

突破性技術創新的制度化： 建立一個整合性的概念框架

A Conceptual Framework for Institutionalization of Radical Technological Innovation

李傳楷 *Chuan-Kai Lee*

國立清華大學科技管理所

Institute of Technology Management,

National Tsing Hua University

馬鈺欣* *Yu-Hsin Ma*

國立清華大學科技管理所

Institute of Technology Management,

National Tsing Hua University

本文引用格式建議：李傳楷、馬鈺欣，2023，「突破性技術創新的制度化：建立一個整合性的概念框架」，中山管理評論，31 卷 3 期：403~446。

Suggested Citation: Lee, C. K. and Ma, Y. H., 2023, "A Conceptual Framework for Institutionalization of Radical Technological Innovation," **Sun Yat-sen Management Review**, Vol. 31, No. 3, 403-446.

* 通訊作者：馬鈺欣，地址：30013 新竹市光復路二段 101 號 台積館 R545 科技管理所辦，Tel：03-5770147 / Fax：03-5623770，Email：ginetopo7@gmail.com。

摘要

突破性技術創新對於一個國家的企業、產業乃至於經濟發展，都會有非常深遠的影響。然而過去對於突破性技術創新的研究缺乏一個整體觀，以致於在判斷重要議題上容易出現盲點。本文嘗試整合系統及行動兩種觀點，提出一個整合性的概念框架，探索突破性技術創新從學術端到市場端的制度化過程中，行動者與制度環境之間的交互作用，以及其所衍生出的重大挑戰及課題。本文將制度化過程分成三個階段，資本化、正當化、組織化，分別對應不同的行動策略及制度環境。此框架將有助於增進我們對於突破性技術創新在科技政策、創業管理、科技管理、策略管理等領域的認識；也有助於釐清現有研究的缺口，並對未來可能的研究方向提出建議。

關鍵詞：突破性技術創新、制度化、創新系統、破壞式創新、技術商品化

Abstract

Radical technological innovations have far-reaching impacts on the development of firms, industries, and economies in a country. However, because of lack of an integrative framework, past researches on radical technological innovations make identify key issues difficult. This paper aims to integrate both system and agency perspectives to propose an integrative conceptual framework for exploring the institutionalization process of radical technological innovations from the academic end to the market end, particularly the interactions between actors and their institutional environments, and associated major challenges and key issues. The institutionalization process has been divided by three stages, capitalizing, legitimizing and organizing, corresponding to three different types of strategic action and their embedded institutional environments. This framework will contribute enhancing our understanding of radical technological innovations in technology policy, entrepreneurship management, technology management and strategic management to overcome the blind spots of past researches, and also help elucidate current research gaps, and suggest future research directions.

Keywords: Radical Technological Innovation, Institutionalization, System of Innovation, Disruptive Innovation, Technology Commercialization

壹、緒論

創新，尤其是技術創新(technological innovation)，對企業的長期競爭優勢非常重要(Porter, 1985)。技術創新牽涉到搜尋、選擇、及執行，經年累月後會形成技術典範(technological paradigm)(Dosi, 1982b)。既有企業一般都是遵循既有的技術典範，透過持續性創新(sustaining innovation)、漸進式創新(incremental innovation)不斷地在既有的市場精益求精，以求立於不敗之地(Banbury & Mitchell, 1995)。而新創公司為了出奇制勝，則需要另闢蹊徑，透過破壞式創新(disruptive innovation)，以新的商業模式從新市場切入，以便改寫既有產業的遊戲規則(Christensen, 1997)；新創公司也可透過突破性技術創新(radical technological innovation)，發展新的技術，一旦新創公司在新市場取得重大成功，便有可能建立新的技術典範，對既有企業帶來能力摧毀(competence-destroying)的衝擊(Gatignon et al., 2002)。

從新創公司的角度來看，創新往往代表著機會，尤其是具有突破性技術創新，往往代表著巨大的商業機會及市場潛力(Louca et al., 2001)。因為突破既有的技術典範，通常意味著革命性的新應用、新產品及新市場，它可以讓新創公司挑戰既有的技術秩序、塑造新的技術軌跡、再造企業組織、開創新事業、從而帶動整個新產業及新經濟的發展(Abernathy & Clark, 1985)。在過去歷史上，技術進步往往是透過長期較小的變化，再伴隨著短暫戲劇性的突破性變化而達成的(Romanelli & Tushman, 1994)。

然而這種戲劇性的突破性變化究竟如何發生？中間又會歷經哪些過程？卻很少有人關注。理論上，突破性技術創新與既有的技術典範差異越大，所帶來的新應用及新產品會越多，商業機會及市場潛力也會越大。但因為技術的不連續性，這種突破的難度也相對較高，中間不僅要跨越較高的制度障礙門檻，需要突破更多的層層關卡(Tushman & Anderson, 1986)。所以戲劇性的突破性變化，往往必須依靠微觀的行動者(actors)集體地、有效地衝撞宏觀的制度環境(institutions)，才有可能達成(Romanelli & Tushman, 1994)。

然而過去對於突破性技術創新的研究，缺乏行動者與制度之間的對話(Sandberg & Aarikka-Stenroos, 2014)。以行動觀點研究往往見樹不見林，忽略制度環境的重要性，只專注在策略行動(strategic action)本身，譬如聚焦在新創企業如何透過突破性技術創新，顛覆既有市場的秩序(Christensen & Rosenbloom, 1995)；或是既有企業如何獲得新能力，並結合既有能力發展出技術創新來加入

市場(Gatignon et al., 2002)。相反的，與制度有關的系統觀點研究則是見林不見樹，忽略行動者的反思能力(reflexivity)及能動性(agency)，過份強調結構的重要性，譬如將創新視為一個系統(system)，把所有與創新相關的組織都納入系統當中，扮演著系統所賦予的角色及功能，透過系統網路集體協作，讓創新能夠源源不絕地產生(Lundvall, 1985)。

本文嘗試在行動者與制度之間，建立一個整合性的概念框架，以涵蓋突破性技術創新的所有制度化過程(institutionalization)。本文將這個過程分成三個時期，每個時期分別對應不同的策略行動以及制度環境：第一個是資本化(capitalizing)時期，這個時期的重點在於將突破性技術創新從學術界推向產業界，特別是投資界，以便獲取啟動技術商品化所需的大量人力物力資源；第二個是正當化(legitimizing)時期，重點在於讓突破性技術衍生的創新產品或服務，得到政府核准或社會大眾認可；第三個是組織化(organizing)時期，重點則在於建立產業鏈及價值鏈，將突破性技術衍生的創新產品或服務推向市場。

這個整合性框架將有助於增進我們對於突破性技術創新在科技政策、創業管理、科技管理、策略管理等領域的認識。首先，按照這個框架，突破性技術創新的商品化並非一次性工作，而是一連串制度化的過程，過份偏重某個時期，而忽略掉其他時期，往往會導致獨木難撐大局(Forbes & Kirsch, 2011)。其次，這三個時期不只是一個量變的過程，更是一個質變的過程，每個時期需要面對的挑戰及處理的課題都不同，所以若不能從前一時期推動到後一時期的質變，也會導致突破性技術創新的制度化前功盡棄。第三，延續前一點，因為本質上的不同，每個時期需要的推動者也不同，過份依賴同一類型的推動者，或是忽略不同時期推動者之間的協調與合作，將會因為所托非人或左右制肘而導致失敗。

本文分成四章：本章是緒論；下一章將探討突破性技術創新的相關理論，首先釐清突破性技術創新的定義，再針對系統觀點及行動觀點做比較，以便讓兩者之間得以對話；第三章嘗試提出突破性技術創新制度化的概念框架；最後一章則根據本文所提出的概念框架，整理目前已有的研究議題，點出現有研究的缺口進行討論，並對未來可能的研究方向提出建議。

貳、突破性技術創新的理論背景

一、突破性技術創新的定義

在了解突破性技術創新之前，首先必須釐清技術及技術創新的定義。所謂技術指的是「實現商業或工業目標所使用的科學方法和材料」，技術創新與發明不同，發明是指「發現新方法或新材料，即發現新知識」，而技術創新則是指「將一項發明商業化的嘗試」(Freeman & Soete, 1997)。

過去針對技術創新的研究文章很多，不同學者用各種不同方式來識別創新種類，為了避免因為不同定義讓讀者產生理解上的混淆，本文採用 Freeman & Soete(1997)的說法：漸進式技術創新是建立在現有的技術軌跡(technological trajectory)上，透過逐步改善來實現企業盈利，滿足客戶需求。半導體產業遵循所謂的摩爾定律(Moore's law)，每 18 到 24 個月，積體電路上可容納的元件數目會增加一倍，晶片的性能也會隨之翻一倍。這樣的製程技術創新就是屬於漸進式技術創新。

突破性技術創新則是建立在完全不同的技術軌跡，另闢蹊徑或以蛙跳(leap frog)的方式，開發出性能更佳的产品。2020 年新冠病毒(COVID-19)疫情席捲全世界，到 2021 年造成 300 萬人死亡，1.48 億人染疫，在 2020 年疫情嚴峻的情況下，世界各國努力加速新冠病毒疫苗開發，然而過去傳統疫苗是蛋白質疫苗，製造病毒棘狀蛋白的傳統蛋白質疫苗開發速度慢，防禦力也僅 50%-70%。2020 年 12 月首先獲得核准的 Pfizer / BioNTech 和 Moderna 的 mRNA 疫苗，相對於傳統的蛋白質疫苗屬於突破性技術創新，除了短短十個月快速完成生產和人體試驗測試之外，防禦力高達 90%以上，震撼了生技製藥業，因為過去還沒有任何 mRNA 藥物/疫苗產品上市，這新冠病毒 mRNA 疫苗是全世界第一次有 mRNA 疫苗商品化的紀錄(蔡雪綸，2021)。

不論是漸進式技術創新或突破性技術創新，都是在技術發展的過程中，組織(organizations)與制度環境互動之後的結果(Hargadon & Douglas, 2001)。所謂組織是指有意識創建並具有明確目的的行動者，制度環境則是指社會建構過程，包括模版(schemas)、規則(rules)、規範(norms)、例行程序(routines)所樹立的權威性行為指導方針。由於突破是相對於目前產業的既有技術軌跡而言，所以組織進行漸進式技術創新所面對的是與既有技術軌跡有關的制度，而組織在進行突破性技術創新，因為是新的技術軌跡，則是面對全然不同的制度環境。

過去探討技術創新主要從兩種角度切入，一種是系統觀點(system)，認為技術創新自成一個系統(Geels, 2005)，組織是系統的一部份，沿著特定的技術典範或技術軌跡而發展。這種技術進步是一種演化(evolution)的過程，透過逐步累積漸進變化取得技術進步(Sahal, 1981; Dosi, 1982a)。

另一種則是行動觀點(agency)，強調技術創新的革命(revolution)過程(Hamel, 2001)。組織在面對制度環境的制約時，具有一定的自主性與選擇，組織會透過了解這些制度如何隨著時間和空間建立及擴散，靈活地採取默認、妥協、規避、反抗、甚至操縱的策略，來推動技術創新(Oliver, 1991)。這種觀點對於解釋技術典範轉移(technology paradigm shift)(Kuhn, 1962)尤其重要。當技術出現重大變革，與現有技術不連續時，會對原本的制度環境帶來威脅性。要推動技術典範轉移，行動者必須運用策略，將目標意圖化為行動意圖，讓社會群體接受，才能讓新技術取代舊技術(Bagozzi, 2007)。

二、從系統觀點看突破性技術創新

技術創新的系統觀點，可以按照不同的分析單元分成四種不同層級：以技術作為分析單元的技術創新系統(Technological Innovation System)、以地理作為分析單元的國家創新系統(National Innovation System)和區域創新系統(Regional Innovation System)、以產業作為分析單元的產業創新系統(Industrial Innovation System)、及以企業作為分析單元的企業生態系統(Enterprise /Business Ecosystem)(表 1)。不同層級的創新系統雖然都強調演化過程，但由於主體及重點不同，對於突破性技術創新的看法也略有差異，以下分別說明其異同。

(一) 技術創新系統

技術創新系統是以技術為核心所組成的創新系統，在組織方面，包括特定技術的發展、傳播和參與者、網絡和機構，像是企業、學研機構、公共機構、利益組織(產業協會和非商業組織)、風險資本家、決定標準的組織。在制度方面則強調建立產權制度的重要性，透過產權制度可以提高技術創新的私人利益；另外對於與技術有關的政治經濟制度，像是金融組織、公司制度和工會制度...等，以及與傳播新技術有關的文化、規範、法律、法規和程序都須在新技術發展時確定，以適應新技術(Carlsson & Stankiewicz, 1991)。

技術創新系統觀點認為創新是一個社會嵌入的過程，涉及公私部門在制度網絡中的活動及交互作用，從而產生、導入、修改和傳播新技術(Bijker et al., 2012)。其核心活動是技術轉讓(Carlsson et al., 2002)，其驅動力則是經濟能力，包含選擇策略能力、組織整合能力、技術能力、學習適應能力(Carlsson & Eliasson, 1994)，透過這四種能力可以讓技術創新系統產生動態變化，這是演化過程，透過正反饋和累積因果關係，來推動技術變革和長期經濟增長。國界不一定是技術創新系統的邊界，一個技術創新系統可能可以橫跨多個國家，尤其是通用型

技術(generic technologies)，甚至可以橫跨到多個產業(Breschi & Malerba, 1997)。

但是從技術創新系統的角度，並無法解釋突破性技術創新為何會發生、以及從何發生，因為突破性技術創新在於突破原有的技術軌跡，包括技術本身以及技術所處的制度環境，也就是技術創新系統本身。這種路徑開創(path breaking)跟技術創新系統的路徑依賴(path dependency)是相互衝突的，無法從技術創新系統本身找到突破的方向及可能性。

(二) 國家創新系統/區域創新系統

國家創新系統和區域創新系統，都是以地理作為分析單元的創新系統，其差異在於以國際政治或是區域經濟作為地理的疆界，來分析參與創新和擴散過程的不同參與者的工作方式(Edquist, 1997)。國家創新系統的主要參與者包括政府、企業、學研單位、大學和中介機構及政府部門中負責投資和規劃的機構；區域創新系統則是企業、大學、研究機構、中介組織和地方政府等五大主體。國家創新系統在制度方面分為廣義和狹義兩種：廣義包括國民經濟中所有涉及引入和擴散新產品、新過程和新系統的制度，狹義則是與創新活動直接相關的制度(Freeman, 1987)；區域創新系統則是指在一定的地理範圍內，企業投入創新網路和制度行政相互作用(Cooke et al., 2000)。

國家創新系統關注一個國家內部知識創造和擴散過程，強調國家的國際競爭力來源在於創新(Lundvall, 2010a)，其範圍涵蓋了輸入/輸出系統的所有參與者，以及科學、技術及技術政策的交互作用。由於範圍太廣，所以又在大系統之下，分成了知識和人力資源、研究活動、市場條件、制度條件、財務系統、創新過程和技術等七個子系統，希望透過了解創新過程中參與者之間的聯繫，提高國家創新績效(Samara et al., 2012)。由於整個系統的複雜性過高，過去研究的重點主要放在靜態比較分析(Nelson, 1992)，像是如何指導政府如何透過制定政策來引導和激勵企業、學研單位、大學和中介機構相互作用，加快科技知識的生產、傳播、擴散和應用(Metcalf, 1995)。

區域創新系統則將創新概念化為一個社會進化的過程，認為技術創新是許多行為主體相互作用下的產物，並受到來自公司內外部的許多因素影響。它將重點放在文化和競爭的差異，不同區域由於資源不同而產生不同的創新程度、企業集中度、集體學習合作程度，以此來說明技術和市場適應環境變化能力的差異(Saxenian, 1996)。區域創新系統強調集體學習和地方社會文化環境的重要性，所以技術創新不再只是單個企業的成果，也包含公司多個部門之間集體學習的過程(Cooke et al., 1997)。它同時也關注地理鄰近性(proximity)的作用，像是

突破性技術創新的制度化：建立一個整合性的概念框架

通過地理鄰近和聚集讓各行為主體相互學習和技術創新、擴散、累積，這種本地化優勢和空間集中所帶來的好處，對於激發企業和區域創新能力極具重要性(Asheim & Isaksen, 1997)。

同一個國家或區域創新系統可能同時存在數個技術創新系統，這些技術創新系統在國家或區域的範圍內可能會共享一些制度環境，但同時也擁有各自獨立的制度環境，所以突破性技術創新有可能在跨技術創新系統的時候發生，如融合技術(converging technologies)(Nordmann, 2004)、新興技術(emerging technologies)(Daim et al., 2006)。

(三) 產業創新系統

產業創新系統是以產業為主體所組成的創新系統，更明確地說，是構建企業與企業之間，及企業與大學、研究機構、用戶、供應商、金融機構、政府之間的網路，以實現自主技術創新和產業升級(Dodgson & Rothwell, 1995)。產業創新系統在制度方面規範各個參與者的行為規則和慣例，包括政府為了促進產業創新系統的形成而給予必要的法律管制和政策引導，產業協會提供的一些標準和規則，及產業創新系統自身發展過程中產生的相關機制，以約束相關參與主體的行為，促進產業創新系統的協作能力(Abernathy & Utterback, 1978)。

產業創新系統把企業和其他次要參與者的創新活動聯繫起來，以技術創新為核心，形成整合創新能力，使創新活動個體的創新成本降低，效益最大化，推動產業內新技術或新知識的產生，促進企業創新能力的形成和產業競爭力提高，重塑產業的競爭環境(Abernathy & Clark, 1985)。創新在企業之間的擴散分為兩種類型：一種是無形的擴散，不涉及物理中介的方式來傳播思想、知識、專門知識或技術；另一種是產品的擴散，透過投入研發實現全新商品或品質改進方式擴散(Shih & Chang, 2009)。

產業創新系統和國家或區域創新系統一樣，同一個產業創新系統可能同時存在數個技術創新系統，這些技術創新系統在產業的範圍內可能會共享一些制度環境，但同時也擁有各自獨立的制度環境，所以突破性技術創新有可能在跨技術創新系統的時候發生，然後再透過各種擴散機制，在產業內部或產業之間擴散。

(四) 企業生態系統

企業生態系統是以企業角度，透過研究生物生態系統如何演化及分類而產生的新概念，主要組成的組織包含企業生物成分和企業非生物成分，生物成分

是消費者、代理商、供應商及同類型企業構成，非生物成分是指企業生態環境，像是影響企業產品或服務的經濟生態、社會生態(文化、教育、國際政策..等因素)、企業所處的環境與自然資源...等。企業生態系統在制度上認為經濟共同體中，每一個企業個體生活在周圍其他企業個體、組織、社會經濟環境所構成的外部環境，企業個體與其外部環境透過物質、能量和資訊交換，構成一個相互作用、相互依賴、共同發展的整體(Peltoniemi & Vuori, 2004)。

企業生態系統是由大量處於不同層次的組成相互作用構成，企業之間可以建立企業聯盟，企業的上下游可以構成企業生態鏈，相同性質的企業可以構成產業群落，各個區域企業生態系統在其環境中相互作用可構成完整的企業生態系統。企業競爭力來自於市場選擇的結果，創新型企業無法在真空中發展，他們必須吸引各種資源、資金、合作夥伴、供應商和客戶以建立合作網絡(Moore, 1993)。透過企業生態系統分析可重新定位公司策略，以積極發展自身利益並促進整體生態系統健全發展(Li, 2009)。透過認識在生態系統中的利基市場、主導者，並制定適合自身角色的策略，企業能為自己和投資者設定更具體的期望，生態系統成員可以更了解他們的營運挑戰並做出響應，也能與其他生態系統的集體行為產生協同作用(Iansiti & Levien, 2004)。

企業生態系統和其他系統觀點一樣，同一個企業生態系統可能同時存在數個技術創新系統，這些技術創新系統在生態圈的範圍內可能會共享一些制度環境，但同時也擁有各自獨立的制度環境，所以突破性技術創新有可能在跨技術創新系統的時候發生，然後再透過生態系的流動與交換，在生態系內部或生態系之間傳遞。

表 1 系統觀點比較

觀點	分析單元	主要組成	技術演化過程	如何看待突破性技術創新
技術創新系統	技術	組織：特定技術的發展、傳播和使用的參與者、網絡和機構。 制度：政治經濟制度，建立產權制度，與傳播新技術有關的文化、規範、法律、法規和程序。	1.創新是社會嵌入的過程。 2.技術轉讓是核心活動。 3.透過策略能力、組織整合能力、技術能力、學習適應能力可以讓技術系統產生動態變化。 4.強調技術的路徑依賴。	1.突破原有技術軌跡的技術創新，包括技術本身及所處的制度環境。 2.同一技術可能橫跨數個國家或區域，通用型技術可能橫跨數個產業。 3.無法解釋為何能夠突破。

突破性技術創新的制度化：建立一個整合性的概念框架

觀點	分析單元	主要組成	技術演化過程	如何看待突破性技術創新
國家創新系統 / 區域創新系統	地理 (國家/區域)	<p>組織：特定國家或區域內的企業、大學、學研機構、中介組織和政府。</p> <p>制度：廣義包括國民經濟中所涉及引入和擴散新產品、新過程和新體系的所有制度，狹義是與創新活動直接相關的制度。</p>	<p>1. 國家創新系統強調政府透過制定政策來引導組織參與者，加快創新。</p> <p>2. 區域創新系統強調集體學習和地方社會文化環境的重要性。</p> <p>3. 地理位置左右不同資源，促使不同創新。</p>	<p>1. 同一國家或區域可能同時存在數個技術創新系統。制度在國家或區域是共通的，但在技術是各自獨立的。</p> <p>2. 突破可能發生在跨技術之處，但需要行動者的策略及行動。</p>
產業創新系統	產業	<p>組織：以產業鏈上各企業為創新主體，構建企業之間及企業和大學、學研機構、用戶和供應商、金融機構、政府之間的網路。</p> <p>制度：政府規範產業創新系統的參與者行為的規則和慣例，制定產業標準。</p>	<p>1. 透過企業和參與者的網絡聯繫，使創新成本降低，促進企業創新的形成。</p> <p>2. 創新在產業之間的擴散分為兩種類型：技術擴散及產品的擴散。</p> <p>3. 透過專利授權、新產品銷售和研發支出...等指標來確認產業創新狀況。</p>	<p>1. 同一產業鏈可能同時存在數個技術創新系統，或同時橫跨數個國家或區域。制度在產業鏈是共通的，但在技術、國家或區域是各自獨立的。</p> <p>2. 突破可能發生在跨技術之處，再透過各種擴散機制，在產業之間擴散。</p>
企業生態系統	企業	<p>組織：生物成分是消費者、代理商、供應商及同性質企業群所構成，非生物成分是企業生態環境，由經濟生態、社會生態、自然生態組成。</p> <p>制度：企業與其外部環境透過物質、能量和資訊交換，構成一個相互作用、依賴、共同發展的整體。</p>	<p>1. 建立企業聯盟，企業的上下游可以構成企業生態鏈。</p> <p>2. 注重企業組織間的協調、合作與環境協同進化。</p> <p>3. 企業競爭力來自於市場選擇的結果。</p> <p>4. 制定適合企業角色的策略，就能為自己 and 投資者設定更具體的期望。</p>	<p>1. 同一生態系可能同時存在數個技術創新系統，或同時橫跨數個國家、區域或產業。制度在生態系是共通的，但在技術、國家或區域、產業各自獨立的。</p> <p>2. 突破可能發生在跨技術之處，再透過生態系的流動與交換，在生態系之間傳遞。</p>

資料來源：本研究整理

三、從行動觀點看突破性技術創新

行動觀點關注行動者如何透過策略行動來影響、甚至改變制度，以推動技術創新。過去的相關文獻大致可以分成三類：以商業模式(business model)角度切入的破壞式創新、以制度興業(institutional entrepreneurship)角度切入的制度創新(institutional innovation)、以及以新創(startup)角度切入的技術商品化(technology commercialization)(表 2)。

(一) 破壞式創新

破壞式創新定義是市場面或需求面的突破，破壞式創新一開始並不能吸引支付最高價格的主流客戶，因此在早期發展階段只能服務低端市場，非主流市場，像是邊緣市場、獨立市場(Schmidt & Druehl, 2008)。然而，一旦破壞式創新產品在市場上開始立足後，它將隨著時間的流逝而不斷改善，持續發展更多的客戶，最後吸引了主流客戶，而此時市場主導者才發現自己失去了原本的主流客戶(Christensen, 2013)。破壞式創新是指商業模式創新(business model innovation)，透過重新定義產品和服務如何提供給客戶，先以低價、低品質的方式被未被滿足的低階市場接受，吸引新客戶進入市場或鼓勵現有客戶消費更多來擴大現有的經濟份額。

破壞式創新徹底改變了產業的遊戲規則，讓資源較少的小公司成功地挑戰老字號企業(Christensen et al., 2015)。一般成熟大企業透過漸進式創新對舊產品更新換代，佔有主流市場並讓新產品進入高端市場，滿足能為企業帶來 80% 營收的 20% 客戶；後進者所採取的破壞式創新剛好相反，選擇沒有被重視的 80% 低端市場客戶，透過將便宜又品質尚可的新產品、新服務先推入低端市場，然後再向上擴散進入主流市場，最後甚至進入高端市場後，讓成熟大企業失去原有的市場優勢(Bower & Christensen, 1995)。

(二) 制度創新

所謂制度興業是指：「為了某種有利於己的制度安排，動用資源去創造新制度或轉變既有制度的行動」(Maguire et al., 2004)。它最早是由 DiMaggio(1988)提出，認為「當具有足夠資源有組織的行動者(制度興業家)，看到有機會來實現其高度重視的利益時，就會出現制度改變」。它原本是想回應制度學派長久以來的「結構中的行動矛盾」(the paradox of embedded agency)(Seo & Creed, 2002)：如果行動者都深陷於既有制度當中，那要如何解釋來自於內部的制度變革？近年來也逐漸延伸到創新及創業研究上，因為這種矛盾普遍存在於所有的創新及

創業行動當中，包括企業內部、外部、甚至跨到產業之外。

制度興業有三個要素：第一，需要有制度興業家；第二，要有制度興業的利益驅動；第三，必須要有因應舊有制度環境的制度興業策略(Beckert, 1999)。制度興業家可以透過不同策略改變舊有的制度環境，讓市場接受新技術、產品、服務或流程，像是愛迪生將新發明電燈與天然氣照明的制度力量相結合，先在新穎性及熟悉性找到平衡讓客戶接受，賦予了電燈最初的正當性，最終取代舊有的天然氣照明(Hargadon & Douglas, 2001)；昇陽(Sun Microsystems)贊助新技術或服務標準，來促使市場廣泛接受衍生的新產品(Garud et al., 2002)；柯達將攝影從一種高度專業化技術活動，轉變成為每個人日常生活不可或缺的一部分(Munir & Phillips, 2005)。而這些策略行動的重點都在於突破既有制度環境的限制，為創新或創業獲得正式或非正式制度的正當性，以便讓利害關係人或社會大眾能夠接受。

(三) 技術商品化

技術商品化著重在將技術創新商業化的過程，創新必須成功轉移到市場才能為企業創造利潤，其中包含一開始新技術從學研單位進入企業的過程，以及企業將新技術做成新產品或新服務後進入市場階段。比起企業透過合作和併購取得新技術，創業衍生新創公司是技術商品化最常見的出海口，透過創業投資、技術轉讓、策略聯盟，讓創業家可以快速吸收新知識以加速創造新產品，快速把握市場機會(Chen, 2009)。這個過程需要許多組織參與，像是孵化器、策略聯盟、科學園區、技轉中心、創業投資者、學術企業家...等協同作用，才能進一步促使新創公司或合資企業的成立(Markman et al., 2008)。

不是每個技術的商品化都能成功進入市場或吸引客戶，為了在特定的市場應用中證明新技術價值，需要獲得融資和建立有效策略聯盟通路，這是企業創造和獲取價值必要的中間步驟(Maines & Garnsey, 2006)。為了能夠了解技術商品化成功機率，也有學者研究提出企業進行技術商品化的四個評估面向：擁有專利、有效利用技術、迅速開發技術並向市場推出新產品、新產品具有廣大市場前景(Zahra & Nielsen, 2002)。換句話說，技術商品化強調創新需要同時包含新技術產品/服務和新市場兩部分，不只是單純考慮技術角度，還需要考慮銷售部分(Garcia & Calantone, 2002)。

近年來，隨著研發和技術開發速度增加，組織不再僅依賴內部研發能力，沒有任何組織可以有所有學科人才，企業透過合作和併購增加自身的研發能力，也進一步促使開放式創新增長(Chesbrough, 2003)。研發強度不再是影響企

業創新績效的唯一因素，企業學習能力及外部網絡關係對於創新影響越來越大 (Kim et al., 2011)。有效的知識整合活動可以促進新技術開發，還可以促使企業解決內部新產品開發和外部技術許可問題(Frishammar et al., 2012)。

表 2 行動觀點比較

觀點	行動者	策略行動	為什麼突破	從何處突破	如何突破
破壞式創新	後進者	商業模式創新	尋找尚未被開發的商業機會	低端非主流市場，如邊緣市場、獨立市場	1. 重新定義產品和服務如何提供給客戶，吸引新客戶進入市場或鼓勵現有客戶消費更多來擴大現有的經濟份額。 2. 透過新商業模式，干擾現有消費者習慣，創造新市場破壞了現有成熟大企業所占有的主流市場。
制度創新	制度興業家	制度興業	實現有利於己的制度安排	與既有制度發生衝突之處，如正式制度的法令規章、非正式制度的慣例	1. 將新發明與既有制度力量相結合，在新穎性及熟悉性找到平衡讓客戶接受，賦予新發明最初的正當性。 2. 贊助新技術或服務標準，來促使市場廣泛接受衍生的新產品。 3. 將技術創新從一種高度專業化技術活動，轉變成為每個人日常生活不可或缺的一部分。
技術商品化	創業家	新產品開發/推動新服務	幫新技術尋找商業化機會	特定市場的新應用	1. 創業衍生新創公司，透過創業投資、技術轉讓、策略聯盟，讓創業家可以快速吸收新知識以加速開發新產品，快速把握市場機會。 2. 包含新技術產品/服務和新市場兩部分，需要獲得融資和建立有效策略聯盟通路。

資料來源：本研究整理

參、突破性技術創新的制度化：建立概念框架

系統觀點嘗試從各不同層次或分析單元來探討技術創新的結構及過程，不同的創新系統各有其影響技術發展的制度因素，促使技術創新在不同制度環境中呈現不同的發展途徑及面貌。透過分析過去重要技術歷史，我們可以預測未來的技術發展，並建立出技術創新的典範(Nelson & Winter, 1977; Friedman, 1994)。然而在系統觀點的結構下，技術創新是透過路徑依賴、演化而成的，系統觀點雖然可以很好地解釋漸進式技術創新，也能分析影響其演進的制度因素，但卻無法解釋為什麼會有突破性且不連續性的技術創新產生？它究竟從何處產生？以及如何產生？行動觀點則透過不同行動者去看技術創新怎麼與原有的制度環境衝撞，透過策略行動了解技術變革為什麼會發生，不連續性為什麼會出現，也能進一步探索突破性技術創新為產業及市場所帶來的衝擊(Anderson & Tushman, 1990)。

突破性技術創新之所以重要，在於它突破了既有的技術典範，但也正是因為如此，如果突破性技術創新要能夠大規模地應用，勢必會帶動某種程度的技術典範轉移(Kuhn, 1962)。而這種轉移不僅發生在學術界，也發生在產業界及政府治理上，譬如創業投資的變革、產業價值鏈及供應鏈的重組、法令規章的翻新或修正...等等。所以突破性技術從學術端到市場端的過程，其實也是一系列技術典範移轉的制度化過程。

突破性技術創新在技術典範轉移的挑戰，很大一部份來自於突破性技術作為一種新典範，在路徑創造時先天上所揹負的新之不利(liability of newness)(Stinchcombe, 1965)。由於沒有前例可循，突破性技術創新的推動者一方面要面對來自於競爭者、投資者、政府官員、社會大眾...等等的質疑，另一方面也要嘗試建立有別於傳統路徑的一套新的標準、規範或模式。由於勢單力薄，在這個過程中，突破性技術創新的推動者也要不斷地說服質疑者、吸納支持者、或與不同勢力結盟，來擴大己方的勢力或影響力。

Scott (1995)認為構成制度秩序有三個要素：法律監管性(regulative)、道德規範性(normative)、及文化認知性(cognitive)。法律監管性強調規則制定、監視及制裁活動；道德規範性強調社會生活中引入規範和評估；文化認知性強調構成社會現實的本質意義框架。每個要素的秩序基礎、動機、行動邏輯、機制和指標都不同，制度化必須同時獲得法律上制裁、道德上授權、文化上支持，而隨著制度化的發展，這三個要素之間的連結就會越來越緊密，制度化的制約力量

也會越來越強大(Hoffman, 1999)。本文參考 Scott (1995)的制度化架構，並納入 Moors 等人(2018)對於時間向度的補充，嘗試提出一個整合性的概念框架。此框架一方面整合既有的系統觀點，另一方面則根據不同制度化發展時期，將每個時期需突破的制度環境、創新類型、行動者類型及策略行動方式加以分類，探究突破性技術創新的制度化過程，尤其是行動者與制度之間的交互作用。

系統觀點嘗試透過技術開發、技術擴散來進一步說明新技術進入市場的制度化，並在每個系統功能訂出指標了解系統功能發展狀況，這樣可宏觀了解技術傳播(Moors et al., 2018)，但局限於靜態的某一時期系統功能，缺乏考慮時間因素，無法看到具體的制度化參與者和行動過程，以及與外部制度環境互動的影響。因此本研究除了 Scott (1995)的制度化架構外，還包含時間階段維度及階段指標，將此過程分成三個階段：資本化、正當化、組織化(表 3)，以下分別針對這三個階段進一步說明。

(一) 資本化時期

突破性技術的制度化過程第一個階段是資本化，這個時期的重點在於將突破性技術從學術界推向產業界，特別是投資界，以便獲取啟動技術商品化所需的大量人力物力資源。當科學進步、經濟成本因素、制度環境因素及既有技術無法解決問題出現時，會促使學術界進行各種新發明，進而產生新的技術典範，促使技術變革(Anderson & Tushman, 1990)。因為傳統技術軌跡不只是在技術上自成一個技術體制(technological regime)(Nelson & Winter, 1977)或技術典範(Dosi, 1982a)，也在產業的層次上形成了涵蓋產官學研的一整套創新系統(Lundvall, 2010b)，指導著學研機構如何做研究、產業界如何進行研發及創新、以及政府如何制定政策。所以如果要開闢一條新的技術軌跡，意味著要在技術、產業的創新系統上進行某種程度的技術典範轉移(Dewar & Dutton, 1986)。這種轉移一方面會對在傳統技術軌跡上的既有企業帶來能力摧毀的衝擊(Christensen, 2013)，因為既有企業的知識、能力、慣例及關係，都是圍繞著傳統技術軌跡而建立的；另一方面則會為在新技術軌跡上的新創企業帶來崛起的契機(Kazanjian, 1988)，新創企業若能在技術典範轉移的過程中搶得先機，便有可能取得先行者優勢，迅速地在新市場中攻城掠地。

因此在資本化時期需要面對的制度環境主要是技術創新系統和產業創新系統，會遇到的新之不利，主要來自於傳統技術社群的質疑、以及傳統產業界/投資界的質疑。在這時期的突破性技術要發展，最重要的關鍵是技術創新如何說服投資者或產業界的資金支持，透過技術轉移成立新創企業或將技術賣給既有

企業方式，讓突破性技術創新可以引進產業內繼續發展。此外，政府公共採購(public procurement)也能扮演重要的中介角色，除了投資資金可降低高風險技術的市場不確定性外，也可以促使企業間的合作，加速資本化的進程(Landoni, 2017)。

因此，在資本化時期如何讓突破性技術獲得投資，以及建立一套對於學術界及產業界都有利的投資標準是非常重要的。投資標準也會受到專利創新程度影響。而為了不要與傳統技術社群對立，也需要在學研單位及產業內建立策略聯盟組織，來突破產業內原有制度的道德規範性。因此在資本化時期的階段性指標主要是：技術轉移、成立新創企業、獲得投資、建立策略聯盟、專利創新性，當滿足這些指標後，代表著突破性技術創新要往下一階段的制度化過程發展。

(二) 正當化時期

突破性技術創新的制度化過程第二個階段是正當化時期，重點在於讓突破性技術衍生的產品或服務得到政府的核准以及社會大眾的認可。突破性技術在產業中發展會因為不同應用面向而受到政府不同程度的監管，而政府是否明確制定突破性技術在某應用領域的監管規範或政策推動，會左右突破性技術創新未來市場應用的商業價值。如果政府一直沒有訂定出突破性技術在某應用領域的監管規範，那突破性技術創新就算技術再好、再獨特、甚至有辦法解決現在所有技術無法解決的產業問題，也無法大規模商業化應用，只能透過黑市銷售，甚至要透過其他特殊管道進行地下經營(George et al., 2015)。

因此在正當化時期需要面對的制度環境主要是國家創新系統和區域創新系統，會遇到新之不利主要來自於政府法規管制的阻力及社會大眾接受度的阻力。在這時期的突破性技術要發展，最重要的關鍵是使用各種方式促使政府建立新的法令規章或公認的產業標準，讓突破性技術得到政府的核准或社會大眾認可，尤其是透過政府管制讓突破性技術正當性增強。因此在正當化時期，如何遊說政府使其提出突破性技術發展的產業政策、制定突破性技術許可的法令規章，及建立產業內技術標準是非常重要的，這些法律監管制度突破會左右於產業中突破性技術發展的歷史演變及產業中新創企業與成熟企業的相對關係(Anderson & Tushman, 1990)。因為一個企業是很難撼動政府支持突破性新技術，因此要順利度過正當化時期就需要突破性技術相關上下游產業鏈彼此合作集體動員，才有辦法說服政府做出政策上的改變或推動立法。因此在正當化時期的階段指標主要是：新的產業政策出現、新技術標準出現、獲得許可/正當性、更多企業投入新技術、新監管組織出現，當滿足這些指標後，代表著突破性技

術創新要往下一階段的制度化過程發展。

(三) 組織化時期

突破性技術創新的制度化過程的第三個階段是組織化時期，重點則在於將獲得政府核准或符合產業標準的新產品或新服務推向市場。Schumpeter (1934) 認為企業創新主要是建立生產要素的重新組合，以獲得潛在的利潤，不同的創新對經濟發展會產生不同的影響。企業要在突破性技術創新上成功，除了要具備獲取新知識的能力之外，還需要滿足不會影響原本上下游產業價值鏈，然而有些突破性技術創新可能會帶來新的環境問題、健康問題和社會影響，要解決這些不確定性是一項特別困難且複雜的工作，可能會引起利益相關者的衝突(Christensen & Rosenbloom, 1995)。如果要成功應用突破性技術，必須嘗試解決該技術可能帶來的意外和不可預見的後果，以及讓利益相關者獲得其潛在的好處(Campbell & Ivanova, 2013)，另外，透過企業間互補能力也可以提高企業進入市場速度(Anand et al., 2010)。

成熟企業要進行突破性技術發展，是需要整個企業進行技術轉型，轉型過程中可能會對原本企業運作的商業模式造成威脅，因此成熟企業往往因為中高階管理者、企業文化及官僚結構而阻礙對突破性技術創新的發展，使得擁有突破性技術的新創企業興起，造成成熟企業的市場損失及企業股票暴跌(Lucas Jr & Goh, 2009)。因此突破性技術創新的組織化時期，大部分參與的都是新創企業，透過將新技術融合多樣技術發展成創新產品或創新服務；有些新創企業發展新的商業模式進行破壞式創新，干擾現有消費者習慣來創造新市場，破壞現有競爭者所建立的成功市場，獲得市場勝利，甚至最後贏過原本產業內成熟的大企業(Bower & Christensen, 1995; Hwang & Christensen, 2008)。

因此在組織化時期需要面對的制度環境主要是企業生態系統，會遇到新之不利主要來自於傳統商業模式的阻力以及傳統生態圈的阻力。在這時期要發展突破性技術創新，最重要的關鍵是建立新的商業模式及打造新的生態圈，透過建立一系列商業組織，可以改變舊有產業內的文化認知制度，可以讓新產品或新服務推向市場讓客戶接受。因此在組織化時期的階段指標主要是：新商業模式出現、主導設計出現、新市場出現、新產品/新服務市占率提高、成熟企業失去市場等。當滿足這些指標後，代表著突破性技術創新的制度化過程已經完成。

表 3 突破性技術創新的制度化整合框架

制度化階段	資本化時期	正當化時期	組織化時期
目的	將技術創新從學術界推向產業界	讓技術创新的新產品得到政府及社會大眾的支持	將新產品推向市場
制度化要素	投資規範性	法律監管性	市場認知性
制度環境	技術/產業創新系統	國家/區域創新系統	企業生態系統
新之不利	傳統技術社群的質疑、傳統產業界/投資界的質疑	法規管制的阻力、社會大眾接受度的阻力	傳統商業模式的阻力、傳統生態圈的阻力
行動者	創業家	制度興業家	新創企業/後進者
推動技術創新類型	技術商品化	制度創新	技術商品化、破壞式創新
策略行動	建立新的創業投資標準、組織策略聯盟	建立新的法令規章、改變社會大眾的認知	建立新的商業模式、建立新的產業規範、打造新的生態圈
階段指標	技術轉移、成立新創企業、獲得投資、建立策略聯盟、專利創新性	新的產業政策出現、新技術標準出現、獲得許可/正當性、更多企業投入新技術、新監管組織出現	新商業模式出現、主導設計出現、新市場出現、新產品/新服務市佔率提高、成熟企業失去市場

資料來源：本研究整理

肆、整合性框架的議題及未來發展

根據系統觀點及行動觀點針對技術制度化所進行的文獻回顧，可以發現雖然各個觀點都試圖解釋技術創新的變遷過程，但因為理論視角及側重點的不同，在解釋突破性技術的制度化過程時，出現了一些理論缺口。系統觀點著重以宏觀角度看技術演化過程，各種系統觀點所觀察的大部分都屬於漸進式技術創新的制度化過程；行動觀點如技術商品化、制度創新、破壞式創新，雖然包含漸進式技術創新和突破性技術創新，透過不同行動者進行策略行動，引發各種創新，則是偏重特定時期的微觀分析，缺乏宏觀整體性的討論。因此本研究將系統觀點當作是突破性技術創新發展過程的制度環境背景，而將行動觀點導入突破性技術創新在不同時期所需要的策略行動。透過本篇文章的概念框架，使用個案驗證，可以幫助研究者了解突破性技術創新研究缺乏整體性這黑盒子。

雖然不同產業所發展的創新技術本質上有很大的差異，但透過這個整合性框架可以讓技術分類抽象化，讓研究不同技術發展有共同的檢視標準，使不同研究者彼此間可以對話。突破性技術依據發展成熟度，會處在「資本化時期」、「正當化時期」、「組織化時期」三個不同的制度化階段，因此突破性技術的制度化發展，會需要突破不同制度階段所遇到的各種制度限制問題。本研究最後一章將過去文獻針對不同技術制度化時期所探討的議題進行分類整理，希望可以提供學者在未來研究方向參考(表 5)。這些議題設定是根據整合性框架每個階段指標衍生而來，而文獻搜尋是透過「突破性技術」、「技術創新」、「制度化」這些關鍵字找出相關的文獻，並按突破性技術制度化整合性框架議題設定分類說明。

一、資本化時期的議題

突破性技術制度化的早期階段是「資本化時期」，主要探討的重點是技術創新從學術界推向產業界的過程，透過技術轉移方式，讓新技術到產業中發展，會有新的技術典範出現，有可能造成新技術取代舊技術或新技術軌跡影響舊技術軌跡發展，而引發技術變革或典範轉移。因此對應「技術轉移」、「成立新創企業」、「獲得投資」、「建立策略聯盟」、「專利創新性」這五個資本化時期的階段指標，在「資本化時期」有以下五個重要的議題方向：「探討學研單位技術轉移到企業相關議題」、「新技術衍生新創企業相關議題」、「新技術獲得支持及克服統技術社群的質疑相關議題」、「探討學研單位與企業策略聯盟合作相關議題」、「促使技術創新發展的因素」，本研究整理過去文獻中針對這五個議題探討的內容歸納如下：

(一) 探討學研單位技術轉移到企業相關議題

學研單位技術轉移到企業相關議題，涉及學校、技轉中心、企業三方面不同立場的溝通，因此需要克服不同單位的制度障礙來完成技術轉移。有文獻研究大學技術授權成功對未來的學校發明產生積極影響作用，透過制度聲望影響大學的知識創新和分配(Sine et al., 2003)；大學與產業關係的強化可幫助大學在知識社會中的作用，透過技術轉移實現社會經濟發展，解決原本制度障礙的問題(Krücken, 2003)；學院的規範決定了資源的使用，教師們在努力維護聲譽和推進研究計劃下抓住新機遇，隨著教師和管理人員從產業的接觸中獲得回報和譴責經驗，技術轉讓商業化實踐變得標準，促使技術轉讓早期的制度化形成(Colyvas, 2007)。

(二) 新技術衍生新創企業相關議題

學研單位衍生新創企業相關議題是與技術創業(Technology entrepreneurship)有關，會探討技術企業家精神和技術創新相關的研究問題，理解學術創業的時間、制度、社會和空間背景異質性，關注企業如何協調其資源和能力以產生可持續性的回報(Beckman et al., 2012; Wright, 2014)。技術衍生新創的企業家精神涉技術企業家認識機會並塑造想法以獲得投資及讓市場接受(Wright et al., 2004; Audretsch & Caiazza, 2016)；大學技術轉讓負責機構的激勵措施會增強技術轉讓的有效性，以及將教師、博士後研究員和研究生培訓成企業家，塑造出他們可以同時追求學術和商業的制度環境(Owen-Smith & Powell, 2001; Siegel & Phan, 2005)；透過制定新的生物技術政策，鬆綁監管法規、改變大學法律結構加強技術轉移，更有利於技術創業，也使得生物科技風險投資公司的數目增加(Lynskey, 2006)。

(三) 新技術獲得支持及克服傳統技術社群的質疑相關議題

新技術要進入產業界發展需要獲得原本產業內企業的支持及克服傳統技術社群的質疑，過去研究指出非政府組織透過增加對新興奈米技術可能造成的負面影響研究，讓社會和企業可以避開已知風險，減輕社會和企業可能造成的損失，成功促使納米技術發展(Auplat & Zucker, 2014)；智慧城市要發展除了在技術上需要突破之外，還需要在管理上進行創新，會面臨許多政治、社會經濟的阻礙，因此需要改變社會制度來執行協調和支持才有可能成功(Naphade et al., 2011)；另外有學者提到若沒有法律、生產及投資組織、用戶需求及國家政策參與的社會承諾，就不能發展大型的技術系統，也使得新創企業風險太高(Walker, 2000)；城市的經濟和技術多樣性可促進數位技術創業，讓新創企業家可克服制度內擁有龐大資源的利益集團對创新的阻力(Geissinger et al., 2019)。

(四) 探討學研單位與企業策略聯盟合作相關議題

探討學研單位與企業間策略聯盟合作的文獻很多，像是進行產學合作的生技公司，可以用低研發支出產生高創新技術(George et al., 2002)；大學和產業之間的產學合作方式可透過委託開發、設立研究中心、學術諮詢、共同合作開發...等開放式創新方式，增加不同組織間的網絡關係及知識傳播(Perkmann & Walsh, 2007)；再生醫學研究在大學的區域創新系統中，從實驗室階段的基礎研究跨越到與醫院合作的臨床實驗，過程中受到許多質疑和阻礙，需要透過不同關鍵角色影響才能促成這樣的結果(Sotarauta & Mustikkamäki, 2015)；大的資源密集型

企業常透過產學合作關係增加非核心技術領域的能力，小的高科技企業常透過產學合作解決該新技術的問題(Santoro & Chakrabarti, 2002)；新技術企業一般都是中小型企業，為了能夠在市場上生存會透過策略聯盟方式，讓企業彼此間可以獲取知識，提高知識或新技術的應用效率產生複雜的商品和服務，促使未來知識或技術需求不確定的情況下可以有先發優勢(Grant & Baden-Fuller, 2004)。

(五) 促使技術創新發展的因素

促使技術創新、產生新穎性高的發明專利方法很多種，像是可透過改變制度方式進行突破性技術變革，像是透過技術標準、產品標準、用戶要求、設計規則及生產規則改變可創造出新的技術元素，促使舊的打字機技術轉換成電子計算機技術(Van den Ende & Kemp, 1999)；若要進行以碳氫化合物為主的能源技術轉變，除了需要長時間開發外，還需要投資特殊的基礎設備及進行各種組織面、法規面、思想上及價值觀的制度改變才能完成(Kemp, 1994)。另一種技術變革方式是透過引入其他領域的技術帶來技術變革，像是原本以化學技術為主的製藥產業，因著生物技術崛起，而進行新舊技術典範轉移，讓製藥產業從以化學技術為主的化學藥轉變為以生物科技為主的蛋白質藥的研究開發，大大地改變過去的技术體制、產業和社會活動、市場結構和競爭力(Sapienza, 1989; Crommelin et al., 2003)；從研討會和文獻兩種不同來源的技術探索和知識集成系統方式，讓原本理解的技術領域轉移到另一個領域，促使重大創新發現(Kostoff, 1999)；透過跨域創新方式可以讓不同領域的人，提出該領域無法想到的新穎解決方案，克服同領域中主觀偏見或共同知識所遇到無法解決的問題(Poetz & Prügl, 2010)。

二、正當化時期的議題

突破性技術制度化的中期階段是「正當化時期」，主要探討的重點是讓技術創新的新產品得到政府及社會大眾的支持，在這時期最重要的是政府需要制定相關規範，才能指導產業如何進行研發創新。在這新技術領域中繼續發展新的技術軌跡，有政府政策支持，才能讓產業中的企業願意投資人力和金錢開發新技術產品，新技術也會因為競爭環境開始進行各種不同創新，促使技術越來越進步。因此對應「新的產業政策出現」、「新技術標準出現」、「獲得許可/正當性」、「更多企業投入新技術」、「新監管組織出現」這五個正當化時期的階段指標，在「正當化時期」有以下五個重要的議題方向：「國家發展新技術的政策規劃」、「產業中的新技術標準建立」、「如何讓新技術獲得許可或具備正當性」、「企

突破性技術創新的制度化：建立一個整合性的概念框架

業發展新技術策略」、「如何使企業進行技術創新」，本研究整理過去文獻中針對這五個議題探討的內容歸納如下：

(一) 國家發展新技術的政策規劃

創新技術發展往往需要國家政策和法規的支持，有學者研究因著國家和地方政策支持風力發電政策，以及政府提供企業相關的激勵措施，使得風力渦輪機製造公司得以發展(Lewis & Wiser, 2007)；在德國，政府透過制定了一系列新技術政策，協調小型技術創業公司的發展，這些政策在德國培育了數百家新的高科技初創企業，這些技術政策為企業提供機會並重新配置穩定的國家資源及創造新的業務(Casper, 2000)；德國生物技術產業的興起是政府針對特定產業制定相關政策、塑造一種氛圍，促使大規模投資進入某些快速增長的生物技術領域的市場(Casper, 1999)；政府透過新政策可影響高科技企業成長，促進德國經濟從傳統製造業轉向新興技術，進一步促使德國經濟成長及創新(Audretsch & Elston, 2006)；政府透過政策驅動工業 4.0 在商業、學術和政治的創新系統制度化發展，讓數位技術在全球製造業中被廣泛使用(Reischauer, 2018)；因著政府所訂的環境監管政策促使燃料電池技術接受到大規模投資，使得傳統汽車產業中出現燃料電池技術取代原本內燃機而帶來技術變革(Van den Hoed, 2007; Gao et al., 2016)；新興技術在不同階段會受到社會認知的動態影響，制度興業家利用主流技術和新興技術之間的制度矛盾，促使新興技術崛起，影響創新政策方向(Gustafsson, 2010)。

(二) 產業中的新技術標準建立

產業中的新技術標準建立指的是新技術在產業中發展相關的監管制度建立，新技術標準制定對於新技術在產業中發展是非常重要的階段，新技術在產業中有共同標準才能讓產業內的企業依循這樣的標準進行相關的新產品開發。新技術標準有可能是第三方機構制定，像是資通訊技術透過標準制定的委員會集體學習和技術知識交流後將其標準化，促使 ICT 可以廣泛傳播應用、促進戶操作性產生，透過新標準建置可以實現最新的技術思想(Egyedi, 2000)。新標準制定也可能是企業制定標準讓產業內的其他組織依循當作共同標準，像是企業為了使新的 IT 技術被廣泛採用，透過組織社群動員、說明成功故事及願景進一步讓新 IT 技術普及化(Wang & Swanson, 2007)；比特幣社群共同開發了一套開放原始碼平台，突破了在沒有任何中央授權的情況下使用比特幣、開採比特幣貨幣以及進行即時全球點對點支付和金融交易(Teigland et al., 2013)。

(三) 如何讓新技術獲得許可或具備正當性

新技術建立正當性指的是探討新技術進入產業中發展過程是否會觸犯現有的產業法規或倫理議題，如果與現有的產業法規或倫理相牴觸時，如何將新技術形塑正當性，這是非常重要的議題。當新技術缺乏正當性支持，會導致新技術窒礙難行，無法被政府或大眾認可接受，像有學者研究德國農業沼氣技術，發現透過增加沼氣技術正當性可以幫助產業調動所需要的資源，而喪失正當性可能對沼氣技術產業產生不利影響(Markard et al., 2016)；在不同制度環境中實施資通訊技術系統，組織的支持與偏見會左右資通訊技術系統的成功與失敗(Christiaanse & Huigen, 1997)；將處理過的廢水注入飲用水水庫中的這種爭議技術，說明技術的正當性過程涉及複雜的調整階段，受到技術與制度環境互相影響，技術參與者通過特定形式的制度工作，在技術創新系統中制定法律，使其具備正當性(Binz et al., 2016)；像是人類胚胎幹細胞技術開發的早期階段，傳統產業界都認為使用人類胚胎幹細胞進行研究會涉及嚴重的人類倫理問題，為了讓這項新技術可以繼續開發，需要協助建立新技術的正當性(Jain & George, 2007)；針對碳中和技術大規模發展和傳播以阻止氣候變遷的技術，一開始受到許多質疑，需要制度興業家們集體行動來塑造此技術正當性，早期市場才能順利形成(Bergek et al., 2008)。

(四) 企業發展新技術策略

企業發展新技術策略是指企業如何突破產業中舊技術環境的制度障礙，透過產業內的行動者進行一系列策略行動，促使新技術得以在產業內發展，像是透過探討荷蘭生物甲烷開發的案例可以得知，原本沼氣農民一直無法獲得支持性的制度框架，但透過與現有企業進行「合作、構框和政治策略」，獲得大量的政府支持，使得創新技術的制度變革產生，天然氣的設施規模增加(Smink et al., 2015)；印度風電產業的發展是由制度興業家的集體努力驅動造成，他們透過支持「技術經濟和社會政治網絡」及「本土創新基礎設施」兩種策略，促使印度在風電產業成功發展(Jolly & Raven, 2015)；在已建立的資通訊技術管轄權要求的背景下，若要發展新興的數位行動邏輯，制度興業家透過「嫁接、橋接和脫鉤三個制度興業策略」，進一步促使新興技術的制度化(Tumbas et al., 2018)。

(五) 如何使企業進行技術創新

當新技術在產業中開始萌芽後，有新的監管組織制定新技術標準後，企業就能在這樣的基礎下，不斷投入資源在技術創新上，才能讓新技術得以發展各

種創新。而促使技術創新產生的方式有很多種，像是組織中每個技術參與者參與一項技術，可導致新興技術路徑的轉變(Garud & Karnøe, 2003)；在新的基礎科學發明後，以此為核心技術進行後續研究、商業化發展，會產生許多衍生的創新技術，這些創新技術如果可以因應市場變化，就會成為新的機會為企業增強競爭能力(Kim & Kogut, 1996)；透過外部資源的開放式創新，可以促進產業中的企業產生技術創新(Ili et al., 2010)；透過學研產業網絡及將企業集中園區，可提升產業及國家技術能力(Dewick & Miozzo, 2004; Lee & Von Tunzelmann, 2005; Hess & Rothaermel, 2011)；透過相關領域的技術諮詢策略，可制定適當的技術策略以解決現有的技術問題，促使技術創新(Bhatt, 1975)。

三、組織化時期的議題

突破性技術制度化的晚期階段是「組織化時期」，主要探討的重點是將新技術所衍生的新產品或新服務推向市場，如何讓創新產品或新服務可以被市場接受所需要克服的制度障礙過程，企業需要解決創新技術可能衍生的問題或避免與現有利益相關者產生衝突，才能讓突破性技術產品市場化。因此對應「新商業模式出現」、「主導設計出現」、「新市場出現」、「新產品/新服務市佔率提高」、「成熟企業失去市場」這五個組織化時期的階段指標，在「組織化時期」有以下五個重要的議題方向：「使用新商業模式以獲得市場」、「如何創造新的市場需求」、「企業因應市場需求開發創新產品」、「新技術產品進入市場的策略」、「成熟企業發展新技術轉型」，本研究整理過去文獻中針對這五個議題探討的內容歸納如下：

(一) 使用新商業模式以獲得市場

新創企業透過新商業模式破壞原本的市場制度，打敗既有佔據市場的大企業來獲取市場，這樣的成功例子越來越多，像是協作消費平台 Uber 透過破壞原有制度方式，產生市場混亂來佔據既有市場(Laurell & Sandström, 2016)；因著 ICT 技術發展，使的破壞式創新產生的頻率變高，影響社會和經濟發展(Latzer, 2009)；電子書出版帶來圖書生產、發行和使用過程整體變化(Wilson, 2014)；區塊鏈技術透過使用加密貨幣建立新的制度，可與其他資本主義的經濟制度競爭，使加密貨幣發明的分佈式分類帳技術被當作是一種新的通用技術，透過交易或記錄數據庫的共識，廣泛應用在經濟活動中(Davidson et al., 2016)。

(二) 如何創造新的市場需求

創造新市場指的是透過創新技術創造新的市場需求，像是 Sun Microsystems

透過對 Java 技術的贊助策略，促使競爭者同意使用共同標準，讓市場廣泛接受衍生的新產品(Garud et al., 2002)；企業透過成功故事願景，讓組織社群會員認可組織領導者，促使會員對新型企業軟體專業服務自動化關注，進而影響資通訊技術創新被廣泛傳播及採用(Wang & Swanson, 2007)；電子商務可以在新技術發展早期階段被廣泛採用主要是原因有兩個，一個是來自於企業客戶的外部壓力要求使用新技術，另一個是企業內部專家為了提高效率和降低成本要求企業使用新技術(Hertwig, 2012)；透過政府和企業的傳播，促使資通訊技術成為大眾化的技術(Kvasny & Truex, 2001)。

(三) 企業因應市場需求開發創新產品

企業常因應市場需求，透過企業內部的研發部門開發各種創新技術產品，當創新技術產品能夠佔據更大市場，會開始出現產品設計標準化或主導設計產品出現，因此切中市場需求開發產品非常重要。有研究調查巴西的創新是以市場導向的創新，透過市場導向進一步考慮內部和外部的研發活動及商品發佈活動(Frank et al., 2016)；有學者研究認為電信產業因著創新制度提供的協調能力，有目的的解決市場問題，領導了許多重大技術創新，使得電信產業具有很強的研發實力(Godoe, 2000)；透過肺癌治療藥物研究顯示，問題驅動下促使生物製藥產業產生創新，透過共享數據的公衛政策，幫助解決問題、促進創新、提供更好的療程和醫療生態系統，也使得技術領先的大企業有強烈動機去找創新技術以解決問題、實現利潤壟斷並維持大企業的競爭優勢(Coccia, 2016)。

(四) 新技術產品進入市場的策略

新技術產品進入市場的策略是指一個創新產品開發完成進入市場需要取得許多消費者的認同，才能讓創新產品可以銷售成功，市占率提升，企業需要透過策略行動讓市場的消費者可以接受創新技術產品，像是有研究指出原本攝影是一種高度專業化的技術活動，企業家柯達透過話語策略(discursive strategies)轉變其意義，讓新技術被社會大眾廣泛接受，使得攝影從一種高度專業化技術活動，轉變成為每個人日常生活不可或缺的一部分(Munir & Phillips, 2005)；企業家愛迪生將新發明電燈技術與天然氣照明的制度力量相結合，先在新穎性及熟悉性找到平衡點讓客戶接受，最終取代舊有的天然氣照明(Hargadon & Douglas, 2001)。有學者透過韓國 D-RAM、汽車、行動電話、消費性電子產品、個人電腦和車床產業經驗設計出技術和市場追趕模型及發展策略(Lee & Lim, 2001)。

(五) 成熟企業發展新技術轉型

成熟企業為了發展新技術，需要改變原本企業文化或企業策略結構，以因應新技術發展，有學者研究指出透過企業的「排放標準、績效標準、交易許可和拍賣許可」這四種政策工具，提供了企業進行環境改善研發的激勵措施，促使企業轉型(Montero, 2002)；透過 CarCorp 企業個案研究發現，企業透過「反射性分歧、想像性投射和消除性探索」三個不同策略機制促使企業內的創新技術得以發展(Henfridsson & Yoo, 2014)。有些既有企業會率先進行突破性技術創新而讓績效提高，但有些既有企業卻沒有甚至因此倒閉，造成阻礙現有企業適應突破性技術的因素，主要來自於企業本身是否鼓勵及資助企業內部新技術發展的自主行動，及是否有商業化的配套資產(Hill & Rothaermel, 2003)。雖然破壞式創新強調破壞市場及促使現有企業毀滅，但是也有學者提出，在許多高科技產業中，常會發現新進企業和成熟企業共存的現象，因此也可能透過大型企業和新進企業互補創新方式讓彼此都擁有市場以及獲利(Rothaermel, 2000)。

四、討論

為了讓讀者可以具體了解突破性技術創新與漸進式技術創新和破壞式創新在制度化過程上的差別，接下來會舉實際例子說明，並透過台灣或美國案例說明為什麼突破性技術創新的整體觀對於突破性技術創新的重要性。

漸進式技術創新的制度化過程，因為都是因應市場需求而在現有的技術軌跡上進行技術調整或改進的創新，不需要經歷複雜的資本化時期面對傳統技術社群及傳統投資者的質疑，也不需要經歷正當化時期面對國家法規管制的阻力以及社會大眾接受度的阻力。目前的台灣半導體產業就是很典型的漸進式技術創新。企業遵循所謂的摩爾定律(Moore's law)，透過不斷投入研發先進製程工藝，在同樣的技術軌跡上發展技術創新，造就出全世界晶片製造代工龍頭台積電(TSMC)，個人電腦、網際網路、智慧型手機...等發展也與摩爾定律息息相關。此種創新在資本化及正當化這兩個時期的遊戲規則已經很明確，不需要與既有制度衝撞，唯一存在變數的是組織化時期，可能會因為環境改變(譬如 COVID-19)而讓整個供應鏈或價值鏈重組，改寫組織化的遊戲規則。

破壞式創新是以新的商業模式提供產品或服務，從低端非主流市場進入後，佔據主流市場，進一步改變產業的遊戲規則，因此只會經歷組織化時期的制度化過程。亞馬遜(Amazon)線上賣書相對於傳統書店就是很典型的破壞式創新的例子，傳統書店賣書具有傳承文化的意義，服務了當時主流客戶(約 20%客戶為書店帶來 80%營收)，而亞馬遜一開始銷售客群是以對傳承文化不感興趣、

想找低價產品及無法常到實體書店的主流客戶(約 80%客戶僅為書店帶來 20% 營收)。亞馬遜掌握了這低端市場客戶後，不斷更新自身產品和服務，再入侵主流市場、甚至到高端市場，最後使得美國許多傳統書店倒閉。因為破壞式創新是破壞原有的商業模式而不是破壞產品或技術，因此可複製同樣的商業模式入侵零售業、物流業、消費科技業、廣告業、食品業、雲端儲存產業，改變產業的遊戲規則(Lin, 2018)。

表 4 不同創新於制度化階段比較

制度化階段	資本化時期	正當化時期	組織化時期
漸進式技術創新	N	N	Y/N
破壞式創新	N	N	Y
突破性技術創新	Y	Y	Y

資料來源：本研究整理

突破性技術創新制度化則需要經歷資本化、正當化、組織化三階段，因為是要發展新的技術軌跡，每個階段都有不同制度環境需要克服、不同制度化要素、不同階段指標要完成，也會有不同行動者推動不同類型的技術創新策略，而且必須要按順序完成資本化時期才能進入正當化時期，完成正當化時期才能進入組織化時期，所以突破性技術往往需要政府主導來開發，透過政策採購、資金補助、國家政策、人才培育、建立新法規...等方式讓突破性技術可以進入產業中發展。

細胞治療藥物相對於傳統的蛋白質藥、化學藥物而言是突破性技術創新。但因為台灣政府缺乏完善的細胞藥物審查法規，在正當化時期發生問題，導致細胞治療在過去很長一段時間都是走灰色地帶，非法在黑市進行醫療及產品銷售，許多病患成為白老鼠，一直無法有效進入組織化時期。美國則因為對於細胞藥物有制定相關法規，讓廠商擁有正當性去開發藥物，也可以透過有效組織的商業模式獲得很高的利潤，例如 2017 年所核准的 CAR-T (chimeric antigen receptor T-cell)藥物治療白血病及淋巴瘤，一個療程便高達 47.5 萬美金，打開了細胞治療癌症的市場(May, 2017)。

電動機車相對於原本的燃油車而言，就是突破性技術創新。但是電動機車在台灣制度化發展過程中，因為第三階段組織化部分出現問題，無法建立好的商業模式，導致如果沒有政府補貼利多條件，就很難讓消費者願意花錢購買電動機車。過去 Gogoro 因為有政府補貼電動機車方案，所以銷售量逐年提升，成為台灣電動機車的龍頭廠商，2020 年因為政府補助從原本獨厚電動機車改成油

電平權，使得 Gogoro 電動機車銷售量整個下跌，而光陽和三陽的環保七期燃油車大賣(江星翰，2021)。

2021 年 12 月 Pfizer / BioNTech 及 Moderna 的兩個 mRNA 疫苗是首先獲得緊急使用授權而上市的 COVID-19 疫苗，是全世界第一次有 mRNA 疫苗商品化的紀錄，且 2021 年這兩間公司已知訂單營收高達 287 億美元(蔡雪綸，2021)。mRNA 疫苗相較於傳統的蛋白質疫苗屬於突破性技術創新，與傳統蛋白質藥物/疫苗相比，mRNA 藥物/疫苗優勢在於只要找到致病蛋白質或新興傳染病的基因序列，便可快速設計相對應的 mRNA 藥物/疫苗，這也是 COVID-19 mRNA 疫苗可如此快速開發上市的原因。這是突破性技術創新完成資本化時期、正當化時期以及組織化時期的實例，從突破性技術轉移、新創公司設立、獲得投資、國家新治療法規建立、產品上市許可總共花了 20 年以上的時間，從 2000 年開始 Moderna、BioNTech 及 CureVac 等生技公司，投入 mRNA 藥物/疫苗開發，但因 mRNA 的安定性差、易被分解、進入細胞效率不高、在人體中有機會誘發免疫原反應...等技術瓶頸，遲遲未有 mRNA 藥物/疫苗上市，近幾年來隨著技術進展讓 mRNA 技術克服瓶頸(蔡維原，2021)。若不是因為 COVID-19 疫情加速 mRNA 產品開發，mRNA 技術商品化可能還需要更長的時間才能完成整個制度化。

五、未來發展建議與研究限制

透過上述整合性框架的議題分類整理，可以得知不同學者在研究突破性技術制度化所探究的「制度議題」內容都差異很大，代表著突破性技術發展不能只靠一個制度條件就可以達成，需要突破多個不同制度條件限制，才能順利在產業中各階段發展。

過往突破性技術制度化研究常常是學者選定一種新技術，探討某個制度時期的一個特定議題，沒辦法很完整看到整個新技術制度化過程，沒有一項「突破性技術」在「資本化時期」、「正當化時期」、「組織化時期」三個制度化階段都有探討，這是一件有趣的發現，代表要探討「單一突破性技術」的整個制度化過程是很不容易的，許多新興的突破性技術研究，學者們都只探討初期「資本化時期」階段所發生的制度困難點，但卻沒有進一步探討解決這時期制度困難點後，下個階段「正當化時期」所克服的制度問題，以及「組織化時期」所面對的制度挑戰，像是「再生醫學技術」(Jain & George, 2007; Sotarauta & Mustikkamäki, 2015)、「碳中和技術」(Bergek et al., 2008)、「燃料電池技術」(Van den Hoed, 2007; Gao et al., 2016)...等新興突破性技術，都是可以再進一步探究下一個制度化階段「正當化時期」或「組織化時期」的制度化議題，如果能夠有

一個突破性技術可以從「資本化時期」、「正當化時期」和「組織化時期」三個階段都進行研究分析，就可以讓研究者知道單個突破性技術的制度化全貌，而非只是解決突破性技術的在某時期的一個制度化問題點而已。

在「資本化時期」雖然已有許多研究「探討學研單位技術轉移到企業」，但大多數都是以學校為主體探討技轉到企業遇到的狀況，缺乏以企業視角了解學校技術轉移後對企業的影響。另外，關於「新技術衍生新創企業」部分，著重在技術創業議題，以創業家視角看這件事，缺乏探討新創企業如何獲得投資這方面研究，以及如何促使技術創業成功率增加，這方面研究對於突破性新技術從學研單位轉移到產業過程中非常重要。

在「正當化時期」雖然已有許多研究探討「如何讓新技術獲得許可或具備正當性」，但大多數研究都是探討新技術如何獲得正當性以及被社會大眾支持，缺乏探討新技術如何獲得許可這一塊？尤其是如何建立新技術的監管制度？關於「如何使企業進行技術創新」部分缺乏文獻探討新監管組織如何出現？以及新監管組織如何協助企業發展技術創新？這樣的研究在政府監管度高的生醫產業非常重要，完善的監管策略或法規會促使更多企業願意投入在新技術開發。

在「組織化時期」雖然已有許多研究探討新創企業「使用新商業模式以獲得市場」，但缺乏進一步探討這些新商業模式成功的因素，只是看到各別破壞原有制度來獲取市場的現象，不見得任何新商業模式就能創造成功。「如何創造新的市場需求」研究中缺乏文獻探討出現主導設計產品原因？所以可以進一步探討主導設計形成的因素。在探討「成熟企業發展新技術轉型」研究方面缺乏文獻探討成熟企業如何失去市場的因素，透過這樣的分析，可以在成熟企業出現可能失去市場的徵兆時，內部組織整頓做轉型避免成熟企業失去市場。

透過本研究的突破性技術制度框架分析，可以看到過去對於整個突破性技術制度化階段看不到的制度問題，也能進一步剖析不同研究議題為突破性技術制度化發展所帶來的意義，成為不同學者在探討「突破性技術的制度化」主題一個很好的研究分析平台，也能讓不同類型創新的突破性技術可以有共同的分析語言，讓突破性技術分析可以在每個不同議題下更深入探究裡面的各個因素，而不是像蜻蜓點水般點到為止。

期待本研究未來可以促使在「突破性技術的制度化」研究議題中，讓更多學者投入，也能讓新技術在產業中的制度化過程發展可以更加明確，進一步在實務上成為國家政策及產業規劃的一個指引方針，各國政府可以針對國內新興技術在產業中發展的不同階段，給予不同適合的政策激勵、有效監管或支持行動，加速新興技術的發展，而不會因一個新興技術出現，就需要產業內的行動

者摸著石頭過河，政府也不清楚技術目前發展階段所需的要件而處於觀望狀態，如果可以更清楚知道突破性技術的制度化過程，政府可以轉變為更積極主導態度，制訂該新技術的相關政策、有效的引導產業中發展新興技術，也能讓投入新興技術的企業或風險投資者可以更有信心支持新興技術發展。

透過本研究可以提供企業幾個管理意涵：第一，企業在發展突破性技術創新時，可透過此整合性概念框架的階段指標，了解目前企業所發展的突破性技術制度化在哪個階段，透過將突破性技術創新的制度化時期定位，幫助企業釐清需要採取什麼樣的策略行動，以及需要什麼樣的行動者來對抗新之不力的制度環境。第二，企業透過整合性概念框架了解突破性技術制度化在哪個階段，可以幫助企業了解要將新技術商品化後佔領市場並販售，還需要突破哪些關卡，並預測還需要投入多少資源及佈局哪些人力，進行產品開發，以求精準達成所有時期的階段指標，減少支出浪費，讓企業可以更好的在產業中存活。

本研究是透過實務上在產業中看到突破性技術創新發展的制度化過程碰到各種問題，透過文獻回顧的文章寫法，整理歸納出突破性技術創新的制度化整合性概念框架，因此會有些研究限制：第一，在不同產業的突破性技術創新的制度化過程，因著產業別不同，在資本化、正當化、組織化三個制度化階段，可能技術制度化過程需要突破的重點會不一樣，有可能在本研究中會有遺漏的部分。第二，本篇文章是屬於理論回顧文章，所建構的整合性概念框架需要透過實際突破性技術創新個案進一步驗證，所選取的突破性技術也會根據在技術發展軌跡階段不同，而決定此突破性技術的成熟度，以及在制度化過程的階段指標不同。

表 5 整合性框架之議題及研究缺口

制度化階段	研究議題設定	相關研究文獻	研究缺口
資本化時期	1.探討學研單位技術轉移到企業相關議題	Krücken (2003) ; Sine et al. (2003) ; Colyvas (2007)	1.以企業視角了解學校技術轉移後對企業的影響。
	2.新技術衍生新創企業相關議題	Owen-Smith & Powell (2001) ; Wright et al. (2004) ; Siegel & Phan (2005) ; Lynskey (2006) ; Beckman et al. (2012) ; Wright (2014) ; Audretsch & Caiazza (2016)	2.新創企業如何獲得投資？ 3.如何促使技術創業成功率增加？
	3.新技術獲得支持及克服統技術社群的質疑相關議題	Walker (2000) ; Naphade et al. (2011) ; Auplat & Zucker (2014) ; Geissinger et al. (2019)	-

制度化階段	研究議題設定	相關研究文獻	研究缺口
	4.探討學研單位與企業策略聯盟合作相關議題	George et al. (2002) ; Santoro & Chakrabarti (2002) ; Grant & Baden-Fuller (2004) ; Perkmann & Walsh (2007) ; Sotarauta & Mustikkamäki (2015)	-
	5.促使技術創新發展的因素	Sapienza (1989) ; Kemp (1994) ; Kostoff (1999) ; Van den Ende & Kemp (1999) ; Crommelin et al. (2003) ; Poetz & Prügl (2010)	-
正當化時期	1.國家發展新技術的政策規劃	Casper (1999) ; Casper (2000) ; Audretsch & Elston (2006) ; Lewis & Wiser (2007) ; Van den Hoed (2007) ; Gustafsson (2010) ; Gao et al. (2016) ; Reischauer (2018)	-
	2.產業中的新技術標準建立	Egyedi (2000) ; Wang & Swanson (2007) ; Teigland et al. (2013)	-
	3.如何讓新技術獲得許可或具備正當性	Christiaanse & Huigen (1997) ; Jain & George (2007) ; Bergek et al. (2008) ; Binz et al. (2016) ; Markard et al. (2016)	1.新技術如何獲得許可？ 2.如何建立新技術的監管制度？
	4.企業發展新技術策略	Jolly & Raven (2015) ; Smink et al. (2015) ; Tumbas et al. (2018)	-
	5.如何使企業進行技術創新	Bhatt (1975) ; Kim & Kogut (1996) ; Garud & Karnøe (2003) ; Dewick & Miozzo (2004) ; Lee & Von Tunzelmann (2005) ; Ili et al. (2010) ; Hess & Rothaermel (2011)	3.新監管組織如何出現及協助企業發展技術創新？
組織化時期	1.使用新商業模式以獲得市場	Latzer (2009) ; Wilson (2014) ; Davidson et al. (2016) ; Laurell & Sandström (2016)	1.造成新商業模式成功的因素？
	2.如何創造新的市場需求	Kvasny & Truex (2001) ; Garud et al. (2002) ; Wang & Swanson (2007) ; Hertwig (2012)	2.主導設計如何形成？
	3.企業因應市場需求開發創新產品	Godoe (2000) ; Coccia (2016) ; Frank et al. (2016)	-
	4.新技術產品進入市場的策略	Hargadon & Douglas (2001) ; Lee & Lim (2001) ; Munir & Phillips (2005)	-
	5.成熟企業發展新技術轉型	Rothaermel (2000) ; Montero (2002) ; Hill & Rothaermel (2003) ; Henfridsson & Yoo (2014)	3.成熟企業如何失去市場？

資料來源：本研究整理

參考文獻

- 江星翰，2021，「電動機車大戰政策利多掀戰火 光陽、三陽電車圍剿 Gogoro」，
https://www.mirrormedia.mg/story/20210426fin001/?utm_source=mmweb&utm_medium=editorchoice, accessed on April 30, 2021。(Jiang, S. H., 2021, “The Electric Motorcycles Wage War to Bullish Policy: Kymco and Sym Encircle and Suppress Gogoro,”
https://www.mirrormedia.mg/story/20210426fin001/?utm_source=mmweb&utm_medium=editorchoice, accessed on April 30, 2021.)
- 蔡雪綸，2021，「COVID-19 疫苗領跑者優勢！輝瑞疫苗 2021 年銷售額預計達 150 億美元」，
<http://www.genetinfo.com/international-news/item/45424.html>, accessed on May 1, 2021。(Tsai, H. L., 2021, “The COVID-19 Vaccine Leader Advantage! Pfizer Vaccine Sales will be Expected to Reach 15 Billion US Dollars in 2021,”
<http://www.genetinfo.com/international-news/item/45424.html>, accessed on May 1, 2021.)
- 蔡維原，2021，「淺談 mRNA 藥物發展近況」，
https://www.moea.gov.tw/MNS/doit/industrytech/IndustryTech.aspx?menu_id=13545&it_id=357, accessed on April 30, 2021。(Tsai, W. Y., 2021, “Talking about the Recent Development of mRNA Drugs,”
https://www.moea.gov.tw/MNS/doit/industrytech/IndustryTech.aspx?menu_id=13545&it_id=357, accessed on April 30, 2021.)
- Dindo Lin，2018，「從亞馬遜賣書到世界首富，貝佐斯的戰略與爭議」，
<https://technews.tw/2018/08/06/from-books-to-behemoth-amazon-jeff-bezos/>, accessed on May 1, 2021。(Lin, D., 2018, “Bezos’ Strategy and Controversy from Amazon Selling Books to the World’s Richest Man,”
<https://technews.tw/2018/08/06/from-books-to-behemoth-amazon-jeff-bezos/>, accessed on May 1, 2021.)
- May，2017，「CAR-T 引爆腫瘤治療戰火、台廠拚突圍」，
<https://iknow.stpi.narl.org.tw/Post/Read.aspx?PostID=13905>, accessed on May 1, 2021。(May, 2017, “Taiwan Biotechnology Companies Fight to Break through Cancer Treatment Wars by CAR-T Cell Therapy,”
<https://iknow.stpi.narl.org.tw/Post/Read.aspx?PostID=13905>, accessed on May 1, 2021.)
- Abernathy, W. J. and Clark, K. B., 1985, “Innovation: Mapping the Winds of Creative Destruction,” **Research Policy**, Vol. 14, No. 1, 3-22.
- Abernathy, W. J. and Utterback, J. M., 1978, “Patterns of Industrial Innovation,” **Technology**

Review, Vol. 80, No. 7, 40-47.

- Anand, J., Oriani, R., and Vassolo, R. S., 2010, "Alliance Activity as a Dynamic Capability in the Face of a Discontinuous Technological Change," **Organization Science**, Vol. 21, No. 6, 1213-1232.
- Anderson, P. and Tushman, M. L., 1990, "Technological Discontinuities and Dominant Designs: A Cyclical Model of Technological Change," **Administrative Science Quarterly**, Vol. 35, No. 4, 604-633.
- Asheim, B. T. and Isaksen, A., 1997, "Location, Agglomeration and Innovation: Towards Regional Innovation Systems in Norway?" **European Planning Studies**, Vol. 5, No. 3, 299-330.
- Audretsch, D. and Caiazza, R., 2016, "Technology Transfer and Entrepreneurship: Cross-national Analysis," **The Journal of Technology Transfer**, Vol. 41, No. 6, 1247-1259.
- Audretsch, D. B. and Elston, J. A., 2006, "Can Institutional Change Impact High-technology Firm Growth? Evidence from Germany's Neuer Markt," **Journal of Productivity Analysis**, Vol. 25, No. 1-2, 9-23.
- Auplat, C. A. and Zucker, L. G., 2014, "Institutional Entrepreneurship Dynamics: Evidence from the Development of Nanotechnologies," **Annals of Economics and Statistics**, Special Issue, No. 115/116, 197-220.
- Bagozzi, R. P., 2007, "The Legacy of the Technology Acceptance Model and a Proposal for a Paradigm Shift," **Journal of the Association for Information Systems**, Vol. 8, No. 4, 3.
- Banbury, C. M. and Mitchell, W., 1995, "The Effect of Introducing Important Incremental Innovations on Market Share and Business Survival," **Strategic Management Journal**, Vol. 16, No. S1, 161-182.
- Beckert, J., 1999, "Agency, Entrepreneurs, and Institutional Change. The Role of Strategic Choice and Institutionalized Practices in Organizations," **Organization Studies**, Vol. 20, No. 5, 777-799.
- Beckman, C., Eisenhardt, K., Kotha, S., Meyer, A., and Rajagopalan, N., 2012, "Technology Entrepreneurship," **Strategic Entrepreneurship Journal**, Vol. 6, No. 2, 89-93.
- Bergek, A., Jacobsson, S., and Sandén, B. A., 2008, "Legitimation and Development of Positive Externalities: Two Key Processes in the Formation Phase of Technological Innovation Systems," **Technology Analysis & Strategic Management**, Vol. 20, No. 5, 575-592.
- Bhatt, V. V., 1975, "On Technology Policy and its Institutional Frame," **World Development**, Vol. 3, No. 9, 651-663.

- Bijker, W. E., Hughes, T. P., and Pinch, T., 2012, **The Social Construction of Technological Systems: New Directions in the Sociology and History of Technology**, 1st, Cambridge: The MIT Press.
- Binz, C., Harris-Lovett, S., Kiparsky, M., Sedlak, D. L., and Truffer, B., 2016, “The Thorny Road to Technology Legitimation - Institutional Work for Potable Water Reuse in California,” **Technological Forecasting and Social Change**, Vol. 103, No. C, 249-263.
- Bower, J. L. and Christensen, C. M., 1995, “Disruptive Technologies: Catching the Wave.” **Harvard Business Review**, Vol. 43., 43-53.
- Breschi, S. and Malerba, F., 1997, “Sectoral Innovation Systems: Technological Regimes, Schumpeterian Dynamics, and Spatial Boundaries,” **Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations**, Vol. 1, No. 6, 130-156.
- Campbell, T. A. and Ivanova, O. S., 2013, “Additive Manufacturing as a Disruptive Technology: Implications of Three-dimensional Printing,” **Technology & Innovation**, Vol. 15, No. 1, 67-79.
- Carlsson, B. and Eliasson, G., 1994, “The Nature and Importance of Economic Competence,” **Industrial and Corporate Change**, Vol. 3, No. 3, 687-711.
- Carlsson, B., Jacobsson, S., Holmén, M., and Rickne, A., 2002, “Innovation Systems: Analytical and Methodological Issues,” **Research Policy**, Vol. 31, No. 2, 233-245.
- Carlsson, B. and Stankiewicz, R., 1991, “On the Nature, Function and Composition of Technological Systems,” **Journal of Evolutionary Economics**, Vol. 1, No. 2, 93-118.
- Casper, S., 1999, “National Institutional Frameworks and High-technology Innovation in Germany: The Case of Biotechnology.” **WZB Berlin Social Science Center**, Vol. 32, No. FS, 99-306.
- Casper, S., 2000, “Institutional Adaptiveness, Technology Policy, and the Diffusion of New Business Models: The Case of German Biotechnology,” **Organization Studies**, Vol. 21, No. 5, 887-914.
- Chen, C.-J., 2009, “Technology Commercialization, Incubator and Venture Capital, and New Venture Performance,” **Journal of Business Research**, Vol. 62, No. 1, 93-103.
- Chesbrough, H. W., 2003, **Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology**, 1st, Boston: Harvard Business School Press.
- Christensen, C. M., 1997, **The Innovator’s Dilemma**, 1st, Boston: Harvard Business School Press.
- Christensen, C. M., 2013, **The Innovator’s Dilemma: When New Technologies Cause Great Firms to Fail**, 1st, Boston: Harvard Business Review Press.
- Christensen, C. M., Raynor, M. E., and McDonald, R., 2015, “What is Disruptive

- Innovation,” **Harvard Business Review**, Vol. 93, No. 12, 44-53.
- Christensen, C. M. and Rosenbloom, R. S., 1995, “Explaining the Attacker’s Advantage: Technological Paradigms, Organizational Dynamics, and the Value Network,” **Research Policy**, Vol. 24, No. 2, 233-257.
- Christiaanse, E. and Huigen, J., 1997, “Institutional Dimensions in Information Technology Implementation in Complex Network Settings,” **European Journal of Information Systems**, Vol. 6, No. 2, 77-85.
- Coccia, M., 2016, “Problem-driven Innovations in Drug Discovery: Co-evolution of the Patterns of Radical Innovation with the Evolution of Problems,” **Health Policy and Technology**, Vol. 5, No. 2, 143-155.
- Colyvas, J. A., 2007, “From Divergent Meanings to Common Practices: The Early Institutionalization of Technology Transfer in the Life Sciences at Stanford University,” **Research Policy**, Vol. 36, No. 4, 456-476.
- Cooke, P., Uranga, M. G., and Etxebarria, G., 1997, “Regional Innovation Systems: Institutional and Organisational Dimensions,” **Research Policy**, Vol. 26, No. 4-5, 475-491.
- Cooke, P., Boekholt, P., and Todtling, F., 2000, **The Governance of Innovation in Europe: Regional Perspectives on Global Competitiveness**, 1st, London: Cengage Learning EMEA.
- Crommelin, D. J., Storm, G., Verrijck, R., de Leede, L., Jiskoot, W., and Hennink, W. E., 2003, “Shifting Paradigms: Biopharmaceuticals versus Low Molecular Weight Drugs,” **International Journal of Pharmaceutics**, Vol. 266, No. 1-2, 3-16.
- Daim, T. U., Rueda, G., Martin, H., and Gerdtsri, P., 2006, “Forecasting Emerging Technologies: Use of Bibliometrics and Patent Analysis,” **Technological Forecasting and Social Change**, Vol. 73, No. 8, 981-1012.
- Davidson, S., De Filippi, P., and Potts, J., 2016, “Disrupting Governance: The New Institutional Economics of Distributed Ledger Technology,” <https://ssrn.com/abstract=2811995>, accessed on April 10, 2021.
- Dewar, R. D. and Dutton, J. E., 1986, “The Adoption of Radical and Incremental Innovations: An Empirical Analysis,” **Management Science**, Vol. 32, No. 11, 1422-1433.
- Dewick, P. and Miozzo, M., 2004, “Networks and Innovation: Sustainable Technologies in Scottish Social Housing,” **R&D Management**, Vol. 34, No. 3, 323-333.
- DiMaggio, P., 1988, “Interest and Agency in Institutional Theory,” **Institutional Patterns and Organizations Culture and Environment**, Vol.1, No. 1, 3-21.
- Dodgson, M. and Rothwell, R., 1995, **The Handbook of Industrial Innovation**, 1st,

- Cheltenham and Northampton: Edward Elgar Publishing.
- Dosi, G., 1982a, “Technological Paradigms and Technological Trajectories,” **Research Policy**, Vol. 2, No. 3, 147-62.
- Dosi, G., 1982b, “Technological Paradigms and Technological Trajectories: A Suggested Interpretation of the Determinants and Directions of Technical Change,” **Research Policy**, Vol. 11, No. 3, 147-162.
- Edquist, C., 1997, **Systems of Innovation: Technologies, Institutions, and Organizations**, 1st, London and New York: Psychology Press.
- Egyedi, T. M., 2000, “Institutional Dilemma in ICT Standardization: Coordinating the Diffusion of Technology,” **Information Technology Standards and Standardization: A Global Perspective**, Vol. 48, No.4, 48-62.
- Forbes, D. P. and Kirsch, D. A., 2011, “The Study of Emerging Industries: Recognizing and Responding to Some Central Problems,” **Journal of Business Venturing**, Vol. 26, No. 5, 589-602.
- Frank, A. G., Cortimiglia, M. N., Ribeiro, J. L. D., and de Oliveira, L. S., 2016, “The Effect of Innovation Activities on Innovation Outputs in the Brazilian Industry: Market-orientation vs. Technology-acquisition Strategies,” **Research Policy**, Vol. 45, No. 3, 577-592.
- Freeman, C., 1987, **Technology, Policy, and Economic Performance: Lessons from Japan**, 1st, London: Burns & Oates.
- Freeman, C. and Soete, L., 1997, **The Economics of Industrial Innovation**, 1st, Cambridge: The MIT Press.
- Friedman, A. L., 1994, “The Information Technology Field: Using Fields and Paradigms for Analyzing Technological Change,” **Human Relations**, Vol. 47, No. 4, 367-392.
- Frishammar, J., Lichtenthaler, U., and Rundquist, J., 2012, “Identifying Technology Commercialization Opportunities: The Importance of Integrating Product Development Knowledge,” **Journal of Product Innovation Management**, Vol. 29, No. 4, 573-589.
- Gao, P., Kaas, H.-W., Mohr, D., and Wee, D., 2016. “Disruptive Trends that will Transform the Auto Industry,” McKinsey & Company.
<https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/industries/automotive%20and%20assembly/our%20insights/disruptive%20trends%20that%20will%20transform%20the%20auto%20industry/auto%202030%20report%20jan%202016.pdf>
- Garcia, R. and Calantone, R., 2002, “A Critical Look at Technological Innovation Typology and Innovativeness Terminology: A Literature Review,” **Journal of Product Innovation Management**, Vol. 19, No. 2, 110-132.

- Garud, R., Jain, S., and Kumaraswamy, A., 2002, "Institutional Entrepreneurship in the Sponsorship of Common Technological Standards: The Case of Sun Microsystems and Java," **Academy of Management Journal**, Vol. 45, No. 1, 196-214.
- Garud, R. and Karnøe, P., 2003, "Bricolage versus Breakthrough: Distributed and Embedded Agency in Technology Entrepreneurship," **Research Policy**, Vol. 32, No. 2, 277-300.
- Gatignon, H., Tushman, M. L., Smith, W., and Anderson, P., 2002, "A Structural Approach to Assessing Innovation: Construct Development of Innovation Locus, Type, and Characteristics," **Management Science**, Vol. 48, No. 9, 1103-1122.
- Geels, F. W., 2005, **Technological Transitions and System Innovations: A Co-evolutionary and Socio-technical Analysis**, 1st, Cheltenham and Northampton: Edward Elgar Publishing.
- Geissinger, A., Laurell, C., Sandström, C., Eriksson, K., and Nykvist, R., 2019, "Digital Entrepreneurship and Field Conditions for Institutional Change—investigating the Enabling Role of Cities," **Technological Forecasting and Social Change**, Vol. 146, No. C, 877-886.
- George, G., Rao-Nicholson, R., Corbishley, C., and Bansal, R., 2015, "Institutional Entrepreneurship, Governance, and Poverty: Insights from Emergency Medical Response Services in India," **Asia Pacific Journal of Management**, Vol. 32, No. 1, 39-65.
- George, G., Zahra, S. A., and Wood Jr., D. R., 2002, "The Effects of Business-university Alliances on Innovative Output and Financial Performance: A Study of Publicly Traded Biotechnology Companies," **Journal of Business Venturing**, Vol. 17, No. 6, 577-609.
- Godoe, H., 2000, "Innovation Regimes, R&D and Radical Innovations in Telecommunications," **Research Policy**, Vol. 29, No. 9, 1033-1046.
- Grant, R. M. and Baden-Fuller, C., 2004, "A Knowledge Accessing Theory of Strategic Alliances," **Journal of Management Studies**, Vol. 41, No. 1, 61-84.
- Gustafsson, R., 2010, **Awareness, Institutional Entrepreneurship, and Contradictions in Emerging Technological Fields**, PhD Thesis, Helsinki University of Technology.
- Hamel, G., 2001, "Leading the Revolution : An Interview with Gary Hamel," **Strategy & Leadership**, Vol. 29, No. 1, 4-10.
- Hargadon, A. B. and Douglas, Y., 2001, "When Innovations Meet Institutions: Edison and the Design of the Electric Light," **Administrative Science Quarterly**, Vol. 46, No. 3, 476-501.
- Henfridsson, O. and Yoo, Y., 2014, "The Liminality of Trajectory Shifts in Institutional Entrepreneurship," **Organization Science**, Vol. 25, No. 3, 932-950.
- Hertwig, M., 2012, "Institutional Effects in the Adoption of E-business-technology: Evidence

- from the German Automotive Supplier Industry,” **Information and Organization**, Vol. 22, No. 4, 252-272.
- Hess, A. M. and Rothaermel, F. T., 2011, “When are Assets Complementary? Star Scientists, Strategic Alliances, and Innovation in the Pharmaceutical Industry,” **Strategic Management Journal**, Vol. 32, No. 8, 895-909.
- Hill, C. W. and Rothaermel, F. T., 2003, “The Performance of Incumbent Firms in the Face of Radical Technological Innovation,” **Academy of Management Review**, Vol. 28, No. 2, 257-274.
- Hoffman, A. J., 1999, “Institutional Evolution and Change: Environmentalism and the US Chemical Industry,” **Academy of Management Journal**, Vol. 42, No. 4, 351-371.
- Hwang, J. and Christensen, C. M., 2008, “Disruptive Innovation in Health Care Delivery: A Framework for Business-model Innovation,” **Health Affairs**, Vol. 27, No. 5, 1329-1335.
- Iansiti, M. and Levien, R., 2004, **Keystones and Dominators: Framing Operating and Technology Strategy in a Business Ecosystem**, 1st, Boston: Harvard Business School.
- Ili, S., Albers, A., and Miller, S., 2010, “Open Innovation in the Automotive Industry,” **R&D Management**, Vol. 40, No. 3, 246-255.
- Jain, S. and George, G., 2007, “Technology Transfer Offices as Institutional Entrepreneurs: The Case of Wisconsin Alumni Research Foundation and Human Embryonic Stem Cells,” **Industrial and Corporate Change**, Vol. 16, No. 4, 535-567.
- Jolly, S. and Raven, R., 2015, “Collective Institutional Entrepreneurship and Contestations in Wind Energy in India,” **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, Vol. 42, No. C, 999-1011.
- Kazanjian, R. K., 1988, “Relation of Dominant Problems to Stages of Growth in Technology-based New Ventures,” **Academy of Management Journal**, Vol. 31, No. 2, 257-279.
- Kemp, R., 1994, “Technology and the Transition to Environmental Sustainability: The Problem of Technological Regime Shifts,” **Futures**, Vol. 26, No. 10, 1023-1046.
- Kim, D.-J. and Kogut, B., 1996, “Technological Platforms and Diversification,” **Organization Science**, Vol. 7, No. 3, 283-301.
- Kim, S. K., Lee, B. G., Park, B. S., and Oh, K. S., 2011, “The Effect of R&D, Technology Commercialization Capabilities and Innovation Performance,” **Technological and Economic Development of Economy**, Vol. 17, No. 4, 563-578.
- Kostoff, R. N., 1999, “Science and Technology Innovation,” **Technovation**, Vol. 19, No. 10, 593-604.
- Krücken, G., 2003, “Mission Impossible? Institutional Barriers to the Diffusion of the ‘Third

- Academic Mission' at German Universities," **International Journal of Technology Management**, Vol. 25, No. 1-2, 18-33.
- Kuhn, T. S., 1962, **The Structure of Scientific Revolutions**, 1st, Chicago and London: The University of Chicago Press.
- Kvasny, L. and Truex, D., 2001, "Defining away the Digital Divide: A Content Analysis of Institutional Influences on Popular Representations of Technology," **Working Conference on Realigning Research and Practice in Information Systems Development: The Social and Organizational Perspective**, Springer, Boston, MA.
- Landoni, M., 2017, "Innovation Policy in Progress. Institutional Intermediation in Public Procurement of Innovation: Satellite Telecommunications in Italy," **R&D Management**, Vol. 47, No. 4, 583-594.
- Latzer, M., 2009, "Information and Communication Technology Innovations: Radical and Disruptive?" **New Media & Society**, Vol. 11, No. 4, 599-619.
- Laurell, C. and Sandström, C., 2016, "Analysing Uber in Social Media - Disruptive Technology or Institutional Disruption?" **International Journal of Innovation Management**, Vol. 20, No. 05, 1-19.
- Lee, K. and Lim, C., 2001, "Technological Regimes, Catching-up and Leapfrogging: Findings from the Korean Industries," **Research Policy**, Vol. 30, No. 3, 459-483.
- Lee, T.-L. and Von Tunzelmann, N., 2005, "A Dynamic Analytic Approach to National Innovation Systems: The IC Industry in Taiwan," **Research Policy**, Vol. 34, No. 4, 425-440.
- Lewis, J. I. and Wiser, R. H., 2007, "Fostering a Renewable Energy Technology Industry: an International Comparison of Wind Industry Policy Support Mechanisms," **Energy Policy**, Vol. 35, No. 3, 1844-1857.
- Li, Y.-R., 2009, "The Technological Roadmap of Cisco's Business Ecosystem," **Technovation**, Vol. 29, No. 5, 379-386.
- Louca, I., Freeman, C., Louca, F., Louça, F., Louçã, F., and Iseg, F. L., 2001, **As Time Goes by: From the Industrial Revolutions to the Information Revolution**, 1st, Oxford: Oxford University Press.
- Lucas Jr, H. C. and Goh, J. M., 2009, "Disruptive Technology: How Kodak Missed the Digital Photography Revolution," **The Journal of Strategic Information Systems**, Vol. 18, No. 1, 46-55.
- Lundvall, B. Å., 1985, "Product Innovation and User-producer Interaction," **The Learning Economy and the Economics of Hope**, Vol.19, No. 2, 19-60.
- Lundvall, B. Å., 2010a, **National Systems of Innovation: Toward a Theory of Innovation**

- and Interactive Learning**, 2nd, London, New York and Delhi: Anthem Press.
- Lundvall, B. Å., 2010b, **National Systems of Innovation: Toward a Theory of Innovation and Interactive Learning**, 2nd, London, New York and Delhi: Anthem Press.
- Lynskey, M. J., 2006, "Transformative Technology and Institutional Transformation: Coevolution of Biotechnology Venture Firms and the Institutional Framework in Japan," **Research Policy**, Vol. 35, No. 9, 1389-1422.
- Maguire, S., Hardy, C., and Lawrence, T. B., 2004, "Institutional Entrepreneurship in Emerging Fields: HIV/AIDS Treatment Advocacy in Canada," **Academy of Management Journal**, Vol. 47, No. 5, 657-679.
- Maine, E., & Garnsey, E., 2006, "Commercializing Generic Technology: The Case of Advanced Materials Ventures," **Research Policy**, Vol. 35, No. 3, 375-393.
- Markard, J., Wirth, S., and Truffer, B., 2016, "Institutional Dynamics and Technology Legitimacy - A Framework and a Case Study on Biogas Technology," **Research Policy**, Vol. 45, No. 1, 330-344.
- Markman, G. D., Siegel, D. S., and Wright, M., 2008, "Research and Technology Commercialization," **Journal of Management Studies**, Vol. 45, No. 8, 1401-1423.
- Metcalf, S., 1995, "The Economic Foundations of Technology Policy: Equilibrium and Evolutionary Perspectives," **Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change**, 1st, Oxford: Blackwell, 409-512.
- Montero, J.-P., 2002, "Permits, Standards, and Technology Innovation," **Journal of Environmental Economics and Management**, Vol. 44, No. 1, 23-44.
- Moore, J. F., 1993, "Predators and Prey: A New Ecology of Competition," **Harvard Business Review**, Vol. 71, No. 3, 75-86.
- Moors, E. H. M., Fischer, P.K., Boon, W. P. C., Schellen, F., and Negro, S.O., 2018, "Institutionalisation of Markets: The Case of Personalised Cancer Medicine in the Netherlands," **Technological Forecasting & Social Change**, Vol. 128, No. C, 133-143.
- Munir, K. A. and Phillips, N., 2005, "The Birth of the 'Kodak Moment': Institutional Entrepreneurship and the Adoption of New Technologies," **Organization Studies**, Vol. 26, No. 11, 1665-1687.
- Naphade, M., Banavar, G., Harrison, C., Paraszczak, J., and Morris, R., 2011, "Smarter Cities and Their Innovation Challenges," **Computer**, Vol. 44, No. 6, 32-39.
- Nelson, R. R., 1992, "National Innovation Systems: Retrospective on a Study," **Industrial and Corporate Change**, Vol. 1, No. 2, 347-374.
- Nelson, R. R. and Winter, S. G., 1977, "In Search of a Useful Theory of Innovation," **Research Policy**, Vol. 6, No. 1, 36-76.

- Nordmann, A., 2004, **Converging Technologies: Shaping the Future of European Societies**, 1st, Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.
- Oliver, C., 1991, "Strategic Responses to Institutional Processes," **Academy of Management Review**, Vol. 16, No. 1, 145-179.
- Owen-Smith, J. and Powell, W. W., 2001, "To Patent or Not: Faculty Decisions and Institutional Success at Technology Transfer," **The Journal of Technology Transfer**, Vol. 26, No. 1-2, 99-114.
- Peltoniemi, M. and Vuori, E., 2004, "Business Ecosystem as the New Approach to Complex Adaptive Business Environments," **Proceedings of eBusiness Research Forum**, Vol. 2, No. 22, 267-281.
- Perkmann, M. and Walsh, K., 2007, "University-Industry Relationships and Open Innovation: Towards a Research Agenda," **International Journal of Management Reviews**, Vol. 9, No. 4, 259-280.
- Poetz, M. K. and Prügl, R., 2010, "Crossing Domain-specific Boundaries in Search of Innovation: Exploring the Potential of Pyramiding," **Journal of Product Innovation Management**, Vol. 27, No. 6, 897-914.
- Porter, M. E., 1985, "Technology and Competitive Advantage," **The Journal of Business Strategy**, Vol. 5, No. 3, 60-78.
- Reischauer, G., 2018, "Industry 4.0 as Policy-driven Discourse to Institutionalize Innovation Systems in Manufacturing," **Technological Forecasting and Social Change**, Vol. 132, No. C, 26-33.
- Romanelli, E. and Tushman, M. L., 1994, "Organizational Transformation as Punctuated Equilibrium: An Empirical Test," **Academy of Management Journal**, Vol. 37, No. 5, 1141-1166.
- Rothaermel, F. T., 2000, "Technological Discontinuities and the Nature of Competition," **Technology Analysis & Strategic Management**, Vol. 12, No. 2, 149-160.
- Sahal, D., 1981, "Alternative Conceptions of Technology," **Research Policy**, Vol. 10, No. 1, 2-24.
- Samara, E., Georgiadis, P., and Bakouros, I., 2012, "The Impact of Innovation Policies on the Performance of National Innovation Systems: A System Dynamics Analysis," **Technovation**, Vol. 32, No. 11, 624-638.
- Sandberg, B. and Aarikka-Stenroos, L., 2014, "What Makes it so Difficult? A Systematic Review on Barriers to Radical Innovation," **Industrial Marketing Management**, Vol. 43, No. 8, 1293-1305.
- Santoro, M. D. and Chakrabarti, A. K., 2002, "Firm Size and Technology Centrality in

- Industry-university Interactions,” **Research Policy**, Vol. 31, No. 7, 1163-1180.
- Sapienza, A. M., 1989, “R&D Collaboration as a Global Competitive Tactic -Biotechnology and the Ethical Pharmaceutical Industry,” **R&D Management**, Vol. 19, No. 4, 285-295.
- Saxenian, A., 1996, **Regional Advantage**, 1st, Cambridge: Harvard University Press.
- Schmidt, G. M. and Druehl, C. T., 2008, “When is a Disruptive Innovation Disruptive?” **Journal of Product Innovation Management**, Vol. 25, No. 4, 347-369.
- Schumpeter, J. A., 1934, **The Theory of Economic Development**, 1st, Cambridge: Harvard Economic Studies
- Scott, W. R., 1995, **Institutions and Organizations**, 1st, Thousand Oak. Cal: Sage Publications.
- Seo, M.-G. and Creed, W. D., 2002, “Institutional Contradictions, Praxis, and Institutional Change: A Dialectical Perspective,” **Academy of Management Review**, Vol. 27, No. 2, 222-247.
- Shih, H.-Y. and Chang, P.-L., 2009, “Industrial Innovation Networks in Taiwan and China: A Comparative Analysis,” **Technology in Society**, Vol. 31, No. 2, 176-186.
- Siegel, D. S. and Phan, P., 2005, “Analyzing the Effectiveness of University Technology Transfer: Implications for Entrepreneurship Education,” **Advances in the Study of Entrepreneurship, Innovation, and Economic Growth**, Vol. 16, No. 1, 1-38.
- Sine, W. D., Shane, S., and Gregorio, D. D., 2003, “The Halo Effect and Technology Licensing: The Influence of Institutional Prestige on the Licensing of University Inventions,” **Management Science**, Vol. 49, No. 4, 478-496.
- Smink, M., Koch, H., Niesten, E., Negro, S., and Hekkert, M., 2015, “Institutional Entrepreneurship in the Emerging Renewable Energy Field: Incumbents versus New Entrants,” **Innovation Studies Utrecht (ISU) Working Paper Series**, Vol. 15, No. 01, 1-48.
- Sotarauta, M. and Mustikkamäki, N., 2015, “Institutional Entrepreneurship, Power, and Knowledge in Innovation Systems: Institutionalization of Regenerative Medicine in Tampere, Finland,” **Environment and Planning C: Government and Policy**, Vol. 33, No. 2, 342-357.
- Stinchcombe, A., 1965, **Social Structure and Organizations**, 1st, Bingley, West Yorkshire and England: Emerald Group Publishing Limited.
- Teigland, R., Yetis, Z., and Larsson, T., 2013, “Breaking out of the Bank in Europe -awaExploring Collective Emergent Institutional Entrepreneurship through Bitcoin,” **Proceedings of the Swedish Network for European Studies in Economics and Business Conference**, Sweden.

- Tumbas, S., Berente, N., and Brocke, J. V., 2018, "Digital Innovation and Institutional Entrepreneurship: Chief Digital Officer Perspectives of their Emerging Role," **Journal of Information Technology**, Vol. 33, No. 3, 188-202.
- Tushman, M. L. and Anderson, P., 1986, "Technological Discontinuities and Organizational Environments," **Administrative Science Quarterly**, Vol.31, No. 3, 439-465.
- Van den Ende, J. and Kemp, R., 1999, "Technological Transformations in History: How the Computer Regime Grew out of Existing Computing Regimes," **Research Policy**, Vol. 28, No. 8, 833-851.
- Van den Hoed, R., 2007, "Sources of Radical Technological Innovation: The Emergence of Fuel Cell Technology in the Automotive Industry," **Journal of Cleaner Production**, Vol. 15, No. 11-12, 1014-1021.
- Walker, W., 2000, "Entrapment in Large Technology Systems: Institutional Commitment and Power Relations," **Research Policy**, Vol. 29, No. 7-8, 833-846.
- Wang, P. and Swanson, E. B., 2007, "Launching Professional Services Automation: Institutional Entrepreneurship for Information Technology Innovations," **Information and Organization**, Vol. 17, No. 2, 59-88.
- Wilson, T. D., 2014, "The E-book Phenomenon: A Disruptive Technology," **Libellarium: Journal for the Research of Writing, Books, and Cultural Heritage Institutions**, Vol. 6, No. 1-2, 3-12.
- Wright, M., 2014, "Academic Entrepreneurship, Technology Transfer and Society: Where Next?" **The Journal of Technology Transfer**, Vol. 39, No. 3, 322-334.
- Wright, M., Birley, S., and Mosey, S., 2004, "Entrepreneurship and University Technology Transfer," **The Journal of Technology Transfer**, Vol. 29, No. 3-4, 235-246.
- Zahra, S. A. and Nielsen, A. P., 2002, "Sources of Capabilities, Integration and Technology Commercialization," **Strategic Management Journal**, Vol. 23, No. 5, 377-398.

作者簡介

李傳楷

國立清華大學科技管理所副教授、MBA 主任，美國加州大學柏克萊分校都市及區域規劃博士，曾任財團法人商業發展研究院董事、國立成功大學都市計畫學系暨研究所助理教授、財團法人祐生研究基金會國家政策組計畫主持人、國立台灣大學建築與城鄉研究所縣市綜合發展計畫產業規劃師、牛頓雜誌及遠見雜誌採訪記者。主要研究領域為產業分析、新市場策略、創業管理。學術論文曾發表在《管理評論》、《人文與社會科學簡訊》、Strategic Entrepreneurship Journal、Technological Forecasting and Social Change、Journal of Economic Geography、Environment and Planning 等期刊，及出版《科技發展：從賽先生到東方的矽谷》書籍。

Email: cklee@mx.nthu.edu.tw

馬鈺欣

國立清華大學科技管理所兼任講師，國立清華大學科技管理所博士，國立清華大學分子與細胞生物研究所碩士。曾在園區生技公司工作，也有創業經驗。主要研究領域為分子與細胞生物學、核酸藥物、再生醫學、創新創業、智財管理、策略管理、生技產業研究。學術論文曾發表在 Toxicology letters。

Email: ginetopo7@gmail.com