

한국의 혁신 생태계: 진화 과정과 차세대 모델에 대한 탐색

이정원* · 임채성**

<목 차>

- I. 서 론
- II. 한국의 혁신생태계 변화
- III. 한국 혁신생태계의 한계
- IV. 차세대 혁신 생태계 모델 논의 틀: 가치 네트워크를 중심으로
- V. 차세대 혁신 생태계 모델
- VI. 결 론

국문초록 : 한국 혁신 생태계는 후발 추격자에서 ‘민간 주도의 건강하고 역동적인 생태계 조성을 위한 정부의 역할이 중요한’ 창조적 선도자 단계로 진화해 왔다. 한국의 혁신 생태계는 그동안의 획기적인 발전과 양적 확대에도 불구하고 혁신 성과의 정체 현상, 생태계 내 및 글로벌 연계 활동의 부족 등을 보여주고 있다. 미래 지향적인 혁신 생태계 조성을 위한 차세대 혁신 생태계 모델이 요구되는 상황이다. 기존의 이론적 근거를 바탕으로 혁신 생태계의 바탕을 이루는 것이 기업간 네트워크라는 관점에서 차세대 혁신 생태계의 요소로 기업간 네트워크 외에, 기업 역량, 공공 연구기관, 민간 산업단체, 기술 인프라, 정책 주체를 바탕으로 5개 요소를 설정하고, 불연속적 기술 및 시장 변화에 부응하는 ‘민간 주도의 건강하고 역동적인’ 혁신 생태계로서의 차세대 혁신 생태계 모델을 제시하였고 혁신 생태계구축 역할을 담당하는 정책 주체의 구체적인 방향을 제시하고, 본 연구의 의의를 제시하였다.

* 과학기술정책연구원 명예연구위원(leejw@stepi.re.kr)

** 건국대학교 경영대학 교수, 교신저자(edisonfoot@gmail.com)

사사: 이 논문은 2022학년도 건국대학교의 연구년 교원 지원에 의하여 연구되었음

Innovation Ecosystem of Korea: Its Evolution Process and Exploring The Next Model

Lee, Jungwon · Lim, Chaisung

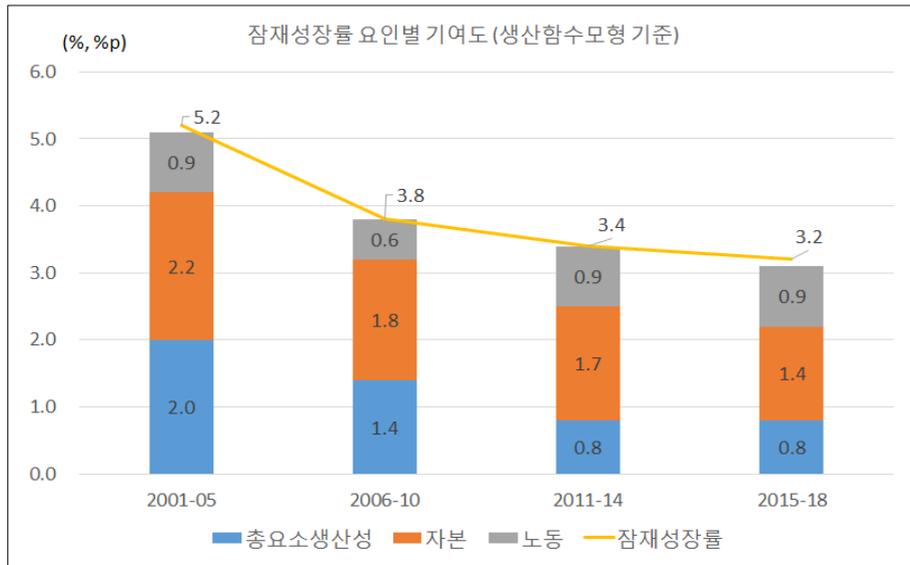
Abstract : The Korean innovation ecosystem has evolved from a catch up stage to a creative leader stage where government's role in creating a private sector driven, healthy and dynamic ecosystem is important. Korea's innovation ecosystem shows a stagnation of innovation performance and a lack of linkage activities within the national innovation ecosystem and in global cooperation, despite the dramatic advancement and expansion of the ecosystem. A next-generation innovation ecosystem model is required to create a future-oriented innovation ecosystem. The next generation innovation ecosystem was prepared on the basis of the framework, which has 6 elements among which inter-firm network is the the micro-foundation of the ecosystem. On the basis of the framework, assuming that the next generation innovation ecosystem is the evolved existing ecosystem, responsive the discontinuous change in market and technology, which is private sector driven healthy and dynamic ecosystem, the next generation innovation ecosystem model was created. The concrete details on the direction of the policy entities responsible for building the ecosystem was presented, and the contribution of this study was discussed.

I. 서론

한국 경제와 사회는 새로운 변화를 요구하는 거시적 환경 변화에 직면해 있다. 4차 산업혁명으로 일컬어지는 기술 및 산업의 혁명적 변화, COVID 19으로 인한 예측하지 못한 사회 경제적인 변화, 신보호무역주의의 등장, 러시아-우크라이나 전쟁 발발과 등은 글로벌 경제·사회의 미래를 더욱 불확실하게 하고 있다. 사회 전반에 걸쳐 고령화에 따른 인구구조의 변화, 기술진보에 따른 일자리 혹은 일하는 방식의 변화, 경제 소득뿐 아니라 디지털화, 건강 복지 등에서의 양극화 심화, 개인주의의 심화와 가족 개념의 변화, 다문화 사회로의 변화 등의 복합적인 새로운 문제에 노출되어 있다.

이러한 가운데 한국 경제의 성장 동력은 약화되고 있음이 드러나고 있다. 우선, 한국의 경제 상황을 보면, 2021년 현재 한국의 경제 규모는 국내 총생산(GDP) 2.5조 달러로 세계 10위, 1인당 GDP는 46,731달러로 OECD 국가 중 18위이다. 그러나 경제 규모의 성장에 비해 최근 수년간의 경제 상황은 그렇게 긍정적이지는 않고 오히려 여러 지표에서 위기의 신호를 보내고 있다. 한국의 경제성장률은 2002년까지는 세계 평균을 상회하였으나 2010년 이후에는 세계 평균을 하회하고 있으며 향후 5년 성장률 차이는 커질 전망이다. 러시아-우크라이나 전쟁과 미국-중국 간 갈등 구조, 그리고 코로나 팬데믹 상황 등을 감안하면 앞으로의 상황도 밝지만은 않다(국회예산정책처, 2022). 수출 비중이 높은 우리 경제의 특성을 감안할 때 수출 증가율이 빠르게 감소하고 있는 것도 불안 요소이다. OECD에서 조사한 한국경제의 문제점도 투입 대비 낮은 노동생산성, 인구 고령화, 임금불평등의 심화, 성별 임금격차 등이 지적되고 있다(OECD, 2018).

한국의 경제 위기를 보여 주는 지표 중 하나는 잠재성장률의 하락인데, 2001년에서 2014년까지 하락 추세를 보였고, 중요소생산성 기여도 역시 2006년 이후의 기록을 보면 하락한 수준이다(강환구 외, 2016).



자료: 강한구 외(2016)

<그림 1> 잠재성장률 요인별 기여도

최근 코로나 팬데믹 상황을 감안한 잠재성장률의 재추정 결과를 보면, 2016년 이후 2020년까지의 잠재성장률은 2.5~2.7%, 2021년부터 2022년까지는 2% 내외로 추정하고 있다. 총요소생산성은 0.9% 수준에 그대로 머무르고 있다(정원석 외, 2021).

경제성장에서 총요소생산성의 기여도가 하락한다는 것은 새로운 기술혁신에 의한 성장 주도가 약해지고 있다는 것을 의미한다. 수출의존도가 높은 한국 경제의 경우 새로운 혁신 제품이 끊임없이 개발되지 않으면 글로벌 시장에서의 경쟁력을 확보하기는 어렵다. 실제 한국의 10대 수출 품목은 지난 10여년 간 큰 변화가 없는 것으로 조사되었으며 10대 수출 품목이 전체 수출에서 차지하는 비중도 경쟁 국가인 일본, 독일, 대만 등이 낮아진 데 비해 한국은 높아졌다(한국경제, 2016. 3. 25일자). 이와 같은 잠재성장률의 하락 추이는 지금까지 다양한 정책의 추진에도 불구하고, 잠재성장률 경향성을 뒤집을 만큼 영향력이 있는 국가 전체적인 변화가 일어나지 않았다는 것을 의미한다.

‘역동적인 성장을 가능하게 하는 국가 전체적인 모습의 변화가 어떤 방향으로 이뤄져야 하는가?’ 라고 하는 질문이 던져져야 하는 상황이다. 이 질문에 대해서 다양한 분야에서 다양한 방식으로 해법을 찾는 노력이 이뤄져야 할 것이다. 이에 해답 해법을 찾는 노력의 일환으로 본 논문은 ‘역동적인 성장을 가능하게 하는 국가의 혁신 생태계 모델의 변화가 어떤 방향으로 이뤄져야 하는가?’ 하는 관점에서 접근하고자 한다.

혁신 생태계 관점은 혁신 생태계 요소와 요소의 관계 구조에 대한 사항을 단순화하여 살펴보게 함으로써, ‘나무가 이루는 숲’ 생태계에 대한 전체적인 모습을 살펴보게 한다. 따라서 국가 전체적인 차원에서의 변화해야 할 방향의 모습을 그려볼 수 있게 한다. 이런 면에서의 나가야 할 방향으로서의 차세대 국가 혁신 생태계의 모델을 추정하는 것은 의미가 있을 수 있다. 추정은 엄밀한 의미에서 차세대 혁신 생태계의 모델에 대한 가정을 세워보는 것이다. 차세대 국가 혁신 생태계의 모델에 대한 추정은 다음의 가치를 가질 수 있다. 첫째, 차세대 혁신 생태계 모델 추론의 가치는 ‘정확한’ 모델로서의 가치보다는, ‘부분 편향적인 잘못’을 범하는 것을 피하게 하는 가치이다. 즉 과학기술, 산업 및 혁신 정책이나 전략이, 국가 산업 차원의 대응과 관련되어 있음에도, 국가 산업에서의 특정 요소나 부문 편향형 정책이나 전략을 세우는 잘못을 피하도록 국가 산업 전체적인 차원에서의 종합적 검토를 가능하게 한다. 둘째 정책이나 전략은 혁신 생태계에 대한 ‘암묵적 가정’을 바탕으로 세워지게 된다. 정책이나 전략이 미래 지향적인 것으로 수립됨에도 불구하고 과거 환경에 통용되었던 ‘낡은 가정’을 바탕으로 수립될 가능성 높다. 그리하여 혁신 생태계 요소의 모습과 요소의 관계 구조가 새로운 환경 변화로 인해 바뀔 수밖에 없는 상황에 있음에도 불구하고, 과거 환경에 통용되었던 ‘암묵적 가정’을 바탕으로 정책과 전략이 수립되어, 현재 나타나고 있는 혹은 향후 나타날 혁신 생태계에 충돌하거나, 작동이 불가능한 정책과 전략이 수립될 가능성이 높다.

이상 언급한 잘못을 피하는데 도움이 되는 ‘차세대 혁신 생태계 모델 추정이 가능한가?’ 하는 질문에 대해 논해보자. ‘차세대 혁신 생태계 모델 추정’은 완벽한 한 개의 생태계 추정을 목표로 하는 것이 아니다. 다양한 버전의 ‘차세대 혁신 생태계 모델 추정’에 대한 가정을 도출하고 생태계를 추정해 봄으로써, ‘보다 실증적 근거를 바탕으로 하는 가정’을 가려낼 수 있게 되고 이를 바탕으로, 보다 더 진척된 ‘차세대 혁신 생태계 모습’을 그려낼 수 있게 된다. 본 연구는 다양한 버전의 ‘차세대 혁신 생태계 모델 추정’의 노력이 필요하다는 입장에서 그 첫 번째 시도로 추정 결과물을 제시하고자 한다.

차세대 혁신 생태계를 추정함에 있어 현재 일어나고 있는 불연속적 시장 및 기술 변화 가운데 큰 임팩트를 가진 변화와 기존 혁신 생태계와 충돌되어, 기존 혁신 생태계가 바뀔 수밖에 없는 기존 혁신 생태계의 변화되어야 할 모습에 대한 추정을 함으로써 ‘근거 있는’ 추정을 시도하고자 한다.

본 연구에서는 생태계적 접근을 통해 한국의 혁신 생태계의 진화 결과 정부의 역할이 직접적 통제와 개입에서 민간 주도의 혁신생태계 구축을 추진하는 역할로 변화하는 창조적 선도자 단계에 진입했음을 논하고 현재의 생태계가 드러내는 한계를 논하고, 기술 및 시장

환경 변화에 요구되는 미래 지향적 혁신 생태계 모델을 제시해보고자 한다. 본 연구에서의 차세대 혁신 생태계에 대한 논의는 제한적 관점에서 제한된 자료를 바탕으로 가설 차원에서 제시된 것이다. 본 연구에 이어 보다 다양한 관점의 차세대 혁신 생태계의 모델에 대한 연구가 이어져 차세대 혁신 생태계에 대한 방향성이 정립될 수 있기를 기대하면서 아래 논의를 전개하고자 한다.

II. 한국의 혁신생태계 변화

한국 혁신 생태계는 개발도상국형 생태계로부터 진화해왔다. 혁신 생태계를 과학기술 시스템 진화와 관련하여 논하자면 아래와 같다. 일반적으로 개발도상국에서의 과학기술 발전단계는 시스템의 구성 요소와 그 기능에 따라 시스템 도입단계, 시스템 구축단계, 그리고 시스템 발전 단계로 구분해 볼 수 있다(이정원·선인경 외, 2020). 한국의 혁신생태계 역시 이와 같은 시스템 발전 단계에 부합한 혁신 생태계가 발전되어 왔다고 할 수 있다. 명확하게 구분하기는 힘들지만, 1960년대와 1970년대 초반까지를 시스템 도입단계로 볼 수 있으며, 이 시기에 경제개발계획의 한 분야이기는 하지만 과학기술에 대한 국가 계획이 최초로 수립되고 관련 행정시스템을 수립하기 시작한 단계이다. 1970년대 후반 이후 1990년대의 시스템 구축 단계에서는 경제 발전을 위한 과학기술의 중요성이 부각되면서 과학기술 행정 및 관련 제도들이 마련되고 정부 주도의 연구개발사업이 시작되었다. 그리고 과학기술시스템의 선진화를 위한 노력이 가속화되고 정부 및 민간의 과학기술 투자 역시 확대된 2000년대 이후의 시스템 발전단계를 거쳐 한국의 현재의 혁신 생태계의 모습을 갖추고 있다고 볼 수 있다. 그렇지만, 각 시스템 발전단계에서 요구하는 특성에 맞게 한국의 혁신 생태계가 작동해 왔느냐 하는 것은 다른 문제이다. 각 발전단계에 부합하는 혁신생태계란 공공부분과 민간부분의 혁신 역량이 단계별 요구에 맞게 성장하고 혁신 주체간의 상호 작용을 통한 혁신 활동이 단계별 혁신 과제들을 해결해 나가는 과정이라고 할 수 있다.

한편, 한국의 혁신 생태계를 기술혁신 시스템의 발전과정과 관련하여 논의한 다른 연구에서는 발전 단계를 형성기(1960-1970), 성장기(1980-1990), 고도화기(2000년대 이후)로 구분하고 있다(정재용, 2018). 이 연구에 따르면 형성기에 혁신시스템 내의 주요 혁신 주체들이 형성되고, 이후 성장기에 들어서면서 혁신 주체들의 역량을 강화하기 위한

조직이나 제도들이 정비되었고, 고도화기에 들어서면서 혁신의 기반이 되는 기초연구가 강조되고 혁신시스템의 성과를 창출하기 위해서는 혁신 주체간의 협력과 조정이 중요하다는 인식이 강조되었다.

〈표 1〉 개발도상국 과학기술 발전 단계와 기준

개발도상국 과학기술 발전 단계	주요 기준 요소	한국의 과학기술 발전 단계
시스템 도입 단계	<p>국가 차원의 과학기술 계획을 갖고 있지 않다. 조직 단위의 과학기술 활동과 연구·개발 활동이 거의 없다. 정부에 과학기술 담당 전문 부처가 없거나 있어도 활동이 거의 없다. 국가 전반적으로 외국 기술 도입에 의존하고 있다.</p>	<p>1960년대 - 70년대 초반 경제개발계획 속의 과학기술 계획 과학기술 행정, 제도 미비 연구개발 활동 미미</p>
시스템 구축 단계	<p>국가 차원의 과학기술 계획이 수립되어 있으나 실천보다는 선언적 수준이다. 정부 연구기관의 설립과 정부 연구·개발 사업이 본격화되지 않고 있다. 과학기술 담당 정부 부처가 있어 총괄 기능을 담당하고 있다. 자체 기술 개발 노력이 일부 분야를 중심으로 이루어지고 있다.</p>	<p>1970년대 후반- 90년대 경제 발전을 주도하는 과학기술의 역할 부각 과학기술 행정, 제도 기반 마련 정부 주도의 연구개발 활동</p>
시스템 발전 단계	<p>국가 차원의 과학기술 계획이 정기적으로 수립되어 실천되고 있다. 정부 연구·개발 투자가 지속적으로 확대되고 있어 체계적인 관리가 중요해지고 있다. 정부 과학기술 담당 부처의 조정 기능이 중요해지고 있다. 축적된 자체 역량을 통해 기술 개발 활동이 확대되고 있다.</p>	<p>2000년대 이후 과학기술 행정, 제도 선진화 노력 정부 연구개발 확대 민간 연구개발 본격화</p>

자료: 이정원 · 선인경 외(2020)

〈표 2〉 한국의 혁신시스템 진화 과정

	형성기(1960~70)	성장기(1980~90)	고도화기(2000~)
산업 시스템	<ul style="list-style-type: none"> • 대기업집단 중심의 수출중심 대량 생산체제 • 모방학습 통한 노동 집약적 제조 부문 개량혁신 	<ul style="list-style-type: none"> • 중화학공업 및 정보통신산업으로의 산업 고도화 • 대기업집단 중심의 역엔지니어링과 기술 이전을 통한 생산/설계 개량 혁신 • 기업 연구개발 투자 확대 지원 	<ul style="list-style-type: none"> • 첨단기술기반 벤처기업 육성 • 대기업집단의 기술 창출역량 고도화 • 공정기술 부문에서의 모듈형 아키텍처혁신
정책 시스템	<ul style="list-style-type: none"> • 중화학공업화산업고도화시도 • 발전국가 주도 계획경제 • 경제개발 계획, 과학기술진흥법, 과학기술처, 과학기술진흥계획 	<ul style="list-style-type: none"> • 전략적·선택과 집중을 통한 산업/기술육성 • 과학기술종합추진위헌법부처 종합계획 개시 • 과학기술혁신특별법, 과학기술종합계획, 과기부 승격, 국과위 발족 	<ul style="list-style-type: none"> • 과학기술정책의 위상 재정립과 부처 간 조정의 중요성 부상 - 종합조정기구 강화 • 혁신시스템 관점에서의 과학기술정책 기조 - NIS, RIS • 공공연구부문 사업화 - 기술이전법, 연구개발특구
지식 시스템	<ul style="list-style-type: none"> • R&D 자원투입 개시 - 종합 조정 기능 • 인력양성 시스템 구축 - 과학기술 인력 양성, KAIS 설립 • 공공중심 R&D 활동 - 출연연 확대, 대학연구단지, 과학재단 	<ul style="list-style-type: none"> • 국가연구개발체제 정비 - 출연연 구조조정, 대형 연구개발 사업추진 • 정부출연연구기관중심의 산학연 공동 학습의 장 - 중소기업 지원 역할 강화 • 대학 연구능력강화 (ERC, SRC), 기초과학 지원 • 지식재산권 제도 확립(법, 시스템) 	<ul style="list-style-type: none"> • 대학의 연구개발 활동과 역량 강화 - ERC, SRC, 국가지정연구실, 국가혁신연구센터, BK21 • 기초연구 진흥을 위한 제도적 정비 - 국제 과학비즈니스벨트사업, IBS
지원 인프라	<ul style="list-style-type: none"> • 연구개발을 지원할 기술자격제도, 기술용역, 종합조사연구 등 소프트웨어 관련 제도 마련 	<ul style="list-style-type: none"> • 기술도입 제도정비 • 산업설비 용역 육성 • 과학기술예측제도 	<ul style="list-style-type: none"> • 성과중심의 지원체제 정비 - 성과평가법 • 과학기술로드맵
종합적 특징	<ul style="list-style-type: none"> • 혁신주체의 형성 	<ul style="list-style-type: none"> • 혁신주체 역량강화 위한 제도/조직 정비 	<ul style="list-style-type: none"> • 기초연구강조와 혁신주체간 협력과 조정 중요성 부상

자료: 정재용(2018)

국가혁신시스템과 정부의 역할 변화 관점에서 한국의 혁신 생태계의 변화 과정을 보면 아래 그림과 같이 NIS(National Innovation System: 국가혁신시스템) 1세대(NIS 1.0)부터 시작하여 NIS 2.0을 거쳐 3.0에 접어들고 있다고 할 수 있다. 한국은 NIS1.0 세대에서 정부는 경제개발계획과 과학기술계획을 통해 우리나라의 경제발전에 큰 기여를 하는 등 그동안 우리나라 국가혁신생태계 구축에 있어 정부가 주도적 역할을 해왔다. 그렇지만 70~80년대 국가혁신시스템에서의 정부 역할과 그 이후의 정부 역할은 다소 차이를 보인다.

과학기술 인프라와 생산 장비, 기술에 대한 투자가 매우 미흡하고 생산 기반 자체가 없던 초기 단계(NIS 1.0 단계)에서 정부는 과학기술 투자, 인력, 주체들에 대해 직접적인 영향력을 행사하는 정책이 많았다. 그러나 국가혁신시스템 내 주요 주체인 공공기관과 민간 기업의 역량이 확대되고 축적되면서 보다 발전된 단계(NIS 2.0)에 들어섰으며, 과학기술에 대한 투자도 크게 확대되었다. 특히 민간 부문의 투자가 공공 부문의 투자를 능가하게 되었다. 과학기술 투자의 확대는 정부의 과학기술 혁신정책에서 과학기술 시스템의 효율성을 높이는데 중점을 두게 하였으며, 정부의 역할도 이에 맞추어 조정되어 갔다. 이와 함께 국가혁신시스템에서 민간 부문의 역할도 중요해지게 되었다(Lee, 2018, 홍성주·이정원 외, 2015).

	NIS 1.0	NIS 2.0	NIS 3.0
발전단계	후발 추격자 (Catch-up)	빠른 추격자 (Fast follower)	창조적 선도자 (Creative leader)
정책 목표	시스템 구축	시스템 효율성	시스템 성과
정부 역할	직접적 통제와 개입	시스템 설계 및 관리	건강하고 역동적인 혁신 생태계 구축

자료: Lee, Jungwon(2018), 홍성주·이정원 외(2015). 이정원(2018)에서 재인용

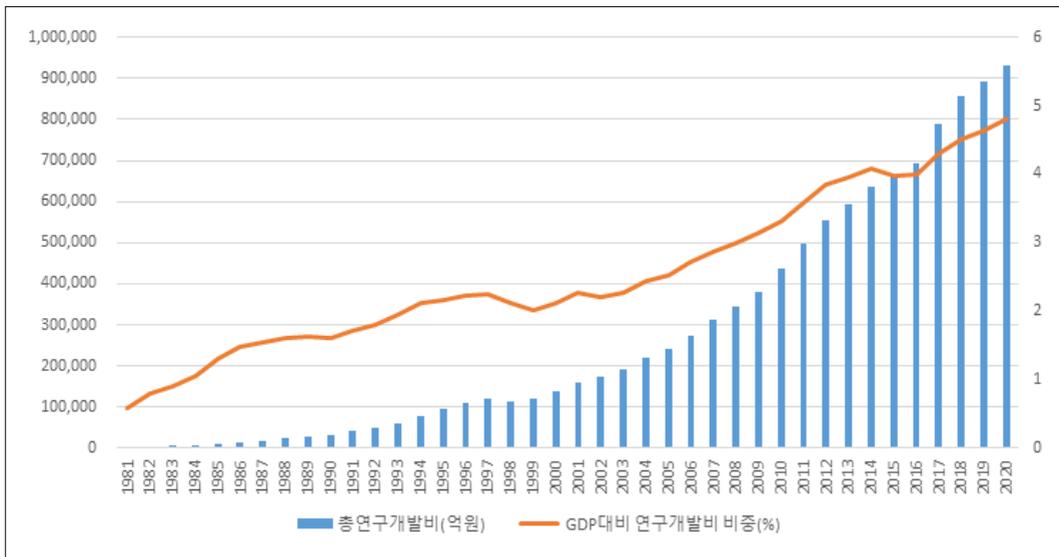
<그림 2> 새로운 과학기술혁신 생태계와 정부의 역할

이와 같이 과학기술 발전단계의 초기인 후발 추격자(catch-up) 단계는 물론 빠른 추격자(fast follower) 단계에서도 정부는 혁신시스템의 중요한 주체로서 혁신 주체와 혁신 활동에 대해 직간접적으로 지원과 규제의 역할을 적극적으로 수행하였다. 그러나 우리가 지향해야 할 새로운 과학기술시스템에서는 민간 부분이 더욱 성장하여 선진국에 가까운 혁신 능력을 구축하게 됨에 따라 기업간 상호 작용이 활발해지고, 더욱 더 불확실성이 높은 혁신 활동을 해야 하는 환경에 더욱 더 노출됨에 따라, 이에 바르게 대응할 수 있는 인지 및 실행 능력의 한계에 직면하여 직접 혁신 생태계에 개입의 한계점이 드러남에 따라 민간 주도의 혁신 생태계가 구축되어야 할 필요성이 커지고 있다. 즉 민간 주도의 건강하고 역동적인 혁신 생태계가 되도록 지원하는 역할이 중요해지게 된 것이다.

아래에서는 한계에 도달한 한국 혁신 생태계에 대해 논하고자 한다.

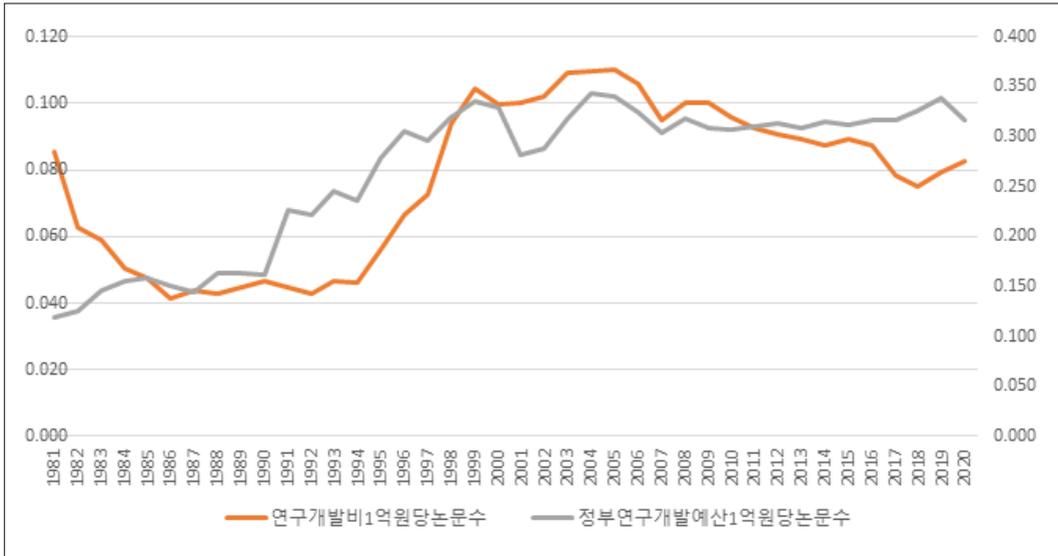
Ⅲ. 한국 혁신생태계의 한계

한국 혁신생태는 ‘건강하고 역동적 혁신 생태계’로서의 패턴을 보이고 있지 않다. 국가혁신생태계와 관련하여 혁신의 투입에 비해 혁신의 성과가 높지 않은 한국의 문제를 “코리안 R&D 패러독스(Korean R&D Paradox)”라고 비유하기도 한다(서울경제, 2017. 9. 7, Ma et. al 2022). 아래 그림과 <표 3>을 보면 GDP 대비 연구개발 비중이 늘어나고 있다. 그럼에도 앞서 논한 바와 같이 경제 잠재 성장률은 답보 상태 혹은 떨어지고 있다. 연구개발비 대비 계량 성과 지표에서도 연구개발의 양적 투입에도 연구개발비 대비 논문수는 답보 상태를 보이고 있다. 산업 현장의 혁신과 관련된 지표와 밀접한 관계를 갖는 특허의 경우 연구개발 투자비 대비 특허 수는 오히려 감소하는 경향을 보이고 있다. 이 모든 지표는 연구개발 투자에도 불구하고 경제성장 성장 잠재율은 떨어지고, 연구개발 투입 대비 성과에 있어 답보 상태 혹은 떨어지는 흐름이 나타남을 말해주고 있다.



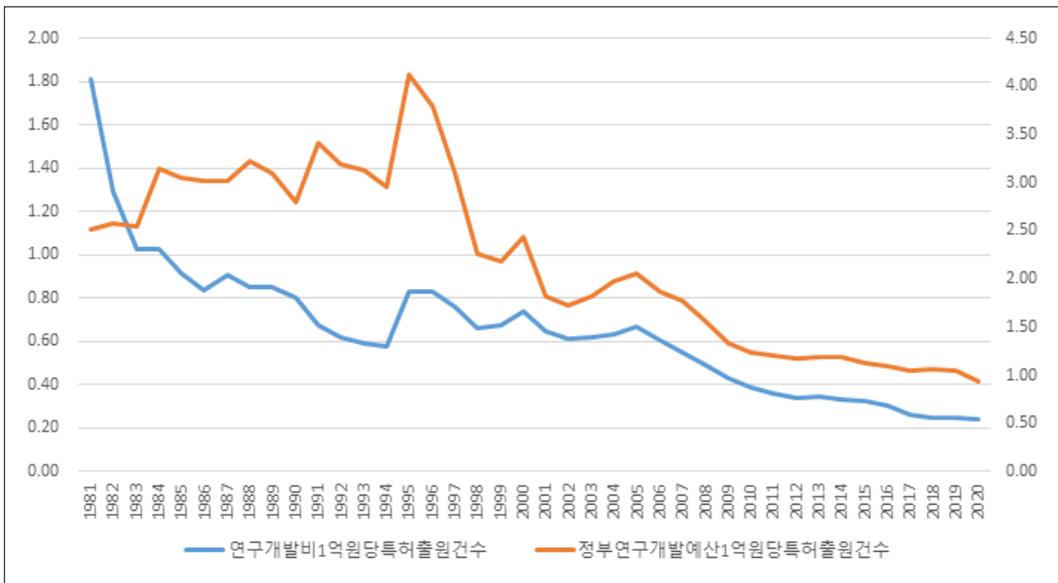
자료: 국가과학기술지식정보서비스(NTIS)

<그림 3> 연구개발 투자 추세



자료: 국가과학기술지식정보서비스(NTIS)

<그림 4> 연구개발비 대비 과학기술(SCI) 논문 수



자료: 국가과학기술지식정보서비스(NTIS)

<그림 5> 연구개발비 대비 특허 출원 수

혁신생태계의 지표를 다른 차원에서 좀 더 분석해 보면 한국의 혁신생태계가 가지고 있는 문제를 확인해 볼 수 있다. 아래 <표 3>을 보면 2022년 기준으로 전체 연구개발비 중 해외자금 비중이 72위, 해외직접투자 유입비중 112위로 국력 10위권 한국에 비해 크게 떨어진 수준이어서 연구개발 및 비즈니스 투자 관련 국제협력이 매우 낮은 수준임을 보여준다. 또한 클러스터 발전 정도도 20위에 머물러 국력에 비해 떨어진 수준을 보여준다. 이러한 지표는 국내 기업의 혁신활동에 있어 해외 기업과의 상호작용(해외자금 비중 관련), 국내 기업간 상호작용(클러스터 관련)이 국력 수준에 비해 낮은 수준으로 진단될 가능성이 높음을 간접적으로 보여준다.

국가혁신 생태계에 2000년대 문헌은 혁신 주체간, 글로벌 주체들과의 연계 부족을 지적하고 있는바 이는 기존 연구(OECD, 2009; 이정원, 2017)에서도 지적되는 점이기도 하다. 이정원(2017)은 혁신주체들 간의 지식, 자금, 그리고 인력의 흐름이 활성화되어 역동성을 갖추어야 함을 주장하기도 하였다(이정원, 2017). 이러한 모든 점은 혁신 생태계가 창조적 선도자 단계에 진입 했음에도 성과와 생태계 지표로 나타난 생태계의 여러 모습이 ‘건강하고 역동적 혁신 생태계’라고 하는 근거를 제시하기 어려운 상황에 있음을 보여준다. 현재는 우리나라의 혁신 생태계를 되돌아보고 새로운 전환을 모색해야 할 시기라는 시그널을 제공하고 있음은 분명하다.

〈표 3〉 우리나라 과학기술혁신 생태계의 자금, 인력, 지식 관련 지표

구분	주요 지표
자금	<ul style="list-style-type: none"> • 전체 연구개발비 투자 규모: GDP의 4.93% (2021) (95년: 2.2%) • 정부 출연(연) 연구개발비 중 민간기업 재원 비중: 2.60% (2021) • 민간기업 연구개발비 중 정부 재원 비중: 5.76% (2021) • 정부 출연(연) 연구개발비 중 해외 재원 비중: 0.12% (2021) • 민간기업 연구개발비 중 해외 재원 비중: 0.19% (2021) • 대학 연구개발비 중 민간기업 투자 비중: 14.1% (2021) • 민간 연구개발비 중 대기업의 연구개발 투자 비중: 77.5% (2014) • 연구개발 상위 10대 기업 집중도: 51.6%(2020) • 전체 연구개발비 중 해외 자금 비중: 0.9% (2016) • (GII) 전체 연구개발비 중 해외 자금 비중: 72위 (2022) • (GII) GDP 대비 해외직접투자 유입 비중: 0.6%, 112위 (2022) • (GII) GDP 대비 해외직접투자 유출 비중: 2.0%29위(2019)
인력	<ul style="list-style-type: none"> • 전체 연구인력 규모: 공공연구기관 42,566명, 대학 114,645명, 기업 429,465명 (2021) • 박사 연구인력 121,015명 (공공연구기관 21,568명, 대학 66,531명, 기업 32,916명 (2021)) • (GII) 대학생 중 해외학생 비중: 3.3% 66위 (2022)
지식	<ul style="list-style-type: none"> • PCT 특허 출원 건수: 20,679건 (2021년) <ul style="list-style-type: none"> - 미국(59,313건), 일본(50,261건), 중국(69,529건)에 비해 낮으나 상위권 수준 • SCI 논문 발표수 83,680건 (2021) <ul style="list-style-type: none"> - 전세계 3.51%, 세계순위 12위 • 기술이전율: 공공연구기관 39.3%, 대학 25.4% • 연구개발 생산성 (Ratio of Profit from Technology Transfer to R&D Expenditure) <ul style="list-style-type: none"> 정부출연연구기관 3.3%, 대학 0.92% (USA 3.38%, Japan 1.06%) • (GII) 대학과 기업 간 공동연구: 14위 (2022) • (GII) 클러스터 발전 정도: 20위 (2022)

자료: Lee(2018), 홍성주 · 이정원 외(2015), OECD(2018), <http://sts.ntis.go.kr/ntisStats.jsp>, Global Innovation Index(GII)(2019, 2022), 2021년 연구개발활동조사(2023)

이러한 혁신 생태계의 전환은 미래 지향적인 전환이라고 하는 점에서 혁신 생태계가 직면한 불연속적인 변화의 도전에 대한 대응을 포함해야 할 것이다. 아래의 차세대 혁신 생태계에 대한 논의 틀은 특정 불연속적 변화, 즉 불연속적 기술 및 시장 환경 변화에 대응한 대응을 중심으로 전체 혁신 생태계 모습이 바뀌어야 할 사항에 초점을 맞춘 것이다.

IV. 차세대 혁신 생태계 모델 논의 틀: 가치 네트워크를 중심으로

한국의 차세대혁신 생태계는 기존의 혁신 생태계를 바탕으로 발전한다는 관점에서 접근하고자 한다. 한국의 차세대 국가 혁신 생태계는 기존 강점 산업 및 기술 역량과 생태계 환경에 적합한 기존 혁신 생태계가, 경로 의존성(path dependency)을 갖고 진화를 해나간다는 관점에서 논의하되, 차세대 국가혁신 생태계는 기술 및 시장 환경 변화에 적합한 ‘민간 주도의 건강하고 역동적인’ 생태계라는 관점에서 논의하고자 한다.

차세대 혁신 생태계 모델에 대한 논의에 있어 혁신 생태계 개념과 틀은 기존 국가혁신시스템, 국가 혁신생태계 문헌을 활용하여 정리하였다. 기존 문헌은 혁신생태계라는 개념을 혁신 주체(actor)의 네트워크와 기술인프라(technology infrastructure), 제도 및 정책이 상호작용하고 관계를 형성하는 생태계로 논한다(Freeman and Soete, 1982; Freeman 1982; Freeman, 1987; Nelson, 1993; Lundvall, 1992; Granstrand et al. 2020).

본 연구에서는 네트워크를 바탕으로 하는 차세대 혁신 생태계의 모습에 초점을 두는 접근을 취한다. 국가혁신시스템 논의에서는 사용자-생산자를 혁신 시스템의 ‘미소 바탕(micro foundation)’(Lundvall 1992)으로 간주하는데 이는 사용자-생산자의 연결로 이뤄지는 네트워크이다. 포터의 산업 차원의 기업 활동 이해는 기업간 네트워킹 개념을 바탕으로 하고 있다. 포터의 가치 시스템과 가치 사슬은 가치 창출을 담당하는 기업간에 연결된 활동을 설명하는 개념이고 이는 기업간 네트워크를 설명하는 개념이기도 하다. 포터의 산업 경쟁력 논의시 등장하는 클러스터 개념은 기업간 네트워크 개념을 바탕으로 한다(Porter 1990). 따라서 본 연구에서 혁신 생태계의 핵심 요소로 기업간 네트워크에 초점을 두는 접근을 취하고자 한다.

혁신생태계의 요소 가운데 기업간 네트워크 외에 다른 여러 요소 가운데 지면의 한계나 필자 지식의 한계로 다룰 수 없는 부분은 생략하였다. 예를 들면 인력을 제공하는 교육 및 훈련 기관과 제도가 차세대 혁신생태계에 있어 중요한 위치를 차지하나 해당 부분을 생략하기로 하였다.

혁신생태계의 요소로는 1) 기업간 네트워크 2) 기업 역량 3) 공공 연구 기관 4) 민간 단체 5) 기술 인프라 6) 정책 주체를 중심으로 논하고자 한다. 차세대 혁신 생태계 모델 도출 방식은, 기존의 생태계에 비해 달라지는 생태계의 모습을 그려내는데 초점을 두는

방식이다. 기존의 생태계에 비해 달라지는 생태계의 모습은 기술 및 시장 환경의 불연속적 변화에 ‘기존 생태계가 부응하여 조화된 모습’으로 변화되는 ‘민간 주도의 건강하고 역동적인’ 생태계가 갖추게 될 모습이다. 이러한 사항을 6가지 요소에 대해 논하자면 아래와 같다.

1. 기업 간 네트워크

기업간의 네트워크는 거래관계를 바탕으로 이루어지는 기업간 네트워크를 의미한다. 생산/운영의 흐름을 연결하는 생산/운영 시스템에 대한 네트워크일 뿐 아니라 혁신 시스템 네트워크이기도 하다. 이러한 기업간 네트워크는 사용자-생산자 간의 네트워크로 이해할 수 있다. Lundvall(1992)은 국가 혁신 시스템의 마이크로 단위로 생산자-사용자간의 상호작용을 논한다. 상호 작용을 통해 지식과 정보가 흐른다. OECD(1999)는 이와 비슷한 맥락에서 국가혁신 시스템에 있어서의 혁신 주체간의 지식 흐름(knowledge flow)을 논하는바 이 역시 네트워크를 바탕으로 한 지식 흐름이다.

이러한 네트워크는 가치사슬 중심의 네트워크이다. Porter의 가치사슬 모델은 단위 기업의 고객에게 가치를 창조하고 공급하는 활동 및 프로세스에 대한 틀/framework)을 바탕으로 한다. 이러한 가치사슬은 외부 기업에까지 확장될 수 있다. 포터의 가치 시스템(value system)은 기업의 가치사슬에 투입(input)을 제공하는 공급자와 유통업자를 포함한다(Porter 1990, p. 42). 이는 고객에게 가치 있는 제품과 서비스를, 개념에서부터 공급하는데 이르기까지, 창출하고 제공하는 것과 관련된 여러조직(외부)과 활동이 상호 연결된 시스템이라고 할 수 있다. 이와 관련한 내용은 공급망에 대한 문헌(Sunil Chopra, 2003)과 가치사슬 네트워크에 대한 문헌(Talluri et al., 1999)에서 찾아 볼 수 있다. 이러한 연결된 시스템의 형성 및 폐기는 시장 거래 관계 속에서 이뤄지기 때문에 시장 경쟁을 바탕으로 한다. 가치사슬이 궁극적으로 지향하는 것은 고객에게 최대한의 가치를 제공하기 위한 재료, 정보 및 자원의 흐름을 최대화하는 한편 비용 및 비효율성을 최소화하는 것이라고 할 수 있다. 이러한 네트워크는 ‘가치사슬’ 중심의 네트워크이고 수직적 네트워크, 즉 공급망과 유통망이 중심이 되는 네트워크라고 할 수 있다.

네트워크에는 수평적 네트워크도 존재한다. 공급망 혹은 유통망과 관련성이 없는, 보조적 공급자(ancillary provider)가 참여하는 네트워크이다. 예를 들면 플랫폼 공급자의 경우 경쟁자들이 참여하여 가치를 창출하게도 한다. 따라서 네트워크를 이해할 때 가치사슬

중심의 수직적 네트워크 외에 수평적 네트워크도 함께 고려할 필요가 있다. 수직적 및 수평적 네트워크를 포괄하는 개념으로 ‘가치 네트워크’를 크리스찬슨(1997)이 제시하고 있는데 본 글에서는 ‘가치 네트워크’ 개념을 바탕으로 네트워크를 논하고자 한다. 크리스찬슨(1997, 296)에 의하면 ‘가치 네트워크’는 ‘산업 내 공통 비즈니스 모델을 지원하는 업스트림 공급업체(공급망 기업), 다운스트림(시장으로 가는 채널 즉 유통망 기업), 보조 공급업체의 모음(collection)’이다. 이러한 가치 네트워크에서는 기업들간 거래를 바탕으로 하는 상호작용이 이뤄지고, 관련된 지식, 정보, 데이터가 흐를 수 있다.

국가적 차원의 네트워크는 해당 국에 존재하는 기업을 중심으로 구성되며, 이러한 기업은 자국 출신 기업과 외국계 자회사도 존재한다는 점에서 기업을 국내적 기업과 국제적 기업으로 구분해 볼 수 있다. 혁신 주체의 규모에 따라 기업을 대기업, 중소기업, 벤처기업군으로 구분해볼 수 있다. 해당 국에 존재하는 기업의 네트워크는 글로벌 환경 하에서 해외 기업을 수요 기업/공급기업으로 하여 가치 네트워크가 연결되어 있다.

가치 네트워크에서 기업은 공존 혹은 대체하는 관계를 형성한다. 이러한 가치 네트워크에서 기업은 상호 협력 및 경쟁 관계를 형성하는 가운데 경쟁 상대를 무너뜨리는 관계도 포함한다. 즉 혁신적인 새로운 경쟁 제품과 서비스가 경쟁기업에 의해 출현하여 경쟁 기업을 무너뜨리는 것도 가치 네트워크에서 일어나기 때문이다. 이러한 점에서 Granstrand(2020)는 혁신 생태계를 생태계 참여 주체간의 상호 작용 및 관계를 논하고 혁신 생태계에서의 기업간 경쟁관계 기업간 협력(보완)관계, 대체관계(경쟁 결과 경쟁 상대 기업을 대체)하는 관점을 논하는 바 이 논문에서는 가치 네트워크를 이해할 때, 상호작용과 관계 두가지 면에서 접근하기로 한다.

요약하자면 혁신 주체의 네트워크 가운데 기업간 네트워크는 가치 네트워크, 즉 산업 내 공통 비즈니스 모델을 지원하는 업스트림 공급업체(공급망 기업), 다운스트림(시장으로 가는 채널 즉 유통망 기업), 보조 공급업체가 연결된 네트워크로 이해하고 연결된 기업은 가치 네트워크를 통해 상호작용을 하고 관계를 형성하는 것으로 이해한다.

2. 기업 역량

국가혁신생태계는 역량을 가진 기업간의 네트워크로 이뤄진다. 따라서 기업의 역량을 고려하지 않고 국가혁신생태계를 논의하기 어렵다. Lundvall(1992)은 국가혁신체제의 핵심 요소로 기업차원의 역량을 언급한 바 있다. 기업 차원의 역량은 전략, 프로세스, 자원 등을

포괄하는 능력으로써 환경 변화에 역동적으로 대응할 수 있는 능력까지도 포함한다(Nelson and Wright 1992; Teece, Pisano and Shuen 1997). 기업의 역량은 가치 네트워크와 관련하여 보자면, 가치 창출 및 공급과 관련된 활동 즉 연구개발 마케팅 생산 구매, 혁신 활동 모두를 포함한다. 또한 기업 간 가치 네트워크를 활용한 상호작용 활동과 관계 형성 활동을 포함한다. 국가 혁신 생태계가 시장 및 시스템적인 실패를 야기하는 환경을 제공할 때 낮은 역량을 가진 기업이 지식축적과 혁신의 선순환 사이클 진입에 문제에 직면하는 '저역량 함정'(low capability trap)에 빠질 수 있다(OECD 1999). 반대로 혁신 생태계는 기업의 역량 발전에 우호적인 환경을 제공할 수 도 있다.

국가 혁신 생태계는 기업의 역량에 영향을 미칠 뿐 아니라 기업의 역량이 혁신 생태계에도 영향을 미친다. 예를 들어 세계 선도적인 혁신 역량을 가진 기업은 세계 시장을 선도하는 성공적인 제품과 서비스를 제공하면서 자사의 기업 규모를 성장 시킬 뿐아니라, 해당 기업을 중심으로 한 가치 네트워크를 형성하고 발전시켜, 국가 혁신 생태계의 발전을 견인하는 역할을 담당하기도 한다.

3. 공공 연구기관

공공 연구기관은 기업간 네트워크를 중심으로 한 생태계를 보완하는 역할을 담당한다. 기업의 공공 연구기관(대학 포함)과의 상호 작용 및 관계는 기업간 네트워크를 보완하는 연구개발 네트워크라고 할 수 있다. 가치 네트워크와 다른 가장 큰 점은 연구개발 네트워크에는 네트워크 형성 및 폐기가 시장을 매개로 하지 않고 이뤄진다는 점과, 네트워크 참여 주체간(예: 기업과 공공 연구기관)의 관계가 가치 네트워크에서의 관계와 다르다는 점이다(예: 4.1 섹션에서 논의한 대체 관계 존재 없음). 공공 연구기관 연구개발 네트워크는 연구개발 기획, 실행 및 결과물 제공과 관련된 네트워크이면서 연구개발 수행 활동 결과를 테스트하고 양성된 인력을 외부에 제공하거나 인력 양성과 관련 협력 관계를 맺는 네트워크일 수도 있다.

4. 민간산업단체

민간 단체는 국가혁신생태계에 있어 중개기관(intermediaries)으로서 국가혁신생태계의 다른 기업과 혁신 주체를 서로 연결하고 상호작용을 촉진하는 역할을 하면서 지식과 정보를 교환하는 것을 촉진한다. 즉 가치 네트워크 상호작용 및 관계 형성을 촉진하는 역할을

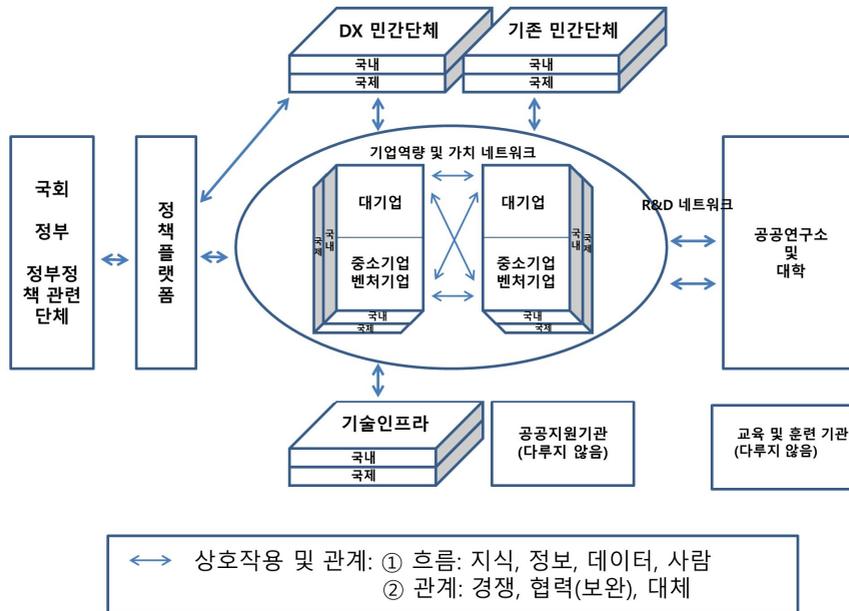
담당하는 것이다. 또한 기업 및 공공연구소간의 중립적 주체로 소통을 촉진하고 협력을 촉진하는 역할을 수행한다. 또한 지배적 디자인의 형성 및 확산 및 표준 형성을 위한 활동을 수행함으로써 혁신의 방향에 영향을 미치기도 한다(Fagerberg, 2005; Koch and Blind 2020). 한국의 산업 정책에서는 민간 중심의 산업 정책이 강조되고 있는바 이러한 맥락에서 민간 단체의 역할을 차세대 생태계와 관련하여 논의하는 것이 필요하다.

5. 기술 인프라

Freeman and Soete(1982)는 국가혁신체제에 대한 논의에서 기술 인프라를 주요 요소 중의 하나로 언급한다. 기술 인프라란 신기술의 개발 및 확산을 지원하는 물질적(physical), 제도적, 규제 시스템을 말하는 것으로, 혁신에 필요한 정보 및 지식, 통신 네트워크 등에 접근할 수 있는 바탕을 제공해준다. 또한 기술 인프라와 관련된 규제와 표준은 개발되는 혁신의 유형과 혁신의 활용에 영향을 미친다. 최근 30여년간 진척된 디지털화로 기술 인프라의 중요성이 중요해지고 차세대에 있어서는 그 역할의 중요성이 커지는 바 이에 대한 사항을 논의하고자 한다.

6. 정책 주체

정책 주체로는 정부가 중심이라고 할 수 있으나 정책 관련 입법 및 관련 활동을 담당하는 국회 및 정부 정책 관련 단체도 정책 주체로 간주하고자 한다. 산업 정책에 있어 정책을 담당하는 정책 주체와 민간 부문과는 커다란 소통의 갭이 존재해 온 것이 사실이다. 정책 주체의 민간과의 상호 작용은 과거에 비해 보다 빈번하게 이뤄지는 흐름이 나타나고 있는바, 최근 선도국에서는 정책 형성 과정에서의 민간과의 원활한 소통을 위한 장으로 정책 플랫폼을 형성하기도 하였다(Casula, 2022; 김인숙 남유선 2016; 임채성 김인숙 박한구 2018). 정책 플랫폼은 민간 과의 원활한 소통을 가능하게 하는 장으로서의 의미를 가질 뿐 아니라, 민간 부문 중심의 산업 정책 실현을 가능하게 하는 수단으로서의 의미를 갖는다. 정책 주체에 대한 논의 시에 정책 플랫폼과 관련한 사항도 포함하여 다루고자 한다.



<그림 6> 본 논문의 국가혁신 생태계 주체 및 상호작용/관계

7. 차세대 혁신 생태계 모델 도출 접근

이상 언급한 6개의 요소를 중심으로한 차세대 혁신 생태계의 모습으로서의 모델을 도출하는 접근을 논하고자 한다. 차세대 혁신 생태계 모델은 ‘기술 환경 및 시장 환경의 불연속적 변화에 부합된 패턴을 갖춘 ‘민간 주도의 건강하고 역동적인’ 새로운 혁신 생태계의 모습이라는 관점에서 접근하고자 한다. 2010년대를 전후에 나타난 기술환경의 불연속적 변화는 ‘산업혁명’이라는 키워드가 나올 만큼, 커다란 영향을 미치는 변화이다. ‘산업혁명’과 유사하거나 관련된 키워드로 ‘인더스트리 4.0’, ‘디지털트랜스포메이션/디지털전환(DX)’, ‘신제조업’이라는 단어가 회자되고 있다. 이러한 변화를 가능하게 하는 기술로, DX(디지털전환) 가능 기술(‘digital transformation enabler’) 기술이 언급되는바 이에는 사물인터넷, AI, 적층제조(additive manufacturing, 3D 프린팅에 의한 제조기술) 등의 기술이 언급된다.

이들 기술은, 기존에 가능하지 않았던, 생산설비 및 제품 등 여러 사물간의 연결을 가능하게 하는 ‘연결화’의 변화를 야기한다. 기존 프로세스에서 불가능했던 디지털 기술 적용이 가능하게 되는 ‘디지털화’의 변화를 야기하는데 이로 인해 생성되는 대량의 데이터가 창출

되게 되고, 구매-생산-판매-서비스 등의 비즈니스 활동을 담당하는 주체간에 주체와 사물, 사물-사물간에 데이터가 흐를 수 있게 된다. 풍부해진 데이터를 바탕으로 기존에 불가능했던, 사물 및 인간의 스마트한 의사결정을 가능하게 하는 ‘지능화’의 변화를 야기한다. 이러한 변화에 부합되는 차세대 생태계 모습을 논하고자 한다.

시장 환경 변화와 관련하여 첫째 DX 가능기술(‘digital transformation enabler’) 출현에 따른 시장 환경의 불연속적 변화를 논하자면, 가장 큰 변화가 ‘기존에 네트워크 효과가 존재 하지 않던 산업에서 네트워크 효과가 발생함에 따라 시장 경쟁이 기존의 품질 및 가격 경쟁 외에 네트워크 효과 경쟁이 추가 되게 되는 변화’이다. 네트워크 효과는 고객의 수가 많을수록 가치가 높아지는 효과를 의미하는 것으로 호환성(compatibility) 혹은 상호운용성(interoperability) 등의 이유로 발생하는 효과이다. 네트워크 효과가 작동하는 시장에서는 고객을 많이 확보한 선발자의 경쟁우위가 존재하게 된다. 품질 및 가격 경쟁력의 우수성에도 불구하고 시장 경쟁에서 실패할 확률이 높은 시장이다. 이러한 효과는 이미 PC 및 휴대폰 등의 정보통신(ICT)산업에서 나타난 효과인바, 이러한 효과가 자산 집약적 산업에 확대되게 된다. 자산집약적 산업(asset intensive industries)은 S(도로&건축 등 스마트 시티 산업), M(제조업), A(농업), R(소매 및 물류), T(운송), H(의료 보건), E(에너지) 산업(‘SMARTHE’ ‘스마트헤’ 산업¹⁾)을 의미한다. 이러한 시장은 인구가 많은 국가 기업의 경우, 단 시일 내에 많은 고객을 확보하게 되고, 네트워크 효과 확보에 유리한 위치를 차지하게 되는 면이 있다. 시장환경의 둘째 불연속적 변화는 ‘선도적 혁신을 요망하는’ 개도국 시장의 출현이다. 개도국 시장은 지난 20여년간 빠른 성장률과 규모로 새로운 유형의 ‘선도적 혁신을 요망하는’ 시장으로 변모하였는바, 이러한 혁신을 검약 혁신(frugal innovation)/혹은 도약 혁신(leapfrogging innovation)/역혁신(reverse innovation)이라고 한다. 이러한 혁신은 개도국 기업 혹은 선진국 기업의 개도국 자회사를 중심으로 출현하였다.(Zeschky, 2014;Govindarajan, 2013, Lan, 2017; Tesic, 2021; Lim and Fujimoto, 2019 ; Lim et al. 2013;Sharmelly, 2018;Wooldridge, 2010). 이와 관련하여 한국에게 요망되는 차세대 혁신 생태계에 대해 논하고자 한다.

위에서 언급한 변화에 부응하는 ‘민간 주도의 건강하고 역동적인’ 새로운 혁신 생태계는, 변화에 대응하여 기업의 새로운 제품, 서비스, 공정, 비즈니스 모델 등의 혁신활동이 활발히 일어나는 혁신 생태계이다. 따라서 차세대 혁신 생태계는 혁신 활동 친화적인 혁신 생태계라고 하는 관점에서 접근하고자 한다.

1) DXA 설립 준비 위원회 회의록(2020. 9.14.)에서의 김동열 전 중소기업 연구원 원장 조어.

본 연구는 차세대 혁신생태계에 대한 논의를 경로 의존성 관점에서 접근한다. 즉 기존 혁신 생태계의 진화는 점진적으로 진화하는 경로 의존성(path dependency)을 갖게 된다는 것이다. 한국의 기존 혁신 생태계는 수출형 제조업 특화 국가로서의 혁신생태계이다. 따라서 차세대의 생태계는 제조업에서 일어나는 변화로 말미암아 형성되는 차세대 생태계의 모습으로 진화한다는 관점에서 논하고자 한다. 수출형 제조업 특화 국가로서의 혁신 생태계가 비제조업 특화 국가로서의 생태계로 전환될 가능성이 거의 없기 때문이다. 왜냐하면 첫째로 한국에서의 제조업의 비중을 축소하고 서비스나 다른 산업으로 전환하고자 하는(‘창조 경제’, ‘그린 경제’, ‘지식 경제’ 등) 지난 20여년 간의 정책이 모두 성공하지 못했을 뿐 아니라 이러한 산업 전환의 시도 결과 경제 성장 잠재력은 하락하고 고용 문제가 악화되는 현실에 직면해 있기 때문이다. 이러한 현실은 제조업은 ‘목초지’와 같은 산업이어서, ‘목초지가 왕성해야 양고기, 양모를 바탕으로 한 의류 산업이 발전’ 하듯이(Pisano and Shi 2012), 제조업이 발전해야 타 산업의 발전의 기반이 되는 성격을 가져서 제조업의 비중이 축소될 경우 이를 상쇄할 산업이 출현하기 어려운 점을 반영해준다. 미국의 경우 2000년대 들어 제조업 방임정책에 따라 제조업 경쟁력이 떨어지고, 기업 생산의 해외 이전이 활발해짐에 따라 경제 전체의 거시 지표의 악화와 고용 악화 문제가 발생했던 점을 예를 들 수 있다(Bonvillian 2014, 2021). 둘째로 제조업은 첨단제조기술/4차 산업혁명기술/산업디지털전환기술의 출현으로 경제를 견인하는 전략 산업으로 부각되어 2010년대 전후로 제조 르네상스 정책이 활성화될 만큼 제조업은 ‘신제조업’이라고 할 만큼(임채성 류석현 2021), 신산업화되고 있는데 제조업은 타 산업에 제품을 제공하는 산업에서 제품과 신제조서비스(* as a service)를 제공하는 산업으로 바뀌고 있어 기존보다 타 산업의 경쟁력을 더 뒷받침해 주는 산업으로 전환되고 있기 때문이다. 따라서 제조업은 한국에서 중요한 위치를 계속 유지할 것으로 보고, 한국의 차세대 생태계는 기존의 수출형 제조업 특화 혁신 생태계가 점진적으로 진화하는 모습으로 나타날 것이라는 관점에서 접근하고자 한다.

V. 차세대 혁신 생태계 모델

1. 기업 간 네트워크

기존의 한국의 기업간 네트워크로서의 가치 네트워크는 가치사슬을 바탕으로 대기업이 계열사와 하청 기업으로 연결되는 수직적 네트워크가 중심이었다. 한국의 수직적 네트워크는 해외 수요기업/해외 공급기업으로 연결되는 네트워크이고, 글로벌 수직적 네트워크와 연결되는 네트워크이다. 이 네트워크에는 시장 거래를 위한 정보는 물론이고, 제품(및 서비스)의 개발&생산&공급에 필요한 지식 및 정보가 흐르는 네트워크이었다. 지식 및 정보는 인터넷 네트워크를 매개로도 전달되지만 사람 간의 직접 접촉에 의해서도 전달된다. 이 네트워크에서는 품질 및 가격 경쟁을 중심으로 한 시장 거래가 이뤄진다.

차세대 혁신 생태계에서 가치 네트워크는 수직적 및 수평적 가치 네트워크를 형성한다. 기존의 수직적 가치 네트워크를 넘어서, 기존에 연결관계를 갖지 않던 수평적 가치 네트워크가 형성된다. 예를 들면, 농기계가 ‘스마트, 커넥트(smart, connect)’ 농기계로 바뀌고 농업 종사자에게 ‘인터넷 연결 농기계 관리 서비스’가 제공되는, 차세대형 농기계 사업에 대해 논해 보자. 농기계 회사의 기업간 가치 네트워크는 부품을 공급하는 회사와 수직적 가치 네트워크를 형성하는 네트워크이다. 차세대형 농기계 사업의 경우, 기존의 수직적 가치 네트워크에 참여하는 기업 외에 농기계 회사에 소프트웨어를 공급하는 회사, 씨앗을 제공하는 회사 데이터를 제공하는 회사, 기상대(날씨 정보)과 관련 플랫폼 회사 등이 연결되게 된다. 이들 기업은 ‘인터넷 연결 농기계 관리 서비스’라고 하는 새로운 비즈니스 모델을 지원하는 기업 및 기관으로써 수평적 가치 네트워크를 형성하게 된다. 수직적 및 수평적 가치 네트워크 형성 사례로 2021년부터 독일에서 추진되고 있는 자동차 산업의 신 글로벌 공급망(Catena-X)을 추가로 들 수 있다. 이 공급망에는 기존의 수직적 공급자 외에 소프트웨어, 자동차 신 제조서비스(예: 공유 서비스) 업체 등, 새로운 비즈니스 모델을 바탕으로, 수평적 관계를 갖는 기업이 가치사슬 네트워크에 참여한다.

수직적 및 수평적 가치 네트워크에는 실물로부터 창출되는 데이터가 인터넷으로 흐르게 되어 기존의 지식 및 정보 흐름 외에 데이터 흐름이 추가되게 된다. 이러한 데이터 흐름은 새로운 유형의 IT 인프라를 바탕으로 이뤄지게 된다. 이는 ‘데이터 연결 IT 인프라’이다. 데이터 연결 IT 인프라란 클라우드, 플랫폼, 분산 네트워크(decentralized network) 등 가치 네트워크에서 데이터의 흐름을 가능하게 하는 인프라로 데이터가 흐를 수 있는 인프라를

의미한다. 이에 대해서는 ‘5.5. 기술 인프라’ 논의를 참조하기 바란다.

수직적 및 수평적 가치 네트워크가 나타나면서 대기업의 역할이 변화하게 된다. 기존의 ‘수직적 가치 네트워크를 디자인하고 운영하는 역할’에서 수평적 가치 네트워크도 디자인하고 운영하는 역할이 추가된 점이 하나의 역할 변화라고 할 수 있다. 또 하나의 역할 변화는 대기업이 가치 네트워크에서 담당 하는 역할이 지배적인 역할을 담당하는 유형도 존재하지만, 비지배적이고 수평 협력적인 역할을 담당하는 유형도 존재하게 된다고 하는 점이다. 위의 농기계 사례는 대기업의 가치 네트워크에서의 지배적인 역할 사례라고 한다면, Catena-X의 경우, BMW, 벤쯔, 폭스 바겐 등의 대기업은 비지배적이고 수평 협력적인 역할을 맡는다. 대기업이 지배적인 역할을 발휘하게 된다면 Catena-X가 지향하는 가치 네트워크의 투명성과 개방성은 저해될 수 있기 때문이다.

해외 기업과의 가치 네트워크 연결은 기존에는 제품 수출 및 수입 거래 관계를 통해 이뤄져왔다. 차세대 해외 기업과의 가치 네트워크는 기존의 제품 수출 수입 외에 온라인 서비스의 수출 및 수입 거래와 관련된 네트워크이다. 이러한 네트워크는 글로벌 IT 네트워크를 매개로 연결된다(‘5.5 기술 인프라’ 참조). 제조업의 경우 신제조업화(임채성 유석현 2021)로 인터넷 서비스 수출과 결합된 제품 수출 패턴이 확대된다. 예를 들어 금형을 수출하는 기업은, 인터넷을 활용한, ‘사출금형 사용 관리 인터넷 연결 서비스’를 수출하면서 금형을 수출하게 된다.

인터넷 연결 서비스와 결합되어 제공되는 제품(smart connected product)은, 고객의 수가 많을 수록 고객이 선호하는, 네트워크효과가 작동하게 되고 비영어권 소/중소 규모 국가 기업의 제품의 경우에, 해외 기업 제품 및 서비스, IT 인프라와 상호운영성을 가지는 정도가 떨어지고 보완적인 제품이나 서비스를 제공하는 기업의 수가 제한적이어서 해당 제품/서비스에 있어서 네트워크 효과로 인해 대규모 국가 기업과의 경쟁에 있어 기존보다 불리한 위치를 갖게 된다. 이에 따라 한국과 같은 중규모 국가 기업의 경우 선진국 및 개도국 기업과의 공동 시장 개척 및 가치 네트워크 형성을 위한 기업의 전략적 대응이 필요하고, 이를 뒷받침하기 위한 국가 정책 대응이 요구된다.

2. 기업 역량

한국 기업의 기존 역량은 ‘이미 존재하는 비즈니스 모델을 바탕으로 형성된 생태계를 기반으로 하는’ 제품 및 공정 혁신 역량에 집중되어 있다. 이들 혁신 역량은 외국 공급기업으로부터 공급되는 부품, 소재, 자본재를 활용하는 생산 시스템을 바탕으로 한다.

한국 기업의 주력 기업인 수출 지향적 대기업과 이들과 연계되어 있는 중견 및 중소기업은 가치사슬 면에서 생산 활동에 집중되어 있으며 연구개발 활동은 생산활동을 지원하기 위한 개발 활동 및 응용 연구에 초점이 두어져 있다. 선도 시장 확보 접근은 ‘빠른 두 번째’(Markides and Geroski, 2004) 접근을 통해, 최초의 기업이 혁신을 내놓은 후 빠른 두 번째로 시장에 접근하여 시장을 확보하는 접근이다. 이들 기업은 최초 시장 진입 기업과 비슷한 시기에 연구개발 활동에 진입하나 시장에는 최초 기업보다 늦게 진입하는 접근을 취한다.

완제품을 위한 생산 및 연구 개발 활동은 해외 공급자가 제공하는 핵심 부품, 소재, 자본재로부터 공급되는 물품과 기술, 지식 및 정보에 의존하는 방식으로 이뤄져 왔다. 수직적 가치 네트워크, 즉 가치 사슬(1차 및 2차 하청), 통합을 통한 경쟁력 확보에 중점을 두어왔고 대기업은 혁신생태계에 있어 수직적 가치사슬을 지배하는 지배적 위치를 차지해 왔다.

글로벌 기술 협력 면에서, 지금까지 한국 기업은 솔루션 개발에 있어 기술 확보를 위한 국제 기술 협력을 수행하나, 기업의 혁신 프로세스로 보면, 활동 가운데 솔루션 개발 이전 단계 즉, 탐색 및 초기 개발 단계에 있어 글로벌 개방성이 선도 기업에 비해 떨어지는 수준이다.

기업의 차세대 역량을 논하자면 다음과 같다. 기존 생태계에서 기업이 ‘고객 만족’ 가치를 추구 했다면, 차세대 생태계에서는 ‘고객 경험과 고객 결과(outcome)’ 가치를 추구하는 역량이 요구된다. 인터넷으로 연결된 고객의 경험과 고객 사용 결과의 가치를 제고하는 새로운 서비스를 바탕으로 하는, 변신적(transformative) 비즈니스 모델 출현이 기존 보다 빈번하게 출현하게 됨에 따라 비즈니스 모델 혁신 역량이 기존 보다 중요해지게 되고, 이와 연계된 제품 및 서비스 혁신, 공정혁신 역량이 중요하게 된다. 제조업의 경우에 기존에 제품을 파는 비즈니스 모델을 갖고 있던 기업은 서비스(주로 인터넷 연결 서비스)를 팔면서 제품을 공급하는 비즈니스 모델을 추구하게 되고 이를 위한 제품 혁신, 공정(생산) 혁신 역량을 갖추는 것이 중요하게 된다(임채성 류석현 2021).

기존 생태계에서 중요했던 외국 공급기업으로 부터 공급되는 부품, 소재, 자본재를 활용하는 생산 시스템을 바탕으로 한 제품 및 공정 혁신 역량은 여전히 중요하며, 생산활동을 지원하기 위한 개발 활동 및 응용 연구가 여전히 중요하나, 새로운 비즈니스 모델에서 요구되는 결과물(제품, 서비스, 기술)을 창출하는 역량을 갖추는 것이 중요하다. .

기업은 자체적 변신적 비즈니스 모델을 창출하거나 외부의 비즈니스 모델 추진 파트너와 협력하여 신비즈니스모델에 부응하는 혁신 역량을 갖추야 한다. 기존에는 ‘이미 존재하는 비즈니스 모델을 바탕으로 형성된 생태계’에 대한 대응 역량이 중요했다고 한다면 새로운

비즈니스 모델이 기존보다 더 빠르게 출현하면서 새로운 생태계를 이뤄 나가기 때문에 수시로 바뀌는 생태계에 대한 대응 역량이 요구된다. 이러한 상황에서 차세대 생태계에서 빠른 두 번째 전략의 실효성은 떨어진다. 인터넷 연결을 활용한 서비스를 제공하는 비즈니스 모델 혹은 인터넷과 연결된 제품 및 기술의 경우, 네트워크 효과 때문에 빠른 두 번째 전략으로 시장 선점 기업을 추격하는 것이 기존에 비해 어려워 지기 때문이다. 따라서 빠른 두 번째 전략과 시장 선점 전략 모두를 구사하되 네트워크 효과가 큰 경쟁 구도에서는 시장 선점 전략을 하는 것이 필요하게 된다.

혁신활동은 최근까지 연구개발 및 비즈니스가 보다 긴밀히 연결되어 이뤄지는 경향성(R&DB)을 가져왔는데, 차세대 생태계에서는 연구개발&비즈니스&테스트베드(데모포함)가 보다 긴밀히 되는 경향성(R&DBT)이 나타나게 된다. 왜냐면 새롭게 제공되는 비즈니스 모델, 제품, 공정은 기존 보다 더 다양한 기술이 통합되고 보다 더 다양한 제품, 공정 및 비즈니스 영역이 통합되어 이뤄지기 때문에 사전 테스트베드(데모)를 통해 검증하는 것이 중요해 지기 때문이다.

완제품을 위한 생산 및 연구개발 활동은 기존에 ‘해외 공급자가 제공하는 핵심 부품, 소재, 자본재로부터 공급되는 물품과 기술 및 지식 & 정보에 의존하는 방식’ 외에 ‘외국 기업의 플랫폼, 핵심 소프트웨어(SW), 분산 네트워크(decentralized network), 데이터를 활용 하는 방식’이 새로이 나타난다. 대기업은 수직적 가치사슬(1차 및 2차 하청) 통합을 통한 경쟁력 확보 외에 수평적 네트워크 통합 역량이 중요하게 된다. 혁신 생태계에서 지배적 역할과 더불어 수평적 협력 역할 병행이 중요하게 된다(‘5.1 가치 네트워크’ 논의 참조).

글로벌 기술 협력 면에서 기업은 공동 기술 및 비즈니스 모델 기획&개발&테스트에 적극적이고 개방적으로 접근하여 협력할 수밖에 없게 된다. 개방성과 테스트에 대해 좀 더 부연 설명해 보자. 첫째로 개방성에 대해 좀 더 설명하자면 다음과 같다. 신비즈니스모델에 부응하는 제품혁신, 서비스 혁신, 공정혁신은 기존 보다 불확실성이 크고 속도가 빠르기 때문에, 탐색 및 초기 개발 에서의 외부 기업과 협력하는 개방성의 중요성이 커지며, 특히 글로벌 개방성의 중요성이 커진다. 한국 기업은 빠른 두 번째 전략 및 시장 선점 전략을 위한 탐색 및 초기 개발에 있어서 글로벌 파트너와 협력할 필요성이 커진다. 또한 비즈니스 모델 기획&개발&테스트는 빠른 두 번째가 아닌 선도적인 차원에서 탐색 및 초기 개발의 필요성이 커진다.

둘째 테스트에 관련하여 보다 더 설명하자면 다음과 같다. DX 가능 기술(DX enabler technology)인 사물 인터넷, AI, 적층 제조(3D 프린팅) 은 타 기술과 통합 되어 커다란 영향력을 미친다. 따라서 이러한 기술에 대한 기술 타당성, 시장 타당성을 점검하기 위해서는 다른 기술을 가지고 있는 기업과 협력하여 점검해보는 테스트베드를 추진할 필요성이

커진다(Koch and Bind 2020). 이러한 테스트베드의 중요성은 위에 언급한 개방성의 중요성과 긴밀히 관련되어 있다.

한국과 같은 제조 수출 주력 국가의 경우, 제품이 스마트 커넥트 제품으로 전환되고, 인터넷 서비스를 제공하는 신비즈니스 모델이 출현하는 환경 변화로 말미암아, 수출 시장을 지속적으로 확보 및 확산하기 위해서는 인터넷 서비스(비즈니스 모델) 및 인터넷 연결 기술 네트워크 효과 확보를 위해 프론티어 기술 및 인터넷 서비스(비즈니스 모델) 글로벌 시장을 선점해야 할 필요성 커진다. 글로벌 시장 선점 영역은 선도국을 넘어선 개도국 시장 까지 확대된 영역이다. 이미 섹션 4.7에서 논한 바와 같이 개도국 시장은 개도국을 위한 ‘선도적 혁신을 요망하는’ 시장으로 변모해가고 있기 때문에 개도국 시장에 대한 ‘선도적 혁신’ 대응이 중요하게 된다. 더구나 개도국 시장에서도 인터넷 연결 서비스, 인터넷 연결 제품의 사용이 늘어가면서 네트워크 효과가 작동되기 때문에 ‘선도적 혁신’을 통한 시장 선점이 중요하게 된다.

3. 공공 연구기관

DX 가능 기술 적용이 활발해지고, 기술 변화 속도가 빨라지면서, 기초연구-응용연구-상업화 발전 과정을 단축하고자 하는 흐름과, 여러 기술(특히 IT 기술과 OT[도메인 영역의 운영기술] 기술)을 통합하여 테스트베드, 데모 프로그램 등을 통해 개념입증(proof of concept)은 물론 가치 입증(proof of value)을 개발 및 초기 시장 적용 과정에서 빠르게 점검하는 흐름이 확산되고 있다. 통합되는 기술의 수와 공급자의 수가 많아지고, 기존에 통합되지 않던 IT와 OT 기술이 통합됨에 따라, 기존 방식의 단위 기업 차원의 테스트베드나 데모를 넘어서 여러 기술을 결합시켜서 테스트해보고 상용화 가능성을 점검하는 테스트베드의 역할이 커진다(Koch and Blind 2020). 이러한 테스트베드는 민간 단체나 공동 기관을 매개로 하여 추진된다. 이러한 테스트베드는 네트워크 효과를 활용한 글로벌 시장 선점 지향의 신기술 개발 및 적용을 위해서도 필요하다. 최근에는 테스트베드가 신제품 및 신서비스 구현을 통한 시장 가치 구현의 속도와 폭을 확대하기 위한 데모로 발전되고 있는 바 이러한 패턴은 기술 출현속도의 가속화와 다양한 기술의 융합, 기술개발-비즈니스 가치 구현 통합의 흐름을 반영하고 있다. 이러한 흐름은 향후 지속될 것으로 보이기 때문에 테스트베드와 데모는 계속 중요할 것으로 보인다.

지금까지 공공 연구기관의 연구개발 활동에서는 연구개발(R&D)에서의 연구개발과 비즈니스 영역과 연계가 강조되어 ‘R&DB’라는 용어가 회자되기도 하였다. 차세대

생태계에서는 R&DB 외에 테스트베드/데모 관련 역할 수행('R&DBT')이 중요해진다. 이러한 역할은 아래에 논하는 민간단체의 테스트베드 및 데모 활동과 협력 혹은 보완적인 역할이다. 민간 단체는 테스트베드 및 데모 활동 승인/인증 및 확산 등의 활동을 담당한다면 공공 연구기관은 기업과 협력하여 연구개발 및, 테스트 활동을 수행하는 점이 차이가 난다.

또한 여러 기술을 결합시키는 연구개발 활동과 테스트베드 활동을 수행하기 위해서는 연구소의 연구개발 네트워크가 활성화되어야 하는바, 이러한 점은 2000년대 들어 오바마 정부가 만든 여러 연구소 네트워크(NNMI: National Network for Manufacturing Innovation)는 좋은 선례를 보여준다고 할 수 있다(Bonvillian 2021).

이러한 공공 연구기관의 연구개발 네트워크는 대학 및 고등학교의 인력 양성 네트워크와 연결될 필요성이 존재한다. 즉 빠른 속도 기술 변화와 다양한 기술의 융합에 따라 이와 관련된 연구개발, 생산에 필요한 인력 양성과 관련한 양성 방향과 지식&정보를 제공할 필요성이 커진다. 공공 연구소는 연구개발 및 테스트베드와 관련하여 양성되어야 할 인력의 구체적인 모습을 그릴 수 있는 역량이 존재하는 반면, 대학 및 고등학교는 이를 그릴 수 있는 역량이 존재하지 않기 때문이다. 테스트베드와 연결되어 인력 양성을 도모하는 공공 연구기관 네트워크의 예로 미국의 NMII가 이루는 연구개발 네트워크를 들 수 있다. 이는 고등학교 대학교와 연결되어 학생들 인력 양성과 관련하여 상호작용하는 네트워크로 구축되어있다(Bonvillian 2021).

또한 공공 연구소는 데이터가 흐르는 IT 인프라의 연구개발 및 디자인 과정에도 참여해야 할 필요성이 존재한다. 국가 혁신생태계의 지식, 정보, 데이터가 흐르게 하는 IT 인프라는 국가 혁신 생태계에서 중요한 위치를 점하는 바, 이에 대한 사항을 기업 차원에서 담당하기에는 역 부족이기 때문이다(IT 인프라에 대한 논의는 '5.5 기술 인프라' 참조).

4. 민간 산업단체

기존 민간 산업 단체는 업종별 단체 중심이었으나 앞서 논의된 바와 같이 기업들의 수직적 수평적 가치 네트워크가 확장되면서 기업간 새로운 가치 네트워크의 형성을 촉진하기 위한 IDX(산업디지털전환) 민간 단체의 역할이 부각되게 된다. 단체의 예를 들자면 미국의 IIC(Industrial IoT Consortium), DTC(Digital Twin Consortium), 독일의 Plattform Industrie 4.0, IDTA(Industrial Digital Twin Association), 중국의 AII(Alliance of Industrial Internet), 일본의 RRI(Robot Revolution Initiative), IVI(Industrial Valuechain Initiative) 등을 들 수 있다. 한국에 이들 단체를 벤치마킹하여 활동하는 단체로 한국 인터스트리 4.0

협회(KI4.0)를 들 수 있다. 이들 단체는 산업에서의 DX 가능 기술의 창출 및 확산 관련 기업 공동 문제 해결을 위해 솔루션 유즈케이스 기술의 산업 현장 적용 타당성을 검증하는 테스트베드/데모 프로그램을 운영한다. 테스트베드/데모는 기술의 산업 현장 적용 타당성 관련 기술 및 시장 타당성, 비즈니스 타당성을 검증할 뿐 아니라 상호 운영성과 신뢰성 검증의 장을 제공한다. 또한 솔루션 유즈케이스/아키텍처/프레임워크/가이드 라인 등과 관련된 워킹 그룹을 운영하고, 보고서를 발표하기도 하고 한다. 기술 개발 및 테스트베드/데모 결과를 널리 알려서 해당 기술의 확산을 촉진하는 역할을 담당하는 한편 글로벌 시장에서 지배적 디자인(사실상 표준)의 위치 확보에 필요한 파트너십을 촉진하는 역할을 담당한다.

테스트베드/데모에 참여하는 기업 가운데는 기존에 거래 관계를 갖지 않던 기업간 파트너십을 통해 거래 관계를 갖게 됨으로, 거래 관계 즉 가치사슬 네트워크가 형성되게 하는 효과가 있다. 특히 기존 거래 관계를 갖지 않던 IT(정보기술) 기술과 OT(운영기술) 기술 기업 간 거래 관계를 갖게 한다. 예를 들어 스마트 트랙터와 같은 제품은 기존의 트랙터 기술(OT 기술)과 무선 통신기술 및 데이터 및 AI 기술(IT)이 결합되어 창출된다. 기존의 거래 관계를 갖지 않던 IT 기업과 OT 기업 간의 거래관계가 형성되게 되는 것이다. 테스트베드/데모의 수행 결과물을 글로벌 시장에 알려 시장 지배적 위치(사실상 표준: de facto standard)를 차지하는 것을 촉진하기도 하고, 국제 표준에 반영할 것이 있으면, 글로벌 공식 표준 단체에 해당 사항을 전달하여 반영하도록 하여 표준에도 영향을 미친다.

우리나라의 공공 연구소 및 기업이 테스트베드를 수행하는 주체라고 한다면 IDX 단체는 테스트베드를 형성하고, 승인/인증하고 확산하는 장을 마련하는 역할을 수행한다.

5. 기술 인프라

기술 인프라를 통신 도로 등 사회 간접자본을 의미한다고 할 때 차세대 기술 인프라에서 IT 인프라의 중요성이 커진다. 차세대 생태계의 가치 네트워크는 기존 생태계에 비해 IT 인프라에 더욱 더 의존적이다. 기존 생태계의 가치 네트워크는 정보와 지식이 흐르는 네트워크였고 IT 인프라에 의존하는 정도가 차세대 생태계의 경우보다 낮았다. 차세대 생태계에서는 정보와 지식은 물론 데이터가 흐르는 네트워크임으로 IT 인프라에의 의존도가 높아진다.

데이터의 흐름이 가능하게 하기 위해서는 상호운영성(interoperability), 신뢰성(trustworthiness)을 보장하고, 데이터 제공의 인센티브를 제공하는 IT 인프라가 제공되어야 가능한 바 이러한 인프라는 기술 만으로는 부족하고 데이터 및 정보를 공유하는 개인 및 조직의 행위 패턴을

이해하고 이를 바탕으로 개인과 조직을 움직이는 원칙과 룰을 반영하는 네트워크이어야 한다. 따라서 IT 인프라는 기술 인프라이면서, 개인과 조직을 움직이도록 하는 원칙과 룰을 반영하는 사회 경제적 인프라이다.

IT 아키텍처 인프라에는 기존의 플랫폼, 클라우드와 같이 ‘정보와 데이터를 특정한 곳에 집중’ 시키는 중앙화 인프라는 물론이고, ‘정보와 데이터를 창출한 곳에 머물게 하고 필요시 데이터가 흐르는’ 분산형 인프라가 중요한 바 이를 데이터 스페이스라고 칭하기도 한다(유럽의 예: Gaia-X에 바탕을 둔 IT인프라). 데이터 스페이스의 특징은 데이터의 흐름이 한 방향이 아닌 쌍 방향으로 흐르게 하는 것을 가능하게 한다는 점이다. 또한 수직적 가치 네트워크(가치 사슬) 뿐 아니라, 공통의 비즈니스 모델을 지원하는 기업이 참여하는 수평적 가치 네트워크를 지원하는 IT 인프라이다.

차세대 생태계에서 요구되는 것은 국내 IT 인프라가 해외 IT 인프라와 함께 원활히 작동될 수 있게 하는 것이다. 예를 들면 특히 기존의 수출이나 수입 제품이 인터넷 서비스와 함께 제공되게 됨에 따라 국내의 IT 인프라가 해외의 IT 인프라와 신뢰성(trustworthiness), 상호운영성(interoperability) 등의 면에서 충돌되지 않고 상호 보완적 위치를 갖도록 구축되는 것은 매우 중요하다. 충돌이 일어날 경우 인터넷 서비스의 수출입은 물론이고 이와 연결되어 있는 제품의 수출입이 지장을 받게 된다. 이런 면에서 국내 IT 인프라와 글로벌 IT 인프라가 원활히 작동되도록 하는 관련 민간 단체와 관련 정부 기관의 역할이 중요하다. 특히 민간 단체 차원에서 유즈케이스 데모사업을 통해 외국 IT 인프라와 데이터 신뢰성(trustworthiness), 상호운영성(interoperability) 등 면에서의 충돌 가능성을 지속적으로 점검하고 수정해 나가 인프라의 완성도를 지속적으로 높여가는 노력이 필요하다.

이러한 IT 인프라는 데이터가 흐르는 인프라이기에 데이터 흐름을 바탕으로 온라인 서비스를 제공할 수 있도록 하는 인프라 성격을 가지면서, 동시에 인프라에서 제공되는 온라인 서비스에 필요한 새로운 유형의 서비스(예: 데이터 신뢰성 인증)나, 기존의 온라인 서비스에 추가적인 사항을 결합하여 제공하는 새로운 유형의 서비스가 출현하게 하여, 신산업의 출현을 가능하도록 하는 인프라의 성격을 갖는다.

신 산업 정책에 있어 가치 네트워크 현황을 파악하여 새로운 서비스 출현 및 확산을 위한 정책 대응을 해나가는 것이 필요한 바, IT 인프라는 가치 네트워크의 데이터 흐름 현황을 맵으로 보여줄 수 있는 인프라이기 때문에 가치 네트워크 맵이라는 도구를 제공해 줄 수 있다(박문구 2022; 박원주 외 2022). 디지털 기술을 활용하여 가치 네트워크의 데이터 흐름을 시각화하는 것이 용이한 인프라이기 때문이다. 가치 네트워크에 연결된 기업의 분포와 데이터와 정보 흐름, 제품/서비스의 흐름에 대한 맵은 가치 네트워크 현황에 대한

증거 바탕(evidence based), 산업 정책을 가능하게 하는 인프라로서의 성격을 가질 수 있다.

이러한 IT 인프라는 네트워크 효과를 갖는 인프라이다. 특정한 국가의 IT 인프라를 이용하는 기업의 수가 적고, 관련된 데이터와 서비스의 수가 적을 경우, 자국의 IT 인프라로부터 얻는 가치가 줄어들어 사용을 꺼리게 된다. 이러한 문제는 비영어권 소/중규모 국가의 경우 나타날 가능성이 높은 바 이에 대한 대안을 찾을 필요성이 있다. 이와 같은 노력의 흐름을 보이는 중규모 국가의 대표적인 예가 독일이다. 독일이 프랑스와 협력으로, IT 인프라라고 할 수 있는, 데이터 스페이스 구축을 위한 노력을 Gaia-X 이니셔티브를 통하여 경주하고 있는 것을 예로 들 수 있다.

6. 정책 주체

한국의 차세대 혁신 생태계에서의 정책 주체의 역할은 창조적 선도자 단계의 혁신생태계를 발전시켜 나가는 역할, 즉 ‘건강하고 역동적인 생태계’를 구축하는 역할 맥락에서 논의되어야 할 것이다. 이러한 맥락에서 정책 주체의 역할은 한 마디로 혁신생태계 모니터 및 ‘민간부문 협력형 생태계’ 관리 역할이다. 이에 대해 자세히 논하자면 다음과 같다. 첫째 차세대 혁신 생태계에 요구되는 기업의 역량의 배양을 위한 정책에 대한 역할이다. 차세대 혁신 생태계에 요구되는 역량은 기존의 역량과 다른 불연속적인 역량이다. 즉 비즈니스 모델 역량, 글로벌 시장 선점 역량, 네트워크 통합 역량, 인터넷 서비스 제공 역량 등이 요구될 뿐 아니라, 수평적 수직적 가치 네트워크에의 참여 혹은 관리 역량이 요구됨에 따라 기존과 다른 혁신을 관리 할 수 있는 혁신경영 역량과 자사가 참여하는 가치 네트워크 생태계를 관리하는 역량이 요구된다. 이는 기존의 기업 혁신경영 역량으로는 역부족인바, 정책적인 면에서 한국 기업의 새로운 혁신 경영 역량/기업가 정신을 배양하고 촉진하기 위한 정책이 요구된다. 둘째는 기업의 혁신 역량은 가치 네트워크로 연결된 기업과 새로운 가치 네트워크를 생성하거나 참여하고 관리하는 역량이 필요한바, 기업의 역량이 발휘되게 하기 위해서는, 가치 네트워크 중심의 혁신 생태계를 모니터하고 해당 생태계가 발전할 수 있는 우호적인 여건을 제공하는 민간과 협력형 관리 정책이 요구된다.

아래 언급하는 다섯 가지(셋째부터 일곱째까지) 정책은 가치 네트워크 중심의 혁신 생태계 모니터 및 관리 정책 면에서 각론 차원에서 보다 자세히 논하는 정책이다. 셋째로 연구개발에 대한 자금 지원 정책은 물론이고 새로운 성공적인 제품/서비스/공정/비즈니스모델을 입증하는 테스트베드 및 데모와 상업화(예: 스타트업, 스케일 업) 관련 사업에 대한 자금 지원 정책이 필요하다. 연구개발 결과의 상업화가 활발히 이뤄지도록 하는 정책을 펴되, 이러한 상업화

결과가 가치 네트워크 경쟁력이 강화되는 방향으로 지속적으로 확장되고 심화되는 결과를 낳고 있는지를 모니터하고 관리하는 맥락에서 정책을 추진하는 것이 필요하다. 넷째로 지식/정보/데이터가 가치사슬 네트워크간에 흐르는 기술 인프라 제공이 중요하다. 즉 IT 인프라는 기업들이 데이터를 공유하고, 네트워크를 통해 거래 관계를 형성할 수 있는 메카니즘, 행위 모델을 바탕으로 설계되어야 한다는 점에서 정부와 민간간의 파트너십을 바탕으로 이뤄질 필요가 있다. 다섯째로 인력이 새로운 기술/새로운 공정과 비즈니스 모델에 적응하도록 돕는 교육 프로그램에 대한 정책이 필요한바, 특히 교육 프로그램이 테스트베드/데모 등과 연결되도록 하여 빠르게 변화는 기술 환경에 대응하도록 하는 것이 필요하다. 여섯째로 효과적인 민관 협력 체제 구축을 위한 정책 플랫폼 정책이 필요하다. 국가혁신생태계에서의 새로운 기업 및 산업의 출현과 몰락이 잦아지는 상황에서 정책 차원에서 ‘무엇을 모르고 있는지를 모르는’ 영역이 커진다. 따라서 민간 차원에서 기술, 플랫폼, 제품 및 서비스 혁신 추진 기업 및 관련 민간 단체의 기업 공동 대응 정책 이슈가 발표되고 정부 관계자와 공유되고 정책 아젠다로 발굴되는 정책 플랫폼(김인숙 남유선 2016)(예: 독일의 Platform Industrie 4.0, 하노버 메세)을 구축할 필요가 있다. 특히 고려할 것은 테스트베드/데모를 통한 새로운 사업기회를 발굴하고 기업간 파트너십을 촉진하는 한편 공동 해결 요망 어젠다를 추진해하가는 DX 민간단체와 기존 민간 단체의 역할을 인정하고 정기적으로 이들과 소통하는 플랫폼 구축 정책이 필요하다. 일곱째로 차세대 혁신 생태계에서의 네트워크 효과에 따른 비영어권 중규모 국가의 한계를 벗어나기 위해, 민관 합동으로 파트너 국가와 한국, 양국 기업이 긴밀하게 협업하여 공동 개발 & 공동 시장 확보를 도모해 나가는 전략 사업이 활발하게 추진될 수 있도록 지원 정책이 필요하다.

7. 한국 차세대 혁신 생태계 요약

〈표 4〉 기존 및 차세대 혁신 생태계 특징

항 목	기존 혁신생태계	차세대 혁신 생태계
기업간 네트워크: 국내	<ul style="list-style-type: none"> - 수직적 가치사슬 네트워크: 대기업은 시장 거래 바탕 지배적 역할 - 시장거래: 품질 및 가격 경쟁 - IT 인프라 활용: 지식 및 정보 흐름 	<ul style="list-style-type: none"> - 수직적 및 수평적 가치사슬 네트워크: 대기업의 지배적 역할, 수평 협력자 역할 공존 - 시장거래: 품질 및 가격 경쟁+네트워크효과 경쟁 - IT 인프라: 활용 지식 정보 및 데이터 흐름

항 목	기존 혁신생태계	차세대 혁신 생태계
기업간 네트워크: 국제	<ul style="list-style-type: none"> - 제품 수출 및 수입 거래 가치 네트워크 연결 - 글로벌 연계: 데이터 연결 IT인프라 무관. - 해외 시장 확보에 있어서, 비영어권 & 중규모 국가기업으로서의 대규모 국가 기업 대비 불리한 경쟁 직면 문제 부각된 적 거의 없음 	<ul style="list-style-type: none"> - 제품 및 서비스의 수출 및 수입 거래 가치 네트워크 연결 - 글로벌 연계; 데이터 연결 IT 인프라 매개로 연결 - 해외 시장 확보에 있어서, 비영어권 & 중규모 국가 기업으로서의 대규모 국가 기업 대비 불리한 경쟁직면 문제 기존 보다 큼. 정책 대응 및 전략 대응 필요.
기업 역량	<ul style="list-style-type: none"> - 기존&점진적 비즈니스 모델 생태계 바탕 공정&제품 혁신 역량. - 해외 공급자 의존: 핵심 부품, 자본재와 지식 & 정보 - 수직적 가치 네트워크 기업 통합을 통한 경쟁력 . - 글로벌 기술 협력: (i) 기술 확보를 위한 협력 (ii) 공동 기술 및 비즈니스 모델 기획& 개발&테스트를 위한 협력에 폐쇄적 - 프론티어 기술 및 비즈니스 모델 영역: 선도국 시장 지향. 빠른 두 번째 시장 진입 전략. 	<ul style="list-style-type: none"> - 변신적(transformative) 비즈니스 모델 생태계 바탕 비즈니스 모델, 제품&공정혁신 역량. - 해외 공급자 의존: 핵심 부품, 소재와 지식&정보 +해외 OS, 핵심 SW, 플랫폼, 데이터 - 수직적 및 수평적 가치 네트워크 기업 통합을 통한 경쟁력 - 글로벌 기술 협력: (i) 기술 확보를 위한 협력 (ii) 공동 기술 및 비즈니스 모델 기획& 개발&테스트를 위한 협력 개방성 확대 - 프론티어 기술 및 비즈니스 모델 영역: 선진국 및 개도국 시장 지향. 빠른 두 번째 전략+빠른 시장 선점 전략
공공 연구기관	비즈니스 연계 연구개발 활동(R&DB) 협력	비즈니스 연계 연구개발 활동 & 테스트베드(R&DBT) 및 인력 양성 협력
민간산업단체	업종별 민간 산업 단체	기존 업종별 민간 산업 단체+산업에서의 DX 가능 기술의 창출 및 확산관련 기업 공동 문제 해결을 위한 테스트베드/데모 승인프로그램 등 활동 하는 DX(디지털전환) 단체 .
기술 인프라	통신 도로 등 사회 간접자본	사회 간접자본외에 가치사슬 네트워크 지식/정보/데이터 흐르는 IT 인프라 추가
정책주체	기존의 연구개발 지원, 금융 및 세제 지원 역할, 인프라 제공 역할	혁신 생태계 모니터 및 '민간부문 협력형 생태계' 관리 역할

VI. 결 론

본 연구는 한국 국가 혁신 생태계의 변화 과정과 도전 과제를 정리하고 지속가능한 성장을 위한 차세대 혁신 생태계 모델을 제시한 연구이다. 이 연구의 취지는 처음 시도되는 차세대 혁신 생태계 모델의 모습을 제시함으로써, 차세대 혁신 생태계 추진 방향성 탐색에 도움이 되는 다양한 관점의 차세대 혁신 생태계의 모습에 대한 연구가 나타날 수 있게 되는 시발점을 제공하는 데 있다. 한국 혁신 생태계는 민간 중심의 건강하고 역동적 혁신 생태계 조성을 위한 정부의 역할이 중요한, 창조적 선도자 단계에 진입했으나, 혁신 성과 정체 및 혁신 생태계내 및 국제 연계 활동의 부족한 면을 보여주고 있음을 논한 바 있다. 본 연구에서는 이론적 근거를 바탕으로 가치사슬 네트워크를 생태계의 바탕이 되는 요소로 간주하고 이외에 기업 역량, 공공 연구기관, 민간산업단체, 기술 인프라, 정책 주체라고 하는 5개 요소를 포함하는 차세대 혁신 생태계 모델을 제시하였다.

금번에 제시한 차세대 혁신 생태계 모델의 의의에 대해 논하자면 다음과 같다. 첫째는 차세대 혁신 생태계 모델을 제시하고 이를 바탕으로 한 정책 주체의 생태계 관련 새로운 구체적 역할을 제시한 점이 정책 실무적인 점에서 의의가 있다. 가치 네트워크가 수직적 네트워크에서 수직 및 수평 네트워크 결합형으로 변화하고, 가치 네트워크에서 IT 인프라를 바탕으로 데이터가 흐르는 새로운 생태계가 차세대 생태계임을 논하고, 이러한 변화와 함께 일어나는 혁신 생태계의 변화로 말미암아 혁신 생태계 모니터 및 ‘민간부문 협력형 생태계’ 관리 역할이 요구됨을 역할의 구체적인 내용과 함께 제시한 점은 기존 연구와 차별화되는 실무적인 기여점이 있다고 보여진다.

둘째, 데이터가 흐르는 기업간 가치 네트워크를 바탕으로 한 혁신 생태계에 대한 논의를 한 점은 기존 혁신 생태계에 대한 논의와 차별화된 학문적 의의를 갖는다. 기존 혁신 생태계 문헌에서 기업간 상호작용 및 관계에 있어서 혁신 활동 관련 기업간에 흐르는 것은 지식, 정보의 흐름이었다(Lundvall 1992; Nelson 1992; OECD 1999). 세계 학문 동향으로 보자면, 혁신 생태계와 관련하여 데이터가 흐르는 새로운 가치 네트워크를 바탕으로 한 혁신 생태계에 대한 논의는 거의 발견하기 어렵다. 데이터가 흐르는 가치 네트워크의 출현은 국가 혁신 생태계 시스템의 바탕을 바꾸는 커다란 변화이기에, 데이터가 흐르는 가치 네트워크와 관련된 국가 혁신 생태계에 대한 논의를 계속해 나갈 필요가 있다. 이에 대한 정리는 국내 학계는 물론 세계 학계가 지속적으로 해 나가야 할 과제라고 보여진다.

이 연구에서 제시하는 생태계 모델은 지면의 한계와 저자들의 제한된 관점으로 일부

생태계 모습을 논하는데 그쳤다. 향후 여기서 제안된 차세대 혁신 생태계와 다른 혁신 생태계에 대한 모델이 다양하게 제시되는 것이 필요하다. 다양한 버전의 차세대 혁신 생태계 논의가 이뤄질 때 차세대 혁신 생태계 모습에 대한 보다 정제된 이해가 가능해지고, 과거에 통용되었던 ‘암묵적 가정’을 잘못 적용하는 경우가 줄어들어, 차세대 생태계 친화적인 정책과 전략이 가능해질 것이다. 보다 정제된 이해를 바탕으로 역동적으로 발전하는 생태계를 지향하는 보다 건설적인 산업 및 혁신 정책과 전략이 이뤄질 수 있게 되기를 기대한다.

참고문헌

- 강환구 외, 『우리경제의 성장잠재력 추정 결과』, 『한국은행 조사통계월보』, 69(12), 2016, pp.16-36.
- 과학기술정보통신부, 『2020 연구개발활동조사 발표자료』, 2022. 1.
- 국회예산정책처, 『2022 대한민국 경제』, 2022.8
- 김인숙 남유선, 『4차산업혁명 새로운 미래의 물결』, 2016.
- 박문구, 『공공융합형 플랫폼 생태계 발전과 정책적 시사점』, DT쿼터리 웹진, 2022. 9.
- 박원주, 임채성, 박문구, 김태우, 『제조업의 서비스화(XaaS)를 통한 신제조업 지원정책 제안』, 산업자원부 용역 보고서, 2022.
- 서울경제, 『소수 대기업에 집중...‘코리아 R&D 패러독스’ 극복 못해』, 2017. 9. 7.
- 서중해 편, 『혁신성장의 길』, 한국개발연구원, 2018.
- 이정원, 『2부 7장 과학기술 혁신의 생태계 진단』, 『한국의 경제생태계』, 21세기북스, 2017. 11.
- 이정원, 『과학기술혁신 생태계 진단과 발전과제』, 서중해 편, 『혁신성장의 길』, 제8장, 한국개발연구원, 2018
- 이정원 · 선인경 외, 『과학기술 ODA 융합프로그램 기획 연구』, 과학기술정책연구원, 2020.12
- 임채성 류석현 (2021), 『新제조업시대, 선점효과를 노려라』, 동아비즈니스 리뷰, 2021년 9월.
- 정원석 외, 『코로나19를 감안한 우리경제의 잠재성장률 재추정』, BOK 이슈노트, 한국은행, 2021. 9. 14
- 정재용, 『한국의 기술혁신 시스템의 발전과정: 평가와 전망』, 서중해 편, 『혁신성장의 길』, 제7장, 한국개발연구원, 2018
- 홍성주 · 이정원 외, 『전환기의 한국형 과학기술혁신 시스템』, 과학기술정책연구원, 2015.
- Bonvillian WB. The new model innovation agencies: An overview. Science and Public Policy. 2014;41(4):425-37.
- Bonvillian WB. Emerging Industrial Policy Approaches in the United States. Information Technology and Innovation Foundation 2021.
- Capaldo A. Network structure and innovation: The leveraging of a dual network as a distinctive relational capability. Strategic Management Journal. 2007;28(6):585-608.
- Casula M. Implementing the transformative innovation policy in the European Union: how does transformative change occur in Member States? European Planning Studies. 2022:1-27.
- Christensen CM. Innovator's dilemma. Boston: Harvard Business School Press; 1997.
- Koch C, Blind K. Towards agile standardization: testbeds in support of standardization for the IIoT. IEEE Transactions on Engineering Management. 2020;68(1):59-74.
- Fagerberg J, Mowery DC, Nelson RR. The Oxford handbook of innovation: Oxford university press; 2005.

- Freeman, C. *The Economics of Industrial Innovation*. London: Pinter Publishers, 1982.
- Freeman, C. *Technology and Economic Performance: Lessons from Japan*. London: Pinter Publishers, 1987.
- Global Innovation Index 2019, Cornell University, INSEAD, and WIPO, 2019
- Global Innovation Index 2022, Cornell University, INSEAD, and WIPO, 2022
- Govindarajan, V.; Tremble, C. *Reverse innovation: Create far from home, win everywhere*. Harvard Business Press, 2013. ISBN 142218398X.
- Granstrand O, Holgersson M. Innovation ecosystems: A conceptual review and a new definition. *Technovation*. 2020;90:102098.
- Lee, Jungwon, "Government Structure and Framework for Innovation: Innovation Ecosystem, A Case of Korea," Presentation at APEC PPSTI Workshop, Papua New guinea, 12 August, 2018.
- Lan F, Liu X. Business model transformation in digital enablement context through frugal innovation: learning from Chinese experience. *International Journal of Technology, Policy and Management*. 2017;17(4):360-73.
- Lim C, Han S, Ito H. Capability building through innovation for unserved lower end mega markets. *Technovation*. 2013;33(12):391-404.
- Lim C, Fujimoto T. Frugal innovation and design changes expanding the cost-performance frontier: A Schumpeterian approach. *Research Policy*. 2019;48(4):1016-29.
- Lundvall, B. *National Systems of Innovation*. London and New York: Pinter publisher, 1992.
- Ma, H. R., Lee, C.-J., & Oh, D. H. (2022). Identification of R&D Paradox after the Global Financial Crisis: Korean Case Focusing on the Smart Convergence and Conventional Industries. *Science, Technology and Society*, 27(2), 213 - 232.
<https://doi.org/10.1177/09717218221075145>
- Markides CC, Geroski PA (2004) *Fast second: How smart companies bypass radical innovation to enter and dominate new markets*: John Wiley & Sons.
- Morrish J, Zarkout, B. A. Ferraro, C. Lim, S. Lin. *Digital Transformation in Industry White Paper*. Boston Industrial Internet Consortium; 2020.
- Nelson, R. *National Innovation Systems: a comparative analysis*. New York: Oxford University Press, 1993
- Nelson R, Wright G. Review of literature on technological capability. *Journal of Economic Literature*. 1992.
- Teece DJ, Pisano G, Shuen A. Dynamic capabilities and strategic management. *Strategic Management Journal*. 1997;18(7):509-33.

- OECD, Economic Outlook: Statistics and Projections (database)
- OECD. Managing National Innovation Systems. 1999.
- OECD. OECD Reviews of Innovation Policy. 2009.
- OECD, 『OECD Economic Surveys: Korea』, June, 2018.
- Sharmelly R, Ray PK. The role of frugal innovation and collaborative ecosystems: The case of Hyundai in India. *Journal of General Management*. 2018;43(4):157-74.
- Sunil Chopra PM. Supply chain management: Strategy, planning and operation: Prentice Hall, Inc., ; 2003.
- Talluri S, Baker R, Sarkis J. A framework for designing efficient value chain networks. *International Journal of Production Economics*. 1999;62(1-2):133-44.
- Tesic S, Bajic B, Cosic I, Rikalovic A. Frugal innovations in Industry 4.0. *Annals of DAAAM & Proceedings*. 2021;10(2).
- Wooldridge A. First break all the rules: The charms of frugal innovation. *Economist*. 2010.
- Zeschky, M. B.; Winterhalter, S.; Gassmann, O. From cost to frugal and reverse innovation: Mapping the field and implications for global competitiveness. *Research-Technology Management*, v. 57, n. 4, p. 20-27, 2014. ISSN 0895-6308.

□ 투고일: 2023.02.01. / 수정일: 2023.07.01 / 게재확정일: 2023.08.01.