

# TePRI

## REPORT

2019 • vol.101

# 10



**전망대** 인공지능(AI), 데이터가 답이다

**Focus** 기술혁신이 가져올 라이프스타일의 변화

**Insight** 정병기 녹색기술센터 소장

### Part 01 R&D Spotlight

01. 기획특집 : 한-베 과학기술연구소(VKIST) 조기 안정화를 위한 환경조사, 셋
02. 이슈분석 : 독일의 해외 우수두뇌 확보 정책

### Part 02 R&D In&Out

01. 주요 정책동향 : 2020년 과기정통부 예산안 및 정부 R&D 예산안 발표
02. TePRI, 정책 현장 속으로 : Smart Factory&Manufacturing II
03. 글로벌 시장 동향 : 연비 향상, 배기가스 배출 감소를 위해 자동차용 경량화 소재 시장 성장
04. Guten Tag! KIST Europe : 한-EU의 원자력 발전과 에너지전환 비교 분석

### Part 03 TePRI 休

01. 세계사 속 과학기술 : 니체와 다이너마이트
02. Law and Science : 이용허락 없는 저작물의 디지털화와 공정이용 법리 : 구글의 사례
03. 소통과 대화를 위한 재미있는 이노베이션 이야기 : 지속가능성과 기술혁신의 두 가지 관계



# TePARI

REPORT

2019 • vol. 101

# 10



기술정책연구소

Technology Policy Research Institute

08

人sight

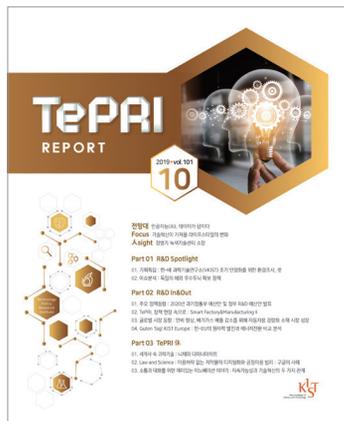
정병기 녹색기술센터 소장



13

여섯 번째 기획시리즈

한-베 과학기술연구소(VKIST) 조기 안정화를 위한 환경조사, 셋



## CONTENTS ●

---

### 04 **전망대**

인공지능(AI), 데이터가 답이다 4

### 06 **Focus**

기술혁신이 가져올 라이프스타일의 변화 6

### 08 **人sight**

정병기 녹색기술센터 소장 8

### 14 **Part 01 R&D Spotlight**

#### 01. 여섯 번째 기획시리즈

한-베 과학기술연구소(VKIST) 조기 안정화를 위한 환경조사, 셋 15

#### 02. 이슈분석

독일의 해외 우수두뇌 확보 정책 20

### 26 **Part 02 R&D In&Out**

#### 01. 주요 정책동향

2020년 과기정통부 예산안 및 정부 R&D 예산안 발표 27

#### 02. TePRI, 정책 현장 속으로

“Smart Factory&Manufacturing II : 스마트제조 및 물류 혁신의 현재와 미래” 참관 33

#### 03. 글로벌 시장 동향

연비 향상, 배기가스 배출 감소를 위해 자동차용 경량화 소재 시장 성장 34

#### 04. Guten Tag! KIST Europe

한-EU의 원자력 발전과 에너지전환 비교 분석 35

### 38 **Part 03 TePRI 休**

#### 01. 세계사 속 과학기술

니체와 다이너마이트 39

#### 02. Law and Science

이용허락 없는 저작물의 디지털화와 공정이용 법리 : 구글의 사례 41

#### 03. 소통과 대화를 위한 재미있는 이노베이션 이야기

지속가능성과 기술혁신의 두 가지 관계 43

# 인공지능(AI), 데이터가 답이다

박성욱

한국과학기술정보연구원 선임연구원

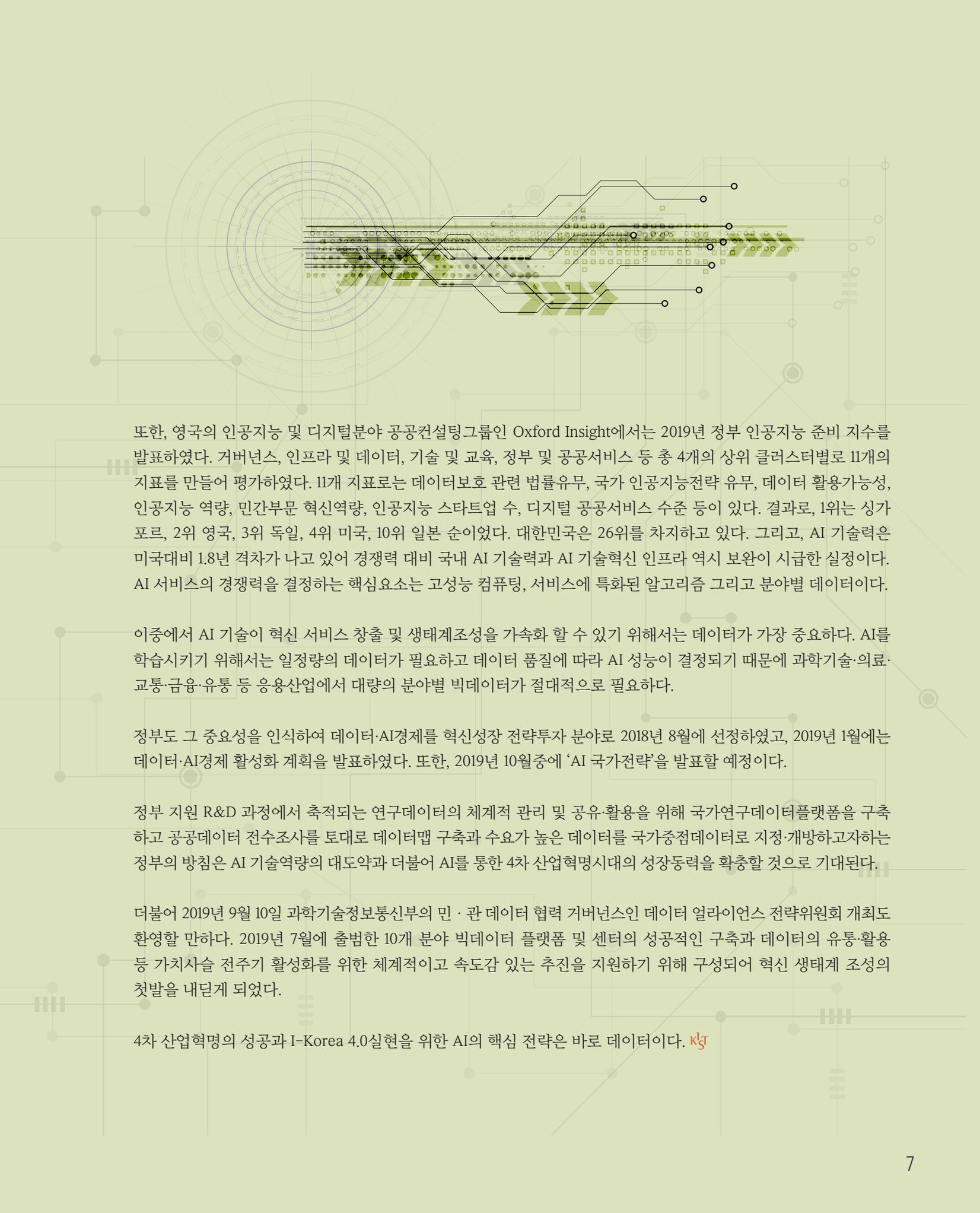
**인**공지능(AI, Artificial Intelligence)은 인지, 학습 등 인간의 지적 능력의 일부 또는 전체에 대해 컴퓨터를 이용해 구현하는 지능이라고 과학기술정보통신부는 정의하고 있다. 문재인정부에서는 AI를 단순 신기술이 아닌 4차 산업혁명을 촉발하는 핵심동력으로 지정하여 AI가 파괴적 기술혁신을 통해 산업구조의 변화를 촉진시키고 사회·제도의 변화까지 유발할 것으로 전망하고 있다.

글로벌 시장조사 기관인 트랙티카의 자료에 따르면, AI의 응용프로그램에서 발생한 수익이 2017년 약 6조원에서 연평균성장률 45%의 급격한 성장으로 2025년에는 약 120조원으로 증가할 것으로 예상하고 있다.

이에 과학기술정보통신부는 'I-Korea 4.0 실현을 위한 인공지능(AI) R&D전략'을 2018년에 발표하였다. 발표문에는 비전으로 '세계적 수준의 AI 기술력 및 R&D 생태계 확보'를 제시하고 향후 5년간(2018~2022) 2.2조원 투자를 하겠다고 발표하였다. 또한 전략목표로 세계 4대 AI강국 도약, 우수 인재 5천여명 확보, 마지막으로 AI 데이터 1.6억여건 구축을 전략목표로 제시하였다.

영국 지식재산청이 2019년에 인공지능 분야에서의 글로벌 특허동향을 분석하였는데, 지난 20여년간 미국이 가장 많은 특허를 출원하였고 그 다음으로 중국, 일본, 한국, 독일 순으로 특허를 출원하였다. 전세계 AI 특허출원규모로 가장 대표적인 분야는 소프트웨어업체이며, IBM, MS가 대표적인 기업으로 조사되었다.

인공지능 분야에서 국가별 기업의 활동성을 보면 AI 활동기업의 점유율은 중국이 85%로 가장 높고, 미국이 51%, 프랑스 49% 순이었다. 특히 중국은 제4차 산업혁명이 언급된 이후 4차 산업혁명 핵심 기술 중 하나로 AI 발전의 중요성에 집중하고 있다고 2019년 보스턴 컨설팅그룹이 발표하였다.



또한, 영국의 인공지능 및 디지털분야 공공컨설팅그룹인 Oxford Insight에서는 2019년 정부 인공지능 준비 지수를 발표하였다. 거버넌스, 인프라 및 데이터, 기술 및 교육, 정부 및 공공서비스 등 총 4개의 상위 클러스터별로 11개의 지표를 만들어 평가하였다. 11개 지표로는 데이터보호 관련 법률유무, 국가 인공지능전략 유무, 데이터 활용가능성, 인공지능 역량, 민간부문 혁신역량, 인공지능 스타트업 수, 디지털 공공서비스 수준 등이 있다. 결과로, 1위는 싱가포르, 2위 영국, 3위 독일, 4위 미국, 10위 일본 순이었다. 대한민국은 26위를 차지하고 있다. 그리고, AI 기술력은 미국대비 1.8년 격차가 나고 있어 경쟁력 대비 국내 AI 기술력과 AI 기술혁신 인프라 역시 보완이 시급한 실정이다. AI 서비스의 경쟁력을 결정하는 핵심요소는 고성능 컴퓨팅, 서비스에 특화된 알고리즘 그리고 분야별 데이터이다.

이중에서 AI 기술이 혁신 서비스 창출 및 생태계조성을 가속화 할 수 있기 위해서는 데이터가 가장 중요하다. AI를 학습시키기 위해서는 일정량의 데이터가 필요하고 데이터 품질에 따라 AI 성능이 결정되기 때문에 과학기술·의료·교통·금융·유통 등 응용산업에서 대량의 분야별 빅데이터가 절대적으로 필요하다.

정부도 그 중요성을 인식하여 데이터·AI경제를 혁신성장 전략투자 분야로 2018년 8월에 선정하였고, 2019년 1월에는 데이터·AI경제 활성화 계획을 발표하였다. 또한, 2019년 10월중에 'AI 국가전략'을 발표할 예정이다.

정부 지원 R&D 과정에서 축적되는 연구데이터의 체계적 관리 및 공유·활용을 위해 국가연구데이터플랫폼을 구축하고 공공데이터 전수조사를 토대로 데이터맵 구축과 수요가 높은 데이터를 국가중점데이터로 지정·개방하고자하는 정부의 방침은 AI 기술역량의 대도약과 더불어 AI를 통한 4차 산업혁명시대의 성장동력을 확충할 것으로 기대된다.

더불어 2019년 9월 10일 과학기술정보통신부의 민·관 데이터 협력 거버넌스인 데이터 얼라이언스 전략위원회 개최도 환영할 만하다. 2019년 7월에 출범한 10개 분야 빅데이터 플랫폼 및 센터의 성공적인 구축과 데이터의 유통·활용 등 가치사슬 전주기 활성화를 위한 체계적이고 속도감 있는 추진을 지원하기 위해 구성되어 혁신 생태계 조성의 첫발을 내딛게 되었다.

4차 산업혁명의 성공과 I-Korea 4.0실현을 위한 AI의 핵심 전략은 바로 데이터이다. **KT**

# 기술혁신이 가져올 라이프스타일의 변화

## 서덕록

연구기획분석팀장  
dukrok@kist.re.kr

## ‘1o’

지금으로부터 50년 전인 1969년은 과학기술사에서 바라보자면 두 가지 성취로 기억될 해이다. 하나는 인류가 지구가 아닌 천체에 첫 발을 디딘 것(1969년 7월 20일)이고, 다른 하나는 인터넷의 전신인 ARPANET이 최초로 연결되어 원거리간의 컴퓨터통신이 가능해진 것(1969년 10월 29일)이다. ‘1o’는 인터넷으로 전송된 첫 번째 메시지이다. 사실, 컴퓨터와 네트워크는 예나 지금이나 중요할 때는 거의 말짱이라, 로스앤젤레스의 UCLA에서 산호세의 SRI(Stanford Research Institute)로 ‘login’ 명령을 전송하였으나, 첫 두 글자인 ‘1o’만 전송된 후 시스템이 다운되었다고 한다.



1969년은 제2차 세계대전 이후 1970년대 후반까지 이어진 대호황(Great Prosperity)의 중심을 통과하고 있던 때이다. 미국의 중산층은 해마다 두터워졌고, 가구의 실질소득이 높아졌다. 기술혁신에 기반 한 신제품이 개발되어 대량생산으로 이어졌고, 높아진 가구소득으로 다져진 탄탄한 수요와 어우러져 시장은 견고하였다. 영화 속에서 보았을 50년 전의 미국의 중산층의 가정을 떠올려보자. 주차장에는 미국 빅3 자동차회사의 차 한 대가 서 있고, 거실에는 케이블방송에 연결된 TV(흑백 브라운관), 라디오, 에어컨 그리고 전화기가 있다. 주방에는 냉장고, 전자레인지, 가스레인지가 있고 커피포트가 물을 끓이고 있다. 그리고 집안 어느 곳인가에는 세탁기가 주부를 대신하여 열심히 빨래를 돌리고 있다. 세부적인 품질과 기능은 지금의 그것들과는 큰 차이가 있겠지만, 주요 생활필수품(가전)의 보급이 이루어져 현재의 중산층 가정의 모습과 비교하더라도 큰 차이가 없던 시절이다. 우리나라로 보자면 2000년과 2019년의 삶의 방식과 생활의 풍경이 크게 바뀌지 않은 것과 유사하다.



그러면, 지난 50년간 무엇이 우리 생활의 변화를 가져왔을까? 서두에 언급한 인터넷을 필두로 한 컴퓨터, 그리고 휴대폰(스마트폰)이 그 주인공이 될 것이다. 그리고 이들을 토양 삼아 성장한 디지털 스타인 Facebook, Apple, Amazon, Netflix, Google(FAANG)은 이제 오래된 전통산업을 위협하고, 라이프스타일의 변화를 촉진하고 있다. 아이들은 더 이상 공중파는 물론이거니와 케이블TV조차 시청하지 않는다. 오직 유튜브의 창으로 지식과 세상에 접촉하고 있다.

기계장치를 중심으로 130년을 넘게 발전해 온 자동차와 이를 중심으로 그물망처럼 연결되어 있는 전통산업도 전동화와 자율주행을 키워드로 혁신적 변화의 시작점에 서 있다. KIST의 L3 연구동 지하주차장에는 전기차 급속충전기가 설치되어 있는데, 충전하고 있는 전기차의 모습을 심심치 않게 볼 수 있다. 불과 1년 전만하더라도 낯설었던 파란색 번호판의 전기차는 KIST는 물론이거니와 서울시내에서도 쉽게 볼 수 있게 되었다. 전기차 천국이라는 제주도 여행을 가보았다면 몇 년 사이 ‘내연기관차 반, 전기차 반’으로 바뀐 모습도 경험했으리라. 전기차의 미래는 자동차를 최초로 개발한 벤츠에서조차 더 이상 신형 엔진을 개발하지 않겠다고 한 발표로 가늠해 볼 수 있다..

유튜브에서 ‘자율주행(autonomous vehicle)’을 검색하면 광고와 보고서에서 보던 자율주행기술이 어떻게 실현되고 있는지 간단히 확인할 수 있다. 이 분야의 최상위 기술기업은 구글의 웨이모(Waymo)와 GM의 크루즈(Cruise)인데, 두 회사의 자율주행차가 가장 많은 시험주행을 하고 있는 샌프란시스코 시내의 주행영상은 - 홍보를 위해 잘 구성된 영상으로 업로드 된 것임을 감안하더라도 - 속달한 운전자만큼이나 유연한 판단과 능숙한 운전 실력을 보여주고 있다. 캘리포니아 주에서 자율주행시험을 하고 있는 모든 회사는 매해 운행현황에 대하여 교통안전국에 보고서를 제출한다. 그 데이터를 살펴보면 자율주행기술의 어디까지 진보하였는지 가늠해 볼 수 있다. 2018년 말 기준으로 웨이모는 평균 17,847km, 크루즈는 평균 8,328km에 한 번, 차량의 자율주행에 대한 운전자 개입(disengagement)이 이루어졌다. 이 거리는 1년 전에 비하여 두 배정도 늘어난 거리이다. 일반적인 운전자가 1년에 만5천km를 주행한다고 보면, 1년 동안 겨우 한두 번의 운전자 개입이 필요할 뿐이다. (물론 그 시점에 적절한 운전자 개입이 이루어지지 않는다면 사고로 연결될 가능성을 배제할 수 없다.) 그동안 웨이모는 자율주행만으로 누적 1,300만km를 주행하였으며, 하루에 4만km씩 대체로 사고 없이 그 기록을 늘리고 있다. 기술적 의미에서의 자율주행은 어느덧 우리앞에 성큼 와 있다.

굳이 4차산업 혁명이라는 거창한 유행어를 끌어오지 않더라도 제조업을 중심으로 다져온 산업사회의 버팀목들이 서서히 쇠퇴하고, 변화를 시도하고 있다. 기술공급에서 바라보자면 우리 KIST를 비롯한 R&D 혁신가는 가장 선두(frontier)에서 치열하게 과학의 탐구, 기술의 진보 그리고 지식의 축적을 이루어내고 있지만, 반대편인 시장수요에서 바라보자면 가장 후방에 있게 된다. 공공의 이익을 근간을 이루고 있는 출연(연)의 연구가 반드시 시장을 목표로 할 필요는 없겠지만, 사회와 공동체, 그리고 미래의 변화와 주파수를 맞추는 것이 필요하다. 그래야만 저 차가운 남극 바다에 힘차게 뛰어드는 퍼스트 펭귄이 될 수 있다. **ktg**



## 국가 기후변화 대응 정책 싱크탱크의 수장을 만나다. 정병기 녹색기술센터 소장

정병기 박사님께서 지난 5월 녹색기술센터(이하 GTC) 제3대 소장으로 취임하셨습니다. 정병기 소장님께서서는 한국과학기술연구원에서 미래융합기술연구본부장, 연구기획조정본부장 등을 역임하시며 25년간 연구뿐 아니라 기관 운영 전반에서 주요한 역할을 수행해 오셨습니다. 새로운 변화와 도전으로 녹색·기후기술 발전을 위한 정책 수립을 지원하고 계시는 정 소장님을 만나기 위해 서울 중구의 남산스퀘어 17층을 찾았습니다.

김종주 미래전략팀장, [jongjoo@kist.re.kr](mailto:jongjoo@kist.re.kr) 박연수 미래전략팀, [ysoo@kist.re.kr](mailto:ysoo@kist.re.kr)

**Q GTC 소장님으로 취임하신지 4개월 남짓한 시간이 흘렀습니다. 그 동안의 소감 및 향후 포부와 계획을 듣고 싶습니다.**

3년의 임기를 기승전결의 네 단계로 본다면 이제 첫 번째 ‘기’의 절반 정도 지난 것 같습니다. 그동안 GTC의 속사정을 파악하고 취임 전에 제시한 기관운영계획서를 바탕으로 조직 운영에 대한 밑그림을 상세히 그리는데 주력했고, 이제 금년말까지 그 밑그림에 부합하도록 조직과 제도 관점에서 큰 틀을 정비하려고 합니다. GTC는 설립된 지 6년 반이 갓 지나, 사람으로 친다면 소년기에 해당한다고 생각합니다. 지금은 녹색·기후기술 정책연구소로서의 정체성과 조직 문화 확립을 위한 성장통을 겪으며 발전하고 있는 연구소라고 보시면 됩니다. 구성원의 80퍼센트 이상이 40세 미만의 젊고 유능한 직원들로 이뤄져 있어서 미래가 밝습니다. 그러나 한편으로 경험과 경륜이 부족한 부분도 있고 보완해야 할 취약한 시스템 요소도 있다고 생각합니다.

저는 내부의 속사정과 성장통을 제대로 알고 이해해야 실효성 있는 기관운영 계획을 수립할 수 있다고 생각하여 취임 후 두 달간 전 직원 대상의 개인 면담과 함께 주니어보드의 운영을 통해 연구소장의 핵심 아젠다를 공유, 조정, 구체화하는 작업을 했습니다. 앞으로 3년 간 GTC 소장으로서 저의 소명은 지난 기간의 성과를 계승하고 시행착오를 반면교사로 하여 GTC가 기술정책연구소로서 타 기관과 확실히 차별화된 역할과 입지를 확보하고 밝은 미래를 실현해 갈 수 있는 튼튼한 토대를 마련하는 것이라 생각하고 이를 위해 최선을 다할 것입니다.

**취임하신 이후 짧은 기간이지만 의미 있는 성과들이 많은 것으로 알고 있습니다. 몇 가지를 자랑해 주실 수 있는지요?**

다시 말씀드리겠지만 GTC는 국가 녹색·기후기술 정책연구와 글로벌 기후기술협력 전략연구를 임무로 하고 있습니다.

취임 후 정책연구 분야에서는 스톡홀름 환경연구소(SEI)와

동아시아의 미세먼지 대응을 위한 국제협력 전략수립을 위한 공동프로젝트에 착수한 것을 비롯하여 기후변화 대응 정책분야의 국제기구인 UDP(UNEP DTU Partnership)와 GTC가 공동 개발한 기후기술 분류체계를 국제표준화하기 위한 공동프로젝트를 개시했습니다. 이는 선진연구기관과의 전략적 공동연구를 통해 우수성과 창출 및 글로벌 영향력을 확보하기 위한 첫 번째 발걸음이라고 자체적으로 평가하고 있습니다.

글로벌 기후기술협력과 관련해서는, 신남방정책의 핵심 주요국들과 협력 추진에 의미 있는 성과가 있었습니다. 인도네시아에 녹색기술협력거점센터를 설립하여 폐기물 처리를 비롯한 다양한 기후기술 분야에서 포괄적 협력을 추진해 나가기 위한 기반을 마련하였고, 또한 국내 최초로 P4G (Partnering for Green Growth and the Global Goals 2030) 인증 프로젝트를 수주하여 선진국(덴마크)-개도국(베트남)과 공동으로 메콩강 유역 기후변화 피해 최소화화를 위한 수자원 관리시스템 개발에 나서게 되었습니다. 이러한 성과들은 대부분 전임 오인환 소장님께서 추진하시던 일들이 결실을 맺고 있는 것으로 보시면 됩니다. 임기를 시작한지 얼마 되지 않은 제 입장에서 무엇보다 큰 성과는 허니문 기간을 비교적 달콤하게 보낸 것이 아닌가 싶습니다. (웃음) 앞서 말씀드린 대로 구성원들과의 다양한 소통 노력을 통해 그들의 동의와 기대를 담은 기관운영계획을 만들면서 상호 신뢰의 경험을 쌓으며 임기를 연 것이 아닌가 싶습니다.

**취임 이후 시작된 기관운영계획서 및 연구사업계획서가 최근 마무리 된 것으로 알고 있습니다. 임기 동안 역점을 둘 사업에 대한 간략한 설명 부탁드립니다.**

기관 및 연구사업 운영의 역점사항에 대해 말씀드리겠습니다. 신기후체제하에서 기후변화대응의 수단으로 최근 들어 기술의 중요성이 더욱 부각되고 있습니다. 저는 이번 계획서에서 GTC가 보다 강고한 기술전문성을 기반으로 정책 및 협력연구를 수행하는 연구소로 도약하자는 방향과 함께 이를 달성하기 위하여 연구·조직 문화를 선진화하고 (Globalization), 연구사업·조직 혁신을 통해 내부역량을



강화하고 (Task-orientation), 국내외 협력거점으로서 외부역량을 적극 활용하는 (Collaboration) 전략을 제시했습니다. 앞으로 방대한 기후기술 분야 중에서 GTC가 집중할 기술군을 선정하고 기술군 별로 기술담당관을 선정하여 관련 출연연들이 참여하는 협의체를 운영하는 한편, 이를 연계하여 기술조사, 분석, 평가, 정보생산을 담당하는 기술전담조직을 신설하려고 합니다. 그것을 주축으로 정책 및 글로벌 협력연구를 추진해 나아갈 계획입니다. 이를 통해 GTC가 녹색·기후기술 정책연구소로서 타 기관과 확실히 차별화된 역할과 입지를 확보하고 장기적 발전의 토대를 마련할 수 있으리라 봅니다.

**Q 국가과학기술연구회 산하 25개 이공계 출연(연) 중 GTC는 기후기술에 관한 정책과 국제협력을 다루는 유일한 기관입니다. 향후 이러한 정체성 확립과 협력관계의 강화를 위한 복안이 있으십니까?**

GTC는 국가과학기술연구회 산하 25개 출연연 중에서 유일한 기술정책연구소입니다. 이러한 입지를 백분 활용하여 국가와 국민이 기대하는 연구소의 핵심 역할과 기능을 수행하는 것이 전략적으로 필요하고 또한 당연한 일입니다. 이미 앞의 질문들에 대한 대답에서 언급한대로 이를 위해 저는 연구소의 기술전문성 강화에 초점을 맞추고 있으며 내부조직의 재배열을 통한 역량강화와 함께 GTC의 역점 기후기술군에 대해

출연연 협의체 운영 등 협력체계를 수립·운영하는 것이 매우 중요한 과제라고 생각합니다. 이번에 제출한 연구사업계획서에서 중장기연구목표로서 기후기술 R3D (R&D, Demonstration, Diffusion) 플랫폼 구축을 제시하였습니다. 출연연과의 협력체계는 이 플랫폼의 핵심 요소의 하나로서 이를 통해 국가 녹색·기후기술 정책 수립 지원, 출연연 보유기술의 국내외 실증 및 확산을 위한 거점 역할을 정립해나갈 수 있을 것으로 생각합니다.

**Q 신남방정책, 신기후체제(파리기후변화협정) 이행체계 구축, 과학기술 ODA 등이 국가의 새로운 정책수단으로 등장하고 있습니다. 그러나 이러한 분야들은 선진국보다 경험이 부족하여 국가 차원의 전략이 부재하다고 전문가들은 지적하고 있습니다. 이를 해결하기 위한 GTC만의 전략이 있으신지요?**

신기후체제 및 지속가능발전에 대한 현 정부의 의지는 지난 23일 오후 발표된 문재인 대통령의 유엔사무총장 주최 기후 행동 정상회의(Climat Action Summit) 기조연설에서도 확인할 수 있습니다. 그러나 아직까지 신기후체제라는 큰 틀에서 선진국과 개도국이 함께 온실가스 감축을 위해 노력하겠다는 것 외에, 구체적으로 어떤 방식으로 각국이 온실가스 저감을 통해 지속가능한 성장을 추구할 지에 대해서는 국제사회가

아직 합의를 이루지 못하고 있는 실정입니다. 이러한 불확실성에도 불구하고, 우리나라가 국제 사회에 약속한 온실가스 감축분을 달성하기 위한 열쇠는 결국 '기술'이며, 여기에 기후 변화대응을 위한 기술정책 싱크탱크로서 GTC의 역할이 있다고 봅니다.

먼저 유엔기후변화협약 하의 국가간 기술협상 무대에서 우리 정부를 도와 우리나라에 우호적인 온실가스 감축체계가 국제 사회에서 합의될 수 있도록 국가 전략을 수립·지원할 예정입니다. 국내적으로는 온실가스 저감 효과가 높고 국내외에서 수요가 높은 혁신기술을 적극 발굴하고 육성할 수 있는 국가 R&D 정책 및 전략을 수립·지원하고자 합니다. 또한, 기후 기술 정보 공유 및 국내외 유관기관과의 협력 허브로서 빅데이터 플랫폼을 구축하고, 이 플랫폼 내에서 우리나라의 기후기술과 개도국 수요 매칭이 활성화되도록 할 계획입니다.

마지막으로 선진국 및 개도국과의 긴밀한 기술협력 네트워크를 구축하고, 혁신기술을 활용한 온실가스 감축활동의 측정·보고·검증(MRV) 체계를 수립하겠습니다. 이를 기반으로 우리나라의 혁신기술을 기반으로 하는 개도국의 온실가스 감축 사업이 활성화될 수 있도록 수요를 발굴하고, 현지화 및 실증 연구를 지원하고, 개도국 정부 차원의 마스터플랜 수립이나 국제기구의 재원 연계, 본사업 추진 등 기후기술 사업화 전주기 지원체계를 구축할 계획입니다. 이러한 계획이 실현된다면 국제 사회에 우리가 약속한 온실가스 감축량을 확보하면서도 녹색·기후기술 분야에서 국내외의 신시장 육성과 새로운 일자리를 창출하는 기회가 될 것으로 기대됩니다.

**Q 소장님께서 연구현장에서도 다수의 탁월한 연구 업적을 쌓아 오신 걸로 알고 있습니다. 그 중 가장 기억에 남는 연구경험을 말씀해 주십시오.**

연구자의 길에 들어서게 된 시작이라고 할 수 있는 박사학위 논문 연구 중에 있었던 조금 특별한 경험을 이야기하고 싶습니다. 제 학위 논문주제는 재료의 규칙-불규칙 상변태에 관한 것으로 당시 제 지도교수님은 박사논문에 관한 거의 모든 것을 학생의 자술에 맡기는 분이셨습니다. 당연히 주제 선정도 학생 몫이었는데 워낙 역사가 오래된 분야라서 처음

몇 년 동안은 연구시간의 대부분을 해당 분야의 논문과 저서들을 읽고 적절한 주제와 이론 및 실험방법론을 발굴하는데 보냈습니다.

그러던 중 Armen Khachaturyan이라는 대학자가 저술한 책 한 권을 탐독하게 되었는데 고체재료의 상변태 중 발생하는 원자 재배열과 관련된 현상에 대해 농도파동기법이라는 수학적 기법을 사용하여 통계열역학적, 탄성론적 해석을 다룬 책이었습니다. 눈앞이 확 밝아지면서 그야말로 깨우치는 기쁨을 느끼며 '안광이 지배를 철'할 정도의 집중력으로 공부에 빠져들었던 것 같습니다. 책의 절반 이상이 너털너털해졌을 무렵 책에서 해결하지 못한 의문, 그리고 대가가 실수했을지도 모른다고 생각한 부분들을 모아 수십 개의 질문으로 정리해 편지를 썼는데 그 분량이 수십 장에 달했던 것으로 기억합니다. 얼마지 않아 답장을 받았는데, 내용인즉 그 분의 집에 와서 직접 이야기하자는 것이었고 8시간이 넘는 거리를 차를 몰고 가서 그 집에서 하루를 묵으며 편지에 담긴 내용에 대해 토론하고 가르침을 받았습니다.

30년쯤 된 이야기이지만 아직도 가끔 생각이 나는 일화입니다. 그 분의 책을 접한 이후 관련 현상을 분석하고 이해하는 제 연구역량이 일취월장했었고 그 분야에서 최상위 저널에 논문 수 편을 한꺼번에 게재하는 성과로 이어졌습니다. 암중모색을 하면서 쌓아 간 탄탄한 기초가 한 몫에 많은 것을 풀어내는 것을 몸소 체험한, 연구자로서 귀중한 경험이었습니다.

**Q 최근 일본의 수출규제에 따른 국내 부품소재산업 자립화가 현재 과학기술계의 핵심 이슈가 되고 있습니다. 소재·재료분야의 전문가로서 한 말씀 부탁드립니다.**

일본의 부당한 수출규제로 야기된 소재·부품·장비 산업의 자립화가 말씀대로 과학기술계의 핫이슈입니다. 워낙 많은 전문가들께서 원인 분석 및 대책 등과 관련하여 좋은 말씀들을 하셨고 정부에서도 발빠르게 대응하여 얼마전에 소재·부품·장비 연구개발 투자전략 및 혁신대책을 마련함으로써 기술 자립화의 전기가 마련된 것 같습니다. 사실 소재·부품산업의 경쟁력 강화는 2001년 소재·부품 특별법 제정 이전부터의 오랜 화두로서 불과 4-5년전에도 우리 주력산업이 처한

너트크래커 상황의 돌파와 관련해서 활발한 논의가 있었습니다. 한 예로, 대한금속·재료학회와 세라믹학회가 공동으로 소재강국연구회를 구성하여 지난 30년간 세계시장에서 두각을 나타낸 소재개발 사례의 성공요인을 분석하고 향후 추진 과제를 제안한 ‘선진한국의 길 소재강국’이라는 연구보고서를 2015년에 발간한 바 있습니다. 현 VKIST 금동화 원장님이 연구회장을 맡으셨고 저도 일정 역할을 담당했었습니다. 그 보고서에서 제안한 대표적 과제의 하나는 최근에도 중요성이 많이 강조되고 있는 수요지향적 소재개발체계를 갖추자는 것입니다. 즉 소재분야 연구자-소재기업이 수요기업과 조기에 협업할 수 있는 시스템을 구축해야 한다는 의미입니다.

제 경험을 토대로 말씀드리면 예전에 차세대 비휘발성메모리용 재료개발 연구를 수행하고 메모리 생산업체에 기술을 이전한 적이 있습니다. 실험실 수준에서 고성능의 재료를 개발하더라도 양산을 위한 up-scaling 특성, 부품의 미소화에 대응하기 위한 down-scaling 특성, 그리고 사용환경에서 부품의 요구성능을 발현하기 위한 특성 등을 맞추다 보면 당초 개발된 재료와 그 구성이 상당히 다른 재료가 될 수 있습니다. 결국 성공적인 소재개발을 위해서는 소재기업 및 수요기업과 협력을 통해 기업의 개발 플랫폼을 거치며 문제점을 파악하고 그에 대응하는 작업이 필수적으로 이루어져야 하며 그것이 조기에 이루어질수록 성공가능성과 함께 비용 대비 효율을 높일 수 있다고 생각합니다.

**Q 평소 많은 업무량에도 불구하고, 규칙적인 운동 등 철저한 자기관리로 후배들의 귀감이 되고 계신데, 소장님의 비결이 있으신지요?**

철저한 자기관리라는 표현은 조금 과대포장된 부분이 있는 것 같습니다 (웃음). 철저한 자기관리로 따지자면 제 주변 분들 중에 훌륭한 습관을 지속적으로 유지하고 계신 선후배들이 상당수 계시고, 새벽운동을 열심히 규칙적으로 하시는 다른 KIST 연구자들도 계셔서 제가 그렇게 특별하다고 생각하지 않습니다. 제 경우에는 2011년 여름에 방광암 수술을 받은 직후부터 건강관리의 중요성을 절감하여 주로 저녁시간에 운동을 했습니다. 그런데 연구원 내 여러 역할을 맡게 되고 보직을 맡게되면서 따로 시간을 내기가 어려워져서 아침시간

대 운동을 계속하고 있습니다.

필요해서 하지만 당연히 즐거움이 있기에 계속해 오고 있는데, 그것을 저는 성취감 또는 승리감이라 표현하고 싶습니다. 이른 아침에 잠자리의 유혹을 뿌리치고 일어나 땀을 흠뻑 흘리고 난 후 샤워하면서 느끼는 뿌듯함이 좋기도 하고, 또 매일 정해놓은 운동량을 소화하다 보면 중간에 대충하거나 포기하고 싶은 순간이 오곤 하는데 그걸 넘기고 운동을 마치면 하루를 승리감으로 시작할 수 있어서 계속하고 있습니다.

여담이지만 저는 출장을 갈 일이 생기면 숙소를 물색하면서 가장 관심 있게 보는 것이 헬스시설 또는 수영장을 이용할 수 있는지 여부입니다. 대부분 지역은 별 문제가 없는데 일본이나 유럽은 제 출장비로 감당할 수 있는 숙소에는 운동 시설이 갖춰지지 못한 경우가 많습니다. 그런 경우 낯선 이국의 새벽 거리에서 조깅을 하곤 하는데 그것 또한 특별한 즐거움이 있습니다. 어렵거나 성가신 고비를 넘기고 맛보는 성취감, 삶의 모든 것을 추동하는 중요한 동력이 아닐까 싶습니다.

**Q 평소 좌우명이나 최근 인상 깊게 읽으신 책이 있으신다면, 소개 부탁드립니다.**

지금까지 삶을 돌이켜보면 저는 비교적 안정적인 환경에서 살아왔던 것 같습니다. 하지만 누구나 정도의 차이는 있지만 어느 정도의 굴곡은 반드시 지나게 되어있는 것 같고 그때 만나는 질문 중에 대표적인 것이 ‘나는 누구인가?’같은 것이 아닌가 싶습니다. 제 삶의 어려운 대목에서 우연히 접어 들었던 책들 중에 인상 깊었던 책들로 두 가지가 떠오르네요. 둘 다 잘 알려진 책들인데 모두 주체적 삶이라는 주제를 무게 있게 다루고 있습니다. 첫 번째는 에리히 프롬(Erich Fromm)의 <사랑의 기술(Art of Loving)>입니다. 대학교 때 길벗에 주마간산 격으로 읽은 뒤에 미국 포스트닥 시절에 원서로 읽었는데 마침 갈급하던 시기에 읽어서 그런지 좋았던 표현들은 외울 정도로 저자의 세계관에 매료되었고 그 후 10여권의 저서를 모두 섭렵했던 기억이 납니다. 또 다른 책으로 스티븐 코비의 <성공하는 사람의 7가지 습관>이 있습니다. 저는 마치 묘책이라도 제시하듯이 제목에 숫자가 들어간 책들은 읽고 나면 묵직한 메시지가 남지 않아 대체로 내용을 신뢰하지 않고 실제 구매하는 경우도 별로 없습니다. 이 책은 서점에서

눈길을 준 뒤 상세히 살펴보고 구매했는데, 제목은 다소 자극적이지만 내용은 최상위 자기계발서로 분류하고 싶은 책으로서 한번 정독을 마친 이후에도 종종 발췌하여 읽기도 했습니다. 한 동안 제가 지도했던 학생들이 학위를 마치고 나갈 때 이 책을 선사하곤 했었습니다. 이렇게 공개적으로 홍보해도 되는지 모르지만 어쨌든 어려운 시기에 우연히 인연을 맺어 많은 도움을 받은 고마운 책들입니다.

**❶ 마지막으로 GTC와 KIST를 포함한 출연(연) 연구자들께 한 말씀 부탁드립니다.**

저는 갈 연(研)과 다할 구(究)가 합쳐진 한자어 연구(研究)가 가리키는 연구자의 자세에도 동의하지만 다시(re)-찾다(search)의 의미소로 구성된 영어 research가 함의하는 연구자의 자세에 더욱 공명을 느낍니다. 많은 연구가 당연하게 또는 무심히 봐 온 현상이나 해석에 대해 다시 찾아보려는 새로운 눈길을 주는 것으로 시작한다고 봅니다. 제 소견에, 다시 찾아가는 과정에서 연구자에게 중요한 덕목 중 하나가 정직성이라고 생각합니다. 여기서 정직성이란 모든 관찰과 해석에서 주관적 요소를 철저히 배제 또는 구분하여 객관적 요소에 집중하는 엄밀성을 이야기합니다. 제 경험에 비춰보건대 학위 과정중의 젊은 연구자들과 연구를 하면서 실험 데이터와 주관적 요소를 구분하지 않고 뒤범벅을 만들어 놓는 경우를 드물지 않게 볼 수 있었습니다. 그런 경우 나무람을 아끼지 않아 다시(re)찾는(search) 과정을 무의미하게 만들지 않도록 교훈을 주고자 했습니다.

출연연이 해야 하는 연구로서 실험실 수준의 기초, 응용연구와 실용화 사이에 걸쳐있는 죽음의 계곡을 넘는 연구를 흔히 이야기합니다. 죽음의 계곡을 넘는 연구에는 앞서 소재·부품산업 자립화와 관련하여 언급한 수요지향적 협업체계를 비롯한 여러 가지 시스템적 요소의 지원이 필요하지만 연구자 개인 차원에서 보면 지금 언급한 맥락의 정직성과 우직함이 매우 중요한 요소가 아닌가 싶습니다. 제한적이거나 제 경험에서 볼 때 죽음의 계곡에서 보는 문제들은 눈길을 사로잡고 최상위 저널의 표지를 장식하는 화려한 문제들보다는 연구자들이 피하고 싶은 어려운 문제 또는 겉보기에 시시한 문제들이 대부분이기 때문입니다.

제가 존경하는 연구자들도 시시한 일을 시시하지 않게 하는 사람들입니다. 예를 들어 보고서 편집을 하더라도 골자의 내용을 대충 써서 보내는 사람이 있는가 하면 자기가 할 일이 아님에도 오타자 교정과 세세한 편집까지 신경 써서 마무리 짓는 사람이 있습니다. 타고난 천재성으로 성공하는 연구자가 있을 수도 있지만, 시시한 일을 시시하지 않게, 정직하고 우직한 자세를 가진 분들이야말로 타인이 인정하는 위대한 결과를 만들어내더라는 것이 그동안의 관찰을 통해 제가 얻은 결론입니다. **KIST**

**정병기 소장**

- ▲ 現 녹색기술센터 소장
- ▲ 前 KIST 연구기획조정본부장, 미래융합기술연구본부장, 대한금속재료학회 부회장
- ▲ 서울대 금속학과 졸업, 미국 카네기멜론대학교 재료공학 박사

PART.

01

# R&D Spotlight

---

—  
여섯 번째 기획시리즈

한-베 과학기술연구소(VKIST) 조기 안정화를 위한 환경조사, 셋

—  
이슈분석

독일의 해외 우수두뇌 확보 정책

계 경 문

한국외대 법학전문대학원 교수  
kmye@hufs.ac.kr

## 베트남의 과학기술관련 법제도 동향 및 시사점



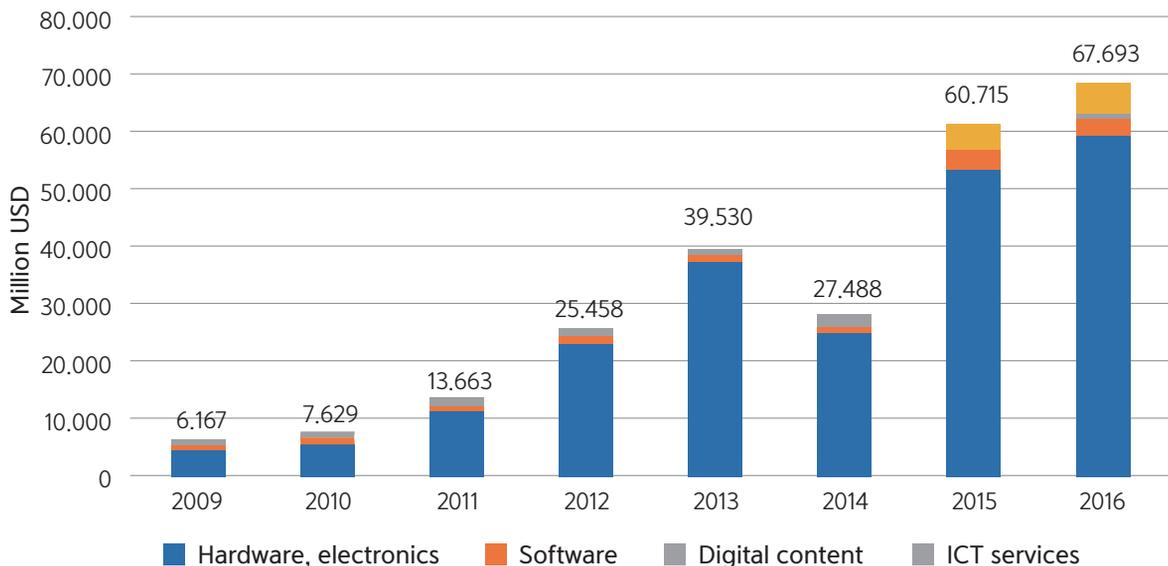
## 1 베트남의 ICT 분야<sup>1)</sup>를 통한 경제성장의 노력

**주**지하다시피 베트남은 1975년 공산화 통일 이래 약 10년간 자연재해 등으로 인한 경제의 황폐화, 동구권의 붕괴 등 대내외 여건의 악화로 매우 어려운 지경에 직면하여 마침내 1986년의 베트남 공산당 전당대회에서 시장 경제체제의 도입을 근간으로 하는 개혁·개방을 추진하게 된다.

그 결과 베트남의 경제는 성장을 거듭하였고, 미국과의 국교 정상화 및 WTO 가입 등을 통하여 한층 더 도약을 하게 된다. 여기서 굳이 각종 통계자료와 분석을 인용하지 않더라도 한국과 베트남은 상호 교역이나 투자에 있어 거의 1,2위를 다투 만큼 괄목할 만한 경제적 파트너로 자리매김하고 있다.

베트남은 일찍이 ICT 분야가 경제발전에 중요한 역할을 할 것이라 전망하고 1995년 “IT 2000 계획”이라는 정보화 기본계획을 수립한 이래로 ICT 여러 분야에 정책 추진 및 투자를 해 오고 있다. 이 분야에 있어 중국보다는 한국의 발전경험을 따르는 것이 더 적합하다는 판단아래 한국의 IT 산업과의 접목을 통해 경제성장의 기반을 잡으려고 노력하고 있다. 최근의 통계에 의하면 2018년 베트남의 경제성장률은 7.08%이며 정부주도의 ICT 산업발전을 적극 추진하여 2017년 베트남의 ICT 산업규모는 전년 대비 4.9% 증가한 129.3억불 달성하였는데, 구체적으로 보자면 2016년의 베트남 ICT시장규모는 전년 대비 11.49% 성장한 680억불 수준이며 하드웨어가 86.9%(주로 휴대전화)이며 디지털 콘텐츠는 1.1%에 머물러 있다. 수출액은 2015년 대비 14.8% 증가한 607억불 규모이며 이미 살핀 바와 같이 그 95.8%는 하드웨어가 차지하고 있는 실정이다.<sup>2)</sup> 이러한 통계들에 따르면, 우리나라에 있어 베트남의 ICT분야에 대한 투자가 매력적인 요인이라고 할 수 있다.

| 그림 1. 베트남 ICT 관련 주요 현황 |



\* 출처 : White Book of VietNam Information And Communication Technology (2014, 2017), 2018 NIPA자료에서 재인용

1) 본고의 제목과 정확히는 일치하지 않으나 우리 기업에 도움이 되고자 과학기술 시장 현황 등은 발표된 ICT분야를 중심으로 소개하고 설명하고자 한다.

2) 2018 정보통신산업진흥원(NIPA) 자료

그리고 베트남의 ICT 관련 인력의 임금 수준이 낮은 것도 우리 기업들에게는 매력 포인트일 것이나 현지 법률과 근무 환경 및 문화에 대한 인식의 부족으로 복잡한 세무, 예상치 못한 일처리 관행(지연과 뇌물 등) 등 저효율구조가 도사리고 있어 고비용으로 인한 적자구조의 위험이 도사리고 있다. 게다가 과학기술개발 진흥국가 계획과 이를 뒷받침하는 법령의 제정 및 개정 노력에도 불구하고 현재의 과학기술이전의 실상을 보면, 그간 기술이전활동은 외국계 회사들이 베트남에 지사를 설립하여 발생한 것이거나 베트남 투자자들이 외국에서 기계 및 생산시설을 수입할 때 이전한 것이다. 더욱이 베트남 기업들 대다수가 베트남 자체의 관련 사회간접자본이 워낙 빈약하고 자본이 영세한 중소기업들이어서 기술 이전 및 개발이 쉽지 않은 것이 현실이라는 평가를 받고 있고 여기에다 법제도의 불안정성도 검토해야할 문제이다.

## 2 ▶ 베트남의 과학기술관련 법제도 동향

베트남 헌법 제62조는 “과학기술 발전은 최우선 국책이며 국가 경제사회 발전사업에 있어 핵심적인 역할을 수행하는 것으로(제1항), 이에 국가는 조직, 개인이 과학, 기술 연구, 개발, 이전, 과학기술 성과를 효과적으로 응용을 하도록 우선적으로 투자하며 장려하고 과학기술 연구권을 보장하며 지적재산권을 보호한다고 선언한 다음(제2항), 모든 사람들이 과학, 기술활동에 참여하며 과학기술활동의 성과에 대한 혜택을 받도록 한다”는 국가의 의무를 규정하고 있다(제3항).

이에 따라 베트남의 정부조직법은 과학기술부로 하여금 그 업무를 관장하도록 규정하고 있는데, 베트남의 과학기술 관련법의 토대는 아무래도 2013년에 제정된 과학기술법과 2006년에 제정되었다가 2017년에 개정된 기술이전법인데, 이를 토대로 하여 “2011~2020 첨단기술발전프로그램(2010.수상승인, 문서번호 Decision 2457/QD-TTg)”외 6개의 프로그램을 제정하여 기술발전을 추진중이다.<sup>3)</sup>

과학기술법의 주요 내용으로는 헌법과 베트남 공산당의 강령에 구현된 과학과 기술에 대한 견해, 지침 및 정책을 지속적으로 제도화해야 함을 선언하고, 과학기술은 현대 생산력을 개발하고 천연 자원과 환경을 보호하며 생산성, 품질, 효율성, 개발 속도 및 경제 경쟁력을 향상시키는 것의 핵심적인 역할을 하는 것이라고 규정하였다. 그리고 과학 기술 개발은 국가의 산업화와 현대화를 촉진하고 지식 경제를 개발하며 세계의 고급 수준에 도달하는 것을 목표로 한다. 그 세부적인 목표로는 인재중용, 과학기술의 권장의 정책, 체계 동기화가 성립해야 하며 과학 기술의 응용을 강력하게 추진한다. 이 과학기술법은 과학기술분야의 기본 법률로 평가할 수 있는데, 또한 과학기술법이 베트남이 서명한 국제 조약을 보장함으로써 국제적인 성격과 국제표준을 존중할 것이라고 선언하였다.

그리고 베트남 정부는 지난 2월 1일 「과학 및 기술 기업에 관한 의정」을 공포한 바 있다. 이 시행령은 지난 2013년 6월 18일 제정되어 2014년 1월 1일부터 시행된 「과학 및 기술법」 제58조 ‘과학 및 기술 기업의 발전’ 조항을 보다 구체화한 내용을 담고 있으며, 적용 대상에는 베트남 법률에 따라 설립·운영되고 과학 및 기술성과에 관련된 생산·사업·서비스를 수행하는 기업, 그리고 과학 및 기술 기업의 인증 및 정부의 우대·지원 정책 업무를 수행하는 개·단체가 포함되었다. 첨단기술법은 2009년에 제정되었는데 6장 제35조로 이루어져 있으며, 첨단 기술활동 관련 정책의 추진 및 인력 양성방안 등 그 활성화 방안에 대하여 규정하고 있다.

3) 2018.3.30. KOTRA 보고서

그리고 베트남 네트워크정보보안법은 2015년 11월 19일 공포되었으며 2016년 7월 1일부터 시행되었다. 이 법은 총 8장 54조로 이루어져 있으며 네트워크정보보안 활동, 네트워크정보보안에 관한 기술표준, 네트워크정보보안 분야 관련 사업, 네트워크정보보안 분야의 인적자원 개발, 네트워크정보보안 업무 관련 개인 및 단체의 권리와 책임 등에 관하여 규정하고 있다. 이 법은 베트남에 있는 개인 및 단체, 베트남 네트워크정보보안 활동에 연관되거나 관련 활동에 지속적으로 참여하는 외국의 개인 및 단체에 적용된다. 관련하여, 최근 베트남 국내·외의 관심과 주목을 받고 있는 베트남의 사이버보안법은 2018년 6월 12일 제정되었으며, 2019년 1월 1일부터 시행되었다. 이 법은 총 7장 43개조로 이루어져 있으며, 사이버공간상에서의 국가보안 보호 및 사회질서·안전의 보장 활동, 관련 개인·기관·단체의 책임에 관하여 규정하고 있다. 특히 사이버공간상에서 서비스를 제공하는 민간기업이 사이버보안 관련 사고에 신속하게 대처하는 방안을 마련하고 보안기술을 적용하며 사이버보안의 이용 및 예방조치 관련 내용을 정부 관계부처에 보고해야 하는 등의 기업에 의무를 부과하는 조항이 포함되어 있다는 특징이 있다.

그 외에 베트남의 과학기술분야 법으로 분류할 수 있는 것은 정보기술 응용·발전·발전보장방안·정보기술관련 분쟁 해결과 위반 처분 등을 규정한 정보기술법(2017) 그리고 전자거래법(2006), 기술표준 및 규준법(2018), 통신법(2010, 우리의 전기통신사업법에 해당) 등을 들 수 있고 과학기술의 발전과 외국의 요구에 부응하기 위하여 꾸준히 관련 법령을 제·개정하고 있다.

### 3 시사점

베트남의 과학기술관련 법제도의 동향 분석에는 아무래도 사회주의 국가와 법체계에 대한 이해를 바탕으로 살펴야 할 필요가 있다. 그 첫째는 베트남은 사회주의 국가로서 권력의 중심에는 베트남 공산당이 존재하고 있는데, 국가의 모든 의사결정은 베트남 공산당이 지배한다는 것으로 역시 정부 각 부처의 결정과 국회의 법률 제·개정도 베트남 공산당의 의사에 따른다는 것이다. 이를 달리 표현한다면 실제의 문제에 있어 행정의 전면에 있는 정부부처의 결정도 베트남 공산당이 하루아침에 뒤집을 수도 있다는 것을 의미한다. 행정부처와 사업허가 또는 민원 건으로 이의제기 또는 문의를 하여도 해당 인민위원회의 결정이라 어쩔 수 없다는 답을 듣는 일이 드물지 않은 경험을 하게 되는데 이러한 것은 국가권력이 우리의 체제처럼 삼권분립이 되어 상호 견제와 균형으로 작동하는 것이 아니라 '인민의 일반 의사'의 지배 또는 국가권력의 통합이라는 이념아래 권력분립이라는 것을 원천 부정하는 사회주의 국가의 특성 때문인 것이다. 이러한 특징은 법률에도 반영이 되어 법체계간 상하 구조를 이해하기 어려우며, 국회가 제정한 법률과 총리령 또는 각종 의정서간의 해석과 효력의 우열도 이해하기 어려운 측면이 있다는 것이다. 또한 법률의 내용도 사회주의 국가 법률의 특성상 추상적이고 이념적인 내용이 대부분이어서 효력규정의 해석도 애매한 경우가 많다는 것이다.

그 둘째로 이미 기술한 바와 같이 현행 베트남 헌법은 명문상으로는 삼권분립이 인정되어 있는 듯이 보이거나(베트남 헌법 제5장 국회, 제7장 정부, 제8장 인민재판소, 인민 검찰원) 같은 헌법 제2조 제3항은 “국가권력을 통일되어 있으며 입법, 행정, 사법의 각 행사시 각 국가기관간 분담, 협조, 통제한다”고 규정하고 있어 실질적으로는 이를 인정하지 않고 있는 결과로, 사법부의 역할은 공산당의 지도 이념에 따른 국가권력 집행의 일 부분에 불과한 것으로 자리매김하고 있어서 법을 해석하고 판결을 내리는 사법부가 독립되어 있지 않고 있다.<sup>4)</sup> 이로 인하여 역시 법원의 위상과 판결 또한 그 공정성을 의심받고 있어 베트남에 진출하고 있는 외국 기업들은 각종 법적 분쟁시에 법원에 대한 소송의 제기 보다는 뉴욕주 법원을 관할로 하는 중재계약 등을 비롯하여 다른 방법에서의 해결을 선호하고 있는 형편이다.<sup>5)</sup>

4) 베트남 법원의 재판작용은 심지어 베트남 검찰의 감독을 받는다. 예: 행정소송법 등

5) 베트남으로 진출해 있는 한국로펌들은 소송사건 수임을 꺼리고 있다.

셋째로 이런 현상 외 과학기술관련 법체계가 불안정하고 법집행이 엄격하지 못하다는 것도 베트남 정부의 요구와는 달리 외국 기술의 베트남으로의 기술이전을 저해하거나 망설이게 하는 요소라고 평가되고 있다. 자본이 부족한 베트남은 FDI의 확대를 통하여 경제발전에 전력을 기울이고 있으면서 법령의 개선, 체제 정비 등 외국인 투자에 우호적인 사업환경을 조성하고자 노력하고 있는 것은 긍정적으로 평가할 만하다.

마지막으로 V-KIST는 우리나라의 투자 및 무역환경에 이바지할 신남방 정책 성공의 중요한 요소로 평가되고 있는데, 더하여 베트남의 과학기술관련 연구역량의 강화 및 연구환경 조성에 이바지 할 것이라는 기대가 큰 것이 사실이다. 그리하여 베트남에서는 2015년 “한-베 V-KIST 설립에 관한 시행령”과 2017년 “한-베 V-KIST 활동과 조직에 관한 조례”가 규정되었으나 대부분 선언적 조항이어서 조직 규범으로서의 성격이 모호한 것이 사실이다. V-KIST 관련 사업이 우리의 환경과 정치체제가 다른 베트남에서 성공하기 위해서는 조직과 운영관련 규정을 세밀하게 정비해야할 것이며, 여기서 베트남의 과학기술법 관련 동향과 관련하여 강조하고 싶은 것은 장기적인 안목으로 투자와 기술이전 등과 연계하여 법체계의 개선 및 법규범으로서의 구체적 작동을 구현할 수 있는 법령의 손질과 재판에 있어서의 독립성과 공정성 등을 베트남 정부에 꾸준히 요구하여 관철시켜야 할 것이다. **키싱**



## 독일의 해외 우수두뇌 확보 정책

## 변재선

KIST 유럽(연) 책임연구원  
byun@kist-europe.de

**저**출산·고령화 현상으로 인한 노동력 부족과 산업구조 고도화에 따라 전문직 고급인력은 국가 경제에 대한 기여도가 높고 기존 사회로의 통합이 상대적으로 용이하기 때문에 주요 선진국들은 전문직 해외 인재를 적극적으로 유치하려고 노력하고 있다.

지난 연말 독일은 ‘전문인력이민법(Fachkräfteinwanderungsgesetz)’ 입법을 결정하여 향후 비EU 출신 노동인력의 취업 규정을 대폭적으로 완화해 나갈 예정이다<sup>6)</sup>. 독일 대연정을 구성하는 기민당(CDU)과 사민당(SPD)간에 의결된 전문인력 이민법은 2019년 6월 1일 하원(Bundestag)에서 3차 심의가 의결되었고, 추후 연방의회 의결 절차만 남아 있으며 2020년 발효될 전망이다<sup>7)</sup>.

기존에는 비 EU 구직자의 경우 독일 내에서 직장을 찾고 노동계약을 체결해도 노동부가 동일한 업무를 독일인이나 유럽연합 국적 소유자가 할 수 있는지 검토하는 ‘우선권 검토(Vorrangsprüfung)’를 진행하게 되어 있어, 독일 취업에 실패한 사례도 많이 있었다. 이번에 결의된 새로운 전문인력 이민법으로 우선권 검토가 폐지되어 해외 인력의 독일 취업 행정 부담이 완화되었으며, 취업시장에서 독일인과 제도적으로 거의 비슷한 경쟁을 할 수 있게 되었다. 단, 향후 취업시장이 악화될 경우 우선권 검토 제도를 부활할 여지는 남겨 놓았다<sup>8)</sup>.

독일은 점진적으로 심화되는 전문인력 부족에 대응하여 전문인력이민법 도입을 통해 이공계, IT 분야 등의 전문 연구인력 외에도 비대졸자에게도 취업비자를 확대하고 다양한 가능성을 개방적으로 추진하고 있다. 장기적으로 독일은 고도의 전문성을 지닌 노동력에 대한 미래 수요가 더욱 높아질 것으로 예측하고 있다.

본 고에서는 2000년대 초반이후 심각한 두뇌유출(Brain Drain) 문제를 인식하였던 독일 정부와 이와 연관된 다양한 관련 기관들이 추진하고 있는 해외 과학기술자 귀국 프로그램 및 외국인 전문인력 유치 확대 등 두뇌확보(Brain Gain)<sup>9)</sup>를 위한 정부와 연구재단, 학술진흥 관련 기관들의 노력들을 분석하고 그 시사점을 찾아 보고자 한다.

6) BMI(2017,11,27), Fachkräfteinwanderungsgesetzes  
<https://www.bmi.bund.de/SharedDocs/gesetzgebungsverfahren/DE/fachkraefteeinwanderung.html>

7) <https://www.bmi.bund.de/SharedDocs/faqs/DE/themen/migration/fachkraefteeinwanderung/faqs-fachkraefteeinwanderungsgesetz.html>. 동 법은 2022년 6월 30일까지 유효하며, 다음 정부가 추가 연장을 결정해야 함

8) BMI(2017,12,22.), Entwurf eines Fachkräfteinwanderungsgesetzes

9) immigration policy(August 2005), New Research Challenges Notion of German "Brain Drain"

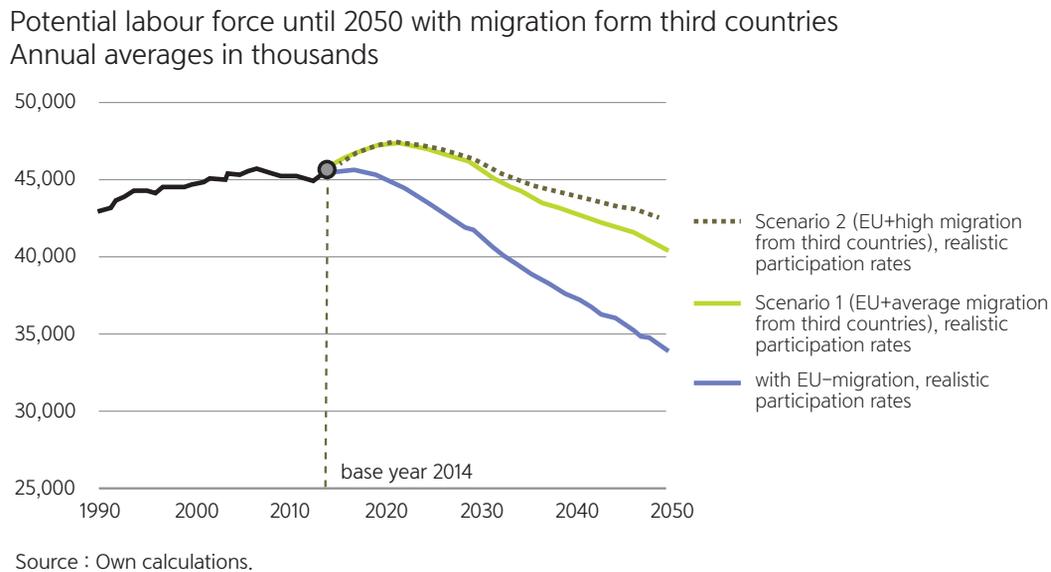
인구통계에 따르면 1990년에 2만9천명의 대졸이상 독일인 고급두뇌가 미국으로 이주하였는데, 2000년에는 4만9천명으로 69%나 증가

## 1 전문 인력 수요와 해외 전문인력 유치

연방고용노동청은 전국의 고용상황을 파악하고 미래 인력수요를 조사분석하여 기업 및 유관기관들이 체계적인 협력 체제를 유지하며 대응하고 있다. 독일 노동연구원은 2014년을 기준으로 외국인 노동자가 유입되지 않을 경우에는 2050년에 노동인력이 4,570만명에서 3,030만명으로 33.7%가 감소될 것으로 예측한다.<sup>10)</sup> 독일인 여성, 외국인 여성 및 노인 등의 노동참여를 높이는 시나리오를 적용하더라도 2030년 이후 장기적으로는 한계를 지니고 있다고 분석하고 있다.

| 그림 1. 독일의 제3국 출신 잠재 노동력 유입 시나리오 |

(단위: 천명)



자료: IAB (2016), Replacement migration from a labour market perspective

독일노동연구원은 현실적인 노동참여 시나리오를 기준으로 유럽연합과 제 3국의 노동인력의 유입 시나리오를 <그림1> 같이 예측하였다.<sup>11)</sup> 유럽연합과 제3국 외국인 노동자의 추가적인 노동시장이 유입이 있어야 미래 노동력의 극적인 감소를 완화할 수 있었다.

독일 연방교육연구부(BMBF)의 위탁으로 연구개발 및 혁신활동을 수행하고 있는 기업들의 주요 지표를 조사한 결과 많은 독일기업이 소요로 하는 전문인력을 충원하지 못하고 공석 상태인 것으로 나타났다<sup>12)</sup>. 전공면에서는 컴퓨터 공학, 수학/통계 및 이공계 전공자에 대한 충원 수요가 매우 높았으며, 생산 및 IT 직종에서 전문인력 충원에 애로가 있는 상황이다.

10) IAB (2016), Replacement migration from a labour market perspective en

11) IAB (2016), Replacement migration from a labour market perspective en

12) ZEW(2018), INNOVATIONEN IN DER DEUTSCHEN WIRTSCHAFT //INDIKATOREN BERICHT ZUR INNOVATIONEN ERHEBUNG 2018

## 2 해외 독일 과학기술자 귀국 지원 프로그램

### 독일 학술연구자 협회(GSO; German Scholars Organization)

독일인 해외 우수 두뇌를 보호하고 독일의 입지를 강화하기 위해 2003년 6월에 설립된 독일 학술연구자 협회(GSO)는 독일과 해외 동포과학자간의 연계 네트워크를 강화하고 독일 고용시장에 대한 취업 정보를 제공하는 동시에 고용주에게 목표로 하는 전문인력 그룹 정보를 제공함으로써 독일이 아이디어의 나라로서 지속가능한 경쟁력을 지원하고 있다.

표 1. 독일 학술연구자 협회의 주요 귀국 지원 프로그램

사업명	목표	대상그룹	지원내역
Klaus Tschira Boost Fund	이공계, 수학, 컴퓨터 과학(MINT) 분야 연구자의 연구 및 경력개발 지원	해외체류 신진 및 중진 연구자	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 2년간내 8만유로까지 인건비, 직접 경비, 여비, 교육비 등 지원</li> <li>· 경력개발 자문 리더쉽 및 경력개발, 학술정보 교류, 연구협력, 교육</li> </ul>
GSO Leadership Academy	독일대학, 연구소 및 기업에서 연구 관리자 또는 창업가 경력개발 지원	해외체류 독일어권 우수 신진 및 중진 연구자 (최소 포닥이상)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 코스웍 비용 및 참가 여비, 숙박비 지원</li> <li>· 관련 프레임워크 프로그램 참가 및 경력 컨설팅 및 멘토지원</li> </ul>
Dr. Wilhelmy-GSO-Reisekostenprogramm	독일 대학 또는 연구기관 귀국 희망 해외체류 독일 연구자들의 귀직 면접 지원	해외체류 독일어권 연구자중 독일 대학, 공공연구기관에서 W2/W3 등급 교수, 주니어 교수, 신진 연구그룹장 등으로 취업 면접 대상자	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 최대 2,000 유로 참가 여비, 숙박비 지원 (민간 기업 면접 제외)</li> </ul>
칼짜이스 재단 - 연구원 귀국 프로그램 (Rückkehrprogramm CZS)	바덴뷔르템 베르그, 라인란트 팔츠, 튀링엔주 소재 대학 또는 공공 연구 기관으로 귀국하는 독일 연구자 지원	최소한 2년이상 해외체류중인 탁월한 독일연구자(이공계, 수학, 컴퓨터 과학 및 기술관리/경영학 분야)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 1인당 평균 100,000 유로 (최대 125,000 유로)</li> <li>· 채용 관련 비목 활용 가능, 3년내 GSO에 증빙</li> </ul>

자료: <https://www.gsonet.org/foerderprogramme.html> 요약 정리

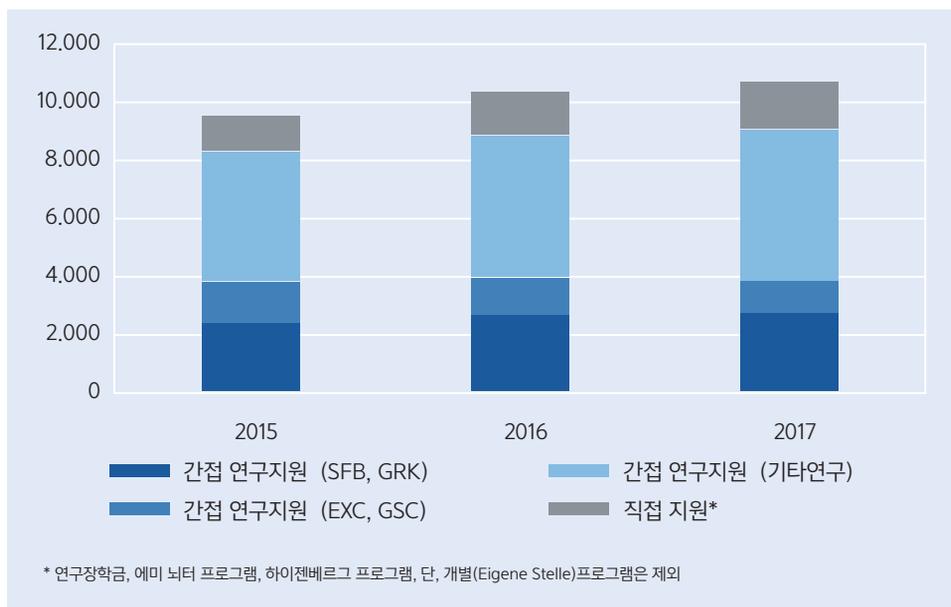
GSO 본부는 미국(스탠포드/버클리)와 베를린이며 Prof. Dr. Eicke R. Weber 총재외의 3인 임원과 베를린, 미국 샌프란시스코, 뉴욕, 뉴저지에 대표사무소 운영을 운영하고 있다. 지원 프로그램별 프라운호퍼 연구협회, 슈파이어 대학 연구관리센터(ZWM), 클라우스 치이라 재단, 헬름홀츠 연구협회, 막스플랑크 연구협회, 요아힘 헤르츠 재단 (Joachim Herz Stiftung), 샤테 재단(Scader Stiftung), TU9, 독일대학협회(DHV) 등 파트너 기관들의 지원과 협력으로 다양한 귀국지원 프로그램 및 경력개발 세미나 등을 추진하고 있다.

### 독일 연구재단(DFG)

독일연구재단은 기초 연구에 대한 연구비를 지원하는 진흥기관이며 과학관련 포상, 해외 우수 연구자 초빙 프로그램 등 다양한 업무를 담당하고 있으며 2005년 이후에는 독일 과학위원회(WR)와 공동으로 우수대학 육성프로그램 (Excellence initiative)를 운영하고 있다. 참여 연구원 인건비 지원을 통해 과학기술자의 연구참여와 경력개발을 간접

적으로 지원하고 있으며 독일 연구자의 해외 체류연구와 동시에 우수 연구자의 독일 귀국도 경력단계별로 지원하는 프로그램을 지원하고 있다.

그림 2. 독일 연구재단의 신진과학기술자 경력개발 지원 현황



※ 특별연구영역(SFB: Sonderforschungsbereich), 대학원지원(GRK: Graduiertenkollegs), 우수대학육성(EXC: Excellence Cluster), 우수 대학원 지원(GSC: Graduiertenschulen)

자료: GWK 2018

**DFG 연구장학금(research fellowships)** : 독일 신진연구자(박사과정) 해외체류 연구를 통해 해외 경력 개발을 지원 (추후 귀국지원 프로그램 지원 가능), 외국인 과학기술자 훈련도 신청 가능함

- 해외수당, 여비 및 출판비의 자녀 및 가족수당 최대 2년지원

**에미뇌터 프로그램(Emmy Noether Programme)** : 탁월한 신진 과학자(통상 박사후 4년 이내) 경력개발을 지원하고, 해외 독일인 과학자의 귀국 지원 포함

- 독일내 대학의 교수 또는 공공연구기관 독립적 신진연구그룹장 후보 대상
- 개인 급여, 지원인력, 여비, 장비비, 제반 연구소요비용 신청가능, 통상 6년

**하이젠베르크 프로그램(Heisenberg Programme)** : 탁월한 중진급 교수, 연구자(에미뇌터 프로그램 이수 또는 주니어교수 대상)로의 영년직 경력개발을 지원하며 해외독일인 과학자의 귀국, 외국인 과학자의 독일내 유치도 지원 가능

- 개인 급여, 지원인력, 여비, 장비비, 제반 연구소요비용 신청가능, 5년간 지원후 우수 평가시 영년직 전환

이외에도 알렉산더 폰 훔볼트 재단(Alexander von Humboldt Foundation)에서 지원하는 페오도어 리넨 리턴 (Feodor Lynen Return Fellowship) 프로그램이나 독일 고등교육진흥원(DAAD) 등 많은 기관들이 우수연구자들의 국제교류를 지원하고 있다.

### 3 시사점

장기적으로 독일은 고도의 전문성을 지닌 노동력에 대한 미래 수요가 더욱 높아질 것으로 예측하고 있다. 이를 위해 독일 정부는 해외로 유출된 독일의 고급두뇌와의 네트워크를 강화하고 독일 학술교류처(DAAD), 연구재단(DFG) 등의 공공기관이나 훔볼트 재단 등을 통해 해외 우수 두뇌 유치 프로그램을 적극 추진하고 있으며, 대학이나 공공연구기관들의 우수 두뇌유치를 직·간접적으로 지원하고 있다.

GSO를 통해 귀국 사업을 지원하였던 크롭 폰 볼렌 & 할바흐 재단 조사에 따르면 독일 고급두뇌들이 독일을 떠난 이유가 독일 대학 및 연구기관의 연구환경, 경력개발 기회 및 급여 등의 조건이 좋지 않았기 때문이라고 밝혀졌다.<sup>13)</sup> 반면에 귀국지원 프로그램을 통해 귀국한 독일인들의 귀국한 이유는 좋은 연구환경, 정기적인 채용 기회에 대한 정보, 가정 요인 등이 주요한 이유라고 나타났다.

표 2. 유럽연합 박사 학위자들의 이동 유형 I

(시민권기준 및 학위취득국가 기준)

유형	사례 1 (시민권 기준)		사례 2 (학위취득국가 기준)	
	전체	백분율	전체	백분율
A+B+C 귀국	1,962	26%	1,247	17%
D 들어오고 나가는 이동	1,110	15%	1,596	21%
E 이동 없음	4,397	59%	4,626	62%
전체	7,469	100%	7,469	100%

자료: EC(2018. 02. 28) An inquiry into the return mobility of scientific researchers in Europe

유럽연합은 2012년 EU 및 관련국가들 EU associate (스위스, 노르웨이, 아이슬란드) 및 candidate (터키, 마케도니아, 크로아티아)에서 근무하고 있는 7,469명의 연구자들의 귀국 이동성(Return Mobility)의 유형이 성별, 학위분야, 연차, 국적, 박사학위 완료 등에 따라 다르게 나타나는지를 조사(Mobility Patterns and Career Paths of Researchers) 하였다.<sup>14)</sup> 조사결과 Mobile researcher (이동 연구자)의 36% 가량은 본국이 아닌 곳에서 근무하고 있으며, 56% 가량은 박사학위를 취득한 국가가 아닌 곳에서 근무하고 있었다. 이동 연구자들 가운데서는 약 64%가 본국으로 돌아온 반면, 36% 가량의 연구자들은 돌아오지 않았다.

연구자들이 본국으로 귀국하는 가장 주된 이유는 개인적 이유, 문화적 차이, 정체성의 이유가 크며 이들은 주로 직업 안정성, 직장 위치에 대한 만족도, 본국에 기여할 수 있는 가능성 등을 위해 외국에서의 보다 높은 급여와 명성 등을 포기하는 것으로 나타났다. 의학(medical)이나 농업(agriculture) 관련 과학 분야에서는 이동이 비교적 적은 편이고 농업과 사회과학 분야 연구자들의 귀국 경향은 강하게 나타나고, 자연과학은 외국에서 잔류하는 경향이 강하게 나타났다. 국가 전체적으로 연구 시스템이 잘 갖춰진 나라에서는 해외에 나가 있는 연구자들이 더 귀국하려는 경향이 나타나고 있으며, 이들 국가 출신 연구자들은 해외에서 박사학위를 취득한 후 자국으로 돌아가려는 경향이 더 큰 것으로 나타났다.

13) GSO(2017), Zurueck

14) EU associate (스위스, 노르웨이, 아이슬란드) 및 candidate (터키, 마케도니아, 크로아티아)

| 표 3. 유럽 국가별 연구자들의 귀국 이유 |

국가	박사 종료	포닥/ 계약 종료	경제적 이유	학계	가족, 개인적 이유	정치적 기타 이유	미확인	총
벨기에	5.2	16.6	24.7	19.3	33.6	0.6		100.0
불가리아	7.9	0.0	24.1	58.7	6.9	1.7	0.8	100.0
크로아티아	20.7	3.6	18.3	26.7	30.7			100.0
헝가리	12.7	2.1	34.4	39.0	9.9	1.0	0.8	100.0
이스라엘	5.5	1.0	24.3	55.7	12.0	0.0	1.5	100.0
라트비아	8.0	32.8	22.4	11.0	24.7	1.0		100.0
리투아니아	12.7	1.7	40.9	37.0	6.6	1.2		100.0
몰타	34.9	4.6	22.0	5.5	32.1	0.9		100.0
네덜란드	8.1	14.9	28.5	25.7	22.2	0.6		100.0
포르투갈	18.0	3.0	24.9	39.1	13.4	1.5		100.0
루마니아	23.6	15.8	21.3	14.1	23.4	1.8		100.0
스페인	11.1	15.1	21.8	13.2	27.9	10.9		100.0
터키	11.6	10.6	8.8	26.1	14.6	7.5	20.8	100.0

자료: CDH (Careers of Doctorate Holders Survey)

연구자의 국가간 이동 현상은 단순히 개인의 재배치로 보아서는 안되며, 해당 사회 시스템과 유기적으로 상호작용하는 현상으로 이해해야 연구자 이동에 대한 이해가 깊어질 수 있을 것이다. 세계적으로 이공계 우수두뇌 유치 경쟁이 더욱 치열해 지고 있는 가운데 첨단기술개발과 혁신을 통해 국가 경쟁력을 강화하기 위해서는 대학과 공공연구기관을 중심으로 보다 안정적인 국가 연구시스템이 구축되어야 할 것이며, 귀국 과학자들의 귀국비용, 일자리 정보 및 경력 개발을 지원하는 다양한 프로그램이 추진될 수 있도록 관련 정부부처, 연구재단 등 다양한 파트너간 협력을 강화할 필요가 있다. **키**

PART.

02

# R&D In&Out

---

주요 정책동향

2020년 과기정통부 예산안 및 정부 R&D 예산안 발표

---

TePRI, 정책 현장 속으로

“Smart Factory&Manufacturing II :  
스마트제조 및 물류 혁신의 현재와 미래” 참관

---

글로벌 시장 동향

연비 향상, 배기가스 배출 감소를 위해 자동차용 경량화 소재 시장 성장

---

Guten Tag! KIST Europe

한-EU의 원자력 발전과 에너지전환 비교 분석

임혜진

미래전략팀  
hjlim@kist.re.kr

## '더 과감하고 도전적인 R&D'로 사람 중심 4차 산업혁명 실현

**2020**년 국가연구개발사업(R&D) 예산은 2019년 대비 17.3% 증가한 24조 874억원으로 편성되었다.

- 이는 올해 R&D 예산이 20조원을 돌파한 것에 이어 3.6조원을 추가하여 과학기술로 소재·부품·장비 자립화와 혁신성장 성과확산을 뒷받침하겠다는 정부의 강력한 의지가 담긴 것이다.

2020년 R&D 중점 투자분야는 다음과 같다.

- ① (혁신적 기초연구 및 인재양성 : 2.3조원, +0.4) 창의적 기초연구 역량을 심화·발전시키고, 4차 산업혁명 분야 혁신인재 육성을 지원한다.
- ② (소재·부품·장비 분야 : 1.7조원, +0.9) 핵심품목 기술개발에 집중 투자 및 인프라 보강을 통해 개발부터 상용화까지 전주기 지원한다.
- ③ (혁신성장 핵심 인프라(DNA) : 0.5조원 +0.2) 'AI 사회'로의 전환을 위한 Data·Network(5G)·AI 핵심 기술개발을 통해 혁신성장 확산을 지원한다.
- ④ (3대 핵심산업(BIG3) : 1.7조원, +0.4), 시스템반도체, 바이오·헬스, 미래차 등 3대 신산업을 중심으로 혁신성장 성과 가속화를 지원한다.

2020년도 과기정통부 예산은 2019년(14조 8,496억원) 보다 1조 3,651억원(9.2%) 증액된 16조 2,147억원으로 편성되었다.

- 과기정통부 예산 중 R&D 예산은 7조 9,473억원으로 2019년(6조 9,956억원)보다 9,517억원(13.6%) 증액 편성 되었으며 내년도 정부 R&D 전체 규모(24조 874억원\*)의 33% 수준이다.

\* 정부R&D 규모 : ('19) 20조 5,328억원 → ('20안) 24조 874억원 (3조 5,546 억원, 17.3% 증)

2020년 과기정통부 예산은 ① DNA(Data, Network, AI) 고도화를 통한 경제활력 제고, ② 소재·부품·장비산업 경쟁력 제고 및 미래유망 원천기술 확보, ③ 연구자 중심 기초연구 강화 및 국가 R&D 시스템 혁신, ④ 과학기술·ICT 기반 포용국가 실현 등에 방점을 두고 편성되었다.

### [중점 투자 분야]

#### (1) DNA 고도화를 통한 경제활력 제고

- ('19) 6,780억원 → ('20) 1조 480억원 (+3,700억원, 54.5% ↑)

4차 산업혁명의 핵심 인프라인 DNA 고도화를 통해 데이터 경제로의 전환을 가속화하고, 혁신성장을 위한 5G+ 전략산업과 AI 국가 경쟁력을 획기적으로 높일 수 있는 AI 기술·인력·인프라 등에 총 1조 480억원을 투입한다.

### ① 퍼스트 무버(First-Mover) 5G+ 전략산업 집중 투자

- 공공부문에서 5G 서비스의 초기 시장 창출, 민간부문에서 5G 투자 활성화를 촉진하는 사업을 추진하는 한편, 세계 최고의 5G 테스트베드 구축과 5G 산업생태계 조성을 통해 세계시장 선점과 5G 글로벌 리더십을 강화하기 위한 지원을 확대한다.
- 5G 시대의 킬러서비스인 실감콘텐츠(VR/AR, 홀로그램 등), 자율주행차, 정밀의료, 드론 등 신산업 분야에 대한 지원을 강화하고, 5G 관련 단말, 장비, 디바이스 분야의 핵심기술 개발 및 안전한 5G 이용환경 구축을 위한 보안 등에 대한 투자를 강화한다.

### ② Data 경제 활성화 및 활용기반 고도화

- 금융, 통신 등 분야별로 구축된 빅데이터 플랫폼을 통해 시장에서 요구하는 양질의 데이터 공급이 이어지고, 이를 기반으로 공익적·산업적 혁신 서비스가 지속적으로 창출되도록 지원을 강화한다.
- 플랫폼간 연계와 데이터 거래기반 마련, 데이터 바우처 공급 등을 통해 데이터 축적·유통·활용의 전 단계에서 가치를 창출하는 혁신 생태계가 조성될 것으로 기대된다.
- 공공부문 클라우드 확산과 국내 기업의 경쟁력을 강화하여 클라우드 산업의 활력을 제고하고, 블록체인 핵심 기술개발 및 전문기업 육성을 통해 블록체인 산업의 기초체력을 강화하는 한편, 공공·민간 부문 확산을 통한 초기시장 형성을 지원한다.

### ③ AI 경쟁력 제고

- 포스트 딥러닝 등 차세대 AI 원천기술을 개발하고, 혁신적 AI 서비스가 적시 출시·활용될 수 있도록 고성능 컴퓨팅 등 AI 개발 인프라 제공을 확대하면서 AI 바우처 도입으로 중소·벤처기업의 AI 솔루션 활용을 촉진한다.
- AI 산업융합 집적단지(광주) 조성 및 인공지능융합연구센터 확대 운영 등을 통해 데이터·AI 기반 융복합 모델 확산도 추진한다.

#### (2) 미래유망 원천기술 확보 및 우주 원자력 등 국가전략기술 육성

- 소재·부품·장비산업 경쟁력 강화
  - ※ ('19) 1,550억원 → ('20) 3,370억원 (+1,820억원, 117% ↑)
- 미래대비 혁신성장 전략 투자(3대 신산업, 8대선도사업 등)
  - ※ ('19) 7,370억원 → ('20) 8,270억원 (+900억원, 12.2% ↑)
- 우주·원자력 분야
  - ※ ('19) 5,830억원 → ('20) 6,390억원 (+560억원, 9.6% ↑)

일본 수출규제 조치에 대응하여 소재·부품·장비의 국산화를 위한 원천기술 개발 및 신뢰성 평가 테스트베드 구축과 ICT 분야 부품·장비 국산화를 위한 예산을 대폭 확대하여 총 3,370억원을 투입한다.

또한, 혁신성장 3대 신산업(시스템반도체, 바이오·헬스, 미래차)과 기존 8대 선도 산업에 대한 지원을 강화하는 등 미래유망 원천기술 확보를 통한 혁신성장 가속화와 우주·원자력 등 국가 전략 기술 육성을 위해 총 1조 4,660억원을 투입한다.

## ① 소재 부품 장비 산업 경쟁력 제고

- 나노전자 소재, 나노 센서, 스마트 소재 등 전 산업의 혁신을 선도할 나노·소재 분야 핵심기술을 개발하고 일본 독점 소재를 대체하기 위하여 계산과학 등 신 연구방법론을 통한 신제품 및 미래 신산업에서 활용될 수 있는 혁신소재 연구개발 사업도 확대 편성하였다.
- 해외 의존도가 높은 반도체 후방산업(장비, 부품, 소재) 국내 개발제품에 대한 테스트베드(인프라) 구축, 제품개발 지원을 통해 국산화율을 제고하기 위한 사업도 추진한다.
- ICT 분야에서도 5G 장비(광전송, 엣지컴퓨팅) 및 단말기 등에 필요한 핵심부품·모듈 및 디바이스 기술개발 지원 사업을 신규 편성하였다.

## ② 미래 대비 혁신성장 전략투자 (3대 신산업 및 8대 선도사업 등)

### 바이오·헬스

- 신약개발, 헬스케어, 융복합 의료기기 개발 등 미래 유망 바이오 신기술에 집중 투자하는 한편, 치매, 고령화 등 국민 생명·건강에 직결된 분야의 핵심원천기술을 확보하여 국민 삶의 질 향상에 기여할 수 있도록 관련 연구 지원을 강화한다.
- 바이오 빅데이터 구축을 통한 개인 맞춤형 의료 구현을 위해 관계부처 합동으로 대규모 바이오 빅데이터 수집·활용 체계를 구축하는 사업도 시범 추진한다

### 시스템반도체

- 인공지능 구현을 위한 초저전력·고성능 신소자 및 인공지능 프로세서 등 차세대반도체 핵심 원천기술개발을 본격화하고,
- 차세대 반도체 유망분야 개척을 위한 최고급 융합 전문 인력 육성 및 중소팹리스 기업의 시제품 제작 지원을 위한 신규사업을 추진하는 등 장기성장 경쟁력 확보를 위한 종합 지원을 강화한다.

### 미래자동차

- AI 기반의 자율주행 SW 플랫폼 기술개발과 국제 표준적합성 검증을 통해 차량통신(V2X) 기업의 기술개발 완성도를 높이기 위한 지원을 확대하고
- 자율주행과 5G를 융합한 국민 체감형 서비스 실증 사업을 신규 추진하여 새로운 융합 서비스의 수용성 확보와 조기 상용화를 촉진한다.

### 무인이동체

- 완전 자율운행, 자율협력 등 차세대 무인이동체 구현에 필요한 혁신기술을 원천개발하고, 공공수요 및 초연결 지능화 기술과 연계한 무인이동체 신서비스 육성을 추진한다.

### 스마트시티

- 도시정보가 실시간으로 원활히 생산·관리·공유되는 「데이터기반도시 운영체계」구현을 통하여 공공·민간의 다양한 서비스 솔루션을 개발·지원한다.

### 기후변화 대응 및 수소경제 활성화

- '30년 온실가스 37% 감축의무 이행 및 신재생에너지 보급 확대를 위해 기후·에너지 분야 원천기술 개발 투자를 확대하고, CO<sub>2</sub>-free의 친환경적인 방법으로 수소를 생산, 저장하는 기술개발을 지속 지원한다.

## 양자통신 및 미래컴퓨팅

- 데이터기반 서비스를 선도하기 위해 초기 양자R&D생태계 조성 및 슈퍼컴퓨터 자체 개발 등 미래컴퓨팅 분야 신규사업을 추진한다.

## 우주 원자력

- '21년 발사를 앞두고 있는 한국형발사체(누리호)를 제작·조립하고, 공공수요 대응 및 민간 주도의 위성개발을 통해 자주적 우주개발 역량을 확보하며,
- 위성정보 활용 증가에 따른 효율적 위성 운영 및 사용자 중심의 정보제공을 위한 국가위성통합운영시스템 개발도 본격 지원한다.
- 원자력 안전 극대화, 해체 역량 확보를 위한 연구개발투자를 지속·강화하는 한편, 글로벌 신시장 개척을 위한 미래 선진 원자로 핵심 기술개발 및 방사선 융합연구를 확대 추진한다.

### (3) 연구자중심 기초연구 강화 및 국가 R&D 시스템 혁신

※ ('19) 1조 5,530억원 → ('20) 2조 180억원 (+4,650억원, 29.9% ↑)

연구자 주도 기초연구를 진흥하고 도전·혁신적 R&D를 강화하는 한편 연구개발특구를 지역형 과학기술기반 혁신 플랫폼으로 구축하는 등 국가 R&D 시스템을 혁신하기 위한 재정적 뒷받침도 강화하여 총 2조 180억원을 투입한다.

#### ① 연구자 주도 기초연구 강화

- 역량있는 연구자의 안정적 연구비 지원 및 우수 연구자의 역량단계별 지원을 위한 개인연구와 융복합 공동연구 활성화를 위한 집단연구 지원을 대폭 확대함으로써 “22년까지 연구자주도 기초연구 2배('17: 1.26 → '22: 2.52조원) 확대”라는 국정과제 목표 달성이 가시화 되는 단계에 접어들게 되었다.

#### ② 도전·혁신적 R&D 강화 및 연구관리 효율성 제고

- 세상을 바꿀 수 있는 도전·혁신적 연구성과 창출을 위해 최고전문가 PM(Project Manager)에게 전권을 주고, 과감히 도전하게 하는 범부처 대규모 고위험·혁신형 연구사업\*과 미개척 신 연구분야에 대한 기초과학-공학 간의 융합연구를 통해 과학난제에 도전하는 사업을 새로 추진한다.

\* 개별부처 차원이 아닌 독립적 PM을 중심으로 범부처 역량을 결집하는 혁신적 사업운영체계 도입(한국형 DARPA)

- 부처별로 개별 운영 중인 연구과제지원시스템을 통합·구축함으로써 연구자들의 행정 부담을 완화하고 연구관리 효율성을 제고하기 위한 사업을 본격 추진한다.

#### ③ 세계적 수준의 기초연구 거점조성

- 기초과학연구원 건립, 중이온가속기 구축의 차질 없는 이행으로국제과학비즈니스 벨트를 세계적 과학기반 혁신클러스터로 조성하기 위한 예산을 반영하였다.

#### ④ 지역형 과학기술 혁신 플랫폼 구축

- 연구개발특구를 지역 R&D 혁신의 플랫폼으로 만들기 위한 투자도 대폭 확대하였다. 특히 '19. 8월 지정한 6개 강소연구개발특구의 기술사업화를 활성화하기 위한 지원을 강화하고, 기존 5개 특구의 지자체-지역 공공기관-기업이 협력하여 지역현안(지역문제, 신산업 등)을 해결할 수 있도록 공공기술 사업화(R&BD) 과제도 신규 추진한다.
- 또한 특구 내 전(全) 분야의 R&D 전(全)과정에서 규제특례를 적용하기 위한 신기술 실증 테스트베드 기획 및 실증과제 발굴 지원을 위한 예산을 신규 편성하였고, 특구기반 기술사업화 창업·초기기업에 집중 투자하는 신규 특구펀드 조성을 위한 시드(seed)머니 지원도 추진한다.

#### (4) 과학기술과 ICT 기반의 포용국가 실현

※ ('19) 7,820억원 → ('20) 9,700 억원 (+1,880억원, 24% ↑)

미세먼지에 대한 국민불안을 해소하기 위한 본질적 문제해결 중심의 R&D 및 부처협업 기반으로 각종 사회문제를 해결하기 위한 R&D 투자를 확대하여 총 630억원을 편성하였다.

아울러, 빅데이터, AI 등 4차 산업혁명 핵심분야의 혁신인재 양성, 실험실 일자리 등 과학기술 기반 일자리 창출과 국민과 함께하는 과학기술·ICT를 구현하는데 총 9,070억원을 편성하였다.

#### ① 미세먼지 대응 연구개발

- 국외유입·국내배출 상세 연구와 장거리 이동 미세먼지 생성 기작 규명을 고도화하여 동북아 차원의 종합적 초미세먼지 현상 규명을 위한 사업을 신규로 편성하였다.
- 또한 미세먼지 취약계층(학생)을 대상으로 상시 미세먼지 관리를 위한 학교 맞춤형 열·공기환경 통합관리 시스템 개발·실증 지원도 강화한다.

#### ② 사회문제 해결형 연구개발

- 국민 삶의 질 개선을 위한 사회문제 이슈 발굴 및 사회문제해결 TF 구성·운영 등을 통한 범부처 문제해결 체계를 마련한다. 아울러 수요발굴부터 해결 방향 기획, 기술개발 및 현장 적용까지 전주기 리빙랩 활용 및 범부처 협업을 통해 국민이 공감하는 문제의 해결을 모색하는 사업도 새로 추진한다.
- 기존 우수 연구성과를 대상으로 공공조달 연계 등을 통해 국민생활문제 해결과 초기시장을 창출하는 연구 개발 사업을 강화하고, 새로운 유형의 사회안전·재난이슈에 신속하게 대응할 수 있는 연구개발 사업도 확대 편성하였다.

#### ③ 4차 산업혁명 대응 혁신인재 양성 및 고급일자리 창출

- AI 고급인재에 대한 시장 수요 충족을 위해 AI 대학원에 대한 지원을 '19년 5개에서 '20년 8개(신규 3개)로 확대하고, 지역 중소·벤처기업 등의 AI 실무역량 강화를 위해 4개 권역\*에 AI 교육과정을 개설한다.

\* 광주/전라/제주, 대전/충청, 부산/울산/경남, 대구/경북



## “Smart Factory&Manufacturing II : 스마트제조 및 물류 혁신의 현재와 미래” 참관

### 한승범

정책실 연수생  
t19539@kist.re.kr

### 2019 과총-학회 공동포럼



지난 9월 20일 2019 과총-학회 공동포럼에서는 “스마트제조 및 물류혁신의 현재와 미래”를 주제로 스마트 기술로 인한 여러 산업분야의 융합 및 발전 방향성에 대한 토론이 있었다.

사회를 맡은 UNIST 김덕영 교수는 제조업 분야는 스마트 기술과 물리적 생산 시스템을 결합시킨 ‘스마트 팩토리’를 도입하고 있고, 물류분야는 업그레이드 된 배송시스템과 디지털 정보처리 기술로 배송 최적화를 실현하고 있다고 설명했다. 이러한 패러다임의 변화에 대응하기 위한 방안을 모색하는 논의가 필요함을 주장했다.

이어 발제를 맡은 KAIST 최병규 교수는 빠르게 발전하는 스마트 산업에서의 인간의 역할의 중요성과 인간에 대한 존중의 필요성을 강조하는 ‘인간 중심 스마트 팩토리’에 대해 설명했다. 기존의 기술중심 시스템에서 인간중심의 시스템으로 변화하기 위해서는 개인의 만족(3S) ▲ Safe/Secure, ▲ Smooth, social, ▲ Self-esteem과 조직의 효율성(3C) ▲ Communication, ▲ Collaboration, ▲ Coordination이 동시에 충족되어야 함을 주장하였다.

이어진 패널토론에서는 스마트 제조 및 물류의 필요성과 그에 수반하는 현실적인 어려움에 대한 논의가 이루어졌다. KAIST 김현정 교수는 스마트 시스템이 데이터 수집(Sensing)에 도움을 주는 정도의 수준을 벗어나 최근에는 문제 정의에서부터 의사결정에 영향을 미치는 단계에 이르렀다고 밝혔다. 이는 스케줄링의 효율성과 엄청난 생산성 향상을 이끌어 내고 있음을 의미한다.

이러한 결과는 시스템과 시스템간의 연결을 통한 고도화된 공장 내 스마트화가 바탕이 되어야 한다고 보았다. 그러나 양질의 데이터가 절대적으로 부족할 뿐만 아니라 해당 산업에 맞는 알고리즘 설계가 어렵기 때문에 산업 내 스마트 기술 적용이 더뎠다는 점을 지적했다. 이를 지속적인 기술발전과 업데이트를 통해 보완해 나가야 한다고 주장했다. 마지막으로, 모든 패널들은 아무리 기술이 발전해도 인간의 가치는 떨어지는 것이 아니며 인간과 기계의 협력이 기본이 되어야 한다는 것에 동의했다. 또한 스마트 제조업이 활성화되기 위하여 정부의 전략적 연계 강화의 필요성과 통합적 시스템 관점의 전략의 중요성, 공급망끼리 유기적으로 연결(connected)될 수 있는 문화의 형성이 필요하다고 역설했다. **ktg**

글로벌 시장 동향

연비 향상, 배기가스 배출 감소를 위해 자동차용 경량화 소재 시장 성장

송유림

연구기획 · 분석팀  
yurim\_s@kist.re.kr

\*출처:

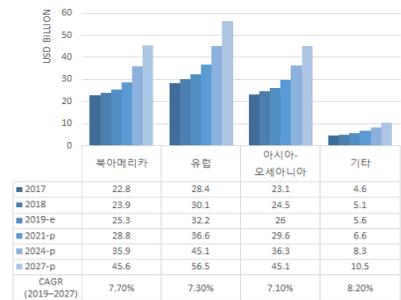
Automotive  
Lightweight  
Material Market,  
MarketsandMarkets,  
2019.7

**전** 세계 자동차용 경량화 소재 시장은 2019년 890억 달러에서 2027년 1,578억 달러로 확대되어, 연평균 7.4%의 성장률을 보일 것으로 예측된다. 경량화 소재는 차량의 무게를 줄임으로써 연비를 높이고, 배기가스를 줄인다. 주요 국가에서 연비 및 배기가스 배출에 대한 규제가 엄격해지면서, 자동차 제조업체에서 기존 소재보다 가벼우면서도 비슷한 물리적 특성을 가진 소재를 사용하여 차량의 무게를 줄이기 위해 노력하고 있다.

엄격한 환경 규제, 자동차 경량화 소재의 수요 가속

세계적으로 자동차 배기가스로 인한 환경 문제가 심각해짐에 따라, 각국 정부는 보다 엄격한 배출 규제를 시행하고 있다. 2020년 전후로 인도와 중국에서는 유럽연합의 배기가스 규제단계인 EURO 6(대형 경유차의 배기가스 내 NOx 0.4gkWh 이하)에 해당하는 배출 규제를 시행할 예정이며, 이는 각 국가에서의 자동차용 경량화 소재에 대한 수요를 더욱 증가시킬 전망이다. 또한, 유럽 국가들 역시 향후 더 엄격한 배출 규정을 시행할 계획이다.

| 지역별 자동차 경량화 소재 시장 |



경량화 재료 최대 60%까지 차량 무게 감량 가능

미국 에너지부는 차량 중량을 10% 줄이면 연비가 6~8% 정도 향상되며, 기존 차량 내 강철 부품을 알루미늄, HSS 등 경량화 재료로 대체하면 10~60%까지 차량 무게를 감량할 수 있다고 발표했다. 여러 규제 당국이 다양한 차량 유형에 대해 중량 감소 목표를 설정하고, 경량화 재료의 사용을 장려함에 따라 경량화 소재 시장은 2019년 50,939TMT(Thousand Metric Tons)에서 2027년 81,203TMT에 이를 것으로 전망된다.

이 중 가장 큰 시장으로 예상되는 것은 복합소재 시장이다. 향후 전기 버스나 트럭에서의 복합소재 적용 증가, 플라스틱과 더불어 배터리 팩에서의 사용 등이 시장 성장을 촉진하는 요인으로 꼽힌다. 복합소재 중에서도 가장 큰 성장률이 예측되는 소재는 CFRP(Carbon Fiber Reinforced Plastic)이다. 높은 가격이라는 한계점이 있지만, 낮은 비중, 높은 강도와 탄성률이라는 장점을 바탕으로 향후 크게 성장할 것으로 예측된다.

| 소재별 자동차 경량화 소재 시장 |

소재	2017	2018	2019-e	2024-p	2024-p	2027-p	CAGR (2019-2027)
금속	37.3	39.8	42.8	49.6	62.7	80.6	8.20%
복합	6.0	6.3	6.6	7.2	8.9	10.8	6.30%
플라스틱	24.1	25.6	27.4	31.4	39.2	49.6	7.70%
탄성중합체	11.6	11.9	12.3	13.2	14.9	16.7	3.90%
합계	78.9	83.5	89.1	101.5	125.7	157.7	7.40%

KIST 복합소재기술연구소, CFRP 개발 주력

국제적으로 엄격해지는 환경 규제로 인해, 자동차 제조사는 강철보다 가벼우면서 강철과 같은 물리적 특성을 갖는 경량화 소재의 개발과 사용이 필수적이다. 자동차의 경량화는 환경에는 배기가스 저감, 사용자에는 연료 절감이라는 일거양득의 효과를 나타내며, 더욱 성능이 우수한 차량에 대한 수요 증가 역시 시장 성장을 촉진하고 있다.

KIST 복합소재기술연구소에서도 플라스틱에 탄소섬유를 첨가해 플라스틱보다 가벼우면서도 강도와 탄성을 높인 CFRP의 개발에 힘쓰고 있다. 향후 자동차 산업을 비롯한 항공우주산업, 건축 등의 다양한 분야에서 경량화 소재로 사용될 수 있을 것으로 기대된다. **kist**

## 김상원

KIST 유럽연구소 선임연구원  
바이오센서 그룹  
sangwon.kim@kist-europe.de

**최** 근 미국 HBO에서 1986년 체르노빌 원자력 발전소 폭발사건을 다룬 드라마를 방영하였다. 이 드라마는 철저한 고증을 통하여 원전사고에 대한 경각심을 불러일으켰다. 2011년 후쿠시마 원자력 발전소가 폭발하였다. 지금도 사고현장에서 방사능이 누출되고 있으며, 후쿠시마 오염수 처리가 국제적으로 큰 이슈가 되고 있다.

예년 같으면 1-2개에 불과했던 한반도에 영향을 끼치는 태풍이 올해는 벌써 6번째다. 기후변화의 징후는 곳곳에서 나타나고 있다. 전 인류는 이미 생존을 위협 받고 있다고 해도 과언이 아니다. 원자력 발전소를 폐쇄하고, 화석연료의 사용을 줄이며, 에너지를 신재생에너지로 전환시키려는 노력은 이제 불가피해졌다.

유럽은 일반적으로 기후변화에 대하여 일찍부터 관심을 가지고 신재생에너지를 확대하여 왔다. 하지만 유럽국가별로 추진하는 방향은 조금씩 차이가 있다. 실례로 독일은 2022년까지 원자력 발전소를 완전히 폐쇄할 예정이지만, 프랑스는 여전히 원자력 발전이 주 에너지원이다. 우리나라 정부는 제8차 전력수급 기본계획안을 통하여 2030년까지 원자력 발전량을 2017년 현재 30.3%에서 23.9%로 줄이고, 신재생 에너지 발전량을 현 6.2%에서 20%까지 늘리겠다는 목표량을 제시하였다. 하지만, 여전히 우리나라에서 원자력 에너지를 포기하는 것이 올바른 선택인가에 대하여 의견이 분분하다. 본지에서는 우리나라의 에너지 전환 방향 및 속도를 결정하는데 참고가 될 수 있도록, 유럽의 에너지 수급 및 전력믹스 현황 추이를 한국의 전력 믹스와 비교 분석하고자 한다.

## 한국과 EU의 에너지 수급 현황

2017년 한국의 에너지 소비 규모는 세계 9위 수준이다. 표 1은 한국의 1차에너지<sup>15)</sup> 소비량을 주요 국가들의 1차에너지 소비량과 비교하여 보여주고 있다.

| 표 1. 국가별 1차 에너지 소비량 및 1인당 에너지 소비량 비교 |

	한국	독일	프랑스	영국	일본	미국	OECD
1차 에너지 소비 (백만 toe <sup>16)</sup> )	272.7	307.8	246.5	180.7	429.8	2,188.3	5,259.4
1인당 에너지 소비 (toe)	5.39	3.77	3.71	2.78	3.39	6.80	4.12

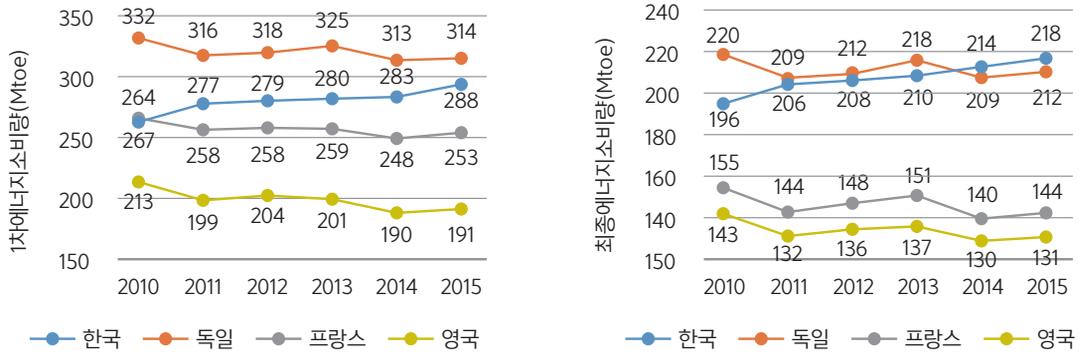
출처 : World Energy Balances, IEA, 2017

15) 1차 에너지: 자연으로부터 얻을 수 있는 에너지로서 최초의 에너지를 의미함. 석탄, 석유, 천연가스와 같은 화석에너지와 태양열, 지열, 조력, 파력, 풍력, 수력과 같은 자연 에너지가 있음.

16) 석유환산톤(Ton of oil equivalent, toe)은 모든 에너지에 공통적으로 적용될 수 있는 에너지단위로 석유 1톤을 연소할 때 발생하는 에너지로 석유 1톤의 발열량 107Kcal(10의 7승 Kcal)을 1 toe로 정의함.

그림 1은 한국과 유럽 주요국들의 1차에너지소비량과 최종에너지소비량을 비교하여 보여주고 있다. 유럽 주요 국가들은 2010년 이후 매년 1차 에너지 소비량이 감소하는 반면, 한국의 1차 에너지 소비량은 2010년 이후 매년 평균 1.8%씩 증가하였다. 한국은 2017년 1차 에너지 소비량이 2010년 대비 9.1% 증가한 반면, 독일은 5.4%, 프랑스는 5.2%, 영국은 10.3% 감소하였다. 이는 에너지 효율 개선에 따른 소비량 감소로 이어진 것으로 판단된다.

| 그림 1. 한국과 EU 주요국가 1차에너지소비량 및 최종에너지소비량 비교 |

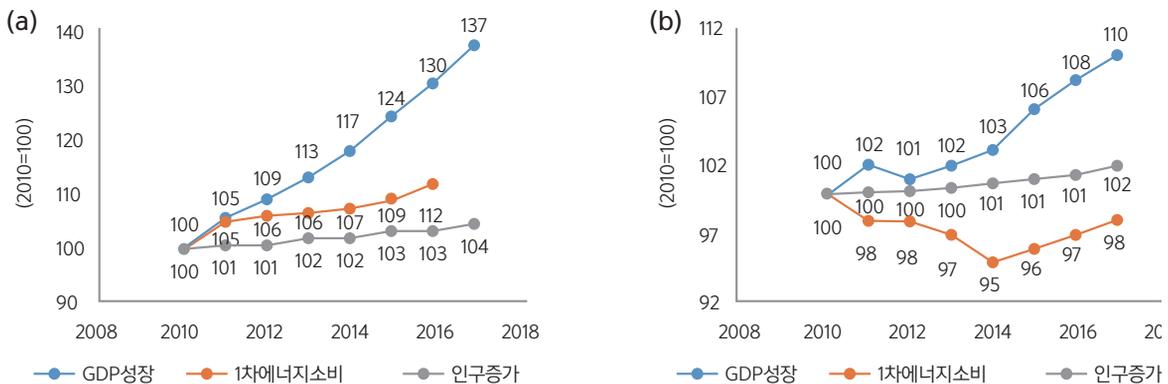


출처 : 한국전력통계자료, EUSTAT

한국의 최종에너지<sup>17)</sup> 소비량은 매년 평균 1.7%씩 증가하였고, 독일과 프랑스, 영국은 계속 감소하고 있다. 한국의 최종에너지 소비량은 2014년에 독일을 추월하였다.

그림 2는 한국과 유럽연합의 국내총생산, 1차에너지 소비, 인구변화 추이를 2010년을 기준으로 비교하였다. 국내 GDP는 2010년 대비 37% 증가하였으나 1차 에너지 소비량은 12% 증가하는데 그쳤다. 유럽의 GDP는 2010년 수준의 10%를 상회하나 1차 에너지 소비는 오히려 2% 감소하였다. 1981년부터 GDP와 1차 에너지 공급, 최종에너지 소비 추이를 살펴보면, 2000년대 들어 경제성장률과 에너지소비 증가율 간 ‘디커플링(탈동조화)’ 현상이 나타나고 있다. 이는 GDP 증가에 따른 기술 발전, 에너지 효율화 정책 등으로 인해 에너지 소비 증가율이 둔화되는 추세를 보인다.

| 그림 2. 한국과 EU의 GDP, 1차에너지 소비 및 인구추이 비교; (a) 한국, (b) EU |



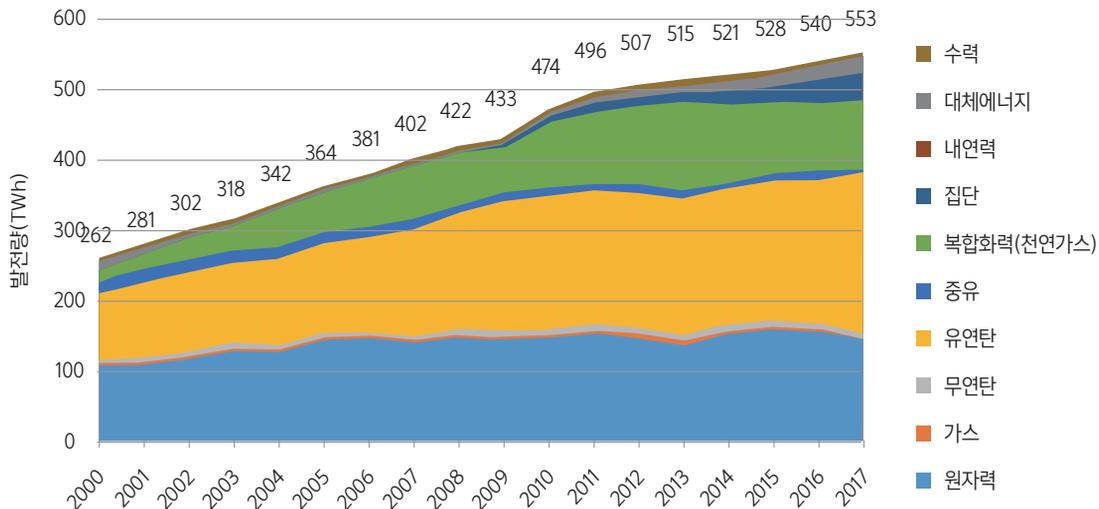
출처 : 대한민국통계청, 한국은행경제통계시스템, 한국전력통계자료, EUSTAT

17) 최종에너지: 최종 소비부문의 에너지 이용설비에 알맞은 형태로 사용되는 에너지로서 1차 에너지 중 직접 에너지로 사용되는 것은 그 자체로 최종에너지로 구분되고, 일정한 전환 과정을 거쳐서 다른 형태의 에너지로 전환되는 것은 그 산출물이 최종에너지로 구분됨. 석유제품(휘발유, 경유, 등유 등), 전력, 지역난방 온수(열에너지), 도시가스, 코크스 등이 최종 에너지에 해당됨. 일반적으로 에너지소비 수준을 말하거나 국가별 에너지소비를 비교할 때는 1차 에너지를 기준으로, 소비 부문별로 에너지소비를 말할 때는 최종에너지를 기준으로 표기함. 최종 에너지는 2차 에너지로도 불림. 1차 에너지 = 전환손실 + 최종에너지(2차 에너지)

## 한-EU 전력 믹스 현황 비교 분석

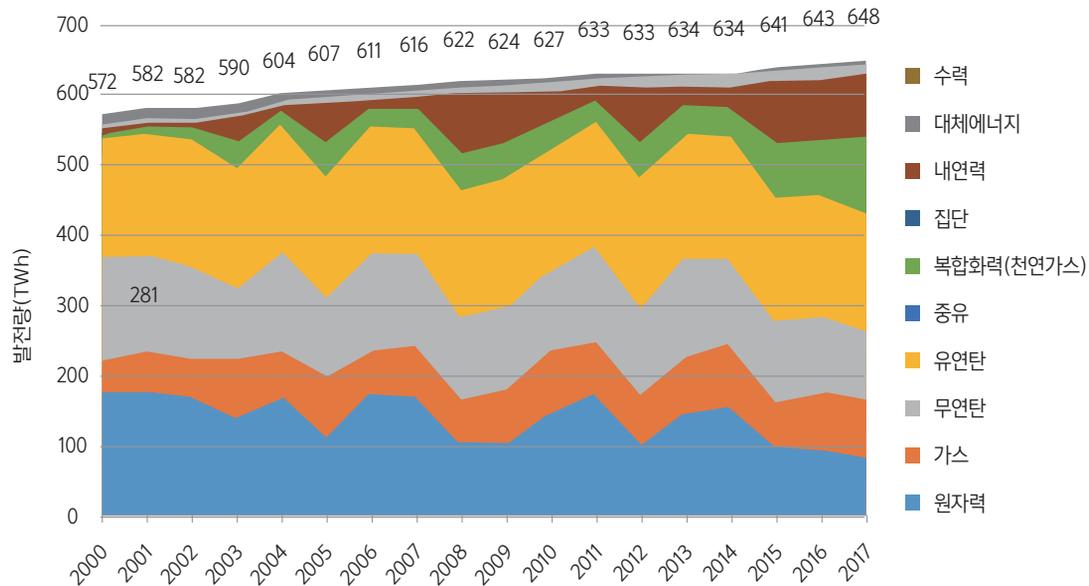
한국과 독일의 전력 믹스 현황 추이가 그림 3과 그림 4에 각각 나타내었다. 2000년 한국의 전력 총발전량은 262 TWh로 같은 시기 독일의 총발전량 572 TWh의 45.8%에 불과하였다. 2017년 한국의 전력 총발전량은 553 TWh로 독일의 총발전량 648 TWh의 85%에 이르렀다. 이는 지난 17년간 한국의 경제 산업 규모가 급격히 발전하였음을 보여준다. 한국은 유연탄, 원자력, 천연가스(복합화력)가 발전 전력원 가운데 가장 큰 비중을 차지하여 왔음을 보여준다. 반면, 독일은 발전 전력원 비중이 석탄(갈탄, 무연탄), 원자력에서 석탄, 신재생에너지로 이동하고 있음을 보여준다.

| 그림 3. 한국의 연료별 발전량 추이 |



출처 : 한국전력통계자료

| 그림 4. 독일의 연료별 발전량 추이 |



출처 : EUSTAT KST

(다음호에 계속...)

PART

03

# TePRI 休

---

세계사 속 과학기술  
니체와 다이너마이트

---

Law and Science

이용허락 없는 저작물의 디지털화와 공정이용 법리 : 구글의 사례

---

소통과 대화를 위한 재미있는 이노베이션 이야기  
지속가능성과 기술혁신의 두 가지 관계

## 니체와 다이너마이트

## 전 대 호

유미과학문화재단 이사  
daehojohn@hanmail.net

**한** 시대의 분위기를 예민하게 포착하고 거기에 반응하는 것이 지식인의 본분이라면, 니체는 훌륭한 지식인이다. 1844년에 태어나 1880년대에 대표작들을 쓴 그는 당대의 분위기를 “퇴폐 decadence”라는 한 마디로 요약했다. 활력이 넘치는 전성기는 벌써 지났고, 이제 모든 것이 저무는 마지막 단계가 도래했다는 것이다. 니체는 자신도 예외가 아님을 인정한다. 자기 자신도 “퇴폐한 자”라고 스스로 폭로한다. 니체의 시대 진단은 그리스 비극의 비장함을 넘어 길 잃은 아이의 막막함에 이른다.

과연 니체의 시대는 그토록 절망적이었을까? 세계가 훨씬 더 넓어지고 복잡해져서, 이제 어떤 개인도 시스템 전체를 환히 굽어볼 수 없게 된 것은 틀림없는 사실이었다. 1832년에 사망한 괴테만 해도 예술, 과학, 철학, 정치에 두루 정통한 지식인일 수 있었다. 그는 <젊은 베르테르의 슬픔>을 써서 온 유럽의 사랑을 받았고, <색채론>을 써서 뉴턴의 광학과 대결했으며, 당대 독일의 낭만주의자 집단들과 불가근불가원의 관계로 교류하는 독보적인 사상가였고, 교육 및 문화 행정에 깊이 관여하는 고위 정치가이기도 했다.

이런 만능 지식인이 존재할 수 있었던 이른바 “괴테 시대”(일반적으로 1770-1830)는 니체에게 비현실적인 전설과 다름없었다. 과학계 내부에서도 런던 왕립학회 같은 포괄적인 모임보다는 세분화된 지질학회, 천문학회, 물리학회 등이 발전을 주도하고 있었다. 1789년의 프랑스혁명을 필두로 유럽 곳곳에서 거둬 일어나는 봉기 혹은 소요는 지식인들로 하여금 민중이라는 다소 낯선 세력의 부상을 차츰 인정하게 만들었다. 경제는 식민지에서 유입되는 부를 부분적인 바탕으로 급격히 성장하고 있었지만, 외견상 긍정적인 이 변화조차도 일부 지식인들에게는 혼란과 불안의



요인일 따름이었다.

한 마디로, 니체 시대의 지식인은 문득 자신의 왜소함을 절감할 만했다. 복잡한 세계 앞에서, 감당할 수 없을 만큼 다양한 지식과 문화와 기술 앞에서, 성큼성큼 다가오는 민중 앞에서, 마치 독자적인 엔진을 보유하기라도 한 것처럼 무섭게 성장하는 경제 앞에서, 당대의 지식인은 한편으로 움츠러들면서 다른 한편으로 무언가 근본적으로 새로운 길을 모색할 만했다.

그리하여 플라톤과 아리스토텔레스 이래로 지식인들이 전적으로 신뢰해온 이성만능열쇠가 아니라는 전적으로 옳은 깨달음을 앞세우는 사상가들이 한 시대를 이끌게 되는데, 바로 그 선봉에 니체가 있다. 그런데 그들은 그 깨달음을 대폭 과장하여 이성을 무력한 허수아비나 악랄한 거짓말쟁이로까지 매도하는 경향이 있다.

대표적인 예로 니체보다 12년 늦게 태어난 프로이트를 들 수 있다. 프로이트가 보기에 개인의 삶을 주도하는 것은 합리적인 자아가 아니다.

삶의 주인은 자아가 아닌 무언가 혹은 누군가이고, 자아는 자신의 것이 아닌 낯선 삶에 대해서 나름대로 합리적인 설명을 구성하여 타인들에게 내보이고 싶어 하는 허수아비나 거짓말쟁이에 불과하다.

아무튼 이 글에서 주목하려는 것은 니체가 남긴 한 문구다. 당대의 급격한 변화 앞에서 움츠러들며 새로운 길을 모색한 그는 자서전적 작품인 <이 사람을 보라>(1888년 저술, 1908년 출판)에서 이렇게 선언했다.

*“나는 사람이 아니다. 나는 다이내마이트다.”*

대체로 니체의 글은 심각하게 읽어야 할지, 호쾌하게 웃으며 읽어야 할지 망설이게 만드는 묘한 매력이 있다. 어떻게 호모사피엔스 종의 한 개체가 20센티미터짜리 막대형 폭발 물질 수 있다 말인가! 물론 위 인용문에 은유법이 쓰였음을 모르는 독자는 없을 것이다. 틀림없이 니체는 자신이 이상 파괴자로서 지닌 폭발력을 강조하기 위해서 다이내마이트를 거론했을 것이다. 또한 어쩌면 나는 위험한 놈이건드리지 말라는, 오늘날 힙합 공연에 어울릴 법한 거드름도 섞여있는 듯하다.

흥미롭게도 니체의 펜이 저 인용문을 적던 시기에 다이내마이트는 그리 오래된 제품이 아니었다. 노벨이 다이내마이트로 특허를 받은 때가 1867년, 그러니까 저 문장이 나오기 21년 전이다. 당대 사회의 변화 속도가 지금보다 느렸다는 점을 감안할 때, 또 니체는 건설업자나 광산업자가 아니라 고전문헌학 교수직에서 물러나 은둔한 저술가였다는 점을 감안할 때, 니체가 자신을 다이내마이트와 동일시한다는 점은 상당히 신선하게 다가온다. 요셋말로 하면, 그는 ‘얼리어답터’다.

다이내마이트 이전에 인류가 안전하게 사용할 수 있었던 폭발물은 사실상 화약이 유일했다. 9세기에 중국에서 발명된 화약은 질산칼륨, 황, 숯의 혼합물이며, 급격한 연소를 통해 에너지를 방출한다. 반면에 다이내마이트에서 에너지가 방출되는 메커니즘은 연소가 아니라 ‘폭발detonation’이다.

핵심적인 차이는 산소의 개입 여부다. 화약의 연소를 위해서는 산소가 필수적인 반면, 다이내마이트의 폭발은 산소와

무관하다. 다이내마이트의 작용성분인 니트로글리세린 분자가 압력을 받아 분해될 때 방출되는 에너지가 다시 압력으로 작용하여 인근의 다른 니트로글리세린 분자들을 분해시키는 연쇄반응이 순간적으로 확산되어 모든 니트로글리세린 분자들이 거의 동시에 분해된다. 그리고 이때 한꺼번에 방출된 에너지가 열과 충격파를 일으킨다.

노벨이 이뤄낸 발명의 핵심은, 아주 민감해서 쉽게 폭발하기 때문에 실용성이 없었던 액체 니트로글리세린을 흡수체에 스며들게 해서 더 둔감하게 만든 것, 그리고 그 흡수체를 막대 모양으로 가공하고 그 중심에 폭발을 일으키는 장치(뇌관)를 설치한 것이다. 요컨대 통제된 폭발이 핵심이다. 폭발력과 위험성만 따지면, 순수 니트로글리세린이 다이내마이트를 훨씬 능가한다. 그러나 다이내마이트는 안전하게 제작하고 운반하여 딱 필요한 때와 장소에서 딱 필요한 만큼의 에너지만 방출하게 만들 수 있다는 획기적인 장점이 있다.

그러므로 만약에 니체가 막강한 폭발력과 막무가내의 통제 불가능성을 자부하며 저 인용문을 썼다면, 차라리 ‘나는 니트로글리세린이다.’라고 했어야 더 적합하다. 실제로 그는 니트로글리세린처럼 폭발적으로 걸작들을 쓰다가 느닷없이 1889년 초에 정신적으로 붕괴하여 사실상 삶을 마감했다. 그러나 아무래도 그는 니트로글리세린보다는 다이내마이트 이기를 원했을 것이다. 모름지기 유능한 이상파괴자라면, 합리적으로 선택한 목표물을 정확히 파괴할 수 있어야 하지 않겠는가.

상전벽해라는 말이 무색하게도, 이상파괴자였던 니체는 오늘날 도리어 우상이 되었다. 다이내마이트의 파괴력 덕분에 제정된 노벨상은 최고의 권위를 누리며 과학의 발전에 기여하고 있다. 자아는 여전히 위협받고 있으나, 이제 위협의 주요 원천은 생물학적 충동이나 무의식이 아니라 인공지능이다.

돌이켜보면, 시대가 온통 퇴폐로 물들었다는 진단도, 자아가 온통 왜소하기만 하다는 폭로도 한때의 유행이었을 따름이라는 생각이 든다. 하지만 이성과 자아와 역사가 기존의 통념보다 훨씬 더 복잡하다는 진실을 일깨웠다는 점에서, 니체 시대의 지식인들은 영원히 박수를 받을 자격이 있다. **ktg**

# 이용허락 없는 저작물의 디지털화와 공정이용 법리: 구글의 사례

## 최지선

Law & Science 대표변호사  
lawnsience.jschoi@gmail.com



지난 호에서는 디지털 기술과 빅데이터 시대 중요성이 더욱 커진 저작권법의 공정이용 법리의 개념에 대하여 소개하였다. 공정 이용(公正利用, fair use)이란 이용자가 저작권법으로 보호되는 저작물을 저작권자의 법적인 이용 허락을 득하지 않고 이용할 수 있도록 허용하여 저작권을 제한하는 개념이다. 저작물의 공정이용이 디지털 기술과 빅데이터 시대에 더욱 주목받는 이유는 빅데이터의 상당 부분이 현행법상 저작권으로 보호받는 저작물일 수 있기 때문이다.

이번 호에서는 저작물의 대량 디지털화가 저작권 침해로 문제가 된 유명한 해외 사례인 구글 북스 프로젝트의 미국 판례<sup>18)</sup>를 통해 저작권법의 공정 이용 법리가 빅데이터의 이용에 어떻게 적용될 수 있는지를 살펴보고자 한다. 구글 북스는 주요 도서관에 소장된 책들에 대해 디지털 복제본 DB를 구축하여 이용자로 하여금 디지털 책의

내용을 서치할 수 있도록 하였고(① 서치 기능/서비스), 필요한 단어가 포함된 책의 일부 내용을 컴퓨터 화면상에 표출될 수 있도록 하였다(② 단어찾기 기능/서비스). 이에 미국 출간서적 저작자 협회는 구글 북스를 상대로 저작권 침해의 소를 제기하였다. 1심 법원(뉴욕주 법원)은 구글의 공정이용항변을 인용하였고, 2심 법원 역시 이를 인용하였다.

이 사건이 많은 이들의 관심사가 된 것은 구글이라는 세계적인 디지털 기업이 도서관 서적의 원문 전체를 대량 디지털화하였다는 점에서 공정 이용의 요건을 충족할 수 있는지에 대하여 의구심이 들었기 때문이다. 다른 한편 만약 이와 같은 사례의 공정이용이 인정되지 않는다면 향후 디지털 기술을 이용한 저작물 이용에 현실적인 제약이 상당할 것으로 여겨졌다는 점에서도 관심의 대상이었다.

18) AUTHORS GUILD v. GOOGLE, INC. 804 F.3d 202 (2nd Cir. 2015).

미국 디지털 밀레니엄 저작권법 제107조 및 우리나라 저작권법 제35조의 3에 따른 공정이용의 핵심 판단 기준은 1. 이용의 목적 및 성격, 2. 저작물의 종류 및 용도, 3. 이용된 부분이 저작물 전체에서 차지하는 비중과 그 중요성, 4. 저작물의 이용이 그 저작물의 현재 시장 또는 가치나 잠재적인 시장 또는 가치에 미치는 영향이다.

첫 번째 요소인 “이용의 목적 및 성격”과 관련하여, 법원은 구글의 디지털화는 도서에 대한 서치기능과 단어찾기 기능을 제공하고자 한 것으로 이는 원저작물의 저작 목적과는 차별화된 새로운 생산적 가치가 추가된 것으로 보았다. 따라서 공정이용으로 인정되기 위한 변형적 이용의 요건을 충족한다고 보았다. 원고는 구글의 행위가 그 자체로 수익 창출이 목적이 아니지만 구글은 기본적으로 영리 추구가 본질인 회사이고 도서 서치 기능에 관하여 인터넷 상에서 독점적 지위를 확보하기 위하여 이와 같은 행위를 한 것이므로 구글이 간접적으로 구글 북스로부터 수익을 창출할 것이라고 주장하며 이 점은 공정이용 인정에 불리하게 작용하여야 한다고 주장하였다. 그러나 법원은 원저작물을 상업적 목적으로 이용하는 행위가 공정이용 판단에 불리하게 작용하는 것은 사실이지만, 이미 여러 해 동안 하급심 법원 및 대법원은 상업적 동기가 있다고 해도 공정이용이 인용될 수 있다고 판단해 왔음을 강조하며 그 자체만으로 공정이용이 인정되기 어려운 것은 아니라고 판단하였다.

두 번째 요소인 “저작물의 종류 및 용도”와 관련하여, 법원은 원저작물이 사실에 관한 작품인 경우 공정이용으로 인용될 가능성이 크지만 상상의 작품이라고 해서 공정이용 인용이 배척되는 것은 아니라고 판단하여 본 사건에서 디지털화한 저작물 중 사실에 관한 작품이 있다는 점만으로 공정이용에 불리한 요소는 아니라고 판단하였다.

세 번째 요소인 “이용된 부분이 저작물 전체에서 차지하는 비중과 그 중요성”과 관련하여, 법원은 원칙적으로 원저작물을 부분적으로 이용한 경우에 공정이용으로 인정될 가능성을 높게 본다. 하지만 본 사건의 경우 구글은 원저작물 전부를 인용하였기 때문에 문제가 되었다. 그러나 법원은 원저작물 전체를 그대로 복제한 경우라고 하더라도 그것이 복제자의 변형적 목적을 달성하기 위하여 합리적으로 필요한 것이고 원저작물의 경쟁재로 작동되지 않는 경우 공정

이용 인정이 가능하다고 보았다. 법원은 본 사건에서 구글이 원저작물 전체를 복제하였지만, 이를 그대로 대중에게 공개하지 않고 제한적이고 중요한 정보로 한정하여 공개하였으며, 단어찾기 기능과 관련해서는 원저작자의 저작물에 대한 경쟁적 대체재가 되지 않도록 하기 위하여 한 페이지에서 추출될 수 있는 분량을 제한하고 그 추출된 분량 역시 섞어서 원저작물이 그대로 노출되지 않도록 상당한 수준의 보호조치를 강구하였다는 점에서 구글이 세 번째 요소를 충족하였다고 판단하였다.

법원은 네 번째 요소인 “저작물의 이용이 그 저작물의 현재 시장 또는 가치나 잠재적인 시장 또는 가치에 미치는 영향”과 관련하여, 법원은 구글이 도서 디지털화를 통하여 제공하는 서치 서비스 및 단어찾기 서비스는 원저작물의 구매 욕구를 감소시키는 대체재가 아니라고 판단하였다. 법원은 그와 같은 구글의 서비스가 일부 잠재적 고객으로 하여금 도서 구매 수요를 감소시킬 가능성을 배제할 수는 없으나 세 번째 요소에서 검토하였던 각종 보호조치로 인하여 서치 기능과 단어찾기 기능을 이용하는 것만으로는 원저작물의 내용을 충분히 파악할 수 없다고 보았다.

법원은 위 네 가지 요소를 종합적으로 고려하여 비록 구글이 전체 도서 원본은 저작자의 이용허락 없이 디지털화하였음에도 불구하고 공정이용에 해당하므로 원저작자의 저작재산권은 제한된다고 판단하였다.

이 사건은 저작물에 대한 이용허락 없는 전문 디지털 복제 및 일부 복제물의 대중 공개에 대해서 공정이용을 인용하였다는 점에서 의의가 있을 것이다.

하지만 더욱 중요한 점은 향후 저작권으로 보호받는 저작물을 빅데이터로 활용하여 머신러닝 등을 추진함에 있어 공정이용으로 이용받을 가능성을 높이기 위해서는 사전에 원저작자의 저작권을 보호하고 시장 대체재가 되지 않도록 충분한 기술적 보호조치에 대해 검토할 필요가 있다는 점이다. 기술수준이 높아질수록 기술을 활용하여 권리자의 권리를 보호하여야 할 의무 역시 높아질 수 있다는 점을 잊지 말아야 할 것이다. **ktg**

## 지속가능성과 기술혁신의 두 가지 관계

김태형

미래전략팀 연구원  
kimth@kist.re.kr



**기**후변화, 미세먼지, 자원고갈과 같은 환경 문제가 점점 심각해지고 국민들의 삶의 질에 직접적인 영향을 주기 시작하면서 지속가능성은 거대한 사회적 이슈로 부상하고 있다. 국민들은 이에 대해 환경 단체, 소비자 단체 등을 조직함으로써 단체 행동을 실시하거나 SNS를 활용하는 등의 다양한 방법으로 자신들의 목소리를 높이고 있다.

이러한 국민 정서에 발맞춰 정부는 대외적으로 파리기후변화협정과 같은 국제 협정에 가입하고, 대내적으로 배출권거래제 같은 관련 정책을 신설하는 등 지속가능성 추구를 위한 많은 노력을 기울이고 있다.

일각에서는 이러한 정부의 개입이 기업의 자유로운 경제 활동을 저해할 수 있다는 비판이 있는

것도 사실이다. 하지만 정부는 국민들에게 쾌적하고 안전한 환경을 제공해야할 의무가 있기 때문에 관련 제도와 법령을 지속적으로 개선하고 확대시켜 나가고 있는 추세이다.

한편 환경오염의 가장 큰 주체이자 정부 규제의 주된 대상이라 할 수 있는 기업들은 국민들의 우려를 종식시키고 정부 규제를 만족시키기 위한 다양한 활동을 진행하고 있다. 매년 지속가능성 보고서를 발간하는 선도적인 기업부터 친환경 기술을 적용한 다양한 제품을 판매하는 기업까지 기업들의 대응 전략은 무궁무진하다.

하지만 모든 기업들이 지속가능성 이슈에 적극적으로 대응하고 있는 것은 아니다. 전통적으로 기업의 입장에서 지속가능성에 대한 투자는 손실로 여겨져 왔기 때문이다. 지속가능한 기술이나

장비 등에 대한 투자는 단순히 생산비용이나 운영비용의 상승을 가져올 뿐만 아니라 더 많은 부가가치를 창출할 수 있는 다른 투자 기회를 잃게 만든다는 인식이 지배적이었다 (Eiadat et al. 2008). 즉, 혁신적 기술에 대한 투자나 신규 사업처럼 기업에 더 큰 잠재 수익을 가져다 줄 수 있는 부분에 대한 투자를 위축시킬 수 있다는 의미이다. 이로 인해 기업들은 지속가능성을 미래에 대한 투자라기보다 부담스러운 사회적 의무로 여기는 경우가 대부분이었다.

학계에서도 지속 가능성과 기업의 생산성 혹은 성과 사이의 관계에 대한 논의가 꾸준히 이루어져 왔지만 누구도 명확한 해답을 내놓지는 못하고 있다 (Jaffe et al., 1997). 주목할 만한 점은 대부분 기업들의 인식과는 반대로 지속가능성 추구가 기업의 경쟁우위에 도움이 된다는 연구 결과가 상당수 존재한다는 것이다.

대표적으로 하버드 비즈니스 스쿨의 마이클 포터 교수는 포터 가설을 통해 기업이 환경규제에 대응해 지속가능성을 추구하는 동시에 궁극적으로 기술혁신을 달성할 수 있다고 주장하고 있다. 이러한 포터 가설은 크게 두 가지로 나뉜다. 첫 번째 가설은 환경 규제가 기업의 기술 혁신을 유발한다는 것이다. 즉 환경 규제라는 외부 압력으로 인해 기업들이 친환경적인 제품을 생산하고 효율적인 공정을 수립하기 위한 기술개발을 추구하게 되고 이는 기업의 기술혁신으로 이어진다는 것이다. 두 번째 가설은 환경 규제가 기업의 생산성 향상에 직접적으로 영향을 준다는 것이다. 이는 기업들이 규제에 순응하는 과정에서 발생하는 내부적 효율화 등에서부터 비롯되는 것이다 (Porter and Van der Linde, 1995).

이러한 결과는 학술 논문에서 뿐만 아니라 실제 기업들의 사례에서도 발견된다. 지속가능성에 대한 투자를 통한 규제 준수를 비용이 아닌 기회로 인식하고 적극적으로 대처한 기업이 또 다른 성장의 기회를 얻게 되는 것이다 (Nidumolu et al., 2009). 대표적으로 도요타의 경우 자동차 배출가스 관련 규제가 도입되기 시작한 초기 시점부터 하이브리드 자동차 개발을 통해 선제적으로 대응하는 모습을 보였다.

그 결과 도요타는 소비자들 사이에서 친환경 자동차의 상징으로 여겨지게 되었고 이는 막대한 수익으로 이어지게 되었다. 휴렛팩커드(HP) 또한 생산과정에서 발생하는 유해

물질이 추후 정부의 규제 대상에 들어갈 것을 예상하고 이를 대체할 수 있는 물질을 미리 개발해 두었다. 그 결과 정부 규제가 시행됨과 동시에 이에 맞는 제품을 선보일 수 있었고 이는 경쟁기업 대비 뛰어난 성과로 이어졌다.

이처럼 지속가능성에 대한 투자를 통해 환경 규제에 대응하는 것은 기업에게 소모성 비용이 될 수도, 기술 혁신을 통한 새로운 기회가 될 수도 있다. 지속가능성을 추구하는 것은 거스르기 힘든 시대적 흐름이며 기업을 평가하는 데는 이미 경제적 요인뿐만 아니라 사회 및 환경적 요인들이 널리 활용되고 있다. 정부가 효율적인 규제를 디자인하고 기업들이 단순히 이를 위한 비용을 지출하는 행위를 넘어 기술 혁신을 이룰 수 있는 환경이 조성된다면, 지속가능한 사회의 달성과 기술혁신을 통한 사회적 효용의 증가를 동시에 이룩할 수 있을 것이다. **ktg**

#### 참고자료

- Eiadat, Y., Kelly, A., Roche, F., & Eyadat, H. (2008). Green and competitive? An empirical test of the mediating role of environmental innovation strategy. *Journal of World Business*, 43(2), 131-145.
- Jaffe, A. B., & Palmer, K. (1997). Environmental regulation and innovation: a panel data study. *Review of economics and statistics*, 79(4), 610-619.
- Nidumolu, R., Prahalad, C. K., & Rangaswami, M. R. (2009). Why sustainability is now the key driver of innovation. *Harvard business review*, 87(9), 56-64.
- Porter, M. E., & Van der Linde, C. (1995). Toward a new conception of the environment-competitiveness relationship. *Journal of economic perspectives*, 9(4), 97-118.
- 이영범, & 지현정. (2011). 환경규제, 기술혁신, 생산성과의 관계. *한국행정학보*, 45(1), 171-197.
- 황혜란, 송위진 (2014). "지속가능한 사회·기술시스템으로의 전환과 기업의 역할" STEPI working paper 2014-04. 과학기술정책연구원.



Technology  
Policy  
Research  
Institute

## 기술정책연구소

Technology Policy Research Institute

발행 한국과학기술연구원 기술정책연구소   연락처 TEL 02\_958\_6019