

複雜、結構與詮釋：

以港市直航對高雄總體發展影響之策略為例

張寧

義守大學企業管理學系助理教授

摘要

複雜性是公共事務問題的共同點，複雜性不只來自於問題系統，更來自於人類的心智。在各種處理複雜系統的方法中，互動管理(Interactive Management, IM)奠基於結構基礎學派(Structure-Based School)，符合複雜科學的假設，是一種針對複雜事務所開創的管理系統，以求真正解決超越一般型態的問題。

詮釋結構模式法(Interpretive Structural Modeling, ISM)是 IM 的主要結構方法，以二元矩陣(binary matrix)與有向圖(digraph, directed graph)間的對應機制為數學基礎，以詮釋結構模式(interpretive structural model)為最終產出。ISM 具有將不同類型的元素與關係組成結構的特質，因此可以釐清複雜的事態。

本文將簡述 ISM 的源起、基本概念、演算法、操作程序，並以港市直航對高雄總體發展影響之策略為例，說明 ISM 的操作過程與產出。研究成果將包括以回饋圖呈現的增強結構及其詮釋，顯示結合 ISM 的 IM 程序適於民眾參與使用。藉由對 ISM 建構過程與詮釋結構模式的解釋，提供對複雜事務的決策協助，是處理複雜公共事務議題的重要工具。

關鍵字：互動管理、詮釋結構模式法、詮釋結構模式、有向圖。

Complexity, Structures and Interpretations: The Case of Strategies for Possible Impacts on Kaohsiung's Grand Development from Cross-strait Direct Shipping

Abstract

The complexity is one of major common ingredients of public affairs problems. The complexity lies not only in the system but also in the human mind. Among various methods coping with complexity, Interactive Management (IM) is underpinned by the Structure-Based School, and consistent with the assumptions in science of complexity. IM is a system of management invented to apply to complexity, and intends to solve situations that are beyond the normal type of problem ultimately.

The Interpretive Structural Modeling (ISM) process is the main structure method for IM. It is based upon the mechanics of the one-to-one correspondence between binary matrices and digraphs. The method has some useful characters to structure different kinds of element and relation, so can clarify the complex situation. The final products of ISM are interpretive structural models.

This paper sketches ISM origins, basic concepts, algorithms, processes, and explains the courses and outcomes of application by the case of strategies for possible impacts on Kaohsiung's grand development from cross-strait. The results of this study include an enhancement structure in feedback digraph and its interpretations. They show the IM procedure which combines ISM is suitable for citizen participation. It offers decision support from the structuring course and the interpretations of structure. Therefore it is an important tool which copes with the complicated public affairs issues.

Keywords: Interactive Management, IM, Interpretive Structural Modeling, ISM, interpretive structural model, digraph, direct graph.

壹、公共事務的複雜性

公共事務問題跨越經濟、社會、政治等領域，牽涉時間與空間的延展、定性與定量的交錯、流量與存量的相依，以及群體與個體的衝突，其中各種因素彼此互動與回饋。因此對公共事務問題的解決，必須考慮問題中各因素間的相互關聯，企圖將單一的解決方案用於某一社會問題，可能會以複雜的方式引起社會系統的變化 (Warfield, 1989: 5; 汪明生、黃宗誠, 2003)，無助於結構不良(ill-structured)問題系統(systems of problems)的解決(Dunn, 2004: 76)。

複雜性是公共事務問題的共同點，在問題的呈現方面，意味問題缺乏透明度，所涉及的因素眾多，脈絡關係相互交纏，難以預測，而複雜本身更滋養自己，令其越趨繁複(Capra, 1997: 123)。在問題解決方面，個人有限的的能力，僅能局部的處理，無以全面解決；而以集體力量處理複雜問題時，對於理解與認知他人思維與行動的必要，則又產生了另一層次的複雜性 (Warfield, 1989: 194)。這說明了複雜性不只來自於問題系統，更來自於人類的心智 (Warfield, 1999)。

系統的複雜性是由系統中許多不明確的事物或概念間所存在著的各種關係所造成的，複雜性既是系統本身固有的特點，探究複雜性就是去探究沒有明確定義的系統。現今將系統作為研究對象已經是普遍的趨勢，顯示對複雜性問題進行分析已成為迫切的需求。從複雜的觀點來看，各種系統之間的差別在於他們所具有的複雜性不同，因此為複雜性的一般性概念建立一套普遍適用各種的方法論，將有助於政策、規劃與管理等複雜系統的探討 (Warfield, 1989: 163~164)。

具備後現代精神的系統觀點，主張事物是網絡的一部分，因此關係更重於事物本身，事物是藉由所處的脈絡來解釋(Capra, 1997: 37)。將複雜性引入管理代表管理觀點由現代轉向後現代，也就是對事務的管理轉為對複雜性的管理(齊歡等，2006: 114)。雖然自然科學與管理科學一樣重視複雜，但人類集體心智的複雜性使管理科學猶有過之，因此有將管理稱為「複雜性最高的進化形式」(齊歡等，2006: 113)，即非虛言。隨時體認複雜性的存在，是公共管理者為創造社會系統的價值，所必須具備的能力。

模型是人們所研究的客觀事物有關屬性的模擬，是為特殊目對現實世界而作的抽象的、簡化的結構，可用於代表實際系統的某些面向，但不等於實際系統的複製 (齊歡等，2006: 7, 25)。模型化對增進系統的了解是相當有用，因為所有模

型化過程都明顯或隱含地與系統結構有關，所以將系統結構模型化的可能性越大，就越有利人們對系統的認識、理解與溝通(Warfield, 1989: 194)。結構化過程提高了參與者的學習能力與洞察力，也充分說明了何以需進行結構化的理由(Warfield, 1989: 195)。

關於對探討複雜性的思想學派，可以中立學派(Indifference School)、系統動力學派(“System Dynamics” school)、渾沌學派(“Chaos Theory” school)、適應系統學派(Adaptive Systems School)以及結構基礎學派(Structure-Based School)等五種為代表。中立學派包含了採取「跨學科途徑或方法」的學術群體以及後現代主義者。系統動力學派、渾沌學派與適應系統學派則以科學至上主義的技術典型為特徵，並不刻意探討模型的哲學基礎，而是發展可以有效處理問題的方法論(Warfield, 1999)。

結構基礎學派由 John N. Warfield 與其同僚所發展，以複雜性的有機體(organization of complexity)為假設，強調共同合作，以電腦輔助建構問題情勢的結構，作為解決複雜情勢的主要開始步驟。不同於其他學派認為複雜性來自於系統，複雜僅是他們所探索的系統的一個面向，因而在形式上的表現為各項數學系統的推理。結構基礎學派將人類視為系統中的活躍成分，認為複雜的來源是心智，而非人類想要了解的對象。這個學派努力尋求適於集體決策的基礎科學假設，因此能與其他學派結合並增進應用的價值(Warfield, 1999)。

互動管理(Interactive Management, IM; Warfield and Cárdenas, 1994)是直接依據結構基礎學派理論發展的應用方法，符合複雜科學的要求，具有易於展示的系統結構(Warfield, 1999)，適於解決組織複雜性的過程(齊歡等，2006: 113)。以 IM 程序產出的結構，是了解複雜系統的理想模型。

貳、IM 與結構

IM 是一種針對複雜事務所開創的管理系統，其目的係在組織中運用，以克服超越一般型態的問題，真正解決爭端或事態。在國外已經累積了相當多的案例，在企業管理方面，多使用於設計、製造與品管問題的解決(Warfield and Cárdenas, 1994:1, 183)；在公共事務方面，則廣泛應用於農業、漁業、醫學、原住民、教育、生態保育(Warfield and Cárdenas, 1994:1-14)、都市規劃(Hwang and Lin, 1987: 202；葉光毅等人，2003: 58)，以及軍事管理(巨克毅、段念祖，2003)等議題。

其特色在於活動分三階段進行、角色區分為操作者與參與者、操作成果為有形的詮釋結構模式(interpretive structural model)，以及採用可使多數參與者交流互動的多元方法等（張寧，2005）。

詮釋結構模式是可以表達因素間關係的各種說明圖，常見的應用形態(application structural type)有澄題結構(problematique)、增強結構(enhancement structure)、優先結構(priority structure)與解題結構(resolution structure)等。這些結構圖可以分別適用於不同的問題與需求，所包含的元素與關係也各不相同，但元素的產生與關係的決定則依賴 IM 所使用的方法。

IM 用於產生元素(也就是在 IM 會議中參與者的意見)的方法，包括了想法撰述(ideawriting)、名義群體技術法(Nominal Group Technique, NGT)與德爾菲法(Delphi)等幾種較常使用的方法。決定元素間關係的方法則以詮釋結構模式法(Interpretive Structural Modeling, ISM)為主。ISM 除了可單獨使用外，也可與 NGT 程序結合為增強 NGT (enhanced NGT)程序。在增強 NGT 中省略典型 NGT 中產生最後排序表決的部分，而以 ISM 的因果關係表決取代。這種將複雜問題區分為觀念產生(idea generating)及觀念建構(idea structuring)，並適用不同方法的做法，Warfield(1989: 63, 88)稱為分離推測(separation conjecture)。

IM 在國內曾被應用於探討高雄柴山地方發展問題（汪明生，2006；盧正義，2001；陳耀明，2001；王水杉，2001；林國泉，2001）、加入 WTO 後的高雄地方發展策略（汪明生，2006；李石舜，2003；龔天發，2003；顏明忠，2003；楊正元，2003）、高雄港發展策略（汪明生，2006；蔡丁義，2003；陳錫霖，2003；呂添資，2003；黃如圩，2003）、以及澎湖縣推動博奕事業策略(王文誠、何敏華，2005)、面臨 2009 世界運動會的高雄地區整體發展策略（汪明生等人，2006）等，這些案例均是採用結合 NGT 與 ISM 的方法操作。

IM 兼具直接互動、成果明確具體且豐富多元、兼顧公民與專家參與等優點，研究顯示 IM 方法能夠讓參與者受到尊重充分表達意見，並產生高度的學習效果。所以能有效地凝聚共識，可對地方重大爭議以及地方發展規劃提供有效的集體決策程序（張寧，2005；張寧等人，2007）。這些優點與效果有一部分就來自 ISM 操作過程與結果的交流(Warfield and Cárdenas, 1994: 92, 116; Warfield, 1989: 292)。

本研究在簡述 ISM 的基本概念後，將以港市直航對高雄總體發展影響之策

略的 IM 會議為例，介紹 ISM 的數學運算並展示以詮釋結構模式呈現的結果。

參、ISM 簡介

一、源起

ISM 是 John N. Warfield 在俄亥俄州 Columbus 的 Battelle Memorial 研究所，於 1972-74 年所發展(Warfield and Cardenas, 1994: 115)，透過電腦輔助，協助群體建構所搜集的知識，以利於從事團體成員間對話關係建構的目的。對群體在面對關於某些複雜系統和議題的互動學習和決策時，能增進知識的使用效率(Hwang and Lin, 1987: 190)。

ISM 所應用的方法被稱為結構的數學(Warfield, 2003)，提供了 ISM 數學的基礎，Warfield (1989)也賦予了 ISM 哲學意義與在現實世界應用的價值。在國內的應用包括公共工程的爭議處理（盧誠德、蔡宗潔，2005）、教育與課程設計（林原宏，2005；蔡秉燁、鍾靜蓉，2003）、都市及區域規畫（林志軒，2002；葉光毅等人，2003: 58；張寧，2005）等。

二、ISM 程序

ISM 程序是以二元矩陣(binary matrix)與有向圖(digraph, directed graph)間的對應機制為基礎。程序的基本觀念是「元素集合」與「遞移關係」。元素集合是指某些情勢的內容，諸如人、目標、變項、趨勢和活動。內容關係則是對所提出的問題，元素間具有重要性關係的可能陳述。不同類型的元素集合與關係會組成不同的結構（Hwang and Lin, 1987: 191）。

這些系統結構可以用矩陣或有向圖表示。在二元矩陣的表現方式，矩陣的垂直指標集合與水平指標集合元素相同，元素 i 與元素 j 的關係若存在，則於 i 列和 j 行交叉處用 1 來表示。在有向圖的表現方式，元素就是有向圖的頂點，兩個元素之間的關係就以箭頭連接來表示。

ISM 可以在人與電腦互動的情況下操作，人負責決策而電腦則用以運算並展示邏輯操作的成果。在實際的操作中，個人或群體必須回答一系列「元素 A 與元素 B 有關嗎？」或類似的問題，而群體則對問題回答「是」或「否」的意見，在 IM 程序中通常以過半數表決為準。

在方法的操作上，ISM 經常與模糊、AHP 或 NGT 等方法連用，以便提供形成結構所必要的數據與資訊。

三、二元矩陣與有向圖

ISM 相關的數學理論，同時使用在電腦軟體和操作程序。本研究的目的是在於介紹結構化的觀念與過程，因此不擬涉入過度繁複的數學表達。然而 ISM 對觀念的表達與操作主要是藉由離散數學中的幾種理論來實現，因此在進入操作之前，對部分反覆使用的數學概念包括二元矩陣及有向圖等，仍必須先加以簡要的介紹。

(一) 二元矩陣

當一個矩陣內的項(entries)的值僅為 1 或 0 時，這個矩陣稱為二元矩陣。比較特殊的矩陣有與遞移性矩陣(transitive matrix)與反身性矩陣(reflexive matrix)。

遞移性矩陣是指如果 $n_{ij} = n_{jk} = 1$ ，則 $n_{ik} = 1$ 的矩陣。反身性矩陣是指主對角線上的項均為 1 的矩陣，當垂直指標集合中的元素與水平指標集合中的元素完全相同時，就會出現反身性矩陣。當矩陣同時具有遞移性與反身性時，稱為可及矩陣(reachability matrix)。

(二) 有向圖

應用離散數學中的有向圖理論(digraph theory)可將矩陣所表示的集合與二元關係轉換為圖的形式。有向圖是由頂點集合 V ，與邊集合 E 所組成，其中 E 是 V 中互異元素的有序對(pair)集合。 V 中的元素稱為頂點， E 中的元素稱為有向邊(directed edge) (林英仁等人，2006: 578；林信男、黃瑞良，2004: 3-67)。

如果 i 和 j 是 V 中的兩個頂點，且 $(i, j) \in E$ ，則稱 (i, j) 為有向圖的一條邊，如果 $(i, j) \in \bar{E}$ ，則稱 (i, j) 為空邊。若以 (u, v, w, \dots, y, z) 表示有向圖的頂點所構成的序列，由接續點所形成的序列 $W = (u, v), (v, w), \dots, (y, z)$ 稱為有向圖的漫步(walk)。序列中邊的數目稱為漫步的長度。 $W(u, z)$ 表示漫步的起點為 u ，終點為 z ，不同的漫步可能有相同的起點和終點， $W(u, z)$ 可能同時存在多條漫步(Warfield, 1989: 265)。在所有長度至少為 k 的漫步中，長度為 k 的漫步稱為路徑(path)。因此，路徑可能存在多條，但路徑的長度必定相等。

(三) 有向圖的圖形(map)

有向圖的圖形用點或圓圈表示頂點，用箭頭表示邊，箭頭從起點指向終點，有向圖的漫步就對應圖形的邊。圖形的種類可區分為環路圖(cycle)、層級圖(hierachical digraph)與回饋圖(feedback digraph)等。

環路圖是指有向圖中不同的頂點 i 和 j ，若有一條漫步 $W(i, i)$ 是由漫步 $W(i, j)$ 與 $W(j, i)$ 連接而成，那麼 $W(i, i)$ 就是一個環路圖。在環路圖中，任何一個頂點到任何其他頂點都是可及的。因此，每一個頂點對另一個頂點都是先導點(antecedent)也是後續點(succedent)。

層級圖是指不含環路圖的有向圖，在層級圖中不存在後續點的頂點稱為第一層頂點。如果圖不只一層，將第一層頂點除去後，留下來的仍然是層級圖，其中不存在後續點的頂點就是原來層級圖中的第二層頂點。依此類推，層級圖中的每個頂點都會處於某一層。對應分層的矩陣就是有序的區塊矩陣(block ordered matrix)。

回饋圖是指包含一個或多個環路圖在內的有向圖，這種有向圖的頂點可能沒有後續點，也可能是後續點也是先導點，這兩種頂點都是回饋圖的第一層頂點。除去第一層頂點後，可以同樣的方式尋找第二層頂點。最後，回饋圖中的每個頂點都會處於某一層。相同的，回饋圖也可以形成有序的區塊矩陣。

(四) 矩陣與有向圖的關係

有向圖與二元矩陣是同構的(isomorphic)，意指兩者提供相同的訊息。如果矩陣細格 (i, j) 中的項值為 1 時，對應的有向圖存在一條邊；矩陣細格 (i, j) 中的項值為 0 時，對應的有向圖為空邊，則該有向圖稱為矩陣的有向圖，矩陣稱為有向圖的鄰接矩陣(adjacency matrix)。有向圖還可以導出可及矩陣，但通常無法直接由從可及矩陣獲得有向圖(Warfield, 1989: 265)，而必須經過運算步驟。

矩陣的優點在於可以組織與運算大量資訊，但有向圖卻可以提供直觀的圖形，不需具備豐富的數學能力就可以輕易了解與進行修正。因此，兩者各有所長。IM 成果的展示選擇以圖形的方式呈現，不僅有助於參與者的理解掌握全貌，也便於成為專家與民眾的溝通介面。

(五) 矩陣與有向圖的簡化

由於矩陣與有向圖是同構的，因此直接以有向圖做說明，在理解上會更容易。簡化可分為凝聚(condensation)與骨架化(skeleton)兩種，這兩種方法對於將資訊從矩陣建構為圖形都非常重要。

凝聚主要是用於回饋圖的簡化方式，也就是將回饋圖中的極大圈(maximal cycle)，以一個頂點也就是代理元素(proxy)取代。由於回饋圖是具有層次且包含環路圖在內的有向圖，因此在凝聚後，回饋圖就轉為層級圖，而且不影響層級的

數目。

骨架化是指除去不影響可及性的邊，換言之，是以最少的邊維持原始圖中所有的關係。例如 A 影響 B，B 影響 C，同時 A 也影響 C。此時 A 可以透過 B 影響 C，A 至 C 的邊就可以去除，但仍可透過遞移性保留 A 對 C 的影響。回饋圖在骨架化前應先進行凝聚。

環路圖的簡化較為複雜，除了前述的凝聚之外，更好的方法是使用強度的門檻值(threshold of intensity)以及測地線環路(geodetic cycle)¹，目的都是為了使環路圖更容易解釋。

強度的門檻值是將環路圖的每一條邊加上權重(weighted embedding)，這裡的權重只是一個比較的值，而不是一般介於 0 與 1 的相對權重，因此可以任意給一個自然數的值。不過不能給 0，因為 0 意味兩個元素間沒有關連，而這與環路圖的性質是不相符的。然後再指定一個門檻值，在門檻值以上的邊才保留下來，因此關係強度未達到門檻值的元素，就會被刪除，完成簡化的目的。例如，強度值的範圍是從 1 到 10，把門檻值定為 5，強度 1 到 4 的邊就可以刪除。由於門檻值的選擇會影響環路圖的繁簡，門檻值越低，圖形就會越複雜。透過門檻值的變化，就能更深入的檢視環路圖所蘊含的資訊。

兩個元素間的路徑所構成的環路，稱為測地線環路²。強度的門檻值只能減少邊，但仍然可能留下環路中有環路的圖形，如果過於複雜仍然很難解釋。此時測地線環路可以將元素構成的環路集合，依距離由最短到最長的環路集合做層級排列³，轉為層級圖。由於層級圖具有單向性，在理解上更為容易(Warfield, 1989: 330)。測地線環路適於在使用強度的門檻值後仍無法獲得適宜結構的情形(Warfield, 1989: 359)。

四、詮釋結構模式

經由二元矩陣、有向圖以及有向圖的圖形等一系列的操作，原本存在於個人腦中的心智模式就可以轉換為可供溝通的具體化結構，接下來將結構中的元素關

¹測地線的名字來自於對於地球尺寸與形狀的大地測量學，在適當的小範圍內聯結任意兩點的測地線是最短線，所以測地線又稱為短程線，數學上可視作直線在彎曲空間中的推廣（參閱維基百科測地線條目，2007/2/15）。

²由於有向圖具方向性，所以由元素 A 到元素 B，與元素 B 到元素 A 是兩條路徑，路徑甚至可能通過其他元素。例如 A 影響 B，B 影響 C，C 影響 A 的環路。

³所有的測地線環路都是路徑，已經是最短的漫步。所以這裡的最短與最長的環路集合是指不同的邊數（也就是長度）所構成的測地線環路中所包含的元素。

係以實質的元素（例如問題、策略、事件等）取代，即完成初步的詮釋結構模式。完成的詮釋結構模式就可以用實質的內容與關係來解釋原先的複雜狀態，並視需要進行多回合的研討、檢驗與修改。IM 的參與者也可以透過詮釋結構模式的平台彼此學習。

修改可區分為實質修改 (substantive amendment) 與格式修改 (format amendment) (Warfield, 1989: 356)。環路圖與層級圖的修改是不同的，例如邊的增減對層級圖是實質修改，對環路圖則是格式修改（在不影響可及矩陣情形下），但如果邊的移除破壞了環路，則屬實質修改。

肆、研究設計與步驟

一、案例背景

在兩岸政策中，直航是從未退燒的議題，然而除了經濟利益的考量之外，直航更被賦予了政治、國防、以至社會心理層面的意涵，顯現了台灣在藍綠、南北、政府與產業、前進與保守間的衝突與掙扎。在已歷經 20 年民主化洗禮的台灣，迄今仍然欠缺一個容納多元意見的對話平台。現有制度的設計，幾已淪為政治角力的戰場。以致兩岸直航這樣牽動南台灣數百萬居民的發展前景的重大議題，無論在地方或中央都難有理性思辨的空間。

「港市直航對高雄整體發展之影響及其因應之道」互動管理研討會於 2007 年 1 月 6 日及 13 日舉行，是海峽港市合作論壇的系列活動之一，旨在提供民間自發參與政策的聲音，以供公部門參考。本案例所引相關數據及資料，即來自該次會議參與者的討論成果。

二、IM 會議程序

（一）參加人員

IM 程序中角色共分三個類別：外部角色係由業主單位所組成，以參與者身分參與互動討論；內部專業角色和內部支援角色則由 IM 服務團隊所組成，負責會議程序進行與幕僚工作支援。本案例之參與者由 20 位熟悉並關心高雄與南台灣發展問題的人士組成，內部角色則由汪明生教授領導之團隊擔任。

（二）會議進程序

IM 參與者所參與的是 IM 的第二階段，即互動階段 (workshop)。規劃階段

與追蹤階段由內部人員進行幕僚作業，參與者僅參加互動階段。由於研究目的主要在於提出高雄與南台灣發展問題的策略，故 IM 成果選擇以增強結構展現。方法上則配合增強結構，採用結合 NGT 與 ISM 的增強 NGT，方便於產生想法及完成結構。其步驟如下：

1. 發放白皮書

白皮書之目的在於使參與者對討論之議題有較完整的了解，但並非不可缺少之步驟。通常在會議進行前，參與者已預先閱讀過白皮書。

2. 第一階段問卷之發放

問卷調查並非互動階段的步驟。為了解參與者在進行互動前後，對港市直航與高雄整體發展的議題是否產生不同的看法，以及對整個 IM 程序的了解程度與滿意度，本研究於參與者正式進行互動前進行第一階段問卷調查，並於互動結束後進行第二階段問卷調查。

3. 議題及方法說明

在此步驟中，主持人請參與者彼此介紹，並向參與者說明會議之目的與重要的程序。

4. 提出觸發問題

在參與者開始產生想法前，主持人必須提供一個觸發問題供參與者思考，該研究提供給參與者的觸發問題是：「若開放兩岸直航，高雄應採行哪些策略因應，以提昇整體發展？」經由此觸發問題，獲得參與者關於高雄應採行哪些策略的意見。

5. 安靜地寫出意見

此步驟約 15 分鐘，並要求參與者不要互相討論，以免彼此干擾。

6. 輪流將各意見記錄在大紙張上

參與者輪流表示意見，至已無新意見產生時即停止，本步驟共產生 48 個意見。

7. 依序說明及討論以澄清意見

由於在上一個步驟，係以簡要的用語寫出意見，所以澄清意見非常重要，若未能徹底釐清每一個策略陳述的語意，對以下的步驟將產生困難。經過意見澄清、修改及增刪合併一部分意見後，共彙整出 26 個意見。

8. 參與者依其相對重要性選出前 12 名的策略

完整的增強 NGT 步驟，尚必須先將所獲得意見分類，再進行策略與策略分類的重要性排名，然而本研究因限於規模，僅選出 12 個策略，故無進行策略分類之實益。在此步驟，由參與者各自選出 5 個最重要的策略，並依重要性給予 1~5 的得分，加總得分後，選出排名前 12 名策略。

9. 以 ISM 建構增強結構

將選出的 12 個策略，以「策略 A 使策略 B 增強嗎？」的疑問句型式，由參與者以過半數決定。在所有的策略兩兩比較後，第一次會議即結束。嗣後再由內部人員進行幕僚作業，將策略與策略間的關係製作成增強結構圖，以供第二次會議討論。

10. 討論與修改

一週後，進行第二次會議，由內部工作人員將增強結構圖展示給參與者，並由參與者進行討論及修改。並由增強結構所展示的增強關係，討論港市直航與高雄整體發展的意見。

11. 第二階段問卷

於討論結束後，發放第二階段的問卷，除與第一階段問卷重覆之部分外，並增加會議過程與結論的了解程度與滿意度調查。

伍、研究成果

由於 NGT 的操作只能產生尚待結構的元素，因此本研究將 NGT 部分的成果也就是依重要性排序的策略稱為初步成果。初步成果須經 ISM 的演算過程，以將此 12 項策略建構為詮釋結構模式，即本研究的最終研究成果。

一、前 12 名策略

IM 參與者票選的前 12 名發展策略，依票數高低排序如下。各策略後面括弧中的數字，是在 NGT 程序中投票的得分。

- (一) 改善相關產業以發揮直航效益 (56)。
- (二) 中央將高雄劃為經濟特區 (37)。
- (三) 推動兩岸與新加坡港市合作交流 (32)。
- (四) 落實自由貿易區的運作機制 (27)。
- (五) 調整產業型態，提高第三產業之比例 (18)。
- (六) 中央相關部會移師高雄 (15)。
- (七) 成立跨局處之任務編組單位 (12)。
- (八) 兩岸間簽訂和平條約及軍事互信機制 (10)。
- (九) 改善治安防範衍生社會問題 (10)。
- (十) 推動各項博覽會 (9)。
- (十一) 促進學術交流 (6)。
- (十二) 落實港市合一機能 (5)。

二、兩兩表決結果

以 IM 參與者過半數之同意，表決 12 項元素兩兩間是否有使增強關係，結果如表一所示。

表一 兩兩表決結果表

1←2	1←11	2→10	3←10	4←11	6←7	7←11	10↔11
1↔3	1←12	2←11	3←11	4←12	6←8	7←12	10←12
1←4	2→3	2↔12	3←12	5←6	6→9	8←9	11←12
1→5	2→4	3←4	4→5	5←7	6→10	8←10	
1←6	2→5	3←5	4←6	5←8	6→11	8←11	
1←7	2←6	3←6	4←7	5←9	6→12	8←12	
1←8	2←7	3←7	4←8	5←10	7←8	9→10	
1←9	2←8	3←8	4←9	5←11	7←9	9←11	
1↔10	2←9	3←9	4←10	5←12	7←10	9←12	

註：「→」或「←」表示端點端的元素使箭頭端的元素明顯增強，「—」表示兩元素間無明顯關係，「↔」表示兩元素互為因果。

三、轉為矩陣

將表一所呈現的關係轉為二元矩陣 M_1 ，項的值為 1 代表垂直指標的元素對水平指標有明顯增強關係，項的值為 0 代表垂直指標的元素對水平指標有無明顯增強關係。

$$M_1 = \begin{matrix} & \begin{matrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 & 8 & 9 & 10 & 11 & 12 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \\ 6 \\ 7 \\ 8 \\ 9 \\ 10 \\ 11 \\ 12 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (1)$$

四、轉為可及矩陣 (reachability matrices)

是否需要轉為可及矩陣是有選擇性的，尤其是在使用電腦軟體協助的情形⁴。透過可及矩陣 M_2 ，可以將個別元素影響可及的所有元素清楚列出，避免參與者表決的關係不符遞移性規則。

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0
2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1
3	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0
4	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0
5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
6	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1
7	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
8	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0
9	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0
10	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0
11	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0
12	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1

(2)

五、確認分層元素

層級圖中的每個頂點都會處於某一層，已如前述。在有向圖的一條漫步中，所有可及於頂點 A 的頂點所形成的集合，稱為先導集合；所有頂點 A 可及的頂點所形成的集合，稱為後續集合。本例中的 12 個元素，其先導集合與後續集合如表二所示。

後續集合與交集完全相同的元素代表這個元素只被其他元素影響，而不影響其他元素，將後續集合與交集完全相同的元素抽出，列為第一層。在本例中，後續集合與交集完全相同的元素有 5 與 7，列為第一層。抽取第一層後，所餘既非空集合，則繼續確認及抽取第二層元素。

依序將各層元素抽出，元素 1, 3, 10, 11 為第二層，元素 4, 8, 9 為第三層，元素 2, 12 為第四層，元素 6 為第五層。比較特別的是元素 1, 3, 10, 11 互為因果，

⁴這個做法其實違背了使用 ISM 軟體的本意，因為 ISM 軟體所節省的時間，其中一部分是來自不必輸入所有矩陣的項。但實際上參與者是有可能因混淆而形成不符遞移性的情形，因此是否要先做成可及矩陣，可依個案視元素與參與者的情形而定。

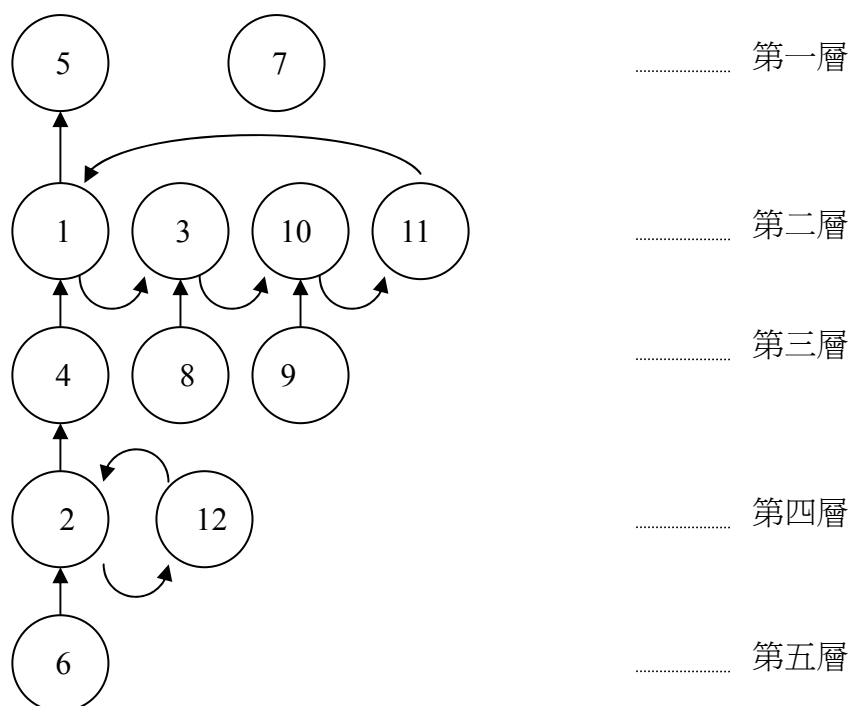
會形成一個環路，元素 2, 12 形成另一個環路。

表二 第一層元素抽取表

元素	先導集合	後續集合	交集
1	1, 2, 3, 4, 6, 8, 9, 10, 11, 12	1, 3, 5, 10, 11	1, 3, 10, 11
2	2, 6, 12	1, 2, 3, 4, 5, 10, 11, 12	2, 12
3	1, 2, 3, 4, 6, 8, 9, 10, 11, 12	1, 3, 5, 10, 11	1, 3, 10, 11
4	2, 4, 6, 12	1, 3, 4, 5, 10, 11	4
5	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12	5	5
6	6	1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12	6
7	7	7	7
8	8	1, 3, 5, 8, 10, 11	8
9	6, 9	1, 3, 5, 9, 10, 11	9
10	1, 2, 3, 4, 6, 8, 9, 10, 11, 12	1, 3, 5, 10, 11	1, 3, 10, 11
11	1, 2, 3, 4, 6, 8, 9, 10, 11, 12	1, 3, 5, 10, 11	1, 3, 10, 11
12	2, 6, 12	1, 2, 3, 4, 5, 10, 11, 12	2, 12

六、轉為分層骨架圖

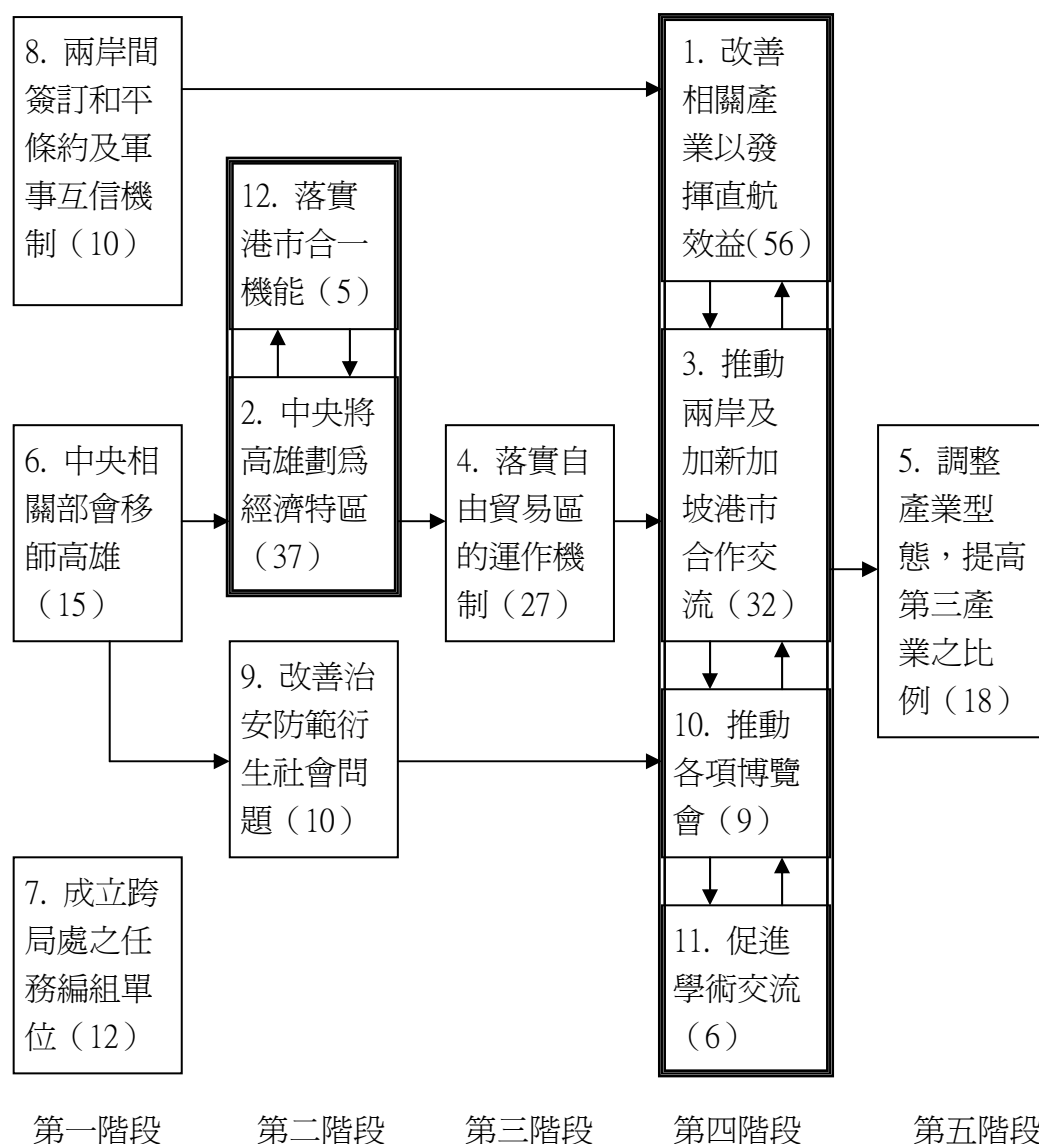
由分層的結果就可以建構出一個由上而下分層的五層級圖（圖一）。當結構牽涉時間順序時，使用階段骨架圖(staged digraph map)較能夠顯現出解決的步驟，使用階段骨架圖時，結構的排列通常由左至右。由於本例的詮釋結構模式同樣是以由左至右的階段呈現（圖二），因此轉為階段骨架圖的部份，爰予省略。分層骨架圖或階段骨架圖完成時，最好檢查一下路徑與表決的結果是否相符，避免遺漏。



圖一 分層骨架圖

七、轉為增強結構圖

本例將分層骨架圖逕轉為以階段式的圖形呈現的增強結構圖（圖二），以真正的元素內容也就是「策略」取代數字。由於已達到本案例呈現增強結構與回饋圖圖形之目的，本研究不再做進一步的修改。



圖二 高雄因應兩岸直航之增強結構圖

註：「→」表示「使明顯增強」，雙框線表示環路圖。

八、結構分數與詮釋

對詮釋結構模式的詮釋，可以根據個別元素在圖形中的相關位置了解其重要性。這些用於量化元素重要性的分數稱為結構分數，包含位次分數(position score)、先導分數(position score)、後續分數(position score)、活動力分數(position score)、淨影響分數(position score)與淨分數(position score)等五種。

位次分數指元素在階段圖中的位置，在越左邊分數越高。以圖二為例，共分

為五個階段，在最左邊的策略 8「兩岸間簽訂和平條約及軍事互信機制」位次分數為 5 分，在最右邊的策略 5「調整產業型態，提高第三產業之比例」位次分數 1 分。先導分數指可影響某元素的所有元素的數目，例如在策略 2 之前的元素有策略 6 及策略 12，其先導分數即為 2。後續分數指可影響某元素的所有元素的數目，例如在策略 1，受其影響的策略有策略 3, 10, 11, 5，故其後續分數為 4。活動力分數係先導分數與後續分數之和。淨影響分數係先導分數減去後續分數之差。淨分數是位次分數與淨影響分數之和。表三是 12 項策略的各種結構分數。

表三 結構分數分析表

策略編號	位次分數	先導分數	後續分數	活動力 分數	淨影響 分數	淨分數
1	2	9	4	13	-5	-3
2	4	2	7	9	5	9
3	2	9	4	13	-5	-3
4	3	3	5	8	2	5
5	1	10	0	10	-10	-9
6	5	0	9	9	9	14
7	5	0	0	0	0	5
8	5	0	5	5	5	10
9	4	1	5	6	4	8
10	2	9	4	13	-5	-3
11	2	9	4	13	-5	-3
12	4	2	7	9	5	9

根據表三的結果，策略 6「中央相關部會移師高雄」、策略 8「兩岸間簽訂和平條約及軍事互信機制」與策略 7「成立跨局處之任務編組單位」位次分數雖均為 5 分，策略 7 之活動力分數為 0，顯然與其他策略不生關連，相較於策略 6 之活動力分數高達 9，其重要性高下立判。另外幾個活動力分數最高的策略，分別為策略 1「改善相關產業以發揮直航效益」、策略 3「推動兩岸及加新加坡港市合作交流」、策略 10「推動各項博覽會」與策略 11「促進學術交流」等，經檢視均屬同一循環，可謂牽一髮而動全身，在處理時務須謹慎。若有必要，甚至可依強度的門檻值或測地線環路等方法進行簡化或修改。

同時，在增強結構圖中也可以看出以 ISM 與 NGT 結合的意義。策略 1「改

善相關產業以發揮直航效益」在 NGT 重要性排序時位居第一，但在增強結構圖中則位於第四階段，淨分數僅為-9。反觀原排名第六的策略 6「中央相關部會移師高雄」，不僅位於第一階段，淨分數則為 14，成為在複雜的態勢中必須優先實施的關鍵。

陸、討論與建議

一、關於高雄因應兩岸直航之策略

在 12 項策略中，以策略 6「中央相關部會移師高雄」最為重要，顯示在 IM 參與者的認知中，中央長期重北輕南的資源分配，對高雄地區的整體發展的確有不利的影響。重要性居次的策略為策略 2「中央將高雄劃為經濟特區」、策略 12「落實港市合一機能」、策略 8「兩岸間簽訂和平條約及軍事互信機制」。由策略 2 與策略 12，不難看出仍延續前述南北平衡的思惟，希望提升高雄地區自主發展的彈性。另外策略 8 則屬於高雄地區無法控制的大環境因素，顯示 IM 參與者認為兩岸間政治的氛圍將決定高雄地區所採行經濟策略的效果。

因此，在現行可以直接操作的策略中，賦予高雄更多的資源與自主權是標本兼治的策略，這一點仍需中央思維的改變與政策配合。南部民眾所期待的，是台灣南北與兩岸的多贏，直航若為難以抗拒的趨勢，預作準備方能因應變局，水到渠成。擁有海空雙港優勢的高雄，不可能自外於兩岸的變局，順勢融入全球與區域的經濟網絡，方為提升高雄整體經濟發展的活路。而研究結果也說明了高雄民眾期待中央允諾高雄在兩岸交流中擔任更重要的角色。

二、ISM 程序的優勢

在經過上開實例的操作之後，本文發現 ISM 具有下列幾項優勢：

- 1.在 IM 中運用 ISM 時，參與者不需了解程序，只要對議題所牽涉的情勢有足夠的知識。
- 2.成果是可以直接了解的圖形，有利於溝通。
- 3.鼓勵參與者深入討論議題，有利於學習。
- 4.擁有多種應用形態，可以處理不同種類的議題。

另外，針對 ISM 常被質疑的缺失，本研究也提出相對的看法（斜體字部分）：

- (1) 元素間關係的正確決定，需要先對元素的內容做有效的澄清。但這部分可藉助於 IM 程序中其他的互動方法解決。
- (2) 無法處理非遞移性的關係(Hwang and Lin, 1987: 207)。不過，這本來就不是 ISM 的目的。
- (3) 耗時。如果運用 ISM 軟體可以節省相當多時間。
- (4) 僵化的程序。但也確保不會遺漏每一個細節。
- (5) 結果受輸入品質影響。然而這應該是參與者的問題，而不是 ISM 的問題。

ISM 是處理複雜問題的有效技術，透過 ISM，原本混亂的事態形成了較清楚的脈絡，因而可以成為政策當事人的溝通平台。不過，對複雜系統方案的選擇仍取決於價值判斷(Warfield, 1989: 186)，ISM 畢竟只是結構的技術方法，關於實質的、有價值的意見還是必須由有經驗的專家或願意關心公共事務的民眾提供。因此要作為民眾參與的方法，所憑藉的並不是 ISM，而是將 ISM 結合在內的 IM 程序，方足以在各方面支援民眾參與的需要。同時 IM 的操作團隊也不能不熟悉 ISM 的程序，方能有效地組織意見，建構出符合事實且令參與者滿意的詮釋結構模式。而當事人才能在清楚的架構下進行事實的討論與價值的交換，進而化解衝突形成共識。

關於 ISM 中元素關係的決定方法，原不只限於本研究所述，日後研究若能結合其他可靠的決策方法，當可開拓更多的可能性。

參考文獻

王文誠、何敏華(2005),「澎湖縣爭取設置觀光特區附設博弈產業之公共事務互動管理:名義團體技術實證研究」,公共事務評論,第6卷第1期,頁1-24。

王水杉(2001),「柴山開發保育公眾參與決策中專業角色與觀點之研究」,國立中山大學公共事務管理研究所碩士論文。

巨克毅、段念祖(2003),「美軍武獲管理與複雜問題之決策方式—由實用主義的觀點探討起」,全球政治評論,第3卷,頁29-52。

呂添資(2003),「兩岸現狀與WTO架構下之高雄港競爭與發展策略—探討海關關務現代化」,中山大學公共事務管理研究所碩士論文。

李石舜(2003),「兩岸加入WTO後促進高雄發展與競爭策略—觀光旅遊方面」,國立中山大學公共事務管理研究所碩士論文。

汪明生(2006),「公共事務管理研究方法」。台北:五南。

汪明生、江明修、陳建寧、馬群傑(2006),「高雄市地方發展與公民文化之研究」,公共行政學報,第19卷,頁127-168。

林志軒(2002),「都市更新事業計劃排序之研究—以基隆市環港商圈為例」,國立海洋大學何海工程系碩士論文。

林信男、黃瑞良(2004),「離散數學」(John A. Dossey, Albert D. Otto, Lawrence E. Spence and Charles Vanden Eynden 原著),台北:台灣培生教育。

林英仁、顏重功、劉榮俊(2006),「離散數學及其應用(第五版)」(Kenneth H. Rosen 原著),台北:麥格羅希爾。

林原宏(2005),「模糊取向的詮釋結構模式之概念結構分析與應用」,教育與心理研究,第28卷第1期,頁161-183。

林國泉(2001),「柴山開發保育公眾參與決策中民間團體角色與觀點之研究」,國立中山大學公共事務管理研究所碩士論文。

張寧(2005),「互動管理之方法與應用」,公共事務評論,第6卷第2期,頁1-24。

張寧、汪明生、郭瑞坤(2007),「社會判斷理論對互動管理成果之評估」,管理學報,第24卷第2期,頁135-154。

陳錫霖(2003),「兩岸現狀與WTO架構下之高雄港競爭與發展策略—發展高雄自由貿易港區」,國立中山大學公共事務管理研究所碩士論文。

陳耀明(2001),「NGT在公眾參與之應用—以柴山土地議題為例」,國立中山大學公共事務管理研究所碩士論文。

黃如圩(2003),「兩岸現狀與WTO架構之下之高雄港競爭與發展策略—探討傳統海運業之轉型」,國立中山大學公共事務管理研究所碩士論文。

楊正元(2003),「兩岸加入WTO後促進高雄發展與競爭策略—高雄多功能經貿園區開發方面」,國立中山大學公共事務管理研究所碩士論文。

葉光毅、黃幹忠、李泳龍(2003),「計劃方法論進階」,台北:新文京開發。

蔡丁義(2003),「兩岸現狀與WTO架構下之高雄港競爭與發展策略—促進港埠營運策略之探討」,國立中山大學公共事務管理研究所碩士論文。

蔡秉燁、鍾靜蓉(2003),「詮釋結構模式運用於結構化教學設計之研究」,教育研究資訊,第11卷第2期,頁1-39。

盧正義(2001),「地方政府回應利益團體議題之運作機制—以柴山自然公園為例」,國立中山大學公共事務管理研究所碩士論文。

盧誠德、蔡宗潔(2005),「公共工程土方爭議問題架構之研究—以雲嘉地區

之公共工程為例」，臺灣公路工程，第 32 卷第 1 期，頁 8-26。

顏明忠 (2003)，「兩岸加入 WTO 後高雄地方發展策略－兩岸經貿交流衍生犯罪問題之防制」，國立中山大學公共事務管理研究所碩士論文。

龔天發 (2003)，「兩岸加入 WTO 後促進高雄發展與競爭策略－住宅產業方面」，國立中山大學公共事務管理研究所碩士論文。

Capra, Fritjof (1997), The Web of Life: A New Scientific Understanding of Living Systems, New York: Anchor Books.

Dunn, William N. (2004), Public Policy Analysis-An Introduction (3rd ed.), New Jersey: Prentice Hall International.

Hwang, Ching-Lai and Ming-Jeng Lin (1987), Group Decision Making under Multiple Criteria, Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.

Warfield, J. N. (1989), Societal Systems: Planning, Policy and Complexity, CA: Intersystems Publications.

Warfield, J. N.(1999), Twenty Laws of Complexity: Science Applicable in Organization, Systems Research and Behavioral Science, 16(1): 3-40.

Warfield, J. N. (2003), The Mathematics of Structure, FL: Ajar.

Warfield, J. N. and A. R. Cárdenas (1994), A Handbook of Interactive Management (2nd ed.), Iowa State University Press.