

TePRI

REPORT

2019 • vol.94

03



전망대 저성장 시대의 '뉴 이코노미'와 과학기술인

Focus 문샷싱킹으로 만드는 혁신, 실패가 아닌 시도로 보는 문화

Insight 한종희 청정신기술연구소장

Part 01 R&D Spotlight

01. 기획특집 : 한국 과학기술정책의 진화, 둘
02. 이슈분석 : 과학기술 정부출연연구기관 개인평가 제도 개선 방향

Part 02 R&D In&Out

01. 주요 과학기술 정책 및 현안 : 미래 친환경 에너지 기술개발 박차
02. TePRI, 정책 현장 속으로 : 수소경제의 도래와 과제
03. 글로벌 시장 동향 : 환경친화적인 소재, '재생카본블랙(RCB)' 시장이 성장
04. Guten Tag! KIST Europe : 고통 없는 세상과 안전한 환경, 독성 발현경로(AOP) 연구

Part 03 TePRI 休

01. Law and Science : 규제 샌드박스법과 4차산업혁명의 골든아워
02. 소통과 대화를 위한 재미있는 이노베이션 이야기 : "인간과 시장은 합리적인가"
03. 이달의 추천도서 : 다산의 마지막 공부



기술정책연구소

Technology Policy Research Institute

08

人sight

한중희 청정신기술연구소장



13

네 번째 기획시리즈

한국 과학기술정책의 진화, 들





21

이슈분석

과학기술 정부출연연구기관 개인평가 제도 개선 방향

CONTENTS ●

04 **전망대**

저성장 시대의 '뉴 이코노미'와 과학기술인 4

06 **Focus**

문샷씽킹으로 만드는 혁신, 실패가 아닌 시도로 보는 문화 6

08 **人sight**

한종희 청정신기술연구소장 8

12 **Part 01 R&D Spotlight**

01. 네 번째 기획시리즈 :

한국 과학기술정책의 진화, 둘 13

02. 이슈분석 :

과학기술 정부출연연구기관 개인평가 제도 개선 방향 21

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

01. 주요 과학기술 정책 및 현안 :

미래 친환경 에너지 기술개발 박차 26

02. TePRI, 정책 현장 속으로 :

수소경제의 도래와 과제 28

03. 글로벌 시장 동향 :

환경친화적인 소재, '재생카본블랙(RCB)' 시장이 성장 29

04. Guten Tag! KIST Europe :

교통 없는 세상과 안전한 환경, 독성 발현경로(AOP) 연구 30

32 **Part 03 TePRI 休**

01. Law and Science

규제 샌드박스법과 4차산업혁명의 골든아워 33

02. 소통과 대화를 위한 재미있는 이노베이션 이야기 :

"인간과 시장은 합리적인가" 진화경제학이 풀어내는 세계의 모습 35

03. 이달의 추천도서 :

다산의 마지막 공부 37

저성장 시대의 '뉴 이코노미'와 과학기술인

곽재원

가천대 교수
kjwon54@gmail.com

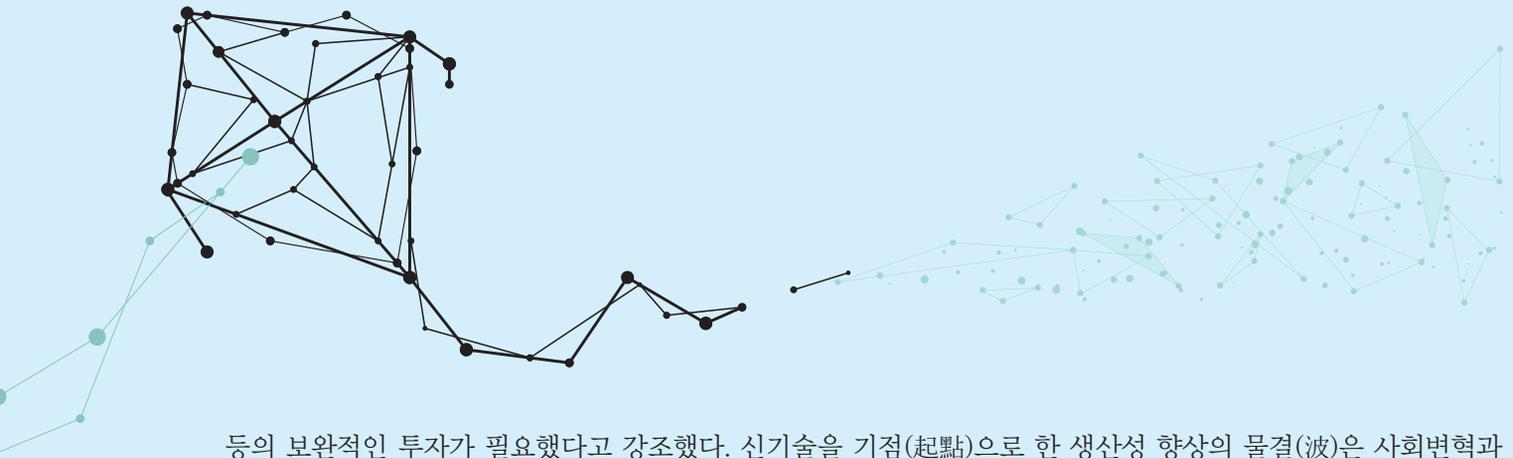
우 리 경제는 생산요소를 풀가동해도 성장률이 여전히 낮은 상태에 머무는 저성장의 늪에 빠져 있다. 이는 불경기나 다플레이션에 의한 것이 아니라 구조적인 원인에 의한 것임을 시사한다.

더구나 자본투입량의 기여, 노동투입량의 기여, 그리고 기술진보 등을 반영한 전요소생산성(TFP)의 상승률이 낮아지고 있다는 통계는 한국 경제가 심각한 문제에 봉착했다는 뚜렷한 증거로 볼 수 있다.

저성장의 늪에 빠진 한국경제를 살리는 새로운 경제전략 즉, '뉴 이코노미(New Economy)'를 요구하는 목소리가 커지고 있다. 포인트는 두 가지다. 생산성을 높이는 것과 성장 원천을 발굴하는 것이다.

첫째, 생산성 정체 원인을 파악해 생산성을 높이기 위한 대책을 마련해야 한다. 거시적인 전요소생산성의 변화 원인은 좁은 의미에서의 기술 변화뿐만 아니라 산업간, 기업간, 사업소간의 자원배분 변화에 의해서도 생겨나기 때문에 자원재분배를 세밀하게 검토해야 한다. 경쟁력 없는 산업, 좀비 기업 등에 자원이 투입되어 생산성 향상을 정체시키는 사례는 수없이 많다.

뿐만아니라 기술 혁신이 거시적인 생산성 향상으로 연결되기 위해서는 기술변화와 관련한 다양한 투자와 사회제도의 변화가 필요하다는 점도 주목할 필요가 있다. 로버트 고든 미국 노스웨스턴대 교수는 그의 저서 '아메리카 경제성장의 종언'에서 전기와 내연기관이라는 19세기 후반에 탄생한 2개의 범용기술이 1920년부터 1970년까지 계속 생산성 향상과 경제 성장의 물결(波)을 만들어 냈다고 지적했다. 그는 이 범용기술을 바탕으로 미국인들의 생활전반이 크게 개선됐다고 지적하면서 이 범용기술이 성과로 연결되기까지 다양한 관련 기술개발과 전력망, 도로망



등의 보완적인 투자가 필요했다고 강조했다. 신기술을 기점(起點)으로 한 생산성 향상의 물결(波)은 사회변혁과 표리일체의 관계가 있다는 분석이다.

둘째, 성장 원천은 유형자산보다 더 커진 무형자산 즉, 보이지 않는 자산으로 존재하고 있다는 사실을 간과해야 한다. 경제는 진화하고 있다. 산업혁명 이래 인류는 기술을 연마하고, 제품을 대량으로 만들어 경제를 성장시켰다. 디지털 기술 진보와 글로벌화는 이러한 상식을 뒤엎는다. 부(富)의 원천은 상품이 아니라 데이터와 지식 등 형태가 없는 자산으로 이동했다. 지금까지의 연장선상에서 벗어나 경제는 새로운 미래를 찾아간다. 일본경제신문은 이를 새로운 경제, ‘네오 이코노미(Neo Economy)’라 명명했다.

영국 경제사가 앤저스 매디슨에 따르면 서기 1년부터 1900년 가까이에 이르는 동안 11배가 커진 세계 전체 GDP(국내 총생산)은 그 후 150년도 안되는 사이에 31배로 늘었다. 자동차 등 제조물의 대발명이 그 원동력이었다. 20세기 후반 연 4%에 달했던 성장률이 21세기 들어 2%로 낮아지면서 ‘장기정체론’이 힘을 얻고 있다. 과연 성장의 시대는 끝나 가고 있다는 비관론이 대두되고 있다.

이같은 비관론은 무형자산으로 존재하고 하고 있는 성장 원천의 발굴로 극복할 수 있다는 점을 명심해야 한다. 성장 원천으로서의 무형자산은 오늘날 가상공간에 넘쳐나고 있다. 미국 조사회사 컨퍼런스보드에 지난 2017년 미국 전체 GDP에서 무형자산 투자가 차지하는 비율이 12%를 차지했으며, 이중 60%는 공식통계로 파악하지 못하고 있다고 밝혔다. 가격이 없는 무형자산으로 생겨난 부(富)는 GDP라는 척도로 측정할 수 없다는 얘기가. 지난해 노벨경제학상을 수상한 폴 로머 미국 뉴욕대학 교수는 지식과 아이디어가 가치를 팽창시키는 ‘수확체증의 법칙’을 제창했다. 이러한 무형자산은 부(富)를 창출하는 주역으로 떠오르고 있다. 미국, 중국, 일본의 주요 302개 기업이 가진 특허권과 소프트웨어 등 무형자산의 규모는 2007년 기계설비 등 유형자산을 웃돌기 시작한 뒤 2017년에는 4조달러로 유형자산의 1.5배에 달했다. 디지털 혁명이 선도하는 제4차 산업혁명을 생산성 향상과 무형자산으로서 성장 원천의 발굴이라는 시각에서 접근할 필요가 있다.

우리처럼 생산성 저하에 골치를 앓아온 일본은 지난 2017년 말 ‘새로운 경제정책 패키지’를 발표하면서 2018년~2020년의 3년을 ‘생산성 혁명·집중 투자기간’으로 설정했다. 이와함께 이노베이션을 통해 생산성을 높이고, 성장 원천을 발굴함으로써 일본의 지속적인 성장은 물론 사회적 과제 해결을 꾀하기 위한 국가 프로젝트로서 ‘Society 5.0’도 야심적으로 추진하고 있다.

이러한 일본의 접근 방법은 한국에 시사하는 바가 크다. 한국은 생산성 향상과 성장 원천의 발굴을 통해 새로운 미래를 찾아가는 ‘뉴 이코노미’ 체제로 탈바꿈해야 한다. 제4차 산업혁명 시대의 ‘뉴 이코노미’는 과학과 기술, 정치, 경제, 문화를 넘어 이제는 인류의 숙원과 과제를 풀어주는 ‘과제해결형 사회’를 지향한다.

우리 과학기술인들은 혁신적인 연구개발을 통한 이노베이션으로 한국의 ‘뉴 이코노미’를 뒷받침해야 한다. **ktg**

문샷씽킹으로 만드는 혁신, 실패가 아닌 시도로 보는 문화

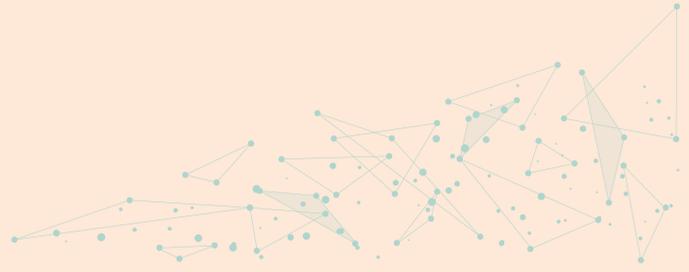
최수영

KIST 융합정책팀장
suyoungchoi@kist.re.kr

1969년 7월 인류 최초로 달에 첫걸음이 새겨졌다. 달나라에 가겠다는 인류의 꿈을 현실로 만들었던 기적을 문샷(Moonshot)이라고 부른다. 문샷씽킹(Moonshot Thinking)은 존 F 케네디 대통령의 ‘달을 더 잘 보기 위해서 망원경의 성능을 높이는 대신 달에 갈 수 있는 탐사선을 만들겠다’라는 창의적 생각에서 비롯된 단어이다. 오늘날 문샷이란 단어는 ‘달 탐사선 발사’에서 ‘현재의 판을 바꾸는 혁신적 도전’으로 의미가 확장되고 있다.

이러한 문샷씽킹을 회사 조직문화의 DNA로 삼고자 하는 회사가 구글이다. 구글에서 문샷씽킹은 기존의 방식에서 10%를 개선하려 애쓰는 것보다 새로운 방식을 도입해 10배를 혁신하는 것이 쉬울 수 있다(10X is easier than 10 percent)라고 나타낼 수 있다. 현재 있는 수준에서의 개선이 아니라, 10배 혁신을 목표로 잡으면, 근본에서부터 생각이 달라져야 한다는 것이다. 구글의 문샷 프로젝트는 인간의 미래를 바꿀 거대한 아이디어를 현실로 바꾸는 작업으로, 세계가 직면한 거대한 문제점 중에서 과학기술의 조합으로 근본적 해결이 가능한 과제를 의미한다. 문샷씽킹을 급진적으로 실천하는 구글X는 구글 글라스, 자율주행 자동차, 대기권에 풍선을 띄워서 전 세계를 인터넷망으로 연결하는 프로젝트 룬(loon) 등을 개발하였다. 이렇듯, 상상력과 과학 기술간 경계의 다양한 영역을 다루는 구글의 문샷씽킹은 문제의식(Huge Problem), 근본적 해결방식(A radical Solution), 혁신적 기술(The breakthrough technology)등을 필수조건으로 한다.

문샷씽킹 개념은 R&D과제에서도 적용되고 있다. 일본 문부과학성, 경제산업성, 내각부 등이 주축이 된 종합과학기술혁신회의(CSTI)는 문샷형 기술개발 연구제도를 올해부터 실시한다고 발표하였다. 여기서, 문샷형 기술은 달에 사람을 보내는 것처럼 실현 가능성이 낮지만 성공



하면 기술의 패러다임이 바뀌는 혁신적 기술을 의미한다. 공상과학영화에나 등장할 만한 초혁신적 기술을 개발 하겠다는 것이다. 치료법이 개발될 때까지 치료 불가능한 중증 환자의 동면기술, 태풍 진로 조작기술, VR을 활용한 고인과의 대화 등 현실화 가능성이 낮아서 재정지원을 받기 어려운 주제를 관련전문가 회의를 거쳐 주제를 설정 하고, 프로젝트를 시행하고자 한다고 발표했다. 또한, 이를 독려하기 위해서 복수팀에 동일한 연구주제를 맡기고, PM별로 2~3명의 연구진과 함께 반년에 걸쳐 연구계획을 설정하는 등 새로운 방안을 도입할 예정이다. 중국도, 달 정착지(Moon village)를 개척하고, 세계 최초로 유인 화성탐사선을 보내는 등 추격자가 아닌 과학계의 선도자로 역할 변화를 모색하기 위한 대형 프로젝트를 추진하고 있다.

우리나라 역시 새로운 혁신을 여는 고위험·고도전 연구를 적극 장려하고 있다. 작년 과학기술자문회의에서 「국가 기술혁신체계 고도화를 위한 국가 R&D 혁신방안」을 확정하고, 실패를 두려워하지 않고 과감한 도전을 장려하기 위한 방안을 제시하였다. 과학난제 극복, 미래 신시장 창출 등을 위한 고위험 혁신형 연구개발 투자비중을 확대하고 실패나 성공 판정을 하지 않는 창의도전 평가유형 마련, 목표달성 위주의 정량평가 지양, 성실실패 인정 등 연구자들이 과감히 도전할 수 있는 환경 조성을 위한 방안을 제시하고, 현장에 차근차근 착근시켜 나가고 있다.

이렇듯, 제도적 기반이 갖춰가는 것과 더불어 문샷핑킹을 통한 과감한 도전을 장려하기 위해서 우리 사회가 갖춰야 하는 조건이 있다. 그것은 실패를 시도로 보는 인식의 전환과 실패에 대한 관용이다. 구글의 혁신 원칙 중 하나는 ‘실패를 주저하지 말라(Never fail to fail)’이며, 구글 X를 이끄는 CEO의 주요한 임무 중 하나는 프로젝트를 없애는 것이라고 한다. 본 프로젝트에서 결정적 결함이 생기기 전에 프로젝트의 실행 가능성과 근본적 한계와 결함에 대해서 연구해보고 가차 없이 없애는 것이다. 더불어, 실패에 대한 관대한 문화도 성공을 위한 전제조건이라고 할 수 있다. 구글에서는 누구든지 문제를 말하게 하고, 색다른 아이디어를 자유롭게 제안할 수 있는 권한이 주어진다고 한다. 실패할 때가 더 많은 것을 알고 있지만 위험을 감수하고 한 일이 더 큰 성과를 낼 수 있으므로 실패를 두려워하지 않도록 꾸준히 훈련을 시키는 것이다.

R&D는 늘 실패 위험을 안고 있다. R&D에 있어서, 실패는 실패가 아니라 또다른 시도이자 경험이라고 할 수 있다. 할 수 있는 안전한 연구는 전보다 다소 나은 선행적 개선을 이루는 성과를 내는 경우가 대부분이다. 이탈리아의 디자인 기업 알렉시의 CEO인 알베르토 알레시는 “모든 디자인에는 실패가 있으며, 그 경계는 매우 알기 어렵다. 하지만 실패를 많이 하게 되면 희미했던 경계선이 조금 더 뚜렷하게 보인다”라고 했다. R&D에서도 과감한 도전과 실패, 시행착오가 축적이 되어간다면, 성공과 실패의 경계선이 보여질 것이다.

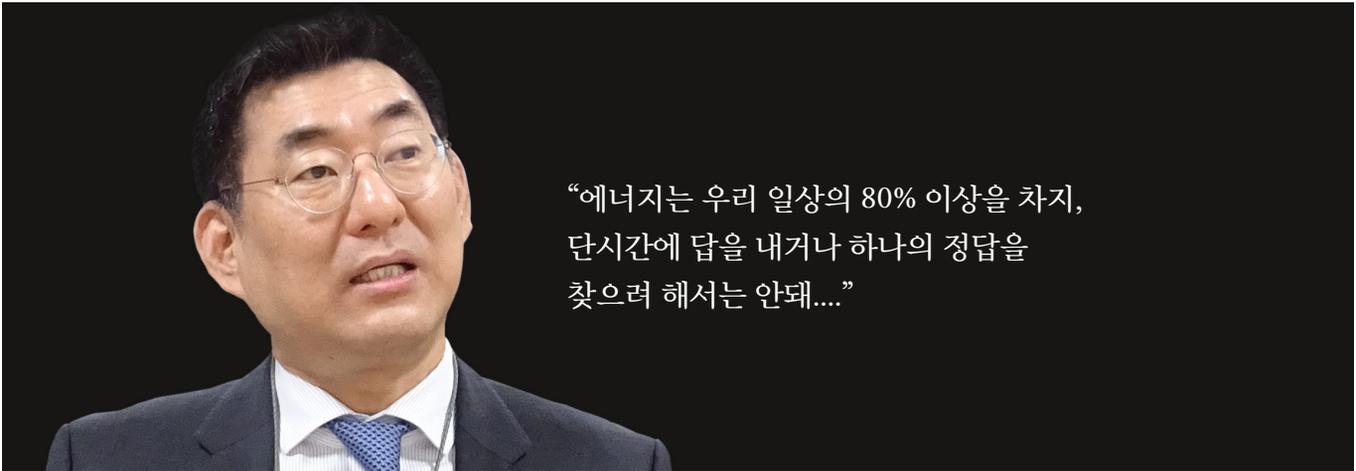
우리나라가 추격형 R&D를 벗어나 선도형 R&D로 나아가기 위해서는 더 많은 R&D 과제들이 문샷핑킹을 기반으로 원대한 목표를 설정하고 수행되어야 할 것이다. 또한, 담대한 목표를 향해 나아가는 과정에서 설령 목표에 이르지 못하게 되더라도, 성실하게 수행하고, 최선을 다했다면, 실패가 아닌 또 하나의 도전적 시도로 바라보는 인식의 전환이 수반되어야 할 것이다. 우리 과학기술자들이 R&D에서 있어서 대담한 도전을 보다 안정적으로 할 수 있는 환경이 조성되기를 기대해본다. **kg**



한종희 청정신기술연구소장

이번 TePRI 인터뷰에서는 작년 12월 KIST에 설립된 청정신기술연구소의 한종희 소장님을 만나 뵈고 연구소의 비전과 운영 계획, 최근 정부가 발표한 수소경제 등에 대한 의견을 들어보았습니다.

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



Q 청정신기술연구소가 설립된지 두 달이 조금 넘었습니다. 취임 소감과 비전에 대해 듣고 싶습니다.

청정신기술연구소는 그동안 KIST 안에서 흩어져서 이루어 지던 에너지 연구를 한데 모아 출범하게 되었습니다. 마침 연구소 출범과 맞물려 정부가 수소경제를 혁신성장의 큰 축으로 선언하고, 수소경제 활성화 로드맵도 발표되어 그 어느때보다 더 막중한 책임감도 느낍니다.

기본적으로 저희는 수소경제에 필요한 미래 에너지 패러다임을 바꾸는 연구를 하려고 합니다. 현재 중점분야는 연료 전지, 수소전지, 이차전지 세 개의 축으로 이뤄져 있습니다. 하지만 더 긴 안목으로 말씀드리자면 미래에는 석유, 석탄, 원자력이 대다수인 현재의 에너지 포트폴리오를 재생에너지 비중이 높아지는 방향으로 재편해 나갈 수 있도록 다양한 에너지 연구를 수행하는 것이 목표입니다. 정부에서 말하는 수소경제도 마찬가지로 일텐데 저희도 역시 큰 방향성은 설정했으나 구체적인 액션플랜은 지금도 만들어가는 중입니다. 앞으로 연구소 구성원들과 함께 세부적인 그림을 완성해 나갈 계획입니다.

Q 연구소의 주요 연구내용, 그리고 기존 에너지/환경 연구그룹과 비교하여 차별점은 무엇인가요?

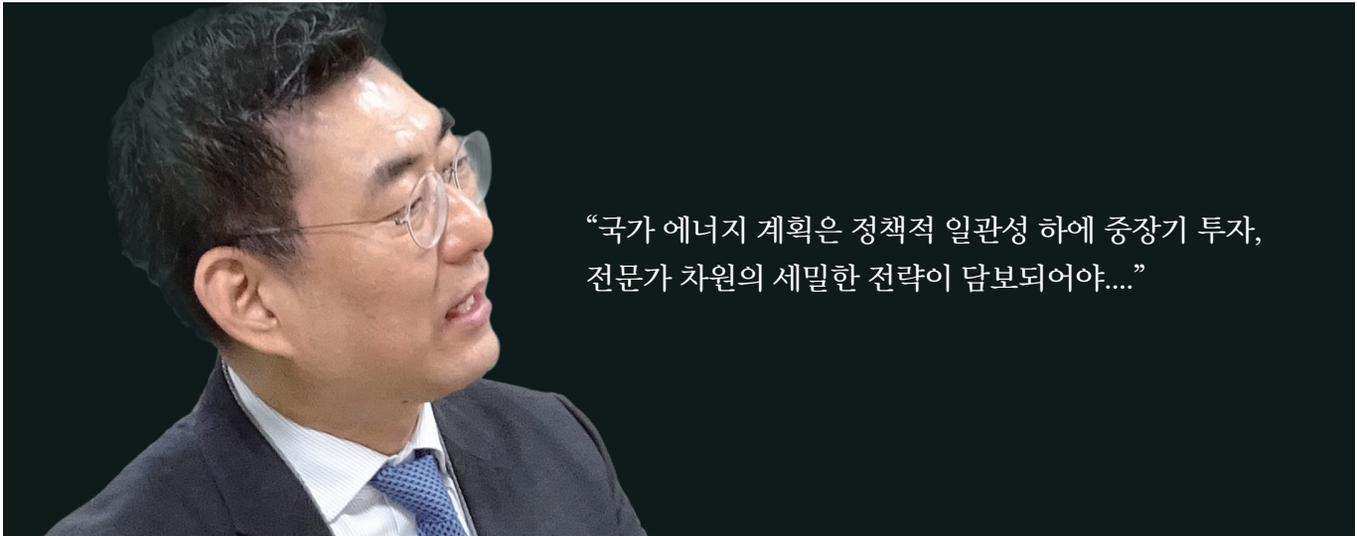
청정신기술연구소의 가장 큰 강점은 수소연구 역량입니다. 국내에서 수소 생산에서부터 저장까지 모든 연구기반을

갖춘 연구소는 저희 연구소가 유일합니다. 수소경제 활성화 로드맵에서 규정한 수소의 생산, 저장 및 이송, 활용분과에서 다루는 영역을 포괄하는 수전해, 개질기술, 금속/화학적 저장, 정제 등 일련의 과정이 모두 가능한 연구인력도 보유하고 있습니다. 뿐만 아니라 산업화가 많이 되어 있는 이차전지와 연료전지는 현재 연구들을 차질 없이 진행하여 글로벌 경쟁력을 확고히 다지고, 새로운 에너지 패러다임에 맞도록 연구를 지속해 나갈 것입니다.

4차 산업혁명, 미세먼지, 차세대 혁신동력 등과 관련하여 청정기술에 대한 수요가 그 어느 때보다 확대될 것으로 예상됩니다.

Q 소장님이 생각하시는 청정신기술의 중요성, 그리고 향후 발전 가능성은 어떻다고 보시는지요?

직·간접적으로 에너지가 우리의 일상에 미치는 영향은 80% 이상을 차지한다고 생각합니다. 국가, 산업발전의 핵심도 결국 원활한 에너지 공급이 핵심입니다. 그만큼 에너지 문제는 중·장기 관점에서 다각적으로 분석하고 준비해 나가야 합니다. 아주 단시간에 무언가 이뤄지거나 하나의 그림으로 그려지는 분야가 결코 아니지요. 그리고 에너지 문제에 딱 하나의 정답이 있다고 생각하는 사람들도 많은 것 같은데 실은 그렇지 않습니다. 석유, 석탄 등 전통자원과 원자력, 신재생에너지가 함께 사용될수 밖에 없는 것이 현실입니다. 자동차만 해도 디젤차가 가솔린차보다 효율이 좋다고 해서 디젤이 정답이라고 말할 수 있을까요? 결코 그렇지



“국가 에너지 계획은 정책적 일관성 하에 중장기 투자, 전문가 차원의 세밀한 전략이 담보되어야....”

않습니다.

수소경제도 마찬가지입니다. 수소경제란 쉽게 말하면 수소가 매개체가 되어 에너지를 이동시키는 것인데, 앞으로 이 기술이 문제없이 상용화 되려면 적어도 몇 십 년은 걸릴 것입니다. 그리고 완전한 상용화가 이뤄진다고 해도 모든 에너지원을 수소만으로 대체할 수도 없을 것입니다. 앞서 말씀드렸듯이 지금은 우리 연구소도 수소, 연료전지, 이차전지의 세 연구분야를 중심으로 운영되지만, 앞으로 우리가 개발한 창의적인 기술로 새로운 에너지 패러다임을 만들어 나가는 조직으로 성장시키고 싶습니다.

Q 이러한 신기술들이 최근 정부에서 말하는 수소경제 실현과 혁신성장으로 이어지기 위해서는 필요한 것들이 여전히 많을 것 같습니다.

미래 에너지 계획은 정치논리나 감성에 의해서가 아니라 전문가의 분석과 식견에 기초해 세워져야 합니다. 에너지는 우리의 삶, 국가의 미래와 직결되어 있는 문제이기 때문입니다. 최근 탈원전, 수소경제 모두 정치, 사회, 문화적으로 큰 주목을 받고 있습니다. 그럴수록 차분히 전문적 내실을 다져야 합니다. 또한 잠깐의 주목이 아닌, 정책적 일관성 하에 지속가능한 중장기적 투자, 전문가에 의한 전략적인 산업육성이 반드시 담보되어야 할 것입니다.

에너지는 발전 주기가 긴 영역입니다. 지금부터 원전을 폐쇄한다고 결정 하더라도 완료까지는 적어도 40년은 걸릴 것

입니다. 그런 의미에서 저희 청정기술연구소도 미션 완수를 위해 숨을 길게 가져가는 연구소가 될 것 같습니다.

기술적으로는 어떤 이슈들이 있을까요?

에너지는 한 두 가지 기술이 아닌 여러 기술들이 모여 이뤄 집니다. 저희 연구소의 기술들만 하더라도 연료전지는 이미 상당부분 상용화에 접근해 있는 편이지만 반면 수소 운송 등의 분야는 아직 가야할 길이 많이 남아 있습니다. 이러한 여러 요소기술 발전의 불균형을 잘 맞춰나가는 것이 궁극적인 수소경제를 이루는 핵심이 아닌가 생각합니다. 더불어 연료전지 자동차 등 새로운 기술을 테스트, 생산, 보급할 수 있는 인프라, 경제성을 담보할 수 있는 제반 여건 등도 갖춰 나가야 할 것입니다.

Q 연구소 운영과 관련하여 앞으로 새롭게 시도해 보고 싶으신 점이 궁금합니다.

과거 국가기반기술연구본부장을 맡았을 때에는 다양한 연구자들의 의견을 듣고 그에 맞춰 새로운 분야를 위한 시드형 연구를 발굴하는 방식으로 운영을 했습니다. 하지만 미션 중심형인 지금의 연구소 체제에서는 임무 완수를 위해 역량을 집중하는 방식으로 운영해 나가려고 합니다. 이 과정에서 개별 연구자의 창의성과 자율성을 해치지 않는 것을 가장 큰 가치로 생각합니다.

조금 더 구체적으로 말씀해 주신다면요?

우리는 알게 모르게 창의성을 해치는 일들을 서슴지 않고 합니다. 그 한 예로 말씀드리기 조금 조심스러운 이슈입니다만 가짜학회 문제를 들 수 있습니다. 연구는 작은 주제를 소수 연구자들이 모여 창의적으로 만들고 이를 큰 주제를 다루는 보다 큰 학회로 발전시켜가는 과정이 필요합니다. 물론, 불법적인 행위에는 상응하는 엄정한 제재가 필요하지만 연구자들의 창의로운 활동이 저해되어서는 안됩니다. 가짜학회 문제에 대한 대응법에 대해서 조금 더 생각해 보면, 미국에서 비슷한 이슈가 처음 제기되었을 때 그들은 학회를 고발했지만, 우리사회는 연구자들에 대한 비난과 처벌에 좀 더 무게중심이 가 있지 않나 생각합니다. 사소해 보이지만 매우 큰 인식의 차이입니다. 앞으로 미처 생각지도 못했던 창의성과 자율성을 가로막는 것들을 세밀히 찾아내고 과감히 바꿔내는 것이 결국 연구소의 임무 완수를 위한 중요한 과제가 아닐까 생각합니다.

Q 마지막으로 최근 감명 깊게 읽으신 책이나 인생 좌우명이 있다면 한 말씀 부탁드립니다.

최근 몇 년간 유발 하라리의 책들을 아주 인상깊게 읽고 있습니다. 역사학자인 그가 사피엔스, 호모데우스, 21세기를 위한 21가지 제언 등의 저작을 통해 우리에게 주는 메시지는 단 하나입니다. 앞으로는 과학기술이 세계를 선도하는 세계가 올 수밖에 없다는 것입니다. KIST 연구자 뿐만이 아니라 많은 과학기술인들이 책임감을 가지고 꼭 한번 읽어 보시길 권하고 싶습니다. **KIST**



한종희 소장

- ▲ 現 KIST 청정신기술연구소장
- ▲ 前 국가기반기술연구본부장, 지식경제 R&D 전략기획단 위원 등 역임
- ▲ 연세대학교 화학공학 학사, 서울대학교 화학공학 석사, University of Cincinnati 화학공학 박사



PART.

01

R&D Spotlight

네 번째 기획시리즈

한국 과학기술정책의 진화, 들

이슈분석

과학기술 정부출연연구기관 개인평가 제도 개선 방향

한국 과학기술정책의 진화, 둘

최영락

STEPI 명예연구위원
yourchoi1@gmail.com

과학기술 역량의 급속한 성장: 기술 자립

한국의 과학기술정책을 분석함에 있어 그 대부분은 한국에서 일어난 역사적 사실들을 나열식으로 설명하고 있다. 언제 무엇이 만들어지고, 어떻게 시행하였다는 내용이 주류를 이루고 있는 셈이다. 따라서, 한국 과학기술정책의 가장 밑바탕에 흐르고 있는 그 본질적 특성을 찾아내기 위한 시도들은 많지 않았다. 본고에서는 이들 기존의 접근법과 달리하여, 한국 과학기술정책의 깊은 곳에 내재되어 있는 특성들이 무엇이었는가를 탐색하면서, 그것들을 바탕으로 오늘날의 발전된 한국 과학기술의 모습을 어떻게 구현하였는가를 밝혀보고자 한다. 특히 개도국의 과학기술정책에 대하여 한국의 정책 경험들이 어떠한 시사점을 제공할 수 있는가를 염두에 두면서 살펴보고자 한다.

하나

2월호(Vol. 93)

과학기술 발전의
기본 틀 구축

셋

4월호(Vol. 95)

과학기술
선진국에의 도전

둘

3월호(Vol. 94)

과학기술 역량의
급속한 성장:
기술 자립

그동안 엄청나게 발전해온 한국 과학기술의 특징적 모습은 다음과 같이 요약할 수 있다. 첫째, 해외기술의 도입에서 출발하였으나 이제 국내기술로 글로벌 프런티어 기술에 도전할 만큼 선진국 수준에 접근하였다. 둘째, 정부출연연구기관은 물론이고 대학, 민간기업도 글로벌 경쟁이 가능할 정도의 연구개발 역량을 확보하였다. 셋째, 산업현장에 필요한 엔지니어는 물론이고 연구개발 인력에서도 세계적으로 경쟁력을 갖춘 우수한 인재를 확보하게 되었다. 넷째, 삼성, 현대, 엘지, 에스케이, 포항제철 등 세계적인 기술혁신 역량을 구축한 민간기업들을 탄생시켰다. 다섯째, 한국 과학기술의 강점은, 물론 연구개발 역량에도 있지만, 세계 최고 수준의 제조 역량과 생산 노하우에 있다. 이에 따라, 한국의 과학기술은 개발도상국들이 가장 배우고 싶어 하는 발전 모형으로 인식하고 있다. 실제로 제2차 세계대전 이후 개발도상국 상태의 과학기술에서 선진국 수준의 과학기술로의 도약을 이룩한 국가는 한국이 유일하다.

이렇게 한국 과학기술이 발전하는 과정에서 가장 비약적인 발전을 이룩한 시기는 1980년대, 1990년대, 그리고 2000년대 초반이라고 할 수 있다. 그리고 이 시기에 추구해온 과학기술정책의 핵심 내용들은 (1) 정부 연구개발예산이 대폭 확대되고 민간기업의 연구개발투자가 급속하게 증가하는 등 연구개발 자원의 대대적인 확충을 추구하였다. (2) 기술 도입은 매우 중요한 요소로서 여전히 계속되었지만, 국내 연구개발 역량의 고도화를 추구하여 독자적인 기술혁신 능력을 확보하고자 하였다. 다만 연구개발 역량의 추가적인 질적 향상과 연구 성과의 상용화 측면에서 여전히 개선해야 할 부분들을 남겼다. (3) 연구개발에서 민간주도 체제를 정착시키고자 하였다. 핵심적인 국가적 과제들은 여전히 정부 정책의 주요 대상이지만, 민간기업이 기술혁신의 중심체로 등장하였다. (4) 선택과 집중의 불균형 발전에 여전히 초점을 두었지만, 연구개발의 많은 부분에서 다기화, 다층화, 다양화가 이루어져 연구개발의 폭과 깊이가 대폭 확충되었다. (5) 연구개발의 국제화를 가속화하고자 하였다. 연구인력들의 빈번한 국제교류는 물론이고, 한국 기준이 아니라 글로벌 기준이 판단과 평가의 틀로 자리를 잡도록 하였다.

1 연구개발투자의 지속적 증가

아래 표에서 보는 바와 같이 한국은 지난 50년간 세계에 그 유례가 없을 정도로 연구개발 투자, 연구개발 인력, 연구개발 역량, 연구개발 시스템에서 엄청나게 발전하였다. 연구개발투자에서는 미국, 중국, 일본, 독일에 이어 세계 5위 국가로 부상하였으며, 연구원 수에 있어서도 이들 국가에 러시아가 추가된 세계 6위의 국가가 되었다. 또 GDP 대비 총연구개발비는 4.24%로 실질적으로 세계 1위이다(작은 국가인 이스라엘이 1위임을 고려하면). 또한 미국특허(등록) 3위이고, 국제학술논문 12위이며, 박사 연구원이 10만 명인 시대에 이르렀다.

| 주요 연구개발 지표의 진화 |

구분	1963	1970	1980	1990	2000	2010	2016
총연구개발비(백만달러)	4	32	321	4,676	12,245	37,935	59,819
정부 대 민간(%)	97:3	71:29	64:36	19:81	28:72	28:72	24:76
총연구개발비/GDP(%)	0.25*	0.39*	0.56*	1.72	2.18	3.47	4.24
연구원수(상근기준,명)	1,750**	5,638**	18,434**	70,503**	108,370	264,118	361,292
국제학술논문(SCI)		27	159	1,587	12,316	41,385	59,628
미국특허(등록)		3	9	290	3,472	12,508	19,494

주: *총연구개발비/GNP **전체 연구원 수

2 과학기술 거버넌스의 진화

한국 정부는 1967년 과학기술 전담부처인 과학기술처를 설립하였으며, 이는 당시 개발도상국 중에서 최초의 각료급 과학기술 전담부처이었다. 이후 과학기술 전담부처는 50여년간 한국 과학기술을 1960년대의 개발도상국 상태로부터 현재의 선진국 문턱까지 끌어올리는데 가장 결정적인 역할을 수행해왔다. 한편 김대중 정부는 과학기술정책의 집행 능력을 더욱 강화하기 위하여 1997년 과학기술 전담부처를 ‘처’에서 ‘부’로 격상하였다. 또 노무현 정부는 과학기술부장관을 “과학기술부총리”로 격상시키고 과학기술부 내에 과학기술정책의 종합조정을 주관하는 “과학기술혁신본부”를 설치하였다. 그리고 2003년 청와대 내에 차관급의 정보과학기술보좌관을 신설하였다. 2008년 출범한 이명박 정부는 작은 정부를 표방하면서 고등교육정책과 과학기술정책을 유기적으로 연계시키는 취지에서 교육과 과학기술을 합친 교육과학기술부를 출범시켰다. 또 과학기술부총리, 과학기술혁신본부, 정보과학기술보좌관을 폐지하였다. 그러나 교육과학기술부가 교육 현안 위주로 운영되어 과학기술 행정이 소홀하게 다루진다는 비판을 받아 들여, 이미 존재하고 있었던 비상설의 국가과학기술위원회를 2011년 장관급의 상설 행정위원회로 개편하여 과학기술 부문을 전담하도록 하였다. 2013년 출범한 박근혜 정부는 과학기술과 정보통신기술을 국가 성장동력의 양대 축으로 삼아 기존의 교육과학기술부를 개편하여 과학기술과 정보통신기술을 전담하는 부처로서 미래창조과학부를 출범시켰다. 그리고 미래창조과학부가 출범하면서 국가과학기술위원회를 흡수하였다. 문재인 정부는 2017년 과학기술과 정보통신을 결합한 과학기술정보통신부를 발족시켰다. 또 대통령에게 과학기술정책을 적극 보좌하기 위하여 청와대 내에 차관급의 과학기술보좌관을 신설하였다. 그리고 참여정부의 경험을 살려 과학기술 컨트롤타워 역할을 수행하는 차관급 과학기술혁신본부를 출범시켰다.

한편, 최초의 과학기술정책 종합조정기구인 1973년 설치된 “종합과학기술심의회”(국무총리가 위원장)이었으며, 그 기능이 그리 활발하지 않았다. 또 정부는 1982년부터 대통령이 직접 주재하고, 여야 정치인, 국무위원, 재벌 총수, 학계와 연구계 대표 등이 참석하는 “기술진흥확대회”를 정례적으로 개최하였다. 이 기술진흥확대회의는 1987년 까지 운영되면서, 한국 과학기술을 한 차원 높게 발전시키는데 크게 기여하였다. 또 종합조정기구로서 과학기술장관회의(1996년-1998년), 1999년부터는 대통령을 위원장으로 하는 국가과학기술위원회, 2013년부터는 국무총리 소관의 국가과학기술심의회로 이어졌다. 문재인 정부는 주요 과학기술정책의 수립 및 조정, 국가연구개발예산의 배분과 조정 등을 심의하는 과학기술 컨트롤타워로서 “국가과학기술심의회”를 운영하고 있다. 그리고 이를 대통령 자문기관인 “국가과학기술자문회의”와 긴밀하게 연계시키기 위하여 2018년 4월 17일 국가과학기술자문회의 내의 심의회가 되도록 하였다. 또 국가과학기술자문회의는 의장(대통령)과 의장이 지명하는 부의장을 포함한 13인의 위원으로 구성되었고, 민간위원들만으로 자문위원들을 위촉하였으며, 제1기는 2017년 12월에 출범하였다. 문재인 정부에서 국가과학기술자문회의는 2008년 이전과 유사한 형태로 복귀한 셈이다. 참고로, 1987년 헌법 개정 당시 근거 조항을 마련하고 1991년 국가과학기술자문회의법이 제정됨으로써 국가과학기술자문회의가 상설 대통령 자문기구로 공식 출범하였다.

정부출연연구기관의 거버넌스에 대하여, 김대중 정부는 정부출연연구기관 문제의 원인이 연구 자율성의 부족에 있다고 보고 정부의 간섭을 줄이기 위해 1997년 연구회 체제를 도입하였다. 이에 따라 1999년 정부출연연구기관을 기초기술, 공공기술, 산업기술의 3개 분야로 나누고 분야별로 단일 이사회를 갖는 3개 연구회 체제를 출범시켰다. 그리고 이들 3개 연구회와 산하 정부출연연구기관의 관리 감독을 국무총리실로 일원화하여, 부처별 경영간섭을 최소화하면서 범부처 활용체제를 강화하고자 하였다. 한편, 노무현 정부는 2004년 과학기술행정체제를 개편하면서 3개 과학기술계 연구회와 소관 19개 정부출연연구기관을 국무총리실에서 과학기술부로 이관하였다. 또, 이명박 정부가 출범하면서 2008년 공공기술연구회는 해체되고 기초기술연구회는 교육과학기술부로 산업기술연구회는

지식경제부로 그 관리체계가 이원화되었다. 박근혜 정부는 정부출연연구기관 운영의 일관성과 자율성을 높인다는 취지에서 2014년 기초기술연구회와 산업기술연구회를 통합하여 1개의 국가과학기술연구회로 일원화하였다. 그리고, 문재인 정부는 정책의 일관성을 추구한다는 차원에서 별다른 변화를 시도하지 않은 채 단일 연구회 체제를 그대로 계승하였다.

3 연구개발 역량의 고도화

1980년대에 이르러 주력산업의 기술 고도화와 미래산업을 이끌어 갈 첨단기술을 개발하기 위한 핵심 전략기술의 집중적 개발이 주요 정책과제로 등장하였다. 이에 따라 정부는 전략적 핵심기술을 개발하기 위한 대표적 정책수단으로서 국가연구개발사업을 추진하였으며, 1982년에 출범한 “특정연구개발사업”이 최초의 국가연구개발사업이다. 과학기술처가 추진한 특정연구개발사업은 그 명칭에서 나타내듯이 모든 분야의 핵심기술을 개발하는 것이 아니라, 한국에게 가장 필요한 전략적 핵심기술의 개발에 선택적으로 집중한다는 것이 내포되어 있다. 한편, 상공부 역시 1980년대 중반에 이르러 기술혁신을 중요한 정책영역으로 간주하기 시작하였으며, 1987년부터 시행한 “공업기반 기술개발사업”이 대표적 사례이다. 공업기반기술개발사업은 산업계에서 시급히 개발을 필요로 하는 공통애로기술이나 민간기업의 자체 노력만으로는 수준 향상이 어려운 기술을 대상으로 삼았다. 이외에도 1980년대에 시작된 국가연구개발사업은 상공부가 1988년부터 추진한 대체에너지기술개발사업과 1992년부터 추진한 에너지절약기술개발사업이 있으며, 체신부가 1980년대 중반부터 추진한 컴퓨터, 반도체, 통신 등의 전략적 국가연구개발 프로그램들이 있다.

1990년대에 들어와 다수의 대형 국가연구개발사업들이 신규로 추진되었는데, 이는 선진국의 기술보호주의에 대응하기 위하여 국내의 한정된 과학기술 자원을 전략기술 분야에 집중하기 위함이었다. 이러한 특성이 가장 잘 드러나는 사업이 “선도기술개발사업(G7 프로젝트)”이다. 선도기술개발사업은 2001년에 우리나라 과학기술을 선진 7개국 수준으로 끌어올리는 것을 목표로 삼았다. 이를 위해 2000년대 세계시장에서 국제경쟁력을 가질 수 있는 전략제품군을 선정하여 집중적으로 개발하는 제품기술개발 9개 과제와 이에 필요한 원천·기반기술을 개발하는 기반기술개발 9개 과제로 구분하여 추진하였다. 이 사업은 1992년에 시작하여 2001년에 종료하는 10년에 걸친 사업으로서, 최초의 범부처 공동기획 연구개발사업이었고, 정부주도 아래 민간기업들이 함께 기획에 참여한 최초의 연구개발사업이다. 또 이 사업에서 모든 연구과제는 10년 전후의 연구개발 프로그램으로 기획되어 그 당시로서는 획기적인 중장기사업이었고, 또 하향식(top-down)으로 기획하여 추진하였다. 이렇게 기획과 추진체제에서 새로운 혁신이 이루어진 선도기술개발사업은 이후에 추진된 대형 국가연구개발사업의 패턴 형성자 역할을 하였다. 이외에도, 1990년대는 많은 부처에서 다양한 형태의 국가연구개발사업을 추진하는, 국가연구개발사업의 성장기라고 할 수 있다. 또 이 과정에서 각 부처별로 독자적으로 사업을 기획하고 추진하는 분산형 국가연구개발사업 추진체제도 형성되었다. 1993년에는 체신부(1994년 정보통신부로 변경)의 정보통신연구개발사업이 본격화되었고 또 환경부의 환경기술개발사업이 시작되었다. 1994년에는 건설부의 건설기술연구개발사업과 농림수산부의 농림수산물기술개발사업이 시작되었다. 이어서 1995년에는 보건복지부의 보건의료기술개발사업이 출범하였고, 1996년에는 해양수산부의 해양과학기술개발사업이 시작되었다.

한편, “21세기 프론티어 연구개발 사업”은 생명기술, 나노기술, 환경기술 등 전략기술을 선택·집중 개발하여 2010년대 초반까지 세계 정상급 기술력을 확보함으로써 고부가가치 신산업을 창출하는 기반을 구축하는 것을 목표로 추진되었다. 사업기간은 1999년에서 2013년까지이고, 사업단별로 사업 착수시점부터 10년간 지원하는 사업으로서, 사업

단별로 연간 80억-100억원을 지원하였다. 그리고 이 사업을 통해 1999년부터 2003년까지 총 22개 사업단을 선정하여 지원하였다. 또한, “글로벌 프론티어 사업”은 미래 유망 분야에서 세계를 선도할 세계 최고의 원천기술을 창출하는 것을 목표로 추진되었다. 사업기간은 2010년에서 2022년까지이며, 총사업비는 1조 1,910억원이고, 사업단별로 연간 100억-150억원을 최대 9년(2년+3년+4년)간 지원하는 사업이다. 이 사업에서는 2010년부터 2014년까지 총 10개 연구단을 단계적으로 선정하였으며, 선정된 연구단은 각각 비영리 재단법인으로서 독립된 운영체제를 갖도록 하였다.

4 기업의 기술혁신 역량 강화

1960년대 초기에는 정부가 부담하는 연구개발비가 절대적인 비중을 차지하였으나, 1970년대부터 민간 연구개발비의 비중이 지속적으로 증가하여, 1982년에는 최초로 정부와 민간이 총연구개발비의 50%를 각각 부담하는 단계에 이르게 되었다. 이후 1992년에는 정부 부담이 불과 17%일만큼 민간의 연구개발투자가 급속하게 증가하였다. 그 이후부터 현재까지 정부와 민간의 비중이 대체적으로 각각 25%, 75% 전후 수준을 유지해오는, 민간 중심의 연구개발체제가 정착되었다. 한편 기업의 매출액 대비 연구개발비 비중도 가파르게 증가하였는바 1980년 0.47%로부터 1990년 1.72%, 2000년 1.98%, 2010년 2.38%, 2016년 3.16%에 도달할 만큼 급격하게 증가하였다.

이렇게 민간주도의 연구개발체제가 확립되는 데에는 정부의 적극적인 기술개발 지원제도가 큰 역할을 담당하였다. 한국의 기술개발지원제도는 사실상 1980년대에 대부분 정비되었다고 해도 과언이 아니다. 여기에는 조세지원제도, 금융지원제도, 정부구매제도, 연구인력 병역특례제도 등이 포함된다. 기술개발에 대한 조세지원제도는 1981년의 전면적인 세제 개편을 계기로 정비되기 시작하였다. 그 당시 정부의 일반적인 세제는 감면의 폭을 축소하는 방향으로 진행되고 있었지만, 기술개발의 경우에는 오히려 감면의 폭을 더욱 확대하는 방향으로 진전되었다. 또 1981년에는 기술개발준비금의 적립과 관계없이도 기술 및 인력개발에 대한 세액공제가 가능한 제도가 신설되었고, 기업의 신설 연구소용 부동산에 대한 지방세의 면제, 기술개발 선도물품에 대한 특별소비세 잠정세율 적용, 외국인 기술자에 대한 소득세 면제 등이 이루어졌다. 또 기술개발에 대한 조세지원제도는 이후에도 실효성을 더욱 제고하는 방향으로 발전하였으며, 특히 조세감면제도의 시효가 만료되는 1986년에 세제를 개정할 때 기술개발준비금의 적립한도를 오히려 크게 확대하였고 또 기술 및 인력개발비의 증가투자분에 대한 세액공제와 이월공제 허용을 새로 추가함으로써 우리나라 기술개발 지원세제는 더욱 강화되었다. 한편, 기술개발에 대한 금융지원은 금융기관, 벤처캐피탈 회사, 재정자금, 국가연구개발사업 등을 통해 지속적으로 확대되었다. 그리고, 1981년에 마련된 연구요원 병역특례 제도는 해당 연구요원에게 병역의무를 면제해주는 대신에 연구기관에서 5년간 근무하게 하는 제도이다. 이 제도는 산업계가 우수한 연구인력을 확보하는 데 큰 역할을 하였으며, 1991년 9월에는 그 대상을 인문사회계 연구기관 및 대학부설연구소로 확대하기도 하였다.

그리고, 한국에서 기업부설연구소가 설립되기 시작한 1979년에는 연말까지 46개 기업부설연구소가 설립되었고, 1981년 53개, 1985년 183개, 1988년에 500개를 넘었으며, 1991년 4월에 1,000개를 돌파하였고, 1995년 9월에 2,000개를 돌파하였다. 이와 같이 기업부설연구소가 가파르게 증가한 것은 기술개발의 필요성에 대한 기업의 인식이 전 산업에 걸쳐 널리 확산되었기 때문이었다. 이후 기업부설연구소는 1990년대 말 벤처 붐에 따라 설립이 더욱 급증하였다. 이는 외환위기를 기점으로 기술혁신만이 기업 생존의 유일한 수단이라고 널리 인식되었기 때문이었다. 그 결과 2000년에 5,000개, 2004년에 10,000개, 2014년에 30,000개를 돌파하는 기록을 세웠고, 2018년 3월에 기업부설연구소가 40,000개를 돌파하는 성과를 거두었다. 특히 중소기업 부설연구소는 매년 큰 폭의 증가세를 유지하여 2018년 9월 현재 전체 기업부설연구소의 96%를 차지하고 있다.

5 창의적 고급 과학기술인력의 양성

1980년대부터는 과학기술 인재를 조기에 발굴하여 양성하기 위한 과학영재 육성사업이 추진되었다. 이를 위해 과학 고등학교의 설립이 추진되었고, 1983년 문을 연 경기과학고등학교가 그 최초이다. 이후 1984년에는 대전, 광주, 경남 등 주요 시·도별로 과학고등학교 설립 붐이 일어났으며, 1993년까지 전국에서 13개 과학고등학교가 설립되었다. 이와 같은 과학영재의 조기교육을 통해 정부는 20대 초반에 이공계 박사학위 취득이 가능한 창의 인재 육성시스템을 구축하고자 하였다. 이에 더하여 2000년대에는 상위 1%에 해당하는 과학영재에 대한 수월성 교육을 목표로 하는 과학영재고등학교들이 설립되었다. 2001년 부산과학고가 첫 번째 한국과학영재학교로 선정되어 2003년부터 제1기 과학영재 입학생을 받기 시작하였다. 이를 시작으로 과학영재고등학교의 설립이 활발하게 이루어져 서울과학고, 경기과학고, 대구과학고가 과학영재학교로 추가 지정되어 모두 4개로 늘어났다. 결과적으로 2017년 현재 20개 과학고등학교와 8개 과학(예술) 영재학교가 운영되고 있다.

한편, 대학의 연구조직이 본격적으로 육성되기 시작한 것은 1990년대로서 대학원 정원의 확대, 우수연구센터 육성사업, 대학원 중심대학과 연구중심대학 육성 등이 주요 시책으로 시행되었다. 이 가운데, 1990년에 시작된 우수연구센터 육성사업은 특정 분야별로 세계 수준의 선도 과학자를 육성하기 위하여 9년간 집중 지원하는 사업으로서, 대학의 기초연구 역량 제고에 크게 기여하였다. 이 사업은 과학연구센터(SRC)와 공학연구센터(ERC)로 구분하여 추진하였는바, 2006년까지 총 113개 센터를 지원하였다.

또한, 1990년대 중반에 이르러, 그 동안의 양적 성장에도 불구하고 대학 연구역량의 질적 개선이 더욱 필요하다는 문제가 제기되었다. 이에 따라 대학 연구역량의 질적 향상을 위해 교육부는 “두뇌한국 21사업(BK21)”을 1999년부터 실시하였다. 이 사업은 세계 수준의 대학원 육성 및 우수한 연구인력을 양성하기 위하여 석·박사 과정 및 신진 연구인력을 집중적으로 지원하는 고등교육 인력양성 사업이다. 1단계 BK21 사업은 1999년에 시작하여 2005년까지 7년간 총 1조 3,421억원을 투입하였고, 2단계 BK21사업은 2006년부터 2012년까지 7년간 총 2조 300억원을 투입하여 과학기술, 인문사회 등에서 전국 74개 대학 총 244개 사업단 및 325개 사업팀을 지원하였다. 그리고 현재 3단계 BK21 사업인 BK21플러스(Plus)이 추진되고 있으며, 2013년부터 2020년까지 7년간 총 1조 7,500억원을 투입하여 글로벌 수준의 석박사급 창의 인재를 양성함을 목표로 하고 있다.

6 지역의 기술혁신 역량의 강화

1994년부터 지방자치제가 본격적으로 시행되면서 지역의 과학기술 잠재력을 개발하고 지역산업의 발전을 도모하기 위한 지방 과학기술의 진흥시책들이 추진되기 시작하였다. 이와 관련하여 1990년대 이후 추진된 주요 지역연구개발 사업에는 산학연공동기술개발 사업, 지역협력연구센터 사업(RRC), 지역기술혁신센터 사업(TIC), 테크노파크 사업(TP) 등이 있다. 이 중에서 지역협력연구센터 사업은 지역의 비교우위 산업과 지방대학의 우수한 연구개발 자원을 연계시켜 각 지방의 특성에 맞는 산업의 육성과 지방대학의 연구 활성화를 도모하기 위하여 과학기술처가 지원한 사업으로서 총 59개(1995년-2004년) 센터를 지원하였다.

산업자원부가 지원한 지역기술혁신센터 사업은 고급 연구인력을 보유한 우수 지방대학에 고가의 실험·측정 장비를 구축·운영하는 사업으로서, 대학과 중소기업이 이들을 공동 활용하여 기업의 기술개발을 촉진하는 것을 목표로 하였다. 산업자원부는 각 센터별로 연간 국비 5억~10억원씩 5년간 지원하였으며, 1995년 2개 센터를 시작으로 2004년

까지 총 44개의 지역기술혁신센터를 지원하였다. 한편, 2004년 과학기술행정체제 개편에 따라 지역혁신사업을 산업자원부로 일원화하면서, 기존의 과학기술부 지역협력연구센터 사업과 산업자원부 지역기술혁신센터 사업을 통합하여 2006년 지역혁신센터 사업(RIC)으로 일원화하였다. 그리고 이 사업을 통해 2009년까지 총 127개 센터를 지원하였다. 다른 한편, 지방 대학의 혁신역량을 강화하여 지역의 혁신을 도모하기 위한 누리 사업(NURI)에 2004년부터 2008년까지 총 1조 2천억원을 투입하였다.

또, 1995년부터는 지역기술혁신의 구심체로서 테크노파크 조성사업을 추진하였다. 이에 따라 1997년 송도, 경기, 대구, 경북, 충남, 광주/전남 등 6개의 테크노파크 시범조성 사업에 착수하였으며, 2007년까지 1단계 조성사업이 완료되었다. 또 2008년부터는 2단계 조성사업을 추진하여 부산, 포항, 충북, 전북, 전남, 강원, 경남, 울산, 경기 대진, 서울, 대전, 제주 등 전국적으로 12개의 테크노파크를 추가로 설립하였다. 최종적으로 현재 세종특별자치시를 제외한 전국 16개 시·도에서 18개 테크노파크가 운영되고 있다. 다른 한편, 대덕연구개발특구의 경험을 전국적으로 확산하려는 노력이 시행되었다. 즉 기존의 대덕연구개발특구는 국가혁신체제로서의 위상을 지닌 첨단융합산업의 허브로서 육성하고, 2011년에 추가로 지정된 대구연구개발특구와 광주연구개발특구는 지역혁신체제(RIS)의 위상을 갖는 광기반 융복합산업의 거점 및 IT기반 융복합산업의 거점으로 각각 육성하는 방안이 추진되었다. 이후 2012년에는 부산연구개발특구, 그리고 2015년에는 전북연구개발특구가 추가로 지정되었다.

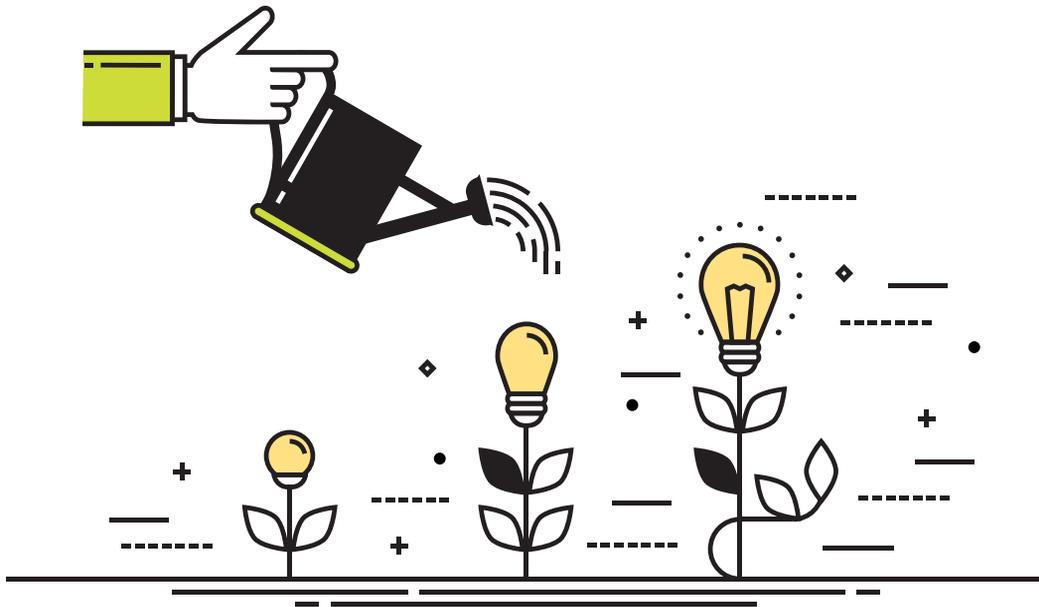
7 ▶ 중소·벤처기업의 기술혁신 역량 강화

1980년대 중반까지도 중소기업을 노동집약 상태에서 기술집약화 및 생산성 향상으로 전환시키는 과제는 여전히 당면한 현안으로 남아있었다. 이에 정부는 1986년 “중소기업 창업지원법”을 제정하여 중소기업 기술창업자에게 자금지원 및 조세감면을 실시하는 한편, 창업투자회사의 설립을 지원하도록 하였다. 또 1990년에는 중소기업 구조조정 조달기금을 설치하여 중소기업의 기술개발 및 생산성 향상을 지원하고자 하였다. 이어서 1991년에는 창업보육 사업을 처음으로 실시하였다. 이 사업은 우수한 기술력을 보유하고 있으나 창업 및 사업화에 소요되는 자금 및 신용을 갖추지 못한 유망 벤처기업에 대해서 별도의 담보 요구 없이 기술의 독창성과 기술경쟁력만을 평가하여 사업화 자금과 창업 공간을 지원하는 것이었다. 한편, 1996년 중소기업청이 출범하면서, 중소·벤처기업에 대하여 직접적으로 연구개발 자금을 지원하는 것이 가장 효과적인 방법이라는 결론을 내렸다. 이에 따라 기술혁신형 중소기업에 대하여 개발기간 1년 이내에서 기업당 6천만원의 기술개발 자금을 정부가 출연금으로 지원해주고, 성과가 발생하면 지원금의 50% 내외를 5년간 상환하도록 하는 시책을 실시하였다.

그러나 본격적인 중소·벤처기업에 대한 기술개발 지원은 1997년 “벤처기업 육성에 관한 특별조치법”이 발효되면서 시작되었다. 정부는 중소기업을 보호와 육성의 대상으로 간주하여 저금리 정책과 경쟁제한 제도 위주의 시책을 추진 해서는, 중소기업의 근본적인 경쟁력 제고와 질적 성장을 도모하는데 한계가 있다고 판단하여, 기술력과 혁신성을 갖춘 중소·벤처기업의 육성에 중점을 두는 정책으로 전환하였다. 또 정부는 중소기업의 기술혁신을 보다 체계적으로 지원하기 위해 2001년 “중소기업 기술혁신 촉진법”을 제정하여 기술혁신형 중소기업(INNO-BIZ)의 발굴 및 육성을 시행하였다. 이를 통해 기술혁신형 중소기업이 중소기업청의 각종 기술지원 사업에 참여할 경우 우선적으로 지원 하도록 하였으며, 또 자금, 판로, 인력, 정보 등 다양한 지원사업들과 연계하도록 하였다. 한편, 정부는 2003년 제1차 중소기업 기술혁신 5개년계획(2004년-2008년)을 수립하여 다각적으로 지원 방안을 수리하였으며, 2009년에 제2차 중소기업 기술혁신 5개년계획(2009년-2013년)을 수립하였고, 2014년에 제3차 중소기업 기술혁신 5개년계획(2014년-2018년)을 수립하는 등 기술혁신형 중소·벤처기업을 육성하기 위한 정책들을 지속적으로 발굴하였다.

이러한 지원정책들을 추진하는 과정에서 2000년대 중반에는 대기업과 중소기업간 상생협력과 동반성장이 주요 이슈로 부각되었다. 이에 따라 2005년 제1차 상생협력회의가 개최되면서 대기업과 중소기업간 사업영역의 보호와 공정거래 관행의 정착이 논의되기 시작하였다. 한편, 정부는 2005년에 보다 진일보한 혁신형 중소기업 육성전략을 수립하여, 혁신형 중소기업의 초창기 과제발굴 단계에서는 타당성 평가를 지원하고, 기술개발 단계에서는 평가를 생략하면서 절차를 대폭 간소화하고, 사후관리 단계에서는 사업화 자금을 지원하고, 최종적인 판매 단계에서는 구매조건부 기술개발을 지원하는 등 일괄지원시스템을 구축하였다. 또, 2000년대 중반 이후 조립·장치 부문에서 중국이 급부상하면서 고부가가치의 부품·장비·소재를 공급하고 새로운 성장동력을 창출할 수 있는 중견기업의 육성이 시급하다고 판단하였다. 이에 따라 2010년에는 세계적인 전문 중견기업을 육성하기 위한 전략으로서 중간 규모 기업군을 글로벌 전문기업으로 육성하고, 중소기업에서 중견기업으로 나아가 대기업으로 성장하도록 맞춤형으로 지원하는 시책을 수립하였다. 이에 더하여 글로벌 전문기업을 육성하기 위한 연구개발 전략을 수립하였는바, 정부 연구개발예산 중에서 중소·벤처기업에 대한 지원 비중을 더욱 확대하는 한편, 정부출연연구기관이 중소·벤처기업의 연구개발 활동을 적극 지원하도록 하였다. 여기에는 정부출연연구기관 연구비의 5-15%를 중소·벤처기업에 대한 기술, 인력, 장비 지원에 의무적으로 배정하고 중소기업에 대한 지원인력을 확대하는 방안이 포함되었다.

이와 같이 중소·벤처기업의 기술혁신 역량을 제고하기 위한 정부의 지원시책들을 기반으로 하여 중소·벤처기업의 수가 대폭 증가해왔다. 한국의 벤처기업 수는 1998년 2,042개에서 시작하여 2001년 말에는 11,392개까지 증가하다가, 정부의 내실 있는 벤처기업 육성시책에 따라 다소 줄어들어 2003년에는 7,702개에 이르렀다. 하지만 벤처기업 수는 2005년부터 다시 증가하기 시작하여 2006년에는 12,218개로 증가하였고, 2010년에 2만개를 돌파하였으며, 2015년에 3만개를 넘어섰다. 그리고 2016년 12월말 현재 벤처기업 수가 총 33,360개로 증가하여 벤처 인증제도를 도입한 1998년 이래로 최고치를 기록했다. 이와 같이 기술집약형 중소·벤처기업들이 지속적으로 성장하는 것은 한국의 미래를 밝게 비추는 것으로서, 향후 이들이 한국에서 기술혁신형 기업의 중추세력으로 등장하기를 기대하고 있다. **KT**



박기주

국가과학기술연구회
인재개발부, 법학박사
pkj6756@nst.re.kr

I 현황

정부와 국가과학기술연구회는 국민이 공감하는 과학기술 정부출연연구기관(이하 ‘출연(연)’이라 한다)의 역할과 책임의 확장, 연구하는 출연(연)의 환경조성을 위해 연구 특성에 맞는 질적 평가를 지속하여 추진해 왔다. 현재 개인평가는 연구자 개인별 경력경로와 역량 발전, 직무 특성 등을 반영하여 평가하고, 연구자 육성 관점의 컨설팅을 지향하고 있다(과학기술 출연(연) 발전방안, '18년 1월).

국가과학기술연구회는 R&D 특성에 맞춘 질 중심의 성과지표 강화 및 연구성과 중심의 평가체계 확립(2018년도 국가연구개발성과평가 실시계획, '17.03)을 위해 연구인력의 질적 성과평가 정착을 위한 가이드라인 제시 및 지속적인 제도개선을 권고해 왔다(출연(연) 연구자 개인평가 질적 지표 개선 가이드라인('15.08)). 이 가이드라인에서는 양적지표의 평가활용 배제 및 질적 지표와 배점 변별력 강화 방안 등이 제시되었다.

구체적으로 논문의 경우 단순 건수중심의 지표는 질적 수준을 반영하여 점수 산정방식을 수식화 또는 점수 구간을 등급화(5등급 내외)하고, 특허의 경우 특허출원 등 확정되지 않은 성과는 평가에서 제외하며, 이 때 점수 산정방식을 수식화 또는 점수 구간을 등급화(5등급 내외) 할 것을 제시하였다. 기술료 항목은 기술이전 건수를 삭제하고, 기술료 점수 산정방식을 수식화 또는 점수 구간을 등급화(5등급 내외) 하도록 권장하였다.

I ('15.08) 가이드라인 주요내용 I

- (논문) 단순 건수중심 지표는 질적 수준을 반영하여 점수 산정방식을 수식화 또는 점수 구간을 등급화(5등급 내외)
- (특허) 특허출원 등 확정되지 않은 성과는 평가에서 제외하고, 점수 산정방식을 수식화 또는 점수 구간을 등급화(5등급 내외)
- (기술료) 기술이전 건수를 삭제하고, 기술료 점수 산정방식을 수식화 또는 점수 구간을 등급화(5등급 내외)

1) 이 글은 과학술정책 제1권 제1호(2018.12.)에 실린 “과학기술 정부출연연구기관 개인평가 제도 개선 방향 연구”를 수정·보완한 것입니다.

이 후 2017년 12월에는 「출연(연) 개인평가제도 개선 권고(17.12.)」를 마련하여 질적 지표를 기반으로 한 평가 강화, 경력경로와 연계한 평가체계 구축 방안을 제시했다. 구체적으로 질적 지표만을 활용하고, 최저/최고 점수 폭을 확대하며, 성과창출 기간을 고려한 누적 평가 체계를 도입하고, 업무 특성별 평가를 실시하고, 연구자가 보유한 역량에 맞는 경력 경로를 설계하여 각 업무 특성에 부합하는 평가체계를 적용하는 것을 골자로 한다.

| ('17.12) 가이드라인 주요내용 |

(질적지표 기반 평가 강화) 질적지표만을 활용, 최저/최고 점수 폭 확대, 성과창출 기간을 고려한 누적 평가 체계 도입

(경력경로와 연계한 평가체계 구축) 업무 특성별 평가, 연구자가 보유 역량에 맞는 경력 경로를 설계하고 각 업무 특성에 부합하는 평가체계 적용

2018년 국가과학기술연구회를 중심으로 산하 출연(연)은 단기적 성과·목표 중심에서 과정 및 연구 특성을 반영한 개인평가로의 개선을 검토하였다. 이에 따라 개인평가 제도 현황 조사, 연구자 대상 간담회(18년 3월, 총3회) 등 현장 의견을 수렴하였다. 2019년에는 현장의 의견수렴을 바탕으로 질적 중심 개인평가 제도가 실질적으로 정착됨과 동시에 인력순환의 관점에서 저성과자 관리체계 방안도 모색할 예정이다.

II 과학기술 출연(연) 성과평가의 특성

일반적으로 비영리조직의 성과에 관한 연구는 크게 '성과에 미치는 요인들이 무엇인지에 관한 연구'와 '성과를 어떻게 측정할 것인가'에 관한 연구가 주를 이룬다. 이 중에 비영리조직의 성과 측정에 관한 연구는 크게 성과관리 또는 성과평가체계에 관한 연구 혹은 성과평가를 위한 지표개발에 관한 연구로 구분해 볼 수 있다. 성과관리(performance management)의 핵심은 조직의 성과를 중심으로 조직을 평가하고, 평가결과를 환류하여 조직의 성과를 개선해 나가는데 있다. 그렇기 때문에 성과관리체계는 조직의 성과와 평가결과 사이에서 지속적인 연계성을 갖는 것이 중요하다.

과학기술 출연(연)은 성과관리체계에서 조직의 성과를 무엇으로 볼 것인지 정의하고, 조직의 성과를 측정할 수 있게 하는 평가기준을 구성하는 과정이 필요하다. 성과측정지표는 단순히 성과를 측정하는 것을 넘어서 성과목표를 세부적으로 제시하는 세부성과목표로서의 의미를 지니며, 주로 정량적 평가가 가능한 관련 지표를 중심으로 제시된다.

그러나 비영리 조직으로서의 과학기술 출연(연)의 성과를 무엇으로 볼 것인가에 대한 어려움이 있다. 과학기술 출연(연)은 국가연구개발체계라는 넓은 성과평가체계에 속해 있기 때문에 이와 관련된 성과평가체계를 따르게 된다. 이를 바탕으로 개별 출연(연)에서는 연구특성에 맞는 성과측정지표를 설정하는 것이 중요한 의미를 갖는다. 출연(연)이 국가연구개발사업 고유의 성과평가체계를 구축하고 활용한다고 해서 이를 바탕으로 출연(연)의 모든 성과를 측정할 수 있는 것은 아니다. 성과라고 생각할 수 있으나 측정할 수 없는 경우에는 흔히 측정가능한 것만을 측정하여 성과로 간주하는 경우도 나타난다.

다시 말해, 성과측정의 수량화나 기계적인 측정을 도입하기 쉬운 것이다. 특히 연구조직의 경우 논문·특허·기술료의 정량적 성과를 기계적으로 평가하기 쉽다. 하지만 연구조직으로서의 출연(연) 성과관리의 한계는 성과가 항상 기계적으로 수량화되어 측정될 수 없다는데 있다. 일반적인 공기업이나 공공조직에 비해 유연하고 자율성이 강하며 성과 자체가 불분명하기 때문에 국가·사회의 수요에 기반 한 공공 연구성과를 정량적으로 측정하는 것이 불가능하거나 수치로 환산하기 어려운 경우가 많다고 할 수 있다.

III > 주인-대리인 이론(Principal-agent theory) 관점의 접근

과학기술 출연(연)은 공익적 연구를 통해 사회에 기여하는 비영리조직으로 예산과 조직에 있어서 정부와 상호 의존적인 관계를 갖게 된다. 정부가 직접적으로 공공 연구개발이라는 사회적인 서비스를 제공할 수 없기 때문에 정부의 재정지원을 받는 비영리조직인 출연(연)에 사회서비스 제공을 의존하는 경향이 나타나는 것이다.

이 때 정부와 출연(연)의 관계는 주인-대리인 이론(Principal-agent theory)과 같은 형식으로 나타난다. 주인-대리인 이론은 대리인이 주인을 대신해 재량을 갖고 행동하는 것을 의미하는 이론으로 정부가 서비스를 제공하기 위해 민간과 계약하고, 민간은 재정지원을 받아 정부를 대신하여 서비스를 제공하는 현상을 대표하는 이론이라고 볼 수 있다. 주인-대리인 이론은 주인과 대리인간 정보 비대칭성(information asymmetry)을 가정하고 있으므로 이러한 정보비대칭성의 해결의 위해서는 성과평가에서 명확한 성과지표를 설정하고 이에 대한 구체적 타당성이 담보되어야 한다.

출연(연)은 국가연구개발을 위한 전문조직으로 일반적인 공공기관에 비해 조직적으로 유연하고, 서비스를 담당 하는데 있어 전문성도 갖추고 있기 때문에 출연(연)에 연구를 위임하는 것이 사회서비스를 제공하는 측면에서 효과적이다. 그러나 이 과정에서 출연(연)은 정부의 지원을 계속받기 위해 보여주기식 연구결과물을 양산하기도 한다. 정부와 출연(연)이 주인-대리인 이론에서 설명하는 관점과 유사한 관계라고 본다면, 성과관리에 있어서도 이러한 관계가 반영되는 것은 당연한 일이다. 즉, 정부는 위탁한 업무인 국가연구개발사업이 적절하게 수행되었는지를 이를 수행한 출연(연)의 특성을 반영하여 평가해야 하는 것이다.

앞서 언급한 바와 같이 출연(연)은 연구기관으로서 운영 및 성과관리는 필요하지만 현실적인 성과평가의 어려움이 있기 때문에 국가연구개발사업 전반의 성과평가체계에 대한 관심이 더 필요할 수 있다. 출연(연)은 각 출연(연)이 가지고 있는 비전과 미션에 부합하는 연구개발사업을 구축하여 사업 중심으로 운영되다 보니, 전체 국가연구개발 사업이라는 성과평가체계에 기반한 개별 출연(연) 고유의 성과평가체계의 연계성은 부족한 측면이 있다.

출연(연)이 국가의 지원을 받아 연구개발사업을 수행하는 조직으로 정부나 지자체의 지원을 받는 경우 수행하게 되는 평가로는 중간보고, 회계평가, 사업보고서 제출 등이 있다. 이 중 사업보고서 제출은 양식에 맞게 진행된 사업에 대해 기술을 하는 것인데, 일반적으로 사업 자체 혹은 사업의 효과성에 대한 심층적인 검토는 이루어지지 않고 있다. 이렇다보니 재정적 지원을 계속 받기 위해서 기존 연구를 반복하거나 '4차 산업혁명'과 같은 정책 어젠다로 연구 전반을 각색하는 경향이 나타나고 있다. 출연(연)의 미션과 임무에 맞는 중장기적인 연구사업은 즉각적인 성과가 나타나지 않는다는 이유로 꼭 필요한 사업이지만 밀려나게 되는 악순환을 초래하기도 한다.

IV 과학기술 출연(연) 개인평가제 개선 방향

과학기술 출연(연) 성과평가는 앞서 언급한 바와 같이 출연(연)이 가진 공공연구 조직이라는 특성으로 인해 출연(연)이 스스로 성과평가를 개선하기 위한 방안을 지속적으로 모색하여 제시할 필요가 있다. 국가와 사회에 기여하는 공공연구라는 출연(연)이 추구하는 본연의 기능과 역할을 제대로 수행하기 위한 출연(연)만의 고유한 평가체계로의 개선이 필요하다. 출연(연)의 개인평가 제도 개선 노력은 출연(연)이 스스로 고유의 성과평가 제도를 구축하기 위한 의미 있는 시도라 할 수 있다. 구체적으로 개별 출연(연)의 성과지표 개선의 노력이 연구회 차원에서 공유되고 전체 출연(연)이 추구해야 할 질적 지표 중심의 개인평가제도의 방향이 모색되어야 한다.

과학기술 출연(연) 개인평가 제도는 연구수행 활동을 토대로 연구 분야의 다양한 직무 및 경력개발의 변화 가능성을 평가할 수 있는 체계를 구축하는 방향으로 개선되어야 할 것이다. 연구인력의 '성장·발전'에 필요한 역량·경력개발은 경력경로와 연계될 필요가 있으며, 경력경로 변화와 연계한 평가가 필요하다. 연구자별 연구분야 특성의 수용성이 증대된 연구인력의 특성별 지표 다양화를 통한 측정가능한 질적 성과중심평가, 개인과 조직의 목표의식을 고취할 수 있는 평가가 되어야 한다.

단기적으로는 질적 지표 기반의 평가 변별력 강화, 연구 특성을 반영한 평가체계 마련, 연구성과 창출 기간을 고려한 평가를 추진하고, 장기적으로 목표 달성도 기반 평가로 전환하여 질적 우수성과 창출을 유도하는 개인평가제도가 정착되도록 노력해야 할 것이다.

정부와 국가과학기술연구회는 출연(연)의 개인평가 제도를 전체 국가연구개발사업의 성과평가체계라는 거시적인 관점에서 개별 출연(연)의 연구특성에 맞는 질적 중심의 개인평가로 개선하기 위한 노력을 지속해 왔다. 출연(연)은 주인-대리인 이론의 관점에서 정부의 국가연구개발사업을 위임받아 수행하는 출연(연) 고유의 특성이 있으며, 연구 특성상 정량적 평가가 어려운 과제를 수행하고 있다. 이에 따라 출연(연)의 '성과를 어떻게 측정할 것인가'의 문제는 단순히 양적 지표화하기 어려운 구조적인 한계를 가지고 있다. 특히 양적 지표 중심의 평가체계는 현재 우리의 과학 기술 수준과 창의적이고 혁신적인 연구를 지향하는 추세와 맞지 않는 문제점이 있다.

특히 출연(연)의 조직평가와 더불어 이와 연계된 연구원 개개인의 성과를 어떻게 측정할 것인지의 문제는 전체 국가연구개발사업의 성과평가체계의 하부구조를 이루는 기초요소라 할 수 있다. 출연(연)의 개인평가는 출연(연)별 미션과 역할을 고려함과 동시에 이와 연계된 국가연구개발사업의 수행이라는 전체적인 관점이 고려되어야 한다. 연구회가 개별 출연(연)의 성과지표의 분석을 통해서 전체 출연(연)이 추구해야 할 질적 중심의 개인평가 개선 방안을 지속적으로 제시하는 것은 출연(연) 평가체계의 구체적인 발전방안의 모색이라는 측면에서 중요한 의미를 가진다고 할 수 있다. **ktg**

PART.

02

R&D In&Out

주요 과학기술 정책 및 현안
미래 친환경 에너지 기술개발 박차

TePRI, 정책 현장 속으로
'수소경제의 도래와 과제'

글로벌 시장 동향
환경친화적인 소재, '재생카본블랙(RCB)' 시장이 성장

Guten Tag! KIST Europe
고통 없는 세상과 안전한 환경, 독성 발현경로(AOP) 연구

주요 과학기술 정책 및 현안

미래 친환경 에너지 기술개발 박차

-과기정통부, 올해 총 121억원 규모의 수소에너지 신규과제 공모

남궁혜리

UST

namkoong@kist.re.kr

친환경·고효율 수소 생산 및 안정적 수소 저장을 위한 원천기술 개발

과 학기술정보통신부는 2월 12일~3월13까지 30일간 총 121억원 규모의 수소에너지 분야 신규과제를 공모한다고 밝혔다.(향후 5년간 약 600억원 규모 투자 예정)

- 그간 과기정통부는 기후변화 위기에 대응하고, 국가 성장동력의 발판을 마련하기 위해 기후·환경 연구개발을 지속적으로 추진해왔으며 특히 올해부터는 수소에너지 분야에 대한 지원을 강화했다.

지난 달 발표한 “수소경제 활성화 로드맵”에 의하면, 경제적이고 안정적인 수소 공급시스템 조성을 위해서는 수소 생산·저장 분야에 대한 다양한 기술개발이 필요하다.

「수소경제 활성화 로드맵('19.1)」 중 수소 생산·저장 분야 주요내용

- (수소 생산) 부생수소, 추출수소를 초기 수소경제 이행의 핵심 공급원으로 활용하고,
 - 중장기적으로 수전해, 해외생산 수소 활용 등을 통해 그린수소 산유국으로 도약
- (수소 저장) 고압기체, 액체, 액상, 고체 등 저장방식의 다양화 및 효율화



- 이를 위해 과기부는 온실가스가 발생하지 않으므로 친환경적이며, 성능은 높고 비용은 낮출 수 있는 수소 생산·저장 분야의 원천 기술을 개발하기 위해 신규과제들을 기획했으며, 세부 내용은 다음과 같다.
 - (차세대 기술 고도화) 전 세계적으로 상용화 가능성이 빠르게 접혀지고 있는 3개의 기술인 알칼라인 수전해, 고분자전해질 수전해, 액상유기화합물 수소저장에 대해 각 1개 연구단을 지원하고, 각 기술 별로 핵심소재·요소기술 개발 및 소규모 실증을 추진한다.(총4년(3+1))

- ※ (알칼라인 수전해) 알칼라인 수용액을 전해질로 사용하여 물을 전기분해한 후 수소를 발생시키는 방식
- ※ (고분자전해질 수전해) 고체이온전도성고분자를 전해질로 사용하여 물을 전기분해한 후 수소를 발생시키는 방식
- ※ (액상유기화합물 수소저장) 수소를 암모니아, 톨루엔과 같은 액체상태 화합물에 저장하는 방식

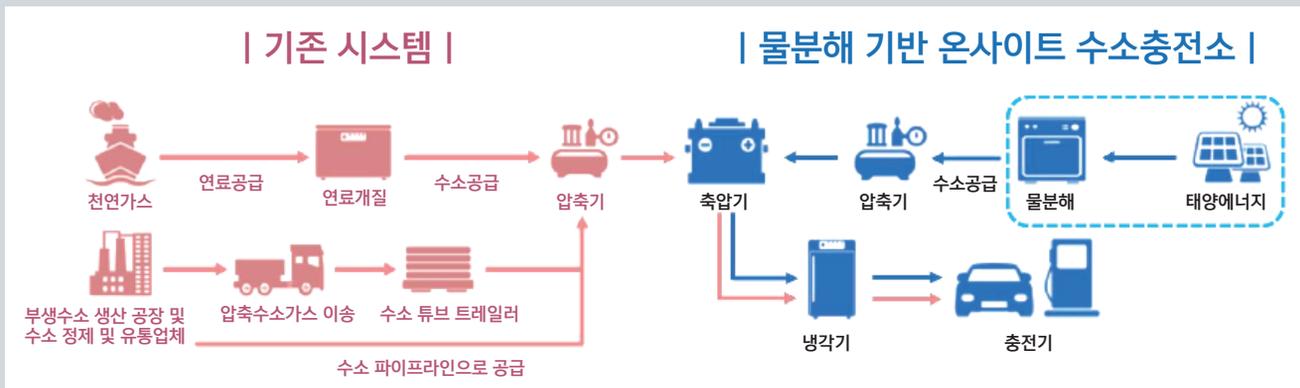
- (미래 유망 신기술 발굴) 연구자들의 창의·혁신적 제안을 바탕으로 미래 유망 신기술을 발굴한다. 위의 3개 기술을 제외한 분야에 대해 경쟁형 연구방식으로 추진할 예정이며, 18개 과제 선기획 연구(3개월) 후 평가를 통해 본연구 추진과제를 선정한다.(총5년(3+2))

※ '미래 유망 신기술' 경쟁형 연구방식



- (사업화 모델 기반의 기술개발) 온실가스 감축에 기여하고 새로운 기후산업을 창출하기 위해 기후산업 현장의 의견을 토대로 마련한 기후산업육성모델인, '친환경 충전소'에 적용 가능한 기술개발도 지원한다.
- 이 과제에서는 중장기적으로 충전소 현장에서 태양광을 이용하여 수소를 생산하기 위한 원천기술을 개발하고 이에 대한 검증을 추진할 계획이다.(총5년(3+2))

※ 충전소 현장에서 태양광을 이용하여 수소를 생산하는 '친환경 충전소' 개념도



과기부 고서곤 기초원천연구정책관은 “우리나라가 수소경제 선도국가로 도약하기 위해서는 관련 기술력 강화가 반드시 뒷받침되어야 할 것”이며 위 사업들을 통해 우리나라의 수소 분야 기술수준 향상과 더불어 차세대 기술 선점에 기여할 수 있을 것으로 기대”한다고 밝혔다.

사업공고와 관련한 자세한 사항은 과기정통부(www.msit.go.kr)와 한국연구재단(www.nrf.re.kr) 홈페이지에 게시된 「2019년도 수소에너지혁신기술개발사업 신규과제 공모」 및 「2019년도 기후변화대응기술개발사업 신규과제 공모」에서 확인할 수 있다. [KST](#)

수소경제의 도래와 과제

김민주

정책실 연수생
t18315@kist.re.kr

‘제133회 한림원탁토론회-제17회 과총 과학기술혁신정책포럼’ 참관



2019년 2월 18일, 산업통상자원부에서 발표한 ‘수소경제 활성화 로드맵’을 성공적으로 이룩하기 위하여 극복해야 할 기술적 문제점과 대응 정책을 논의하기 위한 제133회 한림원탁토론회-제17회 과총 과학기술혁신정책포럼이 개최되었다. ‘수소경제의 도래와 과제’를 주제로 한국과학기술한림원과 한국과학기술단체총연합회가 공동 주최한 본 포럼에서는 정부, 산업계, 학계의 수소 관련 전문가들이 참석하여 주제발표를 진행하였다.

첫 번째 발표를 맡은 산업통상자원부 에너지신산업과 김봉석 총괄팀장은 수소경제 활성화를 위한 기술경쟁력 강화와 안전성 확보, 법·제도 개선 등 수소경제 생태계 조성을 위한 추진 방안을 설명하였다. 현재 논란이 되고 있는 수소 생산에 대하여 초기에는 석유화학을 기반으로 한 부생수소와 추출수소에서 시작하여, 점차적으로 수전해 수소 및 해외 수소 수입으로 확대하여 2040년까지 연간 526만 톤을 공급할 계획이라고 밝혔다.

한편, 이어진 발표에서 현대자동차 김세훈 상무는 수소전기차가 발전되어온 과정과 비전 및 해외

협력 사례를 설명하였다. 현대자동차는 세계 최초로 리튬이온배터리를 적용한 차량인 투싼ix를 출시하였으며, 현재는 하이브리드, 수소전기차 등 여러 환경차 개발 성과를 내놓았다. 김 상무는 세계 각국이 모인 수소위원회에서 매일같이 전 세계의 수소 데이터가 집계되고 있다며, 국내뿐만 아니라 중국, 일본 등의 수소사회 로드맵도 함께 살펴보아야 할 필요성을 강조하였다.

지정토론에서는 류석현 두산중공업 고문, GIST 홍성안 교수 등이 연료전지의 경쟁력 향상 방안 및 수소기술 활성화를 위한 개선과제 등에 대한 의견을 주고받았다. 배중면 KAIST 산학협력단장은 유동인구가 적은 지역에는 제조식 수소 충전소를 설치하고 도심지에는 이동식 충전소를 둬으로써 이동통로 역할만 하는 일본의 Mother - Daughter 충전소 형태를 참고해야 한다는 의견을 내놓았다. 또한, 안현실 한국경제신문사 논설위원은 정책 관점의 의견을 덧붙였다. 정치관계가 과학기술정책에 미치는 영향을 줄이기 위하여 정부가 기술의 중립성을 지켜야 한다는 점과 기술 발전에 있어서 표준의 선점에 집중하기보다는 경쟁사인 도요타와 상호적으로 win-win 할 수 있다는 점에도 관심을 가져야 한다는 의견이었다.

이번 토론회에서는 수소기술의 현황과 개선 및 발전 사항에 대한 논의가 주로 이루어졌다. GIST 홍성안 교수의 제안처럼 정부 정책의 지속성과 신뢰성이 가장 중요한 요소가 될 것이며, 이를 위한 컨트롤 타워, 전담기구의 필요성도 더욱 커져나갈 전망이다. **ktg**

환경친화적인 소재, '재생카본블랙(RCB)' 시장이 성장

송유림

연구기획 · 분석팀
yurim_s@kist.re.kr

*출처:

Recovered Carbon Black (RCB) Market, MarketsandMarkets, 2019.2

전 세계 재생카본블랙(Recovered Carbon Black, RCB) 시장은 2018년 5억 5,000만 달러(한화 약 6,176억)에서 2023년 49억 1,000만 달러(한화 약 5조 5,134억)까지 연평균 55.0%로 성장할 전망이다. 타이어를 비롯한 고무제품, 플라스틱, 코팅제로의 용도 확대와 페타이어의 가용성, 저비용성 등이 시장성장을 촉진하고 있다.

그린 타이어에 대한 수요 증가로 타이어 분야의 RCB 시장 성장

2018년 4,355만 달러의 가장 큰 시장규모를 보이는 타이어 분야의 RCB 시장은 예측 기간에도 4억 1,993만 달러까지, 연평균 57.3%로 가장 큰 성장을 보일 전망이다. RCB는 보강제 및 타이어 충전재로 주요 사용되며, N500-N700 계열의 버진카본블랙과 유사한 강화 특성을 지니고 있다. 특성에 따라 차량의 내부 라이너, 뼈대, 사이드월(타이어의 접지면과 테두리 사이의 부분) 등 타이어의 여러 부분에 사용될 수 있어 그 수요는 계속해서 증가할 것으로 예상된다.

| 응용 분야별 시장 예측(2016-2023) |

(단위: 백만 달러)

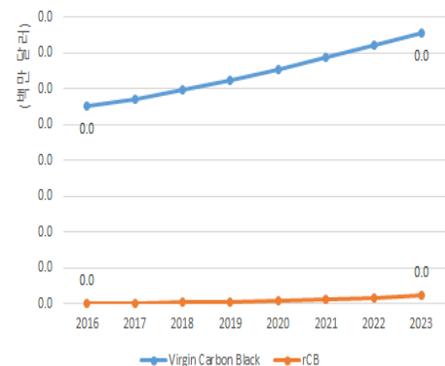
응용 분야	2016	2017	2018	2023	연평균 성장률
타이어	8.43	26.62	43.55	419.93	57.3%
타이어 외 고무	2.07	5.90	9.04	60.32	46.2%
플라스틱	0.48	1.18	1.70	8.23	37.2%
코팅제	0.09	0.20	0.26	0.89	28.0%
잉크	0.12	0.28	0.39	1.66	33.5%
합계	11.19	34.18	54.95	491.03	55.0%

탄소 발자국의 감소를 위한 녹색 대안, RCB 시장의 원동력

RCB는 이산화탄소를 배출하지 않는 열분해 공정을 통해 생성된다. 버진카본블랙 1톤 생산당 약 2.5~3.0톤의 이산화탄소가 배출된다는 것을 생각하면 온실 효과를 제어하는 데 많은 도움이 되는 것이 확실하다. 또한 대기오염의 주된 원인인 유황 산화물과 질소 산화물을 배출하지 않으며, 버진카본블랙 생산 과정에서 만들어지는 PAH 화합물(암 및 심혈관 질환을 일으킬 위험이 있다) 역시 RCB 생산 과정에서는 만들어지지 않는다.

이와 같은 장점을 바탕으로 RCB 시장은 큰 성장률을 보일 것으로 예상된다.

| 버진카본블랙과 RCB 시장의 성장 |



시사점

KIST에서도 재활용을 통해 환경오염을 줄이기 위한 노력을 계속하고 있다. 전북분원 탄소융합소재 연구센터에서도 탄소섬유강화플라스틱(Carbon Fiber Reinforced Plastic, CFRP)를 95% 이상 회수율로 재활용할 수 있는 기술을 개발하여, 항공·우주, 자동차, 선박, 스포츠 용품 등 산업 전반에 걸쳐 응용할 수 있는 기틀을 제공하였다.

매년 15억 개 이상의 페타이어가 발생하고 있으며, 이는 계속해서 증가하고 있다. 열분해를 이용한 타이어의 재활용을 통해 페타이어의 과도한 발생량과 수요에 대한 문제를 모두 해결할 수 있는 좋은 대안이 될 것이라 기대할 수 있다. **KIST**

고통 없는 세상과 안전한 환경, 독성 발현경로(AOP) 연구

김 용 준

KIST 유럽(연)
환경안전성 그룹
youngjunkim@kist-europe.de

1 독성 발현 경로(Adverse Outcome Pathway, AOP)란?

○ 해 화학물질에 대한 생체의 반응은 분자나 세포 수준의 미시(micro) 영역뿐만 아니라 개체나 개체군, 더 나아가 군집 수준의 거시(macro) 영역에서도 나타난다. 독성 발현경로 연구에서는 이러한 전체적인 생물학적 작용에 의해 일어나는 독성 반응을 평가·분석하는 것을 목표로 한다. 즉, 화학물질의 유해성을 평가하기 위한 방편으로서, 인체 및 생태종의 분자, 세포, 조직, 장기(organ)에 대한 영향을 구조학적으로 분석하고 발현경로를 단계별로 확인함으로써 유해 물질이 최종적으로 나타낼 수 있는 정보를 그 시작점으로부터 경로 모식화 하는 것이다. 지난 세기까지의 전통적인 독성 평가 방법은 특정 화학물질의 직접적인 영향을 평가하고 그 결과를 바탕으로 독성을 예측하는 방식으로 진행되어 많은 시간과 비용이 소요되었고, 특히 실험동물사용과 관련된 생명윤리적 측면에서 많은 한계를 가지고 있었다. 하지만 21세기에 들어 독성 유전체, 생물정보학, 시스템 생물학, 전산 독성학 등 다양한 첨단 방법론을 활용한 독성 평가 기술이 대두하게 되면서 보다 효율적이고 경제적인 방법으로 세포와 조직 수준에서의 독성 평가가 가능하게 되었다. 이에 따라 최근에는 미국과 유럽연합을 포함한 OECD 가입 국가에서 차세대 독성 테스트를 위한 핵심적인 개념으로 인식되고 있는 독성발현 경로(AOP)라는 개념이 등장하였다. 이러한 독성 발현 경로를 기반으로 한 독성 평가기술은 이미 여러 나라에서 OECD 프레임워크로서 활용되고 있다(미국 26건, 유럽연합 17건, 한국 3건). 또한 유럽연합에서는 독성발현 경로 기반 환경 위해성 평가와 관련하여 HORIZON 2020, ERC, SEURAT 등의 대규모 프로젝트도 함께 운영되고 있으며, 특히 동물 복지와 관련하여 화학물질의 생태독성시험에서 독성발현 경로가 핵심 관점으로서 자리 잡은 상황이다.

이러한 독성 발현경로 기반의 독성 연구는 전통적인 동물 실험(in vivo)의 대안으로서 시험관 실험(in vitro) 및 가상환경 실험(in silico) 평가법을 바탕으로 하는 메커니즘 기반의 접근이다. 이렇듯 독성 발현 메커니즘에 초점을 둬으로써 인체 및 환경과의 상관성 높은 결과를 얻어낼 수 있고 동물실험을 최소화 하는 한편 화학물질 평가에 대한 전반적인 우려를 해소할 수 있는 기틀이 만들어 질 수 있다. 또한 독성 발현 경로 연구 과정에서 발굴된 생체지표는 잠재적으로 화학물질이 생태계에 노출되었을 때 어느 범위까지 영향을 줄 수 있는지 정량적으로 이해하는 데 도움을 줄 수 있으며, 이를 바탕으로 개체군에서 나타나는 영향에 대해서도 인과관계를 추론할 수 있다. 이러한 생체지표와 개체군 수준이 반응할 때 나타나는 현상에 대해 연쇄적 인과관계를 밝히는 작업은 환경오염을 효율적으로 예방하는 데 필수적인 과정이며, 규제 독성학 분야에서 물질의 유해성 및 위해성을 평가하는 결정적 수단을 제공하기 때문에 활용가치가 매우 높다고 할 수 있다.

연구 추진 방향



KIST 유럽연구소 세부 보유역량

- 1 OECD 시험 지침법 기반 환경독성 연구 경험
- 2 단일/혼합물 독성 예측력 정확도 개선 기술
- 3 AI 기술 기반 독성 예측 원천기술 확보
- 4 분류화, 특성화를 통한 혼합물질 대량 탐색 기술 확보

2 환경차원에서의 화학물질 관리체계 구축

유럽 각국을 비롯한 선진국에서는 환경에서 "화학물질을 어떻게 평가, 관리할 것인가"가 거의 모든 정책 수립 과정에서 가장 중요한 쟁점이 된다. 그리고 이러한 화학물질 관리의 핵심은 화학물질의 유해성을 최소화하는 것이다. 즉, 화학물질의 독성과 환경 노출에 대한 정보를 알고, 이를 바탕으로 독성발현 경로 기반의 화학물질 유해성 평가를 통해 유해물질 관리 체계를 구축하는 것이 보다 안전한 사회를 구현함에 있어 매우 중요하다고 할 수 있다. 이에 유럽연에서는 이러한 중요성의 인식 하에, AOP 기반의 화학물질 유해성 평가 기법을 개발함으로써 환경 차원에서의 화학물질 관리체계를 구축하는 것을 중점연구의 목적으로 삼고 과제를 추진하고 있다. 이러한 유럽연 중점연구의 목표는 단기적으로는 QSAR 및 Read-Across 등 화학물질 카테고리화와 구조-활성 상관관계를 통해 기존 정보, 특히 빅데이터의 해석을 기반으로 최소한의 실험으로 최대한의 유용한 정보를 얻어낼 수 있는 동물 대체 실험 전략을 확립하는 것이다. 이를 기초로, 장기적으로는 메커니즘 기반의 신개념 환경 화학물질 유해성 평가 기법을 개발하여 동물실험 및 불확실성을 최소화 하면서 인체 및 생태계에 상관성이 높은 예측값을 얻을 수 있는 플랫폼을 구축하는 것을 목표로 한다. 더욱 넓게는, 향후 국가 간의 불필요한 관세 장벽으로 인한 무역 마찰의 가능성을 줄이고 국내에서 사용되는 일체의 화학물질에 대한 동물실험 대체 표준 시험법의 개발이 가능하게 되리라 예상한다. **KIST**

PART.

03

TePRI 休

Law and Science

규제 샌드박스법과 4차산업혁명의 골든아워

소통과 대화를 위한 재미있는 이노베이션 이야기

“인간과 시장은 합리적인가” 진화경제학이 풀어내는 세계의 모습

이달의 추천도서

다산의 마지막 공부

규제 샌드박스법과 4차산업혁명의 골든아워

김 성 우

정책기획팀, 변호사
law@kist.re.kr

‘**골**든아워(golden hour)’라는 말이 있다. 작년 10월 이국종 교수(아주대학교 권역 외상센터장)가 우리 사회에 던져준 키워드다. 치명적인 외상을 입은 환자의 경우 사고 직후 한 시간 이내에 전문 의료진과 장비가 있는 병원으로 이송되어야 생존 가능성을 높일 수 있다고 한다.

비슷한 시기에 4차 산업혁명 시대를 준비하기 위한 ‘골든아워’를 지키고자 하는 입법적 노력이 있었다. 일명 규제 샌드박스 3법으로 불리는 ‘정보통신 진흥 및 융합 활성화 등에 관한 특별법’(이하 ‘정보통신융합법’), ‘산업융합 촉진법’, ‘규제자유특구 및 지역특화발전특구에 관한 규제특별법’(이하 ‘지역특구법’)이 개정·공포된 것이다.

규제 샌드박스(Regulatory Sandbox)란 신기술·신산업 분야에서 새로운 제품과 서비스를 내놓을 때 일정 기간 동안 기존의 규제를 면제하거나 유예해 주는 제도이다. 마치 어린이들이 자유롭게 뛰어노는 모래 놀이터처럼 규제로부터 자유로운 환경을 제공해 줌으로써 그 속에서 창의적인 아이디어를 마음껏 펼칠 수 있도록 하겠다는 취지에서 샌드박스라는 표현이 붙었다.

이 제도는 2014년 영국에서 핀테크(FinTech) 산업을 육성하기 위하여 최초 도입한 이래 세계 각국에서 벤치마킹이 이루어지고 있다. 특히 일본은 4차 산업혁명에 대응하기 위해 「미래투자전략 2017」을 수립하면서 규제 샌드박스 제도를 도입한 바 있는데, 이는 규제개혁의

중요성을 인식하여 국가전략 차원에서 특정 산업에 국한하지 않고 광범위한 분야에 제도화한 첫 사례이다. 우리나라의 경우는 정보통신융합법, 산업융합 촉진법, 지역특구법의 개정으로 규제 샌드박스 개념이 도입되었다. 각 법은 적용분야 등에서 약간씩 차이는 있으나 크게 4가지 주요 특징에 대하여 이해할 필요가 있다.

첫째, 각 법은 ‘우선허용·사후규제 원칙’을 규정하였다. 국민의 생명과 안전을 저해하는 등 예외적인 경우를 제외하면 원칙적으로 신규 사업을 허용하겠다는 이른바 ‘네거티브 규제원칙’을 선언한 것이다. 또 국가와 지방자치단체에게도 소관 법령 및 제도가 위 원칙에 부합하게 정비되도록 노력할 의무를 부과하였다.

둘째, ‘규제의 신속확인’ 제도를 도입하였다. 이는 신규 사업을 하려는 사람이 장관 등에게 해당 사업에 관한 규제를 확인하여 줄 것을 신청하면, 장관 등은 신속하게 관계기관의 장에게 통보하고 허가 등이 필요한지 확인하여 주는 것이다. 세부내용을 살펴보면 관계기관의 장이 30일 이내에 답변하지 아니할 경우 규제가 없는 것으로 간주하는 규정이 있다. 여기에 허가가 필요한 것으로 확인된 경우 허가에 필요한 조건 및 절차 등을 함께 안내하도록 규정하고 있다, 이를 통해 단순히 선언적 의무에 그치지 않고, 신규 사업자들로 하여금 이 제도를 통하여 각종 규제 및 필요한 인허가 사항을 손쉽게 확인할 수 있는 실효성 있는 해결책을 제시하고 있다.

셋째, ‘실증을 위한 규제특례’는 새로운 기술·서비스의 시험·검증과 관련하여 현행 법령에 허가 등을 받을 근거가 없거나 기존 법령이 불명확·불합리한 경우에 제한된 구역·기간·규모 안에서 시험·검증을 할 수 있도록 허용하는 제도이다. 우선 기존의 법보다 신청자의 범위를 확대하는 방향으로 개정되었고, 관계기관 회신에 기간 제한이 규정되었다. 또 사후적으로 관련된 법령 정비에까지 나아갈 수 있도록 규정하였다. 사업자들은 이를 통하여 규제에 얽매이지 않고 신기술·서비스의 효용성, 안정성 등을 실증할 자료를 확보할 수 있을 것이다.

마지막으로, ‘임시허가’ 제도도 도입되었다. 상용화 단계인 신기술·서비스에 대한 근거법령이 없거나 명확하지 않은 경우 신속한 사업화가 가능하도록 임시로 허가하고, 임시허가를 받아 사업을 영위하는 동안 관계부처가 법령 등을 정비하도록 하는 내용이다. 이는 새로운 기술·서비스가 법령에 묶여 시장진입 시기를 놓치지 않도록 하고, 관계기관은 신속하게 법령을 정비하여 안정적인 사업을 영위할 수 있도록 하는 제도이다.

그간 다양한 첨단산업에서는 각종 규제로 인하여 신기술 연구나 신사업의 도입이 어렵다는 인식이 있었다. 규제 혁신을 통하여 혁신성장을 위한 토대를 마련하겠다는 현 정부의 약속이 하나의 결실을 맺은 것은 환영할 일이다. 이제 공은 실제 법을 운영하는 행정부로 넘어갔으니 새로운 법들이 혁신성장의 밑거름이 될 수 있도록 운영의 묘가 발휘되기를 기대해본다. **ktg**

* 참고자료

- 박균성(2013), 『행정법강의』, 서울: 박영사.
 정보통신 진흥 및 융합 활성화 등에 관한 특별법(법률 제15786호, 2018. 10. 16., 일부개정)
 산업융합 촉진법(법률 제15828호, 2018. 10. 16., 일부개정)
 규제자유특구 및 지역특화발전특구에 관한 규제특례법(법률 제15852호, 2018. 10. 16., 일부개정)
 STEPI(2017), “「규제 샌드박스(Regulatory Sandbox)」 정책 동향 및 시사점”, 동향과 이슈 제33호
 박균성(2018), “제4차 산업혁명시대에서의 입법과제와 입법부의 대응방안”, 경제규제와 법 제11권 제2호

“인간과 시장은 합리적인가” 진화경제학이 풀어내는 세계의 모습

김의성

연구기획분석팀
기술경영·경제·정책박사
euisseongkim@kist.re.kr

주류경제학은 세계가 기본적으로 ‘합리적’으로 작동하는 거대한 기계장치라고 전제한다. 이러한 전제하에서, 사람은 합리적인 방법으로 자신의 효용을 극대화하는 ‘경제인’이 된다. 경제인은, 다른 표현으로 말하면, ‘최소의 노력으로 최대의 효용을 찾는 경제 주체’가 될 것이다. 이 세계에서는 가장 효율적인 주체만이 살아남으며, 경제 전체의 균형 또한 가장 효율적인 상태를 유지하게 된다.

그렇지만 현실에서 가장 효율적인 주체만 살아남고 언제나 최적의 상태가 유지되는 것은 아니다. 대표적으로, 미국 리먼 브러더스사의 파산의 원인이 된 서브프라임 모기지는, 훗날 알려진 바에 따르면 매우 비효율적이고 리스크를 전혀 예측할 수 없는 구조였다. 시장 메커니즘이 이를 전혀 걸러내지 못한 것도 잘 알려져 있다. 그러나 이를 예측한 경제학자들은 거의 없다. 주식투자도 마찬가지다. 주가의 과도한 변동은 곧 평균선으로 수렴하기 마련이지만 이런 전문가의 조언에 귀 기울이는 투자자는 거의 없으며, 1602년 암스테르담에 근대적 증권거래소가 개장한 이래 이러한 투자자가 증권거래 시장에서 완전히 퇴출된 적은 단 한 번도 없을 것이다.

또한, 주류경제학적 관점에서는 지식, 질적 변화 등 무형 혹은 측정 불가능한 요인들은 경제 구조 밖에서 존재하는 외생적 요소로서, 주어진 것 또는 운에 가까운 것이다. 자연히 경제는 정태적, 즉 균형상태에서 움직이지 않는 것으로 파악

되며, 경제의 내생적 발전 요인과 발전과정에 대한 설명이 제대로 이루어지지 않는다.

이러한 경제학의 한계를 극복하기 위해 다양한 시도들이 이루어졌다. 특히 최근 인간이 가진 정보의 불확실성을 전제하는 행동경제학이나, 인간의 심리는 50만년전 수렵시절에 만들어진 것으로 현대 사회와는 괴리가 있다는 것을 전제로 하는 진화심리학적 접근이 있다. 진화경제학은 이러한 시도 중 진화론을 경제학에 접목하여 주류 경제학의 한계를 극복해 보고자 하는 시도이다.

최초로 진화경제학이라는 표현을 도입한 경제학자는 소스타인 베블룬이다. 베블룬은 1898년 “경제학은 왜 진화 과학이 아닌가?”라는 도발적인 질문을 던졌다. 이는 후에 루트비히 폰 미제스와 노벨경제학상 수상자인 프리드리히 하이에크 등의 신 오스트리아 학파²⁾로 연결된다. 이들은 시장을 배분을 위한 기계 또는 메커니즘으로 파악하는 것이 아니라, 조정과정, 발전적 절차, 문제 해결의 절차라는 동태적 변화 과정으로 인식한다. 이러한 동태적 변화 과정을 설명하기 위해서 진화경제학은 생물학적 개념을 도입, 경제주체들의 이질성과 그들을 차별하는 관행(제도)의 차이를 강조한다. 진화론적인 관점에서는, 보다 우월한 관행을 가진 주체가 살아 남아 선별(selection) 될 수 있을 것이다. 또 주체들 간 차이는 유전자처럼 주어진 것이지만, 동시에 후천적으로 학습될 수 있다고 본다는 점에서 개체들의 적응능력과 돌연변이(혁신)의 개념도 포괄한다.

2) 현대 경제학은 주류경제학인 리카디안-벤담주의 경제학과 아담스미스의 이론을 발전시킨 스미시안-오스트리아 학파로 대별되며, 신 오스트리아 학파는 경제학에 문화적 진화이론을 도입하였다. 루트비히 폰 미제스, 프리드리히 하이에크 등이 대표적인 연구자로, 오스트리안 경기변동론을 통해 금융위기를 예측하여 주목받는 학파의 하나가 되었다.

진화경제학적 관점에서 기업은 어떻게 행동할까? 주류 경제학적 관점에서, 기업은 매우 합리적 경제 주체로서 매 순간 이윤 극대화(profit maximization)를 위해서 행동을 한다. 진화경제학적 관점에서는 기업은 변화하는 환경에 효과적으로 적응해가는 모습을 상정하며, 이는 생존 가능성의 극대화(possibility of existence maximization)의 형태로 나타난다.

이러한 진화론적 관점을 도입하여 성공적으로 경제를 설명하는데 성공한 이론이 슈페터의 “파괴적 혁신”이다. 슈페터는 평상시의 거시적 평형상태를 “정상적인 경제 상황”으로 보았다. 이 평형은 생존을 위해 혁신을 도입하려는 기업가에 의해서 끊임없이 파괴되고 있다. 혁신의 성공적인 도입은 결국 기존의 기술 및 생산수단이 경제 내에서의 위치를 상실하게 되며, 결코 평형 상태에서 머물러 있지 않는다.

진화경제학은 이 같은 개념을 통해 효율적이면서 유일한 균형이 존재한다기보다는 복수의 균형이 존재할 수 있고 그들 간의 선택이 경제적 효율성 이외의 다른 조건에 의해서도 결정될 수 있다고 본다. 이 경우 사회에는 더욱 효율적인 상태로의 진화가 일어나기도 하지만, 그렇지 못한 비효율적 상태로의 고착(lock-in)도 가능하다.

신 오스트리아 학파에 따르면, 이러한 경제 주체의 진화를 조종하는 전략적 변수는 경제주체들의 자유를 보장하는 것이라고 주장한다. 프리드리히 하이에크는, 자유를 최대한 보장할 때 자연스럽게 자생적인 질서가 발생한다고 주장했다. 가령, 왜 ‘좌측 통행’이라는 관행이 발생해서 유지가 되는가? 사실 좌측, 우측 통행은 우열의 차이가 없으며, 선택적으로 어느 것이 좋다고 판단할 수 없다. 그러나 만일 최초로 좌측통행을 하는 집단과 우측통행을 하는 집단이 섞여 있다면, 개별 사람들은 ‘우연히’ 덜 부딪히는 어느 한 방식을 발견하게 될 것이다. 그리고 우연히 특정집단이 더 컸다면, 그 집단은 생존상 더 유리해지고 반대집단은 불리해지며, 결국 모든 사람들이 어느 한쪽으로 가게되는 균형이 발하게 될 것이다. 이런 과정을 통해 자기 구속력을 가진 제도가 자연스럽게 생겨나는데, 이것이 바로 하이에크가 주장한 ‘자생적 질서’라고 볼 수 있다.

이러한 현상을 설명하기 위해서 제시된 개념이 ‘전략적 보완성’과 ‘경로 의존성’이다. 즉 최초에 어떤 이유에서든 특정 전략을 채택하는 사람이 많으면 그쪽으로 균형이 성립하게 되고, 일단 그쪽으로 간 후에는 다른 균형으로 가기 어렵다는 것이 경로 의존성(path dependency)이다. 전략적 보완성(Strategic Complementarities)은 특정 전략을 채택하는 사람이 많을수록 나도 같은 전략을 채택하는 것이 유리하다는 것이다. 다른 말로 표현하면 ‘남들이 바뀌지 않는 한 나도 바꾸지 않는 것이 좋다’로 표현할 수 있으며, 이는 사회 제도의 보수성을 간결하게 설명할 수 있는 이론이기도 하다.

아직까지 주류경제학의 입지는 강고하다. 그러나 결국 경제의 주체는 인간임을 생각할 때, 인간을 설명하는 가장 핵심 이론인 진화론이 경제학에 고려되어야 하는 것은 당연한 것일지도 모른다. 어쩌면 주류경제학과 진화경제학의 다툼 그 자체가 경제학의 진화론적 변화를 의미하는 것일 수도 있다는 생각을 해본다. **ktg**

* 참고자료

- 박용주(2000), “진화론적 경제 분석 방법(진화경제학)”, VIP Report, 현대경제연구원.
- 성낙선(2017), “베를린의 진화경제학과 다윈주의”, 동향과 전망, 211-243
- 이근(2004,12.28) “진화론과 경제학”, 한국일보, <http://www.hankookilbo.com/News/Read/200412280071670946>
- “진화경제학이 뭐꼬?”(2010.1.27.), 부산일보, <http://www.busan.com/view/busan/view.php?code=20100127000217>



다산의 마지막 공부

김종주

미래전략팀장
jongjoo@kist.re.kr

“나의 생은 헛돈 게 아닌가 하니 삶이 다하는 순간
까지 스스로에게 그 빛을 갚고자 한다. 지금부터
마지막까지 마음을 다스리는데 온 힘을 다함으로써,
그간의 공부를 <심경>으로 매듭짓고자 한다.
아, 능히 실천할 수 있을까!”

- 다산 정약용



저자 조운제

경희대 신문방송학과를 졸업한 뒤 삼성전자 마케팅실에서 근무. 이후 출판계 입문 후 고전(古典)전문가로 활약 중. <논어 천재가 된 홍팀장>, <적을 만들지 않는 고전 공부의 힘>, <내가 고전을 공부하는 이유> 등이 대표 저서.

선정 배경

이항과 정약용이 학문의 마지막에 맞닥뜨린 경지는 마음공부였다. 유교경전의 끝판왕 심경(心經)의 37 구절을 엮은 이 책은 고전 열풍이 몰아닥친 한국의 지식인이라면 한번쯤 읽어볼 만한 책.

논어·맹자와 함께 사서로 꼽히는 대학교과는 다른 책)가 꼽히는데 이 책은 황제에게 통치철학을 간하는 책으로 조선 건국의 바탕이 되었고 세종대왕이 충녕대군시절 몰래 백번 이상 읽었다고 한다. 심경은 그 대척점에서 선비들의 마음 수양을 위해 정리한 책.

<다산의 마지막 공부>에 대한 짚막한 사실

▲ 정약용이 쓰거나, 정약용의 삶에 대해 다룬 책이 아니다

심경(心經)은 제목 그대로 마음에 대해 다룬 유교경전으로 편찬자는 송나라대 학자인 진덕수이다. 다시 말해 이 책은 사서삼경을 비롯, 유교경전의 내용 중 마음을 다룬 구절들을 엮어 정리한 심경을 다시 정리한 해설서이다.

▲ 심경(心經)이 낯선 경전인 이유

조선시대 선비들의 필독서였다는데, 사서삼경은 들어봤어도 심경은 낯설다. 저자는 19세기말 이후 일제 지배, 한국전쟁, 급격한 국가 재건의 과정을 지나 민주화에 이르는 가쁜 역사 속에서 ‘마음을 돌아보며 지나온 길을 반추하자’는 심경의 주제가 우리에게 배부른 사치였을 것이라 주장한다. 일제강점기 시대 상하이의 독립운동가들이 심경을 주문하면 ‘반야심경’이 와서 난감해 했다고도.

▲ 심경(心經)은 어떤 책인가?

진덕수의 대표작으로 <대학연의>(大學衍義, 증용·

▲ 심경(心經)을 한 줄로 표현한다면...

사서삼경의 핵심은 유교사상의 꽃인 인의예지(仁義

禮智라고 할 수 있다. 심경의 핵심사상은 바로 그 유명한 수신제가치국평천하修身齊家治國平天下인데, 이 말은 사서 四書 중 하나인 대학大學의 유명한 구절이기도 하다.

▲ 주역周易은 점보는 책?

주역은 흔히 점술로 알려져 있지만 실은 끊임없이 변화하는 세상을 어떻게 살아갈 것인가에 관한 책으로 ‘주나라의 역’을 줄인 말이다. 역易이 바뀌다라는 뜻을 가져 미래를 가늠할 수 있는 경전으로 오해받아 미신에 활용되고 있다.

되새겨봄직한 구절들

선한 본성을 이루는 네 요소

맹자는 사람의 선한 본성 넷을 말했는데 이를 네 실마리, 사단 四端이라 했다. 불쌍히 여기는 측은지심惻隱之心, 잘못을 미워하고 부끄러워하는 수오지심羞惡之心, 사양하고 예를 지키는 사양지심辭讓之心, 옳고 그름을 가리는 시비지심是非之心이 그것으로, 이것이 겉으로 드러나면 인의예지이다.

당당함은 스스로에 대한 엄격함에서 나온다.

공자가 편찬한 시경詩經에서 지도자의 마음을 다스리는 법으로 소개된 구절. 불하유건不遇有愆[허물을 짓지 않을까 삼가라], 신독慎獨[혼자 있을 때도 도리에 어긋남이 없이 언행을 삼가라]이 유명한 구절이다.

그런데 정약용은 홀로 있을 때 신중히 하라는 신독을 단순한 장소의 개념으로 보지 않았다. 혼자 있는 곳에서 행동을 삼갈 것이 아니라 혼자 아는 일에서 신중을 다해 삼가는 것이 올바른 신독이라고 본 것. 실학자의 면모가 드러나는 장면이다.

공자가 주역을 공부하는 방법

<사기>의 <공자세가>편에는 위편삼절韋編三絕, 즉 책을 묶고 있는 가죽끈이 세 번 끊어진다는 뜻의 사자성어가 실려 있다. 공자가 학문에 얼마나 열정적이었나를 보여주는 예로 많이 인용된다. 그런데 공자가 그렇게 열심히 읽은 책은 바로 주역이었다.

특히 공자는 주역의 64괘 중 첫 번째 괘에 대해 다음과 같은 지혜와 철학적 함의를 남겨 오늘날에도 많이 쓰이는 관용어구가 되었다.

잠룡물용潛龍勿用 : 큰 인물이나 아직 드러낼 정도는 아니니 선불리 나서지 말라

비룡재천飛龍在天 : 용이 기회를 얻어 큰 일을 할 때가 왔다

항룡유회亢龍有悔 : 너무 높이 날아올라 땅에서 멀어지면 독선과 오만에 사로잡힌다.

군룡무수群龍無首 : 용들이 남들보다 높아지려는 마음을 버리고 온유해야 길하다.

이상에 취하지 말고 일상에 몰두하라

거피취차去彼取此, <다산의 마지막 공부> 두번째 장의 제목이기도 하다. 아무리 옳은 길을 가려고 해도 한계가 있다. 일상에 몰두하라는 가르침은 얼핏 ‘본능에 충실하자’, ‘카르페 디엠’, ‘YOLO’ 등 요즘 유행하는 말과 맞닿은 것처럼 보인다. ‘카르페 디엠’(Carpe Diem)은 라틴어로 로마의 시인 호라티우스가 쓴 농사에 관한 시에서 유래한 표현이다. 시의 마지막 구절 ‘오늘을 붙잡게, 내일이라는 말은 최소한만 믿고’는 오늘을 내일의 걱정으로 고민하지도 말고, 내일의 희망만을 믿고 오늘을 희생하지도 말라는 의미이다.

절실하게 묻고 가까이 생각하라

절문근사切問近思, 공자가 아낀 제자 자하가 공부하는 자세를 일컫는 말로 논어論語에 실려 있다. 간절한 자세로 배움을 구하고 일상적인 삶에서부터 실천하라는 의미로 읽힌다. 주자는 중년에 접어들면서 학문의 기초를 중시했다. “모든 일은 이치를 파고드는 데 있다(궁리窮理). 이치가 밝지 않으면 아무리 지키려 해도 헛될 뿐이니, 모름지기 먼저 치지致知한 후에 함양涵養해야 한다. 이치를 알고 나서 덕을 기르는데 힘을 쏟으라는 의미로 유학자들의 자세를 알 수 있는 부분.

157



Technology
Policy
Research
Institute

기술정책연구소

Technology Policy Research Institute

발행 한국과학기술연구원 기술정책연구소 연락처 TEL 02_958_6019