

TePRI

REPORT

2019 • vol.92

01



전망대 2020년이 과학기술계에 던지는 의미

Focus 다시 뛰는 대한민국을 위한 과학기술

Insight 건명원(建明苑) 초대 원장 최진석 서강대 교수

Part 01 R&D Spotlight

- 01. 기획특집 : 인공지능에 “4차 산업혁명”이 무엇인지 물어봤더니...
- 02. 이슈분석 : 과학기술이 견인한 국가경쟁력 제고

Part 02 R&D In&Out

- 01. 주요 과학기술 정책 및 현안 : 「2017년 연구개발 활동」 조사결과 발표 외 1건
- 02. TePRI, 정책 현장 속으로 : 혁신성장을 위한 국가혁신체계 2019 대토론회 외 1건
- 03. 글로벌 시장 동향 : 보안, 투명성, 신속함을 바탕으로 블록체인 시장 확대
- 04. Guten Tag! KIST Europe : Monitoring & Diagnostic for Auto Packaging System

Part 03 TePRI 休

- 01. Law and Science : 특허제도의 역사와 4차 산업혁명
- 02. 소통과 대화를 위한 재미있는 이노베이션 이야기 : 혁신의 씨앗을 심을 땅은?
- 03. 이달의 추천도서 : 트렌드 코리아 2019



08

人sight

건명원(建明苑) 초대 원장
최진석 서강대 교수



13

기획특집

인공지능에 “4차 산업혁명”이
무엇인지 물어봤더니...





CONTENTS ●

04 **전망대**

2020년이 과학기술계에 던지는 의미 4

06 **Focus**

다시 뛰는 대한민국을 위한 과학기술 6

08 **人sight**

건명원(建明苑) 초대 원장 최진석 서강대 교수 8

12 **Part 01 R&D Spotlight**

01. 기획특집:

인공지능에 “4차 산업혁명”이 무엇인지 물어봤더니... 13

02. 이슈분석 :

과학기술이 견인한 국가경쟁력 제고 21

30 **Part 02 R&D In&Out**

01. 주요 과학기술 정책 및 현안 :

「2017년 연구개발 활동」 조사결과 발표 외 1건 31

02. TePRI, 정책 현장 속으로 :

혁신성장을 위한 국가혁신체계 2019 대토론회 외 1건 36

03. 글로벌 시장 동향 :

보안, 투명성, 신속함을 바탕으로 블록체인 시장 확대 38

04. Guten Tag! KIST Europe :

Monitoring & Diagnostic for Auto Packaging System 39

42 **Part 03 TePRI 休**

01. Law and Science

특허제도의 역사와 4차 산업혁명 43

02. 소통과 대화를 위한 재미있는 이노베이션 이야기 :

혁신의 씨앗을 심을 땅은? 45

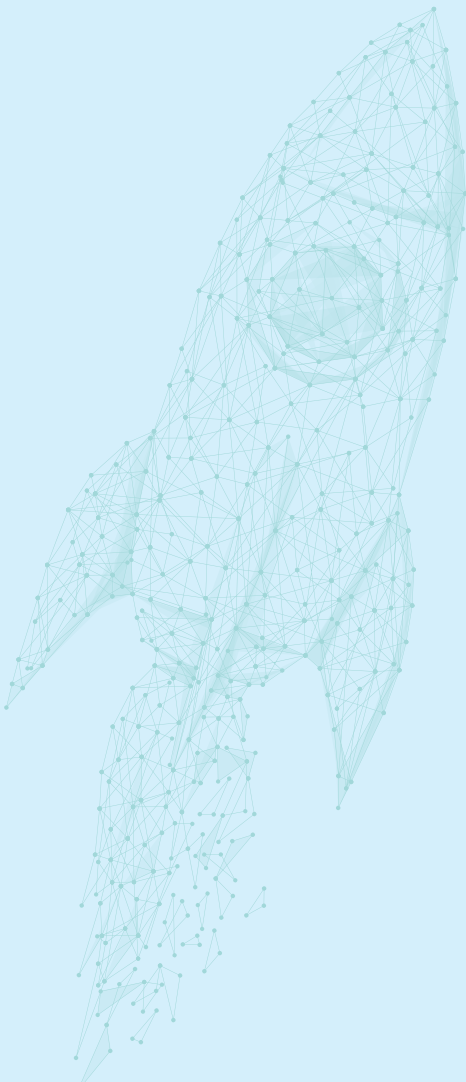
03. 이달의 추천도서 :

트렌드 코리아 2019 47

2020년이 과학기술계에 던지는 의미

차 두 원

한국과학기술기획평가원 혁신전략연구소
정책위원



가수 민해경님이 부르던 “서기 2000년이 오면”에는 “우리는 로켓트 타고 멀리 저 별 사이로 날으리”라는 구절이 있다. 1982년 히트곡이다. 어릴 때 혹시나 기대를 했었지만, 2000년에는 불가능한 현실이었다. 1989년에는 국산 애니메이션 “2020년 우주의 원더키디”도 많은 인기를 얻었다. 2020년에도 애니메이션 스토리와 같이 인간이 우주를 확보할 수는 없겠지만, 인공지능, 로봇, 생명공학 기술발전으로 최근 회자되는 테크포비아를 실감 있게 그려낸 애니메이션이다. 미국 민간 우주기업 액시엄 스페이스(Axiom Space)는 빠르면 2022년 7~10일 동안 국제우주정거장에 머물 우주여행상품을 출시한다고 한다. 버진 갤럭틱, 스페이스X, 블루오리진 등 민간우주업체들이 직접 개발한 로켓을 이용한 민간인 우주여행도 머지않아 가능할 듯하다. 하지만 비용은 일반인들이 꿈도 꾸기 어려운 1인당 5,500만 달러, 대략 620억원이 넘는다. 아직은 일반인에겐 머나먼 미래다.

2020년이 얼마 남지 않았다. 우리나라 음악과 애니메이션에 그려진 미래가 아직 우리에게 오진 않았다. 아마도 아직은 프로토타입인 자율주행차, 프라잉카 정도만 머지않은 시점에 실현 가능한 아이템인 거 같다. 때론 누군가의 상상으로, 때론 과학적 기법이나 전문가들이 언급한 미래가 틀린다고 해도 아무도 뭐라하지 않는다. 정답을 찾기 위한 과정이 아니라, 앞으로 원하고 기대하는 미래를 상상하거나, 경제사회, 과학기술의 변화 등을 분석해 미래를 대비하기 위한 과정이기 때문이다. 그만큼 미래라는 단어는 오픈된 개념이다.



2017년 한국과학기술기획평가원이 발간한 제5회 과학기술예측조사 보고서에 따르면, 2040년까지 등장할 미래기술 267개 가운데 91%인 243개가 2020년대 실현된다고 분석했다. 실험실과 연구실에 머물던 프로토타입과 미완성 연구물들이 세상으로 나오면서 그만큼 과학기술계는 바빠지고, 우리의 삶에도 변화가 생기는 시기일 것 같다.

하지만 2020년대는 과학기술계에 그다지 녹록한 시기는 아니다. 경제도 힘들지만 과학기술분야도 마찬가지다. 전통적인 과학기술 강국인 미국, 2019년 세계 연구개발투자 1위가 될 것으로 예상되는 중국, R&D 혁신으로 제2의 전성기를 맞고 있는 일본 등 보이지 않는 과학기술 전쟁이 더욱 심해질 것 같다. 특히 “중국제조 2025” 실현을 위한 혁신능력 제고를 위해 2025년까지 세계 최고 수준 연구개발 투자를 하고 있는 중국의 차이나포비아가 미칠 영향이 적지 않을 듯 하다.

1990년대부터 최근까지도 2020년대를 예측한 보고서들이 적지 않게 발간되었다. 해외뿐만 아니라, 국내에도 정부 부처와 위원회, 출연연구소, 지자체, 학술단체, 언론 등에서 2020년 우리나라 사회변화와 미래기술에 대한 보고서를 때론 경쟁적으로 발간했다.

보고서들을 살펴보면 예측했던 기술의 변화는 크게 없는 듯하다. 그렇듯 과학기술은 긴 호흡이 필요하다. 다만 보고서 발간 시점이 현재와 가까울수록 기술 명칭이 현실적으로 바뀌고, 주변 기술들과의 결합해 적용영역이 확장되어 시장 출시를 앞두고 보다 사회문제와 연결되고 있을 뿐이다. 하지만 많은 보고서들에서 지적했던 사회문제들에는 실제로 효과적으로 대비하지 못했고, 평균적으로 주요 기술들이 최고 수준 국가인 미국의 80%, 시간적 격차는 2년이라고 하지만 실제 산업계에서 느끼는 격차는 더욱 벌어지고 있다. GDP 대비 연구개발투자 세계 1, 2위를 이야기 하지만, 절대 규모에서는 미국이나 중국 등과 비교할 수 없는 수준이다. 기술격차뿐만 아니라 시장출시를 위한 비즈니스 모델은 격차가 더 벌어지고 있다.

아쉽지만 우리나라의 실행력 약한 일회성 미래예측 보고서들의 한계도 이러한 현상에 일조한 듯하다. 2020년대 시작이 머지않았다. 정부연구개발예산도 본격적으로 20조를 넘어섰고, 과학기술에 대한 관심도 그 어느 때보다 높아질 것으로 예상된다. 이러한 기대에 부응하고 과학기술 투자에 대한 국민들의 수용성 확보, 무엇보다 더 늦기 전에 5년 단위의 단절 없이 긴 호흡으로 미래를 대비하며 추진할 수 있는 과학기술정책의 미래 기반이 우리에게도 필요하다. **kt**

다시 뛰는 대한민국을 위한 과학기술

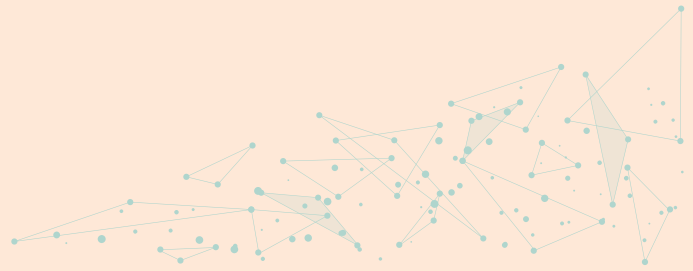
김현우

정책기획팀장
kimhyunu@kist.re.kr

세계적 영국 밴드 퀸을 소재로 한 ‘보헤미안 랍소디’가 지난해 우리 극장가를 장악했다. 12월 23일 기준 840만 관객을 돌파하여 2018년 국내에서 개봉한 영화 중 세 번째 자리를 차지했다. 퀸의 활동 시기에 학창시절을 보냈지만, 해외 음악에 친숙하지 않았던 터라 많은 기억을 갖고 있지 못하다. 게다가 그나마 간혹 접했던 뉴스가 보컬 ‘프레디 머큐리’가 후천성면역결핍증(AIDS) 환자라는 것이었다. 국내에 한 명의 감염자만 나타나도 대서특필되던 시절이니 음악을 떠나 퀸을 친밀하게 느낄 수 없었던 것 또한 사실이었다.

하지만 신약과 카테일 투여법이 고안되어, 이제 AIDS는 관리가 필요한 만성질환으로 평가되기도 한다. 그랬기에 영화에 몰입할 수 있었을지도 모른다. 이런 변화를 가져온 주인공은 바로 1982년 미국 국립 암연구소에 유학 중이었던 ‘미쓰야 히로야키’ 박사였다. 다른 연구자들은 외면하는 연구였지만 그는 치료제의 평가법을 확립하고 후보물질이었던 지도부딘(AZT)의 유효성을 확인했다. 비타민, 페니실린, 아스피린과 함께 ‘세계사를 바꾼 10가지 약’으로 손꼽히는 AIDS 치료제를 탄생시킨 것이다. 만약 ‘프레디 머큐리’가 10년만 늦게 발명했다면 우리는 영화가 아닌 그의 라이브 공연을 즐길 수 있었을 것이다.

이처럼 과학기술 거인들은 역사를 바꾸고 사람들의 생각을 변화시켜 왔다. 물론 ‘미쓰야 히로야키’ 박사와 같은 스타 과학자도 후보물질을 발명해 준 동료 과학자가 없었다면 불가능한 일이었을 것이다. 그렇다고 스타 과학자의 중요성을 과소평가할 수는 없다. 보스턴대학의 김종성



교수는 세계적인 석학 ‘로버트 랭거’ 교수가 있었기에 보스턴이 세계 최고 바이오·의료 클러스터로 성장할 수 있었다고 분석했다. 네이처도 매년 과학계 10대 인물을 발표한다. 2018년 발표에는 중국인 MIT 박사과정 학생 차오 위안과 허젠쿠이 교수가 포함되었다. 일본도 요시카와 마코토 박사를 명단에 올렸다.

이에 반해 우리는 세계 최고(2017년 4.55%) 수준의 GDP 대비 연구개발 투자라는 말이 무색하게 10대 인물에 초대받지 못했다. 물론 지금까지 누적 투자 규모와 절대 규모를 본다면 미국, 일본 등 과학기술선진국은 물론 중국에도 훨씬 못 미치는 수준이라는 분석도 있다. 하지만 연구 생산성 개선은 더디고 제대로 된 미래 성장 동력을 창출하지 못하고 있어 코리아 R&D 패러독스에 빠져 있다는 비판의 목소리가 높아져 가고 있다. 그럼에도 불구하고 우리는 국가 R&D 예산 20조 원 시대를 열었다. 이는 과학기술로 국가의 격을 높이고 다시 뛰는 대한민국을 만들어 달라는 국민과 정부의 요청과 기대의 표상일 것이다.

이런 기대와 요청에 부응하기 위한 필요조건 중 첫 번째는 바로 우리가 세계의 과학기술 중심에 서야 한다는 것이다. 이를 위해서는 연구자들의 도전과 창의를 극대화해야 한다. 실패를 두려워하지 않고 연구에 몰입할 수 있도록 연구자를 중심으로 한 제도를 정착시켜야 한다. 또한 과학자의 자존감을 높이고 미래 인재가 과학자가 되기를 소망하는 분위기를 만들어 가야 한다. 이 모두가 자율적 연구라는 공통분모를 갖는다. 둘째 연구 수행의 규범에 있어 높아진 국민의 눈높이를 맞추는 일이다. 이를 세부적으로 보면, 예산은 허투루 쓰는 일 없이 최고 수준의 효율성을 확보해야 함을 뜻한다. 또한 모든 연구 행위에 있어 세계적 수준의 연구윤리에 부합해야 함을 의미한다.

어찌 보면 엄격한 규범 준수와 자율이란 합일점 없는 평행선으로만 보인다. 하지만 평면에 기반한 유클리드 기하학과는 달리 구면(球面)기하학에서는 한 지점에서 평행선도 중국엔 만난다. 근시안적 절충안이 아닌 국민적 지지 확보라는 면(面)의 형태를 바꾸는 근본적인 접근이 필수적이다. 현안 해결로 국민의 삶의 질을 높이고, 미래 성장동력 개발로 국가 발전에 기여하는, 어렵더라도 해야만 하는 연구를 확대해 나가야 한다. 대한민국 과학기술 수준을 널리 알린 평창 동계올림픽의 성공적 개최와 세계 7번째 시험발사체 누리호의 성공은 이제 역사가 되었다. 2019년 기해년에는 코리아 R&D 패러독스를 조기에 졸업하고, 다시 뛰는 대한민국을 위한 과학기술계가 되어야 할 것이다. **KL**



건명원(建明苑) 초대 원장 최진석 서강대 교수

2019년 신년호에서는 우리시대 철학과 인문학을 대표하는 명사이자 건명원(建明苑)의 초대 원장으로 활동하고 계시는 최진석 교수님을 찾아 뵈었습니다. 새로운 한 해를 맞아 KIST의 역사적 의미와 바람직한 미래 변화 방향, 그리고 과학기술인이 가져야 할 신념과 마음가짐에 대해 들어보았습니다.

김종주 미래전략팀장, jongjoo@kist.re.kr, 정혜재 미래전략팀, hyejae@kist.re.kr

최 교수님은 현재 문화예술분야의 창의적 리더와 인재육성을 위해 설립된 건명원(建明苑)의 초대 원장을 맡고 있다.

Q 건명원에 대한 간단한 소개 부탁드립니다.

건명원은 일종의 사설 혁신학교다 라고 말씀드릴 수 있습니다. 흔히들 말하길 우리나라가 중진국 한계에 갇혀있다, 상상력이 부족하다, 창의적이지 않다는 말들을 많이 하는데, 창의적이란 말은 선도력을 갖는다는 것과 같은 의미입니다. 그간의 우리 문명은 따라하기로 점철되어 있다고 봅니다. 이를 돌파하려면 선도력을 발휘할 수 있는 역량을 가진 인재가 필요합니다.

새 시대는 시간이 아닌 인재가 여는 것입니다. 인재가 준비되어 있지 않으면 새 시대는 열리지 않습니다. 새 시대란 선도적 역량을 발휘할 수 있는 도전에 나서는 사회입니다. 그런 시대를 열기 위해서는 창의전사를 육성하는 일이 무엇보다 시급하다고 생각했고, 이러한 연유로 건명원 원장을 맡게 되었습니다.

Q 철학에 관심을 갖게 되신 계기는 무엇인가요?

어린 시절 저는 가장 궁금했던 것이 내가 왜 이 별에 왔는지, 나는 이 세상에서 무엇을 하고 가야하는 존재인지였습니다. 그 궁금증을 해결할 수 있는 것은 철학 밖에 없었고, 그러다 보니 자연스레 철학이란 학문을 선택하게 되었습니다. 결국 제 존재의 의미를 알고 싶어하다보니 철학을 선택했다고 말씀 드릴 수 있겠네요.

철학과 인문학이 교수님께 주는 즐거움은 무엇입니까?

철학을 다른 말로 하면 ‘탁월한 높이에서 하는 사유’입니다. 가장 높은 위치에서 하는 사유와 그럴 수 있는 능력을 철학이라고 정의할 수 있습니다. 나 스스로를 가장 높은, 가장 근본적 차원에서 이해하고 관리하고 통제할 수 있게 해 주는 것이 바로 철학입니다. 가장 높은 곳에서 세상을 이해하는 것 자체가 즐거운 일이고, 또 그런 높이의 사유에 의존해서 행위 하면 존재적 차원에서 큰 통제력과 영향력을 발휘하게 되는데, 이것도 큰 쾌감을 주죠. 수학자가 갖는 즐거움과 매우 유사하다고 할 수 있습니다.

대한민국 주력산업의 경쟁력 약화, 소득불평등과 청년 실업을 심화, 성별/계층/세대 간 갈등 등 사회 전반의 위기가 심화되는 모양새다.

Q 현재 대한민국의 가장 큰 위기는 무엇이며, 이를 타개하기 위해 지금 가장 중요한 것은 무엇이라고 생각하시는지요?

우리사회가 처한 가장 큰 위기는 지금까지 우리에게 익숙했던 방법으로는 해결하기 어려운 문제에 직면하는 단계에 접어들었다는 점입니다. 다시 말하면 우리는 그동안 ‘지식 생산국’이 아니라 ‘지식 수입국’으로 살았고, ‘선례’를 세우는 것이 아니라 ‘선례’를 따라 살았습니다. ‘따라 하기’로 살아온 것이죠. 그리고 따라 하기로 도달할 수 있는 가장 높은 단계에 도달해버렸습니다. 이제는 우리가 선례가 되고, 지식을 생산하는 차원으로 도약하려는 전혀 다른 유형의 도전을 하는 수밖에 없는데, 이것을 우리가 해 본 적이 없다는 점이 위기의 본질입니다.

그렇다면, 지금 우리에게 가장 필요한 것은 무엇일까요?

바보는 다른 결과를 기대하면서, 익숙한 방법을 계속 사용하는 사람입니다. 모험을 하는 수밖에 없습니다. 도전을 해야지요. 그런데 새로운, 더 높은 차원으로의 도약은 본질적으로 우리에게 익숙하지 않은 것입니다. 익숙한 것을 버리고 익숙하지 않은 곳으로 나아가는 것은 상당한 모험심이 요구됩니다. 그러니 이제는 무엇을 할 때 ‘바람직한 것 보다는 바라는 것’에 더 무게 중심을 두어야 합니다. 다시 말해 ‘해야 하는 것’보다는 ‘하고 싶은 것’을, ‘좋은 것’보다는 ‘좋아하는 것’을 선택하는 태도 변경을 해야 합니다. 이미 있거나 정해진 것에 빠지기보다는 아직 열리지 않은 곳으로 나아가려는 야성적 힘이 필요합니다. 이것은 철학이든, 과학이든, 예술이든 모든 분야에 해당됩니다. 거기에 우리의 새로운 빛이 있습니다.

건명원에서 말하는 빛도 그런 의미인가요?

우리는 보통 해를 해로만 보고, 달을 달로만 봅니다. 건명원의 명(明)자는 해와 달, 즉 반대되는 것이 하나로 합쳐져 한 글자를 이루고 있습니다. 대립된 두 가지가 하나로 합쳐져 만들어내는 빛, 우리에게 익숙하지 않은 빛, 그렇지만 다른

“한계를 뛰어넘은 사람들에게는 자신이 마주한 역사 속에서 어떤 소명의식으로, 자신을 어떻게 불태울 것인가 하는 철학적 차원의 각성이 있습니다.”



그 어떤 것보다도 가장 강력한 빛으로 나가야 한다는 건명원의 철학도 이 명(明)자에 담겨져 있습니다.

“지난 2014년 KIST에 창의포럼으로, 또 올해에는 새로운 발전 전략 수립을 위한 자문위원으로참여하는 등 KIST와의 인연이 남다르다.”

Q KIST는 대한민국에 어떤 의미, 어떤 존재라고 생각하시는지요?

동아시아를 이해할 때는 아편전쟁부터 살펴야 합니다. 아편전쟁은 서양에 의한 동양의 완전 패배, 동양에 대한 서양의 완전 승리를 의미합니다. 여기서 ‘완전’이라는 단어는 정신 문명과 물질문명 모두를 포함한다는 뜻입니다. 동양을 완패시킬 수 있었던 핵심 무기가 바로 과학과 철학이었습니다. 과학과 철학은 동아시아에 없던 학문입니다. 동아시아의 근대는 과학과 철학을 배우는 시기였습니다. 우리의 피식민 시기는 주체적으로 과학과 철학을 배우는 시기를 놓쳤음을 의미하죠.

이런 와중에 KIST는 과학 불모지, 즉, 아직 근대화되지 않은 이 땅에 그 방법론을 태동하게 했다는 의미가 있습니다. KIST를 통해 이 나라에 과학적 세계관과 방법론으로 무장하는 새로운 도전이 감행된 것입니다. KIST의 탄생으로 대한민국은 진정한 독립을 완수하는 여정에 나선 것이라고 해도 과언이 아닙니다. 삶이나 사회가 과학화되지 않고는 절대 선도력을 가질 수 없습니다. 과학적 태도와 과학적 성취를 통해서만 강해질 수 있습니다. 우리 민족의 역사에서 KIST의

설립은 가장 숭고한 도전이었다고 할 수 있습니다. 이런 의미가 흔들리면 안 됩니다.

세계적 과학학술지 사이언스지는 KIST 설립 초기 KIST의 성과에 대해 의구심을 표하지만 50여년이 지난 2016년, 이를 기적이라 표현합니다. 이에 대한 교수님의 평가가 궁금합니다.

저는 기적이란 표현이 매우 당연하다고 생각합니다. 사실 KIST는 설립 자체가 기적이었기 때문입니다. 다른 여러 연구소에도 가 보았지만 저는 KIST만의 독특하고도 큰 장점으로 설립 당시의 정신, 즉 역사적 사명감과 소명의식이 지금까지 계승되고 있다는 점을 꼽겠습니다. 과학적 연구는 실험실에서만 이루어지는게 아닙니다. 지금 우리의 단계에서는 과학자들 각자가 소명의식과 역사의식으로 단련되어 있어야 합니다. KIST에는 이러한 전통이 내면화된 연구자들이 있기 때문에 상상과 기대를 넘어선 정도의 연구업적을 낼 수 있었을 것입니다. KIST의 성공 역사를 통해 누구든 소명의식을 가지고 덤비면, 사람들의 예상을 훨씬 넘어서는 일을 할 수 있다는 것을 배울 수 있습니다.

기적은 결국 스스로 한계를 정한 후 그 한계를 돌파해버리는 것입니다. 아마 KIST 설립 당시의 우리나라와 KIST의 한계를 모르는 사람은 아무도 없었을 것입니다. 그렇지만 우리는 모두 그 한계를 분명히 인식하고 그 한계를 힘을 모아 돌파했습니다. 그것이 기적입니다. 일반적으로 한계란 뛰어넘을 수 없는 것으로 인식됩니다. 하지만 분명히 한계를 뛰어넘는 사람들이 있습니다. 그들에게는 자신이 마주한 역사 속에서 어떤 소명의식으로, 자신을 어떻게 불태울 것인가 하는

철학적 차원의 각성이 있습니다.

KIST가 이러한 놀라운 성장과 기적을 이룰 수 있었던 이유는 무엇이라고 생각하시는지요?

소명의식을 가장 먼저 꼽을 수 있겠고, 제가 보건대 KIST에서는 연구자들 안에 KIST 설립 당시부터 만들어진 고유한 스토리가 참 잘 공유되어 있는 것 같습니다. KIST 설립부터 이어진 스토리, 그리고 이를 체화함으로써 발현되는 연구자들의 자발성이 KIST가 가지고 있는 커다란 자산인 것이죠. 이 힘이 거대한 동력이 되어 KIST인들은 자신의 연구에 몰입하고 한계를 돌파하려는 모험을 하고 있는 것이 아닌가 생각합니다.

정부출연기관도 변화와 혁신이 필요한 시기입니다. KIST의 바람직한 변화 방향에 대해 한 말씀 부탁드립니다.

변화와 혁신이 필요하다는 것은 무엇인가 문제가 느껴진다는 뜻 아니겠습니까? 문제를 해결하는데 있어 가장 기초가 되고 효율적인 방법은 가장 근본, 그러니까 최초의 토대로 되돌아가보는 것입니다. 왜 KIST를 세워야만 했는가, 그 당시 사람들은 어떻게 헌신했는가에 대한 질문으로 다시 돌아가 보면 아마도 방향이 보일 것입니다.

Q 과학기술인들에게 철학과 인문학이 중요한 이유는 무엇일까요?

철학이나 인문학을 하는 사람들은 과학적 성취를 적극적으로 수용해야 합니다. 과학기술인들도 철학, 인문학 같은 높은 사유의 시선을 수용해야 합니다. 사실 어느 단계 이상에 이르면 철학적 사유와 과학적 사유는 그리 다르지 않습니다. 사유, 즉 생각으로 세계를 이해하고 통제할 수 있다는 자신감과 무모한 도전이라는 공통점이 있지요. 과학은 철학자들이 신화를 쓰는 일과 다르지 않습니다. 이 세계에서 내가 어떤 이야기를 하고 싶은지, 이 세계를 어떤 방식으로 통제하고 싶은지에 대한 자신만의 고유한 신화로 가설을 세울 것이고, 그 가설을 현실적으로 실현하기 위해 노력할 것입니다. 그것이 결국 철학적 성취이자, 과학적 성취입니다. 그렇기 때문에 철학과 과학은 떼려야 뗄 수 없고, 과학자와 철학자는 언제나 상상력과 모험심으로 가득 차 있어야 합니다.

특히 급변하는 기술 환경, 국경을 뛰어 넘는 무한 경쟁, 특히 4차 산업혁명이라는 새로운 패러다임 앞에 선 과학기술인들이 가져야 할 마음가짐은 무엇일까요?

4차 산업혁명에 적응하는 독특한 기능적·기술적 방식은 있겠지만 좀 더 높은 차원에서 바라봤을 때, 2차나 3차 산업혁명에 적응하는 것과 큰 차이가 없습니다. 3차든, 4차든, 5차든 본질적으로는 과학자들에게 모두 똑같은 도전입니다. 즉, 새롭게 전개될 세상을 어떻게 통제할 것인가에 대해 끝없이 도전해 나가는 것입니다. 있었던 것과 바로 생긴 것, 익숙한 것과 익숙하지 않은 것, 즉 이질적인 것들 사이에서 동질성을 발견하여 서로 연결시키면서 점점 삶의 영역을 확장해보려는 무모한 꿈을 꾀보는 것이지요. 이것을 은유라고 합니다. 은유 능력이 있으면 어떤 차수의 혁명이든 주동적으로 적응할 수 있습니다. 탁월한 인간은 은유능력을 갖추고 있습니다.

Q 마지막으로 새해를 맞아 KIST인들에게 한 말씀 부탁드립니다.

이것은 제 자신에게도 똑같이 하고 싶은 말입니다. 삶에서 가장 높은 가치는 ‘자유’가 아닐까요? 자유는 무엇인가를 해서 주체적이고 독립적인 변화를 야기할 때에 내면에서 확인됩니다. 어떤 사람은 새로운 것을 함으로써 변화를 야기하고, 어떤 사람은 야기된 변화를 수용하죠. 과학적이거나 철학적인 삶을 산다는 것은 바로 야기된 변화를 수용하는 삶이 아니라 변화를 야기하는 삶을 살겠다는 선언과 같습니다. 이런 삶의 태도는 이미 있는 것들에 편안함을 느끼는 일반성과 평범성을 거부하고 아직 열리지 않은 곳으로 나아가려는 특별함을 보여주죠. 우리는 탁월함에 대한 병적일 정도의 집착을 줄이면 안 됩니다. 연구자들이 지금보다는 좀 더 거칠어질 필요가 있다고 봅니다. 조금 더 과감하고 무모한 도전으로 새 세상을 열어가는 자유인들이 되시길 바랍니다. **KIST**

최진석 교수

- ▲ 現 서강대학교 철학과 명예교수, 건명원 원장
- ▲ 前 서강대학교 철학과 학/석사, 북경대학교 철학박사

저서 : 탁월한 사유의 시선, 노자의 목소리로 듣는 도덕경, 생각하는 힘, 노자 인문학, 인간이 그리는 무늬, 경계에 흐르다 외

PART.

01

R&D Spotlight

기획특집

인공지능에 “4차 산업혁명”이 무엇인지 물어봤더니...

이슈분석

과학기술이 견인한 국가경쟁력 제고

-The Global Competitiveness Report 2018-

인공지능에 “4차 산업혁명”이 무엇인지 물어봤더니...

임 치 현

울산 과학기술원(UNIST)
조교수

이번 호에서는 KIST 융합연구정책 펠로우십 프로그램으로 지원된 ‘4차 산업혁명의 주요 융합 R&D 이슈 파악: 텍스트마이닝을 통한 접근’ 연구를 요약 소개하고자 한다. 이 연구는 펠로우십 프로그램으로 지원된 연구 중 최우수작으로 선정됐으며, 과학기술정보통신부 장관상을 수상한 바 있다. 보다 상세한 국문 보고서는 융합연구리뷰 (ISSN: 2465-8456) 2018년도 11월호에서 확인할 수 있다.¹⁾



1) 4차 산업혁명의 주요 융합 R&D 이슈파악 : ‘텍스트마이닝을 통한 접근’ 보고서 바로가기

<https://crpc.kist.re.kr/common/attachfile/attachfileNumPdf.do?boardNo=00006686&boardInfoNo=0023&rowNo=1>

1 배경

2016년 1월에 열린 제46회 다보스포럼에서는 “Industry 4.0의 이해”라는 주제로 급속도로 발전하는 정보기술이 인류에 가져올 변화에 대해 논의했다. 전문가들은 사물인터넷, 빅데이터, 인공지능, 블록체인 등에 관한 기술이 “4차 산업혁명”을 이뤄낼 것으로, 또 이들 기술을 중심으로 산업·경제·사회 패러다임이 변할 것으로 전망하고 있다. 이 기술들은 “사물인터넷과 블록체인의 융합”처럼 서로 융합되어 활용되는 경우가 많다. 따라서 이런 기술들로 실제 가치를 창출하고 국가 경쟁력을 강화하려면 4차 산업혁명 관련 융합 이슈를 상세하게 이해하는 것이 필수적이다.

하지만 4차 산업혁명이라는 개념의 포괄성과 모호성 때문에, “4차 산업혁명의 범위가 어디까지인지”, “4차 산업혁명에서 어떠한 기술들이 중요한지”, “관련 응용산업의 구체적 특성은 어떠한지”, 무엇보다 “이들 기술이 산업에 응용되기 위한 융합 이슈들이 무엇인지” 또렷하게 파악하기 어려웠다. 몇 사람의 전문가가 4차 산업혁명 관련 모든 정보를 수집하고 소화하기도 현실적으로 매우 어려운 일이다. 이에 본 연구는 텍스트 마이닝²⁾과 비지도 학습³⁾ 알고리즘에 기반해 4차 산업혁명에 대한 개념과 범위 등을 분석하였다.

2 연구내용

데이터 분석은 “4차 산업혁명”을 언급한 국제 저널 논문 660편과 영문 뉴스 기사 3,907건을 대상으로 했다. 논문은 주로 4차 산업혁명 관련 기술적 문제를, 기사는 주로 4차 산업혁명 관련 기술 응용과 사업, 산업, 사회적 이슈들을 다루고 있다.

논문 660편은 2018년 9월 8일까지 학술정보 데이터베이스인 웹 오브 사이언스 (Web of Science Core Collection)에 등록된 것으로, 이는 데이터 수집 시점까지 “4차 산업혁명”을 언급하고 있는 전체에 해당한다. 이들 논문이 게재된 저널은 SCIE (Science Citation Index Expanded), SSCI (Social Science Citation Index), A&HCI (Arts&Humanities Citation Index), ECI (Emerging Sources Citation Index)로 분류된다. 언론기사 3,907개는 2018년 9월 17일까지 렉시스 넥시스 비즈니스 및 산업 뉴스(LexisNexis Business & Industry News)의 데이터베이스에 등록된 것으로, 이는 데이터 수집 시점까지 “4차 산업혁명”을 언급하고 있는 전체에 해당한다.

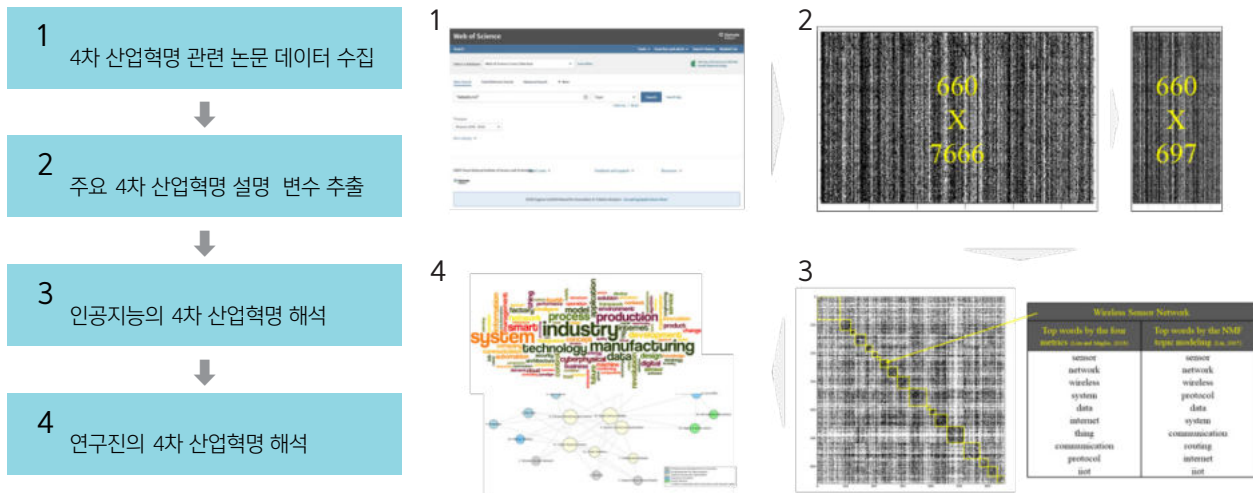
연구는 이러한 데이터를 몇가지 비지도 학습 알고리즘에 기반해 분석한 결과로 4차 산업혁명의 주요 연구 분야와 기술 응용 이슈들을 파악했다 (그림1 참조). 나아가 주요 연구 분야 간 네트워크 분석, 논문과 기사에 대한 상세 리뷰를 통해 4차 산업혁명의 주요 융합 R&D 이슈를 파악했다. 예를 들어 연구 분야별로 SCIE, SSCI, A&HCI 논문 분포 분석과 내용에 대한 정성적 리뷰에 기반해 “공학·과학”과 “인문학·사회학” 간 융합 R&D 이슈를 파악했다.⁴⁾

2) 텍스트 마이닝(Text Mining) : 말 그대로 글(텍스트)을 캐낸다(“mining”은 “캐낸다”라는 뜻)는 의미. 문서 내 단어의 중요도 값이나 단어간 통계적 관계 등을 파악해 유의미한 정보를 추출하는 작업이다

3) 비지도 학습(Unsupervised Learning) : 기계학습(Machine Learning)의 일종으로, 데이터가 어떻게 구성되었는지 알아내는 문제의 범주에 속한다. 이 방법은 지도 학습(Supervised Learning) 혹은 강화 학습(Reinforcement Learning)과는 달리 지도를 위한 데이터 혹은 목적식이 주어지지 않는다

4) 연구내용에 대한 상세한 국문 보고서는 융합연구리뷰 (ISSN: 2465-8456) 2018년도 11월호에서 확인할 수 있다

| 그림 1. 4차 산업혁명 관련 논문 데이터 분석 과정 |



3 문헌 데이터로부터의 시사점: 4차 산업혁명의 5개 레벨 및 19개 주요 연구분야

인공지능의 해석을 정리한 결과, 4차 산업혁명은 ‘연결 인프라 구축 (1단계), 데이터 활용 인공지능 개발 (2단계), 시스템 및 프로세스 최적화 (3단계)를 통한 산업 혁신 (4단계)과 사회 발전 (5단계)을 이루는 사례들을 집약한 총체’라고 정의된다. 또 4차 산업혁명 실현을 위한 다섯 단계별 19개의 주요 연구 분야도 분류할 수 있었다(그림2 참조).

| 그림 2. 4차 산업혁명의 5개 레벨 및 19개 주요 연구분야 |

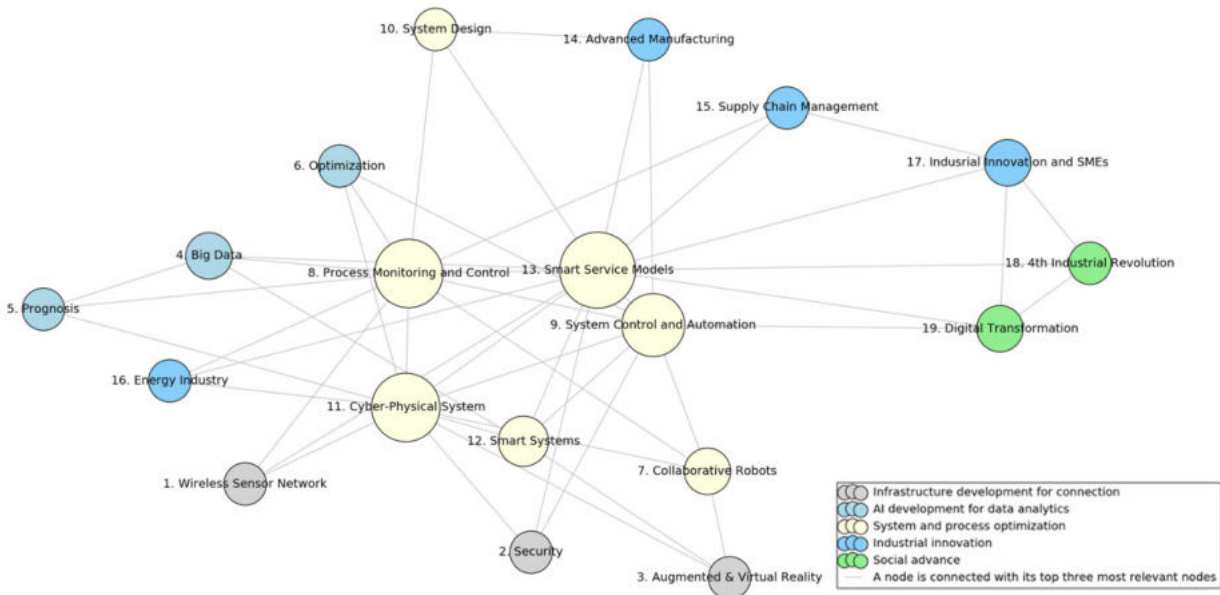


그림 2에 이들 19개 주요 연구분야간 관계를 5개 레벨에 대한 color coding 하여 나타내었다. 한 node는 그 node와 가장 관련이 깊은 세 개 nodes와 연결되었으며(cosine similarity), node의 크기는 여러 nodes와 관계가 깊을수록 크게 시각화하였다. 네트워크에 나타난 관계를 보면 맨 아래 3개의 lightgray nodes가 1단계 “인프라 기술”로서 4차 산업혁명의 기반을 제공하고, 좌상단 lightblue nodes가 2단계 “인공지능 기술”로서 4차 산업혁명을 위한 도구를

제공하며, 가운데 및 상단의 lightyellow nodes가 1, 2단계 기술에 기반해 만들어지는 3단계 “시스템 및 프로세스 최적화” 사례들을 나타내며, 우상단 및 좌측의 lightskyblue nodes가 이러한 사례들을 아우르는 4단계 “산업 혁신”을, 마지막으로 우측의 lightgreen nodes가 이 모두를 아우르는 5단계 “사회 발전”을 나타낸다. 그림에 나타났듯이, 3단계 nodes가 네트워크 중심에 있으며 4, 5단계 nodes는 3단계 nodes를 통해 1, 2 단계 nodes와 연결된다. 이는 4차 산업혁명을 위한 사례 개발의 핵심이 시스템과 프로세스 최적화임을 나타내며, 연결 인프라 기술, 인공지능 기술을 통해 이루고, 이에 기반해 산업 혁신과 사회 발전이 이루어짐을 나타낸다.

보다 구체적으로 서술하자면, 4차 산업혁명의 첫 번째 레벨은 “연결 인프라 구축”으로, (1) 센싱 및 무선 통신 기술 개발, (2) 보안 기술 개발, (3) 가상현실 기술 개발 등을 망라한다. 두 번째 레벨은 “데이터 활용 인공지능 개발”로, (4) 빅데이터 수집 및 관리, (5) 예측 모델 개발, (6) 최적화 모델 및 알고리즘 개발 등을 포함한다. 여기서 인공지능이란 최근 등장한 머신러닝, 딥러닝 알고리즘 류에 국한되지 않으며, 인간이 데이터를 활용해 최적의 의사결정을 내리는 데에 도움을 주는 알고리즘 모두를 포괄한다. 스스로 의사결정을 내리고 행동하는 범위의 제어 시스템은 아래 세 번째 레벨에 해당한다.

세 번째 레벨은 “시스템 및 프로세스 최적화”로, (7) 인간과 협동하는 로봇 개발 (여기서 로봇이란 하드웨어, 소프트웨어 모두 포괄), (8) 특정 프로세스 모니터링 및 제어 (예: 품질 제고를 위한 공정 프로세스 제어), (9) 특정 시스템 제어 및 자동화 (예: 온도 제어가 자동화된 스마트 빌딩), (10) 시스템 설계 (예: 새로운 스마트홈 시스템 아키텍처 설계), (11) 가상물리시스템 개발 (예: 디지털화된 공정 시스템에 대한 모니터링), (12) 스마트 시스템 개발 (예: 스마트 공장 및 에너지 시스템 개발), (13) 스마트 서비스 모델 설계 (예: 의류산업을 위한 사물인터넷 기반의 새로운 서비스 비즈니스 모델 설계) 등을 포괄한다.

네 번째 레벨은 “산업 혁신”으로, (14) 제조 산업 혁신 (예: 최적화되고 자동화된 제조), (15) 발전된 공급사슬물관리 방식 (예: 사물인터넷 기반의 물류 흐름 분석), (16) 에너지 산업 발전 (스마트 그리드 개발), (17) 산업 혁신 과정 분석 (예: 4차 산업혁명 시대 중소기업들의 중요성 및 현황에 대한 분석) 등을 포괄한다. 다섯 번째 레벨은 “사회 발전”으로, 관련 논문들은 (18) 4차 산업혁명 현상에 대한 사회학적 연구, (19) 스마트시티 등 사회 전체의 디지털 트랜스포메이션 등을 다루는 것을 확인할 수 있었다.

요약하면, “산업 혁신”과 “사회 발전” 이슈는 4차 산업혁명의 목표를 (상위 계층), “시스템 및 프로세스 최적화” 이슈는 목표 달성을 위한 방식을 (중위 계층), “연결 인프라 구축”과 “데이터 활용 인공지능 개발”은 방식 이행을 위해 필요한 기반·수단 (하위 계층)을 나타낸다.

4

뉴스 데이터로부터의 시사점: 4차 산업혁명 관련 기술, 응용산업, 기업, 국가, 사회적 이슈

3,907개 뉴스가 포괄하는 토픽들은 크게 4차산업혁명 관련 (1) 최신기술, (2) 응용산업, (3) 기업, (4) 국가 현황, (5) 사회적 이슈로 분류된다. 첫째, 최신기술 토픽으로는 센싱, 사물인터넷, 빅데이터, 인공지능, 사이버안보, 로봇, 클라우드, 블록체인 등이 있었으며, 이는 문헌 데이터 분석 결과와 상당히 일치함을 볼 수 있다. 한가지 주목할 점은 아직까지 블록체인 관련 연구논문들은 많지 않아 문헌 데이터 분석으로부터는 그 중요성을 뚜렷이 확인할 수 없었다. 그러나 최근 부상한 기술이니만큼 뉴스 데이터 분석으로부터는 그를 확인할 수 있었다.

둘째, 응용산업 토픽으로는 암호화폐(Cryptocurrency), 핀테크(Fintech), 최신제조(Advanced Manufacturing), Fashion Supply Chain Management, Energy, Transportation 등을 찾을 수 있었으며, 이로부터 4차 산업혁명 기술들이 금융, 제조, 패션, 에너지, 교통 산업에 응용됨을 확인할 수 있었다. 이러한 발견 역시 문헌 데이터 분석 결과와 일관적이며, 다만 그 차이는 뉴스 데이터는 보다 여러 개의, 세분화된 응용분야를 보여줬다는 점이다.

셋째, 기업 토픽으로는 IBM, Huawei, Bosch, SAP, Ericsson, Nokia, Siemens, Startups 등을 찾을 수 있었으며, 예를 들어 IBM의 경우 클라우드 솔루션 기술 개발에서, Huawei의 경우 5G 기술 개발에서, SAP의 경우 데이터 관리 및 분석 기술 개발에서, Siemens의 경우 Advanced Manufacturing 분야에서 앞장서고 있음을 확인하였다. 특히, 4차 산업혁명 맥락에서 여러 스타트업 기업들이 금융, 패션, 에너지 분야 등에서 등장하고 있는 것을 확인할 수 있었다. 이러한 세부적 기업 활동에 관한 정보는 문헌 데이터는 가지지 못한 것으로, 뉴스 데이터로부터만 확인될 수 있었다.

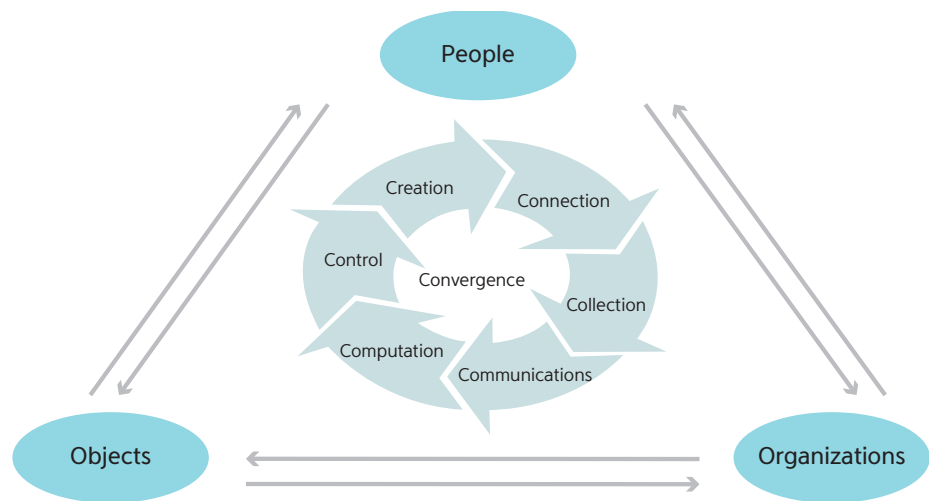
넷째, 국가 현황 토픽으로는 China, Singapore, UK, Australia, Korea 등의 국가에서 일어나는 4차 산업혁명 관련 동향이 있었다. 이처럼 4차 산업혁명 언급 뉴스기사가 여러 국가 현황을 다루고 있는 것은 4차 산업혁명의 사회적 중요성, 이에 대한 많은 국가의 관심을 말해준다. 또한, 4차 산업혁명은 급격히 발전하는 기술을 다루니만큼 정책적 지원 및 제한이 중요함을, 이것은 국가마다의 환경, 맥락에 따라 다름을 확인할 수 있었다. 이러한 정보 역시 문헌 데이터는 가지지 못한 것으로, 뉴스 데이터로부터만 확인될 수 있었다.

다섯째, 사회적 이슈 토픽으로는 4th Industrial Revolution, Digital Transformation, Smart City, Education 등을 확인할 수 있었으며, 이 중 첫 번째, 두 번째 토픽의 발견은 문헌 데이터 분석 결과와 일치한다. 세 번째, 네 번째 토픽은 뉴스 데이터로부터만 확인될 수 있었으며, 4차 산업혁명이 궁극적으로 사람들의 삶의 질 향상에 기여해야 함을, 4차 산업혁명 시대 적합한 교육방법 개발이 필요함을 나타낸다.

5 문헌, 뉴스 데이터로부터의 시사점: 4차 산업혁명을 위한 융합의 6Cs 차원

4차 산업혁명의 주요 융합 R&D 이슈를 도출하기에 앞서, “4차 산업혁명을 위한 융합”을 앞서 기술한 문헌, 뉴스 데이터로부터의 시사점을 종합해 정의하였다. 문헌, 뉴스 데이터 분석 과정, 분석 결과 해석 과정, 관련 문헌 분석을 종합해 그림 3과 같은 프레임워크를 개발할 수 있었다. 앞서 밝힌 연결 인프라 기술, 인공지능 기술은 특정 시스템 혹은 프로세스 최적화를 통해 문제를 해결하고 관련 이해관계자에게 가치를 창출하며, 이는 산업 혁신, 사회 발전에 기여한다. 이에 4차 산업혁명은 “사람, 사물, 조직을 연결해 (Connection), 관심 시스템 및 프로세스로부터 데이터를 수집하고 (Collection), 통신하며 (Communications), 그것이 함의한 정보를 인공지능으로 계산 (Computation)해내, 관심 시스템 및 프로세스의 최적 제어 (Control)에 활용하여 가치를 창출하는 (Creation) 사례들을 집약”한다는 특징을 갖는다. 이들 6Cs 차원은 앞서 기술된 시사점과 관련이 깊다. Connection은 사물인터넷 기술, Collection은 센서 기술, Communications는 5G 기술, Computation은 인공지능 기술, Control은 제어 기술 등과, 즉 이들 차원은 공학·과학과 관련이 깊다. Creation의 경우 산업 혁신과 사회 발전의 핵심 목적인 만큼 인문학·사회학과 밀접한 관련이 있다. 본 보고서에서 말하는 “융합”이란 이들 6Cs 중 2개 이상의 결합을 말하며, 앞으로 서술할 4차 산업혁명의 융합 R&D 이슈는 이러한 관점에서 도출, 서술되었다.

| 그림 3. 4차 산업혁명을 위한 융합의 6Cs 차원 |



6 4차 산업혁명의 주요 융합 R&D 이슈

앞서 설명한 설명한 시사점들은 정량적 텍스트마이닝 결과 및 정성적 논문, 뉴스 리뷰에 기반한다. 여기서 한걸음 더 나아가, 4차 산업혁명의 주요 융합 R&D 이슈 파악을 위해 연구분야 별 논문의 출처 정보 분석, 뉴스가 함의하는 실용적 연구 이슈 파악을 시도하였다. 연구분야 별 논문의 출처 정보 분석은 같은 연구분야 내 논문들이 어떠한 SCIE 혹은 SCI 저널에서 나왔는지에 대한 분석, 출처 및 연구주제가 다양할 경우 이들을 꿰는 융합 R&D 이슈가 무엇인지에 대한 고민을 수반하였다. 뉴스가 함의하는 실용적 연구 이슈 파악은 뉴스에서 소개된 사례, 현황 정보가 다른 맥락에서 응용될 수 있을지 (예: 패션 분야 블록체인 활용 사례가 다른 산업에서 응용될 수 있을지), 여러 뉴스를 포괄하는 융합 R&D 이슈가 무엇인지에 대한 고민을 수반하였다. 결과적으로 표 1과 같은 융합 R&D 이슈들을 도출할 수 있었다. 각 이슈에 대한 추가 정보는 ‘융합연구리뷰 (ISSN: 2465-8456) 2018년도 11월호’에서 확인할 수 있다.

| 표 1. 4차 산업혁명의 주요 융합 R&D 이슈 |

4차 산업혁명의 5개 레벨	레벨 별 융합 R&D 이슈	이슈 도출 근거
레벨 1: 연결 인프라 구축	1.1. 무선 센서 네트워크 구축 및 확장	문헌
	1.2. 사이버보안 강화	문헌
	1.3. 가상현실 및 증강현실 기술 개발	문헌
	1.4. 블록체인을 활용한 사물, 사람, 조직 연결	뉴스
	1.5. 산업 별 통합 연결 인프라 구축	뉴스
레벨 2: 데이터 활용 인공지능 개발	2.1. 빅데이터 수집 및 통합	문헌
	2.2. 예측 및 예후 기술 개발	문헌
	2.3. 최적화 기술 개발	문헌
	2.4. 산업 별 데이터 활용 인공지능 개발 및 발전	뉴스

레벨 3: 시스템 및 프로세스 최적화	3.1. 인간-로봇 협력 시스템 개발	문헌
	3.2. 프로세스 모니터링 및 제어 사례 개발	문헌
	3.3. 시스템 제어 및 자동화 사례 개발	문헌
	3.4. 새로운 유형의 시스템 설계	문헌
	3.5. 사이버물리시스템 개발	문헌
	3.6. 스마트 시스템 개발 및 구현	문헌
	3.7. 새로운 유형의 스마트 서비스 모델 설계	문헌
	3.8. 산업 별 시스템 및 프로세스 최적화 사례 개발	뉴스
레벨 4: 산업 혁신	4.1. 제조 산업 혁신 사례 개발	문헌
	4.2. 공급사슬망관리 혁신 사례 개발	문헌
	4.3. 에너지 산업 혁신 사례 개발	문헌
	4.4. 대·중·소기업 혁신 메커니즘 이해	뉴스
	4.5. 산업 혁신 메커니즘 이해	문헌
	4.6. 기술 스타트업의 혁신 지원	뉴스
레벨 5: 사회 발전	5.1. 스마트시티 구축 사례 개발	뉴스
	5.2. 4차 산업혁명의 사회 발전 메커니즘 이해	문헌
	5.3. 디지털 트랜스포메이션 촉진	문헌
	5.4. 혁신 촉진 및 부작용 방지 위한 정책 개발	뉴스
	5.5. 4차 산업혁명 시대 차세대인력 교육	뉴스

다섯 개 레벨 전체를 아우르는 시사점은 다음과 같다. 레벨 1의 이슈들은 주로 Connection, Collection, Communications 기술과 관련이 깊다. 이에 따라 관련 논문들은 공학·과학 분야 SCIE, ECI 저널들로부터 나왔다. 즉, 이들 이슈는 공학·과학 중심의 융합과 관련이 깊다. 레벨 2의 이슈들 역시 Collection, Communications, Computation 기술과 관련이 깊은 만큼 공학·과학 중심의 융합과 관련이 깊지만, 경영 문제 해결을 위한 데이터 활용 등 공학·과학·인문학·사회학 전체의 융합에도 기여한다. 한편 레벨 3의 이슈들은 수집된 데이터 분석으로부터 얻어진 정보를 활용한, 인공지능 기반 제어 (Computation, Control)를 통한 가치 창출 (Creation) 사례 개발을 다룬다. 즉 이들 이슈는 공학·과학·인문학·사회학 전체의 융합과 관련이 깊다. 레벨 4의 이슈들 역시, 이때부터 연구 대상의 범위가 광범위해짐에 따라 공학·과학·인문학·사회학 전체의 융합과 관련이 깊다. 특히 산업과 경영의 실제 문제 해결을 위한 융합과 관련이 깊다. 레벨 5 이슈들의 경우 관련 논문들은 대부분 인문학·사회학 분야 SSCI, SCI 저널들로부터 나왔다. 즉, 이들 이슈는 인문학·사회학 중심의 융합 연구를 다룬다. 종합하면, 레벨 1부터 레벨 5까지의 이슈들은 공학·과학부터 인문학·사회학까지의 융합 스펙트럼을 형성한다. 이 스펙트럼에 따라, 그림 4에 4차 산업혁명을 위한 융합 관련 특징 및 융합 촉진 방안에 대한 아이디어를 서술하였다.

| 그림 4. 4차 산업혁명과 공학·과학·인문학·사회학의 융합 |

	융합 관련 특징	융합 촉진 방안 예시
사회 발전	· 사회 발전 메커니즘 이해 및 촉진 · 효과적 정책 및 교육 방안 개발 · 인문학·사회학 중심 융합 중요	· 4차 산업혁명 관련 현상 조사 및 해석 시 기반 세부 기술 레벨까지 다루도록 유도
산업 혁신	· 산업 혁신 메커니즘 이해 및 촉진 · 공학·과학·인문학·사회학 전체의 융합 중요	· 산업 혁신 사례 공유 플랫폼 개발 및 사례 간 핵심기술 벤치마킹, 통합을 유도 (산업 별, 산업 간 시너지 지향)
시스템 및 프로세스 최적화	· 실제 최적화·자동화 사례 개발 · 공학·과학·인문학·사회학 전체의 융합 중요	· 시스템 및 프로세스 최적화·자동화 사례 개발을 위한 기업·학교 간 1:1 파트너십 지원 사업 프로그램 개발
데이터 활용 인공지능 개발	· 빅데이터 및 인공지능 관련 기반 기술 개발 · 공학·과학·인문학·사회학 전체의 융합 중요	· 산업 별 빅데이터 및 인공지능 플랫폼 개발, 조직 네트워크 구축을 통해 기술 및 지식 공유를 통한 시너지 창출을 유도
연결 인프라 구축	· 센서, 통신, 보안, 가상현실, 블록체인 관련 기반 기술 개발 · 공학·과학 중심 융합 중요	· 기반 기술 개발 및 연결 인프라 구축 후 인프라 상의 응용 사례 개발 유도

7 결론

본 연구는 4차 산업혁명의 개념 및 범위에 대한 명확화에 기여하며, 관련 융합 R&D를 촉진할 것이다. 구체적으로 본 연구의 의의는 다음과 같다: 본 연구는 4차 산업혁명을 직접적으로 언급하는 문헌 및 뉴스 데이터 대부분을 분석했다는 점에서 포괄성을 가지며, 그 분석 방법이 정량적 방법론에 기반한다는 점에서 객관성을 가진다. 정량적 분석의 한계를 극복하기 위해 연구진은 데이터를 직접 정성적으로 리뷰하고 관련 문헌을 참조하고자 노력하였다. 최종적으로 도출된 융합 R&D 이슈는 이러한 통합적 접근에 기반해 도출되었다는 데에, 4차 산업혁명의 5개 레벨에 따라 체계적으로 구조화되고 서술되었다는 데에 의의를 가진다. 물론 본 기사에 기술된 연구 결과 및 토의는 연구진 내에서 정리되었다는 점에서 한계를 가진다. 하지만 연구진은 도출된 28개 융합 R&D 이슈가 완전한 (exhaustive) 리스트라고 생각하지 않으며, 이는 미래 연구들을 통해 지속적으로 정제, 확장되어야 한다. 예를 들어 보다 많은 키워드들을 활용해 수집한 데이터를 분석할 수 있을 것이며, 특정 연구분야의 텍스트데이터에 집중해 연구분야 별 융합 R&D 이슈를 세분화할 수 있을 것이며, 시간에 따른 4차 산업혁명 관련 문헌 및 뉴스의 발전·확장을 관찰할 수 있을 것이다. 데이터 분석 방법론 역시 개선될 수 있다. 예를 들어 본 연구는 문헌 및 뉴스 데이터로부터 추출된 토픽들을 연구진이 정성적으로 종합하였으나, 이 작업은 데이터와 뉴스 데이터가 개별적으로 구성하는 토픽 공간의 관계 분석에 기반해 정량적으로 시도될 수 있다. 끝으로, 도출된 이슈들에 대한 각계 전문가들의 의견을 설문·인터뷰해 이슈들을 평가, 보완, 확장할 수 있을 것이다.

많은 사람들이 4차 산업혁명을 말하지만, 이것이 무엇인지 또 앞으로 4차 산업혁명에 대응하려면 어떻게 해야 하는지 명확하지 않은 상황이다. 본 연구는 이런 사회적 갈증을 해소하고자 시도되었다. 본 연구의 결과는 국내외 4차 산업혁명 관련 논의와 일관적·상호보완적으로 나타났으며 (예: 대통령 직속 4차 산업혁명 위원회, World Manufacturing Forum에서의 논의), 이는 본 연구가 취하는 “문서 빅데이터 분석 기반의 접근”이 다양한 분야 다수 전문가들의 의견 종합 결과를 근거하고 보완할 수 있음을, 매우 효율적인 접근임을 나타낸다. 또한 본 연구는 지식 발전을 위한 인간과 인공지능의 협력 가능성을 보여준 사례라는 의의를 가진다. 연구진은 본 연구의 결과가 4차 산업혁명 이해 및 촉진을 위한 주요 레퍼런스로 활용될 수 있으리라 생각하며, 이것이 융합을 통한 국내 기업·산업 경쟁력 강화에, 사회 발전에, 정부 및 국내 학계가 4차 산업혁명 관련 분야의 국제적 우위를 선점하는 데에 기여하길 희망한다. 

정 고 은

KISTEP

chung0506@kistep.re.kr

임 혜 진

미래전략팀

hjlim@kist.re.kr

The Global Competitiveness Report 2018

세계경제포럼(World Economic Forum)에서는 세계경쟁력보고서(The Global Competitiveness Report)를 140여개국을 대상으로 매년 평가·발표하고 있다. WEF의 세계경쟁력 보고서는 IMD 세계경쟁력연감 등과 함께 경제 및 非경제적 요소를 모두 포함하여 복합적 개념의 국가경쟁력을 평가하고 있다. 금년 들어 4차 산업혁명, 글로벌 금융위기 경험 등 경제환경 여건 변화를 반영하여 평가방식이 개편되었고 이에 따른 신지수 측정결과 우리나라 종합순위는 과거 26위대에서 15위대로 상향 조정되었다. 그간의 거시건전성 관리 노력, 적극적인 ICT 및 인프라 투자·보급, 혁신성장 추진 등에 힘입어 기본요인과 혁신역량 등에서 세계 최고수준의 경쟁력을 갖춘 것으로 평가되었고, 특히 과학기술 지표에서 큰 두각을 드러낸 것으로 나타났다. 이에 본 지에서는 최근 발표된 WEF 세계경쟁력 보고서 2018의 과학기술 관련 요인의 세부지표를 중심으로 한국 과학기술 분야의 세계적 수준을 살펴 보고자 한다.



5) 이 글은 세계경제포럼(WEF)의 세계경쟁력보고서 2018 분석(KISTEP, 2018)의 내용을 발췌·요약하였습니다

WEF 국가경쟁력 평가 결과, 우리나라는 주요 선진국 수준의 국가경쟁력 보유

2018년 WEF 국가경쟁력 평가 결과, 우리나라 종합순위는 평가대상 140개국 중 15위 (17년 순위: 신지수 17위, 구지수 26위, 전년대비 국가경쟁력은 2계단 상승) 순위를 차지하였으며, 국가별로는 미국·싱가포르·독일이 각각 1,2,3위를 차지하였다. 우리나라는 아시아 국가 중 5위, OECD 35개국 중에서는 12위이다.

| 주요국 종합순위 |

미국	싱가포르	독일	스위스	일본	홍콩	영국	대만	한국	프랑스	중국
1	2	3	4	5	7	8	13	15	17	28

출처 : 기획재정부(2018.10)

우리나라의 거시경제, ICT 보급 등 기초 경제환경은 매우 우수하나, 생산물시장 및 노동시장은 효율성 측면에서 다소 취약한 것으로 평가되었다. 특히, 세계최고 수준의 통신망과 거시안정성 등이 우리나라의 강점으로 작용한 반면, 생산물시장의 취약한 경쟁구조, 노동시장의 경직성 등 구조적 문제가 국가경쟁력 저해 요인으로 작용하는 것으로 나타났다. WEF 국가경쟁력 12개 부문별 우리나라 평가결과는 다음과 같다.

1. 기본요인(Enabling Environment)

구 분	내 용
① 제도 부문 : 27위	▪ 그간 전자정부 발전 노력 등에 힘입어 온라인 행정서비스 (1위), 재정 투명성(1위) 등에서 최상위권 ▪ 연속평가항목 내 시계열 비교시 대부분 항목에서 순위 상승 * 제도적 요인 내 주요 순위변화 ('17년→'18년) : (조직범죄) 66→40 (경찰서비스 신뢰) 40→35 (지재권보호) 54→47
② 인프라 부문 : 6위	▪ 철도 서비스(4위), 항공 서비스(9위), 해상교통서비스(14위) 등 대부분의 항목에서 상위권
③ ICT 보급 부문 : 1위	▪ 새로 추가된 부문으로 광케이블 인터넷 가입자 수(1위), 초고속 인터넷 가입자 수(6위), 인터넷 사용 인구(9위) 등 전반적으로 높은 순위 ▪ 연속평가항목 내 시계열 비교시, 순위 소폭 하락* * ICT 보급 내 주요 순위변화('17→'18) : (초고속 인터넷 가입자) 5→6 (인터넷 인구) 8→9 (이동통신 사용자) 14→17
④ 거시경제 안정성 부문 : 1위	▪ 물가상승률 공공부문 부채의 지속가능성 모두에서 1위 기록

2. 인적 자본(Human Capital)

구 분	내 용
⑤ 보건 부문 : 19위	- 단일 평가항목으로 우리나라 건강 기대 수명*은 평균 70.8세 * 신생아가 건강하게 살 것으로 기대되는 기간
⑥ 기술 부문 : 27위	상대적으로 높은 기대 교육연수(21위), 평균 교육연수(23위), 숙련자 구인 용이성(27위) 등에 힘입어 20위권 수준

3. 시장(Markets)

구 분	내 용
⑦ 생산물시장 부문 : 67위	- 전반적으로 중하위권 수준, 시계열 비교시 독과점 수준 등은 소폭 개선되었으나, 여전히 중하위권 * 생산물시장 내 주요 순위변화('17년→'18년) : (독과점의 수준) 101→93 (무역장벽) 84→66 (관세율) 88→96
⑧ 노동시장 부문 : 48위	- 급여와 생산성(16위), 적극적 노동정책(30위)은 양호하지만, 정리해고 비용(114위), 노사협력(124위) 등은 하위권 - 시계열 비교시 여성의 경제활동 참가율 순위는 크게 상승하였으나(90위→53위) 전문 경영에 대한 신뢰는 크게 하락(39위→61위) * 노동시장 내 주요 순위변화('17년→'18년) : (여성의 경제활동 참가율) 90→53 (전문경영에 대한 신뢰) 39→61 (정리해고비용) 112→114
⑨ 금융시스템 부문 : 19위	- 부실채권 비중(2위) · GDP 대비 보험료(4위) 항목 상위권, 벤처자본 이용가능성(53위) · 은행 건전성 항목(74위) 등은 중위권 - 평가항목 변경(통계항목 중심으로)으로 순위가 크게 상향 조정 * 금융시스템 내 주요 순위변화('17년→'18년) : (벤처 자본 이용가능성) 64→53 (은행 건전성) 91→74
⑩ 시장규모 부문 : 14위	GDP 규모(14위) 상위권 유지, GDP 대비 수입 비중(84위)은 중위권

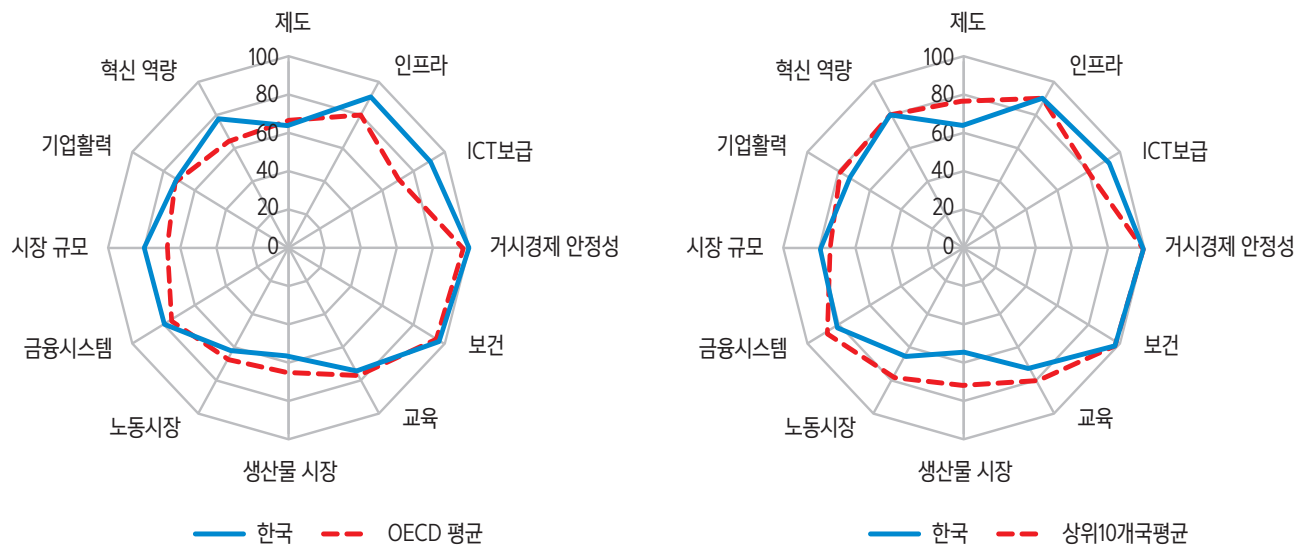
4. 혁신 생태계(Innovation Ecosystem)

구 분	내 용
⑪ 기업활력 부문 : 22위	- 파산 법률체계(8위), 파산 회복율(12위), 창업 준비기간(12위)은 상위권이나, 상대적으로 창업비용(93위)이 높고 권한위임 정도(88위)가 낮음 - 혁신기업의 성장(37위) 및 기업 내 창의성 수용도(35위)는 중상위권
⑫ 혁신역량 부문 : 8위	- R&D 부문 지출(2위), 특허출원수(3위)는 최상위권 수준, 연구기관 역량(11위), 과학 논문 게재(18위) 등도 상위권 * 혁신역량 내 주요 순위변화('17년→'18년) : (클러스터 개발 현황) 28→30 (구매자의 성숙도) 2→2

기획재정부 발표자료(2018.10) 재정리

과학기술 관련 지표로 볼 때, 한국은 주요 혁신거점으로 평가

WEF의 국가경쟁력 평가 및 강화를 위한 권고사항은 다음과 같다. 첫째, 4차 산업혁명 시대에는 혁신이 경제발전의 핵심요인(core of the growth agenda)이며, 이러한 혁신을 위해서는 경제·사회 전반을 망라한 전체론적 접근(holistic) 필요하다. 둘째, 분배와 성장은 공존 가능하며, 이를 동시에 성취하기 위해서는 선제적인 정책적 노력과 장기적 시계의 리더십이 필요하다. 셋째, 한국 경제는 세계 최고 수준의 정보통신기술 등을 바탕으로 ICT부문에서 글로벌 리더로 평가되며, 높은 특허출원수, R&D지출비중 등을 바탕으로 한국은 주요 혁신 거점으로 평가된다. 반면, 혁신 부문 중에서 소프트웨어[혁신적 사고(90위), 기업가정신·기업문화(50위) 등]는 여전히 취약한 것으로 평가되었으며 시장 독과점, 노동시장 경직성 등으로 생산물시장 및 노동시장 등의 효율성에서 부진한 것으로 지적되었다.



출처 : 기획재정부(2018.10)

과학기술과 관련된 환경 요인 분야의 하위 부문인 'ICT 보급'과 혁신생태계 분야의 하위 부문인 '혁신역량'의 세부 지표를 보면 OECD 및 상위 10개국 수준에 필적하여 전체 순위를 상승하게 한 요인이 되고 있어 이에 대해 더 자세히 살펴보겠다.

과학기술 부문은 ICT 보급(ICT Adoption)과 혁신역량(Innovation Capability) 부문

ICT 보급 부문은 국가 내 특정 정보통신기술(Information and communication technologies)의 보급 정도를 측정한다. ICT 보급은 거래비용을 줄이고 정보 및 아이디어 교환을 가속화하여 효율성을 개선하고, 혁신을 촉진시키는 중요한 개념으로, 국가 경제에 있어 전력 및 교통 인프라 만큼이나 중요성이 더욱 강조되고 있다. ICT 보급 부문은 다음과 같은 정량지표 5개로 구성된다.

| ICT 보급부문 세부항목 |

	세부항목
3.01	인구 백명당 이동전화 가입자 수(Mobile-cellular telephone subscriptions/100 pop.)
3.02	인구 백명당 이동통신 가입자 수(Mobile-broadband subscriptions/100 pop.)
3.03	인구 백명당 초고속 인터넷 가입자 수(Fixed-broadband internet subscriptions/100 pop.)
3.04	인구 백명당 광케이블 인터넷 가입자 수(Fibre internet subscriptions/100 pop.)
3.05	인구 사용자 비중(Internet users % pop.)

혁신역량 부문은 양질의 국가 R&D의 수준과 아이디어를 새로운 상품 및 서비스로 전화시킬 수 있는 역량을 측정한다. 국가의 환경이 다양한 시각에서의 협업, 연결성, 창의성, 다양성 및 대립을 장려하는 정도를 의미한다. 더 많은 지식을 창출하고 더 나은 협력 또는 기회를 제공할 수 있는 국가들이 혁신적 아이디어 및 새로운 비즈니스 모델을 만들어 낼 수 있는 더 큰 역량을 보유하는 경향이 있을 뿐만 아니라 경제성장을 주도한다. 혁신역량 부문은 정량지표 6개, 설문지표 4개로 구성된다.

| 혁신역량 부문 세부항목 |

	세부항목
12.01	인력의 다양성(Diversity of workforce)
12.02	혁신클러스터 개발현황(State of cluster development)
12.03	인구 백만명 당 국제공동 발명 건수(International co-inventions, applicationis/million pop.)
12.04	이해관계자 간 협력 정도(Multi-stakeholder collaboration)
12.05	과학 논문의 영향력 지수(Scientific publications, H index)
12.06	인구 백만명 당 특허출원 건수(Patent applications/million pop.)
12.07	GDP 대비 R&D 투자(R&D expenditures, % GDP)
12.08	연구기관 역량 지수(Quality of research institution index)
12.09	구매자의 성숙도(Buyer Sophistication)
12.10	인구 백만명 당 상표출원 건수(Trademark applications,applications/pop)

▶ 2018년 한국의 ICT 보급 부문 순위는 1위로 최상위 국가 차지

우리나라의 이 부문 점수는 전년대비 1.6점 상승한 91.3점으로 유일한 90점 이상 국가이다. 상위 5개 국가 중 4개 국가(한국, 홍콩, 일본, 싱가포르)가 아시아권으로, 홍콩(2위)과 일본(3위)은 전년과 동일한 순위 기록하고, 싱가포르는 전년대비 3단계 상승한 4위를 기록하였다. 상위 10개 국가 중에서 스웨덴(4위→5위, 1단계 ↓), 아랍에미리트(5위→6위, 1단계 ↓), 덴마크(6위→8위, 2단계 ↓), 노르웨이(9위→10위, 1단계 ↓)는 소폭 순위가 하락하였다.

| ICT보급 부문 상위 40개국 순위 |

국 가	2017		2018		국 가	2017		2018	
	순위	점수	순위	점수		순위	점수	순위	점수
한국	1	89.7	1	91.3	스페인	26	69.3	21	73.8
홍콩	2	86.5	2	87.9	호주	24	69.5	22	73.5
일본	3	86.2	3	87.4	뉴질랜드	20	71.0	23	73.4
싱가포르	7	81.5	4	85.2	몰타	31	65.9	24	72.4
스웨덴	4	83.5	5	85.2	러시아	23	70.2	25	72.1
아랍에미리트	5	82.8	6	83.7	중국	43	62.8	26	71.5
아이슬란드	8	80.7	7	82.7	미국	22	70.3	27	71.2
덴마크	6	81.5	8	82.3	영국	21	70.3	28	71.1
카타르	10	79.8	9	81.9	프랑스	27	68.6	29	71.1
노르웨이	9	80.0	10	81.6	불가리아	29	66.3	30	69.6
라트비아	17	73.5	11	80.4	독일	28	67.7	31	69.3
우루과이	12	76.7	12	78.1	말레이시아	42	63.1	32	69.1
대만	15	75.1	13	77.9	키프로스	35	65.4	33	68.8
에스토니아	11	77.1	14	77.4	캐나다	32	65.8	34	68.6
스위스	13	75.9	15	77.0	슬로바키아	33	65.7	35	67.8
핀란드	14	75.8	16	77.0	루마니아	30	66.1	36	67.1
브루나이	25	69.4	17	76.2	포르투갈	41	63.3	37	67.1
리투아니아	18	72.6	18	75.8	바레인	36	65.4	38	66.7
네덜란드	16	74.4	19	75.1	이스라엘	40	63.5	39	66.7
룩셈부르크	19	72.3	20	74.8	벨기에	39	63.8	40	66.1

한국 ICT 보급 부문의 세부지표별 순위를 전년도와 비교하면, 총 5개의 지표 중 2개 지표는 순위 상승, 2개는 하락 하였으며, 1개 지표는 전년과 동일한 순위를 기록하였다. 구체적으로 보면, 인구 백명당 이동전화 가입자수(62위 → 52위)와 인터넷 사용자 비중(12위 → 9위)은 순위가 상승하고, 인구 백명당 이동통신 가입자 수(14위 → 17위)와 인구 백명당 초고속 인터넷 가입자수(5위 → 6위)는 소폭 순위가 하락하였으며, 인구 백명당 광케이블 인터넷 가입자 수는 전년도와 동일한 순위를 기록했다.

| 한국의 기술수용성 부문 항목별 순위 |

구 분		2017			2018		
		순위	지표값	점수	순위	지표값	점수
ICT 보급(ICT Adoption)		1	-	89.7	1	-	91.3
인구 백명당 이동전화 가입자 수	정량	62	120.7	100.0	52(10 ↑)	124.9	100.0
인구 백명당 이동통신 가입자 수	정량	14	109.7	-	17(3 ↓)	112.78	-
인구 백명당 초고속 인터넷 가입자 수	정량	5	40.5	80.9	6(1 ↓)	41.6	83.2
인구 백명당 광케이블 인터넷 가입자 수	정량	1	28.2	-	1(-)	30.0	-
인구 사용자 비중	정량	12	89.9	89.9	9(3 ↑)	92.8	92.8

2018년 한국의 혁신역량 부문 순위는 전년보다 2단계 상승한 8위

이 부문 점수는 전년대비 1.9점 높아진 78.2점으로 1위 국가와 점수차는 9.3점이다. 상위 3위권 국가는 1위 독일, 2위 미국, 3위 스위스로 전년과 순위가 동일하다. 상위 10개 국가에서는 스웨덴(6위→5위), 일본(7위→6위), 한국(10위→8위)의 순위가 상승하고, 영국(5위→7위), 네덜란드(8위→9위), 핀란드(9위→10위)는 1단계씩 하락하였다.

| 혁신역량 부문 상위 40개국 순위 |

국 가	2017		2018		국 가	2017		2018	
	순위	점수	순위	점수		순위	점수	순위	점수
독일	1	87.0	1	87.5	아일랜드	21	66.6	21	67.0
미국	2	85.3	2	86.5	이탈리아	22	66.2	22	65.8
스위스	3	81.8	3	82.1	아이슬란드	23	65.5	23	65.7
대만	4	81.2	4	80.8	중국	24	64.1	24	64.4
스웨덴	6	79.3	5	79.8	스페인	25	62.7	25	62.9
일본	7	78.2	6	79.3	홍콩	26	61.7	26	61.9
영국	5	79.5	7	79.2	뉴질랜드	27	61.1	27	61.4
한국	10	76.3	8	78.2	슬로베니아	28	56.6	28	57.9
네덜란드	8	77.7	9	77.5	체코	29	55.9	29	57.3
핀란드	9	76.8	10	76.3	말레이시아	30	54.1	30	55.5
프랑스	11	75.7	11	76.1	인도	31	52.9	31	53.8
덴마크	14	74.4	12	75.4	포르투갈	33	52.9	32	53.1
캐나다	12	75.0	13	75.0	에스토니아	32	52.9	33	52.5
싱가포르	13	74.8	14	75.0	몰타	34	50.7	34	51.0
오스트리아	15	74.0	15	74.3	아랍에미리트	36	49.2	35	51.0
이스라엘	17	73.7	16	74.0	러시아	37	48.9	36	50.7
벨기에	16	73.8	17	73.4	카타르	35	49.3	37	50.3
호주	19	68.3	18	69.8	폴란드	39	47.9	38	48.7
룩셈부르크	18	68.3	19	68.2	헝가리	40	47.8	39	48.0
노르웨이	20	67.9	20	67.8	브라질	38	48.2	40	47.8

한국 혁신역량 부문의 세부지표별 순위를 살펴보면, 혁신 부문을 구성하는 10개 지표 중 3개 지표에서 순위가 상승하고, 3개 지표에서 순위 하락, 나머지 4개 지표는 전년도와 동일한 순위를 기록하였다. 인구 백만명 당 국제공동발명건수(16위→15위), 연구기관 역량 지수(13위→11위), 인구 백만명 당 상표출원 건수(24위→23위) 등에서 순위가 상승했다. 10위권 내에 포함된 지표는 인구 백만명 당 특허출원 건수(3위), GDP 대비 R&D투자(2위), 구매자 성숙도(2위) 등으로 과반수 이상 지표의 순위가 상승 또는 유지되어 혁신역량 순위 상승에 기여하였다. 인력의 다양성(81위→82위), 혁신클러스터 개발 현황(28위→30위), 이해관계자 간 협력(29위→31위)은 각각 1단계~2단계씩 소폭으로 순위가 하락하였다.

| 한국의 혁신역량 부문 항목별 순위 |

구 분		2017			2018		
		순위	지표값	점수	순위	지표값	점수
ICT 보급(ICT Adoption)		10	-	76.3	8	-	78.2
인력의 다양성	설문	81	4.27	54.5	82(1↓)	4.27	54.5
혁신클러스터 개발현황	설문	28	4.58	59.6	30(2↓)	4.57	59.6
인구 백만명 당 국제공동 발명 건수	정량	16	13.3	81.7	15(1↑)	15.5	86.0
이해관계자 간 협력 정도	설문	29	4.28	54.7	31(2↓)	4.34	55.7
과학 논문의 영향력 지수	정량	18	536.0	93.1	18(-)	549.3	93.5
인구 백만명 당 특허출원 건수	정량	3	412.0	100.0	3(-)	444.6	100.0
GDP 대비 R&D 투자	정량	2	4.28	100.0	2(-)	4.23	100.0
연구기관 역량 지수	정량	13	0.24	59.3	11(2↑)	0.29	70.4
구매자의 성숙도	설문	2	5.22	70.3	2(-)	5.35	72.4
인구 백만명 당 상표출원 건수	정량	24	4336.1	90.1	23(1↑)	4378.7	90.2

▶ 과학기술 경쟁력 제고를 위해 강점은 유지 발전시키고 약점은 개선시키려는 지속적 노력 필요

과학기술 관련 부문인 ICT 보급 부문과 혁신역량 부문은 한국의 강점 분야로 전년대비 순위 모두 상승하였다. 과학 기술 관련 부문인 ICT 보급 부문 순위는 전년과 동일한 1위이며, ICT 보급 부문에서 가장 약점지표는 인구 백명당 이동전화 가입자 수로 전년도 보다 10단계 상승한 52위이다.

혁신역량 부문은 전년도에서 2단계 상승하여 8위를 기록하였다. 혁신역량 부문의 최대 약점지표인 인력의 다양성 지표는 전년도보다 1단계 하락하여 82위를 기록하였으나, GDP 대비 R&D 투자(2위)와 구매자의 성숙도(2위)에 힘입어 전년도 보다 순위가 상승하였다. 요컨대, 과반수 이상 지표(ICT 보급 3개, 혁신역량 7개)의 순위가 상승 또는 유지 되어 부문별 순위 상승에 기여하였다.

향후 과학기술 경쟁력, 나아가 국가경쟁력을 제고하기 위해서는 강점 영역은 유지 발전시키고 약점 영역은 개선 시키려는 지속적인 노력이 필요하다. 혁신클러스터 개발현황, 이해관계자 간 협력정도, 인력의 다양성 등의 전반적인 낮은 순위의 약점지표에 대해서는 지속적 개선의 노력이 필요할 것이다.

| 한국 과학기술 관련 부문 세부지표별 강약점 |

부 문	강 점	약 점
ICT 보급	- 인구 백명당 광케이블 인터넷 가입자 수(1위) - 인구 백명당 초고속 인터넷 가입자 수(6위) - 인터넷 사용자 비중(9위)	- 인구 백명당 이동통신 가입자 수(17위) - 인구 백명당 이동전화 가입자 (52위)
혁신역량	- GDP 대비 R&D 투자(2위) - 구매자의 성숙도(2위) - 인구 백만명 당 특허출원 건수(3위) - 연구기관 역량 지수(11위) - 인구 백만명 당 국제공동 발명건수(15위)	- 과학 논문의 영향력 지수(18위) - 인구 백만명 당 상표출원 건(23위) - 혁신클러스터 개발 현황(30위) - 이해관계자 간 협력 정도(31위) - 인력의 다양성(82억)

PART.

02

R&D In&Out

주요 과학기술 정책 및 현안

「2017년 연구개발 활동」 조사결과 발표 외 1건

TePRI, 정책 현장 속으로

혁신성장을 위한 국가혁신체계 2019 대토론회 외 1건

글로벌 시장 동향

보안, 투명성, 신속함을 바탕으로 블록체인 시장 확대

Guten Tag! KIST Europe

Monitoring & Diagnostic for Auto Packaging System

「2017년 연구개발 활동」 조사결과 발표

임혜진

미래전략팀

hjlim@kist.re.kr

총 R&D 투자는 세계 5위 수준, 국내 연구개발 인력은 세계 6위 수준

과학기술정보통신부는 지난해 국내에서 수행한 정부·공공, 민간분야의 연구개발 활동(연구개발비, 연구개발 인력 등)을 조사한 '2017년 연구개발 활동' 조사결과를 발표했다.

* 연구개발 활동 조사란?

- 과학기술기본법 제26조의2에 따라 1963년에 최초 실시된 이래, 매년 시행하고 있는 과학기술 통계조사로 '17년 기준 국내 59,603개 기관(공공연구기관, 대학, 기업 등)을 대상으로 연구개발비, 연구개발 인력 현황 등을 OECD 매뉴얼(프라스카티 매뉴얼)에 따라 조사·분석하고 그 결과를 관련 정책에 활용

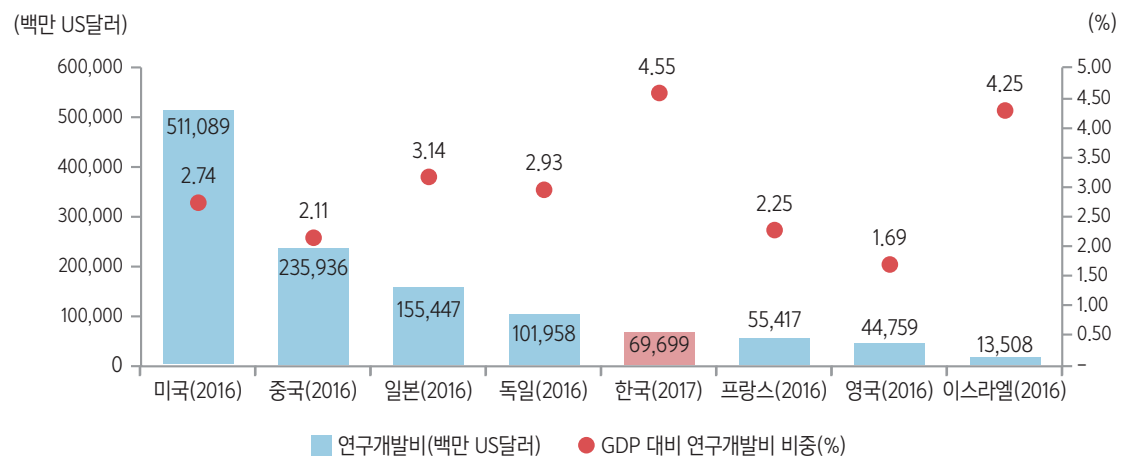
I 연구개발비

조사결과, '17년도 우리나라 총 연구개발비는 전년 대비 9조 3,837억원(13.5% ↑) 증가한 78조 7,892억원(697억달러)으로 이는 OECD 국가 중 세계 5위 수준(1위 미국, '16년 기준 5,111억달러)*으로 조사되었으며,

- 국내 총생산(GDP) 대비 연구개발비 비중은 전년 대비 0.32%p 증가한 4.55%로 세계 1위 수준(2위 이스라엘, '16년 기준 4.25%)*으로 조사되었다.

* GDP대비 연구개발비 비중 순위: '13년 2위 → '14년 1위 → '15년 2위 → '16년 2위 → '17년 1위(수준)

I 주요국 총 연구개발비 및 GDP 대비 연구개발비 비중 비교 I



주) 우리나라를 제외한 OECD국가 통계는 '16년 기준으로 향후 해외 국가별 '17년 통계 발표에 따라 국가순위가 달라질 수 있음

- 특히 민간에서 전년대비 7조 7,184억원(14.7% ↑) 증가한 60조 643억원(76.2%)을 투자하여, '16년 대비 '17년 우리나라 총 연구개발비 증가에 가장 많은 영향을 주었다.
 - ※ 정부·공공재원은 전년대비 1조 3,271억원(8.1% ↑) 증가한 17조 7,371억원(22.5%), 외국재원은 전년대비 3,381억원(52.1% ↑) 증가한 9,878억원(1.3%)
- 국제비교 시에도 민간재원 연구개발비 비중은 76.2%로 일본을 제외한 주요국들보다 상당히 높은 수준으로 조사되었다.
 - ※ 민간재원 비중('16년): 일본 78.1%, 중국 76.1%, 독일 65.2%, 미국 62.3%, 영국 49.0%
- 연구개발비 사용주체별로는 기업체 62조 5,634억원(79.4%), 공공연구기관 9조 5,432억원(12.1%), 대학이 6조 6,825억원(8.5%)으로
 - 연구개발비의 사용 또한 기업체가 가장 높은 비중을 차지하며, 국제비교 시 일본을 제외한 주요국들보다 상당히 높은 수준으로 조사되었다.
 - ※ 기업체 연구개발 비중('16년): 일본 78.8%, 중국 77.5%, 미국 71.2%, 독일 68.2%, 영국 67.0%
- 연구개발 단계별로는 기초연구는 11조 3,911억원(14.5%), 응용연구는 17조 3,159억원(22.0%), 개발연구는 50조 822억원(63.6%)으로
 - 개발연구 비중이 가장 높았으며, 국제적으로 중국, 일본을 제외한 주요국들보다 높은 수준으로 조사되었다.
 - ※ 개발연구 비중('16년): 중국 84.5%, 일본 64.0%, 미국 63.3%, 영국 39.0%, 프랑스 35.2%

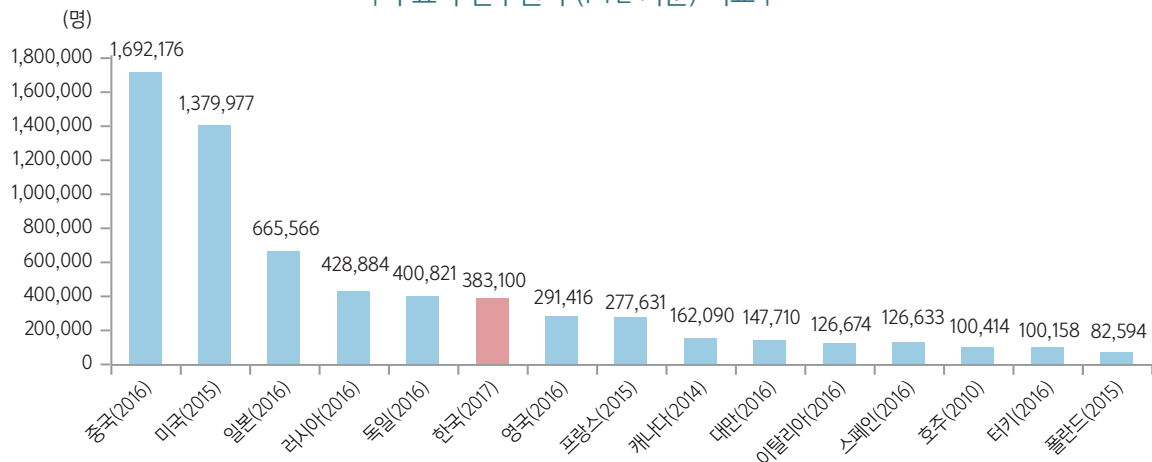
II 연구개발 인력

'17년도 총 연구원 수는 전년대비 22,027명(4.8% ↑) 증가한 482,796명이며, 이 중 상근상당 연구원* 수는 21,808명(6.0% ↑) 증가한 383,100명으로 세계 6위 수준**이며,

* 상근상당 연구원(FTE, Full Time Equivalent): 연구개발 업무에 전념하는 정도에 따른 비율을 반영하여 산정한 연구원 수

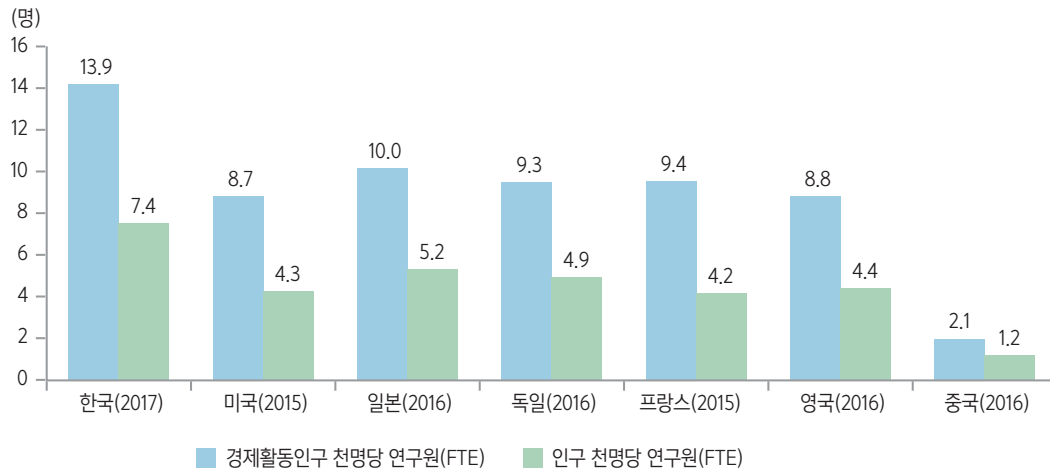
** 우리나라를 제외한 OECD국가 통계는 '16년 기준으로 향후 해외 국가별 '17년 통계 발표에 따라 국가순위가 달라질 수 있음

| 주요국 연구원 수(FTE 기준) 비교 |



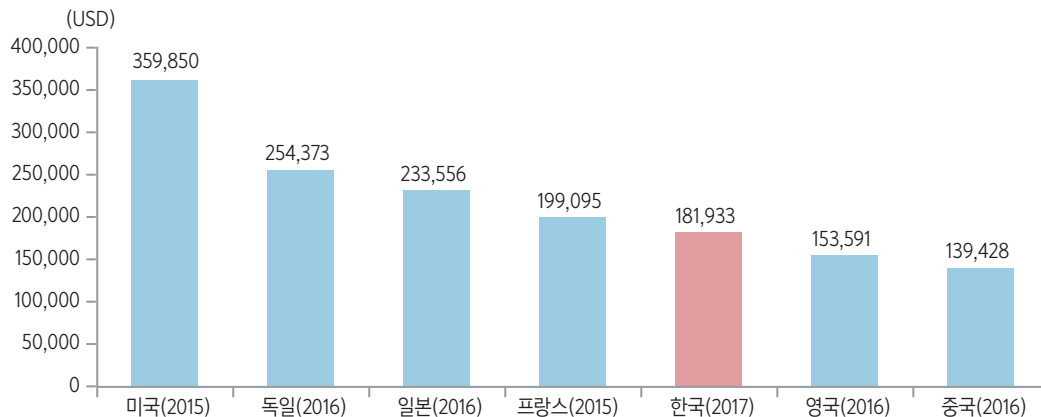
- 경제활동인구 천명당 연구원 수(FTE 기준)는 13.9명(0.6명 ↑), 인구 천명당 연구원 수(FTE 기준)는 7.4명(0.3명 ↑)으로 주요국들보다도 상당히 높게 나타났다.

| 주요국 경제활동인구 및 인구 천명당 연구원 수(FTE 기준) |



- 연구수행 주체별 연구원 수는 기업체 343,367명(71.1%), 대학 102,877명(21.3%), 공공연구기관 36,552명(7.6%)이 연구개발 활동을 수행하였으며,
 - 연구원 수 또한 연구개발비와 마찬가지로 기업체에서 전년대비 증가인원이 22,044명(6.9% ↑)으로 가장 많은 증가폭을 보였다.
 - ※ 공공연구기관이 272명(0.7% ↑) 증가, 대학은 289명(0.3% ↓) 감소
- 우리나라 연구원 1인당 사용한 연구개발비(FTE 기준)는 전년대비 1,356만원(7.1% ↑) 증가한 2억 566만원이며,
 - US달러로 환산 시, 연구원 1인당 연구개발비는 181,933달러로 중국(139,428달러)과 영국(153,591달러)를 제외한 주요 선진국에 비해서는 낮은 편으로 조사되었다.

| 연구원 1인당 연구개발비 국제비교(FTE 기준) |



- 여성 연구원은 전년대비 6,427명(7.1% ↑) 증가한 97,042명(20.1%)으로, 최근 10년간 여성연구원 비중이 지속적으로 증가 중이나,
 - 일본을 제외한 영국, 독일, 프랑스 등 주요 선진국들에 비해 낮은 수준이다.
 - ※ 여성 연구원 비중('16년): 러시아 40.0%, 영국 38.6%, 독일 28.0%, 프랑스 27.0%, 일본 15.7% 

주요 과학기술 정책 및 현안 II

연구개발 예타 조사체계 개편(안) 공청회 개최

남궁혜리

정책실

namkoong@kist.re.kr

신규 대형 국가연구개발사업 기획의 체계성·합리성 제고

과학기술정보통신부는 11월 28일 ‘국가연구개발사업 예비타당성조사*의 조사체계 개편(안)’에 대한 공청회를 개최했다.

* 국가재정법에 근거한 총사업비 500억원(국비 지원 300억원) 이상의 신규 재정사업에 대해 타당성조사를 실시하여 신규투자를 우선 순위에 입각하여 결정하도록 하는 제도

과기정통부는 올해 3월 ‘국가연구개발사업 예비타당성조사 제도 혁신방안’을 수립하여 ① 과학기술 전문성의 강화와 ②신속하면서도 ③수요자 편의를 높일 수 있는 제도개선에 우선적으로 초점을 맞춘 혁신방안을 수립하여 연구개발 예타를 수행하고 있다.

이번 연구개발 예타 조사체계 개편은 대형 신규 국가연구개발사업 기획의 체계성과 합리성 제고와 다양한 연구개발사업에 공통적으로 적용가능한 조사체계 개선을 위해 추진되었으며, 개선하고자 하는 문제는 다음과 같다.

- 첫째, 사업 기획 및 예타가 진행되는 ‘이슈/문제 정의(Why)’→‘사업 목표(What)’→‘구성 및 내용, 추진전략(How)’의 논리흐름과 불일치하는 문제가 있다.
- 둘째, 「사업목표의 적절성(What)」, 「구성 및 내용의 적절성(How)」 등 주요항목이 3계층에 위치하여 최종결론 도출을 위한 평가(AHP)*시, 이러한 항목들이 과소평가될 우려가 있다.* 대기준 분석적 계층화법: 평가기준별 가중치와 각 기준에 대한 평점을 곱해서 종합평점을 구하되, AHP가 0.5 이상인 경우, 사업의 종합적인 타당성 인정
- 셋째, 최근 연구개발 예타 요구가 증가하고 있는 기초연구, 고급 인력양성 등의 연구개발사업(이하 ‘기술 비지정 사업’)은 연구개발 하고자 하는 기술을 특정하기 어려운 반면, 현 연구개발 예타 조사 체계에는 연구개발 하고자 하는 기술을 특정해야 하는 사항이 포함되어 있어, 조사 지연 및 낭비를 유발하고 있다.

공청회를 통해 현장의 다양한 의견을 수렴하고자 하는 연구개발예타 개정(안)은 다음과 같다.

- 첫째, 「문제/이슈 도출의 적절성」 항목을 신설하고 기존 「기획과정의 적절성」 항목의 평가질의를 「세부활동 및 추진전략의 적절성」 항목의 평가질의로 변경하여 조사항목을 사업기획 및 조사의 논리흐름에 맞게 변경하였다.
- 둘째, 「문제/이슈 도출의 적절성」, 「사업목표의 적절성」, 「세부활동 및 추진전략의 적절성」 등 주요 항목을 중요도에 맞게 3계층에서 2계층으로 상향하였다.
- 셋째, ‘기술 비지정 사업’에 적용하기 어려운 「과학기술 개발 성공가능성」 항목은 삭제하고, 「기존 사업과의 중복성」 항목은 「관련 사업과의 차별성 및 연계방안」으로 변경하여, 연구개발 예타 조사 항목을 다양한 연구개발사업에 공통으로 적용가능 하도록 조정하였다.

| 연구개발예타 개정(안) |

구 분	현 행		개 정(안)	
1계층	2계층	3계층	2계층	3계층
과학기술적 타당성	과학기술 개발계획의 적절성	기획과정의 적절성	문제/이슈 도출의 적절성	
		사업목표의 적절성	사업목표의 적절성	
		구성 및 내용의 적절성		
정책적 타당성	과학기술 개발 성공가능성		세부활동 및 추진전략의 적절성	
	기존 사업과의 중복성			
	정책의 일관성 및 추진체제	상위계획과의 부합성	정책 부합도 및 관련 사업과의 차별성	
	사업 추진상의 위험요인	사업 추진체제 및 추진의지	사업 추진상의 위험요인	
	사업 특수평가	지역균형발전 등	사업 특수평가	
경제적 타당성				

과기정통부 이태희 성과평가정책국장은 이번 개편(안)을 통해 중대한 연구개발사업이 체계적이고 합리적으로 기획될 수 있도록 지원하고, ‘기술 비지정 사업’과 같은 다양한 목적의 연구개발사업이 예타를 통해 효과적으로 추진될 수 있도록 유도할 것이라고 밝혔다.

과기정통부는 공청회와 전문가 의견수렴, 기획재정부 협의 및 국가연구개발사업평가자문위원회를 통해 ‘국가연구개발사업 예비타당성조사 조사체계 개편(안)’을 확정하여 내년부터 선정되는 예타 대상사업 및 사업 소관 부처가 희망할 경우 연구개발 예타 진행 중인 사업에도 적용할 예정이다. 

혁신성장을 위한 국가혁신체계 2019 대토론회

임혜진

미래전략팀

hjlim@kist.re.kr



정 부R&D 20조원 시대 현 상황을 점검하고 주요 아젠다를 점검하는 ‘혁신성장을 위한 국가혁신체계 2019 대토론회’가 12월 13일 서울 강남구 과학기술회관에서 한국과학기술기획평가원(원장 김상선) 주최로 열렸다. 임대식 과학기술정보통신부 과학기술혁신본부장은 국가과학기술혁신정책을 종합·검토하고 현장의견을 수렴하는 자리라며 인사말을 시작했다.

기조강연을 맡은 염한웅 국가과학기술자문회의 부의장은 Bloomberg Innovation Index에서 한국이 세계 1위임을 소개하며, 흔히 문제 삼는 R&D 역량이 문제가 아니라 제도 및 정책(인재/교육/대학/연구소)이 불충분하다고 주장하였다. 또한 현 정부의 혁신정책이 특정분야를 선정 후 몰아주는 기존정부들의 신성장동력 발굴을 그대로 답습하고 있다고 비판하며 그것은 시장이 해야 하는 일이며 정부는 민간의 역량이 자라도록 폭넓은 지원을 해야 한다고 덧붙였다.

첫 번째 주제발표를 맡은 장석인 산업연구원 선임연구위원은 문재인 정부의 혁신성장 전략 중 산업 기술혁신 과제의 부처간 정책 상호연계와 통합적 관점의 추진체계가 부족하다고 진단하였다. 전반적으로 주력산업 재편과 신산업창출을 통한 구조전환 전략이 미흡하여 이에 대한 대책 마련이 절실하다고 덧붙였다.

두 번째 주제발표에서 이장재 KISTEP 혁신전략 연구소장은 국가기술혁신체계 2019년의 이슈와 과제를 제안하였다. 이 소장은 대한민국의 중요 소생산성*이 지속적으로 감소추이를 보여 혁신 성장이 향후 매우 중요하지만, 탈추격형을 지향함에도 과거와 유사한 형태의 기술혁신 활동 행태가 지속되고, R&D축적량(Stock)은 경쟁국 대비 낮으며 최근 정부와 민간 R&D의 Gap도 확대되고 있다고 진단했다. 그러면서 내년 주요 과제로 ▲정부 R&D 20조원 시대 비전과 장기 로드맵 수립 ▲민간 등 혁신 주체와 연계 강화를 통한 혁신성장 추구 ▲연구자 중심 R&D 시스템 정립과 구현 ▲과학기술혁신본부의 전문성과 기능 확대를 꼽았다.

이어 패널 토론에서는 혁신성장에 관한 다양한 의견들이 논의되었다. 김도연 포스텍 총장은 혁신성장을 위해서는 조급함보다는 지속적이고 장기적인 노력이 필요하다고 말했다. 고영주 한국 기술혁신학회장은 기술·산업·사회의 통합적인 혁신, 혁신 정책·시스템의 융합 연결구조화, 혁신의 선순환 사이클 조성을 위한 지속적인 노력과 정책 개발모델이 필요하다고 했다. 김진두 한국과학기술자협회장은 현재 진행 중인 혁신의 방향은 맞으나 혁신추진속도가 너무 느리다면서 산업과 과학은 분리하여 과기부는 기초체력강화에 집중해야 한다고 주장했다. 마지막으로 이정동 서울대 교수는 한국형 알파고 개발의 지연사례를 들며 정책일관성이 필요함을 강조하였다. **KIST**

*총요소생산성(TFP) : 경제에서 요소 투입과 산출 간 관계의 효율성 정도로 주로 기술진보 효과 등으로 나타남

국가 과학기술혁신 국회 대토론회

김민주

정책실
t18315@kist.re.kr

포용적 혁신성장을 위한 국가 과학기술혁신(ST&I) 전략



2018년 11월 30일 국회 의원회관에서 한국과학기술단체 총연합회와 한국과학기술정책 연구회가 공동으로 주관하는 국가 과학기술 혁신 대토론회가 개최되었다. 본 토론회에서는 과학기술계 원로, 지역 과학기술인과 국회의원들이 참석하여 포용적 혁신성장을 위한 국가 과학기술 혁신(ST&I) 전략을 모색하는 자리를 가졌다.

첫 번째 주제발표를 맡은 세종대학교 변창흠 교수는 면적상으로 우리나라의 11.8%를 차지하는 수도권에 인구의 50%, 대기업의 70%가 집중되어 있다는 것을 언급하며 이는 지역 간 서열화를 불러일으키고 장소의 위계화를 고착시킨다는 점을 지적하였다. 한편, 지방에 위치한 대학 중 과학기술 전문화 대학만이 언론매체의 대학 평가 순위권을 차지한 것은 지역순순환에 있어서 과학기술의 능력과 적극적인 역할이 필요함을 보여주고 있다는 의견을 피력했다.

이어진 발표에서 김상선 한국과학기술기획평가원장은 지역발전의 중심에 과학기술과 R&D가 놓여야 함은 물론이고, 지방정부 내에 인적자원과 과학기술 담당 부서를 확대하여 관련 정책의 기획·관리·평가를 강화해야 하는 방안을 제시했다.

주제발표에 이어 지역과학기술혁신의 방향성 대해 논의하는 패널 토론회가 진행되었다. 김진두 한국과학기술자협회장은 지역 내에서 경쟁력을 갖춘 산·학·연 주체들을 연결하여 자생적인 순환 사이클을 만들어야 하며 수평적 연계와 다양한 기초 분야 간 협력을 통한 융합의 필요성을 강조하였다. 이에 대하여 산업연구원 김영수 소장은 지역 내에는 주로 수요보다 생산기반의 클러스터들로 형성되어 있기에 과학기술보다 산업기술의 혁신이 중요한 요소라는 의견을 덧붙였다.

또한, 지역적 특성을 기반으로 한 R&D 전략도 논의되었다. 박윤원 과총 대전지역연합회장은 지역 고유성을 특화시킨 R&D 기획사업을 추진하는 동시에 지역만이 가지고 있는 환경적·지역적 문제를 개선해야 함을 강조하였다. 이에 덧붙여 국회 김경진 의원은 과거에 우리나라의 산업구조를 이끌던 경남지역의 발전에 있어서 연구개발특구 지정이 되더라도 기업에 이전할 기술이 적다는 지적이 있었으며, 이를 위하여 지역대학과 연구소들도 지역산업에 대한 고민과 역량 확보에 적극 나서서 체계적인 대응전략을 마련해야 함을 주장하였다.

토론회의 좌장을 맡은 한국 과총 김명자 회장은 4차 산업혁명 시대에서 혁신을 위한 필요조건인 융합·연결·개발과 충분조건인 지역 내 선순환 체계가 결합하여 지역혁신과 국가혁신이 힘을 발휘할 수 있도록 해야 함을 강조하며 토론을 마무리 지었다. **kt**

보안, 투명성, 신속함을 바탕으로 블록체인 시장 확대

송 유 림

연구기획 · 분석팀
yurim_s@kist.re.kr

*출처:

Blockchain Market,
MarketsandMarkets,
2018.12

전 세계 블록체인 시장은 2018년 1조 3,483억 원에서 2023년 26조 1,799억 원까지 연평균 80.2%의 성장률을 보일 전망이다. 벤처기업에 대한 투자 확대, 다양한 분야로의 응용 가능성, 사업 프로세스의 단순화, 투명성, 보편성의 강화, 운용비 절감 등의 장점을 바탕으로 시장이 성장할 전망이다.

기술이 가져다주는 간편성으로 응용 분야 큰 성장 기대

2018년 약 1,075억 원으로 가장 큰 시장규모가 예상되는 결제 분야의 블록체인 기술은 실시간 지불을 가능하게 하며, 이 과정에서 상당한 비용 절감 효과를 가져 온다. 특히 디지털 신원(ID) 분야의 블록체인 기술 시장 규모는 2018년 약 702억 원에서 2023년 약 1,839억 원에 달하는 가장 큰 성장률을 보일 것으로 예측되고 있다. 여러 분야 및 회사 간의 통합을 통해, 소비자는 수차례를 반복해야 하는 인증의 번거로움에서 벗어날 수 있고, 회사는 타사와의 데이터의 공유로 고객의 개인정보관리가 쉬워진다는 장점이 블록체인 기술의 채택률을 높이고 있다.

| 응용분야별 블록체인 시장 예측(2016-2023) |

(단위: 억 원)

응용분야	2016	2017	2018	2023	연평균 성장률
결제	1,075.0	1,543.5	2,314.1	42,671.3	79.1%
거래	799.5	1,191.4	1,857.4	32,292.0	77.0%
스마트 계약	1,042.1	1,586.3	2,526.8	49,279.5	81.1%
문서화	999.7	1,497.4	2,346.8	41,833.1	77.9%
디지털 신원(ID)	701.7	1,129.5	1,893.4	43,483.5	87.2%
공급망 관리	464.6	714.4	1,149.8	23,259.4	82.5%
지배 구조, 위험 및 규제 준수 관리	394.9	597.4	947.3	17,401.5	79.0%
기타	334.1	489.4	751.5	12,020.6	74.1%
합계	7,827.6	10,766.3	38,546.3	264,263.9	80.2%

수요의 증가로 블록체인 기술 제공업체가 크게 성장

블록체인 기술의 도입을 원하는 분야가 많아짐에 따라, 기술 제공업체 시장이 2018년 약 5,833억 원의 시장규모가 2023년 약 26조 3,103억까지 확대될 것으로 기대된다. 특히 애플리케이션 제공업체 시장은 거래 데이터의 중복을 줄이고, 상업 및 규제 목적으로 더 완벽한 인증 솔루션을 제공하게 될 것이라는 기대 하에 연평균 83.1%로 가장 두각을 나타내며 성장할 전망이다 조사되었다.



현재 성장단계의 최고점으로, 광범위하게 사용 중

블록체인은 데이터를 분산하여 저장하고 증명하는 방식의 데이터 위·변조를 방지하는 기술이다. 따라서 정보를 한 곳에서 관리할 필요가 없고, 해킹도 불가능하다. 블록체인 기술은 현재 성장 단계의 최고점에 있으며, 광범위하게 사용되고 있기 때문에 예측 기간 동안 큰 성장을 보일 것으로 예상된다. KIST

황 종 운

KIST Europe
스마트융합사업단
hwang@kist-europe.de

서 승 호

KIST Europe
스마트융합사업단
s.suh@kist-europe.de

이 용 오

KIST Europe
스마트융합사업단
yongoh.lee@kist-europe.de

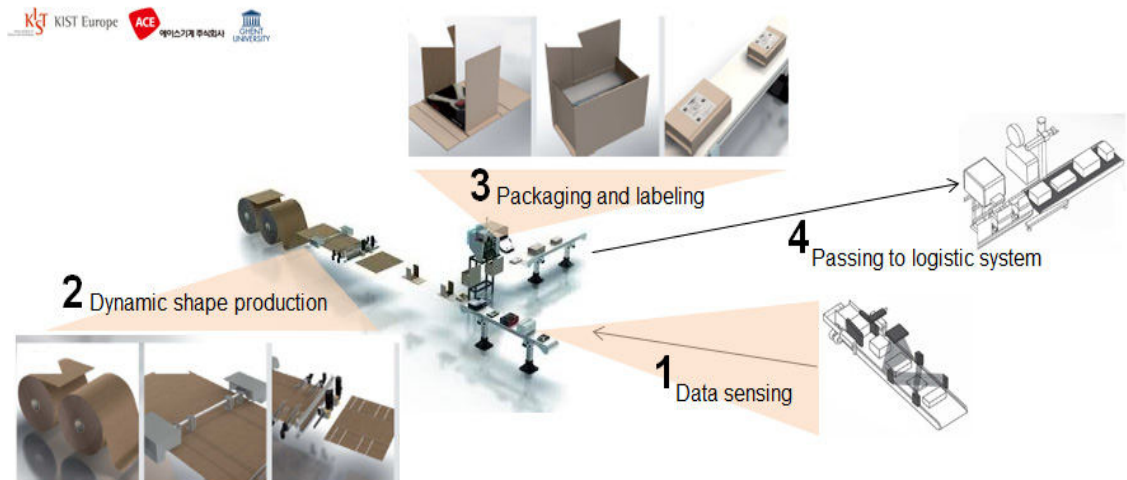
다형·다종 연속자동 포장시스템이란?

다형·다종 연속자동 포장시스템은 다양한 제품의 크기에 맞게 최적화된 포장을 제공하는 시스템이다. 홈쇼핑 및 인터넷 비즈니스의 증가에 따라 그 시장규모가 급속도로 확대되고 있다. 최근 독일, 한국을 포함한 미국, 유럽, 일본, 중국 등에서 다형·다종 소량생산과 고속 대량생산을 동시에 구현하기 위한 다양한 연구개발이 진행 중이다. 또한 생산 환경 디지털화가 이루어지면서 각종 센서를 통해 다양한 설비, 공정, 작업환경 데이터를 수집하고, 취득한 빅데이터를 의미 있는 정보로 가공/전환하여 작업자 및 운영자들의 의사결정에 도움이 되는 새로운 서비스 구현을 시도하고 있다.

KIST 유럽연구소에서는 국내 중소기업, 벨기에 겐트대학교 공동으로 실시간 생산공정 및 설비상태를 모니터링하고, 데이터에 기반하여 기계 및 공정오류를 검출/진단하는 시스템을 개발 중에 있다.

| 스마트 다형·다종 연속 자동 포장 시스템 개념도 및 주요 기술 |**Marco Huester**

KIST Europe
스마트융합사업단
m.huester@kist-europe.de

**Automatic Packing System supporting multi-form and multi-varieties**

- Shape production technology fitting the shape of the packages
- Mechanism of tracking objective in the processes

Integrated control algorithm w./ communications

- Control logic for multi-form and multi-shape packaging
- Communication module for efficient labeling and logistics

Monitoring System

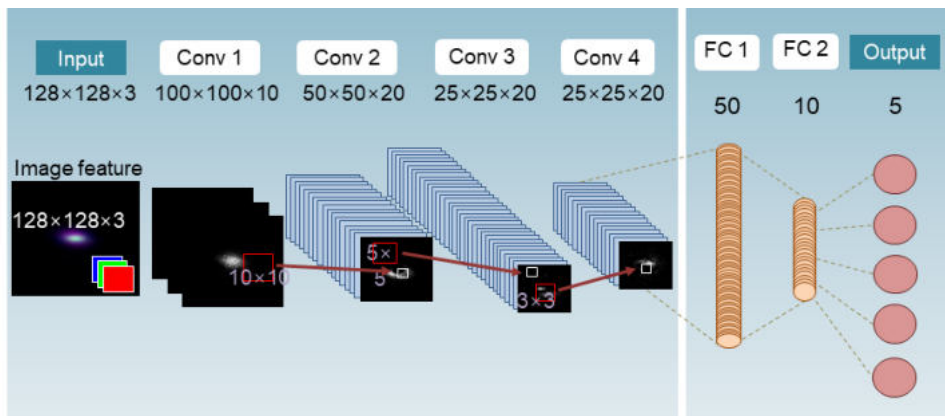
- Real-time monitoring
- Remote quality management

설비와 공정 모니터링을 위한 주요기술 개발

설비 모니터링 : Trimming Servo Motor의 베어링 오류 검출

Trimming Servo Motor의 베어링 오류는 제조현장에서 가장 빈번히 발생하는 문제로 해당 검출기술의 산업계 수요가 가장 높은 분야 중 하나이다. 본 연구에서는 오류상태의 진단·예측을 위해, 우선적으로 진동센서를 통하여 Servo Motor의 정상 상태에 대한 데이터를 측정·수집하였다. 획득한 정상 진동 신호 데이터를 수학적 모델에 기반을 두어 베어링 이상 신호를 합성하고 정상-오류 데이터의 특징을 추출하였고, 오류를 검출하기 위한 딥러닝 모델을 개발하였다. 차년도에는 실질 측정된 오류상태의 데이터를 확보하여 시스템의 성능을 검증하고 향상시킬 예정이다.

| Trimming Servo Motor 베어링오류진단 딥러닝 모델 |



공정 모니터링 : 라벨링 인쇄 품질 검사

배송정보관리를 위한 다양한 인쇄시스템이 시장에 출시되고 있으나, 보다 효과적이며 정확한 배송정보 확인시스템에 대한 수요가 높아지고 있다. 본 연구는 바코드와 배송정보 확인을 위한 검증시스템 개발을 목적으로 한다. 웹에 공개된 택배송장 이미지를 확보하여(약 1,000장), 영상처리기법 및 딥러닝을 이용하여 바코드 영역을 자동으로 인식했고, 한 번에 다량의 바코드를 인식함으로써 보다 고속·고효율 검사가 가능하게 했다. 또한, 인쇄된 송장의 영상에서 배송지(수신자 주소) 영역을 정확하게 인식하여, 딥러닝을 이용한 글자 인식으로 수신자 주소를 획득하고, 획득한 수신자 주소를 Google Map API를 통하여 실제 존재하는 주소인지 해당 주소의 유효성을 진단하는 시스템을 개발했다.

| 바코드 및 수신자 주소 영역 분할 결과 |



90% 이상의 높은 정확도를 가진 데모시스템 개발

유럽연구소는 이번 과제를 통해 실시간 측정이 가능한 Trimming Servo Motor의 베어링오류 진단을 위한 데모 시스템을 개발하였으며, 베어링 오류의 심각 정도까지 구분하였을 때 진단 정확도는 90.28%를 기록했다. 향후, 실측 오류 데이터를 다량 확보하여 성능을 최대 95% 수준으로 향상시킬 계획이다.

또한, 웹기반 라벨링 영상 데이터 세트를 구성하여, 바코드 품질 검사, 수신자 주소 인식 및 유효성 검증 시스템을 개발했다. 데이터 세트에 대한 바코드 품질 검사 정확도는 90.1%, 수신자 주소 인식 및 유효성 검증 정확도는 90.6%를 기록했다. 향후, YOLO, EAST 등 최신 딥러닝 기반 Segmentation 기법을 활용하여 성능을 95% 이상으로 향상하고, 설비에 광학계를 장착하여 실시간 모니터링 시스템을 구축할 계획이다.

| 설비 및 공정 오류 검출 정확도 |

분류	베어링 오류 진단 정확도	바코드 품질 검사 정확도	수신자 주소 인식 및 유효성 검증 정확도
정확도	90.28%	90.1%	90.6%

KIST

PART.

03

TePRI 休

Law and Science

특허제도의 역사와 4차 산업혁명

소통과 대화를 위한 재미있는 이노베이션 이야기
혁신의 씨앗을 심을 땅은?

이달의 추천도서

트렌드 코리아 2019

특허제도의 역사와 4차 산업혁명

김 성 우

정책기획팀, 변호사
law@kist.re.kr



‘**청**기와 장수’에 얽힌 옛 일화가 있다. 어떤 사람이 청기와를 만드는 기술을 터득하여 큰 돈을 벌었는데, 그 청기와 제조 비법이 유출될 것을 우려한 나머지 아무에게도(심지어 자식에게도) 노하우를 알려주지 않았다. 그러나 어느 날 청기와 장수가 갑자기 사망하는 바람에 청기와 제조 비법도 사라져서 모두가 안타까워 했다는 이야기다.

청기와 장수의 사례 이외에도 동서양을 막론하고 남들과 다른 독창적인 기술을 가진 사람들이 본인이 가진 기술에 관한 독점적인 지위를 잃어버릴 것을 두려워한 나머지 자신만이 아는 암호 등을 사용하여 기술을 숨기거나 가족이나 제자에게만 전수했다는 이야기를 흔히 볼 수 있다.

하지만 이렇게 비밀로 유지되는 기술은 기술자 개인이 사망하는 등의 경우 인류의 소중한 지식 재산으로 활용되지 못하고 사장되어 버리는 결과를 가져오기도 한다. 또한 특정 소수인만이 접근 가능한 폐쇄된 지식은 더 이상 발전되기 어려운 측면도 있다. 따라서 이러한 비법을 독

점적 권리를 받고 '공개'하도록 하는 법·제도적 발명품이 고안되었는데, 그것이 바로 특허제도이다. Patent라는 용어도 라틴어 동사 patere에서 유래되어, 'Open'이라는 뜻을 가지고 있다고 한다.

세계 최초로 특허제도를 도입한 곳은 베니스 공화국이다. 1474년에 새로운 기술과 기계의 발명자에 대하여 그 보상으로 10년의 특권을 부여하기로 한 것이 그 내용이다. 1475년에서 1550년 사이에 약 100건의 발명에 대하여 특허권이 부여되었는데, ‘지동설’로 유명한 천문학자 갈릴레오 갈릴레이(Galileo Galilei)도 양수방법에 대하여 특허를 받았다고 한다. 이렇게 지식재산에 대한 독점적 권리를 보장해주자 기술자와 발명가가 몰려들어 르네상스를 꽃피우게 되었다.

세계 최초의 성문특허법은 1624년 영국에서 만들어졌다. 17세기 영국의 산업은 유럽대륙의 다른 나라들에 비하여 많이 뒤떨어져 있었다. 영국은 이러한 현실을 극복하기 위해 외국 기술자들로부터 기술을 도입하려 하였으나 그들이 기술 공개를 꺼려하자, 기술 공개의 대가로 일정

기간 독점적 권리를 보장하는 특허권을 도입하여 외국의 기술자들을 유인하였다. 법은 발명가에게 처음에는 특허장(Letters Patent)을 부여했다가, 나중에는 전매조례(Statute of Monopolies)로 발전하였다. 이 법이 공개되자 유럽의 뛰어난 기술자들은 자신이 가진 기술의 독점적 보호를 위하여 영국으로 몰려들었고, 독점권을 얻은 대가로 앞다투어 노하우를 공개하였다. 이렇게 모여든 수많은 기술자들과 그들의 기술은 산업혁명의 원동력이 되었다.

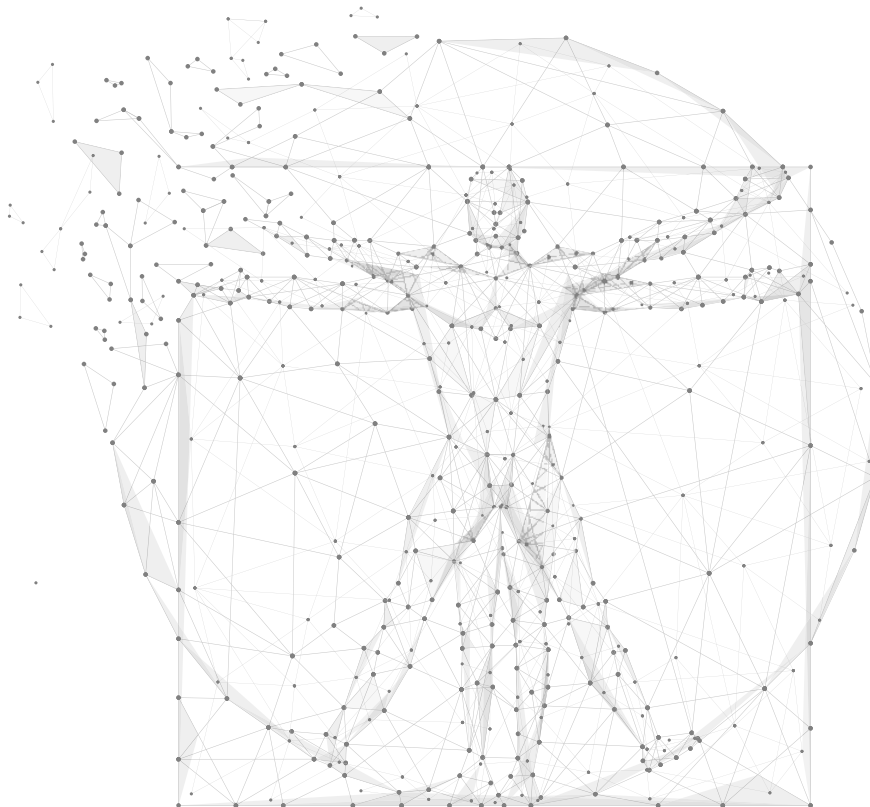
이를 이어받은 것은 미국이다. 미국은 1790년 토머스 제퍼슨이 특허법의 제정을 주도하였고, 1836년 국무부 산하에 특허청도 설치하였다. 이처럼 건국 초기부터 국가의 성장 동력으로서 발명과 특허를 중시했던 미국은 지난 수십년간 과학기술분야에서 세계 최강국의 지위를 유지하고 있다.

이처럼 과학기술 발전의 기반을 이루어온 특허제도의 역사는 제4차 산업혁명을 맞고 있는 우리에게 시사하는 바가 크지만, 막상 우리의 제도적 현실은 안타깝기 그지없다. 우버나 카풀서비스에서부터 빅데이터를 활용한 연구까지, 많은 나라들이 새로이 주도권을 잡기 위해 애쓰고 있는 분야들이 수년째 각종 규제에 가로막혀 있다.

유형자원이 절대적으로 부족한 우리나라에 지식과 기술에 기초한 신산업 시대의 도래는 추격자(fast-follower)에서 선도자(first-mover)로 도약할 수 있는 절호의 기회로, 새로운 법적, 제도적 지원의 중요성은 아무리 강조해도 지나치지 않다. 17세기 영국에서와 같은 제도적 혁신이 아쉬운 지금이다. **kt**

[참고문헌]

- 임석재, 한규현(2017), 『특허법』, 서울: 박영사.
 김원준(2010), “미국의 Pro-patent 정책과 특허법 개혁안”, 지식재산21 2010년 4월
 이철희, “나라별로 본 특허제도의 역사”, TTA Journal No.128.
 나종갑(2004), “특허권의 역사적 변화와 자연권적 재산권으로서의 특허권의 변화”, 지식재산논단 제1권 제1호
 “특허의 이해”, 특허청 홈페이지, 2018년 12월 23일 접속, http://www.kipo.go.kr/kpo/user.tdf?a=user.html.HtmlApp&c=10001&catmenu=m07_01_11_01
 특허법(법률 제15582호, 2018. 4. 17., 일부개정)



혁신의 씨앗을 심을 땅은?

이 혁 성

정책기획팀

h.lee@kist.re.kr

수요성숙도(Demand Readiness Level, DRL) 프레임워크

경영학에서 ‘혁신(革新, innovation)’은 단순히 번뜩이는 아이디어 차원을 넘어 기술이 제품이나 서비스로 만들어져 시장의 선택을 받는 것을 의미한다. 시장의 선택을 받지 못하는 아이디어나 제품/서비스는 ‘발명(invention)’에 머무르고 만다. 즉, 시장성 또는 상업성이 ‘혁신’이냐 아니냐를 판단하는 중요한 기준이 된다.

요즘 각광받는 기술 중 하나인 가상현실(virtual reality, VR)이 20여년 전 시장에 등장했을 때 사람들의 이목을 끌긴 했지만 널리 퍼지지는 못했다. 쓰기에 편하지 않았기 때문이다. 아래 사진과 같이 당시 가상현실을 체험하는 사람들은 무거운 헬멧을 써야만 했다. 게다가 즐길 수 있는 콘텐츠라고는 단순한 슈팅게임 정도뿐이었다. 이와 같이 기술적 여건을 무시하고 대중의 기대에만 의존했던 1990년대의 가상현실 제품은 시장에서 성과를 거두지 못했다. 그러나 오늘날 가상현실 기술이 성숙됨에 따라 오쿨러스 리프트, 삼성 기어 VR 등과 같이 기기의 크기는 작아지고, 즐길 수 있는 콘텐츠는 늘어나 하나의 시장을

형성하는 단계에 이르렀다.

이와 같이 현재 우리가 개발하는 기술이 어느 정도 수준에 이르렀는지를 판단하는 것은 혁신을 달성하느냐 못하느냐를 결정짓는 중요한 일이다. R&D에 투입된 비용이 크면 클수록 이러한 판단의 중요성은 더욱 커진다. 미국 NASA는 국가적 차원에서 막대한 재원이 투입되는 우주산업 R&D 위험 관리를 위해 1989년에 기술성숙도(Technology Readiness Level, TRL)라는 개념을 도입했다. TRL은 기본적인 아이디어에서부터 사업화 가능 수준에 이르는 총 9단계로 기술 발전수준을 이해하는 공통된 언어로 활용되었다. 이를 기반으로 기술투자과 이전에 대한 의사결정이 이루어지게 되었다. 이러한 장점 때문에 TRL은 핵심요소 기술의 성숙도에 대한 객관적이고 일관성 있는 지표로 EU Horizon 2020 등 세계에서 널리 활용되어왔다.

그러나 TRL은 다음과 같은 한계점을 지니고 있다. 첫째, TRL을 판단하는 주체는 사람이기

| VR 기기 모습 변화 |

1990년대



2010년대



때문에 성숙도 값이 반드시 실제와 정확히 맞지 않을 수 있다. 둘째, TRL은 말 그대로 ‘기술’ 관점(technology push)에서 상품화되기까지 얼마나 성숙해졌는지를 판단하기 때문에 실제 시장의 반응을 충분히 고려하지 못할 수 있다. 이에 따라 일각에서는 TRL의 한계를 보완하기 위해 ‘수요’ 관점(demand pull)을 채택한 수요성숙도(DRL)를 함께 고려해야 한다고 주장한다(Paun, 2011).

2013년 루마니아 수도 부쿠레슈티(Bucharest)에서 열린 TED에 연사로 참석한 Florin Paun 박사(프랑스 국가항공 우주연구소(ONERA))는 “당신이 생각하고 발견해낸 것들이 시장에서 아무도 찾지 않는 것임을 알 때 느끼는 절망감은 이루 말할 수 없다”고 말했다. 그리고 나서 TRL과 같이 9단계로 구성된 DRL을 제시하였다. DRL은 수요가 얼마나 명확하게 존재하는지를 나타낸다. 예를 들면 산업계 파트너가 8단계 수준의 DRL을 갖고 있을 때, 협력연구에 적절한 과학자를 찾을 수 있다는 것이다. 그는 기술 관점과 수요 관점을 동시에 고려할 때, 기술사업화나 기술이전의 타이밍을 잘 찾아낼 수 있다고 말한다. 그리고 경험적으로 TRL과 DRL 합산점수가 10점 이상일 때, 기술이전이 성공적이었다고 했다.

스티브 잡스와 같이 시장수요조사를 믿지 않는 혁신가도 있으나 일반적으로 시장의 반응은 혁신 성공의 중요 요인으로 인정된다. 현 시점에서 빌 게이츠를 제치고 세계 최고 부자의 자리에 오른 제프 베조스(아마존 CEO)는 다음과 같이 말했다. “18년동안 아마존을 성공으로 이끈 3가지 큰 전략이 있다. 그것은 바로 고객을 먼저 생각하고, 발명하고, 인내하는 것이다.” 과학기술 연구개발의 생산성 제고가 중요한 요즘, 시장 수요를 함께 고려하는 R&D 기획의 중요성은 더욱 강조될 것이다. **KT**

[참고문헌]

- Paun, F. (2011) “Demand Readiness Level” (DRL), a new tool to hybridize Market Pull and Technology Push approaches. Introspective analysis of the new trends in Technology Transfer practices, <halshs-00628978>
- Hjorth, S.S. and Brem, A.M. (2016) “How to assess market readiness for an innovative solution: the case of heat recovery technologies for SMEs,” Sustainability, 8, 1152–1167.
- “Technology Readiness Level”, NASA, accessed 26th Dec. 2018, https://www.nasa.gov/directorates/heo/scan/engineering/technology/txt_accordion1.html

| TRL 및 DRL |

TRL	설명	DRL	설명
9	Market certification and sales authorization	1	Occurrence of a feeling "something is missing"
8	Product industrialization	2	Identification of a specific need
7	Industrial prototype	3	Identification of the expected functionalities for the new product/service
6	Field demonstration for the whole system	4	Quantification of the expected functionalities
5	Technology development	5	Identification of the systemic capabilities (including the project leadership)
4	Laboratory demonstration	6	Translation of the expected functionalities into needed capabilities to build the response
3	Research to prove feasibility	7	Definition of the necessary and sufficient competencies and resources
2	Applied research	8	Identification of the experts possessing the competencies
1	Fundamental research	9	Building the adapted answer to the expressed need on the market

Source: Paun, F. (2011) “Demand Readiness Level as equilibrium tool for the hybridization between technology push and market pull approaches” ANR – ERANET Workshop, 8th Feb. 2011, Paris

김 종 주

미래전략팀장

jongjoo@kist.re.kr

2019년 10대 소비트렌드

“원자화·세분화된 소비자들이 불확실한 환경에 적응하며 자기 컨셉을 찾아가는 한 해가 될 것”

저자 김 난 도

서울대 생활과학대학 교수

1963년생 마포고 - 서울대 법대 - Southern California대 박사

트렌드 연구자이자 작가.

서울대 소비트렌드분석센터를 이끌며 해마다 사회변화 트렌드를 책으로 엮어내고 있다.



1 컨셉을 연출하라 Play the Concept

- 가성비, 품질보다 컨셉이 중요해진 시대. 재미 있거나 희귀하거나 공감할 수 있는, ‘갬성’ 터지는 것이라면 무엇이든 컨셉이 되는 세태

* 감성을 굴러서 발음한 ‘갬성’은 감성보다 감각적이고 순간적인 느낌을 일컫는 신조어. 기승전결의 스토리 구조보다는 직관적인 미학, 가벼운 컨셉이 특징

- 고희, 샤갈 등 순수예술 전시회보다 SNS에 올려 시선을 끌 수 있는 ‘인생샷’ 전시회가 인기몰이 중

2 세포 시장의 등장 Invite to the Cell Market*

- 유통이 극도로 세분화되어 세포 단위 시장 Cell Market, 소비자가 직접 틈새시장을 노리는 셀슈머Sellsumer가 등장
- 취업난, 자영업 위기로 인해 여러 직업을 가진 ‘N잡러’가 늘고, P2P, 카카오페이 등 비대면 결제, 소셜 인플루언서 증가가 원인
- 1인 크리에이터 ‘유튜버’들이 대거 등장. 자신

만의 콘텐츠를 유튜브에 업로드하고 영상에 붙은 광고로 수익 창출

* 1인 게임방송으로 인기를 끌고 있는 ‘대도서관’의 한 해 수익은 9억3천만원에 달함

3 새로운 복고, 뉴트로 Going New-tro

- 레트로가 장년층의 향수라면, 뉴트로New-tro는 젊은 세대가 느끼는 ‘옛 것의 신선함’
- 정작 새로운 것에는 지쳐하는 소비자들이 새로운 원천을 과거에서 찾고 재해석한다는 점에서 기존 복고와는 구별
- 81년에 나온 프로스펙스 제품이 금년 재판되어 3만켤레 이상 판매, 90년대 인기였던 나이키 에어맥스 운동화는 재출시 족족 품절 사태

4 필환경시대 Green Survival

- 소비자 안전에 대한 기준과 환경의식이 높아지며 환경친화제품이 ‘하면 좋은 것’에서 반드시(必) 해야 하는 것이 될 전망

- 환경오염을 최소화하는 제로-웨이스트Zero-waste가 확대되고, 유해성분 포함 여부를 꼼꼼히 확인하는 체크슈머check-sumer가 늘어남
- 세븐일레븐은 재활용할 수 있도록 일회용 컵의 로고·바코드를 없앴고, GS25는 포장재를 자연분해 소재로 교체

5 감정대리인, 내 마음을 부탁해 You Are My Proxy Emotion

- 어릴 때부터 디지털기기를 접하며 인간관계 맺기는 힘들어하는 젊은 세대들이 감정을 타인과 매체로부터 갈구하는 현상
- <나혼자산다>, <미운우리새끼> 같이 리액션 전문 출연자가 등장하는 ‘액자형’ 관찰 예능이 유행
- <죽고싶지만 떡볶이는 먹고싶어>처럼 자기 위로형 에세이가 인기몰이

6 데이터 인텔리전스 Data Intelligence

- 인공지능(AI)에서 데이터지능(DI)으로 의사결정의 패러다임이 급격히 변화하고 현장 적용도 급격히 늘어날 전망
 - 데이터 인텔리전스는 AI에 알고리즘 분석, 데이터 식별 기술(클라우드, 안면·음식인식 등)이 통합된 개념
 - 향후 의료·엔터테인먼트·패션·물류·금융·공공 부문에 확산될 태
- * 아마존은 AI서비스 ‘에코룩(Echolook)’을 통해 패션스타일을 추천하는 동시에 데이터를 수집하여 패션 트렌드를 파악하는데 활용

7 공간의 재탄생, 카멜레존 Rebirth of Space

- 카페·책방·전시회장으로 상황에 맞게 변신하는 공간, 카멜레존Chamelezone이 대세. 비대면 유통으로 위축된 오프라인 상권의 몸부림
- 참신하면서도 업의 본질과 시너지를 낼 수 있는 컨셉이 성패를 가름
- 코엑스몰 별마당도서관은 도서관 컨셉으로, 코엑스몰을 살렸다는 평가

8 밀레니얼 가족 Emerging ‘Millennial Family’

- 자기 가꾸기에 열심인 ‘밥 잘 사주는 예쁜 엄마’, 탈며느리·탈시부모 등 新가족개념 등장. 부모-자식간 소통은 단톡방으로
- 각종 ‘도우미경제’가 발달하고, 간편식, 신종가전기기가 인기
- 중·고등생 자녀가 있는 집의 간편식 구매 빈도가 1~2인 가구보다 훨씬 높으며 시장 규모도 4조원에 이를 것으로 추정

9 그곳만이 내 세상, 나나랜드 As Being Myself

- 남의 눈길은 이제 그만. 자기 기준으로 스스로를 사랑하고 지키려는 사람들이 무민無mean 라이프스타일을 지향
 - 지난해 키워드였던 자존감이 자기존재감으로, 율로YOLO가 홀로혼자 하는 율로로 진화하고, 소확행이 더 개인화되는 경향
 - 가치관도 탈코르셋화가 두드러짐. 여성들의 노브라 운동, 40대 워킹맘이 아이돌에, 50대 남성이 드론에 열광하는 등 고정관념이 파괴됨
 - 자기 몸 긍정주의가 유행하며 정형화된 미에 반기를 드는 움직임
- * 마네킹 몸매 모델로 유명한 속옷브랜드 ‘빅토리아시크릿’의 매출이 감소 중이며 고가 브랜드들이 88 이상의 플러스 사이즈를 내놓기 시작

10 매너 소비자 Manners Make the Consumer

- 갑질에 대한 사회의 경각심 증가로 근로자 보호가 점차 이슈화
- 주52시간, 워라밸이 직장문화의 양적 변화라면, 감정노동으로부터의 보호는 질적 변화. 이제 고객에 대한 무조건적 친절이 아닌, 소비자 매너와 균형을 도모하는 워커밸worker-customer-balance을 지향
- * 뉴욕타임즈는 2018년 한국 재벌의 갑질 사건을 보도하며 ‘GAPJIL’을 업주나 회사 임원이 중세 영주처럼 부하 직원, 하청업체에 권력을 남용하는 행위로 소개 **kt**



Technology
Policy
Research
Institute

기술정책연구소

Technology Policy Research Institute

발행 한국과학기술연구원 기술정책연구소 연락처 TEL 02_958_6019