

TePRI

REPORT

2020_vol.110

07



Zoom **IN** 디지털 뉴딜 완성을 위한 퍼즐

Zoom **OUT** 데이터 경제 vs 디지털 경제

人sight 신용현 前 국회의원

THEME series 2030 미래 사회 전망(1)~2030년, 한반도의 기후와 환경

COVER story 국가충격 상시 대비·대응을 위한 국가R&D 체계가 필요할 때

Guten Tag! **EUROPE** 독일 기초 과학분야와 응용분야를 아우르는 라이프니츠 연구협회(2)

S&T Policy Atheneum 학술저널 세계의 부익부 빈익빈

Innopedia 위기의 공유경제와 신뢰 회복을 위한 혁신의 중요성

LAW&science 로봇이 범죄를 저지르면 처벌은 누가 받을까?

hiS&Tory 디지털시대가 요구하는 마음가짐

TREND watch **TECH** 영상류에 효과를 보인 코로나바이러스 백신, 인간에게는? 외 3건

MARKET 환자 중심 의료로의 패러다임 전환, 의료용 웨어러블 시장 성장

POLICY 2019년도 정부R&D 예산 총 20조 6,254억원 집행

TePRI

REPORT 2020_vol.110

07

기술정책연구소

Technology Policy Research Institute



2020 July _vol.110



Zoom IN



Zoom OUT



Asight



THEME series



Guten Tag!
EUROPE



COVER story



S&T
Policy Atheneum



Innopedia



LAW&
science



hiS&Tory

C CONTENTS

- 04 **Zoom IN**
디지털 뉴딜 완성을 위한 퍼즐
- 06 **Zoom OUT**
데이터 경제 vs 디지털 경제
- 08 **人sight**
신용현 前 국회의원
- 14 **THEME series**
2030 미래 사회 전망(1)~2030년, 한반도의 기후와 환경
- 18 **COVER story**
국가충격 상시 대비·대응을 위한 국가R&D 체계가 필요할 때
- 23 **Guten Tag! EUROPE**
독일 기초 과학분야와 응용분야를 아우르는 라이프니츠 연구협회(2)
- 25 **S&T Policy Atheneum**
학술저널 세계의 부익부 빈익빈
- 29 **Innopedia**
위기의 공유경제와 신뢰 회복을 위한 혁신의 중요성
- 31 **LAW&science**
로봇이 범죄를 저지르면 처벌은 누가 받을까?
- 33 **hiS&Tory**
디지털시대가 요구하는 마음가짐
- 35 **TREND watch**
 - TECH 영장류에 효과를 보인 코로나바이러스 백신, 인간에게는? 외 3건
 - MARKET 환자 중심 의료로의 패러다임 전환, 의료용 웨어러블 시장 성장
 - POLICY 2019년도 정부R&D 예산 총 20조 6,254억원 집행



TREND watch

디지털 뉴딜 완성을 위한 퍼즐

김종주 (미래전략팀장, jongjoo@kist.re.kr)

20세기 세계 경제사를 통틀어 가장 큰 영향을 미친 사건 두 개를 꼽으라면 대공황과 제2차 세계대전이 가장 앞자리에 올 것이다. 1929년 대공황은 물가 폭락과 막대한 실업자 양산으로 당시 미국을 문자 그대로 패닉에 빠뜨렸다. 대공황 극복을 가장 큰 과제로 떠안은 루즈벨트 행정부가 내놓은 대안이 오늘날 뉴딜(New Deal)로 불리는 일련의 정책 패키지이다. 뉴딜의 정책 방향성을 정립하고 디테일을 제정한 것으로 알려진 정책자문단, 브레인 트러스트(Brain Trust)에 따르면 뉴딜의 핵심은 공평한 분배(Square Deal)와 적극적인 재정 투입을 통한 인위적 경기 부양에 있다. 실제 30년대 美정부의 정책 면면을 뜯어보면 실업자 구제 등 노동시장 안정과 금융 개혁, 그리고 대규모 토목 공사로 대표되는 공공사업으로 규정된다.

얼마전 손에 잡힐 듯 잡히지 않는 코로나 위기의 극복을 위한 구원투수로 한국판 뉴딜 정책이 등장했다. 지난 5월 취임 3주년 특별연설에서 대통령은 디지털 뉴딜을 핵심 축으로 하는 한국판 뉴딜 구상을 발표하며, 단순히 위기 국면을 돌파하는 프로젝트가 아니라 총체적인 국가 대전환을 이루기 위한 미래비전임을 강조했다. 디지털 뉴딜은 우리 사회가 보유한 ICT와 디지털 경쟁력을 바탕으로 토목 사업이 주가 되었던 전통적 개념의 뉴딜 정책과는 차별화된 ‘21세기형 정책’을 표방하고 있다. 노동시장 안정책이 함께 뒷받침된다는 점에서 루즈벨트의 뉴딜과 일맥상통하지만 일자리 위기 극복과 함께 디지털 경제를 선도하겠다는 점에서 분명한 차이점을 갖는다.

코로나 확산을 막기 위한 불가피한 방책으로 채택한 사회적 거리두기는 역설적으로 우리 사회와 경제 전반의 비대면화와 디지털 전환 등 4차 산업혁명 중심 사회로의 변화를 가속시키고 있다. 금년 상반기 내내



우리는 재택근무나 개인위생의 철저 준수와 같은 직접적 변화뿐만 아니라 교육, 의료, 유통, 교통, 문화 등 거의 모든 측면에서의 일대 변화를 목격하며, 코로나 이후의 미래를 체감해 왔다. 앞으로도 우리 사회에서 비대면 활동의 범위와 허용 정도, 또는 그러한 요구가 급격히 증가할 것으로 예상된다. 이와 같은 측면에서 코로나 이후를 대비하면서 동시에 디지털 경제로의 전환을 준비해 나가는 디지털 뉴딜의 추진은 매우 타당하다 하겠다. 사회 변화뿐만 아니라 산업 지형의 재편 필요성이라는 점에서도 디지털 사회로의 전환은 빼놓을 수 없는 과제이다.



코로나로 직접적인 타격을 입은 산업이 아닐지라도 앞으로 디지털화에 성공한 기업과 그렇지 않은 기업의 성과 차이가 크게 두드러질 것이다. 전통 제조업 역시 마인드셋의 전환이 필요하다. 공유경제, 수소경제 등 산업 혁신을 추동하던 새로운 경제 패러다임 역시 또 한번의 변화에 직면할 가능성이 크다.

디지털 대전환은 그 범위만큼이나 대응 속도 역시 중요하다. 우리가 영위하고 있는 3차원의 세계가 코로나 등의 위기로 위협받을 때, 이른바

디지털 트윈으로 일컬어지는 사이버물리세계(CPS)로 얼마나 빠르게 기민하게 전환되면서 동시에 사회의 균형이 유지될 수 있느냐는 그 사회의 지속가능성을 측정하는 새로운 기준이 될 전망이다. 공공과 민간을 가리지 않고 원격근무, 재택근무 체제로 혼란을 최소화한 상태로 전환될 것이 요구되었고, 전국의 대학, 각급 학교들은 사상 초유의 원격 수업 체제 운영과 동시에 교육의 질적 수준 유지를 요구받고 있다.

사회 변화나 산업구조 재편과 같은 수동적 요인에 의한 4차 산업혁명의 가속화가 아닌 정책수단으로서의 디지털 뉴딜이 빛을 발하기 위해서는 몇 가지 조건들이 요구된다. 첫째, 작금의 위기가 돌파된 뒤 포스트 코로나 시대의 성장을 담보할 수 있도록 오프라인 중심의 기존 산업들을 디지털 산업으로 전환하는데 기여할 수 있어야 한다. 디지털 뉴딜의 구체적 과제로 제시된 D.N.A. 생태계 강화가 그 실천계획이 될 수 있다. 국민 생활과 밀접한 분야의 공공 데이터가 개방·활용되고 기존 산업에 5G 통신, AI 기술이 융합되는 것이 현재로서 우리가 알고 있는 유일한 방법이다. 둘째, 4차 산업혁명으로의 진전으로 예상되는 기존 일자리의 감소 현상을 완화할 수 있어야 한다. 정부는 디지털 뉴딜을 통해 데이터 가공 전문인력, 머신러닝을 위한 데이터 입력 인력 등 직접적 일자리 15만개를 창출하겠다는 계획을 제시했지만 결국 지속가능한 양질의 일자리는 경제 활성화를 통해서만 가능하다. 루즈벨트 시대에 통용되었던 토목 사업 식의 일시적 공공 일자리 대책으로는 디지털 경제로의 전환이 지속되기 어렵다. 비대면산업의 육성을 위해 장기적 안목에서 디지털 교육 인프라를 확충하고 패러다임 전환이 상대적으로 느린 중소기업과 소상공업의 디지털화를 지원하는 것이 바람직하다. 셋째, 범정부 차원의 동력 확보이다. 한국판 뉴딜 정책의 추진 내용과 체계를 살펴보면 과학 기술정보통신부가 정책 컨트롤타워 역할을 맡았지만, 예산은 기획재정부에서, 각 실행 계획은 해당 영역을 소관하는 다수의 정부부처로 분산되어 있다. 디지털 뉴딜에 책정된 13조원의 예산 중 과기정통부가 수행하는 예산이 1조원이 채 안 된다는 점도 아쉬운 부분이다. 디지털 뉴딜이 미래 인프라를 구축하는 21세기식 토목사업에 그치지 않고 국가의 미래비전으로 제대로 자리매김하기 위한 첫 단추가 제대로 마련되었으면 하는 바람이다. 7월 중 발표될 한국판 뉴딜 종합 계획에 관심이 쏠리는 이유다. **kt**

데이터 경제 vs 디지털 경제

박 성 욱 (한밭대학교 교수, supark@hanbat.ac.kr)



문재인 정부가 출범할 때 제4차 산업혁명의 핵심으로 빅데이터 분석, 인공지능, 로봇공학, 사물인터넷 등 새로운 기술혁신이 부각되었다. 제4차 산업혁명의 성공은 양질의 데이터 시장 형성, 고도의 인공지능 기술 확보 및 데이터와 인공지능 간 유기적인 융합에 달려 있다고 강조하였다. 이에 데이터 가치 사슬 전주기 활성화와 세계적 수준의 인공지능 혁신 생태계 조성 그리고 데이터 인공지능 융합촉진으로 데이터·인공지능 선도국가 도약을 위해 2019년 1월 16일 관계부처 합동으로 '데이터·AI 경제 활성화 계획('19~'23년)'을 발표하였다. 실생

활에 데이터가 경제 활동의 일환으로 스며들고 있을 무렵, 세계보건기구(WHO)는 2020년 3월 11일 코로나19에 대해 세계적 대유행, 팬데믹을 선언했다. 팬데믹 선언은 1968년 홍콩독감, 2009년 신종플루 이후 3번째이다. 이에 세계 각국은 전염병의 급속한 확산과 감염 확산 방지를 위한 봉쇄 및 폐쇄 조치에 들어갔고, 글로벌 공급망 훼손, 원유가 폭락, 기업 경제활동 마비 및 소비의 급격한 감소 등 코로나19 팬데믹으로 인한 경제 하방 위험 증가 및 글로벌 경제위기 발발 가능성이 증대 되었다.

코로나19로 인해 물품을 소유의 개념이 아닌 서로 대여해 주고 차용해 쓰는 개념의 우버, 에어비앤비 등 공유경제는 하향국면을 맞이하고 소위 FAANG(페이스북, 아마존, 애플, 넷플릭스, 구글)은 데이터를 사용해 비즈니스를 하여 기업의 가치는 상승하게 되었다.

코로나19로 얼어붙은 경제를 활성화하기 위해, 정세균 국무총리는 2020년 5월 6일 '제4기 공공데이터전략위원회'위원 위촉식과 함께 첫 회의 모두발언에서 "디지털 경제의 원천은 데이터로, 디지털 경제는 곧 데



이터 경제라면서 경제위기 극복을 위해 '디지털 뉴딜'을 추진할 계획"이라고 밝혔다. 또한 문재인 대통령은 5월 10일 취임 3주년 특별연설 중에 "인공지능, 빅데이터 등 4차 산업혁명 기술을 결합해 디지털 경제를 선도해 나갈 충분한 역량을 갖추고 있습니다. (중략) 한국판 뉴딜은 디지털 인프라를 구축하는 미래 선점투자입니다. 5G 인프라 조기 구축과 데이터를 수집, 축적, 활용하는 데이터 인프라 구축을 국가적 사업으로 추진하겠습니다"라고 말씀하셨다. 대통령과 국무총리 모두 데이터의 활용이 다른 산업 발전의 촉매역할을 하고 새로운 제품과 서비스를 창출

하는 데이터 경제를 강조했다고 볼 수 있다.

하지만, 최근 발표되어지는 자료를 보면 디지털 경제와 데이터 경제가 혼합되고 혼동되어 사용되어 지고 있다. 좀 면밀히 보면 디지털 경제와 데이터 경제는 조금 다른 개념이다. 디지털 경제는 1995년 니콜라스 네그로폰테가 'being digital' 책에서 물질 최소 처리단위인 원자(atom)에서 정보 최소 처리 단위인 비트(bit)로 이전되는 양상을 설명하면서 은유적으로 디지털 경제를 최초 사용하였다. 정보가 물리적 혹은 아날로그 형태에서 디지털 형태로 전환하는 것으로 디지털 통신 네트워크, 컴퓨터, 소프트웨어, 기타 정보기술에 기반한 경제라고 정의하였다. 정보와 지식에 기반한 지식기반 경제도 디지털 경제에 포함한 것이다.

데이터 경제는 2011년 데이비드 뉴먼이 가트너 보고서인 'How to Plan, Participate and Prosper in the Data Economy'에서 데이터 경제라는 단어를 처음으로 사용하였고 빅데이터, 오픈 데이터, 연결 데이터 등 데이터로 파생되는 경제로 정의하였다. 그 뒤로 European Commission, 한국정보화진흥원 등 다양한 기관에서도 데이터 경제를 재정의하여 발표하였다.

디지털 경제는 인터넷과 정보기술을 활용하여 가치 창출을 하고 데이터 경제는 데이터와 알고리즘을 활용하여 가치 창출한다는 차이점을 가지고 있다. 또한, 디지털 경제는 사이버 기반 네트워크로 상호연결성이 특징이며, 데이터 경제는 사회적 기반 플랫폼을 두고 인공지능과 결합되어 의사결정을 지원하는 비즈니스 모델로 사업화되고 있다.

그럼에도 불구하고 데이터 경제와 디지털 경제 모두 데이터가 핵심이며, 데이터를 잘 활용하면 생산성이 높아지고 새로운 서비스와 일자리가 생긴다라는 공통점이 있다.

코로나19로 공공 얼어붙은 경제를 되살릴 수 있는 최적의 방법은 데이터가 아닐까 싶다. 가게, 기업, 정부를 움직이는 연료이자 비타민이 이제 데이터이다. 데이터는 이제 선택이 아니라 필수임을 상기하면서 앞으로는 데이터 경제와 디지털 경제가 구분되어 사용되길 바란다. **kt**



'여의도에 과학기술계 목소리를 전하다'
신용현 前 국회의원

4년 전, 한국표준과학연구원(표준연) 원장을 역임 중이던 前 신용현 원장님은
제20대 국회 국민의당 비례대표로 의정활동을 시작하셨습니다.

이번 TePRI 웹사이트에서는 국회와 과학기술계의 소통 창구 역할을 해 오신 신용현 의원님을 모시고
지난 의정활동 이야기와 앞으로 우리 과학기술계, 그리고 차기 국회에 남겨진 과제에 대해 들어보았습니다.

김 종 주 (미래전략팀장, jongjoo@kist.re.kr)

박 지 은 (정책기획팀 연구원, jepark@kist.re.kr)

Q 먼저 요즘 어떻게 지내고 계신지 근황을 여쭙보고 싶습니다. 지난 4년간의 의정활동을 돌이켜보는 소회 한 말씀도 같이 부탁드립니다.

현재는 모교에 잠시 적을 두고 앞으로의 계획에 대해 찬찬히 생각하는 시간을 가지려 하고 있습니다. 35년이 넘게 숨가쁘게 달려오다 처음으로 편안하게 쉬고 있어요. 여유 있는 생활이 너무 낯설지는 않을까 걱정했는데 의외로 생각보다 시간이 잘 가네요(웃음). 물론 올해 초 의정활동에 다시 도전할까 고민하던 시간도 있었습니다. 아무래도 제가 과학기술계와 여성을 대표하는 비례대표로 국회 활동을 시작했는데, 아직 제게 주어진 일을 다하지 못한 것이 아닌가 하는 생각이 들었거든요. 지난 4년간의 경험을 바탕으로 이제는 더 잘 할 수 있겠다는 생각도 들었고, 남겨진 숙제를 마저 해내고 싶다는 생각도 들었고요. 하지만 지금은 조금 여유를 갖고 천천히 다음 계획에 대해 고민하고 있습니다.

지난 4년을 되돌아보자면, 저는 처음 1년이 가장 개인적으로 보람차고 재미있었던 것 같아요. 그 때는 막 시작할 때라 정치는 몰라도 전문가로서 정책은 자신 있었거든요. 좋은 법안, 좋은 정책을 만드는 데 집중할 수 있었던 시간이었기에 기억에 많이 남습니다. 이후 2년차부터는 탄핵, 대선 등 큰 사회적 변화를 맞으면서 전반적으로 정책보다는 선거 자체에 계속 초점이 맞춰져 왔어요. 이런 부분은 아직도 아쉬움이 많이 남습니다.

Q 30년 이상을 물리학자로 살아오시다가 지난 몇 년간은 국회에서 과학기술인들의 목소리를 대변해 주셨습니다. 과학기술인으로 계시다가 국회에서 의정활동을 하며 깨달으신 점이 있을까요?

국회에 입성해 활동하면서 저는 우리 과학기술계가 참 쟁쟁하고 세련된 곳이라는 생각을 했어요. 과학기술계는 경쟁자는 있어도 적은 없고, 논쟁은 있어도 싸움은 별로 없거든요. 제가 처음 경험한 국회는 격한 싸움이 많은 곳이었어요. 논리보다는 강한 어투와 목소리가 이기는 경우가 많았죠. 처음에 제가 대변인 제안을 받았었는데, 다른 대변인들을 보고 한사코 거절했던 적이 있습니다. 과학자는 보통 질문을 받으면 그 질문에 대한 답을 주려고 하는데, 정치인과 과학자는 구사하는 언어가 조금 다르다는 걸 느꼈습니다. 그래서 '아 내가 무턱대고 지금 대변인을 하면 안 되겠구나'하는 생각을 했었죠(웃음). 그래서 이후 한 2년 정도 경험이 쌓여 단련이 되고 나서야 대변인을 맡았어요. 그래도 능숙한 대변인이라고 자신있게 얘기하기는 어려웠죠. 대신 제가 기자들에게 어필할 수 있는 건 '저 사람은 아는 건 안다, 모르는 건 모른다고 솔직하게 얘기하는 사람, 그리고 모르는 부분은 잘 아는 사람을 연결해줄 수 있는 사람'이라는 거였어요. 제가 국회에서 살펴본 결과 전문성을 가진 비례대표들은 대개 어떤 문제가 있으면 해결할 방법을 제시하려 하는데, 그 점을 정부에서도 좋게 봐주는 것 같아요. 하지만 이런 강점이 선거 표로 이어지지는 않는 점은 조금 아쉬운 부분이 있습니다.



국회에서 깨달은 또 한 가지 놀라운 점은 과학기술계를 향한 시선이 제가 생각한 것만큼 긍정적이지 않았다는 점입니다. 과학기술계 학자와 연구원들에 대한 불신이 생각보다 컸습니다. '과학기술만큼 국가와 인류 발전에 크게 기여하는 집단은 없다', '과학기술계는 비교적 깨끗한 집단이다'가 제가 생각한 과학기술계의 이미지였는데 막상 국회에 들어가 살펴보니 다르게 생각하는 분들이 많아 참 많이 놀랐습니다. 도대체 왜 일까 궁금해 들어보니 과학기술계 사람들로부터 모럴헤저드 등에 대한 이야기를 듣는 경우가 많은 것이 원인이었습니다. 예를 들어, 아는 교수가 얘기해주기를 '자기 동료 교수들이 연구비를 허투루 쓰더라' 혹은 '연구는 뒷전이고 로비에 공을 들여 연구과제를 독식하더라' 하는 것이죠. 이런 사례가 자꾸 쌓여 불신의 시선이 된 게 아닌가 생각합니다.

마지막으로 참 안타까운 일이지만, 의정활동을 하면서 종종 들었던 말 중 하나가 '너무 과학기술계 편을 들지는 말라'는 소리였어요. 이유인즉슨, 과학기술계는 선거에서 표가 얼마 되지 않는다는 것인데요. 아무래도 과학기술인들이 다른 집단에 비해 정치적인 목소리를 내는 데에 소극적이라 그런 것 같습니다. 이런 조언을 해 준 사람들도 우리나라 과학기술이 더 발전하기 위해서는 R&D 투자가 필요하다는 방향성에는

대부분 동의합니다. 하지만 예산을 기획하고 집행하는 입장에서는 생각이 다를 수 있어요. 과학기술 R&D에 투자하기 위해서는 그만큼 복지나 SOC 예산을 줄여야 하는데, 정치인 입장에서 표로 이어지는 건 아무래도 과학기술이 아닌 복지나 SOC 쪽이기 때문이니까요. 개인적으로 참 씁쓸하면서도 고민이 많이 되는 문제였습니다.

Q 제20대 국회의원으로서의 의정활동에 대한 자평을 부탁드립니다. 가장 보람을 느끼셨거나 기억에 남았던 의정활동이 있다면 무엇인지 궁금합니다.

글쎄요. 자평한다면 먼저 공운법(공공기관의 운영에 관한 법률)과 연구실 안전법(연구실 안전환경 조성에 관한 법률)을 얘기할 수 있을 것 같네요. 공운법의 경우 제가 한국표준과학연구원 원장 경험이 있었기에 빨리 진행될 수 있었던 것 같아요. 처음 공운법을 제안했을 때 일각에서는 '현재 법으로도 충분하다', '법을 만들 게 아니라 가이드라인에 반영하면 된다'라는 이유를 들며 반대하기도 했었어요. 하지만 현장에서 제가 느낀 바로는 전혀 그렇지 않았거든요. 그래서 '현재 법으로 절대 충분하지 않고, 공운법 제정이 꼭 필요하다'고 강하게 주장했는데, 다행히 우려했던 것보다 빨리 설득이 되었습니다. 연구실안전법도 제가 꼭 해야겠다고 생각한 것 중 하나였습니다. 개정 전 연구실안전법을 살펴보면 연구원의 안전과 생명 보호가 아닌 연구물자와 자원의 효율적인 사용이 목적으로 되어있습니다. 처음에 이 사실을 알고는 정말 황당했던 기억이 있어요. 안전한 환경에서 연구원들이 연구할 수 있도록 이걸 꼭 바로잡아야겠다 싶었고, 결과적으로 완전히 전면개정했어요. 개정이 완료되기까지 시간이 꽤 걸렸지만, 제가 꼭 해결하고 싶었던 문제라 굉장히 보람있었습니다.

미세먼지 대책도 기억에 남습니다. 사실 20대 국회에서 미세먼지 대책은 제가 준비해서 국민의당이 가장 먼저 제안했었습니다. 그 당시만 해도 정부는 미세먼지에 대해서 다소 소극적이었고, 당시 정부종합대책보다 제가 제안했던 대책이 훨씬 적극적이고 구체적이었어요. 2017년에 미세먼지를 국가재난에 포함시키자고 처음 제안했을 때, 모두가 말도 안 된다고 했던 기억이 납니다. 그런데 그 이후 미세먼지 문제가 더 심각해지면서 나중에 통과가 되었고, 개인적으로 참 의미 있는 법안입니다.

“오늘날의 과학기술은 경제발전만 추구하는 것이 아니라,
삶의 질 향상이나 지적 호기심의 추구,
국가 위신 향상 등 다양한 목표를 포괄해야”

Q 그렇다면 의원님께서 생각하시는 차기 21대 국회가 우선적으로 해결해야 할 과학기술계 이슈가 있다면 한 말씀 부탁드립니다.

21대 국회에 많은 과제가 주어졌겠지만, 저는 세 가지 정도를 말씀드리고 싶어요. 첫 번째는 헌법에 과학기술의 역할을 명시하는 것입니다. 우리나라 헌법 제127조를 보면 과학기술은 국민경제의 발전에 기여하는 경제적 발전의 수단으로서 언급되어 있어요. 이게 별 것 아닌 것 같아도 헌법에 명시되어 있기 때문에 우리가 과제 연구계획서를 작성할 때도 꼭 경제적 효과를 포함해야 하거든요. 기재부가 하는 성과평가도 경제적 효과를 평가기준으로 포함해야 하고요. 이제는 국가가 과학기술에 투자하는 근거와 목표를 시대에 맞게 개정하여 헌법에 반영해야 할 때가 되었다고 생각해요. 헌법은 미래 사회변화를 담아내는 그릇이 되어야 한다고 하지 않습니까? 오늘날의 과학기술은 경제발전만 추구하는 것이 아니라, 삶의 질 향상이나 지적 호기심의 추구, 국가 위신 향상 등 다양한 목표를 포괄해야 합니다.

또 한 가지 중요한 과제는 국가 R&D의 효율적인 활용을 위한 거버넌스 개편입니다. 우리나라의 연구개발비 투자는 현재 부처별 혹은 더 작게는 부처의 부서별로 나뉘어서 이뤄지고 있어요. 위에서 완성도 있는 큰 그림을 먼저 그리고, 그 이후 집행을 위해 부처 혹은 부서별로 나뉘야 하는데 현실은 그렇지 못합니다. 이런 모자이크식 예산 배치로는 효율적인 예산 사용이 어렵고, 때로는 사업 프로그램 중복 혹은 공백이 발생하기도 하거든요. 예로, 인공지능(AI)이 중요하다고 입을 모아 얘기하지만 결과적으로 펼쳐 보면 투자가 별로 이뤄지지 않았거나, 인프라에는 집중적으로 투자했는데 관련 인력 투자는 거의 없었다거나 하는 등의 상황이 자주 발생하는 겁니다. 전문가들이 큰 그림을 그려서 예산 편성을 하고 각 부처에서는 집행에 집중해야 합니다. 이 부분에 대해 지속적으로

문제제기를 하고 있긴 하지만, 현실적으로는 시간이 더 필요한 문제인 것 같습니다.

마지막으로 4차 산업혁명에 제대로 대응할 수 있는 교육시스템을 마련해야 합니다. 제가 아마존, 구글, MS 같은 글로벌 IT회사들을 방문해 느꼈던 점은, 우리나라 연구자들도 이제는 완전히 바뀌어야 한다는 것이었습니다. 우리는 데이터 드리븐(Data-driven, 데이터 주도) 사회에 살고 있고, 이런 사회에서의 유능한 연구자란 비슷한 연구 경험이 많거나 지난 연구 히스토리를 많이 아는 사람이 아니라 데이터 활용 능력이 뛰어난 사람일 것입니다. 하지만 현재 교육 커리큘럼과 시스템은 과거에 머물러 있어요. 이제는 누군가가 앞장서서 학생과 연구자를 길러내는 교육도 바뀌어야 합니다.

Q 국회 입성 후, 과학 분야 중심의 의정활동을 펼치실 것으로 예상했지만 의원님께서서는 과학은 물론 여성, 환경, 민생 등 다양한 분야에서 법안을 발의하시며 폭넓은 의정활동을 하셨습니다. 특히 발의하신 89건 중 30여 건이 여성법안인 점이 인상적인데요. 예전부터 여성의 사회 이슈에 대해 관심이 많은 편이셨는지요?

저는 제가 관심이 아주 많은 편인 줄 알았는데, 이제 와 다시 보니 아니었던 것 같네요(웃음). 저는 대한여성과학기술인회 회장도 지냈고, 그 전 2002년 ‘여성과학기술인 육성 및 지원에 관한 법률’을 만들 때도 총무 이사 역할을 했었어요. 그래서 여성과학자들을 위한 실무적인 작업을 많이 했습니다. 여성과학기술인의 채용할당제를 도입할 때 정말 반대가 많았던 기억이 나네요. 돌이켜보면 여교수 가점제나 여성들을 위한 별도의 예산 마련 등을 통해 여성과학자들이 더 적극적으로 경제활동



할 수 있도록 노력하고 관심을 기울였던 건 사실입니다.

그런데 국회에 들어가서 보니, 놀랍게도 과학기술계 여성은 상대적으로 굉장히 좋은 처지에 놓인 것이더군요. 진짜 국회에서 고민해야 할 사람들은 훨씬 더 어려운 처지에 놓여 있었어요. 참담한 현실을 마주하고 정말 고민이 많았습니다. 문제 해결을 위해 저는 두 가지에 중점적으로 노력을 기울였어요. 첫 번째는 과학기술계 여성들을 위해 도입된 제도들을 다른 분야에도 적용하는 것이었습니다. 채용할당제나 여성을 위한 교육 제공 같은 것들이 다른 분야에는 잘 갖춰져 있지 않았거든요. 두 번째는 요즘 많이 얘기가 나오고 있는 성폭력 문제, 특히 디지털 성폭력 문제 해결을 위해 많은 노력을 기울였습니다.

Q 과방위(과학기술정보방송통신위원회)와 여가위(여성가족위원회) 소속이셨던 의원님께 상임위를 바꿔 다양한 경험을 쌓을 것을 조언한 분들이 많았다고 들었습니다. 그럼에도 의원님께서는 모두 거절하고 과방위에 남으셨는데, 그 이유가 궁금합니다.

제가 아무래도 '여성 과학자'이다 보니 자연스럽게 과방위와 여가위 소속으로 국회 활동을 시작했습니다. 2년 활동 후에 소속을 바꿀 수는

있었습니다만, 솔직히 말씀드리면 사실 과방위가 국회에서 인기가 그다지 좋지 않은 위원회 중 하나거든요(웃음). 서로 입장이 첨예하게 대립된 '방송'을 다루는 곳이다 보니 갈등도 많고, 그렇다 보니 상임위가 잘 열리지 않죠. 상임위가 잘 열리지 않으니 법안이 나오기가 어렵고요. 국회의원 입장에서 본인이 속한 상임위에 본인의 법안을 올리고 통과시키는 것이 가장 좋은데, 앞서 말씀드린 이유로 과방위에서는 이런 부분이 어려운 게 현실입니다. 물론 그래도 저는 과학기술계를 대표한 비례대표이기도 하고, 아직 해결해야 할 과제가 많은 것 같아 숙제하는 마음으로 과방위에 남았습니다.

Q 현재 우리나라뿐만 아니라 국제사회가 당면한 코로나 확산 문제에 대해 여쭙보지 않을 수 없는데요. 과학기술계 출신 정치인으로서 과학기술계와 정부가 각각 어떤 극복의 노력을 기울여야 할지 한 말씀 부탁드립니다.

저는 우리나라가 코로나 사태에 이만큼 대응할 수 있었던 건 뛰어난 진단기술 덕분이었다고 생각합니다. 우리나라가 생명공학 분야에 꾸준히 투자해왔기에 현재의 뛰어난 진단기술을 보유하게 되었고, 이런 기술을 기반으로 진단키트가 신속하게 나올 수 있었다고 생각해요. 이제 다음으로 중요한 건 치료기술과 백신개발일텐데, 저는 우리나라가 이것도 상당 수준에 와있다고 봅니다. 특히 생명공학과 의료 쪽에 우리나라의 가장 뛰어난 인재들이 모여 있기 때문에, 이 분야의 세계 선도 가능성은 매우 크다고 평가합니다.

사실 이번 예결위(예산결산특별위원회) 추경 편성에 R&D 예산은 빠져 있다가 나중에 추가되었거든요. 추경 11조 7천억 원 중에 치료제 관련 예산은 30억 원 뿐이었고, 30억 원 중 10억 원은 연구소 설립 및 기본 계획 수립비와 장비비라 실질적인 과제연구비는 20억 원 정도였어요. 이건 정말 말이 안 되는 예산편성이라고 강하게 지적했습니다. 우리나라 바이오와 생명공학은 세계선도 가능성이 충분합니다. 그리고 이 기회를 잡기 위해서는 국가가 적극적으로 지지하고 기술의 시험과 인증이 신속히 진행될 수 있게 도와줘야 합니다.

사실상 코로나가 우리 생활과 사회를 완전히 바꿔버렸지 않습니까? 모든 것이 온라인 위주의 생활로 변화하는 시대에, 의료분야에서도 원격의료, 원격측정과 같은 기술에 대해 대비해야 합니다. 제가 표준연 출신이라 그런지 몰라도 저는 원격의료에 있어서 가장 빨리 대비해야 하는 부분이 표준기술이라고 생각해요. 원격으로 자료를 보내고 받을 때 확실한 표준이 있어야 하거든요. 예를 들어, 서울대학교 병원에서 찍은 MRI를 세브란스병원에 보냈을 때, 똑같이 해석을 할 수 있어야 합니다. 하지만 지금은 기기마다 의료영상의 콘트라스트와 같은 미세한 부분들에 차이가 있기 때문에 같은 의료영상을 두고도 두 의료진이 다르게 해석할 여지가 있어요. 따라서 영상정보와 같은 의료 데이터에 대한 표준화 작업이 꼭 필요합니다. 그리고 이런 문제는 의료 뿐만 아니라 모든 과학기술 분야에 공통적으로 존재하고요.

그만큼 그 한 건의 부정행위의 영향이 큼니다. 나 혼자만 청렴해서 해결 되는 문제가 아니고 나의 동료, 그리고 다른 출연연의 연구원들의 부정을 마주했을 때 모르는 척 넘어갈 것이 아니라 서로 얘기해줘야 합니다. '나만 안 그러면 되지'하는 생각대신 '내 주변에서는 절대 이런 것은 용납 할 수 없다'는 더 적극적인 마음가짐이 있었으면 좋겠습니다. 방심에서 비롯된 아주 작은 행동들이 모여서 출연연에 대한 이미지를 좋지 않게 할 수 있다는 점을 항상 우리 연구원들이 염두에 뒀으면 하는 바람입니다. **김**

Q 의원님께서 한국표준과학연구원 원장, 한국과학기술단체총연합회 부회장을 역임하기도 하셨습니다. 출연연에 대한 이해가 남다르신데, 마지막으로 KIST를 포함한 출연연 연구원 및 직원들에게 당부하고 싶은 말씀이 있다면 부탁드립니다.

두 가지를 말씀드리고 싶어요. 먼저, 출연연에 계신 분들이 사명감과 자부심을 가졌으면 좋겠습니다. 제가 출연연에 재직하던 시절을 돌아 보면 연구환경은 지금보다 더 척박했지만 연구원들은 하나의 직장으로서의 의미를 뛰어넘어 국가적 사명감과 소명의식을 품고 일했던 것 같아요. 지금 연구하시는 여러분께서도 그런 소명의식을 가져주셨으면 좋겠습니다. 두 번째 당부는 출연연이 연구부정행위에 대한 기준을 높게 유지하고 단호하게 대처해야 한다는 것입니다. 뛰어난 연구성과 10건이 있어도 이 성과를 덮어버리는 것이 단 한 건의 연구 부정행위입니다.

주요약력

신 용 현 前 국회의원

- ▲ 제 20대 국회의원, 제 20대 과학기술정보방송통신위원회 및 여성가족위원회 위원
- ▲ 제 12대 한국표준과학연구원 원장, 한국과학기술단체총연합회 부회장 역임
- ▲ 연세대학교 물리학 학사, 충남대학교 물리학 박사



2030 미래 사회 전망(1)

2030년,
한반도의 기후와 환경

최 동 진 (기후변화행동연구소장, djchoi@kried.kr)



1. 2030년 한국의 기후와 환경은 어떻게 될 것인가?

기후변화에 관한 정부간 협의기구인 IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change)에서는 현재 추세처럼 인류가 온실가스 배출을 계속하게 되면, 인류 전체는 되돌릴 수 없는 생존의 위협에 처하게 될 것이라고 경고하고 있다. 기후변화를 연구해온 과학자들은 지구 온난화가 티핑포인트를 지났다는 비관적인 전망을 내놓는 사람도 있다. 다수의 과학자들은 인류가 온난화 추세를 막을 수 있는 시간이 10년 정도 남았다고 평가한다. 앞으로 10년은 기후위기 대응에서 인류에게 가장 중요한 시기가 될 것이다. 지금으로부터 10년 뒤인 2030년은 국제사회가 지향하고 있는 지속가능발전목표들의 최종년도이기도 한다.

2030년의 지구의 기후와 환경은 계속 악화될 것인가 아니면 좋아질 것인가? 2030년의 대한민국은 어떤 기후와 환경에서 살게 될 것인가? 물론 2030년의 미래가 하나의 방향으로 정해져 있는 것은 아니다. 인간들이 어떤 선택을 하느냐에 따라 암울한 미래가 될 수도 있고, 희망의 미래가 도래할 수도 있다. 다음은 2030년의 비관적인 시나리오를 묘사한 것이다.

“2030년, 한반도의 여름, 한달이 넘는 폭염과 열대야로 사람들은 야외 활동을 거의 할 수가 없다. 미세먼지 배출 농도는 줄어들고 있지만, 여름 내내 오존경보가 끊이지 않아서 실내 생활이 일상화되었다. 때때로 찾아오는 신종 감염병으로 마스크가 생활화된 지 오래고, 썩썩가무시, 세균성 이질 등 감염병으로 인한 환자수도 매년 증가하고 있다. 노령인구가 늘어나면서 온열질환으로 사망하는 사람들의 수도 크게 늘어나고 있다. 태풍, 홍수, 가뭄 등 기후변화로 인한 극한기상현상의 빈도와 강도가 계속 증가하여 그로 인한 피해가 갈수록 늘고 있다. 2020년까지만 해도 제주도와 부산, 목포 등 남해안 인접 지역에 국한되던 아열대 기후구가 북상하여 남부~충남 일부까지 확대되었다. 급격한 평균기온 상승으로 생태계 교란이 심각해져 토종참매미와 토종 나비가 대부분 사라지고 침엽수가 빠르게 줄어들고 있다. 아열대성 병충해가 북상하고, 농작물이 살아남을 수 없을 정도로 잡초가 증가하여 농업 생산량이 줄어들고 이는 농산물 가격 폭등으로 이어지고 있다. 바다의 온도가 상승하여 적조와 부영양화가 심각하다. 해수면 상승으로 농경지가 줄어들고 오염을 정화하고 물고기가 알을 낳고 살 수 있는 터전 역할을 하는 갯벌이 크게 줄어들고 있다.”

2. 주요 이슈를 통해서 본 기후변화와 환경의 미래

점점 빨라지는 온난화 속도

한반도의 연평균 기온은 과거 100년 동안 연평균 0.018℃ 씩 증가해 왔으며, 최근 30년 동안 1.2℃가 상승하여, 전지구적 온난화 추세를 상회하고 있다. 여름의 길이가 지속적으로 늘어나서, 최근 30년 동안의 여름의 길이는 117일인데 2030년의 여름의 길이는 5개월 가까이로 늘어날 것이다. 겨울에 눈이 쌓이는 경우가 드물게 된다. 연강수량은 크게 변화가 없으나 강우 패턴이 변해서 지역별, 계절별 편차가 커지고 불규칙해진다. 남부지방은 태풍과 홍수피해가 심각해지고, 중부이북지방은 물부족이 심화될 가능성이 크다.

빈발하는 극한 기상현상

태풍, 가뭄, 폭염과 같은 극한 기상현상이 갈수록 더 자주 더 심해진다. 폭염발생빈도가 늘어나고 고령화가 진행됨에 따라서 2030년의 폭염 사망자는 2020년에 비해서 50% 이상 증가한다. 사회 전체를 마비시킬 수 있는 극한 기상현상으로 인한 대규모 재해의 발생 우려가 점점 커지게 된다. 초강력 태풍으로 인해서 GDP의 1%가 넘는 피해 가능성이 있다.

미세먼지보다 무서운 오존 위협의 증대

대체로 2020년대까지는 미세먼지 농도 증가하였으나 미세먼지 배출량을 줄이기 위한 강력한 규제와 중국발 미세먼지의 감소로 미세먼지에 대한 국민들의 우려는 많이 줄어든다. 그러나 대기오염으로 인한 피해는 갈수록 커지고 있다. 미세먼지 농도는 줄었지만, 대기 중 오존의 농도는 더 심각해져서 여름의 대부분을 오존 경보 속에서 살아야 한다. 야외 활동은 거의 엄두도 못내고 사람들은 대부분의 시간을 실내에서 보내야 한다.

플라스틱 폐기물로 인한 해양 생태계의 위기

한반도 주변 바다에는 플라스틱 폐기물 분포가 집중되어 있고, 해양 생태계에 심각한 악영향을 미쳐 왔다. 우리나라 1인당 플라스틱 소비량은 미국이나 일본보다 훨씬 많아 해양쓰레기 오염의 주범으로 비난받고 있다. 그러나 2020년대 이후 플라스틱폐기물의 생산과 소비를 줄이고, 재활용률을 높이는 자원순환사회로 전환하기 위한 노력으로 2030년의 플라스틱 폐기물의 발생량은 크게 줄어든다. 그럼에도 불구하고 과거에 배출해온 플라스틱 폐기물이 워낙 많이 누적되어 해양생태계가 황폐화 되고 있다. 플라스틱으로 인한 해양오염으로 사람들은

자연산 물고기 보다는 안전하게 키운 양식물고기를 더 선호하게 된다.

줄어드는 녹지면적과 생물종 다양성

녹지 면적은 산림, 공원, 초지, 관목지 등 자연적인 토지로 덮인 면적으로 인간 사회와 생태계가 기후변화에 적응할 수 있는 능력(회복탄력성)의 중요한 요인이다. 녹지 면적은 육상 생태계가 주는 다양한 혜택(생태계 서비스)과 동식물 서식지로 생물다양성과 밀접하게 관련된다. 2030년 남한의 도시화 면적은 지속적으로 증가하고 농지와 숲 면적은 감소한다. 특히 난개발로 인해 도시화 면적이 급팽창할 것이고, 생태계의 종 풍부도 (Species richness)는 크게 감소할 것이다.

3. 기후위기 극복을 위한 과제

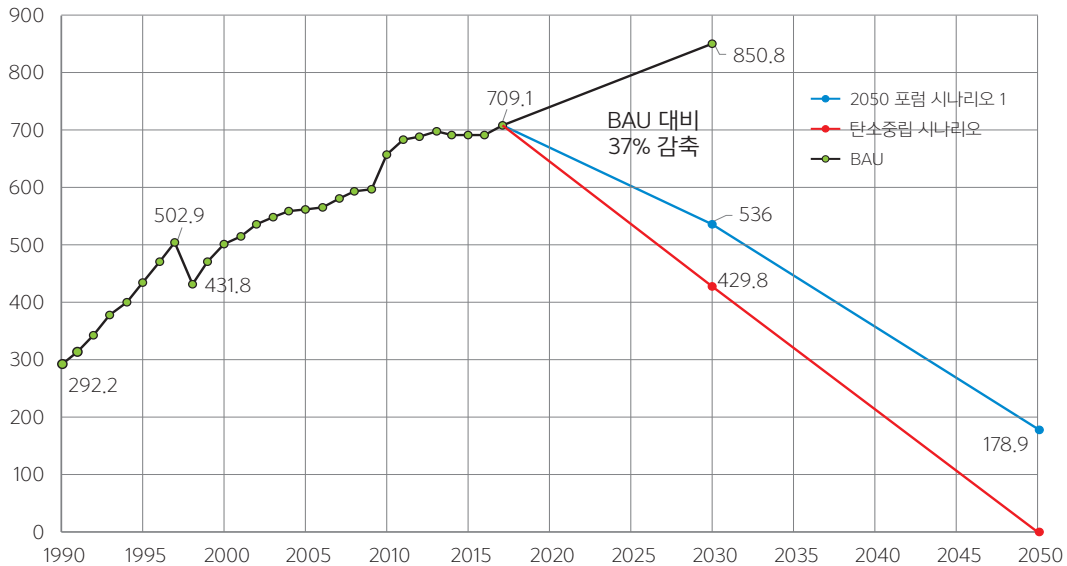
탄소제로 사회로의 과감한 전환

2018년 10월 인천 송도에서 열린 '기후변화에 관한 정부 간 협의체(IPCC)' 총회에서는 "지구의 평균기온 상승폭을 1.5도로 제한하려면 이산화탄소 배출량을 2050년까지 0으로 줄여야 한다"는 결론을 내린 바 있다. 유럽 연합은 2050년까지 탄소제로 사회를 실현하겠다는 목표를 설정하고 구체적인 로드맵을 내놓고 있다. 세계의 많은 주요 기업들은 재생에너지를 100% 사용하겠다는 RE100(Renewable Energy 100%) 선언을 하고 있다.

2020년 파리협정으로 대표되는 신기후체제가 들어서면 환경규제가 전방위적으로 강화되어 이를 지키지 못한 기업들은 시장에서 도태될 것이다. 우리나라는 '파리기후협정'에 따라 2030년에 배출될 것으로 전망되는 이산화탄소 등 온실가스를 전망치보다 37%(5억 3,600만톤) 줄이겠다고 약속했다. 이를 위해 정부는 산업 부문별 에너지 이용효율 제고, 산업공정 개선, 친환경 원료와 연료로의 대체 등을 추진하겠다는 계획을 발표했다. 기존 건축물의 그린 리모델링 활성화, 재생에너지 보급 확대, 전기·수소전지차 보급 확대, 자동차 연비기준 강화, 선박·항공기 연료효율 개선 등도 주요 추진 과제로 설정하고 있다.

그러나 우리나라의 현재의 정책 수준으로는 2050년의 탄소제로 사회와는 한참 거리가 멀다. 더 과감한 에너지전환과 온실가스 배출량 저감 정책이 필요하다. 하지만 현재의 정책으로도 기존 주력산업계가 강하게 반발을 하고 있어서 탄소제로 정책이 어느 정도 속도를 낼 수 있을지

| 국내 온실가스 배출량 추이와 전망 |



불투명한 상황이다. 기후위기 비상행동 등의 시민단체들에서는 기후 위기 비상사태를 선포하고 2050년까지 탄소제로사회를 달성하기 위해 계획을 세울 것을 요구하고 있다.

그린 인프라에 대한 적극적인 투자

그동안의 성장과 개발은 자연 환경의 희생을 담보로 해왔다. 높은 수준의 환경규제를 기업혁신과 경쟁력으로 인식하기보다는 경제성장의 발목을 잡는 장애로 여겨왔다. 지금도 개발면적을 늘리고 보호구역을 해제하고, 환경규제를 완화해야 한다는 주장이 강하다. 그 결과 녹지면적은 계속 줄어들었고, 급기야 미세먼지가 일상화되고 무한할 것 같은 바다가 플라스틱 폐기물로 채워지게 될 걱정까지 하게 되었다. 현재의 추세대로라면 한반도는 야외생활이 불가능할 정도로 초미세먼지와 오존 등의 대기 오염 속에서 살게 될 수도 있다. 미세플라스틱이 사람들의 건강을 위협하는 중요한 요인이 될지도 모른다.

미래의 한반도를 미세먼지가 없는 아름다운 자연환경을 누릴 수 있는 세계적인 낙원으로 만드는 일이 불가능한 것은 아니다. 보호구역과 도시 녹지면적을 더 늘리고, 폐기물의 발생량을 줄이고, 자원순환정책을 강하게 추진하면 된다. 미세먼지와 폐기물 발생을 줄이기 위한 국제적인 협력을 강화해야 한다.

그러나 이는 모두 지금 누리고 있는 편리함이나 기대하고 있는 개발의

편익에 대한 인식의 전환이 필요하다. 미세먼지를 줄이기 위해서 도심에 자동차가 진입하지 못하게 하거나 높은 혼잡통행료를 물리는 정책을 수용할 수 있어야 한다. 그린벨트를 해제하는 것이 아니라 도시의 녹지와 공원면적을 더 늘려야 한다. 폐기물을 많이 발생시키는 제품에는 높은 환경부담금을 부과해야 한다.

코로나 19가 초래한 위기를 극복하기 위한 한국판 뉴딜은 기후위기 극복의 중요한 계기가 될 수 있다. 한국판 뉴딜이 일자리와 녹색전환을 동시에 달성할 수 있는 그린뉴딜이 된다면 2030년은 기후위기의 암울한 미래가 아니라 탄소제로 사회로 전환을 확신할 수 있는 희망의 미래가 될 수 있다.

2050 지속가능한 한반도를 위한 사회적 약속

국제사회와 선진국들은 기후변화와 관련해서 IPCC라는 정부간 협의체를 통해서 2050년의 미래를 위한 행동계획을 제시하고 있다. UN은 지구촌의 지속가능한 발전을 위한 17개의 목표(SDGs)를 설정하고, 이를 이행하기 위한 행동계획을 제시하고 있다. 우리나라는 이러한 국제적인 추세에 적당히 따라가는 정도의 노력을 해왔다. 그러나 이러한 적당히 따라하는 방식으로는 우리나라의 2050년 기후와 환경의 미래는 암울하기만 하다. 2050년의 새로운 미래를 위한 사회적 약속과 실천계획이 필요하다. “지속가능한 한반도를 위한 2050 행동 계획”을 같이 만들어야 하지 않을까? **ktg**

국가충격 상시 대비·대응을 위한 국가R&D 체계가 필요할 때

조용래 (STEPI 미래전략팀장, yongra@stepi.re.kr)



COVID19 사태로 도래될 뉴노멀(New Normal) 시대

중 국 우한發 COVID19 사태는 글로벌 체제를 지배해 온 기존 사회·경제·문화 질서의 전방위적인 재편을 암시하고 있다. 한국의 경우, 정부의 초기 대응에 있어서는 대한의사협회가 수차례 권고한 외국인 출입 통제 및 입국 금지 조치의 미실시, 조기 종식 시점과 상황에 대한 성급한 판단과 발표 등 미숙한 모습을 보여주었다. 이후 사태가 급변하는 과정에서 대기업 및 진단키트 분야 중소·중견기업, 그리고 민간 의료계의 목숨을 건 헌신적인 노력과 시민들의 적극적이고 성숙한 협조로 인하여 한국은 비교적 안정적인 대응 역량을 보여주었다.

그럼에도 불구하고 국가별로는 확산 추세가 다르게 나타나고 있는 산발적 클러스터 지역감염 양상도 지속될 것으로 보인다. 한 국가가 조심한다고 해서 해결될 수 있는 수준이 아닌 것이다. 전 세계적으로는 1,000만 명이 넘는 폭발적인 확진자 수 및 50여만 명에 이르는 사망자 수(2020년 6월 말 기준), 남반구의 겨울, 아프리카에서의 풍토병화 조짐 등은 감염병 확산 패턴이 주기적 반복으로 이어질 가능성을 고조시키고 있다. 팬데믹(Pandemic)의 본격화와 감염병의 일상화가 우려된다. 미국에서 하드로록 시클로로퀸(Hydroxychloroquine)이 효능을 보이고 있지만, 전용 치료제의 개발과 보급이 시급한 실정이다. 전용 치료제가 개발된다고 해도 중증환자에 대한 폐렴 치료제 역할이 주가 될 것이다. 백신 개발 역시 요원해 보인다. 좋은 싫든 이런 점을 전제로 미래를 준비해야 하는 것이 우리의 현주소이다.

국가전략 틀의 근본적 전환의 필요성

정황들을 종합해 보면 이번 사태는 향후 글로벌 사회 체계의 근본적 변화로 이어질 가능성이 높다. 당장의 소강상태와 확산상태에 일희일비해서는 안 된다. 이른바 ‘사회적 거리두기’를 지속하면 조기 종식이 가능하고 정상으로 돌아갈 수 있다는 성급한 희망을 버려야 할지 모른다. 팬데믹 국면은 향후 몇 년 간 지속될 것이므로 개인 방역활동의 일상화가 필요하다(조용래 외, 2020b; Campbell, 2020; Kissler et al., 2020).

앞으로 무슨 일이 터질지 모른다는 인식을 갖고 ‘뉴 노멀(new normal)’ 시대를 준비하는 국가전략이 필요하다. 향후 몇 년 동안 팬데믹은 지속될 것이라는 전제 하에 국가의 의료, 경제, 행정, 외교, 과학기술 등 모든 시스템을 장기전에 맞춰 전환하고 관련 대책을 마련해야 한다. 이러한

견지에서, 이제 정부는 국민에게 희망을 담은 메시지를 주는 감성적 접근과는 별도로, 냉정하고 실존적 관점에서 팬데믹이 일상화된 포스트 코로나(Post-Corona) 시대 준비를 해야 할 것이다. 비상상황에 대한 단기적 위기 대응과 함께, 국가충격을 초래하는 감염병 위기의 신호를 상시적으로 감지하고 모니터링하는 중장기적 대비가 요구된다(조용래 외, 2020b). 일상적 국가 운영 시스템과 위기 대비·대응 시스템을 이원화하여 병행하는 ‘dual track’ 작동이 그것이다.

포스트 코로나 시대 주요 환경 동인과 국가 혁신정책 방향

이번 COVID19로 인한 팬데믹 사태는 모든 분야에 전방위적으로 큰 위기이나, 또 한편으로는 국민에게 실질적으로 도움이 될 국가와 정책의 역할에 대하여 고민하고 그 방향을 재설정할 수 있는 계기가 될 수 있다. 이번 사태는 한국의 쿼텀 점프(quantum jump)를 위한 새로운 기회이며, 진취적 자세로 국난을 극복하기 위한 노력이 필요하다. 이러한 측면에서 필자는 과학기술적 관점에서 정부의 포스트 코로나 시대 대비·대응을 촉구하고자 한다.

이번 사태에서 찾아야 할 핵심 아젠다는 두 가지다. 하나는 과학기술은 국가위기의 국면에서 무엇을 해야 하며 어떠한 역할을 해야 할 것인가, 그리고 다른 하나는 과학기술은 팬데믹 등 이상 징후에 대한 조기경보(Alarm)와 예측에 어떻게 기여해야 하는가이다.

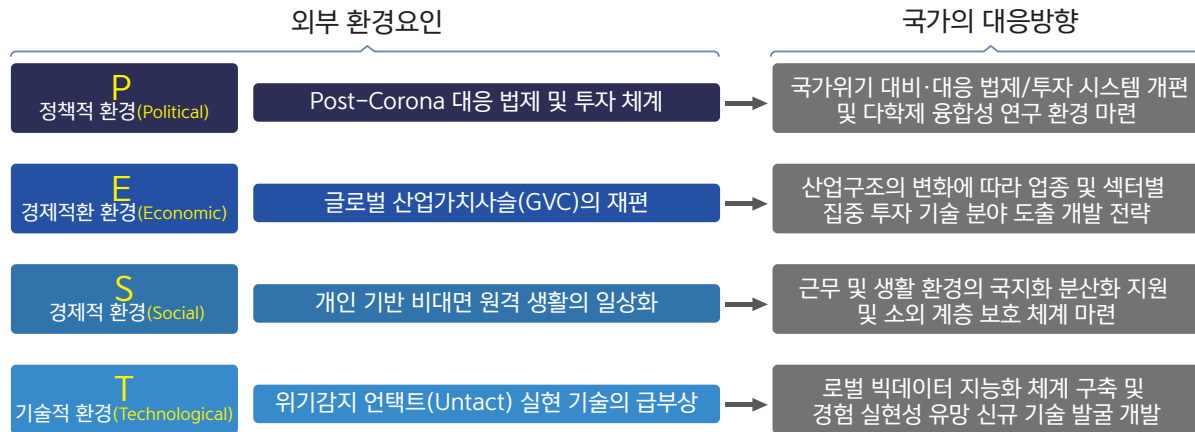
이러한 아젠다에 답하기 위해서는, 전 세계의 광범위한 데이터들을 수집하고 분석하여 일기예보와 같이 주기적으로 모니터링하는 시스템 마련이 필수적이다. 즉, 위기 감지(sensing)와 사전 경보를 위한 상시 가동 시스템이 필요하다(조용래 외, 2020b). 이 부분은 어느 누구도 아닌 국가가 직접 챙겨야 하는 영역이다. 국가 혁신정책 역시 이 부분에 초점을 맞추어 설계해야 함은 두말할 필요도 없다.

향후 COVID19 이후 전개될 변화의 양상을 정치·경제·사회·기술 환경 분석(PEST)의 맥락에서 정리하고, 과학기술혁신정책 관점에서 대응 방향을 요약하면 다음과 같다.

외부 환경변화의 주요 동인과 내용

- 정책적(P): COVID19로 인한 사회의 변화를 반영한 기존 법제와 R&D 예산운용을 포함하는 국가 투자 체계의 재편

| 그림. COVID19 이후 PEST 관점의 환경변화 양상과 국가 대응방향 |



- 경제적(E): 글로벌 산업가치사슬(GVC, Global Value Chain)의 재편
- 사회적(S): 개인 기반 비대면 원격 생활 등 삶과 일의 방식 변화
- 기술적(T): 위기의 상시감지 및 언택트(Untact)*를 실현하는 기술 급부상

* '접촉(Contact)'을 뜻하는 '콘택트'의 Prefix인 콘(Con)을 '언(Un)'으로 대체하여 붙여 '접촉하지 않는다'는 의미로 만들어진 신조어. 기계로 메뉴를 주문하는 키오스크나 VR(가상현실) 쇼핑, 챗봇 등 첨단 기술을 활용하여 판매 직원이 소비자와 직접적으로 대면하지 않고 상품이나 서비스를 제공하는 사례가 여기에 해당

외부 환경변화예의 국가의 대응 방향

- 정책적(P): 국가위기에의 상시적 대비·대응을 위한 법제 체계와 투자 시스템 개편 및 다학제 융합성 연구 환경 마련과 이를 위한 연구 행정정책 수립
- 경제적(E): 기존 GVC의 붕괴 및 재편 과정에서 발생하는 산업구조의 변화에 따라 산업 섹터별 새롭게 주목해야 할 기술분야 (예: 국가 생존과 안위에 영향을 미치는 국가 전략목적 기술(CPT)) 도출/개발 정책(조용래, 2020a)
- 사회적(S): 근무와 생활환경 패턴의 국지화와 분산화를 지원하는 체계(예: 원격회의 및 재택근무, 온라인쇼핑, 극사실적 가상현실 구현, 원격진료) 및 디지털/재택생활환경에서 소외되는 계층에 대한 보호/지원 정책

- 기술적(T): 글로벌 빅데이터 지능화 체계 구축을 통한 위기신호에 대한 상시적 감지 체계 구현 및 원격/비대면 상황에서 실제와 최대한 유사한 경험을 제공하는 '경험 실현형' 유망·신규 기술의 발굴과 개발 정책

요약하자면 이렇다. 과학기술 관점에서 볼 때 그동안 4차 산업혁명 기술로 대표되는 AI, AR, 빅데이터, 블록체인 등 프론티어 기술(Frontier Technology)의 산업적 활용이 이제는 선택이 아닌 필수가 될 가능성이 높다. 디지털 혁신과 전환이 팬데믹 사태로 인하여 가속화되는 것이다. 국가 혁신정책은 이러한 기술들을 어떻게 국민들이 실생활에서 체감할 수 있는 제품과 서비스로 구현할 것인가에 초점을 맞추어 구상되어야 할 것이다.

국가 과학기술혁신정책 제안

첫째, 국가 R&D 지원 체계의 전략성을 강화하라

생명안보 및 산업기술안보 관점에서의 국가 위기상황(조용래 외, 2020a; 2020b)을 준비하는 국가 R&D 기획 및 수행 체계 마련과, 이를 구현하기 위한 정부 출연연구소 운영의 유연성 확보가 요구된다.

먼저, 국가충격과 재난적 상황을 준비하는 R&D 예산 상시 투자 체계의 틀을 마련해야 한다. 예를 들어 국가 R&D 가용 예산의 10% 가량은 국가 위기 상황에 대비할 수 있도록 상시 편성하는 것이다(조용래, 2020). 이러한 맥락에서, 국가위기를 준비하는 기금/Grant 방식의 장기적·안정적 예산의 별도 계정(국가 인프라 예산) 편성을 제안한다.

표. 과기정통부·보건복지부 기금사업 현황

과기부(백만원)		복지부(백만원)	
원자력기금	184,181	국민건강증진기금	4,244,800
정보통신기금기금	927,626	국민연금기금	132,918,900
방송통신발전기금	980,689	응급의료기금	294,800
과학기술진흥기금	62,309		
계	2,154,805	계	137,458,500

자료: 보건복지부(2020), “2020년도 보건복지부 소관 예산 및 기금운용계획 개요”

과학기술정보통신부(2020), “과학기술정보통신부 2020년도 예산 및 기금운용계획 사업설명자료”

출처: 조용래 외(2020b)

이를 통하여 감염병 연구비에 대한 일반회계 예산 확보 프로세스의 간소화와 편성·운용의 자율성을 보장할 수 있다(조용래 외, 2020b). Grant 예산 편성 외에도, 총사업비 500억 원, 국가 재정규모 300억 원 이상이 투입되는 대규모 국가 위기 대응 R&D 사업을 기획할 시, 예비 타당성조사 면제를 통한 예산 반영 절차의 간소화 조치 등 제도적 보완도 제안한다.

다음으로 경쟁(Competition)과 협력(Cooperation)을 동시에 구사하는 ‘코피티션(Co-opetition)’形 국가 출연연구소 운영이 필요하다(조용래, 2020). 일례로, 현재 한국에서 대표적인 감염병 대응 국책 연구팀으로서 한국화학연구원의 ‘신종 바이러스(CEVI, Convergence for Emerging Virus Infection) 융합연구단’과 한국생명공학연구원의 ‘감염병연구센터’를 들 수 있다. 두 연구소에는 연구 인프라를 포함 약 1,000억 원대의 R&D 예산이 2010~2019년 간 투입되었다(길애경·이유진, 2020.04.07). 평시에는 수월성 확보와 과제 수주를 위한 경쟁 기반 연구가 필요하겠으나, 연구조직 내부적으로는 융합 기반의 협력 연구가 활성화되어야 한다(Inter-Competition, Intra-Cooperation). 특히, 현재와 같은 비상시에는 협력 기반의 공동대응 체계 마련이 필수적이다(Inter-Cooperation)(조용래, 2020).

둘째, 국가 안전보장 R&D 추진을 통해 분야별 전략목적기술을 상시 준비하라

생명안보 관점의 국가위기 및 포스트 코로나 시대의 새로운 사회질서 변화에 따라 Untact 기술 등 국가 전략목적기술의 급부상을 대비하는

R&D 기획을 서둘러야 한다. 사회 변화에 적극적으로 대처하기 위하여 차년도 및 중장기, 그리고 당해연도 기관 사업기획시 시의성 높은 수요를 상시 발굴하여 팬데믹 대응 혁신정책 방향을 제시하기 위한 R&D 기획 방식을 가동해야 한다. 현재 대부분의 정부 출연 연구소들은 차년도 연구에 대한 기획을 전년도 4월 경 착수하여 마무리하는 방식을 운영 중이다. 이러한 체계는 국가위기에 대한 효과적인 대처를 불가능하게 하고 있다. 기관 고유사업의 R&D 아이টে들에 대해서는 현행 기획 프로세스를 유지해야 할 것이다. 이와는 별도로, 팬데믹의 생명안보 및 ‘소부장’(소재·부품·장비) 사태의 산업기술안보 등 국가 안위와 직결되어 당해연도 또는 수시로 발생하는 기술충격(조용래, 2020a) 이슈에 상시 대응하기 위한 기관 재량의 예산·기획 변경이 가능하도록 자율성을 높여야 할 것이다.

셋째, 대규모 정보분석 기반 대비·대응 체계 및 다학제 전문가 그룹을 마련하라

COVID19와 같은 팬데믹이 지역화되면서 사태의 양상이 매우 심각해지게 되면, 국가가 올바른 의사결정을 내릴 수 있도록 다각적으로 관련 정책 대안을 마련하여야 할 것이다. 한정된 자원과 인력을 최적화하여 문제 발생의 근원에 집중해야 할 부분이 어디인가에 대한 수시 의사결정이 필수적으로 요구되기 때문이다. 이를 위해서는, 정보 분석과 예측 수준을 넘어, 국민이 실질적으로 체감할 수 있는 실현가능한 대응 방안 중심의 국가전략과 이를 구현하기 위한 시스템 마련이 필요하다. 이러한 맥락에서, 팬데믹에 대응하는 한국형 시나리오 플래닝을 제안한다. 생명안보를 위협하는 국가충격 양상을 미리 예측하여 모델링하고 대응요령

을 구체적으로 제시하는 '미래 행동 매뉴얼'을 개발해야 한다. 이 작업에는 대규모의 빅데이터 분석 예측 연구가 뒷받침되어야 한다. 캐나다 블루닷社 방식과 같이, 보건/의료 및 자연환경 데이터 외에도 사회현상에 대한 방대한 데이터를 AI 기법으로 분석하여 글로벌 이상 징후와 위기 신호를 감지해야 한다.

국가 비상사태에서 정부의 오판 가능성을 줄이는 동시에 올바른 대응 요령을 시민사회에 발신하는 역할을 담당할 기구 또한 필요하다. 국가 위기 상황은 그 파급효과가 사회 전방위에 걸쳐 발생하므로, 특정 분야 전문가들뿐만 아니라 다양한 이해관계 주체들이 참여하여 다각도로 국가 시스템 솔루션 개발을 위해 노력해야 한다. 이를 위한 인문-과학-사회-경제를 아우르는 다양하고 열린 국가 자문그룹의 구성과 운영이 상시적으로 이루어져야 한다. 현재 국가연구회는 크게 국가과학기술연구회(NST)와 경제인문사회연구회(NRC)로 구성되어 있는 바, 두 연구회 소속 기관들이 공동 대응하기 위한 능동적이고 적극적인 노력이 필요하다(조용래, 2020; 조용래 외, 2020b).

넷째, 국가 감염병 종합 대책 총괄 기능을 담당하는 R&D 주체가 필요하다

국가가 전주기 감염병 백신·치료제 개발 과정을 통합 관리하는 역할을 담당해야 한다. 백신의 연구-개발-생산에 이르는 감염병 대응 전주기에 있어서 유관 부처 및 연구기관·병원·기업의 역할을 연계·조정함으로써 백신 개발 과정을 최적화할 필요가 있다. 특히, 기존의 감염병 관련 R&D 기능 외에도 유사시 전략물자 생산 및 제조, 유통을 모니터링하고 소요판단을 제기하는 기능을 수행해야 한다. 즉, 감염병 R&D-생산/제조-유통을 연결하는 생명보건 융합연구의 오픈 이노베이션(Open innovation) 플랫폼의 위상을 가지는 것이 핵심이다(조용래 외, 2020b).

다섯째, 글로벌 공조체제와 적극적인 국제 협력에 눈을 돌려라

끝으로, 글로벌 기술패권 경쟁의 가속화 속에서도 팬데믹 상황은 결국 전세계가 운명공동체이고, 협업관계로 공동의 리스크에 대응해야 함을 일깨우고 있다. 재난재해, 감염병 등 질병, 기후변화 등 국가난제는 곧 글로벌 난제를 의미하고 있다. 이러한 점에서, 최근의 보호무역주의의 대두 속에서 감염병에 대한 글로벌 협력이 필요한 현 상황은, 모순적 두 가지 속에서 국가정책이 균형을 유지해야 한다는 점에서 그 난이도가

높다.

많은 감염병들이 저개발국 및 개발도상국에서 발생한다는 점에 주목해야 한다. ODA 사업 운영에 있어서, 한국의 과학기술혁신정책을 전수하는 것뿐만 아니라 현지 정보 수집을 바탕으로 팬데믹 상황을 초래할 수 있는 신종 감염병의 위기신호를 감지하는 모니터링에도 초점을 맞추어 추진되어야 할 것이다(조용래 외, 2020b). 선진화된 정보분석 체계 개발을 기반으로 현재 범세계적 백신 개발 네트워크와 같은 국제 공조체제에 참여하기 위한 노력 역시 병행될 필요가 있다.

맺으며

COVID19가 촉발한 국제사회의 급격한 변화로 앞으로의 세계가 이전 시대로는 돌아갈 수 없을지도 모른다. 오시이마모루(押井守)의 '공각 기동대(攻殻機動隊, Ghost in the Shell)'나, 이에 영향을 받은 워쇼스키의 '매트릭스(Matrix)'는 디스토피아적 미래사회에서 인간 본질의 경계는 무엇이며, 그 경험의 범위는 어디까지가 진실인가에 대한 근본적인 질문을 던지고 있다. 현재의 COVID19 사태는, 아득히 먼 미래의 이야기로나 느껴졌던, 인간의 오감을 구현하는 경험 기술의 일상화를 위한 국가적 차원에서의 준비가 필요함을 일깨우고 있다. 이 속에서 과학 기술혁신 관점에서의 글로벌 연대와 공조, 이를 위한 신뢰와 협조 체계 구축이 요구된다. 국가와 인류에 던져진 유례가 없는 난제와 도전에 어떻게 응전할 것인가는 우리의 마음가짐과 행동에 달려 있다. **ks**

참고문헌

- Campbell, D.(2020, March 15), "UK coronavirus crisis 'to last until spring 2021 and could see 7.9m hospitalised'", The Guardian. Retrieved from <http://www.theguardian.com/world/2020/mar/15/uk-coronavirus-crisis-to-last-until-spring-2021-and-could-see-79m-hospitalised>
- Kissler, S. M. et al.(2020, April 14), "Projecting the transmission dynamics of SARS-CoV-2 through the postpandemic period", Science. Retrieved from <http://science.sciencemag.org/content/early/2020/04/24/science.abb5793>
- 길애경·이유진(2020.04.07), '각자 도생' 무한 경쟁으로 연구현장 '지리멸렬', 헬로디디.
- 과학기술정보통신부(2020), 과학기술정보통신부 2020년도 예산 및 기금운용 계획 사업설명자료.
- 보건복지부(2020), 2020년도 보건복지부 소관 예산 및 기금운용계획 개요.
- 조용래(2020). '국가R&D 100조' 시대를 준비하는 연구 정책. 한림원의 창, 127, pp. 17-19.
- 조용래·박현준·이선아·최종화·이정노(2020a). 산업기술안전보 관점의 국가 전략 목적기술(CPT) 도입과 정책방향. STEPI Insight, 256, pp. 1-54.
- 조용래·이종혁·이명화(2020b). 생명안전보 관점의 감염병 상시 대비·대응 과학 기술혁신전략. STEPI Insight, 255, pp. 1-29.

독일 기초 과학분야와 응용분야를 아우르는 라이프니츠 연구협회(2)

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

(지난호에 이어 계속...)

라이프니츠 연구협회에서는 신진연구자 육성과 새로운 연구과제 발굴을 위해 다양한 연구비 지원 프로그램을 운영하고 있다. 특히 우수한 박사급 연구원에게 주니어 그룹리더와 라이프니츠 교수 제도를 이용하여 라이프니츠 소속 연구소에서 경력을 개발 할 수 있는 프로그램을 운영 중이며, 연구협회의 조직화 및 인프라 개발을 위한 프로그램도 운영하고 있다.(표2)

각 프로그램에서의 연구주제는 라이프니츠 연구협회에 소속된 연구소의 연구내용이라면 자유롭게 신청할 수 있으며 평가를 통해 선정된 주니어 그룹리더 경우 해당 연구가 진행 중인 연구기관에 소속 되어 5년 동안 연구그룹을 이끌게 되며 라이프니츠 교수의 경우 연구소와 협력학교에 함께 소속되어 연구팀을 이끌게 된다. 해당 주니어 그룹리더와 라이프니츠 교수는 연구 자율성을 보장 받으며 자신이 제안 한 연구과제 발전을 통해 평가 받아 이 후 소속 기관에서 지속 연구를 할 수 있는지에 대한 심사결과를 받게 된다.

개별 연구소 내에서 자체예산이 지원되는 장기 연구주제의 경우 단발성 연구개발 보다는 단계를 나누어 과제를 구성하게 되며 각 단계별 산업

및 과학 분야에 기여할 수 있는 구체적인 모델과 목표를 제시하여야 한다. 특히 장기 연구 주제는 해당 연구소의 시설 투자 및 연구원 구성에 대해서도 많은 변화를 가져올 수 있는 사항이므로 각 해당 기관에 자문 및 정책 평가를 겸하는 위원들과의 소통도 함께 이루어 지며 해당 연구소 이외에도 주변 유관기관과 대학교의 특성에 맞게끔 발전 모델을 만들어 만들어 간다.

하지만 대부분의 연구 수행은 외부 과제 제안을 통해 연구비를 수주하는 형태로 진행되게 되며 이는 소속 연구소의 규모와 해당 그룹의 연구 인프라 및 연구 장비를 확장하는 것에 가장 큰 비중을 차지하고 있다. 그중 대표적으로 독일연구재단(DFG, Deutsche Forschungsgemeinschaft, German Research Foundation), 유럽연합 과학연구 지원 펀드(EU Horizon), IGF(Industrial Community Research) 등의 연구비 집행 기관에 과제를 제안하게 되며, 성공적인 과제 수주 및 연구 수행을 위해 단일 연구소 과제 제안 보다는 컨소시엄을 통해 둘 혹은 셋 이상의 연구소가 함께 연합하여 연구과제를 제안하는 경우 흔하며, 이 때 총괄 과제책임자 이외에도 해당 기관의 과제 담당자를 두어 유기적으로 연구가 수행될 수 있도록 연구팀을 구성하고 있다.

| 표2. 라이프니츠 연구협회 지원 연구 프로그램 |

프로그램 명	주요 내용 및 목표
LEIBNIZ JUNIOR RESEARCH GROUPS	젊은 (국제) 인재 유치 및 연구회 홍보를 위한 개인 지원 확대 우수한 자격을 갖춘 여성 과학자의 목표 지원 Leibniz Junior Research Groups를 통한 국제화 촉진
LEIBNIZ PROFESSOR PROGRAM	대학과의 전략적 협력 촉진 및 라이프니츠 교수 프로그램을 통한 유능한 여성 과학자 대상 자금 조달
LEIBNIZ COOPERATIVE	자금 지원 프로그램을 통한 Leibniz Association의 과학적 협력
EXCELLENCE	조직화
LEIBNIZ TRANSFER	자금 지원 프로그램을 통한 지식 및 기술 이전 및 미래 지향적인 연구 인프라 개발

4. 평가

4.1 라이프니츠 연구소 평가

앞서 기술한 것과 같이 라이프니츠 협회는 연방 정부와 주 정부가 공동으로 자금을 지원받고 있기에 독일 공동과학 회의(GWK)¹⁾에서 협의된 내용에 따라 7년 마다 정기적으로 공동 자금 지원에 대한 외부 평가를 받고 있다. 외부평가에 대한 절차는 GWK를 통해 선정된 외부 평가 의원(독일 및 해외 연구자들과 연방/주정부 관계자 포함)들과 라이프니츠 협회 소속 평가 의원들의 상임위원회 회의를 통해 두 단계로 평가를 진행하고 있다.

첫 번째 단계에서 시행하는 과학 평가는 독립적인 연구전문가 그룹에 의해 사전에 정의된 기준에 따라 평가하며, 여기에는 상원 상임위원회 구성원 외에도 독일과 해외의 숙련된 전문가가 포함된다. 일반적으로 이들 동안의 기관 방문을 기반으로 전문가들은 기관의 연구의 질과 중요성을 분석하여 서면 평가 문서 및 평가 보고서를 작성한다. 평가 보고서에는 단순히 기존 연구개발에 대한 결과분석과 평가만 있는 것이 아니라 기존 연구에 대한 확정 제안 및 권장 사항이 포함되어 있으며 평가를 받는 기관에서도 보고서에 관련된 연구 방향 및 권고 사항에 관련 의견을 제시할 수 있어 일방적인 평가가 아니라 유기적으로 소통하는 연구 평가를 받는 것이 매우 우수한 점이다. 두 번째 단계에서, 상원 상임위원회에서는 평가 보고서를 작성하고 이를 바탕으로 라이프니츠 상임위원들은 평가 기관에 대한 과학적 정책 방향 및 연구비 사용 및 집행에 대한 결정과 권고가 이루어진다.

4.2 외부과제 평가

외부 과제 평가의 경우 한국의 일반적인 평가 방법과 크게 다르지 않으며 연구비 지원 기관에 따라 평가 방법과 평가 시기가 상이하다. 예를 들어 기업 관련 연구 지원을 위해 만들어진 기관인 IGF 연구비의 경우 과제 지속기간 동안 1년에 한번씩 매우 짧은 형태의 연차 보고서(10장 내외)를 통해 과제 수행에 대한 달성 정도와 연구내용 이전 결과로 연 평가를 진행하게 되며 과제 종료로 앞두고 연구 결과에 대한 자세한 내용을 포함하는 최종 과제보고서를 통해 연구의 목표달성 및 연구비 사용에 대한 평가를 진행하게 된다. 이와 동시에 앞선 연구개발을 통해 새로운

연구주제 및 지속연구가 이루어질 수 있는 경우 최종보고서와 함께 지속가능 연구에 대한 제안서를 함께 제출함으로써 연속적인 연구가 이루어질 수 있도록 하는 제도를 가지고 있어 매우 효율적인 연구연속성을 가지는 장점을 가지고 있다.

4.3 개인 평가

필자가 속한 라이프니츠 신소재연구소의 경우 소속 연구자의 평가가 따로 이루어지지 않고 있으며 이를 근거로 연봉 또는 인센티브 지급에 대한 논의도 이루어지지 않는다. 이는 대부분의 라이프니츠 소속 연구소에서 시행하고 있는 정책이며, 대신 매년 그룹을 이끌고 있는 그룹리더와의 1:1 상담을 통해 본인이 진행하고 있는 연구 및 개인의 목표에 논의하게 되며 연구소의 발전뿐만 아니라 연구소에 소속된 연구원의 개인적 목표 설정과 성취를 위해 함께 논의하는 시스템을 갖추고 있다.

5. 라이프니츠 연구협회의 장점을 이용한 정부 출연연의 발전방향

라이프니츠 연구협회의 장점은 앞서 서론에서 설명한 것과 같이 다른 협회 연구소와의 유기적 관계와 공동 인프라 활용을 통한 기초과학의 투자 및 이를 기반으로 하는 응용과학 발전을 함께 이루어내는 점이라고 할 수 있겠다. 일반적으로 막스플랑크는 기초과학에 대한 연구를, 프라운호퍼 연구협회는 응용과학에 집중하는 모습과 달리 라이프니츠 연구협회는 기초과학을 바탕으로 개발된 연구 내용을 연구소 내 인프라를 활용하여 지역 회사 및 국/내외 기업들을 대상으로 다양한 컨소시엄을 마련하고 실제로 제품화를 위해 노력한다는 점이다. 예를 들어 라이프니츠 신소재 연구소의 경우 연구소 내 이노베이션 센터를 두어 실험실 크기의 연구에서 그치는 것이 아니라 파일럿 혹은 대량 생산에 가까운 형태의 시설과 인프라를 구축함으로써 실제 다양한 복합 재료 및 구조 재료 기반의 제품을 생산해 낼 수 있는 시설을 가지고 있다. 이를 통해 다양한 기업과제를 함께 수행함으로써 내부적으로는 기초 연구와 실험에 대한 노하우를 축적하는 동시에 대외적으로 산업발전에 이바지하고 있다. 따라서 라이프니츠 연구협회가 추구하는 연구개발에 대한 방향성이 한국정부 출연 연구소의 모델과 함께 고려되어 진다며 이상적인 정부 출연 연구소로 발전할 수 있을것이라 예상한다. **ktg**

1) GWK(Gemeinsame Wissenschaftskonferenz): 2008년에 설립된 GWK는 연방 및 주 정부에 시행하고 있는 과학 및 연구 정책 전략, 과학 자금 및 과학 시스템과 관련된 모든 문제를 다루고 있다. GWK의 구성은 연방 및 주 정부의 과학 및 재무 장관으로 구성되며 독일과 유럽 및 국제 과학/연구 정책 분야에 관련된 사항을 조정하는 역할을 하고 있다.

학술저널 세계의 부익부 빈익빈

매튜효과(Matthew effect)로 살펴보는
학술저널의 양극화 현상

송 창 현 (연구기획·분석팀 연구원, ch.song@kist.re.kr)



“무릇 있는 자는 받아 풍족하게 되고,
없는 자는 그 있는 것까지 빼앗기리라”
-마태복음 13장 12절-

Robert K. Merton(1968)은 과학자 사회에서 초기의 작은 인지도 차이가 영구적인 불평등으로 이어질 수 있음을 주장하면서, 이를 위 성경 구절의 이름을 따 '매튜효과(Matthew effect)'로 명명하였다. 과학자들의 연구 생산성, 명성, 지위 등에서 시간이 누적됨에 따라 수확 체증(increasing returns to scale) 효과가 존재한다는 것을 처음으로 밝힌 것이다. 간단한 예로 저명한 대학의 연구자들은 상대적으로 덜 알려진 대학의 비슷한 수준의 연구자들보다 학생 유입이나 연구비 지원 등에서 더 나은 혜택을 누릴 것이라고 쉽게 예상할 수 있다. 이렇게 하여 획득된 추가적인 자원들로 인해 시간이 흐를수록 격차는 더욱 벌어지게 된다.

매튜효과는 과학자들이 자신의 과학적 성과를 인정받는 과정에서 발생하는 불평등 기제를 설명하는 이론으로 제시되었으나, 이후 다양한 분야에서 그 개념이 활용되기 시작했다. 비단 과학자뿐만 아니라 다른 여러

직군에서도 유사한 현상이 발견되며, 경제 현상이나 사회 현상에서도 이러한 누적된 이익(cumulative advantage)에 따른 차별적인 효과가 존재한다는 것이 알려져 있다. 학술저널의 경우도 예외는 아니다. 대표적인 학술논문 데이터베이스인 Web of Science에는 1만 4천여 종의 SCI급 저널들이 있으며, 또 다른 데이터베이스인 Scopus에는 2만 4천여 종의 저널들이 존재한다. 하지만 이 가운데 주목을 받는 저널은 극소수에 불과하다. 각 분야별로 수많은 저널들이 오랜 역사 동안 탄생과 소멸을 반복했지만, 소위 저명한 저널의 위치는 좀처럼 흔들리지 않았다. 미국 과학진흥협회(AAAS)에서 발간하는 Science지가 처음 창간된 연도가 1880년이었고, 영국 Nature Publishing Group에서 발간하는 동명의 저널은 그보다 앞서 1869년 창간되었다. 이 외에 각 분야별로 저명한 저널들 역시 아주 오랜 세월을 거쳐 지금까지도 정상의 위치를 지키고 있다.

| 표 . 과학자와 학술저널에서의 매튜효과 비교 (Drivas & Kremmydas, 2020) |

구분	과학자	학술저널
reward system (resource-based pathway)	저명한 과학자가 더 많은 자원(학생, 연구비 등)을 확보함으로써 더 높은 수준의 연구를 수행	더 높은 순위의 저널은 더 우수한 논문들을 유치함으로써 피인용수가 올라가게 됨
communication system (perception-based pathway)	과학자의 저명한 지위는 동료 과학자들에게 그들이 더 높은 수준의 연구를 수행하고 있다는 인식을 줌	더 높은 순위의 저널은 구성 논문의 질과 무관하게 저널 자체의 지위만으로 피인용수가 올라가게 됨

학술저널의 세계에서 발견되는 매튜효과는 과학자 사회에서의 그것과 유사한 논리로 설명이 가능하다. Merton(1968)은 저명한 과학자들의 과학적 성과들이 어떻게 더 높은 관심을 받게 되는지를 두 가지 측면으로 나누어 설명하였다. 하나는 reward system으로, 해당 과학자가 가진 명성이 연구자원이라는 보상을 통해 실제로 더 높은 수준의 연구를 수행할 수 있는 동력으로 작용한다는 개념이다. 다른 하나는 communication system으로, 해당 과학자의 저명한 지위가 동료 과학자들의 인식에 미치는 영향과 관련된 개념이다. 저명하다는 사실만으로도 해당 과학자가 더 높은 수준의 연구를 하고 있다는 인식을 줄 수 있으며, 연구 결과가 더 빠르게 전파됨으로써 선점 효과를 누릴 수 있다. 학술저널의 순위가 피인용에 미치는 영향에서도 동일한 방식이 적용된다. 더 높은 순위의 저널로 실제로 우수한 논문들이 몰림으로써 자연스럽게 해당 저널에 대한 피인용이 증가할 수 있다. 이는 순수하게 저널을 구성하는 논문들의 질에 기인하는 현상이라고 할 수 있다. 한편, 더 높은 순위의 저널이라는 이유만으로 해당 저널의 논문들을 인용하는 현상도 벌어진다. 저명한 저널이라는 지위가 개별 논문의 우수성과 무관하게 피인용에 영향을 미치는 것이다. 이와 같은 과정을 거쳐 상위 저널로의 집중화는 시간이 지날수록 더욱 가속화된다.

일반적으로 저널의 우수성 지표 중 하나로 활용되는 impact factor(IF)의 경우에도 비슷한 현상이 발견된다. 저널의 IF는 해당 저널의 논문들을 인용한 논문의 수를, 해당 저널에 실린 논문 수로 나눈 값으로 정의된다. 지표 산출 과정에 따르면 저널에 실린 각 논문들이 다른 논문들에서 많이 인용될수록 IF가 상승하게 된다. 논문의 좋은 내용이 피인용을 이끌어내는 경우다. 하지만 저널의 IF가 높다는 이유만으로도 더 많은 피인용이 발생하는 경우도 있다. IF의 이 같은 내생성(endogeneity)은 논문과 피인용 사이의 인과적 관계를 왜곡하는 요인으로 작용한다.

물론 저명한 저널에 실리는 논문들이 상대적으로 더 우수할 가능성이 높다. 수준 높은 논문들을, 많은 연구자들이 읽고 참고하여 인용하는 경우가 많을 것이다. 하지만 연구자들의 인용 행위가 단순히 논문 자체의 우수성에만 기인하지는 않는 것으로 밝혀졌다. 최근에는 각 저널에서 엄격히 금지하고 있지만, 과거 논문들 가운데는 완전히 동일한 내용임

에도 복수의 저널에 실리는 경우가 종종 있었다. 이때 더 높은 impact factor를 가진 저널에 실린 논문이, 낮은 impact factor를 가진 저널에 실린 논문에 비해 2배 이상 더 많은 피인용 수를 기록한 것으로 나타났다(Larivière and Gingras, 2010). 이는 인용 행위가 해당 논문이 가진 고유한 가치에 의해서만 결정되는 것은 아니라는 사실을 명백히 보여주는 사례다.

학술저널에서 매튜효과가 발생하는 이유를 보다 자세히 파악하기 위해서는, 연구자들이 저널 순위에 반응하여 다른 논문을 인용하는 과정을 이해하는 것이 필요하다. Drivas & Kremmydas(2020)는 학술저널의 특징들을 반영하여, 이를 ‘information effect’와 ‘signalling effect’의 두 가지로 구분하였다. 전자인 information effect는, 높은 순위의 저널로부터 제공되는 정보의 양이 많다는 사실을 전제한다. 한정된 시간 속에서 연구자들은 높은 순위의 저널들을 우선적으로 접하게 될 가능성이 높다. 저널의 높은 순위가 논문에 대한 접근성과 가시성을 높여, 결과적으로 해당 저널의 논문들을 더 많이 인용하게 되는 것이다. 반면 후자인 signalling effect는, 저명한 저널의 논문들을 인용함으로써 자신의 논문 역시 높은 수준이라는 신호를 주기 위함임을 전제한다. 논문을 읽게 될 다른 연구자들은 물론, 심사의견을 내는 익명의 리뷰어(reviewer)들과 논문의 게재 결정 권한을 가진 에디터(editor)에게 무언의 메시지를 전달하는 수단으로 쓰이는 것이다. 경영학 분야에서 양질의 저널 순위목록으로 활용되는 Academic Journal Guide를 대상으로 한 실증분석에서는, signalling effect가 상대적으로 더 우세하다는 결과가 나왔다. 비슷한 수준의 최상위 저널 가운데 같은 기간 순위가 상승한 집단과 하락한 집단의 피인용 경향을 비교한 결과, 연구자들의 의도적인 인용 행위가 분명히 나타난 것이다.

학술저널의 서열화로 인한 문제점과 개선방안

학술저널의 서열화는 다양한 부작용을 드러내고 있다. 첫째로, 연구 결과가 논문 게재까지 이르는 시간이 지나치게 오래 걸린다는 점이다. 대다수의 연구자들은 실질적인 연구가 종료된 이후, 논문을 최종적으로

게재하기까지 불필요하게 길고 지루한 투고 과정을 경험해본 적이 있을 것이다. 이는 실을 수 있는 논문의 편수가 제한된 저명한 저널일 수록 더욱 극명하게 나타난다. 본래 peer review라고도 하는 논문 심사 과정은, 익명의 동종 분야 연구자들로부터 엄밀한 검증을 통해 우수한 논문만을 가려내기 위한 목적을 지녔다. 그러나 지금같이 분야 별로 세분화되고, 지식의 발전 속도가 빠른 상황 속에서 무작위로 선정된 2~3명의 리뷰어만으로 게재 여부가 결정되는 관행은 너무도 비합리적이고 비효율적이다. 성과가 시급한 연구자들을 대상으로 악탈적 저널(predatory journal)이 기승을 부리는 것도 이 때문이다. 둘째로, 학술저널별로 소위 이너서클(inner circle)이 형성된다는 점이다. 모든 저널이 그렇지는 않겠지만, 일부 저널의 경우 에디터를 비롯하여 논문 게재 결정에 영향을 미칠 수 있는 심사자들이 같은 이해관계를 가진 그룹인 경우들이 있다. 소수의 연구자들이 물밑에서 제왕적 권력을 휘두를 수 있는 환경이 조성될 수 있는 것이다. 해당 그룹에 속하지 못한 외부 연구자들이 이러한 저널에 논문을 내는 데에는 훨씬 더 많은 노력과 인내가 필요하다. 마지막으로 학문의 다양성이 훼손될 우려가 있다는 점을 들 수 있다. 서열의 정점에 있는 저널에서 주로 다루는 주제, 방법론을 답습하는 아류작들이 쏟아지고, 다양한 관점을 지닌 비주류 연구들이 점점 더 도태될 수 있다(Willmott, 2011). 분야를 막론하고 학문의 패러다임을 바꾼 혁신적인 연구들은 역설적으로 기존 연구와 완전히 달라야 했다는 점을 기억할 필요가 있다.

학술저널의 서열화로 인한 부작용을 해소하기 위해서는 연구자와 연구기관, 정부 등 다양한 이해관계자들이 힘을 모아야 한다. 연구자 단위에서는 signalling effect에 주목할 필요가 있다. 우수저널 목록, IF 등으로 매겨진 순위에 연구자들이 왜곡된 방식으로 반응한다는 의미이기 때문이다. 더 높은 순위의 저널을 인용하지 않더라도 심사과정에서 불이익이 없도록 리뷰어들에게 참고문헌 리스트를 블라인드 처리하여 제공하는 방법, 더 나아가서는 과학계 전체가 동참하여 저널 순위를 비공개로 전환하도록 학술저널 출판사를 압박하는 방법 등도 가능할 것이다. 저널의 순위를 개별 논문의 성과로 판단하여 각종 평가에 반영하는 연구기관들의 관행도 개선해야 한다. 우수한 저널 목록, 논문의 피인용 등은 해당 연구성과의 영향력을 추정할 수 있는 유용한 도구임에

틀림없다. 그럼에도 불구하고 해당 지표들이 역으로 그 지위를 공고히 하는 수단으로 재활용된다면, 이에 따른 부작용도 고려해야 한다. 이미 일부 과학계에서는 샌프란시스코 선언(Declaration on Research Assessment, DORA)을 통해 저널의 IF를 개인 연구성과 평가에 남용하지 말 것을 권장한 바 있다. 어쩔 수 없이 연구자들을 평가해야 하는 기관입장에서는 단순 지표로 평가하고픈 행정 편의주의적 접근을 버리고 대안이 될 수 있는 여러 방식들을 치열하게 고민해야 한다. KST

참고문헌

- Drivas, K. & Kremmydas, D. (2020). The Matthew effect of a journal's ranking. *Research Policy*, 49, 103751.
- Larivière, V. & Gingras, Y. (2010). The impact factor's Matthew effect: A natural experiment in bibliometrics. *Journal of American Society for Information Science and Technology*, 61(2), 424-427.
- Merton, R. K. (1968). The Matthew effect in science: The reward and communication systems of science are considered. *Science*, 159(3810), 56-63.
- Willmott, H. (2011). Journal list fetishism and the pervasion of scholarship: reactivity and the ABS list. *Organization*, 18(4), 429-442.

위기의 공유경제와 신뢰 회복을 위한 혁신의 중요성

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



“Thank you for not riding with Uber”

코로나 팬데믹이 한창인 2020년 4월, 우버(Uber)는 어느 누구보다 역설적인 광고를 집행하였다. 현 시점에 우버를 타지 않고 집에 머물러 주어 감사하다는 메시지를 통해 코로나의 확산을 막기 위한 강력한 사회적 거리두기 흐름에 동참한 것이다.

2008년 글로벌 경제위기가 초래한 소비에 대한 사람들의 인식 변화와 함께 하버드의 Lessig 교수가 개념화한 공유경제(Sharing Economy)는 새로운 소비 형태로 등장했다. 기존의 소비와 생산에 초점을 둔 상업경제(Commercial Economy)와 달리 이미 생산된 재화를 공유하며 가치를 극대화시키는 공유경제는 ICT기술의 발전과 함께 거침없는 성장세를 보여 왔다. 2015년 Statista가 선정한 가장 가치 있는 스타트업 순위에서

1위와 3위를 차지했던 우버와 에어비엔비(Airbnb)는 폭발적인 성장을 통해 기업가치가 한때 각각 134조와 37조로 평가받기도 했다. 이는 GM, 포드, 크라이슬러의 시가총액 합이나 힐튼 호텔체인의 시가총액을 넘어서는 수치로 시장의 전통적인 강자들을 위협하는 규모였다.

하지만 전 세계를 강타한 코로나 바이러스 대유행과 함께 공유 경제 신드롬을 이끌어온 회사들은 이제 생존을 염려하고 있는 상황이다. 승차 공유업체의 양대 산맥인 우버와 리프트(Lyft)는 탑승량이 전월대비 80% 넘게 감소함에 각각 전체 직원의 14%와 17%를 해고하였다. 숙박 공유업체인 에어비엔비 또한 25%의 직원을 해고하고 신규 사업들 또한 축소하였을 뿐만 아니라 대규모 자금을 고리의 대출을 통해 차입하는 등 위기를 극복하기 위하여 고군분투 중이다. 지난 3월 포브스에 Kumar Mehta가 기고한 칼럼의 제목처럼, 지금은 공유경제와의 작별을 통해 사회적 거리두기에 기반한 고립경제로 나아가는 시점이 아닌가 생각될 정도이다.

기본적으로 공유경제는 재화를 구매하지 않고도 전통적인 채널 외에 참여자간의 직접 혹은 제 3자를 통하여 제품이나 서비스를 임대/임차/공유/교환 하는 수단이다. 필연적으로 공유경제 플랫폼은 사용자와 공급자가 하나의 자원을 공유하는 특징을 가지게 되며 다른 전통적인 플랫폼에 비하여 양자간 더욱 긴밀한 관계를 맺게 된다. 이에 많은 연구들은 공유경제 플랫폼에 대한 '사용의도'에 선행되는 중요한 요인으로 '신뢰'를 주목했다.

'신뢰'는 과거 연구에서 거래 상대방이 필요한 행위를 해줄 것이라는 믿음을 바탕으로 취약성(Vulnerability)에 기꺼이 노출되어 주는 것으로 정의되기도 한다. 진정으로 현 코로나 시대에 깊이 와 닿는 정의이기도 하다. 신뢰는 예전부터 대다수 공유경제 플랫폼의 근간이 되는, 실제

눈으로 제품을 확인할 수 없는 전자상거래 시장의 구성과 성공에 관한 핵심적인 요소로도 오랫동안 작용해왔다.

특히 공유경제와 같은 양면 플랫폼 시장에서는 사용자와 공급자 그룹간 플랫폼 내에서의 상이한 역할과 정보의 비대칭성 때문에 양 집단 간에 작용하는 신뢰의 역할이 다르게 작용하여왔다. 연구에 따르면, 공유경제의 사례에서는 자원을 제공하는 공급자의 경우 잠재 소비자들에 대한 정보가 부족하기에 소비자에 대한 신뢰가 직접적으로 플랫폼 참여의도에 영향을 미치지 않았지만, 타 고객이 미리 작성한 리뷰와 게시된 자원에 대한 내용을 통해 대여할 자원에 대한 충분한 정보를 획득할 수 있는 수요자의 경우 신뢰가 플랫폼에 대한 참여의도에 직접적인 영향을 미치는 점을 확인할 수 있었다.

이번 코로나 사태에 공유경제 업체들은 일제히 양 집단의 신뢰를 회복하기 위한 조치를 취했다. 우버는 선제적으로 코로나시대에 걸맞는 뉴 노멀(새로운 표준, New normal)을 마련하였다. 우버는 기사와 탑승객들에게 온라인 체크리스트를 활용하여 마스크 착용, 손씻기, 소독 등을 예방 조치를 취했음을 앱 내에서 확인할 수 있도록 하였다. 기사와 승객들은 누구든 마스크를 쓰지 않으면 상대를 우버 앱에서 신고할 수 있으며 신고가 누적된 이는 서비스에서 퇴출당한다. 또한 승객의 앞좌석 탑승금지, 짐의 경우 승객이 직접 운반, 환기를 위한 창문 개방 정책 또한 집행되었다.

에어비앤비도 전문가의 조언을 바탕으로 적극적인 대응을 마련하였다. 먼저 효과적인 청소와 방역을 위해 강화된 청결기준을 설정하였다. 숙소가 해당 청결 기준을 준수하기로 동의하고 수행하는 경우 숙소페이지에 엄격한 살균 청소절차를 따르는 숙소를 강조 표시하여 고객이 쉽게 확인할 수 있게 하였다. 청결도 부문의 최근 평점이 4점 이상이 되지 않으면 강조표시가 페이지에 게시되지 않기에 고객이 이를 신뢰할 수 있게 설계하였다. 또한 숙소당 72시간 공실 기간을 설정하는 기능을 새로 마련하였다. 고객의 숙박 후 72시간 동안 해당 숙소를 자동으로 공실로 남겨, 공기 중 잔존 코로나 바이러스의 노출위험을 최소화할 수 있다. 이를 통해 고객들로 하여금 자신 이전에 이용하였던 고객에 대한 신뢰문제 또한 해결할 수 있는 선택지를 제공한 것이다. 이러한 정책들은 공유경제 플랫폼 ‘시스템에 대한 신뢰’를 양 방향 참여자들

에게 모두 확보하고 서로간의 신뢰 또한 형성할 수 있는 조치였다.

일반적으로는 불특정한 주체가 관리하는 서비스보다는 소유주와 관리업체가 분명한 자산에 대한 신뢰도가 높을 수밖에 없다. 비슷한 예안이 라면 관리주체가 명확한 호텔이 에어비앤비 숙소보다 선호될 것이다. 하지만 공유경제 업체는 민첩한 의사결정 체계를 보유하고 있고, ICT 기술을 활용하여 전체 플랫폼 참여자들과 상호간의 피드백을 강화하고 신속한 대응책을 마련할 수 있다. 이는 전통적인 업계의 경쟁자인 택시나 숙박업계보다 빠른 방향 전환이 가능한 공유경제 업체의 강점을 보여준 사례이다.

공유경제의 대표업체들에게 지금은 분명 어려운 시기임은 사실이다. 하지만 이미 파산을 신청한 렌터카 업체 허츠(Hertz)의 사례나 긴축을 통해 버티고 있는 대형 호텔 프랜차이즈들이 더 이상의 사업 확장과 투자 유치가 어려운 상황에서 공유경제 플랫폼은 코로나 사태 이후의 기회를 바라볼 수 있다. 공유경제 플랫폼은 코로나가 진정된 이후 새로운 플랫폼 참여자들의 확보를 통해 성장과 확장이 빠르게 가능하다. 비록 지금의 매출을 잠시 동안 포기하더라도 빠른 코로나 종식은 그들에게 새로운 기회가 될 수 있다.

이번 코로나 사태를 통해 지금껏 꾸준히 제기되어왔던 공유경제 플랫폼에 대한 참여자들의 신뢰 문제를 해결하고 한 발 더 빠른 혁신의 방향성을 제시한다면 아직은 공유경제와 작별하지 않아도, 함께 걸어갈 시간이 더 길지 않을까 기대해본다. **KL**

참고문헌

- 신건호 외. (2017). C2C 공유경제 서비스 참여자 간의 비대칭적 플랫폼 참여의도. *Information Systems Review*, 19(3), 47-67.
- Lessig, L., (2008). *Remix: Making Art and Commerce Thrive in the Hybrid Economy*, penguin, New York, NY.
- Mayer, R. C., Davis, J. H., & Schoorman, F. D. (1995). An integrative model of organizational trust. *Academy of Management Review*, 20(3), 709-734.
- Metha, K. (2020). Welcome the Isolation Economy (Goodbye Sharing Economy). *Forbes*, March 23, 2020

로봇이 범죄를 저지르면 처벌은 누가 받을까?

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

어렸을 적 본 영화에서 등장한 로봇은 그 자체로 신기한 존재였다. 이후에 일명 ‘살인로봇’이라고 해서 사람을 해치도록 프로그래밍 된 로봇이 영화에 등장했을 때도 이는 현실하고는 거리가 먼 언젠가 미래의 얘기였다. 그런데 2020년, 우리는 프로그래밍된 대로 명령을 수행하는 로봇은 물론이고 인공지능의 학습을 통해 스스로 판단하고 결정하는 로봇의 시대에 살고 있다. 그렇다면 로봇이 과실 또는 고의로 범법 행위를 한 경우 그에 대한 처벌은 누가 어떻게 받을 것인가? 또 다른 종족(?)으로서의 로봇의 등장이 시간문제가 된 지금, 현재의 법제 하에서 로봇의 범죄는 어떻게 이해될 수 있을 것인지를 생각해 보는 것은 다가올 미래에 우리가 법과 제도를 어떻게 바꾸어야 할 것인지를 생각하는 시금석이 될 수 있을 것이다.

우선 현재 시행중인 우리나라의 법률 가운데 ‘인공지능 로봇’과 가장 유사한 개념으로는 ‘지능형 로봇’ 개념이 있다. 「지능형 로봇 개발 및 보급 촉진법」 제2조 제1호의 정의에 따르면 ‘지능형 로봇’이란 외부환경을 스스로 인식하고 상황을 판단하여 자율적으로 동작하는 기계장치(기계장치의 작동에 필요한 소프트웨어를 포함한다)를 말한다.

그러나 「지능형 로봇 개발 및 보급 촉진법」은 지능형 로봇을 인간과 마찬가지로 스스로 예측하고 판단하는 주체가 아니라, 인간의 프로그래밍에 따라 그 예측범위 내에서 활동하는 객체이자 산업발전의 대상으로 규정하고 있기에(동 법 제1조), 그 처벌조항은 지능형 로봇투자회사의 자본금 사용처를 위반하여 재산을 운용하는 경우(5년 이하의 징역 또는 5천만원 이하의 벌금), 지능형 로봇투자회사 또는 이와 유사한 명칭을



사용하는 경우, 지능형 로봇투자회사의 재산에 관한 영업보고서를 제출하지 아니하거나 거짓 작성한 경우, 로봇랜드 사업시행자가 산업통상자원부장관에게 준공확인을 받지 않고 로봇랜드를 운영한 경우(이항 1년 이하의 징역 또는 1천만원 이하의 벌금)등 로봇산업 발전에 저촉되는 경우로 제한되어 있다(동 법 제47조 제1항 내지 제2항). 다만 위 법에서는 ‘지능형 로봇 윤리헌장’을 공문화하여 미래를 대비하는 모습을 보인다.²⁾

따라서 지능형 로봇으로 인하여 야기된 민·형사상의 문제는 「지능형 로봇 개발 및 보급 촉진법」이 아니라 기존의 민사법 및 형사법 체계 안에서 논의할 실익이 있다.

2) 지능형 로봇헌장이란 지능형 로봇의 기능과 지능이 발전함에 따라 발생할 수 있는 사회질서의 파괴 등 각종 피해를 방지하여 지능형 로봇이 인간의 삶의 질 향상에 이바지할 수 있도록 지능형 로봇의 개발·제조 및 사용에 관계하는 자에 대한 행동지침을 정한 것을 말한다(동 법 제2조 제2호).

일차적으로 로봇에 의하여 야기된 문제는 개발자인 인간(또는 회사 법인)의 책임으로 귀속될 가능성이 크다. 우선, 인간이 프로그래밍한 대로 작동된 로봇이 민사적으로 타인에게 손해를 발생시킨 경우 위 로봇을 「제조물 책임법」에 따른 제조물로 보아 그 제조자(로봇설계자)에게 책임을 부과할 수 있을 것이다.

형사적으로는 인간이 설계하고 프로그래밍한 대로 예측 가능한 범위 내에서 작동하는 지능형 로봇이 범죄를 저지를 경우, 이는 위 로봇을 설계한 인간이 범죄의 주체로서 처벌을 받을 것을 생각해 볼 수 있는데, 이 때 적용 가능한 법리로선 먼저 로봇을 '위험한 물건'으로 보는 것이다. 우리 법원은 "어떤 물건이 폭력행위등처벌에관한법률 제3조 제1항의 '위험한 물건'에 해당하는지 여부는 구체적인 사안에서 사회통념에 비추어 그 물건을 사용하면 상대방이나 제3자가 생명 또는 신체에 위험을 느낄 수 있는지 여부에 따라 판단하여야 하고, 자동차는 원래 살상용이나 파괴용으로 만들어진 것이 아니지만 사람의 생명 또는 신체에 위해를 가하거나 다른 사람의 재물을 손괴하는 데 사용되었다면 폭력행위등처벌에관한법률 제3조 제1항의 '위험한 물건'에 해당한다"고 판시하여 자동차도 위험한 물건에 해당된다고 판단하고 있고(대법원 2003. 1. 24. 선고 2002도5783 판결), 동물도 그것이 사람의 신체에 해를 가하는데 사용되었다면 폭력행위 등 처벌에 관한 법률상의 위험한 물건에 해당한다고 판시하였다(대법원 1997. 5. 30. 선고, 97도597 판결; 대법원 2002. 9. 6. 선고 2002도2812 판결 등 참조), 그러므로 로봇의 개발자가 타인을 해치도록 로봇을 프로그래밍하여 해당 로봇이 이를 실행했다면 로봇은 앞서 판례에서의 동물과 유사하게 위험한 물건으로 볼 수가 있고 이에 따라 로봇개발자가 그 형사적 책임을 물어야 할 수 있다.


그 외에 만약 로봇을 '어느 행위로 인하여 처벌되지 않는 자'로 본다면 '어느 행위로 인하여 처벌되지 아니하는 자를 교사 또는 방조하여 범죄 행위의 결과를 발생하게 한 자는 교사 또는 방조의 예에 의하여 처벌한다.'라는 형법 제34조 제1항에 따라 로봇의 설계자를 위의 교사한 자에 해당한다고 보아 간접정범의 법리 적용을 검토할 수 있을 것이다. 다만 이때에는 위의 "자(者)"에 로봇도 포함되는 점에 대한 확대해석이 가능하여야 할 것이다.

그런데 위의 논의는 로봇의 범죄 행위가 인간이 설계하고 프로그래밍한 대로 예측 가능한 범위 내에서 작동되었다는 것을 전제로 그 인간을 처벌하는 것에 중점을 둔 법리의 구성이다.

만약 로봇이 인간의 당초 설계와 예측가능한 범위를 넘어서서 스스로 학습하고 판단하는 상황에서 자율적으로 행동한 결과가 범죄행위로 이어진 경우 로봇에게 직접 법적으로 책임을 지도록 할 수 있을 것인가?

로봇에게 직접적인 형사적 책임을 묻기 위해서는 로봇에게도 인격(법적인 인격, 법인격)을 부여할 수 있어야 한다. 현재 법제상 자연인인 인간을 제외하고 형사처벌의 대상이 되는 법인격은 회사와 같은 법인 뿐이다. 로봇에게 법적인 인격을 부여하는 것은 우리 법체계의 근간과 철학에 관한 변화가 필요한 점이라는 점에서 그리 간단한 문제가 아니다.

이와 관련하여 유럽의 사례는 로봇에게 인격을 부여할 가능성을 제시한 것으로 주목할 만하다. 유럽연합(EU)은 2017년 1월 '인공지능 로봇 결의안'을 발표하였다. 이 결의안은 로봇과 인공지능 연관 산업에 관한 사실상 최초의 기술적·윤리적 가이드라인이라는 점에서 의의가 있다. 유럽연합의 인공지능 로봇 결의안의 가장 큰 특징은 로봇에게 인격을 부여하였다는 점이다. 유럽연합의 가이드는 로봇에게 '전자인간(Electronic Personhood)'으로서 인격의 지위를 부여하였다. 물론 로봇에게 인격을 부여하였다고 하여도 로봇을 감옥에 보내는 등 실제 형사벌의 책임을 지을 수 있을 것인지, 결국 로봇의 고용(?) 회사가 양벌책임을 지는 것으로 귀결되는 것은 아닌지 검토해야 할 법적 쟁점은 많다.

거슬러 올라가 일찍이 아이작 아시모프는 1942년 그의 공상과학소설 '런어라운드에서' ① 로봇은 인간에게 해를 가하거나, 혹은 행동을 하지 않음으로써 인간에게 해를 끼치지 않을 것, ② 로봇은 첫 번째 원칙에 위배되지 않는 한 인간이 내리는 명령에 복종해야 할 것, ③ 로봇은 첫 번째와 두 번째 원칙을 위배하지 않는 선에서 로봇 자신의 존재를 보호해야 한다는 로봇3원칙을 제시한 바 있다. 유럽연합(EU)의 '인공지능 로봇 결의안'과 그 이후로 계속되어 온 로봇의 민사·형사적 책임 부여 가능성에 대한 법적 검토는 아직 갈 길은 멀지만 인간과 로봇이 함께 사는 세상의 제도를 고민하고 있다는 점에서 의의가 있다고 할 것이다. 

디지털시대가 요구하는 마음가짐

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

성공과 실패에는 반드시 이유가 있다고 생각하는 사람들이 있다. 그러나 성공한 사람은 존경하고 본받아야 마땅하고 실패한 사람은 외면하거나 손가락질해도 된다고 생각하는 사람도 적지 않다.

눈앞의 현상을 그냥 지켜보는 것에 머무르지 않고 그 이유를 탐구하는 것은 무릇 학문의 길에 나선 삶의 기본자세이므로, 이유가 있다는 믿음 자체를 나무랄 일은 아니다. 그러나 문제는 그 믿음이 너무 강해서 인간 사에 늘 끼어들기 마련인 우연의 몫을 깎그리 부정하는 지경에 이를 때 불거진다. 그 지경으로까지 증폭되면, 이유가 있다는 믿음은 삶과 학문에 이로운 길잡이의 구실을 하기는커녕 기득권을 옹호하는 형이상학으로 전락하기 십상이다.

만사에 이유가 있다는 믿음의 대표적인 예를 철학사에서 꼽으라면, 17세기 후반부에 활동한 라이프니츠의 충족이유율을 댈 수 있다. 어떤 사건이든지 그것의 발생을 강제할 이유들이 충족되었기에 발생하는 것이라고 라이프니츠는 가르쳤다. 통제 불가능한 우연 따위의 개입은 없었다. 성공할 이유를 충분히 갖춘 사람은 반드시 성공하며, 오로지 그런 사람만 성공한다.

인간들 사이의 모든 갈등을 명쾌한 계산을 통해 해결하고자 했던 철학자 겸 수학자 라이프니츠가 보기에 현실 세계는 모든 가능한 세계들 가운데



가장 좋은 세계였다. 왜냐하면 가능성으로 머물지 않고 현실로 되는 것은 일종의 성공인데, 그렇게 성공했다는 것은 다른 세계들보다 더 우수하다는 증거이기 때문이다. 라이프니츠의 철학에서 유복한 보수주의자의 낙관론을 보는 것은 무리한 시각이 아니다.

그러나 우리가 사는 디지털시대는 성공과 실패에 대한 라이프니츠 풍의 믿음을 근본적으로 재검토할 것을 요구한다. 유튜브와 페이스북을 보라! 특정 채널이나 게시물이 순식간에 엄청난 구독자와 조회수를 획득하여 세계적 관심사로 떠오르는 일이 심심치 않게 벌어지는데, 그 채널이나 게시물에 어떤 객관적 가치가 내재하기에 그런 일이 벌어졌는지를 명확히 말할 수 있는 경우가 무척 드물지 않은가. 오히려 어떤 내재적 이유도 없이 그저 운이 좋아서, 그냥 인기가 더 큰 인기를 부르는 피드백 작용의 결과로, 스타가 된 유튜버들을 지목하기가 훨씬 더 쉽다.

일반인들에게 디지털시대의 본격화를 상징하는 두 사건은 1998년의 구글 창립과 2004년의 페이스북 창립이다. 유튜브는 2005년에 설립되어 이듬해 구글에 합병되었다. 이 회사들이 보유한 막강한 힘은 주로 검색 및 추천 알고리즘에서 나온다. 구글 검색에서 첫 페이지에 뜨지 않는 사이트는 사실상 존재하지 않는 것이라는 세간의 말이 있는데, 결코 과장이 아니다.

페이스북 뉴스피드 화면을 한참 아래까지 스크롤해서 저 밑의 게시물들을 보는 사용자는 거의 없다. 상위 20위나 30위 내에 들지 못한 게시물들은 존재하지 않는 것이나 다름없다. 유튜브의 추천 목록 상위권에 들지 못한 동영상들도 마찬가지다.

심지어 학술계도 이 같은 디지털시대의 규칙으로부터 자유롭지 않다. 2004년에 서비스를 시작한 학술 문헌 검색엔진 ‘구글 스칼라’에서 검색 결과의 상위에 뜨는 것은 오늘날 많은 학자들이 간절히 바라는 성취다. 그 성취를 위해서는 다른 학자들로부터 많은 인용을 받아야 한다. ‘구글 스칼라’는 논문의 인용 회수를 기준으로 검색 결과들을 배열하니까 말이다. 과거에도 어느 정도 그랬지만 지금 학계에서 인용 회수는 학자와 논문의 가치를 매기는 주요 척도다. 요컨대 대중과 전문가를 막론하고, 현재의 사회문화적 환경에서 우리에게 ‘생존하기’란 ‘검색 결과의 상위에 뜨기’와 사실상 동의어다.

문제는 디지털시대를 지배하는 구글과 페이스북의 검색 및 추천 알고리즘이 속된 말로 ‘잘되는 놈 밀어주기’ 효과를 낸다는 점이다. 물론 애당초 그 알고리즘을 고안한 사람들이 그 효과를 추구했던 것은 아니다. 구글의 원조 ‘페이지랭크PageRank’ 알고리즘은 특정 웹페이지로 향한 링크들의 개수를 기준으로 그 웹페이지의 중요도를 평가했고, 중요도가 높은 웹페이지들을 검색 결과의 상위에 띄웠다. 즉, 인터넷을 사용하는 대중이 실제로 많이 방문하고 거론한 웹페이지들을 우대한 것이다.

이 방침이 얼마나 혁신적이었는지 실감하려면 구글 이전의 포털들이 웹 사이트의 중요도를 어떻게 평가하여 검색 결과를 배열했는지 알아야 한다. 그 포털들은 특정 분야의 전문가들을 고용하여 그 분야를 다루는 웹사이트들을 평가하게 했다. 예컨대 포털 사용자가 ‘와인’을 검색하면, 와인 전문가들이 우수하다고 평가한 웹사이트들이 검색 결과로 났다. 반면에 지금 구글에서 ‘와인’을 검색하면, 전문가와 비전문가를 막론하고 무릇 인터넷 사용자들이 가장 많이 방문한 웹사이트들이 검색 결과의 상위에 뜬다. 요컨대 구글의 최초 방침은 대단히 민주적이었다고 할 만하다.


그러나 그 민주적 원리는 일종의 부작용으로 ‘잘되는 놈 밀어주기’ 효과를

내기 마련이다. 왜냐하면 인기가 약간 더 높아서 검색 결과의 상위에 뜬 페이지와 게시물은 더 많은 사용자들에게 노출되어 더 높은 인기를 누리게 되기 때문이다. 그러다 보니 처음 인기의 미세한 차이가 나중 인기의 엄청난 차이를 낳는 경우가 발생한다. 웹사이트들 자체의 질은 거의 같은데도, 처음에 조금 더 인기 있던 A 사이트는 해당 분야에서 독점적 지위에 오르고, 처음에 조금 덜 인기 있던 B 사이트는 소리소문 없이 사라져버릴 수 있다. 쉽게 말해서 강력한 쏠림이 일어나면서 불평 등이 극심해지는 것이다.

어쩌면 이 대목이 가장 흥미로울 법한데, 디지털시대 이전에도 이 땅의 사회문화적 환경에서는 ‘잘되는 놈 밀어주기’가 상당히 강력하게 작동했다는 점을 상기하자. 우리는 남들이 좋아하는 것을 함께 좋아하는 경향이 원래 강했다. 그래서 늘 쏠림이 일어났고 상당히 뚜렷한 대세가 있었다. 적잖은 지식인들이 그런 쏠림과 대세의 문화를 비판했지만, 종건 싫건 간에 그 문화는 이제 전 세계를 지배한다. 비판은 여전히 필요하겠지만, 조금 더 신중해질 필요가 있다고 느낀다.

더 심해지고 더 광범위해진 쏠림의 문화 속에서 우리는 성공과 실패를 어떻게 바라보아야 할까? 이 시대의 성공을 완전히 우연의 탓으로 돌리는 것도, 완전히 내재적 가치의 귀결로 인정하는 것도 어리석은 태도일 테지만, 성공에서 우연이 차지하는 몫이 과거보다 더 커졌다는 점만큼은 틀림없는 사실이라고 본다.

쏠림이 강하게 작동하는 판에서 성공과 실패는 가벼운 것일 수밖에 없고 따라서 가볍게 취급되어야 마땅하다. 우리의 사회문화적 성공은 이미 과거에도 깃털처럼 가벼웠지만 지금 디지털시대에는 거품 방울보다 더 가볍다는 사실을 인정할 필요가 있다.

가능한 승자들 가운데 가장 우수한 자가 현실적 승자가 된다는 라이프 니츠 풍의 생각은 이제 확실히 비현실적이다. 가능한 승자들 가운데 한 명이 우연히 현실적 승자가 된다. 그러므로 우리는 자신과 타인의 성공과 실패를 더 담담하고 유연하게 대할 필요가 있다. 그것이 디지털시대가 요구하는 마음가짐이다. 

Health care

영장류에 효과를 보인 코로나바이러스 백신, 인간에게는?

(More vaccines have protected monkeys against covid-19, suggesting they might work in people, '20.05.20)

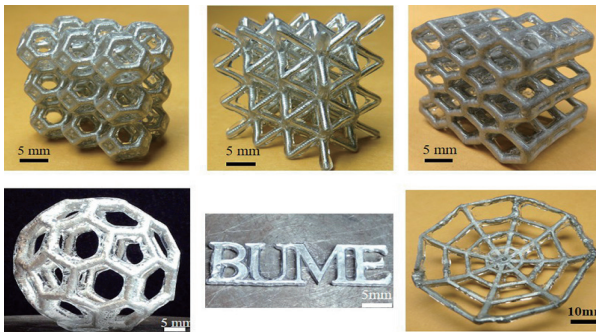
하버드대학 연구팀이 원숭이를 통해 코로나바이러스 면역의 가능성을 제시. 코로나바이러스에 감염된 9마리의 원숭이를 5주 후에 다시 감염 시키려고 하였으나 실패함. 이는 첫 감염 후 바이러스에 대한 면역이 생긴다는 것을 보여줌. 이후 35마리 원숭이를 대상으로 네 가지의 서로 다른 백신을 주사하였는데, 접종을 받은 원숭이에게서 호흡기 증상이 덜 발생하는 것을 관찰. 영장류에 적용된 이 백신은 추가 연구를 통해 백신 개발에 기여할 수 있을 것으로 기대.

원문 : Antonio Regalado, (2020), More vaccines have protected monkeys against covid-19, suggesting they might work in people, MIT Technology Review.

New Material

‘터미네이터’에 활용 가능한 액체 금속 구조 고안

(Engineers Devise Slow-Moving Liquid Metal Structures Perfect For Creepy Terminators, '20.05.08)



▲ 격자 조합 예시

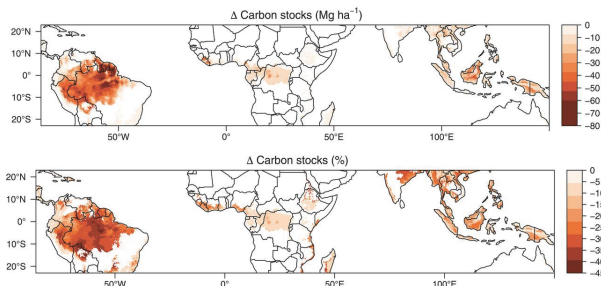
Binghamton 대학 연구원들은 비스무트, 인듐, 주석의 합금을 엘라스토머 격자로 감싸는 방법으로 액체 금속 구조 고안. 가열하면 변형되는 이 격자 조합은 고무와 유사한 폴리머 재료의 겹질로 이루어져 있어 재가열하면 원래의 형상으로 돌아오는 것이 특징. 향후 구조 개선과 코팅재 개선 연구를 통해 액체 금속 로봇 개발에 활용 가능할 것으로 기대.

원문 : Deng, F., Nguyen, Q. K., & Zhang, P. (2020). Multifunctional liquid metal lattice materials through hybrid design and manufacturing. Additive Manufacturing, 33, 101117.

Energy & environment

기후변화, 열대우림의 온실가스 흡수

(New solar panels suck water from air to cool themselves down, '20.05.21)



▲ 기온 변화만으로 측정된 탄소량 장기 변화

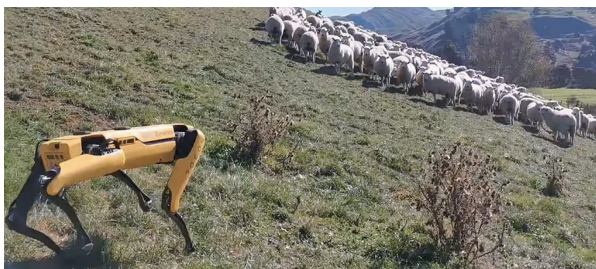
연구자들은 열대우림이 지난 30년간 화석연료를 통해 방출된 것보다 더 많은 탄소를 흡수하고 있다고 추정. 기존 연구는 생태계 파괴로 인한 열대우림의 복원력이 감소하여 지구온난화가 가속화될 것으로 우려했으나, 최근 다수의 연구에서 열대우림이 기온상승에도 불구하고 많은 양의 탄소를 흡수시킬 수 있다는 결과를 보고함. Richard Betts 박사는 열대우림의 탄소 흡수 능력이 약해진다고 하더라도 열대우림의 보존은 여전히 중요하다고 피력함.

원문 : Sullivan, M. J., Lewis, S. L., Affum-Baffoe, K., Castilho, C., Costa, F., Sanchez, A. C., ... & Qie, L. (2020). Long-term thermal sensitivity of Earth's tropical forests. Science, 368(6493), 869-874.

Robot & ICT

목양과 농작물 확인이 가능한 로봇 개

(Video Shows Boston Dynamics' Robot Dog Herding Sheep And Checking Crops, '20.05.21)



▲ Boston Dynamics' 유튜브 채널 캡처

보스턴 다이내믹스와 Rocos社は 공동연구를 통해 양을 치고, 농작물을 확인할 수 있는 로봇 개 'Spot' 개발. Spot은 24시간 내내 원격으로 작동 가능하며 걷거나 구르는 동작을 민첩하게 수행 가능. 현재 농업 분야에서 물리적 자동화를 목표로 연구를 진행하고 있으며 추가 연구를 통해 위험성이 높은 에너지 산업 시설 등에 투입될 수 있도록 훈련 시킬 예정. **kt**

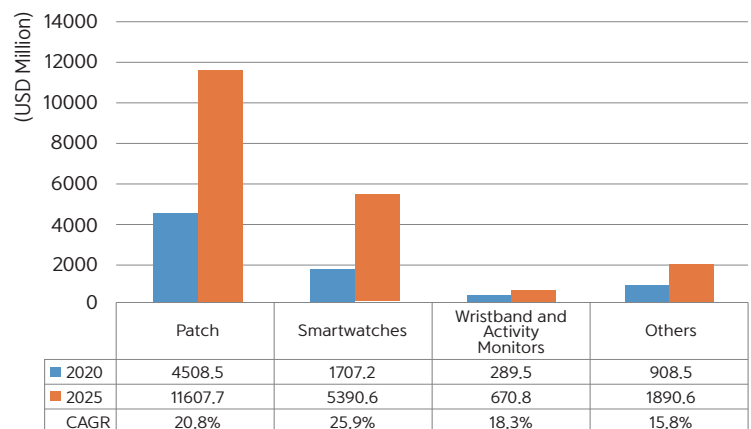
원문 : David Nield, (2020), Video Shows Boston Dynamics' Robot Dog Herding Sheep And Checking Crops, Science alert.

환자 중심 의료로의 패러다임 전환, 의료용 웨어러블 시장 성장

세계 의료용 웨어러블 시장은 2020년 74억 달러에서 2025년 196억 달러까지 확대될 전망이며, 예측기간 21.4%의 연평균성장률을 보일 것으로 예측된다. 고령인구가 증가하고 환자를 중심으로 한 원격 의료 서비스 제공에 대한 인식이 높아짐과 동시에 스마트폰, 네트워크의 보급이 확대되면서 시장이 크게 성장하고 있다.

편리하고 간편한, 그리고 소형화가 가능한 패치 부분 성장

2020년 45억 달러로 가장 큰 시장규모를 차지한 패치 부문은 연평균 20.8%씩 성장하여, 2025년에는 116억 달러까지 시장 규모가 확대될 전망이다. 패치는 사용하기 쉬울 뿐만 아니라, 데이터 검색 측면에서 더 정확하게 하기 때문에 유선 웨어러블 모니터링 시스템을 대체할 수 있을 것으로 기대된다. 스마트워치 부문은 25.9%의 가장 높은 성장률을 보일 것으로 예측된다. 혈압 및 심박수, 칼로리 등 다양한 수치의 기록과 모니터링과 모바일 디바이스와의 연결이 가능하다는 장점이 시장 성장을 이끌고 있다.



제품별 의료용 웨어러블 시장 ▶

만성질환으로 활력 징후 모니터링 장치의 수요 증가

2019년 활력 징후 모니터링 장치 부문은 전체 의료용 웨어러블 시장의 58.7%를 차지했다. 이는 만성질환 및 생활습관병의 발병률과 의료 서비스 개선 요구의 증가와 더불어, 빠른 데이터 공유를 통해 정기적이면서도 지속적인 모니터링의 필요성이 높아진 것에 기인한다.

| 기기별 의료용 웨어러블 시장 |

(단위 : 백만 달러)

기기	2023	2025	2026	2027	연평균성장률 (2020-2027)
활력 징후 모니터링 장치	2,303.4	3,155.1	4,305.4	10,683.5	19.9%
포도당 모니터링 장치 및 인슐린 펌프	1,087.2	1,550.0	2,219.9	7,015.8	25.9%
태아 모니터링 및 산과 장치	253.5	336.4	444.7	941.6	16.2%
신경 모니터링 장치	182.1	241.3	318.4	668.4	16.0%
수면 모니터링 장치	72.9	95.7	125.1	250.4	14.9%
합계	3,890.2	5,378.5	7,413.6	19,559.7	21.4%

시사점

KIST도 웨어러블 디바이스에 적용이 가능한 기술개발을 위해 노력하고 있다. 스펀융합연구단에서는 하이드로젤과 나노 잉크 소재를 이용하여 다양한 형태와 구조의 유연 기판에 고성능 센서를 손쉽게 만들 수 있는 전사 프린팅 기술을 개발하였으며, 향후 디지털 헬스케어를 비롯한 다양한 분야에서 활용할 수 있을 것으로 기대된다. **KIST**

*출처: "2020.6.24. 과기정통부 보도자료" 인용

2019년도 정부R&D 예산 총 20조 6,254억원 집행

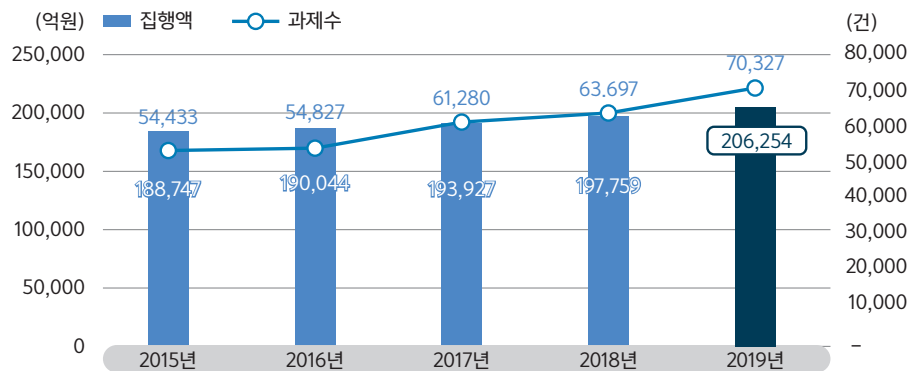
■ 연구자 주도 기초연구사업 집행액 전년대비 19.6% 증가

과 학기술통신부(장관 최기영, 이하 '과기정통부')는 6월 23일(화) 개최된 제21회 국가과학기술자문회의 심의회의 운영 위원회에서 「2019년도 국가연구개발사업 조사·분석 결과(안)」를 보고했다.

- 국가연구개발사업 조사·분석은 2019년에 35개 부·처·청·위원회가 수행한 70,327개 과제(전년대비 10.4% 증가)에 대한 예산 집행 및 연구책임자 현황에 대한 통계분석 결과이다.

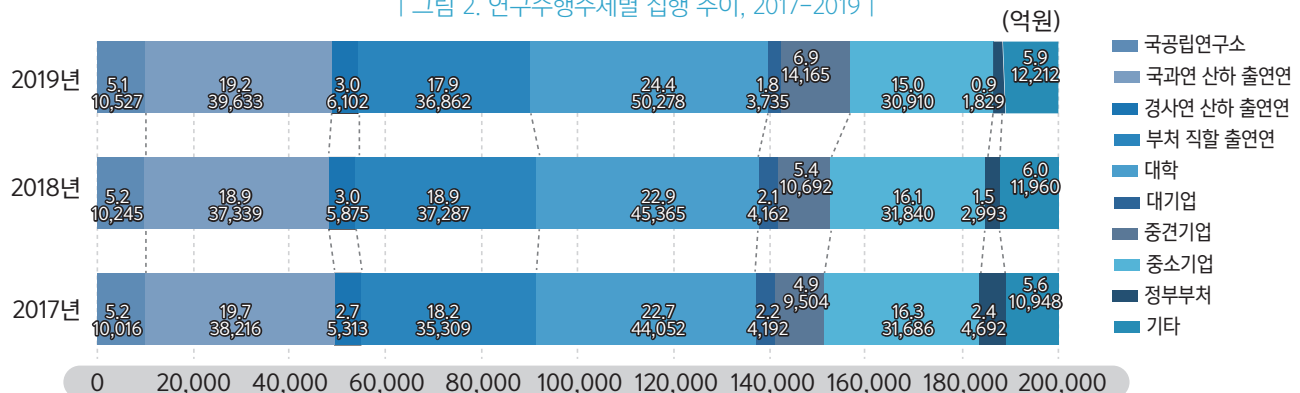
2019년도 정부 연구개발(R&D) 집행규모를 보면, 총 집행액은 20조 6,254억원(전년 대비 4.3% 증가)으로 최근 5년간('15~'19년) 연평균 2.2% 증가하였으며, 정부 총예산의 최근 5년간 연평균 증가율 6.4%와 비교할 때 상대적으로 낮은 것으로 조사되었다.

| 그림 1. 국가연구개발사업 집행액과 세부과제 수, 2015-2019 |



- 부처별로는 과기정통부 7.0조원(33.9%), 산업부 3.2조원(15.7%), 방사청 3.2조원(15.3%), 교육부 1.9조원(9.3%), 중기부 1.0조원(4.9%)으로 이상 5개 부처가 전체의 79.1%를 차지하였으며,
 - '18년 상위 5개 부처 집행비중 78.4%에 비해서는 특정 부처에 대한 R&D집중도가 증가하였다(전년대비 0.7%p 증가).
- 연구수행주체별 집행규모는 대학 5.0조원(24.4%), 중소·중견기업 4.5조원(21.9%), 국가과학기술연구회 산하 출연(연) 4.0조원(19.2%), 부처 직할 출연(연) 3.7조원(17.9%), 경제인문사회계 출연(연) 0.6조원(3.0%), 대기업 0.4조원(1.8%), 기타 2.5조원(11.9%)으로 집행되었으며,

| 그림 2. 연구수행주체별 집행 추이, 2017-2019 |



- 연구자 주도 기초연구 확대, 벤처·중소기업의 기술역량 강화 등에 따라 대학('15년 4.3조원 → '19년 5.0조)과 중소·중견기업('15년 3.4조원 → '19년 4.5조원)의 집행액은 꾸준히 증가한 반면 대기업의 집행액은 감소('15년 0.6조원 → '19년 0.4조원)하였다.
- 지역별 집행규모는 지방(대전 제외) 7.9조원(38.8%), 수도권(서울·경기·인천) 6.7조원(32.6%), 대전 5.8조원(28.6%) 순으로,
 - 지역 과학기술 혁신역량 제고와 공공기관의 지방이전 등의 추세에 따라 최근 5년간 지방 R&D 집행비중은 꾸준히 증가(연평균 3.9% 증가)한 반면, 수도권 R&D 집행비중은 감소(연평균 △2.9% 감소)한 것으로 나타났다.
- 연구자 주도로 자유롭게 주제나 범위를 설정하여 연구하는 '연구자 주도 기초연구사업'은 집행액이 1.7조원으로 전년대비 19.6%가 증가하였고, 과제 수는 2만 3,104개로 전년대비 31.7%가 증가한 것으로 나타났다.
 - * 문재인 정부의 「국정과제」에 따라 연구자 주도 기초연구지원사업의 투자를 '17년 1.26조원에서 '22년 2.52조원으로 확대 예정
- 세부과제지원유형별로는,
 - 자유공모형이 6.8조원(33.0%), 품목지정형이 4.7조원(22.8%)으로 상향식 과제가 10.5조원(55.8%) 집행되었으며, 하향식 과제는 9.1조원(44.2%)이 집행되었다.

연구개발 과제 당 평균 연구비는 전년대비 0.2억원 감소한 2.9억원으로 확인되었다.

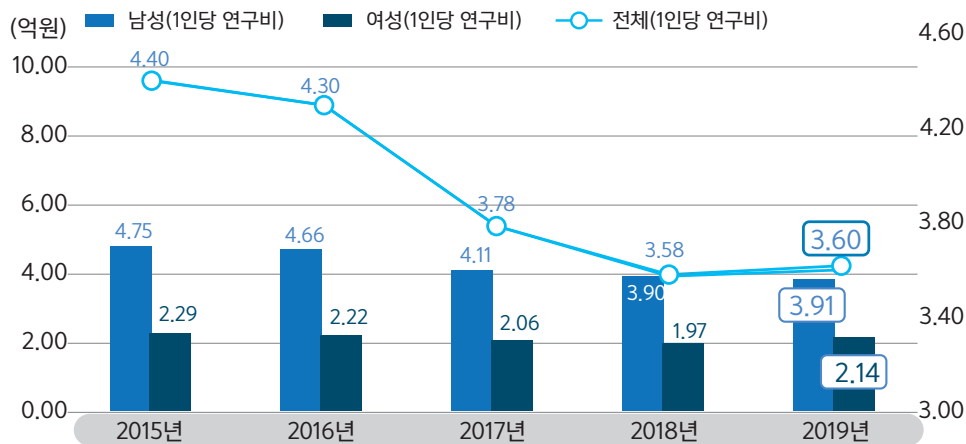
- 연구비 구간별 과제 수로는 5천만원 미만이 25,770개(36.6%, 전년대비 32.9% 증가), 5천만원 이상~2억원 미만이 29,146개(41.4%, 전년대비 24.9% 증가), 2억원 이상이 15,411개(21.9%, 전년대비 3.8% 증가)로 나타났다.

연구책임자별로 보면, 총 연구책임자 수는 44,578명(전년대비 3.1% 증가), 연구책임자 1인당 평균 연구비는 전년과 비슷한 수준인 3.6억원(최근 5년간 평균 △4.9% 감소)으로 확인되었다.

- 연구책임자 중 남성 비중은 82.5%, 여성 비중은 17.5%이며, 최근 5년간 여성 연구책임자의 증가율(12.7%)이 남성 연구책임자 증가율(5.8%)보다 높은 것으로 나타났다.

* 여성 연구책임자 비중(%) : ('15년) 14.2 → ('17년) 16.1 → ('19년) 17.5

| 그림 3. 연구책임자 당 평균 연구비 추이, 2015-2019 |



Technology
Policy
Research
Institute



기술정책연구소

Technology Policy Research Institute

발행 한국과학기술연구원 기술정책연구소 연락처 TEL 02_958_6019