個參考價值的資料。本研究目的分述如下：

1. 探討智慧家庭系統使用者對於購買智慧家庭系統之考量因素，如：使用安全性、售後服務產品效能及產品壽命等。
2. 以模糊層級分析法(FAHP)提出結論與建議。

貳、文獻探討

行政院[2]提出「智慧化居住空間政策」並加入 ICT 產業（Information and Communication Technology）的智慧化生活科技應用後，就將智慧化居住空間定義為「智慧化居住空間乃是以建築為載體透過資訊基礎設施，結合電子、電機、資通訊相關產業技術與自動化設備，建置智慧化居住空間，創造

及享有安全、健康、便利、舒適與永續的生活型態。」

智能家居與智能家電系統的異同點在於它們都是以智能家電為核心的一組產品（包括軟體），兩者中的全部或部分組件彼此關聯和協同合作，且技術層面有相對差別。如智能家居著重從家居實體（建築物）角度對產品；智能家電系統，著重於技術角度對產品。智能家居則對應的是全面或多方面的家居生活需求；智能家電系統，著重某一單一家居生活需求[3]。典型的智慧家庭包含了入侵防護（入侵偵測、警報、防範）、災害警示（火災、瓦斯外洩、漏水及藥中毒）、人身狀態防護（跌倒偵測、人身定位）、居住環境安全管理（溫度、照明調節、遠端安全管控）[5]。

「智慧家庭」可以分為廣義及狹義的解釋方法。以廣義智慧家庭而言是實現具有資通訊技術、統籌服務、智慧家電產品、自動化控制、系統、管理、架構一體成形的居住環境而組成的建築，進一步提升整體生活品質。而對於智慧家庭狹義的定義是指智慧家庭是透過路由器（Hub）或匣道器（Gateway）進行連接，並使用終端設備（例如：平板或手機）下載專屬的智慧家庭 APP 或網頁來達到使用者的控制畫面，也可以利用網路來達到遠端遙控燈光色溫、窗簾開關、溫溼度調整等功能 [7]。

智慧家庭系統存在的問題包含成本、用戶體驗、訊息安全等。在成本問題方面，因每個業者有各自不同的系統，跨品牌之間的智慧家電產品無法互相使用，導致系統末端智慧家電無法隨意更換，維護成本高。在用戶體驗問題中，智慧家庭中的各個應用場景孤立，只能被動回應使用者的服務需求，無法進行資訊互動，缺乏服務和內容，且性能差異化大，無法滿足使用者個性化需求。訊息安全問題，是目前使用者最重視的問題，因近年，智慧家庭頻繁暴露出監視頭安全、智慧家電被勒索、智慧門鎖安全、智慧家庭機器人被惡意接管控制權等事件。其中的資訊安全憂慮主要呈現於以下幾個方面，包括用戶端 APP 的安全性漏洞、通訊協議的安全、智慧家電硬體漏洞、缺乏使用者資訊保護機制、雲端平台的安全性漏洞等問題[1]。用戶在使用智慧家庭系統相關產品時，優先考量產品本身品質的安全性與可靠性，而主要考慮系統本身的隱私及安全性等，在基本考量達成時，進而要求智慧家庭系統個性化需求的部分[1]。

參、研究方法

一、層級分析法

層級分析法（Analytic Hierarchy Process，AHP）將問題系統化，利用樹狀層級結構，把複雜的問題分析成若干個簡單的子問題。透過訪談與問卷調查後，以專家學者對於每一個項目的相對重要性給予權重數值。層級分析法的理論實用且簡單而廣為運用，層級架構助於對於分析項目的整體性瞭解，

更能掌握各項目之間的情形[6]。

層級分析法 (Analytic Hierarchy Process, AHP) 為 Satty [11]發出, AHP 層級分析法主要應用在不確定情況下且具有多數個評估準則的決策問題上。層級分析法主要目的是將複雜的問題轉換為層級分解和架構, 使大型複雜的決策問題可以分解構成多個的子問題後, 根據層級的步驟, 分別以量化的方法作比較、整合以利最終之決策[8]。

(一) 層級分析法 (AHP) 之評估尺度

層級結構建完成後, 下一步工作就是進行評估。層級分析法 (AHP) 的評估是以每一層級的上一層要素, 作為對下一層要素評估的依據。如前所述, 將某一層級內的任意二個要素, 以上層的要素為評準, 分別評估該二個要素對評準的相對貢獻度或重要性。

層級分析法 (AHP) 的評估亦是同一層級內, 各因素之間的兩兩比較, 也就是以成對的方式進行比較, 來評估要素之間的相對重要性。其評估尺度 (Ratio Scale) 基本劃分為五項, 即同等重要、稍重要、頗重要、極重要及絕對重要, 並以 1、3、5、7、9 做為衡量值; 而 2、4、6、8 為介於鄰近衡量值之間的中間值。層級分析法 (AHP) 之評估尺度及說明, 如表 1。

表 1. 評估尺度說明

評估尺度	定義	說明
1	同等重要	兩方比較方案貢獻程度具同等重要性, 等強。
3	稍微重要	經驗與判斷稍微傾向喜好某一方案, 稍強。
5	頗重要	經驗與判斷稍微傾向喜好某一方案, 頗強。
7	極重要	實際顯示非常強烈傾向喜好某一方案, 極強。
9	絕對重要	有足夠證據肯定絕對喜好某一方案, 絕強。
2,4,6,8	相鄰尺度之中間值	需要折衷值時。

(資料來源: Satty, T.L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*, McGraw Hill, New York [11].)

(二) 層級分析法 (AHP) 的執行步驟

應用層級分析法 (AHP) 處理問題時, 可以分為 7 個步驟來進行, 分別說明如下述[6][11]。

1. 問題確定

一開始對於研究問題範圍儘量廣闊較佳, 將可能影響問題的因素全數納入問題中, 接下來將問題的範圍清楚界定。

2. 列舉與問題相關的所有因素

藉由腦力激盪法 (Brainstorming method)、文獻蒐集等方式, 將與問題相關的因素列出, 此步驟暫不考慮其順序與關聯性。

3. 層級的建立

層級可依問題的需要去決定層級階層數，上層與下層間要有關聯性，不可過於牽強。層級的構建，並沒有固定的建構方法與建立程序。層級的最上層即為「目標」，而「目標」以下各階層可涵蓋多種不同因素，但由於人們沒辦法同時對 7 種以上事物進行比較，因此以不超過 7 個為佳。所以有效的層級數以 $n / 7$ 進行估計，較容易進行有效的成對比較，且獲得較佳的一致性。

4.問卷設計與調查

每層級因素在上一層級中的某一因素作為評估基準下，進行成對比較。在 1 到 9 尺度下，讓受訪者勾選其因素的重要性，進行尺度評比。問卷必須清楚定義每成對比較的因素，並附加詳細的範例說明。

5.建立成對比較矩陣

成對比較矩陣的元素數值，經由前一步驟之調查結果所得，將每筆問卷之判斷值予以幾何平均建立成對比較矩陣。將取得之成對比較矩陣 A ，採用特徵向量的理論基礎，來計算出特徵向量與特徵值，而求得元素間的相對權重，成對比較矩陣公式與計算過程說明如下方式 (1) 至 (9)。

製作準則成對比較矩陣 A ，如式 (1)

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} w_1/w_1 & w_1/w_2 & \dots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & w_2/w_2 & \dots & w_2/w_n \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & \dots & w_n/w_n \end{bmatrix} \quad (1)$$

其中 $a_{ij} = w_i / w_j$ ， w_i / w_j 各為準則 i 與 j 的權重準則成對比較矩陣 A 為一正倒值矩陣，符合矩陣中各要素為正數，且具倒數特性，如式 (2) 與式 (3)：

$$a_{ij} = 1 / a_{ji} \quad (2)$$

$$a_{ij} = a_{ik} / a_{jk} \quad (3)$$

將準則成對比較矩陣 A 乘上各準則權重所成之 \bar{w} 向量

$$\bar{w} = (w_1, w_2, \dots, w_n)^t \quad (4)$$

可得式 (5) 與式 (6)：

$$A\bar{w} = \begin{bmatrix} w_1/w_1 & w_1/w_2 & \dots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & w_2/w_2 & \dots & w_2/w_n \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & \dots & w_n/w_n \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} = n \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} \quad (5)$$

$$\text{亦即} \quad (A - nI)\bar{w} = 0 \quad (6)$$

因為 a_{ij} 乃為決策者進行成對比較時主觀判斷所給予的評比，與真實的

w_i/w_j 值，必有某程度的差異，故 $A\bar{w} = n\bar{w}$ 便無法成立，因此，Satty 建議以 A 矩陣中最大特徵值 λ_{\max} 來取代 n 。

$$\text{亦即} \quad (A - nI)\bar{w} = 0 \quad (7)$$

$$(A - \lambda_{\max}I)W = 0 \quad (8)$$

矩陣 A 的最大特徵值之求法，由 (8) 式求出，所得之最大特徵向量，即為各準則之權重。而最大特徵值之求算，Satty 提出四種近似法求取，其中又以行向量平均值的標準化方式 (9) 式可求得較精確之結果。

$$w_i = \frac{1}{n} \sum_j \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}} \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (9)$$

6. 矩陣建立後的運算公式

當矩陣建立完成後，接下來需計算其向量值，以求權重。Satty 提出下列四種近似法求取向量值：

(1) 行向量平均值標準化法

$$W_i' = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}} \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (10)$$

(2) 列平均值的標準化法

$$W_i' = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij}} \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (11)$$

(3) 行向量和倒數的標準化法

$$W_i' = \frac{(1/\sum_{i=1}^n a_{ij})}{\sum_{j=1}^n (1/\sum_{i=1}^n a_{ij})} \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (12)$$

(4) 列向量幾何平均值標準化法

$$W_i' = \frac{(\prod_{j=1}^n a_{ij})^{\frac{1}{n}}}{\sum_{i=1}^n (\prod_{j=1}^n a_{ij})^{\frac{1}{n}}} \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (13)$$

(三) 一致性比率

為了確定問卷內容的合適性，需要就特徵向量進行一致性檢定，計算各層級一致性比率 (Consistency Ratio, C.R.)，和整層級一致性比率 (Consistency Ratio Hierarchy, CRH) [6][11]。依 Satty 的意見，認為一致性比率值 (C.R. 值) 必須小於 0.1 才能接受，否則即表示層級的要素關聯有問題，需重新進行所有因素與關聯的分析。

(1) 一致性指標 (Consistency Index, C.I.)， $\lambda_{max} - n$ 兩者差異值越小越好， $n-1$ 要是 n 個，包含最大特徵值。

$$C.I.= \frac{\lambda_{max}-n}{n-1} \quad (14)$$

其中 λ 為特徵值，而 λ_{max} 為特徵向量平均， n 是矩陣 A 的特徵值

(2) 一致性比率 (Consistency Ratio, C.R.)， $C.R.<0.1$ 最佳[11]，發現要素 C.I.值會隨數量遞增，則各要素之平均 C.I.值，即為隨機指標 (Random Index, R.I.)

$$C.R.= \frac{C.I.}{R.I.} \quad (15)$$

C.I.=一致性指標，R.I.=隨機指標

其中隨機性指標 (Random Index; R.I.) 由評估尺度 1 至 9 所產生的值矩陣，在不同階層下，所產生的一致性指標值，不同階層數下的隨機指標如表 2。

表 2. 隨機指標

階數	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
R.I.	0	0	0.58	0.9	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	1.48	1.56	1.57	1.58

(資料來源: 榮泰生, Expert Choice 在分析層級程序法 (AHP) 之應用, 五南圖書, 臺北(2011)[6]。)

二、模糊集合理論

模糊集合理論 (Fuzzy Set Theory) 簡稱模糊理論，是由加州大學柏克萊分校教授 Zadeh 於 1965 年所提出，以量化方法處理模糊概念的學問其能將概念性語言轉換為數學形式，並加以演算與排序，最後用來表現某些無法明確定義的模糊性概念。由於模糊理論能將人們在行為上的模糊性給予一組數值表達，所以在處理決策問題上，更能表現出人們的思考方式[9][13]。

模糊理論的應用範圍主要是模糊控制，主要可以解決傳統控制理論較為困難處理的問題，且獲得極佳的效果。但模糊理論在學者 Zadeh[12]提出時，受到當時眾人的排斥。不過此理論在 1970 年代初，在工業應用上嶄露頭角，開始引起大眾的注意；後來在 1980 年代末，日本利用模糊理論融合自動控制，在家電產品的表現上十分出色；最終從 1990 年後，各領域投入模糊理論的應用越來越多，證實模糊理論的適用性[10]。

肆、實證分析

本論文將智慧家庭產品分為六大主構面，分別為需求、安全、介面操作、產品性能、價格、售後服務，而主構面下方有 14 個指標，如圖 1 所示。本研究是以消費者選購產品及評選科技相關產品作文獻探討，再以研究者身邊有使用智慧家庭產品的人為訪談對象。使用者表示，會購買智慧家庭產品是有需求才去買，但購買時也會考量到智慧產品的安全部分，以及是否可以使用手機操作產品；因此本研究將需求、安全及介面操作放入主構面中。而價格、產品性能是平常大多數人購買產品會考量的因素。售後服務是目前科技相關產品市場中重要影響因素，因未必每個使用者皆對產品容易上手，因此售後服務有其重要性。

本研究採用專家問卷對受訪者進行調查，以 3C 達人及專家為研究訪問對象，以及尋找家中有使用智慧家庭系統之消費者進行問卷調查及探討。在問卷設計方面，將評估構面拆成 14 項並進行兩兩比較，受訪者在填寫時可能要花些時間理解，內容可能不是受訪者所認知的。問卷數方面本身不用發放過多，但是發放的條件不可太過寬鬆，受訪者基本上都必須使用過智慧家庭產品和有相關經驗，對於智慧家庭整體概念必須有相當程度的了解，因此在邀請受訪者時較難尋找。

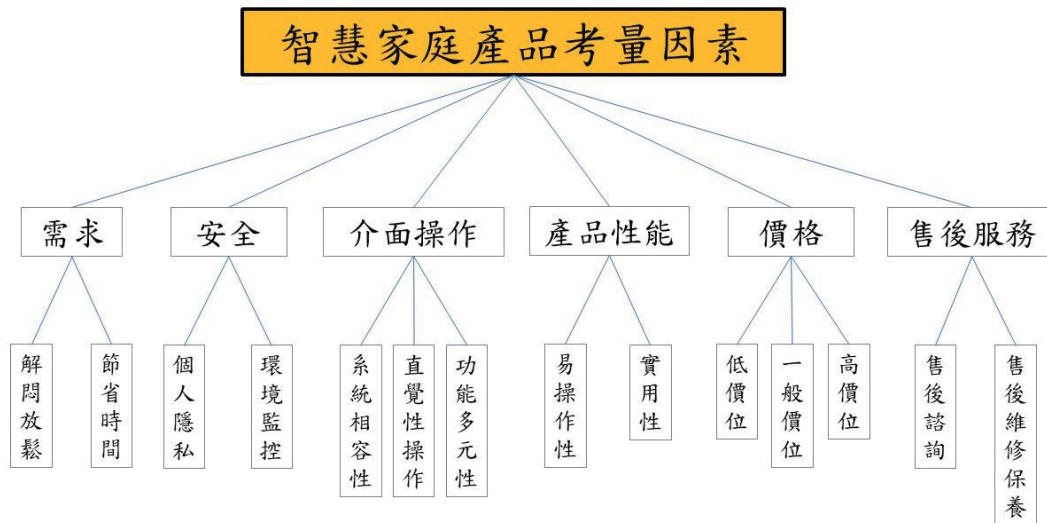


圖 1. 智慧家庭產品階層結構圖

在確認層級架構及受訪者的條件後，開始建構問卷，部分問卷可參考附錄 A。本研究於 2021 年 11 月 11 日至 2021 年 11 月 17 日期間，發放網路問卷。共發出 21 份問卷，問卷執行期間回收 20 份問卷，其中空白或其他情況之無效問卷計 13 份，有效問卷為 7 份。問卷分為四大部分，第一部分為智慧家庭產品概念說明，第二為主構面重要程度之排序、第三為指標比較。最後，受訪者基本資料。

為了能夠使受訪者充分知曉主要目的及內容，且對此概念有共同認知，問卷開端便做概述，問卷裡含有需求、安全、介面操作、產品性能、價格、售後服務（構面），使受訪者有完整理解該名詞。透過問卷的填寫內容，可確定受訪者符合問卷需求，且性別、年齡、職業等都有大概之區間。

藉由 FAHP 的方式，比較相同階層的任二概念。經由將兩個概念放置於量尺兩端，從中間往兩端為同等重要、稍微重要、頗為重要、極為重要和絕對重要等 9 個級距。越靠近某一方向表示此的重要性相較於另一端的更加顯著。主構面分為六大層面，因此在擬定主要因素時，我們邀請受訪者將主構面的重要程度依序排列。再來，將主構面細分為指標且每兩個指標相互比較，在每個比較構面之中選出受訪者感受相對重要者。表 3 至表 6 為七份受訪者問卷整合後之結果。表 3 為第一位受訪者部分原始問卷資料，表 4 則為表 3 數據轉為模糊資料；表 5 為模糊化的資料統整。

表 6 顯示智慧家庭產品考量因素之指標權重。第一層共有六個構面，構面權重分別為：需求構面 0.2517、安全構面 0.1564、介面操作構面 0.1224、產品性能構面 0.2108、價格構面 0.1836、售後服務構面 0.0748。重要性排序（由高到低）順序為需求構面、產品性能構面、價格構面、安全構面、介面操作構面以及售後服務構面。

在需求構面中分為解悶放鬆及節省時間因素，解悶放鬆權重為 0.2646、節省時間權重為 0.7354；在安全構面中分為個人隱私及環境監控因素，個人隱私權重為 0.6159、環境監控權重為 0.3841；在介面操作構面中分為系統相容性、直覺性操作性以及功能多元性因素，系統相容性權重為 0.1442、直覺性操作權重為 0.2200 以及功能多元性權重為 0.6357；在產品性能構面中分為易操作性及實用性因素，易操作性權重為 0.4119、實用性權重為 0.5881；在價格構面中分為低價位、一般（中）價位以及高價位等因素，低價位權重為 0.2362、一般（中）價位權重為 0.4104 以及高價位權重為 0.3534；在售後服務構面中分為售後諮詢及售後維修保養因素，售後諮詢權重為 0.3374 而售後維修保養權重為 0.6626。

將第一層構面權重及第二層指標權重整合，可得指標整合權重及指標整合順序。順序（由高到低）為節省時間、實用性、個人隱私、易操作性、功能多元性、一般（中）價位、解悶放鬆、高價位、環境監控、售後維修保養、低價位、直覺性操作、售後諮詢以及系統相容性。因此，節省時間、實用性、個人隱私、易操作性為受訪者在選擇智慧家庭產品時最重視之因素。

表 3. 第一位受訪者對智慧家庭系統需求構面之成對比較矩陣（原始資料）

第一部份		
需求構面	解悶放鬆	節省時間
解悶放鬆	1	1/9
節省時間	9	1

表 4. 第一位受訪者對智慧家庭系統需求構面之成對比較矩陣（轉換為模糊資料）

第一部份		
需求構面	解悶放鬆	節省時間
解悶放鬆	(1,1,1)	(1/9,1/9, 1/8)
節省時間	(8,9,9)	(1,1,1)

表 5. 已轉為模糊資料的七份問卷彙整

第一部份		
需求構面	解悶放鬆	節省時間
解悶放鬆	(1,1,1)	(0.29,0.34,0.45)
節省時間	(2.69,2.97,3.45)	(1,1,1)

表 6. 智慧家庭產品考量因素之指標權重

目標	第一層構面	構面權重	構面重要順序	第二層指標	指標權重	指標重要順序	指標整合權重	指標整合順序
智慧家庭產品考量因素	需求構面	0.2517	1	解悶放鬆	0.2646	2	0.0666	7
				節省時間	0.7354	1	0.1851	1
	安全構面	0.1564	4	個人隱私	0.6159	1	0.0963	3
				環境監控	0.3841	2	0.0601	9
	介面操作構面	0.1224	5	系統相容性	0.1442	3	0.0177	14
				直覺性操作	0.2200	2	0.0269	12
				功能多元性	0.6357	1	0.0778	5
	產品性能構面	0.2108	2	易操作性	0.4119	2	0.0868	4
				實用性	0.5881	1	0.1240	2
	價格構面	0.1836	3	低價位	0.2362	3	0.0434	11
				一般(中)價位	0.4104	1	0.0753	6
				高價位	0.3534	2	0.0649	8
	售後服務構面	0.0748	6	售後諮詢	0.3374	2	0.0252	13
				售後維修保養	0.6626	1	0.0496	10

伍、結論與建議

(一) 研究結論

本研究探討消費者對於智慧家庭產品之購買需求及考量因素，經過文獻探討及相關資訊整理後，將問題分為六個構面，再分別將這些構面拓展出 14 個指標。再利用問卷讓受訪者評判各構面及指標之相對重要程度，並整合所有問卷。本研究一共發放 21 份問卷，回收有效問卷 7 份，此問卷運用模糊層級分析法分析，並採用一致性比率以確認受訪者思考邏輯之一致性。

運用層級分析法製作專家問卷，且確保受訪者的條件大多符合問卷標準，再執行問卷填答，評估各因素權重及其指標，為了確定問卷內容的準確合適性，建立成對比較矩陣後，將指標向量做一致性比率並計算整體層級各權重。再使用模糊分析法解析各個受訪者問卷的評估初擬架構後，將模糊數值解模糊化。

從構面之重要程度排序中可以得知，程度為需求、產品性能、價格、安全、介面操作和售後服務。而藉由問卷數據的初步分析，受訪者購買意願的指標主要為節省時間、功能多元性與價格較為突出。且在分析數據後，需求構面中節省時間是相對較解悶放鬆為重要的；而安全構面中個人隱私是相對較環境監控重要的；而介面操作構面中重要性排序分別為首要功能多元性，其次直覺性操作，再者系統相容性；產品性能構面中實用性相對較易操作性重要；而在價格構面中，重要性排序為首要一般（中）價位，其次高價位，再者低價位；在售後服務構面中，售後維修保養相對售後諮詢重要。

透過研究調查可發現，大多受訪者在購買之前會考量節省時間，為使用該產品時能減少執行家務的時間；而在操作方面則是注重在整體使用上的流暢度，在使用上更方便多元，亦或是產品本身的系統保護機制與可靠性。

產品價格的高低，同時也意味著品質好壞及服務水準的高低。高價位產品的要素之一是消費者選擇時，考量品牌價值與產品品質。在問卷中，參酌受訪者的購買能力之下，使用中低價位的產品有 3 人，其餘 4 人都願意購買中高至高價位的智慧產品。

(二) 研究建議

未來智慧家庭系統之產品會逐漸走入大眾視野，因此在價格方面上會有多種不同的選擇方案，而當智慧家庭系統產品產業逐漸走向成熟，市場上的競爭者們也許會走向「良幣驅逐劣幣」的趨勢，而在此所謂的「良幣」是指符合大部份消費者能接受的價位；再者，「劣幣」是為被大眾所淘汰的價位，可能會有價格過高，亦或是價格過低的情況。

而我們在智慧家庭系統的產品問卷中，結合上述觀點我們認為未來的智

慧家庭系統產品要符合：節省時間、環境監控、直覺性操作、實用性、中價位與售後服務維修等六項因素（每構面之最重要指標）。若與六項因素的相符程度越高，消費者購買慾望也將提高，藉此能促進大眾對於科技產品的使用意願，此時智慧家庭系統將邁入於更多潛在消費者生活圈中。另外，在主構面下之 14 個指標中，最重要的指標依序為節省時間、實用性、個人隱私、易操作性及功能多元性，這些均是廠商在發展智慧家庭系統的產品時，應注重之方向。同時，在重要程度排序的數據中，我們可以得知售後服務與介面操作是為受訪者中較不注重的部分，此研究若再加以深入，他日便可讓廠商加以著墨、修改，對於消費的潛在市場也會更有幫助。

層級分析法主要是以專家進行問卷調查，由於疫情嚴峻，不方便與專家進行面對面訪談，我們轉而邀請智慧家庭系統的使用者來進行問卷調查。在研究方法上得知，專家問卷是本研究主要運用的模式之一，我們可以找尋智慧家庭產品的專家並實行更詳細的調查及訪問，呈現主題所對應的分析方式，藉此增加研究的可信度以進行改善，使依據更加完善。

網路問卷中無效問卷比率高之原因有三點。一，網路上多數回答的是學生，會有不準確的疑慮，經查看後將一些無效問卷刪除。二，問卷第一部分有請填寫者先進行排序，但有幾份問卷兩兩比較後之順序結果不一致；未來應須再與填寫者做確認及修改問卷之動作。三，因為層級分析法下之問題較多，受訪者不太有耐心，所以有幾份問卷未整份完成填答，因此為無效問卷。這些是未來研究採用網路問卷欲提升回收率需考量之問題。

此問卷還未利用之資料，如個人基本資訊、收入與職業等部分，可於日後研究時，且須增加問卷數量，獲得更完整的統計資料，而居住地點、最高學歷及性別等，後續需收集更詳細的數據與問卷，有利於以後分析研究。因此，未來研究智慧家庭系統時，需尋求專家意見，進而探討各項因素之間的關聯以及延伸的議題，其對於消費者有何影響，使問卷調查更有可靠性與參考價值。

陸、致謝

本研究承科技部專題研究計畫經費補助（MOST 109-2410-H-216-001-MY3），特此致謝。

參考文獻

- [1] 毛澤傑、吳蔚華，“基於物聯網的智慧家庭系統測評體系研究”，*電視技術期刊*，2019，43(21)，65-69 (2019)。
- [2] 行政院，*行政院科技會報*，行政院 2006 年產業科技策略會議，網址：<https://bost.ey.gov.tw/Page/5CC5CF01E5C89DFF/880e6730-1dfc-4d04-a76d-5f0a47532c02> (2006)。
- [3] 張亞晨，“智能家電/智能家居標準化的頂層構架研究(上)”，*家電科技期刊*，2017(7)，8-10 (2017)。
- [4] 張磊、顧景民，“基於大數據的未來智慧家庭系統”。*科技世界*，2016(25)，15-16 (2016)。
- [5] 資策會產業情報研究所，*Smart House 技術與產品發展趨勢探索研究報告*，資策會，臺北 (2008)。
- [6] 榮泰生，*Expert Choice 在分析層級程序法(AHP)之應用*，五南圖書，臺北 (2011)。
- [7] 劉炳忠，“智慧家庭發展策略之研究”，碩士論文，私立淡江大學 (2020)。
- [8] 蔡宗偉、翁在龍、黃然，“智慧家庭主要功能需求探討”，*管理資訊計算*，6 (4)，79-88 (2017)。
- [9] 羅應浮、羅力仁、賴熾竹，“連鎖 3C 賣場關鍵成功因素之研究--運用模糊 AHP 法”，2006 中華決策科學學會年會暨論文研討會論文集，新竹，台灣 (2006)。
- [10] Ahmed, S., Ahmed, S., Shumon, M.R.H., Falatoonitoosi, E., Quader, M.A. (2016). A comparative decision-making model for sustainable end-of-life vehicle management alternative selection using AHP and extent analysis method on fuzzy AHP. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 23(1), 83-97.
- [11] Satty, T.L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*, McGraw Hill, New York.
- [12] Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy sets. *Information and Control*, 8, 338-353.
- [13] Zimmermann, H.J. (1997). Fuzzy Mathematical Programming. In: Gal T., Greenberg H.J. (eds). *Advances in Sensitivity Analysis and Parametric Programming. International Series in Operations Research & Management Science*, vol. 6. Springer, Boston, MA.

Application of Fuzzy Analytic Hierarchy Process to Explore Consumer Use of Smart Home Systems

Tzu-Yun Tseng¹ Chu-Chi Chang¹ Wei-Che Yang¹ Hsin-Ting Hou¹
Amy H. I. Lee^{2*}

¹ Department of Industrial Management, Chung Hua University

Abstract

Family has always been the most important basic core of society. With the changes of times and the rapid advancement of technology, people are slowly moving from digital homes to smart homes. The emergence of the Internet of Things and the Cloud, the upgrading of the Internet and the Big Data network have made smart home appliances quickly entering into our lives. In the past, we had to rely on ourselves to operate objects and make them execute. Nowadays, with a mobile phone or making a sound, smart products, such as smart refrigerators, smart air conditioners, smart speakers, sweeping robots, autonomous driving and smart washing machines, can be activated to meet our needs.

This study aims to explore the factors smart home system users consider when purchasing smart home appliances. Fuzzy analytic hierarchy process is applied to understand the factors that respondents value most when purchasing a smart home system. The result shows that the importance ranking of the dimensions (from high to low) is the demand dimension, the product performance dimension, the price dimension, the security dimension, the interface operation dimension, and the after-sales service dimension. Among the 14 indicators under the main dimensions, the most important indicators, in the descending order, are time saving, practicality, personal privacy, ease of operation, and functional diversity. The research results can be used as a reference for manufacturers when developing smart home systems to emphasize the factors that consumers value the most.

Keywords: Internet of Things, Smart Home, Analytic Hierarchy Process, Fuzzy Theory

* Corresponding author
E-mail: amylee@chu.edu.tw

附錄 A 問卷設計

消費者使用智慧家庭系統之研究調查

受訪者，您好：

本研究調查的主要目的，在於探討消費者使用智慧家庭之購買需求及考量因素，請您填寫這份問卷。本問卷的調查僅作資料進行分析，供學術研究使用，絕對不會洩漏個人資料，敬請您安心填答。

智慧家庭系統定義：

智慧家庭系統是透過家中裝置互聯產生的系統，可分為燈光及空調、智慧照明，智慧廚房、智慧能源、軟體平台、安全系統、自動掃地機器人、音響影音等，透過自動化系統進行控制，以無線網路(WI-FI)將家中所有智能家電連線在一起，並透過手機或平板等產品進行控制，詳如附錄表 1。

附錄表 1. 智慧家庭系統定義

評估構面			
構面	操作型定義	指標名稱	操作型定義
需求構面	通過表現喜怒哀樂，或自己和他人的技巧而與受者喜悅，並帶有一定啟發性的活動。	解悶放鬆	透過智慧型產品的影音設備來獲得心靈層面的愉悅感。
		節省時間	與購買物質相比，花錢節省時間可以減少時間壓力，因此增加幸福感。
安全構面	保證自身的可靠性和為系統提供基本安全機制。	個人隱私	對資訊的控制與決定權，對於如何傳遞以及範圍對象與用途。
		環境監控	使用智慧型家電所在位置，查看附近環境有無潛在的危險而導致事故發生。
介面操作	是否親和性高且易上手，手機整體畫面使用上的順暢度，主要多為系統部分升級。	系統相容性	產品系統與不同電腦、同款軟體應用時，不會發生錯誤。
		直覺性操作	使用控制產品執行畫面時，是否簡單明瞭，不用花時間研究使用方式。
		功能多元性	除了基本功用外，介面是否能執行不同種類的功能。效

附錄表 2 (續). 智慧家庭系統定義

評估構面			
構面	操作型定義	指標名稱	操作型定義
產品性能	產品性能，主要為硬體設備。概括技術性能、經濟性能、實用性能以及社會性能。指產品能實現功能的程度和在使用期內的功能和保持性。	易操控性	此產品是否能以發射端及接收端來操作，如：遙控器、手機 APP、語音識別等來執行。
		實用性	注重產品內在的品質和性能，透過比較分析，較注重實際效用。
價格	價格是人對產品價值實現為數字化的結果，且價格可透過產品本身來控制。	低價位	相對於商品品質和服務水準較低價格，來突出產品與眾不同的定位。
		一般（中）價位	產品價格，訂於目標市場顧客平均購買力所能支付的價格區間。
		高價位	一種高品質的象徵，若企業或產品屬於此類型，高價位就會使消費者覺得合乎情理。
售後服務	銷售商品給顧客後，提供顧客有關產品的諮詢、保養維修以及升級服務。	售後諮詢	產品出售後，若遇到問題可直接向出產公司詢問相關問題。
		售後維修保養	若產品故障，可在保固期之內維修保養，且售後維修保養做得好，可以提高品質，以及提升客戶忠誠度。

第一部分：主要構面重要程度

請針對下列每兩個為一組的評估構面來表達您認為智慧家庭系統的重要程度。例如：嚴曉白覺得智慧家庭系統對他來說「安全構面」比「需求構面」重要，且傾向安全構面的「頗為重要（1：5）」，則在其欄位進行勾選，如附錄表 2 所示。

第二部分：評估指標重要程度

1.需求構面

在需求構面中又可包含「解悶放鬆」、「節省時間」等兩個重要因素，請您就這兩個重要因素中認為會影響您購買智慧型家電重要程度進行比較評估，並於附錄表 4『選擇』適當欄位。

附錄表 5. 需求構面

評估指標	非常 重要	重 要	頗 為 重 要	稍 微 重 要	同 等 重 要	稍 微 重 要	頗 為 重 要	重 要	非 常 重 要	評估指標
	9:1	7:1	5:1	3:1	1:1	1:3	1:5	1:7	1:9	
節省時間										解悶放鬆

2.安全構面

在安全構面中又可包含「個人隱私」、「環境監控」等兩個重要因素，請您就這兩個重要因素中認為會影響您購買智慧型家電重要程度進行比較評估，並於附錄表 5『選擇』適當欄位。

附錄表 6. 安全構面

評估指標	非常 重要	重 要	頗 為 重 要	稍 微 重 要	同 等 重 要	稍 微 重 要	頗 為 重 要	重 要	非 常 重 要	評估指標
	9:1	7:1	5:1	3:1	1:1	1:3	1:5	1:7	1:9	
個人隱私										環境監控

問卷以下省略

The Effect of Green Human Resource Management on Hospital Employee Eco-Friendly Behavior and Environmental Performance: A Case Study of Miaoli's Regional Hospital

Chia-Hsiang Hsieh^{1*}, Shiaw-Wen Tien², Meng-Yen Li³

¹Taiwan Intelligence Innovation Application Association

^{2,3}Department of Business Administration, Chung Hua University

Abstract

Global warming, climate change, and natural environment protection have been considered significant issues. Thereby almost every industry has adopted environmental protection measures. In response to this trend, companies have gradually established green management systems and social responsibility to pursue environmental protection and sustainable management. Accordingly, this study is being undertaken to analyze the relationship between green human resource management in hospital environmental performance, employee organizational commitment, and environmental protection behavior. Convenient sampling methods were used to conduct online questionnaire surveys in regional county hospitals in Miaoli. Research subjects in our study comprised hospital employees who have worked for at least one year. A total of 235 questionnaires were distributed, and 115 valid questionnaires were retrieved with a recovery rate of 49%. This current research concludes that hospitals should initiate and formulate a set of green human resource management policies and protocols to establish environmental management in its core value, thereby encouraging hospital employees to attach importance to these concepts. Secondly, recruiting other employees with environmental values can set a good example in the hospital organization. Furthermore, the hospital should provide different sustainable environmental protection-related activities, education, and training programs that can be conducted according to the characteristics of different job categories. Waste classification courses should be integrated as an annual general course and organize charity bazaars so that the concept of environmental protection can be deeply rooted in the employees' minds and thereby enhance their eco-friendly behavior. Lastly, we can implement an environmental performance reward system and hold an environmental

* Corresponding author
E-mail: jaferhsieh@gmail.com

protection and awareness proposal improvement contest to strengthen employee organizational commitment and make them proud to belong as part of a green hospital that is both resource-efficient and socially responsible workplace.

Keywords: Green human resource management, Eco-friendly behavior, Environmental performance, Social identity theory

1. Introduction

Protecting the natural environment has been an important issue in recent years. Almost every industry has adopted environmental protection measures. The goal of most manufacturing companies is to eliminate the waste generated in the production and processing of products, thus improving the company's performance [44]. Green efforts in the hotel service industry include operations that reduce waste, save energy and water resources, and educate customers and employees [11]. In order to protect the environment, Hilton Worldwide has formulated business objectives, policies, and environmental protection projects and developed reporting tools to monitor its progress. From 2009 to 2014, the overall water consumption has been reduced by 14.1%, and energy consumption has been reduced. 14.5% and Marriott International also proposed protective measures to illustrate the protection of the environment.

In the past, there have been few studies on environmental management practices in the medical industry. Although employee behavior plays an essential role in improving environmental performance, it lacks employee commitment and behavior to integrate Human Resource Management (HRM) with environmental performance. Empirical research on the connection [21][57]. Human resource management supports the strategic vision and goals of the company. The role of traditional human resources is to convey the strategic vision of corporate executives to employees and help them understand the vision [19][40]. Evans (1986) [19] believes that the direct result of human resource management is the successful implementation of strategic vision and the effectiveness of the organization; considering the critical role of human resource management in the organization, this research links human resource management with environmental protection in the medical industry, Green human resource management aims to recruit and maintain environmental protection employees, provide environmental protection training, and reflect employee contributions to environmental protection in employee performance evaluations [25]. At the same time, human resource management is a tool for environmental management because human resource management functions

play an essential role in achieving the goals of environmentally-friendly companies [32][11][57].

Green human resource management, employee commitments, and environmental behaviors that make hospitals improve their environmental performance are worthy of discussion. Further research on green human resource management will affect employee environmental behaviors because of their organizing commitments [5][24]. In addition, whether green human resource management and employee environmental behavior will directly or indirectly affect the environmental performance of the hospital is also a topic worthy of discussion and reflection. Therefore, the purpose of this research is to explore the relationship between green human resource management in employee organizational commitment, employee environmental behavior, and hospital environmental performance. The scores of the five research objectives are as follows.

- (1) Explore the relationship between green human resource management and employee environmental behavior.
- (2) Explore the relationship between employee environmental behavior and hospital environmental performance.
- (3) Explore the relationship between green human resource management and hospital environmental performance.
- (4) Explore the intermediary effect of employee environmental behaviors in green human resource management and hospital environmental performance.
- (5) Explore the interference effects of employee organizational commitments on green human resource management and employee environmental behavior.

2. Literature Review

2.1 Green Human Resource Management

Green Human Resource Management (GHRM) belongs to environmental management [65]. It involves all activities [49][59] involved in the development, implementation, and continuous maintenance. It aims to make the employees of the organization change Obtain a green system, transform ordinary employees into green employees, and finally make a significant contribution to environmental sustainability to achieve the environmental goals of the organization, and then make the employees of the organization a green system environment and business for personal, social, and natural benefits. The purpose of green human resource management is to create, enhance and retain the employees of the green organization within each. Every business organization is obliged to implement the company's environmental management.

Therefore, there are environmental goals or environmental requirements that the organization must achieve, ISO14001 certification, and other environmental-related legal requirements so that the business organization can follow. Milliman and Clair (1996) [46] proposed four steps in the environmental human resource management model: (1) provide environmental vision as a guide, (2) train employees to share their environmental vision and goals, (3) evaluate employee environmental performance, (4) Recognize employee environmental activities through reward programs. Daily and Huang (2001) [17] put forward the basic concept of implementing human resource elements in the environment. The proposed model includes support, training, authorization, and reward of senior management personnel. As the main component of environmental human resources, the top management Communicating environmental policies, plans, and other related information, training employees can help them understand new environmental practices and empower employees to be inclined to participate in environmental activities; in addition, rewards can motivate employees to be responsible for the environment. Renwick, Redman, and Maguire (2013) [65] management perspectives are classified into three elements: (1) Green human resource management involves the cultivation of green capabilities, in terms of recruitment, selection, training, and development of green leadership; (2) Green human resource management encourages green by evaluating and rewarding employee green performance Employees; (3) Green human resource management involves motivating employee participation through an organizational culture that empowers and creates environmental behaviors. Therefore, green human resource management can be successful in environmental management [33]. According to Rothenberg (2003) [67], environmental management in an organization needs the help of human resource management. Jabbour and Santos (2008) [32] also pointed out that excellent environmental performance results need to support the entire environmental management and maintenance of the human resource practice system in the organization. Therefore, combining human resource management practices with the organization's environmental management goals will complete the concept of corporate environmental management [32].

Traditionally, human resource management has 18 functions, including job design, job analysis, human resource planning, recruitment, selection, hiring, onboarding, performance evaluation, training and development, career management, salary management, incentive management, benefits administration, employees Change management, discipline management, health and safety management, grievance management, and labor-management

relations; the implementation of human resource management green functions can ensure correct employee green policies, procedures and practices, and correct employee green work performance. Ideally, you can Make every function green and then make some significant human resource management functions green.

Human resource management practices increase the voluntary efforts of employees [28]. Knippenberg, Dick, and Tavares (2007) [37] proposed that when employees perceive the high quality of the communication relationship with the company or supervisor, they are likely to make efforts for the company. Tsaur and Lin (2004) [74] found that the higher the perception of front-line employees of human resource management practices, the higher their level of service behavior, such as providing better services to hospital patients.

In the environmental literature, the topic of Environmental Organization Citizenship Behavior (OCB) has attracted attention and seems to be a practical way to understand ecological behavior in the work environment [16][56]. Environmental Organizational Citizenship Behavior is defined as the self-determined behavior of employees who are not rewarded or required for environmental improvement [16]. Paillé et al. (2014) [57] found a positive correlation between green human resource management equivalent to strategic human resource management and employee environmental, organizational citizenship behavior.

Therefore, the critical concept of environmental behavior makes up for the shortcomings of environmental organizational citizenship behavior because environmental organizational citizenship behavior defines environmental behavior as personal behavior that reduces harmful effects on the environment [38].

2.2 Employee Organizational Commitment

Most of the research on organizational commitment is through research related to social identity theory [13][1][76][63] or through attitudes toward organizations and behavioral commitment [62][71][63][66]. People classify themselves as groups and identify with the team to cultivate a positive self-concept [72]. Ashforth and Mael (1989) [4] pointed out that members of society may influence the individual's self-concept. Social identity theory believes that when people attach themselves to groups with positive status, they feel happy because this sense of belonging helps strengthen their self-concept in their relationship with the group [4][72]. Social identity theory helps explain the relationship between the company and its employees.

Allen and Meyer (1990) [2] conducted a theoretical analysis through a conceptual model, that is, organizational commitment includes three factors: (1) emotional commitment, (2) continuous commitment, and (3) normative commitment. Bhat and Maheshwari (2005) [9] define organizational commitment as employee willingness to do more than follow basic job descriptions. Professionals like doctors may also provide health care and organizational commitments only out of professional concern. In addition, with the characteristics of human resource management practices in the health sector, they find that they are interrelated with organizational commitments. Employees who integrate the company's active activities and values often show strong organizational commitment [4][58]. Employees who have a favorable view of corporate social responsibility activities tend to offer a higher level of organizational commitment [77]. Employees who have a good impression of environmental management measures may show a higher level of organizational commitment [82].

Podsakoff and MacKenzie (1997) [60] proposed that organizational citizenship behavior of employees can improve organizational performance and summarized the reasons for (1) employees can help each other solve work-related problems; (2) employees who actively participate in meetings can help the company disseminate information (3) Employees who learn new skills can improve the company's ability to adapt to changes in the environment. Walz and Niehoff (2000) [79] conducted an empirical test on the relationship between employee organizational citizenship behavior and restaurant performance. The study found that organizational citizenship behavior strongly affects financial performance, customer satisfaction, and restaurant-quality performance. Koys (2001) [39] found through time series analysis that the organizational citizenship behavior of restaurant employees will affect the restaurant's profitability. Nielsen, Hrivnak, and Shaw (2009) [51] analyzed more than 35 studies and examined the relationship between organizational citizenship behavior and company performance (e.g., sales, profit margins, and customer satisfaction). Summary the critical literature are Organ and Ryan (1995) [54], Bishop, Scott, and Burroughs (2000) [10] Liden, Wayne, Kraimer, and Sparrowe (2003) [41] that engage in altruistic behavior, that is, selfless help behavior. This study infers the mutual influence of green human resource management and employee environmental behaviors, which will interfere with the strength of employee organizational commitments. Therefore, this study found that organizational citizenship behavior and company performance are positively correlated.

2.3 Employee Environmental Behavior

Environmental behavior refers to conscious behavior to reduce the negative impact of human activities on the environment or improve the quality of the environment [50][83]. Homburg and Stolberg (2006) [29] believe that environmental behavior encompasses environmental activism (for example, active participation in environmental organizations) and public domains (for instance, Petitions on environmental issues), environmentalism in the private sector (e.g., saving energy, buying recycled products), and organizational behavior (e.g., reducing consumables). Ramus and Killmer (2007) [64] believe that environmental behavior is a particular type of social behavior (for example, behavior aimed at promoting the welfare of individuals, groups, or organizations). Jackson (2005) [34] believes that people are becoming more and more aware of the harmful effects of modern society on human lifestyles, and environmental protection expands the application of environmental psychology to changes in environmental behavior.

Social identity theory assumes that employee organizational commitment is related to their behavior [52][3]. Shen and Benson (2016) [70] proposed that employee organizational commitment accelerates their out-of-role behavior beyond their responsibilities, which is often referred to as Organizational Citizenship Behavior (OCB). Employees who identify with the company make additional efforts through organizational citizenship behavior to achieve the company's goals and expectations [52]. In recent years, a new term has been extended from Organizational Citizenship Behavior. The concept of Organizational Citizenship Behavior for the Environment (OCBE) has appeared in environmental literature. It seems to be a practical method to capture employees in the workplace. Environmental protection behavior. Boiral and Paillé (2012) [12] and Daily, Bishop, and Govindarajulu (2009) [16] jointly researched by the agency and their colleagues and established the environmental, organizational citizenship behavior in the framework of organizational citizenship behavior.

According to Organ (1988) [53], Organizational Citizenship Behavior should be composed of five factors, namely, altruistic behavior, due diligence, sportsmanship, courtesy and civic morality; altruistic behavior refers to employee willingness to take the time to actively help Colleagues complete tasks or prevent colleagues from making mistakes at work; due diligence means that employee performance exceeds the basic requirements of the organization, can plan their work as soon as possible and set the time to complete the work; sportsmanship means that employees are in In an unsatisfactory environment,

they will still maintain a positive attitude, do not complain about the poor environment, and still be loyal to their duties; in addition, individuals will sacrifice their own interests for the benefit of the work group to which they belong; courteous and courteous means employees Treat others with respect; civic ethics means that employees take the initiative to care for, participate in, and participate in various activities in the organization, including actively reading the internal documents of the organization, managing about significant events in the organization, and making suggestions for the development of the organization. An employee with this behavior indicates that he has considered himself a member of the organization. Podsakoff, Mackenzie, Paine, and Bachrach (2000) [61] summarized various views on organizational citizenship behavior based on Organ (1988) [53] and divided it into seven dimensions, namely, helping others, sportsmanship, and loyalty to the organization. , Obey the organization, self-driven, civic ethics, self-development. Organ (1988) [53] believes that over time, organizational citizenship behaviors gradually accumulate to improve organizational performance. The specific implementation is: organizational citizenship behavior is conducive to forming a positive team atmosphere, creating an environment that makes people more pleasant to work, and can enhance the organization's ability to adapt to environmental changes, build the organization's social capital, and thereby improve the work efficiency of employees—organizational performance.

Human resource management scholars believe that the practice of Strategic Human Resource Management (SHRM) affects employee commitment attitudes [80][20]. Falcón et al. (2016) [20] assume that companies can cultivate employee commitment by using strategic human resource management and prove through empirical evidence that strategic human resource management practices directly lead to employee organizational commitment. Shen and Benson (2016) [70] proposed that Social Responsibility Human Resource Management (SRHRM) is an essential part of corporate social responsibility. Social responsibility human resource management includes providing corporate social responsibility training and evaluating employee social responsibilities. Behavior, retention of socially responsible employees, research shows that socially responsible human resource management is also positively related to employee organizational commitments; whether in strategic human resource management or socially responsible human resource management, both have relevance to employee corporate commitments; Therefore, the critical literature review found employee environmental organizational citizenship behavior is the direct driving factor of environmental performance [16][68]. This study found

that green human resource management mainly focuses on environmental-related issues, which belongs to strategic human resource management and also belongs to the category of socially responsible human resource management.

2.4 Hospital Environmental Performance

Metcalf, Williams, Minter, and Hobson (1995) [45] found that few articles describe the environmental psychological performance evaluation system, focusing more on effective attribute systems than defining and measuring environmental performance. Lober (1996) [42] also pointed out that people often have no clear definition or consensus on which companies are greenest.

Metcalf et al. (1995) [45] developed a management system and performance evaluation matrix. Epstein (1996) [18] outlines the ten components of the environment to be "integrated" in the form of a corporate environmental scorecard. Wood (1991) [81] and Lober (1996) [42] developed complementary theories to define corporate social and environmental performance research methods. Wood (1991) [81] provided a comprehensive understanding and measurement of social performance, which can be regarded as an essential part of environmental performance. Four general factors cover the company's corporate social performance [8] [43], including (1) the principles of corporate social responsibility, to what extent the company's actions have been motivated; (2) the extent to which the company uses the social response process; (3) management the existence and nature of the policies and plans designed for the company's social relations, as well as the social impact (that is, the visible result); (4) the internal motivation and external consequences of the company's behavior; at the same time, the research suggests that the company's social performance includes process orientation and result-oriented two dimensions. Lober (1996) [42] provides a method model that complements and enhances Wood (1991) [81], but clearly involves environmental performance; the organization considers four aspects of environmental effectiveness, including: (1) The extent to which the organization achieves the established goals (output-based Application method); (2) How the organization obtains resources to gain competitive advantage (based on system resources); (3) Information is the communication between employees (based on internal process); (4) The degree of satisfaction of stakeholders Demand (based on the strategy selection method).

Becker and Gerhart (1996) [6] believe that human resource management affects organizational performance by improving efficiency, cost control, and value creation. Through a lot of empirical research, they found that there is a significant relationship between the enterprise's human resource management

system and organizational performance. For example, human resource activities such as selection and compensation have a positive impact on corporate performance [73]. The human resource management in Jiang, Lepak, Hu, and Baer (2012) [35] research includes three dimensions: (1) human resource activities to improve skills; (2) human resource activities to increase incentives; (3) human resources to improve opportunities. In practice, and another study found that human resource management has a direct and indirect positive impact on financial results (for example, productivity, service, and innovation).

Most scholars believe that environmental management is a direct environmental performance rather than a comprehensive organization or enterprise performance [48]. Judge and Douglas (1998) [36] showed that the high integration of corporate environmental management is positively correlated with corporate environmental performance. They define corporate environmental performance as the company's effectiveness in meeting and surpassing society's natural environment expectations. In this study, hospital environmental performance is defined as the result of hospital environmental protection behaviors and activities to reduce the negative impact on the environment. In a short word, green human resource management is a feature of the environmental management system. There are the critical papers show that there is the correlation between environmental management and environmental performance and then to study the correlation between green human resource management and hospital environmental performance [23][27][44].

3. Methodology

3.1 Research Structure

The concept of environmental behavior makes up for the shortcomings of environmental organizational citizenship behavior because environmental organizational citizenship behavior defines environmental behavior as personal behavior that reduces harmful effects on the environment [38]. Hospital environmental protection behaviors focus on specific behaviors related to energy use, water use, and waste reduction; instead of environmental, organizational citizenship behaviors being limited to voluntary and prudent behaviors, green human resource management will have a positive and significant impact on employee environmental behaviors; therefore, this research proposes Hypothesis H₁: Green human resource management has a significant positive effect on employee environmental behavior.

Employee environmental organizational citizenship behavior is the direct driving factor of environmental performance. Daily et al. (2009) [16] proposed

that employee environmental behaviors should help companies achieve environmental goals and improve overall environmental performance; Roy, Boiral, and Paillé (2013) [68] believe the spontaneity of environmental behavior can improve the environmental management system and improve environmental performance; this study explores the direct relationship between the environmental behavior of employees and the environmental performance of the hospital, so hypothesis H₂ is proposed: the environmental behavior of employees has a significant positive impact on the environmental performance of the hospital.

Gamero, Azorín, and Cortés (2009) [23] studied the impact of environmental management on environmental performance. The construction of environmental management has three factors related to human resource practice, namely human resource management and environmental knowledge management. Supporting human resource management can be Improve environmental performance. Melnyk et al. (2003) [44] found that companies adopting Environmental Management System (EMS) showed high environmental performance. The environmental management system includes human resource practices, such as training employees to protect the environment. The research results of Harvey, Williams, and Probert (2013) [27] also show that human resource management includes its direct and indirect influence on green performance. All in all, green human resource management is a feature of the environmental management system. This research hopes to explore the correlation between environmental management and environmental performance and then to study the correlation between green human resource management and hospital environmental performance, so this research proposes hypothesis H₃: Green human resource management has a significant positive impact on the environmental performance of hospitals.

Chaudhary (2020) [14] proposed that green human resource management has a significant impact on employee voluntary environmental behavior; Paillé et al. (2014) [57] confirmed a correlation between employee environmental behavior and environmental performance. This study believes that in the process of green human resource management affecting the environmental performance of the hospital, the environmental behavior of employees will affect the degree of impact of green human resource management on the environmental performance of the hospital, and it plays an intermediary role. Therefore, this research assumes H₄: green human resource management influences the hospital environmental performance by intermediary employee environmental behavior.

Employee organizational commitment increases their willingness to make extra efforts outside of work [61]. Organ and Ryan (1995) [54] research found that organizational commitment and organizational citizenship behavior are positively correlated. Bishop, Scott, and Burroughs (2000) [10] believe that the organizational commitment of frontline employees has a strong influence on their organizational citizenship behavior. Liden, Wayne, Kraimer, and Sparrowe (2003) [41] pointed out that employees with high organizational commitment define their tasks more broadly. Therefore, they engage in altruistic behavior, that is, selfless help behavior. This study infers the mutual influence of green human resource management and employee environmental behaviors, which will interfere with the strength of employee organizational commitments. Therefore, this study proposes hypothesis H₅: employee organizational commitments to the relationship between green human resource management and employee environmental behaviors will affect interference.

Based on the literature discussion, induction and inference, five research hypotheses are proposed. The relationship between the various variables of this research is summarized, and the research framework is shown in Figure 1.

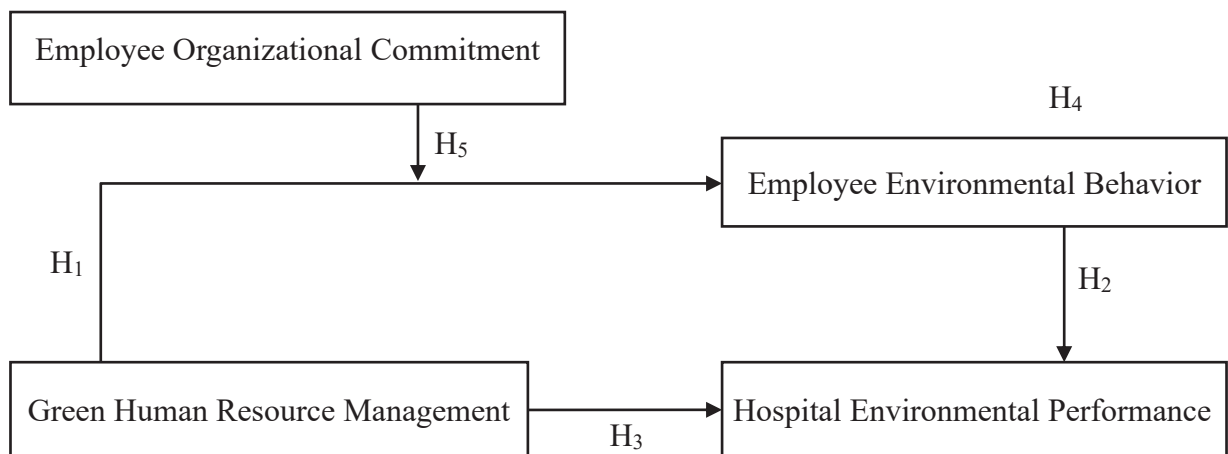


Figure 1. Conceptual Framework

3.2 Research Objects and Sampling Methods

This research is based on hospital staff who have worked in the regional hospital of Miaoli County in Taiwan for at least one year as the research object, and the method of convenience sampling (Convenience Sampling) is used. In the first stage, this research is based on the "2016~2019 Hospital Evaluation, and Teaching Hospital Evaluation (including Children's Hospital) Qualified List" published by the Ministry of Health and Welfare, with the results of the Miaoli County Hospital as the regional hospital-level medical care. The

institution is the research parent group, there are two eligible institutions, and the institutional attributes are one public hospital and one private hospital. In the second phase, this research contacted the employees of two hospitals and invited them to participate in the survey to find out whether medical institutions have implemented green human resource management practices in their institutions. In terms of the number of employees, the number of public hospitals is about 700, and the number of private hospitals is about 900. The average number of the two is 800. In the third stage, this study used Surveycake to design an online questionnaire. The participating hospitals shared it with employees through the universal website or QRcode of the online questionnaire. In the final stage, hospital staff volunteered to participate in the survey and used self-management methods to answer questions.

The online questionnaire consists of three parts. The first part is an introduction to the investigation, which mainly introduces the purpose of the investigation, the response procedure, and the confidentiality and anonymity of the investigator. The second part is about the screening of employee working hours. The survey automatically excludes respondents who have worked less than one year. The third part also asked the respondent's organizational attributes, job title, gender, age, and education level. To prevent respondents from filling up the questionnaire box, the Surveycake system detects each respondent's Internet Protocol (IP) address and automatically prevents the respondent from conducting multiple surveys.

After the expert validity questionnaire was conducted in November 2019, the formal questionnaire of this research was formed. The formal questionnaire survey for this study is from December 10, 2019, to January 4, 2020. Two weeks later, the social software LINE will be used to collect the second questionnaire. A total of 235 questionnaires were sent out. One hundred fifteen valid questionnaires were returned, with a return rate of 49%.

3.3 Operational Definition and Measurement of Research Variables

The questionnaire in this study adopts the Likert five-point scale. The scores are in order of "completely meets (5), mostly meets (4), ordinary meets (3), most non-compliant (2), complete Non-conformance (1)" measures "Green Human Resource Management (GHRM)," "Employee Organizational Commitment (EOC)," "Employee Environmental Behavior (EEB)" and "Hospital Environment Performance (HEP)." For the measurement of green human resource management, it is mainly derived from the CSR human resource management scale of Orlitzky and Swanson (2006) [55], and the environmental management system (EMS) scale of Hsiao, Chuang, Kuo, and Yu

(2014) [30] Six green human resource management scales have been developed. Regarding the measurement of employee organizational commitment, the eight-item organizational commitment scale of employees was revised mainly from Mowday, Steers, and Porter (1979) [47]. Regarding the measurement of employee environmental behaviors, seven employee environmental behaviors are derived from Tudor, Barr, and Gilg (2007) [75], Scherbaum, Popovich, and Finlinson (2008) [69], Chou (2014) [15], Hsiao et al. (2014) [30] Scale. For the measurement of hospital environmental performance, seven hospital environmental performance scales are mainly derived from Ilinitich, Soderstrom, and Thomas (1998) [31], Melnyk et al. (2003) [44], and Paillé et al. (2014) [57].

To take into account the completeness of the development scale, this research invited five experts and scholars (Associate Dean, Director, Specialist, Specialist Nurse, and Supervisor) to conduct expert validity verification, using a four-point scoring method: 4 points means "suitable," 3 points means "mostly suitable," 2 points means "mostly not suitable," 1 point means "not suitable." Firstly, experts are asked to score the meaning of each topic and its relevance to the research topic; secondly, the content validity index CVI (Content Validity Index) is calculated according to the points given by the experts. The CVI in this study is 4 points. The score is the standard for calculation. After adding up all the questions with a score of 4, divide it by the total number of questions on the scale to calculate the CVI values of the five experts. The CVI values of the five experts ranged from 0.90 to 1.00, with an average value of 0.96, which met the requirement that the CVI value should be 0.8 or above [78](Waltz, Strickland, and Lenz, 1991). The questionnaire was conducted by the correction opinions given by the experts' Revision, most of the experts' opinions on the scale, in terms of scoring, fall into the "suitable" category, and the opinions given are biased towards one more or one more minor word correction; therefore, the questionnaire in this study has Expert content validity.

3.4 Data Analysis Method

This research adopts a quantitative method to analyze the collected data. After receiving the reply questionnaire, it begins to sort and check the questionnaire, code and file the valid questionnaire, and finally, in accordance with the research purpose of this research, adopts IBM SPSS 22 and IBM SPSS Amos 26 are used as the primary statistical software for data analysis, and the following statistical analysis is performed.

According to the information obtained from the questionnaire, reliability analysis (Reliability Analysis) is carried out to understand the reliability and validity of the

questionnaire's content. Confirmatory factor analysis (CFA) is used to test the fitness of each variable to analyze whether each variable has sufficient Convergent Validity and Discriminate Validity. Based on the information obtained from the questionnaire, a narrative statistical analysis was performed, including the frequency distribution and percentage of the basic variables of the research object and the research object in the green human resource management, employee organizational commitment, employee environmental behavior, and hospital environmental performance—values such as the mean and standard deviation among various variables to understand their distribution or concentration. Use Independent-samples t-test to test whether different genders, institutional attributes and status in green human resource management, employee organizational commitment, employee environmental behavior, and hospital environmental performance will be affected by basic variables Difference, and there are significant differences of opinion. One-way ANOVA is used to test whether different job titles, ages, education levels, and years of service are affected by variables such as green human resource management, employee organizational commitment, employee environmental behavior, and hospital environmental performance. The basic variables are different, and there are significant differences. Pearson's Product-Moment Correlation Analysis is used to verify whether there is a significant correlation among variables such as green human resource management, employee organizational commitment, employee environmental behavior, and hospital environmental performance. To further understand the overall degree of correlation with each level. Using Regression Analysis to explore whether green human resource management has significant influence, predictive power, and explanatory power on the environmental performance of employees, the environmental performance of the hospital, and environmental performance of employees on the environmental performance of the hospital, and the independent variables one by one Join the regression model to obtain the overall explanatory power of the regression model at different stages and the changes in the explanatory power of each independent variable; secondly, discuss the intermediary effect of employee environmental behavior in green human resource management and hospital environmental performance; finally, discuss employee organization commitment to the interference effect of green human resource management and employee environmental behavior.

4. Analysis and Discussion

4.1 Reliability and Validity Analysis

The overall reliability is 0.865, in terms of green human resource management reliability of 0.904, employee organizational commitment reliability of 0.941, employee environmental protection behavior reliability of

0.682, hospital environmental performance reliability of 0.932; in terms of standardized factor load (λ), except for employee environmental protection behaviors if the item does not reach 0.5, the other items are all up to the standard; the combined reliability (CR) is also greater than 0.6, so the question items of each variable in this questionnaire have a certain degree of convergent validity [22][26]. The square root of the average explanatory variance (AVE) of all variables in this study is greater than the correlation coefficient of each variable, accounting for more than 83% of the overall comparison, so the questionnaire in this study has discriminative validity (show as Table 1).

Table 1. Confirmatory factor analysis table for each research variable

Latent variable	Observation variable	Question item	Standardized factor loadings	SMC	CR	AVE
Green Human Resource Management	G1	Our hospital provides adequate training to promote environmental stewardship as a core organizational value.	0.759	0.576	0.907	0.620
	G2	When our hospital conducts performance appraisal, it will consider the performance of employees in terms of environmental protection.	0.781	0.610		
	G3	When our hospital makes a salary system, it will link the environmental protection behavior of employees.	0.829	0.687		
	G4	Our hospital believes personal characteristics can be considered when recruiting environmental management cooperation.	0.834	0.696		
	G5	The staff is fully aware of the hospital's environmental policy.	0.783	0.613		
	G6	Our hospital encourages staff to submit suggestions for improving the environment.	0.734	0.539		
Employee Organizational Commitment	C1	I often mention to my friends that our hospital is worth working for.	0.841	0.707	0.942	0.669
	C2	I found that my values were very similar to the hospital's values.	0.871	0.758		

	C3	I am proud to tell others that I am a part of this hospital.	0.838	0.702		
	C4	For the development of the hospital, I am willing to pay more than the hospital requires.	0.770	0.593		
	C5	The hospital constantly motivates me to do my best work.	0.781	0.610		
	C6	I am pleased that I chose this hospital while looking for a job.	0.870	0.757		
	C7	I really care about the development of this hospital.	0.728	0.529		
	C8	For me, this hospital is my best choice.	0.833	0.694		
	Employee Environmental Behavior	E1	Before I leave work, I turn off electrical equipment such as computers, monitors, etc.	0.457		
E2		When I'm the last to leave the room, I turn off the lights.	0.561	0.315		
E3		I sort and recycle the trash at my workplace.	0.694	0.482		
E4		I save supplies at work.	0.773	0.597		
E5		I mess with supplies at work. (reverse question)	0.046	0.002		
E6		I save water by using the toilet.	0.630	0.396		
E7		I keep an eye out for water leaks.	0.634	0.401		
Hospital Environmental Performance	H1	Reduce waste.	0.788	0.621	0.933	0.667
	H2	Conserve water consumption.	0.834	0.695		
	H3	Save energy usage.	0.859	0.738		
	H4	Reduce purchases of non-recyclable materials, chemicals, and consumables.	0.767	0.588		
	H5	Lower overall costs.	0.853	0.727		
	H6	Improve the hospital's standing among its peers.	0.813	0.662		
	H7	Improve the hospital's standing among its peers.	0.800	0.640		

4.2 Descriptive Statistical Analysis

In this study, 115 valid questionnaires were returned and show the basic information as Table 2. There were 102 females, accounting for 88.7% of the total; 13 males, accounting for 11.3%. The analysis results mainly were female. There are 77 private hospitals, accounting for 67.0% of the total; 38 public hospitals, accounting for 33.0%. The analysis results are primarily from private hospitals. 63 nursing staff, accounting for 54.8% of the total, followed by 38 administrative staff, accounting for 33.0%. Forty-two people aged 31-40, accounting for 36.5% of the total, followed by 40 people aged 41-50, accounting for 34.8% of the total. There are 78 universities with education levels, accounting for 67.8% of the total, followed by masters with 17, accounting for 14.8% of the total. There are 63 persons with more than 11 years of service, accounting for 54.8% of the total, followed by 23 persons with 6-10 years of service, accounting for 20% of the total.

Table 2. Basic information

Variable	Classification	Number of people	Percentage (%)
Gender	Male	13	11.3
	Female	102	88.7
Institutional attributes	Public hospital	38	33.0
	Private hospital	77	67.0
Job title	Doctor	3	2.6
	Nursing staff	63	54.8
	Other medical staff	11	9.6
	Administration staff	38	33.0
Age	Under 30 years old (inclusive)	18	15.7
	31-40 years old	42	36.5
	41-50 years old	40	34.8
	51 years old (inclusive) and above	15	13.0
Education	Ph.D.	2	1.7
	Master	17	14.8
	Bachelor	78	67.8
	College	15	13.0
	Senior high school	3	2.6
Years of service	1-2 years	15	13.0
	3-5 years	14	12.2
	6-10 years	23	20.0
	11+ years	63	54.8

The mean (Mean; M) and standard deviation (Standard Deviation; SD) analysis of individual green human resource management items are carried out (show as Table 3). The highest score in the overall green human resource management scale (M=3.40, SD=0.83) is "Our hospital provides adequate training to promote environmental management as the core organizational value" (M=3.69, SD=0.93) and "employees fully understand the hospital's environmental policies" (M=3.69, SD=0.83), and the lowest score is "When our hospital implements the salary system, it will link the environmental protection behavior of employees" (M=2.95, SD=1.12). The highest score on the overall employee organizational commitment scale (M=3.56, SD=0.82) is "I care about the development of this hospital" (M=3.94, SD=0.94), and the lowest score is " I found that my values are very similar to those of the hospital" (M=3.28, SD=0.92). The highest score in the overall employee environmental behavior scale (M=4.02, SD=0.48) is "I sort and recycle the garbage in the workplace" (M=4.60, SD=0.60), and the lowest score is "I Consumables will be used indiscriminately at work" (M=4.08, SD=1.11). The highest score in the overall hospital environmental performance scale (M=3.96, SD=0.69) is "energy saving" (M=4.09, SD=0.76), and the lowest score is "improving the hospital's position among peers" (M=3.70, SD=0.88).

Table 3. Descriptive statistics

Latent variable	Observation variable	Question item	M	SD	M	SD
Green Human Resource Management	G1	Our hospital provides adequate training to promote environmental stewardship as a core organizational value.	3.69	0.93	3.40	0.83
	G2	When our hospital conducts performance appraisal, it will consider the performance of employees in terms of environmental protection.	3.16	1.14		
	G3	When our hospital makes a salary system, it will link the environmental protection behavior of employees.	2.95	1.12		
	G4	Our hospital believes personal characteristics can be considered when recruiting environmental management cooperation.	3.26	1.05		
	G5	The staff is fully aware of the hospital's environmental policy.	3.69	0.83		
	G6	Our hospital encourages staff to submit suggestions for improving the environment.	3.64	0.95		

Employee Organizational Commitment	C1	I often mention to my friends that our hospital is worth working for.	3.40	1.00	3.56	0.82
	C2	I found that my values were very similar to the hospital's values.	3.28	0.92		
	C3	I am proud to tell others that I am a part of this hospital.	3.50	1.02		
	C4	For the development of the hospital, I am willing to pay more than the hospital requires.	3.59	1.03		
	C5	The hospital constantly motivates me to do my best work.	3.49	0.94		
	C6	I am pleased that I chose this hospital while looking for a job.	3.60	0.94		
	C7	I really care about the development of this hospital.	3.94	0.94		
	C8	For me, this hospital is my best choice.	3.71	0.97		
Employee Environmental Behavior	E1	Before I leave work, I turn off electrical equipment such as computers, monitors, etc.	4.23	1.03	4.02	0.48
	E2	When I'm the last to leave the room, I turn off the lights.	4.49	0.79		
	E3	I sort and recycle the trash at my workplace.	4.60	0.60		
	E4	I save supplies at work.	4.36	0.61		
	E5	I mess with supplies at work. (reverse question)	4.08	1.11		
	E6	I save water by using the toilet.	4.19	0.74		
	E7	I keep an eye out for water leaks.	4.37	0.79		
Hospital Environmental Performance	H1	Reduce waste.	4.10	0.81	3.96	0.69
	H2	Conserve water consumption.	4.09	0.76		
	H3	Save energy usage.	4.16	0.76		
	H4	Reduce purchases of non-recyclable materials, chemicals, and consumables.	3.84	0.82		
	H5	Lower overall costs.	3.90	0.81		
	H6	Improve the hospital's standing among its peers.	3.70	0.88		
	H7	Improve the hospital's standing among its peers.	3.93	0.90		

4.3 Difference Analysis

This study uses independent sample t-test and single-factor variance analysis to analyze the difference to understand the difference analysis of green human resource management, employee organizational commitment, employee environmental behavior, and hospital environmental performance under different basic variables. If the F value of the single factor variance analysis reaches a statistically significant level, Scheffe' method is used for post-comparison to understand the differences between the groups.

Regarding gender, the average number of variables for men is between 3.28 and 3.99, and the average number for women is between 3.41 and 4.03. After the independent sample t-test, the t value of the green human resource management variable is -0.528. The t value of the employee organizational commitment variable is -0.384, and the t value of the employee environmental behavior variable is -0.266, which is not statistically significant ($p > 0.05$); only the t value of the hospital environmental performance variable -2.000, reaching a statistically significant difference ($p < 0.05$). The average number of hospital environmental performance variables for female subjects is significantly higher than for male subjects.

In terms of institutional attributes, the average number of variables in public hospitals is between 3.24 and 3.93, and the average number in private hospitals is between 3.47 and 4.08. After the independent sample t-test, the green human resource management variable is t The value is -1.419, the t value of the employee organizational commitment variable is 1.088, the t value of the employee environmental behavior variable is -1.849, and the t value of the hospital environmental performance variable is -0.303, all of which are not statistically significant ($p > 0.05$).

In terms of job titles, the average number of variables for different job titles is between 3.14 and 4.76. After single factor variance analysis, the F value of the hospital environmental performance variable is 1.067, which does not reach a statistically significant difference ($p > 0.05$); and the F value of the green human resource management variable is 4.141, the F value of the employee organizational commitment variable is 3.413, and the F value of the employee environmental behavior variable is 2.695, which is a statistically significant difference ($p < 0.05$). According to Scheffe's post-mortem verification comparison, the average number of variables in the green human resource management of the doctor's research object is significantly higher than that of the administrative staff. However, the organizational commitment and employee There is no significant difference in environmental protection

behavior after Scheffe's method. This difference is because Scheffe's method is stricter. When the F value barely reaches a significant difference, there may be no significant difference after Scheffe's method is used for the post-comparison. Situation.

In terms of age, the average number of variables for different ages is between 3.29 and 4.25. After single factor variance analysis, the F value of the green human resource management variable is 0.785, and the F value of the employee organizational commitment variable F value of 2.037, hospital environmental performance variable is 2.225, which is not statistically significant ($p > 0.05$); while the F value of employee environmental behavior variable is 4.903, which is a statistically significant difference ($p < 0.05$), and then comparing the results of the Scheffe's post-mortem examination, we know that the average number of environmental behavior variables for the research subjects aged 41-50 years and above 51 years old (inclusive) is significantly higher than that of the subjects under 30 years old (inclusive).

In terms of education level, the average number of variables for different education levels is between 2.56 and 5.00. After single factor variance analysis, the F value of the employee organizational commitment variable is 1.352, and the employee environmental behavior variable is F. The F value of the hospital environmental performance variable is 2.091, which is not statistically significant ($p > 0.05$), and the F value of the green human resource management variable is 4.087, which is a statistically significant difference ($p < 0.05$), and compared with the results of the Scheffe's post-test verification, the average number of green human resource management variables for the research subjects with a doctoral degree is significantly higher than that for the subjects with a master's degree and high school education.

In terms of service years, the average number of various variables for different years of service is between 3.30 and 4.14. After single factor variance analysis, the F value of the green human resource management variable is 0.520, and the employee organizational commitment variable is The F value of 0.549 and the F value of the hospital environmental performance variable was 1.772, which were not statistically significant differences ($p > 0.05$); while the F value of the employee environmental behavior variable was 4.385, which reached a statistically significant difference ($p < 0.05$), based on the comparison results of Scheffe's post-mortem examination, it is found that the average number of environmental behavior variables for the research subjects with more than 11 years of service is significantly higher than that of the research subjects with 1 to 2 years of service.

4.4 Correlation Analysis

This research uses Pearson's correlation analysis to study the correlation coefficients among variables green human resource management, employee organizational commitment, employee environmental behavior, and hospital environmental performance to understand the degree of correlation between the research variables. They were as a result of this summarized as shown in Table 4. All variables are positively correlated. Among them, the organizational commitment of employees and the environmental performance of the hospital ($r=0.702$, $p<0.001$), the correlation coefficient (r) is more significant than 0.7, and it can be found that the organizational commitment of employees is highly correlated with the environmental performance of the hospital; Except for the significant low correlation between green human resource management and employee environmental behavior ($r=0.299$, $p<0.01$), the correlation coefficients of other variables are within the range of 0.4~0.6, which is a significant moderate correlation; However, causality may be affected by other variables. Therefore, other variables need to be neutralized. This neutral variable is called a control variable. Therefore, this research will use correlation analysis to test whether the research objects of different basic backgrounds (gender, institution attribute, title, age, education level, and service years) are related to each variable. However, the institution attribute, age, and service experience are related. The relationship is relatively high, so it is included as a control variable in this study.

Table 4. Correlation Analysis

Variable	GHRM	EOC	EEB	HEP
Green Human Resource Management (GHRM)	1			
Employee Organizational Commitment (EOC)	0.640***	1		
Employee Environmental Behavior (EEB)	0.299**	0.479***	1	
Hospital Environmental Performance (HEP)	0.571***	0.702***	0.632***	1

Note : * express $p<0.05$, ** express $p<0.01$, *** express $p<0.001$

4.5 Regression Analysis

To verify the degree of influence of the various variables in the research framework of this study, the hierarchical regression analysis is used to confirm further and understand the relationship between green human resource management for employee environmental behavior, hospital environmental performance, and employee environmental behavior on hospital environmental performance. Based on the above-mentioned relevant analysis results, this study incorporates the organizational attributes, age, and years of service into the control variables in the study and adds independent variables to the class regression model one by one to understand the overall explanatory power of the regression model at different stages—changes in the explanatory power of independent variables.

4.5.1 The Impact of Green Human Resource Management on Employee Environmental Behavior

It can be seen from Table 5 that, in addition to the control variables in the regression model M_1 , the results of the green human resource management in the regression model M_2 on the environmental behavior of employees show that the explanatory variance (R^2) is 0.245. The F value is 8.917, reaching a significant level ($p < 0.001$); it can be seen that the explanatory power of green human resource management is 25%. The explanatory variation change value (ΔR^2) is 0.092, which shows that the explanatory power of adding green human resource management to employee environmental behaviors has increased by 9%. In the case of controlling variables, the regression coefficient of green human resource management ($\beta = 0.307$, $p < 0.001$) and the regression coefficient are positive, indicating that green human resource management has a significant positive relationship with the environmental behavior of employees, so the research found that the hypothesis is supported H_1 : Green human resource management has a significant positive impact on the environmental protection behavior of employees.

Table 5. The Regression Analysis of Green Human Resource Management to Employee’s Environmental Behavior Hierarchy

Variable	Employee Environmental Behavior	
	M ₁	M ₂
Control Variable		
Institutional attributes	0.139	0.096
Age	0.190	0.213*
Years of service	0.204	0.205
Main effect variable		
Green Human Resource Management		0.307***
R ²	0.153	0.245
ΔR ²	0.153	0.092
F-value	6.672***	8.917***

Note : * express $p < 0.05$, ** express $p < 0.01$, *** express $p < 0.001$

4.5.2 The Impact of Employee Environmental Behavior on the Hospital Environmental Performance

It can be seen from Table 6 that, in addition to the control variables of the regression model M₁, the environmental performance of the employees in the regression model M₂ shows that the explanatory variance (R²) is 0.407. The F value is 18.881, reaching a significant level ($p < 0.001$); it can be seen that the explanatory power of employee environmental behavior is 41%. The change in explanatory variation (ΔR²) is 0.368, which shows that the explanatory power of adding employee environmental behaviors to the hospital's environmental performance has increased by 37%. In the case of controlling variables, the regression coefficient of employee environmental behavior ($\beta = 0.659$, $p < 0.001$) and the regression coefficient are positive, which means that the employee's environmental behavior has a significant positive relationship with the environmental performance of the hospital. Therefore, the study found that the H₂ is supported: The environmental behavior of employees has a significant positive impact on the hospital's environmental performance.

Table 6. Regression analysis of employee environmental behaviors on the hospital's environmental performance hierarchy

Variable	Hospital Environmental Performance	
	M ₁	M ₂
Control Variable		
Institutional attributes	0.011	-0.081
Age	0.107	-0.018
Years of service	0.113	-0.021
Main effect variable		
Employee Environmental Behavior		0.659***
R ²	0.039	0.407
ΔR ²	0.039	0.368
F-value	1.518	18.881***

Note : * express $p < 0.05$, ** express $p < 0.01$, *** express $p < 0.001$

4.5.3 The Impact of Green Human Resource Management on Hospital Environmental Performance

It can be seen from Table 7 that, in addition to the control variables in the regression model M₁, the results of the green human resource management in the regression model M₂ on the environmental performance of the hospital show that the explanatory variance (R²) is 0.385. The F value is 17.204, reaching a significant level ($p < 0.001$); it can show that the explanatory power of green human resource management is 39%. The explanatory variance change value (ΔR²) is 0.345, which shows that the explanatory power of adding green human resource management to the hospital's environmental performance has increased by 35%. In the case of controlling variables, the regression coefficient of green human resource management ($\beta = 0.595$, $p < 0.001$) and the regression coefficient are positive, indicating that green human resource management has a significant positive relationship with the environmental performance of the hospital, so the research found that the hypothesis is supported H₃: Green human resource management has a significant positive impact on hospital environmental performance.

Table 7. Regression analysis of green human resource management on the hospital's environmental performance hierarchy

Variable	Hospital Environmental Performance	
	M ₁	M ₂
Control Variable		
Institutional attributes	0.011	-0.074
Age	0.107	0.151
Years of service	0.113	0.115
Main effect variable		
Green Human Resource Management		0.595***
R ²	0.039	0.385
ΔR ²	0.039	0.345
F-value	1.518	17.204***

Note : * express $p < 0.05$, ** express $p < 0.01$, *** express $p < 0.001$

4.6 Mediation Effect

Based on the recommendations of Baron and Kenny (1986) [6], this study requires the following four conditions to be tested for whether there is an intermediary effect between green human resource management and hospital environmental performance for employee environmental behavior.

- (1) The independent variable "Green Human Resource Management" must have a significant impact on the dependent variable "Hospital Environmental Performance." If it is not significant, there is no need to test the intermediary effect.
- (2) The independent variable "Green Human Resource Management" must have a significant impact with the intermediary variable "Employee Environmental Behavior."
- (3) The intermediary variable "Employee Environmental Behavior" must have a significant impact on the dependent variable "Hospital Environmental Performance."
- (4) The independent variable "Green Human Resource Management" and the intermediary variable "Employee Environmental Behavior" are both used as predictive variables. When regression analysis is performed on the dependent variable "Hospital Environmental Performance," the intermediary variable "Employee Environmental Behavior" must be the dependent variable "Hospital

Environmental Performance" has a significant impact.

The regression coefficient of the independent variable "Green Human Resource Management" and the dependent variable "Hospital Environmental Performance" must be smaller than the regression coefficient of the independent variable "Green Human Resource Management" when the dependent variable "Hospital Environmental Performance" is predicted separately. Significant is a complete mediation effect. If it is weakened but still significant, it is a partial mediation effect.

The results of the regression model in Table 8 show that the green human resource management in M_3 has significant explanatory power for the environmental performance of the hospital ($\beta=0.595$, $p<0.001$), so condition one is established. In M_1 , green human resource management has significant explanatory power for employee environmental protection behavior ($\beta=0.307$, $p<0.01$), so condition two is established. In M_2 , the environmental behavior of employees has significant explanatory power for the environmental performance of the hospital ($\beta=0.659$, $p<0.001$), so condition three is established. Finally, after adding the intermediary variable "Environmental Protection Behavior of Employees" in M_4 , the environmental behavior of employees has significant explanatory power for the environmental performance of the hospital ($\beta=0.503$, $p<0.001$), and the independent variable "Green Human Resource Management" still has a significant impact ($\beta =0.440$, $p<0.001$), but the regression coefficient dropped from 0.595 to 0.440, and the explanatory variables (R^2) increased from 39% to 57.6%, so condition four is also true. According to the above analysis results, all four conditions of Baron and Kenny's (1986) [6] intermediary effect test are met. Therefore, it is said that employee environmental behavior does have a partial intermediary effect on green human resource management and the hospital's environmental performance. This means that when employees agree with the hospital's Green human resource management and the implementation of environmental protection behaviors in the workplace, it will affect the hospital's environmental performance. Therefore, the research found to support Hypothesis H4: Green human resource management influences the hospital's environmental performance by intermediary employee environmental behaviors.

Table 8. Hierarchical regression analysis of the mediation effect of employee environmental behavior in green human resource management and hospital environmental performance

Variable	Employee Environmental Behavior	Hospital Environmental Performance		
	M ₁	M ₂	M ₃	M ₄
Control Variable				
Institutional attributes	0.096	-0.081	-0.074	-0.122
Age	0.213*	-0.018	0.151	0.044
Years of service	0.205	-0.021	0.115	0.012
Main effect variable				
Green Human Resource Management	0.307***		0.595***	0.440***
Mediation effect variable				
Employee Environmental Behavior		0.659***		0.503***
R ²	0.245	0.407	0.385	0.576
ΔR ²	0.092	0.368	0.345	0.191
F-value	8.917***	18.881***	17.204***	29.596***
ΔF value	13.415***	68.215***	61.770***	49.083***

Note : * express $p < 0.05$, ** express $p < 0.01$, *** express $p < 0.001$

4.7 Interference Effect

This research explores the interference effect of employee organizational commitment on green human resource management and employee environmental behavior through hierarchical regression analysis. In order to avoid the occurrence of the problem of multiple collinearity, when calculating the interaction terms, the predictive variable green human resource management and the interference variable employee organizational commitment must be standardized and then multiplied (Aiken and West, 1991), so that the regression coefficient is The meaning is more reasonable and clear; therefore, after standardizing the interaction items between green human resource management and employee organizational commitments, the interference effect analysis can be divided into three stages: the first stage includes the control variables of

institutional attributes, age and service Regression analysis of employee environmental behaviors by seniority; the second stage adds the main effects of green human resource management standardization and employee organizational commitment standardization to analyze employee environmental behaviors; the third stage adds green manpower in addition to the above control variables and main effects The interaction items between resource management and employee organizational commitments are standardized to examine whether employee organizational commitments will interfere with the "green human resource management and employee environmental behaviors". This study summarizes the results of the hierarchical regression analysis as shown in Table 6, where R^2 The coefficient of determination represents the explanatory power of the regression model, and ΔR^2 refers to the amount of change in R^2 between models. If ΔR^2 is positive and significant, it means that the addition of new variables will help the model's explanatory ability.

In Table 9, it can be found from M_2 that the variables of green human resource management will significantly affect the environmental behavior of employees ($\beta=0.307$, $p<0.001$). When M_3 is added to the organizational commitment variable of employees, the explanation of the environmental behavior of employees varies. The value of the change in quantity has increased ($\Delta R^2=0.120$, $p<0.001$), which shows that it is meaningful for the employee organizational commitment variable to be added to the model. After M_4 is added to the interaction item of green human resource management and employee organizational commitment, the change value of the explained variation of the overall employee's environmental behavior is further improved ($\Delta R^2 =0.038$, $p<0.05$), and the interaction item affect the employee's environmental behavior The force is ($\beta=0.203$, $p<0.05$), and the results show that the interaction item has a significant influence on the environmental behavior of employees; in other words, the relationship between green human resource management and environmental behavior of employees will be different due to the degree of organizational commitment of employees. However, there are differences. The interaction term can explain 40% of the variation of employee environmental behaviors, and the ΔF value of the regression model reaches a significant level. Therefore, the employee organizational commitment has interference effects, which means that the employee's organizational commitment affects its green human resource management and employees—the relationship between environmental behaviors.

Table 9. Hierarchical regression analysis of the interference effects of employee organizational commitments on green human resource management and employee environmental behavior

Variable	Employee Environmental Behavior			
	M ₁	M ₂	M ₃	M ₄
Control Variable				
Institutional attributes	0.139	0.096	0.194*	0.173*
Age	0.190	0.213*	0.177	0.190*
Years of service	0.204	0.205	0.152	0.114
Main effect variable				
Green Human Resource Management		0.307***	-0.015	-0.057
Employee Organizational Commitment			0.476***	0.488***
Interference effect variable				
Green Human Resource Management × Employee Organizational Commitment				0.203*
R ²	0.153	0.245	0.364	0.403
ΔR ²	0.153	0.092	0.120	0.038
F-value	6.672***	8.917***	12.498***	12.144***
ΔF value	6.672***	13.415***	20.500***	6.958*

Note : * express $p < 0.05$, ** express $p < 0.01$, *** express $p < 0.001$

Finally, perform a simple slope analysis based on the results of the hierarchical regression analysis to understand the direction of the interference effect and compare the difference between the two regression lines of high and low employee organizational commitments. Figure 2 presents a simple slope analysis diagram of the relationship between employee organizational commitment and green human resource management on employee environmental behaviors. It can be seen from Figure 2 that under different levels of employee organizational commitments, the relationship between green human resource management's environmental behaviors and employee environmental behaviors The degree of positive influence (slope) of the will make a difference. The employee organizational commitment is divided into the high employee organizational commitment group and the low employee

organizational commitment group. If the two regression lines of the high and low groups may intersect, in other words, the two regression lines are not parallel, which means that the interference effect does exist. Research findings support Hypothesis H₅: Employee organizational commitments will interfere with green human resource management and employee environmental behavior.

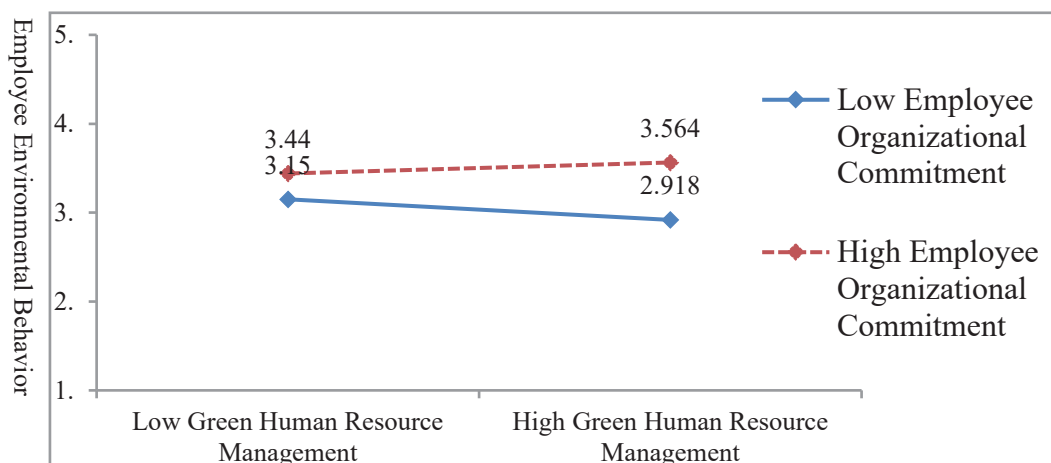


Figure 2. Simple Slope Analysis

5. Conclusion and Suggestion

5.1 Conclusion

(1) Green human resource management helps improve employee environmental behavior

The result of this research is that “green human resource management has a significant positive impact on the environmental behavior of employees.” The research hypothesis H₁ has been verified. It can see that when green human resource management is better, employees will also have higher environmental behaviors.

(2) The environmental protection behavior of employees contributes to the improvement of the hospital's environmental performance

After the results of this research, "employee environmental behaviors have a significant positive impact on hospital environmental performance," the research hypothesis H₂ has been verified, and it can be seen that the higher the environmental behavior of employees, the better the hospital's environmental performance.

(3) Green human resource management contributes to the improvement of hospital environmental performance

After the results of this study, “green human resource management has a significant positive impact on the environmental performance of hospitals,” the research hypothesis H₃ has been verified, and it can be seen that the better the

green human resource management, the better the environmental performance of the hospital.

(4) Environmental protection behaviors of employees have some intermediate influences between green human resource management and hospital environmental performance

This study shows that when the intermediary variable “employee environmental behavior” is added, the regression coefficient of green human resource management on the hospital's environmental performance becomes smaller, and the explanatory variables (R^2) increase. It meets all four intermediary variable test Conditions, so a partial intermediary effect, so the research hypothesis H_4 in this study has been verified.

(5) The strength of employee organizational commitments will interfere with the relationship between green human resource management and employee environmental behavior

According to the results of this study, "the degree of employee organizational commitment has an interference effect between green human resource management and employee environmental behavior, and the interaction between its green human resource management and employee organizational commitment has a positive and significant impact on employee environmental behavior," therefore the research hypothesis H_5 of this research has been verified.

5.2 Suggestion

Based on the research conclusions, the meaning and suggestions of management practices are put forward, as follows.

(1) Academic implications

- A. Formulate green human resource management policies
- B. Recruit employees with environmental protection values
- C. Enhancing the environmental protection behavior of employees
- D. Enhance the organizational commitment of employees

(2) Research limitation

This study is limited by time and resources, and it only focuses on the Miaoli regional hospital as the research object and cannot be extended to large medical centers, teaching hospitals, or hospitals in other large cities.

(3) Suggestions for future research

Future research can expand the research objects to medical centers and teaching hospitals to increase the practical application of green human resources.

Reference format

- [1] Alias, M., Rasdi, R. M., Ismail, M., & Samah, B.A. (2013). Predictors of workplace deviant behaviour: HRD agenda for Malaysian support personnel, *European Journal of Training and Development*, 37(2), 161-182.
- [2] Allen, N. J., & Meyer, J. P. (1990). The measurement and antecedents of affective, continuance and normative commitment to the organization. *Journal of Occupational Psychology*, 63(1), 1-18.
- [3] Asghar, M. M., Zaidi, S. A. H., Ahmed, Z., Khalid, S., Murshed, M., Mahmood, H., & Abbas, S. (2022). The role of environmental transformational leadership in employees' influencing organizational citizenship behavior for environment well-being: a survey data analysis. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-18. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-19886-5>
- [4] Ashforth, B. E., & Mael, F. (1989). Social identity theory and the organization. *The Academy of Management Review*, 14(1), 20-39.
- [5] Balfour, D. L., & Wechsler, B. (1996). Organizational commitment: antecedents and outcomes in public organizations. *Public Productivity & Management Review*, 19(3), 256-277.
- [6] Baron, R. M., & Kenny, D. A. (1986). The Moderator-Mediator Variable Distinction in Social Psychological Research: Conceptual, Strategic, and Statistical Considerations. *Journal of Personality and Social Psychology*, 51(6), 1173-1182.
- [7] Becker, B., & Gerhart, B. (1996). The impact of human resource management on organizational performance: progress and prospects. *The Academy of Management Journal*, 39(4), 779-801.
- [8] Benzidia, S., Makaoui, N., & Bentahar, O. (2021). The impact of big data analytics and artificial intelligence on green supply chain process integration and hospital environmental performance. *Technological Forecasting and Social Change*, 165, 120557. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120557>
- [9] Bhat, R., & Maheshwari, S. K. (2005). Human resource issues implications for health sector reforms. *Journal of Health Management*, 7(1), 1-39.
- [10] Bishop, J. W., Scott, K. D., & Burroughs, S. M. (2000). Support, commitment, and employee outcomes in a team environment. *Journal of Management*, 26(6), 1113-1132.
- [11] Bohdanowicz, P., Zientara, P., & Novotna, E. (2011). International hotel chains and environmental protection: an analysis of Hilton's we care! programme (Europe,2006-2008). *Journal of Sustainable Tourism*, 19(7), 797-816.
- [12] Boiral, O., & Paillé, P. (2012). Organizational citizenship behaviour for the environment: measurement and validation. *Journal of Business Ethics*, 109(4), 431-445.
- [13] Carmeli, A., Gilat, G., & Weisberg, J. (2006). "Perceived external prestige, organizational identification and affective commitment: A stakeholder approach", *Corporate Reputation Review*, 9(1), 92-104.
- [14] Chaudhary, R. (2020). Green Human Resource Management and Employee Green Behavior: An Empirical Analysis. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 27(2), 630-641.
- [15] Chou, C. J. (2014). Hotels' environmental policies and employee personal environmental beliefs: interactions and outcomes. *Tourism Management*, 40, 436-446.

- [16] Daily, B. F., Bishop, J. W., & Govindarajulu, N. (2009). A conceptual model for organizational citizenship behavior directed toward the environment. *Business & Society*, 48(2), 243-256.
- [17] Daily, B. F., & Huang, S. C. (2001). Achieving sustainability through attention to human resource factors in environmental management. *International Journal of Operations & Production Management*, 21(12), 1539-1552.
- [18] Epstein, M. J. (1996). *Measuring corporate environmental performance: best practices for costing and managing an effective environmental strategy*. Chicago:Irwin Professional Pub.
- [19] Evans, P. A. L. (1986). The strategic outcomes of human resource management. *Human Resource Management*, 25(1), 149-167.
- [20] Falcón, C. D., & Santana, J. D. M., & Pérez, P. D. S. (2016). Human resources management and performance in the hotel industry: the role of the commitment and satisfaction of managers versus supervisors. *International Journal of Contemporary Hospitality Management*, 28(3), 490-515.
- [21] Fernández, E., Junquera, B., & Ordiz, M. (2003). Organizational culture and human resources in the environmental issue: a review of the literature. *The International Journal of Human Resource Management*, 14(4), 634-656.
- [22] Fornell, C. R., & Larcker, D. F. (1981). Evaluating Structural Equation Models with Unobservable Variables and Measurement Error. *Journal of Marketing Research*, 18(1), 39-50.
- [23] Gamero, M. D. L., Azorín, J. F. M., & Cortés, E. C (2009). The whole relationship between environmental variables and firm performance: competitive advantage and firm resources as mediator variables. *Journal of Environmental Management*, 90(10), 3110-3121.
- [24] Ghazzawi, I. (2008). Job satisfaction antecedents and consequences: A new conceptual framework and research agenda. *The Business Review*, 11(2), 1-10.
- [25] Guest, D.E. (1997). Human resource management and performance: a review and research agenda. *The International Journal of Human Resource Management*, 8(3), 263-276.
- [26] Hair, J. F. Jr., & Anderson, R. E., & Tatham, R. L., & Black, W. C. (1998). *Multivariate Data Analysis*.5th Edition, New Jersey: Prentice-Hall.
- [27] Harvey, G., Williams, K., & Probert, J. (2013). Greening the airline pilot: HRM and the green performance of airlines in the UK. *The International Journal of Human Resource Management*, 24(1), 152-166.
- [28] Huselid, M. A. (1995). The impact of human resource management practices on turnover, productivity, and corporate financial performance. *Academy of Management Journal*, 38(3), 635-672.
- [29] Homburg, A., & Stolberg, A. (2006). Explaining pro-environmental behavior with a cognitive theory of stress. *Journal of Environmental Psychology*, 26(1), 1-14.
- [30] Hsiao, T. Y., Chuang, C. M., Kuo, N. W., & Yu, S. M. F. (2014). Establishing attributes of an environmental management system for green hotel evaluation. *International Journal of Hospitality Management*, 36, 197-208.
- [31] Ilinitch, A. Y., Soderstrom, N. S. E., & Thomas, T. (1998). Measuring corporate environmental performance. *Journal of Accounting and Public Policy*, 17(4), 383-408.

- [32] Jabbour, C. J. C., & Santos, F. C. A. (2008). Relationships between human resource dimensions and environmental management in companies: proposal of a model. *Journal of Cleaner Production*, 16(1), 51-58.
- [33] Jackson, S. E., Renwick, W. S., Jabbour, C. J. C., Camen, M. M. (2011). State-of-the-Art and Future Directions for Green Human Resource Management: Introduction to the Special Issue. *German Journal of Research in Human Resource Management*, 25(2), 99-116.
- [34] Jackson, T. (2005). *Motivating sustainable consumption: A review of evidence on consumer behavior and behavioral change*. London: SDRN.
- [35] Jiang, K., Lepak, D. P., Hu, J., & Baer, J. C. (2012). How does human resource management influence organizational outcomes? A meta-analytic investigation of mediating mechanisms. *Academy of Management Journal*, 55(6), 1264-1294.
- [36] Judge, W. Q., & Douglas, T. J. (1998). Performance implications of incorporating natural environmental issues into the strategic planning process: an empirical assessment. *Journal of Management Studies*, 35(2), 241-262.
- [37] Knippenberg, D. V., Dick, R. V., & Tavares, S. M. (2007). Social identity and social exchange: identification, support, and withdrawal from the job. *Journal of Applied Social Psychology*, 37(3), 457-477
- [38] Kollmuss, A., & Agyeman, J. (2002). Mind the Gap: why do people act environmentally and what are the barriers to pro-environmental behavior? *Environmental Education Research*, 8(3), 239-260.
- [39] Koys, D. J. (2001). The effects of employee satisfaction, organizational citizenship behavior and turnover on organizational effectiveness: a unit-level, longitudinal study. *Personnel Psychology*, 54(1), 101-114.
- [40] Lado, A. A., & Wilson, M. C. (1994). Human resource systems and sustained competitive advantage: a competency-based perspective. *The Academy of Management Review*, 19(4), 699-727.
- [41] Liden, R. C., Wayne, S. J., Kraimer, M. L., & Sparrowe, R. T. (2003). The dual commitments of contingent workers: an examination of contingents' commitment to the agency and the organization. *The Journal of Organizational Behavior*, 24(5), 609-625.
- [42] Lober, D. (1996). Evaluating the environmental performance of corporations. *The Journal of Managerial Issues*, 8(2), 184-205.
- [43] Lu, W., Song, X., Hou, C., & Zhu, J. (2022). The Effect of Slack Resources on Innovation Performance and the Environmental Adaptability of Public Hospitals: The Empirical Evidence From Beijing of China. *Frontiers in Public Health*, 10, 904984. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.904984>
- [44] Melnyk, S. A., Sroufe, R. P., & Calantone, R. (2003). Assessing the impact of environmental management systems on corporate and environmental performance. *Journal of Operations Management*, 21(3), 329-351.
- [45] Metcalf, K. R., Williams, P. L., Minter, J. R., & Hobson, C. M. (1995). An assessment of corporate environmental programs and their performance measurement systems. *Journal of Environmental Health*, 67(2), 9-17.
- [46] Milliman, J., & Clair, J. (1996). Best environmental HRM practices in the US. In W. Wehrmeyer (Ed.), *Greening people: Human resource and environmental management*. Sheffield, UK: Greenleaf Publishing.
- [47] Mowday, R. T., Steers, R. M., & Porter, L. W. (1979). The measurement of organizational commitment. *Journal of Vocational Behavior*, 14(2), 224-247.
- [48] Muhammad Hammad Mushtaq, Fahad Noor, M. A. Mujtaba, Salman Asghar, Abdulfatah Abdu Yusuf, Manzoore Elahi M. Soudagar, Abrar Hussain, Mohamed

- Fathy Badran, & Kiran Shahapurkar. (2022). Environmental Performance of Alternative Hospital Waste Management Strategies Using Life Cycle Assessment (LCA) Approach. *Sustainability*, 14(14942), 14942. <https://doi.org/10.3390/su142214942>
- [49] Mwita, K. (2019). Conceptual Review of Green Human Resource Management Practices. *East African Journal of Social and Applied Sciences*, 1(2), 13–20.
- [50] Nasir, M., Asad, N., Hashmi, H. B. A., Fu, H., & Abbass, K. (2022). Analyzing the pro-environmental behavior of pharmaceutical employees through Green HRM practices: the mediating role of green commitment. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-18. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-22672-y>
- [51] Nielsen, T. M., Hrivnak, G. A., & Shaw, M. (2009). Organizational citizenship behavior and performance: a meta-analysis of group-level research. *Small Group Research*, 40(5), 555-577.
- [52] O'Reilly, C. A., & Chatman, J. (1986). Organizational commitment and psychological attachment: the effects of compliance, identification, and internalization on prosocial behavior. *Journal of Applied Psychology*, 71(3), 492-499.
- [53] Organ, D. W. (1988). *Organizational Citizenship Behavior: The good soldier syndrome*. Lexington, MA: Lexington Books.
- [54] Organ, D. W., & Ryan, K. (1995). A meta-analytic review of attitudinal and dispositional predictors of organizational citizenship behavior. *Personnel Psychology*, 48(4), 775-802.
- [55] Orlitzky, M., & Swanson, D. L. (2006). Socially responsible human resource management. In J. R. Deckop (Ed.). *Human resource management ethics*. Charlotte, NC: Information Age.
- [56] Paillé, P., Boiral, O., & Chen, Y. (2013). Linking environmental management practices and organizational citizenship behaviour for the environment: a social exchange perspective. *The International Journal of Human Resource Management*, 24(18), 3552-3575.
- [57] Paillé, P., Chen, Y., Boiral, O., & Jin, J. (2014). The impact of human resource management on environmental performance: an employee-level study. *Journal of Business Ethics*, 121(3), 451-466.
- [58] Peterson, D. K. (2004). The relationship between perceptions of corporate citizenship and organizational commitment. *Business & Society*, 43(3), 296-319.
- [59] Pham, N. T., Vo-Thanh, T., Tučková, Z., & Vo, T. N. T. (2020). The role of green human resource management in driving hotel's environmental performance: Interaction and mediation analysis. *International Journal of Hospitality Management*, 102392. <https://doi.org/10.1016/j.ijhm.2019.102392>
- [60] Podsakoff, P. M., & MacKenzie, S. B. (1997). Impact of organizational citizenship behavior on organizational performance: a review and suggestion for future research. *Human Performance*, 10(2), 133-151.
- [61] Podsakoff, P. M., & Mackenzie, S. B., & Paine, J. B., & Bachrach, D. G. (2000). Organizational Citizenship Behaviors: A Critical Review of the Theoretical and Empirical Literature and Suggestions for Future Research. *Journal of Management*, 26(3), 513-563.
- [62] Porter, L. W., & Steers, R. M. (1973). Organizational, work, and personal factors in employee turnover and absenteeism. *Psychological bulletin*, 80(2), 151-176.
- [63] Ramos Maçães, M. A., & Román-Portas, M. (2022). The effects of organizational communication, leadership, and employee commitment in organizational change in

- the hospitality sector. *Communication & Society*, 35(2), 89-106. <https://doi.org/10.15581/003.35.2.89-106>
- [64] Ramus, C.A., & Killmer, A. B. C. (2007). Corporate greening through prosocial extrarole behaviors—A conceptual framework for employee motivation. *Business Strategy and the Environment*, 16(8), 554-570.
- [65] Renwick, D. W. S., Redman, T., & Maguire, S. (2013). Green human resource management: a review and research agenda. *International Journal of Management Reviews*, 15(1), 1-14.
- [66] Robbie, R. I., & Roz, K. (2021). The Relationship of Workplace Spirituality, Organizational Commitment on Employees Performance, and Job Satisfaction as Moderating Variable. *Technium Social Sciences Journal*, 21, 611-619.
- [67] Rothenberg, S. (2003). Knowledge Content and Worker Participation in Environmental Management at NUMMI. *Journal of Management Studies*, 40(7), 1783-1802.
- [68] Roy, M. J., Boiral, O., & Paillé, P. (2013). Pursuing quality and environmental performance: initiatives and supporting processes. *Business Process Management Journal*, 19(1), 30-53.
- [69] Scherbaum, C. A., Popovich, P. M., & Finlinson, S. (2008). Exploring individual-level factors related to employee energy-conservation behaviors at work. *Journal of Applied Social Psychology*, 38(3), 818-835.
- [70] Shen, J., & Benson, J. (2016). When CSR is a social norm: how socially responsible human resource management affects employee work behavior. *Journal of Management*, 42(6), 1723-1746.
- [71] Smith, D. K. M. (2001). A nursing shortage: Building organizational commitment among nurses. *Journal of Healthcare Management*, 46(3), 173-186.
- [72] Tajfel, H., & Turner, J. C. (2004). The social identity theory of intergroup behavior. In: Jost, J.T., Sidanius, J. (Eds.), *Key Readings in Social Psychology. Political Psychology: Key Readings*. Psychology Press, New York, NY, US.
- [73] Thakur, V., & Sharma, S. (2021). Assessment of healthcare solid waste management practices for environmental performance: a study of hospitals in Himachal Pradesh, India. *Management of Environmental Quality: An International Journal*, 32(3), 612- 630. <https://doi.org/10.1108/MEQ-08-2020-0168>
- [74] Tsaour, S. H., & Lin, Y. C. (2004). Promoting service quality in tourist hotels: the role of HRM practices and service behavior. *Tourism Management*, 25(4), 471-481.
- [75] Tudor, T. L., Barr, S. W., & Gilg, A. W. (2007). Linking intended behaviour and actions: a case study of healthcare waste management in the Cornwall NHS. *Resources, Conservation and Recycling*, 51(1), 1-23.
- [76] Tuna, M., Ghazzawi, I., Tuna, A., & Catir, O. (2016). Perceived External Prestige and Organizational Deviance: The Case of Turkey's Hospitality Industry. *Forthcoming in the International Journal of Contemporary Hospitality Management*, 28(2), 366-396.
- [77] Turker, D. (2009). How corporate social responsibility influences organizational commitment. *Journal of Business Ethics*, 89(2), 189-204.
- [78] Waltz, C. F., Strickland, O. L., & Lenz, E. R. (1991). *Measurement in nursing research* (2nd ed.). Philadelphia: A. Davis.
- [79] Walz, S. M., & Niehoff, B. P. (2000). Organizational citizenship behaviors: their relationship to organizational effectiveness. *Journal of Hospitality & Tourism Research*, 24(3), 301-319.

- [80] Williams, J. G., & Davies, F. (2005). Using social exchange theory to predict the effects of hrm practice on employee outcomes. *Public Management Review*, 7(1), 1-24.
- [81] Wood, D. (1991). Corporate social performance revisited. *The Academy of Management Review*, 16(4), 691-718.
- [82] Yen, C. H., Chen, C. Y., & Teng, H. Y. (2013). Perceptions of environmental management and employee job attitudes in hotel firms. *Journal of Human Resources in Hospitality & Tourism*, 12(2), 155-174.
- [83] Yu, H., Shabbir, M. S., Ahmad, N., Ariza-Montes, A., Vega-Muñoz, A., Han, H., Scholz, M., & Sial, M. S. (2021). A contemporary issue of micro-foundation of csr, employee pro-environmental behavior and environmental performance toward energy saving, carbon emission reduction and recycling. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(10). <https://doi.org/10.3390/ijerph18105380>

融入教學創新方式以提升學生學習動機與學習成效之 探討—以多準則決策分析與應用系列課程為對象

謝玲芬*

中華大學企業管理學系智慧運輸與物流組 特聘教授

摘要

本研究以多準則決策分析系列課程為主要教學實踐課程，包含多準則決策分析及物流績效評估與管理兩門課程為主。課程內容設計結合理論與應用，培育學生具備決策分析之技巧及理論推導的能力，幫助學生瞭解相關案例與決策分析方面的應用，對於學生未來進入職場面臨管理問題將有實質助益。隨著資訊科技的發達與普及，翻轉教育的學習革命浪潮，數位化學習已經成為現在流行趨勢。因此本研究導入教學創新方式，運用數位即時回饋系統包括 Zuvio、Quizizz、Kahoot!及 LINE @ 以提高學生之學習興趣及參與感，並結合企業場域實境教學及決策分析案例分享，以提升修課同學之學習意願與學習成效。本研究以培育學生具備創新創意與解決問題、溝通表達與團隊合作、正向態度及決策分析與應用之能力為目標。上課第一週以問卷方式由學生進行自評，隨著課程活動的進行，藉由數位即時回饋系統蒐集學生學習表現數據，並採用 LINE @ 一對一即時輔導，隨時掌握學生之學習狀況，課程最後一週再施予學生學習後之自我評估及教學互動滿意度問卷調查。應用統計分析了解學生在自我肯定、學習態度與學習成效之差異。最後本研究藉由研究過程中所遭遇到的問題，提出相對應的建議，供未來相關課程教學之參考。

關鍵詞：教學創新、數位即時回饋系統、學習動機、學習成效

* 通訊作者
E-mail: lfhsieh@chu.edu.tw

壹、緒論

有感於課堂講授是大學教育中主要教學方法，其優點在於可以有系統地將知識傳授給學生，但礙於一般學生在課堂上並不踴躍於表達自我對課堂傳授知識的疑問或看法，造成課堂講授流於單向知識傳授，也缺乏課堂間師生互動，難以引起學生創造力與反思能力，故本研究嘗試改變傳統教學方式走向創新！增加課堂間師生之互動，引起學生創造力與反思能力。

學用落差是近年來各大學與企業共同關注的議題，一再地檢討大學教育內容，雇主滿意度及建議也一再地融入大學教育之課程規劃考量。然隨著世代的變化，有太多娛樂的元素吸引著年輕族群，分散了學生在專業課程學習之專注力。故如何讓學生的學習內容更貼近實務，鼓勵同學共組團隊，腦力激盪、彼此學習、發揮創意，從了解實務問題及從不同角度解決產業實務遭遇的問題，提出具體之改善建議，是本研究的研究動機。

本研究在第一學年度執行教學實踐時，僅以物流績效評估與管理為教學實踐課程，發現超過八成五的同學維持全勤及上課踴躍搶答的學習狀況。透過 LINE@ 的一對一即時輔導，讓同學在期中報告的表現令人滿意。然而年輕世代的學子對於數位化的學習方式在接觸第一時間是感興趣，足以激發其學習意願，但若長期運用同一數位化學習系統，則容易失去興趣，故本研究於第二學年度持續擴大創新教學方式及範圍，在課程方面將應用於 109 學年度之多準則決策分析系列課程，包括：決策分析與應用、物流績效評估與管理兩門課程；在教學互動工具方面，更靈活搭配各類數位學習平台/工具，在教學互動方面加入 Kahoot! 讓課程之互動更具彈性及趣味性，增加學生在課堂現場之搶答、積分機制，持續提升讓同學更喜歡進教室學習。故研究目的包括：

一、提升學生在課程學習之專注力

藉由課堂中互動教學方式，讓學生藉由可攜式行動裝置(如：手機、PAD、...等)立即答覆教師所提問題。教師可以即時蒐集到所有學生對課堂的回饋，增進師生互動。同時藉由即時師生互動，可以明白學生學習成效與個別差異，進行教學調整及補救教學。課堂中以 IRS 與 CHUMoodel 系統為課堂互動教學之基礎，進行網路點名、線上作答與解答、開放討論區增加互動之外，以 LINE @ 進行課前預習講義及搶答，以 Kahoot 及 Quizizz 在課堂上增加老師提問、學生搶答之互動性及課後之重複練習，讓學生不僅是融入在課堂的互動中，甚至是忙碌於課堂中吸收新知、搶答計分領獎，提升學生之學習興趣與參與感。

二、彌平學用落差

課堂中融入企業場域實境教學，讓同學至產業了解實務操作方式，並藉由邀請業界菁英至課堂分享實務經驗及產業運作模式、業界所遭遇的實務困難及解決方法，讓學生的學習更貼近實務，提升學生之學習意願。

三、激發學生之創新創意、訓練發掘問題、解決問題、溝通表達、團隊合作能力及正向態度

藉由專案導向學習方式，除了提昇課堂講授之教學成效，更重要的是培養學生之正向態度與自信心，激發學生之創新創意，訓練學生具備問題解決、溝通表達及團隊合作之能力。鼓勵同學從不同角度思考及解決產業實務遭遇的問題，並練習將課堂學習之專業知識，運用於專案之多準則決策分析或是解決物流績效評估與管理問題，發揮創新創意尋求解方，共同提出改善建議，以提升產業之績效。最重要的是培養學生之正向態度與自信心，激發學生之創新創意，訓練學生具備問題解決、溝通表達及團隊合作之能力。

四、確認創新教學方式之學習成效

本研究共設計兩份問卷，包括：(1)問題解決、溝通表達、團隊合作、正向態度之學生自我評估量表，及(2)創新教學方式滿意度量表。藉由自我評估量表之前測及後測，分析修課同學課程學習前後之差異。藉由創新教學方式滿意度量表之結果，了解同學對本研究所提出之創新教學方式的滿意度及回饋。本研究累積兩年之創新教學實踐成果並加以比較分析，以了解創新數位互動教學方式對於不同課程、不同學制之學生學習成效之差異。

貳、文獻探討

一、專題導向學習(Project-based Learning, 簡稱 PBL)與團隊導向學習(Team-based Learning, 簡稱 TBL)

教育創新儼然為時代之趨勢，透過不同的教學方式提升教學品質及學生學習成效，其中專案導向學習(PBL)即為設計一系列和傳統個案研究不同的問題，要求學生面對問題時能自行蒐集解決問題之相關訊息，並逐步解決問題，藉以培養學生自我學習、問題解決與團隊合作的能力。[13]提到[3,4]認為PBL教學的特色是由教師引導學生自主學習或詢問能促進學生理解與解決方法的問題、以學生為中心的學習、學生分組團隊學習、透過生活中實際問題激勵學生主動學習、問題是解決現實狀況的工具以及學生透過討論、反思、辯論等之自我引導方式來獲得新的訊息並解決。[18]認為透過專案導向之學習，可以提升學生學習興趣，且有助於同學間的情誼，透過專題導向學習策略更加學會組織運用資料以及可以結合理論與實務、瞭解企業經營過程。

[10]針對針對團隊學習提出設計團隊作業，建議三個 S 的設計，就是 1S. 每組同學都做相同的問題(Same problem)，2S. 每組要解決的問題，是利用團隊成員所學的知識觀念來達成(Specific choice)，3S. 讓各組學時報告成果(Simultaneously report)。[12]強調團隊導向學習法(Team-based Learning，簡稱 TBL)是以學生學習為中心的教學方式，它以團隊學習為策略，讓學生課前學習主要的基本閱讀，教師在課堂上讓學生以分組方式應用這些基本知識，深化他們的理解。學生所得來的知識或技能，都是自己與團隊費心動腦或動手才獲取的；同時也訓練他們重視自己的學習成效與團隊表現負責。

[1]提出一種教師設計和實施的方法，旨在促進團隊內部的積極相互依賴和個人責任感，並提高他們在共同完成專案的學習環境中的表現。團隊組成由學生自行選擇，學生的表現依據完成專案期間獲得的分數、個人考試和個人責任因素來衡量。此外，還收集了學生的反饋經驗和意見，學生認同他們上課更規律，課外學習時間更少，並且在課程結束時對這門學科表現出更高的興趣。他們還認為在團隊中工作有助於他們主要改善人際關係和社交技能，其次是積極的相互依賴和個人責任感。這種團隊組建方法讓學生有機會識別自己和隊友分別的優勢和劣勢。

二、教學互動

資訊科技融入教學已成為創新教學的趨勢，[14]發展網路教學方法中「小組討論法」、「專家座談法」、「角色扮演法」、的圖形化使用者介面，經由線上觀察法與焦點團體訪談法的評鑑過程，以增進教師、學習者及教學內容間的互動。[19]認為在網路學習環境中，教師與同學的互動不受時間、空間之限制，透過問卷調查方法，驗證同學在面臨問題時，網路學習環境比傳統課堂教學更勇於提問，教師也能即時解惑，對提升學生的問題解決能力有明顯助益。[20]提出非同步討論區與形成性教學的理念，以某大學修習師培教育中心之教學媒體與操作課程的同學為研究對象，並以內容分析了解學生每週所提出的問題變化，及對課程互動的知覺變化。研究結果顯示運用非同步討論區可做為教師的回饋與溝通機制，教師可在課堂中進行立即改善。隨著越來越多的趨勢支持高等教育中的線上學習課程，[9]使用調查設計，以了解教學互動方式對於線上學習課程中學生學習的關係和影響。研究結果發現，與學習者對學習者間之互動相比，學生認為教師與學習者間和學習者對內容互動間對他們的學習更重要。此外，教學臨場感在學生學習中具有更重要的作用，其次是認知臨場感，然後是社會臨場感。

三、教學成效與評估

透過教學方法及回饋後，驗收成果亦是教學過程中的要務，無論學生的學習成效亦或是教師的教學成效，[21]認為對教師來說是否能在學生的學習歷程中展現態度並適時的回應，才是身為教師的一種工作滿足與成就，[16]

研究中指出，互動式提問法的確可以增進教學成效，透過數位即時互動、問題討論回饋等，瞭解學生學習狀況。

在現今重視以學生學習為中心及學習成效的時代趨勢下，[15]發展出整合教師教學投入與學生學習成效之教學評鑑量表，其中教師教學投入面包含課程內容與教學安排、教學方法與師生互動、評量與回饋三大構面；學生學習成效包含知識、動力、態度三大部分，並運用資料包絡分析法(DEA)之CCR與BCC模式，對某大學之66門課程進行教學成效評估分析。[12]則強調團隊導向學習法可培養學生的「團隊精神」與「自我學習」能力，透過教師精心設計的團隊作業，讓小組成員學會與其他小組成員共同建立目標，學習如何與他人共事、如何妥協，了解自己的長短處。[11]以教學、研究、服務三大構面建立大學教師績效評量模型，並以層級分析法(AHP)決定評估準則間之相對權重，研究成果可顯示該大學教師認為影響教師績效評量之最重要的評估準則。

四、學習動機

[2]認為個人在追求成敗時的內在心理因素會影響到追求成就的外在行為，他認為個體通常會有「追求成功」與「逃避失敗」的心理現象。成就動機理論強調動機的強弱取決於個人對於成功或失敗的預期心理，當個人認為成功機率高時，學習動機自然就提升；反之當個人認為失敗機率較高時，就會降低自己的學習動機。也就是說，成就動機高的個體往往較願意接受挑戰，但若題目難度太高，會使得低分組動機的個體為了避免失敗而選擇較容易的事情去做。換言之，成就動機並非不會改變，成就動機是呈現動態關係的。

最基本的教學設計動機模式是於1983年由Keller所提出，被廣泛用於教學設計上，透過ARCS動機模式來引發學生的學習動機，設計出適合學生的課程及教學策略。[6,7]強調ARCS動機模式包含專注力(Attention)、關聯性(Relevance)、自信心(Confidence)及滿足感(Satisfaction)四大要素，讓教學者能於教學過程中，深入考量相關問題，解決學習過程中的差異，以達到提升學習效果。注意為教學者需掌握學習者之興趣，並且刺激其對於學習的好奇心，引起學生興趣和維持學生注意力；關聯為讓學生對學習產生切身相關的體認；信心主要建立在學習者對於學習任務的正向期待，包含害怕失敗和渴望成功等要素；滿足則為當學習者對於學習成就產生正向感受時，則可激發持續學習的動力。[22]運用ARCS動機模式於昆蟲知識學習之虛擬實境教材設計與ARCS探究。

[5]則認為在教育過程中，幾乎所有的技能、知識、習慣和態度都是通過學習過程發展起來的。為確定學習興趣和紀律對學習動機的影響，該研究之研究樣本為2019-2020學年課程開發基礎課程的38名學生。經由統計分析發現學習興趣會影響學習動機。因此，學生的學習動機可以通過在增加和發展學生的興趣和紀律方面的高度努力和關注來增加。

參、研究設計與方法

隨著 AI 時代的趨勢及年輕世代的生態變化，大學生幾乎人人隨身攜帶至少一支智慧型手機，有太多娛樂的元素吸引著年輕族群，分散了學生在專業課程學習之專注力，導致多數大學生之學習興趣普遍下降，外加打工的機會增多，雖然工讀金的收入不高，但在大學生為滿足個人偏好的需求前提下，打工這件事的重要度偶爾就會凌駕在出席上課之上。此時，若是堅持傳統的教學方式，忽略如何提升學生之學習動機與意願，會造成學生對課程內容不感興趣而選擇以打工滿足個人偏好為優先，翹課、打工讓學生之學習成效更下降，進而影響學生之自信心。故激發學生之學習意願、提升學生之學習成效，進而能讓學生在潛移默化中改變學習態度，增加自我自信心，一直是大學教師們在教學過程中努力的目標。

大學教育一直肩負彌平學用落差及注重學生正向態度養成的重責大任，在與實務界專家溝通交流中，也深感學生態度的養成是非常重要的。故本研究鼓勵修課同學共組團隊，腦力激盪、彼此學習、發揮創意，從不同角度解決產業實務遭遇的問題之外，亦培養學生具備正向態度與自信心，激發學生之創新創意，訓練學生具備問題解決、溝通表達及團隊合作之能力，最重要的是訓練學生自主學習的態度及自信心。

一、研究設計

本研究透過課程設計、教材教法、運用數位互動工具等方式，以提升教學品質、重視學生學習過程及提升學習成效為目標。連續進行兩學年度之教學實踐，在第二學年度更擴大教學實踐之課程對象為多準則決策分析系列課程，包括：碩士班之決策分析與應用課程、大學部高年級之物流績效評估與管理課程；在教學互動工具方面，將靈活運用 CHUMoodel、Zuvio、Quizizz、LINE@及 Kahoot!，讓課程之互動更具彈性及趣味性。除了提昇課堂講授之教學成效，更重要的是培養學生主動學習之正向態度與自信心，激發學生之創新創意，訓練學生具備問題解決、溝通表達與團隊合作之能力及自主學習之正向態度。多準則決策分析系列課程之授課方式與培育目標如圖 1 所示。

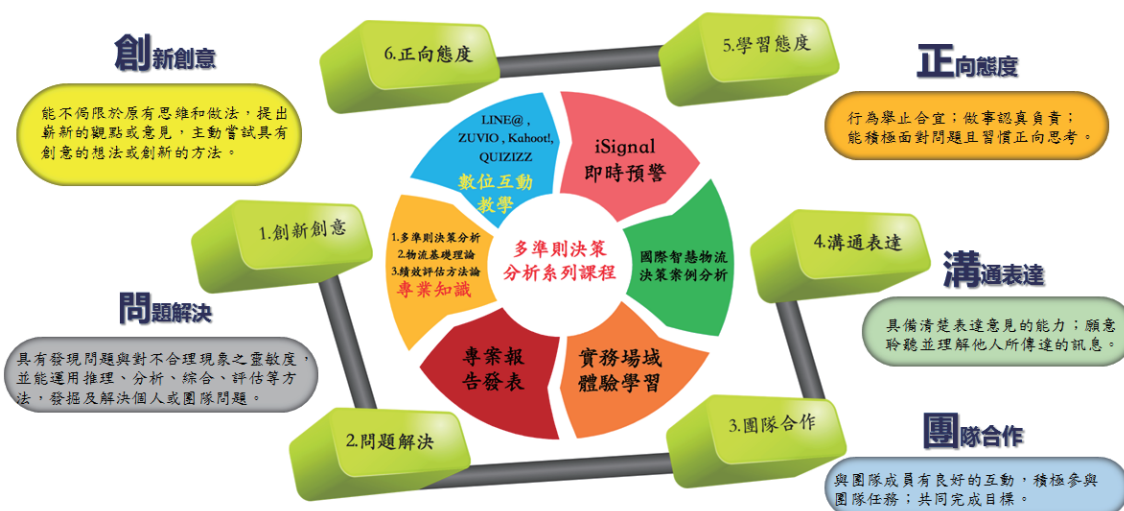


圖 1. 多準則決策分析系列課程之授課方式與培育目標

(一) 專業知識講授：

決策是管理者最重要的工作，一般人往往只看到最後的決策結果，許多卓越決策者的思考過程與智慧未必是旁人所能理解。不論「多準則決策分析與應用」、「物流績效評估與管理」之課程設計均是結合理論與應用，讓學生瞭解基礎的理論模式與決策分析、績效評估方面的應用，培養學生具備決策分析之技巧及理論推導的能力，並應用在實務問題。課程之專業訓練強調培育同學具備「在適當時機，運用是當的決策方法」的能力，始能做出最佳決策，並提出有建設性之改善建議。藉由企業實務場域之體驗學習，幫助學生瞭解面對各類不同的決策問題，如何應用不同的決策方法進行分析，提出可行方案之建議，提供決策者最最後決策之資訊與建議。

(二) 數位互動融入教學—教學互動六部曲：

秉持「以學生為中心」教育理念，讓數位科技實踐創新教學，隨著翻轉學習的浪潮，善用行動載具的特性能讓學習不再受限於課堂上，而能延伸融入學生的生活經歷，讓學習變得更多元。本研究在教學實踐課程靈活運用 CHUModel、IRS、Quizizz、LINE@及 Kahoot!，讓課程之互動更具彈性及趣味性。除了激發學生之學習意願、提昇課堂講授之學習成效，更重要的是培養學生主動學習之正向態度與自信心。

不論 CHUModel、IRS、Quizizz、LINE@及 Kahoot!在教學互動上都各有其優缺點，取其各自適用於教學實踐場域的優點，本研究靈活搭配各項教學互動平台/工具，以激發學生學習意願，提升學生學習成效為目標，包括：
(1) 將 Zuvio 應用於課前備課、課中互動和課後追蹤，及快速簽到、同儕互評；
(2) 應用 LINE @於課前預習搶答、即時公布訊息、一對一即時解惑及設計集點卡、優惠券以增加課堂之歡樂性；
(3) 將 Kahoot! 應用於課堂中小考限時搶答；採用 Quizizz 以數位遊戲方式，增加老師即時提問、學生搶答

及課後重複練習互動性。故提出創新教學之「教學互動六部曲」，如圖 2 所示，茲說明如下：

教學互動一：由於「決策分析與應用」及「績效評估與管理」兩門課程均是強調同學須具備正確概念，且學會如何運用專業去解決實務問題，故在課堂中除了教授專業知識外，配合課程進度運用 IRS、CHUMoodel 系統進行重點觀念測驗題，偶爾搭配 Kahoot! 進行遊戲式之觀念測驗題，減少小考之枯燥性。

教學互動二：課前預習及課後複習對於決策分析與應用系列課程的學習具有事半功倍之成效。由於教師於課前已先將講義上傳至 CHUMoodel，為鼓勵同學於課前預習講義，以 LINE@ 於每周一課前一天晚上進行線上搶答；課後則搭配 Quizizz 之遊戲式測驗，讓同學重複練習課堂中未完全答對之測驗題，直到完全答對為止。LINE@ 也可進行課後線上一對一輔導，同學可隨時提出疑問，教師也可即時回答。

教學互動三：由於兩門課程均是強調同學在具備專業知識後，是否能確實應用在解決實務問題上，而不只是吸收新的專業知識而已。故本研究結合團隊導向學習法與專題導向學習法之期中/期末成果報告，提升同學之資料蒐集、製作海報、口語表達等能力，從課堂的討論、期中作業及期末報告，培養其團隊合作之默契，在小組互動過程中，學習尊重別人的意見，練習提出自己的想法，學習彼此優點，共同解決問題。於期中/期末報告過程中，進行同儕互評，學習別人的優點。



圖 2. 教學互動六部曲示意圖

教學互動四：藉由 iSignal 即時預警，提醒同學保持積極學習的態度，可在學期中即時提醒同學注意學習，也可發現學習異常同學，即時進行瞭解其學習遇到的瓶頸或是生活困擾，輔以必要之課後輔導。本研究設計態度自評問卷，包含創新創意與問題解決、溝通表達與團隊合作、正向態度三部分，藉由前測/後測之差異分析，以了解同學之學習態度是否有正向提升。

教學互動五：運用 LINE@ 進行課程經營，靈活運用群發訊息、1-1 線上即時討論、集點卡、優惠券及 LINE@ 之統計功能，讓教師與同學之互動更頻繁、更親近。

教學互動六：藉由實務場域之企業參訪，讓同學接觸產業實務場域，搭配業師之實務經驗傳授與分享，讓同學練習在實務場域中自行發掘問題並解決問題。不論企業參訪或業師經驗分享，由同學繳交之心得報告中，可了解同學對於產業在實務操作模式之感受與認知，及其是否能確實在實務面發掘問題，並應用專業知識去解決實務問題。

(三) 專案報告發表：

現今大學生在學習上仍處於被動的學習方式，仍習慣於「老師教、學生跟著學」的傳統模式。故如何重新設計學生的學習方式，加強學生之團隊精神與自我學習，讓學生不但學會與人共事，也訓練他們對自己與團隊的學習成效負責。同時考量課程專業之應用，同學不僅藉由上課學會專業知識，還必須學會「應用專業知識去解決實務問題」，故本研究結合團隊導向學習法與專題導向實習法，課程的授課方式從傳統式的課堂講授，有系統地將知識傳授給學生，輔以分工互補、互相激勵、腦力激盪，集思廣益方式來完成學習，在學習過程中學習溝通表達與團隊合作的能力，並培養自主學習的正向態度及自信心。訓練同學從課堂的討論、期中作業及期末報告，培養其團隊合作之默契，在小組互動過程中，學習尊重別人的意見，練習提出自己的想法，學習彼此優點，共同解決問題。

綜上所述，本研究透過數位互動融入教學、iSignal 即時預警，提高學生之學習意願及促使學生在課程學習中，潛移默化地養成自主學習、勇於面對問題並嘗試解決問題之學習態度，讓學生深刻體會學習是自己的付出與努力而獲得的應有的成果及分數，絕不是打混、取巧就可打混過關的。此外，專業知識的傳授、實習場域體驗學習、實務案例分析、專案報告發表則是培育學生具備創新創意與問題解決、溝通表達與團隊合作能力及自我學習之正向態度及自信心。

二、研究方法與步驟

本文之研究流程如圖 3 所示，分別在課程之第 1 週及第 18 週，對本課

程之修課同學進行態度自評問卷之前測及後測，主要內容包括：創新創意與問題解決、溝通表達與團隊合作及正向態度。依據前、後測之結果進行統計分析，了解修課同經過一學期的課程訓練，在態度方面是否有潛移默化之成效。

在課程進行中，以多元評量方式蒐集學生之各類表現，包括：(1) 自我評估及省思(前、後測量表)；(2) 數位即時回饋系統分析(LINE@、Quizizz、Kahoot!、IRS)；(3) 問題討論與解惑(IRS、CHUMoodel 即時討論區、Line@1-1 即時解惑、回饋單)；(4) 學習成果發表 (CHUMoodel system 之自評、同儕互評、教師觀察)。本研究之兩門教學實踐課程均是強調培育同學具備面對實務問題能進行績效評估/決策分析，並提出自己的見解及解決方案。針對實習場域體驗學習及業師專業講座，同學均須繳交心得報告，包含自己最有感、印象最深刻的部份，及經由相關資料的蒐集，自己對該產業之了解及見解。彙整同學們的心得報告，可了解同學在業師分享及企業參訪的最大收穫。

由於本研究結合團隊導向學習法與專題導向學習法，訓練同學蒐集資料、製作海報、口語表達等能力，培養其團隊合作之默契，在小組互動過程中，學習尊重別人的意見，練習提出自己的想法，學習彼此優點，共同解決問題來完成期中/期末成果報告。主要就是訓練學生不單只對自己的成績負責，同時也對團隊的表現有所貢獻。藉由期中/期末成果報告之同儕互評，亦作為成績考量及了解同學在團隊合作之表現。

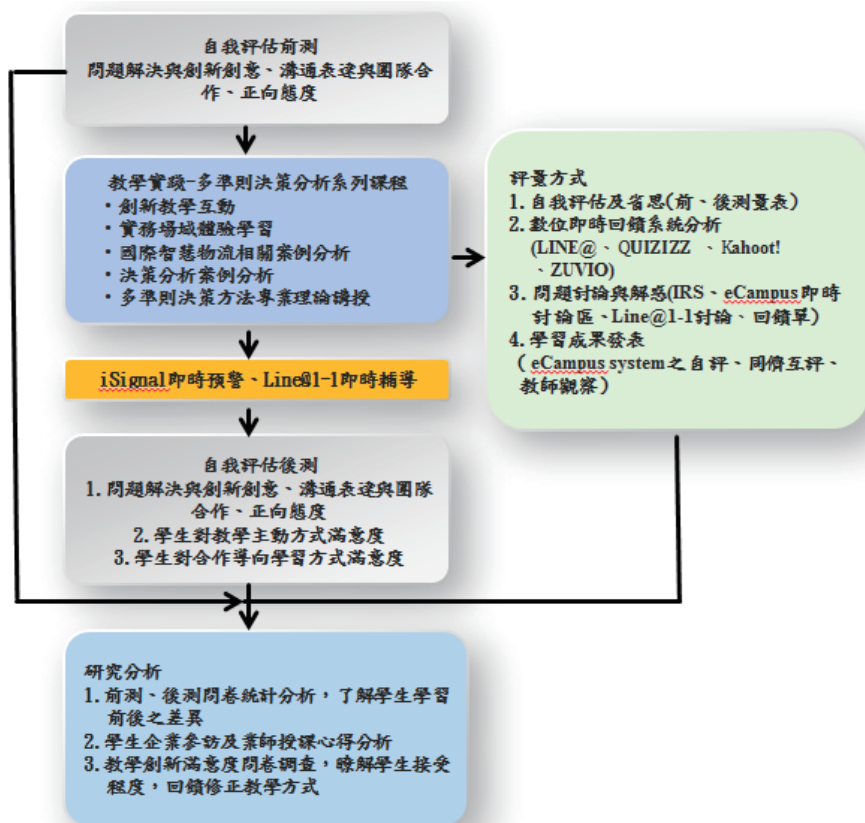


圖 3. 研究流程圖

最後依據態度問卷之學生自我評估前/後測、學期中之各項評量統計數據、學生企業實域學習及業師菁英講座心得分析、教學創新滿意度問卷調查結果進行後續之統計分析，以了解學生學習前後之差異及學生對於教學創新方式之接受程度，進而確認學生態度及自信心之改變程度，研究成果可做為後續相關課程在規劃授課內容及設計上課方式之參考，持續提升教師之教學成效。

肆、教學實踐成果分析

本研究自行設計兩份量表，一份是學生在問題解決、溝通表達、團隊合作及正向態度之自我評估量表；一份是學生對於創新教學方式之滿意度量表。統計分析結果說明如下：

一、態度自評問卷之前/後測統計分析

本研究除了專業知識的傳授，也要激發同學自主學習，以及分數是自己付出努力之成果的態度，最重要的是培養學生之正向態度與自信心，激發學生之創新創意，訓練學生具備問題解決、溝通表達及團隊合作之能力。依據態度自評問卷之前/後測結果，本研究應用 1954 年 Frank Wilcoxon 提出之 W-符號等級檢定(Wilcoxon signed rank test)，進行無母數分析，以了解學生學習態度及自信心在學習前/後是否有顯著差異。分析結果如表 1 所示。

表 1. 態度自評問卷之前/後測統計分析

構面	題項	108-1		109-1		109-2	
		物流績效評估與管理		物流績效評估與管理		決策分析與應用	
		前測平均	後測平均	前測平均	後測平均	前測平均	後測平均
問題解決	1.遇到問題，我能積極面對，並累積經驗，處理問題	3.944	4.4*	4.185	4.593*	4.286	4.143
	2.我能夠系統化收集相關資訊，找出問題發生的原因	3.889	4.55*	4.111	4.593*	3.571	4
	3.運用邏輯思考，我能根據事實分析問題的癥結點	3.778	4.2	4.111	4.593*	3.571	4
	4.我能設定問題解決的目標，制定不同解決方案	3.889	4.3	4.037	4.481*	3.714	4
	5.我能評估各種問題解決方案的優劣，找出最佳方案	3.833	4.2*	4.185	4.481*	3.571	3.857
	平均	3.875	4.33	4.126	4.548	3.743	4
溝通表達	1.我能專注傾聽他人意見，並正確理解別人所要表達的意思	3.889	4.35*	4.259	4.481	4.429	4.429
	2.我能積極參與討論，並完整表達自己的意見	3.833	4.25*	4.037	4.556*	4.143	4.143
	3.他人意見與自己不同時，我仍然樂意傾聽	3.889	4.4	4.333	4.519	4.286	4.429

	4.我能從容且條理解分明的回應他人	3.778	4.35*	4.148	4.519*	3.714	3.857
	5.面對不同對象，我能運用適當方法，達到溝通目的	3.889	4.25	4.185	4.556*	3.857	4.143
	平均	3.856	4.32	4.193	4.526	4.086	4.2
團隊合作	1.我願意和別人一起學習課業或共同生活	3.889	4.35*	4.481	4.519	4.571	4.571
	2.我能接納團隊成員的意見，並且信任我的夥伴	3.889	4.45*	4.444	4.519	4.429	4.571
	3.我會主動參與團隊付出行動，並積極協助團隊發展	3.833	4.35*	4.222	4.593*	4.286	4.286
	4.我能接受團隊中良性衝突，必要時調整自己的角色或行為	3.833	4.3	4.333	4.593	4.429	4.429
	平均	3.861	4.36	4.37	4.556	4.429	4.464
正向態度	1.我每天精神良好、充滿活力，保持正向態度	3.722	4.3	4.074	4.407	3.857	4.143
	2.我以正向態度面對生活，並承認與接受不同面向的自己和別人	3.889	4.4*	4.259	4.519	4.143	4.429
	3.我能積極投入學習，以培養自己的應對進退能力	3.778	4.3*	4.185	4.556*	4	4.143
	4.遇到問題我勇於面對，不逃避	3.833	4.2	4.222	4.37	4	4
	5.凡事樂觀進取，並樂於助人	3.833	4.4*	4.259	4.556*	4	4.429
	平均	3.811	4.32	4.2	4.481	4	4.229

備註：表格中紅色數字且有*代表經無母數分析後，在 95%信賴水準下，前/後測具顯著差異

由表 1 之數據可分為兩部分來分析檢討，第一部分是 108-109 學年度的物流績效評估與管理課程，實踐對象均為大學部三~四年級學生；第二部分則是決策分析課程，實踐對象為研究所碩士班學生。以物流績效評估與管理課程之學生前/後測自評結果顯示，不論以問題解決、溝通表達、團隊合作、正向態度四大構面之平均值，或是以每個題項之平均值來做比較，後測均比前測高，顯示學生在經過 18 週課程訓練中對自我的肯定度及自信心都提高了。以 W-符號等級檢定(Wilcoxon signed rank test)之無母數分析結果，表 1 中紅色數字且有*代表經無母數分析後，在 95%信賴水準下，前/後測具顯著差異。

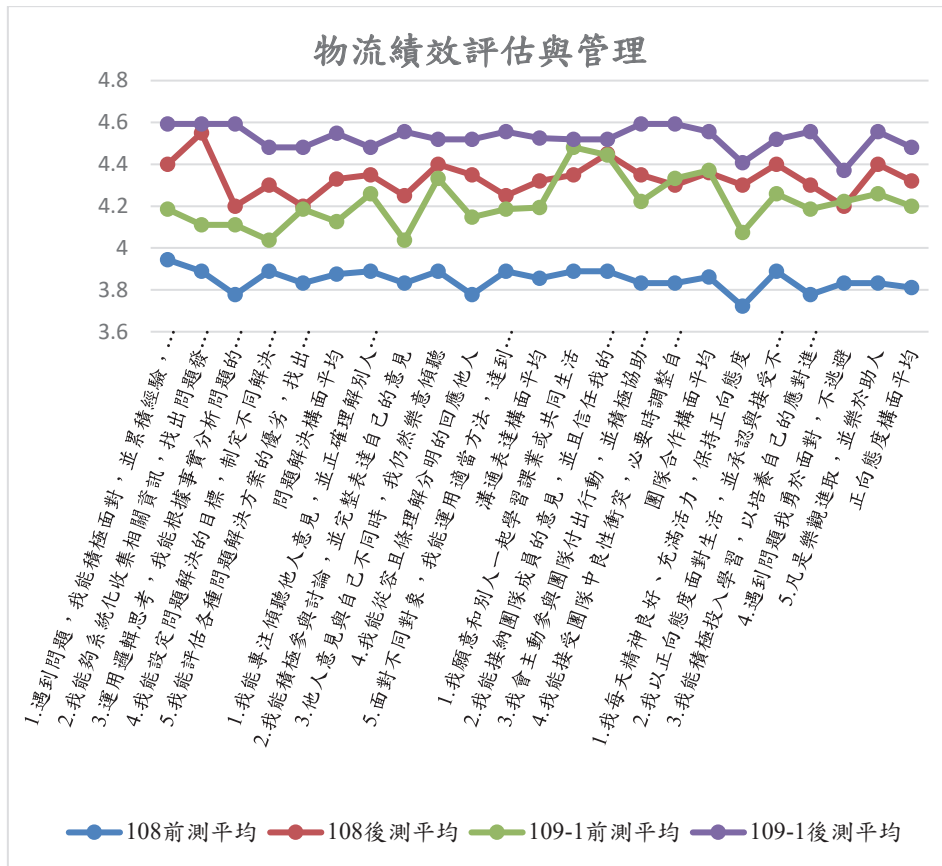


圖 4. 108-109 年度物流績效評估與管理課程態度量表分析比較圖

以表 1 之數據搭配圖 4 之 108-109 年度物流績效評估與管理課程態度量表分析比較，更明顯看出有了 108 學年度的經驗，經過將教學實踐更具體化之教學互動六部曲的執行，109 學年度教學實踐成效更優化。在問題解決構面，學生在積極面對問題、系統化收集相關資訊、累積經驗處理問題及評估各種問題解決方案優劣方面連續 2 年均具顯著差異，在運用邏輯思考、根據事實分析問題關鍵及設定問題解決的目標、制定不同解決方案則僅有在 109 學年度具顯著差異，但在 108 學年度時雖未具顯著差異，惟依前/後測之平均值來看，後測之平均值仍高於前測。在溝通表達構面，學生在積極參與討論、能從容且條理解分明的回應他人方面連續 2 學年度均具顯著差異，在能專注傾聽他人意見並正確理解別人意思、接受他人意見、運用適當方法與不同對象溝通雖未具顯著差異，惟依前/後測之平均值來看，後測之平均值仍高於前測。在團隊合作構面，學生能主動參與團隊付出行動，並積極協助團隊發展連續 2 學年度均具顯著差異，但在和別人一起學習課業、接納團隊成員的意見且信任夥伴方面反倒是在 108 學年度具顯著差異，而在 109 學年度則是未具顯著差異，惟後測之平均值仍高於前測。在正向態度構面，學生在能積極投入學習、凡事樂觀進取樂於助人方面連續 2 學年度均具顯著差異，但在以正向態度面對生活、遇到問題能勇於面對不逃避、每天精神良好保持正向態度方面則未具顯著差異，惟後測之平均值仍高於前測。

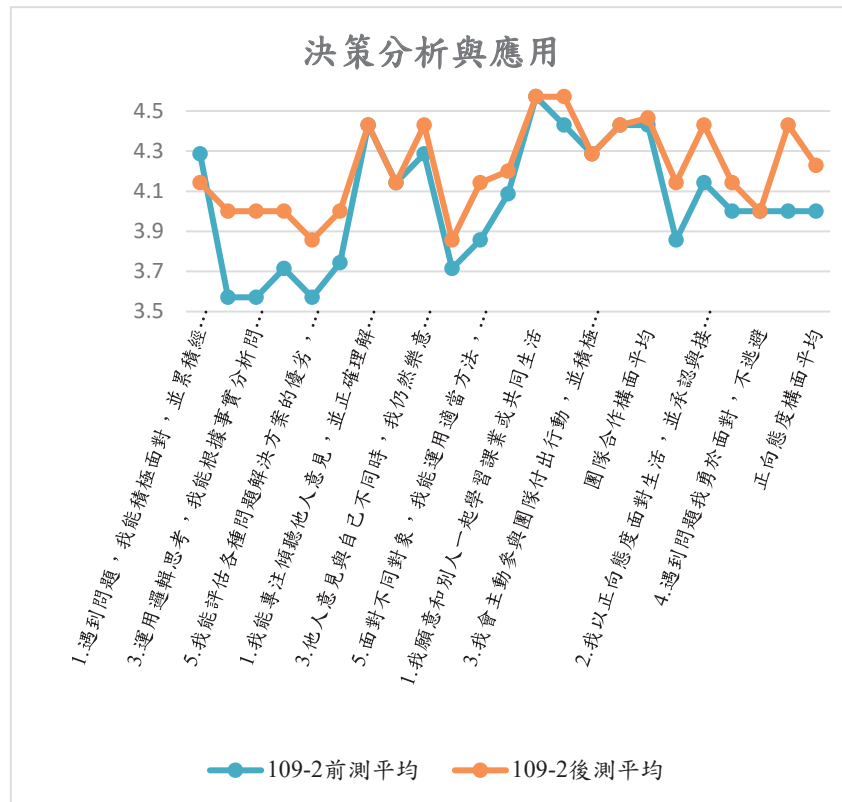


圖 5. 109 學年度決策分析與應用課程態度量表分析比較圖

以決策分析課程之分析結果而言，搭配圖 5 之 109 學年度決策分析與應用課程態度量表分析比較，就各構面及各題項之前/後測的平均值來看，大致後測之平均值仍高於前測；惟有在「遇到問題，我能積極面對，並累積經驗，處理問題」這個題項是後測低於前測。在應用 W-符號等級檢定(Wilcoxon signed rank test)之無母數分析結果，在 95%信賴水準下，前/後測均不具顯著差異！主要原因是該課程為研究所課程，修課人數為 9 人，也就是說實驗樣本數僅為 9！故本研究針對修課同學再進行逐一訪談。依據數據之細部分析發現，就問卷中之每個題項而言，約有 35%-40%同學其後測結果是高於前測，但其餘同學則是前/後測持平狀況。由於這門課是研究所課程，修課同學均為碩一研究生，經由課餘時間之逐一訪談，發現同學現正處於摸索研究主題、蒐集相關文獻、與指導教授溝通之適應期，故導致在態度自評結果中僅有 35%-40%同學的自我肯定是有提升的。

二、創新教學方式滿意度分析

針對學生對於創新教學方式之滿意度分析結果如表 2，由於本研究蒐集兩學年度教學實踐研究成果，由表二顯示不論是大學部同學或是碩士班同學，學生對於課堂上融入 LINE@的一對一即時解惑、集點卡活動、翹課金牌優惠卡、Kahoot!平台於課堂上小考的限時搶答、Quizizz 增加在課後複習的機會之平均滿意度均在 4.5 以上，顯見學生對於這樣的數位互動方式具高度

肯定。唯有在 CHUMoodel 的同儕互評滿意度介於 4.1~4.5 之間，尤其是 109 學年度第 2 學期的決策分析與管理課程，經訪談修課之碩一學生，大部分同學表達自己仍在摸索碰撞期間，較難表達同儕間之評語。

表 2. 創新教學方式滿意度分析

創新教學方式	滿意度		
	108	109-1	109-2
1.我喜歡 LINE@的一對一提問，可以單獨在線上跟老師發問，不必等到上課	4.60	4.793	4.714
2.我覺得集點卡活動有趣，能讓我更投入上課學習	4.60	4.586	4.714
3.我覺得翹課金牌優惠卡蠻創新的，增加上課刺激歡樂性	4.55	4.517	4.857
4-1.我覺得使用 Kahoot! 平台於課堂上進行小考，刺激有趣		4.690	5.000
4-2.我覺得 Quizizz 可增加在課後複習的機會，加深學習知識的印象又可加分	4.70	4.724	4.857
5.我喜歡 CHUMoodel 的同儕互評，可表達自己的看法及建議	4.50	4.345	4.143
6.請說出對這學期這門課的感想或建議： _____			

三、教師教學反思

為鼓勵同學勇於提問，過去曾採用 line 群組，做為班級經營及即時解惑的平台，但曾發生同學礙於在群組提問，怕其他同學會認為是過於簡單的問題而放棄提問。108 學年度改採用 LINE@作為班級經營及即時解惑的平台，同學提問可為一對一，也就是只有老師看到且可即時回覆，同學提問的次數較以往多。此外，搭配 LINE@的群發訊息及集點卡的設計，本課程亦做到讓同學於課前預習講義，當講義上傳到 CHUMoodel 平台後，即以群發訊息公布搶答題目，並約定搶答時間，以時間快且排名在前 10%者可獲 1 個點數，來鼓勵同學課前預習講義，由於主要訴求是讓學生先瀏覽講義，搶答的題目答案就在講義中，故同學普遍願意課前預習講義找答案搶答。

本課程的訴求是給予學生正確的專業觀念及如何選用適當的研究方法，確實達到績效評估與管理/決策分析的目的。融入數位 Quizizz 遊戲式測驗，提升學生課後練習的意願，且以最高分數為學期末的評分依據，大部分同學都願意重複練習至 100 分為止，確實達到加深同學正確績效評估觀念的目的。本研究於教學實踐第二學年度再增加應用 Kahoot!平台於課堂上小考的限時搶答，增加小考的趣味性，讓同學用手機即可隨時作答，提升同學學習意願，達到隨時隨處學習的目標。

四、學生學習回饋

由本計畫設計之創新教學方式滿意度問卷之最後一題，請同學說出對這學期這門課的感想或建議，大多數同學對於創新教學方式、業師專業講座、實習場域體驗學習持正面看法，例如：

1. 透過一些創意的教學方式利用遊戲、搶答方式使學生認真上課。
2. 老師的用心教導，讓我們了解到使用程式與法則去整理大量的資料，受益良多！
3. 期末報告跑不出時很想放棄覺得好困難，但是最終還是跑出數據來了！！出來那一刻很有成就感。
4. 後來礙於疫情的關係不得不線上教學，反而會覺得比較難懂一些，但是可以透過預錄影片複習也不錯！很感謝老師的教學。
5. 老師的上課方式運用各種數位媒體，非常多元有趣。
6. 有校外教學真的很開心，可以去很多地方參觀。然後又有請業師來演講，可以學習很多。
7. 老師的上課風格不會很枯燥乏味，蠻有趣的。
8. 認識 AHP、ANP、DEA 這些評估準則 我認為這些很棒 對未來專題或是論文很有幫助。

伍、結論與建議

透過不斷精進課程內容的設計、靈活搭配各類數位互動平台於課前預習、課中搶答、課後複習，採專案導向學習讓同學做中學、練習團隊合作，再搭配企業場域體驗及業界菁英講座，讓同學與實務接軌。本研究提出四點：

一、增加師生在課堂中之互動，確實提升學生學習意願，達成預期之學生學習成效

採用在全校之教學環境中所提供之 IRS，結合學校原有之 CHUMoodle 系統進行互動式教學，輔以 LINE @、Kahoot! 及 Quizizz 數位互動方式，確實能提升學生之學習意願，進而提升學生之學習成效及教師之教學成效。

二、因應企業之發展新趨勢，發揮創新創意，尋求最適解方

課程內容的設計及案例的分享需能跟上實務界的脈動，隨著企業之發展新趨勢，重新編修國內外案例分享內容，讓學生的學習與實務界同步，彌平學用落差，是非常重要的。

三、邀請業師協同教學搭配同學至實務場域實地體驗，盡力彌平學生之學用落差

為促使同學接觸實務，本研究特別規劃邀請運輸業及科技業之業界菁英至課堂中進行專業講座，分享實務上曾遭到的困境及所採取之因應措施。考

量智慧運輸已成為趨勢，未來又將如何改變策略，以提供乘客最迅速快捷的服務為目標。本研究帶領同學至桃園國際機場、台北捷運高運量行控中心、台鐵富岡機場、淡海輕軌進行場域體驗學習。藉由同學與實務場域主管進行面對面的討論，讓同學能更瞭解實務的脈動，對學生了解實務的發展是有助益的。

四、多元評量方式蒐集學生表現數據，有利後續分析，提升教學成效

本研究之評量方式包括：自我評估及省思(前、後測量表)、數位即時回饋系統(Line@、Quizizz、Kahoot!、IRS)數據之統計、問題討論與解惑(IRS、CHUMoodle 即時討論區、LINE @、回饋單)、專案成果報告(CHUMoodle system 之同儕互評、教師觀察)等多項量化數據及質化資料，不僅可即時發現學習異常情況，即時進行課後輔導，量化數據透過無母數分析，也可了解同學在修課前後的改變；相關質化資料亦有利於後續課程內容之調整參考，研究結果可作為後續相關課程設計之參考，持續提升教師之教學成效。

致謝

本研究感謝教育部提供教學實踐研究資源，研究計畫編號：PBM1080382 及 PBM1090722。

參考文獻

- [1] Aranzabal, A., E. Epelde, M. Artetxe. (2022). Team formation on the basis of Belbin's roles to enhance students' performance in project based learning. *Education for Chemical Engineers*, 38, pp. 22-37.
- [2] Atkinson, J.W. (1964). *An introduction to motivation*. Van Nostrand.
- [3] Barrows, H. S. (1985). How to design a problem-based learning for the preclinical years. New York, NY: Springer.
- [4] Barrows, H. S. (1986). A taxonomy of problem-based learning Methods. *Medical Education*, 20, pp.481-486.
- [5] Herpratiwi & Tohir, A. (2022). Learning interest and discipline on learning motivation. *International Journal of Education in Mathematics, Science, and Technology (IJEMST)*, 10(2), pp. 424-435.
- [6] Keller, J.M. (1983). Motivational design of instruction. In C. M. Reigeluth (Ed.), *Instructional design theories and models: An overview of their current status*. Hillsdale, NJ: Lawrence Earlbaum Associates.
- [7] Keller, J. M. (1984). The use of the ARCS model of motivation in teacher training. *Aspects of Educational Technology*, 17, pp.140-145.
- [8] Keller, J. M. (1987). Development and use of the ARCS model of instructional design. *Journal of Instructional Development*, 10(3), pp.2-10.

- [9] Kyei-Blankson, L., Ntuli, E. & Donnelly, H. (2019). Establishing the Importance of Interaction and Presence to Student Learning in Online Environments. *Journal of Interactive Learning Research*, 30(4), pp. 539-560.
- [10] Michaelsen, L. K., Knight, A. B. and Fink, L. D. (2004). *Team-based learning: A transformative use of small groups in college teaching*. Sterling, VA: Stylus Publishing.
- [11] 王振世、陳芃婷，大學教師績效評量模型之建立：以新竹某國立大學為例，科技管理學刊，10(3)，pp. 121-152 (2005)。
- [12] 史美瑤，以學生學習為中心的教學：團隊導向學習法，評鑑雙月刊，38，pp. 29-32 (2012)。
- [13] 李坤崇，問題導向學習的特色與模式，教育研究期刊，220，pp. 104-114 (2012)。
- [14] 李世中、徐瑜璘，網路教學互動討論方式之介面設計與發展，教育資料與圖書館學，41(3)，PP. 389-404 (2004)。
- [15] 林俊瑩、劉佩雲、高台茜，兼顧「學生學習成效」導向的大學教學評鑑量表發展與課程實施效率之評估，課程與教學季刊，18(4)，pp. 107-135 (2015)。
- [16] 徐臨嘉，發展簡易有效的模式評估教學成效，黎明學報，27(1)，pp. 1-8 (2016)。
- [17] 葉丙成，為未來而教-葉丙成的 BTS 教育新思維。台北市：天下雜誌股份有限公司 (2015)。
- [18] 楊喬涵，「專題導向學習」策略應用在商業概論課程教學之行動研究-中等教育；59(1)，pp.110-128 (2008)。
- [19] 劉鼎昱，網路學習環境之互動性對大學課程學習成效之影響，嘉南學報，33，pp. 429-446 (2007)。
- [20] 劉旨峰、簡佩芯，非同步討論區與形成性教學評鑑之個案探討，數位學習科技期刊，1(2)，pp.112-126 (2009)。
- [21] 陳昭儀，創造利課程授課教師教學理念之研究，資優教育研究，7(1)，pp. 71-84 (2007)。
- [22] 陳勇全、廖冠智，昆蟲知識學習之虛擬實境教材設計與 ARCS 探究，數位學習科技期刊，5(1)，pp.51-68 (2013)。

A Study on Integrating Teaching Innovation Methods to Enhance Students' Learning Motivation and Learning Effectiveness — Case of Multi-criteria Decision Analysis and Application Series Courses

Ling-Feng Hsieh*

Distinguished Professor, Department of Business Administration, Chung Hua University

Abstract

This study adopts two courses including multiple Criteria Decision Making and Application, and logistics performance evaluation and management. This series of courses combines theory and application to develop students' skills in decision analysis and theoretical derivation to help students understand the application of relevant cases and decision analysis. There will be substantial benefits for students facing management problems in the future. With the development and popularity of information technology, and flipped classrooms in education revolution, various digital learning rise and become popular trends. Therefore, this study aims to explore innovative interactive methods including Zuvio, Kahoot!, Quizizz and LINE @ to improve students' interest in learning and participation. Combined with the practical teaching in the corporate field and cases sharing to enhance the learning intention and effectiveness of the classmates. This study aims to nurture students with a positive attitude and the ability of problems solving, teamwork, innovation, and communication. Student self-assessment is by questionnaire in the first week of class. As the course activities progress, students' performance data will be collected through digital interactive feedback system. Use LINE@ one-on-one immediate tutoring, keep abreast of the student's learning situation, and then apply the self-assessment questionnaire in the last week of the course. Apply statistical analysis to understand the differences between students in self-affirmation, learning attitude and learning outcomes. Finally, the project proposes corresponding suggestions for the problems encountered in the course of the research, for the reference of future related courses.

Keywords: Teaching innovation, Digital Interactive Response System, Learning Motivation, Learning Effectiveness

* Corresponding author
E-mail: lfhsieh@chu.edu.tw

山葵幼苗培育之商品化準則之探討

賴春美¹ 鄭儀婷^{2*}

¹ 遠東科技大學行銷與流通管理系

^{2*} 遠東科技大學行銷與流通管理系

摘要

曾為阿里山農民帶來極高產值的山葵，因為水土保持與環境問題，林務局於 2017 年全面收回土地，因而讓許多葵農頓失經濟命脈。為此，林試所提出適合較低海拔種植的綠梗山葵作為替代品。綠梗山葵是種子育苗，但目前種植技術發芽低，幼苗培育是發展山葵產業的重要因素之一。本文以綠梗山葵幼苗培育之商品化為主題，應用分析網路程序法(Analytic network process, ANP)進行綠梗山葵幼苗培育之商品化準則與次準則的評估及排序。經由文獻探討與專家訪談，本研究提出綠梗山葵幼苗培育商品化的 3 個準則，分別是行銷策略、技術授權及專利商品化，每個準則下有 3 個次準則，進行專家問卷調查及 ANP 分析。研究結果顯示，綠梗山葵幼苗培育商品化準則重要性依序為行銷策略、技術授權、專利商品化。研究結果可提供業者在綠梗山葵幼苗商品化的決策參考，期能幫助山葵產業在臺灣的永續發展。

關鍵字：山葵、商品化、網路程序分析法、行銷策略

* 通訊作者

E-mail: qwe7992640@gmail.com

壹、前言

山葵被譽為綠色黃金，在台灣以阿里山地區的林下種植最為成功。阿里山的山葵以種植紅梗山葵聞名，每年外銷到日本、美國等國家，售價甚至達到每公斤新台幣400元，小小一株價值不斐，所以擁有綠色黃金之稱[20、32]。但栽種紅梗山葵因為國有林地所有權、水土保持與環境問題等問題，土地由林務局全面收回，因而讓許多以種植山葵維生的葵農頓時失去經濟依靠[8]。財政部關務署[10]資料顯示，在民國100年前後，每年生鮮山葵出口量可達25,000公斤以上，外銷數量非常可觀。但因林班地收回問題造成出口量大幅下降，民國106年生鮮山葵出口量僅有792公斤，紅梗山葵產業宣告結束。

為帶給台灣山葵產業另一個選擇，林務試驗所提出了較適合低海拔栽種的綠梗山葵做為替代品。綠梗山葵種植環境為海拔1,000公尺-1,500公尺，需要在潮濕、早晚差大且少量陽光照射的地帶，如阿里山便具有環境優勢。不同於紅梗山葵以分株苗種植，綠梗山葵是使用種子育苗。雖然種子育苗較不會從母株遺傳疾病，但種子發芽率太低、育苗不易、需較長時間育苗[30]。因此如果可以提高綠梗山葵的種子發芽率，將可以打開山葵產業在臺灣永續發展的另一扇窗。

葉守禮[18]認為一項作物將其成功商品化後，對於小農會帶來怎樣的影響，文中提到無論過去還是現在，家庭制度就是小農經濟的核心。因此可以得知當政府下令禁止栽種紅梗山葵後，斷了原本葵農們的民生經濟，讓葵農們失去經濟支柱將會對他們產生的影響將會有多大。本研究探討以專利技術提升綠梗山葵幼苗的發芽率，降低幼苗培育時間成本以及種植成本，以利於綠梗山葵幼苗商品化，並向在地葵農進行推廣的重要準則進行評估。因為山葵幼苗培育之商品化為具有多個評估準則的決策問題，對此，本研究將探討應用分析網路程序法(Analytic Network Process; ANP)，探討綠梗山葵幼苗培育之商品化準則，並計算其相對影響關係。研究結果預期可提供業者在綠梗山葵幼苗商品化的決策參考，以幫助山葵產業在臺灣的永續發展。

貳、文獻探討

山葵生長在潮濕、溫差大、且需少量陽光照射等地帶。阿里山具有得天獨厚的環境優勢，也因此阿里山的山葵赫赫有名，是觀光客前往阿里山時必買的伴手禮之一。此外，阿里山的山葵也是每年外銷日本與美國等國的熱門品項。山葵在國際市場屬於售價高昂的調味食品，其根、莖、葉皆可食用，且成分對人體呼吸、消化循環、營養、生殖五大系統都具有良好功用，因此山葵售價極高，也因此山葵被譽為「世界上最賺錢的蔬菜」[20]。

台灣山葵主要品種為紅梗山葵，每公頃產量約4,000公斤，產值約新台幣120萬元，可謂高經濟價值作物，也是阿里山鄉民主要收入來源之一[15]。

但是種植山葵是件非常龜毛的事情，除須在海拔 2,000 公尺以上地區栽種。種植時需先將原有的植物清除，並且透過整地讓土壤保持疏鬆肥沃才能在此地種植山葵，但這造成了嚴重的水土保持，為了維護環境林班地早在 1989 年 3 月 17 日訂定「玉山林區管理處阿里山地區山葵管理暫行要點」將山葵視為森林副產物管理，依要點辦妥切結者為 80.6ha。由於國民政府來台後這些土地才被劃為國有林地，對於早已在此地依靠山葵維生的居民來說，並不是那麼容易，所以並沒有強制執行。

到 1997 年，阿里山種植山葵已經達到 600 公頃，政府不得不強制執行規定。所以經過農委會、省政府相關單位、林務局及嘉義林區管理處等單位多次的開會討論，終於決定「國有林班地濫植山葵的問題」，務期於 1997 年 9 月底前，由濫植人將濫植山葵自行採收並拆除一切設施後，林地收歸林務局，墾民不得要求任何補償。終於在 2017 年 12 月 31 日種植山葵的林班地全數收回，也宣告台灣阿里山紅梗山葵產業走入歷史 [15]。

但其實只要在海拔 1,200 公尺合法種植，山葵產業仍有發展。所以林試所透過植物工廠的概念，控制溫度、濕度、日照、成功開發出平地山葵的技術，並且只需要半年的時間就能長出 186 片葉子，野生的話則需要 8 個月。透過無菌組織培養，也解決了原本野生會產生的軟腐病以及黑腐病造成的原因。但由於這種平地溫室，山葵一坪就需投入 2 萬元，若要賺錢至少需投入 900 坪甚至更多，對於一般農民恐難以負擔[2]。

為此林業試驗所提出適合較低海拔種植的綠梗山葵作為替代品。紅梗山葵與綠梗山葵的差異為：紅梗山葵在生長環境上需在海拔 2,000 公尺以上且陰涼潮濕地才適合栽種，其成長週期需 14 至 18 個月不等，以分株種植方式進行栽種，易有從母株遺傳疾病風險存在。相較之下，綠梗山葵需在海拔 1,000 公尺以上高山進行栽種即可，雖然也需在陰涼潮濕地進行栽種，但相較於紅梗山葵更為耐熱，而種植地區也更為寬廣。綠梗山葵成長週期只需 8 至 9 個月；種植方式以種子育苗方式進行栽種，免去從母株遺傳疾病風險，對環境影響程度也較低，成為紅梗山葵最佳替代品。

但綠梗山葵是使用種子育苗，其缺點為種子發芽率太低、育苗不易、需較長時間育苗，因此種苗成本即成為綠梗山葵產業在原鄉推廣成功的關鍵因素之一。因此，本文以綠梗山葵幼苗培育之商品化為目標，探討在幼苗培育及推廣的關鍵因素。其中以綠梗山葵培育技術套用在綠梗山葵幼苗上，目的是為了提升發芽率並降低種植成本，也透過此技術將原本不穩定的發芽率提升做為討論的準則。因此，準則中除了行銷策略外，也有專利商品化及技術授權。

商品化是將一項物品藉由自己的手法來去做販售並以金錢作為等價交換。隨著時代的進步，許多東西都需要改變來求進步，王雪筠在 2016 年的研究中使用了[4]認為逐漸沒落的民族手藝需要靠創新的技術或是樣式進行改變使其推陳出新，只為使民族記憶不被世人遺忘。王俊程[3]則提出將資訊商品其目的乃是滿足消費者的決策需求，與傳統提供內容為主的內容型資訊

商品(如音樂,新聞、軟體等)。盧祥華[36]將原創設計商品化,並且進行實務與驗證,主要是探討實體模型情境攝影的重要性與內容、訂價討論、產品發表及使用者導向的體驗回饋問卷調查。商品化應用研究,如:周國村、袁建中[12]提到,將球員的運動球衣進行商品化並行銷,看中球迷想要追隨自己所崇拜的球星所以會願意購買他們的週邊商品。賴春美、吳婉婷、林純純[37]使用 FANP 法來對養生茶進行商品化研究。藉由前面所舉的例子,因此我們也希望能夠藉由 ANP 法探討綠梗山葵幼苗商品化的準則,以作為推廣時的依據。

參、研究方法

層級分析法(AHP)為 Saaty 於 1971 年所提出一套決策方法,AHP 將問題予以分類,由高層次而低層次以垂直關係展開,各層或各要素之間都具有獨立性後,再進行量化的比較評估[1]。因為在 AHP 中,問題相互間只有獨立性並無關聯性,所以 Saaty 在 1996 年進一步提出 ANP 法。

第一節、網路程序法 (Analytic network process, ANP)

層級分析法(Analytic hierarchy process, AHP)是由 Saaty 在 1971 年發展的決策方法,主要是應用在多個評估準則的問題。在假設變數間相互獨立下,利用階層架構方式與兩兩成對比較,讓決策者能有效做出決策。

對於處理變數有相依關係與回饋效果時, Saaty 在 1996 年進一步提出網路程序法(Analytic network process, ANP)。ANP 有別於 AHP 在分類中的個別獨立性。ANP 保留 AHP 的優點,並考慮變數間的相依性以及回饋性,以兩兩成對比較方式進行重要性比較,再經由計算以評估變數權重。ANP 法也被形容為「最接近人類思考模式的方法」。周國村、袁建中[12]提出 ANP 的特點為簡化複雜問題、將要素進行分解、要素彼此間具有相關性,並可回饋到整體結構、運用於不確定情況下、及具有多評估準則的非線性的問題。

ANP 法被廣泛地運用,余強生 2005 年在使用 AHP 為基礎的群體決策法去評估與選擇行銷策略研究中,以 AHP 法為基礎,延伸 ANP 法後去評估選擇決策[7]、胡宜中在 2016 年以 ANP 法在運用網路分析程序法評選華汽車電動機車通路經銷商進行研究,王仁宏、張志仁、張佳縈 2016 年也運用網路分析程序法評選華汽車電動機車通路經銷商[17]與鄭永祥 2009 年在網路分析程序法之理論與應用[35]研究中,將 AHP 與 ANP 進行比較更能夠讓人加速明白兩者的一優劣,還有像是吳仁明[8]、黃宇晨、林谷鴻等人[24]、葉子明[28]、謝佩伶[28],分析後權重的比例作為判斷的依據。所以本文應用 ANP 為綠梗山葵幼苗進行商品化準則及其相對關係之探討,以提供推廣給在地葵農之參考。

本文ANP步驟如下[12]：

- 步驟 1、確定問題和建立架構。
- 步驟 2、專家問卷設計及發放。
- 步驟 3、建立成對比較矩陣及計算特徵值與特徵向量。
- 步驟 4、一致性檢定。
- 步驟 5、超級矩陣運算。
- 步驟 6、準則/次準則重要性排序。

第二節、準則及次準則說明

要將一項商品發行於時除了必須掌握該商品的相關知識，其中相關知識更涵蓋技術知識及市場知識，但為預防商品被模仿而導致原商品損失原有的獨特性與在市場的獨佔性，本文提出的第一個準則是「專利商品化」，其下「技術價值」、「智財權應用價值」及「商業價值」三項次準則。在一項專利商品將要發行於市場時，必須取得屬於該項專利商品的權限，以便保障技術所有權人不損失其效益，因此將「技術授權」列為此研究之第二個準則，其下「技術競爭分析」、「市場分析」及「技術授權的模式」三項次準則。最後，為達到推廣效果、鼓勵農栽種此山葵品種便將「行銷策略」列為準則三，裡頭涵蓋「產品特性」、「通路」及「購買意願」三項次準則。

各準則及次準則詳細說明如下：

準則一、專利商品化

吳佳芳 [9]提到專利是現在智慧財產競爭優勢之一，也是適合衡量是否屬於高科技產業的衡量之一。顯示在現在知識經濟時代下，專利的可貴之處，因此本研究將「專利商品化」列為準則一。

技術價值：在此準則中李培如[10]認為我們要充分運用智慧財產權才是保護研發科技的智慧財產權為首要之道。而本研究認為技術價值與智財權應用價值之間是相輔相成的，所以將「技術價值」列為次準則一。

智財權應用價值：也有學者表示現正全球經濟邁入知識經濟時代，智慧財產權扮演的角色愈發重要。以國家為例，一國擁有的專利權數目愈多，代表該國知識經濟競爭力愈高。[34]。因此本研究將「智財權應用價值」列為準則二。

商業價值：在提出前兩項準則如同[21]賦予平凡的農產品一種新的生命。因此本研究也希望能夠藉由此例讓農了解不管是過去、現在還是未來山葵都是極具市場價值之物品，因此本研究將「商業價值」列為準則三。

準則	參考文獻	次準則	參考文獻
專利商品化	吳佳芳[9]、 賴春美、林純 純、吳菀婷[37]。	技術價值	李培如 [10]
		智財權應用價值	蔡緒浩 [34]
		商業價值	陳迦陵 [21]

準則二、技術授權

一項專利商品要發行到市場上必須經過技術授權才能發行於市場，經過技術授權後的商品也可免於陷入技術所有權的風波，其中本研究在技術授權下的次準則分別是技術競爭力分析、市場分析及技術授權的模式。

鍾尚宇[38]裡頭提到一項創新技術將要授權給其他公司時，其授權模式相當重要外，將會關連到公司生產新的產品和服務。因此在看到技術在一項產品當中的重要性後，便將「技術授權」列為準則二。

技術競爭分析：王筱評[5]認為技術專利廠商收取專利授權金的方式包含：單位權利金(royalty)、固定權利金(fixed-fee)、兼收單位權利金及固定權利金(即兩部訂價 two-part tariff) 2 等。因此本研究認為在進行技術授權後我們必須考量到該技術對於市場能帶來的效如何，面對競爭時其優勢又是如何，因此在次準則上提出「技術競爭分析」。

市場分析：龔芳儀[39]認為新產品發展團隊可藉由本身所擁有之技術知識，辨識市場新的契機，亦或是藉由全新的技術知識發展市場尚未出現之新產品，透過此技術知識善加利用並為組織帶來價值、創造機會。因此，本研究在技術授權準則裡提出「市場分析」之次準則。

技術授權的模式：最後，本研究也透過研究林文鼎[13]了解對於當中所用到技術，涵蓋授權、併購、其他中介方式，如合資、策略聯盟、甚至融資等。因此將「技術授權模式」列為次準則三。

準則	參考文獻	次準則	參考文獻
技術授權	鍾尚宇 [38]	技術競爭分析	王筱評 [5]
		市場分析	龔芳儀 [39]
		技術授權的模式	陳迦陵 [21]

準則三、行銷策略

在面對不同情況，商人們皆可提出各種行銷模式，以因應快速變遷的社會。如周文富[11]其中一種，認為「知識經濟」的時代，終身學習已經成為一股銳不可擋的趨勢，不管是學校教育或是在職訓練，資訊科技應用在學習產業更是一條必行之路。因此也得知「終身學習」即是面對現今社會的行銷策略。還有美國行銷協會(American Marketing Association, AMA)[16]在2017年定義「行銷是透過創造、溝通與傳送價值來交換，以使顧客、夥伴和社會都能受益的一種活動、組織功能與程序。」，因此，本研究將「行銷策略」列為準則三。

本研究將利用這份研究結果鼓勵農栽種綠梗山葵，為台灣的山葵產業在開啟新的一扇窗，所以綠梗山葵即是我們鼓勵農栽種時的產品。因此在產品準則下我們提出了三項的次準則，分別是產品特性、通路及購買意願。

產品特性：吳仁明[8]針對各個不同市場特性所去創造試航該的的行銷策略，

如在牡丹鄉就會依該的特掃去進行行銷，像是咖啡、高山茶、高麗菜等，都是根據個個區域不同特的色進行行銷。因此本研究也將「產品特性」列為此準則之次準則一。

通路：黃維揚[25]再透過研究表示，在現今的社會上若能掌握良好的通路，將能更貼近消費者，而通路彼此更是環環相扣的，在通路裡任何一位成員都牽連著彼此。因此，在這樣的研究下，本研究將「通路」列為行銷策略準則中的次準則二。

購滿意願：林秋鳳[14]表示現代人追求產品品質層次越來越高，不僅追求吃得安心、用得安心外，對食品安全上更加注重，其中在農產品上對農藥殘留量多寡成為現正最關心議題，上述這些都攸關消費者在選購產品時的購買意願，因此本研究將「購買意願」列為次準則三。

準則	參考文獻	次準則	參考文獻
行銷策略	美國行銷協會 [16]、何英香 [6]。	產品特性	何英香 [6]
		通路	黃維揚 [25]
		購買意願	林秋鳳 [14]

肆、結果與討論

第一節、結果

本文應用 ANP 進行綠梗山葵幼苗培育之商品化準則的探討，進行步驟如下：

步驟 1、確定問題和建立架構。

參考相關文獻及專家意見之結果，研究目標為建立「地方創生之綠梗山葵幼苗培育之商品化準則」，並彙整出 3 項準則：專利商品化(C1)、技術授權(C2)、行銷策略(C3)，每一個準則下各有 3 項次準則，說明如下：

準則 1、專利商品化[20] [27]。

商品化是否可以成功取決於市場模式，實現該項商品所需要的成本以及該項商品量產的模式。本研究在專利商品化準則之下的次準則分別訂定為技術價值、智財權應用價值、商業價值，說明如下：

技術價值：進行專利商品化前必須先考量技術價值。技術價值指的是一項經過多方評估後才能真正進入市場，其中裡頭需考量技術的創造性、生產性、成本費用等 [32]。

智財權應用價值：全名為「智慧財產權應用價值」。指綠梗山葵的生產條件、產品信用及有利的條款結構以及交互授權關係結構。讓葵農對這些有一定的了解後也能保障葵農在進行栽種時的利弊分析。

商業價值：指推廣綠梗山葵的市場結構與規模結構、預期市場與市場接受度及市場擴散力與促銷力。進行綠梗山葵的推廣時，將會告訴葵農種植綠梗山

葵的價值，而且在栽種綠梗山葵時又能帶來多大的市場價值，期望有利於鼓勵葵農栽種綠梗山葵。

準則2、技術授權

一項專利商品要發行到市場上，必須經過技術授權才能發行於市場，經過技術授權後的商品也可免於陷入技術所有權的風波。專利商品化教育宣導網[27]。本研究在技術授權下的次準則分別是技術競爭力分析、市場分析及技術授權的模式。

技術競爭分析 [24]：指針對綠梗山葵幼苗培育技術的內容競爭優勢進行探討。在推廣綠梗山葵幼苗時，必須先對綠梗山葵的種植技術有一定的了解，分析此技術在種植綠梗山葵的益處與優勢。之後將這些分析告訴葵農後，將有利於我們鼓勵葵農栽種綠梗山葵。

市場分析：指在綠梗山葵的市場中，因為存在著「交易不確定性」、「技術不確定性」以及「資訊矛盾性」等特性。所以容易產生資訊不對稱的情況 [27]。因此，本研究报告告訴葵農市場分析後，對於向葵農推廣綠梗山葵的栽種將是一項有利的行為。

技術授權的模式[22]：指對於綠梗山葵幼苗培育技術，包括授權、併購及其他中介方式如：合資、策略聯盟甚至融資等等。本研究認為在鼓勵葵農栽種時，了解綠梗山葵的授權模式更是一項必要的行為。

準則3、行銷策略

鼓勵葵農栽種綠梗山葵，為台灣的山葵產業在開啟新的一扇窗，所以綠梗山葵即是鼓勵葵農栽種的商品。因此在商品準則下我們提出了三項的次準則，分別是產品特性、通路及購買意願。

產品特性：綠梗山葵的產品特性是消費者選購好產品的需求因素，會去影響消費者的認知程度。當第一線的消費者對於綠梗山葵有一定的了解後，將會引發其購買綠梗山葵的情緒，間接的促進葵農栽種綠梗山葵的意願。

通路：指將綠梗山葵由製造者移轉到消費者的過程。將通路處理好後讓我們的商品不會造成商品堵塞形成滯銷，將會讓農更放心的栽種綠梗山葵，也會更有意願進行栽種。

購買意願：指消費者對於綠梗山葵的主觀購買傾向。

層級架構圖，如圖 1，準則彙整表結果如表 1。

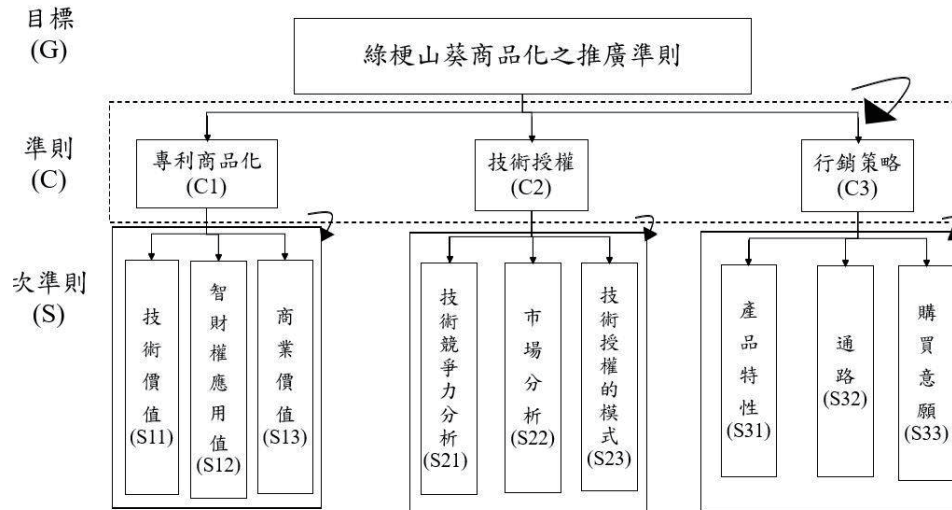


圖 1. 層級架構圖

表 1. 準則彙整表

準則	次準則	次準則說明
專利商品化 (C1)	技術價值(S11)	綠梗山葵技術創新及競爭力結構、技術支援與風險結構、技術實用性及科學引用能力結構。
	智財權應用價值(S12)	綠梗山葵的產權條件、產品信用及有利條款結構、交互授權關係結構。
	商業價值(S13)	推廣綠梗山葵的市場結構與規模結構、預期市場與市場接受度、市場擴散力與促銷力。
技術授權 (C2)	技術競爭力分析(S21)	針對綠梗山葵幼苗培育技術的實質內容進行探討研究。
	市場分析(S22)	在綠梗山葵的市場中，因為存在著「交易不確定性」、「技術不確定性」、以及「資訊矛盾性」等特性，容易產生資訊不對稱的情況。
	技術授權的模式(S23)	對於綠梗山葵培育技術，包括授權、併購、其他中介方式，例如合資、策略聯盟、甚至融資等。
行銷策略 (C3)	產品特性(S31)	指對於綠梗山葵的產品特性是消費者選購偏好產品的需求因素，會去影響消費者的認知程度。
	通路(S32)	指將綠梗山葵由製造者移轉到消費者的過程。
	購買意願(S33)	指消費者對綠梗山葵的主觀購買傾向。

步驟 2、專家問卷設計及發放

依據層級架構設計 ANP 問卷。本文共發放 13 份專家問卷，其中有關商品推廣專家 5 位、種植經驗專家 3 名、同時具有農產品銷售及種植經驗之專家 5 名，專家基本資料如表 2。

表 2. 專家基本資料

專家	專業領域	服務單位	年資
1.	農民	自耕農	50 年
2.	專員	農會供銷部	34 年
3.	農事指導員	永康區農會	14 年
4.	艾草推廣	自營商	3 年
5.	老闆	飲料店	1 年
6.	教授	科技大學	22 年
7.	研究助理	科技大學	4 年
8.	顧問	陶喜顧問有限公司	10 年
9.	經理	保險經紀人股份有限公司	10 年
10.	副理	電子支付有限公司	3 年
11.	主任	保險經紀人	3 年
12.	業務	食品公司	2 年
13.	經理	生物科技公司	2 年

步驟 3、建立成對比較矩陣及計算特徵值與特徵向量。

將 13 位專家資料對準則/次準則 i 與 j 的成對比較結果，利用幾何平均法計算為成對比較值 a_{ij} 。進行目標下準則對準則、次準則對次準則相依關係之成對比較矩陣 A ，其中 $a_{ij} = 1/a_{ji}$ 。並以成對比較矩陣，計算特徵值與特徵向量。

$$\begin{matrix}
 & C1 & C2 & C3 \\
 \begin{matrix} C1 \\ C2 \\ C3 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 1 & 0.4177 & 0.4150 \\ 2.940 & 1 & 1.0453 \\ 2.4095 & 0.9566 & 1 \end{bmatrix}
 \end{matrix}$$

步驟 4、一致性檢定。

層級間計算後得到的權重值和 λ_{max} ，計算一致性比率值 CR 值。若 $CR \leq 0.1$ ，則符合一致性。準則之一致性檢定如表 3 與次準則之一致性檢定表 4，CR 值均小於 0.1，符合一致性之標準。

表 3. 準則之一致性檢定

	權重	一致性檢定
專利商品化	0.1525	$\lambda_{max}=3.00752$
技術授權	0.3897	CI=0.00376
行銷策略	0.4578	RI=0.58
		CR=0.00649

表 4. 次準則之一致性檢定

準則	次準則	權重	一致性檢定
專利商品化(C1)	技術價值(S11)	0.08137	$\lambda_{max}=3.01584$ CI=0.007921 RI=0.58 CR=0.0137
	智財權應用價值(S12)	0.04831	
	商業價值(S13)	0.06721	
技術授權(C2)	技術競爭力分析(S21)	0.16731	$\lambda_{max}=3.04491$ CI=0.02245 RI=0.58 CR=0.03871
	市場分析(S22)	0.18218	
	技術授權的模式(S23)	0.04641	
行銷策略(C3)	產品特性(S31)	0.09572	$\lambda_{max}=3.04396$ CI=0.02198 RI=0.58 CR=0.037896
	通路(S32)	0.14134	
	購買意願(S33)	0.17016	

步驟 5、超級矩陣運算。

由步驟 3 得到的關係矩陣，經整合資料分析後、次準則之權重值。經由權重值得到透過權重值得到未加權超級矩陣、加權超級矩陣及極限超級矩陣。極限超級矩陣如表 5 所示。

表 5. 極限化超級矩陣

	G	C1	C2	C3	S11	S12	S13	S21	S22	S23	S31	S32	S33
G	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C1	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
C3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S11	0.0814	0.2558	0.0455	0.0538	0.4133	0.4133	0.4133	0	0	0	0	0	0
S12	0.0483	0.1519	0.0270	0.0320	0.2454	0.2454	0.2454	0	0	0	0	0	0
S13	0.0672	0.2113	0.0376	0.0444	0.3413	0.3413	0.3413	0	0	0	0	0	0
S21	0.1673	0.0957	0.3017	0.0768	0	0	0	0.4226	0.4226	0.4226	0	0	0
S22	0.1822	0.1042	0.3285	0.0836	0	0	0	0.4602	0.4602	0.4602	0	0	0
S23	0.0464	0.0266	0.0837	0.0213	0	0	0	0.1172	0.1172	0.1172	0	0	0
S31	0.0957	0.0363	0.0414	0.1618	0	0	0	0	0	0	0.2351	0.2351	0.2351
S32	0.1413	0.0536	0.0611	0.2388	0	0	0	0	0	0	0.3471	0.3471	0.3471
S33	0.1702	0.0646	0.0736	0.2875	0	0	0	0	0	0	0.4179	0.4179	0.4179

步驟 6、準則/次準則重要性排序。

本研究藉由專家訪談與文獻整理，歸納出綠梗山葵商品化評選準則，以網路程序分析法，確認這個目標準則的優先順序，彙整如表 6 所示。從表中得知綠梗山葵幼苗培育商品化準則之準則排序由高到低依序為「行銷策略」準則、「技術授權」準則、「專利商品化」準則，它們的權重值依序是：0.4578、0.3897 以及 0.1525。在「行銷策略」準則下，次準則的優先順序依序為：「購買意願」、「通路」、「產品特性」，其權重值分別為 0.1750、0.1413、0.0957。在「技術授權」準則下，次準則的優先順序分別為「市場分析」、「技術競爭力分析」、「技術授權的模式」；其權重值各別為 0.1822、0.0957、0.0464，最後，在「專利商品化」準則下，次準則的優先順序分別為「技術價值」、「商業價值」、「智財權應用價值」；其權重值個別為 0.0814、0.0672、0.0483。

表 6. 準則、次準則之權重及排序

準則	權重	準則排序	次準則	權重	次準則排序
行銷策略(C3)	0.4578	1	產品特性(S31)	0.0957	3
			通路(S32)	0.1413	2
			購買意願(S33)	0.1750	1
技術授權(C2)	0.3897	2	技術競爭力分析(S21)	0.0957	2
			市場分析(S22)	0.1822	1
			技術授權的模式(S23)	0.0464	3
專利商品化(C1)	0.1525	3	技術價值(S11)	0.0814	1
			智財權應用價值(S12)	0.0483	3
			商業價值(S13)	0.0672	2

本研究經 ANP 專家問卷填寫後得出的準則重要性結果，以下針對各準則說明。

1. 行銷策略：經過問卷結果顯示在應用網路程序法於綠梗山葵幼苗商品化準則時，「行銷策略」是最重要的。其研究結果顯示在行銷策略準則時，最先重視的會是購買意願，其次依序是通路及產品特性。
2. 技術授權：專家問卷結果顯示技術授權準則對於綠梗山葵幼苗培育之商品化準則而言是第二重要的，其準則之下以市場分析為主要考量。市場分析是在進行商品化時的關鍵考量，一個商品若能經過完善的市場分析將能達到將綠梗山葵商品化的最終目的，因此市場分析是在技術授權

中最重要的因素。接著是技術競爭力分析及技術授權的模式。

3. 專利商品化：在專利商品化下，技術價值中是最重要的。其研究結果顯示在專利商品化準則下，最先重視的將會是技術價值，依序是商業價值及智財權應用價值。

第二節、討論

本研究購過ANP分析法探討綠梗山葵幼苗之商品化準則之探討，也藉此研究方法提出幾點共同討論事項：

以ANP分析法進行決策之內容

ANP分析法是由AHP分析法所延伸，解決AHP分析法中階層彼此間獨立性無回歸性之問題。此研究方法在日後也被廣泛運用在各個領域，以幫助學者對該領域之探討。

其中在相似領域上以ANP分析法進行研究之文章如：

- (1) 劉耀中、林士彥、駱文斌 [33]。我國蝴蝶蘭產業價值活動之實證研究-應用網路分析程序法。該篇探討近年我國生技產業蓬勃發展，蝴蝶蘭已成我國代表性產業之一，更與我國的台灣茶、台灣鯛、芒果及蝴蝶蘭成為台灣的四大出口產品，而該如延續其優勢創造永續經營更成為主要議題。因此藉由ANP分析法探討其中關鍵價值活動。藉此分析法也發現有想蝴蝶蘭競爭優勢的關鍵價值活動為掌握市場趨勢之能力、協助優良品種參賽及參展及建立全球蘭花市場資訊等。
- (2) 廖偉博 [31]。運用網路分析法ANP評估影響購買咖啡豆之決策模式。該篇探討大眾對咖啡之喜好，作者表示現在咖啡已到人手一杯之程度，但如何有效辨別咖啡之好壞對於不論是口感還是心情上都有極大影響，因此本研究探討顧客消費者在購買時會根據何者來作為自己最好的咖啡。
最後經研究結合模糊德菲法MAXMIN法，結果得出咖啡專家都認為在購買咖啡豆前首先會先觀察豆體是否新鮮，再來才是具體來源。

伍、結論

第一節、結論

本研究參考相關文獻後，在ANP法內為應用網路程序分析法於綠梗山葵幼苗培育商品化準則之探討提出準則分別為「專利商品化」、「技術授權」及「行銷策略」。次準則分別為「技術價值」、「智財權應用價值」、「商業價值」、「技術競爭力分析」、「市場分析」、「技術授權的模式」、「產品特性」、「通路」以及「購買意願」。

經由網路程序分析法後，得知在綠梗山葵幼苗培育商品化時最主要的是「行銷策略」，其次是「技術授權」，最後才是「專利商品化」。在「行銷策略」準則裡頭，次準則重要的依序是「購買意願」、「通路」及「產品特性」。而在「技術授權」準則裡，次準則被受重視的依序是「市場分析」、「技術競爭力分析」、「技術授權的模式」。最後在「專利商品化」準則裡，次準則被重視的依序由高到低分別是「技術價值」、「商業價值」以及「智財權應用價值」。

台灣阿里山藏有許多寶藏，富含豐富天然資源讓日本人趨之若鶩，阿里山山葵更是讓人愛不釋手。在經由此研究後，得知在推廣綠梗山葵時最重要的準則是「行銷策略」，其最重要的次準則為「購買意願」，因此得知提升消費者的「購買意願」為我們的首重之重。

掌握綠梗山葵整株都有用處之習性並將其善加利用，創造其周邊商品藉此大幅提升消費者的「購買意願」，如山葵上的山葵花就是其中一種。其與山葵葉柄中間所形成的汁液，產生的獨特香味與市面上所聞之香水更顯特別，其獨特的氣味讓人難以形容，味道不刺鼻，且使人感到舒適，若將此汁液提煉，並製成香水後放到市場販售必能備受喜愛，進而提升消費者的「購買意願」。其中黃韻潔[26]提到消費者對於自身保健愈發重視，所以對保健食品的需求上漲，進而帶動購買動機的上漲，而購買動機上漲是因為消費者需求上漲所產生。

因此掌握此論點加上本研究後，便希望此研究不僅能成功讓綠梗山葵成功成為紅梗山葵的替代品，甚至藉由綠梗山葵成功為台灣的山葵產業再度開啟新的篇章，再創台灣山葵產業的綠色奇蹟，讓綠梗山葵成為名符其實的「綠金」。

第二節、研究建議

在此次研究後我們藉網路程序法（Analytic network process，ANP）了解在推廣綠梗山葵時最重要的是「行銷策略」，因此希望後續研究可以提出推廣綠梗山葵實務具體的推廣方法。

參考文獻

- [1] Satty, T. L. (1980), *The analytic hierarchy process*, New York: McGraw-Hill, p.21.
- [2] 上下游新聞，「阿里山種山葵惹議 平地植物工廠可解決？」，網址：[https://www.newsmarket.com.tw/blog/75211/\(2015\)](https://www.newsmarket.com.tw/blog/75211/(2015))。
- [3] 王俊程，「資訊之商品化：新定義與新思維」，資訊管理學報，9(S)，1-17(2002)。
- [4] 王雪筠，「土家族服飾圖案的商品化研究」，紡織科技進展，07，24-27(2016)。
- [5] 王筱評，垂直相關產業下的環保技術授權。國立高雄大學經營管理研究所(2017)。
- [6] 何英香，偏鄉農產品行銷策略之研究-以牡丹鄉為例。美和科技大學企業管理系經營管理碩士班(2019)。

- [7] 余強生，“使用 AHP 為基礎的群體決策法去評估與選擇行銷策略”，管理與系統，123-150 (2005)。
- [8] 吳仁明，“ANP-SIPA 衡量網站服務質量構面評估-以休閒農場為例，分析法(ANP)在研發專案計畫評選”，中山管理評論，22(3)，543-572 (2014)。
- [9] 吳佳芳，應用模糊分析網路程序法於專利商品化準則評估 —以專利多孔隙植栽供水系統為例。遠東科技大學行銷與流通管理系碩士班(2015)。
- [10] 李培如，創意發想專利商品化之研究-以電動輔助自行車為例。中華科技大學經營管理研究所(2018)。
- [11] 周文富，電子郵件應用在教育訓練服務的行銷策略。國立中山大學資訊管理學系研究所(2002)。
- [12] 周國村、袁建中，應用決策實驗室分析(DEMATEL)與網路層級分析法(ANP)在研發專案計畫評選。國立交通大學科技管理研究所。
- [13] 林文鼎、王俊如，知識特性與技術授權模式：資源依賴觀點。智慧財產評論，4(2)，55-77 (2006)。
- [14] 林秋鳳，屏東縣消費者對有機農產品購買意願之研究。樹德科技大學經營管理研究所(2015)。
- [15] 林喻東，“對阿里山國有林班地種植山葵的意見調查與分析”，林業研究季刊，23(3)，73-80 (2001)。
- [16] 美國行銷協會(2017)。營銷的定義。取自：<https://www.ama.org/the-definition-of-marketing-what-is-marketing/>。
- [17] 胡宜中、王仁宏、張志仁、張佳縈，“運用網路分析程序法評選華汽車電動機車通路經銷商”，台北海洋技術學院學報，7(2)，48-78 (2016)。
- [18] 徐珮瑜，牛樟芝直銷保健食品品質要素與行銷策略之研究 —一人一樹生技公司為例。嶺東科技大學 行銷與流通管理系碩士班 (2017)。
- [19] 財政部關務署，“海關進出口統計”，網址：<https://portal.sw.nat.gov.tw/APGA/GA03>。
- [20] 高飛影視星昊，“世界上最賺錢的蔬菜「800元一斤」”，網址：<https://kknews.cc/zh-tw/food/ggb3gb9.html> (2018)。
- [21] 陳迦陵，台灣農產品加值在化粧品上之應用。嘉南藥理大學化粧品應用與管理系(2015)。
- [22] 痞客邦，“【IP】一種智慧財產的特性：授權與技術移轉”，網址：<https://reurl.cc/loemY6>。
- [23] 程琪，台韓之跨國技術競爭力，孰強孰弱？。國立臺北大學企業管理學系(2016)。
- [24] 黃宇晨、林谷鴻，“使用分析網路程序法(ANP)評估招募目標的關鍵準則—以Y公司為例”，工程科技與教育學刊，8(3)，502-517 (2011)。
- [25] 黃維揚，行銷通路特性、通路策略運用與通路績效關係之研究-彩妝業實證。國立臺北科技大學工業工程與管理研究所 (2007)。
- [26] 黃韻潔，從供給與需求觀點探討中草藥保健食品之購買偏好模型-以台灣 A 養生飲品連鎖體系為例。國立高雄科技大學管理學院企業管理高階經營管理碩士在職專班碩士論文，高雄市 (2020)。
- [27] 經濟部智慧財產局 專利商品化教育宣導網，“從專利商品化角度看我國在全球佈局策略下的 專利制度與技術移轉問題”，取自：https://pcm.tipo.gov.tw/PCM2010/PCM/02_publish/publish_compete11.aspx。
- [28] 葉子明、謝佩伶，“結合 ISM 與 ANP 探索消費者選擇購買自行車之決策因素”，管理實務與理論研究，7(2)，75-99 (2013)。
- [29] 葉守禮，小農經濟現代變遷：東勢果農的商品化之路。東海大學社會學系(2015)。
- [30] 農傳媒，“「綠色黃金」山葵品種的另一選擇—綠梗山葵”，網址：<https://www.agriharvest.tw/archives/19050> (2018)。
- [31] 廖偉博，運用網路分析法ANP評估影響購買咖啡豆之決策模式。國立高雄應用科技大學工業工程與管理系 (2018)。
- [32] 劉江彬、劉文卿、張孟元，技術價值關鍵指標之研究。信息管理學報，11(2)，79-120(2004)。

- [33] 劉耀中、林士彥、駱文斌，我國蝴蝶蘭產業價值活動之實證研究-應用網路分析程序法。農業經濟叢刊，16(2)，143-182 (2011)。
- [34] 蔡緒浩，探討專利商品化的價值評估因素與發展趨勢--以新北市發明人協會為例，致理學報，185-213 (2015)。
- [35] 鄭永祥，網路分析程序法之理論與應用。國防管理學報，69-79 (2009)。
- [36] 盧祥華，原創設計〈袋椅〉商品化過程研究。大葉大學設計暨藝術學院碩士班 (2017)。
- [37] 賴春美、吳婉婷、林純純，“養生茶商品化評選準則之探討”，商管科技季刊，16(1)，1-8 (2015)。
- [38] 鍾尚宇，技術授權與貿易政策。東吳大學國際經營與貿易學系 (2018)。
- [39] 龔芳儀，技術知識、市場知識與新產品發展績效之關聯性研究。成功大學國際企業研究所碩博士班 (2009)。

A study on commercialization criteria for cultivation of wasabi seedlings

Lai, Chun-Mei¹ Cheng, Yi-Ting^{2*}

¹ Department of Marketing and Logistics Management, Far East University

^{2*} Department of Marketing and Logistics Management, Far East University

Abstract

Wasabi, which once brought high revenue to farmers in Alishan, was fully recovered by the Forestry Bureau in 2017 due to soil and water conservation and environmental problems, thus causing many farmers to lose their financial resources. To this end, the Forestry Research Institute proposed a new variety of wasabi suitable for planting at lower altitudes as a substitute. The new variety of wasabi is a seed-raising seedling, but the current planting technology is low in germination. Seedling cultivation is one of the important factors for the development of the wasabi industry. This study focuses on the commercialization of the cultivation of wasabi seedlings, and applies the Analytic Network Process (ANP) to evaluate and rank the commercialization criteria and sub-criteria of the cultivation of wasabi seedlings. Through literature review and expert interviews, this study proposes three criteria for the commercialization of wasabi seedling cultivation, namely marketing strategy, technology authorization and patent commercialization. The Results show that the importance of commercialization criteria for the cultivation of wasabi seedlings is marketing strategy, technology authorization, and patent commercialization. The results can be a reference for industry when making decision for the commercialization of wasabi seedlings, and hopefully help the sustainable development of the wasabi industry in Taiwan.

Keyword: wasabi, commercialization, Analytic network process, marketing strategy

* Corresponding author
E-mail: qwe7992640@gmail.com

創新與經營管理學刊

Journal of Innovation and Business Management

第十一卷

民國 111 年 12 月

Volume 11

December 2022

發行人／陳文淵

出版單位／國立勤益科技大學管理學院

編審單位／創新與經營管理學報編審委員會

編輯委員會：

總編輯／康鶴耀

執行編輯／劉時玟

編輯委員／王姿惠(逢甲大學)、林仲璋(中華科技大學)、徐雅甄(東海大學)、

莊承儒(靜宜大學)、蔡欣男(國立台中科技大學)、

鄭培宇(淡江大學)、蕭衛鴻(國立台中科技大學)、

賴春美(遠東科技大學)、賴璽方(國防大學)、戴于婷(開南大學)

(依中文姓氏筆畫排列)

發行地址／41170 台中市太平區坪林里中山路二段 57 號

電話／ 04-23924505#6000

傳真／ 04-23921742

網址／ <https://ncutpm.wixsite.com/jibm>

ISSN／2308-7773

版權所有／翻印必究



Journal of Innovation
and
Business Management