

# 探究環境治理中的知識溝通： 台灣氣候變遷研究的網絡分析\*

陳世榮\*\*

## 《摘要》

晚近國際社會對於環境治理與永續工作提出重新檢視知識系統的呼籲，這主要是體認到解決全球性環境課題，必須著重地方知識生產、傳播與運用的效能，方能使在地回應機制永續經營。然而反省知識系統效能，首先就必須正視環境相關科學的社會溝通功能。為此，國際間乃積極倡議「永續科學」概念，期望藉由表彰科研的可信度、關鍵性與正當性，重新詮釋科學在環境治理中的角色。本研究則將之轉化，認為永續科學所強調的「在地關聯」，可以作為衡量地方科研議題的判準，藉此賦予科學社群承擔知識溝通的責任。本文進而以當前全球環境治理最感急迫，但與地方認知較屬疏遠的氣候變遷議題，運用網絡分析與語意系絡，解析台灣氣候變遷研究的分布與結構，評估台灣氣候變遷研究的在地關聯性，以衡量其契合永續科學的程度，並從中鑑別出具有在地意義的研究議題，提供未來科研工作的參考。

[關鍵字]：知識溝通、環境治理、永續科學、氣候變遷、網絡分析

---

投稿日期：96年4月30日；接受刊登日期：96年11月15日。

\* 感謝二位匿名審查人之修正建議，以及初稿於第二屆「全球化與行政治理」學術論文研討會發表時蕭全政與黃朝盟二位教授所提供寶貴意見，惟文責仍由筆者自負。

\*\* 中國文化大學行政管理學系助理教授，e-mail: csr@faculty.pccu.edu.tw。

## 壹、前言

晚近國際社會在環境與永續課題上提出對「知識系統」再釐清的呼籲，然而揆諸全球永續發展的推動，科學、技術與工程本來就位居核心地位，又何需重新思考其定位？本文企圖爬梳這一國際反省脈絡，深化其中所蘊含的意義，並以之檢驗台灣氣候變遷科學研究的現況。

國際跨學科非政府研究組織「全球環境變遷人文面向研究」（International Human Dimensions Programme on Global Environmental Change, IHDP）特別在其四個當前橫跨性主題（crosscutting themes）中列有「社會學習及知識」一項，其年度報告對知識這一課題提出以下問題意識：「我們如何促進社會學習以有利於促進人文—環境系統的能動性？」（IHDP, 2004: 5）這一問題意識在於體認，對於像全球環境變遷這樣一個高度抽象與不確定議題進行相關討論有一定的難度，必須強化科學與社會間的互動溝通。於此同時，「全球環境變遷制度面向」（Institutional Dimensions of Global Environmental Change, IDGEC）研究團隊，也就「知識與學習」這一課題，在《國際環境協議》（International Environmental Agreements）期刊上以專刊展現制度與知識生產在環境治理上的研究成果（Ebbin, 2004）。其主要焦點在表明制度設計與運作對於公民環境意識學習扮演著一定的角色（IDGEC, 2005: 7-8）。事實上，對於知識功能性的考量已逐漸被國際科學計劃與各國科學計畫所吸納，成為全球環境相關研究一項鮮明的趨勢（Kates et al., 2001）。

那麼知識系統的檢視可以對環境治理與相關科學研究提出何種有意義的指引？下文將指出，這波檢討與反省的核心在於，「人類—自然」的生態解讀還必須具備「在地關聯性」（local relevance），使全球議題在地化，方能使環境科學研究產生社會溝通的效果，並在環境治理中發揮作用。

## 貳、知識系統中的科學角色

Holzner 與 Marx（1979）曾依據知識社會學，對社會中所存在的知識系統，以五個可以相互重疊的「階段」來說明，亦即建構、組織、儲存、傳播、與應用。知識系統若強調的是知識從建構到應用過程中的擴散與實踐，則從知識系統檢視永續發展工作，雖然再次確認科學在永續發展的核心地位，但知識生產、傳播、接納以

迄行動發起間的種種連結都將成爲關注對象。從知識系統的角度看來，知識與實踐應被視爲彼此互動的整體，因此知識系統對管理建制（management regime）也會產生直接影響（King, 2004）。必須注意的是，對知識系統的強調若僅僅將之理解爲科研決策的計畫調整，就容易訴諸管理主義（managerialism），將問題限定在科技管理技術，忽略了這波反省知識角色的內在意涵。

衡量知識在永續與環境工作的角色與功能，實則有其實務經驗與知性發展的背景。就實務經驗而言，自一九九二年「聯合國環境與發展大會」（United Nations Conference on Environment and Development, UNCED）通過「二十一世紀議程」（Agenda 21）以來，全球爲致力整合經濟發展與環境保護，無論是已開發或開發中國家，均已相應訂定各自的永續發展策略，歷經十餘年，在地方階層總計已有六千四百多個地方政府積極推動永續方案（Bass & Dalal-Clayton, 2002: 2）。然而整體說來，成果仍難以令人滿意，究其原因，除了一般所理解，基於各國資源與發展差異以致追求永續發展的步調不一之外，在國家層級上的永續工作進展都屬有限（Bass & Dalal-Clayton, 2002）。根據聯合國經濟社會事務部（UN Department of Economic and Social Affairs, 2002）、經濟合作發展組織之發展援助委員會（OECD Development Assistance Committee, 2001）以及海外發展組織（Oversea Development Institute, 2001）等機構的研究顯示：發展中國家永續發展策略若不是過分依賴外部奧援或壓力，就是與本國主流決策體系脫節（例如經濟計畫或是私部門投資決策），使得永續策略淪爲空談；政策與現實關聯性低，民眾未參與決策思辨，決策結果缺乏來自政治、市民社會或工商界的有力支持，以致成爲規劃者的夢想；研究計畫儘管琳琅滿目，但缺乏優先性與可行性，各種計畫不斷膨脹的結果既顯示已能掌握問題，但也顯示失焦的弱點，永續策略成爲一冊冊「想望清單」（wish list）。其中，頗值得注意的是，上述缺失也源自於永續研究的不足或誤導，以致未能提供適當的優先性或解決方案，也無法引起在地相關人士的興趣，更不能明確的建立策略規劃的執行責任，在相關性、利用性與課責性（accountability）低的情況下，科研結果的被信賴度也相對低迷，不能對政策制定產生關鍵性影響。

再就知性發展來看，過去二十年來人文／社會學界對於知識的考察提出了不同以往的理解。科學的可靠、客觀與真確，已在當前社會中被強化與制度化，科技不僅被視爲一種知識，更成爲解決人類各式問題值得信賴的工具，其衍生的權威／信賴、專家／常民（layperson）關係也成爲維繫現代社會專業分工的基礎（Barnes, 1985）。但是相關人文／社會研究卻發現，科學描述是否可稱之爲自然真實，與理

性以外的社會因素有關，一般所認知的科學知識與技術應用其實包含著相當廣泛屬於前沿且不穩定的知識，這與穩定的核心科學是必須加以區別的，而即便是核心科學，其範疇與內涵有時也呈現游移與不穩定（Cole, 1995: 14-30; Kuhn, 1970）。於是，在發展至成熟穩定的過渡階段，一項科技的形成、確證與應用便涉及許多文化、組織、權力、利益、宗教、意識等因素的協商折衝（Callon, 1986; Gieryn, 1999; Latour, 1987）。以這種建構主義（constructionalism）觀點檢視，科學並不如一般所知那樣穩定與真確。儘管如此，社會對科技需求並不會因此停滯、等待，不僅大量資源仍不斷投入科研工作以滿足需求，而且在上述權威／信賴、專家／常民關係架構下，科技也必須進入社會公共領域，成為政策制定與評估的準據，於是形成科學政治化（politicisation of science）與政治科學化（scientification of politics）的雙元並存現象（Weingart, 1999）。既然，科學與社會本來就是相互滲透的，建構主義者主張應無懼於科學權威，正視科學與權力互動現象，並從中尋求積極介入的平台，去促進科學生產的社會意義與公共價值。<sup>1</sup>

在上述經驗與知性的衝擊下，科技知識便成為最需優先處理的對象，尤其在環境治理課題中，對於知識系統效能的討論便追溯到「知識建構」的階段，關切點放在如何使科技研究能針對在地永續工作的特性做適當調整，以體現科技為社會服務的正當性，此所以「國際科學理事會」（International Council for Science, 2002）呼籲要建立科技與社會間「新契約」（new contract）的緣由。

## 參、永續科學：從回應到檢驗

二〇〇一年以 Kates 與 Clark 等人為首的學者，在「科學」（science）雜誌上揭櫫「永續科學」（sustainability science）概念，此一概念是在觀察國際科學計畫、各國國家科學學院，以及國際獨立科學組織之晚近相關研究後，就其逐漸浮現的研究趨勢，加以統合命名（Kates et al., 2001）。永續科學反映的是一種對過去環境科學角色反省後的轉變，主要顯示在相關科學研究方向與議題定位的重新聚焦，它一方面強調探究「自然－社會」互動的基本特性，一方面著力於提升決策能力與社會學習以利於永續發展的動員支持。換言之，永續科學特別重視科學成果與行動

---

<sup>1</sup> 本文立論因此是同意科技建構論立場，但不接受極端的相對主義，對於科學宣稱抱持審慎（precautionary）態度，但不全盤消解。

實踐的結合問題（Clark & Dickson, 2003; Mihelcic et al., 2003），意圖建立有效的環境治理，知識生產本身就必須與政治權力及社會認知形成溝通與互動。於是，研究問題的優先性不再完全由科學家單獨定義，而必須引入實際參與者、利害關係人與決策者的需求，並克服多尺度、突發性、複雜性的挑戰，承擔經濟、環境與社會的多元責任。這不是說永續科學就必須限定為應用科學，而是說在永續科學的範疇裡，無論是應用科學或基礎科學，知識生產均應擔負達成永續發展效益、結合社會認知、解決實務困難的責任，唯有基於這樣的體認與問題聚焦才能提升科學研究的可信度（credibility）、關鍵性（salience）與正當性（legitimacy）（Cash et al., 2003: 8088-8089）。這裡，可信度涉及立論與證據提呈，尚屬一般科學自律的範疇，然而關鍵性便涉及科研解析與社會認知的關聯性，正當性原則更要求科學卸除權威身段，面對科學資訊的正確性與限制，公平對待不同研究結果，並尊重利害關係人的不同價值與信仰。

從知識系統反省，再到永續科學倡議，均指出科技並非「人類—自然」關係中唯一合法與有效的知識。全球永續發展計畫的推動，其實是以西方科學、技術及相應的宇宙觀，來主導定義地方的永續發展問題與解決方案，也因此會取代、抵消、甚至貶抑那些源於文化、信仰、經驗所長久建立的和諧、有效、多樣的地方傳統生態知識（traditional ecological knowledge）。從發展中國家累積的許多案例顯示，西方科技單面向思考以及所伴隨國際建制（regime）的強制政策工具，固然在執行上有明確、快速的效果，但未能融合地方傳統生態知識的結果，不僅容易發生觀察偏失，衍生跨尺度與跨物種「重安排效果」（rearranging effect），不能真正解決問題，也容易與在地文化、營生、管理、消費及生態認知發生脫節，以致影響住民環境意識的生根。這種對地方知識的尊重，給予全球永續發展工作一個極為深刻的省思，只有結合當地的社會認知與文化情感才能真正落實永續發展工作（Jasanoff & Martello, 2004）。於是，所謂「全球在地化」，不僅是指將科學所確證的全球環境議題予以在地化，它積極的意義更在透過反向思考，將源於在地生態的情感認知與科學解讀加以融合，進而與各國地方環境治理連結，產生全球治理效應。<sup>2</sup>

「永續科學」的提出，正在於理解環境治理中傳統科學探求之不足，它不僅意味著跨領域知識的必要，更在於重視社會實踐與地方社群的連結。但是，若「永續科學」只能仰賴科學社群的「自勵自勉」，就忽略前述建構主義所揭露的科學與權

---

<sup>2</sup> 就這一點而言，感謝蕭全政教授在第二屆「全球化與行政治理」學術論文研討會中對本文初稿之建議。

力相互滲透的實質，本文因此主張進一步將「永續科學」概念加以轉化，並擴大其應用。首先，永續科學不能只依賴科學家的「反省」，或是停留在滿足政府官員的資訊需求，它更可以是一般民眾甚至政策學者評估、檢驗科學合宜性的平台，賦予知識生產者承擔社會溝通的責任。只是，做為常民並不能取代科學家進行知識生產，科學研究的實質內容仍有賴科學社群的營造。正是這裡，永續科學提供了一個「在地關聯性」(local relevance)的判準，使公眾的介入擁有了評估準據，得以要求科學研究「在地化」，反映地方的關懷與認知，使科學溝通在跨界治理(transboundary governance)中扮演主動角色。此時，所謂科學知識的溝通功能，是從起動地方永續工作與環境行動著眼，追問科學在多大程度上能夠涵納地方關懷與認知，在「自然-社會」關係的解讀中強調「在地關聯性」，進而產生社會溝通與政策影響的效果。

以上永續科學的詮釋，對應於台灣環境治理與環境研究，也應該可以反映出若干值得省思的問題。台灣基於特殊國際地位，在環境治理上面臨更多的挑戰，不過迄今尚能逐步完成各項制度規劃，相關科研計畫也獲得持續進展，然而從永續科學的角度省視，我們可以進一步思索這些制度背後是否有厚實的知識網絡基礎與社會認知支持。台灣科學研究在國際接軌上大體能維持亦步亦趨的進展(Melin et al., 2000)，這主要歸功於台灣研究人力的不斷提升，更重要的是在文化層次上台灣對於吸收新興科技的開放態度。不過從永續科學的面向看，台灣仍面臨國際與在地連結的挑戰，例如在氣候變遷問題上，礙於空間與時間尺度無法做適度轉換，全球氣候模式之數據無法在本土情境中直接作為訴求依據，影響科學普遍效用的可信度，還需要「區域氣候模擬系統」的成立與配合，而氣候科學到氣候政策的連結也有待突破(李河清，2004a)。

台灣社會現代化進程快速，對西方典章制度與科研議題的吸收移轉均較許多亞非國家顯得開放而具彈性，但這種接納與開放的社會特性也容易使永續發展規劃者與研究者忽略全球議題在地化的問題。一直以來，台灣環境意識之建立大半仰賴「內因性」訴求，對於像氣候變遷等國際環境建制所重視的議題，與在地行動的連結其實還有待建立，這也顯示知識溝通功能的重要，唯有透過源於本土關懷的知識生產與政策規劃才能對全球環境議題獲致認同。反之，如果國家永續政策與環境治理僅是國際建制壓力與經濟貿易考量下的產物，沒有來自市民社會的堅定支持，即難脫淺碟式制度建構的缺陷，從而在若干指標性決策中呈現遲緩與猶豫，在面對價值衝突時顯得躊躇與觀望。台灣近年來經濟、產業與社會壓力指數均持續攀升，已

引發識者憂慮（劉兆漢等人，2002），亦見未來諸多努力空間。

可見，台灣環境政策與永續工作執行所面臨的限制，與科研知識生產的適切性不無關聯，有必要做進一步探查，尤其是對科學研究議題的發展現況及其在地關聯性的考察，應有助於未來台灣永續工作的紮根落實。但是永續科學概念，在現階段仍屬先驅性研究，面臨研究對象界定、分析量測方法，以及是否足以提供政策參考的挑戰，目前主要成果匯集在社區、部落、地方研究，方法上著重個案探討，尚無法支援廣域及長時間的分析，如何在一個國家層級甚至跨國區域上擬定調查策略仍待突破。本文嘗試以「網絡分析」方法，轉化應用永續科學概念，從國家總體層次進行科研議題的評估，以擴大「永續科學」概念的運用範疇。

## 肆、永續科學的網絡分析

誠如前述，科研生產在環境治理中的重要性雖已獲得國際科研組織的確認，並歸結出其內涵，但以之考察一定科學社群的研究部署則仍待突破。國內方面，有關環境科技的社會考察雖已漸有累積（李河清，2004a、2004b；陳世榮、李河清，2006；湯京平、廖坤榮，2004），但為數有限，且少有對科研內部議題做深入探討。以社會科學處理永續科學議題，目前至少面臨二個方法上的問題。首先，將環境科技置於社會場域內分析，多數文獻均仰賴個案分析，例如 Ebbin（2004），這種個案性分析固能發掘環境科技在面對社會因素所衍生的變異與困境，分析也因此深刻入裡，卻容易自成旨趣，無法與科技社群做具體直接的對話，所突顯出的「全球在地化」問題基於個案分析途徑也無法做通則性推論。其次，像推動永續科學概念最有力的學者，如前述 Clark 與 Kates 等人（Clark & Dickson, 2003; Kates et al., 2001），其分析雖已藉由跨國案例彙整，提出永續科學的整體趨勢，但對於永續科學內涵仍停留在倡議階段，也因此限制了永續科學概念在實務適用的範圍。結合前文的討論，本文以為，前述對永續科學所做轉化詮釋，及其所強調的在地關聯等豐富意涵，已足以作為總體性探究的基礎，進而就常態下大量持續的某項科研領域進行通盤評估，藉以分析一國某項科研發展與「永續科學」的契合程度，是為衡量知識溝通功能的另類途徑。

### 一、網絡分析

欲求量測契合「永續科學」的完善程度，必須先掌握地方科研議題的分布結

構。在科學社會研究領域中，Merton (1973) 早已指出科學之進展有賴於科學社群一定的社會機制與規範。而科學社群的交流互動、同行審查、自我組織 (self-organized) 也被稱為一個「隱形學院」(invisible colleges, 參見 Crane, 1972)。這些觀察均一致指出，科學研究與其社群內的連結有密切關係，因此科學知識間相互援引、溝通的特性，使觀察者得以描繪科研社群內研究議題的分布與發展，而擅長處理「關係」與「連帶」的社會網絡分析 (social network analysis) 正可用於議題結構的詮釋與分析。下文即企圖以永續科學內涵為評估判準，運用網絡分析探究台灣在地氣候變遷研究的議題結構，其目的在透過議題結構的掌握，衡量台灣氣候變遷研究符合永續科學的程度及可能落差，以為提出建言的依據。當然，永續科學的網絡分析並不能涵蓋整體知識系統的運作，它主要處理對象屬於知識系統的「建構」階段，但以「永續科學」概念為判準，不僅可以就一個科學領域做總體觀察，也得以探究該領域的知識溝通功能。歸結而言，網絡分析可以表明下列幾個問題：

- (一) 迄今台灣氣候變研究議題的整體分布與發展情形。
- (二) 鑑別出相對具有在地關聯的議題，以及這些議題與其他科研議題的相對關係。
- (三) 解析台灣氣候變遷研究現有缺失與未來所應重視的問題。

社會網絡分析迄今發展已歷七十餘年，期間因有「圖論」(graph theory) 的加入，使其詮釋力獲得擴張 (劉軍, 2004; Degenne & Forsé, 1994; Scott, 1991; Wasserman & Faust, 1994)。隨著電子資料庫的普遍推廣，以及網路資料擷取與分析軟體技術的進步，社會網絡分析得以超越過去小範圍研究的限制，就大量資料進行分析，所分析之資料已可涵蓋屬性、類型、與關係等多元素材，因此可以超越以往網絡分析屬於「隱喻」(metaphoric) 描述的批評 (王光旭, 2005)。此外，基於圖論演算所衍生的特有詮釋法則，使得網絡圖示本身也提供解讀關聯結構的依據。本研究首先著重中心性 (centrality) 的探討 (Freeman, 1979; Wasserman & Faust, 1994: 169-219)，亦即測定不同研究議題在網絡中的關聯與分布，透過密度 (density) 的呈現，鑑別具支配性的核心群聚，以及處於邊緣區域的節點，檢視核心至邊緣議題間的最短接近途徑 (即測地線, geodesic)；其次，也將觀察議題網絡是否有離群獨立的子群 (components)，並運用結構洞 (structural holes) 的正面效應觀點 (Burt, 1982、1992; Granovetter, 1973)，尋求核心與邊緣的橋接點 (bridge)，以鑑別那些被邊緣化卻具系絡重要性的節點；最後，整體網絡的集中性概念 (centralization) (Wasserman & Faust, 1994: 169-219)，將用來比較二個網



絡的差異，以為輔助推論之用。在下文的網絡分析中，科研議題網絡的基本單元是以論文標題檢索的字詞所構成，根據 Leydesdorff (1989) 的研究，對於科研發展結構的描繪，標題檢索較摘要檢索更具明確的效果，本研究加以採用。由於共現字詞 (co-words) 被認為足以在不同範疇間運載資訊與意義 (Callon et al., 1983; Fujigaki & Nagata, 1998)，本研究乃藉由標題字詞共現所架構的語意網絡 (semantic network)，掌握研究議題及其分布。

## 二、語意系絡

從研究議題的語意網絡中鑑別在地關聯議題，面臨詞意多變以及如何從量化關聯中進行質化辨識的問題，但是藉由一定語意系絡 (semantic context) 的輔助，仍得以從關聯網絡中鑑別出特定字詞，以為社會分析之用 (Teil & Latour, 1995)。本文以三層分析程序架構出語意系絡。首先，下文所需鑑別的目標字詞 (在地關聯議題) 雖是一個外生的判準但卻是預選的標的，而且必須從預選的來源文件 (氣候變遷研究領域) 中搜尋，也就是說，任何「在地關聯」議題是必須在氣候研究領域中進行發掘，因此在同一知識構面下進行語意辨識，將不同於跨領域的字詞追蹤，可大幅縮限語意多變的可能；<sup>3</sup> 其次，在網絡映成 (mapping) 的過程中，字詞之檢索、斷詞、擷取、編碼，相似性 (similarity) 賦予等程序均構成語意縮限的效果；再則，「在地關聯」議題既是以公眾認知為考量，下文將從嚴選擇與台灣「地緣」與「生態」同時有「明確」關聯的字詞，對於無法明確指涉者則暫時加以排除，例如以台灣科學社群之研究為標的，可以預判「台灣」字詞之出現率必然很高，但它卻無法明確指涉何種生態現象，因此「台灣」故可用於地理區位的參考，卻不宜用以推論其科研的「在地關聯性」。至於，此一關聯的明確程度將透過因素分析 (factor analysis) 進行檢驗。<sup>4</sup> 由上述所構成之語意系絡，一方面約束詞意，一方面輔助標定「在地相關性」議題，當研究議題滿足「在地相關性」，即代表其符合永續科學所展現的社會溝通功能，並可作為科研工作是否履行「正當性」與「關鍵性」的分析依據。

---

<sup>3</sup> 應用共詞分析從跨領域構面中多次發掘潛在知識者首推 Swanson 與 Smalheiser (1997)，然而其分析過程仍不免輔以人為鑑別，雖有研究者嘗試將其分析過程全程予以統計化操作，但未能突破 (Stegmann & Grohmann, 2003)。

<sup>4</sup> 因素分析之運用可以減少判斷的維度，可協助驗證具明確生態指涉的目標字詞，與台灣地緣存在相關，亦即，尋求一個共同因素可同時涵蓋解釋一個生態指涉字詞 (目標字詞) 與 (至少) 一個台灣地緣字詞，二者同時具有正向因素負荷。

### 三、資料與資料處理

本研究之網絡分析軟體係採用自由軟體“Pajek”，“Pajek”是目前非商用軟體中頗受歡迎、功能強大的網絡分析軟體。<sup>5</sup> 資料來源主要區分國內發表與國外發表二個部份，以使分析更趨周延。國外係以 Science Citation Index (SCI) 線上資料庫為對象，<sup>6</sup> 國內則以「中華民國期刊論文索引系統」(www 版)為來源，主題檢索值為「氣候變遷(化)」(climate change)。從 SCI 資料庫中共計獲得國外發表論文 86 筆，係迄至二〇〇六年為止寄自台灣的論文；國內期刊則以歸類為自然科學及應用科學類之學術論文為標的進行檢索，經去除以英文書寫之論文後，檢索得 122 篇。<sup>7</sup> 檢索所獲論文，以詞頻 (term frequency) 衡量法就其標題 (title) 進行詞彙擷取，以詞頻累積超過 55% 為擷取對象，英文資料同時利用停用字詞表 (stopword list)，先期截去無意義或無法分析的字詞，中文資料由於目前套裝軟體仍無法執行中文斷詞 (word segmentation)，因此利用中央研究院所開發的「中文斷詞系統」進行標記與斷詞。<sup>8</sup> 所萃取出之字詞，經編碼與分析，建立字詞與標題文件的二維「非對稱性詞頻矩陣」(asymmetric occurrence matrix)，就此一矩陣進行因素分析以驗證語意系絡，其後再將之轉化為「字詞一字詞」的「對稱性共現矩陣」(symmetric co-occurrence matrix)，該矩陣經賦予相似性數值即可匯入 Pajek 網絡分析軟體中，進行圖解分析。透過上述處理程序所建立科研議題語意網絡，可於探究科學領域議題時，免除見樹不見林的缺憾，適用於總體結構分析。

## 伍、台灣氣候變遷研究

### 一、氣候變遷研究與台灣

以台灣氣候變遷研究為取材對象，除了基於研究旨趣外，主要是基於該領域的

---

<sup>5</sup> Pajek 軟體由 V. Batagelj 及 A. Mrvar 二位所開發，Pajek 首頁：<http://vlado.fmf.uni-lj.si/pub/networks/pajek>。

<sup>6</sup> SCI 資料庫因網羅期刊較屬完整，檢索功能較完備，為一般資訊計量學所普遍採用，本文也基於同樣理由擇定採用。

<sup>7</sup> 論文最後時間為二〇〇七年一月，另由於中華民國期刊論文索引系統對於一九八二年前之資料未做學門分類，故將 8 筆此一時期文章摘除。

<sup>8</sup> 中央研究院中文斷詞系統網址：<http://ckipsvr.iis.sinica.edu.tw/>。

特性。氣候變遷係指地球系統的氣候變化，顯然對於「氣候」的科學解讀在空間上必須從全球的幅員上加以掌握，此所以當代意義下的氣候學必須等到一九二〇年代，隨著技術進展科學家不再依賴地表觀察氣候才得以確立。目前歸納出影響氣候的成分有大氣圈、水圈、冰雪圈、岩石圈及生物圈，且各成分間還彼此交互作用，因此氣候變遷作為一個科學領域就必然是跨學門的知識體系（魏國彥、許晃雄，1997）。舉凡大氣科學、天文學、太空科學、海洋學、固態地球科學、地球系統科學盡含其內。此外，欲求理解氣候現象的變化，就必須探究過去地球系統的氣候條件，於是前述所有相關學門中凡涉及古代數值與證據者亦盡皆納入探究的範疇。同時，為了準確描述氣候現象，不僅要掌握過去也期望推估未來，推測未來氣候變遷趨勢也成為科學追求的目的，且最能突顯氣候變遷科學的價值，於是持續開發觀測技術與精進模式模擬準確度也同時成為本領域的重要研究課題。

面對氣候變遷這一源自多重時間及多空間尺度交互作用現象，所涉及的領域知識是既浩瀚又細微，對任何非專家的「常民」而言自不免覺得遙遠而難解。科學知識所解讀出的氣候徵兆與相應的自然實例，由於訴諸全球性尺度與極端案例，在面對社會大眾與決策者進行知識轉換表達時，也就面臨與個人認知尺度差距過大的問題，以致衍生認知疏離與溝通困難。然而，過去氣候變遷科學的努力結果，也指出一個目前被普遍接受的全球暖化趨勢，諸多證據均顯示目前地表增溫已非「自然溫室效應」，而是人為因素的結果，由於其負面影響既巨大又深遠，天氣、海岸、物種、農業、健康無不面臨威脅，依前述氣候變遷之多重時間與多尺度現象，其解決方案勢必需要國際的統合力量，否則無法解決全球暖化問題。一九九七年京都議定書通過，標誌國際建制正式介入全球變遷議題，對於人為肇生的溫室氣體也訂定減量規劃，但這種來自國際建制有關溫室氣體減量的壓力，卻意味著經濟減緩以及能源管制下對個人生活各層面的直接衝擊。面對前述氣候變遷大尺度的現象描述，如何使大眾與決策者瞭解並採取因應行動不無疑問。

台灣為因應京都議定書所引發的效應，於一九九八年召開第一次能源會議，然迄至二〇〇五年才召開第二次會議，七年間儘管一再表達決策「意願」，並對產業界發放「說帖」，卻無明顯成效。二〇〇五年京都議定書正式生效，政府宣揚「不悔政策」，並於二〇〇六年訂定「溫室氣體減量法」送立法院審議。但整體看來，還是以宣示多於行動、經濟重於環保、研發先於簡約。自一九九〇至二〇〇五年間，台灣二氧化碳排放以每年 8% 的速度持續成長，目前總量占全球 1%，排名第二十二位，每年人均排放近 12 公噸，為全球平均值的三倍（台灣經濟研究院，

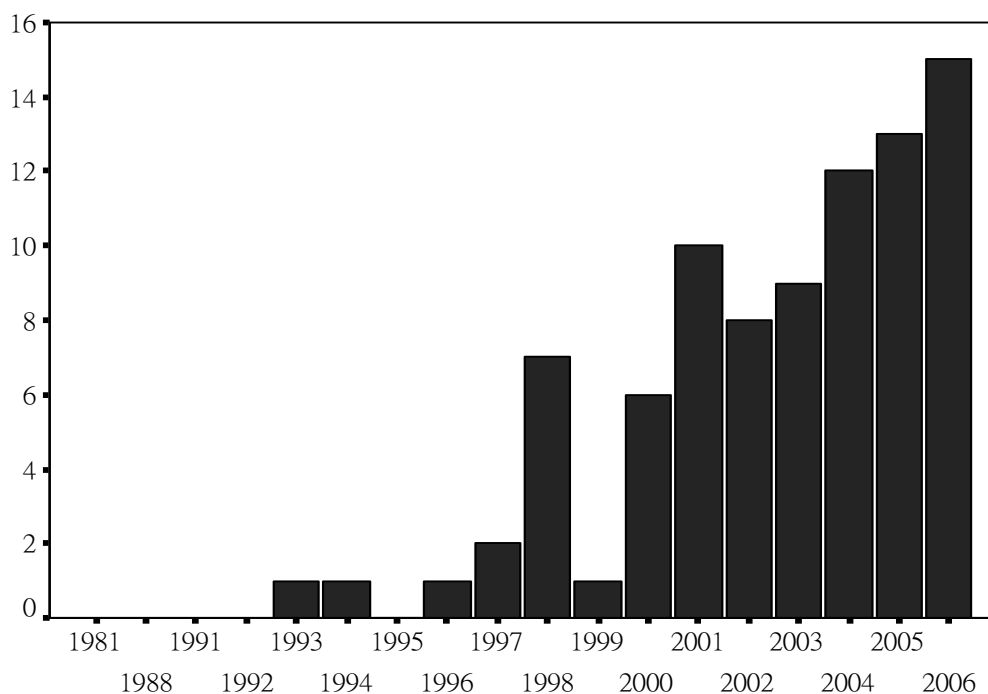
2006)。而近期政府考慮開放的重大開發案，諸如國光石化、台塑煉鋼廠、中龍煉鋼、三輕擴廠等，無不屬於「高」溫室氣體排放產業，與京都議定書精神完全背離，顯見僅僅倡言「永續」與「經濟與環保兼顧」等口號，難以化為真正行動。此時社會的瞭解、共識、支持與行動至關重要。然而，社會支持還必須透過在地與近身的自然解讀，方能引起廣泛的重視。

我國科學界於一九八九年開始推動全球變遷研究，並以參與「國際地圈生物圈計劃」(International Geosphere-Biosphere Programme, IGBP)之「黑潮邊緣交換作用研究」(Kuroshio-Edge Exchange Processes, KEEP)開啓系統性的調查研究，隨後並陸續加入「熱帶海洋—全球大氣研究」(Tropical Ocean-Global Atmosphere, TOGA)、「氣候品質台灣站」(Climate and Air Quality Taiwan Station, CATS)、「世界海洋環流實驗研究」(World Ocean Circulation Experiment, WOCE)、「古全球變遷研究」(Past Global Changes, PAGES)等國際連結計畫(柳中明, 2005a、2005b; 魏國彥、許晃雄, 1997)，逐漸強化了我國的研究能量。整體看來，由於我國科研基礎仍待紮根，因此主要採取依附國際計劃的途徑逐步發展，但就所選擇題材看來大體能從台灣地理區位出發，尚能把握「區域—全球」互動變遷的特性，如季風、黑潮等(Fu et al., 2002)，惟其議題的廣衍度是否已能擴及社會感知議題呢？同時，正因為我國研究基礎與成果仍待提升，因此更多本土資料的建立與調查極為重要，若一味追求與國際合作便難以實踐「永續科學」的特性，對於社會溝通與政策影響的效果自然有限(魏國彥、許晃雄, 1997)。

## 二、網絡分析與結果

### (一) 國際發表的研究議題分布

某領域學者在國際期刊中的發表，通常顯示該領域研究的成熟度，因此也代表該領域研究的發展情形。承上述，本研究由SCI中擷取科學社群在國際學術期刊的發表，以求掌握台灣氣候變遷研究的議題分布，經依時間序列統計得圖一。圖一顯示，我國氣候變遷研究在國際間的論文發表與我國推動研究計劃時程大致吻合，且在邁入二〇〇〇年後有較為穩定的成果發表，顯示領域內研究已獲致一定的成熟度。然而，對照前述有關台灣實際決策回應的不足，是否指謂相關科學研究在決策支援與社會溝通上仍有欠缺，這裡尚無法論斷，需做進一步分析。

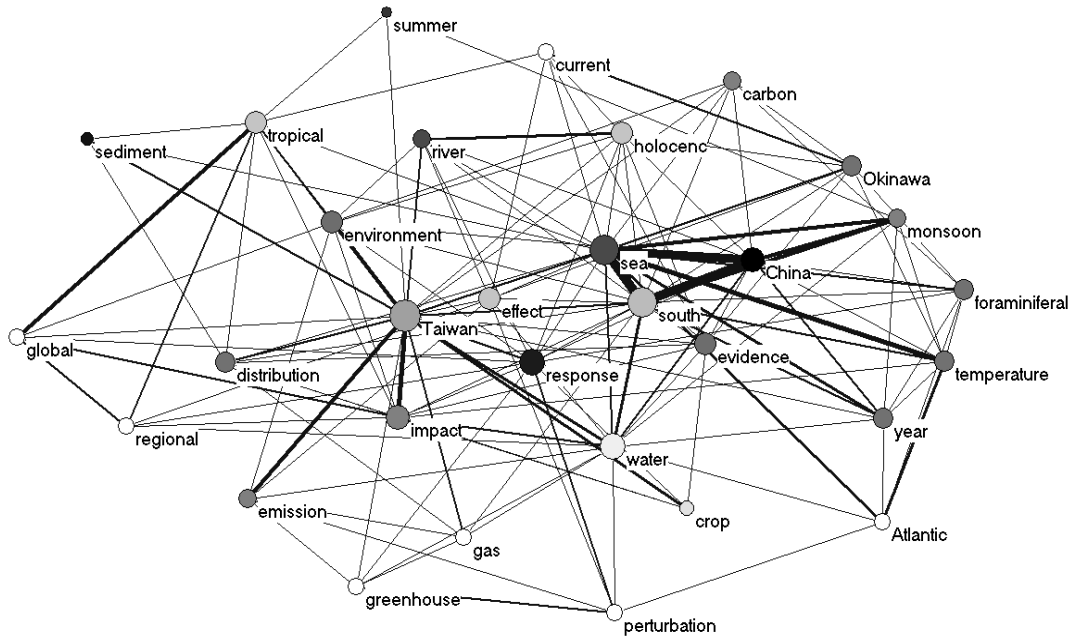


圖一 台灣氣候變遷研究於國際期刊發表之數量與年份

資料來源：檢索整理自 Science Citation Index。

將該等論文標題，依詞頻萃取與共現分析後，導入網絡分析加以視覺化，得圖二。圖二係透過 Pajek 軟體內建之 Kamada 與 Kawai (1989) 演算法製圖而成。<sup>9</sup>其所產生的共詞網絡，代表我國氣候變遷研究之議題分布情形。該網絡圖中，點的大小表密度，表示某議題與網絡中其他議題的關聯度，線的寬度值則表示成對議題的相關強度。若依據各議題密度高低做比較，圖二顯示「台灣」(Taiwan, 標準化密度=0.7)的數值最高，這雖然是因為來源資料均取自台灣學者的關係，也因此不能推論具備高在地關聯，不過至少可以確定國內氣候變遷研究取材上仍與台灣地理區位有關，也就是說不致於過度追求純學術旨趣的大尺度調查，與前述領域發展觀察一致。

<sup>9</sup> 此一演算法將網絡呈現為一個對應於圖表邊長的彈性環狀系統。

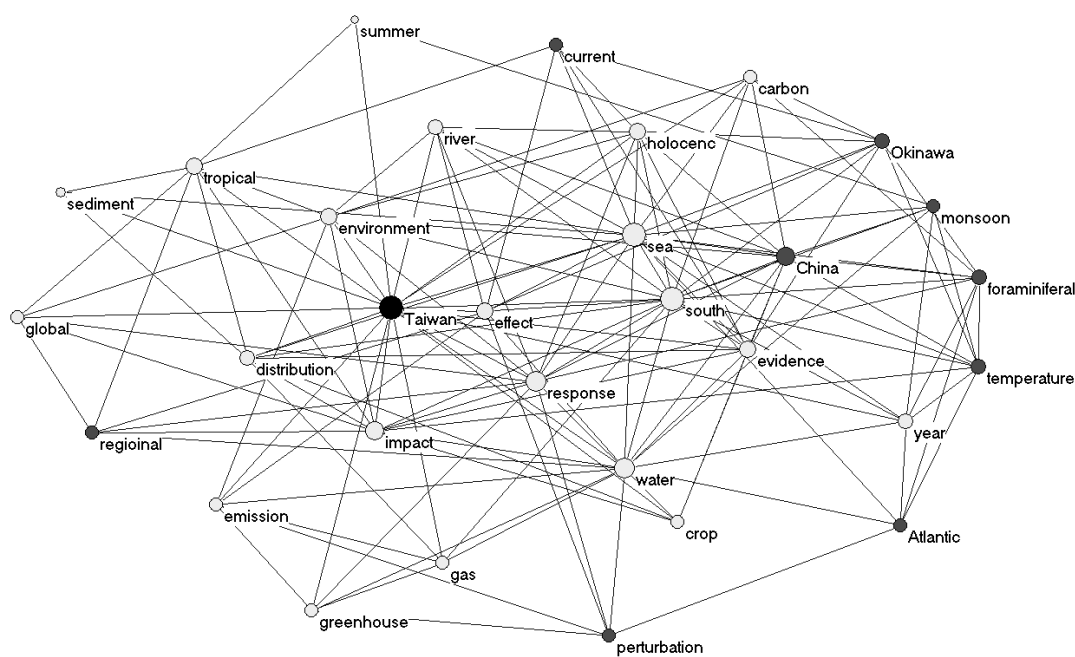


圖二 台灣氣候變遷研究之國際發表議題網絡

資料來源：本研究。

其次，就整體網絡結構觀察，各點相互關聯緊密，沒有被隔離的子群（components），這表示台灣相關研究並未因組織與地域之差異，形成互不關聯的研究議題群，表示尚未有嚴重資源浪費情事。但是，儘管網絡中沒有分隔的獨立子群，圍繞著「台灣」與「海」（sea，標準化密度=0.666）二字詞卻構成二個較大研究群聚。為確證二者確有不同，圖三以「台灣」一詞為中心，量測其與其他各議題點的網絡「距離」，結果顯示圖中最右方圍繞「海」的議題，諸如「中國」（China）、「琉球」（Okinawa）、「季風」（monsoon）、「有孔蟲的」（foraminiferal）、「氣溫」（temperature）等字詞與「海」之距離僅為一個單位，與「台灣」的距離則有二個單位，顯示與「台灣」群聚的連帶確實較遠，表示這二個群聚在研究議題涵蓋面上有側重點之不同，對照前述有關台灣氣候變遷研究的發展，應是台灣氣候變遷研究有從早期台灣周邊海域相關研究逐漸累積推展，進而趨向與台灣生態更有關聯的研究議題。此一二元群聚結構也同時表示，想當然耳地推測「台灣學者研究就必然含有在地關聯」是過於樂觀的，尤其是氣候變遷研究相當程度受到國內資源、國際規劃、基礎資料累積以及國際是否重視地方知識等因素所

制約，無法期待地區科學社群在一開始便將研究尺度與社會關懷做連結。



圖三 國際發表議題網絡中「台灣」字詞與其他標題字詞的「距離」

資料來源：本研究。

因此，再回頭檢視圖二時可以發現，無論是以「台灣」或是以「海」為核心的研究群聚，在研究議題上均有核心與邊緣的區隔。經以語意系絡檢核，圖二中只有「水」(water)及「作物」(crop)較具「在地關聯性」，<sup>10</sup> 網絡中核心議題的在地關聯性都不明顯，顯示科學自然解讀與社會關懷間的連結確為不足，如何強化相關議題之研究是為當務之急。邊緣議題代表該領域相對薄弱的一面，圖二中諸如「夏季」(summer)、「沉積物」(sediment)、「作物」(crop)等字詞「程度中心性」(degree centrality)為最低，屬於邊緣議題，與核心議題形成區隔。<sup>11</sup> 其

<sup>10</sup> 就圖二以主成份分析進行因素分析結果，大於特徵值 1 的因素有 13 個，累積解釋變異量為 73.176%，經轉軸後只有在第八個因素中，發現有較明顯台灣生態意義的「作物」、「水」二字詞，並與「台灣」同時有正向因素負荷量，三個數值依序為 0.225、0.453、0.227。因素分析的目的請參考注釋 3。

<sup>11</sup> 程度中心性在於觀察單一節點與網絡中其他節點之關聯密切程度，相關詳細說明與求算

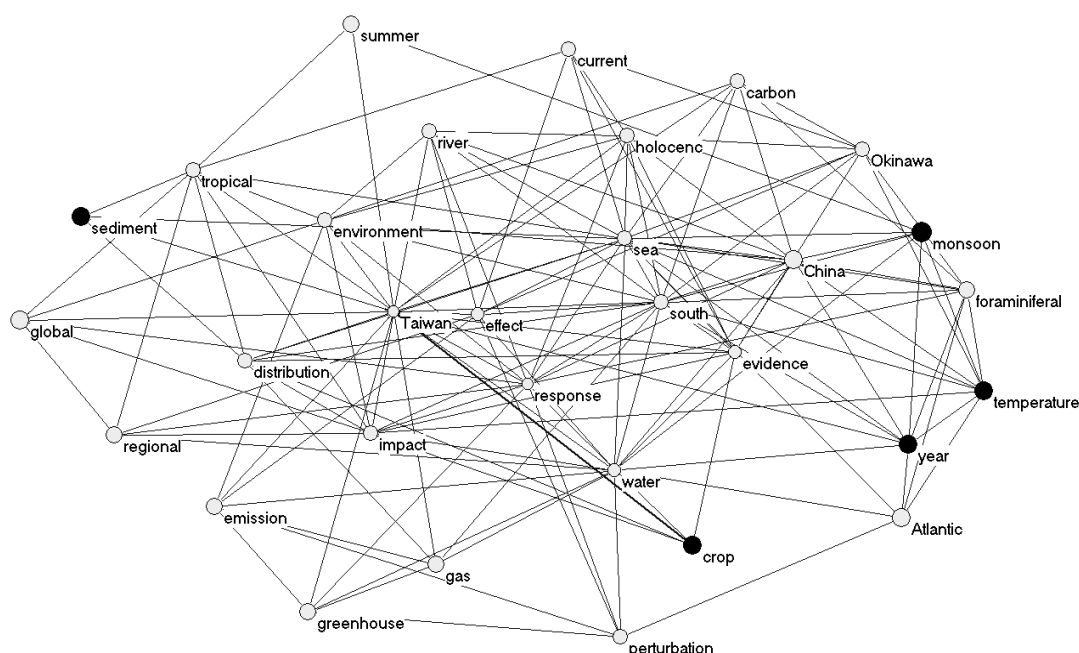
中，「作物」在網絡語意中具有相對高的在地關聯性，可惜位於邊緣區域，有待積極開拓。

可以說，具有永續科學內涵的研究雖然已經浮現，但在國際發表的場域中成果仍過於稀少，無論在量與質上均不甚理想，證實此前有關台灣科學研究在社會溝通效果上不足的疑慮。換言之，在永續科學之正當性意義上，國內學界對可被社會感知的在地現象研究仍不夠廣泛與突出，以台灣生態為指標的氣候變遷研究亟待積極開發。所幸，從圖二、三可以發現「台灣」字詞與「作物」、「水」二議題已存在直接且明確的連結，不需間接路線的銜接，表示「作物」等相關研究與本土問題已有直接關係。不僅如此，若運用結構洞（structural holes）原理將圖二轉換為圖四，圖四顯示「作物」字詞隸屬於自由度受到較大限制的節點群組（如圖四所示五個深色節點，「作物」之集合約束=0.424），表示「作物」對其他課題的中介性低，它本身的影響力卻受制於其他節點，從「對偶關係」觀察可以發現，在現有「作物」對外的所有連結中，「台灣—作物」連結是最具關鍵性的連結（如圖四中二者間連結線較粗，對偶約束=0.278，為最大），亦即對「作物」而言，當所涉相關研究與「台灣」取得連結時，便能放大其對整體領域的意義，這也表示未來強化「作物」相關研究，並擴大其與本土議題的連結，不僅可以個別地彰顯在地關聯議題，就氣候變遷的整體領域而言也可以提升其學術的「在地關聯性」，換言之，台灣氣候研究可以經由重視像「作物」等具有在地關聯的議題，擴大不同課題間的交流應用，並使科學研究與本土課題彼此做最好的配合與發揮。

---

公式參見 Wasserman 與 Faust (1994: 169-219)。以程度中心性數值顯示，summer 為 0.1、sediment 為 0.133、crop 為 0.166，相對地，Taiwan 為 0.7，sea 為 0.666，構成二個網絡支配權差距頗大的節點區位。





圖四 以結構洞原理轉換圖二後之議題網絡，深色節點之集合約束均大於 0.4

資料來源：本研究。

## （二）國內發表的研究議題分布

為求周延，本研究也蒐集分析在國內發表的研究議題分布，以彌補國際期刊收錄所可能存在的偏誤，提供對台灣氣候變遷研究較完整的理解。與國外發表論文相較，利用國內期刊發表之論文，其議題分布頗為不同，圖五顯示在國內發表之論文議題分布，大密度議題依序集中在「因應」、「影響」、「台灣」、「衝擊」、「全球」等五個字詞上，<sup>12</sup> 整體網絡呈現「類星狀圖」，顯示各議題間的關聯度密切，若以「親近集中性」（closeness centralization）就國外與國內二個網絡做比較，後者大於前者，即  $0.418 > 0.386$ ，說明國內論文議題關聯較為緊密。<sup>13</sup> 但是，圖五中的核心字詞所意涵的在地生態關聯卻不明顯。經查對原始文件，發現上述核

<sup>12</sup> 節點密度標準化後（normalized degree of density）分別為「因應」=0.666，「影響」=0.666，「台灣」=0.583，「衝擊」=0.583，「全球」=0.583。

<sup>13</sup> 「親近集中性」（closeness centralization）由各節點的中心性求算而得，代表一個網絡中的各點關係所構成整體網絡的緊密程度，相關詳細說明與求算公式參見 Scott（1991: 92-97）；Wasserman 與 Faust（1994: 169-219）。

心字詞多數出自對氣候變遷的本土衝擊分析。因此退而求其次，我們期望「影響」、「因應」、「台灣」、「衝擊」等具有高「親近中心性」(closeness centrality)字詞，<sup>14</sup> 可以連結出「在地關聯性」更明確的字詞。以語意系絡檢視圖五，在網絡邊緣中「森林」、「衛生」、「農業」等議題具相對明確的在地關聯性。<sup>15</sup> 這些「在地關聯」字詞較之國際發表論文顯得更為多元與豐富，儘管由其所占網絡位置可知其強度仍未形成台灣科學社群的研究主軸，但這些議題已能在目前科研基礎上，表現出較佳的知識溝通效果，值得積極推動。

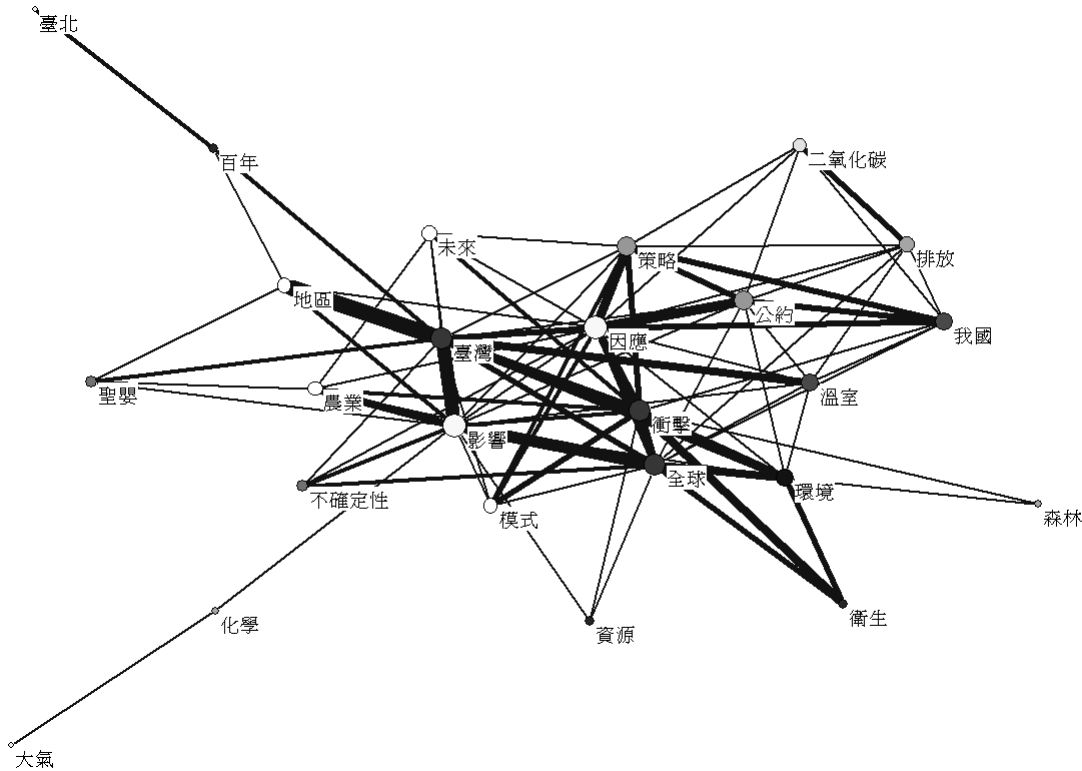
若綜合國內外場域的二個議題網絡(圖二與圖五)，可以歸結出「農業作物」、「健康衛生」、「森林植物」、及「水資源」是台灣氣候變遷研究中最能展現「在地關聯性」的研究議題，可惜該等議題目前仍處於邊緣位置，未來相關科研政策與科研議題選擇應著重此類課題，以改善台灣氣候變遷研究偏離「永續科學」的缺失，強化知識生產的關鍵性與正當性，使科研工作可以在知識轉化為政策與行動的過程中，承擔知識溝通的責任。依據永續科學內涵，唯有在大尺度氣候變遷問題與社會民生產生關聯，方足以在環境治理中啟動足夠的社會力，使政策的擬定與施行融合地方民眾的參與及行動。

---

<sup>14</sup> 「親近中心性」為衡量單一節點與網絡中其他各點之親近程度(即距離)，相關詳細說明與求算公式參見 Wasserman 與 Faust (1994: 169-219)，「影響」、「因應」、「台灣」、「衝擊」之親近中心性數值各為 0.727、0.706、0.686、0.667。

<sup>15</sup> 就圖五進行因素分析，在 13 個特徵值大於 1 的因素中，累積解釋變異量為 75.777%，經轉軸後，因素中包含有明顯生態意義字詞且能與上述核心字詞之一保持正向因素負荷者，有第二個因素中的「衛生(0.867)－衝擊(0.513)」、第八個因素中的「農業(0.285)－衝擊(0.435)」，與第十三個因素中的「森林(0.384)－影響(0.186)」，因素分析的使用目的請參考注釋 3。

### 探究環境治理中的知識溝通：台灣氣候變遷研究的網絡分析



圖五 台灣氣候變遷研究之國內發表議題網絡

資料來源：本研究。

不過，上述國內外議題網絡中仍有二個隱含的訊息值得進一步澄清，首先是國內外發表場域中研究議題分布何以呈現差異，其次是國內衝擊研究為何不能包含「在地關聯」議題。就第一個問題而言，既然觀察對象同為氣候變遷領域，何以國內發表場域的「在地關聯」議題可以有較多元的呈現？究其原因，除了本土議題易於選擇在國內發表外，晚近國際間研究規劃也已強調「永續科學」特性之維繫，例如「地球系統夥伴計畫」（Earth System Science Partnership, ESSP）即以水資源、碳循環、農業生產及健康為主要課題，均圍繞人類棲息相關課題，國內科學界積極參與該等計畫，自然也帶動相關研究成果的展現（柳中明，2005a、2005b），因此在地生態系統研究選擇在國內發表亦屬自然，其中不少為政策導向的研究成果。不過，對照原始來源文件也發現，由於「中華民國期刊論文索引系統」所蒐錄期刊嚴謹不一，因此國內發表論文雖能針對在地議題而發，卻未必有足夠成熟度，這一點部份說明在地關聯研究在國內場域出現較多的原因。從永續科學重視在地知識的角

度考量，「在地議題的全球連結」同樣是重要的發展方向，國內相關科研仍需於未來持續提升其品質與可信度，勇於向國際提出合於在地正當性的科研成果。

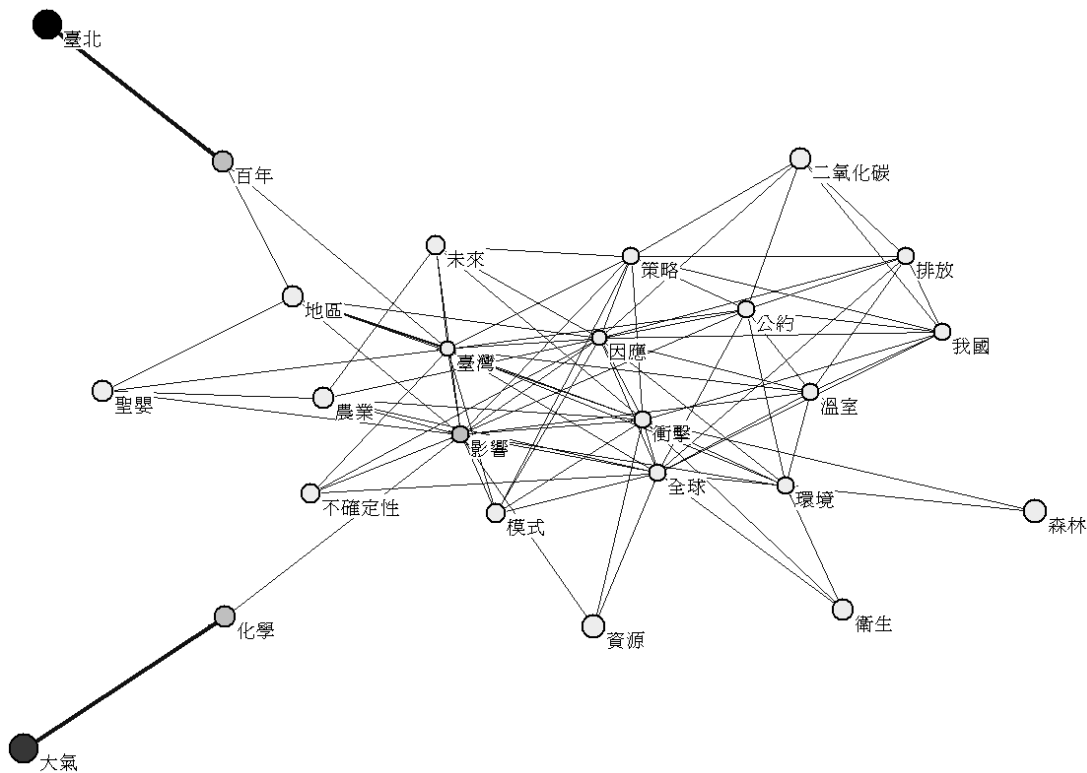
其次，由於圖五是以五個核心議題所架構的網絡，當運用「最直接途徑」（測地線）量測時發現，處於邊緣的「在地關聯」議題若欲與「台灣」取得連帶，均需經由「衝擊」、「影響」等字詞，顯見核心研究的支配性強度，但是何以這個由中心向外擴散的連結中，在地關聯議題不能成為核心群聚的一部分？提出這個問題的原因是，與圖二不同，在圖五中「因應」、「影響」、「台灣」、「衝擊」、「全球」等核心議題，雖其在地生態意義不明確，但如前述這些字詞多屬對氣候變遷而發的本土衝擊研究，那麼像「森林」、「衛生」、「農業」等議題何以不能直接占有核心位置，成為主流研究議題呢？從「居間中心性」（*betweenness centrality*）分析發現，核心議題與在地關聯議題在「是否可以橋接其他議題的潛力」上有極大差距，核心議題的中介能力表現均有一定水準，但在地關聯議題則表現普遍不佳，二者構成明顯差距。<sup>16</sup> 這表示氣候變遷之本土衝擊研究並不特別集中在永續科學所關心的議題。可能的解釋有二：第一，衝擊研究涉及議題過於分散，或是尚未形成重點；第二，衝擊研究大部分並未契合永續科學精神。無論是上述何種情形，都令人懷疑主流衝擊研究的合宜性，暴露國內議題選擇上的失衡，它一方面反映國內科學社群追求學術風潮，卻未深刻經營在地生態知識，另一方面它也反映國內衝擊研究受到贊助單位（*patrons*）的侷限與挾持。換言之，科學社群與決策菁英所認知之議題合宜性與「永續科學」概念存在落差，其負面效應是學術生產與社會認知關懷脫節，氣候變遷問題未與在地生態指標連結，難以寄望民眾有積極的參與及行動。

就本文所關心的知識溝通而言，最令人憂心的是議題選擇失衡所可能造成對在地關聯研究的漠視與排擠。圖五雖屬節點關聯較密切的議題網絡，但是「台北」、「大氣」二個節點卻被推離中心成為較為孤離的點，它們不僅位於邊緣地帶，且與整體網絡的「連結」也極為單薄，這二個節點分別代表「台北－百年－台灣」氣候研究以及本土「大氣－化學－影響」監測，屬於基礎研究議題，以結構洞原理觀察，圖六顯示這二個節點相當突出，其集合約束均等於 1，不僅是最大，且與其他

---

<sup>16</sup> 「居間中心性」（*betweenness centrality*）是為檢測網絡中單一節點控制其他成對節點的程度，也就是考察節點的中介性能力，相關詳細說明與求算公式參見 Wasserman 與 Faust（1994: 169-219）。在圖五網絡中，核心議題之居間中心性數值分別為「因應」=0.1、「影響」=0.241、「台灣」=0.163、「衝擊」=0.124、「全球」=0.085，而處於邊緣的在地關聯議題則為「森林」=0、「衛生」=0、「農業」=0.008、「資源」=0。

各點之集合約束係數差距頗大。<sup>17</sup> 也就是說，若將該二節點視為結構洞加以修補，對整體網絡的關聯互動將產生最大的效用。目前該二點與核心群聚微弱的連結，也為其他基礎性研究是否遭到忽略或不思開發應用提出警訊。誠如在本節前段所述，當前我國科研基礎仍待積極培育，本土資料調查必須持續累積，基礎研究內容雖然於決策支援與社會溝通上必須經過轉譯過程，卻是應用導向研究的基石，應予重視，未來對於本土相關的新穎構想與基礎探究有必要以開放態度與長遠規劃持續給予鼓勵與開發。



圖六 以結構洞原理轉換圖五後之議題網絡

資料來源：本研究。

<sup>17</sup> 圖四中，其他各點集合約束在 0.685（資源）與 0.271（因應）之間。

## 陸、結論

環境治理所涉及問題極為廣泛，且經常必須面對不同考量間的衝突與矛盾，究竟環保與經濟、國際建制與國家發展、公共福祉與私人利益等何者優先，在現實中所產生的衝突往往不是「二者兼顧」、「並行不悖」等口號可以輕易化解，它最終仍必須面對「選擇」的問題，但是這種選擇不能只是政府或決策者的選擇，尤其是「國際環境議題」涉及廣泛，還必須擴大成爲一種社會選擇，才能使決策具備正當性並獲得落實。然而環境治理的特色在於無論是政策制定與計畫落實都必須奠基在對現有自然生態的解讀之上，因此相關知識生產就成爲首要關注焦點。本文從當前國際間對知識系統反省的脈絡中，爬梳出永續科學所強調的在地關聯內涵，並以之探究當前全球環境治理最感急迫，但與地方認知較屬疏遠的氣候變遷研究，以網絡分析爲方法，評估台灣氣候變遷研究的在地關聯程度，以瞭解其契合永續科學的程度，衡量知識生產的社會溝通功能。全文主要論證結果可歸結如下：

### 一、永續科學的轉化與擴大應用

從知識系統的反省中，科學社群提出「永續科學」概念，企圖扭轉長久以來環境知識是由專家「給出」以「啓迪」民眾的不合宜認知，要求知識生產滿足可信度、正當性與關鍵性原則，並重視地方的人文自然特性。本文則進一步從建構主義的科學詮釋立場主張，若永續科學的實踐僅能仰賴科學社群的「自省」，就忽略了科技與權力相互滲透的現實，在科學權威的主導下也無從期待「永續科學」的實現，本文因此主張積極轉化「永續科學」概念內涵，使之成爲介入科研議題選擇的具體途徑，並以其所彰顯的「在地關聯性」，作爲檢驗科研議題的判準，賦與科學社群履行知識溝通的責任。本文對台灣氣候變遷研究的分析即是永續科學概念的轉化應用成果。同時，爲使永續科學訴求得以常規化，本文擺脫個案討論模式，從國家總體層次，進行科研議題的量測，擴大「永續科學」概念的運用範圍，俾能產生與科學社群直接對話的效果。

### 二、台灣氣候變遷研究整體評估

本文分別就國內氣候變遷研究在國內外二個場域的發表情形，以網絡分析衡量其在地關聯程度。發現無論國內外場域，具在地關聯研究議題都屬邊緣議題，質與

量均有不足，此一發現打破「國內學者研究必然與在地議題有關」的常識性認知，證實台灣科學研究在社會溝通效果不足的疑慮，如何強化國內研究以契合「永續科學」有其急迫性，尤其是以台灣生態為指標的氣候變遷研究亟待積極開發。其中，值得注意的是，在國內發表場域中，主流研究雖多數是針對台灣地區所進行的衝擊研究，卻吊詭地未能突顯出在地關聯性，顯示當前科學研究進展與科技計畫決策仍與「永續科學」概念存在不少差距，此一差距是否正反映台灣當前氣候政策的游移，值得深思，建議吸取他國經驗教訓以及國際反省思潮，平衡科研議題的選擇，尤其注意是否有因政策導向規劃而導致本土議題研究的邊緣化。

### 三、未來氣候變遷研究建議

民眾要求科學研究重視在地知識與關懷，卻不能取代科學家進行知識生產，在地關聯性研究的實質內容仍需科學社群的營造，本文針就台灣研究議題進行網絡分析，正是企圖從總體結構中，掌握研究議題分布與發展，從而鑑別是否有「在地關聯性高」的議題存在，以為政策建議的依據。經分析發現，在地關聯議題雖已逐步浮現，但在整體研究領域中仍屬邊緣性研究，殊為可惜。不過，由於這些議題已與台灣地理區位產生直接關聯，並在當前研究基礎中脫穎而出，亦屬可喜現象，尤其是國內發表場域所表現的議題多樣性，更代表相關研究已逐步獲致重視與發展。以氣候變遷研究現有基礎而言，本研究發現「農業作物」、「健康衛生」、「森林植物」、「水資源」等議題最能展現在地關聯性並具發展潛力，是為提升台灣永續科學的首要課題。氣候變遷對農作物影響涉及對糧食與土地的感知，氣候暖化對病媒助長提出健康衛生警訊，山林湖泊植物消長引發本土生態關懷，水資源變化直接指涉防洪與用水訊息，在在構成強有力的社會溝通效果，有必要於未來科研政策與科研議題選擇上給予強調與持續支持，當然其他新穎的本土議題也應予適切鼓勵，使氣候變遷對台灣生態影響的指標能更趨多元與豐富，從而改善科研工作與「永續科學」契合度不足的問題，使台灣環境治理能真正奠基在對本土生態的理解之上。

### 四、網絡分析的成效與限制

就本文分析與應用而言，可以發現網絡分析所著重的關係結構，以及其資料萃取與圖形分析技術的增進，已可從其傳統的社會連帶探究，擴散至知識網絡的衡量。在本研究中，網絡分析便有效地為台灣氣候變遷研究勾勒出總體的議題分布、結構與強弱，且由於網絡規模不大，在語意系絡的輔助下，得以鑑別出契合社會溝

通的科研議題，為永續科學的總體性評估提供有用的衡量方法。然而，在環境治理與永續工作中，如何增進知識系統整體效能仍有諸多待考察的問題，非本文所能涵蓋，尤其隨著處理對象的擴大與複雜化，不得不面對大規模網絡，以及不同介面素材等問題，未來可考量融合結構方程模型，或借助質性分析技術，提升其應用的精確度與廣衍度。

本研究所引發的思考在於，像氣候變遷這種國際環境議題，僅以外來建制、大尺度數據、或國外極端異象，均不易讓地方民眾輕易接受可能影響民生便利與社會生計的政策措施，還需要有更多「本於地方特性」的自然生態解讀，方能激發多元的環境思考與反省；同樣的，過於稀疏的在地環境資訊，及隨之形成的鬆散環境意識，也使決策者無從以長遠利益與永續發展著眼，制定環境相關政策，僅以短期利益考量自然使決策行動顯得猶疑遲緩，影響所及政府對科學社群的需求也只停留在被動因應的資訊，結果，從知識生產以迄政策行動構成反覆的惡性循環。於此，益發顯示知識溝通與永續科學在環境治理中的價值與急迫性。

## 參考文獻

- 王光旭（2005）。政策網絡研究在公共行政領域中的核心地位與方法錯位。**政策研究學報**，第5期，頁61-102。
- 台灣經濟研究院（2006）。我國經濟成長與二氧化碳排放脫鉤之芻議，2006年12月2日取自**台經社論**，網址：<http://www.tier.org.tw/03forum/tiermon200607.asp>。
- 李河清（2004a）。氣候變遷整合評估模式：從 IPCC 到 Taiwan-IPCC。**中華民國環境保護學會學刊**，第1卷第27期，頁136-154。
- 李河清（2004b）。知識社群與全球氣候談判。**問題與研究**，第6卷第43期，頁73-102。
- 柳中明（2005a）。**氣候變遷、衝擊、因應與永續發展研究進展**（上冊）。台北：國立台灣大學全球變遷研究中心。
- 柳中明（2005b）。**氣候變遷、衝擊、因應與永續發展研究進展**（下冊）。台北：國立台灣大學全球變遷研究中心。
- 陳世榮、李河清（2006）。知識系統與永續發展。**全球變遷通訊雜誌**，第52期，頁1-7。



- 湯京平、廖坤榮（2004）。科技政策與民主化：台灣發展電動機車經驗的政治經濟分析。《公共行政學報》，第 11 期，頁 1-34。
- 劉兆漢、蕭新煌、葉俊榮、於幼華（2002）。台灣永續發展的危機與轉機，永續台灣的願景與策略建議書。《永續台灣簡訊》，第 4 卷第 4 期，頁 1-74。
- 劉軍（2004）。《社會網絡分析導論》。北京：社會科學文獻出版社。
- 魏國彥、許晃雄（1997）。《全球環境變遷導論》。台北：教育部環境保護小組。
- Barnes, B. (1985). *About Science*. Oxford: Blackwell.
- Bass, S., & B. Dalal-Clayton (2002). *Bridging the Knowledge Gap in SD Strategies: Research Partnerships for Sustainable Development (Briefing Paper for the World Summit on Sustainable Development, Johannesburg 2002)*. London: International Institute for Environmental Development.
- Burt, R. S. (1982). *Toward a Structural Theory of Action*. New York: Academic Press.
- Burt, R. S. (1992). *Structural Holes: The Social Structure of Competition*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Callon, M. (1986). The Sociology of an Actor-Network: The Case of the Electric Vehicle. In M. Callon, J. Law, & A. Rip (Eds.), *Mapping the Dynamics of Science and Technology: Sociology of Science in the Real World* (pp. 19-34). Basingstoke: Macmillan.
- Callon, M., J. P. Courtial, W. A. Turner, & S. Bauin (1983). From Translations to Problematic Networks: An Introduction to Co-Word Analysis. *Social Science Information*, 22: 191-235.
- Cash, D. M., W. C. Clark, F. Alcock, N. M. Dickson, N. Eckley, & D. H. Guston (2003). Knowledge System for Sustainable Development. *Proceeding of the National Academy of Science*, 100(14): 8086-8091.
- Clark, W. C., & N. M. Dickson (2003). Sustainability Science: The Emerging Research Program. *Proceeding of the National Academy of Science*, 100(14): 8059-8061.
- Cole, S. (1995). *Making Science: Between Nature and Society*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Crane, D. (1972). *Invisible Colleges — Diffusion of Knowledge in Scientific Communities*. Chicago: University of Chicago Press.
- Degenne, A. D., & M. Forsé (1994). *Introducing Social Networks*. (A. Borges, Trans.). London: Sage.
- Ebbin, S. (Ed.). (2004). *Institutions and the Production of Knowledge for Environmental*

- Governance: Empirical Evidence from Marine and Terrestrial Systems [Special Issues]. *International Environmental Agreements*, 4(2): 103-228.
- Freeman, L. C. (1979). Centrality in Social Networks: Conceptual Clarification. *Social Networks*, 1: 215-239.
- Fu, G., H. Hrasawa, V. Kasyano, J. Kim, D. Ojima, & Z. Wan (2002). Regional-Global Interactions in East Asia. In P. Tyson, R. Fuchs, C. Fu, L. Lebel, A. P. Mitra, & E. Odada (Eds.), *Global-Regional Linkages in the Earth System* (pp. 109-150). Berlin: Springer.
- Fujigaki, Y., & A. Nagata (1998). Concept Evolution in Science and Technology Policy: The Process of Change in Relationship among University, Industry, and Government. *Science and Public Policy*, 25(6): 387-395.
- Gieryn, T. F. (1999). *Cultural Boundaries of Science: Credibility on the Line*. Chicago: University of Chicago Press.
- Granovetter, M. (1973). The Strength of Weak Ties. *American Journal of Sociology*, 78: 1360-1380.
- Holzner, B., & J. H. Marx (1979). *Knowledge Application: The Knowledge System in Society*. Boston: Allyn & Bacon.
- IDGEC (Institutional Dimensions of Global Environmental Change) (2005). *Institutional Dimension of Global Environmental Biannual Report: Spring 2003-Spring 2005*. Santa Barbra: IDGEC IPO.
- IHDP (International Human Dimensions Programme on Global Environmental Change) (2004). *Annual Report 2003/2004*. Bonn: IHDP.
- International Council for Science (2002). *Science and Technology for Sustainable Development, Consensus Report and Background Document (Consensus Report and Background Document from Mexico City Synthesis Conference, May 20-23, 2002)*. Paris: ICSU.
- Jasanoff, S., & M. L. Martello (Eds.). (2004). *Earthly Politics: Local and Global in Environmental Governance*. Cambridge: MIT Press.
- Kamada, T., & S. Kawai (1989). An Algorithm for Drawing General Undirected Graphs. *Information Processing Letters*, 31(1): 7-15.
- Kates, R., W. C. Clark, R. Corell, J. M. Hall, C. C. Jaeger, & I. Lowe (2001). Environment and Development: Sustainability Science. *Science*, 292: 641-642.
- King, L. (2004). Competing Knowledge Systems in the Management of Fish and Forests in the Pacific Northwest. *International Environments: Politics, Law, and Economics*, 4: 161-177.

- Kuhn, T. (1970). *The Structure of Scientific Revolutions* (2<sup>nd</sup> Ed.). Chicago: University of Chicago Press.
- Latour, B. (1987). *Science in Action: How to Follow Scientists and Engineers through Society*. Cambridge: Harvard University Press.
- Leydesdorff, L. (1989). Words and Co-Words as Indicators of Intellectual Organization. *Research Policy*, 18: 209-223.
- Melin, G., R. Danell, & O. Persson (2000). A Bibliometric Mapping of the Scientific Landscape on Taiwan. *Issues & Studies*, 36(5): 61-82.
- Merton, R. K. (1973). The Normative Structure of Science. In N. W. Storer (Ed.), *The Sociology of Science: Theoretical and Empirical Investigations* (pp. 267-278). Chicago: University of Chicago Press.
- Mihelcic, J. R., J. C. Crittenden, M. J. Small, D. R. Shonnard, D. R. Hokanson, & Q. Zhang (2003). Sustainability Science and Engineering: The Emergence of a New Metadiscipline. *Environmental Science and Technology*, 37(23): 5314-5324.
- OECD Development Assistance Committee (2001). *The DAC Guidelines: Strategies for Sustainable Development*. Paris: OECD Publications.
- Oversea Development Institute (2001). *PRSP Institutionalisation Study: Final Report*. London: ODI.
- Scott, J. (1991). *Social Network Analysis: A Handbook*. London: Sage.
- Stegmann, J., & G. Grohmann (2003). Hypothesis Generation Guided by Co-Word Clustering. *Scientometrics*, 56(1): 111-135.
- Swanson, D. R., & N. R. Smalheiser (1997). An Interactive System for Finding Complementary Literature: A Stimulus to Scientific Discovery. *Artificial Intelligence*, 91: 183-203.
- Teil, G., & B. Latour (1995). The Hume Machine: Can Association Networks Do More than Formal Rules? *Stanford Electronic Humanities Review*, 4 (2). Retrieved May 10, 2006, from <http://www.stanford.edu/group/SHR/4-2/text/teil-latour.html>.
- UN Department of Economic and Social Affairs (2002). *Guidance in Preparing a National Sustainable Development Strategy: Management Sustainable Development in the New Millennium (Background Paper 13)*. New York: Author.
- Wasserman, S., & K. Faust (1994). *Social Network Analysis: Methods and Application*. Cambridge: Cambridge University Press.

Weingart, P. (1999). Scientific Expertise and Political Accountability: Paradoxes of Science in Politics. *Science and Public Policy*, 26(3): 151-161.

# Exploring Knowledge Communication in Environmental Governance: Network Analysis on Taiwan's Climate Change Research

Shih-Jung Chen\*

## Abstract

In recent years various international organizations and academies call for the re-examination of knowledge system predicated on the recognition that the linkage between knowledge production, diffusion, and application has to be emphasized and enhanced if firm and sustainable local responses are to be realized in dealing with global environmental issues. To reexamine knowledge system, it is science that becomes the focal point. In response, scientific community comes up with the concept of “sustainability science” to underline the role of science in transformation from knowledge to action by way of attaining its credibility, saliency, and legitimacy. The study goes further step to make use of sustainability science as a criterion to evaluate regional scientific research in terms of its performance in social communication. To measure the extent to which knowledge production contains “local relevance” is to demand scientific community to be accountable for knowledge communication. The paper thus takes Taiwan as an example to explore its array and structure of scientific research in climate change, a field that is closely related with the most pressing issues of global environmental governance but somehow remotes to the daily life of the local citizen. Network Analysis and semantic context are

---

\* Assistant Professor, Department of Administrative Management, Chinese Culture University.

used to construct issue maps regarding Taiwan's climate change research so as to detect its compatibility with sustainability science. Research issues attaining salient "local relevance" will be identified from the issues maps, which are suggested to be the feasible topics for fulfilling knowledge communication in the local setting.

**Keywords:** knowledge communication, environmental governance, sustainability science, climate change, network analysis