

기술사업화 생태계의 동태성에 대한 전략적 진단*

Strategic Diagnosis on the Dynamics of the Regional Technology Commercialization Ecosystem

최남희**

Choi, Nam-Hee

Abstract

This study aims to develop strategic diagnosis framework of performance by identifying and analysing the dynamics of the technology commercialization ecosystem in innovative region. To achieve the purpose of this study, the systems thinking approach is used. The systems thinking approach connects feedback structure and behavior more explicitly to diagnosis vicious feedback loop in the regional technology commercialization ecosystem. In terms of an ecological point of view, it will be possible to explore dominant feedback structure and find leverages to overcome the limitations of regional technology commercialization performance. The diagnosis of reenforcing and balancing feedback structure is based on the statistical analysis of the survey data which has been collected in a cluster random sampling method, targeting on the 200 firm located in the Pangyo and Daeduk region. The results from this research showed that the regional technology commercialization ecosystem was immature and faced limit to the growth. An important finding of this study was that regional technology commercialization ecosystem need to activation of startups and reinforcement of virtuous feedback structures of technology commercialization market systems.

Keywords: 기술사업화, 시스템사고, 전략적 진단, 스타트업, 혁신생태계

(Technology Commercialization, Systems thinking, Strategic Diagnosis, Startups, Innovation Ecosystem)

* 이 논문은 산업연구원의 연구보고서(김영수 · 김진배 · 김현우 · 최남희, 『지역의 산업기술 혁신생태계 구축방안』, 2015)에 포함되어 있는 저자의 연구 부분 중 일부 내용을 수정 · 보완, 추가하여 작성한 것임.

** 한국교통대학교 행정정보학과 교수(dmhchoi@ut.ac.kr)

I. 서론

지역산업 내에서의 기술혁신 생태계는 기업(창업기업, 중소기업, 대기업), 지방 및 중앙 정부, 대학 및 연구소(공공 및 민간연구소), 지원기관(기술이전 및 사업화 지원기관) 등이 유기적으로 연결된 혁신생태계(Innovation Ecosystem)라고 할 수 있다. 지역산업 기술혁신 생태계라는 접근 시각은 점점 더 복잡하고 동태적으로 변화하는 기술혁신 환경 하에서 다양한 참여자들의 존재와 역할, 그리고 관련 제도 등에 의해 어떠한 성격의 상호작용 구조가 형성되고 그로 인해 지속가능성은 물론 기술사업화와 같은 혁신의 성과가 왜 상이하게 나타나는가를 설명하는데 유용한 이론적 틀이라고 할 수 있다(Inkinen et al., 2009; Jackson, 2011; Josep et al., 2014).

지역의 기술혁신생태계는 무수히 많은 구성요소들 중에서 다른 무엇보다 특히 얼마나 많은 행위자(Actor)들이 참여하는가, 그들의 역할이 얼마나 적절하게 이루어지고 상호작용하는가, 그리고 기술 시장의 환경과 수요 변화에 얼마나 잘 적응하고 교감하는가에 따라 성장하거나 쇠퇴하는 동태성을 보인다(Pedro, 2013; Rush et al., 2014). 또한, 지역의 기술혁신생태계는 지역별 여건에 따라 구성 요소들의 역량과 정책적 기반이 매우 상이하기 때문에 성장과정에서 혁신성 및 건강성의 수준뿐만 아니라 혁신의 최종 성과가 발생하는 패턴도 다르게 나타난다.

일반적으로 지역 내 기술혁신생태계의 다양한 참여자들은 이질적·독립적이어서 독자적 생존을 추구하며 경쟁관계에 있는 경우가 많기 때문에 이해관계의 차이에 따라 갈등을 표출하기도 하지만 협력적이면서도 공생적(symbiotic)인 변화를 추구하는 성향을 갖는다.

이 연구에서는 지역산업 기술혁신생태계의 성장과 쇠퇴를 분석함에 있어 혁신생태계는 그 구성요소(참여자 등)들이 매우 다양하고 혁신과정 또한 연구개발에서 상품화를 통한 매출의 발생까지 매우 길기 때문에 분석의 복잡성을 단순화하기 위하여 기술사업화(Technology Commercialization) 측면에 초점을 두고자 하였다. 특히, 기술사업화에 초점을 둔 이유는 기술사업화는 거의 모든 기술혁신생태계의 성과를 좌우하는 핵심 과정이며, 많은 구성요소들과 상호작용하는 관련성이 크기 때문이다(김찬호, 2013; 김선우, 2015; 이윤준 외, 2013; 박재수 외, 2013). 또한, 최근에는 기술사업화를 ‘혁신생태계 중의 생태계(Ecosystem of Ecosystems)’라고 보는 접근시각이 지배적이기 때문이다. 정부에서도 기술사업화가 우리나라 산업기술 혁신생태계의 가장 취약한 부분이라는 인식하에 ‘제5차 기술이전 및 사업화 촉진계획(2014)’에서 이를 중점 시책으로 강조하고 있다(국가과학기술심의회, 2014).

이 연구의 목적은 시스템사고를 통해 우리나라 기술사업화 생태계가 왜 활성화 되지 못하고, 성과를 내는데 한계에 직면하고 있는가를 분석하기 위한 진단체계를 정립하고 이

를 실제 지역사례에 적용하여 기술사업화 혁신생태계의 구조적 문제를 도출하고, 이를 해결하기 위한 전략을 검토해 보는데 있다. 이 연구에서는 먼저 문헌검토를 통해 지역산업 기술혁신 생태계의 가장 핵심적인 하위체계인 기술사업화 생태계에 대한 연구동향을 살펴보고, 기술사업화 생태계를 구성하는 핵심 구성요소(변수)들을 탐색하고자 하였다. 그 다음으로는 시스템사고를 통해 기술사업화 생태계의 활성화와 비활성화, 즉 기술사업화 생태계의 선순환 구조와 악순환 구조를 진단하기 위한 분석 틀로서 인과순환적 피드백 구조들로 구성된 기본모형을 도출하였다. 마지막으로 도출된 인과순환적 피드백 구조모형을 우리나라의 혁신생태계를 대표하는 실제 사례분석 대상지역에 적용하여 실증적인 진단결과를 도출하고자 하였으며, 진단결과에 근거하여 기술사업화 생태계의 활성화 전략을 모색해 보고자 하였다.

II. 기술사업화 생태계에 대한 이론적 검토

1. 시스템 다이내믹스 기법을 활용한 기술사업화 생태계에 대한 연구동향

시스템다이내믹스 기법을 활용하여 지역산업 기술사업화 생태계의 동태성을 구조적으로 분석하거나 전략을 탐색한 국내의 연구 사례는 거의 없는 것으로 나타났으며, 다만 일반적인 기술혁신 및 연구개발(R&D)과 관련된 주제를 다룬 국내의 연구 사례들은 존재한다(전상길 외, 2000; 김창욱, 2004; 윤진호 외, 2004; 신근섭 외, 2005; 오상용, 2006; 황병용 외, 2010; Kim et al., 2011; 임주형 외, 2012; 최정환 외, 2012; 최남희 외, 2013; 유창홍 외, 2014).

국외의 경우 시스템다이내믹스 기법을 활용하여 기술혁신 관련 주제를 분석한 연구사례들은 많지만 생태계적 관점에서 기술사업화의 동태성과 그 인과순환적 피드백 구조를 진단하고 있는 연구는 거의 없는 실정이라고 할 수 있다. 한편, 본 연구에서 참조할 만한 국외의 관련 연구로는 먼저 영국의 비즈니스혁신과 과학기술부의 연구를 들 수 있다(UK department of business innovation and skills, 2014). 이 연구는 영국의 과학기술혁신을 6개 부문(Money, Talent, Knowledge assets, Structures and incentives, Broader environment, Innovation outputs) 간의 프레임워크로 구분하고 이들 부문들을 구성하는 핵심 행위자, 구성요소, 상호작용과 상호독립적인 관계들 간의 상호작용을 혁신생태계라는 맥락에서 인과지도를 통해 악순환 고리와 선순환 고리를 분석하여 제시하고 있다(Allas, 2014). 또한, 미국의 바이오 연료 산업을 사례로 혁신생태계의 동태성을 연구한 논문에서는 인과지도 분석을 통해 에너지 시장에서의 신기술 채택과 투자, 역량, 그리고 기술혁신 생태계의 진화 간에 나타나는 상호작용 효과를 분석한 바 있다(Weil et al., 2014).

2. 기술사업화생태계의 구성요소와 상호작용 관계

일반적으로 기술혁신생태계의 구성요소는 행위자들을 중심으로 볼 때 기업가, 투자자, 연구자, 대학, 비즈니스 개발자, 기타 서비스 제공자 등으로 구분하나 기능과 역할을 고려하면 더 많은 구성요소들이 있다(Adams et al., 2010). 기술혁신 생태계의 구성요소들은 조직 측면, 혁신역량 측면, 플랫폼 측면 등 어떠한 측면에서 보는가에 따라 다양하게 정의 될 수 있는바 먼저 조직적 측면에서는 조직 내부와 조직 외부의 혁신연결체(Innovation Connectome)로 구분하여 혁신요소를 정의할 수 있다(Francois et al., 2012).

조직 내부 혁신연결체의 구성요소들에는 창의적 사고(Creative thinking), 혁신관리기술 (innovation management skills), 회복력(Resilience), 아이디어를 상품으로 전환하는 실행기술 (Execution skills), 고객에 대한 반응(Customer sensitivity), 네트워크와 팀워크기술(Networking & teamwork skills), 생각을 비즈니스로 전환하는 기술(Turning ideas into new businesses), 기업 전체의 기술적 역량(Entrepreneurial skills, self-starters), 정치적 능통성(Political savvy) 등이 있다. 반면, 조직 외부 혁신연결체의 구성요소에는 공공 연구개발(Public R&D), 민간연구개발(Private R&D), 공공자금(Public funding), 민간자금(Private funding), 고객과 파트너 (Customers and partners), 제조자(Manufacturers), 로비스트(Lobbyists), 공급자(Distributors), 공공행정기관(Public administration), 규제기관(Regulatory authorities)들이 있다.

또한, Durst & Poutanen(2013)은 혁신생태계의 성공을 좌우하는 혁신역량의 구성요소들로서 ①자원(관리·배분·활용), ②거버넌스(인프라 투자, 구성원의 관여), ③전략과 리더십, ④조직과 혁신문화(실패의 공유 등), ⑤기술, ⑥사람(다양성 구성원), ⑦클러스터링(상호작용) 등 7개 영역의 구성요소를 강조하고 있다.

한편, 최근의 기술혁신생태계에서는 플랫폼과 혁신생태계를 같은 의미로 정의할 정도로 플랫폼의 중요성이 강조되고 있는바 플랫폼 관점에서 혁신생태계를 구성하는 요소들이 무엇인가를 파악하기도 한다(권보람 외, 2014:137-146; 박웅 외, 2014:786-819). 플랫폼 관점에서 기술혁신생태계의 가장 중심이 되는 활동은 기술사업화와 가장 밀접히 관련되어 있는 창업이다. 이 창업 활동을 중심으로 플랫폼 관점에서 구성요소를 기반요소(법률·컨설팅 회사, 대학·연구소, 엔젤, 벤처보육센터, 대기업 등), 핵심요소(기술이전, 창업기업, 벤처캐피탈, 회수시장), 외부요소(정부 등)들로 구분하기도 한다(Bramwell et al., 2012).

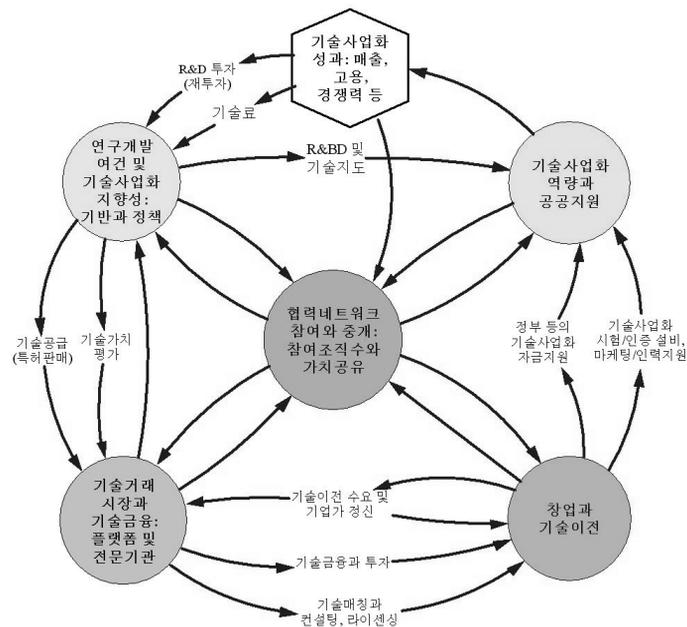
본 연구에서는 이러한 연구들을 종합적으로 검토하여 기술사업화 생태계의 구성요소들을 <표 1>에서 보는 바와 같이 다섯 개 영역으로 정리하였다.

〈표 1〉 기술사업화 생태계의 구성요소와 관련 변수

영역	구성 요소	기술사업화 생태계에서의 의미와 관련된 변수
연구개발 여건 및 기술사업화 지향성	연구개발 여건, 지식재산 창출, 기술사업화 기반과 정책	<ul style="list-style-type: none"> 기술혁신생태계의 연구개발 여건 및 기술사업화 기반과 정책에 따라 기술사업화생태계의 성격과 활성화가 달라짐 지역 내 대학 및 연구소들은 기술공급자로서 산업기술 혁신생태계에서 지식재산의 창출 수준을 좌우 기술사업화 기반(기술거래 플랫폼, 시장 활성화)과 협력네트워크 수준 등에 영향을 받음
창업과 기술이전	창업	<ul style="list-style-type: none"> 기업가 정신의 발현이 창업으로 나타남 기술이전과 선순환 고리로 연결 스타트업(창업)은 혁신생태계의 가장 핵심적인 성장엔진임
	기술이전, 자체 기술개발	<ul style="list-style-type: none"> 연구개발 건수와 지식재산(특허)이 많을수록 증가 기술수요에 영향을 받고 기술사업화 활성화와 성공의 관건 기술사업화 실패 리스크, 기술료 부담 등이 저해요인 자체기술개발 의지가 클수록 기술이전 수요가 낮음
	기술 컨설팅	<ul style="list-style-type: none"> 기술매칭의 수준을 좌우하며 정보비대칭 문제를 해소 기술매칭으로 기술이전 수요를 충족 시켜줌
협력 네트워크 (참여와 중개)	기술사업화 도움 및 협력관계 조직	<ul style="list-style-type: none"> 기술사업화 생태계에서 제일 긍정적인 역할을 수행하는 협력자와 그 기능을 파악하고 반대로 제일 기대에 미치지 못하는 행위자와 그 역할이 무엇인가를 탐색하여 혁신생태계의 재조직화 방향 탐색
	네트워크 참여	<ul style="list-style-type: none"> 혁신생태계는 얼마나 많은 행위자들이 참여하고 네트워크로 연결되어 유기적으로 협력, 공생, 공진화하는가가 핵심
	네트워크 중개기관	<ul style="list-style-type: none"> 네트워크의 중개기관이 선명하고 적극적인 역할을 해야 기술사업화 네트워크가 구축되고 생태계가 활성화됨
	연구개발의 시장수요 반영	<ul style="list-style-type: none"> 시장의 수요에 부응하지 못하는 기술은 기술이전도 되기 전에 사장될 수밖에 없으며, 사업화 과정에서 실패할 가능성이 큼 기술이전 수요와 경쟁력 있는 기술 확보에 영향을 미침
기술거래 시장과 기술금융	기술가치 평가	<ul style="list-style-type: none"> 보유하고 있는 기술의 가치를 전문기관으로부터 평가받아 기술보증 및 자금조달, 투자자는 이에 근거하여 투자 기술가치평가가 기술거래시장 활성화의 중요한 요인
	기술거래시장 활성화 수준	<ul style="list-style-type: none"> 기술라이센스가 기술료를 매개로 거래되는 기반수준 및 정도 기술거래시장이 기술사업화 생태계의 활성화 척도임
	정부의 자금지원 및 기술금융 자금조달	<ul style="list-style-type: none"> 창업기업이 기술사업화를 위해 필요한 자금 확보에 영향 정부의 자금지원을 받거나 기술금융을 통해 얼마나 자금을 조달하고 있는가에 따라 ‘죽음의 계곡’을 넘는 것이 좌우됨
	기술 금융 용이성	<ul style="list-style-type: none"> 기술가치를 담보로하는 기술금융이 얼마나 용이한가는 창업과 기술이전에 까지 영향을 미침 기술가치 담보 기술금융의 용이성이 창업과 기술거래시장 핵심

영역	구성 요소	기술사업화 생태계에서의 의미와 관련된 변수
기술사업화 역량과 공공지원	정부 및 공공기관의 지원	• 민간 기업이 제공하지 못하는 정부 및 공공기관의 지원역할은 기술사업화 역량 및 사업화의 성공가능성을 좌우함
	정부지원 취약부분	• 기술사업화 혁신생태계에서 정부지원이 취약한 분야가 무엇인지 를 알아야 정부지원 역할의 방향설정과 정상화가 가능
	추가기술개발시 기술공급자와의 협력 관계 수준	• 기술사업화 단계에서 후속기술에 대한 연구가 필요하고 기술이 전을 해 준 대학이나 연구기관과의 지속적인 연구개발이나 지원 협력이 없으면 기술사업화에 실패할 리스크가 증가
기술 사업화 성과	기술이전 매출 달성	• 기술이전을 통한 기술사업화에 성공하여 매출을 달성한 정도가 혁신생태계의 핵심 성과수준이 될 수 있음
	기술이전, 기술 사업화 중단/포기	• 기술이전/기술사업화의 중단 실패 및 실패 이유에서 기술사업화 생태계의 비활성화 정도 및 제약요인이 무엇인지 확인
	기술혁신 생태계	• 기술혁신 생태계의 발달정도와 가장 부족한 요인

앞에서 도출 된 6개 영역의 구성요소들은 지역산업 기술사업화 생태계의 특성상 서로 독립적이거나 일방향적으로 혁신생태계의 성과에 영향을 미치는 것이 아니라 서로 간에는 밀접한 상호작용 관계가 존재한다. 이러한 상호작용 관계는 근본적으로 독립변수와 종속변수의 구분이 곤란한 인과순환적 피드백 구조를 형성하고 있다. [그림 1]은 일반적인 기술혁



[그림 1] 기술사업화 혁신생태계의 상위수준 변수들 간의 상호작용 관계

신 프로세스와 생태계의 실증적·기능적 운영관계(operational relationship)를 토대로 기술사업화 생태계의 6개 핵심영역들 간에 존재하는 상위 레벨의 인과관계를 기술사업화 성과에 영향을 미치는 상호작용 관계를 중심으로 나타낸 것이다. 이러한 상위수준의 상호작용 관계를 본 연구에서는 하위수준의 세부 구성요소들 간의 피드백 구조로 재정의 하고, 세부적으로 분석하고자 하였다.

3. 기술사업화 생태계 진단을 위한 분석체계

인과순환적 피드백 구조들을 기술사업화 생태계의 문제를 진단하거나 현재 상태를 평가하는데 활용하기 위해서는 <표 2>의 분류에서 정리한 바와 같이 이들 피드백 구조들이 혁신생태계 내에서 선순환 구조(Virtuous circle)로 작동하는지 악순환 구조(Vicious circle)로 작동하는지에 대한 판단에 근거하여야 한다(김도훈 외, 1999; 문태훈, 2002). 기술사업화 생태계의 선순환 구조와 악순환 구조는 강화 루프인 양의 피드백 구조와 균형루프인 음의 피드백 구조에 의해 진단될 수 있으며, 그 판단은 기술사업화 성과를 제고하는데 정책적으로 바람직한지 아닌지와 같은 판단기준에 따라 달라질 것이다. 선순환 구조와 악순환 구조가 어떠한 피드백 루프에 의해 초래되었는가는 대응전략 선택에도 중요한 영향을 미친다.

<표 2> 기술사업화 생태계 진단을 위한 선순환·악순환 구조와 피드백 루프의 관계

구 분	선순환 구조들이 작동하는 생태계의 구조	악순환 구조들이 작동하는 생태계의 구조
양의 피드백 루프 (Reinforcing Loop)의 존재와 작동	지속적으로 성장, 진화하거나 바람직한 방향으로 성과를 제고할 수 있는 기술사업화 생태계의 피드백 구조	일정한 수준의 임계규모를 넘지 못해 급격히 쇠퇴하거나 증상이 악화되고 있는 기술사업화 생태계의 피드백 구조
음의 피드백 루프 (Balancing Loop)의 존재와 작동	불안정한 구조가 해소되고 안정적으로 공생, 공진화가 이루어지고 있는 균형적인 기술사업화 생태계의 피드백 구조	정체 및 성장의 제약·용량의 한계에 직면하거나 불안정한 파동을 보이는 기술사업화 생태계의 피드백 구조

III. 기술사업화 혁신생태계 진단을 위한 피드백구조 모형 검토

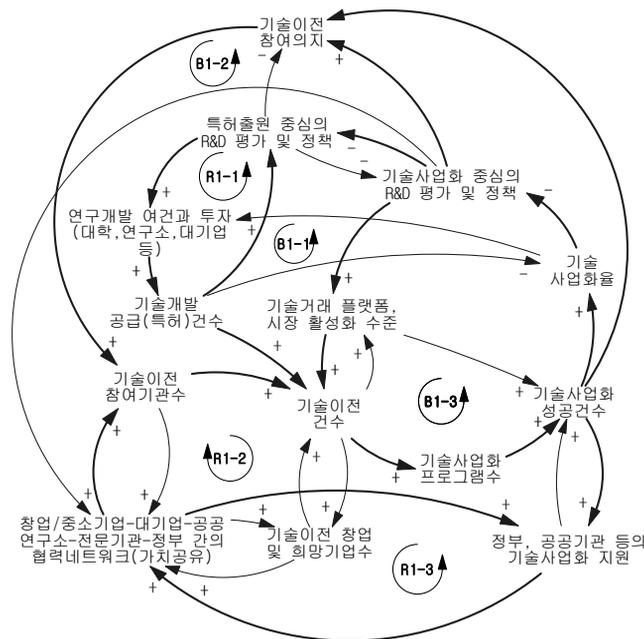
이 연구에서는 먼저 판교 및 대덕과 같은 실제 지역의 기술사업화 생태계를 진단·평가하기 위한 분석도구를 도출하기 위하여 앞에서 도출한 기술사업화 생태계의 구성요소들과 상호작용 관계에 기초하여 기술사업화 생태계를 구성하는 세부요소들 간의 핵심적인 ‘피드

백 구조의 원형인 기본모형'들을 도출하고 인과지도(Causal Loop Diagram)로 나타내었다.

기술사업화 생태계의 동태성에 대한 피드백 구조분석은 개별적인 구성요소들이 어떠한 수준에 있으며, 어느 정도의 영향을 미치고 있는 가에 대한 단선적인 측정과 판단보다는 요소들 간의 상호작용이 얼마나 바람직한 생태계 내부의 선순환구조를 형성하고 있는지 아니면 악순환 구조를 형성하고 있는지를 발견하는데 초점을 두고자 하였다. 특히 본 연구에서는 기술사업화 생태계의 성장과 쇠퇴 및 성과에 커다란 영향을 미치는 다음과 같은 다섯 가지 중추적 요소(keystone)와 역할을 중심으로 <표 2>에서 정리한 바와 같이 생태계 내부에 어떠한 피드백 구조가 형성되어 작동하고 있는가를 진단(평가)의 분석틀인 기본형으로 도출하고자 하였다.

1. 연구개발 여건과 기술사업화 지향성 평가를 위한 피드백 구조

기술사업화 혁신생태계의 성과는 기술사업화(율)의 성공 정도로 나타나는데 기술사업화 성공을 가져오는 선순환 피드백 구조의 출발점은 연구개발 여건과 투자에 의해 기술공급(특히) 수준이 높아지는 것이다. 그러나 기술개발공급(특히)이 아무리 많아도 기술사업화율이 제고되기 위해서는 기술사업화를 지향하는 R&D 평가 및 정책이 실행되고 이에 따라



[그림 2] 연구개발 여건과 기술사업화 지향성 평가를 위한 인과지도

〈표 3〉 연구개발 여건과 기술사업화 지향성 평가를 위한 피드백 구조 특성

유형	중요한 피드백 구조와 특성
양의 피드백 구조	<ul style="list-style-type: none"> • R1-1:특허출원 중심의 R&D 평가 및 정책은 연구개발 여건과 투자를 늘리고 이를 통해 연구역량과 기술개발 공급(특허건수 등) 건수가 늘어나면 이것이 성과로 반영되는 특허출원 중심의 R&D 평가 및 정책 지속 • R1-2:협력네트워크가 구축되고 확장되면 기술이전 참여 기관수가 늘어나고 이에 따라 기술이전 건수가 증가하면 기술이전을 통한 창업 및 희망기업수가 늘어나서 또 다시 협력네트워크가 증가 • R1-3: 정부, 공공기관 등 기술사업화 지원기관이 늘어나면 협력네트워크가 확장되고 이로 인해 기술사업화 지원기관이 늘어나는 선순환 양의피드백 구조
음의 피드백 구조	<ul style="list-style-type: none"> • B1-1:연구개발 여건과 투자가 늘어나 기술개발 공급(특허) 건수가 늘어나면 기술사업화율이 떨어지고 기술사업화율이 떨어지면 연구개발 여건과 투자를 줄이는 피드백 구조(그러나 기술사업화율이 하락하면 기술사업화를 지향하는 R&D 평가 및 정책은 강화 되는 구조) • B1-2, B1-3: 기술사업화율이 낮을수록 기술사업화 중심의 R&D 평가 및 정책을 통해 한편으로는 기술이전 참여를 늘리고 다른 한편으로는 기술거래시장을 활성화 시켜 기술사업화율을 균형적으로 유지하려는 음의 피드백 구조

기술이전 참여가 늘어남과 동시에 기술거래 플랫폼과 시장이 활성화 되어야 한다.¹⁾ 또한 생태계 내에서 협력네트워크가 잘 구축되어 이를 기반으로 기술이전 참여와 창업기업수가 늘어나고 한편으로는 기술사업화에 대한 각종지원 수준이 향상되어야 한다(세계일보, 2015). 우리나라의 기술혁신 생태계가 열매를 맺지 못하는 나무를 기르고 있다는 비판을 받는 원인이 바로 기술사업화를 지향하지 않는 악순환 구조에서 기인한다. [그림 2]는 이러한 관계를 피드백 구조로 나타낸 것이다.

2. 창업과 기술이전 평가를 위한 피드백 구조

기술이전을 통한 창업은 기술사업화 혁신 생태계를 만들고 기술사업화가 이루어지게 하는 원동력이라고 할 수 있다(Jucevičius et al., 2014; 이길우, 2013). [그림 3]의 인과지도는 기업가정신, 창업, 기술이전의 상호작용에 따른 피드백 구조가 어떻게 지역 산업기술 혁신 생태계에 선순환 구조를 가져오는가를 보여주고 있다. 특히, 기술이전은 창업을 위한 필요조건이므로 양자가 선순환 구조를 그럴 때 혁신생태계가 발전하고 기술사업화를 통해 열매를 맺을 가능성이 커진다.

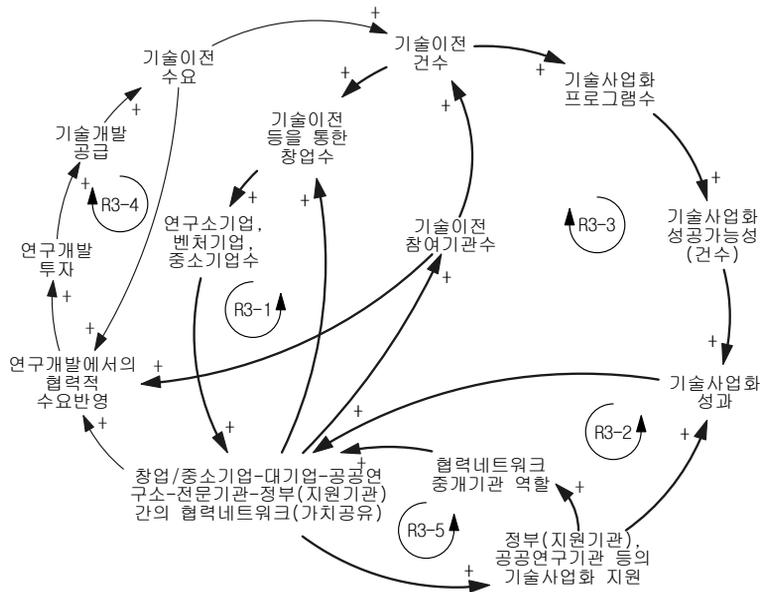
또한, 기술이전은 기술료 부담이 클수록 억제되지만 기술이전 주체들의 입장에서는 기술료 수입이 클수록 기술이전에 더 많이 참여하며, 그에 따라 기술이전 건수는 더욱 더 늘어

1) OECD는 우리나라 R&D 문제점으로 논문-특허 숫자를 세는 평가를 지적(전자신문, 2015.10.25.)

3. 기술사업화 협력네트워크의 평가를 위한 피드백 구조

지역산업 기술혁신생태계에서 협력네트워크의 구축 수준은 기술사업화 생태계가 얼마나 강건한지를 보여주는 구조라고 할 수 있는바 이 인과지도에는 협력네트워크와 기술사업화와의 상호작용관계를 양의 피드백 구조로 보여주고 있다. 협력네트워크가 확장되면 네트워크의 가치가 증가하여 기술이전 참여기관이 늘고 그에 따라 기술이전이 증가하여 그 결과로서 기술이전을 통한 창업이 늘어나 계속해서 협력네트워크가 더욱 더 확장되는 선순환 구조가 작동한다.

혁신생태계의 지속가능한 선순환 구조는 얼마나 많은 기업과 기관들이 협력네트워크에 참여하며, 협력네트워크가 기술이전을 통한 창업, 연구개발 기획단계에서의 협력적 기술이전 수요반영 등 기술사업화에 얼마나 도움을 주고 있는가에 따라 달라진다. 또한 협력네트워크가 형성되기 위해서는 키스톤 역할을 수행하는 네트워크 중개기관이 존재하여야 하며, 얼마나 적극적인 역할을 하고 있는가의 여부에 따라 선순환 구조가 만들어지기도 하고 쇠퇴하는 악순환 구조가 만들어 질 수도 있다.



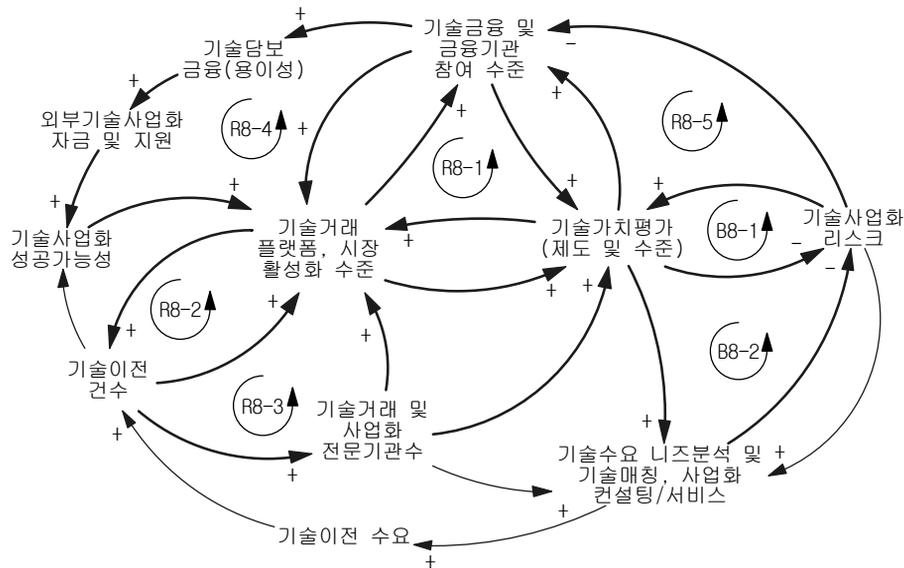
[그림 4] 기술사업화 협력네트워크의 평가를 위한 인과지도

〈표 5〉 기술사업화 협력네트워크의 평가를 위한 피드백 구조 특성

유형	중요한 피드백 구조와 특성
양의 피드백 구조	<ul style="list-style-type: none"> • R4-1:기술이전을 통한 창업이 증가하고 창업기업-중소기업이 늘어나면 가치를 공유하는 협력네트워크가 고도화 되어 창업수가 증가하는 선순환 구조 • R4-2:협력네트워크가 고도화되면 기술사업화 지원이 증가하고 기술사업화 성과가 증가하고 그에 따라 협력네트워크의 가치공유가 확산되는 선순환 구조 • R4-3:협력네트워크가 고도화되면 기술이전 참여기관이 늘고 기술이전이 증가하여 기술이전을 통한 창업이 늘어나 그에 따라 협력네트워크가 확장되는 선순환구조 • R4-4:협력네트워크가 고도화되면 연구개발의 협력적 수요반영 수준이 제고되고 이에 따라 기술이전 수요와 협력적 수요반영 수준의 높아지는 선순환 구조 • R4-5:협력네트워크 중개기관이 존재하면 협력네트워크가 확장되고 정부 및 공공연구기관의 지원이 늘어나게 되면 중개기관이 더 많은 역할을 하게 되는 선순환 구조

4. 기술거래 시장과 기술금융 평가를 위한 피드백 구조

기술혁신생태계에서는 기술거래 플랫폼과 시장의 활성화 여부에 따라 기술이전과 창업의 정도가 달라진다. [그림 5]의 인과지도는 기술거래 사업화 전문기관의 참여, 기술금융, 기술가치평가 등이 어떻게 양의 피드백 구조를 보이면서 기술이전을 증가시키고 기술사업화 성과도 높아질 수 있는지를 보여주고 있다. 또한 기술가치평가와 기술컨설팅이 기술사업화 리스크를 억제시켜주는 선순환 구조로 작동하는가를 보여주고 있다(서울신문, 2014).



[그림 5] 기술거래시장과 기술금융 평가를 위한 인과지도

이 인과지도에서 특히 양의 피드백 루프들은 기술금융기관의 참여가 늘어 기술거래시장이 활성화되는 구조, 기술거래시장이 활성화되면 기술이전이 계속해서 증가할 수 있는 선순환 구조, 기술거래전문기관이 많이 참여하면 할수록 기술거래시장이 활성화되고 그 결과로 기술이전이 증가하는 구조, 기술가치평가제도의 활성화와 기술거래시장의 활성화 간에 존재하는 선순환적 상호작용 구조, 기술금융기관의 참여가 늘면 기술가치평가가 활성화되고 기술사업화 리스크가 줄어들게 되어 기술금융 기관들이 더 많이 참여하게 되는 선순환 구조들 이라고 할 수 있다.

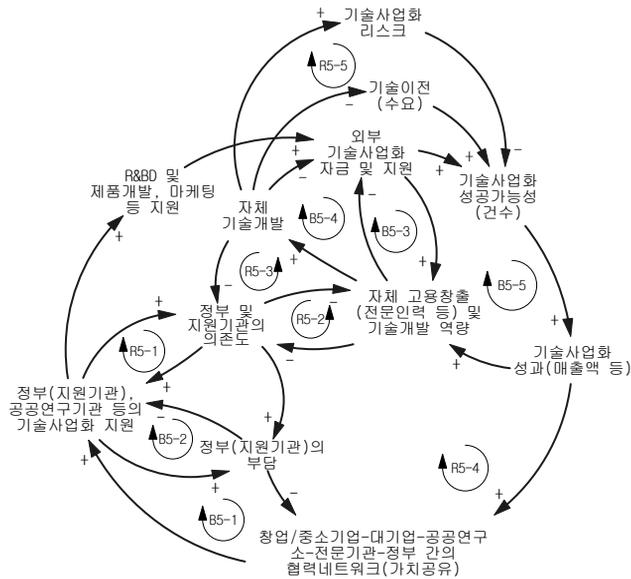
〈표 6〉 기술거래시장과 기술금융 평가를 위한 피드백구조 특성

유형	중요한 피드백 구조와 특성
양의 피드백 구조	<ul style="list-style-type: none"> • R8-1:기술금융기관의 참여가 늘면, 기술거래시장이 활성화되고 기술가치 평가제도의 발전을 가져와 기술금융기관의 참여가 늘어나는 선순환 구조 • R8-2:기술거래시장이 활성화되면 기술이전이 계속해서 증가할 수 있는 선순환 구조 • R8-3:기술거래전문기관이 많이 참여하면 할수록 기술거래시장이 활성화되고 기술이전이 계속해서 증가할 수 있는 선순환 구조 • R8-4:기술거래 시장이 활성화 되어 기술금융 및 금융기관의 참여수준이 늘어나면 기술 담보 금융이 용이해 지고 이에 따라 사업화 자금 확보가 쉬워져 기술사업화 가능성이 높아지게 되고 그 결과 기술거래시장이 활성화 되는 선순환 구조 • R8-5:기술금융기관의 참여가 늘면 기술가치평가가 활성화되고, 그렇게 되면 기술사업화 리스크가 줄어 기술금융기관이 더 많이 참여하게 되는 선순환 구조를 보여줌
음의 피드백 구조	<ul style="list-style-type: none"> • B8-1:기술가치 평가제도가 기술사업화 리스크를 억제해 주는 구조 • B8-2:기술가치 평가제도가 기술사업화 컨설팅을 활성화 시키고 그로인해 기술사업화 리스크를 억제하는 구조

5. 기술사업화 역량과 공공지원과 평가를 위한 피드백 구조

기술사업화는 기술이전과 자체개발을 통해 이루어질 수 있다. 기술사업화가 기업의 자체 역량 확보를 통해 이루어지는 것이 가장 바람직하지만 그렇지 못한 경우 기술이전부터 마케팅에 이르기까지 기술사업화 역량을 확보해 주기 위해서는 일정수준까지 정부 및 공공기관의 지원이 필요하다(박종복 외, 2011).

[그림 6]의 인과지도는 정부의 기술사업화를 위한 지원과 그에 따른 부담 및 효과의 피드백 구조가 어떻게 피드백 구조로 작동되고 있는 가를 보여주고 있다. 또한, 기술이전 및 자체 기술개발의 기술사업화 리스크와 관련된 피드백 구조들에서는 자체기술개발을 통한 기술사업화가 성공하면 기술이전이나 정부지원에 대한 의존도가 줄어드는 선순환 구조가 존재하게 되지만 기술개발의 리스크를 높이기 때문에 오히려 기술사업화 성공가능성이 줄어들 수 있으며,



[그림 6] 기술사업화 역량과 공공지원과 평가를 위한 인과지도

<표 7> 기술거래시장과 기술금융 평가를 위한 피드백구조 특성

유형	중요한 피드백 구조와 특성
양의 피드백 구조	<ul style="list-style-type: none"> • R5-1:정부의 기술사업화 지원과 정부지원에 대한 의존의 계속된 증가 • R5-2:정부 및 지원기관 의존도 증가에 따른 자체고용 및 기술개발 역량의 계속된 억제의 악순환 구조 • R5-3:자체역량을 제고하여 자체기술을 계속하게 되면 정부기관의 의존도는 지속적으로 줄고 자체기술개발 역량을 증가시키는 구조 • R5-4:기술사업화에 성공을 하면 매출액 등으로 인해 자체 투자역량이 생겨 자체기술개발을 하게 되고 이를 통해 기술사업화 성공건수가 증가하는 선순환 구조 • R5-5:기술사업화에 대한 정부의 지원이 증가하면 R&BD 및 마케팅 역량이 증가하고, 기술사업화 자금 및 지원도 늘어나 기술사업화 성공가능성이 높아지고 그 결과로 기술사업화 성과가 커지면 협력네트워크의 가치가 늘어나 정부지원이 강화되는 선순환 구조
음의 피드백 구조	<ul style="list-style-type: none"> • B5-1:정부(지원기관)의 기술사업화 지원에 따른 부담이 계속해서 증가하게 되면 협력네트워크가 위축되는 피드백 구조 • B5-2:정부기관의 기술사업화 지원 수준과 지원에 따른 부담은 제약에 따른 균형구조 • B5-3:자체기술개발을 하면 외부기술사업화 자금 및 지원이 줄어들고 자금부족으로 인해 기술사업화 성공가능성이 감소하게 되고 결국에는 자체적 역량만으로 성공하지 못할 경우 자체기술개발이 억제되는 피드백 구조 • B5-4:자체기술개발로 기술이전이 감소하게 되면 자체 개발된 기술 외의 기술상용화 건수가 줄어들게 되므로 기술사업화 성공가능성이 감소하고 만약 자체기술개발이 성공하지 못한다면 결국에는 자체기술개발이 억제될 수밖에 없는 피드백 구조. 이 구조에서 만약 창업(중소기업)들이 자체기술개발 역량이 부족함에도 불구하고 기술이전을 받으려고 하지 않는 구조가 존재할 경우에는 기술혁신 생태계의 악순환 구조가 됨 • B5-5:자체기술개발로 기술사업화 리스크가 증가하면 그 만큼 기술사업화 가능성이 감소하며 결국 자체기술개발이 억제되는 피드백 구조

IV. 기술사업화 혁신생태계 진단의 분석결과와 전략탐색

1. 기술사업화 생태계 진단을 위한 설문조사 결과

기술사업화를 목표로 하는 기술혁신생태계의 활성화와 비활성화의 동태성을 진단하기 위하여 도출된 5개의 피드백 구조 기본모형을 적용하여 지역산업 기술혁신·사업화생태계 사례지역을 진단·평가하고자 하였다. 피드백 구조분석은 통계적 검증이 가능한 계량적 분석기법은 아니지만 시스템에 존재하는 문제의 증상·패턴을 초래하는 원인들이 어떠한 구조에서 기인하는가를 탐색하고 전략을 모색하는데 유용하다. 사례분석 대상 지역의 기술혁신·사업화생태계를 앞에서 도출된 피드백 구조들로 평가하여 어떠한 문제들이 양과 음의 피드백 구조에 의해 초래되고 있는가를 발견하고자 하였다.

사례지역에 대한 분석을 위해서는 사례지역에 대한 피드백 구조를 구성하는 변수들에 대한 실제 값이 사용되어야 하나 분석대상 시스템의 경계를 (System boundary) 설정하기 곤란하고, 실제 자료를 통계적으로 획득하기 어렵기 때문에 혁신생태계 내에서 활동하고 있는 중소기업과 같은 행위자들을 대상으로 실시된 설문조사 결과 값을 사용하였다. 피드백 구조의 평가를 위해 변수별로 실시된 설문조사 결과는 <표 8>에 정리되어 있다. 분석의 실행은 설문조사에서 획득된 변수의 통계 값(평균 등)에 따라 해당 변수에 의해 피드백 구조가 어떻게 영향을 받는가를 아래 표와 같은 기준을 적용하여 판단하고자 하였다.

<표 8> 설문조사 결과를 활용한 피드백 구조의 평가 기준

변수의 측정값	해당 변수가 피드백 구조에 미치는 영향
3점 이하의 값 (예: 만약 투자 평균값이 5점 척도에서 3보다 작으면)	<ul style="list-style-type: none"> • 증가에서 감소하는 방향으로 바뀌어 영향을 미치는 것으로 인과순환적 관계를 연속적으로 해석 • 투자 → (+)성과는 투자 감소 → 성과감소로 해석 • 가격 → (-)수요는 가격 하락 → 수요증가로 해석 ※ 양의 피드백의 선순환구조는 양의 피드백의 악순환 구조로 바뀌며, 음의 피드백의 선순환 구조는 음의 피드백의 악순환 구조로 바뀜
3에 가까운 값 (예: 만약 투자 평균값이 5점 척도에서 3점 정도이면)	<ul style="list-style-type: none"> • 증가에서 감소하는 방향으로 바뀌지는 않으나 영향을 미치는 정도가 적은 것으로 해석(투자 → (+)성과는 투자가 늘어나도 성과가 크게 증가하지 않는 것으로 해석) ※ 선순환구조와 악순환 구조의 작동에 미치는 영향이 크지 않음
3점 이상의 값 (예: 만약 투자 평균값이 5점 척도에서 3점 이상이면)	<ul style="list-style-type: none"> • 증가하는 정도가 더 확실하게 같은 방향으로 영향을 미치는 것으로 인과관계를 연속적으로 해석 • 투자 → (+)성과는 투자 증가 → 성과 증가로 해석 • 가격 → (-)수요는 가격 증가 → 수요 감소로 해석 ※ 양, 음의 피드백루프 모두 선순환, 악순환 구조의 작동에 영향이 큼

기술사업화 측면의 혁신생태계를 이루는 주요 구성변수들에 대한 설문조사 결과는 <표 9>에서 보는 바와 같이 전반적으로 평균값이 매우 낮은 것으로 나타났는데 이는 혁신생태계를 평가하기 위해 도출된 피드백 구조들을 해석하는데 있어 <표 8>의 기준을 적용할 경우 선순환 구조는 제대로 작동하지 못하고 반대로 악순환 구조가 작동할 가능성이 더 크다는 것을 의미한다. 즉, 혁신생태계의 성장을 강화하는 양의 피드백구조가 핵심변수의 부정적 값의 영향으로 인해 정상적으로 작동하지 않고 반대로 악순환구조로 작동되고 있거나 임계규모(critical mass)를 넘지 못하는 한계 상태가 지속되는 것으로 해석될 수 있다.

분석결과 판교와 대덕 두 기술혁신·기술사업화 생태계의 공통의 문제점은 키스 톤 역할을 해야 하는 기술사업화 기반들이 제대로 구축되어 있지 못하거나 각종 지원기능들이 적정 수준 이상으로 운영되지 못함에 따라 기술혁신 성과인 기술사업화 실적이 매우 저조하게 나타날 수밖에 없는 피드백구조들이 작동하고 있다는 것으로 요약할 수 있다. 예를 들어 여건이 충분이 갖추어져 있을 경우 창업하겠다는 의지가 두 지역 모두 매우 낮은 점수(판교 2.79점, 대덕 2.81점)로 나온 것은 피드백 구조로 연결된 다른 변수들에 대해 연쇄적으로 부정적인 영향을 미치는 결과를 초래하는 악순환 구조를 만들어 내고 있다는 것이다.

<표 9> 기술사업화 생태계의 구성 변수들에 대한 설문조사 결과

하위 시스템	구성 요소	설문 조사 결과(통계 값: 평균 등)	
		판교	대덕
연구개발 여건과 기술사업 화 지향성	지역의 혁신자원 전체(5점) - 지역 내의 연구소 분포, 역량	연구소 분포: 3.21 연구소 역량: 3.13	연구소 분포: 3.71 연구소 역량: 3.72
	지역의 직접여건, 수준(5점) - 창업보육시설 활성화	2.94	3.29
창업과 기술이전	창업 의지(5점)	2.79	2.81
	기술이전(유:무, 100%)	20:80	34:66
	기술이전(건수, 건)	2.62	1.94
	기술이전 활성화 저해요인 (1, 2, 3순위)	① 자체 추진 불필요 ② 실패 리스크 ③ 수요충족 특허부족	① 자체 추진 불필요 ② 수요충족 특허부족 ③ 실패 리스크
	기술이전 컨설팅(유:무, 100%)	8:92	21:79
	기술이전 컨설팅(건수, 건)	12개 기업, 2	31개 기업, 1.45
협력 네트워크 (참여와 중개)	기술사업화 도움 및 협력관계 조 직 (전체 순위) ※ 전체 1순위는 '없다' 임: 판교(27%), 대덕(17%)	연구소>정부>지자체> 대학>대기업>중소기 업>공공기관>기술금융 기관>기술중개, 컨설팅	대학>연구소>공공기 관>중소기업>정부>기 술금융기관>지자체>대 기업>기술중개, 컨설팅
	네트워크 참여(유:무, 100%)	23:77	41:59

하위 시스템	구성 요소	설문 조사 결과(통계 값: 평균 등)	
		판교	대덕
	네트워크 중개기관(유:무,100%)	9:20:71(모름)	32:19:49(모름)
	네트워크 중개기관 활성화(5점)	3.07	3.48
기술거래 시장과 기술금융	기술거래시장 활성화(5점)	2.69	2.84
	자금지원/조달(유무, 100%)	22:78	31:69
	자금지원/조달(건수, 건)	33개 기업, 1.54	47개 기업, 1.37
	자금지원/조달(금액, 원)	18.4억	2.28억
	기술담보 금융 용이성(5점)	2.66	2.62
기술 사업화 역량과 공공지원	공공지원 받은 경험(유:무, 100%)	21:79	42:58
	공공지원 받은 경험(회수, 건)	32개 기업, 1.52	63개 기업, 1.79
	추가기술개발시 기술공급자와의 협력 관계 수준(5점)	2.90	3.05
	대학 및 연구소 연구개발의 시장 수요 반영 수준(5점)	2.79	3.03
	정부지원 취약부분 (1, 2, 3순위)	①출연,투융자,기술보증 ②구매,홍보,시장개척 ③각종 조세지원	①출연,투융자,기술보증 ②각종 조세지원 ③구매,홍보,시장개척
기술 사업화 성과	기술이전 매출달성 실적 (유:무, 100%)	4:96	8:92
	기술이전 매출달성 실적 (회수, 건)	6개 기업, 1.25	12개 기업, 1.25
	기술이전 기술사업화 중단/포기 경험(유:무, 100%)	6:94	3:97
	기술이전 기술사업화 중단/포기 경험(회수, 건)	9개 기업, 1.14	5개 기업, 1.0
	기술이전 기술사업화 중단/포기 이유-문제 (1, 2, 3순위)	①낮은 기술수요, 가치 ②자금조달, 부족 ③시장개척, 마케팅역량	①추가기술개발 어려움 ②자금조달, 부족 ③개발기관의 지원부족
	기술혁신 생태계 발달정도 (5점)	3.02	3.13

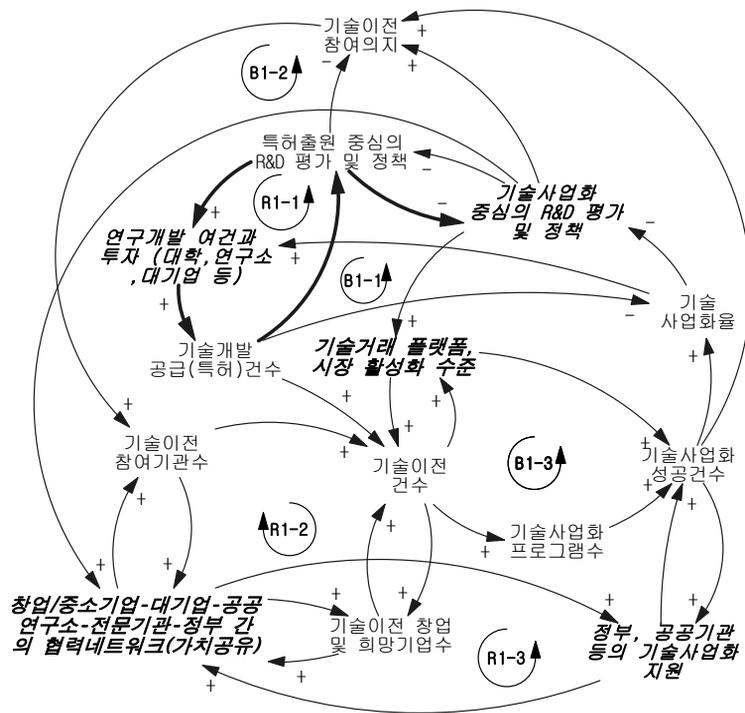
주: 이 설문조사 결과는 산업연구원이 갤럽에 의뢰하여 판교 및 대덕의 200개 기업에 대한설문조사(2015.10)의 일부 문항에 대한 통계분석 결과를 정리한 것임.

2. 기술사업화 생태계의 피드백 구조 진단결과

기술사업화에 초점을 둔 판교와 대덕 지역의 기술사업화 생태계에 대한 피드백 구조의 평가 결과는 다음과 같다.

1) 연구개발 여건과 기술사업화 지향성에 대한 피드백 구조 평가결과

연구개발 여건과 기술사업화 지향성에 대한 피드백 구조 평가결과는 판교와 대덕의 연구개발 여건은 지역 내 연구소들의 분포와 역량 면에서 볼 때 설문조사 결과 평균 3점 이상으로 연구개발 여건과 투자는 보통 수준으로 선순환 하는 지속적인 성장의 피드백 구조를 보여주고 있다고 판단된다(R1-1). 이 피드백 구조에서는 판교(연구소 분포:3.21, 역량:3.13)보다 대덕(연구소 분포:3.71, 역량:3.72)이 좀 더 양호한 연구개발 여건의 선순환 구조를 갖고 있다고 할 수 있다. 그러나 이러한 피드백 구조의 문제는 특허출원 중심의 R&D 평가 및 정책을 강화하는 구조이기 때문에 기술사업화 중심의 R&D 평가 및 정책 지향성을 강화하는 구조와는 균형을 이루지 못하고 있다는 데 있다(B1-1). 즉, 기술사업화율이 낮음(매출달성 실적 비율이 판교 4%, 대덕 8%)에도 불구하고 계속해서 연구개발 중심의 피드백 구조가 작동하고 있다는 것이다(B1-1).



주 : 점선은 연결이 안 되거나 약한 루프 링크, 굵은 선은 비교적 강하게 나타나는 루프 링크임

[그림 8] 연구개발 여건과 기술사업화 지향성의 평가 결과의 피드백 구조

[그림 8]에서 균형적 기술사업화를 지향하는 피드백 구조(B1-3)는 낮은 기술사업화율을

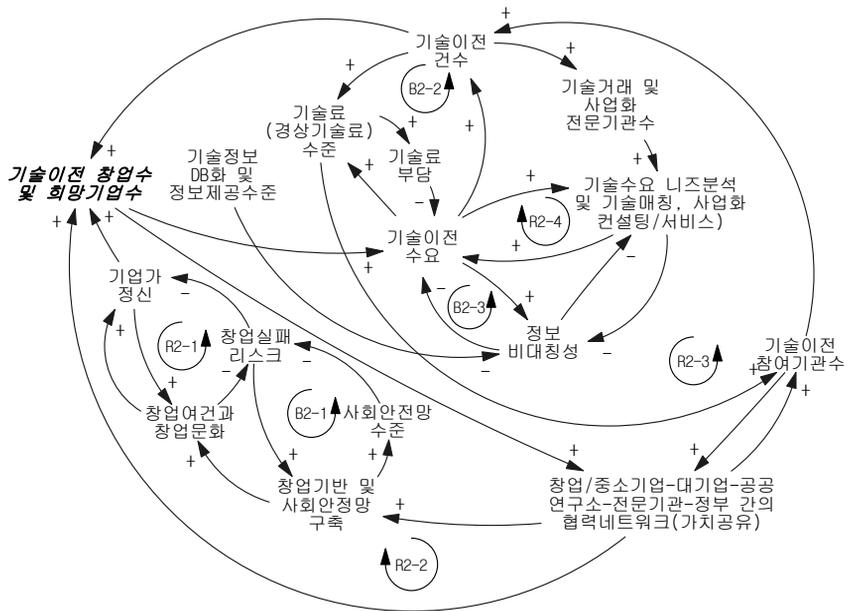
높이기 위해 기술사업화 중심의 R&D 평가 및 정책 지향성을 강화하고 이를 실현하기 위해 기술거래 플랫폼 및 시장을 활성화하여 기술이전과 기술사업화 성공가능성을 제고할 경우 기술사업화율이 기술개발 공급과 균형을 이룰 수 있는 선순환 구조이다. 이 구조에 대한 평가를 위해서 기술거래시장의 활성화 수준에 대한 설문조사 결과 값을 보면 판교는 평균 2.69점, 대덕은 2.84점으로 두 지역 모두 평균 값 이하로 나타났다. 이는 결국 기술사업화를 지향하는 균형적 피드백 루프가 작동하지 못하고 있다는 것을 의미한다.

기술사업화 지향성의 피드백 구조 평가와 관련하여 협력네트워크 확산의 선순환 강화구조(R1-2)에 대한 평가는 네트워크 중개기관의 활성화 정도를 협력네트워크 구축 수준으로 보았으며, 그 결과 판교는 3.07점, 대덕은 3.48점으로 평균보다 약간 높은 수준이었다. 이는 협력네트워크의 확산이 기술이전 참여와 기술이전, 창업 증가로 이어지는 선순환구조로 작동되고 있다고 평가된다. 이 경우 판교보다는 대덕지역의 선순환 구조가 좀 더 양호한 것으로 평가된다. 전반적으로 두 지역 모두 기술사업화를 강조하는 정책 지향성이 낮아 기술이전 참여의지(B1-2), 기술거래시장 활성화, 협력네트워크 확산으로 연결되는 선순환 피드백 구조가 활발하게 작동하지 않는 것으로 평가된다.

2) 기업가정신과 창업 활성화에 대한 피드백 구조 평가 결과

창업의지에 대한 설문조사 결과는 여건이 갖추어져 있다 해도 창업 의지가 두 지역 모두 매우 낮게 나타났다(판교 2.71, 대덕 2.81). 이는 우리나라 기술혁신생태계의 기업가 정신이 미약하다는 것을 의미하며, 창업의지가 저조하다는 것은 기술사업화를 위한 혁신생태계의 형성에서부터 악순환구조에 빠져있다는 것을 보여주고 있다. 이러한 악순환 구조가 극복되지 못하는 것은 사회안전망의 구축을 위한 선순환 구조가 미약하고(B2-1), 창업문화가 활성화되지 못해 창업실패 리스크를 줄이고 기업가 정신을 높여가는 선순환 구조가 반대로 악순환 구조로 기업가 정신을 쇠퇴시키고 있기 때문이다(R2-1).

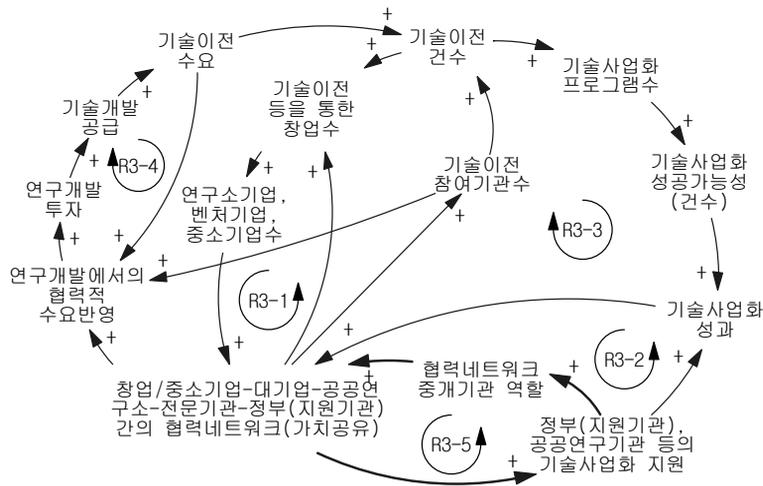
기술이전과 관련된 피드백 구조에 대한 평가에서는 설문조사 결과 판교는 20%, 대덕은 34%가 기술이전 실적이 있으나 기술이전 건수는 3년 동안 두 건(판교 2.62건, 대덕 1.94건)에 불과할 정도로 매우 낮았다. 이렇게 낮은 기술이전 수준이 기술혁신생태계의 악순환 구조로 작동할 경우 기술사업화 성과는 기대하기 어려울 것으로 보인다. 같은 맥락에서 기술이전 컨설팅을 받은 경험(판교 20%, 대덕 34%)도 높은 편이 아니어서 기술이전 수요를 늘리고, 정보비대칭성을 줄이는 효과가 나타날 수 있는 선순환 구조의 작동을 기대하기 어려울 것으로 평가된다. 한편, 기술료 부담은 기술이전을 저해하는 구조로 작동하지 않는 것으로 분석되었다.



[그림 9] 연구개발 여건과 기술사업화 지향성의 평가 결과의 피드백 구조

3) 기술사업화 협력네트워크에 대한 피드백 구조 평가결과

협력네트워크가 확산되는 선순환 구조의 작동 수준은 기술혁신생태계의 강건성을 보여주는 척도라고 할 수 있다. 설문조사 분석결과 두 지역의 네트워크 참여 유무(판교 23%, 대덕 41%)와 네트워크 중개 기관의 유무(판교 9%, 대덕 32%)와 네트워크 중개기관 활성화



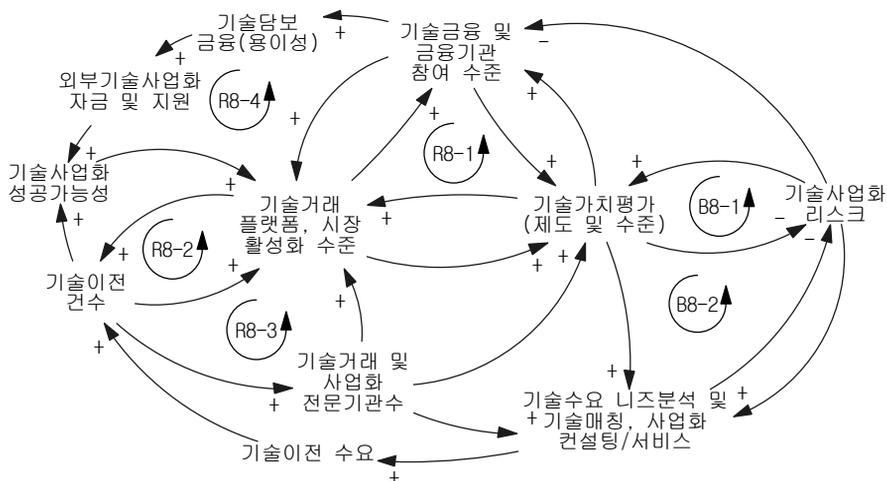
[그림 10] 기술사업화 협력네트워크의 평가 결과의 피드백 구조

화 수준(판교 3.07점, 대덕 3.48점) 모두 대덕이 판교에 비해 높은 것으로 나타났다. 이러한 변수의 특성을 고려할 때 대덕지역은 네트워크 중개기관의 역할이 작동하여 높은 수준은 아니지만 협력네트워크가 확산되는 선순환 구조가 존재하고 있다고 평가된다(R3-5).

또한, 연구개발에서의 협력적 수요 반영 수준을 묻는 설문조사 결과에서는 판교는 2.79 점으로 평균보다 낮았으며, 대덕은 3.03으로 평균 수준이었다. 이러한 분석결과를 볼 때 협력적 연구개발 수준을 높여 기술이전 수요를 증가시키는 선순환 구조는 커다란 효과를 기대하기 어려울 것으로 판단된다. 전반적으로 판교지역은 대덕에 비해 신생지역이기 때문에 혁신생태계에서의 협력네트워크 형성 수준이 낮은 것으로 판단되며, 키스 톤 역할을 수행하는 네트워크 중개기관의 적극적인 역할이 요구된다고 할 수 있다.

4) 기술거래 시장과 기술금융에 대한 피드백 구조 평가 결과

기술혁신생태계에서는 기술거래 플랫폼과 시장의 활성화가 기술혁신생태계의 동맥과도 같기 때문에 이와 관련된 선순환 피드백 구조 작동이 중요하다. 설문조사 분석결과에서는 기술거래 시장 활성화 수준의 경우 판교와 대덕 모두 매우 낮았으며(판교 2.69점, 대덕 2.84점), 기술담보 금융의 용이성 수준에 서도 판교 2.66, 대덕 2.62로 매우 낮은 것으로 나타났다. 이러한 변수 값을 피드백 구조에 연결시켜 볼 경우 <그림 11>의 피드백 구조에서 보는 바와 같이 대부분의 선순환 피드백 구조들이 작동하지 못하여 기술혁신생태계에 기술이전, 기술사업화 자금 확보, 기술가치평가, 기술사업화 리스크 회피와 같은 중요한 기능이 활성화되기 어려운 악순환 구조가 초래될 것으로 보인다(R4-1, R4-2, R4-3, R4-4). 이



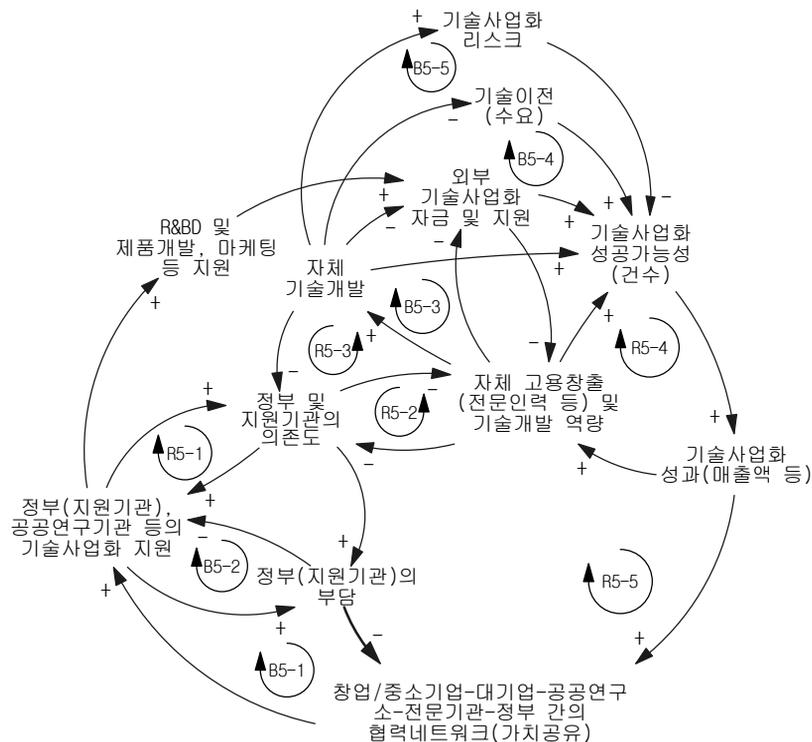
[그림 11] 기술거래시장과 기술금융의 평가 결과의 피드백 구조

러한 피드백 구조로 인해 두 지역 모두 기술사업화를 위한 자금조달 수준이 낮은 것으로 나타났다(최근 3년 평균 판교 1.54건, 대덕 1.37건).

5) 기술사업화 역량과 공공지원에 대한 피드백 구조 평가 결과

기술사업화 역량과 공공지원에 대한 피드백 구조 평가에서는 두 지역의 기술혁신생태계에서 기술사업화의 성공과 성과를 제고하기 위한 정부 및 공공기관의 지원이 적절한 수준에서 이루어지고 이를 통해 기술사업화의 선순환 구조가 작동할 수 있는가를 살펴보고자 하였다. 여기에 대한 설문조사 결과를 보면 공공지원을 받은 경험과 횟수에서 판교는 21%의 경험에 평균 1.52건이었으며, 대덕은 42%의 경험에 평균 1.79건을 지원받은 것으로 나타났다. 두 지역 중에서는 대덕이 판교보다 정부지원 수준이 높은 것으로 나타났으며, 판교 지역은 지원수준이 매우 낮았다. 즉, 상대적으로 대덕지역의 정부지원이 양호한 기술사업화의 선순환 구조를 창출해 내고 있다고 평가된다.

한편, 설문조사 결과에서는 기업이 자체 기술개발을 통해 기술사업화를 실현하기 위하여



[그림 12] 기술사업화 역량과 공공지원 평가 결과의 피드백 구조

기술이전을 하지 않겠다는 응답은 유의미한 수준이 아니었다. 따라서 기술이전과 정부지원이 계속해서 일정수준으로 이루어져 기술사업화의 성공가능성과 성과가 높아지는 선순환 구조가 작동될 필요성이 높다고 보인다.

3. 기술사업화 생태계의 활성화 전략 탐색

본 연구의 분석결과 기술사업화 생태계와 관련된 핵심구성 요소들을 포함하고 있는 5개의 피드백 구조들에 대한 평가에서 두 지역 모두 선순환구조를 보여야 하는 다수의 중요한 피드백 구조들이 약하게 작동하거나 악순환구조를 초래할 위험성이 큰 것으로 나타났다. 또한 시스템의 균형을 이루어 선순환 구조로 작동해야 하는 피드백구조들은 오히려 균형이 깨어져 성장의 제약요인으로 작용하는 문제점이 발견되었다.

이러한 구조적 문제점들로는 첫째, 연구개발과 기술사업화 정책 간의 균형을 이루지 못하고 연구개발에 치중되어 있는 피드백구조, 둘째, 기업이 정신과 창업의지가 결여되어 기술이전과 기술사업화에 관심이 위축되는 피드백구조, 셋째, 혁신생태계의 행위자들이 몰려오지 않는 미미한 협력네트워크 확산의 피드백 구조, 넷째, 여전히 언 발에 오줌누기식인 정부의 지원수준과 임계규모를 넘지 못하는 기업들의 나약한 역량 정체의 피드백구조, 다섯째, 기술컨설팅과 기술이전에는 무관심하면서도 정부지원은 적극적으로 요구·의지하는 자기 모순적 기술사업화 행태의 피드백 구조, 여섯째, 활성화 되지 못하고 있는 기술거래시

〈표 10〉 기술사업화 생태계의 문제 극복을 위한 정책지렛대

혁신생태계의 문제 행태 (System Behavior)	문제의 지배적 구조	정책지렛대 (Policy Leverage)
<자기억제와 제약> - 열매를 맺지 못하는 나무 - 기업이 정신과 창업 저조	음의 피드백 구조	<ul style="list-style-type: none"> • 목표수정: 기술사업화 중심으로 R&D 정책과 평가 시스템 전환 • 병목지점 제거: 창업리스크 제거
<자기 증식의 한계> - 벤처 죽음의 계곡 - 기술거래 시장의 미성숙	양의 피드백 구조	<ul style="list-style-type: none"> • 임계점 확보: 창업·기술이전 기업이 일정 수준으로 성장 할 때까지 지속적, 적극적으로 자금지원 • 수확체증과 자기증식: 기술거래시장을 활성화하여 투자자들을 몰려들게 해야 함
<용량의 제약> - 시장의 협소와 부족 - 인력자원의 부족	(양)+(음)의 피드백 구조	<ul style="list-style-type: none"> • 경계 확장: 기술사업화를 통한 국내시장 및 해외시장 개척 지원 • 용량 확충: 기술사업화 지원 확대, 전문 인력 지원, 국내 혁신 생태계로 해외인재를 과격적 유치
<파동(불안정)> - 기술가치의 불확실성 - 지식재산권의 불확실성	음의 피드백구조 + 시간지연	<ul style="list-style-type: none"> • 완충장치 확보: 기술가치평가제도 정착과 활성화 • 정보지연 제거: 지식재산정보 실시간 제공 및 라이선스 보증, 기술수요 매칭

장 정체의 피드백 구조 등을 지적할 수 있다. 그리고 이러한 구조적 문제를 극복하기 위해서는 <표 10>에 제시한 바와 같이 문제행태의 피드백 구조를 파악하고 거기에 맞는 전략지렛대를 활용하는 방향을 모색해야 할 것이다.

V. 결론

지역산업 기술혁신 생태계와 같은 복잡한 시스템들의 성장·쇠퇴의 동태성을 분석하는 것은 시스템을 구성하는 중요한 요소들이 시간의 흐름에 따라 어떻게 구조적으로 상호작용하며 그 행태가 어떠한 특성을 보이는 가를 발견하는데 초점을 두고 있다.

지역산업 기술혁신·사업화 생태계는 지역차원에서는 지역경제의 성장·쇠퇴에 결정적 역할을 하지만 국가적으로도 그 성공 여부는 기술혁신·사업화 생태계의 활성화와 확산이라는 전략적 차원에서도 매우 중요하다. 특히 기술사업화에 초점을 둔 본 연구는 지역산업 기술혁신생태계가 경계해야 할 가장 중요한 함정인 열매를 맺지 못하는 나무를 기르는 것의 악순환구조 문제를 진단하고자 했다는 점에서도 매우 중요한 의미가 있었다.

이 논문의 분석결과에 따르면 우리나라 지역산업 기술혁신 생태계에 만연되어 있는 악순환구조 또는 정체되어 있는 선순환 구조들은 기술사업화는 등한시되고 연구개발 자체에만 치중되어 있는 악순환구조, 기업가 정신과 창업의지가 계속해서 위축되는 악순환구조, 참여자들 간의 협력네트워크가 활성화되지 못하는 악순환구조, 언 발에 오줌 누기 수준의 지원이나 투자의 임계규모를 넘지 못하는 악순환구조, 자기역량을 키우기 보다는 정부지원에만 의지하는 악순환구조 등으로 규명되었다.

중국의 고사에는 “같은 일을 반복하면서 다른 결과가 나오기를 기대하는 것은 미친 것이다”라는 말이 있으며, 아인슈타인도 “다른 결과를 기대하면서 같은 일을 반복하는 것보다 더 확실한 정신병 증세는 없다”라고 말한바 있다. 이 말을 우리나라 지역산업 기술혁신 생태계에 적용하면 지금까지의 지역산업 기술혁신 생태계가 작동하는 여러 가지 악순환 구조와 정책들의 한계를 그대로 답습하면서도 언제나 지역 혁신생태계가 성공적인 기술사업화를 통해 혁신의 중심지로서 활력을 뿜어내고 세계적인 지식클러스터가 되기를 기대하는 것은 매우 바보스러운 생각이라는 것이다.

우리나라의 산업경쟁력은 지금 주변 세계도 함께 달리는 붉은 여왕의 나라에서 죽도록 달려야 겨우 죽지 않고 제자리를 유지하는 상황임에도 불구하고 몽유병에 걸려 있다는 비판을 받고 있으나 계속해서 변한 것이 하나도 없다(조선일보, 2007.3.26.; The Financial Times, 2007.3.19.).

최근 세계 각국이 혁신의 주도권을 쥐기 위하여 과격적으로 기술혁신 생태계를 만들어 나가고 있는 상황임을 직시하여 우리나라도 독일이나 프랑스처럼 과감한 전략을 펼칠 필요가 있다. 우리나라의 대표적인 두 지역혁신생태계가 본 연구의 분석결과에서 밝혀진 바와 같은 악순환 구조에 빠져 열매를 맺지 못하는 나무만을 기르는 경로의존적 상황으로부터 탈출하기 위해서는 최근 과격적으로 기술혁신 생태계를 만들어 나가고 있는 독일이나 프랑스보다 오히려 더 과감한 전략을 선택해야 한다는 것이다. 독일은 세계 180여 개 국에서 몰려온 ‘스타트업 이민자’들의 창업 유토피아를 만드는 전략을 선택했으며, 프랑스도 정부가 적극적으로 나서서 해외 창업인재를 모셔오고, 창업자금, 사무실, 비자를 무료로 패키지 지원하고 있을 정도로 과감한 전략을 선택했다(조선일보, 2015.8.20.).

【참고문헌】

- 국가과학기술심의회. (2014). “제5차 기술이전 및 사업화 촉진 계획(안)”. 국가과학기술심의회.
- 권보람 · 김주성.(2014). “창업생태계 활성화를 위한 혁신플랫폼의 활용전략”. 『전자통신동향 분석』, 제29권 제4호:137-146. 한국전자통신연구원.
- 김도훈 · 문태훈 · 김동환.(1999). 『시스템 다이내믹스』, 대영문화사.
- 김선우. (2015). “창업생태계에서 엑셀러레이터의 역할과 이슈”. 『과학기술정책』, 제25권6호:20-25.
- 김영수 · 김선배 · 김현우 · 최남희.(2015). 『지역의 산업기술 혁신생태계 구축방안』. 산업연구원.
- 김찬호. (2013). 『창조경제시대 중소기업의 기술사업화 성공과 실패사례연구』. 한국과학기술정보연구원.
- 김창욱. (2004). “공정혁신과 조직선별: 혁신경쟁의 모형화와 시뮬레이션 분석”. 『한국시스템다이내믹스 연구』, 제5권1호:73-97. 한국시스템다이내믹스학회.
- 대덕넷. (2014), “과기정책포럼, UST서 '출연연 연구성과 기업화 촉진방안' 포럼 개최 토론회 “과학기술지주(KST) 역할분담·협력 통한 전략수립을”, 6월12일자.
- 문태훈.(2002). “도시동태모형을 이용한 도시성장관리정책의 평가,” 『한국시스템다이내믹스연구』, 3(2): 6-27.한국시스템다이내믹스학회.
- 박웅 · 박호영. (2014). “기술사업화 비즈니스 생태계 모형에 관한 연구. 『기술혁신학회지』, 제17권 4호:786-819. 한국기술혁신학회.
- 박재수 · 박정용. (2013). “성공적인 기술사업화를 위한 솔루션 프로세스”. 『한국정보통신학회 논문지』, 제17권7호:1522-1530. 한국정보통신학회.
- 박종복 · 조윤애 · 이상규 · 성열용 · 권영관. (2011). 『민간부문의 기술사업화 활성화 방안』. 산업연구원.
- 서울신문.(2014). “컨설팅 없어 쪽박 찬 알짜기술 수두룩”. 2월14일자.
- 세계일보.(2015). “한국 기술사업화의 ‘불편한 진실’:연구비 年 59억... 성과는 OECD 바닥, 시장·고객에 대한 이해부족 최대 원인”. 10월25일자.
- 신근섭 · 홍유석. (2005). “기업의 기술혁신 다이내믹스 분석.” 대한경영학회 학술연구발표대회, 77-94.
- 오상영. (2006). “시스템 사고를 적용한 효과적인 정부의 중소기업지원 시점 연구”. 『한국 시스템다이내믹스 연구』, 제7권2호:21-34. 한국시스템다이내믹스학회.

- 유창호 · 나주몽. (2014). “시스템 사고를 이용한 국가공간정보정책 인과구조 분석-공간정보 융복합산업 활성화 전략을 중심으로”. 『한국지적정보학회지』, 제16권3호: 19-33.
- 윤진호 · 원동규. (2004). “국가혁신체제 개편 연구:시스템 다이나믹스 방법을 통한 종합조정체제 확립분석”. 『기술혁신학회 추계 학술대회 논문집』.
- 이길우. (2013). 『국가연구개발사업 기술이전 · 사업화 제고방안 연구』. KISTEP.
- 이윤준 · 김진우. (2013). “대학 · 출연(연)의 기술사업화 활성화 방안”. 『STEPI Insight』. 제123호:1-34.
- 임주형 · 김홍빈 · 윤장혁. (2012). “시스템 다이나믹스를 이용한 혁신활동의 수익성 분석: 축산 경영의 사례를 중심으로”. *Entrue Journal of Information Technology*, 11(2):37-47.
- 전상길 · 정우수. (2000). “다운사이징과 기술혁신의 순환적 인과관계에 대한 탐색적 연구: 시스템 사고에 의한 접근”. 『한국시스템다이나믹스 연구』, 제1권2호:33-60. 한국시스템다이나믹스학회.
- 전자신문. (2015). “기초연구 판 바꾸면 한국도 노벨상 탈까”. 10월 25일자.
- 조선일보. (2015). “獨 벤처 한곳에 38개 국적 직원들”, 8월20일자.
- 조선일보. (2007). “사설: 몽유병에 걸린 한국경제”. 3월20일자
- 최남희 · 조병설 · 안유정 · 이만형. (2013). “지역전략산업육성사업과 지역경제성장 파급효과: 충북 사례를 중심으로”. 『한국시스템다이나믹스 연구』, 제14권1호: 5-29. 한국시스템다이나믹스학회.
- 최정환 · 고성필 · 이정동. (2012). “시스템 다이나믹스를 이용한 제조-구매 결정 전략: 한국의 방위력 개선 사업을 중심으로”. 『한국시스템다이나믹스 연구』, 제13권1호: 33-60. 한국시스템다이나믹스학회.
- 황병용 · 최한림 · 안남성. (2010). “한국의 미래 에너지사회 전망에 관한 연구: 계층분석법과 인과지도의 보완적 분석을 중심으로”. 『한국 시스템다이나믹스 연구』, 제11권3호: 61-86. 한국시스템다이나믹스학회.
- Kim, D. H., & An, S. G. (2011). 국가 R&D 투자 배분에 관한 시스템다이나믹스 모델링. 『한국 시스템다이나믹스 연구』, 제12권2호:153-176. 한국시스템다이나믹스학회.
- Adams, M. & Olesak, M. (2010). *Innovation ecosystems: built from the bottom up I-Capital Advisors*. Washington DC
- Allas, T. (2014). Insights from international benchmarking of the UK science and innovation system. Department for Business Innovation & Skills (BIS) Analysis Paper, 3, 19.
- Bramwell, A., Hepburn, N., & Wolfe, D. A. (2012). Growing innovation ecosystems: university-industry knowledge transfer and regional economic development in Canada.

- Knowledge Synthesis Paper on Leveraging Investments in HERD. Final Report to the Social Sciences and Humanities Research Council of Canada.
- Department of Business Innovation and Skills. (2014). Insights from international benchmarking of the UK science and innovation system BIS Analysis Paper 03, January 2014 <https://www.gov.uk/government/publications/science-and-innovation-system-international-benchmarking>
- Durst, S., & Poutanen, P. (2013). Success factors of innovation ecosystems-initial insights from a literature review. Pros. Co-Create.
- European Commission. (2012). Communication on the European Research Area, http://ec.europa.eu/research/era/era_communication_en.htm
- Inkinen, S., & Kaivo-Oja, J. (2009). Understanding innovation dynamics. Aspects of Creative Processes, Foresight Strategies, Innovation Media and Innovation Ecosystems, 9.
- Francois, Jean., Lacoste-Bourgeacq. (2012). Neuronal Innovation?-the Next Big Thing After Open Innovation, <http://www.innovationmanagement.se/2012/10/10/neuronal-innovation-the-next-big-thing-after-open-innovation/>.
- Josep M. Vilalta, Josep Alias and Alicia Betts. (2014). A network that responds to a complex innovation ecosystem: Knowledge, Innovation and Territory Platform, a case study. 9th Regional Innovation Policies Conference
- Jucevičius, Giedrius, and Kristina Grumadaitė. (2014). Smart development of innovation ecosystem. *Procedia-Social and Behavioral Sciences* 156: 125-129.
- Pedro Guillen. (2013). The Next Frontier in Innovation ? The Development and Nurturing of Innovation Ecosystems for Middle-Market Corporations February 11 (<http://worldindustrialreporter.com/the-next-frontier-in-innovation/>)
- Rush, H., Bessant, J., Marshall, N., Ramalingam, B., Hoffman, K., & Gray, B. (2014). Innovation Management, Innovation Ecosystems and Humanitarian Innovation.
- The Financial Times. (2007). “Seoul sleepwalk: why an Asian export champion is at risk of losing its way”, March 19.
- UK Department for Business Innovation and Skill. (2011). ‘Innovation and research strategy for growth’ - refers extensively to the innovation ecosystems of ‘Global Innovation Leaders’.
- Weil, H. B., Sabhlok, V. P., & Cooney, C. L. (2014). The dynamics of innovation ecosystems: A case study of the US biofuel market. *Energy Strategy Reviews*, 3, 88-99.