

綠能產業創新模式之形塑：台灣經驗

胡太山¹、林海萍²、潘思綺³、賈秉靜⁴

摘要

由於台灣南部地區擁有較多的日曬時間與完善的製造業產業結構，因此分析南部地區既有產業是否能夠承接綠能產業投入，並帶動南部地區綠能產業的發展。而產業是否能夠持續發展，其關鍵在於「創新」，透過新興產業與在地產業的連結，帶領地區成為產業發展的新動力。透過區位商數與相對成長篩選出可強化綠能產業在地鏈結的產業項目，加入空間區位辨識南部產業群聚區域是否能夠支援綠能產業的發展。研究發現為促進在地產業與綠能產業的創新投入，運用DUI-STI的並存創新模式較有助於生產鏈結產生相依性。創新產業的能量鏈結至地方基礎產業，在引入新產業的同時也促進既有產業邁入產業再生循環的發展利基。

關鍵字：南部地區、綠能產業、產業關聯、DUI-STI、創新模式

¹ 國立成功大學都市計劃學系教授。

² 國立成功大學都市計劃學系研究助理。

³ 國立成功大學都市計劃學系研究助理。

⁴ 中華大學建築與都市計畫學系助理教授。

投稿日期：2020 年 02 月 05 日；第一次修正：2020 年 4 月 14 日；接受日期：2020 年 04 月 09 日

The Industrial Innovation Model Green Energy Industry Shape of Taiwan Experience

Tai-Shan Hu

Professor, Department of Urban Planning, National Cheng Kung University.

Hai-Ping Lin

Research Assistant, Department of Urban Planning, National Cheng Kung University.

Ssu-Chi Pan

Research Assistant, Department of Urban Planning, National Cheng Kung University.

Ping-Ching Chia

Assistant Professor, Department of Architecture and Urban Planning, Chung Hua University.

Abstract

Based on the southern region of Taiwan has more sun exposure and a sound manufacturing industry structure, it is analyzed whether the existing industries in the southern region can undertake the green energy industry investment and drive the development of the green energy industry in the south. The "innovation" was the key of sustainable development of the industry. Analyze the connection ability of emerging industries and local industries, and become a driving force for guiding regional innovation and development. According to L.Q. and relative growth, select industrial projects that can strengthen the green energy industry's local links, and add spatial locations to identify whether the southern industrial clusters can support the development of green energy industries. The industrial projects that can strengthen the green energy industry's local links are selected through location business and relative growth. The spatial location is added to identify whether the southern industrial clusters can support the development of the green energy industry. The study found that in order to promote innovation investment in the local industry and the green energy industry, the use of DUI-STI's co-existing innovation model is more conducive to the production chain's dependence. The energy Link of innovative industries to local basic industries, while introducing new industries, it also promotes the development of existing industries into the cornerstone of the industrial regeneration cycle.

Keywords:Southern Industry, Green Energy Industry, Industrial Linkage, DUI-STI, Innovation model.

一、前言

隨著經濟快速發展產生溫室效應，而所引發的全球氣候異常，各國為了減緩極端氣候發生的頻率，紛紛採取節能減碳的相關措施，並積極發展再生能源及節約能源等綠能技術，在各國政府綠能新政的浪潮下，綠能產業逐漸萌芽，儼然成為帶動經濟發展的新動力。因此2016年政府提出「五大產業創新研發計畫」政策，期望透過新產業的投入激發產業創新能量，進而帶動產業的全面轉型升級，改善目前台灣以燃煤(45.4%)和燃氣(32.4%)為主，次之為核能(約12%)與各再生能源(約5%)的能源結構，使產業發展能量聚焦，營造生態產業的方式，規劃綠能產業的發展方向(太陽能光電、離岸風力發電及智慧節能措施)。

綠能科技方案的四大主軸產業，區分為節能、創能、儲能和系統整合四大面向，分別從用電端、發電端、系統端、產業端和環節端加以著手，提升能源使用效率、強化綠能科技的系統整合能量，共同推動國內的能源產業轉型。其中創能的發展項目包含太陽能光電、風力發電、生質能源、地熱能源等；儲能發展項目包含高效率發展家用/企業/電網及儲能系統提升自主技術包含關鍵性技術、材料、控制管理模式等。推動方案包括「太陽能光電兩年推動計畫」、「風力發電四年推動計畫」，相關文獻指出目前推動的四大創能產業中，又以風能及太陽能被視為最具開發潛力的再生能源，而臺灣擁有許多製造業、資通訊、半導體與光電等產業之堅實研發及生產管理能力，因此將南科所在地台南及高雄作為綠能產業發展的核心蛋黃區，並期望沙崙綠能科學城、海洋科技專區以示範場域之姿帶動南部地區發展綠色能源新興產業發展。

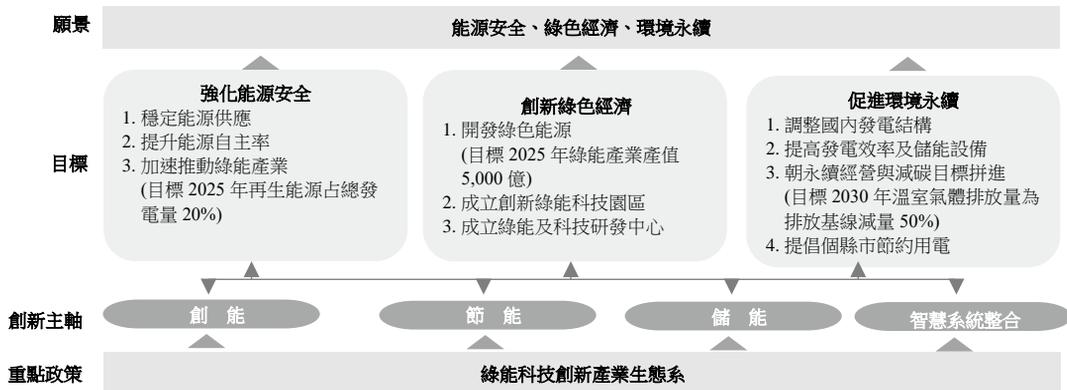


圖 1 政府推動綠能政策目標與策略面向

資料來源：資策會(MIC)，2016年。

而地區導入創新產業對於區域發展的影響並非展新的議題，回顧以往的相關文獻可以得知，地區對於引入新興產業發展方式有許多配合模式，如新市鎮規劃或是採科學園區的整體開發等等。因此對於「新創產業」的投入，過去常常將這樣的投入過程視為從無到有，但許多文獻指出創新投入(innovation)不是一個從無到有的過程(Lundvall 1992; Johnson and Lundvall 1991)，反而是建立在先前的產業發展的基礎上，使得投入創新後產生漣漪效應(ripple effect)，透過新創產業與

既有產業間知識的學習與重組而共同形塑出屬於地區獨特的產業關聯網絡。因此地區如何在投入新產業的過程中，創造產業間的合作與技術交流呢？由於彼此間的互動學習不會偶然地發生，因此需要透一個能夠持續提供互動、強化交流之場所/機構(例如育成中心、大學與研發單位)作為引導及研發技術轉移的媒介，而本研究探討基地「沙崙綠能科學城、海洋科技專區」正好扮演著這樣的角色。

為使「沙崙綠能科學城、海洋科技專區」所扮演產專區的關鍵角色能夠適切地提供綠能產業的發展，因此本研究將檢視台灣南部既有產業鏈與綠能產業之關聯的研究觀點下，以綠能產業中最具有發展潛力太陽能及風能製造業為研究主要探討之綠能產業，並將太陽能產業與風能製造業合稱「綠能製造業」，以區位商數的結果、相對成長的象限分布，分別歸納出兩項產業重要性指標「在地重要程度」及「近年地區之成長概況」，以兩者篩選出適合引入的綠能產業項目，以「太陽能、風能製造業」產業發展方向，探討如何強化沙崙綠能科學城、海洋科技專區與其園區周邊產業網絡互動關聯，進而促進台灣整體綠能產業發展。

二、文獻回顧

本研究透過區域地理經濟學理論之學習型區域、群聚政策理論出發投入創新產業所產稱的漣漪效應之概念為核心，藉此分析產業創新對於地區產業關聯性的發展效益，以及課會造成的影響作為本研究之文獻探討主軸。

(一)學習型區域的創新投入

區域中包含了許多要素，其中如何使區域充滿學習能力，透過學習型組織的互動性過程中進而透過既有的知識和技術，對於資訊的消化整理並回饋，在製造過程中調整與改進，進而引發創新。也就是說創新源自於系統性的學習，透過累積的經驗和知識，形成區域中的記憶和隱形知識，而所謂的學習型區域就是透過學習型的組織、制度、環境的落實，使區域扮演知識和想法彙集者的角色，提供學習、想法並強化知識的根基環境與架構，進而形成學習型區域(陳國權，2017)。

而學習型區域可以從創新投入的角度來討論，因為創新(innovation)不是一個從無到有的過程，而是一種漸進的、將過去所學習到的知識重組以獲取新知識和技術一種回饋的過程(Lundvall 1992; Johnson and Lundvall 1991; Heinz, 2004)。創新來自於平時的累積而非一夕之間產生，創新仰賴學習經驗的沉澱合累積，而非技術的突破，其中的重要核心來自於「學習」，就因為透過學習既有知識與技術後，才可能在既有的基礎上突破(王振寰，1999)。創新是一種互動式的學習過程，因此從區域空間上而言，要形成學習型區域，空間中會包含以下幾個面向：1.能夠強化學習之機構(大學與研究機構)以促成廠商之間的溝通、合作；2.制度面的規劃：地區性的政府部門介入，不只是研發部門。

在全球激烈競爭的時代，地區性的創造活動必須是能夠不斷透過不同的機制，將世界新知識串聯起來，使之不易形成封閉之網絡，因此學習型區域所涵蓋的創新網絡不只是區域內部網絡連結，而是會形成全球學習型區域的網絡節點(王振寰，1999)。透過共同主題將個人意見分享想法的場所會促使學習網絡的形成，其中學習是將網絡聚集起來的核心要素(Heinz, 2004)不僅僅透

過專家學者，更可以透過實際參與的廠商、企業等提供不同的建議或想法。因此有許多不同的專有名詞用於描述聚集在一起分享想法的個人或組織的網絡，從正式的知識網絡(Creech and Willard, 2001, Scarf and Hutchinson, 2003)到學習型區域組織(Manring, 2007)到區域實踐等(Davidson-Hunt, 2006; Berkes, 2009)。雖然有許多不同類型定義，但是這些概念都強調一樣的原則，也就是「學習」，因此「學習區域網絡」用於包含著知識轉移、促進對等學習和建構基礎能力等各種網絡架構(Heinz, 2004; Prabhakaran, et al., 2016)，維持區域學習與創新有助於提高生活與工作上的優勢性(Keeble & Wilkinson, 2017)。

(二)產業群聚之連結效應

過去的經濟發展政策往往關注特定的企業和產業之發展之需求，以群聚觀念為發展核心，而群聚政策則是將企業和產業作為一個整體系統予以探討並擬定出最適宜的發展方式。其中群聚政策特別強調空間角色、群聚上下游之間的垂直與水平關係，即在有限的政策資源下如何做有效的分配。OECD各國中採用之群聚政策因區域不同，有顯著不同，然主要原則為政府必須以現有的或者是浮現中的群聚為制定相應規劃作為前提，而不刻意創造新的產業群聚。政府可依照群集之不同需求提供不同的基礎設施與研發機構，視不同區域性質而定(OECD, 1999,2001; Porter, 2000；閻永祺，2004)。

目前許多群聚政策多效法科學園區與科技工業區之設置，期望透過群聚為區域引進許多的產業並提供各種建設和投入要素。但是冒然的投入往往會使得地區產業受到極大的衝擊，可能導致產業無法適應而加速衰敗等落入發展困境。因此為避免這樣的狀況產生，在投入新興產業的同時，需先透過前期研究了解地區是否能夠承接這樣的擾動式創新的發展能量，在將相關產業引進至地區。因群聚的正向效應，在公司所座落之地區周邊的產業，較易進行創新活動，亦即強調與客戶互動的空間鄰近性，聚集有助於創新(Baptista and Swann, 1998; Breschi, 2000)；而空間鄰近性除有助於廠商互動外，群聚之外部效益即在提升廠商間的密集溝通，尤其面對面溝通互動更有助於知識快速流動和採用，進而強化廠商競爭優勢，較易達成如Zucker et al.(1994)所提之鄰近學習效果(李耀光等，2012)。

(三)產業聚集程度與創新關聯

過去文獻指出聚集是創新的必要條件之一，但是傳統產業群聚卻未必能夠有效的激發創新，但是特定產業聚群的所帶來的正向效益是可預期的(胡太山等，2005)。而知識經濟的產業發展仰賴於知識或有效資訊的獲取積累與運用，並強調擁有技術知識與專殊化之人力資源的投入，以創造知識及運用知識的能力與效率，成為支持產業聚群維持與經濟不斷發展的動力。過去研究指出，聚集有助於創新(Baptista and Swann, 1998; Breschi, 2000)；而區域空間的鄰近性增加，除了有助於廠商互動外，群聚之效益即在提升廠商間的密集互動，尤其面對面溝通並有助於知識快速流動和採用，進而強化廠商競爭優勢，較易達成如Zucker et al.(1994)所提之鄰近學習效果。

而在產業聚群中，廠商的創新行為可能源自於與學研機構之空間鄰近性互動，也就是說創新行為與產業聚集程度皆有顯著的正向關聯，然而，聚群地區內產業僅薄弱的依附於地區，產業與聚群地區內任何類型的產業間連結都相當有限，但卻經常與外部產業地區有所連結，這類產業所運用的則是良好成熟的產業環境與充沛的技術人力源(胡太山等人，2005)，因此依附的群聚範圍

不僅是具有空間鄰近性的周邊廠商，可能是跨區域的同類型產業而形成跨區域的產業關聯價值鏈系統。所以空間的緊密性也促使科技人才於其間的快速流動、甚至團隊的衍生，但現在通訊方式日新月異，具備空間鄰近性的產業對創新活動的績效表現可能未有直接顯著的助益，相對地跨區域的關聯產業系統反而可能會產生有助於產業生產網絡的建構以及競爭刺激，而激發區域創新的來源(Lin and Hu, 2017)。

地區需要獲得創新支援產業類型，可發現與園區領導性產業及環境特性有關，基於相關文獻論述所謂降低成本，應是透過加入創新從原本產品創新、流程創新，再到市場行銷創新，亦即要有一套創新的企業經營模式，換言之，透過增加創新成本的經營模式能夠有效的降低生產成本(李耀光等，2012)。也就是說現今產業的發展不同於過去依賴資本或勞力密集，相對來說能夠掌握創新知識的產業較有助發展，而地區產業若投入創新知識及創新互動，必須分析產業本身是否具接收創新與轉化應用的能力，將創新知識轉化而促成產業可以持續發展的關鍵要素(林海萍與胡太山，2018)。不管是產業間互動或是面對研發中心創新，產業間創新知識並非單向，當產業碰撞互動時彼此皆可以獲取創新的知識來源，而促進交流，除了能強化產業鏈的知識基礎外，也會進而因為互動而產生的無法預期的創新知識。也就是說透過導入新產業對地區既有的產業空間，會因為增加產業互動而產生新的解決方式，形成正向循環，使互動頻率同時增加產業間合作的信任度。

(四)產業創新與地方創生

誠如上述，地區產業若投入創新知識及創新互動，將創新知識轉化而促成產業可以持續發展的關鍵要素(林海萍與胡太山，2018)。產業創新對於地區創新與再生的現象有顯著的效果，因此本研究期望透過回顧產業創新與地方創生的互動性，進行深入探討，釐清過去對於新創產業對於形塑地方發展經驗分析。

透過文獻回顧永續能源的發展目標所追求之焦點，在於推動各地方再生能源的發展，確保地方能源充足無虞外，也達至能源安全與生態保護(蘇俐盈，2016)。因此本研究進一步衍伸，地方藉由新產業引入發展的同時，發展歷程如同過去復甦文化產業的過程，藉由節慶活動帶動地方產業，必須讓活動深入民間，與地方結合，強化地方產業連結，節慶活動較有永續發展之潛力(李依蓓，2006)。依此推論新興產業的引入，對於地方而言除了同時增加地方財政與就業機會，達到環境與經濟永續之外，更需借助地方生活場域的支援與配合，協助新產業的落地生根，地方既有產業也可以透過新產業的活水引入帶動地區的共生共榮。

(五)產業互動創新模式

產業互動模式主要透過兩種方式進行：Science, Technology, Innovation (STI)模式，來源為實體書籍及文字，更多地依賴於已文字化的科學技術知識(分析性知識庫)；另一種則是Doing, Using, Interaction (DUI)創新互動模式，透過體驗來獲得，依賴於非正式的學習過程和基於經驗的專有技術(綜合知識庫)(Aslesen & Pettersen, 2017;林海萍與胡太山，2018)。因此，學術研究機構與可以提供合作夥伴正式的科學、技術和創新(STI)資訊，透過正式的科學技術驅動創新，也伴隨著契約型研究、顧問諮詢等正式知識傳遞模式；但是透過邊做邊學，使用和交互學習(DUI)模式所建立的合作夥伴關係，是藉互動過程逐漸形成的關係網絡，強調共享與合作會衍生更多的互動模式，這樣的互動過程會促進產業更加緊密的結合。儘管STI和DUI的創新互動對於產業鏈的產品和流程創

新都很重要，但研究指出不同類型的合作方式需要透過不同類型的創新模式來輔佐(González-Pernía et al, 2015)。

單純使用STI的模式的地區對於根本性的創新效果較有限，但是對於高度模仿的創新行為有明顯的幫助，如同研究指出單純的產業互動模式可有效供給產業草創初期的創新需求，因為初始階段的產業需要明確的發展方向，也需要透過路徑依賴的方式來累積產業發展動力；然而，在產業發展中階段應該藉DUI或DUI-STI的發展模式，較有助於促進區域聯盟/組織產生徹底的創新(González-Pernía et al, 2015；Aslesen & Pettersen, 2017；Ramirez et al., 2019)也就說若結合DUI-STI合作互動模式，將會促進產業的創新能力有更顯著的提升，且有助於區域產業產生根本性的創新提升，透過不同互動模式激發創新能量來面對不可預見的挑戰與風險。

三、研究設計與資料收集

(一)研究範圍

1.研究範圍

為考慮區域產業整體發展，研究擇具空間鄰近性的地區，探討綠能產業鏈之產業關聯性，核心目的在藉由實體場域形塑與凝聚創新綠能發展所需的產業網絡，包括提供創新交流的場域，供學研單位和廠商共同集聚的產業聚落，以及創新互動的模式。因此研究地區以南部區域中較具有綠能產業發展可能性的場域：台南、高雄市及屏東縣為主要探討區域。



圖 2 研究範圍圖

資料來源：本計畫繪製

2.研究產業項目

綠能產業所涵蓋的產業類別所及甚廣，包含推展太陽光電、風力發電、智慧電表等綠能產業，能夠帶動綠能科技產業發展，並創造綠色就業，即可定義為廣義的綠能產業。目前台灣綠能產業以風、光為兩大主軸，即風力發電和太陽能發電(游振偉，2020)。就綠能產業涵蓋的項目包含節能、創能、儲能及智慧系統整合之能源轉型，皆統稱為綠能產業。而本研究探討的面向以創能為首要，包含發展太陽光電、風力發電等。

綠能產業範疇		發展方向	109年目標與願景
再生能源	太陽光電	強化太陽電池技術競爭優勢拓展模組及系統服務能量	目標： • 產值:新台幣 1 兆元 • 就業:10 萬人 • 發電:65.9 億度電 • 節電:43.9 億度電 願景： • 扶植 PV 系統產業成為全球主要供應商之一 • 促進風力發電產業自主施工及運維在地化 • 全球 LED 元件及模組主要供應國，建立照明產品全球通路 • 智慧電表系統與能源管理方案輸出國
	風力發電	政策引導創造離岸風電市場以區塊開發帶動產業發展	
節約能源	LED 照明光電	強化 LED 照明元件製造與系統優勢，以內需市場提升產業能力	
	能源資訊通訊	聚焦 AMI 系統與能源管理方案，開拓海外利基市場	

圖 3 綠色能源產業計畫架構圖

資料來源：行政院新能源發展推動，綠色能源產業躍升計畫，2014年。

對創新推動方案以「太陽光電2年計畫、風力發電4年計畫」為核心，將欲投入的創新產業的南部區域先進行初步的產業關聯性探討。首先，以南部區域相較具有發展潛力太陽能製造業及風能製造業為研究產業類別。發現新興風能與太陽能產業鏈的產業結構，對於專業人才需求有大量的重疊性，例如：化學工業、鋼鐵冶煉、產業用機械設備維修安裝業等。

(二)研究方法

本研究探討如何強化沙崙綠能科學城、海洋科技專區與其園區周邊產業網絡，亦即檢視台灣南部既有產業鏈，探討應發展何種綠能製造業項目。首先，釐清「綠能製造業」產業鏈，每一階段各自所對應到的產業細項目。接著，以這空間分布、區位商數、相對成長，分析產業於地區之重要程度與近年成長概況。利用指標針對各綠能關聯產業項目進行篩選，以找出對於在地產業結構重要且相對成長潛力較高之產業。第三，知識互動模式找出最適合的承接新興綠能產業的產業鏈結可能性。

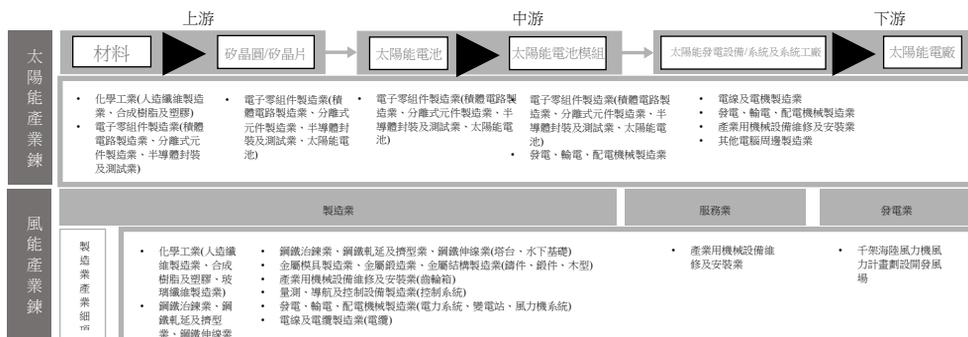


圖 4 太陽能/風能產業鍊圖⁵

⁵ 資料來源：彙整自「產業價值鏈資訊平台，證券櫃檯買賣中心、臺灣證券交易所，產業價值鏈資訊平台：<http://ic.tpex.org.tw/>」、「中華民國行業標準分類(第十次修訂，行政院主計處」；本研究繪製。

因此研究採取Porter (1998) 對於產業群聚網絡之概念並加入創新概念加以探討，將地區產業群聚網絡定義為，在地理空間中**專門供應商、服務提供者及企業等相關聯企業**的聚集(圖 5)。期望了解近年新興之產業與地區原有產業的生產鏈結，要如何建立起緊密關聯的產業網絡。

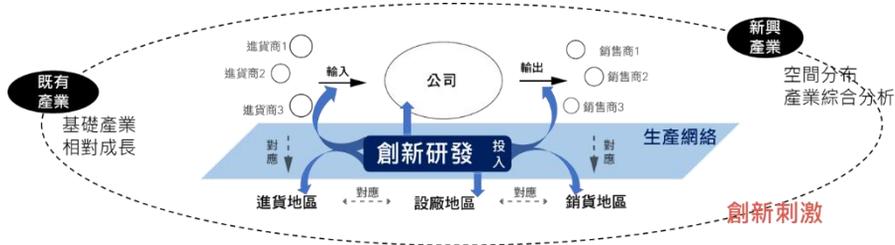


圖 5 地區生產網絡關聯概念圖

資料來源：概念修改自Porter,1998

1. 區位商數⁶

區位商數是都市經濟研究中最為廣泛應用的一種方法，通常會以產值或就業人口數量資料下去進行操作，分析產業相對聚集化程度。因同時考量到空間與量化的工具，因此，本研究選擇以區位商數，分析高雄、台南、屏東三者「太陽能、風能」製造業於地區之重要程度，亦及**是否為地區基礎產業**⁷。

$$(L.Q.)_i = \frac{e_i/e}{E_i/E}$$

2. 相對成長分析

相對成長分析用於分析某地區中的*i*產業在臺灣地區的相對重要性。其與區位商數最大的不同，在於「相對成長」為地區產業相對於全國之成長指標，而「區位商數」著重於就業數或產值的總量，而非成長速度的差異。因此，本研究期望利用相對成長分析，來判斷出地區高潛力產業為何，以供後續判斷適合發展的綠能產業。研究之操作方法分別以2015年與2010年為基礎年，各以五年做為間隔，分別製作2015至2010年、2010至2005年，台南、高雄、屏東三區，*i*產業的工廠數相對成長象限圖。相對成長之象限應用甚廣，篩選最具承接綠能產業的潛力產業類別。

3. 產業空間分布特性

依台南、高雄、屏東地區，做產業空間分布分析，以這些與「太陽能、風能」製造業相關聯之產業項目作空間分布，理解其發展脈絡與特性，並了解承接綠能產業所需要投入的關鍵空間區位與其空間扮演的角色。

⁶ $(L.Q.)_i > 1$ ：表該產業具有出口傾向之產業，屬基礎性產業，為供給別區需要而生產； $(L.Q.)_i \leq 1$ ：表該產業屬服務性產業，僅供本地所需或需仰賴進口。

⁷ *i*：產業變數；*e_i*：某地區 *i* 產業之就業數或產值(人、元)；*E_i*：全國 *i* 產業之就業數或產值(人、元)。

四、綠能製造業產業發展情形

(一)綠能產業發展現況

由能源局能源轉型白皮書⁸所示，臺灣2017年整體能源供給量合計為146.5百萬公秉油當量(MKLOE),相較於2000年能源供給量101.8MKLOE,平均年成長率為2.58%。其中再生能源(含太陽光電與風力發電、生質能及廢棄物發電)成長了140%；此外以天然氣成長幅度最大，成長了243%，其占比從2000年的6.4%成長至2017年的15.2%，另太陽熱能、慣常水力、煤及石油亦分別成長了46%、19%、46%及35%；而核能發電在非核家園的政策下，則減少了42%，占比亦從2000年的11%至2017年降為4.4%。

臺灣2017年總發電量為2,704億度，其中逾八成來自化石能源(燃油4.7%、燃氣34.6%、燃煤46.6%，核能占8.3%，再生能源約4.6%)，因降雨量減少，水力發電量從2016年65.6億度降低到2017年的54.3億度。2016至2017年，風力發電從14.6億度上升到17.1億度，太陽光電發電自11.3億度上升至16.9億度。再生能源總發電量則自127.5億度微幅降至124.7億度。



圖 6 臺灣 2000-2017 年發電量示意圖

資料來源：經濟部能源局，2018。

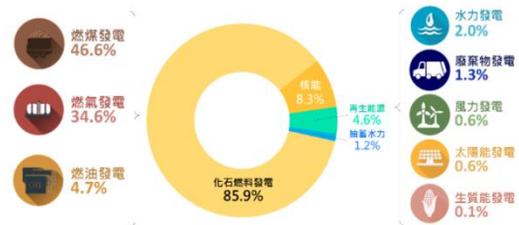


圖 7 臺灣 2017 年發電結構示意圖

資料來源：經濟部能源局，2018。

1.風力發電發展現況

依據彭博新能源財金(Bloomberg New Energy Fiannce)2018年之統計資料，目前全球離岸風力發電總裝置量(含以建置完成與興建中)以英國和德國最高，分別為11,819百萬瓦(MW)和7,635百萬瓦(MW)，歐洲地區仍屬世界領先，亞洲國家則以中國大陸設置量最高(6,118百萬瓦)，風力發電具備低污染及低成本之優點，為具潛力的再生能源之一，因此目前大多數國家皆以風力發電為投入再生能源發展的核心，而台灣風力資源充沛，故風力發電應具有推動效益(郭斯傑等，2017)。

台灣目前約有陸域361座，離岸約有22座風機運轉中(經濟部能源局能源統計月報，2019)。依據能源局規劃再生能源推廣裝置容量，至民國119年風力發電設置目標提高為520萬瓩(卓逸程等人，2017)。在風力發電的決策上宜考慮同時發展陸上與離岸風能，才能有效緩解供電壓力，外國技術傳承主要透過STI傳遞，使用STI的模式的地區對於根本性的創新效果較有限，但是對於高度

⁸ 經濟部能源局，2018，能源轉型白皮書(初稿)，<https://energywhitepaper.tw/news/?recordId=19>。

模仿的創新行為有明顯的幫助，有效供給產業草創初期的創新需求。對於一級產業場域使用者應邀請參與綠能計畫，並將土地加值使用之賣電所得回歸農漁民，更能獲得當地居民接受與支持率能產業發電計畫(余政達等，2017)。此外，綠能主力產業除了風力發電之外，政策推動面也包含了太陽能發電的發展，以下針對太陽能發電的產業發展現況進行分析。



圖 8 臺灣 2019 年 3 月風力發電設置現況示意圖

資料來源：經濟部能源局能源統計月報(2019年03月08日更新)。

2. 太陽發電發展現況

台灣較長的日照時間和成熟的太陽能技術，讓太陽能發展也成為有潛力的綠能產業。目前政策規劃於2025年再生能源占比達20%，其中太陽光電設置量達20GW，至2018年6月為止，全國累積設置量已達2,172MW(林福銘，2018)。太陽光電產業產值2016年為新台幣2,049億元(圖9所示)，2017年達2,126億元(成長3.76%)。太陽電池以外銷為主，主要出口國為中國與越南，雖然國內的太陽光電產業產值仍持續成長，但因中國近年來在太陽光電領域的成長更為迅速，再加上內需市場及成本優勢，促使國內業者朝差異化、甚至新一代技術進行努力，已強化創新。

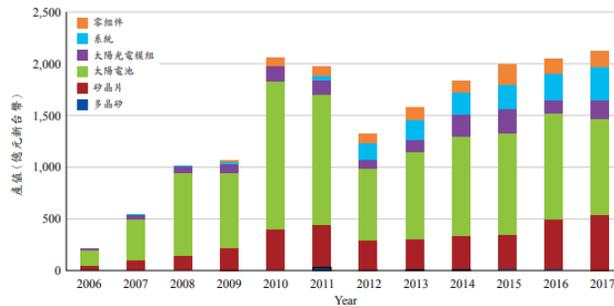


圖 9 太陽光電產業年產值

資料來源：黃崇傑、葉峻銘，2018。

目前市場主流為矽晶太陽能電池，包含單晶與多晶兩種型態，占近九成市場。台灣太陽光電產品以矽晶太陽能電池大宗，2016年佔太陽光電製造業產值的59.9%。基於矽晶太陽能電池產品型態為台灣廠商擅長之領域，即使在市場低潮時期，業務復甦與後續投資的力道仍強，是台灣太陽光電產業重要的基礎(楊翔如，2018)。太陽光電廠商仍多以中游代工為主要經營模式，因此也是透過STI的知識傳遞模式，使用STI的模式的地區對於高度模仿的創新行為有明顯的幫助，有效供給產業草創初期的創新需求。而目前太陽能發電量不到總用電量的1%，與火力和核能發電量相比，以太陽能發電的單位成本較高。相關研究指出透過引導未來維持太陽光電關鍵生存成長因素

為「政府政策」與「資金的籌措能力」及「資源整合大者恆大」(孫湧泉, 2017; 胡智詠, 2018)。

(二)南部地區發展綠能產業之鏈結

研究透過產業價值鏈釐出與綠能製造業相關的產業類別,再佐以區位商數、相對成長及空間分布解析產業鏈結之關聯性,判斷南部區域是否有能力承接新興產業的投入。

1.區位商數釐清基礎產業

首先透過區位商數了解「產業重要程度」,藉由下表得知南部地區傳統產業群聚主要為「金屬製造業群聚」及「鋼鐵製造業群聚」。其中高雄鋼鐵冶鍊、鋼鐵製造業及台南的鋼鐵伸線業表現最為優異,就業數之區位商數皆大於三⁹;另次要的基礎產業(區位商數>2),高雄為「半導體封裝及測試業、分離式元件製造業、鋼鐵軋延及擠型業」;台南為「太陽能電池製造業、鋼鐵軋延及擠型業、汽車零件製造業」。屏東則以「金屬結構製造業」表現優異,推論南部區域製造業對綠能產業進駐具備一定程度之承接能力。

2.相對成長篩選具潛力產業類別

再透過相對成長¹⁰分析進而判斷產業群聚屬於哪一類型的發展階段。研究將區位商數判別之「南部綠能產業之基礎產業」結合「相對成長」進行綜整之比較,綜整為下表1所示。透過綜整表判斷出台南地區對於鋼鐵伸線業、汽車零件製造業與金屬結構製造業;高雄地區為金屬結構製造業與鋼鐵伸線業;屏東區域則以金屬結構製造業皆具有顯著的持續成長的狀況。

3.空間區位判別產業群聚空間

整體而言,透過空間區位(詳見下圖所示)「沙崙綠能科學城」及「海洋科技產業專區」位於高雄岡山、永安區及台南市區南側,即台南科技工業區、仁德、歸仁區、北區及安南區一帶皆為金屬結構製造業群聚的中心地帶,行車時間約30分鐘左右,座落區位具備可及性高的群聚優勢,進而強化了(DUI)創新互動的可能性。

推展綠能產業,「鋼鐵伸線業」屬主要產業鏈之一,屬地方基礎產業,也具有未來產業的潛力。近一步觀察鋼鐵伸線業的空間群聚現象,發現鋼鐵伸線業集中於特定工業區內,如高雄的大發工業區、岡山、永安工業區;台南的科技工業區等。而「金屬結構製造業」產業分布範圍比較廣,有許多的小型群聚,台南地區較集中於永康、安平區一帶;高雄集中於永安、岡山西本洲工業區附近區域;屏東則坐落較密集於大發工業區周邊。透過以上分析說明南部地區以具備承接綠能產業發展動能,惟需要提供穩定的創新互動與創新知識來源。因此,位於南台南的沙崙綠能科學城與北高雄海洋科技產業專區,兩者可謂北接台南、南連高雄之金屬製造業核心場域,對於推動綠能產業,台南與高雄已具備產業發展基礎。

4.綠能產業群聚創新模式

透過「在地重要程度」、「近年地區之成長概況」及「空間區位分布」等產業發展指標,綜整之南部區域承接綠能產業的結果。藉由優先鏈結之產業,提升區域的產業能量,並分析創新投入的可能性。學術研究機構與可以提供合作夥伴正式的科學、技術和創新(STI)資訊,使用和交互學習(DUI)模式所建立的合作夥伴關係,是藉互動過程逐漸形成的關係網絡,強調共享與合作會衍

⁹ 區位商數>1 屬於具地區重要發展產業。

¹⁰ 相對成長分析圖詳見附錄。

生更多的互動模式，這樣的互動過程會促進產業更加緊密的結合。透過DUI+STI結合式的創新互動模式效應強化綠能產業與帶動地區產業轉化升級發展之效益。

表 1 臺灣南部地區綠能產業關連綜合表¹¹

區位商數 年分(民國)	台南					高雄					屏東				
	2014		2015		基礎 產業 相對 成長 2015 /201 0	2014		2015		基礎 產業 相對 成長 2015 /201 0	2014		2015		基礎 產業 相對 成長 2015 /201 0
細項	產值 L.Q.	就業數 L.Q.	產值 L.Q.	就業數 L.Q.		產值 L.Q.	就業數 L.Q.	產值 L.Q.	就業數 L.Q.		產值 L.Q.	就業數 L.Q.	產值 L.Q.	就業數 L.Q.		產值 L.Q.	就業數 L.Q.
太陽能電池製造業	1.87	2.97	1.97	✓	0.28	0.43	0.27			0.76	0.25	...			
產業用機械設備維修 及安裝業	0.53	1.20	0.61	✓	0.38	0.99	0.31			0.11	0.03	0.19	✓		
發電、輸電、配電機 械製造業	0.28	0.50	0.32		0.29	0.70	0.32			2.81	1.31	2.49	✓		
積體電路製造業	1.62	1.82	1.73	✓	0.02	0.20	0.02			...	...	...
分離式元件製造業	0.03	0.17	0.03		0.71	2.36	0.85	✓		...	...	...
半導體封裝及測試業	0.53	0.46	0.56	++	1.85	2.49	1.83	✓	++	...	...	...
合成樹脂及塑膠	1.87	1.72	1.87	✓	2.13	2.48	2.06	✓		2.00	0.85	2.17			
人造纖維製造業	0.37	1.35	0.41	✓	1.60	1.98	1.67	✓		-	0.03	-			
玻璃纖維製造業	...	...	...		-	-	-			...	...	...
鋼鐵製造業	0.81	1.68	1.20	✓	1.97	3.33*	2.68	✓		0.63	0.68	1.05			
鋼鐵冶鍊業	-	0.01	-		4.59*	7.24**	4.63*			0.39	0.15	-			
鋼鐵鑄造業	1.38	1.40	0.66	✓	0.25	0.54	0.34			4.05*	1.43	2.86	✓		
鋼鐵軋延及擠型業	1.60	2.33	1.77	✓	2.24	2.81	2.12	✓		0.96	0.68	1.37		++	
鋼鐵伸線業	1.92	3.94*	3.34*	✓	0.64	1.71	1.37	✓	++	-	0.27	-			
汽車零件製造業	1.95	2.99	2.02	✓	0.28	0.50	0.30		++	0.76	0.35	0.71		++	
量測、導航及控制設 備製造業	0.38	0.96	0.45		0.24	0.56	0.25			-	0.00	-			
金屬結構製造業	1.39	1.30	1.32	✓	1.43	1.28	1.33	✓	+	7.18*	2.52	6.50**	✓	++	
金屬鍛造業	-	0.15	-		1.88	1.66	1.85	✓		...	0.31	0.69			
金屬模具製造業	1.06	1.32	1.05	✓	0.74	1.15	0.70	✓	++	0.18	0.08	0.24		++	
電線及電纜製造業	1.00	1.35	1.04	✓	0.45	0.66	0.48		++	...	...	...		++

資料來源：經濟部統計處工廠校正及營運調查；本研究整理



圖 10 綠能產業觸媒空間發展示意圖

資料來源：本研究繪製

¹¹ 註：「-」表示未滿 3 家之金額資料、「...」表示無數字或無意義數或未開放查詢、「0」表示數字為 0 或不及 1 單位、「*」表示數字大於 3、「**」表示數字大於 6；+：2005 年到 2010 年間呈現成長趨勢；++：2010 年到 2015 年間呈現成長趨勢，地區成長小於南部區域；++：2010 年到 2015 年間整體呈現成長趨勢，地區成長大於南部區域；✓：代表其 2015 年區位商數大於 1，屬於具發展潛勢的基礎性產業。

五、南部地區綠能產業創新模式分析

透過區位商數、相對成長與空間區位加以進行判別後，本研究提出未來綠能產業創新模式的策略方向，首先針對目前既有的創新專區進行角色定位，避免疊床架屋的資源浪費，接著釐清目前綠能產業的發展方向；最後，透過創新能量的引入為地區帶來活水，創造台灣綠能產業發展樣態，以期帶動周邊地區的活化與產業升級轉型。

(一) 學習型機構STI創新投入

「沙崙綠能科學城」及「海洋科技產業專區」在整個綠能產業發展上所扮演的角色為研發育成單位，並非直接生產之廠商。文獻中區域地理經濟學中所稱之「強化學習型機構」，主要目的為提供創新產業區域需要具備的關鍵角色，整合既有產業中的潛在作用者，媒合合適的廠商。創新互動模式是透過輔助的機制促發廠商彼此間的相互學習、合作，藉STI創新模式使新知識和技術的重新組合，透過技術轉移、輔導等，在既有的產業結構上，逐漸透過技術合作形塑創新網絡群聚。目前南部地區具備綠能發展潛力的相關產業，但目前多尚未投入綠能製造之生產，未來透過「綠能科學城」及「海洋科技產業專區」以STI創新引導模式，立基於既有的產業基礎與綠能產業創新互動，尋求投入新興產業銜接既有產業轉型的契機。

(二) 以DUI創新互動結合綠能及海洋科技產業

創新產業的能量對於地區產業會產生創新外溢效應，但是新興產業的投入需要依賴既有產業的關係網絡，才能有效的順利根植於地方。因此綠能產業鏈(太陽能與風能)可以透過與金屬結構製造業、鋼鐵伸線業及半導體封裝及測試業的銜接應用，相互了解地區既有產業與綠能產業間專業技術需求並加以整合。期望藉由南部地區基礎產業支撐海洋科技與綠能產業的材料研發、感測、監控技術等各層面的技術整合，以邊做邊學的合作互動，透過DUI創新模式提升產業的學習、應用與技術能力。因此透過合作應用的模式，凸顯產業間的互助成效，除了能提高既有產業、綠能及海洋科技產業的互動頻率，也間接地促進循環經濟的發展可能性。

(三) 產業兼容發展關鍵：整合DUI-STI創新發展模式

透過創新能量的凝聚後，進一步擴大產業互動的範疇。將綠能產業的投入配合人才培育中心與新創廠商，結合在地產業發展，進行在地產業(農漁、製造業)的副產品研發和加工實驗或再生培育，具備兼容性產業轉型發展，也就是將STI創新模式轉向DUI的演進模式。結合農漁業、工商服務業等了解在地產業發展需求，配合周邊附屬設施進行研發，例如利用漁業資源做化妝品研發應用，再回饋經驗，作為提升後續研究應用的方向；也就是運用DUI再回饋至STI的互動模式。

根據綠能科學城與海洋科技專區所蘊含的研發能量提供循環經濟的效益，藉綠能產業STI創新引入南部地區，再透過DUI與在地廠商合作互動模式，逐步提升既有產業鏈知識、技術及應用。藉著創新互動的循環過程，由STI的互動模式轉為DUI再轉型為STI的循環概念，持續的互動可以激發更多商機，也透過增加互動面對問題時，藉不同產業以合作模式共同為問題提出解決多種的策略方案。對於現階段南部產業空間而言結合DUI-STI創新互動模式，較符合南部區域發展新興綠能產業與帶動既有產業升級轉型的發展方向。

參考文獻

- 工研院產經中心(IEK), 2010, 從全球技術趨勢看台灣綠能半導體創新機會。
- 孔憲法、閻永棋, 2013, 「產業群聚分析與空間規劃-臺灣經驗之探討」, 新竹市: 建都文化。
- 王韋、胡太山、葉政霖, 2007, 從產業服務化觀點探討知識密集服務業之發展演變-以新竹地區為例, 「建築與規劃學報」, 8(2): 89-113。
- 王振寰、高士欽, 2000, 全球化與在地化: 新竹與台中的學習型區域比較, 「臺灣社會學刊」, (24): 179-237。
- 王振寰, 1999, 全球化, 在地化與學習型區域: 理論反省與重建, 「台灣社會研究季刊」, (34): 69-112。
- 王啟秀、孔祥科、左玉婷, 2008, 全球能源產業趨勢研究—以台灣太陽能光電產業為例, 「中華管理評論國際學報」, 11(3): 1-47。
- 台南市政府, 2016, 臺南高鐵產業專用區整體發展規劃委託服案。
- 台南市政府, 2014, 變更高鐵鐵路臺南車站特定區計畫(土地使用分區管制要點專案通盤檢討)案。
- 江昇飛, 2005, 區域產業創新系統關鍵發展因素之研究, 國立中山大學公共事務管理研究所碩士論文。
- 行政院主計處, 2015, 產業關聯表編制報告。
- 行政院主計處, 2015, 中華民國行業標準分類(第十次修訂)。
- 余政達、陳銑浩、陳麒元, 2017, 嘉義沿海區域風力發電潛力與環境評估, 「環境與管理研究」, 18(1): 1-20。
- 李依蓓, 2006, 文化產業帶動地方發展之創新事業模式探討--以台灣的地方節慶為例, 政治大學科技管理研究所學位論文, 1-187。
- 李樑堅, 2011, 高雄市產業發展面對的挑戰及推動策略, 「城市發展」, 12: 119-133。
- 李耀光、胡太山、張素莉、賈秉靜、羅欣玫, 2012, 知識密集服務業廠商與其客戶之互動關係與發展差異-新竹與台南地區之比較, 「建築與規劃學報」, 13(2/3): 137-164。
- 卓逸程、蘇榮昌、黃凱旋、涂秀錦, 2017, 離岸風力發電第一期計畫價值工程研析, 「價值管理」, 26: 20-31。
- 林可凡、胡太山、解鴻年、賈秉靜, 2012, 地方產業群聚之演化-以新竹地區為例, 「建築與規劃學報」, 13(1): 45-74。
- 林海萍、胡太山, 2018, 臺灣南部產業之空間發展與創新知識互動, 「都市與計劃」, 45(3): 211-235。
- 林楨家、馮正民, 2000, 都市及區域分析方法(第二版), 建都文化, 新竹。
- 林福銘, 2018, 太陽光電產業技術發展近況, 「工業材料雜誌」, 381: 103。
- 科技部, 2016, 綠能科技產業推動方案。
- 胡太山、林建元、張素莉, 2002, 科技廠商群聚與創新生產網絡形塑之探討-以新竹與台南地區為例, 「環境與世界」, (6): 1-29。
- 胡太山、張哲榮、張素莉、賈秉靜、呂宗盈, 2006, 高科技地區發展文化創意產業之探討-以新竹市玻璃業為例, 「建築與規劃學報」, 7(2): 155-172。
- 胡太山、解鴻年、王俊堯, 2002, 新竹科學園區周邊地區社經發展變遷之調查研究, 「都市與計劃」, 29(1): 37-65。

- 胡太山、賈秉靜、解鴻年、賴玫樺，2008，從社會資本觀點探討社群網絡於創新環境中之角色扮演-以新竹地區為例，「建築與規劃學報」，9(2)：77-99。
- 胡太山，2003，「知識創新、產業群聚與區域發展」，新竹：建都文化事業股份有限公司。
- 胡太山，2006，「從地方產業群聚邁向創新城市：浮現、發展與演化」，新竹：建都文化事業股份有限公司。
- 胡太山、尤淑萍、周享民、賈秉靜、羅欣玫，2015，傳統產業地區創新生產網絡之研究-以彰化縣為例，「建築與規劃學報」，16(2/3)：111-134。
- 胡太山、林建元、錢學陶，2005，「產業創新群聚浮現與科技社群互動對創新活動影響之探討-以新竹科學園區及周邊為例」，「建築與規劃學報」，6(1)：43-61。
- 胡太山、張素莉，2011，技術基礎設施、產業群聚與地方創新網絡建構之初探-以新竹科學園區暨周邊地區為例，2(1)：27-42。
- 胡太山、解鴻年、賈秉靜、羅欣玫，2013，產業區的知識型態與空間演化：以新竹為例，「建築與規劃學報」，14(2/3)：147-165。
- 胡太山，2002，「創新群聚與地區發展-產業發展體系建構之研究」，建都文化，台灣新竹。
- 胡智詠，2018，太陽能在台灣電力事業扮演關鍵角色的探討，國立高雄大學高階經營管理碩士(EMBA)在職專班碩士論文。
- 台灣證券交易所公開資訊觀測站，2017，茂迪股份有限公司公開說明書。
- 孫湧泉，2017，太陽能電廠開發商競爭策略-以 S 公司為例，國立中央大學高階主管企管碩士論文。
- 張素莉、胡太山、林建元，2004，高科技產業與生產者服務業互動關係之探討：以新竹科學園區及周邊地區為例，「科技管理學刊」，9(3)：33-61。
- 郭斯傑、陳榮興、丘佳欣，2017，陸上風力發電機組興建工程受風不確定性因素影響之工期預測模式，「中國土木水利工程學刊」，29(2)：109-117。
- 陳秉立、閻永祺、孔憲法，2016，南部科學園區創新平台形成之政策網絡分析，「建築與規劃學報」，17(1)：25-52。
- 陳國權，2017，面向時空發展的組織學習理論，「管理學報」，14(7)：982。
- 游振偉，2020，能源政策與土地治理，成功大學都市計劃學系系列演講簡報內容。
- 黃子甄，2016，知識密集服務業人才管理個案研究，中山大學人力資源管理研究所學位論文。
- 邱程璋，2002，以產業群聚觀點探討台南科學園區與地方產業關聯之研究，國立成功大學都市計劃學系碩士論文。
- 楊翔如，2018，臺灣綠色產業報告-台灣太陽光電產業趨勢和市場現況，工業技術研究院。
- 經濟部工業局，2015，系統整合產業實力宣介-太陽能電廠-整體輸出方案國家發展委員會(2016年)，五大創新產業，檢自：http://www.ndc.gov.tw/Content_List.aspx?n=9D024A4424DC36B9&upn=6E972F5C30BF198F，2019年12月18日下載。
- 經濟部能源局，2014，能源產業技術白皮書。
- 經濟部能源局，2019，經濟部能源局能源統計月報，https://www.moeaboe.gov.tw/ECW/populace/web_book/WebReports.aspx?book=M_CH&menu_id=142#A，2019年12月18日下載。
- 葉長城、鄭睿合、陳馨蕙、鄭翔勻，2018，臺灣離岸風力發電發展之金融機制與風險研析，「經濟前瞻」，(178)：26-33。

- 台灣證券交易所公開資訊觀測站，2016，綠晁科技股份有限公司公開說明書。
- 劉明德、徐玉珍，2012，台灣亟需有遠見的再生能源政策與做法-德國經驗的啟示，「公共行政學報」，43。
- 閻永祺，2004，產業群聚與區域產業發展關係之研究-以南部地區為例，國立成功大學都市計畫學系碩士論文。
- 閻永祺、孔憲法、王鳳生，2009，台灣南部區域群聚的產業發展與空間分布之研究，「公共事務評論」，10(2)：109-145。
- 薛卜賓、胡太山、解鴻年、賈秉靜、賴玫樺，2010，看不見的因素：科技社群定住區位之鄰近性考量-以新竹地區為例，「建築與規劃學報」，11(1)：53-76。
- 證券櫃檯買賣中心、臺灣證券交易所，產業價值鏈資訊平台，檢自：<http://ic.tpex.org.tw/>。
- 蘇俐盈，2016，地方型再生能源發展模式之探討-以長野縣飯田市為個案，臺灣大學政治學研究所學位論文。
- 台灣證券交易所公開資訊觀測站，2013，益通光能科技股份有限公司公開說明書。
- 行政院經濟建設委員會，2010，推動高雄地區發展太陽能產業之策略規劃。
- Andor, M., and Voss, A., 2016, "Optimal renewable-energy promotion: Capacity subsidies vs. generation subsidies", *Resource and Energy Economics*, 45: 144-158.
- Aslesen, H. W., and Pettersen, I. B., 2017, "Entrepreneurial firms in STI and DUI mode clusters: do they need differentiated cluster facilitation? ", *European Planning Studies*, 25(6), 904-922.
- Baptista, R., and Swann, P., 1998, "Do firms in clusters innovate more?", *Research Policy*, 27: 525-540.
- Berkes, F., 2009, Indigenous ways of knowing and the study of environmental change.
- Breschi, S., 2000, "The geography of innovation: A cross-sector analysis", *Regional Studies*, 34(3): 213-229.
- Creech, H., and Willard, T., 2001, Strategic intentions: Managing knowledge networks for sustainable development. IISD, Winnipeg, MB, CA.
- Davidson-Hunt, I. J., 2006, "Adaptive learning networks: developing resource management knowledge through social learning forums", *Human Ecology*, 34(4): 593-614.
- González-Pernía, J. L., Parrilli, M. D., and Pe a-Legazkue, I., 2015, "STI-DUI learning modes, firm-university collaboration and innovation", *The Journal of Technology Transfer*, 40(3): 475-492.
- Heinz, J., and Center for Science, Economics and the Environment.; 2004, Innovation by design: Improving learning networks in coastal management.
- Johnson, B. H., and Lundvall, B. Å., 1991, Flexibility and institutional learning. In Flexibility and Institutional Learning. Edward Elgar Publishing.
- Keeble, D., and Wilkinson, F., 2017, High-technology clusters, networking and collective learning in Europe. Routledge.
- Lin, H.P., and Hu, T.S., 2017, "Knowledge interaction and spatial dynamics in industrial districts", *Sustainability*, 9(8): 14-21.
- Lund, P. D., 2009, "Effects of energy policies on industry expansion in renewable energy", *Renewable energy*, 34(1): 53-64.
- Lundvall, B. A., 1992, National systems of innovation: towards a theory of innovation and interactive learning.

