

# 整合多準則決策與資源基礎理論 建構行動通訊基地台資源規劃模式 之研究

## Hybridizing MCDM with Resource-based View toward Resource Planning in Mobile Telecommunications

周瑋千\* *Wei-Chien Chou*

國立成功大學資訊管理研究所

Department of Institute of Information Management,

National Cheng Kung University

李昇暉 *Sheng-Tun Li*

國立成功大學工業與資訊管理學系暨資訊管理研究所

Department of Industrial and Information Management,

Institute of Information Management,

National Cheng Kung University

本文引用格式建議：周瑋千、李昇暉，2018，「整合多準則決策與資源基礎理論建構行動通訊基地台資源規劃模式之研究」，中山管理評論，26 卷 2 期：239~275。

Suggested Citation: Chou, W. C. and Li, S. T., 2018, "Hybridizing MCDM with Resource-based View toward Resource Planning in Mobile Telecommunications" **Sun Yat-sen Management Review**, Vol. 26, No. 2, 239-275.

---

\* 通訊作者：周瑋千。地址：701 台南市大學路 1 號(國立成功大學資訊管理研究所)；  
E-mail: sandy.chou@msa.hinet.net。由衷感謝領域主編與兩位匿名審查委員之寶貴意見。

## 摘要

隨著行動通訊及裝置設備的普及，全球行動數據流量爆炸性的成長，帶動行動基礎建設與穩定傳輸品質的需求。對電信營運商而言，基地台是維持高速上網與通訊品質的基礎，有效的資源規劃才能維繫企業的永續經營，進而創造最大利潤與競爭力。本研究提出行動通訊資源規劃之模式，藉由價值鏈分析基礎建設服務與支援活動，以資源基礎觀點之特性，萃取決策者的內隱知識，找出重要影響因素，並以模糊多準則決策方法量化評估，將結果分類，由組織的支援活動探討各類基地台資源規劃，以達資源互補及綜效的發揮。本研究為說明模式之可用性，以某大電信公司基地台作為實例驗證對象，根據結果探討行動通訊基地台資源規劃之模式，輔助決策者訂定各類基地台不同的資源規劃標準。

**關鍵詞：**價值鏈、資源基礎觀點、模糊多準則決策、行動通訊基地台

## Abstract

Due to the rapid developments in the mobile communications, increased penetration rates and essential characteristics of the mobile devices, which enable mobile telecoms industry to carry the effective planning for the resources allocation of the mobile telecommunications. This study aims to shed light on the driving resource planning affecting 4G system of base stations, focus on the sustainable competitive advantage under a turbulent and uncertain environment. Therefore, this study develops a resource-based view planning model using a multi-criteria operational resource evaluation, in which the fuzzy MCDM are adopted to identify the competitive advantage of available resources based on value chain analysis and resource-based theory. A case study is conducted to illustrate how the model can be applied as a tool for exploring the potential competitiveness of the resource planning of the base stations in the mobile telecoms industry. The proposed model may help the mobile telecoms organizations to more effectively manage their base station resources, and thus obtain competitive advantages..

**Keywords:** Value Chain, Resource-based View, Fuzzy Multiple Criteria Decision Making, Mobile Telecommunications

## 壹、前言

全球電信自由化自 1984 年美國 AT&T 解體，世界各國積極致力於電信自由化政策之推動，允許或放寬國內外資金投資經營電信事業 (Gozalvez, 2014; Gonzalez et al., 2014; Klein & Jakopin, 2014; Meng et al., 2014)，2000 年 10 月台灣電信市場受到科技進步、市場需求轉變、解除管制與自由化及全球化四股力量的推動，中華電信配合政府國營事業民營化的政策，於台灣證交所掛牌上市，2005 年邁向電信事業民營化的時代，自此我國電信事業全面開放，正式進入自由競爭局面，電信市場上注入了一股蓬勃的活力與無限的商機，無形中提升我國在國際上之競爭能力 (Li & Chou, 2014)。

近年來，電信市場中以行動通訊成長最為快速，行動通訊自 1980 年代問世以來，智慧型手機普及，帶動行動上網風潮，成為現代人不可或缺的生活必需品。電信營運商面臨第二代行動通訊 (簡稱 2G, Second Generation)，頻譜到期，既有的第三代行動通訊 (簡稱 3G, 3rd Generation)，將逐步轉向第四代行動通訊 (簡稱 4G, 4th Generation) 高速行動上網服務 (Gozalvez, 2014; Gonzalez et al., 2014; Meng et al., 2014)，台灣於 2012 年 9 月開啟國內 4G 長期演進技術 (簡稱 LTE, Long Term Evolution)，行動寬頻業務釋照，最後總標金額達到 1186.5 億台幣，第二波 4G LTE 頻譜競標於 2015 年 11 月開始，高額標金代表業者投入 4G LTE 行動市場的行動力。對於用戶而言，網路覆蓋率的高低為其轉換到 4G LTE 服務的最基本考量因素，對電信營運商而言，首要的重點工作在 4G LTE 網路覆蓋率的擴充，市場研究公司 ABI Research 發表研究報告指出，全球 LTE 基地台的升級 2012 年至 2018 年將以超過 200% 年均複合增長率成長達 50 萬以上，故基地台遂為行動通訊營運中最重要基礎建設 (Gozalvez, 2014)。

行動通訊基地台是維持高速上網與通訊品質的基礎，亦為電信營運商高通訊品質決勝負的關鍵，無論是正在發展的 4G LTE 或是未來第五代行動通訊 (簡稱 5G, 5th Generation)，技術規格必須無縫接軌 (Ahmed & Mohamed, 2014)，即便網路頻寬已有大幅增長，但隨著使用者與聯網裝置越來越多，未來仍將面臨網路擁擠的窘境，為解決此問題必須增加基地台的佈建數量 (Gonzalez et al., 2014; Meng et al., 2014)。然而電信營運商對行動通訊基礎建設之佈建，面臨了整體行動通訊網路的運作效益、佈建成本支出、多種技術標準、能源消耗、兼顧偏鄉地區民眾 4G 近用權、以及電磁輻射與健康等問題

(Ahmed et al., 2014; Klein & Jakopin, 2014)；此外，產品替代性高為通訊服務產業的特性之一，隨著科技進步及世界發展趨勢，新產品或新服務取代原有的營運模式，如此一來，電信營運商必須調整資源分配及穩固基礎建設，才能維繫企業的永續經營 (Klein & Jakopin, 2014; Park & Del Pobil, 2013)。綜合上述種種考量面，基地台的資源規劃牽扯政治面、法律面、經濟面、公平性等不同層面的現實問題，無法僅以行動數據流量量化處理資源配置問題，需由多位專家考量相關影響之變數以提供決策，屬多準則決策問題。

電信自由化後，台灣電信營運商面對 4G LTE 行動通訊激烈的市場競爭，如何在擁有的行動通訊網路資源基礎下，整合多元創新服務，進行策略規劃與佈局，創造競爭優勢。由於企業內部存在多樣化的價值鏈活動，而不同階段價值鏈對於經營績效會產生影響 (楊宜興、陳虹天, 2013)，故本研究提出行動通訊基地台資源規劃模式，首先分析電信營運商行動通訊基地台之價值鏈定位，由價值鏈角度思考將價值活動分為基礎建設服務與支援活動，透過支援活動讓基礎建設服務提供的資源有更好的利用，創造差異性的價值；Andersen (2011) 認為有效的策略管理需要了解組織資源與能耐及形成組織競爭優勢的相關知識，故本研究將價值鏈所需考慮之基礎建設服務與支援活動一連串的价值活動，以資源基礎觀點為基礎，輔以觀察、訪談作為專家隱性知識擷取的工具，找出基地台資源規劃之重要的影響因素。

Ittner & Larcker (2003) 由建立策略關鍵因素與結果的因果關係中發現，管理者對資源的觀點有時會失之偏頗，此外，雖然資源基礎觀點已經在學術界有相當的重視，但實務上的應用仍有所限制 (Guo, 2007)，這是因為多數研究是質性方法 (Kraaijenbrink et al., 2010)，為此 Newbert (2007) 認為資源基礎觀點應整合與量化方法，將過去有關資源基礎觀點文獻所提的資料及內容，以系統化的方法加以分析；洪世章等 (2007) 認為企業資源的配置方式與運用時機，需透過高層管理者採行適當的策略選擇，使閒置資源得以充分利用，管理者之策略選擇觀點可帶動企業成長。本研究考量企業內主管對於資源規劃之內隱知識需加以量化，以多準則決策方法中考慮利益及成本準則的 TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) 法，將基地台資源規劃正向與負向的影響因素以模糊語意量化評估基地台，並將評估結果分類，由組織的支援活動討論各類基地台資源規劃，以達成資源互補及綜效的發揮。最後，為說明本研究提出之行動通訊基地台資源規劃模式之可用性，以國內某大電信公司之基地台作為實例驗證對象，根據研究結果探

討行動通訊基地台資源規劃之模式，輔助決策者訂定各類基地台不同的資源規劃標準。

本文結構第一章為緒論；第二章為價值鏈分析、資源基礎觀點及模糊多準則決策之文獻探討；第三章為研究方法，分別敘述行動通訊基地台之價值鏈分析及資源基礎觀點，並說明評估流程；第四章說明實例驗證之結果，並闡述資源規劃；最後提出結論與建議。

## 貳、文獻探討

### 一、價值鏈分析

企業價值鏈為 1985 年由 Porter 所提出，其觀點將企業所有從事的經營活動切割由投入到產出，依其先後次序，串聯成價值活動集合，Porter 將企業的價值活動區分為九大部門，主軸為主要活動及輔助性活動，其中主要活動包含設計、生產、行銷、配送與支援服務性活動，輔助活動則輔助主要活動順利進行。藉由價值鏈的分析，可以找出企業的核心能力，並協助企業進行資源分配，已達資源互補及綜效之發揮 (Porter, 1985)，亦為本研究採用價值鏈分析知主因。

過去有關行動通訊價值鏈的文獻，多為電子價值鏈分析及上游的供應商及下游廠商的價值鏈等相關應用，這些應用皆定義基礎建設為價值鏈重要的根本，如 Barnes (2001) 提出 NTT DoCoMo 之行動價值鏈垂直整合晶片的研發、手機裝置及基礎建設；Barnes (2002) 以電子商務領域為例，分析價值鏈主要兩個活動包含基礎建設與服務 (infrastructure and services) 及內容 (content)，基礎建設與服務活動之行動傳輸活動為網路通訊與交換的基礎，與基地台建設息息相關；Olla & Patel (2002) 以 Porter 提出的價值鏈為基礎，將行動業務的部門架構及通訊服務整合於新市場中，強調創新與基礎建設之重要性；Buellingen & Woerter (2004) 因應全球競爭環境及資源的改變，提出全球行動通訊系統的價值鏈，功能性活動包含網路與基礎建設、客戶、傳輸、電子商務與內容入口、客戶關係管理與帳務；張心馨 (2005) 以個案探討無線上網和無線商務的競合關係和價值網體系之建立，並分析其行動上網和行動商務的商業經營策略模式；Kuo & Yu (2006) 參考 Sabat (2002) 所定義行動商務價值鏈的參與角色，考量行動通訊基礎建設與網路系統的成本因

素，如執照大量的投標金額及系統的選擇，形成市場高度的不確定性，於價值鏈中加入基礎建設整合技術創新研發活動，並藉由整合網路的基礎建設、主導技術、品牌知名度、使用者忠誠度、價格及整合能力等，電信營運商可由過去 3G 服務累積成為難以模仿的優勢，進而轉化為核心競爭力；Steinbock (2003) 及 Peppard & Rylander (2006) 皆提出之行動通訊產業之價值鏈，電信營運商之價值活動應著重於基礎建設，包含基地台、交換設備、網路軟體；Pagani & Fine (2008) 提出無線通訊價值鏈著重於先了解企業的基本能力，輔助價值鏈技術與整合能力的各項活動，其價值鏈考慮五個基本決策包含內容提供者、應用程式提供者、基礎建設提供者、網路系統提供者、設備提供商，而基礎建設提供者考慮因素包含通訊網路架構、細胞中繼及其交換技術、基地台建設與維運；Cricelli et al. (2011) 認為行動電信市場激烈的競爭，使得電信營運商的經營策略也顯得複雜，價值鏈的組成需考慮網路基礎建設（網路設備、頻譜、維護）、服務的發展與提供（資費、服務及產品）、及客戶關係（資源分佈、行銷、服務）；Zhang & Liang (2011) 認為推動創新為中國行動通訊策略之成功因素，意指多樣化的新技術的引進可增加基礎建設的能耐；Søilen et al. (2012) 提出易利信行動平台 (EMP) 之價值鏈，認為網路提供商所提供的基礎建設為複雜的經營環境中的成功關鍵因素；Carmody (2013) 提出行動電話價值鏈重要的元件包含研發技術及基礎建設；Lee et al. (2016) 指出行動電話之生產和消費市場遍佈於全球，採用案例比較及文獻收集的方法，分析四個東亞國家於全球市場趨勢及價值鏈定位，韓國與台灣於全球市場扮演重要角色等結果。

綜合學者的觀點，雖未見 4G 有關的價值鏈分析，但基地台為各代行動通訊之基礎建設，電信營運商應考量基礎建設與服務為行動通訊價值鏈的主要活動，並考量組織中行動通訊發展所需的支援活動，故本研究提出之行動通訊基地台之價值鏈活動即考量基礎建設服務與支援活動。

## 二、資源基礎觀點

資源基礎觀點 (Resource-Based View, 簡稱 RBV) 萌芽於 1980 年代 (Wernerfelt, 1984)，發展於 1990 年代，Aaker (1989)、Prahalad & Hamel (1990)、Grant (1991)、Barney (1991)、Javidan (1998) 等學者強調資源 (resources) 和能耐 (capabilities) 具有異質性、不可模仿性的特質，可使企業擁有持續競爭優勢，因此企業應發展獨特的資源和能耐，從而發展策略。過

去的方法著重於產業組織經濟的外部分析，資源基礎理論強調企業間內部資源的差異分析，並假設企業的績效源於企業異質性的資源，而非由產品市場定位的經濟利潤，這也解釋了資源的獨特性為持續性競爭優勢的來源 (Wernerfelt, 1984)。

Barney (1991) 認為資源基礎觀點為企業專屬、稀少、難以模仿或替代的資源及能耐，可產生高的財務績效，提出 VRIO (valuable, rare, imperfectly imitable and organizational oriented) 架構，即價值的問題 (V)、稀有的問題 (R)、模仿的問題 (I)、和組織的問題 (O) 的特性，並指出分析外部環境的機會與威脅的工具發展比內部優勢和弱點的工具的發展更快。資源基礎觀點所要定義的基本問題是企業為什麼有差異？企業如何實現並維持競爭優勢？由於企業特殊的資源有助於公司的競爭優勢，學者由 VRIO 衍生定義重要的資源屬性，及藉由適當的資源及能耐配置，可達到持續性競爭優勢的關鍵 (Srivastava & Frankwick, 2011)，故將 VRIO 之特性描述如下：

1. 價值的問題：當資源能使企業相對於競爭對手有更高的市場定位 (Peteraf, 1993)，或實行策略以增進績效 (Barney, 1991)，則該資源為有價值的。
2. 稀有的問題：若該企業擁有的資源具有價值性，但競爭對手亦擁有相同的資源時，則資源就無法創造競爭優勢，因此資源必須具備價值與稀有的特性，企業利用稀有的資源創造價值，才能獲取競爭優勢 (Barney, 1991)。
3. 模仿的問題：Barney (1991) 認為資源之不易模仿有以下三個原因：(1) 獨特的歷史條件：意指公司的資源在演化過程中建立其競爭優勢，通常這些資源有較低的成本或需經過一段時間才能取得，對於競爭對手而言，需經過一段時間的模仿才能擁有相同的資源；(2) 因果模糊性：企業成功因素是很複雜的，競爭者無法了解資源與競爭優勢之間的關係，如看不見的隱性資產，故 Reed & DeFillippi (1990) 指出內隱、複雜、獨特是因果模糊的主要原因，才能形成競爭者模仿的障礙；(3) 社會複雜性：社會的複雜性存在於員工間的關係、供應商、顧客、及其他合作夥伴，這些關係需要長時間經營，是隱性的，因此競爭者無法快速模仿 (Barney, 1991)。
4. 組織的問題：企業獲得競爭優勢需視資源與能耐具有價值性、稀有性和模仿性而定，此外，資源與能耐要充分發揮，則搭配企業組織才能達到持續性競爭優勢 (Barney, 1991)。

資源管理的研究認為識別有價值的企業資源是成功管理資源的第一步，相關應用如 Beard & Sumner (2004) 採用 VRIO 架構探討 ERP 系統是否能提

供給組織持久性的競爭優勢，由於大部分 ERP 系統被視為一般系統使用，故由現有研究之價值、分配、可模仿性的特性 ERP 系統無法產生競爭優勢，但競爭優勢的來源可能在於 ERP 專案的規劃與管理、組織再造及實施後的矯正；Arend & Lévesque (2010) 認為策略資產具 VRIO 特性與企業績效有相關性；Andersen (2011) 由文件及討論找出策略資源與企業績效間複雜的關係，研究發現滿足現有的資源與策略資源、資源與流程、資源與行銷策略、資源與企業績效、資源基礎競爭優勢與企業績效此五項資源準則，可產生高的績效；Lin et al. (2012) 提出在動盪與不確定的環境下，企業要了解其持久性競爭優勢，最重要的是資源基礎策略，故提出以 VRIO 為基礎的架構，採用模糊理論量化評估企業內部活動，協助高階管理者找出企業核心資源的競爭優勢；Picoto et al. (2014) 整合技術-組織-環境 (Technology-Organization-Environment) 架構、創新擴散理論 (Diffusion of Innovations Theory) 與資源基礎理論，由組織觀點評估行動商務的可用性與價值性，資源基礎理論屬策略管理領域，資訊系統的基礎建設應整合於企業流程中，以符合企業的策略達到組織的效益，問卷結果顯示價值與行銷、內部維運與採購顯著相關，對企業績效的直接正面影響；Knott (2015) 認為 VRIO 已廣泛被討論，但須能驗證 VRIO 可幫助管理者分析企業資源，及 VRIO 與策略行動的關係，故採用實驗方法，由使用者選擇資源量化評估，並考量競爭對手、競爭態勢、資源的劣勢、風險及限制，此研究可使企業藉由 VRIO 發展更全面性的策略；此外，Andersen (2011)、Arend & Lévesque (2010)、Barney (2002)、Lin et al. (2012) 亦認為企業擁有 VRIO 特性的資源為必要但不充分的條件，資源應搭配適當的動態能耐或企業組織方能達到目標；Guo & Bouwman (2016) 以企業內外部資源的觀點，分析行動支付的決策流程，資源基礎觀點可隨著網路或市場的變動，動態辨識企業的競爭定位及優勢；Mayor & Davó (2016) 以策略群組研究亞太地區行動電話產業之競爭優勢，並歸納出成功的策略，但也提出未來策略群組應以考量資源基礎觀點探討競爭優勢。綜合上述學者的觀點，企業有效管理資源，需識別資源與能耐，產生持續性競爭優勢，因此本研究提出之評估模式採用 VRIO 架構做為定義評估準則的基礎。

### 三、模糊多準則決策

決策者在進行決策時，通常必須面對許多不同且目標互相衝突的影響準則，多準則決策可幫助決策者於有限的可行方案中，根據每一方案的各個屬

性特徵，將各個方案做一優劣排序，最後評估與選擇一符合決策者理想的方案，進而尋找最適合且滿意的方案 (Zopounidis, 1999; Emma et al., 2013)。多種多準則決策的方法可系統化評估準則並排序方案，其中 TOPSIS 法因其 (1) 計算簡單 (Shih et al., 2004)、(2) 考慮最佳與最劣方案 (Chu & Lin, 2009)、(3) 可產生不容置疑的偏好順序 (Chan & Wu, 2005; Yurdakul & Tansel, 2009; Roghanian et al., 2010)、(4) 不易產生亂序現象 (Zanakis et al., 1998)、(5) 可有效的收集到資料 (Shih et al., 2004) 等優點，廣泛被使用，此外，TOPSIS 不同於其他多準則方法之優點在於其考慮成本與利益準則，亦即正負理想解，如此就能產生較大利益與較少成本的結果。TOPSIS 是由 Hwang & Yoon 於 1981 年所發展出來的 (Hwang & Yoon, 1981)，其程序如下：

假設決策之方案集合為  $A = \{A_1, A_2, \dots, A_m\}$ ，準則集合為  $C = \{C_1, C_2, \dots, C_n\}$ ，決策者評估所有方案之於準則的分數，形成決策者的決策矩陣  $D$  如下：

$$D = \begin{matrix} & C_1 & \cdots & C_j & \cdots & C_m \\ \begin{matrix} A_1 \\ \vdots \\ A_i \\ \vdots \\ A_m \end{matrix} & \begin{bmatrix} s_{11}^k & \cdots & s_{1j}^k & \cdots & s_{1n}^k \\ \vdots & & & & \\ s_{i1}^k & \cdots & s_{ij}^k & \cdots & s_{in}^k \\ \vdots & & & & \\ s_{m1}^k & \cdots & s_{mj}^k & \cdots & s_{mn}^k \end{bmatrix} \end{matrix}$$

步驟 1、建立正規化決策矩陣  $r_{ij}$

$$r_{ij} = \frac{s_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m s_{ij}^2}} \quad i=1, \dots, m, j=1, \dots, n. \tag{1}$$

$r_{ij}$  正規化之準則值介於 0 與 1 之間。

步驟 2、建立加權決策矩陣  $v_{ij}$

$$v_{ij} = w_j \times r_{ij}, \quad i=1, \dots, m, j=1, \dots, n. \tag{2}$$

其中  $\sum_{j=1}^n w_j = 1$ ， $w_j$  為第  $j$  準則之權重值

步驟 3、決定正理想解  $A^+$  與負理想解  $A^-$

$$\begin{aligned} A^+ &= \{v_1^+, v_2^+, \dots, v_j^+, \dots, v_n^+\} \\ &= \{((\max_i v_{ij} | j \in B), (\min_i v_{ij} | j \in C) | i = 1, 2, \dots, m)\} \end{aligned} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} A^- &= \{v_1^-, v_2^-, \dots, v_j^-, \dots, v_n^-\} \\ &= \{((\min_i v_{ij} | j \in B), (\max_i v_{ij} | j \in C) | i = 1, 2, \dots, m)\} \end{aligned} \quad (4)$$

其中， $B$  為決策問題中的利益準則集合， $C$  為成本準則集合。

步驟 4、計算方案與正理想解  $S_i^+$  與負理想解  $S_i^-$  的距離

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{i=1}^n (v_{ij} - v_i^+)^2}, i=1, \dots, m. \quad (5)$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{i=1}^n (v_{ij} - v_i^-)^2}, i=1, \dots, m. \quad (6)$$

步驟 5、計算出對理想解之相對接近度  $C_i^+$

$$C_i^+ = \frac{S_i^+}{S_i^+ + S_i^-}, i=1, \dots, m. \quad (7)$$

步驟 6、排序方案

依  $C_i^+$  大小排序，選出最佳者。

由於傳統的多準則決策方法不論在評估準則或權重上，均需提供精確值，但對於語意形式的評估準則或是權重，則無法充分且適當地反應出來，使決策結果偏離事實，又加上決策者或專家可能來不同的職位或背景，各評量準則對不同評量者之意義不完全相同，而且執行評量時也在不一致的環境中進行，為了因應環境的不確定性及決策彈性，許多研究將模糊集合理論應用於 TOPSIS 決策問題，來處理真實世界中無法以傳統精確的數量方法處理的決策問題 (Zanakis et al., 1998; Chen, 2000; Shih et al., 2004; Jahanshahloo et al., 2006; Mahdavi et al., 2008; Chu & Lin, 2009; Mahdavi et al., 2009; Sun & Lin, 2009; Chen & Lee, 2010; Sadi-Nezhad & Damghani, 2010; Chamodrakas & Martakos, 2011; Kelemenis et al., 2011; Rouhani et al., 2012; Zouggari &

Benyoucef, 2012; Beg & Rashid, 2013; Dymova et al., 2013; Vahdani et al., 2013; Kannan et al., 2014)。

實務上，TOPSIS 法應用於不同的領域，如供應商選擇 (Boran et al., 2009; Kannan, et al., 2014)、場址選擇 (Yong, 2006)、人員選擇 (Kelemenis & Askounis, 2010)、案例應用 (Chen et al., 2008; Li et al., 2011) 等；過去文獻亦將 TOPSIS 法與其他多準則方法整合應用，如整合 VIKOR (Vlsekriterijumska Optimizacija I KOmpromisno Resenje) (Opricovic & Tzeng, 2004)、AHP (Analytic Hierarchy Process) (Tseng et al., 2009; Amiri, 2010; Torfi et al., 2010; Büyüközkan & Çifçi, 2012; Khorshidi et al., 2013)、ANP (Analytical Network Process) (Önüt et al., 2009)、及整合模糊多目標法 (Khalili-Damghani et al., 2013; Liao, 2013; Sharma & Balan, 2013)，以及利用 TOPSIS 理想解的概念於決策程序中 (Parkan & Wu, 1999; Sevastjanov & Dymova, 2009; Feng & Lai, 2014)，使之產出最佳的排序結果；此外，為能使 TOPSIS 與其他方法驗證與比較，如 DEA (Data Envelopment Analysis) (Kumar et al., 2014) 與效用基礎的方法 (Banaitiene et al., 2008)，由上述文獻可知 TOPSIS 法應用之廣泛性。

模糊多準則決策應用於電信產業上，如 Yu, Lee & Chang (2005) 採用模糊多層級多評準決策法，針對我國 3G 頻率執照之發放方式，進行實證研究分析，以供我國決策機關施政之參考；Yang, Fu, & Tzeng (2005) 運用多評準決策分析方法，並結合模糊測度的概念，分析探討台灣開放行動通信虛擬網路經營者 (Mobile Virtual Network Operator, MVNO) 之策略，將決策問題作一系統化評估，促使台灣的行動通信虛擬網路經營者與行動網路業者 (Mobile Network Operator, MNO) 兩者雙贏；Kuo & Chen (2006) 利用模糊層級分析法建構評價模式，分析顧客滿意的最佳行動加值服務及電信業服務系統業者，期能幫助消費者選擇合適的加值服務提供者，並提供行動通訊業者在行動加值服務上之策略參考；Isiklar & Buyukozkan (2007) 應用多準則決策法評估使用者對於行動電話之偏好順序，首先應用層級分析法由目標群族、電信專家評估決定準則權重，再利用 TOPSIS 排序，並透過一案例描述此提出方法之有效性，可供行動市場業者參考，以及使用者購買行動電話時較有正確決策；Li & Chou (2014) 採用 TOPSIS 法應用於電信機房電力資源規劃；Ghasemi-Falavarjani et al. (2015) 整合優勢排列遺傳演算法 (non-dominated sorting genetic algorithm II, NSGA-II) 及 TOPSIS 法，用以最佳化行動雲端計算資源配置；Luo et al. (2015) 於 5G 行動網路架構導入軟體定義網

路 (SDN-MNs, Software-Defined Networking-based Mobile Networks)以 AHP 整合 TOPSIS 評估安全機制；Malathy & Vijayalakshmi (2015) 整合 knapsack 演算法及 TOPSIS 解決異質無線網路問題，研究結果與傳統 TOPSIS 比較，可減少異質網路切換失敗率，產生較佳的效能及服務品質。

綜合文獻回顧，目前尚未有結合資源基礎理論與模糊多準則之研究，即為本研究貢獻之所在，本研究採用 TOPSIS 法於行動通訊基地台資源規劃。

## 參、研究方法

本研究提出之行動通訊基地台資源規劃模式採用價值鏈理論定義基礎建設服務與支援活動，以 VRIO 架構定義基礎建設服務之評估準則，並以模糊 TOPSIS 評估基地台，將評估結果分類，由組織的支援活動探討各類基地台資源規劃，圖 1 為行動通訊基地台資源規劃模式之執行架構。

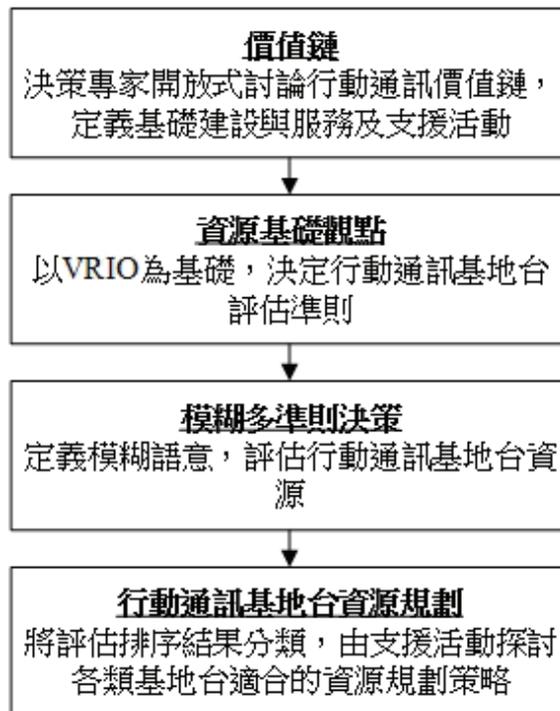


圖 1 行動通訊基地台資源規劃模式執行架構

資料來源：本研究整理

## 一、行動通訊基地台之價值鏈分析

台灣電信市場在 2005 年電信事業民營化的之前，行動通訊產業為獨占國營事業，未能蓬勃，1994 年美國 AT&T 解體，世界各國紛紛將電信市場自由化允許或放寬國內外資金投資經營電信事業，政府亦陸續開放的各項通信業務及法規，各電信營運商分食電信業務的市場大餅，也使競爭和發展的態勢由完全獨占市場進寡占競爭市場 (Li & Whalley, 2002; Li & Chou, 2014)。4G LTE 行動通訊是電信產業與政策的新發展趨勢，也在生活中扮演重要的角色，為資訊社會重要的民生基礎建設，由政府的行動寬頻頻段釋照，串聯起電信營運商所提供的基礎建設及通訊服務，乃至通訊設備提供產業及內容創造產業，最終串連至資訊消費者，此產業價值鏈於是成型 (Chen & Cheng, 2010; Cricelli et al., 2011)。

台灣行動寬頻業務頻段釋照採取多回合競價方式辦理，電信營運商需注入資金爭取特許執照，並投入許多固定資產的沉默成本以取得技術，除上述電信營運商本身需具備足夠的技術、財力成為通過審核、取得執照的必要條件外，在競標執照後之建設與技術研發，基地台建設及網路資源之有效分配需符合國家的政策規範並改善過去問題，如台灣無線頻譜規劃不明、3G 吃到飽 (Flat Rate) 費率、及少數高用量用戶使用大部分頻寬資源等不利於行動寬頻產業發展之問題；又如民眾對基地台所發射電磁波對人體健康安全之疑慮，與建設 4G 高速基地台使電波涵蓋範圍將能有高的人口涵蓋率的權衡，故電信營運商取得執照僅只是取得營運基本門檻，後續之基地台及網路建設更決定競爭市場的優勢。

4G 所提供之高傳輸速度及頻寬，服務對象除消費客戶，許多產業領域亦發展多元化的商業應用，如遠距醫療、居家照護、智慧建築、農業生長、節能、消防及安全等物聯網 (Internet of Things, IoT) 與大數據 (Big Data) 時代的來臨，而這些技術研發及增值服務需依據電信營運商的資源條件與核心能力，把產品研發、生產銷售及人力資源管理等研發政策，納入基地台基礎建設之規劃，才能創造消費者、電信業者、製造商及政府稅收等多贏的局面。故本研究考量未來 4G 發展從頻譜取得、基地台規劃、及 4G 提供的增值服務，全賴基地台之基礎建設與服務，故本研究將行動網路價值鏈活動主軸劃分為基礎建設與服務與支援活動二大類，基礎建設與服務採用資源基礎架構探究重要影響基地台資源配置的因子，延伸所需的支援活動形成行動通訊基地台之價值鏈架構。

## 二、行動通訊基地台之資源基礎觀點

本研究採用 Barney (1991) 定義核心資源及能力四項特性之資源基礎架構，即 VRIO，探討台灣電信營運商基地台之核心資源，進而討論該電信營運商於行動通訊市場，支援活動如何應用其資源和能力發展策略，因應變動劇烈的外在環境，創造競爭優勢。

1. 價值的問題：隨著使用者與聯網裝置越來越多，未來仍將面臨網路擁擠的窘境，為解決此問題，則須增加基地台的佈建數量 (Gonzalez et al., 2014; Meng et al., 2014)，然而電信營運商對行動通訊基礎建設之佈建，面臨了國人對電磁波對人體危害的疑慮，而致已佈建的行動電話基地台，因抗爭而遭致拆遷的問題，突顯基地台建置之不易，為提升基地台之價值性，兼顧政策規範及社會責任，電信營運商需依據各地基地台的特性，配置適當的維運人力，簡化營運任務並研發充分有效利用基地台的技術，如不同發射功率的基地台串連起來的異質型態網路的概念，擴大增加網路覆蓋率，以解決訊號不良的問題。
2. 稀有的問題：台灣人口密度高，土地資源貧乏，且地形複雜，包含山嶺、丘陵、平原、盆地等，對土地利用有很大的限制，又由於頻譜資源之限制、基地台同時接取人數有限、電磁波易受地形地貌的阻隔、及土地與資源的稀少性，這些稀有問題使得電信營運商對行動通訊基礎建設之建設，面臨了整體行動通訊網路的運作效益、佈建成本支出、選擇性擴充支援多種技術標準的集中式基地台、兼顧偏鄉地區民眾 4G 近用權等面臨極大考驗。
3. 模仿的問題：電信自由化後，為了使得電信市場能夠回歸市場機制，創造公平、公正的環境，世界各國一一實施手機門號可攜式服務，各電信營運商對 4G 行動通訊技術配合發展之智慧型終端裝置、多元化的商業應用與增值服務、基地台及頻譜資源的規劃等，建立優勢所需要的特定資源，發展自身核心能力，在競爭優勢難以複製模仿，才能留住客戶。根據研究文獻指出，技術創新往往可以促成電信公司經營效率的提升，此外，近年來電信市場的開放競爭、政府持股的降低，也是電信公司營運蒸蒸日上的原因 (Cricelli et al., 2011; Zhang & Liang, 2011)。
4. 組織的問題：網路覆蓋率的高低為消費者轉換到 4G 服務的最基本考量因素，電信營運商將重點工作放在增加 4G 網路覆蓋率，網路覆蓋率攸關基

地台之建置，為電信營運商的資源優勢，該資源和企業的設備、人力規劃、組織、文化或管理制度緊密結合，形成電信營運商的策略性決策。

彙整上述資源基礎架構之四項特性，藉由各地基地台的特性提升網路覆蓋率，可使資源產生價值，如此電信營運商相對於競爭對手即有更高的市場定位為價值問題；受限於基地台同時接取人數及頻譜有限的資源，電信營運商若能善加利用資源之稀有性，並考量維運成本及預期成長等因素，發展自身核心能力，才能創造難以複製、模仿留住客戶之價值為稀有與模仿問題；上述網路覆蓋率、基地台、頻譜等資源規劃，需充分發揮與企業組織搭配，才能達到持續性競爭優勢為組織問題。故歸納影響行動通訊基地台資源配置的因子為基地台特性、頻譜資源配置、網路覆蓋率、維護成本及預期成長，所需的支援活動為政策規範、人力規劃、技術研發、及價值服務，行動通訊基地台，價值鏈架構如圖 2 所示。

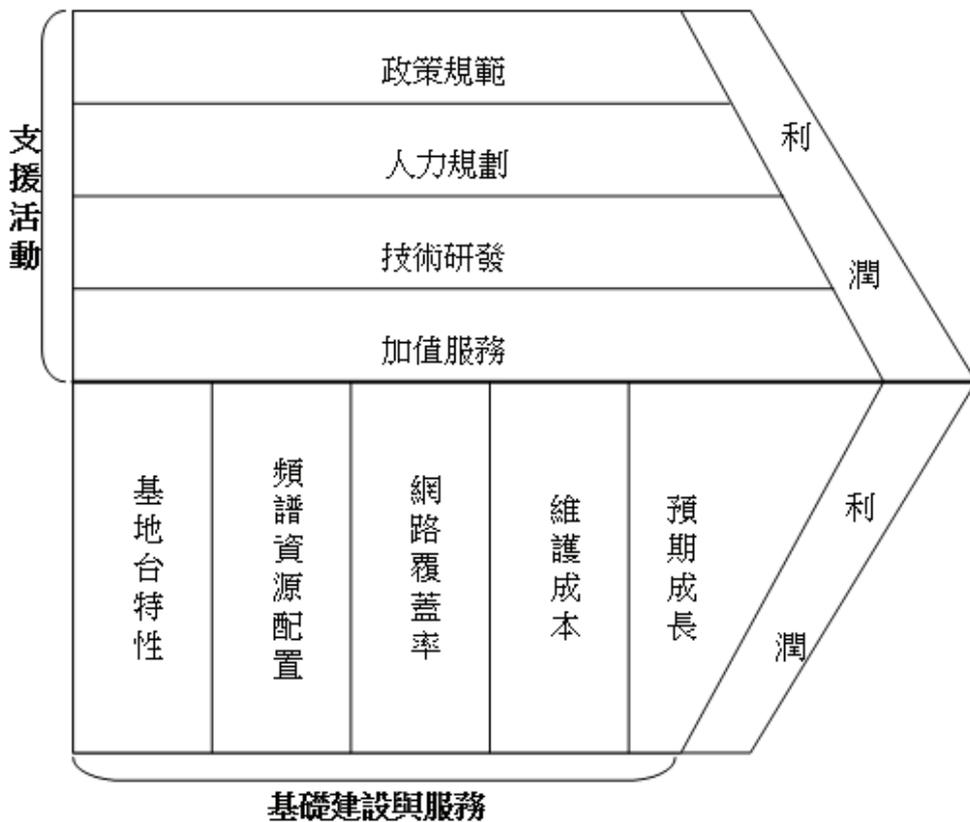


圖 2 行動通訊基地台價值鏈架構

資料來源：本研究整理

### 三、基地台資源評估流程

為因應環境的不確定性及群體決策之彈性，本研究以 Hwang & Yoon (1991) 提出之 TOPSIS 程序為基礎，整合模糊語意及群體決策，定義評估流程如下述步驟，TOPSIS 評估流程中所使用到的公式參數及說明，整理如表 1 所示：

表 1 參數定義與說明

符號	說明
$A_i$	第 $i$ 個方案(基地台)
$C_j$	第 $j$ 個準則
$\tilde{A}_s$	評估方案(基地台)所定義的梯形模糊數
$\tilde{A}_w$	評估準則權重所定義的梯形模糊數
$\tilde{D}^k$	第 $k$ 個決策者的決策矩陣
$s_{ij}^k$	第 $k$ 個決策者對於第 $i$ 個方案(基地台)於第 $j$ 個準則的語意分數
$agg\tilde{D}$	群體決策矩陣
$\tilde{v}_j^+$	第 $j$ 個準則之加權正理想解
$\tilde{v}_j^-$	第 $j$ 個準則之加權負理想解
$C_{benefit}$	利益準則集合
$C_{cost}$	成本準則集合
$Gd_i^+$	第 $i$ 個方案(基地台)與正理想解之距離
$Gd_i^-$	第 $i$ 個方案(基地台)與負理想解之距離
$Gscore_i$	第 $i$ 個方案(基地台)之最終評估分數
$G_r$	方案排序結果

資料來源：本研究整理

#### 步驟 1、共識準則擷取

如上述行動網路價值鏈之價值活動之主軸劃分為基礎建設與服務與支援活動二大類，基礎建設與服務採用資源基礎架構探究重要影響基地台資源配置的因子，亦即本研究之共識準則，表示為  $C = \{C_1, C_2, \dots, C_n\}$ ，並將評估之基地台定義為集合  $A = \{A_1, A_2, \dots, A_m\}$ ， $p$  位決策者參與決策。

### 步驟 2、決定準則權重

為了解決決策者決定準則權重時的不確定性，本研究定義語意措辭集合 (Linguistic Term Set, LTS)，包含非常不重要 (very unimportant, VU)、不重要 (unimportant, U)、尚可 (average, A)、重要 (important, I)、及很重要 (very important, VI)，三角及梯形模糊數因其具有簡單及容易解釋的優點 (Torfi et al., 2010)，由於 Barua et al. (2014) 採用區間值模糊數理論來解釋梯形模糊數之實用性，以及 Marchant (2007) 提出量測的公理證明了梯形隸屬函數在某些狀況下可以確保能表達專家的知識，雖然三角及梯形模糊數都適合本研究，但由於上述文獻支持及梯形模糊數比三角模糊數更能反應本研究之實際狀況，故本研究採用梯形模糊數來評估準則。

假設權重的語意集合為  $\tilde{A}_w = \{VU, U, A, I, VI\}$ ，由決策者  $k$  定義用來評估準則  $C = \{C_1, C_2, \dots, C_n\}$  的梯形模糊數  $\tilde{A}_w^k = (a_1^k, a_2^k, a_3^k, a_4^k)$  ( $k=1, \dots, p$ )，隸屬函數如公式(8) 所示 (Li, 2007)：

$$\mu_{\tilde{A}_w^k}(x) = \begin{cases} \frac{x - a_1^k}{a_2^k - a_1^k}, & a_1^k \leq x < a_2^k \\ 1, & a_2^k \leq x \leq a_3^k \\ \frac{a_4^k - x}{a_4^k - a_3^k}, & a_3^k < x \leq a_4^k \\ 0, & otherwise \end{cases} \quad (8)$$

### 步驟 3、評估基地台

為了解決決策者評估基地台時的不確定性，同樣地，本研究由決策者定義梯形模糊數來評估基地台的資源需求，假設語意集合為  $\tilde{A}_s = \{VL, L, F, M, VM\}$ ，分別表示較少 (very less, VL)、少 (less, L)、尚可 (fair, F)、多 (much, M)、較多 (very much, VM)，決策者  $k$  各自定義的語意  $\tilde{A}_s^k = (\alpha_1^k, \beta_2^k, \gamma_3^k, \theta_4^k)$  ( $k=1, \dots, p$ )，隸屬函數如公式(9) 所示 (Li, 2007)：

$$\mu_{\tilde{A}_w^k}(x) = \begin{cases} \frac{x - \alpha_1^k}{\beta_2^k - \alpha_1^k}, & \alpha_1^k \leq x < \beta_2^k \\ 1, & \beta_2^k \leq x \leq \gamma_3^k \\ \frac{\theta_4^k - x}{\theta_4^k - \gamma_3^k}, & \gamma_3^k < x \leq \theta_4^k \\ 0, & otherwise \end{cases} \quad \sim 255 \sim \quad (9)$$

決策者以  $\tilde{A}_s$  評估所有方案(即基地台) 之於準則的分數，形成決策者的決策矩陣  $\tilde{D}^k$  ( $k=1, \dots, p$ ) 如下：

$$\tilde{D}^k = \begin{matrix} & C_1 & \cdots & C_j & \cdots & C_m \\ \begin{matrix} A_1 \\ \vdots \\ A_i \\ \vdots \\ A_m \end{matrix} & \begin{bmatrix} s_{11}^k & \cdots & s_{1j}^k & \cdots & s_{1n}^k \\ \vdots & & & & \\ s_{i1}^k & \cdots & s_{ij}^k & \cdots & s_{in}^k \\ \vdots & & & & \\ s_{m1}^k & \cdots & s_{mj}^k & \cdots & s_{mn}^k \end{bmatrix} \end{matrix},$$

其中  $s_{ij}^k \in \tilde{A}_s$ ，且  $C_j$  表示第  $j$  個準則 ( $j=1, \dots, n$ )， $A_i$  為第  $i$  個方案 ( $i=1, \dots, m$ )，決策者  $k$  的決策矩陣  $\tilde{D}^k$  中，各方案對準則的分數以  $s_{ij}^k$  表示， $s_{ij}^k$  為上述所定義之語意集合  $\tilde{A}_s^k$  (Li & Chou, 2014)。

決策者的決策矩陣決定後，為整合評估語意意見，可採用模糊整合的方法加以整合，如 OWA (Ordered Weighted Averaging), EFWA (Efficient Fuzzy Weighted Average), FLOWA (Fuzzy Linguistic OWA) 等，本研究採用 EFWA，因其計算效率佳及可處理語意措辭不確定性問題之優點 (Lee & Park, 1997)，以公式(10)表示整合矩陣  $agg\tilde{D}$ 。

$$agg\tilde{D} = \text{EFWA} \left( \tilde{D}^k \mid k = 1, 2, \dots, p \right)$$

$$= \begin{matrix} & C_1 & \cdots & C_j & \cdots & C_m \\ \begin{matrix} A_1 \\ \vdots \\ A_i \\ \vdots \\ A_m \end{matrix} & \begin{bmatrix} s_{11} & \cdots & s_{1j} & \cdots & s_{1n} \\ \vdots & & & & \\ s_{i1} & \cdots & s_{ij} & \cdots & s_{in} \\ \vdots & & & & \\ s_{m1} & \cdots & s_{mj} & \cdots & s_{mn} \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (10)$$

其中  $s_{ij}^k$  為方案  $A_i$  之於準則  $C_j$  考量權重， $\tilde{A}_w^k$  整合後的分數。

**步驟 4、決定正負理想解**

步驟 4 由整合的決策矩陣  $agg\tilde{D}$ ，決定群體正理想解 (Positive Ideal Solution, PIS) 與負理想解 (Negative Ideal Solution, NIS)，正理想解由所有準則的最佳值組成，負理想解由所有準則的最劣值組成，定義公式如(11)與(12)：

$$PIS = \{\tilde{v}_1^+, \tilde{v}_2^+, \dots, \tilde{v}_j^+, \dots, \tilde{v}_n^+\} \\ = \{((\max(j)s_{ij} \mid j \in C_{benefit}), (\min(j)s_{ij} \mid j \in C_{cost})) \mid j = 1, 2, \dots, n\} \in agg\tilde{D} \quad (11)$$

$$NIS = \{\tilde{v}_1^-, \tilde{v}_2^-, \dots, \tilde{v}_j^-, \dots, \tilde{v}_n^-\} \\ = \{((\min(j)s_{ij} \mid j \in C_{benefit}), (\max(j)s_{ij} \mid j \in C_{cost})) \mid j = 1, 2, \dots, n\} \in agg\tilde{D} \quad (12)$$

其中，準則集合  $C = \{C_{benefit} \cup C_{cost}\}$  為所有的準則之聯集，準則具單調遞增或單調遞減之特性， $C_{benefit}$  為決策問題中的利益準則集合，績效值愈大，偏好值就愈大； $C_{cost}$  為成本準則集合，績效值愈小，偏好值就愈大 (Li & Chou, 2014)。

**步驟 5、計算方案與正負理想解的距離**

TOPSIS 考慮了方案對於正理想解以及負理想解的距離，本研究在計算方案與正負理想解的距離  $Gd_i^+$  與  $Gd_i^-$ ，採用 Roghanian et al. (2010) 計算模糊數面積為距離之方法，如公式(13)與(14)：

$$Gd_i^+ = \sum_{j=1}^n (gap(s_{ij}, \tilde{v}_j^+)) \quad (13)$$

$$Gd_i^- = \sum_{j=1}^n (gap(s_{ij}, \tilde{v}_j^-)) \quad (14)$$

假設  $gap(s_{ij}, \tilde{v}_j^+) = q_1 + q_2$ ,

$$q_1 = \begin{cases} [(a_2' - a_3) + (a_1' - a_4)]/2, & a_4 \leq a_1', \\ (a_2' - a_3) \times h/2, & a_1' \leq a_4 \text{ and } a_3 < a_2', \\ 0, & \text{in any other case;} \end{cases}$$

$$q_2 = \begin{cases} [(a_2 - a'_3) + (a_1 - a'_4)]/2, & a'_4 \leq a_1, \\ (a_2 - a'_3) \times h' / 2, & a_1 \leq a'_4 \text{ and } a'_3 < a_2, \\ 0, & \text{in any other case;} \end{cases}$$

$$h = (a'_2 - a_3) / [(a'_2 - a_1) + (a_4 - a_3)],$$

$$h' = (a_2 - a'_3) / [(a_2 - a_1) + (a'_4 - a'_3)];$$

其中

$s_{ij} = (a_1, a_2, a_3, a_4)$  且  $\tilde{v}_j^+ = (a'_1, a'_2, a'_3, a'_4)$  皆為梯型模糊數。

### 步驟 6、排序方案

TOPSIS 最後步驟即計算各方案相對於理想解之接近度  $Gscore_i$ ，即依據距離正理想解最近，且距離負理想解最遠定義如公式(15)，依據  $Gscore_i$  值，將方案降冪排序。

$$Gscore_i = Gd_i^- / (Gd_i^+ + Gd_i^-) \quad (15)$$

令  $G_r = (Gscore_s \prec \dots \prec Gscore_i \prec \dots \prec Gscore_e)$  為方案值的排序結果，起始值為  $Gscore_s$ ，終止值為  $Gscore_e$  (Li & Chou, 2014)。

### 步驟 7、分類方案

方案經排序  $G_r = (Gscore_s \prec \dots \prec Gscore_i \prec \dots \prec Gscore_e)$ ，為規劃基地台的基礎建設與服務與支援活動之資源規劃及維運策略，本研究將基地台加以分類討論，由於 V-optimal histogram 法較適合分類一維排序資料，且各類別間有最小變異數 (Han et al., 2011)，其分類結果準確，故本研究採用 V-optimal histogram 法決定各類別的數目，定義如公式(16)：

$$v = \sum_{j=1}^J n_j V_j \quad (16)$$

其中，若分類為  $J$  類，第  $j$  個類別包含  $n_j$  個方案，而第  $j$  個類別之變異數為  $v = (h_j - Gscore_j)^2$ ， $h_j$  是第  $j$  個類別中的任一排名，用來計算所有的變數之變異數。

## 肆、研究結果

### 一、基地台資源評估結果

本次研究邀集個案公司實際從事基地台資源規劃工作數十年以上的中高階主管三位，定義為  $D^1$ 、 $D^2$ 、 $D^3$  ( $p=3$ )，實際負責基地台建置、施工、設計、維護管理與決策工作，相當了解各基地台所在位置地理情況、設備裝設、維運人力、維運記錄及未來設備投資計劃。根據國家通訊傳播委員會 2014 行動通信基地台站址數統計資料，本案例公司申請 4G 基地台系統架設許可，北部地區為 185 台，中部為 372 台，南部地區為 360 台，合計實際申請數量為 917 台 (國家通訊傳播委員會，2015)，本研究由案例公司之三位中高階主管選出南部地區具代表性的 100 個基地台(方案) ( $m=100$ )，方案集合為  $A = \{A_1, A_2, \dots, A_{100}\}$ 。經中高階主管開放式討論，考量行動通訊產業發展從頻譜取得、基地台規劃、及提供加值服務一連串的行動網路價值鏈，價值活動之主軸劃分為基礎建設與服務與支援活動二大類，基礎建設與服務採用 VRIO 架構探究重要影響基地台資源配置的因子，最後擷取 5 個重要因子(準則)，分別是基地台特性、頻譜資源配置、網路覆蓋率、維護成本及預期成長，故定義準則集合為  $C = \{C_1, C_2, \dots, C_5\}$  ( $C_1$ :基地台特性、 $C_2$ :頻譜資源配置、 $C_3$ :網路覆蓋率、 $C_4$ :維護成本、 $C_5$ :預期成長)，由於 TOPSIS 考量利益準則值越大越好，成本準則值越小越好 (Newbert, 2007)，故中高階主管定意維護成本為成本面準則，其餘皆為利益面準則。

步驟 2 由共同的語意措辭集合決定準則權重  $\tilde{A}_w = \{VU, U, A, I, VI\}$ ，分別表示非常不重要、不重要、尚可、重要及很重要，三位決策者皆具有資訊管理及模糊理論等相關知識，故由知識工程師說明並引導決策者定義自己的語意集合及準則集合  $C = \{C_1, C_2, \dots, C_5\}$  相關的梯形模糊數  $\tilde{A} = (a_1, a_2, a_3, a_4)$ 。表 2 為決策者所定義的  $\tilde{A}_w$ ，表 3 分別為三位決策者以自己所定義的  $\tilde{A}_w$  給予準則權重。

表 2 決策者定義  $\tilde{A}_w$  的語意集合

$\tilde{A}_w$	語意權重	$D^1$	$D^2$	$D^3$
		$(a_1^1, a_2^1, a_3^1, a_4^1)$	$(a_1^2, a_2^2, a_3^2, a_4^2)$	$(a_1^3, a_2^3, a_3^3, a_4^3)$
VU	非常不重要	(0, 0, 0.1, 0.2)	(0, 0, 0.1, 0.2)	(0, 0, 0.1, 0.2)
U	不重要	(0.1, 0.2, 0.3, 0.4)	(0.1, 0.2, 0.3, 0.4)	(0.1, 0.2, 0.3, 0.4)
A	尚可	(0.3, 0.4, 0.5, 0.6)	(0.3, 0.4, 0.5, 0.6)	(0.3, 0.4, 0.5, 0.6)
I	重要	(0.5, 0.6, 0.7, 0.8)	(0.5, 0.6, 0.7, 0.8)	(0.5, 0.6, 0.7, 0.8)
VI	很重要	(0.7, 0.8, 0.8, 0.8)	(0.7, 0.8, 0.8, 0.8)	(0.7, 0.8, 0.9, 0.9)

資料來源：本研究整理

表 3 決策者決定之準則權重

$D^k$	基地台特性	頻譜資源配置	網路覆蓋率	維護成本	預期成長
$D^1$	I	I	A	U	A
$D^2$	I	VI	A	A	U
$D^3$	VI	VI	A	U	A

資料來源：本研究整理

決策者於步驟 3 以語意集合  $\tilde{A}_s = \{VL, L, F, M, VM\}$  評估 100 個基地台有關準則-基地台特性、頻譜資源配置、網路覆蓋率、維護成本及預期成長的資源需求，語意集合為  $\tilde{A}_s = \{VL, L, F, M, VM\}$ ，分別表示較少 (very less, VL)、少 (less, L)、尚可 (fair, F)、多 (much, M)、較多 (very much, VM)，表 4 為決策者定義  $\tilde{A}_s$  的語意集合，表 5 為決策者  $D^1$ 、 $D^2$ 、 $D^3$  所評估之決策矩陣分數  $s_{ij}^k$ 。

表 4 決策者定義  $\tilde{A}_s$  的語意集合

$\tilde{A}_s$	語意分數	$D^1$	$D^2$	$D^3$
		$(\alpha_1^1, \beta_2^1, \gamma_3^1, \theta_4^1)$	$(\alpha_1^2, \beta_2^2, \gamma_3^2, \theta_4^2)$	$(\alpha_1^3, \beta_2^3, \gamma_3^3, \theta_4^3)$
VL	較少	(0, 0, 0.1, 0.2)	(0, 0, 0.1, 0.2)	(0, 0, 0.1, 0.2)
L	少	(0.1, 0.2, 0.3, 0.4)	(0.1, 0.2, 0.3, 0.4)	(0.1, 0.2, 0.3, 0.4)
F	尚可	(0.3, 0.4, 0.5, 0.6)	(0.3, 0.4, 0.5, 0.6)	(0.3, 0.4, 0.5, 0.6)
M	多	(0.5, 0.6, 0.7, 0.8)	(0.5, 0.6, 0.7, 0.8)	(0.5, 0.6, 0.7, 0.8)
VM	較多	(0.7, 0.8, 0.8, 0.8)	(0.7, 0.8, 0.8, 0.8)	(0.7, 0.8, 0.8, 0.8)

資料來源：本研究整理

表 5 決策者之決策矩陣

基地台 $i$	基地台特性			頻譜資源配置			網路覆蓋率			維護成本			預期成長		
	$D^1$	$D^2$	$D^3$	$D^1$	$D^2$	$D^3$	$D^1$	$D^2$	$D^3$	$D^1$	$D^2$	$D^3$	$D^1$	$D^2$	$D^3$
1	VL	VL	VL	VL	VL	VL	L	VL	VL	F	M	M	L	VL	VL
21	VL	VL	VL	VL	L	L	L	L	L	F	F	F	L	L	L
41	F	M	M	F	VM	VM	F	VM	VM	F	VM	M	L	F	F
61	F	M	M	F	VM	M	F	M	M	F	VM	VM	L	M	M
81	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	VM	VM	F	M	F
100	F	L	L	F	F	F	F	F	F	M	F	F	F	F	F

資料來源：本研究整理

為將三位決策者之矩陣  $\tilde{D}^1$ 、 $\tilde{D}^2$  及  $\tilde{D}^3$  整合為群體矩陣，本研究採用定義於公式(10) 的 EFWA 演算法  $agg\tilde{D} = EFWA(\tilde{D}^1, \tilde{D}^2, \tilde{D}^3)$ ，產生群體決策矩陣，部分整合結果顯示於表 6。

表 6 整合矩陣值( $agg\tilde{D}$ )

基地台 $i$	基地台特性	頻譜資源配置	網路覆蓋率	維護成本	預期成長
1	(0.7,0.8,0.8,0.8)	(0.7,0.8,0.8,0.8)	(0.633,0.733,0.767,0.8)	(0.167,0.267,0.367,0.467)	(0.633,0.733,0.767,0.8)
21	(0.7,0.8,0.8,0.8)	(0.567,0.667,0.733,0.8)	(0.5,0.6,0.7,0.8)	(0.3,0.4,0.5,0.6)	(0.5,0.6,0.7,0.8)
41	(0.167,0.267,0.367,0.467)	(0.1,0.133,0.233,0.333)	(0.1,0.133,0.233,0.333)	(0.133,0.2,0.3,0.4)	(0.367,0.467,0.567,0.667)
61	(0.167,0.267,0.367,0.467)	(0.133,0.2,0.3,0.4)	(0.167,0.267,0.367,0.467)	(0.1,0.133,0.233,0.333)	(0.233,0.333,0.433,0.533)
81	(0.1,0.2,0.3,0.4)	(0.1,0.2,0.3,0.4)	(0.1,0.2,0.3,0.4)	(0.033,0.067,0.167,0.267)	(0.233,0.333,0.433,0.533)
100	(0.433,0.533,0.633,0.733)	(0.3,0.4,0.5,0.6)	(0.3,0.4,0.5,0.6)	(0.233,0.333,0.433,0.533)	(0.3,0.4,0.5,0.6)

資料來源：本研究整理

所有準則之群體正負理想解分別由公式(11)與(12)計算，整理於表 7 中。

表 7 群體正負理想解

準則	正理想解	負理想解
基地台特性	(0.7,0.8,0.8,0.8)	(0.033,0.067,0.167,0.267)
頻譜資源配置	(0.7,0.8,0.8,0.8)	(0.033,0.067,0.167,0.267)
網路覆蓋率	(0.7,0.8,0.8,0.8)	(0.033,0.067,0.167,0.267)
維護成本	(0.433,0.533,0.633,0.733)	(0.033,0.067,0.167,0.267)
預期成長	(0.633,0.733,0.767,0.8)	(0.333,0.067,0.167,0.267)

資料來源：本研究整理

每個方案與正負理想解的距離  $Gscore_i$  及其排序由修正後之公式(13)與(14)計算後整理於表 8 中。

表 8 方案與正負理想解的距離及排序

基地台 $i$	$Gscore_i$	排序
1	0.965	5
21	0.975	2
41	0.134	76
61	0.077	85
81	0.045	93
100	0.540	40

資料來源：本研究整理

## 二、基地台資源規劃

行動通訊網路規劃的品質是系統品質的關鍵，基地台的建設規劃為推動現代化國家成長的基礎建設之一，展望 4G LTE 行動通訊之未來發展，在確保 4G LTE 行動通訊更大的頻段以及高速化演進，未來必將呈現更具效率、更多樣性的服務內容，才能提升企業與國家整體競爭優勢。世界各國在 4G 行動通訊在寬頻發展有不同的重點規劃，如澳大利亞之國家網路建設強調普及化，發揮光纖網路與 4G 行動通訊互補的功能，並強調遠距醫療、遠距復健、居家照顧等物聯網應用服務 (Gozalvez, 2014)；德國政府要求業者應盡社會責任，無寬頻服務的偏遠地區優先提供 4G 行動通訊網路建置，以涵蓋率達至 90%以上為目標，並於推動佈建光纖固網的同時，亦把 4G 行動通訊列為寬頻網路建設之一環 (Gozalvez, 2014)；由此可知，各國在規畫頻譜政策之際，電信營運商為符合國家推動行動寬頻之方向，基地台建設非能單以使用量規畫之，更須考慮如何透過自動化機制簡化營運任務，降低規畫、佈建、優化及管理成本，並提升運作維護效率與網路通訊品質。

本研究由基地台的基礎建設與服務與支援活動之實證結果分析，定義出五項重要影響基地台資源規劃的因子，整合決策專家評估基地台後以公式(16)的 V-optimal histogram 法切割分類，歸納彙整各類基地台之特性如下：

1. A 類基地台: 此類基地台大部分位於都會區、工商業發達地區，客戶類別多屬大中型企業客戶、數據專線、附加價值潛力大，有高覆蓋率的網路需求，相對的，亦為競爭者兵家必爭的競爭市場，應以最高設備標準提供客

戶服務。

2. B 類基地台: 此類基地台多位於鄉鎮區中心，總體營收已能自給自足，是眾多業者急於進入的市場，必需設法留住長期客戶，創造營收。
3. C 類基地台: C 類基地台多屬小鄉鎮中心基地台，此類型基地台有些微的成長性，總體營收仍屬虧損狀態，在 4G 行動業務開放初期，尚不足以吸引眾多業者搶攻市場，但是居於整體經營策略，應設法留住長期客戶並提升附加價值。
4. D 類基地台: D 類基地台具低度成長性，表示這些基地台所在地區仍有些微商機，目前雖未有經濟價值，但是考量受到消費性客戶與中小企業客戶之長期信賴，仍需善盡社會責任並縮短數位落差，以提升企業形象。

經由上述各類基地台之分析，進而由支援活動探討基地台之資源規劃模式，定出不同資源配置的標準，整理如表 9 所示。

表 9 各類 4G 基地台資源規劃模式

基地台類別	政策規範	人力規劃	技術研發	加值服務
A	3G 基地台佈建較為密集且完備，優先以升級至 4G 系統為規劃，並輔以串連異質型態網路，或擴充支援多種技術標準的集中式基地台，擴大增加網路覆蓋率。	由專任維護人員一級維護人員日常保養；派遣二級維護人員做設備定期檢修測試，並透過全自動化機制簡化營運任務。	高優先權之頻譜資源規劃，並研發支援多種技術標準的集中式基地台，及加速建設 4G 高速基地台。	發展多元化的商業應用與加值服務，如遠距醫療、居家照護、車用電子、智慧建築、農業生長、節能、消防及安全等物聯網應用。
B	接取人數過多壅塞之基地台，佈建新的基地台，可負荷地區則將 3G 基地台升級為 4G 系統為優先考量，並以不同發射功率的基地台串連異質型態網路，解決訊號不良的問題。	兼任維護人員作一級維護保養；二級維護人員做設備定期檢修測試，並透過全自動化機制簡化營運任務。		

C	需兼顧偏鄉地區民眾 4G 近用權，善盡企業的社會責任，未能提供 4G 系統地區，佈建基地台，提供均等的網路覆蓋率，解決無訊號的問題。	兼任維護人員作一級維護保養；故障再由二級維護人員處理，並透過半自動化機制簡化營運任務。	頻譜規劃以能普及覆蓋率為優先考量。	縮小城鄉數位差距，增值服務以民生建設為基礎。
D		由地區集中維修單位，派遣技術人員定期巡修，並透過半自動化機制簡化營運任務。		

資料來源：本研究整理

## 伍、結論與建議

### 一、結論

隨著行動通訊及裝置設備的普及，科技的快速發展，市場的競爭日趨激烈，全球行動數據流量爆炸性的成長，行動網路遂為國際發展重要趨勢，帶動起行動基礎建設與穩定傳輸品質的需求。對電信營運商而言，基地台是維持高速上網與通訊品質的基礎，穩定的基礎建設能創造新服務，進而增裕營收，故如何將企業資源與能耐，進行策略規劃與佈局，產生競爭優勢，成為電信營運商決勝負的關鍵。因此，有效的基地台資源規劃才能維繫企業的永續經營，為滿足各種服務要求及提升傳輸品質，必須將有限的資源作最佳運用，才能提升對新技術發展的應變能力，進而創造最大利潤與競爭優勢。

本研究提出以資源基礎理論與模糊多準則決策建構行動通訊資源規劃模式，可幫助行動通訊營運商了解行動通訊基地台資源規劃與組織支援活動間的相對重要性，成為企業持續性競爭優勢的來源，本研究主要貢獻如下：(1) 首先分析電信營運商行動通訊基地台之價值鏈定位，由價值鏈角度思考將價值活動分為基礎建設服務與支援活動，透過支援活動讓基礎建設服務提供的資源有更好的利用，創造差異性的價值，進而使客戶獲得更好的服務或產

品；(2)以資源基礎觀點為基礎，輔以觀察、訪談作為知識擷取的工具，找出基地台資源規劃之重要的影響因素；(3)以多準則決策方法，將基地台資源規劃的影響因素，以模糊語意評估基地台，並將評估結果分類，由組織的支援活動討各類基地台資源規劃，以達成資源互補及綜效的發揮，提高電信營運商資源管理的能力。

## 二、學術意涵

雖然組織資源與能耐及形成組織競爭優勢在學術界有相當的重視，但多數研究是質性方法 (Kraaijenbrink et al., 2010)，也造成實務上的應用仍有所限制 (Guo, 2007)，此外，學術界在電信領域之研發品質已持續提升，是電信營運未來發展下一代行動通訊技術的重要指標，本研究將價值鏈與資源基礎觀點以量化方法將目前重視之行動通訊議題加以實作，並闡述組織的支援活動討各類基地台資源規劃，將學術研究整合於實務中，期能在產、學、研資源與研究方向有所貢獻。

## 三、管理意涵

本研究框架強調基地台資源規劃，各大電信營運商之資源中心維運基地台多以處理障礙為重點，且需花費許多時間追蹤處理問題，應用本研究提出之模式，以系統化管理方式分析出各種不同類型之基地台維運模式，不僅可使維運以電子化、系統化方式管理，更可提升維修效率，縮短平均維運時間，進而提升績效與資源配置透明化，創造業務面、維修面、服務面、維運面等績效。

策略管理的領域中，強調競爭優勢來自於組織知識的累積，知識優勢是持久性的，並且當組織擁有愈豐富的知識時，愈有能力去學習。本研究實際邀請決策專家參與基地台資源規劃，萃取專家內隱知識，最終定出不同資源配置標準，將知識存量，未來設計人員在規劃資源時，可於規劃初期，就一併將工程竣工後的維運管理方式，融入設計模式，達成規劃、設計、施工及維護管理一元化的設計理念，使企業資源作較佳的運用，進而創造競爭優勢。

#### 四、未來研究建議

競爭優勢創造與維持競爭優勢亦重視對管理者的角色，行動通訊價值鏈所需參與角色為重要課題 (Sabat, 2002; Kuo & Yu, 2006)，本研究提出之模式未來可考慮管理者於主要或支援活動中的角色定位；由於本研究整合群體決策之意見，未能檢驗決策者共識度，建議未來可納入共識度議題，使結果更具說服力。此外，本研究整合資源基礎理論與模糊多準則決策所建構之行動通訊資源規劃模式，乃基於萃取自個案公司三位資深中高階主管之見解來決定重要影響因素，未來可藉由針對實際負責各基地台的維運者，就其導入過程之實務經驗，施以問卷調查法，驗證此規劃模式之成效。

### 參考文獻

- 洪世章、譚丹琪、廖曉青，2007，「企業成長、策略選擇與策略改變」，中山管理評論，15 卷 1 期：11~35。(Hung, S. C., Tan, D., and Liao H. C., 2005, "Firm Growth, Strategic Choice and Strategic Change," **Sun Yat-sen Management Review**, Vol. 15, No. 1, 11-35.)
- 張心馨，2005，「建構無線通信產業發展行動上網和行動商務之價值網體系－探討日本行動市場的營運模式與策略分析」，中山管理評論，13 卷 2 期：299~348。(Chang, H. H., 2005, "Development of the Value Net System within Mobile Internet and Commerce for Mobile Operators Usage: A Study of Mobile Market and Strategy Analysis in Japan," **Sun Yat-sen Management Review**, Vol. 13, No. 2, 299-348.)
- 楊宜興、陳虹天，2013，「高值化創新、自有品牌與經營績效：臺灣電子產業之實證研究」，中山管理評論，21 卷 4 期：853~880。(Yang, Y. H. and Chen, H. T., 2013, "High-Valued Innovation, Self-Branding and Firm Performance: An Empirical Study of the Electronic Industry in Taiwan," **Sun Yat-sen Management Review**, Vol. 21, No. 4, 853-880.)
- 國家通訊傳播委員會，2015，「103 年行動通信基地臺站址數統計表」，[http://www.ncc.gov.tw/chinese/news.aspx?site\\_content\\_sn=1237&is\\_history=0](http://www.ncc.gov.tw/chinese/news.aspx?site_content_sn=1237&is_history=0)，accessed on May 20, 2016。(National Communications Commission, 2015, "Statistical Report of Public Land for Base Stations in 2014," [http://www.ncc.gov.tw/chinese/news.aspx?site\\_content\\_sn=1237&is\\_history=0](http://www.ncc.gov.tw/chinese/news.aspx?site_content_sn=1237&is_history=0)，accessed on May 20, 2016.)

- Aaker, D. A., 1989, "Managing Assets and Skills: The Key to a Sustainable Competitive Advantage," **California Management Review**, Vol. 31, No. 2, 91-106.
- Ahmed, I. and Mohamed, A., 2014, "Hybrid Radio Resource Allocation and Interference Coordination for Type 1a-Relayed Long Term Evolution Uplink," **IET Communications**, Vol. 8, No. 11, 1928-1937.
- Ahmed, Z. R., Subramaniam, S. K., Zukarnain, Z. A., and Othman, M., 2014, "Best Minimum Summation Scheduler for Long Term Evolution," **Wireless Personal Communications**, Vol. 77, No. 3, 2271-2289.
- Amiri, M. P., 2010, "Project Selection for Oil-Fields Development by Using the AHP and Fuzzy TOPSIS Methods," **Expert Systems with Applications**, Vol. 37, No. 9, 6218-6224.
- Andersen, J., 2011, "Strategic Resources and Firm Performance," **Management Decision**, Vol. 49, No. 1, 87-98.
- Arend, R. J. and Lévesque, M., 2010, "Is the Resource-Based View a Practical Organizational Theory?" **Organization Science**, Vol. 21, No. 4, 913-930.
- Banaitiene, N., Banaitis, A., Kaklauskas, A., and Zavadskas, E. K., 2008, "Evaluating the Life Cycle of a Building: A Multivariant and Multiple Criteria Approach," **Omega**, Vol. 36, No. 3, 429-441.
- Barnes, S. J., 2001, "Big in Japan-i-mode and the Mobile Internet," **Journal of Information Technology Theory and Application**, Vol. 3, No. 4, 27-32.
- Barnes, S. J., 2002, "The Mobile Commerce Value Chain: Analysis and Future Development," **International Journal of Information Management**, Vol. 22, No. 2, 91-108.
- Barney, J. B., 1991, "Firm Resources and Sustained Competitive Advantage," **Journal of Management**, Vol. 17, No. 1, 99-120.
- Barney, J. B., 2002, **Gaining and Sustaining Competitive Advantage**, 2<sup>nd</sup>, Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Barua, A., Mudunuri, L. S. and Kosheleva, O., 2014, "Why Trapezoidal And Triangular Membership Functions Work So Well: Towards A Theoretical Explanation," **Journal of Uncertain Systems**, Vol. 8, No. 3, 164-168.
- Beard, J. W. and Sumner, M., 2004, "Seeking Strategic Advantage in the Post-Net Era: Viewing ERP Systems from the Resource-Based Perspective," **The Journal of Strategic Information Systems**, Vol. 13, No. 2, 129-150.
- Beg, I. and Rashid, T., 2013, "TOPSIS for Hesitant Fuzzy Linguistic Term Sets," **International Journal of Intelligent Systems**, Vol. 28, No. 12, 1162-1171.
- Boran, F. E., Genç, S., Kurt, M., and Akay, D., 2009, "A Multi-Criteria Intuitionistic Fuzzy

- Group Decision Making for Supplier Selection with TOPSIS Method,” **Expert Systems with Applications**, Vol. 36, No. 8, 11363-11368.
- Buellingen, F. and Woerter, M., 2004, “Development Perspectives, Firm Strategies and Applications in Mobile Commerce,” **Journal of Business Research**, Vol. 57, No. 12, 1402-1408.
- Büyükožkan, G. and Çifçi, G., 2012, “A Combined Fuzzy AHP and Fuzzy TOPSIS Based Strategic Analysis of Electronic Service Quality in Healthcare Industry,” **Expert Systems with Applications**, Vol. 39, No. 3, 2341-2354.
- Carmody, P., 2013, “A Knowledge Economy or an Information Society in Africa? Thintegration and the Mobile Phone Revolution,” **Information Technology for Development**, Vol. 19, No. 1, 24-39.
- Chamodrakas, I. and Martakos, D., 2011, “A Utility-based Fuzzy TOPSIS Method for Energy Efficient Network Selection in Heterogeneous Wireless Networks,” **Applied Soft Computing**, Vol. 12, No. 7, 1929-1938.
- Chan, L. K. and Wu, M. L., 2005, “A Systematic Approach to Quality Function Deployment with a Full Illustrative Example,” **Omega**, Vol. 33, No. 2, 119-139.
- Chen, C. T., 2000, “Extensions of the TOPSIS for Group Decision-Making under Fuzzy Environment,” **Fuzzy Sets and Systems**, Vol. 114, No. 1, 1-9.
- Chen, P. T. and Cheng, J. Z., 2010, “Unlocking the Promise of Mobile Value-Added Services by Applying New Collaborative Business Models,” **Technological Forecasting and Social Change**, Vol. 77, No. 4, 678-693.
- Chen, S. M. and Lee, L. W., 2010, “Fuzzy Multiple Attributes Group Decision-Making Based on the Interval Type-2 TOPSIS Method,” **Expert Systems with Applications**, Vol. 37, No. 4, 2790-2798.
- Chen, Y., Kilgour, M. D., and Hipel, K. W., 2008, “A Case-based Distance Method for Screening in Multiple Criteria Decision Aid,” **Omega**, Vol. 36, No. 3, 373-383.
- Chu, T. C. and Lin, Y. C., 2009, “An Interval Arithmetic Based Fuzzy TOPSIS Model,” **Expert Systems with Applications**, Vol. 36, No. 8, 10870-10876.
- Cricelli, L., Grimaldi, M., and Levialdi, N., 2011, “The Competition among Mobile Network Operators in the Telecommunication Supply Chain,” **International Journal of Production Economics**, Vol. 131, No. 1, 22-29.
- Dymova, L., Sevastjanov, P., and Tikhonenko, A., 2013, “An Approach to Generalization of Fuzzy TOPSIS Method,” **Information Sciences**, Vol. 238, No. 20, 149-162.
- Feng, B. and Lai, F., 2014, “Multi-attribute Group Decision Making with Aspirations: A Case Study,” **Omega**, Vol. 44, 136-147.
- Ghasemi-Falavarjani, S., Nematbakhsh, M., and Shahgholi Ghahfarokhi, B., 2015,

- “Context-aware Multi-objective Resource Allocation in Mobile Cloud,” **Computers and Electrical Engineering**, Vol. 44, 218-240.
- Gonzalez, D., Garcia-Lozano, M., Ruiz, S., and Lee, D. S., 2014, “A Metaheuristic-based Downlink Power Allocation for LTE/LTE-A Cellular Deployments,” **Wireless Networks**, Vol. 20, No. 6, 1369-1386.
- Gozalvez, J., 2014, “South Korea Launches LTE-Advanced,” **Vehicular Technology Magazine, IEEE**, Vol. 9, No. 1, 10-27.
- Grant, R. M., 1991, “The Resource Based Theory of Competitive Advantage: Implication for Strategy Formulation,” **California Management Review**, Vol. 33, No. 3, 114-135.
- Guo, C., 2007, “Is Sustainable Competitive Advantage an Achievable Holy Grail: The Relevance Gap between Academia and Business,” **Journal of Business and Management**, Vol. 13, No. 2, 115-26.
- Guo, J. and Bouwman, H., 2016, “An Analytical Framework for an M-payment Ecosystem: A Merchants' Perspective,” **Telecommunications Policy**, Vol. 40, No. 2-3, 147-167.
- Emma, M., Kieran, S., and Vida, M., 2013, “An Assessment of Sustainable Housing Affordability Using a Multiple Criteria Decision Making Method,” **Omega**, Vol. 41, No. 2, 270-279.
- Han, J., Kamber, M., and Pei, J., 2011, **Data Mining: Concepts and Techniques**, 3<sup>rd</sup>, Morgan Kaufmann.
- Hwang, C. L. and Yoon, K., 1981, **Multiple Attributes Decision Making Methods and Applications**, 1<sup>st</sup>, Berlin, Heidelberg: Springer.
- Isiklar, G. and Buyukozkan, G., 2007, “Using a Multi-Criteria Decision Making Approach to Evaluate Mobile Phone Alternatives,” **Computer Standards and Interfaces**, Vol. 29, No. 2, 265-274.
- Ittner, C. D. and Larcker, D. F., 2003, “Coming up Short on Nonfinancial Performance Measurement,” **Harvard Business Review**, Vol. 81, No. 11, 88-95.
- Jahanshahloo, G. R., Lotfi, F. H., and Izadikhah, M., 2006, “Extension of the TOPSIS Method for Decision-Making Problems with Fuzzy Data,” **Applied Mathematics and Computation**, Vol. 181, No. 2, 1544-1551.
- Javidan, M., 1998, “Core Competence: What Does it Mean in Practice?” *Long Range Planning*, Vol. 31, No.1, 60-71.
- Kannan, D., Jabbour, A. B. L. S., and Jabbour, C. J. C., 2014, “Selecting Green Suppliers Based on GSCM Practices: Using Fuzzy TOPSIS Applied to a Brazilian Electronics Company,” **European Journal of Operational Research**, Vol. 233, No. 2, 432-447.
- Kelemenis, A. and Askounis, D., 2010, “A New TOPSIS-Based Multi Criteria Approach to Personnel Selection,” **Expert Systems with Applications**, Vol. 37, No. 7, 4999-5008.

- Kelemenis, A., Ergazakis, K., and Askounis, D., 2011, "Support Managers' Selection Using an Extension of Fuzzy TOPSIS," **Expert Systems with Applications**, Vol. 38, No. 3, 2774-2782.
- Khalili-Damghani, K., Sadi-Nezhad, S., and Tavana, M., 2013, "Solving Multi-Period Project Selection Problems with Fuzzy Goal Programming Based on TOPSIS and a Fuzzy Preference Relation," **Information Sciences**, Vol. 252, 42-61.
- Khorshidi, R., Hassani, A., Honarbakhsh Rauof, A., and Emamy, M., 2013, "Selection of an Optimal Refinement Condition to Achieve Maximum Tensile Properties of Al-15%Mg2Si Composite Based on TOPSIS Method," **Materials and Design**, Vol. 46, 442-450.
- Klein, A. and Jakopin, N., 2014, "Consumers' Willingness-to-pay for Mobile Telecommunication Service Bundles," **Telematics and Informatics**, Vol. 31, No. 3, 410-421.
- Knott, Paul J., 2015, "Does VRIO Help Managers Evaluate a Firm's Resources?," **Management Decision**, Vol. 53, No. 8, 1806-1822.
- Kraaijenbrink, J., Spender, J. C., and Groen, A. J., 2010, "The Resource-Based View: A Review and Assessment of Its Critiques," **Journal of Management**, Vol. 36, No. 1, 349-72.
- Kumar, A., Jain, V., and Kumar, S., 2014, "A Comprehensive Environment Friendly Approach For Supplier Selection," **Omega**, Vol. 42, No. 1, 109-123.
- Kuo, Y. F. and Chen, P. C., 2006, "Selection of Mobile Value-Added Services for System Operators Using Fuzzy Synthetic Evaluation," **Expert Systems with Applications**, Vol. 30, No. 4, 612-620.
- Kuo, Y. F. and Yu, C. W., 2006, "3G Telecommunication Operators' Challenges and Roles: A Perspective of Mobile Commerce Value Chain," **Technovation**, Vol. 26, No. 12, 1347-1356.
- Lee, D. H. and Park, D., 1997, "An Efficient Algorithm for Fuzzy Weighted Average," **Fuzzy Sets and Systems**, Vol. 87, No. 1, 39-45.
- Lee, J., Kim, J. C., and Lim, J., 2016, "Globalization and Divergent Paths of Industrial Development: Mobile Phone Manufacturing in China, Japan, South Korea and Taiwan," **Journal of Contemporary Asia**, Vol. 46, No. 2, 222-246.
- Li, D. F., 2007, "Compromise Ratio Method for Fuzzy Multi-Attribute Group Decision Making," **Applied Soft Computing**, Vol. 7, No. 3, 807-817.
- Li, D. F., 2007, "A Fuzzy Closeness Approach to Fuzzy Multi-Attribute Decision Making," **Fuzzy Optimization and Decision Making**, Vol. 6, No. 3, 237-254.
- Li, F. and Whalley, 2002, "Deconstruction of the Telecommunications Industry: From Value

- Chains to Value Networks,” **Telecommunications Policy**, Vol. 26, No. 9, 451-472.
- Li, H., Adeli, H., Sun, J., and Han, J. G., 2011, “Hybridizing Principles of TOPSIS with Case-based Reasoning for Business Failure Prediction,” **Computers & Operations Research**, Vol. 38, No. 2, 409-419.
- Li, S. T. and Chou, W. C., 2014, “Power Planning in ICT Infrastructure: An Approach of Multi-criteria Operational Performance Evaluation,” **Omega**, Vol. 49, 134-148.
- Liao, C. N., 2013, “An Evaluation Model using Fuzzy TOPSIS and Goal Programming for TOM Consultant Selection,” **Journal of Testing and Evaluation**, Vol.41, No. 1, 122-130.
- Lin, C., Tsai, H. L., Wu, Y. J., and Kiang, M., 2012, “A Fuzzy Quantitative VRIO-Based Framework for Evaluating Organizational Activities,” **Management Decision**, Vol. 50, No. 8, 1396-1411.
- Luo, S., Dong, M., Ota, K., Wu, J., and Li, J., 2015, “A Security Assessment Mechanism for Software-Defined Networking-Based Mobile Networks,” **Sensors**, Vol. 15, No. 12, 31843-31858.
- Mahdavi, I., Heidarzade, A., Sadehpour-Gildeh, B., and Mahdavi-Amiri, N., 2009, “A General Fuzzy TOPSIS Model in Multiple Criteria Decision Making,” **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, Vol. 45, No. 3, 406-420.
- Mahdavi, I., Mahdavi-Amiri, N., Heidarzade, A., and Nourifar, R., 2008, “Designing a Model of Fuzzy TOPSIS in Multiple Criteria Decision Making,” **Applied Mathematics and Computation**, Vol. 206, No. 2, 607-617.
- Malathy, E. M. and Vijayalakshmi, M., 2015, “Knapsack - TOPSIS Technique for Vertical Handover in a Heterogeneous Wireless Network,” **Plos One**, Vol. 10, No. 8, 1-16.
- Marchant, T., 2007, “A Measurement-Theoretic Axiomatization of Trapezoidal Membership Functions,” **IEEE Transactions on Fuzzy Systems**, Vol. 15, No. 2, 238-242.
- Mayor, M. G. -O. and Davó, N. B., 2016, “Competitive Advantages of the Mobile Phone Operators in the Asia Pacific Region: Analysis from the Strategic Groups Approach,” **Technology Analysis & Strategic Management**, Vol. 28, No. 5, 541-554.
- Meng, Y., Li, J. D. and Li, H. Y., 2014, “Efficient Resource Allocation Scheme for Multi-Service Based on Interference Mitigation in LTE-Advanced Networks,” **Science China Information Sciences**, Vol. 57, No. 8, 1-11.
- Newbert, S. L., 2007, “Empirical Research on the Resource-Based View of the Firm: An Assessment and Suggestions for Future Research,” **Strategic Management Journal**, Vol. 28, No. 2, 121-46.
- Olla, P. and Patel, N. V., 2002, “A Value Chain Model for Mobile Data Service Providers,”

- Telecommunications Policy**, Vol. 26, No. 9-10, 551-571.
- Önüt, S., Kara, S. S., and Işık, E., 2009, "Long Term Supplier Selection Using A Combined Fuzzy MCDM Approach: A Case Study for A Telecommunication Company," **Expert Systems with Applications**, Vol. 36, No. 2, 3887-3895.
- Opricovic, S. and Tzeng, G. H., 2004, "Compromise Solution by MCDM Methods: A Comparative Analysis of VIKOR and TOPSIS," **European Journal of Operational Research**, Vol. 156, No. 2, 445-455.
- Pagani, M. and Fine, C. H., 2008, "Value Network Dynamics in 3G-4G Wireless Communications: A Systems Thinking Approach to Strategic Value Assessment," **Journal of Business Research**, Vol. 61, No. 11, 1102-1112.
- Park, E. and Del Pobil, A. P., 2013, "Modeling the User Acceptance of Long-Term Evolution (LTE) Services," **Annals of Telecommunications**, Vol. 68, No. 5, 307-315.
- Parkan, C. and Wu, M. U., 1999, "Measurement of the Performance of an Investment Bank Using the Operational Competitiveness Rating Procedure," **Omega**, Vol. 27, No. 2, 201-217.
- Peppard, J. and Rylander, A., 2006, "From Value Chain to Value Network: Lessons for Mobile Operators," **European Management Journal**, Vol. 24, No. 2, 128-141.
- Peteraf, M. A., 1993, "The Cornerstones of Competitive Advantage: A Resource-Based View," **Strategic Management Journal**, Vol. 14, No. 3, 179-191.
- Picoto, W. N., Bélanger, F. and Palma-dos-Reis, A., 2014, "An Organizational Perspective on M-Business: Usage Factors and Value Determination," **European Journal of Information Systems**, Vol. 23, No. 5, 571-592.
- Porter, M. E., 1985, **Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance**, 1<sup>st</sup>, New York: The Free Press.
- Prahalad, C. K. and Hamel, G., 1990, "The Core Competence of the Corporation," **Harvard Business Review**, Vol. 68, No. 3, 79-91.
- Reed, R. and DeFillippi, R. J., 1990, "Causal Ambiguity, Barriers to Imitation, and Sustainable Competitive Advantage," **The Academy of Management Review**, Vol. 15, No. 1, 88-102.
- Roghianian, E., Rahimi, J., and Ansari, A., 2010, "Comparison of First Aggregation and Last Aggregation in Fuzzy Group TOPSIS," **Applied Mathematical Modelling**, Vol. 34, No. 12, 3754-3766.
- Rouhani, S., Ghazanfari, M., and Jafari, M., 2012, "Evaluation Model of Business Intelligence for Enterprise Systems Using Fuzzy TOPSIS," **Expert Systems with Applications**, Vol. 39, No. 3, 3764-3771.
- Sabat, H. K., 2002, "The Evolving Mobile Wireless Value Chain and Market Structure,"

- Telecommunications Policy**, Vol. 26, No. 9-10, 505-535.
- Sadi-Nezhad, S. and Damghani, K. K., 2010, "Application of a Fuzzy TOPSIS Method Base on Modified Preference Ratio and Fuzzy Distance Measurement in Assessment of Traffic Police Centers Performance," **Applied Soft Computing**, Vol. 10, No. 4, 1028-1039.
- Sevastjanov, P. and Dymova, L., 2009, "Stock Screening with Use of Multiple Criteria Decision Making and Optimization," **Omega**, Vol. 37, No. 3, 659-671.
- Sharma, S. and Balan, S., 2013, "An Integrative Supplier Selection Model Using Taguchi Loss Function, TOPSIS and Multi Criteria Goal Programming," **Journal of Intelligent Manufacturing**, Vol. 24, No. 6, 1123-1130.
- Shih, H. S., Wang, C. H., and Lee, E. S., 2004, "A Multiattribute GDSS for Aiding Problem-Solving," **Mathematical and Computer Modelling**, Vol. 39, No. 11-12, 1397-1412.
- Søilen, K. S., Kovacevic, M. A., and Jallouli. R., 2012, "Key Success Factors for Ericsson Mobile Platforms Using the Value Grid Model," **Journal of Business Research**, Vol. 65, No. 9, 1335-1345.
- Srivastava, P. and Frankwick, G. L., 2011, "Environment, Management Attitude, and Organizational Learning in Alliances," **Management Decision**, Vol. 49, No. 1, 156-166.
- Steinbock, D., 2003, "Globalization of Wireless Value System: from Geographic to Strategic Advantages," **Telecommunications Policy**, Vol. 27, No. 3-4, 207-235.
- Sun, C. C. and Lin, G. T. R., 2009, "Using Fuzzy TOPSIS Method for Evaluating the Competitive Advantages of Shopping Websites," **Expert Systems with Applications**, Vol. 36, No. 9, 11764-11771.
- Torfi, F., Farahani, R. Z., and Rezapour, S., 2010, "Fuzzy AHP To Determine The Relative Weights of Evaluation Criteria And Fuzzy TOPSIS to Rank The Alternatives," **Applied Soft Computing**, Vol. 10, No. 2, 520-528.
- Tseng, F. M., Chiu, Y. J., and Chen, J. S., 2009, "Measuring Business Performance in The High-Tech Manufacturing Industry: A Case Study of Taiwan's Large-Sized TFT-LCD Panel Companie," **Omega**, Vol. 37, No. 3, 686-697.
- Vahdani, B., Meysam Mousavib, S., Hashemib, H., Mousakhanic, M., and Tavakkoli-Moghaddamd, R., 2013, "A New Compromise Solution Method for Fuzzy Group Decision-making Problems with an Application to the Contractor Selection," **Engineering Applications of Artificial Intelligence**, Vol. 26, No. 2, 779-788.
- Wernerfelt, B., 1984, "A Resource-Based View of the Firm," **Strategic Management Journal**, Vol. 5, No. 2, 171-180.

- Yang, C., Fu, G. L., and Tzeng, G. H., 2005, "Creating a Win-Win in the Telecommunications Industry: The Relationship between MVONs and MNOs in Taiwan," **Canadian Journal of Administrative Sciences**, Vol. 22, No. 4, 316-328.
- Yong, D., 2006, "Plant Location Selection Based on Fuzzy TOPSIS," **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, Vol. 28, No. 7, 839-844.
- Yu, H. C., Lee, Z. Y., and Chang, S. C., 2005, "Using a Fuzzy Multi-Criteria Decision Making Approach To Evaluate Alternative Licensing Mechanisms," **Information and Management**, Vol. 42, No. 4, 517-531.
- Yurdakul, M. and Tansel, I. Y., 2009, "Analysis of the Benefit Generated by Using Fuzzy Numbers in a TOPSIS Model Developed for Machine Tool Selection Problems," **Journal of Materials Processing Technology**, Vol. 209, No. 1, 310-317.
- Zanakis, S. H., Solomon, A., Wishart, N., and Dublisch, S., 1998, "Multi-Attribute Decision Making: A Simulation Comparison of Select Methods," **European Journal of Operational Research**, Vol. 107, No. 3, 507-529.
- Zhang, Z. and Liang, X. J., 2011, "Business Ecosystem Strategies of Mobile Network Operators in the 3G Era: The Case of China Mobile," **Telecommunications Policy**, Vol. 35, No. 2, 156-171.
- Zopounidis, C., 1999, "Multi-criteria Decision Aid in Financial Management," **European Journal of Operational Research**, Vol. 119, 404-415.
- Zouggari, A. and Benyoucef, L., 2012, "Simulation Based Fuzzy TOPSIS Approach for Group Multi-criteria Supplier Selection Problem," **Engineering Applications of Artificial Intelligence**, Vol. 25, No. 3, 507-519.

## 作者簡介

### 周瑋千

現任職於中華電信股份有限公司，國立成功大學資管所博士，研究領域為模糊理論、決策支援系統。論文曾發表於 Omega The International Journal of Management Science。

E-mail: [sandy.chou@msa.hinet.net](mailto:sandy.chou@msa.hinet.net)

### 李昇暉

目前為國立成功大學工業與資訊管理學系教授，美國德州休士頓大學電腦科學博士，研究領域為商業智慧、大數據分析、決策支援系統、知識工程、知識管理。近年著作可見於 IEEE Transactions on Fuzzy Systems, IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics-Part B, Fuzzy Sets and Systems, Information Sciences, Journal of Information Science, Technovation, The Journal of Computer Information Systems, Cybernetics and Systems, Computers and Mathematics with Applications, Omega The International Journal of Management Science 等國內外期刊，並為 Journal of Universal Computer Science, Asia Pacific Management Review 等期刊編輯委員。

E-mail: [stli@mail.ncku.edu.tw](mailto:stli@mail.ncku.edu.tw)

