4차 산업혁명과 지역산업 육성 방향

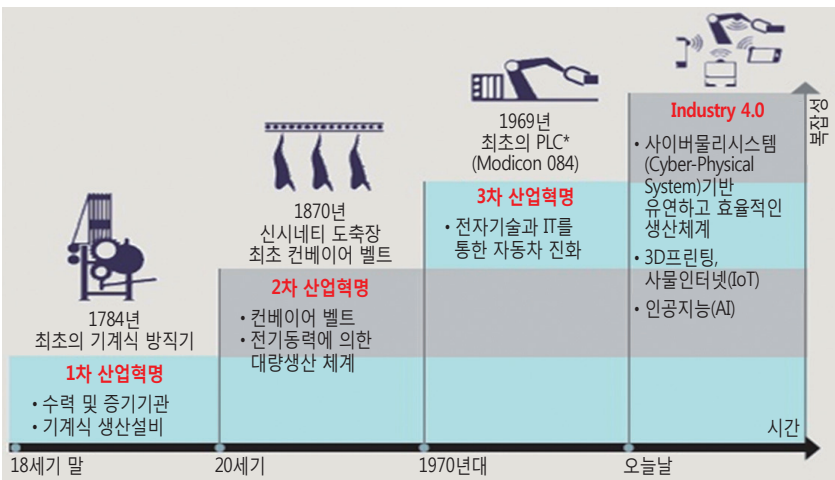
요 약

고도의 자동화와 초연결성을 특징으로 하는 4차 산업혁명에 의해 우리의 산업은 ① 기존 주력산업에 4차 산업혁명의 산업기술 트렌드를 효과적으로 접목시키는 방안, ② 기존 주력산업의 신기술 접목을 신기술기업의 성장과 선순환적으로 연결시키는 방안, ③ 글로벌 대기업들을 개방형의 플랫폼 기업으로 전환할 수 있도록 유도하는 방안, ④ 중소기업들의 신기술 도입을 적극 지원하고, 중소기업형 틈새시장과 새로운 시장기회를 활용할 수 있도록 만드는 방안, ⑤ 이들을 위한 인력의 공급, 기존 인력의 재교육과 재배치, 마찰적 실업의 최소화 등을 핵심적 과제로 안고 있다. 4차 산업혁명이 지역경제와 산업공간에 미치는 영향으로는 입지선택에서 토지나 교통여건과 같은 입지요인에 대한 의존도를 줄일 것으로 보고 있다. 또한 적은 토지만을 사용하는 제조 소기업의 대도시권 입지를 촉진시킴으로써 도시공간의 산업적 역할이 더욱 확대될 것으로 전망된다. 반면, 지리적 집중에 의한 외부 경제효과가 감소되면서 장치형산업이 집적되어 있는 산업도시들은 큰 영향을 받을 것으로 보인다. 4차 산업혁명시대에 가장 중요한 생산요인은 창의적인 인력, 우수한 기술인력이다. 이들 인력이 많이 집중되어 있는 곳에 제조기업들이 집적되는 경향을 보일 것이고, 새로운 기술에 대한 교육과 훈련 프로그램이 잘 갖추어진 지역이 제조업의 클러스터로서 기능하게 될 것이다. 4차 산업혁명시대에 능동적으로 대응하기 위해서는 지역의 경제주체 간에 유연하고 연결성이 강하고 상생하는 혁신생태계를 구축하는 것이 중요하다. 혁신생태계는 혁신활동에서 혁신주체 간 상호작용과 네트워크와 같은 연결성을 중시하며 정책측면에서는 플랫폼을 강조한다. 개방형 혁신과 혁신의 상호작용이 활발하게 이루어지기 위해서는 지역 내에서 대기업과 중소기업 간의 협력적 상생관계를 만들어내는 것이 필수적이다. 나아가 다른 지역과 차별화된 매력적인 교육시스템, 창업보육 지원시스템, 지역전략산업 분야의 투자를 촉진할 각종 인프라와 지원제도의 정비, 글로벌 및 전국 단위의 산업발전과 연계될 수 있는 규제프리존의 활성화 등도 중요한 과제가 될 것이다.

1. 4차 산업혁명이란 무엇인가?

산업혁명이란 신기술의 보급으로 경제체제와 사회구조가 급격히 변화하는 것을 의미한다. 산업혁명을 신기술에 의한 자동화와 연결성의 진보 과정으로 설명하기도 하는데[1], 1784년 최초의 기계식 방직기의 보급으로 중세의 봉건적 경제체제가 무너지고 자본주의적 공업화가 자리를 잡게 된 것이 1차 산업혁명이다. 1차 산업혁명은 기계에 의한 자동화의 시작이며, 다리와 철도 같은 기반시설 건설을 통해 지역 간 연결을 높인 시기이다. 2차 산업혁명은 1870년 전기에너지와 컨베이어벨트의 도입으로 대량생산체계가 갖추어짐으로써 이루어졌다. 규모의 경제를 추구하는 대기업 중심의 대량생산과 임금근로자의 대량소비가 맞물리면서 선순환의 고속경제성장을 달성했던 시기이다. 2차 산업혁명은 1960년대 말까지 지속된다. 3차 산업혁명은 1970년대 이후 전자기술과 IT를 통해 기계를 전자적으로 통제하는 자동화의 새로운 진화를 보였다. 컴퓨터와 PC의 도입, 인터넷과 모바일기기의 보급으로 인간과 인간 간의 연결, 인간과 자연 간의 연결성이 증대된 디지털경제시대이다. 디지털경제는 자동화와 연결성의 급진전으로 역사상 유례가 없을 정도로 빠른 속도로 부를 축적하는 인터넷기반 글로벌 기업들을 탄생시켰고, 글로벌 생산체계의 확장을 통해 국가 간 및 계층 간 부의 격차를 확대하는 digital divide를 초래하였다.

〈그림 1〉 산업혁명의 전개과정과 특징



자료 : DFKI(독일인공지능연구소), 2011.
주 : *PLC : Programmable Logic Controller.

1) UBS, 2016, Extreme Automation and Connectivity : The global, regional, and investment implications of the Fourth Industrial Revolution, UBS Whitepaper.

세계경제포럼(WEF)은 현재의 시기를 제4차 산업혁명이라 부른다. 4차 산업혁명의 핵심 신기술은 모바일기기, 사물인터넷, 빅데이터와 크라우드 컴퓨팅, 로봇, 3D 프린팅, 인공지능 등이다. 이들 기술은 소프트웨어 기반의 초연결성을 핵심적 특징으로 한다. 모바일기기에 의해 실생활의 수요패턴이 디지털정보로 전환되고, 센서와 사물인터넷을 통해 물리적 운동도 역시 디지털정보로 실시간 전달되면서 빅데이터가 되고, 이들이 인공지능에 의해 새로운 가치창출과 스마트화를 가능하게 만든다는 것이다. 사물인터넷을 통한 완전한 자동화와 초연결성, 인공지능의 광범위한 적용에 의한 지식노동의 대체가 4차 산업혁명의 특징이다.

2. 4차 산업혁명에 대한 논의 배경과 중요성

4차 산업혁명과 내용상 거의 동일한 것이 독일의 인더스트리4.0이다. 독일은 2011년부터 Industry4.0을 논의하기 시작하였는데 지멘스, 보쉬, 프라운호프연구소, 아헨 및 뮌헨공과대학, 기계·전기·정보업계 협회 등이 주도하였다. 인더스트리4.0이란 '가치사슬을 따라 자율적으로 소통하는 기술과 기기에 기반하여 구축된 생산과정의 조직화'를 의미한다. 한 마디로 제조의 전 과정이 정보네트워크에 완전하게 연결되어 스마트하게 생산효율성을 높이는 시스템이라고 할 수 있다.

중요한 것은 세계 최고의 제조업 경쟁력을 갖고 있는 독일이 왜 Industry4.0을 만들어냈는가이다. 독일의 고민은 애플, 구글, 페이스북, 아마존 등 미국의 플랫폼형 비즈니스 모델이 확산되면서 독일기업들이 미국 플랫폼 기업의 하청기업으로 전락할 것이라는 위기감이 확산되고 있다는 데 있었다. 수확체증의 디지털경제 특성으로 인해 플랫폼을 장악한 기업은 대규모 이익을 독식하는 승자독식이 가능하다. 반면에 플랫폼 비즈니스 내의 하청기업은 비용을 최소화해야 하므로 인력감축 등 고용불안이 발생할 가능성이 크다. 자동차, 기계, 전기산업 부문에서 글로벌 경쟁이 심화되고, 독일의 저출산과 고령화 현상이 빠르게 심화되면서 생산성 증가의 정체 현상이 발생하고 있는 것도 해결해야 할 문제였다. 일본이 독일의 Industry4.0에 큰 관심을 보이고, 빠르게 흡수하여 대응책을 세우고 있는 것은 일본 역시 독일과 동일한 고민을 갖고 있기 때문이다.

4차 산업혁명이 전세계적인 이목을 받게 된 것은 완전한 자동화와 초연결성으로 인해 단순조립생산라인의 저기술인력은 물론이고 중기술의 지식노동까지 기계로

대체되면서 일자리의 양과 구성이 극적으로 변할 것이라는 전망 때문이다. 인력의 양극화와 그에 따른 소득과 부의 격차가 3차 산업혁명의 digital divide를 훨씬 초과할 정도로 극심해질 것이라는 암울한 전망이다. 물론 로봇이 모든 일을 함으로써 인력을 대체하는 일은 일어나지 않을 것이고, 완전한 자동화와 초연결성은 그에 필요한 인간 노동 수요를 증가시킬 것이므로 고용총량도 줄어들지 않을 것이라는 낙관적 전망도 있다(UBS, 2016). 그러나 일자리의 구성은 극적으로 변화할 것이고, 그에 따른 격차의 확대는 불가피할 것으로 보인다. 개인 간 격차, 기업 간 격차, 산업 및 지역 간 격차, 나아가 국가 간 격차까지 다방면으로 파급될 가능성이 크다.

4차 산업혁명은 디지털경제가 심화·확산되어 산업 헤게모니가 소프트웨어기반 플랫폼기업 중심으로 변화하고, 일자리의 내용과 구성이 급진적으로 바뀌며, 이에 따라 경제사회 다방면에 걸쳐 격차가 확대될 것임을 예고하고 있다. 확대되는 격차의 어떤 루트에 편입될 것인가가 4차 산업혁명의 파고에 어떻게 대응하는가에 의해 결정된다.

3. 4차 산업혁명이 산업과 지역에 미치는 영향

(1) 산업에 미치는 영향

신기술로 새로운 산업과 새로운 비즈니스모델이 생겨나는 것은 일상적인 과정이다. 4차 산업혁명을 선도하는 혁신적 기업들은 새로운 디지털과 인터넷 기반의 산업생태계 환경을 활용하여 저비용체제를 구축하고, 고객의 숨겨진 니즈를 파악하여 새로운 시장을 창출하면서 급성장하고 있다.[2] 스마트폰의 샤오미와 화웨이, 드론의 DJI, 전기차의 테슬라, 가상현실의 오큘러스 등이 4차 산업혁명시대의 혁신기업들이다.

문제는 기존 산업, 특히 현재의 주력산업에 어떠한 영향을 미치게 될 것인가라는 점이다. 자동차가 커넥티드 스마트카로 바뀌면, 현재의 자동차산업 강자기업이 자동차의 운영플랫폼을 장악한 기업으로 주도권이 바뀌게 될 것이다. 가전의 경우도 통합형의 스마트홈기기로 바뀌면, 기존에 구축한 제조경쟁력이 별 소용이 없게 되고,

2) 장석인, "제4차 산업혁명시대의 지역전략산업 발전방향", 「광주전남연구」, 2016년 6월호, 광주전남연구원.

소프트웨어 기반 플랫폼기업의 하청 소재부품 제조 공급기업으로 전락하여 부가가치 하락과 고용 축소가 불가피해진다.

산업의 헤게모니가 글로벌 플랫폼기업 중심으로 재편되는 추세에 맞추어 우리나라의 삼성, LG, 현대자동차와 같은 글로벌기업들도 플랫폼 경쟁력을 확보하기 위한 전략을 적극 추구하고 있다. 삼성은 인공지능, 자율주행, 사물인터넷 분야의 혁신기업들을 적극적으로 인수하면서 소프트웨어의 생태계를 다시 만들고 있다.[3] 작년 11월 커넥티드카 전장부문 세계1위 기업인 하만을 인수한 것이 대표적이다.

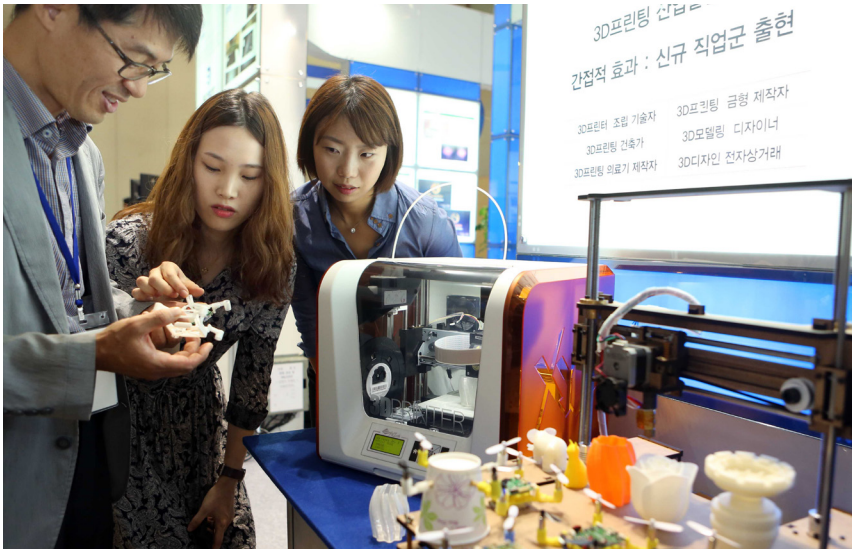
역시 문제는 중견·중소기업이다. 4차 산업혁명의 완전한 자동화와 초연결성을 활용하기 위해서는 많은 투자와 우수한 기술력이 필요하다. 또한 산업의 특성상 신기술의 영향을 거의 받지 않는 분야도 많다. 독일과 스위스의 중소기업을 대상으로 조사한 결과에 따르면, 중소기업(50만 유로에서 1억 2,500만 유로의 매출규모 기업)의 35%가 자신의 사업영역에서 디지털기술이 주요 역할을 하지 않는다고 응답하였다. 더 작은 규모의 중소기업들에 한정하여 보면 그 비중은 52%에 달한다.[4] Industry4.0을 통해 제조혁명을 선도하고 있는 독일도 역시 신기술을 중소기업에 도입하는 것이 고민 중의 하나이다. 대기업의 공급망이나 가치사슬에 중소기업을 편입시키는 방식, plug and play 방식의 모듈화 기계를 보급하여 중소기업이 인더스트리4.0을 활용할 수 있도록 하는 방식 등을 적극 모색하고 있다.

우리 산업이 당면하고 있는 핵심적 과제는 첫째, 기존 주력산업에 4차 산업혁명의 산업기술 트렌드를 어떻게 효과적으로 접목시킬 것인가, 둘째, IoT용 센서, 3D프린터, 로봇 자동화기기, 인공지능, 빅데이터 및 크라우드 기반 분석 전문기업 등의 신기술기업의 성장과 기존 주력산업의 신기술 접목을 어떻게 선순환적으로 연결시킬 것인가, 셋째, 우리의 글로벌 대기업들이 기존의 계열화기업 중심의 폐쇄형 혁신에서 벗어나 개방형의 플랫폼기업으로 전환할 수 있도록 어떻게 제도적으로 유도할 것인가, 넷째, 중소기업들에 대해서는 4차 산업혁명의 신기술 도입을 적극 지원하고, 중소기업형 틈새시장과 외주공급 등 새로운 시장기회를 적극 활용할 수 있도록 하기 위해서는 무엇을 해야 할 것인가, 다섯째, 이 모든 것들을 위한 인력의 공급, 기존 인력의 재교육과 재배치, 이 과정에서 마찰적 실업의 최소화를 어떻게 달성할 것인가 등이다.

---

3) 「매일경제」, 2016년 11월 17일자.

4) Jan Smit, Stephan Kreuzer, Carolin Moeller, Malin Carlberg, 2016, *Industry 4.0*, European Parliament's Committee on Industry, Research and Energy.



(2) 지역경제와 산업 공간에 미치는 영향

4차 산업혁명은 이제 막 시작되어 진행 중인 관계로 지역산업에 어떤 영향을 미칠 것인지 전망하기에는 이른 감이 없지 않다. 그러나 잠정적인 견해로는 고도의 자동화와 초연결성이 입지선택에서 토지나 교통여건과 같은 입지요인에 대한 의존도를 줄일 것으로 보고 있다. 규모의 경제효과 감소로 기업단위와 생산시설의 규모도 축소되는 경향을 보일 것인데, 이는 대규모 산업단지의 조성과 입지 필요성을 감소시킬 것이다. 연결성의 확대는 보다 더 유연하고 동태적인 기업네트워크를 창출할 것인데, 이로 인해 지역단위의 클러스터 중요성은 감소하고 글로벌 차원의 도시네트워크 확대 필요성은 커질 것으로 예상된다.[5] 첨단제조의 신기술 관점에서 보면, 도시공간의 산업적 역할이 더욱 확대될 것으로 보인다. 3D프린팅에 의한 적층식 생산방식은 소규모의 맞춤형 생산에 적합하다고 할 수 있는데, 규모의 경제효과를 줄임으로써 공장과 기업의 규모가 보다 작아질 것이다. 이는 적은 토지만을 사용하는 제조 소기업의 대도시권 입지를 촉진하는 요인으로 작용하고, 산업폐기물과 생산소음을 줄임으로써 주거나 상업시설 근접도 가능하게 된다. 제조업의 입지에서 운송비가 보다 덜 중요해짐에 따라 집적효과를 감소시키는 결과로 작용하고, 지리적 집중에 의한 경제효과도 감소시킬 것이다.

5) Bernhard Muller, Paulina Schiappacasse, 2015, “Advanced manufacturing-Why the city matters, perspectives for international development cooperation”, Industry 4.0 and Urban Development : The Case of India.

이러한 전망이 도시 및 지역 입장에서는 매우 도전적인 요소임에 틀림없다. 특히 자동차, 가전, 조선, 철강, 화학 등 장치형 산업이 집적되어 있는 산업도시들의 경우가 큰 영향을 받을 것으로 보인다. 4차 산업혁명시대에 가장 중요한 생산요인은 창의적인 인력, 우수한 기술인력이다. 첨단센서와 사물인터넷의 확대로 활용가능한 실시간 데이터들이 많이 확보되면, 이들 빅데이터를 분석할 수 있는 전문가와 기술자의 중요성이 커진다. 이들 인력이 많이 집중되어 있는 곳에 제조기업들이 집적되는 경향을 보일 것이고, 새로운 기술에 대한 교육과 훈련 프로그램이 잘 갖추어진 지역이 제조업의 클러스터로서 기능하게 될 것이다.

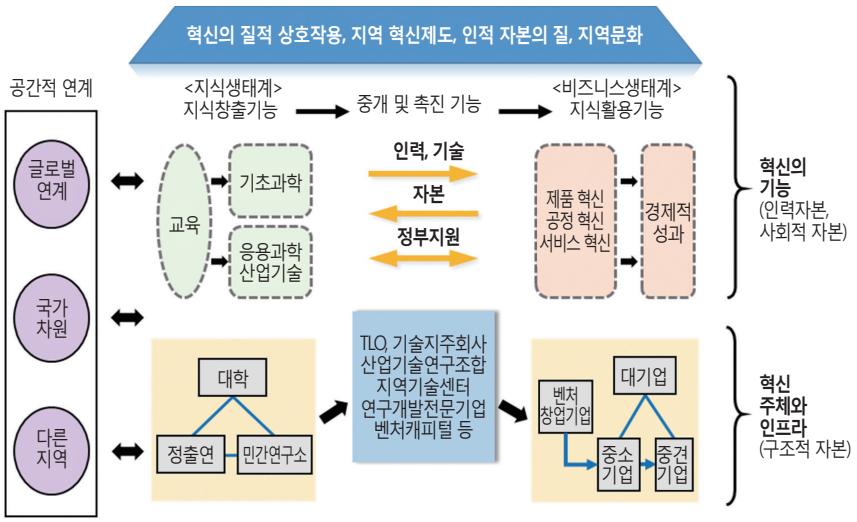
도시 전체 차원에서는 도시와 ICT기술의 결합을 통한 스마트시티가 확대되고, 미래도시의 교통수단 혁신을 통한 모빌리티의 극적인 변화도 가능하다. 센서기술과 실시간 데이터의 활용을 통해 생산과정을 최적화할 수 있게 되면, 에너지 효율성을 높이고 원재료의 감축과 청정생산을 통해 환경부하를 줄이는 데 기여함으로써 에코시티로의 전환도 수월해질 것이다.

4. 산업발전 패러다임의 변화와 산업 및 지역의 대응 방향

4차 산업혁명은 디지털경제에 의해 촉발된 산업발전 패러다임의 변화를 매우 심화된 수준으로 진전시킬 것이다. 첫째, 산업의 헤게모니가 글로벌 플랫폼기업 중심으로 재편되는 플랫폼화가 핵심전략으로 부상한다. 대기업 중심의 규모의 경제, 대기업 내 수직계열화와 분사를 통한 사업다각화 방식의 범위의 경제로는 글로벌 경쟁에 어려움이 있다. 핵심 기술력과 기업 간 얼라이언스를 통해 플랫폼을 구축하고 플랫폼 기반의 생태계를 만들어낼 수 있어야 글로벌 가치사슬상에서 높은 부가가치 영역에 있을 수 있다. 규모의 경제와 범위의 경제를 넘어 플랫폼 중심의 연결의 경제로 이행해야 하는 것이다.

둘째, 산업 간의 제품 및 서비스가 상호 결합하여 기존에 없었던 새로운 제품·서비스를 제공하는 융합화가 거스를 수 없는 트렌드가 될 것이다. 융합화에서는 서비스 역량과의 결합, 서비스화가 특히 중요하다. 제조업과 서비스업의 구분, 산업과 업종의 구분, 기술의 구분이 큰 의미가 없고 경계가 모호해지면서 융합화와 통합적 접근이 대세를 차지하게 된다. 전통적 제조기업인 GE가 소프트웨어기업으로 전환을

〈그림 2〉 지역의 혁신생태계 기본모형



자료 : 김영수·김선배 외(2015), 「지역의 산업기술 혁신생태계 구축 방안 연구」, 산업연구원.

선언하고, 애플도 자체 운영소프트웨어 iOS를 보유하고 앱스토어의 서비스와 연계함으로써 세계적 경쟁력을 유지하고 있다.

셋째, 혁신방식에서는 개방형 혁신과 통합형 혁신이 중심을 이루게 된다. 다양한 분야의 융합형 혁신을 위해서는 특정 기업이 폐쇄형으로 모든 기술을 내부에서 개발하는 것으로는 혁신의 비용과 속도를 따르지 못할 것이다. 혁신의 과정에서는 단계의 통합과 시간의 압축이 발생할 것이다. 기초연구 → 응용연구 → 제품화연구 → 사업화연구 → 생산공정개발 등이 순차적으로 일어나는 것이 아니라 단계를 뛰어넘어 상호작용하는 연구개발이 일상화된다. 아이디어가 일정정도만 구체화되면 3D 프린터로 즉석에서 시제품을 만들어보고 시험해보는 혁신의 과정과 시간이 대폭 압축되는 것이다.

넷째, 기업구조 측면에서는 글로벌 플랫폼기업을 제외하고는 소규모 전문기업화하는 경향이 커질 것이다. 주요 부품제조 기술을 보유한 전문공급기업이나 빅데이터를 분석하여 솔루션을 제공할 수 있는 전문 소프트웨어기업이 성장의 중심에 서게 된다. 동시에 벤처기업과 1인 제조기업 등도 더욱 활성화될 것이다.

4차 산업혁명시대의 새로운 산업발전 패러다임에 적극 대응하기 위해서는 경제 전반의 유연성을 제고하기 위한 종합적인 노력이 필요하다. 4차 산업혁명시대에는 유연한 노동시장, 교육시스템, 인프라스트럭처, 법률체계를 갖고 있는 경제가 승자가 될 것으로 보고 있는 것이다(UBS, 2016). 우리 산업발전을 위한 과제로 장윤종

(2016)은 4차 산업혁명의 선도기술을 중심으로 한 기술혁명 가속화, 빅데이터 축적 및 개방을 통한 민간역량 결집, 인공지능 분야 talent 참여 유인 제공 및 소프트웨어 교육 대폭 강화, 신기술 진보 저해 규제 및 각종 걸림돌 신속 제거 등을 들고 있다.[6)]

지역산업을 육성하는 방향도 전체 산업의 발전방향과 크게 다르지 않다. 다만, 각 지역이 갖고 있는 산업적 특성이 매우 다양하기 때문에 지역특성에 맞는 스마트 특성화 전략이 필수적일 것이다. 가장 중요한 핵심적 과제는 지역 단위로 유연하고 특성화된 혁신생태계를 구축하는 것이다. 지역혁신생태계는 지역별 특성화를 통해 지역에 착근한 연결성이 강하고 지속적으로 진화하는 혁신공동체를 말한다.[7)] 혁신생태계는 혁신활동에서 혁신주체 간 상호작용, 네트워크와 같은 연결성을 중시하며 정책측면에서는 플랫폼을 강조한다. 개방형 혁신과 혁신의 상호작용이 활발하게 이루어지기 위해서는 지역 내에서 대기업과 중소기업 간의 협력적 상생관계를 만들어내는 것이 필수적이다. 나아가 다른 지역과 차별화된 매력적인 교육시스템, 창업보육 지원시스템, 지역전략산업 분야의 투자를 촉진할 각종 인프라와 지원제도의 정비, 글로벌 및 전국 단위의 산업발전과 연계될 수 있는 규제프리존의 활성화[8)] 등도 중요한 과제가 될 것이다.

6) 장윤종, "4차 산업혁명과 한국산업의 과제", 「월간 KIET산업경제」, 2016년 6월호, 산업연구원.
7) 김영수·김선배 외(2015), 「지역의 산업기술 혁신생태계 구축 방안」, 산업연구원.
8) 장석인(2016)



김영수
지역발전연구센터·선임연구위원
yskim@kiet.re.kr / 044-287-3049
〈주요 저서〉
• 지역의 산업기술 혁신생태계 구축방안(2015, 공저)
• 창의인력과 창의일자리의 지역별 입지 및 성장 특성분석(2015, 공저)