

# TePRI

## REPORT

2019 • vol.97

# 06



**전망대** 과학기술과 사회적 갈등

**Focus** 무역전쟁 속에 숨겨진 기술혁신 경쟁

**Insight** 김동환 고려대학교 그린스쿨 원장

### Part 01 R&D Spotlight

01. 기획특집 : 4차 산업혁명과 일의 미래, 둘
02. 이슈분석 : ODA 융합사업, 과제는 무엇인가?

### Part 02 R&D In&Out

01. 주요 과학기술 정책 및 현안 : 정부, 「바이오헬스 산업 혁신전략」 발표
02. TePRI, 정책 현장 속으로 : 기후변화에 따른 합리적 에너지전환정책은?
03. 글로벌 시장 동향 : 땅 대신 물, 더 많은 수확이 가능한 수경재배 시장 성장
04. Guten Tag! KIST Europe : AI-based Predictive Analytics - 2019 하노버박람회

### Part 03 TePRI 休

01. 세계사 속 과학기술 : 증력파와 민주주의
02. Law and Science : 연구과제의 제재처분과 그 구제책
03. 소통과 대화를 위한 재미있는 이노베이션 이야기 :  
뷰카(VUCA)의 시대, 살아남는 조직의 특성 애자일 조직(Agile Organization)
04. 이달의 추천도서 : 마이크로트렌드X





기술정책연구소

Technology Policy Research Institute

08

人sight

김등환 고려대학교 그린스쿨 원장



13

다섯 번째 기획시리즈  
4차 산업혁명과 일의 미래, 둘



## CONTENTS ●

---

- 04** **전망대**  
과학기술과 사회적 갈등 4
- 06** **Focus**  
무역전쟁 속에 숨겨진 기술혁신 경쟁 6
- 08** **人sight**  
김동환 고려대학교 그린스쿨 원장 8
- 12** **Part 01 R&D Spotlight**
  - 01. 다섯 번째 기획시리즈**  
4차 산업혁명과 일의 미래, 둘 13
  - 02. 이슈분석 :**  
ODA 융합사업, 과제는 무엇인가? 17
- 21** **Part 02 R&D In&Out**
  - 01. 주요 과학기술 정책 및 현안 :**  
정부, 「바이오헬스 산업 혁신전략」 발표 22
  - 02. TePRI, 정책 현장 속으로 :**  
기후변화에 따른 합리적 에너지전환정책은? 25
  - 03. 글로벌 시장 동향 :**  
땅 대신 물, 더 많은 수확이 가능한 수경재배 시장 성장 26
  - 04. Guten Tag! KIST Europe :**  
AI-based Predictive Analytics - 2019 하노버박람회 27
- 30** **Part 03 TePRI 休**
  - 01. 세계사 속 과학기술**  
중력파와 민주주의 31
  - 02. Law and Science**  
연구과제의 제재처분과 그 구제책 33
  - 03. 소통과 대화를 위한 재미있는 이노베이션 이야기 :**  
뷰카(VUCA)의 시대, 살아남는 조직의 특성 애자일 조직(Agile Organization) 35
  - 04. 이달의 추천도서 :**  
마이크로트렌드X 37

## 과학기술과 사회적 갈등

### 최연구

한국과학창의재단 과학문화협력단장,  
『4차 산업혁명과 인간의 미래』 저자  
choiyg@kofac.re.kr

**과**학기술은 인류문명 발전의 산물이자 원동력이다. 과학기술을 빼고는 문명을 이야기할 수 없으며, 인간이 만물의 영장이 될 수 있었던 것도 과학기술 덕분이라고 할 수 있다. 현대사회로 오면 올수록 과학기술은 더 중요해진다. 사회문화 변동의 주요인으로 발명과 발견을 꼽는데, 발명은 기술개발이고 발견은 과학연구라고 할 수 있다. 말하자면 과학과 기술이 사회변화와 문화변동의 핵심요인이라는 것이다.

오늘날 사회적 갈등을 야기하고 있는 사회이슈를 살펴보면 상당 부분은 과학기술과 관련되거나 과학기술로 해결해야 하는 문제들이다. GMO, THAAD 전자파, 원전, 방폐장, 라돈침대, 플라스틱 등등 모두가 과학기술 관련 이슈다. 그만큼 과학기술이 사회적으로 중요하다는 것이지만, 다른 한편으로는 과학기술 발전이 사회적 갈등을 야기하거나 조장하기도 한다는 이야기다. 과학기술계에서는 사회문제 해결을 위한 과학기술을 주창하고 있지만, 정작 대중들이 느끼는 과학기술은 사회적 갈등의 요인에 가까운 게 현실이다. 과학기술 이슈가 사회갈등의 원인이 되었을 때 과학계와 비과학계 간의 인식 차이는 더 커진다. 실제 시민사회나 비과학계에서 과학적 팩트에 근거하지 않은 터무니없는 비판을 하는 경우도 많다. 하지만 그렇다고 해서 과학계가 그들을 ‘과알못(과학을 알지 못함)’이라고 비난해서는 안 된다. 과학기술 영역은 매우 전문적인 영역이라서 당연히 잘 아는 사람이 제한적일 수밖에 없다. 또한 과학이슈에 대해 대중이나 시민사회가 잘못된 인식을 가지는 데는 과학계의 책임도 크다. 과학이슈가 사회갈등의 요인이 될 때 적어도 정확한 과학적 사실이나 신뢰할만한 데이터를 제시해주는 것만으로도 갈등해결의 실마리를 제공할 수 있다. 이런 역할은 누군가가 과학계를 대신해서 해줄 수는 없다. 그래서 과학문화가 필요한 것이다.



# SCIENCE



과학문화란 ‘과학기술과 관련된 삶의 양식과 객관성, 합리성, 과학적 가치를 존중하는 태도 및 과학친화적인 사회 문화’를 일컫는다. 과학문화의 핵심은 과학커뮤니케이션이다. 과학을 대중들에게 전달하고 과학자와 대중을 이어주는 것이 바로 과학커뮤니케이션이다. 과학연구자들이 자신의 전문 분야에 대해 직접 나서서 대중들에게 설명하고 대중과 소통하는 것이 바람직하겠지만 과학연구자들은 이러한 과학소통에 익숙하지 않다. 연구자들 중에는 아예 과학소통의 필요성조차 느끼지 못하는 경우도 있다. 연구자는 연구만 잘 하면 된다는 인식, 과학연구는 어렵기 때문에 대중들은 몰라도 된다는 인식 등은 과학커뮤니케이션을 가로막는 걸림돌이다. 현실적으로 대부분의 과학자들이 과학커뮤니케이션에 익숙하지 않기 때문에 전문가인 과학자와 비전문가인 시민사회나 대중을 이어주는 역할을 하는 사람이 필요하다. 그들이 바로 과학커뮤니케이터다. 한국과학창의재단 같은 전문기관은 과학커뮤니케이터를 양성하고 과학소통을 활성화하는 기능을 담당한다. 과학커뮤니케이터는 과학자의 언어를 대중의 언어로 번역해 과학소통을 하는 사람들이다. 대중강연, 과학공연, 과학콘텐츠 개발·보급, 과학체험, 과학기사, 대중교양서 등등 과학소통의 방법은 다양하다. 우리나라가 미국, 영국, 프랑스 등 과학선진국에 뒤처지는 것은 과학기술 연구개발(R&D)역량만이 아니다. 대중의 과학이해 수준, 과학에 대한 태도 등 과학문화 수준의 차이가 훨씬 심각하다.

1985년 영국의 왕립학회(Royal Society)는 ‘대중의 과학이해(PUS : Public Understanding of Science)’라는 개념을 강조하면서 역사적인 보고서를 발표했다. 이 보고서는 ‘대중의 과학이해를 증진시켜야 하는 이유’를 다음과 같은 여섯 가지로 설명한다. 첫째 과학기술인력을 효과적으로 확보하고, 둘째 과학기술에 대한 지지를 강화하고, 셋째 사회적 이슈에 대한 의사결정을 원활히 하고, 넷째 일상생활에서 과학소양을 활용하고, 다섯째 과학기술의 부작용에 적절히 대처하고, 여섯째 과학기술을 문화로 향유하기 위해 대중의 과학이해가 필요하다는 것이다. 대중의 과학이해나 과학기술에 대한 대중의 지지와 성원은 지속적인 과학기술 발전을 지탱하는 기반이 된다. 특히 과학이슈가 사회적 갈등이 될 때는 제대로 된 힘을 발휘한다. 정확한 과학정보, 객관적 데이터를 제시하고, 대중들의 과학에 대한 관심과 이해를 높이는 것만으로도 불필요한 사회적 갈등은 줄어들 수 있으며, 과학기술에 대한 신뢰를 높일 수 있다. 요컨대 과학소통이 활성화된 과학문화 선진국이야말로 진정한 과학선진국이라고 할 수 있다. **kgf**





# 무역전쟁 속에 숨겨진 기술혁신 경쟁

김현우

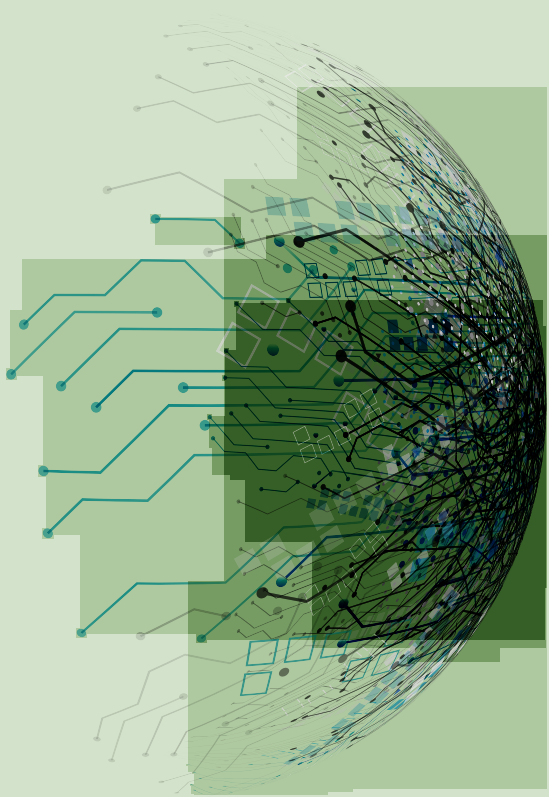
정책기획팀장

kimhyunu@kist.re.kr

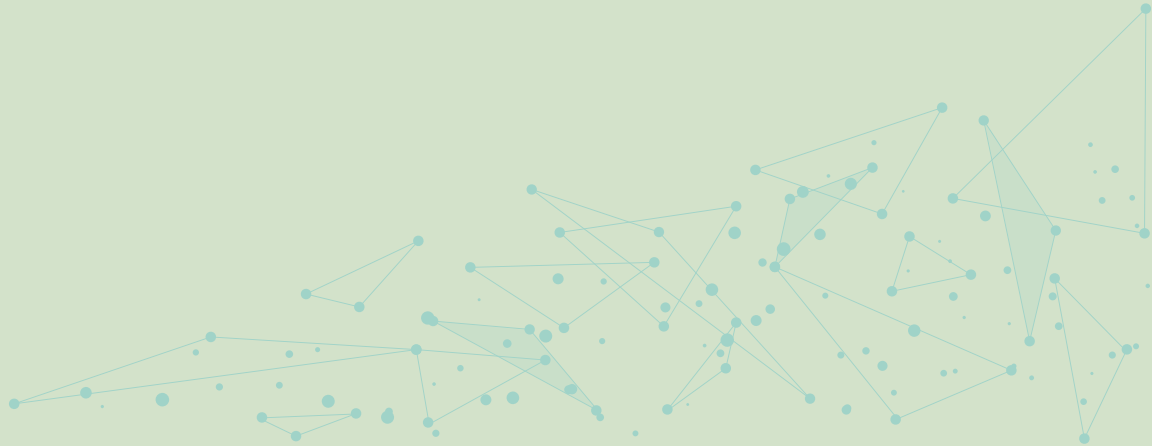
세계 경제 무역 1, 2위인 미국과 중국 간 무역전쟁에 대한 우려가 깊다. 지난해부터 올해까지 미국은 2,500억 달러 규모의 중국산 수입품에 대해 관세를 부과했다. 중국도 이에 대응해 1,100억 달러 규모의 보복성 관세를 부과했다. 전문가들은 이번 무역전쟁으로 세계경제 성장률이 0.5% 하강할 것으로 예상했다. 세계의 주목을 받으며 양국 간 무역 협상이 시작되었지만 상황은 악화일로이다. 지난달 미국 트럼프 대통령은 외국 기업들의 미국 정보통신 기술 침해 위협을 국가비상상태로 규정했고, 미 상무부는 화웨이를 거래 제한 기업으로 지정했다. 또 3,250억 달러 규모의 수입품에 대해 추가 관세부과 계획을 발표했다.

그러자 중국도 회토류 수출 금지와 미국기업 퇴출이라는 보복카드의 사용을 시사하며 총력전 분위기이다. 처음 미국 정부는 이번 무역전쟁의 배경으로 5,000억 달러 규모의 무역적자 해소를 언급했었다. 하지만 미국은 1950년 이후 항상 무역 적자였고, 달러와 금융시스템을 세계에 공급하고 확산함으로써 기축화폐 지위를 확고히 하고자 의도된 무역 적자 정책을 펼쳐왔다. 따라서 관련 전문가의 이번 무역전쟁을 경제적 요소를 넘어 두 강대국 간 패권다툼이라는 해석이 설득력을 갖는다.

세계 역사를 볼때 패권다툼의 기저엔 언제나 기술과 제도의 혁신이 있었다. 15, 16세기, 대항해시대를 열었던 포르투갈과 스페인이 세계 중심이었고, 주식회사라는 제도의 혁신으로 해상무역을 꽃피웠던 네덜란드가 그 뒤를 이었다. 18세기 영국은 산업혁명으로 꼭짓점을 차지했다. 세계 대전 이후 인재의 용광로로 세계 혁신을 이끌었던 미국이 패권을 차지해 오고 있는 것이다. 미국이 막대한 경제적 타격을 감수하고도 무역전쟁에 나서는 것은 이미 본격화되고 있는 4차 산업혁명 시대에서 첨단







기술과 지적재산권이 패권 국가를 결정할 핵심경쟁력임을 너무도 잘 알고 있어서일 것이다.

최근 중국의 과학굴기는 놀랍다. 역대 세 번째로 탐사선을 달에 보냈던 중국은 올해 1월에는 인류 최초로 달 뒷면에 창어 4호를 착륙시켰다. 또한 10년간 AI 관련 논문 수는 중국이 4만7천여 건으로 미국 논문 수보다 50%이상 많다. 중국은 이와 같은 탄탄한 기술력으로 인공지능 기반의 자율비행이 가능한 6세대 스텔스 전투기를 2035년까지 실전 배치하겠다는 계획을 발표했다. 미국의 계획보다 5년이 앞선다. 1957년 소련의 스푸트니크 충격과 한 세기 전 그들이 주인공이었던 패권 전환 국면을 기억하는 미국을 아연 긴장시키고 있는 것이다.

우리는 패권 경쟁의 직접적 영향권에 놓여 있어 지혜로운 혁신 전략과 대응이 필요하다. 전략을 마련하기에 앞서 우리 현실에 대한 냉정한 판단이 필요하다. 불과 2~3년 전 우리는 중국의 추격을 따돌릴 방안을 이야기 했었다. 우리 평균 기술력이 중국 평균 기술력보다 앞서 있어 겪는 착시였다. 세계 시장 경쟁에서 의미 있는 최고 기술수준을 기준으로 삼는 해외 전문가들은 중국이 이미 한국을 앞섰다고 판단했었다. 게다가 중국 기술의 경쟁력 스펙트럼은 넓다. 첨단기술은 물론 1,720개라는 압도적 세계 1위 제품 숫자에서 알 수 있듯이 생산과 가격 경쟁력에서도 압도한다. 그렇기에 더 이상 과거 역할분담론마저도 유효하지 않다.

이제 우리는 미래의 기회를 창의성과 민첩함에서 찾아야 한다. 본격화되고 있는 4차 산업혁명은 분명 과거에 없었던 수요와 제품을 창출할 것이다. 새로운 기회를 우리의 것으로 만들 수 있느냐는 우리가 보유한 역량을 결집하고 융합하여 누구보다 빨리 세계 시장에 진입시킬 수 있느냐에 달렸다. 미국, 일본 등 선진국은 보유한 자원을 결집하고 신속한 혁신을 위해 도심형 혁신클러스터 육성에 나서고 있다. 이와 같은 맥락에서 KIST가 위치한 홍릉의 잠재력이 주목을 받고 있다. 홍릉기관들도 역량을 결집하고 부족한 부분을 채워 혁신생태계를 정착시켜야 한다. 높아만 가는 패권전쟁 파고 속에서 대한민국의 미래를 위한 가능성과 기회를 반드시 잡아야 한다. **ktg**



## 김동환 고려대학교 그린스쿨 원장

김동환 원장님은 국내 태양광산업의 기술발전에 기여한 전문가이자 KU-KIST 대학원의 원장으로 활동하고 계십니다. 이번 TePRI sight에서는 김동환 원장님을 찾아뵙고 태양광 에너지 분야에 대한 고견과 연구자와 교육자로서의 사명에 대해 들어보았습니다.

김종주 미래전략팀장, [jongjoo@kist.re.kr](mailto:jongjoo@kist.re.kr) 박해령 정책기획팀, [gkrkofud@kist.re.kr](mailto:gkrkofud@kist.re.kr)

**Q** **그린스쿨 원장을 맡고 계시는데 그린스쿨에 대한 간단한 소개와 원장으로서 역점을 두고 계신 점이 있으시다면 한 말씀 부탁드립니다.**

KU-KIST Green School이 2010년에 처음 신입생을 모집해서 내년에는 어느덧 10주년이 됩니다. 제가 알기로 연구소와 대학이 과제 형태로 협력을 맺는 경우는 많지만, 대학원 형태로 공동 운영을 하는 사례는 국내에서 우리 그린스쿨이 처음입니다. 보통 좋은 협력 모델을 이야기할 때 독일의 사례를 많이 벤치마킹해오고 있는데 그린스쿨 모델 또한 마찬가지입니다. 잘 알려져 있는 독일의 유명 연구소들은 모두 대학과 협정을 맺고 있고 이러한 융합모델이 국내에도 오래전부터 알려져 있었지만 실행에 옮겨진 것은 그린스쿨이 처음입니다.

그린스쿨의 특징을 말씀드리자면 두 가지 면에서의 융합이라고 말씀드릴 수 있습니다. 첫 번째로는 두 기관의 협력 모델(KU-KIST) 추구입니다. 국내 최고의 교육기관(고려대)과 연구기관(KIST)이 모여 시너지를 창출 하는 것이고, 두 번째는 교육·연구 내용 면에서의 협력입니다. 그린스쿨은 에너지·환경 분야에 특화되어 있는데 이 분야는 사실 기술 개발도 분명 중요하지만, 국가 정책에 의해 많이 좌우되는 만큼 정책을 이해하는 것이 매우 중요합니다. 또한 좋은 정책이 나오기 위해서는 기술에 대한 이해 또한 뒷받침되어야 합니다. 따라서 기술개발을 전공하는 사람도 정책에 대한 이해도를 높일 필요가 있고 R&D의 방향성을 잡아가는 등 서로 간의 상호 보완적인 관계가 여타 분야보다 크다고 할 수 있습니다. 이러한 배경에서 기술과 정책의 융합을 그린스쿨 내에서 추진하고 있습니다.

공대 출신인 제가 원장을 맡고 있습니다만 그린스쿨은 국제 학부, 경제학부, 법학, 자원경제 등 다양한 인문사회 분야 교수님들로 구성되어 있습니다. 이처럼 그린스쿨이 융합을 주된 특징으로 삼고 있다보니 학생들의 커리큘럼도 투 트랙으로 진행됩니다. 정책 전공 학생들에게는 반드시 필요한 최소한의 기술 전공과목을 듣게 하고 반대로 기술 전공 학생들에게는 정책 관련 과목을 수강하게 하여 서로 간의 융합을 시도하고 있습니다. 물론 학생, 교수 모두 이와 같은 필수 커리큘럼을 힘들어합니다. 하지만 분명 필요한 과정이라고 생각했기 때문에 학문 간의 교류를 추진하게 되었습니다.

그리고 이러한 어려운 부분을 점진적으로 해결해나가기 위해 서로 다른 전공을 공부하는 학생들이 만날 수 있는 장을 지속적으로 만들어서 여러 융합의 시도들을 계속적으로 해나가고 있습니다.

**Q** **이전에 KIST와 맺은 인연이 있으시다면 한 말씀 해주시기 바랍니다.**

2000년도 초에 KIST와 고대 간의 협력 연구를 추진하면서 KIST와 맺은 인연의 역사를 지금까지 이어오게 되었습니다. 2003년 당시, 지식경제부에서 발족했던 '신재생에너지 3대 사업단'에 KIST 홍성안 박사(현: KIST 명예연구원)와 함께 참여하게 되면서 KIST와 협력을 하게 되었습니다. 신재생에너지 3대 사업단은 수소연료단지사업단, 태양광사업단, 풍력사업단으로 구성되었는데 그때 당시 수소연료단지 사업단의 단장이 홍성안 박사였고, 그리고 태양광사업단 단장을 제가 맡으면서 사업단장들 간에 자주 왕래하였고 그 관계를 지금까지 이어오게 되었습니다.

**Q** **교수님께서 국내 태양광 산업의 기반을 구축하는데 매우 중요한 역할을 하신 것으로 알고 있습니다. 그런 점에서 우리나라 신재생사업, 특히 태양광사업이 어떠한 방향으로 가야 한다고 생각하시는지 한 말씀 부탁드립니다.**

태양광사업단 단장을 맡았을 때에는 우리나라 태양광 산업이 불모지나 다름없어서 어려운 점이 있었지만 어떻게 보면 시작 단계여서 기술적·산업적으로 태양광 분야가 어느 방향으로 나아가야 한다고 의견을 내놓는 것이 쉬웠다고 할 수 있겠습니다. 그러나 현재는 분야별로 뛰어난 역량을 가진 전문가들이 많아졌기 때문에 제가 뭐라고 말씀드리는 것이 쉽지 않습니다. 다만 태양광산업에 한정해서 한 말씀 드린다면, 이제는 기술개발 방향이 하나의 제품에서 시스템 기반으로 나아가야 한다는 점입니다. 이러한 전환을 가장 빨리 이룩해 낸 국가를 꼽는다면 역시 미국이 아닐까 생각합니다. 미국은 단일제품으로서의 태양 전지 분야보다 시스템 기술에 집중적으로 투자하고 제품기술을 연구했습니다. 그 당시 우리나라를 비롯한 다른 나라들은 제품으로 접근하여 태양 전지를 값싸면서 성능이 좋게 만든 뒤 이를 수출하는 전략에





관심이 많았던 반면, 미국은 풍부한 산업화 경험을 바탕으로 발전소와 같은 시스템 차원으로 접근을 해서 시스템 설계·운영·진단기술 분야에 집중했습니다. 현재 미국은 태양광 산업을 일종의 플랫폼사업으로 인식하고 플랫폼을 전 세계에 파는 소프트웨어 산업으로 변모시켰다고 할 수 있습니다. 물론 국내 여러 기업들은 세계의 핵심적 기술과 트렌드를 잘 파악하여 따라 잡을 수 있는 능력을 보유하고 있으므로, 태양광산업의 변화에도 잘 대응해 나아가리라고 생각합니다.

**Q 현 정부의 에너지 정책에 대해 한 말씀 해주시기 바랍니다.**

다른 분야도 마찬가지이지만 태양광기술은 장점이 워낙 많고 한편으로는 보완해야 할 단점도 많은 분야입니다. 그런 면에서 정부의 에너지 정책은 두 가지 방향으로 나아가야 한다고 생각합니다.

첫째는 좋은 제품을 값싸게 만들어서 전 세계에 수출할 때 하나의 수출 포트폴리오를 기반으로 해야 한다는 것입니다. 이러한 포트폴리오를 바탕으로 기술을 개발함으로써 제품의 경쟁력을 확보해야 합니다. 더 나아가서는 제품 경쟁력을 내수 기반에서 직접 운영해보고 거기서부터 얻은 피드백을 반영하여 품질이 좋고 신뢰성이 높은 제품을 만드는 내수

기반의 국내 태양광 산업 체계 구축이 필요하다고 생각합니다.

둘째는 전 세계적으로 에너지믹스의 전환이 활발하게 이루어지고 있는데 이러한 가운데 일반인들이 받아들이는 수용성의 문제, 즉 에너지 정책에 대한 공감대가 국민 차원에서 형성되어야 한다고 생각합니다. 독일을 예로 들면, 전기요금제도 자체가 매우 다양합니다. 물론 독일과 한국의 시스템이 온전히 같다고 할 수 없지만, 독일이라고 가능하고 한국은 불가능하다고 생각하지는 않습니다. 독일의 경우, 전력공급회사가 다양해서 국민들 각자가 회사를 선택한 뒤 그에 맞는 전기요금을 지불하고 있습니다. 심지어 더 비싼 금액이더라도 본인의 선호에 따라 다른 회사를 선택할 수 있는 것입니다. 이는 인식의 차이에서 기인하기 때문에 태양광이 꾸준히 국내에 자리 잡을 수 있는, 신뢰성 있는 전기에너지기술로 받아들여질 수 있는 기반을 정부 차원에서 마련해주면 좋지 않을까 하는 작은 바람이 있습니다.

**Q 앞으로 그린스쿨과 KIST 간의 협력할 수 있는 분야, 혹은 원장님께서 계획하고 계신 바가 있으시다면 알려주시기 바랍니다.**

앞서 말씀 드렸지만 그린스쿨이 내년 10주년을 앞두고 있는 상황에서 '그린스쿨이 원래 출범할 때의 취지를 살릴 수 있도록 지금까지 잘 해왔느냐'라고 냉철하게 돌아본다면 부족한 점도 있을 것입니다. 그렇기 때문에 그린스쿨이 추구하는 두 기관의 협력이 조금 더 활발해질 수 있도록 하는 것이 올해의 가장 큰 목표입니다. 각자의 분야에서 열심히 활동하고 그린스쿨이라는 하나의 울타리 안에서는 연구/교육의 융합을 어떻게 할 수 있을지를 다방면으로 고민하고 시도해보려 합니다.

**Q 개인적으로 가지고 계신 장·단기적 목표나 계획이 있으시면 말씀해주십시오.**

제가 지난겨울에 독일 라이프치히에 회의 차 방문했다가 우연히 한 박물관을 방문할 기회가 있었습니다. 그 때 막스 베크만이라는 화가의 그림과 함께 벽에 적힌 그의 소회를 접했는데 매우 감명 깊었습니다. 화가로서 막스 베크만의

삶은 안으로는 전체주의 사상과 밖으로는 세계대전이라는 시대적 상황에 맞물렸습니다. 당시 사회 분위기에서는 막스 베크만의 작품은 급진적이고 퇴폐적이라는 이유로 히틀러 정권에 의해 수많은 작품이 불태워지는 등 많은 억압을 받았다고 합니다. 나중에 그 우수성을 화단에서 인정받아 미국 뉴욕대 교수로 초빙되었을 때에는 독일인이라는 이유로 미 영사관으로부터 비자도 쉽게 발급받을 수 없었습니다. 하지만 이러한 어려움 속에서도 막스 베크만은 다음과 같은 소회를 남겼습니다. ‘나는 할 줄 아는 것이 그림 그리는 것 밖에 없어서 하루 종일 그림만 그린다. 미국에서 오라고 하는데 영사관에서는 비자를 발급해주지 않는다. 그런데 나는 특별히 할 것도 없고 그저 그림만 그린다. 내 인생을 돌아보니 이만하면 괜찮다는 생각을 한다’. 저는 그런 그의 삶을 보며 저 역시 막스 베크만이 도달했던 그런 삶을 살고 싶다는 생각을 했습니다. 나에게 주어진 일을 꾸준히 하며 스스로 만족하고 자부심도 느껴서 누가 시키지 않아도 주어진 일을 지속적으로 해 나갈 수 있는 그런 삶이 되었으면 합니다. 돌이켜보면 우연히 접한 미술작품을 통해 한 사람의 인생을 마주하게 된 매우 감명 깊은 경험이었습니다.

**Q** 감명 깊게 읽은 책이나 인생 좌우명이 있다면 한 말씀 부탁드립니다.

잘 알려진 미운 오리 새끼 이야기가 언젠가부터 저에게 굉장한 위로가 되었습니다. 인생의 어느 한 단계에서 어려움을 느낄 때마다 제 자신을 미운 오리 새끼로 생각하며 큰 위안을 얻었던 것 같습니다. 지금 이 어려운 시기를 잘 견뎌내고 꾸준히 앞으로 나아가간다면 언젠가 오리가 백조가 되어 날아오른 것처럼 분명 나 자신 또한 날아오르는 순간이 올 것이라 여기며 그때그때 맡은 일에 최선을 다하고자 합니다. 다른 사람들의 눈에는 저 자신도 어느 부분에서는 백조처럼 보이겠지만 그 외에는 미운 오리 새끼입니다. 하지만 그 과정에서 저 자신에게 할 수 있는 말은 이 분야에서는 조금 참거나 자신을 용서해주고 조금 더 노력해보자, 정진해보자라는 것입니다. 나의 연구 분야에서는 인정받았을지 모르지만 다른 분야에서는 스스로 생각했을 때 많이 부족하다고 생각될 때 조금 더 노력한다면 백조가 될 수 있지 않을까 하는 마음으로 끊임없이 노력하고자 합니다. 이러한 마음가짐을 미래를 살아갈 젊은 사람들에게 진심으로 전해주고 싶습니다.

**\*막스 베크만 [Max Beckmann] :**

20세기 독일의 화가. 1, 2차 세계대전의 혼란 속에서 독일 미술계를 이끌었던 화가 중 한 사람으로 표현주의, 입체주의, 신즉물주의 등 다양한 양식을 넘나들었다. 1933년 히틀러의 집권과 함께 ‘퇴폐미술가’로 낙인 찍혀 작품을 몰수당하고 독일을 떠나야 했고 1937년 독일을 떠나 네덜란드의 암스테르담에서 생활했다. 제2차 세계대전이 끝난 뒤에는 1947년 미국으로 망명해 그곳에서 남은 생을 살았다.



**김동환 원장**

- ▲ 現 그린스쿨대학원 원장
- ▲ 前 지식경제부 태양광사업단 단장, 산업통상자원부 고효율실리콘태양전지 원천기술센터 센터장
- ▲ 서울대학교 금속공학 학사, 서울대학교 금속공학 석사, 스탠포드대학교 재료공학 박사

PART.

01

# R&D Spotlight

---

다섯 번째 기획시리즈

4차 산업혁명과 일의 미래, 둘

---

이슈분석

ODA 융합사업, 과제는 무엇인가?



# 4차 산업혁명과 일의 미래, 둘

최강식

연세대학교 경제학부 교수  
kangchoi78@gmail.com

## 4차 산업혁명은 일자리를 어떻게 바꿔놓을 것인가?

하나

5월호(Vol. 96)

4차 산업혁명은 미래  
시장과 조직을 어떻게  
바꿀 것인가?

셋

7월호(Vol. 98)

4차 산업혁명은  
어떤 인재를  
필요로 하는가?

둘

6월호(Vol. 97)

4차 산업혁명은  
일자리를 어떻게  
바꿔놓을 것인가?

5G





## 불확실성과 불연속에 대한 두려움

4차 산업혁명으로 일컬어지는 급속한 기술진보가 진행되면서 많은 사람들은 기술 진보가 우리 사회에 미칠 영향에 대해서 우려하고 있다. 장밋빛 전망과 동시에 많은 사람들이 우울한 전망을 쏟아내 놓고 있기 때문이다.

그러나 과거를 돌아보면 이러한 반응이 우리에게 처음으로 닥친 일은 아니다. 기술의 진보는 그 동안 지속적으로 이루어져 왔고, 그때마다 기술이 미치는 영향은 개별 집단에 따라서 명암이 엇갈려 왔었다. 그러나 총체적으로 보면 기술진보가 고용을 감소시켰다는 증거는 없다. 오히려 지난 20세기 동안 전 세계의 총 인구 대비 고용의 비율은 상승하였다. 실업을 역시 단기적으로는 경기 변동의 영향으로 등락을 거듭하였지만 장기적으로 상승하지 않았다.

그러나 혹자들은 현재 다가오는 기술의 충격과 그 파급효과는 과거와는 다르다고 주장한다. 이번에는 다르다는 것인데 이러한 시각이 생기는 것은 크게 두 가지 요인에 기인한다고 보여 진다. 첫 번째는 기술의 진보가 불연속적(disruptive)으로 일어나기 때문이다. 기존의 기술진보는 점진적(evolutionary)인 성격이었다면 현재 혹은 미래의 기술진보는 급진적(revolutionary)으로 이루어질 것으로 예상하기 때문이다. 급진적인 변화는 항상 미래의 불확실성(uncertainty)을 높게 된다. 두 번째 요인은 기술진보의 파급효과를 전체적으로 보지 못하고 부분적으로만 보기 때문에 나타나는 불안감이다. 즉, 기술진보가 일어나면 이것이 자본(기계)에 체화되어 생산성을 높이지는 하지만 동시에 사람의 일자리를 기계가 모두 대체할 것이라는 단순한 논리이다. 후술하겠지만 이것은 기술의 파급효과 중에 매우 일부분만을 본 것이다.

## 기술진보와 일자리 양의 변화

기술이 자본에 체화되어 자본의 가격이 하락하면 기업은 당연히 자본을 더 많이 고용하고 대신 노동을 적게 고용하게 된다. 즉, 노동력을 기계로 대체(substitution effect)하는 것이다. 물론 생산기술의 성격에 따라서 대체의 정도는 달라지겠지만, 고용의 양이 줄어드는 것은 확실하다. 그런데 그 효과가 여기서 끝나는 것이 아니다. 자본의 비용이 하락하고, 노동을 자본으로 대체하기 때문에 기업은 생산비가 절감된다. 이 절감된 생산비를 이용하여 기업은 종전의 생산량보다 더 많은 생산(scale effect)을 하거나 혹은 절약된 생산비로 새로운 상품이나 서비스를 공급할 수도 있다. 기존의 생산물을 더 많이 생산하게 되면 기존 산업에서 고용이 늘어난다. 이때 고용이 늘어나는 정도가 기계로 대체되어 줄어든 고용보다 많을 수 있다. 혹은 다른 상품이나 서비스를 생산하게 되면 기존의 산업에서는 고용이 감소하여도, 다른 산업에서 고용이 증가하게 된다. 따라서 두 가지의 상반된 효과가 존재한다. 이론적으로 어느 효과가 더 크다고 말할 수는 없다. 그러나 현실에서는 전술한 바와 같이 총 인구 중에서 일하는 사람의 비중은 장기적으로 더 늘어났다.

근로자의 입장에서도 마찬가지다. 과거 100년 전보다 현재의 생산성이 훨씬 높기 때문에 100년 전의 생활수준을 현재 유지하려면 그 당시 근로시간의 1/5~1/4 정도만 일하여도 가능하다. 그러나 오늘날 그렇게 일하는 사람은 거의 없다. 대부분 자발적으로 그 이상을 일하고 싶어 한다. 더 나은 삶을 추구하기 때문이다.

한편, 기술의 진보 역시 현재 우리가 예측하는 것처럼 생산성을 급속하게 증가 시킬 것 같지도 않다. 실제로 근래의 미국 경제 생산성 증가는 연간 4% 미만이어서 기하급수적 증가(exponential growth)를 한 적이 없다. 그리고 Gordon이나 Autor 같은 경제학자들은 앞으로도 그런 일은 없을 것이라고 전망하면서 오히려 생산성은 심각하게 감소하여 새로운 형태의 스테그네이션(stagnation)이 올 가능성까지 경고하고 있다<sup>1)</sup>. 이들의 주장은 미래에 AI의 등장으로 풍요한(superfluous) 시대가 와서 실업을 걱정할 것이 아니라, 오히려 자원의 한계(scarcity)를 걱정하여야 한다는 것이다.

1) Autor (2015), "Why are there still so many jobs? The History and Future of Workplace Automation," Journal of Economic Perspectives, vol.29, no. 3, summer, pp.3-30. 참조

## 기술진보와 일자리 질의 변화

그렇다고 현재 일어나고 있는 기술의 변화가 노동시장의 고용에 아무런 영향을 미치지 않는다는 것은 아니다. 일자리의 양이 감소할 것을 두려워할 필요는 없으나 일자리의 질적 측면에서는 많은 변화가 이루어지고 있다. 즉, 기술진보는 노동시장에서 교육과 훈련을 많이 받은 숙련근로자(skilled workers)와 그렇지 못한 미숙련근로자(unskilled workers)에게 미치는 영향이 다르기 때문이다. 기술진보의 성격이 어떠한가에 따라서 그 영향은 달라진다.

지금까지 기술진보의 성격을 간략히 살펴보면 우선 19세기의 획기적 기술발전 들은 대부분 미숙련근로자를 더 많이 사용하는 미숙련 편향적 기술진보(unskill-biased technological change)였다. 이 당시 주요한 기술은 물적자본(physical capital)과 원재료(raw material)를 많이 사용하는 것들이었다. 그리고 물적자본의 증가는 고숙련 근로자와 보완 관계가 아니어서, 고숙련자들은 원자재나 미숙련 근로자들로 대체되었다.

하지만 20세기의 대부분의 기술진보는 반대로 고숙련 근로자를 상대적으로 많이 사용하는 숙련편향적 기술진보(skill-biased technological change)였다. 생산방식에 있어서 배치 생산양식(batch method)과 연속공정 방식(continuous process method)이 많이 사용되었고, 이전의 수력이나 증기에너지는 전기로 대체되었다. 따라서 미숙련 근로자들의 역할이 크게 줄어들었다. 그리고 이러한 현상은 정보기술(information technology)이 급속히 발전한 20세기 후반에 들어와서는 더 가속화 되었다. 이로 인하여 고숙련 근로자와 저숙련 근로자의 임금격차는 크게 증가하기도 하였다.

21세기 들어와서의 기술발전은 과거와는 성격을 달리하고 있다. 현재와 미래의 기술 충격은 숙련의 수준만으로 설명하기 힘들고, 어떤 직업에서 일을 수행하는 직무(task)의 종류에 따라서도 그 영향이 달라지고 있다. 모든 직업은 주어진 업무를 완수하기 위해서 다양한 종류의 직무를 수행하는데, 그 직무의 성격이 어떤 것인가에 따라서 기술진보가 일어났을 때 그 직무의 수요가 더 증가하거나 혹은 감소하게 된다. Autor(2015)는 다양한 직무의 종류를 추상적 직무(abstract tasks), 정형화된 직무(routine tasks), 수공 직무(manual tasks)의 세 종류로 분류하였다<sup>2)</sup>.

여기서 추상적인 직무는 주로 인지적 능력(cognitive ability)을 필요로 하며, 전산화하기 힘들다. 주로 관리직, 전문직, 기술직 등의 직종에서 추상적 직무를 많이 필요로 한다. 그리고 이 직무는 최근 발전하는 기술과 매우 강한 보완관계에 있어서 기술이 발전할수록 고용이 크게 증가하고 있다.

정형화된 직무는 그것이 단순한 작업이던 아니면 매우 복잡한 과정을 거치는 작업이던 상관없이 모두 전산화가 가능한 직무이다. 문자 그대로 정형화된 직무여서 향후 발전할 기술의 성격에 비추어보면 이 직무는 거의 기술로 대체될 가능성이 높다. 주로 생산직, 사무직, 판매직 등의 직업에서 이 직무를 많이 수행하고 있고, 실제 고용 통계를 보더라도 최근 이러한 직업군의 고용은 다른 직업군에 비하여 상대적으로 감소하고 있는 상황이다.

마지막으로 수공 직무는 고숙련을 요하는 직무는 아니다. 그러나 이 직무를 많이 사용하는 직업들은 주로 단순한 업무를 수행하는 경우가 많다. 하지만 이를 자동화하기는 쉽지 않다. 로봇은 인간이 수행하기 어려운 직무는 쉽게 대체할 수 있으나, 인간이 수행하기 쉬운 일은 오히려 로봇이 수행하기 힘들기 때문이다. 이것이 폴라니의 역설(Polanyi's paradox)<sup>3)</sup>, 또는 모라벡의 역설(Moravec's Paradox)<sup>4)</sup>이 주장하는 것이다. 그렇기 때문에 역설적으로 수공직무를 많이 사용하는 청소원이나 간병 도우미, 경비 등의 단순 직종의 고용이 최근 들어 오히려 소폭 상승하는 경향을 보이고 있다. 기술진보가 이 직종에 종사하는 사람을 자동화 시설로 완벽하게 대체하지 못하기 때문이다.

그렇다고 해서 향후 수공 직무를 주로 하는 직종의 전망이 밝은 것은 아니다. 고용이 늘어나는 것과 임금이 상승하는

2) Autor (2015) 참조.

3) 폴라니의 역설은 "우리는 우리가 말할 수 있는 것 이상을 알고 있다"라는 폴라니의 말처럼, 사람이라면 암묵적으로 이해하고 별 노력 없이 할 수 있지만 누구도 명쾌한 법칙이나 과정을 설명할 수 없는 일들이 있기에, 절차(procedure)를 반복하는 자동화 기술로는 이러한 일들을 수행하지 못한다는 주장이다.

4) 모라벡의 역설은 "지능 테스트에서 컴퓨터가 성인 수준의 성과를 보이게 하기는 쉽다. 그러나 한 살짜리 어린아이의 스킬을 컴퓨터에게 가르쳐 주는 것은 어렵거나 불가능한 일이다."라는 모라벡의 말처럼 사람에게는 쉬운 일이 로봇에게는 힘들고 로봇에게는 힘든 일이 사람에게는 쉬울 수 있다는 주장이다.

것은 또 다른 문제이기 때문이다. 이 직종은 특성상 특수한 숙련이 필요하거나, 혹은 오랜 기간의 숙련 형성이 필요한 직종은 아니다. 따라서 이 직종은 다른 직종에 비하여 상대적으로 진입하기 쉽다. 그렇기 때문에 임금이 크게 상승할 여지가 별로 없다. 정형화된 업무는 직종에 따라서 간단한 교육 훈련만을 받고도 일을 할 수 있는 경우도 있고, 오랜 기간의 숙련 형성이 필요한 경우도 있다. 그러나 문제는 기술이 진보함에 따라서 고용이 상대적으로 감소하기 때문에 임금 상승을 기대하기 힘들다. 반면에 추상적 업무를 주로 하는 직종에서는 다년간의 교육과 숙련 수준이 요구된다. 따라서 이 직종은 기술진보로 인하여 인력수요가 증가한다고 하여도 아무나 진입할 수 없다. 따라서 고용 비중이 늘어남은 물론이고 임금 역시 크게 상승한다.

논의를 간략히 요약해 보면, 최근의 기술진보로 인하여 고용 시장에서는 직종의 양극화(job polarization)가 일어나고, 임금 소득 면에서는 가운데 직종의 임금이 상대적으로 줄어들 가능성이 높아진 것이다. 그런데 이러한 양극화 현상이나 소득 분배의 악화가 계속 될 것인가는 향후 어떻게 대응하느냐에 따라 달라질 수 있다.

## 불확실한 미래에 대응하기 위해서는 핵심적이고 보편적인 학문 교육이 중요

앞서 살펴 본 세 가지 종류의 직무는 사실 모든 직업에서 사용된다. 다만 어떤 직무를 더 많이 사용하느냐는 직종에 따라서 달라진다. 다시 말하면 생산직, 사무직, 판매직 등 정형화된 직무를 많이 사용하는 직업도 사실상 추상적 직무, 수공 직무를 동시에 사용하고 있다. 그런데 미래의 기술 진보가 앞서 설명한 방향으로 이루어진다면 이들 직종에서도 정형화된 직무보다는 추상적인 직무를 더 많이 사용하는 방향으로 바뀌게 될 것이다. 그러면 가운데 직종의 임금과 고용이 상대적으로 줄어드는 정도도 완화될 것이다. 향후 직종 양극화가 지속되느냐 아니면 완화되느냐는 결국 정형화된 직무보다 추상적 직무를 얼마나 많이 수행하느냐에 달려 있다.

사람들이 추상적인 직무를 잘 수행하기 위해서는 인지적 능력(cognitive ability)을 배양하는 것이 중요하다. 그런데 인지 능력을 향상 시키는 것은 직업교육이나 전공교육(special education)보다 일반교육 혹은 교양교육(general education)이 더 중요하다.<sup>5)</sup> 일반교육이란 핵심적인 내용을 담고 있으면서 모든 학문 분야에서 기초로 활용될 수 있는 보편적인 교육을 의미한다. 이는 다양한 문해력, 정보수용능력, 총체적 조망 능력, 지식 창출 능력, 소통과 공감 및 협동 능력, 합리적 사고와 감성적 정서를 통합하는 능력 등을 배양하게 한다.<sup>6)</sup> 좀 더 구체적으로는 문학, 사학, 철학, 자연 과학 등의 핵심적이고 보편적인 학문 분야에 충실한 교육이 이루어져야 한다.<sup>7)</sup> 이러한 내용에 대한 충실한 이해 없이 전공 교육과 산학협력, 창업 등의 교육을 시키는 것은 마치 모래성을 쌓는 것과 마찬가지로 쓸데없다. 오늘날 4차 산업 혁명의 도래와 이에 대한 대안을 제시하는 많은 제언에서 이 같은 점은 무시되고 있으며, 우리 교육의 현실에서도 일반 교육의 중요성을 과거보다 훨씬 간과하고 있다. 우리나라 고등학교 과정에서 문과생에게는 과학을 가르치지 않고, 이과생에게는 인문사회 과학을 소홀히 해도 된다는 인식을 준다. 미국의 모든 대학은 예외 없이 모든 학생에게 과학 과목 중 최소 하나를 두 학기 이상 수강하게 하는데, 우리나라 대학들은 물리, 화학, 생물 등의 기초 과학 과목을 문과생에게 두 학기 이상 요구하는 대학은 단 한군데도 없다.<sup>8)</sup> 그리고 컴퓨터 코딩을 가르치는 대학은 많아도 computational thinking을 가르치는 대학은 극소수이다. 하지만 미래의 상황이 불확실하고, 급변할수록 이러한 과목의 중요성은 더 커질 것이다. 왜냐하면 이러한 교육이 급변하는 환경에 빨리 적응하는 능력(adaptability)을 기르기 때문이다. 근본에 충실하지 않고 어떻게 변화하는 불확실성에 맞설 수 있단 말인가? **ktg**

5) 20세기에 미국이 세계 최강국이 될 수 있었던 여러 가지 이유 중 가장 중요한 이유를 꼽으라고 하면 일반계 고등학교 교육의 보편화였다. 20세기 초반부터 미국 교육은 일반교육(general education)에 치중할 반면 유럽은 특정교육(specific education) 혹은 직업교육에 중점을 두었다. 일반 교육은 특정(직업)교육보다 훨씬 고비용 구조이다. 반면에 일반 교육의 장점은 교육 내용이 훨씬 유연하여, 지역, 산업, 직업을 옮겨 다닐 수 있는 기능을 길러내기 때문에 가치가 있다. 특히, 한 개인이 평생을 살면서 한 지역에 머물면서 하나의 직업에 특화된 경우에는 특정 교육이 더 유리할 수 있다. 그러나 평생을 살면서 최소 2-3개 이상의 직업을 가지게 되고, 지역 간의 이동이 많은 경우에는 일반 교육이 특정 교육보다 훨씬 더 유용하다. 이에 대한 자세한 설명은 Goldin, Claudia and Lawrence Katz (2008), *The Race between Education and Technology*. Harvard University Press, Cambridge. 참조.

6) 한국교양기초교육원, 『대학 교양교육 컨설턴트 연구 자료집』, 2018. 참조.

7) 여기에는 기초학문 분야와 무관한, 단순 취업 및 창업 관련 교과목, 일상적 상식의 확장이나 취미생활의 정보를 내용으로 하는 것들은 원칙적으로 제외되어야 할 것이다.

8) 박진희 외(2017), 『대학 교양 과학교육의 범위와 과제』, 한국교양기초교육원. 참조

## ODA 융합사업, 과제는 무엇인가?

## 김 왕 동

STEPI ODA사업단장  
wangdkim@stepi.re.kr

○ 우리나라의 2019년 공적개발원조(ODA) 예산규모는 3조2003억 원으로, 지난 10여 년간(2008년 9천억 원) 3배 이상의 놀랄만한 성장을 보여 왔다. 사업 수도 1,404개, 참여기관 수도 41개에 이르고 있다. 그러나 중앙 및 지자체 산하 다수 기관들이 단기, 소규모, 분절적 사업형태로 ODA를 추진해 오히려 효율성과 효과성이 감소한다는 비판이 제기되어 왔다(감사원, 2017). 이에 정부는 이 같은 문제를 해결하기 위해 최근 ODA 융합사업의 활성화를 꾀하고 있다. 하지만 ODA 융합사업의 개념과 유형은 무엇이며, 어떤 특징이 있고, 과제는 무엇인지에 대한 연구는 미흡한 상황이다. 그러므로 아래에서는 이에 대해 구체적으로 살펴보고자 한다.

## ODA 융합사업의 개념 및 유형

ODA 융합사업에 대한 개념정의는 아직 존재하지 않는다. 그러나 현장에서 논의되는 담론들을 고려해 보면 ‘다양한 ODA 분야(예, 교육, 보건, 에너지, 과학기술 등)의 전문가, 기관, 부처 등이 협력국의 문제를 해결하기 위해 통합적으로 연계하여 추진하는 ODA 사업’이라 정의할 수 있을 것이다.

한국국제협력단(KOICA)은 ODA 융합사업의 유형을 크게 사업수단의 융합, 사업기획의 융합, 분야/공간의 융합으로 구분하고 있다(KOICA, 2019)<sup>9)</sup> 그러나 위 분류는 주로 버팀-업 형태로 제출되었던 기존 사업들 간의 사후적 융합을 촉진하거나 구분하기 위한 성격이 강해 향후 톱-다운 형태의 사전적 융합기획 시 활용도가 감소할 수 있다. 그러므로 본 고에서는 톱-다운 형태의 사전기획 범위와 수준을 쉽게 정의하고, 유형을 단순화하기 위해 전문가, 기관, 부처 등의 참여범위(coverage)에 따라 다음과 같이 세 가지로 구분하였다.

첫째는, ‘기관 내 타 전문가 간 융합’으로, STEPI가 외부 전문가를 초빙하여 국제기술혁신협력사업(K-Innovation)을 수행하는 경우가 이에 해당한다고 할 수 있다.

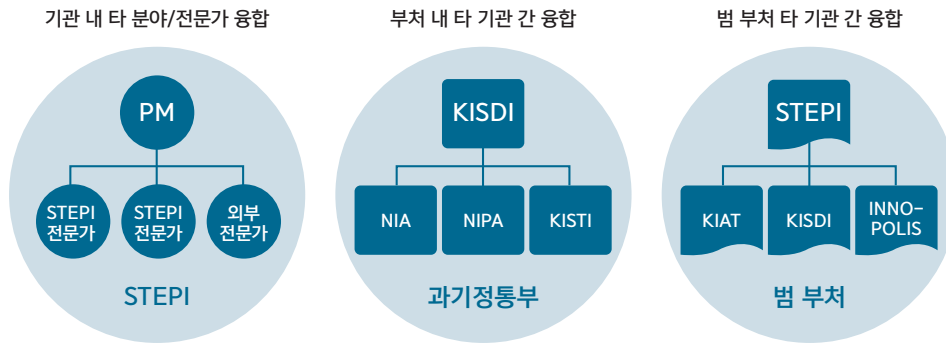
둘째는, ‘부처 내 타 기관 간 융합’으로, 과기정통부 산하기관인 KISDI가 NIA, NIPA, KISTI 등과 컨소시엄을 구성하여 ICT 관련 인프라 구축 및 교육사업을 추진하는 경우가 대표적인 예라 할 수 있다.

마지막으로, ‘범 부처 타 기관 간 융합’으로 STEPI가 ICT 혁신클러스터 구축사업을 추진하기 위해 산자부 산하의 KIAT나 과기정통부 산하의 KISDI, 연구개발특구진흥재단, 그리고 한국테크노파크진흥회, ICT 중소벤처기업 등과 컨소시엄을 구성하여 사업을 추진하는 경우가 이에 해당한다고 할 수 있다.

9) KOICA는 사업수단의 융합 예로 ODA+비ODA, 무상+유상 ODA, 민간재원/글로벌펀드, 개발 재원/파트너 다각화 등을, 사업기획의 융합으로 기관공동 현지조사, 프로그램 기반 사업 발굴, KOICA ‘융합ODA 지원’예산 활용, 사업초기 단계의 화학적 융합을, 그리고 분야/공간의 융합을 위해 경제+사회+환경(SDGs), 단일지역 집중지원, Multi-sectors, Focused regions를 강조하고 있다(KOICA, 2019)



### | ODA 융합사업의 유형 |



## ODA 융합사업의 특징 및 접근법

위의 ODA 융합사업의 유형에서 보듯이 융합사업은 다음과 같은 특징을 지닌다.

첫째, 다 분야 전문가/기관/다 부처의 참여가 요구된다. 즉, 융합사업은 특정 기관 내(예, STEPI)의 다양한 전문가 간이나, 아니면 특정 부처(예, 과기정통부)내의 기관 간, 혹은 범 부처 산하 기관 간의 참여가 필요하다. 그러므로 사전기획이나 사업과정 상의 조정 및 관리비용이 더 많이 요구될 수 있다.

둘째, 중장기 대형 프로젝트화가 요구된다는 것이다. 특정 기관 내에 한정되어 과제가 기획, 운영될 경우 단기 프로젝트화가 가능할 수 있지만, 다양한 기관이 컨소시엄으로 참여하여 운영될 경우 사업 기간이나 규모 면에서 중장기 대형 프로젝트화 될 수 있다.

셋째, 우리나라뿐 아니라 파트너 국가의 경우도 다 기관/부처의 참여가 요청된다. 융합사업은 다양한 분야와 부처가 관여하기 때문에 파트너 국가의 경우도 다양한 기관과 부처의 참여가 필요하다. 그러므로 파트너 국가와의 커뮤니케이션, 조정 및 관리비용이 증가할 수 있다.

넷째, 버팀-업보다 톱-다운 기획방식이 더욱 요구된다. 기존의 개별 기관들이 버팀-업 방식으로 올린 사업을 사후적으로 융합하는 것은 단순 물리적 융합에 지나지 않을 수 있다. 진정한 화학적 융합이 이루어지기 위해서는 사전에 톱-다운으로 기획한 후 해당기업이 컨소시엄을 구성하여 참여하는 것이 필요하다.

위와 같은 특성으로 인해 ODA 융합사업은 다음과 같은 접근법(절차)을 활용하는 것이 더욱 효과적일 수 있다.

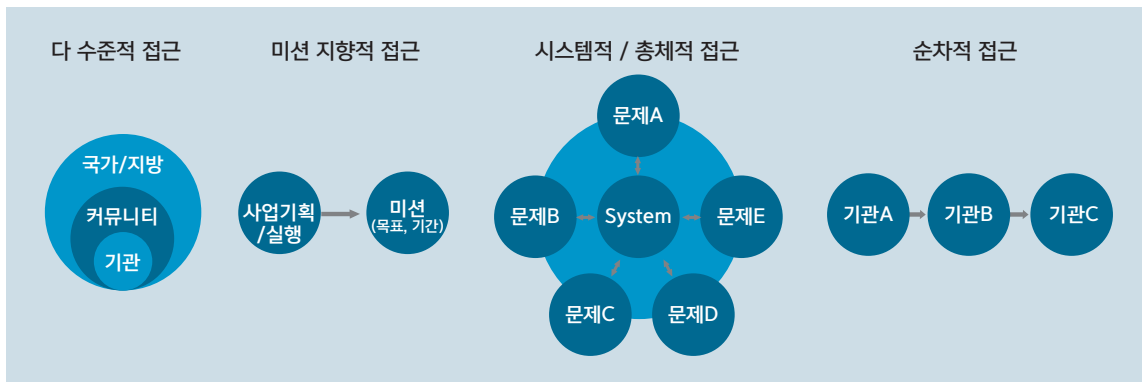
첫째, 多수준적 접근(multi-level approach)이다. 융합사업을 추진하기 위해서는 먼저 어느 국가를 대상으로, 어느 수준에서 사업을 추진해야 할지 결정해야 한다. 예를 들어 24개 중점협력국(혹은 신남방/신북방 국가)중 한 국가를 선정한다든가, 만약 특정 국가를 선정하였다면 수요조사를 바탕으로 국가/지방 수준의 사업을 추진할 지 아니면 커뮤니티(마을) 혹은 기관 수준의 사업을 추진할 지 결정해야 한다.

둘째, 미션 지향적 접근(mission oriented approach)이다. 일단 국가와 사업수준이 결정되고 나면 사업의 구체적인 미션을 확정하고 이를 해결하는 방식으로 사업을 기획·추진해야 한다. 예를 들어 사업목표는 무엇이고, 사업기간은 어떠해야 하는지 미션을 확정된 후 정해진 기간 내에 미션을 완성해야 한다.

셋째, 시스템적/총체적 접근(system/holistic approach)이다. 일반적으로 협력국의 문제들은 사회·기술 시스템적 특성을 지니고 있어 한 부분의 치료만으로는 완전히 해결될 수 없다. 따라서 패키지형 처방이 요구된다. 그러므로 이 같은 문제들을 해결하기 위해서는 다분야 사업팀(기관 내, 부처 내 기관 간, 범 부처 간)의 구성이 필요하다.

마지막으로, 순차적 접근(sequential approach)이다. 협력국의 문제를 해결하기 위해서는 다양한 분야 기관들의 순차적인 접근이 요구된다. 즉, 협력국의 입장에서는 모든 일을 동시에 처리할 수 없기 때문이다. 예를 들어 ICT혁신클러스터 구축사업을 추진하는 경우 마스터플랜을 수립하는 기관이 먼저 참여하고, 다음으로 클러스터 인프라를 구축하는 기관이 참여한 후, 최종적으로 클러스터 활동과 관련된 기관들이 참여하는 것이다.

### | ODA 융합사업의 접근법 |



## ODA 융합사업의 문제점 및 과제

전술한 바와 같이 정부는 현재 ODA 융합사업을 활성화하기 위해 다양한 노력을 기울이고 있다. 외교부는 버팀-업으로 올라온 다양한 사업들의 융합을 위해서 각 기관 간 협업을 유도하고 있고, KOICA는 '국제개발협력 사업협의회(국사협)'의 운영을 통해 융합사업 발굴에 전력을 기울이고 있다. 하지만 위 노력들은 대부분 버팀-업 방식의 사업에 대한 사후 물리적 융합에 그치고 있어, 진정한 화학적 융합을 이루는 데는 한계가 있다. 그러므로 화학적 융합을 활성화하기 위해서는 다음과 같은 과제가 해결될 필요가 있다.

첫째, 톱-다운 방식의 사전기획 기능이 강화되어야 한다. 기존의 개별기관을 중심으로 한 버팀-업 방식의 기획은 사후적인 융합 성격이 강하여 화학적 융합을 이루거나 효과를 극대화하는데 한계가 있다. 그러므로 향후에는 톱-다운 방식으로 사전기획하여 다양한 기관들이 화학적으로 융합할 수 있는 사업비중이 증가될 필요가 있다.

둘째, 국개위 사무처의 사전기획 기능 강화를 위한 ODA 전문 씽크탱크 지정이 필요하다. 톱-다운방식의 사전기획이 강화되기 위해서는 제일 먼저 국개위 사무처의 기획역량과 연구가 뒷받침되어야 한다. 하지만 현실적으로 자체 해결에 어려움이 있으므로 전문 씽크탱크를 지정하여 상시적인 도움을 얻는 방법을 고려해 볼 수 있다. 국사협의 경우도 현재는 버팀-업 방식의 융합사업 발굴에 중점을 기울이는 경향이 있으나 화학적 융합을 촉진하기 위해서는 전문 정책 씽크탱크의 도움을 받아 사전기획 역량을 강화할 필요가 있다.

셋째, 외교부 시그너춰 프로그램, KOICA 정부부처제안사업, 기재부 KSP 부처제안사업 등의 경우 융합사업의 장려를 고려할 필요가 있다. 정부는 현재 다양한 부처제안사업을 시행하고 있다. 이의 경우 추후에는 부처 내 혹은 범 부처 간

다양한 기관들이 컨소시엄을 구성하여 참여하는 사업의 경우 우대하는 방안을 고려해볼 필요가 있다.

넷째, 특정규모 이상 프로젝트(예, 100억 원)에 대한 예비 타당성 조사(예타) 제도를 신설하는 방안을 고려해 볼 수 있다. 융합사업의 특징은 다수의 기관이 참여함으로써 중장기 대형 사업화되는 경향이 있다. 따라서 국가연구개발 사업에 대한 예타제도와 같이 일정규모 이상의 사업에 대해서는 미리 사전기획을 하고 타당성 검토를 받을 수 있는 시스템을 고려해 볼 수 있다. 위 기능은 국개위 사무처가 ODA 전문 싱크탱크를 지정하여 연구지원을 받을 수 있다.

다섯 째, 수행기관의 ODA 융합프로그램/사업을 적극 권장할 필요가 있다. 국개위나 국사협 차원의 톱-다운식 사전 기획뿐만 아니라 수행기관(예, STEPI, KIAT) 차원의 버텀-업 방식의 ODA 융합프로그램/사업/프로젝트 기획을 적극 지원할 필요가 있다. 예를 들어 특정국가의 ODA 시행계획을 컨소시엄을 구성하여 작성하고 추진할 경우 가점을 주는 방식이다.

여섯째, 과제의 대규모, 중장기화를 유도할 필요가 있다. ODA 융합사업은 다양한 분야의 다수 기관들이 참여하게 됨으로써 자연스럽게 대규모 중장기 프로젝트화 되는 경향이 있다. 따라서 정책자문(개발 컨설팅) 사업의 경우 2개 이상 기관이 컨소시엄으로 참여하여 최소 3년 이상, 연간 5억 원 이상 되는 프로젝트로 전환될 수 있도록 유도할 필요가 있다. 정책자문 및 인프라 구축 연계사업의 경우는 총 프로젝트 비용이 100억 원 이상이 소요될 수도 있다.

마지막으로, 사전수요조사, 사전타당성조사, 사전기획 비용 지원방안을 모색할 필요가 있다. 융합 ODA 사업을 기획하기 위해서는 N-2단계에서 다수 기관들이 공동의 사전기획 및 공동 현지조사 등의 절차가 필요할 수 있다. 정부가 ODA 융합사업을 활성화하기 위해서는 이 같은 사전 기획비용을 ODA 사업 예산에서 일부 지원할 수 있는 방안이 적극 강구될 필요가 있다. **KST**

#### \* 참고자료

감사원 (2017), 공적개발원조 추진실태, 5월 24일.

KOICA (2019), 국제개발협력 사업협의회 제1차 고위급 회의: 2019년 융합프로그램 추진계획, 5월 10일.



PART.

02

# R&D In&Out

---

주요 과학기술 정책 및 현안

정부, 「바이오헬스 산업 혁신전략」 발표

---

TePRI, 정책 현장 속으로

기후변화에 따른 합리적 에너지전환정책은?

---

글로벌 시장 동향

땅 대신 물, 더 많은 수확이 가능한 수경재배 시장 성장

---

Guten Tag! KIST Europe

AI-based Predictive Analytics - 2019 하노버박람회

## 임혜진

미래전략팀  
hjlim@kist.re.kr

## 바이오 빅데이터·R&amp;D 투자 4조원, 바이오헬스 글로벌 수준으로 육성

이번 ‘혁신 전략’은 바이오헬스 산업 발전을 통한 ‘사람중심 혁신성장’의 비전하에,

- 수출 확대를 통한 경제활력 제고 및 일자리 창출, 혁신적 신약, 의료기기, 치료기술 개발을 통한 희귀 난치질환 극복 및 국민의 생명·건강 보장을 목표로 한다.
  - ① 제약·의료기기 세계시장 점유율 3배 확대 : ('18) 1.8% → ('30) 6%
  - ② 바이오헬스 수출 500억 달러 달성 : ('18) 144억 달러 → ('30) 500억 달러
  - ③ 일자리 30만 개 창출 : ('18) 87만 명 → '30) 117만 명

정부는 이를 달성하기 위하여, 기술개발부터 인허가, 생산, 시장 출시에 이르는 산업 전주기의 혁신 생태계 조성을 추진한다.

- 이후 도출된 분야 별로 시장 변화에 대응한 투자전략을 수립했고, 이를 달성하기 위한 100대 핵심 기술을 선정했다.

## 【① 기술개발 단계 : 바이오헬스 기술혁신 생태계 조성】

정부는 전 세계 바이오헬스 시장이 표적항암제 등 개인 맞춤형 치료기술 중심으로 발전해 가고 있으며, 이러한 의료기술 혁신의 핵심기반이 “데이터”라는 인식 아래,

- 5대 빅데이터 플랫폼을 구축, 혁신신약 개발과 의료기술 연구를 통해 국민 생명·건강을 지키는 국가 인프라로 활용할 계획이다.
  - ① 국가 바이오 빅데이터, ② 데이터 중심병원, ③ 신약 후보물질 빅데이터, ④ 바이오특허 빅데이터, ⑤ 공공기관 빅데이터

먼저, 최대 100만명 규모의 ‘국가 바이오 빅데이터’를 구축한다.

- 희망자를 대상으로 유전체 정보, 의료이용·건강상태 정보를 수집하고, 수집된 인체정보는 국립중앙 인체자원은행 등에 안전하게 보관하면서, 환자 맞춤형 신약·신의료기술 연구개발에 활용할 계획이다.
- 내년 1단계('20~'21년, 2만명 규모) 사업을 시작으로, 오는 2029년까지 100만명 규모 빅데이터 구축 완료를 목표로 한다.

또한, ‘데이터 중심병원’을 지정하여, 현재 병원별로 축적된 대규모 임상진료 데이터를 질환 연구, 신약개발 등에 활용되도록 할 계획이다.

- 데이터가 외부 유출 없이 병원 내에서 신약 및 의료기술 연구에 안전하게 활용되도록 표준 플랫폼을 마련하는 사업을 내년부터 시작할 계획이다.

막대한 개발비용과 시간이 소요되는 신약개발 과정을 효율화하기 위하여 인공지능(AI) 등을 활용한 신약개발 플랫폼을 구축한다.

- 신약개발 단계별로 활용할 수 있는 ‘인공지능 신약개발 플랫폼 개발’ R&D 사업이 올해부터 시작된다.
- 인공지능을 통해 후보물질과 타겟 질환을 효율적으로 결합하는 등 신약개발 비용·시간을 1/2~1/4로 줄일 수 있을 것으로 기대된다.
- 또한, 동물실험·임상시험을 대신하여 신약 물질의 효능·독성을 검증할 수 있도록 인체 장기를 모사한 조직칩\* 개발을 지원할 계획이다.

\* 간·신장 등에서 추출한 세포·조직을 배양하여 인체 장기의 기능·특성을 모사한 칩

병원을 바이오헬스 연구생태계의 혁신 거점으로 육성한다.

- 우수한 연구기반을 갖춘 병원 중심으로 ‘미래의료 연구개발 선도사업단’을 설치하여 바이오헬스 기반기술 연구를 지원하는 한편,
- 병원 연구 인프라를 혁신적 기술기업에 개방하고, 병원과 대학, 기업, 연구기관 등의 공동연구 지원을 확대하는 등 병원 중심의 연구 클러스터를 적극적으로 육성할 계획이다.

혁신 신약과 의료기기 개발을 위한 정부 R&D 투자도 확대된다.

- 연간 2.6조원 수준인 바이오헬스 분야에 대한 정부 R&D 투자를 2025년까지 4조원 이상으로 확대 추진한다.
- 이를 통해 세계시장을 선도할 수 있는 차세대 유망기술 개발을 중점 지원할 예정이다.
  - ① 면역세포 활용 표적항암제 등 재생의료·바이오의약품 개발
  - ② 신약개발 전주기 지원을 통한 유망 후보물질 발굴 및 중개연구 지원
  - ③ AI 영상진단기기 등 융복합 의료기기 및 수출 주력품목 기술고도화 등

바이오헬스 분야에 대한 금융·세제 지원도 강화한다.

- 블록버스터(연 매출 1조원 이상) 국산 신약개발을 지원하기 위해, 2022년까지 총 15조원 규모로 조성 중인 ‘스케일업 펀드’를 활용, 향후 5년간 2조원 이상의 정책금융을 바이오헬스 분야에 투자한다.
- 제약·바이오 기업 연구개발 투자를 촉진하기 위하여 신성장동력·원천기술 R&D 세액공제 대상에 바이오베타 임상시험비를 추가하고, 이월기간 연장(현행 5년 → 예 : 10년)을 추진한다.

## 【② 인허가 단계 : 글로벌 수준의 규제 합리화】

먼저, 의약품·의료기기 인허가 기간을 단축한다.

- 신기술 분야에 대한 심사 전문성을 강화하고, 심사 전담인력을 확충하는 한편, 융복합 제품에 대해 개발단계부터 사전 상담 및 신속한 품목 분류를 통해 인허가 예측가능성을 높인다.

세포·유전자 등을 활용하는 재생의료 및 바이오의약품의 특성에 맞도록 관리체계를 선진화한다.

- 의약품 임상시험과 구분되는 재생의료 임상연구 제도를 도입하여, 임상연구 활성화 및 안전관리 체계를 마련하고,
- 첨단바이오의약품에 대한 전주기 안전관리체계를 강화한다.

### 【③ 인허가 단계 : 생산활력 제고 및 동반성장 지원】

AI 신약개발, 바이오의약품 생산 등 산업현장 수요에 맞는 제약·바이오 전문인력을 양성한다.

- 기업·연구기관 등의 개발 전문인력 확충을 위해, 데이터 전문가 양성 및 AI 대학원 확대를 추진하고, 아일랜드 NIBRT 방식의 제약·바이오 교육시스템을 구축한다.

#### [참고] NIBRT : 아일랜드 국립 바이오공정 교육연구소

- 2011년 설립, 아일랜드 및 전 세계 제약기업, 대학 등의 인력을 대상으로 기초·응용연구, 임상시험, 인허가 등 바이오 제약 전 분야의 전문가를 양성

- 바이오의약품 생산 공정에 대한 실습이 가능하도록 국제규격의 생산시설(GMP)을 갖춘 바이오공정 인력양성센터 설립 하여, 바이오의약품 생산 전문인력을 대폭 양성한다.

바이오의약품 생산시설 가동에 필요한 원부자재·장비 국산화로 생산비용을 절감하고 전·후방산업 동반성장을 견인한다.

- 원부자재 국산화를 위하여, 바이오의약품 전후방산업 시장·기술 분석을 토대로, 수요기업과 개발기업 간 컨소시엄 등의 방식으로 장·단기 기술개발 R&D를 지원할 계획이다.

### 【④ 시장출시 단계 : 시장진입 지원 및 해외진출 촉진】

디지털 헬스케어 등 신기술의 의료현장 사용을 촉진하여 의사의 대면진료 서비스 품질과 환자 만족도를 높인다.

- 현행법에서 허용되는 환자 모니터링 가이드라인을 제시하여 새로운 디지털 헬스케어 서비스의 시장 진입 불확실성을 해소하는 한편, 혁신제품에 대한 효과검증 R&D를 지원한다.

‘의료기기 육성법’과 ‘체외진단기기법’이 올해 4월 제정되어 내년 5월부터 시행됨에 따라, 혁신 의료기기에 대한 종합 지원체계가 마련된다.

- 희귀난치질환 치료 등 혁신 의료기기에 대한 인증제를 도입하여, 인증받은 기기에 대해서는 허가 심사 특례 등을 지원한다.

세계적으로 우수성을 인정받는 우리나라 병원시스템 수출과 함께 병원 정보시스템, 의약품, 의료기기 및 줄기 세포 플랜트 등이 패키지로 동반 수출되도록 지원한다.

- 이를 위해, 한국형 의료 및 건강보험제도 해외진출, GMP 시설 상호인증 등 정부 간 협력을 강화하고, 국내 기업의 해외 민관협력사업 및 국제입찰 참여를 적극적으로 지원할 계획이다.

정부는 관계부처 합동으로 마련된 이번 전략을 법령 제·개정, 예산 반영, 제도개선 과제로 나눠 차질 없이 이행해 나간다는 방침이다.

법령 제·개정	첨단재생의료·의약품법(제정), 보건의료기술진흥법(개정), 기술이전촉진법 시행령(개정), 조세특례제한법 및 하위법령(개정) 등
예산 반영	바이오 빅데이터('20~), 데이터 중심병원('20~), 범부처 의료기기 개발('20~), 국가 신약개발('21~), 미래의료 선도사업단('21~) 등
제도개선	규제개선 로드맵('19), 인력양성 마스터플랜 수립('19) 등

## 임 용 우

정책실 연수생  
t19122@kist.re.kr

## '국회-한림원 공동포럼' 참관



세계경제포럼(WEF)이 기후이변을 3년 연속 사회·경제면에서 가장 위험한 요소로 꼽고, 국내적으로는 미세먼지가 사회재난으로 떠오르는 등 환경문제가 화두로 떠오르고 있다. 한국과총회관에서는 한국수소및신에너지학회, 한국에너지기후변화학회 등 8개 학회의 참석 하에 합리적 에너지전환정책에 대해 논의하는 시간을 가졌다.

첫 번째 발제를 맡은 임재규 제 3차 에너지기본계획 워킹그룹 총괄간사는 정부의 에너지기본계획이 깨끗하고 안전한 환경에 대한 국민적 요구에 부응하기 위해 각 에너지원별의 역할 방향성을 수정했다고 설명했다. 석탄은 과감히 축소, 석유는 석유화학 연료로서의 역할 확대, 천연가스는 발전용 비중을 확대할 계획이며, 원전은 단계적 축소를 계획 중이라고 설명했다. 또한, 에너지시스템을 분산화하기 위해 전력중개시장, 전력 프로슈머의 확대를 위한 지원을 확대할 계획이라 밝혔다.

두 번째 발제에서 남석우 KU- KIST 융합대학원장은 에너지전환에 있어 에너지캐리어<sup>10)</sup>로서 수소의 역할에 대해 이야기했다. 수소경제에서

수소는 에너지원이 아니라 재생에너지의 간헐성을 보완하는 보조적인 역할이라고 설명했다. 하지만 현재의 기술보다 효율성이 높은 수전해 기술과 저장, 발전기술을 개발해야 한다고 했다.

세 번째 발제를 맡은 박상덕 서울대 원자력정책센터 수석연구위원은 재생에너지 비율이 높은 유럽 국가들을 비교하여, “재생에너지의 비율이 높은 국가들이 저탄소 국가도 아니며, 전기요금이 저렴한 국가도 아니다. 원전 비율이 높은 국가가 저탄소 국가이며, 전기요금도 저렴하다.”라고 이야기하며 재생에너지의 간헐성 문제를 꼬집었다. 또한, 2030 온실가스 배출량을 달성하기 위해서라도 정부의 탈원전 정책은 현실성 없는 정책이라 이야기했다.

패널 토론에서 박진순 한국해양과학기술원 연안개발·에너지연구센터장은 단기적으로 해양에너지와 같은 잠재되어있는 에너지를 개발해야 하며, 장기적으로 수소경제로 가야한다는 남석우 대학원장의 의견에 동의했다.

이어 정희용 한국도시가스협회 상무이사는 에너지 전환에 4차 산업을 연결시키는 접근법이 필요하다고 주장하며, 유연한 에너지원인 천연가스를 활용하여 분산형 전원에 적용할 수 있음을 강조했다.

패널 토론 이후, 임재규 총괄간사는 “현재 사용하는 에너지도 중요하지만, 나아가 미래 세대에게 어떤 에너지시스템을 물려줘야 할지 고민해야 한다.”며 소회를 밝혔다. **키싱**

10) 에너지캐리어 (energy-carrier) : 재생에너지 전력을 기반으로 생산된 후 대량으로 저장 및 운송될 수 있는 에너지의 성격을 의미함.

# 땅 대신 물, 더 많은 수확이 가능한 수경재배 시장 성장

## 송유림

연구기획 · 분석팀  
yurim\_s@kist.re.kr

### \*출처:

Hydroponics Market,  
MarketsandMarkets,  
2019.5

수경재배 시장은 2019년 80억 달러에서 2025년 160억 달러까지, 연평균 12.1%로 성장할 전망이다. 수경재배는 1920년대에 도입되었으나 높은 비용으로 인기를 얻지 못했다. 하지만 최근 수직 농업 기술의 출현과 도시농업의 인기 상승, 그리고 원격조정기술을 바탕으로 온실이 발전함에 따라 생산성이 높아지면서 수경재배 시장이 성장하고 있다. 현재는 제한된 작물에만 상업적으로 이용되고 있으나, 향후 다양한 작물에 적용하기 위한 연구가 계속되고 있다.

## 가장 적합한 환경, 더욱 체계적인 관리를 위해 수경재배 장비 시장 성장

수경재배 시스템은 식물에 적합한 환경을 유지·조절하기 위해 여러 가지 장비를 필요로 한다. 여기에는 온도를 조절하는 HVAC(Heating, Ventilation, Air Conditioning), 식물의 성장을 위한 LED 조명, 영양분을 포함하는 배양액을 조절하는 관개 및 펌핑 시스템 등이 포함된다. 최근에는 모니터링을 통해 농장에서 추출한 데이터를 바탕으로 온도, 광도, 수분 및 CO<sub>2</sub> 수준 등에 대한 최적의 조건을 결정하는 시스템을 대규모 스마트팜에 배치하여 성장에 필요한 모든 변수를 체계적으로 관리하기 위한 연구가 계속되고 있다. 이는 작물의 생산량을 늘릴 뿐만 아니라, 재배에 필요한 인력 역시 줄일 수 있어 높은 경제성으로 이어질 것이라 기대한다.

| 장비별 시장 예측(2016-2025) |

(단위: 백만 달러)

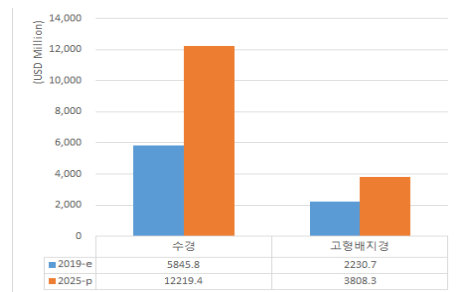
장비	2017	2018	2019-e	2025-p	연평균 성장률
HVAC	2,826.8	3,041.7	3,177.1	5,050.5	8.0%
LED 성장 조명	1,912.2	2,239.0	2,540.8	6,525.7	17.0%
관개 시스템	808.9	904.8	983.4	2,034.3	12.9%
물질 관리 시스템	440.0	489.6	529.3	1,061.6	12.3%
제어 시스템	189.6	205.4	216.1	362.6	9.0%
기타(CO2 센서 등)	561.6	603.7	629.9	993.0	7.9%
합계	6,739.0	7,484.2	8,076.5	16,027.7	12.1%

## 다양한 작물 재배로 수경재배 확대

식물에 알맞은 수경재배 시스템의 선택은 곧 경제성으로 이어진다. 허브나 상추와 같은 작은 식물의 경우 뿌리를 지지할 필요가 없어 수경 방식이 적합하다. 하지만 토마토나 오이 등 상대적으로 크기가 큰 식물은 식물의 뿌리를 지지하는 고행배지경이 선호된다.

수경재배 시스템은 크게 식물의 뿌리를 지지하는 매개체의 유무에 따라 수경과 고행배지경으로 나눌 수 있다. 수경 방식은 2017년 48억 달러에서 2025년 122억, 고행배지경 방식은 2017년 19억 달러에서 2025년 38억까지 크게 성장할 전망이다.

| 수경재배 시스템별 시장 예측 |



## KIST 강릉분원, 스마트팜개발 추진

수경재배는 식량문제의 해결에 대한 효과적인 대안이다. 토양이 없어도 작물 재배가 가능할 뿐만 아니라, 전통적인 농업 방식에 비해 높은 생산량을 제공하고, 체계적인 관리가 가능하기 때문이다. KIST 강릉분원에서도 농가의 편리성 증진, 더 나아가 작물의 품질향상과 생산성 증대를 위해 ‘스마트팜’ 개발에 힘쓰고 있다. 우리나라 농업 형태에 맞는 과학영농기술의 개발, 향후 이 기술을 여러 농업 분야에 응용할 수 있을 것이라 기대한다. **ktg**



**황 종 운**

KIST 유럽연구소  
스마트융합연구단  
hwang@kist-europe.de

**서 승 호**

KIST 유럽연구소  
스마트융합연구단  
s.suh@kist-europe.de

**Lisa Victoria Mathejczyk**

KIST 유럽연구소  
스마트융합연구단  
l.mathejczyk@kist-europe.de

**하노버 박람회 2019**

매년 4월에 독일에서 개최되는 하노버박람회는 기계설비 분야의 최신 제품과 관련 선도 기술을 전시하는 세계적인 박람회로서, 최근의 인공지능, 사물인터넷, 빅데이터 등의 스마트기술이 결합되는 4차 산업혁명에 대한 관심과 함께 그 규모나 중요성이 더욱 커지고 있다. 금번 박람회에 약 215,000 여명이 방문하였으며, 이중 40% 이상이 독일외 해외 국에서 방문하였다. 뿐만 아니라, 참여기관들은 자사의 첨단기술을 통한 미래 제조 산업의 비전을 제시하고 다양한 적용모델 전시를 통하여 약 650만개 이상의 비즈니스 계약을 체결한 것으로 집계되었다.

KIST 유럽연구소는 DFKI(독일인공지능연구소)에서 주관하는 SmartFactory<sup>KL</sup> 컨소시엄에 지난 2016년부터 회원기관으로 활동하고 있으며, 금년도에는 IBM, HAWEI, FESTO 등 글로벌 선도기관들과 함께 공동으로 결과물을 전시하였다. 참여기관들은 모듈방식 생산라인기반에서 기관별 전문분야를 중심으로 다양한 Use-Case를 구현하였으며, KIST 유럽연구소는 IBM, Mettler Toledo사와 협업하여 인공지능 기반의 설비오류분석시스템을 전시하였다.

**| 하노버박람회 DFKI SmartFactory<sup>KL</sup> 전시 부스 |****AI & Predictive Analytics**

Predictive Analytics 의미는 학술적으로 다양하게 사용되고 있으나, Industry 4.0 분야와 관련하여서는 다양한 설비상태 데이터를 측정하여 기기상태 및 오류를 실시간으로 진단/예측하기 위한 인공지능기반의 분석기술을 일반적으로 의미한다. 이와 관련하여 KIST 유럽연구소는 이번 전시회에서 인공지능 부문에서 인간의 오감 중 '시각', '촉각', '청각' 세 종류의 감각에 해당하는 데이터를 기반으로 설비/제품의



상태와 오류를 실시간으로 진단/예측하는 기술을 선보였다. 스위스 Mettler Toledo社의 산업용 무게측정 설비를 대상으로, 비전시스템을 통한 시각기반 제품 품질검사, 설비 음성신호를 측정하여 청각기반 불량여부 판별, 실시간으로 측정된 설비 진동신호를 모니터링하여 촉각기반 설비상태 분석기술을 전시하였다. 특히, 설비의 진동신호 데이터를 이용한 설비의 오류 가능성을 판단하고 진단하는 Predictive Analytics System은 기존의 기술과는 차이점이 있다. 일반적으로 측정 장비들은 진동에 매우 민감하고, 실질 산업현장에서는 진동에 영향을 주는 요인들이 매우 다양하고 특정하기 어렵기 때문에 측정 장비에서 얻은 결과만으로는 신뢰하기가 어렵다. 따라서 기타 영향/환경요인을 반영할 수 있는 신뢰적 설비진단예측시스템의 필요성이 높아지고 있다.

관련하여, KIST 유럽연구소에서는 데이터(진동의 진폭, 대역폭, 가동시간, 에너지 소비량, 처리시간 등) 수집 및 처리를 위하여 IBM Watson IoT Studio 수학적 기반모델을 사용하였고, 기타 환경요인을 반영하기 위한 머신러닝기반의 설비이상진단 알고리즘을 개발하였다. 시스템 구현을 위하여 IBM Watson Cloud를 통하여 Mettler Toledo社 측정 설비 데이터를 수집/분석하였으며, 시간, 진동 대역폭, 진폭 평균, 자세 안정 시간, 안정된 무게 등을 주요 변수로 고려하였다. Convolutional Neural Networks를 이용하여, 머신러닝기반 진단예측모델을 개발하였다. IBM Cloud를 통해 획득한 데이터를 입력변수로 고려하여 현 설비상태를 인식/예측하였다. IBM Watson 머신러닝 서버를 사용함으로써 빠른 학습과 데이터처리가 이루어져 개발 알고리즘을 실시간으로 적용할 수 있다는 장점이 있으며, 시스템 정확도 또한 99.2%의 높은 신뢰도를 보여주었다. 보다 많은 데이터를 기반으로 지속적 후속 연구가 진행된다면 보다 높은 신뢰도 확보뿐 아니라 현재의 수요를 감안할 때 상용화 가능성 또한 높은 것으로 예상되고 있다.

### | 예측모델의 신경망 및 전시 시스템 |



## ▶ 글로벌 협력관계 구축

전시회 기간동안 약 4,500여명이 방문하였으며, 독일연방경제에너지부 누스바움 차관, 독일 라인란트팔쯔주 경제교통농업부 쉬미트 차관, 네덜란드 크라이저 경제기후정책부장관 등 다수의 고위급 인사 또한 방문하였다. 뿐만 아니라, 벨기에, 스페인, 스위스, 폴란드, 중국, 일본, 한국 등에서 60개 이상의 해외 사절단이 부스를 방문하여 DFKI SmartFactoryKL 전시기술에 대한 높은 관심을 보였다.

LG전자, 삼성전기, LS엠트론, 한국생산기술연구원, 서울대학교, 동국대학교, 양산시 등 다수의 국내 주요 산학연에서 방문하여 KIST 유럽연구소 연구결과 및 상용화 가능성에 매우 높은 관심을 보였으며, 향후 스마트팩토리 관련 협력가능성에 대한 다수의 미팅이 진행되었다. 특히 삼성전기, 생기원에서는 구체적 협력아젠다 발굴, 협력방안 마련을 위하여 이후 별도의 방문/일정을 정하여 진행할 것을 합의하였다.

| KIST 유럽연구소 전시부스 방문 |



(왼쪽: KIST 유럽연 서승호 연구원, 생기원 박지용 박사, 하철우 박사, 오른쪽: 서울대 윤병동 교수, KIST 유럽연 황종운 단장, 동국대 김흥수 교수) KIST

PART.

03

# TePRI 休

—  
세계사 속 과학기술  
중력파와 민주주의

—  
Law and Science  
연구과제의 제재처분과 그 구제책

—  
소통과 대화를 위한 재미있는 이노베이션 이야기  
뷰카(VUCA)의 시대, 살아남는 조직의 특성 애자일 조직(Agile Organization)

—  
이달의 추천도서  
마이크로트렌드X

## 전 대 호

유미과학문화재단 이사  
daehojohn@hanmail.net



2017년 노벨물리학상은 “라이고(LIGO) 탐지기와 중력파 관측에 결정적으로 기여한” 킵 손, 라이너 바이스, 배리 배리시에게 수여되었다. 이들의 공로는 과연 무엇하기에 노벨상의 가치가 있는 것일까?

중력파는 아인슈타인의 일반상대성이론이 예측하는 한 현상이다. 기본적으로 파동이어서 흔히 시공의 떨림이 퍼져나가는 것이라고 설명하는데, 중력파가 지나가면 모든 물체의 길이가 미세하게 떨린다. 그런데 그 떨림의 폭이 워낙 작기 때문에, 원리적으로 탐지가 가능할 만큼 강한 중력파는 엄청나게 강한 중력장이 격변할 때만 발생한다.

2017년 노벨물리학상을 안겨준 연구에서는 4킬로미터에 달하는 길이가 중성자 지름의 1만 분의 1만큼 떨리는 것이 포착되었다. 그 떨림을 유발한 중력파는 13억 광년 떨어진 블랙홀 쌍성계에서 나온 것이었다. 더 정확히 말하면, 공전하는 두 블랙홀이 나선을 그리며 점점 더 접근하다가 결국 융합하는 순간에 그 근처 중력장이 격변했고 그로 인해 발생한 강한 중력파가 13억년 동안 온 우주로 퍼져나간 끝에 우리 지구의 탐지기에 포착된 것이었다.

일반상대성이론이 세상에 나온 것이 1915년이므로, 중력파는 이론적으로 100여 년 전부터 존재한 셈이지만 최근까지도 관측되지 않았다. 아니, 그 100여년의 절반가량은 관측을 시도하는 사람조차 없이 지나갔다. 1950년대에 선구적으로 중력파 탐색을 시작한 인물은 조지프 웨버였다. 그는 1960년대에 중력파 탐지를 주장하는 논문들을 잇달아 발표하면서 사실상 중력파 물리학 분야를 개척했다.

그러나 알못게도 웨버의 주장들은 1970년대 이래로 신뢰성을 완전히 잃었다. 중력파를 탐지하려면 미세한 길이 변화를 측정하는 장비가 필수적인데, 웨버는 스스로 발명한 ‘공진막대’를 사용했다. 그러나 그런 작은 장비로 중력파를 탐지한다는 것은 어렵없는 시도라고 오늘날의 과학자들은 판단한다.

노벨상 수상자 킵 손과 라이너 바이스가 1960년대 후반부터 옹호하고 개발한 새로운 중력파 탐지 장비는 간섭계다. 마침내 2015년에 중력파 신호를 포착하여 과학계 전체의 인정을 받은 미국의 ‘라이고’가 바로 그런 간섭계다. 라이고(레이저 간섭계 중력파 관측소)의 약자)는 각각 워싱턴 주와 루이지애나 주에 위치한 간섭계 두 대로 구성되어

있으며, 각각의 간섭계는 레이저와 거울들과 길이가 4킬로미터에 달하는 팔(레이저가 이동하는 경로) 두 개를 갖추고 있다. 이 거대하고 값비싼 장비가 앞서 언급한 미세한 길이 변화의 측정에 성공한 것이다.

이로써 킵 손과 라이너 바이스의 공로는 충분히 설명된 셈이다. 이들은 중력과 관측 장비인 라이코의 개발에 기여했다. 손의 기여는 주로 이론적이었고, 바이스의 기여는 간섭계의 실제 제작에 관한 것이었다. 그럼 나머지 공동수상자인 배리 배리시의 공로는 무엇일까? 이 대목에서 우리는 자연현상 그 자체와 관측 장비에 쏟았던 시선을 거두어 과학을 실행하는 사람들의 집단으로 돌릴 필요가 있다.

노벨상으로 이어진 중력과 신호 포착은 2015년 9월 14일에 이루어졌다. 그래서 그 신호는 GW150914라는 명칭을 부여받았는데(GW는 ‘중력과gravitational wave’의 약자), 이 GW150914를 최초로 보고하는 논문의 저자 목록에는 무려 1,000명이 넘는 사람들이 이름을 올렸다. 그들은 ‘라이코-비르고 협력단(LVC)’의 주요 구성원이며, 배리 배리시는 이 협력단의 주축인 ‘라이코 과학 협력단(LSC)’을 창설하고 이런 대규모 연구단의 원활한 작동에 필요한 시스템을 마련한 인물이다. 요컨대 배리시는 초대형 연구의 지휘자로서 공로를 인정받은 것이다.

과학에서 자연 현상 그 자체와 절묘한 장비들보다 더 흥미로운 것은 바로 과학자들이 아닐까 생각한다. GW150914 발견 논문을 쓸 때 1,000명이 넘는 저자들은 어떻게 의견을 조율하여 논문 제목을 정하고 주요 문구들을 다듬었을까? 그 논문은 2016년 2월 11일에 <피지컬 리뷰 레터스>에 제출되었으므로, 발견으로부터 논문의 완성까지 5개월이 걸린 셈이다. 그 기간에 일어난 일들은 여러 모로 흥미롭기 그지 없지만, 필자가 주목하고자 하는 것은 과학자 공동체 내부의 민주주의다. 실제로 라이코-비르고 협력단은 저자 목록에 오를 모든 사람에게 반론과 문구 수정의 기회를 제공했으며, 비록 참고용이었지만, 논문 제목을 놓고서는 투표를 실시하기까지 했다.

사람들이 모인 집단이 다 그렇듯이, 라이코-비르고 협력단 안에도 당연히 갈등이 있었다. 어쩌면 사소하게 보이겠지만, 그 연구단 내부에서 이론물리학자들과 실험물리학자들이

발견을 공표할 시점을 놓고 다투었다. 실험물리학자들은 되도록 빨리 공표하자는 입장인 반면, 이론물리학자들은 연구를 더 보강하여 중력과 원천에 관한 상세한 정보와 함께 공표하자는 입장이었다.

왜 이런 입장 차이가 생긴 것일까? 발견을 공표하면, 그와 동시에 협력단이 보유한 데이터를 공개해야 한다. 그러면 외부의 많은 과학자들이 앞 다퉈 그 데이터를 분석하여 GW150914에 관한 논문을 쏟아낼 텐데, 협력단 내부의 이론물리학자들은 그것이 마뜩치 않았던 것이다. 그들은 데이터를 독점한 상태에서 GW150914 관련 논문들을 최대한 많이 쓰고 싶었다. 반면에 실험물리학자들은 데이터를 확보하고 중력과 발견을 확인한 것으로 할일을 다한 셈이므로 공표를 미룰 이유가 없었다.

결국 타협이 이루어졌는데, 협력단의 고위 구성원들이 주로 실험물리학자인 까닭에, 대체로 실험물리학자들의 입장이 관철되었다. 이것도 여느 인간 집단과 다르지 않은 모습이다. 역시나 과학은 본질적으로 인간의 활동이다. 흔히 대중은 극소수의 천재가 과학적 진실을 단박에 깨달음으로써 과학이 진보한다고 상상하지만, 실상은 전혀 판판이다. 자연이 진실을 불러주고 우리가 받아 적는 일은 결코 없다. 자연은 늘 말이 없고, 우리는 늘 갑론을박한다. 그리고 우리의 갑론을박이, 우리의 민주주의적 토론이 과학을 진보시킨다.

지금은 이른바 ‘빅사이언스big science’의 시대다. 저자가 1,000명이 넘는 논문들은 점점 더 늘어날 것이다. 2015년에 출판된 힉스 입자에 관한 한 논문은 저자가 무려 5,154명에 달한다. 이쯤 되면 온 세상의 힉스 입자 전문가들이 모두 저자로 참여했다고 할 만하다. 그렇다면 충분한 전문성과 독립성을 갖추고서 그 논문을 심사하고 비판할 외부 전문가를 구하기가 무척 어렵거나 심지어 불가능하지 않을까? 실제로 이것은 빅사이언스의 시대가 직면한 중대한 문제들 중 하나다. 아마도 해결책은 연구단 내부의 민주주의적 토론과 견제밖에 없을 것이다. 내부 구성원 자신이 외부 심사자와 비판자의 역할을 할 수 있어야 한다. 소수의 개인이 과학 지식을 생산하던 시대는 지난 지 오래다. 지금은 개인이 아니라 팀이 과학을 한다. 그리고 다들 알다시피, 팀의 생명은 민주주의에 달려있다. **kt**



## 연구과제의 제재처분과 그 구제책

김성우

정책기획팀, 변호사  
law@kist.re.kr

A 연구소의 연구원 甲은 최근 수행하였던 연구 개발과제와 관련하여 ‘불성실 실패’라는 이유로 B 기관으로부터 참여제한 3년의 처분을 받았다. 하지만 연구원 甲은 본 연구개발과제의 실패와 관련하여 본인은 귀책사유가 없다고 생각한다.

**위**와 같은 일은 국가 연구개발과제를 수행하는 연구원에게 종종 발생할 수 있는 일이다. 실제로 부적절하게 연구개발을 수행하거나 연구비를 적절하지 않게 사용하는 경우도 있지만, 어떤 경우에는 관점의 차이에 기인한 것일 뿐 해당 연구자 입장에서는 억울한 경우가 있다. 이런 경우 외부기관의 심판을 통하여 제재처분에 대하여 다시 한번 검토해 보는 절차는 법치행정의 측면에서도 의미가 있다.

법치주의는 헌법의 기본원리일 뿐 아니라 행정법 탄생에 중대한 역할을 하였다. 17,18세기 전제군주정치하에서 절대주의적인 권력집중에 대한 항의가 영국의 권리청원, 권리장전, 프랑스의 대혁명 등을 통하여 제기되었고, 그 결과로 근대 입헌국가가 성립되었다. 법치주의는 근대입헌국가의 자유주의적 통치원리로서 권력분립의 원리를 바탕으로 하여, 국민의 대표기관인 의회가 제정하는 법률에 의하여 국가활동이 기속되는 동시에 법률의 적용을 보장하는 재판제도를 가짐으로써 인권보장의 목적을 달성하려는 제도이다.

법치주의의 내용 중 법치행정의 원리가 있다. 즉 국민의 대표기관인 의회가 제정하는 법률에 행정이 기속이 되며, 아울러 법률에 의한 행정을



보장하기 위하여 행정작용에 대한 사법심사가 이루어짐을 의미한다.

연구개발과 관련된 행정도 법치행정의 원리가 적용된다. 대부분의 연구개발 행정이 법에 근거하여 적법하게 행하여지지만, 모든 행정행위가 적법한 것은 아니다. 따라서 위법한 행정행위로 인하여 개인의 권리나 이익이 침해된 경우 이를 시정하여 주기 위한 제도로 행정상 구제절차들이 존재한다. 이는 헌법이 지향하는 실질적 법치국가의 실현을 위한 불가결한 전제조건이다. 본 사안에는 처분청(행정처분을 한 행정청)에 대한 ‘이의신청’과 외부기관에 제기하는 ‘행정쟁송(행정심판·소송)’ 제도 및 행정쟁송 절차 중 제기할 수 있는 ‘가구제’ 절차 정도를 검토해 볼 수 있다.

제재처분을 받게되면 이의신청 및 행정쟁송에 대한 안내를 받는다. 여기서 가장 주의하여야 할 점은 제소기간이다. 행정소송법은 제소기간을 규정하고 이를 불변기간으로 명시하여 기간 도과시 소송행위가 불가능하게 규정하고 있다. 행정심판을 거친 경우에는 특례가 적용되어 재결서를 송달받은 날부터 행정소송의 제소기간을 기산한다. 하지만 이의신청은 행정쟁송의 제소기간을 연장하는 효력이 없다. 따라서 연구원 甲은 이의신청과 별도로 행정심판·소송을 제기하여야 한다.

실제 행정쟁송에 들어가면, 과제 수행결과의 불량과 연구개발과정의 불성실 수행 여부를 다투게 될 것이다. 특히 대법원은 ‘연구결과의 불량 여부와 불성실 수행은 별도로 판단하며, 연구결과가 극히 불량하다는 점이 인정된다고 하여 불성실 수행이 추정되는 것은 아니’(2014두47969)라고 판시한 바 있다. 따라서 연구원 甲은 연구개발과정을 성실히 수행하였음을 입증함으로써 구제받을 제도적 장치가 있다.

그리고 행정쟁송을 제기한 경우라면 ‘가구제’ 제도도 함께 검토해 볼 필요가 있다. 우리 행정심판·소송법은 ‘집행부정지의 원칙’을 채택하여 행정심판의 청구와 행정소송의 제기가 처분의 효력이나 그 집행 또는 절차의 속행에 영향을 주지 않는다고 규정하고 있다. 즉, 심판을 청구하거나 소송을 제기하여도 연구원 甲의 참여제한 처분은 일단 유효하다는

것이다.

따라서 집행정지(가구제)의 요건인 ‘회복하기 어려운 손해’를 입증한다면 집행정지 결정이 이루어질 수도 있다. 판례는 금전으로 보상할 수 없는 손해를 회복하기 어려운 손해로 판단하고 있다. 만약 연구원 甲이 집행정지결정을 받는다면, 참여제한 처분의 효력이 임시적으로 정지되어 다른 과제를 수행할 수도 있고, 연구비 환수처분 등에 대해서는 강제집행 절차가 진행되는 것을 막을 수 있다.

정리하면, 연구원 甲은 참여제한 처분을 한 처분청에 이의신청을 할 수 있다. 하지만 이의신청 결과를 기다리는 동안 제소기간이 도과될 가능성이 있으므로 행정쟁송도 제기하여야 할 것이다. 행정심판을 제기할지 행정소송을 제기할지는 선택할 수 있으나, 일반적으로는 절차가 간단하고 신속한 행정심판을 먼저 제기한다. 행정소송은 행정심판이 끝난 후에도 제기할 수 있기 때문이다. 그리고 행정쟁송 중에는 회복하기 어려운 손해를 입증하여 집행정지를 신청한다면 보다 확실한 권리구제를 받을 수 있을 것이다. 위에서 살펴본 법률에 근거한 연구행정과 그에 대한 구제절차는 법치행정의 원리가 연구현장에서 현실화되는 모습이다. **KT**

#### \* 참고자료

정하중(2019), 『행정법개론』, 서울: 법문사.  
성낙인(2018), 『헌법학』, 서울: 법문사.

## 이혁성

정책기획팀 선임연구원  
h.lee@kist.re.kr

4차 산업혁명 시대의 특징은 ‘뷰카(VUCA)’로 표현된다. 변동성(Volatility), 불확실성(Uncertainty), 복잡성(Complexity), 모호성(Ambiguity)의 앞글자를 딴 말이다. 원래 냉전이 끝난 후 당시 국제정세를 설명하기 위해 미국 육군대학원에서 처음 사용한 군사용어였으나 4차 산업혁명의 성격과 잘 어울려 다시금 회자되고 있다. 환경이 급속도로 변하는 뷰카의 시대에서 조직은 늘 생존의 위협을 받는다. 자연 속 적자생존의 법칙이 똑같이 적용되는 산업계이지만 갈수록 변화가 빠르게 일어나기 때문에 조직의 전략 수정도 그만큼 민첩하게(agile) 이루어져야 한다.

맥킨지는 애자일 조직은 다섯 가지 공통된 특성을 지니고 있다고 보고했다. 이들은 조직의 네트워크를 통해 구성원들에게 비전과 업무수행 및 의사결정 기준을 신속하게 공유한다. 위계적 구조 대신 팀 중심의 네트워크 조직을 통해 업무성과 향상을 위한 신속한 의사결정이 이루어지도록

한다. 이 조직관리 기법은 소프트웨어 개발 관리의 효율성을 위해 고안되었다가 그 효과성이 입증된 이후 공공기관, 사기업 등 많은 조직들에게 도입되고 있다. 2018년 4월에는 오렌지라이프가 보험업계 최초로, 올해 1월에는 SK그룹이 전사적 차원에서 애자일 조직을 도입했다. 이와 더불어 연구조직에도 애자일 조직 도입의 바람이 불고 있다. 올해 4월, 현대자동차는 남양연구소를 6월까지 프로젝트 매니저(PM) 중심의 애자일 조직으로 재편한다는 계획을 발표했다. 여러 부서가 협력해야 하는 차량 개발 과정에서 PM에게 힘을 실어줌으로써 불필요하게 소요되는 과정을 없앤다는 것이다. 미국 DARPA처럼 PM 중심의 연구조직 운영 방식을 도입하는 것처럼 보인다.

이처럼 변화하는 환경에 대응하기 위해 조직은 끊임없이 움직인다. 이 때문에 많은 경영학자들은 조직을 살아있는 유기체로 비유하며 학습을 통한 적응과 진화, 즉 학습조직(learning organization) 개념을 강조한다. 학습조직이란 스스로 일상적

## | 애자일 조직의 다섯 가지 특성과 핵심 항목 |

구분	특성	핵심 항목 (예시)
전략	조직 전체에 공유된 목적과 비전 (North Star embodied across the organization)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기회 포착 및 확보</li> <li>• 유연한 자원 분배</li> </ul>
구조	권한위임을 받은 네트워크 팀 구조. (Network of empowered teams)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 명확하고 수평적인 조직 구조</li> <li>• 정확하게 정의된 역할</li> </ul>
프로세스	빠른 의사결정과 학습 사이클 (Rapid decision and learning cycles)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 신속한 반복 실험</li> <li>• 성과 중심 업무체계</li> </ul>
인력	역동적인 사람 중심 모델 (Dynamic people model that ignites passion)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기업가 정신 장려</li> <li>• 역할 이동 보장</li> </ul>
기술	차세대 기술 활용 (Next-generation enabling technology)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기술 아키텍처, 시스템, 도구 진화</li> <li>• 차세대 기술개발 프랙티스</li> </ul>

출처 : McKinsey & Company (2018), "The five trademarks of agile organizations"

으로 학습하고 자가발전함으로써 환경변화에 빠르게 적응할 수 있는 조직을 일컫는다(Senge, 1990).

특히, 21세기에 들어서면서 지식으로 대표되는 무형자산으로부터 만들어지는 가치가 설비와 같은 유형자산으로부터 만들어지는 가치를 넘어서면서 조직의 학습은 더욱 중요하게 여겨지기 시작했다. IT 혁명이 한창 일어나던 2006년 당시 시가총액 1위였던 마이크로소프트의 자산가치는 2,500억 달러였다. 그러나 이 중 유형자산(공장·설비)은 1.2%(30억 달러)에 불과했고, 현금·금융상품이 24%(600억 달러)를 차지했다. 나머지 약 75%가 무형자산이었다. 당시 세계 자동차업계 1위였던 GM은 유형자산 규모는 마이크로소프트의 20배에 달했으나 기업가치는 3분의 1에 지나지 않았다. 2000년대 후반 급속도로 성장한 애플은 2017년 말 대차대조표 상 순자산가치가 140조원으로 보고됐으나 시가총액은 7배가 넘는 1,000조원에 달했다. 한국회계기준원은 이를 현 기업 재무제표에는 무형자산에 대한 정보가 제대로 반영되어 있지 않기 때문이라고 설명한다.

무형자산을 자사의 핵심역량으로 만들면서 급격한 환경 변화 적응에 성공한 대표적인 기업이 바로 IBM이다. 그것도 무려 세 번이나 말이다. 본래 시간기록기와 집계기 등을 생산하던 IBM은 1940년대 대형 컴퓨터, 1980년대 PC와 같이 하드웨어 제조업체로 자리를 잡았다. 이후 컴퓨터라는 하드웨어가 아닌 인터넷이라는 전혀 새로운 혁신이 시장을 휩쓸 때, IBM은 하드웨어 제조 부문을 팔아 넘기고 무형자산인 인터넷 전자상거래 시스템, IT 컨설팅 전문기업으로 변신했다. IBM의 성공적인 변신은 파괴적 혁신과 학습을 통한 빠른 조직변화의 사례로 종종 언급된다.

민간부문 뿐만 아니라 공공조직의 관료화를 해소하고 능동적·적응적 조직의 특성을 도입하는 데에도 학습조직 개념이 등장했다(이상철, 2012). 비대하고 안정지향적인 공공조직은 그간 급격한 기술변화 속에서 혁신의 한계에 부딪힐 수밖에 없었다. 때문에 안정지향적 조직문화를 개선함과 동시에 구성원들이 학습을 통해 더욱 나은 성과를 만들어내고 보상 받는 시스템을 공공기관에 도입하는 방안에 대한 논의가 이루어지고 있으나 더욱 많은 연구가 이루어질 필요가 있다고 여겨진다(예 : 이상철, 2012; 한상일, 2010).

한 발 더 나아가 연구효과성을 높이기 위한 방안 마련이 중요한 공공 R&D 부문에서도 신속한 혁신대응을 위한 조직 구축과 관련 조직 학습역량 향상에 대한 고민이 필요하다. 공공 연구기관에도 애자일 조직 기법이 적용될 수 있을지는 아직 미지수이다. 다만 미국 DARPA와 같이 전적으로 운영 권한을 위임 받은 PM 중심의 소규모 네트워크 팀은 공공 연구기관 조직 혁신의 좋은 사례 중 하나가 될 수 있을 것으로 보인다(참고 : TePRI Report 2017년 8월호, “DARPA의 혁신적 R&D 성과, 어떻게 탄생하는가?”). 이는 앞서 언급한 애자일 조직의 다섯 가지 특성 중 “구조” 영역에 부합할 뿐더러 부수적으로 빠른 의사결정과 학습 사이클(프로세스), 역동적인 사람 중심 모델(인력), 차세대 기술 활용(기술) 효과도 함께 누리기 때문이다.

연구부문을 공공과 민간을 구분할 것 없이 고도의 혁신을 요구 받는다. 공공 연구부문 역시 빠른 혁신에 대응할 수 있도록 애자일·학습 조직 개념을 바탕으로 한 적합한 조직 체계에 대해 깊은 논의가 필요하다. **KT**

#### 참고문헌

- 이상철 (2012), “공공기관의 조직문화, 학습조직, 조직효과성의 관계에 관한 연구”, 한국행정학보, 46(4), 181-205.  
 한상일 (2010), “학습조직을 이해하는 세 가지 관점 : 한국 준정부조직을 위한 이념형적 학습조직의 모색”, 정부학연구, 16(1), 301-331.  
 Senge, P. (1990), The Art & Practise of the Learning Organisation, Doubleday, New York: Garden City.

김종주

미래전략팀장  
jongjoo@kist.re.kr

## 저자 : 마크 펜, 메리디스 파인만

**마크 펜 Mark Penn** : 여론조사·마케팅·전략 전문가. 빌 게이츠, 스티브 발머 등 재계 CEO뿐만 아니라 토니블레어 전 영국 총리 등 전세계 25개국 정치 지도자들의 멘토로도 알려져 있다. 여론조사분야의 세계적 권위자로서 빌 클린턴, 힐러리 클린턴의 대선 캠프에서 전략기획본부장을 지냈다. 클린턴 대통령 재선시 '사커맘(Soccer Mom)' 공약을 핵심 전략으로 제시한 일화가 유명하다. 세계 굴지의 광고홍보기업 CEO를 지내고 마이크로소프트에서 부사장을 거쳐 최고전략책임자를 역임했다. 54년생. 76년 하버드대 졸업.

**메리디스 파인만 Meredith Fineman** : 프리랜서 작가. <하버드비즈니스리뷰>, <포브스>, <엘르>, <마리끌레르>, <패스트컴퍼니> 등에 기고 중

## 선정 배경

“사소해 보이지만 강력한 힘을 발휘하는 행동 패턴이 세상을 움직인다” 14p

...마이크로트렌드는 인상주의 화가의 그림 속 점과 같아서, 한 걸음 뒤에서 바라볼 때 그 점들이 모여 만드는 세상이 보인다. 이런 작은 기류들이 최근 몇 년 사이에 점점 거세 지더니 사회를 뒤집어엎기 시작했다... - 저자 서문

저자 마크 펜은 10년 전 펴낸 '마이크로트렌드'에서 작은 집단의 행동으로 시작된 소소하지만 의외의 트렌드들이 미국 전역에 엄청난 영향을 미친다는 점을 밝히며 베스트셀러 작가 반열에 올랐다. 미래 예측 전망서로 큰 반향을 불러일으킨 마이크로트렌드의 작은 변화들은 10년 후 마이크로트렌드 X로 확장되어 이제 누구나 느낄 수 있는 커다란 변화를 불러일으키고 있다.



오늘날 우리가 마주한 변화의 기저에 자리한 50개의 마이크로트렌드가 앞으로 10년 후 미래를 어떻게 바꿔놓을지 예측해 볼 수 있다.

## 눈여겨볼만한 마이크로트렌드들

## ■ 이인자 남편 Second Fiddle Husband

미국 대학 졸업자 중 여성과 남성 비율이 6:4가 되는 등 높은 교육 수준과 경제력으로 가계 경제를 이끄는 여성 비율이 높아지고 있다. 탄탄한 출세 길을 달리는 여성 중 자신보다 덜 유능한 외조형 남자를 찾아 결혼하는 이들이 늘고 있다. 바로 이인자 남편의 등장이다. 미국의 전업주부 남성은 1990년 110만에서 2012년 220만명으로 두 배 증가했다. 저자는 특히 이인자 남편 트렌드에 가장 큰 영향을 받을 국가로 한국을 지목하기도 했다.

## ■ 비혼족 Never-married

35세 이상 미국인 중 한 번도 결혼을 한 적 없는 사람이 13%로 최근 5년 사이에 1.5배 증가했다. 다소 늦은 결혼적령기인 36~45세 사이 결혼 이력이 없는 사람은 22%에 달한다. 비혼족은 앞으로 계속 증가해 수년 안에 30%를 넘길 것으로 전망된다. 한국에서도 비혼은 흔한 트렌드가 되어 한국의 독신인구는 1990년 대비 2010년 2배로 늘어났다. 비혼족은 요리보다는 외식을 많이 하고 개인 서비스를 많이 이용하며 진보적 정치성향을 띤다.

### ■ 단백질족 Pro-proteiners

25년 전만 해도 단백질은 음식으로서 사망 선고를 받은 상태였다. 실제로 당시에는 파스타가 슈퍼푸드로 주목받기도 했다. 그러나 설탕과 탄수화물이 비만의 원흉으로 지목되면서 단백질이 화려하게 귀환하는 중이다. 특히 닭고기의 소비가 급격히 늘어, 미국인의 1인당 닭고기 소비량은 지난 50년 동안 6배 늘었다(붉은 육류의 섭취량은 여전히 정체 상태이다). 흰살생선, 콩, 아몬드 등 대체 단백질 식품의 점유율도 급격히 높아지는 추세다.

### ■ 90세 인생 Nonagenarians

미국의 90세 이상 인구는 250만명으로 80년의 72만명에서 크게 늘었다. 전 연령대 중 90대가 가장 빠른 증가세를 보이는 구간이기도 하다. 의료기술의 발달로 이제 80세까지 무탈했다면 그 중 30%는 90세까지 산다. 이런 발전의 요인으로는 흡연량 감소, 운동량 증가, 정기 건강검진의 확대가 꼽히고 있다. 노인층의 증가로 삶을 더 편하게 해주는 접근성 향상 기술이 더욱 각광 받을 것으로 전망된다.

### ■ 한끼똑딱족 The Speed Eaters

간편히 먹을 수 있는 음식의 등장은 50년대로 거슬러 올라가지만, 현대의 음식은 이제 사실상 신속하게 먹어치울 수 있는 요리대체물에 가깝다. 차 안에서 주문하고 몇 미터 앞에서 음식을 받아가는 드라이브스루로도 모자라 배달앱들의 전성시대다. 아이러니하게도 시간이 가장 많은 밀레니얼 세대 독신인구들이 오히려 음식 먹는 시간을 가장 아끼고 있다. 최근 미국 직장인 중 시간을 내어 점심을 먹는 사람은 3분의 1에 불과하다.

### ■ 웰빙중독자들 Wellness Freaks

건강식, 독소 제거, 신체 정화, 녹즙 등 웰빙 트렌드에 집착을 보이는 사람들의 비율이 늘고 있다. 요가, 명상에 열광하고 유기농 식품으로 냉장고를 채우고, 건강보조식품을 10종류씩 챙겨 먹으면서 몸이 건강해지는 느낌을 즐기는 사람들이다. 건강의 적으로 지목된 글루텐을 함유하지 않은 대체곡물 퀴노아 소비가 선풍적으로 늘고 있기도 하다. 웰빙 열풍을 타고 볼리비아, 에콰도르, 페루의 퀴노아 수출액은 5년 만에 6배나 증가했다.

### ■ 디지털 재단사 Digital Tailors

부호들의 전유물이었던 맞춤복은 미래 패션산업을 견인할 새로운 트렌드다. 온라인기업들은 스마트폰앱으로 몇가지 질문에 답하는 것으로 맞춤복을 주문하고 휴대폰으로 자신의 치수를 직접 잴 수도 있게 해 준다. 아마존은 맞춤복 시장을 통해 6.6% 수준인 패션 소매시장 점유율을 21년까지 16%로 끌어올린다는 전략이다. 첨단 기술에 밝고 스마트폰으로 은행 거래부터 부동산 계약까지 처리할 수 있지만, 쇼핑물에 가서 옷 고르기는 질색인 현대인들(특히 남성들)에게 온라인 맞춤패션은 매력적인 마이크로트렌드다.

### ■ 강화인간 Technology-advanced People

최근 미국에서는 장애인 보조기술 개발이 활발하다. 소셜 네트워크 접속을 도와주는 특수장치, 신형 보청기, 3D 프린터로 제작 가능한 의수·의족, 상이군인을 도와주는 AI 등이 대표적이다. 화상 환자의 세포 재생을 위한 3D 바이오프린터도 나왔다. 단순한 신체 능력의 강화를 넘어 테슬라의 일론 머스크는 뉴럴링크 Neuralink로 명명한 프로젝트에서 뇌에 마이크로칩을 이식해 정신과 컴퓨터를 연결하겠다는 구상을 발표했다. 인간의 오감 확장, 초인적 신체능력의 확보가 이제 가시적인 기술 목표가 되고 있다. **kt**





Technology  
Policy  
Research  
Institute

## 기술정책연구소

Technology Policy Research Institute

발행 한국과학기술연구원 기술정책연구소   연락처 TEL 02\_958\_6019