

TePARI

REPORT

2020_vol.109

06

Zoom IN 과학기술 리터러시, 선진국의 필수조건이다

Zoom OUT 코로나19의 명암(明暗)과 시사점

Insight 장준연 KIST 차세대반도체 연구소 소장

THEME series 모빌리티 산업의 현재와 미래, 셋

COVER story 독일 과학기술계의 COVID-19 대응: 백신 및 치료제 개발 중심으로

Guten Tag! EUROPE 독일 기초 과학분야와 응용분야를 아우르는 라이프니츠 연구협회(1)

S&T Policy Atheneum 공급사슬 붕괴와 리질리언스(Resilience)

Innopedia 코로나 위기에서 배우는 조직혁신의 중요성

LAW&science 인공지능의 생성물은 어떠한 요건하에서 저작권법의 보호를 받을 수 있는가?

hiS&Tory 타임캡슐의 꿈: 질료와 더불어 시간을 초월하기

TREND watch **TECH** 새로운 이산화탄소 분리막 개발 외 3건

MARKET 의료기기에서 전기자동차까지, 전고체배터리 시장 성장

POLICY '소재혁신선도프로젝트' 9개 연구단 선정

TEPRI

REPORT 2020_vol.109

06



2020 June _vol.109



人sight



THEME series



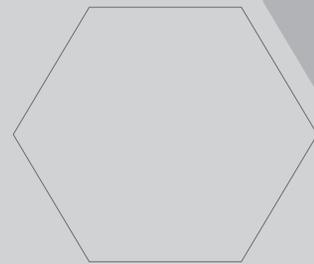
COVER story



S&T Policy Atheneum

CONTENTS

- 04 **Zoom IN**
과학기술 리더러시, 선진국의 필수조건이다
- 06 **Zoom OUT**
코로나19의 명암(明暗)과 시사점
- 08 **人sight**
장준연 KIST 차세대반도체 연구소 소장
- 15 **THEME series**
모빌리티 산업의 현재와 미래, 셋
- 20 **COVER story**
독일 과학기술계의 COVID-19 대응: 백신 및 치료제 개발 중심으로
- 25 **Guten Tag! EUROPE**
독일 기초 과학분야와 응용분야를 아우르는 라이프니츠 연구협회(1)
- 27 **S&T Policy Atheneum**
공급사슬 붕괴와 리질리언스(Resilience)
- 31 **Innopedia**
코로나 위기에서 배우는 조직혁신의 중요성
- 33 **LAW&science**
인공지능의 생성물은 어떠한 요건하에서 저작권법의 보호를 받을 수 있는가?
- 35 **hiS&Tory**
타임캡슐의 꿈: 질료와 더불어 시간을 초월하기
- 37 **TREND watch**
 - TECH 새로운 이산화탄소 분리막 개발 외 3건
 - MARKET 의료기기에서 전기자동차까지, 전고체배터리 시장 성장
 - POLICY '소재혁신선도프로젝트' 9개 연구단 선정



과학기술 리터러시, 선진국의 필수조건이다

김현우 (정책기획팀장 kimhyunu@kist.re.kr)

지난 주말 북한산에 올랐다. 사회적 거리 두기는 예외가 없었다. 어쩔 수 없는 상황이 아니라면 무리 지어 오르지 않았고, 병목에서 하산하는 사람을 만나면 잠시 비켜서서 기다렸다. 대여섯 살로 보이는 남자아이와 함께 하산하는 가족에게 길을 내어 주기 위해 가장자리에 서서 기다렸다. “명왕성은 왜 행성이 아니에요?” 아이가 아빠, 엄마에게 질문을 던졌다. 산행하는 동안 내내 이어진 질문에 지쳤는지 부모는 대답하지 않았다.

자신 있는 얼굴로 설명을 시작한 아이의 이야기를 정리해 보면 다음과 같다. 명왕성은 해양성과 공전 궤도가 겹칠 뿐만 아니라, 같은 공전 궤도 위에 있는 다른 천체를 지배하지 못하고 있다. 이에

국제천문연맹 2006년 총회에서 투표로 왜소행성으로 결정되었다. 2006년에 태어나지도 않은 그 애가 모든 내용을 이해하고 있는 것은 아닐지라도 대견했다. 사실 나도 막내 아이의 핵융합과 플라즈마에 대한 이어지는 질문에 찢찢매고 있던 터였다. 비 오듯 흘린 땀이 꼭 등산 때문만은 아닐 수 있다는 생각이 들었다.

사실 과학기술에 가장 관심을 많이 가진 연령대가 바로 유치원에서 초등학교 저학년이다. 과학책을 찾아 읽고 관련 동영상과 프로그램을 가장 흥미롭게 시청한다. 스피치가 물을 빨아들이듯 지식을 습득하며 과학기술 바다에 빠져든다. 하지만 초등학교 고학년이 되면서 점점 멀어지고, 중학생, 고등학생이 되어서는 입시에 매몰



되고 만다. 대학을 졸업하고 취업이라는 바늘귀를 통과하고 나면 이제 필요한 것은 인문학적 소양뿐이다. 인문학 강좌 열풍과 인문학 서적의 흥수는 당연한 결과다.

과학기술자가 인문학에 서툰면 인문학적 소양이 없는 사람이 되고 만다. 반대로 인문학자에게 과학기술이 어려운 것은 당연하며, 과학기술이 눈높이를 맞추려는 노력이 부족한 것으로 비판받는다. 참으로 불공평한 일이 아닐 수 없다. 구구단을 외고 있으면 효율적인 곱셈이 가능해지듯이, 과학기술 지식을 구성원이 상식으로 받아들이고 공유한다면 국가사회적 소통 비용이 감소되고 엄청난 효과를 발휘할 수 있다.

우리는 대표적인 사례를 전염병에서 찾아볼 수 있다. 14세기 흑사병이 중세 유럽을 덮쳤을 때 불안에 떨었던 당시 유럽인이 기멸 곳은 종교와 주술뿐이었다. 대규모 종교집회를 열었고, 죽은 환자가 입었던 코트를 걸침으로써 악마로부터 숨으려 했다. 결국 당시 유럽 인구의 삼분의 일에 해당하는 7,500만 명이 넘는 유럽인이 사라졌다. 사실 감염병의 원인인 세균과 바이러스에 대한 지식 역사는 그리 길지 않다. 1840년대, 비엔나 산부인과 의사 ‘이그나스 제멜바이스’는 손에 묻은 감염 물질이 원인이라고 생각했다. 그는 손 씻기를 통해 천 명당 98명에 육박하던 산모 사망률을 13명 미만으로 낮추었지만, 동료 의사들은 그를 악마로 취급할 뿐이었다.

2020년 신종코로나 바이러스 방역에서 우리나라는 가장 모범적인 사례로 손꼽히고 있다. 우리가 선망했던 미국을 포함한 유럽 선진국은 지역, 경제, 사회적 봉쇄책을 도입하고도 막대한 인명 손실과 경제적 피해에서 벗어나지 못하고 있다. 반면 우리는 초기 급속한 확산이 있었지만, 그 어떤 봉쇄 없이 전염을 통제하고 일상을 이어감으로써 세계적 모범국가로 인정받고 있다. 트럼프 대통령은 그의 정부가 잘하고 있음을 나타내기 위해 한국과 비교했다. 마치 우리가 어떤 정책을 수립할 때 선진국의 사례를 꼭 벤치마킹했듯이 말이다.

검사(Test), 추적(Trace), 치료(Treat). 확진자와 접촉자를 빨리 찾아 확산을 막고 집중적 치료로 신속한 회복을 돕는다는 우리 3T 대응 전략은 ‘K-방역’이라 불리며 세계로 나아가고 있다. 여기에 더해 모든 전문가가 일치된 의견으로 우리의 성숙한 시민 의식을 성공 요인으로 꼽았다.

철저한 사회적 거리 두기와 개인위생, 자발적 진단과 자가 격리를 실천했다. 과도한 공포로 인한 패닉으로 사재기와 같은 사회적 불안 요소는 전무했다. 세계가 부러워하는 시민의식을 보여줬다. 이는 코로나바이러스에 대한 과학적 지식을 수용할 수 있는 과학기술 리터러시를 우리 사회가 보유하고 있었기에 가능했다.

대한민국을 명실상부한 선진국으로 부상시킨 국가적 자산인 ‘과학기술 리터러시’는 등산로에서 만났던 과학자를 꿈꾸는 어린아이, 어디에 쓸지 모르겠다고 툴툴거렸던 과학 과목 학습을 통해 우리에게 심어졌을 것이다. 하지만 과학기술 리터러시가 언제나 발현되는 것은 아니다. 지금과 별다른 것 없었던 5년 전, 우리는 메르스 사태에 비과학적 대응으로 큰 실패를 자초했었다. 정치와 행정이 전문가 의견에 귀 기울이고 수용해 줄 때 과학기술 리터러시가 제 역할을 할 수 있음을 보여준다. 국가 정책 수립에 있어 과학기술 전문가의 적극적 참여와 기여가 중요한 이유가 바로 여기에 있다.

과학기술계에서는 ‘K-방역’에 머물지 말고 ‘K-R&D’, ‘K-Science’로 나아가자는 목표를 제시하고 있다. 이런 큰 목표로 흔들림 없이 일관되게 나아가기 위해서는 일반 국민 한명 한명에게 내재된 과학기술 리터러시도 같이 발전해 나가야 한다. 최근 과학과 예술의 융합을 모토로 하는 여러 전시회가 기획되고 있다. 이 또한 좋은 시도다. 과학기술자도 실험실에서 좋은 연구를 하는 것에만 머물지 말아야 한다. 일반인을 대상으로 하는 강연, 지인과 만남 등에서 더 많은 국민이 과학기술과 R&D 내용을 공유할 수 있도록 불편하고 어색할 수 있지만 꼭 필요한 과학기술적 대화를 이어나가야 한다. **ktg**

코로나19의 명암(明暗)과 시사점

이 장 재 (KISTEP 혁신전략연구소장, jjlee@kistep.re.kr)



진행 중인 신종 감염병 코로나19 팬데믹(세계적 대유행)은 현재 세대의 경우 일생에서 한번 경험하기 힘든 현상이다. 향후 이러한 경우가 더욱 빈번하게 발생할 가능성이 크다는 전문가들의 전망은 매우 우려스러운 사실로 받아들여진다. 코로나19는 공간 인류가 지혜를 모아 축적해 놓은 많은 것을 바꾸거나 변화시키고 있다. 신의 영역에 도전하고 있는 바이오 분야의 첨단 과학기술을 무력화시키고 있으며, 사회적 시스템의 최적 운영원리라고 믿어왔던 효율성과 성과 중심의 가치를 무너뜨리고 있다.

하지만 모든 현상에는 명암이 존재한다. 대규모의 사망자와 일자리 감소 등 재앙 수준으로 확산되고 있는 코로나19의 경우도 예외는 아니다. 먼저 어두운 면부터 살펴보자. 대규모의 사망자 발생 등 인적 피해, 지역 봉쇄와 이동 금지로 인한 생산 활동의 중단과 글로벌 밸류체인(GVC)의 붕괴, 경기 침체와 대규모의 실업, 소득과 생활수준의 하락, 기존 교육 시스템의 붕괴, 감염가능성이라는 사회적 스트레스의 증대, 인적 교류의 제한으로 인한 감성적 질병 발생, 대중 스포츠, 공연, 예술 활동의 중단으로 인한 문화생활의 붕괴, 국가 간 고립주의의 확산 등을 지적할 수

있다. 무엇보다 감염 피해와 일자리 감소의 경우는 인간의 기본적 요소인 생존여부와 관련된 가장 어두운 면으로 나타난다. 한편, 코로나19는 다음과 같은 밝은 면도 가져오고 있다. 지구촌 환경 파괴의 개선, 지구 온난화의 주범인 이산화탄소 발생 감소, 재택근무에 대한 수용성 증가, 개인위생 관리의 일상화, 온라인 및 비대면 기술과 산업의 새로운 기회 제공, 물류산업의 발전과 관련기술의 진보, 시와 빅데이터를 중심으로 하는 디지털화 및 스마트화의 가속화 등이 그것이다. 코로나19가 가져 온 명암에 대한 정밀한 분석과 진단을 통해 새로운 처방과 추진 전략이 요구되는 시기이다.

필자는 코로나19가 제공하는 시사점을 다음과 같이 정리하고자 한다.

첫째, 재택근무를 포함하는 비대면(untact) 사회적 활동의 확산과 이를 기반으로 하는 새로운 문화와 산업의 성장이다. 비대면 기술(untact technology)의 발전도 이와 병행할 것이다. 비대면 활동은 2000년 초반 정보기술 붐과 함께 태어난 세대인 Z세대의 성장과 함께 더욱 확산 될 전망이다. 디지털 원주민(digital native)으로 지칭되는 이들은 대면 보다는 디지털을 기반으로 하는 비대면 활동을 선호하는 한편 이를 기반으로 하는 문화의 중심축으로 성장하게 될 것이다.

둘째, 다양한 형태의 사회적 갈등과 이에 대한 대응이다. 코로나19 감염으로 인한 증상과 사망률을 살펴볼 때, 세대 간 갈등의 심화가 예상된다. 무증상 혹은 가벼운 증상에 그치는 주니어 세대와 중증 혹은 사망에 이르는 시니어 세대 간의 접촉 기피 등으로 인한 갈등이 그것이다. 아울러 가진 자와 가지지 못한 자들 간의 갈등 심화도 예상된다. 사회적 거리 두기 조치와 코로나19 치료 과정에서 나타난 양 계층 간의 차별화된 결과의 이를 잘 나타내고 있다. 다음으로는 디지털 격차(digital divide)로 인한 갈등이다. 디지털화가 촉진됨에 따라 이를 잘 사용할 수 있는 계층과 그렇지 못한 계층 간의 갈등이 그것이다. 이에 대응하기 위한 사회적 준비 및 기반 마련 등을 포함하는 정부와 민간협력의 노력이 요구된다.

셋째, 디지털화의 가속화이다. 이는 비대면 활동을 뒷받침하는 중요 수단으로 진행되어 생산활동을 비롯한 거의 모든 영역에서 나타나는

현상이 될 것이다. 디지털 전환(digital transformation)은 인공지능, 빅데이터와 연계되어 생산의 스마트화 및 4차 산업혁명의 발전을 더욱 촉진하는 요인으로 작용할 전망이다. 데이터의 중요성이 더욱 부각되는 것이다.

넷째, 정부의 역할에 대한 재조명이다. 작은 정부를 지향하는 영국과 같은 국가의 경우 코로나19 대처에 실패한 사례로 지적된다. 효율화, 성과 중심, 아웃소싱 등을 추구하는 작은 정부는 이번과 같은 신종 감염병 사태에 대해 신속하게 대응하지 못했다. 사회적 안전망과 재난 경고 시스템 구축 및 신종 감염병 대응 바이오 기술의 공공화와 같은 정부의 새로운 역할이 큰 정부론과 함께 논의될 전망이다. 과학 활동의 촉진과 첨단기술 개발 지원 확대와 같은 업무가 큰 정부가 해야 할 중요한 역할 중의 하나가 될 것이다.

다섯째, 국가 간 및 국가 내의 교류와 협력, 공조의 중요성이다. 코로나19는 최근 진행되어 왔던 국가 고립주의를 촉진하는 측면이 있으나 감염병 대응을 위한 국가 간 협력과 공조를 필요로 하고 있다. 자국만으로는 신종 감염병에 대응할 수 없게 된 것이다. 정보의 교환, 인적 물적 자원의 교류 그리고 공동연구 등 다양한 국가 간 공조가 중요해진 시대가 되었다. 또한 국내의 산학연관의 협력을 기반으로 하는 신속한 대응시스템을 필요로 하고 있다. 한국의 신속한 진단키트 개발과 승인을 통한 성공적 사례가 바로 이를 증명하고 있다.

마지막으로 기존 가치에 대한 새로운 고려이다. 최근 자본주의의 핵심 가치였던 효율화와 성과 중심, 집적화 등에 대한 재고가 요구되는 것이다. 공공성, 효과성, 분산화, 여분의 유지(redundancy) 등 새로운 가치의 중요성이 부각되고 있으며, 이들 가치들 간의 균형이 필요하게 된 것이다.

이들 시사점을 기반으로 할 때 향후 과학기술계의 역할은 더욱 확대될 것으로 예상된다. 과학기술계에서도 정밀한 진단을 기반으로 하여 새로운 기회에 도전하는 처방책과 이를 추진할 새로운 전략이 요구되는 시기이다. **KT**



‘대한민국 반도체의 미래를 이끈다’
장준연 KIST 차세대반도체 연구소 소장

지난 4월, KIST에 기쁜 소식이 있었습니다.

차세대반도체연구소를 이끌고 계신 장준연 소장님께서 과학기술훈장 혁신장을 수상하셨는데요, 이번 TePRI *sight*에서는 소장님을 모시고 우리나라 융합연구와 반도체 연구의 미래에 대해 이야기를 나누었습니다.

김 중 주 (미래전략팀장, jongjoo@kist.re.kr)

박 규 홍 (정책기획팀 연구원, kyuhong.park@kist.re.kr)

Q 2015년 2월, 차세대반도체연구소(Post-Silicon Semiconductor, Institute, PSI)의 시작과 함께 인터뷰에 응해 주셨었는데 좋은 일을 기회로 다시 뵈게 되어 참 반갑습니다.

2015년도 차세대반도체연구소 (이하 PSI) 설립과 함께 인터뷰를 했던 기억이 엇그제 같습니다. 당시 인터뷰를 보고 많은 KIST동문들, 외부 인사들이 연락도 주시고 PSI의 시작을 응원도 해주셔서 많은 힘을 얻었습니다. 어느덧 많은 시간이 흘러 저희 PSI가 성장하여 우수한 성과를 내고 이와 함께 다시 인터뷰를 할 수 있게 되어 기쁘고 감사 합니다.

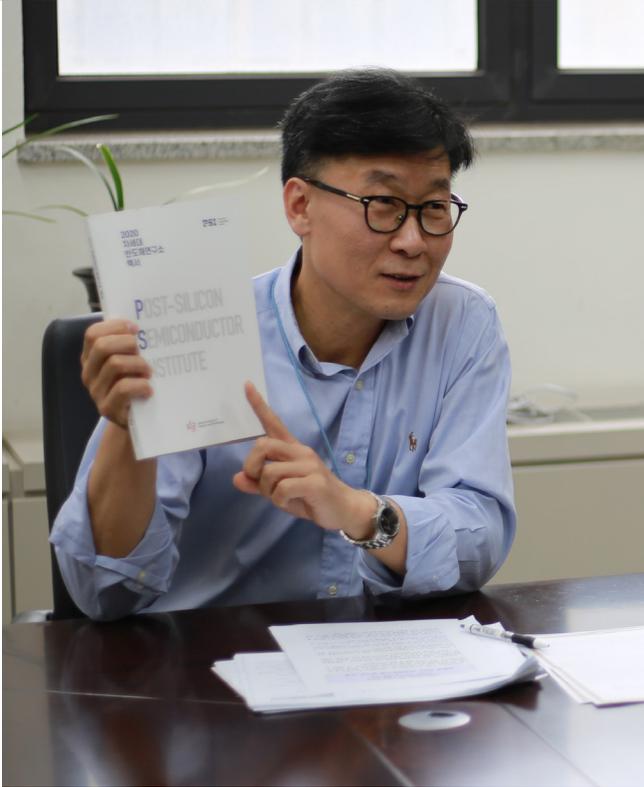
Q 소장님께서 차세대반도체연구소(PSI)에서 제작한 2020 차세대반도체연구소 백서를 선물로 주셨습니다. 귀한 선물 감사드립니다.

PSI 개소 후 나온 연구 성과와 최신 기술 동향 분석, 연구단 소개 등 많은 내용들이 담겨있습니다. 연구소 내 기획회의를 통해 모든 인원들이 백서 제작에 참가하였고 연구소를 거쳐 간 타부서 직원들도 담겨있습니다. 모두 자랑스러운 얼굴들입니다. 제 소장 임기 후에도 연구의 일관성을 확보하고 각 연구단의 미래 연구방향 등을 함께 공유할 수 있을 것입니다. 백서 제작에 참여해주신 모든 PSI 가족 분들께 감사드리며 백서에 재밌고 유익한 내용들이 많으니 많이들 읽어주시기 바랍니다.

Q 소장님께서서는 차세대 반도체 원천기술, 4차산업혁명 핵심기술인 AI 반도체, 양자컴퓨팅 기술 및 스핀논리 소자 기술 개발 등을 주도한 업적으로 과학기술 분야 2등급 훈장인 혁신장 수상자에 KIST 역사상 세 번째로 선정되었습니다. 수상 소감에 대해 말씀 부탁드립니다.

54년 역사의 KIST에서 혁신장 수상자가 지금껏 3명뿐이었다는 사실에 많이 놀랐고 더 어깨가 무거워졌습니다. 또한 아울러 앞으로 더 잘하라는 격려와 채찍으로 받아들이고 있습니다. 차세대반도체분야에서 우리나라가 메모리에 이어 반도체 최강국으로 자리매김할 수 있도록 신기술 개발에 최선을 다하고자 합니다. 혁신장 수상 공적 조서에 차세대 반도체 기술 개발을 주도한 업적이라고 적혀있는데 이번 수상은 우리 PSI 연구원들 전체의 성과에 대한 표상으로 생각하고 단지 제가 대표로 받은 것에 불과하다고 생각하고 있습니다. 저희 PSI가 정말 자랑스럽고 빨리 같이 훈장을 보고 싶은데 최근 코로나 사태 여파로 인하여 수여식이 늦어져 실물을 저도 아직 보지 못했습니다(웃음).

Q 소장님께서서는 작년 혁신생태계 조성을 다룬 양대 연구회 - 공학한림원 합동포럼에서 다양한 분야에서 창출된 창의적 아이디어의 융합을 강조하셨습니다. 말씀주신 부분을 인상 깊게 들었는데 융합 연구에 관한 소장님의 노하우와 생각을 듣고 싶습니다.



융합연구는 이제 선택이 아니고 필수입니다. 특히 최근 대부분의 대형 연구성과를 살펴보면 어김없이 융합연구의 결과입니다. 이는 세계적인 저널인 Nature, Science, Cell 등 저자그룹을 보면 알 수 있습니다. 그건 어쩌면 당연한 것 일수도 있습니다. 한사람의 머리보다 여러 명의 아이디어가 더 낫지 않을까요(웃음)? 다만 융합연구에는 조건이 있습니다.

각 분야에서 독창적인 아이디어와 그 아이디어를 구현할 수 있는 연구력과 수월성을 갖춘 연구 인력들, 흔히 선수들끼리의 융합연구여야 진정한 시너지 효과를 발휘 할 수 있습니다. 그렇지 못하면 각 연구의 물리적 결합에 기반한 협동연구에 불과한 경우가 많습니다. 그렇기 때문에 연구자 각자는 자기 분야에서 실력을 갖추어야 선도형 융합 연구에 참여할 수 있는 기회가 주어지고 이것이 대형성과로 이어지는 선순환 트랙으로 이어집니다.

또한 정말 이질적인 분야의 사람들이 모여서 소통하며 제로베이스에서 새로운 결과를 창출해야 합니다. 융합연구의 일부는 소수의 천재가 이끄는 top down 방식 일지 몰라도, 대부분의 연구의 경우 창의적 아이디어를 논의하는 과정에서 bottom up으로 구성된 연구그룹들로부터

성공할 가능성이 높기에 연구 그룹 간 꾸준한 소통이 필요합니다.

대표적인 예로 최근 KIST의 뇌과학, 차세대반도체, 로봇미디어연구소에서 협력하여 진행하고 있는 인공뇌 융합프로젝트 (ABC, Artificial Brain Colloquium)가 있습니다. 처음에는 각 팀의 연구 분야에서 사용하는 전문 용어 등이 달라 고생했지만 꾸준히 만나며 소통하자 서로 신선한 아이디어를 얻고 점차 진행 속도가 빨라지고 있습니다. 원래 더 긴 시간이 소요될 것이라고 예상했는데 굉장히 기대가 큼니다(웃음). 세계적 기술을 선도할 수 있는 좋은 기회라 생각합니다.

또한 융합연구에서는 코디네이터(오거나이저)의 역할도 중요합니다. 코디네이터 스스로 융합팀에 구성되어 있는 각 연구 분야에 대하여 꾸준히 공부해야 합니다. 또 처음부터 융합연구를 너무 큰 비전으로 시작하면 연구 참여자들이 융합연구의 주제가 자신의 분야와는 상관이 없다고 생각할 수 있습니다. 조금씩 조금씩 각 분야별 참여 연구자들의 관심과 주제를 잘 당겨오는 것이 코디네이터의 역할이라고 생각합니다.

Q **햇수로 6년간 이끌어 오신 차세대반도체연구소(PSI)는 설립 후 4차산업혁명을 선도하는 기술개발들을 주도해왔습니다. PSI의 비전과 성과, 주요 연구부문 등에 관하여 듣고 싶습니다.**

우리 PSI의 비전은 post-Si시대를 대비한 차세대반도체 핵심기술 개발입니다. 이를 위해 구체적 미션으로는

1. Si반도체의 한계를 극복할 수 있는 차세대 반도체 소자 및 소재 개발 (임무형)
2. 양자컴퓨팅, 인공지능반도체와 같이 4차산업혁명 플랫폼 기술 개발 (임무형)
3. 양자현상기반 혁신적 정보처리 및 저장 소자 개발(원천기술)

이 있습니다.

PSI는 정부나 기관 차원에서 결정되어 설립된 연구소가 아닌 2014년

9월부터 4개월간 논의 과정을 통해 bottom up으로 설립한 연구소입니다. 구성된 TFT에서 PSI설립안을 제안하였고 위원들과 원장단이 승인하여 PSI가 태동되었습니다. 당시 양자컴퓨팅, 인공지능반도체등 단어 자체가 생소할 때인데, KIST에서 이런 연구를 왜, 어떻게 해야 하는지 등 미래 연구방향에 대해 개인적으로 고민을 많이 했던 기억이 납니다. 5년전 TePRI 인터뷰에서는 예산 확보 등 여러 현실적 제약이 많아 양자 컴퓨팅과 Si반도체에 관하여 충분한 이야기를 담지 못했지만 저희는 꾸준히 준비하고 있었습니다. 그래서 연구소를 설립하자마자 이 연구를 위한 예산확보에 나섰고 다행히도 16년 1월부터 개방형 연구 사업으로 이 두 연구를 남보다 먼저 시작할 수 있었습니다. 16년 3월 세간의 관심을 끌었던 이세돌 vs 알파고간 바둑 대국을 기점으로 AI에 대한 관심과 수요가 폭발적으로 증가 하였습니다. 이후 16년, 17년은 각 대학, 기관들이 모두 Si로 과제 제안을 시작 하더군요(웃음). 저희 연구소가 미리 준비해두었던 내용으로 한 발짝 빠르게 연구 예산을 확보 할 수 있어 정말 운이 좋았다고 생각합니다. 일찍 시작하여 올해 5년차 연구를 수행하고 있고 최근 좋은 성과들이 나오고 있습니다.

PSI는 동 분야 세계 최고 연구 집단과 비교하였을 때 규모는 작지만 우수한 연구 인력을 보유하고 있고 우수 연구 성과를 지속적으로 창출 하고 있습니다.

양자역학을 기반으로 전자의 전하, 스핀, 포톤, 양자 등 물리적 현상에서 재료와 시스템까지 전주기적 연구가 가능한 풍부한 전문성을 보유하고 있습니다. 최근 실리콘 반도체 크기가 수 nm 대에 이르러 물리적 한계에 도달하고 있어 이를 돌파 할 수 있는 새로운 차세대 반도체 기술을 필요로 하고 있는데 PSI는 젊고 의욕이 넘치는 유능한 소자 및 시스템 전문가를 확보하고 있기에 발전 가능성이 높습니다.

또한 연구조직의 유연, 개방성을 높이고자 매트릭스형 연구조직을 운영하고 있으며, 플래그십, 개방형연구사업(ORP) 등 대형연구과제에 부서 칸막이 없이 참여하고 연구의 몰입도를 높이고자 노력하고 있습니다.

다만 차세대 반도체 분야의 기술 발전 속도가 매우 빨라 그것이 매우 큰 도전이며 이에 저희는 항상 경쟁그룹의 연구동향을 주시하면서 내부 적으로 빠른 연구진척을 위해 매진하고 있습니다.

특히 Si분야는 기계학습에 기반 한 SW중심의 연구에서 Si전용 반도체 즉 HW를 개발하는 연구로 무게 중심이 옮겨지고 있으며 세계적으로 경쟁이 치열한 분야입니다. 저희는 Si과제에 참여하는 연구원들을 전담 연구원으로 지정하여 타 과제 참여를 제한하고 본 과제에 집중하도록 분위기를 조성하고 있습니다.

국내 반도체 산업은 삼성, SK하이닉스 등 메모리 분야에서 세계적인 기업을 보유하고 있으나, 기업들은 Si반도체 기반 메모리 연구에만 집중 하고 있어 그 다음 세대 기술을 연구하는 저희와는 아직 활발한 공동 연구 기회가 적습니다. 그러나 머지않아 기업들도 차세대 기술의 중요 성을 인식하고 곧 저희들과 긴밀한 협동연구를 하리라 생각합니다. 이를 위해 기업의 눈높이에 맞도록 기술의 완성도를 높이고 있습니다. 지난 10여 년간, 정부의 반도체 R&D에 대한 지원이 거의 없었고, 민간부문 에서 국내 반도체 산업을 육성한다는 인식이 강했습니다. 이에 따라 한정 된 과제에 치열한 경쟁으로 인하여 과제 수주 자체가 어려웠습니다. 다행히도 정부의 시스템 반도체 전략에 맞추어 작년 차세대지능형반 도체 연구사업 예비 타당성 평가가 통과되어 향후 10년간 약 1조원의 연구비가 차세대 반도체 기술 개발에 투입됩니다. 이에 저희 연구원들도 많이 고무되어 있고 더 좋은 성과를 내고자 노력하고 있습니다.

Q 최근 차세대 반도체연구소(PSI)는 질화갈륨(GaN)기반 소자에 비해 향상된 광전효율과 소자 안정성을 갖춘 요오드화 구리 ‘청색광 반도체’ 기술을 개발하였습니다. 이는 일본이 독점하고 있는 원천기술을 대체할 것으로 기대가 되고 있는데 대한민국이 소재 부문에서 성과를 내기 위해서는 어떤 부문에 대한 노력이 필요하다고 생각하시는지 듣고 싶습니다.

과거와 비교해서 국내 소재기술 역량이 많이 상승했다고 봅니다. 그동안 지속적으로 소재 관련 R&D에 투자하여 기술개발이 이루어진 덕분이 라고 생각하고 있습니다. 이전에 제가 한 신문 칼럼에서 “일본의 규제는 자충수”라 언급했었는데, 그건 일본의 도발로 국내에서 소재, 부품 공급망이 구축되고 중소기업에서 대기업까지 가치사슬이 선순환으로 개선되어 오히려 국가 경쟁력 향상에 도움이 되고, 반면 일본 소·부·장

수출업체들의 수지와 경쟁력이 약화 될 수 있음을 언급한 것입니다. 1년여가 지난 지금 점점 그 말이 사실이 되고 있습니다. 다만 이 분야는 하루아침에 이루어지는 것이 아니고 장기적, 안정적 연구 환경이 뒷받침 되어야 합니다. 일본이 소·부·장이 강한 이유가 여기에 있습니다. 일본 과학 분야 노벨상 수상자 25명중 3명이 중소기업 연구원 출신이며 이들은 박사학위도 없이 끈기 있게 한 분야를 파고들었기에 가능했습니다. 중소기업임에도 이런 연구 환경을 조성한 것이 부러운 일입니다. 그건 한 우물을 끈기 있게 파는 장인정신이 있었기에 가능하지 않았을까요.

소·부·장은 모든 산업의 출발점이고 근간이므로 핵심 분야는 국내에서 기술 확보를 해야 합니다. 다만 너무나 넓고 다양한 분야이기에 우리가 모든 걸 다 할 수는 없습니다. 우리 산업 중에 경쟁력이 있는 분야, 가령 ICT 쪽에 집중해서 국내에서 우수한 품질의 자체 공급망 확보가 필요합니다. 이번 기회에 비록 성공가능성은 낮더라도 미래에 필수적인 획기적 기술 등은 비용과 시간을 막론하고 연구할 필요가 있고 이것이 확률은 낮더라도 성공만 하면 세계적 원천기술이 될 수 있다고 생각합니다.

대표적인 일본의 소·부·장 사례인 청색광 발광소자 원천기술은 일본 중소기업 니짜아이 연구원인 슈지 나카무라를 위시한 과학자들이 끈기



있게 연구한 결과입니다. 세상에 없던 질화갈륨을 새로 만든게 아니고 미국에서 이미 60년대부터 연구하였으나 박막으로 만드는 것이 어렵다고 해서 포기한 것을 일본 연구진이 장기간에 걸쳐 끈기 있게 개발한 것입니다. 저희 연구소도 제2의 질화갈륨을 만들어보자는 목표로 3년 반 동안 열심히 노력한 결과가 요오드화 구리 청색광입니다. 아직 발전 가능성이 있는 분야가 많이 남아 있습니다. 우리나라 연구진들이 도전해볼 필요가 있습니다.

Q 소장님께서서는 소재·부품·장비 기술특별위원회에도 참가하고 계신데 소·부·장 분야에서 출연연들이 어떤 역할을 수행해야 할지 의견을 여쭙고 싶습니다.

대학은 교수와 학생중심의 소규모 원천기술, 산업계는 생산기술 위주이며 두 집단 사이의 갭이 매우 큼니다. 출연연은 전문연구자와 대학에 비해 월등한 연구 장비와 상용화 기술 개발경험을 보유하고 있어 학·산을 연결하는 브릿지 역할이 가능합니다. 특히 소·부·장 핵심기술을 개발하고 양산화 기술까지 확보하기 위해서는 대규모 협동연구와 Test Bed 역할을 할 연구플랫폼이 필요합니다. 최근 소·부·장 주요대책으로 시행중인 N-Lab, N-Team, N-Facility가 좋은 예가 될 수 있을 것 같습니다. 출연연이 주체가 되어 학교와 산업계를 원활하게 연결하고, 실험실 수준에서 개발된 기술을 산업계의 눈높이를 맞출 수 있는 수준으로 기술성숙도(TRL)을 상승시키는 역할을 수행해야 합니다.

Q 예전 한 인터뷰에서 KIST의 갈륨비소 반도체 웨이퍼와 같이 연구기관이 개발한 신기술이 기업의 활용까지 가는 데는 많은 어려움이 있다고 말씀해주신 적이 있습니다. 원천기술의 산업화 관점에서 KIST가 보유한 우수 기술들이 현장에서 실제 활용 될 수 있도록 어떠한 점을 연구자들이 유의하면 좋을지 의견을 듣고 싶습니다.

KIST는 인간의 신비나 가장 기초적인 물리적 현상 등을 연구하는 원천연구에서부터 공학적 응용연구와 로봇과 같은 시스템 연구까지 다양한 레벨의 연구를 수행하는 곳입니다. 뇌의 작용과 기전을 밝히는

“ 개발한 원천기술이나 연구결과가
논문으로 게재되는 것에만 만족하지 말고 국가산업이나 기술개발에
어떻게 기여 할 것인지 끊임없이 고민해야 합니다. ”

연구자가 있는 반면 이 기초연구 결과를 바탕으로 치매나 뇌의 질병을 치료하는 방법을 개발하는 응용연구자도 있지요. 그러므로 사실 KIST에서 하는 모든 연구가 산업화 되는 건 아니고 그럴 필요도 없다고 생각합니다. 하지만 본인이 하고 있는 연구의 분야와 원천성, 응용성에 관계 없이 연구자들은 자기 연구 분야의 산업동향, 필요기술, 미래전망 등에 대해 끊임없이 관심을 갖고 모니터링을 할 필요가 있습니다. 이를 통해 본인이 개발한 원천기술이나 연구결과가 논문으로 게재되는 것에만 만족하지 말고 국가산업이나 기술개발에 어떻게 기여 할 것인지 끊임 없이 고민해야 합니다.



우리가 수행한 연구의 결과는 크게 논문과 특허를 통한 기술이전 이 두 가지 형태로 정리가 될 수 있습니다. 논문은 본인이 열심히 연구해서 좋은 결과를 합리적으로 해석해 학계에 인정을 받으면 되지만 기술이전은 여기서 더 나아가 수요기업의 관점에서 기술의 완성도를 높여야 하기에 더 어려울 수 있습니다. 특히 연구자들은 현재 기술 보다 2~3세대 더 앞선 기술을 생각해야 합니다. 현재 기술을 다룬 연구 내용을 가진 기업의 관심을 이끌어 내기 어렵습니다. 우리 주변을 보면 기술이전 잘하는 연구자는 논문도 잘 쓰고 기술이전에 따른 금전적 보상도 얻고 인사고과도 잘 받는 1석 3조 효과를 얻고 있습니다(웃음). 이제 우리 연구자들도 논문 게재에만 머물러 있지 말고 한 발 더 나아가갈 필요가 있습니다.

Q 문재인 대통령이 시스템반도체 비전 선포식에 참여하는 등 국가적으로 비메모리 반도체에 대한 관심이 높습니다. 비메모리 반도체 시장의 성공을 위해 국가, 기업, 연구소가 노력해야 할 부분은 어떤 부분이 있을까요?

사실 조금 늦었지만 시스템 반도체는 반드시 투자해야 하는 분야입니다. 우선 시스템과 메모리 반도체의 정의를 정확히 해야 합니다. 메모리는 그야말로 정보를 저장하는 반도체로 대표적인 것이 우리에게도 익숙한 컴퓨터나 모바일의 메인 메모리로 사용되는 DRAM, 그리고 USB나 SSD에 사용되는 플래시 메모리 등이 있습니다. 정보를 저장하는 것 외의 모든 반도체를 시스템반도체라 하는데 가령 전력 반도체, 통신용 반도체, 그래픽 반도체 등 주문형 반도체와 이 반도체를 만드는 파운드리를 모두 포함합니다. 메모리는 우리나라가 최강국으로서 오랫동안 그 지위를 유지해 왔지만 시스템 반도체 분야는 사실 상대적으로 취약한 분야입니다. 2018년 반도체 총시장 규모가 4,800억불인데 그중 메모리는 1,320억불로 대략 1/4 정도뿐이 안되고, 시스템이 3,450억불로 3/4 가량을 차지하고 있습니다. 앞서 메모리와 시스템반도체 구분을 보면 이견 당연한 결과이겠지요. 메모리시장은 한정되어 있고 중국이 막대한 투자를 통해 추격해 오므로 우리는 메모리에서 중국과 초격차 전략을 구사하면서 동시에 시장규모가 크고 미래형 모바일 반도체의 핵심인 시스템반도체를 적극 육성해야 합니다. 그러나 단시간 내에 되지는 않겠지요. 다행스럽게 정부도 그 중요성을 인정하여 19년부터 10년간

1조 규모의 차세대지능형반도체 연구 사업을 시작하였고 산업계도 2030년까지 시스템반도체 분야 1위 달성을 위한 비전 선포식을 갖고 본격적으로 뛰어 들고 있습니다. 또한 정부와 기업의 관심과 노력에 따라 학·연의 움직임도 빨라지고 있습니다. 우리나라가 보유하고 있는 모든 인적, 물적 자원을 총동원하고 이들을 유기적으로 연결하여 최대 효과를 얻어야 하는 시점입니다. 그러기 위해서는 정부가 컨트롤 타워역할을 하고 산학연의 전문가 그룹으로 구성된 자문위원회를 설치해야 합니다. 그리고 각 주체간 의견을 반영하여 비전과 목표 그리고 주요기술개발 내용을 정의한 뒤 길목 핵심 기술들을 조기에 확보하여야 할 것입니다.

Q 소장님께서서는 산악회 회장 역임과 KIST원장배 테니스 대회에 꾸준히 참가하시는 등 체육 분야에서도 왕성한 활동을 보여주셨는데요, 평소의 운동이나 자기 관리 비결이 있으신가요?

사실 산악회, 테니스 대회 외에도 저는 과거 KIST 축구대회 우승, 농구 대회 7연패의 주역이었습니다(웃음). 저 뒤에 보이는 우승트로피에 맥주가 한 병 들어갑니다. 우승 후 먹었던 트로피 샷이 아직도 기억에 남습니다(웃음). 저는 어렸을 때부터 운동을 좋아해서 종목을 가리지 않고 즐겼습니다. 그래서 잘하는 건 없어도 골고루 거의 모든 운동은 다 해봤네요. 축구, 농구, 테니스, 피트니스, 등산 등 KIST 내부에서 할 수 있는 운동은 다 한 것 같습니다. 90년대 중반 수영 동아리를 만들어 보려 하였으나 수영시설에 대한 접근성과 남녀간 노출에 대한 수줍음 등으로 실패했던 기억이 납니다(웃음).

운동이나 자기 관리 비결은 따로 없고 동료들과 즐겁게 한마음으로 운동 하며 땀을 흘리고 나면 동료애가 깊어지고 이후 맥주 한잔이 주는 기쁨이 매우 큼니다. 특히 운동하는 동안에는 다른 잡념 없이 집중하게 하므로 몰입도와 집중력이 올라가서 연구에도 도움이 된다고 생각합니다. 젊을 때는 한여름 무더위에도, 한겨울 추위에도, 비가 오더라도 점심, 저녁으로 공을 찼던 기억이 나네요. 그때 같이 운동하던 박사님들, 모두 어느새 60이 넘었거나 곧 되가네요(웃음). 결국 정신적으로 연구에 도움이 되고, 또한 연구직 특성상 다른 분야 연구자 및 직원 분들과 잘 어울리기 어려운데 이런 과외활동을 통해 많은 사람들과 교류하고 대화 할 수 있는 좋은 기회를 제공한다고 생각합니다. 이런 장점으로 KIST 직원들 모두 자기에게 맞는 운동과 취미활동을 하실 것을 적극 권장 합니다. **KIST**

주요약력

장 준 연 소장

- ▲ KIST 차세대반도체 연구소장
- ▲ KIST 스핀트랜지스터 개발 전담연구팀장(2005~2010), MIT 현지럽 책임자(2008~2011), 스핀융합연구센터장(2011~2014) 역임
- ▲ 2009 기초기술연구회 대상, 2010년 8월 이달의 과학기술자상(교과부, 한국연구재단 수상), 2013년 2월 우수과학기술자(교과부, 대통령 표창), 2020년 4월 과학기술훈장 혁신장
- ▲ 연세대학교 금속공학 학사, 금속재료 석사, 재료공학 박사

모빌리티 산업의 현재와 미래, 셋

자율주행자동차 정책 리뷰

차 두 원 (한국인사이트연구소 전략연구실장, dwcha7342@gmail.com)



자율주행차법 시행과 자율주행 기술개발 혁신사업 예타 통과

지난 5월 1일 자율주행자동차 상용화 촉진 및 지원에 관한 법률(자율주행자동차법)이 시행되고, 시행령(대통령령), 시행규칙(국토교통부령)도 제정되어 국내 자율주행자동차 관련 법령 체제가 제 모습을 갖추었다. 이전까지 자율주행자동차는 자동차관리법에서 대략적인 정의와 도로 시험운행을 위한 임시운행허가의 근거만 규정하고 있을 뿐 상용화를 위한 제도적 틀이 미비한 상태로 주요 내용은 다음과 같다.

- ① (관련 정의 세분화) 자율주행 기술단계를 운전자 개입 필요여부에 따라 부분자율주행(운전자의 주시를 필요로 하는 등 운전자·승객의 개입 필요)과 완전자율주행(운전자가 없거나 운전자·승객의 개입이 불필요)으로 구분하고, 자율주행시스템 및 관련 인프라 등의 정의를 신설해 향후 안전기준, 사고 책임 등 관련 제도 적용의 근거를 마련
- ② (정책추진체계 정비) 인프라 구축, 대중교통과 같은 교통물류체계 도입 등에 관한 기본계획을 5년 마다 수립하도록 함으로써 민간의 정책 예측가능성을 제고
- ③ (안전운행 여건 정비) 사람이 아닌 자율주행차 관점에서 도로를 평가하여 '자율주행 안전구간'을 지정하고, 도로시설과 자율주행협력시스템 등 인프라를 집중관리·투자하여 자율주행이 용이한 안전구간 상태를 유지하고 안전구간을 보다 확대
- ④ (시범운행지구 도입) 일정 지역 내에서 자동차 안전기준, 여객·화물 운송 등 다양한 규제특례(자동차관리법, 여객자동차법, 화물자동차법, 도로법, 통합교통체계법, 개인정보보호법, 위치정보보호법, 정보통신망법 등 대상)를 부여하여, 자율주행차를 활용한 새로운 서비스·비즈니스모델의 실증과 사업화를 허용
- ⑤ (인프라 구축·관리) 원활한 자율주행을 위해 자율주행협력시스템·정밀도로지도를 구축하며(국토부장관이 구축한 정밀도로지도는 민간에 무상제공), 특히 정확도가 중요한 정밀도로지도의 경우 도로관리청은 갱신이 필요한 도로시설의 변화를 국토부장관에게 통보
- ⑥ (관련 생태계 기반 조성) 자율주행차의 도입·확산과 교통물류체계의 발전을 위해 안전·인프라·교통물류와 관련된 기술개발, 전문인력 양성, 국제협력 등을 지원

자율주행자동차법에서 가장 눈에 띄는 항목은 제9조 여객의 유상운송에 관한 특례 조항이다. 사업용 자동차가 아닌 자율주행자동차를 활용하

시범운행지구에서 국토교통부 장관의 허가를 받으면 유상으로 여객 운송용으로 제공하거나 임대할 수 있다. 로봇택시 서비스가 국내에서도 가능하다는 근거 조항이다. 카풀과 타다 논란의 핵심법인 여객자동차 운수법을 벗어난 자율주행자동차만의 특례다.

지난 4월 28일에는 '자율주행 기술개발 혁신사업'이 예비타당성 조사를 최종 통과했다. 지난 해 10월 정부가 발표한 '미래자동차 발전 전략' 이행을 위해 산업통상자원부 주도로 과학기술정보통신부, 경찰청이 참여하는 다부처 사업이다. 2021부터 2027년까지 총사업비 1조 974억 원이 투자되는 대규모 사업으로 융합형 레벨4 자율주행자동차 기반을 완성하기 위해 차량 융합 신기술, 정보통신기술융합 신기술, 도로교통 융합 신기술, 서비스 창출, 생태계 구축 등 5개 분야를 중점으로 지원할 예정이다.

한국과학기술기획평가원(KISTEP)이 발간한 <2019년도 예비타당성 조사 요구 국가연구개발사업 예타 대상선정(기술성평가)> 보고서에 따르면, 해당 사업은 기술개발 뿐만 아니라 법·제도 개선, 표준화 등 자율주행 융합생태계 기반 마련, 자율주행 신뢰성 확보 및 공공서비스 개발을 통한 국민수용성 향상을 위한 사업으로 국내 관련 산업의 고도화 및 산업 창출, 미래형 자동차 시장을 대비하기 위한 사업추진의 필요성과 시급성, 기존 유사 과제들과의 차별성 분석과 정부 차원의 산·학·연·관 협력체계를 제시했다고 분석하고 있다.

자율주행 관련 예비타당성 조사 통과 과정이 순탄치는 않았다. 2016년 국가전략프로젝트로 선정된 '세계선도형 스마트시티 연구개발 사업(국토부 주관)'과 '자율주행 산업융합 혁신사업(산업부 주관)' 가운데 스마트시티 연구개발 사업만 예비타당성조사를 통과했다. 2017년 하반기에는 국토부가 '자율협력주행기반 국가교통체계 혁신사업'을 예비타당성 조사를 신청했으나, 기술성 평가단계에서 다시 한번 고배를 마셨다. 2016년 '자율주행 산업융합 혁신사업' 탈락 이유는 한국과학기술기획평가원에서 발간한 <2016년도 예비타당성조사 보고서-자율주행 산업융합 혁신사업>에 아래와 같은 3가지 요인으로 지적하고 있다.

- 범부처 추진에 따른 통합적 기술수요 조사가 미진하며, 협력적 추진체계의 실효성 미흡으로 통합적 기술개발 내용이 불명확
- 해당 세부사업의 구체적으로 특정한 수요조사가 이루어지지 않았으며, 우선순위 설정 근거 및 내용의 타당성이 미약하고, 세부사업 간

시계열적·내용적 연계성 확보를 위한 합리적 구성이 이루어지지 않았음

- 동 사업의 B/C 비율은 0.18로 경제성이 미흡함

그 동안 정책, 기술개발 뿐만 아니라 보험과 안전에 대한 정책들도 정비가 진행되었다. 자율주행자동차 보험 관련 규정을 담은 자동차손해배상 보장법(자동차손배법) 개정안은 지난 3월 31일 국무회의를 통과해 2020년 10월 시행 예정이다. 개정안의 골자는 자율주행정보 기록장치 의무화와 사고 전담 조사위원회설치다. 자율주행자동차 운행 중 사고가 발생해 상대방에 피해가 발생한 경우 빠른 피해 구제를 위해 현재와 같이 자동차보유자가 가입한 보험회사가 우선 보험금을 지급해 손해를 배상하고, 자율주행자동차 때문에 발생한 사고는 제작사에 책임을 구상할 수 있다. 해당 과정에서 사고 원인을 기술적으로 명확히 규명하기 위해 자율주행정보 기록장치를 부착하고 이를 조사하기 위한 위원회를 설치하는 것이다. 작년 12월에는 자율주행자동차 윤리가이드라인, 올해 1월에는 국토교통부는 레벨3 안전기준을 발표했다. 상용화가 가시화되고 있는 레벨3 자율주행자동차 출시에 대응한 조치들이다.

자율주행차 선제적 규제혁파로드맵과 미래자동차 산업발전 전략(2030 국가 로드맵)

선제적 규제혁파로드맵은 업계 건의에 따라 관련 규제를 발굴하고 혁파하는 한계를 넘어 신산업 발전 단계를 예측하고, 상용화 전 단계에 미리 규제를 정비하려는 정부 전략이다. 기존 규제 혁파 과정의 융복합적 성장 생태계에 대한 미흡한 고려와 문제가 발생한 후 규제 혁파를 위한 법령 정비까지 상당한 시간이 소요되는 현상을 사전에 방지하겠다는 것이 목적이다.

2018년 11월 8일 발표한 자율주행분야 선제적 규제혁파 로드맵은 자율주행차 기술 발전 단계를 고려해 운전주체(운전자 개념을 사람에서 시스템으로 확대), 차량장치(안전한 자율주행차 제작 및 안정적 주행을 위한 안전기준 마련), 운행(사고발생시 민·형사 책임소재 재정립 및 보험 규정 정비), 인프라(자율주행에 필요한 영상정보·사물위치정보 수집·활용 허용, 사전 동의 예외) 등 4대 영역 규제 이슈 30개를 발굴해 제시했다. 국내에서 자율주행자동차 기술개발과 운행을 위한 제도와 정책의 최상위 로드맵이다.

| 자율주행차 분야 선제적 규제 혁파 로드맵 |

		단기과제	중기과제	장기과제	
기술단계		레벨 2 [부분 자율 현재]	레벨 3 [조건부 자율]	레벨 4 [고도 자율]	레벨 5 [완전 자율]
연도		2018년 → 2019년 →	2020년 →	2025년 →	2035+년 →
정의		시스템이 주행			
		운전자가 주행 (시스템은 조향, 가감속 등 특정 주행모드 수행)	(운전자가 시스템의 개입 요청에 적절히 대응)	(운전자가 시스템의 개입요청에 적절히 대응 못하는 경우에도 시스템 주행 대응 가능)	(모든 조건에서 시스템이 상시 운전)
4대 영역	운전 주체	<ul style="list-style-type: none"> 자율주행차시 운전자의 이석 허용' 등 15건의 규제이슈 발굴 및 개선방안 마련 레벨2에서 레벨3(조건부 자율주행) 상용화 준비 	<ul style="list-style-type: none"> '자율주행차의 사고기록 시스템 구축' 등 10건의 규제이슈 발굴 및 개선방안 마련 레벨3에서 레벨4 (고도 자율주행) 상용화 준비 	<ul style="list-style-type: none"> '자율주행용 간소면허 신설' 등 5건의 규제이슈 발굴 및 개선방안 마련 레벨4에서 레벨5(완전 자율주행) 상용화 준비 	
	차량 장치				
	운행				
	인프라				
4대 영역의 30대 규제이슈 발굴 및 개선방안 마련					

출처 : 국토교통부

'자율주행 기술개발 혁신사업'은 2019년 10월 현대자동차 남양연구소에서 문재인 대통령이 참석한 '미래차산업 국가비전 선포식'에서 산업부장관이 발표한 미래자동차 산업발전전략(2030 국가 로드맵)을 실현하기 위한 프로젝트다. 주요 내용은 친환경차 세계 선도, 자율주행차 미래시장 선점, 미래차 서비스 시대 준비, 미래차 생태계 조기 전환 4가지를 담고 있다.

핵심 내용은 기술개발 추진 전략을 단계적 추진전략(레벨3→레벨4)에서 동시 추진전략(레벨3+레벨4)으로 전환해 2027년까지 주요도로에 완전 자율주행을 세계 최초로 상용화하겠다는 것이다. 제도와 인프라는 2024년까지 완전자율주행을 위한 제도도입(성능검증·보험·운전자 의무 등)을 완료해 세계 최초로 제도와 인프라를 완비하고, 자율주행 기술개발 혁신 사업을 통해 2027년 자율주행자동차 기술강국으로 도약하겠다는 것이 목표다.

2030 미래자동차 국가 비전



출처: 국토교통부

서비스 유형은 자율셔틀, 로봇모빌리티, 화물차 군집주행 등 민간주도 3대 서비스, 이용자 편의(교통약자 이동지원, 대중교통 최적화, 공유차 서비스), 도시기능 효율화(자율주행 공공행정, 도로 긴급복구 서비스, 차량 고장시 긴급대응), 국민안전서비스(주야간 모니터링, 긴급차량 통행지원, 자율주행 순찰) 관련 9대 공공서비스로 분류하고 있다.

예상하지 못한 글로벌 자율주행산업의 변화에 대응해야

코로나-19는 모빌리티 업계에 직격탄을 날렸다. 세계 자동차 산업이 깊은 구조조정의 늪으로 빠져들고 있다. 우버, 리프트 등 교통네트워크 기업(Transportation Network Company)에 밀렸던 세계 2위 렌터카 업체인 허츠는 5월 22일 델라웨어 법원에 파산보호 신청을 했다. 그렇다고 우버 비즈니스가 잘 되는 것도 아니다. 우버 사용자는 70~80% 감소했고, 전직원의 25%를 해고했다. 4월말 기준 글로벌 완성차 공장 71%가 문을 닫았고, 자동차 부품 업체들은 연쇄 타격을 받고 있다. 시장 분석기관 IHS마켓은 올해 자동차 판매 규모는 2019년 대비 26.6%가 감소한 7000만 대 규모로 예측하기도 했다. 실제로 지난 3월 글로벌 차량 판매 대수는 560만 대로 작년 3월 대비 39%나 감소해 완성차 기업들은 생산감축, 구조조정, 공장 폐쇄와 함께 연구개발의 급격한 축소가 예상되고 있다.

당연히 자율주행산업도 자유롭진 않다. 포드는 자율주행 서비스 시작 목표를 2022년으로 미루었고, 3월 테스트 드라이브를 중단했던 관련 기업들은 5월에 들어서야 테스트를 재개했다. 그 동안 많은 테스트 드라이버들이 해고 되었다. GM크루즈도 인력의 8%인 150명을 해고했고, 2018년 32억 달러로 기업가치가 치솟았던 유니콘 죽스는 4월 100명에 이어 추가로 수백명을 해고했다. 더구나 최근에는 매각을 준비하고 있다고 알려져 있어 자율주행 스타트업계는 비상이 걸렸다.

2009년 구글의 자율주행기술 개발로 본격화 된 자율주행 업체들의 기술 개발 전략은 2단계로 나눌 수 있다. 첫 단계(2015~2017년)에는 글로벌 완성차 업체들이 자율주행기술 스타트업 투자와 인수합병 등을 통해 관련 기술과 로보택시의 포트폴리오를 갖추는 시기로 자율주행 핵심 부품인 라이다와 승차공유 기업이 주요 대상이었다. GM의 예를 들면, 라이다 업체인 벨로다인, 지도 업체인 시빌맵스, 대중교통 트래킹업 업체 트랜스룩, 온디맨드 업체 채리엇 등에 투자 또는 합병했습니다. 많은 기업들이 2020~2021년을 상용화 시기로 발표했지만 결과적으로

무리한 목표시기라는 것이 코로나-19와 상관없이 증명되었다.

두번째 단계(2018년~코로나-19 이전)는 직접적인 인수합병과 투자보다 다른 완성차 업체들과의 제휴 혹은 공동투자를 진행하는 단계다. BMW-다임러, 혼다-크루즈-GM, 포드-아르고 에이아이-폭스바겐, 모넨 테크놀로지(도요타와 소프트뱅크 조인트벤처)와 일본 완성차 업체들의 얼라이언스가 대표 사례다. 이유는 막대하게 지출되는 연구 개발 투자 때문이다.

코로나-19 여파로 자율주행차 산업은 새로운 국면을 맞을 것으로 예상된다. 투자는 비교적 안정적인 대기업으로 집중되고, 새로운 자율주행 자동차 시장으로 등장한 배송과 방제 등 특수목적차량(Purpose Built Vehicle)이 각광을 받을 것으로 예상된다. 이미 웨이모는 지난 3월 외부 투자사들로부터 22억 5만 달러를 투자받는데 이어 최근 7억 5천만 달러를 추가 투자 받아 총 30억 달러의 외부 투자유치에 성공했다.

예비타당성조사를 통과하고 자율주행자동차법이 시행된 것은 이제 막 본격적인 자율주행 기술과 서비스 개발을 시작했다는 의미다. 정부의 연구개발사업 지원 목적은 참여 연구소와 기업들 뿐만 아니라, 관련 업계에서 개발된 기술을 공동으로 활용해 생태계와 시장을 조성하기 위한 인프라를 제공하는 것이 목적이다. 더구나 다부처 사업으로 진행되는 자율주행 기술개발 혁신사업이 제 역할을 수행하기 위해서는 과제수행 기간 동안 부처간 갈등 없이 목표 달성을 위해 치밀한 전략으로 사업을 추진해야 한다.

현재 중국의 위라이드는 100대, 웨이모는 애리조나와 캘리포니아에서 600대 이상, 애플티브와 리프트도 라스베이거스에서 30대, 바이두는 창사에서 로보택시 45대를 운영하고 있다. 로보택시 서비스를 위한 법적 기반은 이제 막 마련되었지만, 2020년 3월 기준 임시운행면허를 발급 받은 국내 자율주행자동차는 90대 밖에 되지 않는다. 그만큼 기술 수준과 수용성에서 뒤떨어져 있고, 우리나라가 자율주행기술 후발주자라는 것은 점은 인정해야 한다. 코로나-19로 글로벌 자율주행자동차 경쟁과 협력 구도 개편이 예상된다. 과연 정부의 계획대로 기업들과 함께 투자와 정책, 연구개발 목표 실현이 가능한지 다시 한 번 실현 가능성 검토가 필요한 시점이다. 예상하지 못했던 모빌리티게돈(Mobility-Geddon)과 같은 현재의 환경이 후발주자인 우리나라 자율주행산업에 예상하지 못한 호기로 작동할 수도 있기 때문이다. **KT**

독일 과학기술계의 COVID-19 대응

- 백신 및 치료제 개발 중심으로 -

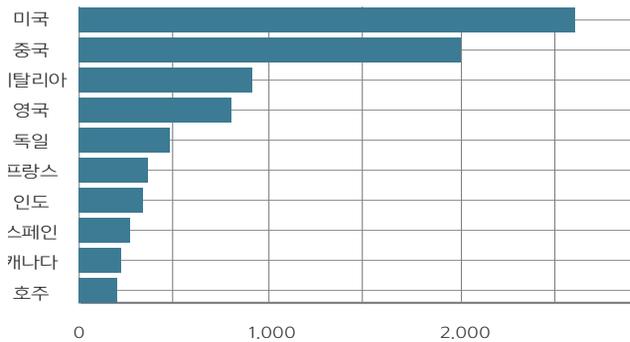
변재선 (KIST 유럽(연) 책임연구원 byun@kist-europe.de)



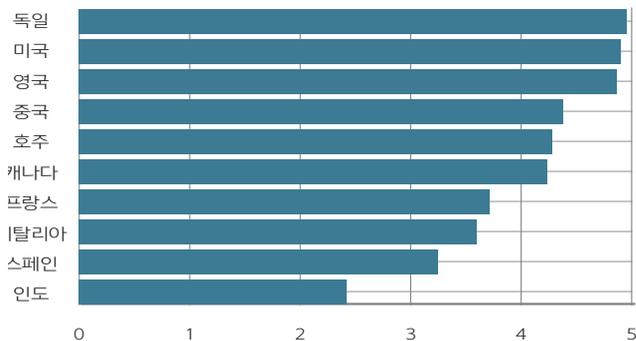
독 일은 비록 많은 확진자와 사망자¹⁾가 발생하였지만 한국과 더불어 성공적 방역국가중 하나로 인정받고 있다. 초기대응에 실패한 독일은 한국의 방역 조치를 적극적으로 벤치마킹하여 진단 검사 역량을 1주 70만건까지 확대하였고, 우수한 의료 인프라로 인해 상대적으로 피해를 줄이면서 단계적으로 봉쇄완화를 진행중에 있다. 문화적인 차이로 어려움이 있었지만 독일은 감염자 추적을 위한 디지털 추적 앱의 개발 도입을 추진하고 있으며, 치료제 및 백신개발을 위해 국제적인 연대를 추구하는 등 과학기술 글로벌 리더십 확보를 위한 노력을 경주하고 있다.

COVID-19 발발이후, 2019년 12월 1일부터 2000년 4월 25일 기간중, 독일은 약 500편의 관련 논문을 발표하여 미국, 중국, 이탈리아, 영국에 이어 세계 5위에 위치하고 있다. Scopus 사이트스코어 기준으로 질적 지표를 반영한다면 연구자 1인당 학술논문으로는 세계 1위이다²⁾.

| 그림1. 국가별 코로나 주제 국제논문(Europe PMC) |



| 그림2. 국가별 연구원당 코로나 주제 논문 (Europe PMC, Scopus 지표반영) |



1) 독일 총 확진자 178,281명, 1일 431명, 누적 사망자 8,247명 (5월 24일 0시 기준, RKI)
 2) IW-Report 17/2020. Der Corona-Innovationswettbewerb in der Wissenschaft
 3) <https://www.bundesgesundheitsministerium.de/coronavirus.html#c17572>
 4) <https://www.bundesgesundheitsministerium.de/ministerium/ressortforschung>
 5) <https://www.bmbf.de/en/coronavirus-what-the-bmbf-is-doing-11194.html>

본 고에서는 독일의 COVID-19에 대응하는 독일정부의 대응과 치료제 및 백신 개발 동향을 고찰하고 시사점을 정리해 보고자 한다.

1. 독일 정부의 COVID-19 대응

연방 보건부(BMG)의 COVID-19 대응

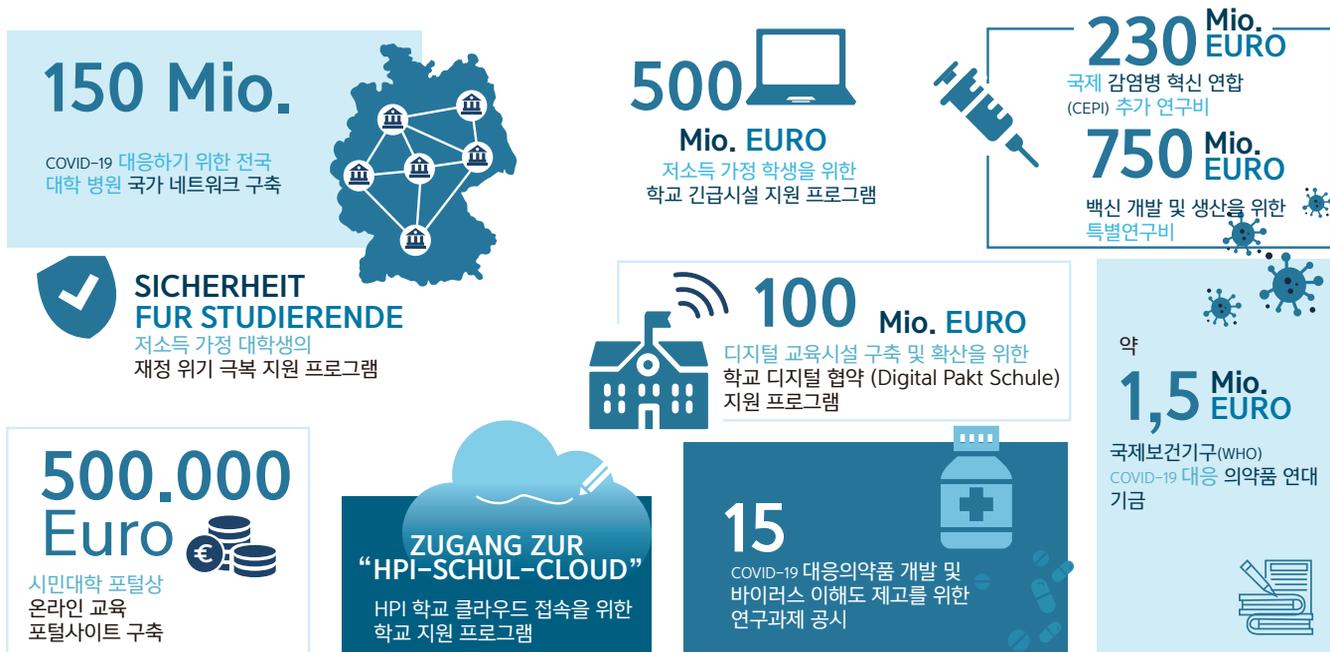
독일 연방보건부는 코로나19의 확산에 대응하는 주관 행정 부서로서 범부처 행정 대응을 주도하고 있다³⁾. 보건 기술적 측면에서는 연방보건부 산하 5개 정부연구기관중 로버크 코흐연구소(Robert Koch-Institut)가 질병대책본부 역할을 다양한 기관과 협력하여 수행하고 있다. 파울에 리히연구소(Paul-Ehrlich-Institut)는 백신 및 치료제의 임상실험 관련, 연방 의약 및 의료용품연구소(BfArM)는 의약 및 방호용품 관련 안전성과 품질 업무를 지원하는 등 밀접하게 협력 대응하고 있다⁴⁾.

연방 교육연구부(BMBF)의 COVID-19 대응 연구개발

연방교육연구부는 코로나 바이러스에 대응하여 다음과 같은 우선순위를 책정하여 다양한 노력을 경주하고 있다⁵⁾.

- ① 긴급 과제 공모: 바이러스 이해 제고 및 전파경로 및 역학조사를 위한 1천5백만 유로 과제 지원 공시(3월 3일)
- ② 치료제 개발 및 임상 연구지원: 기존 약물재창출 및 신약개발 지원, 백신 개발 및 생산을 위한 특별연구비로 7억 5천만유로의 특별 연구비를 지원
- ③ 백신개발자금 지원: 감염병혁신연합(CEPI, the Coalition for Epidemic Preparedness Innovations) 창립 회원국으로 9천만 유로를 지원 (2017년 이래)하였고, 코로나19사태 이후 독일 CureVac사 등 백신 개발을 위해 추가로 1억 4천만 유로 추가 지원
- ④ 독일 대학병원간 과학 정보 네트워크 구축: 독일 의료진의 연구개발 정보의 통합 활용을 위해 1억5천만 유로 지원
- ⑤ 국제보건기구(WHO)가 주도하는 COVID-19 의약품 국제연대에 적극적으로 참여하여 1차적으로 1백50만 유로를 지원하기로 결정

| 그림3. 독일교육연구부의 코로나19 대응 정책수단 |



2. 치료제 및 백신 개발 주요 동향

연구협회별 주요 연구동향

독일 4대 연구협회는 연구회별 특성과 강점을 살리는 긴급 대응 연구 개발 및 지원을 다각도에서 수행하고 있다.

라이프니츠 연구협회는 특히 북부 독일에 위치한 3개 연구소(BNITM, FZB, HPI)⁶⁾로 구성된 라이프니츠 감염센터(Leibniz Center Infection)는 SARS-CoV-2 바이러스의 특성을 보다 정확하게 파악하고 그 확산과 속성을 더 잘 이해하기 위한 연구를 공동수행하고 각 기관 강점을 살린 대응 과제를 연방보건부 지원으로 추진중이다⁷⁾.

① BNITM: 아프리카 국가의 SARS-CoV-2 진단 지원을 위한 조사 연구

② HPI: 중재연구 관련 전문 지식을 제공하여 새로운 항바이러스 치료제 개발 지원

③ FZB: 환자의 임상치료 및 지원에 중점을 두고 약물재창출 실험 및 의학적 평가

막스플랑크 연구협회 산하 연구기관들중 대표적인 연구 사례는 다음과 같다.

① Max Planck Institute of Biology: 기존 항암제 활용 약물재창출 연구 수행, 현재 3상 실험중인 결핵백신 후보물질(VPM1002)의 신종 코로나 바이러스 유효성 검증⁸⁾.

② Max Planck Institute of Biophysics: 코로나 바이러스 스파이크 돌출 표면의 단백질을 분석하여 백신 및 약물의 결합부위 식별 연구⁹⁾.

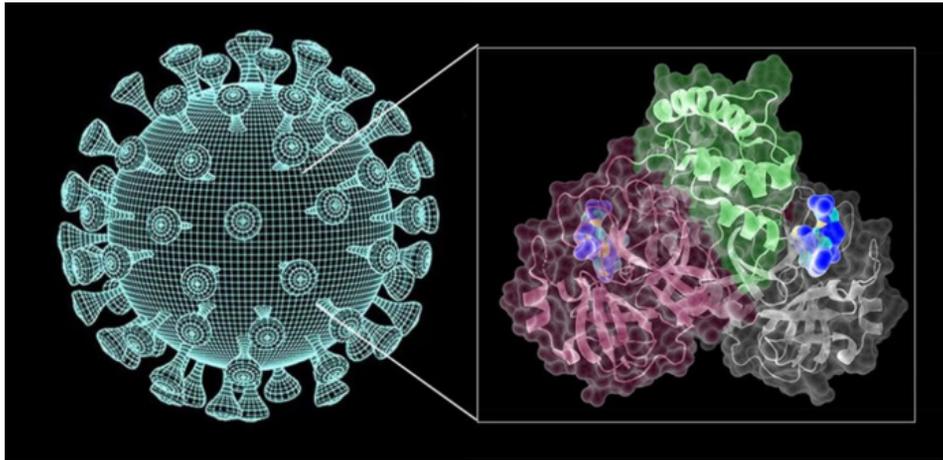
6) 라이프니츠연구협회 산하 바이오분야 5개 연구소는 독일연방보건부로부터 직접 기본운영예산을 제도적으로 지원받고 정부지원 연구를 수행. BNITM: Bernhard Nocht Institute for Tropical Medicine, FZB: Research Center Borstel, Leibniz Lung Center, HPI: Heinrich Pette Institute, Leibniz Institute for Experimental Virology

7) https://www.hpi-hamburg.de/en/current-topics/press/singleview/archive/2020/article/gebuendelte-kompetenz-bei-der-erforschung-von-covid-19-bundesministerium-fuer-gesundheit-foerdert-d//?tx_ttnews%5Bmonth%5D=04&cHash=ef05b30b42b71c7ffb96714d5198dfc5

8) <https://www.mpg.de/14610776/immune-boost-corona-virus?c=14642203>

9) <https://www.mpg.de/14657720/corona-spike-protein>

| 그림3. 독일교육연구부의 코로나19 대응 정책수단 |



자료: 헬름홀츠 베를린

헬름홀츠는 약물 스크리닝 및 세포 수준 분자 과정을 분석하는 빅 데이터 및 AI 어플리케이션 등을 위해 슈퍼컴퓨터, 방사광가속기, 중이온가속기 등 대형인프라를 활용하는 첨단 연구 및 지원 서비스를 수행하고 있다¹⁰⁾.

- ① HZB: 싱크로트론 활용 코로나19 프로테아제 구조 해독 (뤼벡대 협력)
- ② HZI: COVID-19 완치자의 재감염 여부 및 항체 분석 연구, 치료제 및 백신 개발.
- ③ DZNE: 바이러스에 대한 새로운 활성 물질을 확인하기 위해 바이러스가 세포막과 융합될 수 있게 하는 ACE2 바이러스 수용체 및

- TMRPPS2 프로테아제를 분석
- ④ GSI: COVID-19 유발 폐렴의 저용량 방사선으로 치료 가능성 연구
- ⑤ DKFZ: COVID-19 질병 발전 방식의 메커니즘 연구를 통한 백신, 치료제 개발

프라운호퍼 산하의 의료 보건분야 연구소들은 백신 개발, 혁신적인 진단 기술, 신약 개발, IT 인프라 구축과 관련 경쟁이전 단계 연구를 수행하고 있다¹¹⁾.

| 표1. 독일 바이오 기업의 백신 임상실험 현황 |

플랫폼	후보물질 유형	개발기관	임상단계	비고
RNA	mRNA	바이오엔테크(BioNTech) / Fosun Pharma/Pfizer	임상 1/2	마인츠 대학 창업, 협력 헬름홀츠 암연구센터와 중재종양학 분야 협력
RNA	mRNA	큐어백(Curevac)	COVID-19 전임상	튀빙엔 대학 창업, NMI 협력 빌게이트스 재단 감염병혁신연합(CEPI) 지원
자가복제 바이러스 벡터	MVA-S encoded	독일 감염병연구센터(DZIF)	COVID-19 전임상	뮌헨, 마아부르크, 함부르크대학 메디컬 센터 등 다수 협력 메르스 백신 플랫폼 활용 감염병혁신연합(CEPI) 지원
약독화 생바이러스	Measles Virus (S, N Targets)	독일 감염병연구센터(DZIF)	COVID-19 전임상	기존 Zika, H7N9, CHIKV 바이러스 플랫폼 활용

자료: WHO(2020.04.26. 기준)

10) <https://www.helmholtz.de/en/current-topics/coronavirus/HZB>: Belin Bessy, HZI: Center for Infection Research, DZNE: Center for Neurodegenerative Diseases, GSI: Centre for Heavy Ion Research, DKFZ: Cancer Research Center

11) <https://www.fraunhofer.de/en/research/current-research/fraunhofer-vs-corona.html>

독일기업의 백신 개발

국제보건기구에 따르면 전 세계적으로 120개 이상의 백신 후보가 제안되어 현재 8개 후보가 임상단계이고, 약 70개가 전임상 연구가 진행 중이다¹²⁾. 이중 2개 독일 바이오 기업이 RNA 백신 개발을 선도적으로 진행 중이다.

독일에서 최초로 인체 임상실험을 승인받은 바이오엔테크(BioNTech)사는 마인츠 대학 메디컬 센터에서 2008년 창업하였다. 창업자겸 CEO인 Prof. Ugur Sahin은 대학에 겸업을 하고 있으며 헬름홀츠암연구소 산하 “HI-TRON” 연구소와 중재종양학 분야에서 밀접하게 협력하고 있다¹³⁾. 미국 화이자사와 현재 임상연구를 진행중이고, 중국 포션 파마(Fosun Pharma)사와 백신개발 및 상용화를 위한 협력이 진행 중이다.

미국이 인수하여 기술 독점을 시도해 독일과 갈등을 유발하기도 한 큐어백(CureVac)사는 2000년도에 튀빙엔 대학에서 창업한 스타트업으로 시작하여 첨단 면역학 기술을 튀빙엔 대학과 협력하여 독일 BMBF 및 빌게이트 재단 등의 지원으로 면역계 활성을 촉진하는 RNA(mRNA) 분자 물질을 기반으로 하는 백신을 개발하여 왔다. CureVac사는 2개의 후보 물질을 기반으로 금년 초여름 인체대상 임상에 들어갈 예정이다¹⁴⁾. 최근 EU집행위원회는 유럽투자은행(EIB)의 자금 8천만 유로를, 유럽연합 보증 대출의 형태로 큐어백에 지원하기로 결정하기도 하였다.

독일감염병연구센터(DZIF) 백신기술 개발

독일감염병연구센터(DZIF) 연구자들은 타 바이러스 백신개발 플랫폼을 기반으로 신속하게 백신개발을 추진하고 있다. “MERS”(중동 호흡기 증후군)를 위해 재조합된 벡터 기반 MVA-MERS-S 백신을 신종 코로나 SARS-CoV-2 백신으로 활용하기 위한 전임상 연구를 진행하고 있다. 전염병대비혁신연합(CEPI) 지원으로 곧 1상 시험도 실시될 예정이다. 또한 약독화된 홍역 바이러스 백신을 위한 기반 연구도 진행 중이다.

3 결론 및 시사점

독일은 안정적 장기투자자 집적된 역량을 결집하여 백신 및 치료제 개발 경쟁에서 선도적 역할을 수행하고 있다. 글로벌 대형제약회사와 경쟁하여 백신개발을 주도하는 바이오엔테크사와 큐어백사의 성과는 지역의 혁신적 공공-민간-파트너십(PPP)이 있어 가능하였다. 4대 연구협회는 긴급한 재원에 대응하고 문제해결을 위해 각 기관의 강점을 살린 다각적인 시도를 자율적으로 수행하고 있다.

2010년 채택된 ‘보건연구프레임워크프로그램’을 기반으로 독일감염병 연구센터(DZIF)가 독일내 7개지역 35개 대학과 연구기관을 연계하여 2012년 설립되었다. 국가보건역량을 강화를 목표로 설립된 독일감염병 연구센터와 독일폐연구센터(DZL) 등의 연구센터들은 산/학/연/병/정의 연계로 연구와 임상간의 쌍방향 중개연구를 가능하게 하였으며 민간이 독자적으로 수행하기 어려운 백신 및 치료제 개발을 안정적으로 수행하는 체계적인 네트워크와 플랫폼 기술을 제공하였다.

또한 독일은 감염병혁신연합(CEPI), 국제보건기구(WHO)를 통해 개별 국가의 한계를 넘어서 국제연대를 강화하고 글로벌 강국으로서 위상을 제고하고자 노력하고 있다. **키**

12) <https://www.who.int/who-documents-detail/draft-landscape-of-covid-19-candidate-vaccines>

13) <https://www.helmholtz.de/en/health/just-a-few-kilograms-are-enough-to-vaccinate-millions>

14) <https://www.curevac.com/de/covid-19>

독일 기초 과학분야와 응용분야를 아우르는 라이프니츠 연구협회(1)

강 동 진 (라이프니츠 신소재 연구소, dongjin.kang@leibniz-inm.de)
Leibniz INM: Institut fuer neue Materialien

1. 연구협회 개요 및 특성

라이프니츠 연구협회의 이름은 독일의 철학자, 수학자, 과학자 그리고 발명가인 고트프리트 빌헬름 라이프니츠(1646-1716)에서 따온 명칭으로 다른 독일 연구기관인 막스플랑크, 헬름홀츠, 프라운호퍼 연구소와 함께 독일의 사회 경제 과학/기술 분야 발전을 이끄는 독일 4대 연구소로 알려져 있다. 라이프니츠 연구협회의 연구 주제는 자연, 공학, 환경, 경제, 사회 과학 및 인문학까지 아우르고 있으며, 2020년 현재까지 96 개의 연구 기관이 소속되어 있다. 특히 연구협회는 각 기관 간 라이프니츠 리서치 얼라이언스(Leibniz Research Alliances)를 포함하여 기초 및 응용 연구를 수행하기 위한 과학 인프라를 유지하고 있으며 다양한 분야에 연구기반 서비스를 제공하고 있다. 특이하게도 라이프니츠 연구협회에는 자연사 박물관 및 연구 박물관 등이 소속되어 있어 다른 세 곳과는 다르게 기초 연구 및 응용연구에 관한 내용을 정책 입안자, 산업계 및 일반 대중에게 알리는 역할도 수행하고 있다. 현재 약 10만 명의 연구원을 포함하여 20만 명 정도의 인력이 라이프니츠 연구협회에 소속되어 일하고 있으며, 기본연구 예산의 경우 독일 중앙 정부 및 지방 정부가 공동으로 자금을 지원하고 있다¹⁵⁾.

각 라이프니츠 연구기관은 연구소의 특징에 따라 인문/교육/역사, 생명/수학/자연과학/공학, 환경 등 분야 연구소로 크게 세분화 되어있으며

생명과학 및 재료연구 분야의 경우 전체 라이프니츠 연구협회 연구 분야에서 50% 가량을 차지하고 있다. 특히 이들 분야는 세계 NGO 연구기관 및 대학을 포함한 세계 전체 연구기관 중 상위에 랭크되어 세계적 연구 흐름을 만들어 갈 만큼 커지고 있다¹⁶⁾.

이러한 경쟁력은 연구협회 소속 연구소와 지역 대학들의 독특한 산학 협력 및 연구협력과 관련해 많은 이점을 가지고 있기에 가능한 일들이다. 예를 들어 다른 독일 연구기관과 마찬가지로 라이프니츠 연구소에 소속된 그룹 리더 연구원의 경우 지역 대학교 내 교수직을 함께 수행 중에 있으며 이를 통해 연구소 인프라를 통해 해결하지 못하는 연구인력 및 연구를 위해 필요한 많은 장비들을 함께 공유하고 연구소와 대학이 함께 시너지 효과를 발휘하게 된다. 이러한 연구협력은 연구 방향 선정 및 프로젝트 컨소시엄 구성과 관련하여서도 많은 영향을 미치게 된다.

2. 연구방향 선정

일반적으로 각 라이프니츠 연구소의 연구방향 선정은 연구소를 운영하고 있는 디렉터(연구소장)와 부소장 그리고 각 그룹의 그룹리더들을 통해 결정되게 되며 각 연구소에서 선정한 외부 연구 자문위원의 의견 교환을 통해 각 연구소만의 특징에 맞는 연구가 진행될 수 있도록 다양한

15) 표 1. 라이프니츠 연구소 홈페이지 소개, <https://www.leibniz-gemeinschaft.de>

16) 네이처 인덱스 2019년 보고서, <https://www.natureindex.com/supplements/nature-index-2019-materials-science/tables/overall>

| 표1. 최근 4년간 라이프니츠 연구협회 구성 현황 및 규모 |

	2015	2016	2017	2018
facilities	89	88	91	93
sections	5	5	5	5
Number of Leibniz research associations	12	12	12	12
Number of Leibniz ScienceCampi	12	19	19	19
employee	18476	18668	19141	19,723
Financial volume (in € million)	1,655.1	1,724.7	1,783.4	1,859.1
Institutional funding (target, In € million)	1,126.0	1,153.0	1,180.0	1,211.0
Third-party funding (In € million)	368.8	384.2	424.8	459.8
Other income	160.1	187.7	178.4	188.1
International cooperation	4471	4668	4851	5673
Number of partner countries	139	135	126	137

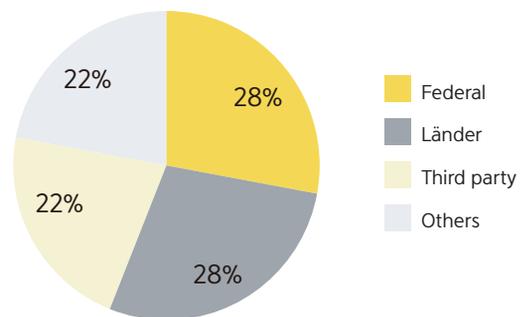
출처: Leibniz Association, reporting, Johanna Dämmrich, as of August 2019

의견을 듣는 채널을 가지고 있다. 따라서 협회 차원에서의 연구방향 설정 및 내부 연구주제에 대한 가이드라인을 두지 않고 있다. 각 연구소 소장의 경우 임기가 15년으로 장기적인 연구소의 연구방향 및 주제를 결정하는데 있어서 많은 권한을 가지게 된다. 예를 들어 글쎄어가 소속된 신소재 연구소(<https://www.leibniz-inm.de/>)의 경우 연구소를 대표하는 연구소장과 한 명의 연구분야 부소장, 그리고 12개의 개별 연구그룹리더가 함께 기본 연구방향 선정에 참여하게 되지만 최종적인 권한은 연구소장이 갖는다. 이렇게 선정된 기본 연구 방향을 바탕으로 연구소에 편성된 연구비를 각 연구그룹에 대한 시설 투자 및 기본 연구비로 집행하게 된다.

3. 연구의 수행

라이프니츠의 연구비 예산규모는 약 19억 유로로(한화 약, 2조 5천억원) 연방 및 주 보조금은 매년 3%씩 증가하고 있다. 전체 연구비 예산의 비율은 정부 예산 28%와 지방정부 22%, 그리고 외부 연구 50%(연구

프로젝트 수주, 및 연구분석과 연구용역을 통한 예산확보)로 구성되어 있다. 보통 연방 및 주 정부의 보조금의 경우 라이프니츠 협회의 연구 프로그램 운영 및 각 연구소의 장기 연구분야와 관련하여 예산이 편성되게 되며, 외부 연구는 각 연구소에서 과제 제안을 통해 연구비를 수주했을 경우 한국과 마찬가지로 2~3년 단위의 연구기간으로 운영되고 있다.



출처: <https://www.research-in-germany.org/en/research-landscape/research-organisations/leibniz-association.html> KfJ

(다음호에 계속 ...)

* 본 원고는 재독한국과학기술자협회 (<http://www.vekni.org>) 및 독일 4대 연구협회에 소속된 협회 회원들의 지원으로 작성되었습니다."

공급사슬 붕괴와 리질리언스(Resilience)

국가적 위기 극복을 위한 출연(연)과 과학기술계의 역할

김태영 (미래전략팀 연구원, kimth@kist.re.kr)



최 근 대중들에게 가장 많은 관심을 받고 있는 단어 중 하나는 '뉴노멀(New Normal)'이다. 코로나19는 전 세계인의 삶의 방식을 바꾸고 있으며, 이러한 변화의 충격은 산업계 또한 휩쓸고 있다.

세계의 공장인 중국에서 시작된 코로나 바이러스는 글로벌 공급사슬의 붕괴(Supply Chain Disruption)로 이어졌고 수많은 기업들의 운영에 큰 타격을 주고 있는 상황이다. 이로 인해 코로나 이후의 시기에는 글로벌 산업구조 또한 재편되어 새로운 형태의 노멀을 따르게 될 것이라는 예상이 지배적이다.

제조업이 국가 주력 산업인 우리나라는 한두 가지 부품의 공급만 중단 되더라도 완제품 생산에 타격을 입을 수밖에 없는 산업 구조를 가지고 있다. 일례로 지난 2월 현대자동차는 1997년 외환위기 이후 23년 만에 처음으로 부품 수급 문제로 공장 가동을 중지했다. 이는 단순히 와이어링 하니스라는 전선다발 하나 때문이었다. 인건비 문제로 중국으로 이전한 공장의 가동이 코로나19로 인해 멈추었기 때문이다(동아일보, 2020).

사실 코로나19 이전에도 글로벌 공급사슬의 붕괴로 인해 우리 기업이 위기를 겪은 사례는 종종 있었다. 최근의 예로는 일본 정부의 우리나라 기업에 대한 반도체 핵심 소재 수출규제를 꼽을 수 있다. 그 동안 당연한 것으로 생각하고 있던 국제 분업체계가 정치논리로 인해 무너지고 기업의 공급사슬이 붕괴될 위기해 처했던 것이다. 다행히 정부, 산업계, 연구계를 비롯한 다양한 관계자들의 노력을 통해 반도체 공장이 실제로 멈추는 최악의 사태가 발생하지는 않았다. 이처럼 공급사슬 붕괴는 언제든지 일어날 수 있다는 인식이 산업계에 최근 널리 퍼지게 되었고, 이로 인해 기존의 공급사슬 관련 이론들은 큰 변화를 맞이하게 되었다.

예를 들어 지금까지 기존 대부분의 일반적인 기업들은 그들의 이익을 극대화하기 위해 비용을 최소화 하려고 해왔으며, 이를 위해서는 기업의 효율성을 최대한 높이는 것이 중요했다. 이런 관점에서 기업들은 기본적으로 비용으로 여겨지는 재고를 최소화하기 위한 운영을 추구해왔다.

그 정점에 있는 전략 중 하나가 저스트인타임(Just In Time) 운영이다.

도요타 자동차에서 시작된 이러한 운영방식은 보유 재고를 최소화함으로써 재고비용, 창고비용, 폐기비용과 같은 관련 비용을 줄이는 것이다.

이상적으로는 소수의 기업과 밀접한 관계를 형성하고 이를 바탕으로 제품이 필요할 때마다 적시에 제품을 공급받는 방식이다. 도요타 자동차의 성공을 지켜본 많은 기업들은 이 방식을 속속 도입했고, 한동안 이는 기업 공급사슬 효율적 운영의 모범답안 수준으로 여겨졌다. 그러나 이러한 방식은 재고라는 완충재를 없앴으로써 기업이 예상치 못한 위기를 마주했을 때 대응할 수 있는 동력을 잃어버리게 만든다는 큰 단점을 가지고 있다.

금융위기, 자연재해, 정치상황, 감염병까지 사회는 갈수록 예측하기 힘든 방향으로 진화하고 있다. 예측 할 수 없는 불확실성으로 인한 공급사슬 붕괴에 대응하고자 기업들은 더 이상 효율성만을 추구할 수 없게 된 상황이다.

따라서 자연스럽게 공급사슬 내 불확실성에 대한 연구도 활발해지고 있으며, 이와 관련된 연구들은 주로 공급사슬 붕괴에 대한 연구와 붕괴 이후의 회복력을 의미하는 리질리언스(Resilience)에 대한 연구로 구성 되어 있다.

학자들마다 공급사슬 붕괴에 대한 정의는 조금씩 다르지만 기본적으로 이는 '공급사슬 내의 상품이나 원료의 정상적인 이동을 방해하는 예상되거나 계획되지 않은 사건'으로 정의된다. 또한 대부분의 경우 공급사슬 붕괴는 기업의 재정위기와 운영위기로 연결되는 것으로 여겨진다. (Craighead et al., 2007; Hendricks and Singhal, 2003; Kleindorfer and Saad, 2005)

이러한 공급사슬 붕괴는 일반적으로 두 가지로 구분된다. 첫 번째는 노드(node) 레벨에서의 공급사슬 붕괴이다. 이는 단순히 두 공급사슬 구성원 간 상품 거래가 이루어지지 못하는 것을 의미한다. 두 번째는 네트워크(network) 레벨에서의 공급사슬 붕괴이다. 이는 노드레벨에서의 공급사슬 붕괴가 전체 공급사슬 네트워크의 붕괴로 이어져 전체 공급사슬

내에서 상품의 거래가 이루어지지 못하는 것을 의미한다. (Kim et al., 2014) 예를 들면 우리나라의 반도체 부품 업체가 멈추게 되는 것은 노드 레벨의 붕괴, 이로 인해 중국의 전자제품 업체까지 타격을 입고 생산을 중단하게 되는 것은 네트워크 레벨의 붕괴라고 할 수 있다.

이러한 공급사슬 붕괴가 일어난 후의 회복 능력인 리질리언스는 세계 경제포럼(WEF)의 보고서에 따르면 '발생 가능성은 낮으나 발생할 경우 파급력이 매우 큰 리스크에 유연하게 대응하고 더 나아가 위기를 비즈니스로 전환 할 수 있는 기업의 능력'으로 정의된다. 해당 보고서에 의하면 기업의 리질리언스는 총 세 가지로 구분되며 그 안에서 총 아홉 가지로 분류된다. 먼저 구조적 리질리언스는 조직 내부 기능 회복과 연관된 전략을 의미하며, 가외성(Redundancy), 시스템 모듈화, 필수적 다양성이 이에 해당된다. 다음으로 통합적 리질리언스는 외부환경과의 상호작용을 이해함으로써 얻는 리질리언스를 의미하며, 다중 상호작용, 문턱효과, 사회적 결합 등이 이에 포함된다. 마지막으로 전환적 리질리언스는 변화를 통해 위기를 극복하는 전략을 의미하며 분산된 지배구조, 선견지명, 실험과 혁신 등을 포함한다(WEF, 2018; DBR, 2020). 기존 리질리언스 관련 연구들은 앞선 분류처럼 예상치 못한 위기로부터 기업이 회복하기 위한 역량과 관련된 연구들이 주로 진행되어 왔으며 기업의 경영환경이 복잡해지고, 불확실성이 높아지는 만큼 관련 연구가 갈수록 증가하는 추세이다.

공급사슬 붕괴 사태를 대비하기 위한 출연(연)과 과학기술계의 역할

지금까지 이루어진 공급사슬 붕괴, 그리고 리질리언스와 관련된 연구들은 대부분 공급사슬 붕괴가 기업에 미치는 영향, 공급사슬 붕괴로 인한 피해를 최소화하기 위한 방안, 높은 수준의 리질리언스를 확보해 빠르게 공급사슬 붕괴로부터 회복하기 위한 전략 등으로 구성되어 있다.

그렇다면 예측할 수 없는 공급사슬 붕괴에서 빠르게 회복하기 위해

출연(연)과 과기계가 할 수 있는 일은 어떤 것이 있을까? 비교적 최근 사례인 일본의 수출규제 사태나 현재 전 세계적인 재앙을 초래하고 있는 코로나 사태를 들여다보면 과학기술계가 어떤 기여를 할 수 있는지 생각해볼 수 있다.

먼저 일본의 수출규제로 인한 소재·부품·장비(소부장) 문제의 경우 궁극적 원인은 국가 간 정치적 갈등이지만, 피해를 키운 것은 우리나라의 취약한 산업 구조라고 할 수 있다. 우리나라 제조업은 전통적으로 공급사슬 상류에 해당하는 소부장보다는 소비자에게 직접 판매되는 완제품이나 반도체와 같은 중간재 생산에 치중하는 구조를 가지고 있었다.

따라서 소부장 부분의 경우 해외 의존도가 매우 높았고, 자연스럽게 국내에서는 관련 기술이나 생산 시설이 부족할 수밖에 없는 것이 현실이었다. 이는 공급사슬 하류의 기업들이 매우 한정적인 선택권을 가질 수밖에 없게 만들었다. 이러한 우리의 약점을 정확히 파악한 일본이 우리나라 산업 구조상 핵심적 역할을 할 수 밖에 없는 몇 가지 품목에 대한 수출규제를 실시했고 이는 우리 기업에게 큰 타격으로 다가오게 되었다.

이 사건을 계기로 정부는 소부장 원천기술 확보의 중요성을 심각하게 인지했고, 관련 예산을 크게 확대하며 기술 개발에 힘을 쏟고자하는 의지를 표출했다. 이런 상황에서는 대학이나 기업보다 빠른 속도로 정책적 방향성을 반영할 수 있는 출연(연)이 핵심적 역할을 수행할 수 있다. 빠른 속도로 관련 기술을 개발하고, 이를 다시 산업계에 이전하여 기업들에게 넓은 선택권을 주고 이를 통해 전반적인 공급사슬 안정성을 높이는 것이다.

현재 진행형인 코로나19 사태에서도 출연(연)과 과기계는 국민과 산업계를 위한 다양한 기여를 할 수 있다. 1차적으로 생각해 볼 수 있는 것은 과기계가 가지고 있는 연구 역량을 코로나 진단, 치료, 방역에 활용하는 것이다. KIST뿐만 아니라 생명연, 화학연 등 다양한 출연 연구기관과 대학, 병원, 기업 연구소 등이 관련 기술을 보유하고거나 이를 확보하기 위한 연구에 매진하고 있다.

한 발짝 더 나아가 생각해 볼 수 있는 것은 코로나로 인한 피해복구에 과거의 역량을 집중하는 것이다. 코로나로 인해 세계 경제는 큰 타격을 입고 있으며 비교적 성공적으로 코로나를 막아내고 있는 우리나라조차도 예외 없이 많은 국민들이 경제적 어려움으로 인해 고통을 겪고 있다. 이러한 경제적 타격에는 여러 가지 이유가 있지만 가장 큰 이유 중 하나가 글로벌 공급사슬의 붕괴라 할 수 있다.

전 세계적으로 주요 도시의 락다운(Lockdown)이나 직장 폐쇄가 실시되면서 산업 기능이 마비되었고 이로 인해 원자재, 중간재, 완성품을 가리지 않고 공급사슬의 많은 부분에 구멍이 뚫리게 되었기 때문이다.

수출규제 사태 때와 마찬가지로 이러한 위기 극복을 위해 과학기술계는 우리 기업이 어려움을 겪고 있는 부분을 도울 수 있는 연구를 집중적으로 실시해야한다. 다시 말해 아홉 가지 리질리언스 분류 중 필수적 다양성을 확보할 수 있도록 노력해야 하며, 이를 통해 기업이 공급사슬 내에서 가질 수 있는 선택의 폭과 안정성을 확보한다면, 산업계와 우리 경제가 정상화 되는 데 크게 기여할 수 있을 것이다.

작년의 우리가 현재의 코로나 사태를 상상하지 못했던 것처럼 지금의 우리가 상상하지 못하고 있는 새로운 사건이 언제 어떻게 어떠한 위협으로 다가올지 예측하기 힘든 것이 작금의 현실이다. 그리고 당연하게도 이러한 새로운 위협에 우리가 제대로 대응할 수 있을 것이라 단언할 수 있는 사람은 없을 것이다.

시간이 지날수록 세계경제의 불확실성은 상승하고, 산업계는 연결고리가 날이 갈수록 복잡해지고 있으며, 이제는 다른 나라의 도움 없이 자력으로 국가 산업과 경제를 유지할 수 있는 국가는 없는 상황이다. 아무리 철두철미한 준비를 한다 해도 세계적인 공급사슬 붕괴는 예상치 못한 사태를 통해 언젠가 또 일어나게 될 것이다.

이를 피할 수 없다면 공급사슬 붕괴로부터 빠르게 회복할 수 있는 리질리언스를 기르는 것이 우리가 택할 수 있는 가장 현실적인 대응책이라고 할 수 있다. 우리나라 기업이 공급사슬의 모든 부분에서 완벽한 제품을

생산할 수는 없다. 하지만 우리 산업계의 취약점을 정확히 파악하고 만약의 사태에도 우리 경제가 휘청거리지 않을 수 있는 최소한의 백업 플랜을 마련해 둔다면 우리나라는 앞으로 다가올 위기에도 걱정 없는 튼튼한 산업구조를 가질 수 있을 것이다.

이를 위해서는 출연(연)을 포함한 과학기술계가 산업계와 학계에서 진행하기 어려운 연구를 우선순위에 따라 진행하고, 이를 사회에서 활용할 수 있도록 환원함으로써 국가에 이바지 하는 것이 중요할 것이다. **KIST**

참고문헌

- Craighead, Christopher W., et al. "The severity of supply chain disruptions: design characteristics and mitigation capabilities." *Decision Sciences* 38.1 (2007): 131-156.
- Hendricks, Kevin B., and Vinod R. Singhal. "The effect of supply chain glitches on shareholder wealth." *Journal of Operations Management* 21.5 (2003): 501-522.
- The Global Risks 2018 – Resilience in complex organizations, World Economic Forum, 2018.
- Kleindorfer, Paul R., and Germaine H. Saad. "Managing disruption risks in supply chains." *Production and Operations Management* 14.1 (2005): 53-68.
- Kim, Yusoon, Yi-Su Chen, and Kevin Linderman. "Supply network disruption and resilience: A network structural perspective." *Journal of operations Management* 33 (2015): 43-59.
- '저스트 인 타임'→'저스트 인 케이스'로... 글로벌 공급망 공식이 바뀐다 (동아일보, 2020. 02. 28)
- 포스트 코로나 시대의 생존 조건 '상상도 할 수 없는 위험'에 대비하라 (DBR, 2020. 05)

코로나 위기에서 배우는 조직혁신의 중요성

구병석 (미래전략팀 연구원, koobs@kist.re.kr)

현재 코로나와의 전쟁에서 가장 앞서고 있는 나라는 어디인가? 최근 과학기술정책연구원이 정리한 자료에 따르면, '09~'18년간 감염병 관련 연구를 선도하고 있는 나라는 미국이다(강희중, 2020). 전체 논문 수(약 9만건), 피인용 수(약 2백만회) 등 다양한 지표에서 선두를 달리고 있는데, 그 중심에는 하버드대, 존스홉킨스대, 질병통제예방센터(CDC), 국립알레르기·감염병연구소(NIAID) 등 쟁쟁한 연구기관이 포진해 있다. 연구성과나 투자 측면에서 한국을 포함한 어느 나라도 미국과의 격차를 줄이기는 상당히 어려운 실정이다.



그러나 지금까지의 코로나 대응 결과를 살펴보면, 그 선두에는 미국이 아닌 한국이 있다. 5월 말 기준, 약 10만명의 사망자를 기록하고 있는 미국은 과연 감염병 연구의 리더가 맞는지 의심마저 들게 한다. 반면, 한국은 모범적인 초기 대응으로 전 세계의 주목을 받고 있다. 최고 수준의 과학기술력을 보유했음에도 불구하고 미국이 실패한 이유는 무엇인가?

여러 원인 중에서도 정부의 대응정책이 효과적으로 조정·조율되지 못한 점을 꼽을 수 있을 것이다. 특히 연방정부가 주도하여 범국가적 차원에서 진단검사를 총괄하고 확진자 경로를 추적하는 시스템이 미비했다. 예를 들어, 미국의 수많은 대학과 연구기관은 진단검사를 수행할 역량을 충분히 갖추고 있음에도 불구하고, 정부부처의 복잡한 규제와 프로토콜, 취약한 정보력 때문에 병원으로부터 시료를 받는 것조차 어려움을 겪고

있다. 지난 4월 말 실시된 한 설문조사에 따르면(Maxmen, 2020), 당장 진단검사가 가능한 미국 내 1,600여개 연구기관 중 단 8%만이 실제 현장에 투입되었다. 설문 대상이 모두 국립보건원(NIH)의 지원을 받는 연구기관이었다는 점을 생각하면 매우 놀라운 결과다.

반면 한국은 어떠한가? 질병관리본부를 중심으로 드라이브스루 시스템 등 검역체계를 효율화하고, 진단시약 긴급사용승인제도를 도입하여 민간의 진단역량을 결집할 수 있었다. 게다가 각종 정책 정보가 투명하게 공개되고 IT기업과의 협력으로 동선파악앱, 자가격리앱, 마스크재고 앱 등이 출시되어 시민들의 정보 접근성도 높일 수 있었다. 즉, 신속하고 유기적인 정책 조정·조율이 민간과의 협업, 시민과의 소통으로 이어진 셈이다.

한국과 미국의 비교를 통해 얻을 수 있는 교훈은, 한 나라의 과학기술 수준이 그 자체로 국민이 체감할 수 있는 성과(임팩트)를 보장하지 않는다는 점이다. 실험실에서 축적된 연구 결과 말고도, 실제 문제 해결에 필요한 기술력을 동원하고 다양한 사회 주체가 이를 창의적으로 활용할 수 있는 조직적인 역량이 중요함을 알 수 있다. 이러한 측면에서 정부와 한국 사회 전반에서 발생한 '조직혁신'은 이번 코로나 위기에서 크게 빛을 발하고 있는데, 이는 '15년 메르스(MERS) 대응 실패 후 얻은 소중한 학습 효과로 여겨진다.

이제 코로나 위기는 초기대응 단계를 지나 장기전 국면으로 접어들고 있다. 지금까지 한국 정부가 보여준 뛰어난 조직혁신은 주로 기존에 축적된 IT기술과 의료·보건 인프라를 사회 곳곳에 효과적으로 배치하고 '적용'하는 데 있었다. 현재는 치료제와 백신 등 근원적인 해결책을 제시하고, 코로나 이후의 언택트(비대면) 산업을 이끌기 위해 전세계가 신기술 개발 경쟁에 본격적으로 뛰어들고 있다. 기존의 기술을 '적용'하는 것뿐만 아니라 새롭게 기술을 '창출'하는 데 있어서도 한국이 조직혁신을 발휘할 때가 온 것이다.

이러한 측면에서 정부와 출연(연)이 지닌 책임은 무겁다. 작년 일본의 수출규제 위기를 돌이켜보면, 국가적 위기 때 정부의 조직역량이 기술의 '창출' 차원에서 얼마나 중요한지 알 수 있다. 한국 주력산업의 소부장 경쟁력에 대한 우려는 오래전부터 있어 왔지만, 작년을 계기로 그 인식이 확산되어 정부는 관련 분야 육성에 박차를 가했고, 출연(연)도 이에 발맞추어 대응기술 개발과 중소기업 기술지원에 역량을 집중했다. 그 결과, 국내 기업들이 공급망을 재조정하고 기술투자를 늘리며 일부 제품을 국산화하는 등 비교적 안정적인 대응이 이루어지고 있다. 대학, 연구소, 기업 등 각 혁신 주체가 필요한 정보를 취합·공유하고 협력 창구를 넓히는 등 조직역량을 발휘한 것이다.

작년과 마찬가지로, 이번 코로나 위기도 한국 혁신생태계의 조직혁신을 촉발하는 계기가 될 것이다. 각 혁신 주체가 어떻게 역할을 분담하고, 협력하며, 정보를 공유할 것인지에 따라 미래 기술개발의 성패가 좌우될 것이다. 연구를 수행하는 방식에 있어서도 클라우드 서비스, 인공

지능, 빅데이터 인프라 등 원격 연구(remote research) 환경을 구축하고, 이에 기반하여 보다 유연한 근무제도를 고려해 볼 수 있다. 특히 보건·안전·안보 등 공적 가치의 중요성이 재조명되면서, 출연(연)은 국가·사회적 수요와 밀접한 연구 분야에 더욱 과감히 도전할 것이고 대형성과(임팩트) 중심의 연구평가 체계도 확대할 것이다. 이처럼 다양한 영역에서 조직혁신이 일어나며 기술 창출의 속도를 높일 수 있다.

일각에서는 코로나 극복을 위해 전세계가 맨하탄 프로젝트에 필적하는 노력을 기울여야 한다고 주장한다(Berkley, 2020; Azoulay and Jones, 2020). 맨하탄 프로젝트의 성공을 돌이켜면, 미국이 보유한 당대 최고의 물리학자들과 막대한 연구개발투자가 가장 먼저 떠오른다.

하지만 그 인력과 자원을 하나의 목표로 결집하는 데는 과학연구개발국(Office of Scientific Research and Development) 주도의 신속한 의사결정, 과감한 예산집행, 효율적인 업무관리가 크게 주효했다. 시간이 지나 이제는 인류와 바이러스 간의 전쟁이다. 위기 속에서 한국의 과학기술력을 빛낼 새로운 조직혁신을 기대해 본다. **KT**

참고문헌

강희종. (2020). 통계로 보는 감염병 연구 역량. STEPI Future Horizon +, 44(1), pp. 78-84.
 Azoulay, P., & Jones, B. (2020). Beat COVID-19 through innovation. Science, 368(6491), p. 553.
 Berkley, S. (2020). COVID-19 needs a big science approach. Science, 367(6485), p. 1407.
 Maxmen, A. (2020). Untapped potential: More US labs could be providing tests for coronavirus. Nature, 21 April 2020. DOI: 10.1038/d41586-020-01154-6

인공지능의 생성물은 어떠한 요건하에서 저작권법의 보호를 받을 수 있는가?

최근 중국 법원의 판결을 중심으로¹⁷⁾

최 지 선 (Law & Science 대표변호사, lawnsience.jschoi@gmail.com)

인간보다 더 인간처럼 생각하고 행동하는 인공지능 시대의 등장이 현실이 되었다. 인공지능 작가와 인공지능 화가가 만들어낸 생성물을 인간이 만들어낸 창작물과 동일한 수준의 저작물로 보호할 수 있는지, 보호한다면 누구를 저작자로 볼 것인지에 관하여 법적 논의가 있으나, 인공지능 생성물을 저작물로 인정하는 것은 “저작물은 인간이 만들어낸 것”이라는 그 법체계의 근간을 흔드는 일인지라 어느 누구도 선뜻 법적 판단을 내리지 못한 것도 사실이다. 이러한 상황에서 최근 중국법원은 인공지능 생성물의 저작물성 및 저작자 지위에 관한 판결을 연이어 내렸다. 물론 법체계와 제도가 근본적으로 다른 중국의 판결이 우리에게 그대로 적용될 것이라고 단언하기는 어려우나 인공지능의 생성물을 법적으로 어떻게 이해할 것인지에 관한 실무적인 판단이라는 점에서 시사하는 바가 있다고 할 것이다.

중국법원의 인공지능에 관한 대표적인 판결로 중국 선전 난산구 법원 (2019)粤0305民初14010号 판결을 들 수 있다. 이 판결은 인공지능 생성물에 대한 저작권 보호에 관한 판결로 중국 선천시 난산구 법원 (广东省深圳市南山区人民法院)에서 2019. 12. 24. 1심 판결이 이루어졌으며 이후 2020.초에 확정되었다. 원고는 텐센트 기업(深圳市腾讯计算机系统有限公司; Tencent社), 피고는 잉신 기업(上海盈讯科技有限公司(“YingXun社”)이다.

이 사건의 인공지능은 드림라이터(Dream Writer)였는데, 드림라이터는

데이터와 알고리즘을 기반으로 작문을 보조해주는 인공지능 시스템으로 이 사건 원고 텐센트 기업의 계열사가 독립적으로 개발하고 원고에게 이용을 허락한 일련의 데이터 및 알고리즘 기반 지능형 글쓰기 지원 시스템이다. 원고 텐센트 기업의 창작 팀 인원들은 2015년부터 드림라이터 소프트웨어를 이용하여 연간 약 30만 건의 글을 작성하였다.

원고 텐센트 기업은 2018년 8월 20일 11시 30분 주식 시장의 오전 장이 종료하자마자 2분만에 자사의 텐센트 증권 웹 사이트에 처음으로 “런치 리뷰: 상해종합주가지수 0.11% 소폭 상승으로 2671.93 포인트 기록, 통신운영, 석유 채굴 등 분야에서 주가 상승 (午评: 沪指小幅上涨 0.11% 报 2671.93 点通信运营、石油开采等板块领涨)” 라는 기사 (이하 ‘이 사건 기사’라 함)를 완성하고 발표하였다. 피고 잉신 기업은 같은 날 자사가 운영하는 왕다이즈자(网贷之家) 웹 사이트에 원고의 허락 없이 이 사건 기사를 무단으로 복제하여 게재하여 온라인 배포하였다. 이에 원고 텐센트 기업은 이 사건 기사의 저작물의 저작권은 자사에 있으며 피고 잉신 기업의 행위는 원고의 저작재산권 중 정보네트워크 전송권을 침해하는 행위이자 부정경쟁방지법을 위반한 행위라고 주장하였고 침해금지 및 손해배상을 청구하였다. 피고 잉신 기업은 이에 대하여 별도의 서면 답변을 제출하지 않았다.

우선, 이 사건에서 법원은 이 사건 기사의 저작물성 인정 여부와 관련하여 이 사건 기사가 저작권법 상 저작물(어문저작물)에 해당하는지

17) 본 고는 저자가 한국저작권보호원에서 발간하는 저작권보호전문지 <C STORY> 2020년 5월호(vol.22)에 게재한 원고의 일부를 발췌한 것이다. 본 고는 ① 방은진 중국변호사 블로그, “중국 심천시 난산구 법원 - 중국 내 인공지능(AI)에 의해 생성된 기사를 저작물로 인정한 첫 사례 판결”, <https://blog.naver.com/yinjijifang/221892422764>, 2020-05-01 방문. , ② 김우균, 원종재, “중국법원, AI가 작성한 콘텐츠를 법인저작물로 인정”, 2020-04-20일자, 법무법인(유)세종 뉴스레터, <https://www.shinkim.com/kor/media/newsletter/1208?page=1&code=&keyword=>, 2020-05-01 방문. ③ 지식재산연구원, “중국 베이징 인터넷법원, 인공지능이 창작한 보고서의 저작물성 부정(사건번호 (2018)京0491民初239号)”, 지식재산동향 뉴스 중국, 2019-21호, 2019-05-23일자, 지식재산연구원 https://www.kiip.re.kr/board/trend/view.do?bd_gb=trend&bd_cd=1&bd_item=0&po_item_gb=CN&po_no=18727, 2020-05-01 방문. 을 참고하여 작성하였음을 밝혀둔다. 다만, 지면 관계상 각 문단별 별도의 참고문헌 각주 표기는 생략하였음을 양해를 구한다.

여부의 핵심은 이 사건 기사가 독창성을 가지는지 여부를 판단하는 것이며, 그 독창성의 판단 방법은 다음의 두 단계로 나누어 검토되어야 한다고 판시했다: 첫째, 독립적으로 창작되었는지 및 표현에 있어 기존 저작물과 어느 정도 차이를 가지거나 최소한의 창의성을 가지는지 여부, 둘째, 이 사건 기사의 생성 과정에 창작자의 고유한 선택, 판단 및 테크닉 등 요소가 반영되었는지 여부

법원은 이 사건에서 ① 이 사건 기사는 원고 텐센트 기업의 창작 팀의 구성원에 의해 드림라이터 소프트웨어를 사용하여 완성되었고, ② 기사의 표현은 어문저작물의 형식적 요구 사항을 충족하며, ③ 기사의 내용은 당일 오전 관련 주식 시장 정보 및 데이터에 대한 선택, 분석 및 판단을 반영한 것으로 합리적인 구조와 명확한 표현 논리를 가지고 있으며 일정한 창의성을 구비하며, ④ 이 사건 기사의 생성 과정으로부터 분석하여 볼 때 기사의 표현 형식은 원고의 창작팀 구성원의 개인적인 배열 및 선택에 의해 결정된 것이며 표현 형식은 일정 정도 독창성을 가지는 것으로 판단하였다. 특히 법원은 이 사건에서, 데이터 입력, 트리거 조건 설정, 템플릿 및 코퍼스 스타일 선택에 대한 원고 창작 팀의 배열 및 선택은, 이 사건 기사의 특정 표현과 직접적인 관련이 있는 지적 활동에 해당한다고 보아, 원고 텐센트 기업 창작 팀 구성원의 이러한 선택과 배열은 창작에 관한 저작권법의 요구 사항을 충족하며, 이 사건 기사의 창작 과정에 통합되어야 한다고 판단하였다. 이에 법원은 이 사건 기사는 중국 저작권법에서 보호하는 어문저작물에 해당한다고 결론내렸다.

다음으로, 법원은 저작자의 지위를 누구에게 부여할 것인지를 검토하였다. 법원은 이 때 인공지능, 인공지능 개발 기업, 인공지능 사용 기업의 저작자 지위 인정가능성을 모두 검토하였다. 법원은 인공지능 자체를 저작자로 볼 수 있는지와 관련해서는, 인공지능에게 저작자 지위를 인정하려면 인공지능의 자동실행 과정만을 창작 과정으로 볼 수 있어야 하지만 이는 이 사건에서 원고 기업의 팀 구성원들이 창작 과정에 참여한 정도로 보아 객관적인 사실과 다르고 불공정하다고 판단하였다.

법원은 인공지능의 개발사를 저작자로 볼 수 있는지와 관련해서는, 개발사는 이 사건 기사의 독창성 발현 과정과 직접적인 관련성이 없으며 드림라이터 개발사가 텐센트 기업과 체결한 드림라이터 라이선스 계약에서도 드림라이터를 사용하여 창작한 저작물의 저작권은 텐센트 기업에

귀속하기로 약정한 점을 고려하여 인공지능 개발사의 소프트웨어를 인정하지 않았다.

법원은 인공지능을 사용하여 저작물을 만든 기업을 저작자로 볼 수 있는지와 관련해서는, ① 이 사건 기사는 원고 회사의 여러 팀과 팀원들의 노동 분담에 의한 지적인 창작에 의해 완성된 저작물이고, ② 전반적으로 주식 런치 리뷰 기사를 발표하고자 하는 원고의 수요와 의도를 반영하고 있으며, ③ 기사 마지막에 “본 건 기사는 텐센트 기업의 로봇 드림라이터가 자동으로 작성한 기사임”이라는 문구를 표기하여 이 사건 기사에 대한 대외적 책임소재를 명백히 한 점 등을 중요하게 고려하였고, 법원은 이 사건 기사의 저작자는 인공지능 그 자체나 인공지능 개발사가 아닌 인공지능을 이용하여 저작물을 만드는 과정에서 창작성에 기여한 텐센트 기업이라고 보았다. 이에 법원은 이 사건 기사의 저작자는 원고 텐센트 기업이며 이 사건 기사는 법인저작물이라고 결론지었다.

법원은 최종적으로 피고가 이 사건 기사를 “왕다이즈자” 웹 사이트에 무단 게재하여 대중이 선택된 시간과 장소에서 얻을 수 있도록 한 행위는 원고의 저작재산권 중 전송권을 침해하는 행위에 해당하다고 판단하였다. 법원은 피고 임원 기업이 해당 기사를 이미 삭제하였기 때문에 침해금지청구권은 인용하지 않았으나 원고에 손해배상으로서 총 1,500 위안을 배상하라고 판결했다.

이 판결은 인공지능 생성물에 대하여 저작물성을 인정하고 그 저작자를 인공지능을 사용하여 저작물을 생성한 기업으로 인정한 점에 있어 시사점이 큰 판결이다. 그러나 이 판결이 인공지능 생성물의 저작물성을 반드시 인정하거나 또는 그 저작자를 항상 인공지능 사용 기업으로 확정하는 것으로 이해되어서는 오해의 소지가 있다. 이 사건에 있어 인공지능 생성물의 저작물성이 인정된 것은 그 생성물이 저작권법의 저작물로 인정되기에 충분한 수준의 창작성이 인정되었고 그 창작성의 발현에 있어 원고 텐센트 기업의 창작 팀 구성원들이 직접적인 기여를 하였다는 점이 인정되었기 때문이다. 거꾸로 말하면, 인공지능에 의한 생성물이라고 하더라도 창작성이 인정되지 않거나 또는 창작성의 발현에 인간의 개입이 직접적인 영향을 미치지 않았다면 이 사건 기사의 저작물성은 인정되지 않았을 가능성이 크다. 이는 이 사건 기사의 저작자를 그 저작물의 창작성에 대한 결정적 기여를 한 주체인 법인으로 본 것과는 맥락을 같이 한다. 

타임캡슐의 꿈: 질료와 더불어 시간을 초월하기

전 대 호 (유미과학문화재단 이사, daehojohn@hanmail.net)



시간을 초월하는 것보다 더 매혹적인 꿈이 있을까? 일찍이 플라톤이 시간을 “영원의 모상(模相)”으로 칭한 이래로, 반드시 죽기 마련인 인간에게 가장 가슴 벅찬 꿈은 시간을 벗어나 영원에 도달하는 것이라고 할 만하다. 시간의 초월은 불완전하게 모방된 세계를 벗어나 완전한 진짜 세계에 진입함이고, 끊임없이 떠나고 다시는 돌아오지 않는 흐름에 휩쓸렸던 자가 고요히 제자리를 지키는 반석 위에 안착함이다.

플라톤은 시간의 지배 아래 놓인 세계를 “현상”이라고 불렀다. 현상 너머의 “형상(이데아)”은 영구불변인 반면, 현상 속의 모든 것은 변화하고 결국 사그라진다. 덧없는 현상과 영원한 형상! 곧이어 아리스토텔레스는 현상의 덧없음이 “질료”에서 비롯된다는 견해로 플라톤의 철학을 보완했다. 지나친 단순화의 위험을 무릅쓰고 말하면, 아리스토텔레스는 현상 속의 구체적 개별자들을 주목했으며, 그것들은 비록 덧없지만 각자 제 안에 형상을 품었다고 판단했다. 구체적 개별자는 형상을 한 성분으로 지녔기에 일반성과 영원성을 띠었고 질료를 또 다른 성분으로 지녔기에 개별성과 시간적 유한성을 띠었다.

그러므로 구체적 개별자를 시간의 흐름 바깥으로 끄집어내 영속하게 만드는 방법으로 가장 먼저 떠오르는 것은 개별자의 질료적 측면을 포기하고 형상적 측면만 거두는 것이다. 어려운 얘기로 들릴 수도 있겠지만,

이 작업은 우리에게 너무나 익숙하다. 개별 사건, 개별 체험, 개별 광경을 글이나 그림으로 기록할 때, 그렇게 개별자들을 언어화하고 추상화하고 개념화할 때 우리가 하는 일이 바로 그 작업이다. 이를 ‘형상화’라고 부르자. 인류가 문자를 발명한 이래로, 아니 어쩌면 훨씬 더 먼저 고도의 언어 능력을 획득하고 동굴 벽에 그림을 그리기 시작한 이래로, 시간을 초월하기 위한 가장 쉽고 통상적인 방법은 형상화였다.

그러나 문제는 우리가 형상화를 통한 시간의 초월에 만족하지 못한다는 점에 있다. 젊은 애인의 아름다움을 시간 너머에 붙들어두기 위해 그의 초상화를 그려 간직하면 성에 찰까? 제아무리 위대한 초상화라도 지금 이 순간의 생생하고 덧없는 젊음과 아름다움을 대신할 수는 없다. 말문 막히는 체험이 우리를 시와 예술로 이끌지만, 어떤 시도 그 말문 막히는 체험을 온전히 재현하지 못한다. 굳이 시인이 아니더라도 누구나 아는 바가 아닌가.

한마디로, 실물과 형상은 다르다! 시간의 초월을 꿈꿀 때 우리가 꿈꾸는 바는 형상으로서가 아니라 실물로서 시간을 벗어나는 것이다. 바꿔 말해 질료와 더불어, 모든 것을 덧없게 만드는 바로 그 질료와 더불어 영원에 도달하는 것이다. 더 극적으로 표현하자면, 덧없음과 더불어 영원에 이르는 것, 그것이 우리가 꿈꾸는 시간의 초월이다.

덧없음을 고스란히 간직한 채로 영원에 이르렀다니, 도저히 실현할 수 없는 꿈이 아닌가라는 의문이 절로 들겠지만, 최종적인 대답은 유보하기로 하자. 이 글의 목적은 그 꿈을 불완전하게나마 실현하기 위해 개발된 한 방편인 ‘타임캡슐 time capsule’만을 숙고하는 것이다.

온갖 물건들이 ‘타임캡슐’이라는 이름의 통 속에 담기고 밀봉된 채로 땅에 묻히거나 건축물 안에 안치된다. 먼 훗날 그 통을 개봉할 미래의 사람들이 먼 과거가 되었을 현재를 생생히 경험할 수 있게 하기 위해서다. 물론 그들은 여러 방식으로 과거와 만날 수 있을 것이다. 종이 형태의 문서들이 산더미처럼 쌓여있을 테고 온갖 저장매체에 담긴 문서, 음원, 사진, 동영상도 주체할 수 없을 정도로 많을 것이다. 그러나 이것들을 통해 만나는 과거는 ‘형상화’된 과거일 뿐, 실물로서의 과거가 아니다!

적어도 타임캡슐 제작자들은 그렇게 판단하기 때문에 적잖은 비용을 들여 타임캡슐을 만들고 매장할 터이다. 그들은 실물로서의 과거를 미래 사람들에게 전달하려 한다. 만져보고 쓰다듬어볼 수 있는 과거의 직물, 코를 들이대 냄새 맡고 심지어 혀로 핥아볼 수도 있는 과거의 참빗, 짚어지고 그 목직함을 느껴볼 수 있는 과거의 쌀가마니, 실제로 팔다리를 돌려 작동시킬 수 있는 과거의 베를 전달하고자 한다. 타임캡슐이 시간의 바깥으로 끄집어내려는 과거는 실물로서의 과거, 질료의 측면을 고스란히 지닌 과거다. 질료와 더불어 있기에 영락없이 덧없는 개별자임에도 불구하고 긴 세월을 건너 미래 사람들에게 생생히 감각될 과거다. 이런 타임캡슐의 꿈을 부질없다며 비판하기는 쉽다. 그러나 타임캡슐의 바탕에 깔린 온전한 시간 초월의 욕망을 주목할 필요가 있다. 어쩌면 과도한 비약이겠지만, 타임캡슐의 꿈은 기독교가 가르치는 ‘몸의 부활’과 그리 다르지 않을지도 모른다.

그런데 매우 흥미롭게도 위키피디아 영어판의 “time capsule” 항목은 타임캡슐을 “물건들이나 정보의 역사적 은닉처”로 정의한다. “물건” 외에 “정보”가 등장한다는 점을 주목하라. 이 정의에 따르면, 과거의 문서, 사진, 동영상, 음원을 저장한 매체들을 담아놓은 통도 타임캡슐일 수 있다! 실제로 위키피디아 영어판의 설명에 따르면, 1972년과

1973년에 각각 파이오니어 10호와 11호에 실어 우주로 날려 보낸 금속판들도 일종의 타임캡슐이다. 그것들에는 지구에 사는 인류를 소개하는 그림이 새겨져있다. 미래에 그 금속판들을 발견할 우주 나그네에게 과거에 관한 “정보”를 전달해주니까, 그것들은 타임캡슐이라는 것이다.

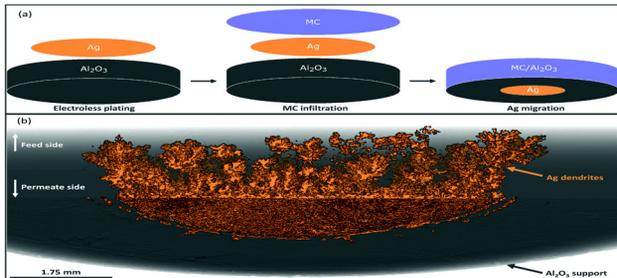
한편, 위키피디아 한국어판은 “타임캡슐”을 “그 시대[당대]의 대표적인 물건 등을 모아 묻는 용기”로 정의한다. 영어판과 비교하면, “물건” 외에 “정보”를 적시하는 대신에 “등”이라는 막연한 의존 명사를 선택한 셈인데, 적어도 이 글의 논지에 더 적합한 것은 한국어판의 정의다. “정보”를 타임캡슐의 내용물로 포함시킨 위키피디아 영어판은 디지털 시대의 격류에 휩쓸린 혐의가 짙다. 디지털 시대의 중요한 특징 하나는 정보가 실재를 대신하는 것, 바꿔 말해 질료는 완전히 퇴출되고 형상만 유통되는 것이다. 플라톤이 “형상”이라고 불렀던 것은 오늘날 우리가 “정보”라고 부르는 것과 매우 유사하다. 지금은 정보화의 시대, 거침없는 ‘형상화’의 시대다.

디지털 기술 덕분에 우리는 영상과 목소리로만 존재하는 상대와 대화한다. 영상만으로 존재하는 풍경을 감상하고, 소리만으로 존재하는 넷물과 만난다. 하지만 진지하게 물을 필요가 있다. 이런 디지털 경험들이 우리의 삶을 과연 풍요롭게 할까? 상대와 대상을 실물로 마주하는 것, 바꿔 말해 우리가 보유한 모든 감각을 통해 만나는 것, 그렇게 형상 뿐 아니라 질료도 성분으로 지닌 복합체로서의 실재를 경험하는 것은 우리의 삶에 필수적이다. 타임캡슐의 꿈을 상기하라. 디지털 시대의 격류와 코로나19의 위협을 계기로 삼아, 오히려 질료의 중요성을 되새길 필요가 있다. **ktg**

New Material

새로운 이산화탄소 분리막 개발

(Scientists Have Developed a Membrane That Separates CO₂ From Other Gases, '20.05.09)



▲ 이산화탄소 분리 멤브레인 구조

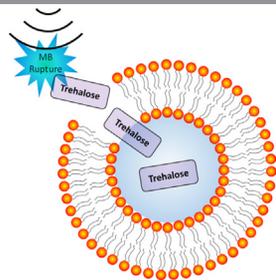
영국 뉴캐슬대학 연구팀은 이산화탄소 배출물이 대기 중에 확산되기 전 포집하는 새로운 형태의 자가 조립 은막 개발. 이산화탄소 분리 시 가장 높은 효율성을 갖는 은을 활용한 이 기술은 막 전체를 은으로 제작하는 것이 아니라 소량의 은을 첨가한 덴드라이트 구조를 확장하는 방식. 이는 이산화탄소 포집막의 경제성 향상을 넘어, 새로운 투과 메커니즘에 관한 연구를 진전시킬 것으로 기대.

원문 : McNeil, L. A., Mutch, G. A., Iacoviello, F., Bailey, J. J., Triantafyllou, G., Neagu, D., ... & Shearing, P. R. (2020). Dendritic silver self-assembly in molten-carbonate membranes for efficient carbon dioxide capture. *Energy & Environmental Science*.

Health care

저장 혈액 유지에 도움을 주는 설탕

(Donut sugar could help stored blood last, '20.05.12)



▲ 트레할로스(trehalose)를 활용한 혈액 보관 원리

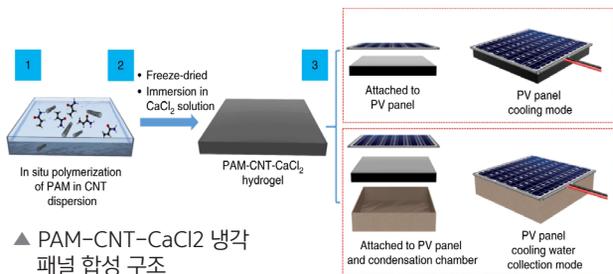
혈액은 6주까지만 냉장 보관이 가능하며, 그 이후에는 수혈에 사용이 불가능. 미국 루이빌대학의 Jonathan Kopachek 교수는 COVID-19로 인한 헌혈 중단의 해결을 위해 분말화된 혈액 개발. 연구팀에 따르면, 방부 및 수분유지 효과가 뛰어난 트레할로스(trehalose)를 통해 혈액을 분말화하면, 상온에서 수년간 저장이 가능. 향후 유행병이나 자연재해 등에 대비할 수 있을 것으로 기대.

원문 : Centner, C. S., Murphy, E. M., Priddy, M. C., Moore, J. T., Janis, B. R., Menze, M. A., ... & Kopechek, J. A. (2020). Ultrasound-induced molecular delivery to erythrocytes using a microfluidic system. *Biomicrofluidics*, 14(2), 024114.

Energy & environment

공기 중의 수분을 흡수하여 스스로 냉각시키는 태양광 패널

(New solar panels suck water from air to cool themselves down, '20.05.11)



▲ PAM-CNT-CaCl₂ 냉각 패널 합성 구조

태양광 패널은 강한 태양열을 받으면 온도가 상승해 전기 생산효율이 감소하는데, 메릴랜드대학 연구팀이 패널 스스로 열을 식히고, 출력을 증가시키는 방법을 개발함. 연구팀이 개발한 특수한 젤은 탄소나노튜브와 염화칼슘을 포함하고 있으며, 밤에는 공기 중의 수분을 흡수하여 액체 상태로 보관하고 낮에 기온이 증가하면 수분을 방출하는 방식으로 패널을 냉각시킴. 태양광 패널의 냉각뿐만 아니라 식수 문제 해결에도 활용될 수 있을 것으로 기대.

원문 : Li, R., Shi, Y., Wu, M., Hong, S., & Wang, P. (2020). Photovoltaic panel cooling by atmospheric water sorption-evaporation cycle. *Nature Sustainability*, 1-8.

Robot & ICT

머신 러닝을 활용한 사회적 거리 탐지기 개발

(Machine learning could check if you're social distancing properly at work, '20.04.17)



▲ 버드아이뷰(bird's-eye view) 다이어그램 작동 예시

스타트업 Landing AI사는 훈련된 인공지능을 활용하여 특정 거리보다 가까운 위치에 동료가 있을 때 경보가 울리는 새로운 모니터링 툴을 개발. 영상에서 사람들을 골라내는 알고리즘과 이들의 거리를 계산하는 알고리즘을 활용하여, 버드아이뷰(bird's-eye view) 다이어그램을 통해 다른 사람과 너무 가까워지면 초록색 점이 빨간색으로 변하도록 시각화. 공장 등 작업환경에서 노동자를 모니터링하는 등의 용도로 활용할 것으로 예상. **KT**

원문 : Crawford et al., AI Now 2019 Report. New York: AI Now Institute, 2019, https://ainowinstitute.org/AI_Now_2019_Report.html.

의료기기에서 전기자동차까지, 전고체배터리 시장 성장

전 세계 전고체배터리 기술 시장은 연평균 34.2%의 성장률을 보이며, 2019년 6,420만 달러에서 2027년 4억 8,250만 달러까지 확대될 전망이다. 주로 의료기기나 무선센서에서 사용되던 전고체배터리의 수요가 전기자동차나 에너지하베스팅 분야에서도 증가하면서 시장 가치는 계속해서 높아지고 있다.

차세대 플렉서블 장치 개발, 아시아-태평양 시장의 성장을 가속화

아시아-태평양 지역의 시장규모는 2019년 1,500만 달러에서 2027년 1억 6,260억 달러까지 성장하며, 이 기간 연평균성장률은 41.2%가 예상된다. 이 지역에 위치한 주요 웨어러블 장치 및 가전제품을 제조하고 있는 업체들이 차세대 플렉서블 장치에 주목하면서 박막배터리와 같은 더 작고 더 높은 전력 밀도를 갖는 전원에 대한 수요가 증가하고 있다.

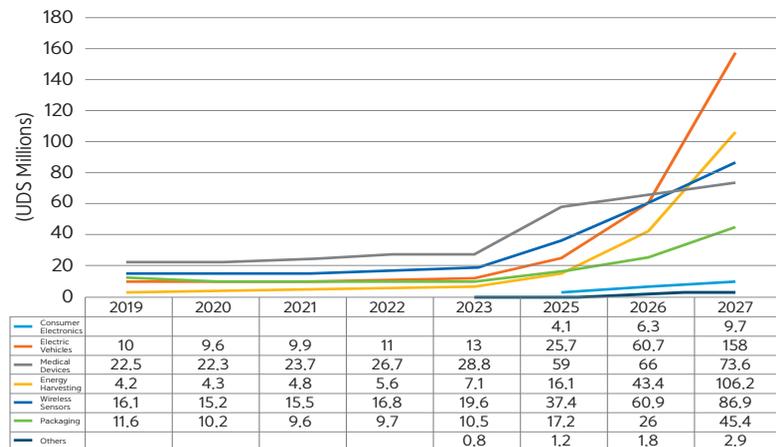
| 지역별 전고체배터리 시장 |

(단위 : 백만 달러)

지역	2019	2020	2021	2022	2023	2025	2026	2027	연평균성장률 (2020-2027)
북아메리카	22.4	21.4	21.9	23.8	26.3	60.7	88.7	140.8	30.9%
유럽	19.7	18.6	18.9	20.5	23.2	43.5	78.1	161.5	26.2%
아시아-태평양	15.0	14.5	15.1	16.8	22.1	53.4	91.3	162.6	41.2%
기타	7.1	7.1	7.6	8.6	10.7	3.1	7.0	17.6	13.9%
합계	64.2	61.6	63.5	69.8	82.4	160.7	265.1	482.5	34.2%

IoT 보급, 의료기기에서의 전고체배터리 시장에 새로운 기회 제공

2020년 가장 큰 시장규모를 차지하는 것은 의료기기 분야이다. 신경 자극기나 심박 조율기와 같은 이식형 의료기기에는 인체에 위험하지 않으며, 장기간 안정적으로 전원을 공급할 수 있는 배터리가 필요하기 때문에 전고체배터리가 주로 사용되고 있다. 최근에는 유연성을 가진 얇은 배터리를 사용하는 의료기기가 개발되고 있어, 성능뿐만 아니라 크기나 유연성 면에서도 적합한 전고체배터리가 꾸준히 사용될 전망이다.



시사점

분야별 전고체배터리 시장 ▶

최근 KIST 에너지소재연구단에서 기존 리튬이온배터리에서 사용되는 액체 전해질 대비 1/100에서 1/10 수준이었던 이온전도도를 동등한 수준까지 높은 고체 전해질 소재를 개발했다. 전고체배터리는 화재나 폭발 위험이 없다는 장점을 바탕으로 전기자동차와 ESS 등에서의 수요가 지속적으로 확대될 전망이다. **kt**

‘소재혁신선도프로젝트’ 9개 연구단 선정, 5년간 연구단별 약 120억원 지원

100대 핵심품목(기술)과 연계, 소재-공정-시스템 묶음 기술개발

반도체, 디스플레이, 자동차 등 주력산업 분야 핵심소재 공급안정화에 필수적인 독자기술 확보를 위해 9개 산·학·연 드림팀이 본격 운영된다.

- 과학기술정보통신부(이하 '과기정통부')는 소재혁신선도프로젝트 수행과제와 기관을 확정하고 11개 공공(연), 35개 대학, 40개 기업이 참여하는 9개 산학연 융합 연구단을 공식 출범한다고 밝혔다.

소재혁신선도프로젝트는 일본 수출규제('19.7) 이후 정부차원의 기술 확보가 시급한 100대 핵심품목의 기술자립을 목표로, 개별 연구기관 등이 보유하고 있는 핵심기술을 토대로 품목의 성능 구현·고도화에 필수적이면서도 다수 품목에 공통적으로 필요한 기술(플랫폼형)을 개발하기 위한 사업으로, 향후 5년간 총 2,066억원을 투자하게 된다.

- 특히, 핵심기술 융합을 통해 소재 설계·구현 → 개발된 소재의 부품화를 위한 공정확보 → 시스템 구현 및 검증으로 이어지는 소재·공정·시스템을 패키지로 지원하여 기술 완성도를 높이게 된다.
- 또한, 개발된 기술은 사업기간 내 관련기업에 대형 기술이전을 완료, 연구단별 10억원 이상 기술료를 확보함으로써 소재·부품·장비 산업의 공급망 구축에도 실질적으로 기여할 것으로 기대된다.

동 사업의 연구단은 100대 핵심품목 분야에서 기초연구와 개발연구간 가교역할이 가능하면서도 기술개발 역량과 실증 인프라를 보유한 공공연구기관을 총괄기관으로 '정책지정'하고 지정기관 중심으로 수요·공급기업과 대학이 참여하는 형태로 구성되었다.

- 이번에 선정된 9개 연구단은 약 30여개의 후보기술군 중 ①보유기술의 원천성·혁신성·파급성, ②100대 핵심품목 및 N-Lab*과의 연계, ③산·학·연 협력 및 기술이전 계획 등에 대해 산업계 인사를 포함한 전문가의 개방형 검증 및 평가를 거쳐 최종 선정되었다.

* 핵심품목의 안정적 기술개발과 필요시 긴급연구 수행을 위해 국가가 지정한 연구실

** 분야별 선정현황 : 반도체(2), 디스플레이(3), 자동차(1), 전기전자(3)

대표적인 연구단의 연구내용은 다음과 같다.

반도체	고투시성 이미징용 초격자 반도체 소재(KIST 주관)
(문제이슈) 극한 환경(화염, 안개 등) 이미징을 위한 화합물반도체 기반 초격자 소재 분야 국내기술은 단일 파장 발진성, 출력도, 검출도 등 특성 부족 (개발내용) 화합물반도체 에피층 두께의 정밀제어를 통해 전자가 자유롭게 이동할 수 있는 고품질 소재를 개발하고, 이를 라이디에 적용하여 투시도 향상	
디스플레이	초고해상도/초유연 디스플레이 백플레인 소재(ETRI 주관)
(문제이슈) IGZO계(인듐/갈륨/아연) 산화물반도체 소재는 능동 구동 디스플레이의 핵심전략 소재이나, 원천특허 부재 및 원재료 수급 문제 존재 (개발내용) 비 IGZO계이면서 우수한 성능을 가지는 CVD(화학기상증착법)/ALD(원자층증착법) 방식 산화물 반도체 소재·장비·소자 및 저온 열처리 공정 개발	
전기전자	저손실/저잡음 전자기제어 소재(재료연 주관)
(문제이슈) 5G 상용화 등 활용주파수 대역이 높아지면서 전송신호 손실과 잡음 최소화가 필수적이거나, 국내 기술력 및 신뢰성이 부족하여 해외 의존 (개발내용) 나노구조화를 통한 표면특성 제어 및 미세계면 제어기술을 통한 저손실 유전소재 및 자성소재, 이를 활용한 RF통신 신호품질 향상기술 개발	

과기정통부는 지난 4월 출범한 소재혁신선도본부 활용하여 연구단 내 협업과 애로사항 해결, 산·학·연 협력 네트워크를 통한 기술이전 촉진 등 연구단의 우수성과 창출을 밀착지원하게 되며,

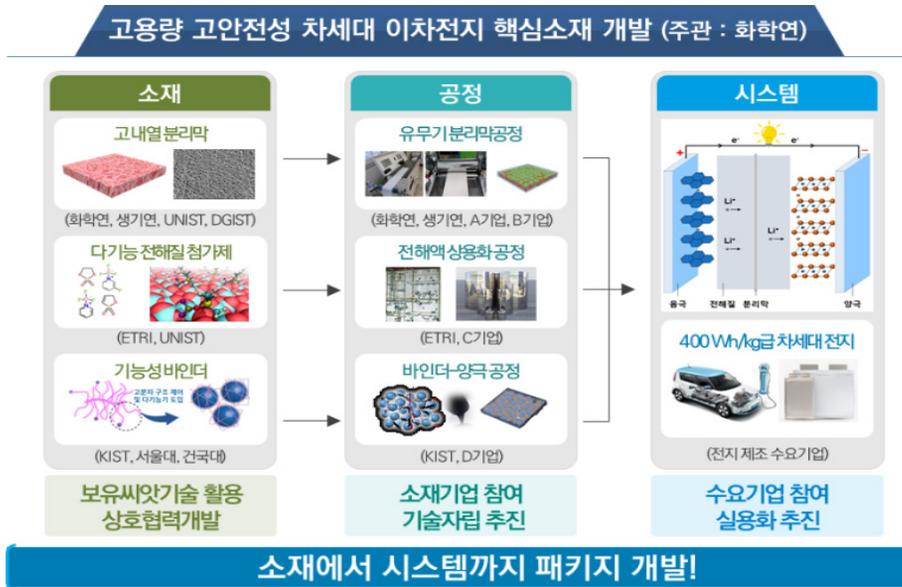
| (참고) 소재혁신선도본부 개요 |

- ▶ (조직) 재료연구소('20.11월 원 승격 예정) 내 소장 직속 독립 정규조직으로 신설
- ▶ (구성) 재료연 외 KIST, ETRI, 화학연 등 유관기관 파견인력으로 구성 → 전문성 확보
- ▶ (역할) 소재혁신선도프로젝트 연구단 밀착 관리 → 혁신기술 조기 확보
산·학·연 협력 네트워크 구축 → 기업수요 지속 발굴 및 대형 기술이전 촉진

▪ 코로나19로 어려운 기업여건을 고려하여 참여기관의 민간부담금 비율을 완화하고 정부납부 기술료를 면제할 계획이다.

또한, 과기정통부는 하반기 8개의 신규 연구단을 추가 선정할 계획으로, 이를 위해 중장기적 경쟁력 강화가 필요한 100대 핵심 품목 정밀분석과 새로운 기술수요 발굴을 진행하고 있다고 밝혔다. **KIST**

| 소재·공정·시스템 패키지 지원 예시 |

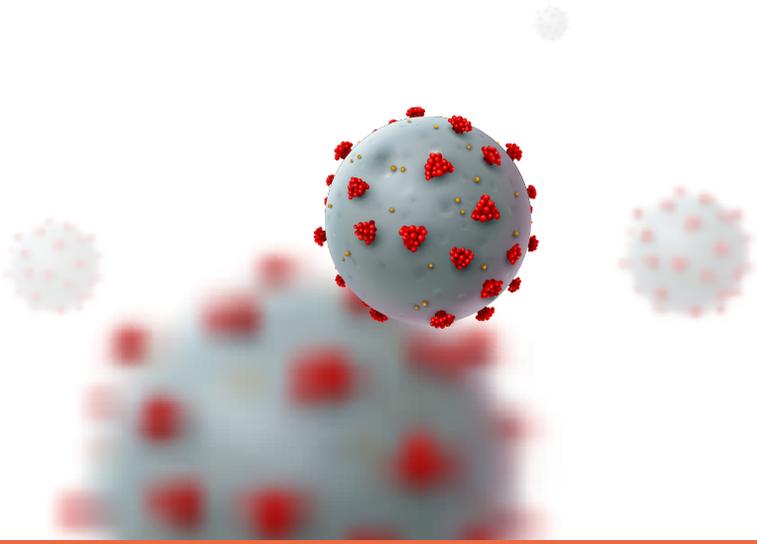


| 산·학·연 융합 기술개발 지원 예시 |

저손실/저잡음 전자기제어 소재기술 (주관 : 재료연)



Technology
Policy
Research
Institute



기술정책연구소

Technology Policy Research Institute

발행 한국과학기술연구원 기술정책연구소 연락처 TEL 02_958_6019