

產業群聚鄰近性、知識傳遞演化與其韌性能力建構之探討 —以我國科學園區為例

潘思錡¹、張素莉²、胡太山³、賈秉靜⁴、莊惠棋⁵

摘要

產業群聚內持續的知識傳遞與流動，是該群聚維持長期競爭力之關鍵要素。近年來，各式衝擊頻繁發生，有關區域經濟體與產業群聚的韌性議題，受到各界關注。而這些衝擊也可能阻礙產業群聚內的知識流動，進而限制產業群聚之發展，惟過往的研究大多關注於經濟表現，鮮少關注至群聚內的知識交流如何受到衝擊影響。本研究因而採用韌性觀點，檢視產業群聚內之創新模式及鄰近性演化，建構分別由二類臨近性與二類創新模式構成的四象限分析架構，試圖檢視衝擊事件是否使創新模式與鄰近性，於四象限的分析架構中產生轉變，以補足前述之缺口。為了進一步探討其內涵並使未來之政策建言更具參酌價值，本研究運用群聚之生命週期發展概念解析群聚演化，並以新竹科學園區作為研究對象，運用2008年之全球金融海嘯與2020年之Covid-19作為探討之衝擊事件，檢視其創新模式與鄰近性內涵，比較新竹科學園區於不同生命週期的發展階段時，面臨衝擊之創新模式與鄰近性之展現差異。

關鍵字：鄰近性、創新模式、產業群聚、生命週期、韌性

¹ 國立成功大學都市計劃學系博士生

² 元培醫事科技大學觀光與休閒管理系助理教授

³ 國立成功大學都市計劃學系教授，通訊作者，Email:taishan@mail.ncku.edu.tw

⁴ 中華大學建築與都市計畫學系助理教授

⁵ 國立成功大學都市計劃學系碩士生

投稿日期：2021年08月20日；第一次修正：2022年03月22日；接受日期：2022年04月25日

Proximity, Knowledge Transfer and Resilience in a cluster – take the Evolution of Hsinchu Science Park for example

Ssu-Chi Pan

PhD student, National Cheng Kung University, Department of Urban Planning.

Su-Li Chang

Assistant Professor, Department of Tourism and Leisure Management, Yuanpei University of Medical Technology.

Tai-Shan Hu

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

Ping-Ching Chia

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

Hui-Qi Zhuang

Master student, National Cheng Kung University, Department of Urban Planning.

Abstract

The continuous transfer of knowledge within an industrial cluster is a key element for the cluster to maintain its long-term competitiveness. In recent years, various shocks have occurred frequently, and issues related to the resilience of regional economies and industrial clusters have attracted attention. These shocks may also hinder the transfer of knowledge within industrial clusters, thereby limiting the development of industrial clusters. However, most of the previous studies have focused on economic performance, and little attention has been paid to how knowledge exchanges within the firms in cluster are affected by shocks. Therefore, this study adopted a resilience perspective, examined the evolution of innovation modes and proximity within industrial clusters, and constructed a four-quadrant analytical framework consisting of two types of proximity and two types of innovation modes, respectively. We attempted to examine whether shocks cause the shift of innovation modes and proximity in the four-quadrant analytical framework to fill the aforementioned gap. In order to further explore its connotation and make future policy advice more valuable, this study used the concept of life cycle development of clusters to analyze evolution. We took the Hsinchu Science Park as the research object, and used the global financial crisis in 2008 and the Covid-19 in 2020 as the shocks to compare the change of innovation modes and proximity at different life cycle stage.

Keywords: Proximity, innovative model, industrial cluster, life cycle, resilience

一、前言

自從 Michael Porter 於 1990 年代提出群聚的概念，已經歷二十多年，群聚的概念不僅在經濟地理學的學術領域中扮演著關鍵的地位，也被許多國家的政策制訂者，視為制定政策時，重要的依循。隨著產業群聚相關研究的推展發展，除了靜態地關注於群聚能帶來的功能及正面優勢，學者開始關注於群聚長期的動態發展（Brenner & Schlump, 2011；Martin & Sunley, 2011）。其中，大多學者採生命週期的觀點，來探討群聚的演化（Brenner & Schlump, 2011；Staber & Sautter, 2011；Tripl, Grillitsch, Isaksen, & Sinozic, 2015）。儘管不同的研究對於各階段的名稱與定義存在些許差異，但以生命週期的觀點觀之，大部分的研究，將產業群聚的長期演化區分為萌芽、成長、成熟及衰退四個階段。一般而言，產業群聚能帶來的競爭優勢大多顯現於成長及成熟階段的前期，當產業群聚發展至成熟階段的後期，反而容易陷入難以取得外部知識、認知偏差並陷入閉鎖等負面效應，導致群聚進入衰退。而發展至衰退階段、逐漸喪失優勢的群聚，應如何才能持續維持競爭力呢？胡太山（2015）的研究提到，若群聚欲避免進入至衰退、失去競爭能力的階段，就必須投入更多的知識與創新能量，使得群聚內廠商的學習能力增加、促進群聚內廠商間相互傳遞知識的頻率，方能使產業群聚回復成長。

由此可見，知識的傳遞及流通，是產業群聚維持長期競爭力的關鍵因素。我們可以藉由創新模式來解析群聚內、外的知識流動。一般而言，相關的研究學者將創新模式分為 STI（science and technology-based innovation）與 DUI（innovation based on learning-by-doing, by-using and by interacting）兩類（Apanasovich, 2016）。STI 模式較著重於符碼化知識（外顯知識）的傳遞，雖然這類的知識取得需要投入較多的研發創新與科研人才成本，所費不貲，但是由於這類型的知識較容易被文字化，因此其能夠較容易地流通至世界各地。DUI 模式則著重於非符碼化知識（內隱知識）的傳遞，由於這樣的知識較難以被文字化，因此需要透過企業內的人才與競爭者、供應商或是客戶的面對面交流以獲得最新的資訊，或是透過實際操作過程中，以做中學的方式傳遞（Apanasovich, Alcalde-Heras, & Parrilli, 2017；Hsieh, Chen, Wang, & Hu, 2015）。

無論是 STI 或 DUI 形式的知識傳遞，皆仰賴群聚內創新主體間的各類鄰近性加以達成（Santner, 2018）。舉例來說，認知鄰近性有助於促進企業間的互動學習（Frenken, Van Oort, & Verburg, 2007）、社會鄰近性能夠增加企業間的信任程度，並增進業者合作交流的機會、制度鄰近性能夠協助業者們建立社會實踐的慣例（Grabher, 2002），而地理鄰近性則與實際的物理距離有關，能夠直接促進業者們相互接觸的可能性（Torre, 2008）。

自 2008 年金融海嘯過後，許多學者開始針對衝擊以後群聚的發展進行探討。除了解析區域、產業與群聚，在面臨外在衝擊時，如何適應衝擊並維持可接受的生產量（Fingleton, Garretsen, & Martin, 2012）外，學者們更是進一步探討外在衝擊如何使產業群聚調適其內在結構，並進入新的成長路徑當中（Boschma, 2015；Martin, Sunley, Gardiner, & Tyler, 2016；Tripl, Grillitsch, & Isaksen, 2018）。基於這樣的認知，在探討產業群聚的演化發展時，除了考量其自身固有的動態演化外，還應考量其面臨衝擊後的韌性展現，方能更適切地描繪產業群聚的發展情形。

考量本研究認為知識與創新能量的投入與流動，是產業群聚持續向前發展，並建構韌性過程中至關重要的因素，因此，在研究對象的選擇部分，本研究選擇以進入群聚內企業的研發投入有

一定要求的新竹科學園區作為研究範圍，而園區內六項產業類別作為研究對象。基於上述，本研究之目的可歸納於下：

- (一) 解析產業群聚生命週期發展階段、創新模型及鄰近性的量測模式，並以新竹科學園區作為實證範圍、其園區內六項產業為研究對象，探討其在生命週期發展不同階段，運用的鄰近性與創新模式之轉變情形，作為後續研究基礎。
- (二) 釐清新竹科學園區過去曾面臨哪些外在衝擊，並透過分析經濟恢復力，探討鄰近性與創新模型如何協助科學園區建構韌性之能力，一方面以補足現有學術缺口，推進相關研究領域對於韌性的進一步理解；二方面探討不同生命週期發展階段，鄰近性與創新模型建構韌性的展現差異，並研提產業群聚在不同演化階段建構韌性之政策建議。

二、文獻回顧

(一) 產業群聚

產業群聚係指產業聚集在特定的範圍中，群聚內的企業享有各類鄰近性，並形成相互關聯的網絡，彼此之間同時存在競爭與合作的關係。自Porter於1990年代提出群聚的概念以來，產業群聚就被視為是推動區域發展的重要手段。在經濟地理學、創新等的相關領域研究當中，產業群聚的概念更是被相關的研究學者廣泛地運用（Menzel & Fornahl, 2010；Trippel et al., 2015）。

我國的產業發展亦受惠於產業群聚帶來的正面優勢。首先，我國的產業結構以中小企業為主，過往的研究一般認為中小企業在創新上，較大型企業而言較為不利，但是胡太山、林建元與張素莉（2002）的研究指出，我國的企業卻能夠利用產業群聚的優勢，從鄰近的空間中獲得特定的區域知識及資源，進而提升自身的研發能量。

其次，解鴻年、胡太山、柯大鈞與薛卜賓（2005）的研究指出，除了特定的空間群聚外，跨界的資源接合及互動亦值得探究，例如於1990年代中期由美國、台灣及中國大陸形成的黃金三角，便是知識與資源跨群聚流動的證據。

隨著產業群聚的相關研究的推進發展，學者開始進一步關注於產業群聚長期的動態演變情形，其中，多數學者以生命週期的觀點來解析群聚的演化（Maggioni, 2004；Martin & Sunley, 2011；Menzel & Fornahl, 2007, 2010；Trippel et al., 2015）。

(二) 產業群聚的生命週期發展模式

1. 萌芽階段-Initial or development stage

群聚的產生，係受到該區域原先的某些歷史因素、能力、習慣及制度影響。Maskell and Malmberg（2007）因而認為，我們很難預測產業群聚會在什麼區位產生。儘管如此，研究者們一般認為群聚的產生，受到不同產業類別影響甚鉅。舉例來說，對於產業結構以高科技產業為主的群聚而言，由於這類產業需要較高的知識密集度，因此，這類產業群聚通常會萌芽於有較多新創企業、具有充沛的研發能量，以及有較多技術密集人才的地區。

2. 成長階段-Expansion stage

當產業群聚發展至成長階段，通常會有領導廠商進入群聚，群聚內的企業也因為能夠較容易地取得非符碼化知識、產生集體學習及聚集經濟等效益，因此有著較佳的創新績效表現。在成長

階段中，群聚的發展動能亦仰賴該區域內的技術密集人才、人才培訓機構、供應商及制度條件等。換言之，上述條件必須達到群聚在成長階段的需求，才能使這個群聚發展成一個有利於產業成長的環境。

在群聚的擴展階段，相關技術或產業的市場將快速成長，包括：產業數量、就業人數和其他相關活動等。在此階段，群聚的經濟效益會產生影響力（Maggioni, 2004），且這些外溢現象，不僅是發生在同一產業之間，也可能對不同的產業類別造成影響。同時在群聚的擴展階段，所產生的網絡活動也會變得更加緊密，透過彼此的交流活動增加，也促進網絡不斷成長，並使得群聚變得更集中（Menzel & Fornahl, 2007）。換言之，群聚內主體的合作、創新，是這個階段群聚發展的重點。

3.成熟階段-Mature stage

當群聚內的企業平均都達到一定程度的成長以後，進出群聚內的企業數量會達成均衡，這代表產業群聚已進入了成熟的階段。在成熟階段中，群聚內的創新大多是漸進式的，且製成會呈現標準化的狀態，以便業者將一樣的生產模式複製到其他地區，以降低勞動力及土地等生產成本。於此階段，市場成長已經逐漸放緩（Brenner, 2006），許多企業會在這個階段離開群聚，然而這會使群聚內的企業數量減少、群聚內網絡的效益也因而降低，群聚能獲得的大量外部知識與資源的優勢也逐漸式微。在這樣的情況下，群聚內的企業會產生認知偏差、模仿行為及制度同構的負面情形，導致整個群聚陷入閉鎖，進而使創新能量降低。

4.衰退階段-Declining stage

群聚發展至生命週期成長階段末期的情況與下降情形相似，文獻提到有時候很難區分這兩個階段的特徵差異。然而，其主要的區別在於，發展至下降階段的群聚，群聚內生產產品數量會急遽下降，群聚的市場發展變得更加困難，群聚內的廠商被迫離開群聚，或是轉型以開拓新的市場機會。

5.階段之間的過渡階段-Transition between stages

在群聚的發展中，群聚不會從一個階段跳到另一個階段，反而是緩慢地過渡到下一個階段，這種轉變可以看作是「過渡階段」。由於群聚由大量的廠商和機構組織所構成，因此這些參與者在任何時間點都不一定處於完全相同的發展階段。因此，有些可能會停留在某個生命週期階段，而另一些可能已經繼續前進。

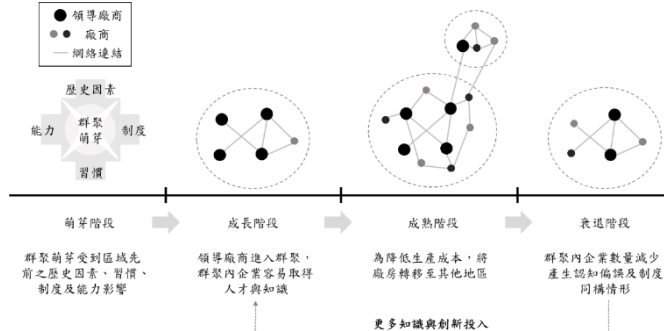


圖 1 產業群聚生命週期演化示意圖

資料來源：Trippel et al., 2015；胡太山，2015

林可凡（2012）的研究解析了新竹地區產業群聚各階段的生命週期演化，並進一步彙整各階段生命週期的激勵因素，產業群聚萌芽階段的研發能量越強，便越能吸引廠商進駐；另外，群聚周圍的發展環境也會對群聚生命週期演化造成影響。知識與創新能量由萌芽期至衰退期，持續扮演關鍵角色；而產業群聚內、外的知識與資訊流通，更是影響群聚長期演化發展的關鍵因素。

(三) 產業創新的知識流動：STI模式與DUI模式

創新模式的研究主題是源自於不同的國家及區域採用不同型態的知識流動、學習模式及創新投入，區分為STI模式與DUI模式，並加以分析一個國家、區域或者群聚內的企業文化與創新表現，並且可做為描繪群聚內、外知識流動的闡釋方式。據此，本研究以下以群聚內、外知識流動的角度，解析STI與DUI模式的概念與差異。

1. STI模式

運用STI模式的群聚主要透過符碼化知識（外顯知識）創新，其重視研發創新與科研人才，因此需透過大型公司的研發投入、特別專注於研發投入的小型企業、高等教育機構與研發機構產生知識（Apanasovich, 2016）。過往相關研究衡量STI模型的指標包含：研發部門的投資、具備科研能力的人才以及與其他研發機構的交流合作等，如下表1所示。

表 1 STI 模型指標內涵說明表

指標	內涵
研發部門的投資	研發支出占總營業額的比例
與其他研發機構的合作	與高等教育機構、其他企業的研發部門或與公共研究機構的合作
具備科研能力的人才	企業員工是否具有相關的科研知識、企業內員工的教育水平

資料來源：整理自（Parrilli and Heras, 2016）

2. DUI模式

運用DUI模式的群聚主要透過非符碼化知識（內隱知識）創新，企業內的人才透過與競爭者與客戶的面對面交流，為現有的產品、或製成，增加價值，創造漸進式的創新。這類型的創新的知識取得來源，可能是客戶或供應商。由於非符碼化知識較難以被符碼化的緣故，因此傳遞這類型的知識較仰賴地理鄰近性等，因此過往的研究認為這類型的知識傳遞成本較高（王振寰、高士欽，2000）。在過去相關的研究當中，DUI創新模型的衡量指標包含：獲得最新穎的機械設備、使用技術的能力以及與其他技術組織的交流等，如下表2所示。

表 2 DUI 模型指標內涵說明表

指標	內涵
與供應商、競爭者的合作	企業與供應商、合作者甚至是競爭者的合作頻率
最新的設備	企業購買最新設備的頻率
企業內的合作	企業內不同部門的合作交流
同部門的合作	企業內相同部門內成員的交流合作
有系統地收集意見	系統性的收集不同的建議
企業內的自治組織	企業內員工的自主程度

資料來源：整理自（Parrilli and Heras, 2016）

3. 小結

研究者們發現靜態的知識交換係完全藉由知識與資訊的傳遞，而交換與交流的過程並不涉及產生新的知識，而動態的知識交換則包含知識學習與共同創造知識的過程（Hsieh et al., 2015）。然而，在現今知識經濟的時代，廠商的創新策略必須不斷調整（邊泰明、林淑雯與陳泓汝，2014），方能持續維持產業群聚的優勢，維持更長久的成長，廠商傳遞知識的動靜情形會隨著時間而轉變，因此其運用的創新模型也會隨群聚生命週期發展的不同階段有所轉變。

(四) 鄰近性與創新模型

不論是STI或DUI形式的知識傳遞，皆需群聚內廠商間的互動、合作及交流，而若欲提升廠商間的互動頻率，進而產生知識傳遞及創新的成效，就須仰賴群聚內廠商間各類鄰近性（Boschma, 2015；Huber, 2012；林海萍與胡太山，2018）。一般而言，經濟地理學家認為廠商間的認知、社會、制度、組織及地理鄰近性越高，與廠商獲得知識與集體學習的能力有著直接的關聯。若群聚內的廠商缺乏鄰近性，則群聚內異質性的知識則無法傳遞，最後終將造成群聚內的廠商無法有效產生創新（Mattes, 2012），更無法促成STI與DUI形式的知識交流。

大多研究強調相近的地理位置能夠直接的促進廠商間的知識交流，並增強群聚內廠商之應用及創造知識的能力，即強調地理鄰近性與廠商創新績效表現的正向關聯（Presutti, Boari, Majocchi, & Molina-Morales, 2019；邊泰明 et al., 2014）。舉例來說，胡太山與張素莉（2001）的研究提到，新竹科學園區內的廠商能藉地理鄰近性，觀察周邊其他廠商的創新投入面向，進而掌握產品及技術的時新性以外，還能藉由與鄰近廠商的面對面互動，進行DUI形式的知識交流，進而激發出更高層次的創新。然而，在現實的情形中，創新往往也涉及來自不同領域、不同地點的內、外部知識（Mattes, 2012）。

除了以實際距離為考量的地理鄰近性會影響廠商的知識傳遞以外，認知、社會、制度及組織鄰近性，也是影響廠商間是否能夠有效溝通、交流，並傳遞知識與資訊的重要因素。另外，也因為有這些鄰近性，群聚內的廠商也得以跨區域、國界地，與其他產業群聚內的廠商進行互動交流、傳遞知識。而這樣跨域的知識交流，更是某些區域廠商取得關鍵知識，必要的模式。舉例來說，Hsieh et al. (2015) 的研究就提到，台南地區的知識密集服務業係透過與新竹地區知識密集服務業的連結，來獲得國外的知識；另外，於1990年代中期形成由美國、台灣及中國大陸形成的黃金三角，也可觀察至這樣的情勢（胡太山等，2005）。

表 3 各種類之創新鄰近性綜整表

種類	內涵
認知鄰近性	指企業間擁有相似的產業屬性與知識。假如企業間擁有很強的認知鄰近性，則其間之互動學習能力就會很有效率。
社會鄰近性	指企業間擁有共同的社會背景，其能有效建立企業間的互信程度，並建立企業互動。
制度鄰近性	指企業間制度內涵上的相似程度，價值觀與期望，其能建立社會實踐的共同規範，但同時也可能使技術進入閉鎖的情形。
組織鄰近性	指企業間共同的組織內涵，例如原企業的新衍生企業。
地理鄰近性	指企業間的實際距離，距離較近的企業較容易促進相互間的互動與交流。

資料來源：彙整自（Santner, 2018）

(五) 知識、創新與群聚韌性

在衝擊事件的影響下，韌性是涵蓋四向度的一種動態循環：脆弱面、抵抗面、健全面與恢復面。在面對衝擊以後，群聚是否會轉變其發展路徑，端視群聚遭受衝擊事件的先前及當下，群聚所呈現的反應與狀態。因此，衝擊事件可能促進群聚強化或改變，但也可能對群聚沒有產生影響，未能改變群聚的發展軌跡。換言之，我們可將外在衝擊理解成是提供群聚開啟新發展軌跡的機會（Boschma, 2015；Martin & Sunley, 2015；Martin et al., 2016；Pike, Dawley, & Tomaney, 2010），群聚能於遭受衝擊之際，透過重新整合群聚內的人力、組織及物質資源，能夠促進群聚新闢多樣化的機制和發展途徑，進而提高群聚內供應鏈的彈性與韌性。

我們普遍認為，產業群聚是經濟發展的重要元素（Maggioni, 2004；Menzel & Fornahl, 2007；Presutti et al., 2019；Staber & Sautter, 2011；Trippel et al., 2015）。然而，儘管群聚對於產業發展具有優勢，但是，其緊密的網絡關係也可能會成為劣勢：群聚的學習機制及制度厚實為初期發展快速之主要動力，然而長久下來可能會使群聚陷入路徑依賴及制度僵化，導致群聚進入負面的閉鎖效應，使群聚面臨衰退或消失之危機（Trippel et al., 2018）。由此可見，群聚並不盡然為促進產業持續發展的關鍵，群聚內廠商之所以能夠藉由競合的過程，形塑群聚優勢，關鍵因素是透過不間斷的資訊交流，增加自身的競爭力。也就是說，知識與創新的投入才是群聚與產業保持競爭力的關鍵。

同理可知，知識與創新不僅是促進群聚演化並保持競爭力的關鍵因素，更是產業群聚建構韌性的重要一環。Martin et al. (2016) 提到，擁有較多知識密集產業的群聚較具有韌性，不僅因為知識密集型的產業更具有創新與再結構的能力，也由於這類產業能夠支付較高的薪資，吸引知識與技術密集的人力資本（Storper & Scott, 2009），而這些人才能夠在經濟不景氣中產生新的創意，同時提升群聚的生產力與韌性。以人才組成而言，知識與技術密集的人才能夠以更快的速度吸收知識，因此當區域面臨外在衝擊時，其這些人才的適應性也比較強（潘思錡等人, 2021；游傑勳等人, 2022）。除此之外，若區域能夠形塑出有利於創造、應用與擴散知識的制度與氛圍，也能提升區域的經濟韌性（Boschma, 2015）。同理可知，產業群聚需要對外界具開放程度、內在具有緊密關係的知識網絡，方能促進知識的有效流通，進而維持產業群聚的韌性。

由此可見，知識與創新不僅是群聚生命週期發展至衰退階段欲回復成長的動能，當群聚面臨外在衝擊時，知識與創新的投入，以及知識與資訊流動，更是使群聚內企業展現韌性、調整發展路徑的關鍵因素。

三、研究設計

研究期程當中，本研究將透過文獻回顧，解析產業群聚生命週期、創新模式與鄰近性等量的測方式，並以新竹科學園區做為實證對象，衡量創新模式及鄰近性在其生命週期發展不同階段中之展現與轉變，以填補當前之研究缺口，增進學界對於創新模式及鄰近性演化之理解，並作為後續比較研究之基礎。

研究方法：

- A. 透過數據資料檢視出科學園區生命週期不同階段的鄰近性、創新模式的差異，並繪製成圖面。
- B. 以過去歷史不同性質之衝擊事件（2008 年全球金融海嘯、2012 年歐債危機、2016 用水限制之政策轉變、2020 中美貿易及武漢肺炎衝擊），計算衝擊期間新竹科學園區及其全區內六項產業類別之經濟恢復力。
- C. 透過各期間之經濟恢復力衡量各產業之創新模式及創新鄰近性。

(一) 研究概念

透過本研究建構之創新模式與鄰近性的量測方式，可衡量新竹科學園區各產業類別所仰賴之創新模式與創新鄰近性為何？而產業群聚的創新模式與鄰近性並非靜態，為持續維繫群聚競爭力，廠商的創新模式與鄰近性會隨產業群聚演化而有所調整。因此，本研究將立基於前述解析之竹科生命週期階段轉變成果，並應用本研究建構之衡量方式，探討竹科於其生命週期發展之不同階段，創新模式與鄰近性產生了什麼樣的轉變。

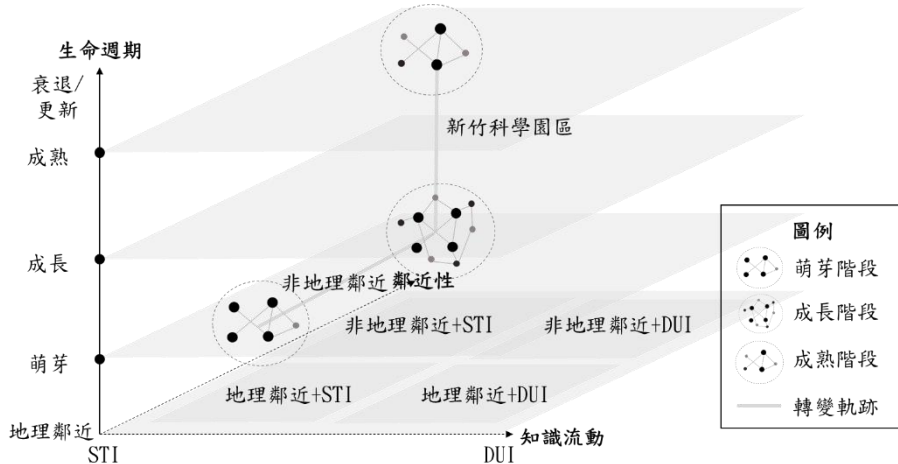


圖 2 生命週期下創新鄰近性之概念示意圖

資料來源：本研究繪製

本研究將以前述回顧之不同衝擊事件做為為分界，於不同衝擊階段進行恢復力之計算，解析竹科面臨不同衝擊事件時，經濟恢復力之結果差異。最後，在進行完上述的研究內容以後，本研究將把透過鄰近性與創新模式象限概念成果結合經濟恢復力進行綜合分析，解析新竹科學園區在不同生命週期的發展階段，當面對不同衝擊事件時，經濟恢復力之展現差異。

為釐清竹科過去曾面臨之衝擊，本研究將透過二手文本及相關研究，回顧竹科在過去的發展歷程中，曾面臨至哪些衝擊，以及這些衝擊對竹科造成的影響。Pendall, Foster, and Cowell (2010) 提到，群聚可能面臨突如其來的外在衝擊，也可能遇到逐漸延燒的挑戰。因此，在衝擊事件的指認上，本研究預計將不同種類的衝擊皆納入考量，舉凡自然衝擊、金融衝擊以及政府政策等等，皆屬本研究認定之衝擊範圍，如下示意圖3所示。

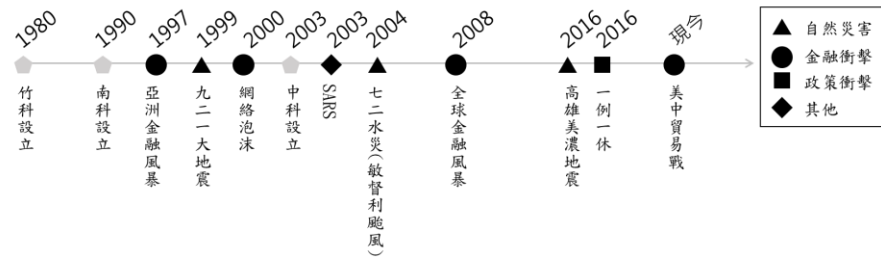


圖 3 衝擊事件及範圍界定示意圖

資料來源：本研究繪製

(二) 研究對象與研究方法

首先，本研究藉回顧相關文獻，釐清產業群聚生命週期、創新模式及鄰近性等之概念，分析產業之經濟恢復力，期填補當前之研究缺口，加深學界對於鄰近性與創新模式的進一步理解。接著，考量本研究重視群聚之創新投入，我們以新竹科學園區做為實證範圍（柳雯馨、胡太山、潘思錡，2021），而其園區內六項產業類別為實證對象，解析新竹科學園區之生命週期發展歷程，以及於各發展階段中，其創新模式及鄰近性之轉變情形，作為後續比較研究之基礎。再透過蒐集相關二手文本（新竹科學園區年報、縣市統計要覽等），解析竹科過去曾面臨之衝擊事件；並進一步繪製其產值及失業率折線圖，釐清確切對其造成影響之衝擊。

運用文獻回顧了解鄰近性、創新模式及群聚演化之韌性，並透過竹科歷年面臨之不同衝擊，加以分析各項目間之關聯，探究竹科面臨不同衝擊事件時，經濟恢復力展現情形與異同。研究成果將整合竹科生命週期轉變歷程加以綜合分析，探究竹科在不同的生命週期發展階段，面臨不同衝擊事件時，其經濟恢復力及其創新模式、創新鄰近性之展現差異。

本研究之資料來源主要為：科管局統計年報、工商業普查、中華民國科學技術年鑑、公開資訊觀測站。從本研究研究架構及回顧過去研究文獻，整理出各研究構面所需分析指標及其變數，如下表：

表 4 研究變數彙整表

	指標	其他研究參考變數	研究變數
恢復力	產業變化	歷年生產總值	歷年總營業額
	廠商規模	歷年就業人數 歷年廠商家數	
STI	研發部門的投資	研發支出占總營業額的比例	研發支出金額、 從業員工之教育水準
	與其他研發機構的合作	非同縣市之大學或研究機構家數	
	具備科研能力的人才	企業內員工的教育水平	
創新模式	領導廠商	歷年大型/跨國型廠商家數	歷年專利數、 企業數
	與供應商、競爭者的合作	歷年專利數	
	企業內的合作	歷年工研院技術轉移金額	
	同部門的合作	歷年工研院技術轉移家數	
DUI	跨部門間意見收集	鄰近大學或研究機構家數	企業數
	小規模廠商或新創公司	中小企業數、開廠企業數	

資料來源：本研究彙整

四、實證研究

(一) 新竹科學園區的發展生命週期發展

新竹地區知識密集製造業群聚自1980年代因竹科之設立而浮現，因政府政策及領導廠商等刺激因素為群聚發展扎下雄厚根基，1989年竹科廠商數突破100大關，本研究因而將1980至1989年以前的期間，定義為新竹科學園區生命週期發展階段的浮現期。1989年起，群聚內較早發跡的電腦週邊及積體電路產業群聚效應越發顯著，加上國外技術與大量知識人才引進刺激等因素，使竹科群聚規模持續成長。藉由竹科廠商數與營業額的發展情形，本研究將1989至2000年以前定義為竹科生命週期發展的成長階段。2000年代開始，因全球化帶來的需求及成本競爭影響，加上兩次經濟衝擊，竹科的廠商數與營業額成長幅度趨緩，可見竹科邁入生命週期發展的成熟期。自2010年起，在邁入成熟階段以後，竹科開始著力於扭轉過往依靠代工的生產模式、並轉向研發及服務路線，由此期間竹科之廠商數及營業額判斷，其成長情況較為浮動，可見群聚正面臨成熟後期，進入衰退期前之更新期。

(二) 衝擊事件影響及恢復期間

在過去近20年中，新竹科學園區經歷了三次衝擊，包括：2007-2009全球金融海嘯、2010-2011歐債危機、2014-2017全球通貨緊縮，三次衝擊事件分別的恢復期間為2009-2010年、2011-2014年、2017-2019年。考量2019年於全球延燒的中美貿易戰與武漢肺炎，對全球的產業發展亦帶來重大衝擊，本研究亦將其作為本研究納入考量的衝擊事件之一。

於2007年全球金融海嘯發生時，竹科的生命週期發展處於成熟期，而歐債危機、全球通貨緊縮、和中美貿易及武漢肺炎衝擊事件發生時，竹科的生命週期發展階段則處於更新期。綜上所述，本研究分別選擇一內在衝擊與一外在衝擊、且分別發生於成熟與更新期，即「全球金融海嘯」及「武漢肺炎」衝擊事件進行後續創新模式及鄰近性探討。

表 5 各事件之衝擊及恢復指標

衝擊事件	衡量指標	期間	全台經濟成長率(%)	預期總營業額變化量(億元)	實際總營業額變化量(億元)	指標計算結果
全球金融海嘯	衝擊指標	2007-2009	-7.64%	-875.37	-2628.55	-2.00
	恢復指標	2009-2010	19.09%	2266.26	3033.94	0.34
歐債危機	衝擊指標	2010-2011	4.52%	536.19	-1522.86	-3.84
	恢復指標	2011-2014	6.28%	664.44	1044.91	0.57
全球通貨緊縮	衝擊指標	2014-2017	-0.61%	-70.74	-1444.51	-19.42
	恢復指標	2017-2019	-0.38%	-41.05	161.32	4.93
中美貿易、 武漢肺炎	衝擊指標	2017 至今	-0.38%	-41.05	161.32	4.93
	恢復指標*	-	-	-	-	-

*：目前仍於衝擊階段，尚未進入恢復階段。資料來源：本研究彙整

(三) 全球金融海嘯衝擊事件中創新鄰近性與創新模式

在積體電路、電腦及周邊之產業類別上，研究發展支出明顯，而專利數統計較少，該產業較偏向於STI之創新模式，反之，光電產業類別，在研究發展支出增加，而專利數統計也增加，且成

長幅度最高，該產業屬於STI+DUI之創新模式；通訊產業類別在全球金融海嘯上受到影響不明顯，而該產業後續幾年期間，研究發展支出、專利數統計量等皆呈現減少之樣態，較難以觀察通訊產業類別在廠商間互動的鄰近性及創新模式。

表 6 2007 年至 2010 年新竹科學園區創新量能綜整表

	時間	衝擊階段	員工數 (人)	年營業額 (億元)	成長率 (%)	研發經費 (百萬元)	碩博士學歷職員 (人)
全球金融 海嘯	2007	衝擊期間	129460	11463.66	2.22	66554	25874
	2008		130577	10079.62	-12.12	80359	30958
	2009		132174	8835.11	-12.35	131783	33207
	2010	恢復期間	139416	11869.05	34.31	146000	36089

資料來源：新竹科學工業園區管理局統計資料

(四) 中美貿易及武漢肺炎衝擊事件中創新鄰近性與創新模式

在全球金融海嘯、中美貿易及武漢肺炎衝擊之下，新竹科學園區各產業類別呈現之DUI創新模式較為相同，積體電路、電腦及周邊產業在專利數統計上呈現減少趨勢，而光電產業則皆為增加，其餘通訊產業及生物技術產業則較不明顯；這也代表創新鄰近性中STI模式或以非地理鄰近性的DUI模式在目前中美貿易及武漢肺炎衝擊期間，仍未有明顯傾向，在本研究期間該衝擊仍持續影響，也較過往衝擊事件不同，故研究後續則再深入對中美貿易及武漢肺炎衝擊過程中，現階段中整體產業經濟環境之變化與新竹科學園區產業之影響，提供後續相關研究，目前相關資訊彙整於表7。

而在STI創新模式在兩衝擊事件中，除積體電路產業較明顯偏向於STI創新模式，而光電產業仍傾向於DUI模式，其餘產業類則在STI創新模式中反應不明顯，這也與精密機械產業、生物技術產業在全球金融海嘯衝擊時，所呈現的反應相同。

表 7 2017 年至 2019 年新竹科學園區創新量能綜整表

	時間	衝擊階段	員工數 (人)	年營業額 (億元)	成長率 (%)	研發經費 (百萬元)	碩博士學歷職員 (人)
武漢肺炎	2017	衝擊期間	153503	10755.14	5.56	232936	54220
	2018		152250	10916.46	1.47	255548	55257
	2019		156389	12439.15	13.94	-	58199

資料來源：新竹科學工業園區管理局統計資料

(五) 剖析科學園區衝擊四之反應

透過新竹科學園區統計月報，繪製成圖4可以得知，在第一階段：疫情爆發及國際經濟衰退最為明顯之2020年1至4月，新竹科學園區總營業額月平均921百萬元，在就業員工數上則增加1,215人。而第二階段：同年5至8月多國政府紓困政策實施、國際市場略回平穩，整體新竹科學園區總營業額月平均成長至1026百萬元，較第一階段成長11%，在就業員工數上則增加722人。

第三階段：同年9至11月全球武漢肺炎確診人數大幅增加，疫情對全球經濟衝擊更為劇烈，新竹科學園區在此階段總營業額月平均為1120百萬，較第二階段成長9%，在就業員工數上則減少184人，也代表全球市場衰退的同時，新竹科學園區從中得益，皆逐月成長。第四階段：2020年12

月至2021年2月確診人數持續增加，1月26日全球確診病例超過一億人，新竹科學園區在此階段總營業額月平均為1169百萬，在就業員工數上則增加2,714人。

第五階段：2021年3月至8月，雖台灣疫情加劇，於5月份全國進入第三級警戒，但新竹科學園區在此階段總營業額月平均為1339百萬，較第四階段成長15%，在就業員工數上則增加6,036人，也凸顯新竹科學園區較未受國內疫情打擊。

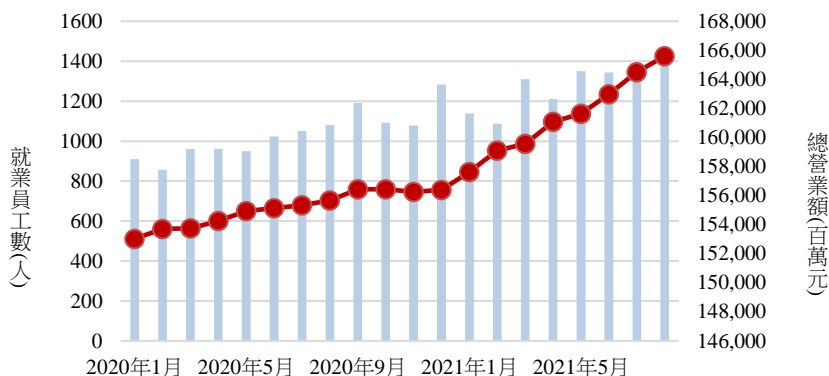


圖 4 2020 年至 2021 年 8 月竹科營業額及就業員工數

資料來源：新竹科學園區統計月報

五、結論

1. 藉回顧相關文獻，釐清產業群聚生命週期、創新模式及鄰近性等之概念，分析產業之經濟恢復力，加深學界對於鄰近性與創新模式的進一步理解。
2. 以新竹科學園區做為實證範圍，而其園區內六項產業類別為實證對象，解析新竹科學園區之生命週期發展歷程，以及於各發展階段中，其創新模式及鄰近性之轉變情形。
3. 透過界定衝擊事件對科學園區所造成的衝擊期間，以及衝擊後的恢復期間，進而藉此分析科學園區在不同創新模型樣態下，其面對衝擊事件的恢復力表現，最後，深入探討其生命週期下面對各衝擊事件時，鄰近性與非鄰近性之差異與對於不同創新模式的恢復力影響程度。
4. 透過新竹科學園區近十五年來面臨之不同衝擊，加以分析各項目間之關聯，探究竹科面臨不同衝擊事件時，經濟恢復力展現情形與異同。
5. 整合竹科生命週期轉變歷程加以綜合分析，探究竹科在不同的生命週期發展階段，面臨不同衝擊事件時，其經濟恢復力及其創新模式、創新鄰近性之展現差異。藉由前述分析，可初步提我國群聚建構韌性的政策建議，做為其他產業群聚建構韌性時的參考依據。

參考文獻

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。

- 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。
- 柳雯馨、胡太山、潘思錡，2021，迎向創新時代：科學園區的蛻變，「台灣土地研究」，24(2)：139-169。
- 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、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、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，2001，技術基礎設施、產業聚群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，「建築與規劃學報」，2(1)：27-42。
- 游傑勳、胡太山，2022，產業園區之經濟恢復力特徵與其影響因素－以台南及高雄為例，「都市與計劃」，1-25。(已接受)。
- 解鴻年、胡太山、柯大鈞、薛卜賓，2005，新竹科學園區周邊工業區發展變遷之研究，「環境與世界」，(11)：1-31。
- 潘思錡、胡太山、賈秉靜，2021，以創新投入與人才演化之觀點解析台灣工具機產業創新氛圍的形塑，「建築與規劃學報」，20(2)：115-138。
- 邊泰明、林淑雯、陳泓汝，2014，鄰近性、吸收能力與廠商創新績效：以臺灣生物技術產業廠商為例，「都市與計劃」41(4)：357-394。
- Apanasovich, N., 2016, "Modes of innovation: a grounded meta-analysis", *Journal of the Knowledge Economy*, 7(3): 720-737.
- Apanasovich, N., Alcalde-Heras, H., and Parrilli, M. D., 2017, "A new approach to business innovation modes: the 'Research, Technology and Human Resource Management (RTH) model' in the ICT sector in Belarus", *European planning studies*, 25(11): 1976-2000.
- Boschma, R., 2015, "Towards an evolutionary perspective on regional resilience", *Regional studies*, 49(5): 733-751.
- Brenner, T., 2006, "Identification of local industrial clusters in Germany", *Regional studies*, 40(9): 991-1004.
- Brenner, T., and Schlump, C., 2011, "Policy measures and their effects in the different phases of the cluster life cycle", *Regional studies*, 45(10): 1363-1386.
- Fingleton, B., Garretsen, H., and Martin, R., 2012, "Recessionary shocks and regional employment: evidence on the resilience of UK regions", *Journal of regional science*, 52(1): 109-133.
- Frenken, K., Van Oort, F., and Verburg, T., 2007, "Related variety, unrelated variety and regional economic growth", *Regional studies*, 41(5): 685-697.
- Grabher, G., 2002, "Cool projects, boring institutions: temporary collaboration in social context", *Regional studies*, 36(3): 205-214.
- Hsieh, H.-N., Chen, C.-M., Wang, J.-Y., and Hu, T.-S., 2015, "Knowledge-intensive business services as knowledge

- intermediaries in industrial regions: A Comparison of the Hsinchu and Tainan metropolitan areas”, *European planning studies*, 23(11): 2253-2274.
- Huang, K.-C., Hu, T.-S., Wang, J.-Y., Chen, K.-C., and Lo, H.-M., 2016, “From Fashion Product Industries to Fashion: Upgrading Trends in Traditional Industry in Taiwan”, *European Planning Studies*, 24(4): 762-787.
- Huber, F., 2012, “On the role and interrelationship of spatial, social and cognitive proximity: Personal knowledge relationships of R&D workers in the Cambridge information technology cluster”, *Regional studies*, 46(9): 1169-1182.
- Lin, H.-P., and Hu, T.-S., 2017, “Knowledge Interaction and Spatial Dynamics in Industrial Districts”, *Sustainability*, 9(8): 1421.
- Maggioni, M. A., 2004, “The rise and fall of industrial clusters: Technology and the life cycle of region”, *IEB Working Paper*, 2004/6.
- Martin, R., and Sunley, P., 2011, “Conceptualizing cluster evolution: beyond the life cycle model?”, *Regional studies*, 45(10): 1299-1318.
- Martin, R., and Sunley, P., 2015, “On the notion of regional economic resilience: conceptualization and explanation”, *Journal of Economic Geography*, 15(1): 1-42.
- Martin, R., Sunley, P., Gardiner, B., and Tyler, P., 2016, “How regions react to recessions: Resilience and the role of economic structure”, *Regional studies*, 50(4): 561-585.
- Maskell, P., and Malmberg, A., 2007, “Myopia, knowledge development and cluster evolution”, *Journal of Economic Geography*, 7(5): 603-618.
- Mattes, J., 2012, “Dimensions of proximity and knowledge bases: Innovation between spatial and non-spatial factors”, *Regional studies*, 46(8): 1085-1099.
- Menzel, M.-P., and Fornahl, D., 2007, “Cluster life cycles-Dimensions and rationales of cluster development”, *Jena Economic Research Paper*, 2007-076.
- Menzel, M.-P., and Fornahl, D., 2010, “Cluster life cycles—dimensions and rationales of cluster evolution, *Industrial and corporate change*, 19(1): 205-238.
- Parrilli, M. D., and Heras, H. A., 2016, “STI and DUI innovation modes: Scientific-technological and context-specific nuances, *Research Policy*, 45(4): 747-756.
- Pendall, R., Foster, K. A., and Cowell, M., 2010, “Resilience and regions: building understanding of the metaphor”, *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, 3(1): 71-84.
- Pike, A., Dawley, S., and Tomaney, J., 2010, “Resilience, adaptation and adaptability”, *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, 3(1): 59-70.
- Presutti, M., Boari, C., Majocchi, A., and Molina-Morales, X., 2019, “Distance to customers, absorptive capacity, and innovation in high-tech firms: The dark face of geographical proximity”, *Journal of Small Business Management*, 57(2): 343-361.
- Santner, D., 2018, “Proximity and modes of innovation—evidence from two agricultural engineering industries in north-west Germany”, *European planning studies*, 26(5): 877-894.

- Staber, U., and Sautter, B., 2011, "Who are we, and do we need to change? Cluster identity and life cycle", *Regional studies*, 45(10): 1349-1361.
- Storper, M., and Scott, A. J., 2009, "Rethinking human capital, creativity and urban growth", *Journal of economic geography*, 9(2): 147-167.
- Torre, A., 2008, "On the role played by temporary geographical proximity in knowledge transmission", *Regional studies*, 42(6): 869-889.
- Tripl, M., Grillitsch, M., and Isaksen, A., 2018, "Exogenous sources of regional industrial change: Attraction and absorption of non-local knowledge for new path development", *Progress in human geography*, 42(5): 687-705.
- Tripl, M., Grillitsch, M., Isaksen, A., and Sinozic, T., 2015, "Perspectives on cluster evolution: critical review and future research issues", *European planning studies*, 23(10): 2028-2044.