



# TePRI

REPORT

2020\_vol.111

08

**Zoom OUT** 루즈벨트의 뉴딜과 과학기술 발전 전략

**Insight** 나경환 산업통상자원 R&D 전략기획단장

**THEME series** 2030 미래 사회 전망(2)-2030년 한국의 바이오 지도는 어떻게 변할까?

**COVER story** R&D 예타는 어떻게 변해가는가?

**Guten Tag! EUROPE** 막스 플랑크 협회(Max-Planck-Gesellschaft) (1)

**S&T Policy Atheneum** 블랙 스완 시대의 생존 기법, 시나리오 플래닝(Scenario Planning)

**Innopedia** 지속가능경영을 위한 기술혁신 : 곁련형 전자담배 사례를 중심으로

**LAW&science** 다른 게임의 규칙을 모방하여 게임을 만들면 저작권법 위반으로 처벌받을까?

**hiS&Tory** 웃음거리가 될 용기 : 슈뢰딩거와 크릭의 울타리 넘기

**TREND watch** **TECH** 옥스퍼드大, 유망한 COVID-19 백신 초기 실험 결과 발견 외 3건

**MARKET** GPS의 한계 극복을 위한 노력, 실내 위치 정보 시장 성장

**POLICY** 내년 R&D 예산 감염병 대응 및 미래성장 중심으로, 총 945개 사업에 21.6조원 투자



# TePRI

REPORT 2020\_vol.111

## 08

기술정책연구소

Technology Policy Research Institute



2020 August \_vol.111



Zoom OUT



asight



THEME series



Guten Tag!  
EUROPE



COVER story



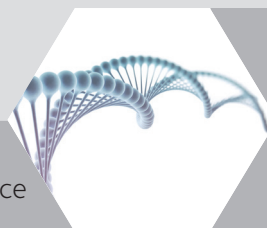
S&T Policy Atheneum



Innopedia



LAW&science

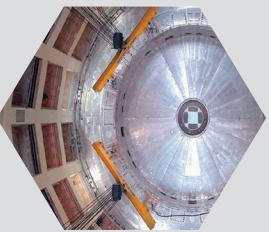


hiS&Tory



# CONTENTS

- 04 Zoom OUT**  
루즈벨트의 뉴딜과 과학기술 발전 전략
- 06 人sight**  
나경환 산업통상자원 R&D 전략기획단장
- 12 THEME series**  
2030 미래 사회 전망(2)-2030년 한국의 바이오 지도는 어떻게 변할까?
- 16 COVER story**  
R&D 예타는 어떻게 변해가는가?
- 21 Guten Tag! EUROPE**  
막스 플랑크 협회(Max-Planck-Gesellschaft) (1)
- 24 S&T Policy Atheneum**  
블랙 스완 시대의 생존 기법, 시나리오 플래닝(Scenario Planning)
- 27 Innopedia**  
지속가능경영을 위한 기술혁신 : 궤련형 전자담배 사례를 중심으로
- 29 LAW&science**  
다른 게임의 규칙을 모방하여 게임을 만들면 저작권법 위반으로 처벌받을까?
- 31 hiS&Tory**  
웃음거리가 될 용기 : 슈뢰딩거와 크릭의 울타리 넘기
- 33 TREND watch**  
**TECH** 옥스퍼드大, 유망한 COVID-19 백신 초기 실험 결과 발견 외 3건  
**MARKET** GPS의 한계 극복을 위한 노력, 실내 위치 정보 시장 성장  
**POLICY** 내년 R&D 예산 감염병 대응 및 미래성장 중심으로, 총 945개 사업에 21.6조원 투자



TREND watch

# 루즈벨트의 뉴딜과 과학기술 발전 전략

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



1935-38년 대공황 때 땀 줄에 서 있는 뉴욕 남성들  
기고자: Everett Collection



미국 재정착관리국(United States Resettlement Administration) 전시회  
기고자: Everett Collection



메릴랜드 그린벨트의 에어리얼 뷰  
기고자: Everett Collection

**1932**년 32대 미국 대통령 선거전에서는 대공황 원인과 해결 방안을 둘러싼 치열한 논쟁이 벌어졌다. 공화당 허버트 후버 후보는 점진적 경제회복을 선호했던 반면, 민주당 프랭클린 루즈벨트 후보는 연방 정부가 적극적으로 개입하여 과감한 해결방법을 써야 한다는 주장이 대립했기 때문이다. 결과는 ‘새로운 합의(New Deal)’를 선거공약으로 내세운 루즈벨트 후보가 대통령에 당선되었다.

하지만 루즈벨트의 뉴딜정책은 수 많은 관련 법안을 통과시켜 산업생산 능력제고와 함께 시급한 경제를 회복시키는 데는 공헌했으나 대공황의 막을 내리지 못했다. 루즈벨트 대통령은 좌파와 우파 양쪽의 압력에 직면하게 되자 새로운 경제 및 사회적 조치를 담은 제2차 뉴딜정책을 1935년부터 추진했다.

제2차 뉴딜정책은 정부가 일자리를 제공해 실업률을 낮추고 사회안전망을 제공하는 정책들이 포함되어 있었다. 1933년 연방긴급구조법을

기반으로 FERA(Federal Emergency Relief Administration)을 설치해 약 2천 만명에게 공공시설 확충과 국유지 개발을 담당했다. 하지만 지속적으로 실업문제가 개선되지 않자 1933년 FERA는 CWA(Civil Works Administration)를 설치하고 8억 달러를 투입해 430만개의 단기 일자리를 만들었으나, 1935년 12월 설치근거법 시효 만료로 업무가 WPA(Works Progress Administration)과 SSA(Social Security Administration)로 이관되었다.

제2차 뉴딜의 핵심 실업구제 기관인 WPA는 복지수당보다 일거리를 제공하려는 시도였다. WPA가 폐지된 1943년까지 약 110억 달러 규모의 연방 정부 지출로 850만 명가량을 취업시켰으며, 도로 1,046,000km, 공공 건축물 12만 5,000호, 다리 7만 5,000개, 공원 8,000개, 공항 800개 이상을 건축해 900만 명이 도움을 받았다. 루즈벨트 뉴딜정책의 성공 여부는 현재까지도 진행 중이다. 대공황은 1939년까지 지속되었고, 제2차 세계대전이 시작되고 막대한 전쟁 물자 공급을 미국이 담당하면서

마비 상태에 있던 미국 산업 활성화가 대공황을 빠져나오게 했다는 논의도 있다.

뉴딜의 일환으로 명명 되진 않았지만, 제2차 세계대전 종전 직후인 1944년 10월 루즈벨트 대통령은 직접 작성한 4개의 질문이 담긴 질의서를 과학기술 고문인 바니바 부시에게 전달했다. 부시는 제2차 세계대전에서 원자 폭탄을 개발한 맨해튼 계획 관리 추진 주역 가운데 한 명으로 메멕스(MEMEX)라고 불리는 기억 확장 개념을 최초로 주장해 인터넷과 하이퍼텍스트의 발전에 기여한 과학자로도 유명하다.

[참고] 루즈벨트 대통령의 질의서(1944. 10)

- (1) 전쟁 중 연구되고 개발된 과학지식이 전쟁 후 어떻게 빠르게 확산될 수 있는가?
- (2) 지속적인 질병 퇴치를 위해 의학연구 프로그램이 어떻게 설계될 수 있는가?
- (3) 공공과 민간 연구기관을 연방정부가 어떻게 지원할 수 있는가?
- (4) 미래 우수 연구인력 확보를 위해 과학적 재능이 있는 젊은이들의 효율적 지원 프로그램은 어떻게 제안될 수 있는가?


루즈벨트의 질의서는 과학기술 분야 진흥이 아니라, 사실은 재임기간 추진한 뉴딜 정책과 같이 제2차 세계대전에 많은 역할을 수행한 과학기술이 경제와 산업 진흥을 위한 수단이란 인식 하에 작성되었다. 결과적으로 1945년 7월 발간된 ‘과학-끝없는 프론티어(Science-The Endless Frontier)’ 보고서는 미국국립과학재단 설립 근거가 되었지만 현재까지도 미국 과학기술정책의 기반 철학으로 자리 잡았다.

1980년대 이후 부시 보고서에서 제시된 선형모델과 연구자의 자율성 등에 대한 문제가 제기되기도 했으나, 1998년 미국 하원은 도전적 연구능력을 강조한 부시의 철학이 계승되어야함을 인정하고 창의적, 도전적 연구 촉진을 위한 조치를 권고하기도 했다.

올해는 해당 보고서가 발간된 지 75주년이다. 아쉽게도 루즈 벨트 대통령은 1945년 4월 12일에 사망해 해당 보고서를 보지는 못했지만, 바니바 부시는 보고서 서문에 다음과 같은 문장을 남겨 뉴딜과의 연속

성을 암시했다.

“개척자 정신은 여전히 미국에서 나라에서 활발합니다. 과학은 개척자들에게 그들의 역할을 수행할 도구를 가진 도전자들에게 미지의 탐사 공간을 제공합니다. 국가와 국민 개인들에게 이러한 탐험의 보상은 위대합니다. 과학의 발전은 국가 안보, 더 나은 건강과 일자리, 삶의 질과 문화의 발전에 중요한 하나의 필수적인 열쇠입니다”

문재인 정부는 지난 7월 14일 한국판 뉴딜 종합계획을 발표했다. 코로나 19가 가져온 변화에 대응해 경제침체를 극복하고 구조적으로 경제를 대전환을 하겠다는 목적이다. 2025년까지 총 160조 원을 투자해서 일자리 190만 개를 만들겠다는 내용이 주요 골자다. 대통령은 기초연설 가운데 ‘우리 정부를 넘어 다음 정부로 이어지고 발전해 나갈 것입니다’라는 멘트를 남겼다. 한국판 뉴딜의 양축은 그린 뉴딜과 디지털 뉴딜, 그리고 양 뉴딜의 융복합이 핵심이다. 결과로는 D.N.A(Data, Network, AI) 기반의 똑똑한 나라, 사람-환경-성장이 조화되는 그린선도 국가, 국가와 사회로 부터 더 보호받고 더 따뜻한 나라를 목표로 한다. 하지만 계획에 제시된 목표를 위한 추진체계만 보일 뿐 한국판 뉴딜의 핵심인 앞으로 과학기술정책에 대한 방향성이 보이지 않는다. 더 늦기 전에 포스트 코비드-19를 대비하기 위한 과학기술정책 방향도 구체적으로 제시되어야 하지 않을까? 

## 참고문헌

- 차두원, 안혜린, 전유정, 과학기술정책 철학 정립을 위한 제언, KISTEP ISSUE PAPER 2012-19.
- 차두원, [포스트 코로나 챌린지] 한국판 뉴딜, 가라앉은 경제 살릴까, 스트레이트뉴스, 2020. 7. 20.
- 주한 미국 대사관, 대공황과 뉴딜 정책(1929년부터 1941년까지)
- 신세돈, 뉴딜(the New Deal) 정책 대해부 : <제1부>정책과 정치의 갈림길 © FDR의 집권100일 계획, ifs POST, 2020. 7. 23.
- 차두원, 안혜린, 전유정, 과학기술정책 철학 정립을 위한 제언, KISTEP ISSUE PAPER 2012-19.
- Cary E. Thomas, Science&s 75 Year Pursuit of the Endless Frontier, SRA International, 2020. 7.
- Scientific Research, United States Government Printing Office, Washington, pp. 32
- Vannevar Bush(1945), Science : The Endless Frontier-A Report to the President on a Program for Postwar, 1945.





‘일본 수출규제 1년, 소부장2.0과 출연(연)의 방향을 듣다’  
나경환 산업통상자원 R&D 전략기획단장

일본의 수출규제 조치로부터 1년이 지난 시점에서 최근 정부는 기존의 소부장 대응책을 확장한 소부장2.0 전략을 발표했습니다. 이번 TePRI Asight에서는 나경환 단장님을 모시고 우리나라의 소부장 대응 전략과 그 안에서 출연(연)의 역할에 대한 이야기를 나누었습니다.

김종주 (미래전략팀 책임연구원, jongjoo@kist.re.kr)

김태형 (미래전략팀 연구원, kimth@kist.re.kr)

**Q 제 4기 산업통상자원 R&D 전략기획단장으로 선임되신지 반년이 지났습니다. 그 동안 어떤 일을 해 오셨는지 궁금합니다.**

올해 1월 4기 단장으로 취임하면서 전략기획단의 역할과 기능을 재정립하는 데 집중해 왔습니다. 10년 전 전략기획단이 설립될 당시와는 R&D 환경이 많이 달라졌기 때문에 전략기획단이 산업기술 R&D의 성과 제고를 위해 무슨 역할을 해야 할지에 대해 깊게 고민했습니다. 그리고 이를 바탕으로 여러 가지 변화를 추진해 왔다고 할 수 있을 것 같습니다.

먼저 기존 3명으로 구성되어있던 MD(Managing Director) 체제를 확대했습니다. 최근 들어 중요성이 부각되고 있는 소재부품 분야와 기술 정책 분야의 MD를 새로 모셔서 총 5명의 MD 체제를 구축했습니다. 또 전략기획단의 정책발굴과 소통을 위한 새로운 저널을 다음 달부터 출간하기 위한 준비 작업도 진행 중입니다.

산업통상자원부의 주요 기술정책이나 R&D와 관련된 심의와 의결을 진행하는 기구인 전략기획 투자협의회를 활성화하기 위해 MD 실별로 분과위원회를 구성해 운영하고 있기도 합니다. 뿐만 아니라 산업기술 관련 현장과 소통을 활성화하기 위해 미래산업정책포럼을 준비하는 등의 다양한 활동을 추진하고 있습니다. 추후에도 산업기술의 정체성을 강화하면서, 과학기술혁신체제 하에서 최적의 성과를 창출하기 위한 역할을 진행하고자 합니다. 또 산업부 차원을 넘어 정부 차원의 성과제고를 위해 부처 간의 연계 협력을 확대할 수 있는 여러 가지 방안을 찾아볼 예정입니다.

**Q 일본의 수출규제로 인한 소부장 관련 대책이 나온 지 1년이 지났습니다. 그간의 대응책을 어떻게 평가하시나요?**

지난해 7월 촉발된 일본의 수출규제는 우리나라 핵심 역량 결집의 계기가 되었다고 생각합니다. 특히나 산학연 간의 협력 강화를 통해 정확하고 신속한 대응이 이루어지고 있는 것 같습니다. 이러한 대응 덕분에 다행히 규제대상 품목에 대한 수급 부족이나 생산 차질이 발생하지 않았던 것 같습니다. 오히려 규제품목들은 국내생산확대, 해외기업유치, 수입국 다변화를 통한 공급 안정화가 이루어졌다고 할 수 있습니다.

더 나아가 앞으로는 대외환경 변화로 인한 공급망 불안요인에 대응하기 위해 그동안 효율성만을 중심으로 운영되던 글로벌 밸류체인 체제가 대대적으로 개선될 것으로 생각합니다. 이번 사태를 통해 국내 대기업들은 국내 공급망과 국내제품을 적극적으로 활용하고, 대·중·소 기업 간 상생협력 생태계를 구축하는 것이 얼마나 중요인지 느끼게 되었을 것입니다. 이는 장기적으로 국내 산업구조 변화에 큰 영향을 미칠 것으로 예상됩니다.

국가적으로도 단기 20개 품목(1년 내 공급 안정화 품목) 및 장기 80개 품목(5년 내 공급 안정화 품목)에 대해 다각적인 지원을 하고, 수요-공급 기업 간 상생협력을 유도하기 위한 협력 모델을 구축해 총력전을 펼치고 있는 상황입니다.

또 소재부품특별법을 장비까지 확대하여 상시법으로 개편했고, 경제

부총리를 위원장으로 하는 소부장 경쟁력위원회를 신설하여 지속적이고 안정적인 지원 체계를 확보함으로써 대응책의 완성도가 높아졌다고 할 수 있을 것 같습니다.

**Q 최근 정부는 기존의 소부장 대응책을 확장한 소부장 2.0 전략을 발표했습니다. 기존 소부장 대책에서 어떤 점이 더 보완되었는지 궁금합니다.**

소부장 1.0이 일본의 수출규제에 맞서 일본에 의존하고 있던 공급망 붕괴 우려에 대응하기 위한 전략이었다면, 소부장 2.0은 총 두 가지 축으로 진행됩니다. 첫 번째 전략은 일본 의존 공급망에 대한 대응책을 넘어 전 세계를 대상으로 하는 공급망 안정화를 추진해 우리나라를 글로벌 소부장 강국으로 도약시키기 위한 전략입니다.

이를 위해 소부장 대책 관련 품목에 대일 100대 품목은 물론 글로벌 차원의 238개 품목과 신산업 분야 관련 품목까지 총 338개 이상의 품목을 포함시켰습니다. 또 2022년까지 차세대 전략기술 확보에 5조 원 이상의 투자를 계획하고 있습니다. 한발 더 나아가 궁극적으로는 소부장 으뜸 기업 100개를 육성하고자 하는 목표를 수립했습니다.

두 번째는 미래의 신산업 수요에 선제 대응할 수 있도록 첨단산업 분야에서 세계의 공장으로 발돋움하기 위한 전략입니다. 이를 위해 투자 전략을 명확하게 수립하고 우리나라 강점산업이나 차세대 유망산업을 중심으로 100여 개의 핵심기업을 국내로 유치하고자 하고 있습니다. 또 기업들의 수요에 맞는 첨단투자지구를 신설하고, 현금과 세제 지원을 확대하는 등 다양한 지원이 있을 예정입니다.

이렇게 소부장 2.0을 실시하는 근본적 이유는 일본 수출규제가 계속되고 있는 상황에서, 미·중 무역 분쟁 심화와 코로나 19와 같은 요인들이 기존의 글로벌 공급망에 지속적으로 충격을 주고 있기 때문입니다. 그렇기에 제조업과 수출입 비중이 큰 국내 산업구조 측면에서 보았을 때 산업생산에 필수적인 소재부품장비들의 공급 안정성 확보와 기술력 강화를 조금 더 적극적으로 이루어낼 필요가 있습니다.

**Q 최근 출연(연)을 비롯한 연구 현장을 자주 방문하고 계십니다. 소부장으로 인한 위기를 극복하기 위해 대학·기업과 차별화 된 출연(연)의 역할은 무엇이 있다고 생각하시는지 궁금합니다.**

70년대의 출연(연)은 과학기술을 통해 우리나라 산업발전의 계기를

| 소부장 경쟁력 강화대책('19.8.5)과 2.0전략 비교 |

구 분	소부장 경쟁력 강화대책('19.8.5)		소부장 2.0 전략
❶ 전략	日 수출규제 긴급대응 대책 방어적 : 守 城	⇒	미래 선점 + GVC 재편대응형 중장기 전략 공세적 : 攻 城
❷ 대상	특정 국가 + 현재 밸류체인 100개 품목		글로벌 차원 + 미래 밸류체인 338+α개 품목
❸ 방식	개별투자유치 중심		글로벌 수요기업 구매력+대표 클러스터 활용 명확한 유치 전략/타겟 + 실효적 인센티브 맞춤형 유턴 지원
❹ 내용	“기업 간 1:1 협력” 국내 + 수요-공급기업 협력		민간 주도 “多:多 연대와 협력” 글로벌 + 해외 기업/연구소 협력까지 확장
❺ 기타	대체처 발굴 등 다변화 지원		디지털공급망, 물류망 스마트화, 밀크런 생산거점 다변화(China+1), 대체처 DB 구축
	경쟁력위원회 + 수급대응센터		‘GVC재편대응 특별위원회’ 설치 수급대응센터 338+α개 모니터링 기능 확대



## “출연(연)은 소부장 관련 원천기술을 확보함과 동시에 이를 산업계로 확산시키는 역할을 담당해야”



마련한 주체였습니다. 이후 90년대까지도 출연(연)은 산업 전반의 기술 역량을 선도함과 동시에 국가적 R&D 시스템을 구축하는 역할을 해왔다고 할 수 있습니다.

그러나 2000년대 이후 민간 기업들의 역량이 강화됨에 따라 정부 주도 R&D 예산 투입 규모는 민간 R&D의 1/3 수준에 머무르게 되었고, 따라서 그 역할에도 많은 변화가 있게 되었습니다. 소부장의 경우, 특히 원천 기술 확보가 중요해 필연적으로 긴 시간이 소요될 수밖에 없습니다. 따라서 정부 지원을 통해 안정적으로 연구를 수행할 수 있는 출연(연)의 역할이 중요하다고 할 수 있습니다. 출연(연)은 소부장 관련 원천기술을 확보함과 동시에 이를 산업계로 확산시키는 역할을 담당해야만 대학과 차별화 가능하다고 생각합니다.

또한, 몇몇 대기업을 제외하면 중견·중소기업의 자체 연구역량은 매우 부족한 것이 사실입니다. 그렇기에 출연(연)은 그간 확보한 소부장 관련 원천기술과 혁신역량을 어떻게 기업의 상용화 수요와 생산성 향상에 활용할 것인지 기업 관점에서 고민하고 생산현장에 먼저 다가갈 필요가 있습니다.

**Q** 현 상황에서 코로나에 대한 이야기를 하지 않을 수 없을 것 같습니다. 출연(연)에 몸담고 계셨던 경험을 바탕으로 생각하셨을 때, 코로나로 인한 사회적, 경제적 위기를 극복하기 위해 KIST가 집중해야 할 부분은 무엇일까요?

최근 우리나라의 산업 환경은 급격히 변화하고 있습니다. 지난해 7월 일본 수출규제로 촉발된 소부장 문제, 미·중 무역전쟁의 심화, 최근 코로나19로 인한 글로벌 밸류체인의 붕괴 등 한 치 앞을 예측하기 힘든 초 변동성의 시대를 맞이하고 있는 상황입니다.

지금 우리는 2008년 글로벌 금융위기 이후 저성장, 저금리, 저물가의 뉴노멀 시대를 거쳐, 넥스트 노멀 시대로 진입하고 있다고 생각합니다. 즉 예측 자체가 어려운 불확실성의 시대로 인해 우리는 새로운 경제, 사회 해법을 만들어 가야 하며, 지금까지의 기술개발 전략 또한 수정이 필요하게 될 것입니다.

기존 전 세계를 대상으로 했던 글로벌 밸류체인은 북미, 중국, 아세안, 유럽 4개 권역의 가치사슬로 재편되고 있습니다. 또한, 비대면 경제, 데이터 경제가 점차 확산되는 등 이미 우리 주변에서는 많은 변화가 일어나고 있습니다.

기존의 우리나라는 아날로그 시대에서 디지털시대로의 전환기에 선제적 대응을 통해 세계 최고의 IT 강국이 될 수 있었습니다. 그와 비슷하게 이번 코로나 사태에서 우리나라는 전 세계가 인정하고 부러워하는 세계 최고 수준의 전염병 대응력과 진단기술을 보여주었습니다. 이러한 기술력과 자신감을 바탕으로, 이번 기회를 통해 우리나라가 다시 한번 더 큰 도약을 할 수 있다면 좋겠습니다.

그리고 KIST는 우리나라가 새로운 경제 체제로의 성공적인 대전환을



이루는데 필요한 핵심기술을 공급해주는 것에 집중한다면 더할 나위 없이 충분한 역할을 하게 될 것입니다.

**Q** 생기원 원장으로 재임하시던 시절 기술사업화를 매우 강조하셨고, 많은 성과를 내셨습니다. 이에 대한 특별한 철학과 경험 혹은 노하우를 가지고 계신지요?

기본적으로 출연(연)의 연구원들은 연구가 좋아 연구소에 근무하는 사람들입니다. 생기원의 연구자들도 여타 다른 출연(연)의 연구자들과 마찬가지로 안정적인 연구 환경과 연구비를 중요시하는 경우가 대부분이었습니다.

그러나 생기원은 산업계 그중에서도 중소, 중견기업을 지원하는 것을 주된 목표로 하는 기관입니다. 따라서 연구원들의 전문성 제고를 위한 연구와 기업지원 사이의 균형을 찾는 것이 매우 중요하다고 할 수 있었습니다.

제가 원장이 되었던 시기만 해도 연구원들은 기술사업화보다는 개인적인 연구 성취도 향상에 훨씬 많은 관심을 가지고 있었습니다. 때문에 저는 연구원들과 많은 토론을 거쳐 생기원의 정체성을 재정립하고자

했습니다. 때마침 2008년 글로벌 금융위기로 인해 우리나라의 중소·중견 기업들이 큰 위기에 처하게 되었고 저는 연구원들을 설득해 연구원들이 보유하고 있는 기술을 기업에 이전하는 데 집중했습니다.

그중 제가 대표적으로 추진했던 사업이 슈퍼IP 사업이며 이는 생기원이 보유하고 있는 전체 특허의 가치를 분석해 우수특허를 선정하고, 이를 필요로 하는 기업에 이전하는 사업이었습니다. 이 사업은 단순 기술이전에서 그치지 않고 보유 특허의 보완점을 파악하고 후속 기술개발 사업까지 지원해주었기 때문에 기술이전을 받은 기업들의 만족도가 매우 높았습니다.

이 사업을 통해 중소·중견 기업에 맞춤형 기술이전이 가능해졌고 생기원 전체에서도 기술이전을 통한 기술료를 받는 연구원 비율이 대폭 향상되는 등 생기원과 중소·중견기업이 모두 혜택을 보는 윈윈 효과를 얻을 수 있었습니다. 더 나아가 이후 생기원에는 자연스럽게 기술이전 사업화 문화가 정착되어 생기원 설립 목적에 맞는 역할을 조금 더 잘 수행할 수 있게 되었다고 생각합니다.

**Q** 그렇다면, KIST가 기초·원천기술 연구기관으로써 국가·국민에 경제사회적으로 기여할 수 있는 방안은 무엇이 있을까요?

요즘은 단계별 기술개발 즉 기초, 원천, 실용, 사업화 등 순차적 기술개발의 개념이 퇴색되고 있다고 할 수 있을 것 같습니다. 즉 기초연구 결과가 바로 사업화·기업화되는 사례가 다수 발생하고 있으며, 따라서 기초, 원천기술개발 분야에서의 좋은 성과 창출 또한 경제적·사회적 기여와 직결된다고 할 수 있을 것입니다.

현재 우리나라는 각 산업 분야별로 기존 기술이 이미 한계점에 도달한 분야가 다수 있습니다. KIST는 이러한 한계를 돌파해 줄 수 있는 기술개발 전략을 추진해야 한다고 생각합니다. 즉 산업의 패러다임 전환과 경제 혁신을 이끌 수 있는 게임체인저형 기술개발에 집중하는 것이 KIST의 역할입니다.

다시 말해 작은 성과보다는 미래를 위한 R&D, 세상을 바꾸는 기술개



발에 집중하고, 출연(연)의 만형인 만큼 선진연구를 선도하는 역할을 KIST에 기대할 수 있다고 생각합니다. 그러한 의미에서 궁극적으로는 KIST가 우리나라 최초의 노벨상 수상자를 배출하는 기관이 되기를 기대합니다.

**Q 사무관 생활 1년 3개월 만에 공직을 떠나 KIST에서 연구원 생활을 시작하셨습니다. 당시 있었던 일화가 있다면 소개해 주실 수 있나요?**

공무원 교육을 마치고 갓 부임한 과거처 담당과의 과장님께서 항상 하셨던 말씀이 많은 영향을 주었던 것 같습니다. 과장님께서서는 제가 부임한 직후부터 앞으로 20여 년 후는 전문가 시대가 될 것이라는 말씀을 자주 하셨습니다. 당시 저는 KAIST 석사과정을 마친 상태였는데, 박사 학위를 취득하고 전문가로 성장하는 대신 공무원이 된 저를 안타깝게 여기시곤 하셨습니다. 그런데 그때마침 당시 KIST에 계시던 선배 연구원이 자신의 연구팀에 합류해주시기를 요청하셨고 이를 계기로 저는 사무관 생활을 마치고 연구원이 되는 결정을 내리게 되었습니다.

이후 약 20년 후인 2004년 노무현 정부의 과학기술혁신본부에 개방직 국장으로 다시 공직에 들어가 2년을 근무하게 되었는데, 이때 제가 부임했던 당시 담당 과장님의 연락을 다시 받게 되었습니다. 과장님께서서는 자신의 조언으로 인해 제가 정말로 공무원 생활을 마치게 되니 마음 한편에 걱정을 품고 계셨다고 합니다(웃음). 그러다가 제가 다시 짧게나마 공직으로 돌아오게 되니 그 걱정이 해소되는 것 같다고 매우 기뻐하셨던 것이 인상 깊게 기억에 남습니다.

**Q 마지막으로 단장님께서 거쳐 오신 공직, 출연(연), 학계, 산업계에서의 다양한 경험을 바탕으로, KIST 선배로서 후배들에게 해주고 싶은 이야기나 당부의 말씀이 있으시다면 부탁드립니다.**

요즘 출연(연)의 근무여건은 대학과 비교해도 나쁘지 않은 수준이라고 생각합니다. 대학의 근무 환경이 예전과는 달라진 점도 있지만, 그보다는 초창기 출연(연)의 열악했던 연구 환경이 그동안 거쳐 온 많은 개선 노력을 통해 상당히 높은 수준까지 올라왔다고 생각합니다. 특히 연구가 좋아 연구소를 직장으로 잡은 연구자의 입장에서는 최근의 연구 환경이 그 어느 때보다도 좋다고 생각하고 있습니다.

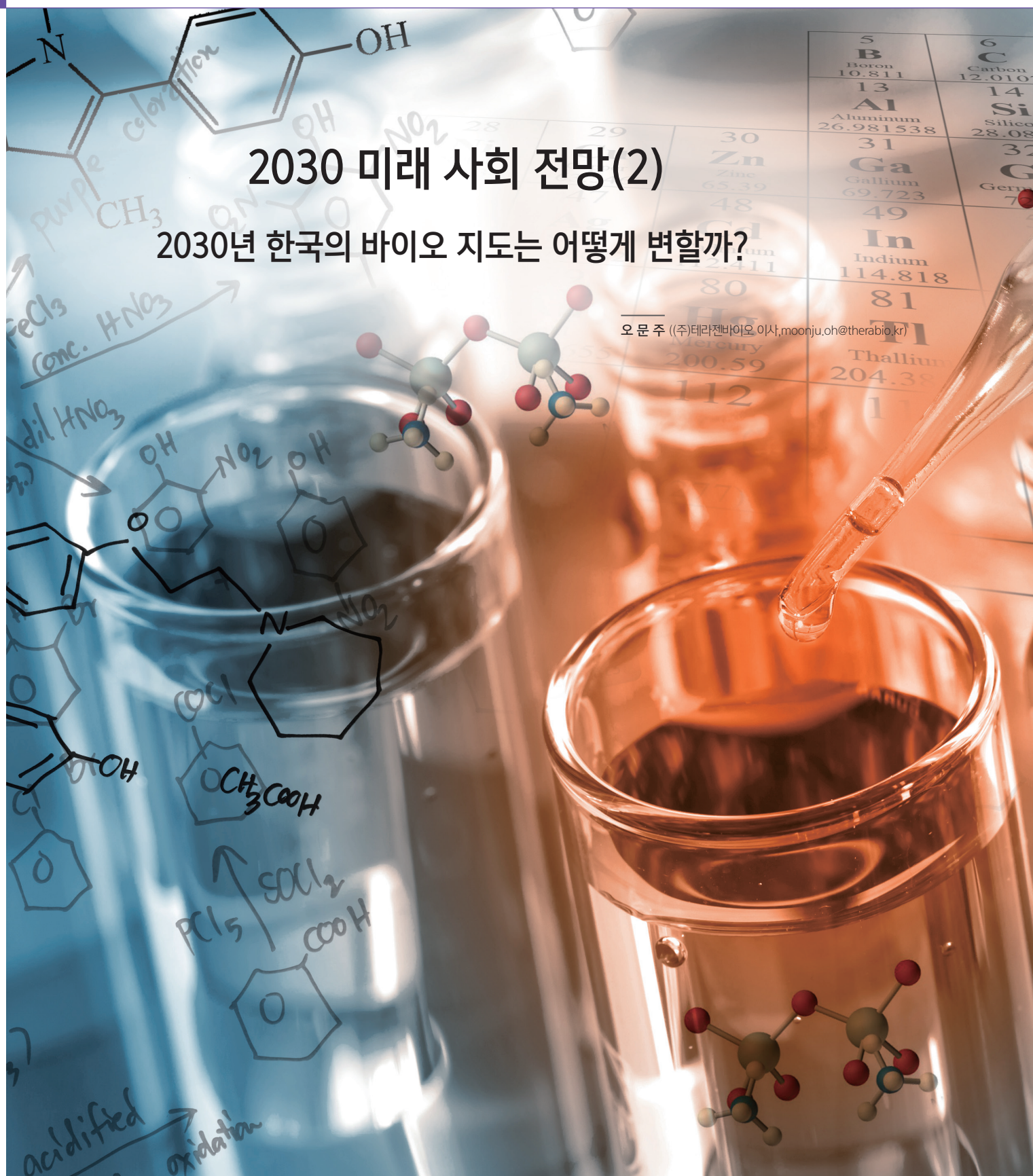
앞서 말씀드렸듯이 불확실한 현대 사회에서 이러한 좋은 연구 환경을 활용해 자신의 분야의 전문성을 확보하고 이를 통해 국가와 사회에 기여하는 것이 출연(연) 연구자의 역할 중 하나가 아닌가 하는 생각을 합니다.

특히 KIST는 우리나라 출연(연)을 대표하는 기관이자 출연(연)의 모체라고 할 수 있습니다. 저도 한때 KIST에 몸담았던 것에 대한 자부심을 가지고 있습니다. 후배 연구원님들께서도 우리나라 과학기술 발전의 최첨단 첨병 역할을 한다는 긍지와 사명감, 그리고 책임감을 갖고 연구에 매진해 주셔서 KIST가 출연(연)의 롤모델 역할을 수행할 수 있도록 해주시면 더할 나위 없이 좋을 것 같습니다. **kg**

**주요약력**

**나경 환 단장**

- ▲ 現 산업통상자원 R&D 전략기획단 단장
- ▲ 現 단국대학교 산학부총장
- ▲ 한국생산기술연구원 제8대, 9대 원장, 한국지식재산연구원 비상임 이사장, 국가과학기술연구회 비상임이사, 국가과학기술심의회 민간위원 등을 역임
- ▲ 한양대학교 기계공학과 학사, KAIST 기계공학 석사, KAIST 생산공학 박사



## 2030 미래 사회 전망(2)

2030년 한국의 바이오 지도는 어떻게 변할까?

오 문 주 ((주)테라젠바이오 이사, moonju.oh@therabio.kr)





## 2030년 우리의 일상...

“좋아하는 감미로운 음악의 알람으로 아침을 시작하고, 스마트폰에서는 AI 및 유전체 빅데이터를 기반으로 분석된 나의 하루 스트레스 지수와 질병노출위험을 알려주고, 바깥 환경에 대한 정보, 하루 섭취할 음식과 영양제, 운동에 대한 정보를 스마트워치로 알려준다. 알려진 건강 레서피에 맞게 반조리식으로 식사를 하고, 회사업무는 내가 원하는 곳에서 자유로이 화상, 챗봇 등 비대면으로 진행한다. 바깥세상은 미세먼지와 신종감염성 질환으로 비대면의 일상이 되고, 건물마다 전염병 검사를 통해 외출의 불편함이 있으며, 소통의 불균형으로 우울증과 같은 질환이 늘어난다. 우리는 과연 행복할까?”

바이오품은 인류의 난제를 해결하고 경제의 성장을 이끌고 있으며, 미래에는 그 영향도가 더 클 것으로 기대된다. 특히, 부작용을 최소화 하면서 암 등 난치병의 치료방법, 인구 수명의 연장 등 인류의 건강한 삶에 기여하고 있다. 이렇듯 바이오 기술은 미래의 인류복지와 안전을 위해 풍요롭고 안전한 먹거리 및 쾌적한 환경을 제공하는 순기능으로써 작용한다. 그러나 그 만큼 생명과학 기술은 위험하다. 따라서 생명과학 기술이 사회적 합의 없이 무분별하게 응용되고 적용되는 것에 대해 사회적 경각심은 매우 높으며, 바이오 기술의 고도 발달에 대해 사회를 붕괴시키는 위협으로서 인지되고 있는 것 또한 현실이다. 이러한 부분은 최근 코로나 19로 인한 포스트팬데믹에 대한 2040년 미래상에 관해 젊은 과학자들을 대상으로 시나리오를 받아 신문기사의 형태로 소개한 자료에서도 확인할 수 있다 “과학기술은 발달하나, 사회적 약자를 통한 임상시험” “백신완성을 통해 일어날 수 있는 국가나 기업의 과도한 감염검사를 통한 사생활 침입의 문제” 등이 과학기술 발전에 따른 동전의 양면과 같이 표현되고 있다(생명공학센터, '20.07.14 2040년 포스트 팬데믹 세계에서 온 뉴스).

또한 최근 발간되고 있는 포스트코로나 시대의 미래전망 및 유망기술에 대한 내용에서 주요 환경변화별 미래이슈로 1) 비대면사회로의 전환 2) 바이오헬스시장의 도전과 기회 3) 위험대응일상화 4) 자국중심주의 강화가 대두되었으며, 기회요인으로는 비대면, 인공 지능 등의 과학기술 및 국가중심의 보건시스템 확보 등이 거론되었으며, 위험요인으로 사회의 양극화, 생물테러위협증대, 감시사회의 출현, 대규모 실업 등이 포함되어 있다. 특히 헬스케어 분야에서는 국가별 의료시스템의 단점 및 글로벌 의료시스템협력체계 취약성부각, 기존 치료중심의 의료 시스템에서 예방, 관리중심의 공중보건시스템으로 패러다임 변화, 의료

시스템의 디지털 전환의 가속화 등을 예로 들면서 디지털치료제, 첨단 센서를 활용한 실시간 질병진단기술, 실시간 생체정보 측정분석기술, RNA 바이러스 대항 백신기술, 감염병 확산예측, 조기경보 기술이 미래 유망기술로 정의되었다(포스트코로나 시대의 미래전망 및 유망기술, KISTEP 미래예측 브리프 2020-1).

## 1. 바이오분야에서 미래를 예측하게 하는 주요동인

바이오의 미래연구는 분야별 주요동인 및 돌발변수를 도출하는데에서 시작한다. 주요동인은 미래 불확실성과 영향력이 높아서 다양한 관점의 함의를 줄 수 있는 주체어로 선택하고, 또한 해당 분야 시나리오 작성에 대비하여 극점의 식별이 용이한 양적·질적인 지표로 년 장기예측과 연계하고 계량화(bipolar)하여, 미래 예측이 가능한 상세지표를 도출하도록 한다.

돌발변수는 발생 가능성은 낮으나 실현될 경우 높은 파급력을 갖는 과거의 선행이 없는 변수로 정의하며, 바이오분야의 경우 기술과 연계하여 기술 및 산업 군에서의 돌발변수뿐만 아니라, 생명과학과 연계된 사회문제에 연계된 돌발변수를 고려해야 한다. 바이오 의료기술이 발전함에 따라 인체위해물질 및 돌연변이의 증가, 기후변화 및 환경 오염 등은 국가별 발표된 미래유망기술보고서 및 바이오 산업정책보고서, 대중 매체 등을 통해서 미래기술 및 사회모델에 강력한 위협문제로 보고되고 있다. 또한 사회적 윤리 및 종교계와의 대립 부분은 생명과학 기술이 발달함에 있어 어렵게 논의 및 합의를 도출해야 하는 부분의 문제로 생명윤리, 생명존엄이라는 사회적 합의가 선행되어야 하는 현실을 반영하여 돌발변수로 선정해야 한다.

## 2. 바이오분야의 주요 동인을 중심으로 한 예측된 미래

생명공학 분야에서는 미래의 주요동인은 ‘신경기술’, ‘합성 생물학’, ‘신종 바이러스’, ‘노화’ ‘인간증강기술’이 대표적이다. 신경기술은 신경 관련 질병을 단순히 연구하고 치료하는 것을 넘어 뇌의 프로세스를 이해하고 인간의 인지능력을 향상시키는 것까지 포함된다. 이미 나노 로봇, 뇌-컴퓨터 인터페이스 등의 분야에서 신경기술이 활용되고 있다. 특히 인간 향상(human enhancement) 과학기술의 발달에 따라 인류는 건강 수명 연장, 노화의 제거, 신체적·정서적·지적·심리적 능력의 개선 혹은 강화까지도 가능해져 가고 있다. 하지만 이 기술 역시 기존 패러다임에

변화를 가져올 수 있기에 연구개발 초기단계부터 야기될 수 있는 윤리적·법적·사회적인 문제점을 평가해 규제정책을 먼저 마련해야 한다.

합성생물학은 유전자편집을 사용하는 방식으로 의학에서는 백신 개발, 농업에서는 맞춤형 작물 개발 등에 사용된다. 에너지 분야에서 기술을 적용할 경우 저탄소 연료의 개발도 꿈꿀 수 있다. 이 기술 역시 바이오 안전 및 윤리적인 이슈의 해결이 과제로 남아 있다.

“우리는 바이러스와의 미래전쟁에 대비할 준비가 되어있을까?”

인류의 역사는 바이러스와 함께 한 것과 같이 역사적으로 신종바이러스가 등장되었고, 인류는 끊임없이 이에 대응해 싸우고 있다. 신종 전염병의 증가로 혼란을 가져올 것이며, 우리 인간은 그 안에서 생존하기 위해 끊임없이 새로운 기술을 개발하고, 스스로가 원인이 될 수 있는 공중보건학적 지식과 생태파괴의 위협을 조정하면서 동시에 이 순간들을 현명히 대처하면서 일상으로 받아들일 수 있을 만큼 여유로 워야 한다.

“노화는 극복해야 할 질병인가?”

바이오기술은 IT, 특히 4차 산업시대의 도래로 비약적인 발전이 진행되었다. 특히 의료기술은 노화 예방에서 질병으로부터의 노화(Necrosis) 예방과 인간수명에 대해 자연적으로 발생하는 노화(Apoptosis) 예방을 통한 의료비의 증가, 국가 관리 비용의 증가, 노령인구의 증가대비 경제활동 인구의 감소, 양질의 삶의 유지 등 예견 가능한 미래 사회문제에 대한 선행적 고민과 그 대안을 마련해야 한다.

“인간증강기술 -포스트휴먼의 정의”

현대 바이오 공학의 발달로 인공수족이나 인공신장, 인공장기 등은 거의 상용화 직전 단계에 와 있고, 인간과 컴퓨터 간의 상호작용에 대한 연구도 활발히 진행되고 있다. 인공지능 기체가 상용화되는 미래에는 인간 정체성에 대한 여러 가지 질문에 봉착할 수 있다. 인간의 두뇌에 기계 심장, 기계 장기, 기계 수족을 결합하면 인간인가 혹은 아닌가, 기계와 인간이 융합된 트랜스 휴먼, 포스트 휴먼을 인간이라고 할 수 있는가? 노화, 포스트휴먼의 주제는 가까운 미래에 사전주의 원칙에 입각하여 선제적 정책과 끊임없는 모니터링을 시행함으로써 미래지향적으로 문제를 정의하고 미래 대안에 대한 성찰과 사회적 합의를 이뤄내야 한다.

### 3. 바이오기술의 돌발변수를 통한 이슈 점검

**생명과학 기술발전에 따른 위해물질 및 돌연변이의 증가:** 생명과학 기술이 발전함에 따라 다양한 약품을 연구에 사용하게 되며 특히 연구에 사용하게 되는 다양한 약품 등이 암을 유발하거나 기형을 유발하는 경우가 존재한다. 당 세대에는 발견되지 않으나 다음세대에 발생가능성이 있는 당대 유전질환으로 질병이 확대되며 이 질환의 경우 기존 단일유전질환의 범위를 넘어 복합성 질환으로 확대될 수 있다.

**기형유발 물질을 통한 돌연변이 인간 출현 가능성이 많은 화학물질 중에는 정신적인 문제를 발생시킬 수 있는 약품이 존재하며 이를 통해 다양한 유전체 배아편집 연구 및 치료 중 일어날 수 있는 돌연변이 문제를 배제할 수 없다.**

**사회적으로 윤리 종교계와의 대립:** 생명과학 기술 특히 유전체 편집 증강인간기술이 발전함에 따라 끊임없이 사회적 합의가 필요하며 특히 과학자, 바이오 업계종사자, 생명윤리학자 및 종교계와의 논쟁은 빅데이터를 활용한 개인유전체 서비스를 넘어 인간의 기존 증강기술을 활용하여 인체유전체 배아편집기술을 통해 출생한 포스트휴먼의 인간성 여부 등 기술의 발전과 비례하여 확대가능성이 크다.

**기후변화 및 환경오염:** 지구 기후변화를 통해 생태계의 먹이사슬의 교란 발생 가능성이 인간에 있어 식량 문제로 발전할 수 있으며 급작한 기후변화는 다양한 호흡기 질환 및 신종바이러스의 출몰을 가져올 수 있다. 다양한 신종바이러스의 치료제 및 백신의 어려움에 봉착할 수 있으며 백신이 없는 경우 신종질병에 의한 대량 살상 예상 환경오염을 통한 신경독성, 생식독성 등을 보유한 물질들이 수생태 및 대기에 존재함으로써 2차적으로 인간에 위협을 가할 수 있다.


**직접적인 호흡기 암, 백혈병 등의 유발과 더불어 다음세대에 신체적·기형적 인간의 탄생을 가져올 수 있다. 환경유해물질 오염에 따른 피해는 저 농도 장기독성을 유발하여 20~30 다음세대에 질병의 형태로 표출될 가능성이 크다.**

### 4. 정책 문제 및 전략적 함의

생명공학 기술의 확대를 통한 집행은 기존 기관과 규범에 도전적일 뿐 아니라 개인과 국가 간 또는 바이오경제 전반에 걸쳐 협력을 위한 고유한 기회를 제공하는 법적·사회적·윤리적 영향을 미칠 수 있다.

빅데이터를 기반으로 하는 개인의 건강 맞춤 솔루션을 최적화하기 위해서는 기술의 개발 뿐만 아니라 고루 대다수 개인에게 적용할 수 있는 새로운 국가 시스템의 출현을 필요로 한다. 윤리적인 측면에서 바이오 기술에 동적인 모니터링 시스템의 결과에 도달하는 데 모든 개인이 동일한 치료기준에 접근할 수 없다면 사회적 불평등을 악화시킬 수 있다.

기술적으로 경제적, 혹은 정치적 능력 있는 개인들이 자신의 건강관리에 적극적으로 참여하는 것으로 예측되는 의료 시스템보다는, 국가주도의 전 국민의 의료질을 향상시키는 정책과 시스템이 필요하고, 점차적으로 미래에 공공재가 되어 갈 수 밖에 없는 개인 건강 데이터로의 전환 또한 이들 긍정과 부정의 결과와 혼재해서 동시에 등장할 것이다. 긍정적인 부분은 상승시키되, 선의의 피해자가 없을 수 있도록, 무엇보다도 서로 입장이 '다름'을 인정하는 문화와 그럼에도 불구하고 '사회적 합의'라는 문제가 대두된다. 이러한 이유로 미래예측과 이를 통한 미래정책의 도출은 일회성이 아니며 사회변동과 과학기술의 변동에 발맞추어 끊임없이 진화해야 한다. 특히 지속적으로 지식의 증가와 발전양상을 보이는 바이오 기술에 있어서는 특히 그러하다는 것을 강조하고 또 강조해야 한다.

인류의 건강과 바이오의 미래는 현재 우리에게 달려 있다고 생각한다. 역사적으로 인간을 비롯한 모든 생명체는 주변 환경에 의하여 자연적으로 변형되어왔고, 우리에게 생존의 역사와 동시에 파괴의 역사를 가져오게 한다. 미래는 또 하나의 예측할 수 없는 새로운 질병을 탄생시킬 것이고, 우리는 이 미래전쟁에 대비해야 한다. 단순히 바이오기술의 진보를 기대할 것이 아니라 우리주변, 환경 뿐만 아니라 정책적으로 바이오연구/정책결정의 사회적 합의 모델 및 미래 의료시스템 모델에 대한 연구를 단계적으로 진행하면서 바이오 미래의 전쟁을 대비할 것 인지를 분명히 확립해 나가야 한다고 생각한다. 

\*본 원고는 2019년 국회미래연구원에서 주관한 미래 시나리오 및 정책변수 도출 연구(바이오분야) 보고서 내용을 기반으로 작성하였음을 밝힙니다.



# R&D 예타는 어떻게 변해가는가?

정 장 훈 (STEPI R&D재정사업평가센터장, musiqjh@stepi.re.kr)



## 1. R&D 예비타당성조사제도 개편 배경

**예**비타당성조사제도(이하 예타)는 총사업비가 500억 원 이상이고 국가의 재정지원 규모가 300억 원 이상인 신규 사업의 타당성을 사전적으로 검증하는 과정이다<sup>1)</sup>.

이러한 예타에 상당히 큰 변화가 발생하였음은 주지의 사실이다. 2008년 시작된 R&D사업, 즉 국가연구개발사업에 대한 예타가 약 10년 만에 과학기술정보통신부(이하 과기정통부)에 위탁된 것이다. 이와 같은 제도변화는 그간 보편적 틀 안에서 논의되어 오던 R&D 예타를 보다 과학기술적 측면에서 바라볼 수 있게 되었다는 점에서 큰 의의를 지닌다.

물론 제도 위탁 이전에도 예타는 사업의 유형에 따라 별도의 기준이 적용된 바 있다. 경제적 타당성이 보다 강조되는 사업 유형이 있는가 하면, 상대적으로 기술적 측면이 강조되는 경우도 존재하였다. 세부적

으로 유형별 종합평가(AHP) 가중치를 살펴보면, 다음과 같다.

사업 유형별 가중치의 범위가 확정되어 제시된 2009년 예타 운용지침에서는 건설사업은 물론 R&D사업 역시 경제적 타당성이 무엇보다 강조되었다. 경제성의 경우 가중치는 최대 50%까지 적용 가능하며, 다른 분야에 비해 가중치의 무게가 강하게 실려 있음을 확인할 수 있다. 제도 위탁 직전인 2017년에도 이러한 경향성은 유사하게 발견된다. 2009년에 비해 상대적으로 경제성의 최대 상한이 감소한 것은 사실이나, R&D 사업의 기술성과 비교할 때 거의 대등한 수준의 중요도가 적용되었다.

과기정통부로의 R&D 예타 위탁의 필요성 역시 경제성의 관점보다는 과학기술적 측면에서 사업의 타당성이 평가되어야 한다는 점이 강조된 결과이다. 국가재정법 개정 관련 국회의 회의결과를 살펴보면, R&D분야의 경우 국가연구개발사업의 특성을 반영하여 전문성에 기반한 예타가 이루어질 필요성이 제기되었다<sup>2)</sup>. 이러한 관점은 제도 위탁 이후 과기정통부의 예타 제도개선에 있어 주된 방향으로 작용하게 된다.

표 1. 예타 대상사업 유형별 종합평가 가중치('09년 기준) |

가중치	경제성	정책성	지역균형발전
건설사업	40~50%	25~35%	15~30%
가중치	경제성	기술성·정책성	
R&D·정보화사업	30~50%	50~70%	
가중치	경제성	정책성	
기타 재정사업	25~50%	50~75%	

자료: 2009년도 예비타당성조사 운용지침, 기획재정부지침, 2009. 4. 1.

표 2. 예타 대상사업 유형별 종합평가 가중치('17년 기준) |

가중치	경제성	정책성	지역균형발전
건설사업	35~50%	25~40%	25~35%
가중치	경제성	정책성	기술성
R&D사업	30~40%	20~30%	40~50%
정보화사업*	40~50%	20~30%	30~40%
가중치	경제성	정책성	
기타 재정사업*	25~50%	50~75%	

\*: 비용편익(B/C)분석 적용 시.

자료: 2017년도 예비타당성조사 운용지침, 기획재정부지침, 2017. 9. 8.

1) 국가재정법 제38조(예비타당성조사), 법률 제17136호, 2020. 3. 31, 일부개정.

2) 제355회국회(임시회) 기획재정부위원회회의록 제1호, 2017. 12. 29.

| 표 3. R&amp;D사업 유형별 가중치 |

위탁 이전		기술적 타당성	정책적 타당성	경제적 타당성
		40~50%	20~30%	30~40%
위탁 이후	유형	과학기술적 타당성	정책적 타당성	경제적 타당성
	기초연구	50~60%	30~40%	5~10%
	응용·개발/시설장비 구축 등	40~60%	20~40%	10~40%

자료: 국가연구개발사업 예비타당성조사 제도개선(안), 과학기술정보통신부, 2018. 1. 18.

## 2. 2018년 제도개선의 특징

2018년 1월 발표된 과기정통부 예타 제도개선(안)에서 나타난 가장 큰 특징 역시 과학기술적 전문성 강화이다. 이를 위하여 과기정통부는 그동안 사업의 성격과 상관없이 동일시되었던 R&D사업을 유형화하고, 사업 유형에 따른 가중치를 조정하였다<sup>3)</sup>.

R&D사업은 연구시설을 구축하는 기반조성사업부터 연구자 지원을 위한 순수 연구개발사업까지 다양한 성격을 지닌다. 그러나 그동안의 예타에서는 이러한 R&D사업의 세세한 특성까지 반영하여 추진되지 못했다. 이러한 문제의식 하에 2018년에 이루어진 제도개선에서는 무엇보다 사업유형에 따라 다른 가중치가 적용되어야 함이 강조되었다. 이와 맞물려 확인할 수 있는 것은 사업기획의 타당성을 검토하는데 있어 경제성의 가중치가 낮아지면서 과학기술적 타당성에 대한 가중치가

상향되었다는 것이다. 기존 위탁 이전 경제성의 하한은 30%였다. 그러나 위탁 이후 기초연구의 경우 5%, 응용·개발연구의 경우 10%로 하한이 낮아졌음을 확인할 수 있다.

이와 함께 과기정통부 제도개선의 특징 중 하나는 바로 사업 시행의 타당성을 확보하지 못한 사업의 재기획을 허용함과 동시에 예타 수행기간을 6개월로 단축하였다는 점이다. 그동안 예타 미시행<sup>4)</sup> 사업의 경우 해당 사업은 예타를 다시 요구하는 것이 불가능하였다. 그러나 R&D사업의 경우 불확실성이 높고 환경변화가 잦다는 점을 감안하여야 한다는 점에서 재기획에 근간한 예타 재요구가 허용된 것이다.

또한 과기정통부는 절차 간소화와 예타 기간 단축을 천명하였다. 제도 위탁 전 실제 예타를 받기까지 '기술성평가(과기정통부)'와 '예타 대상 선정(기재부)'이라는 2단계가 필요했다. 그러나 제도 위탁을 통해 과기

| 표 4. R&amp;D예타 조사체계 개편 |

1계층	과학기술적 타당성			
2계층	과학기술 개발계획의 적절성			과학기술 개발 성공가능성
3계층	기획과정의 적절성	사업목표의 적절성	구성 및 내용의 적절성	기존 사업과의 중복성
1계층	과학기술적 타당성			
2계층	문제/이슈 도출의 적절성		사업목표의 적절성	세부활동 및 추진전략의 적절성

자료: 국가연구개발사업 예비타당성조사 조사체계 개편(안), 과학기술정보통신부, 2018. 11. 27.

3) 국가연구개발사업 예비타당성조사 제도개선(안), 과학기술정보통신부, 2018. 1. 18.

4) 예타 최종 판단은 '시행'과 '미시행'으로 구분, '시행'은 신규 사업의 타당성이 확보되었음을 의미함.



정통부가 기술성평가와 예타를 함께 추진할 수 있게 됨에 따라 기술성 평가에서 '적합' 판단을 받은 대상사업의 경우 별도의 대상선정 없이 그대로 예타 대상사업이 될 수 있는 구조, 즉 1단계로 단축되었다. 이에 더해 기존의 R&D예타는 조사과정에 약 1년의 시간이 소요되는 경우가 많았다. R&D사업의 경우 빠른 투자가 요구된다는 점에서 이를 6개월로 단축하였다는 점 역시 주요한 제도 변화이다.

### 3. 2019년 제도개선의 특징

2019년 제도개선의 특징은 과학기술적 타당성의 조사항목 개편과 기술을 명확하게 지정하기 어려운 사업에 대한 예타 추진을 위한 조사 체계의 탄력도 제고에 초점을 맞추었다. 2018년 11월 과기정통부는 추가 적으로 R&D예타 조사체계 개편(안)을 발표한다<sup>5)</sup>. 특히 주목할 만한 부분은 과학기술적 타당성을 평가하는 조사체계의 논리구조가 개편 되었다는 것이다.

기존 예타 조사체계 하에서 과학기술적 타당성은 3계층 구조로 설계 되어 있으며, 사업을 통해 해결하고자 하는 문제와 사업목표, 세부활동 간 연계구조 등이 3계층 조사항목으로 구성됨에 따라 상대적인 중요 도가 평가절하되는 문제점이 존재하였다. 이에 과기정통부는 조사체계 개편을 통해 과학기술적 타당성 분석의 논리흐름을 '이슈/문제의 정의 (Why)→사업목표(What)→구성 및 내용, 추진전략(How)'으로 개선 함과 동시에 이러한 조사항목을 기존 3계층에서 2계층으로 이동시켜 상대적인 중요도를 상향시켰다.

이와 함께 2019년 제도개선의 큰 특징으로는 기술이 특정되지 않는 사업에 어떻게 예타를 적용할 것인지에 대한 대안을 제시되었다는 점을 꼽을 수 있다. 기초연구, 인력양성, 기업지원 R&D사업 등 수혜자의 범주화는 가능하나, 구체적 기술 분야를 특정할 수 없는 R&D사업의 경우 예타 사업기획을 준비해오던 이들로 하여금 지속적인 문제 제기가 있었다. 그간 R&D예타는 본질적으로 기술의 구체성을 강조하여 왔다. 실제 개발하고자 하는 기술은 구체적으로 무엇인지, 사업 내 과제에서는 기술요구수준이 명확한지가 주요한 쟁점이었기 때문이다. 따라서 이른바 '기술비지정 R&D사업<sup>6)</sup>'의 경우 본질적으로 기술을 구체화할 수 없다는

점에서 어떻게 사업기획을 하여야 하며, 무엇을 기준으로 예타를 추진 할 것인지에 대한 논쟁이 필연적이었다.

이러한 문제점을 해결하기 위한 대안으로서 과기정통부는 기술지정 사업과 기술비지정 사업에 대한 평가질의를 세분화하게 된다. 특징적인 예를 들자면 다음과 같다. 사업을 구성하는 세부활동의 적절성을 평가 함에 있어 기술지정 사업의 경우 기술 관련 타 사업과의 유사·중복성 검토를 강조한다. 그러나 기술이 특정되지 않는 기술비지정 사업의 경우, 실제 사업의 수혜자가 어떠한 기술개발을 추진할지 예측하기 어려움에 따라 유사·중복성 검토에 한계가 존재한다. 이러한 문제점을 감안하여 과기정통부는 기술비지정 R&D사업에 대해서는 과제의 규모, 과제 수행기간, 실제 과제수요 등에 관한 산출근거 및 논리의 적절성 검토를 하도록 규정하였다.

### 4. 2020년 제도개선의 특징

2차례의 제도 개선에도 불구하고, 현장의 체감도가 저조하다는 판단 하에 과기정통부는 다시 한번 R&D예타 제도개선을 추진한다. 현장의 체감도가 낮은 이유로는 하나의 사업을 구성하는 하위 내역사업의 복잡 도가 심화됨에 따라 기존 사업 유형을 적용하는데 한계가 발견되었다는 것이 한 가지이고, 다른 한 가지로는 R&D의 불확실성으로 인해 미래의 편익을 산정하기 어려운 사업이 증가하였기 때문이다. 과기정통부는 이러한 문제점을 해결하기 위해 2019년 11월 현장 중심의 제도개선(안)을 발표하였다<sup>7)</sup>.

이 제도개선(안)의 특징은 크게 두 가지로 구분할 수 있다. 첫째, 사업 유형 구분 개선 및 유형별 평가질의 제시, 둘째, 경제적 분석기법의 다 변화이다.

가장 큰 변화라고 할 수 있는 사업유형 구분은 기존 기초연구, 응용·개발 연구, 시설장비 구축 등 세 가지 구분에서 '도전·혁신형 사업, 성장형 사업, 기반조성형 사업'으로 변화하였다. 이러한 배경에는 기존 예타 대상사업을 연구단계별 구분하는 것에 한계가 발생함에 따라 사업유 형을 구분하는 것보다는 사업의 목적에 따라 유형을 구분하는 것이

5) 국가연구개발사업 예비타당성조사 조사체계 개편(안), 과학기술정보통신부, 2018. 11. 27.

6) 사업의 목적 달성을 위해 기획 단계에서 R&D대상기술을 특정할 수 없는 사업을 의미함.

7) 현장 중심의 국가연구개발사업 예비타당성조사 제도개선(안), 과학기술정보통신부, 2019. 11. 13.

| 표 5. 사업 목적별 유형 구분과 가중치 범위 |

목적별 유형	정의 및 특징	과학기술성	정책성	경제성
도전·혁신형	기술선도를 목표로 하며 파급효과가 크나 불확실성도 높은 R&D	55~65%	20~40%	5% 이하
성장형	산업지원을 목적으로 기업 역량 강화 목적의 R&D	40~50%	20~40%	10~40%
기반조성형	인력양성, 시설장비구축, 공익증진을 목적으로 하는 R&D	40~50%	30~50%	10~20%

자료: 국가연구개발사업 예비타당성조사 운용지침, 과학기술정보통신부훈령, 2019. 12. 26.

필요하다는 인식이 자리 잡고 있다. 이에 더해 현행 정부 R&D정책의 주요 방향성이라고 할 수 있는 도전·혁신적 R&D사업을 보다 적극적으로 장려하기 위한 의도 역시 주요한 원인이 되었다.

또한 사업목적에 따라 유형을 구분한 만큼, 종합평가 시 적용하는 가중치 역시 유형별 목적에 걸맞는 형태로 개선하였다. 도전·혁신형 사업의 경우 과학기술적 타당성의 중요도, 성장형 사업의 경우 경제적 편익 창출, 기반 조성형 사업의 경우 정책적 타당성에 상대적인 가중치를 강조하는 형태로 체제를 개편하게 된다.

이러한 유형 구분의 변화와 더불어 계량화가 어려운 R&D사업을 효과를 평가하기 위해 비용효과분석을 확대하는 것 역시 큰 특징이다. R&D 예타는 경제적 타당성의 경우 비용편익분석을 기본으로 하고 예외적으로 비용효과분석을 실시하도록 규정하고 있었다. 다만, R&D사업의 경제적 효과를 제시하는 과정에는 다양한 가정과 변수가 존재함에 따라 비용편익분석을 적용하는데 한계가 발생한 바 있다. 이에 따라 도전·혁신형 사업의 경우 비용효과분석을 기본으로 명시하여, 편익 산정에 많은 가정과 불확실성이 존재하는 사업 특성을 반영하도록 개선되었다. 즉 명확한 산출물이나 결과 설정이 어려운 경우에도, 사업의 효과를 가늠할 수 있는 잣대가 마련되었다는 점은 매우 큰 변화라고 할 수 있다.

## 5. 제도 개선의 지향점

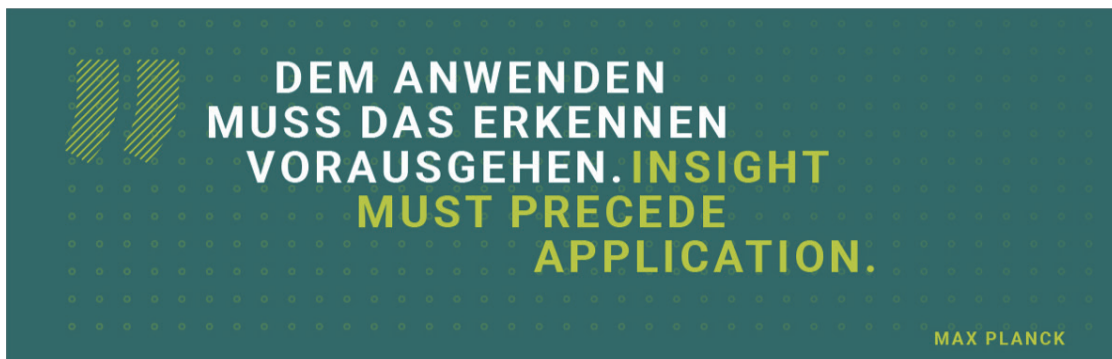
지금까지 2018년 4월 과기정통부로의 예타 위탁 이후 매년 다양한 제도 개선이 추진되어 왔다. 이상의 제도개선은 어떻게 하면 과학기술적 타당성 측면에서 보다 합리적으로 R&D예타를 추진할 수 있을지에 대한 문제의식의 결과물이다. 환경이 변화함에 따라 제도 역시 변화하는 것은

상식적인 것일 수 있다. 그러나 환경변화는 제도변화를 위한 자극에 지나지 않는다. 관련 행위자들은 특정한 환경변화에 적절한 대안을 가지고 자동적으로 반응하지 않기 때문이다. 이러한 관점에서 볼 때 지난 3년에 걸쳐 제시된 예타 개선안은 매우 도전적이었다고 평가할 수 있다. 다만, 제도의 성패는 제도 안에서 이루어지는 행위자들의 상호작용의 양상에 달려 있다.

2018년 제도 위탁 이후, R&D예타의 제도 개선은 지속적으로 한 가지 방향을 향해 변화하고 있다. 바로 어떤 R&D사업일지라도 풀고자 하는 문제와 이슈를 중심으로 논리적 구조 속에 과학기술적 타당성을 제시하여야 한다는 것이다. 조사기관 역시 이러한 관점에 천착하여 조사를 추진할 것이다. 예타는 재정효율성과 더불어 사업기획의 완성도 제고라는 것을 주요 목표로 한다. 즉 조사기관과 기획기관 간의 상호작용 역시 과학 기술적 타당성을 중심으로 추진되어야 한다. 기술 자체의 중요성과 필요성 보다는, 어떠한 문제를 해결하기 위해 특정한 기술이나 지원이 필요한 지에 대한 건설적 토론과 논쟁이 이루어지길 기대한다. **KIST**

# 막스 플랑크 협회(Max-Planck-Gesellschaft) (1)

김혜아 (막스 플랑크 뇌 연구소, hye-a.kim@brain.mpg.de)  
김린호 (막스 플랑크 생화학 연구소, rkim@biochem.mpg.de)



MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT | JANUARY 2020

## 1. 막스 플랑크 협회 개요

### 1) 막스 플랑크 협회의 역사

1911년 베를린 대학의 설립 100주년 기념일에 기초과학 연구에 있어서 독일의 국제경쟁력을 지키자는 의미로 여러 대학과 기관들이 모여 Kaiser Wilhelm Society 설립을 발표하였다. 여러 유대인 중산층과 특히 Kaiser Wilhelm의 엄청난 후원으로 기관이 운영되었다. 당시 영향력 있는 과학자였던 Adolf von Harnack이 대표로 선정되었고 지혜의 여신 미네르바가 기관의 상징으로 정해졌다. 후에 세계대전이 발발하며 혼란스러운 시대상황 속에서 Kaiser Wilhelm Society는 여러 문제에 직면하게 되었고, 나치 정당과 밀접한 연관이 있었던 책임을 물어 대대적인 개편을 피할 수 없게 되었다. 전쟁이 끝난 후, 국제적으로 존경받고 정치적으로도 문제가 되지 않는 노벨상 수상자인 Max Planck의 이름을 따 1948년 Max Planck Society로 새로운 출발을 하였다.

## 2) 막스 플랑크 협회의 목표 및 성공 요인

“Insight must precede application” 라는 모토에서 볼 수 있듯, 현재 적용 가능한 기술 개발 보다는 아직까지 알려지지 않은 미개척 분야에 대한 통찰과 새로운 지식 발굴에 대한 연구에 지원한다. 그에 걸 맞게 현재까지 총 18명의 노벨 과학상 수상자를 배출하여 단일 기관 노벨상 배출 순위 최상위권에 올라있으며, 노벨상 후보로 거론 되는 여러 학자들이 늘 새로운 연구에 집중하고 있다. 당장의 이익을 낼 수 없더라도 미래 사회 발전에 필요하다고 생각되는 연구라면 지원하기 때문에, 다양한 흥미로운 연구들이 진행될 수 있다는 것이 강점이다. 성공 요인으로는 안정적이고 장기적인 재정 지원, 연구의 자율성 보장, 전문적인 연구지원, 세계 석학들에 의한 정성 평가 시스템 등을 들 수 있다. 이를 바탕으로 막스 플랑크 연구소의 디렉터들은 강의 및 행정 부담에서 벗어나 10년, 20년 뒤의 성과를 위한 획기적인 연구(Ground-breaking research)를 기획하여 진행할 수 있다.



MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT | JANUARY 2020

### 3) 막스 플랑크 협회의 규모와 예산 구성

2019년 1월 기준으로 86개의 연구소와 연구 지원 기관이 독일 각 지역에 분포해 있으며, 5개의 연구소와 1개의 연구 지원 기관이 독일 외 미국, 이탈리아, 룩셈부르크, 네덜란드에 위치해 있다. 막스 플랑크 협회엔 총 23,767명의 직원이 고용되어 있으며, 절반 정도는 디렉터와 그룹 리더, 정규 연구원, 박사 후 연구원, 박사과정 학생들과 같은 연구 종사자이며 나머지 반은 행정 및 지원 인력이다.

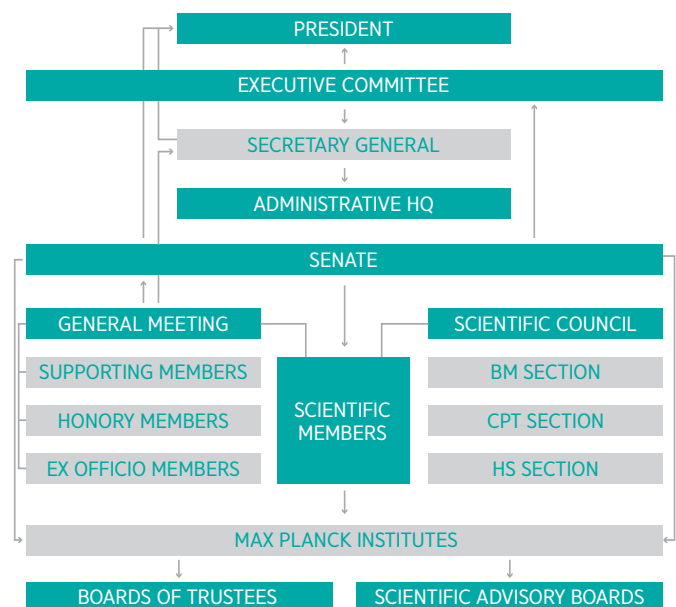
연구 협회의 재정은 기본적으로는 독일 연방 정부와 주 정부가 절반씩 책임을 나누지만 지적 재산권 수입 및 여러 기여금과 유럽연합 연구비 및 과제 수주를 통해 자체적으로 충당한다. 매년 예산은 18억 유로 (2.4조원) 정도이며, 80~90%의 예산을 책임지는 연방과 주 정부는 '지원하되 간섭하지 않는다'는 원칙을 지키며 신뢰를 바탕으로 연구자들의 자율성과 책임성을 강조한다. 구성원들은 연방 공무원직 호봉제에 따른 임금과 처우를 받는다.

### 4) 막스 플랑크 협회와 개별 연구소의 관계

협회는 Senate 에서 의사결정을 하며 그 예로는 새로운 Scientific Member 선정, 새로운 연구소 설립 및 통폐합, 건물 신축/리모델링 및 개별 연구소의 예산을 초과하는 고가의 장비 구입 등을 지원한다. 개별 연구소는 자체적인 예산을 집행하고 협회는 경제성 원칙이 지켜지는 지에 대한 감독 기능을 한다. 협회는 총 80개가 넘는 개별 연구소를 자연과학(CPT, Chemistry/Physics/Technology), 인문사회과학(HS, Humanities Section), 생명과학(BM, Biology/Medicine) 크게 세 분야로

나누어 각 분야에 맞는 지원을 하며, 각 분과내 개별 연구소 간 협력과 경쟁을 장려한다.

협회의 Scientific Member 는 곧 각 연구소의 디렉터들을 의미하며, 개별 연구소는 하나의 학문 분야에 대해 작게는 두 명에서 많게는 열 명의 디렉터로 구성되어 의사결정을 해나간다. 같은 학문 분야를 연구하는 다양한 연구자들이 한 건물 안에 모여 있기 때문에 서로간의 아이디어와 특징적인 연구 기법들을 자유롭게 소통하며 협업하기 용이하다. 협회의 지원이 들어간 고가의 장비를 유치한 개별 연구소는 다른 자매 연구소들이 장비를 활용할 수 있도록 적극적으로 협력해야한다.



MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT | JANUARY 2020

## 5) 막스 플랑크 협회의 국제성과 지역 사회 역할


개별 연구소들의 국제적인 성과는 막스 플랑크 협회 전체의 세계적 명성을 높이고, 이는 새로 설립된 개별 연구소가 협회의 명성을 빌어 세계적 석학들과 관계를 맺으며 성장할 수 있는 밑거름이 된다. 각 분야의 저명한 학자들은 막스 플랑크 협회 대표의 초청으로 개별 연구소 평가 위원으로 활동하기도 하며 각 연구소 디렉터들의 초청 연사로 방문하여 연구소 내 젊은 과학자들과 해당 분야의 최신 연구 방향을 논의한다.

국제성은 실제 인적 구성에서도 두드러진다. 독일의 연구 협회이지만, 박사과정 학생 및 연구자들 50% 이상, 행정 직원 및 디렉터들의 30% 이상이 독일 국적이 아닌 외국 국적자이다. 따라서 모든 공식 문서는 독일 법에 따라 독일어로 되어 있으나 연구소 공식 언어는 영어이며 통용되는 문서, 이메일에는 영어 번역이 따라온다.

이런 막스 플랑크의 국제화의 노력은 독일의 기존 학위 시스템에 변화를 이루었다. 2000년 이후 설립된 International Max Planck Research Schools는 미국식의 석박사 통합과정 및 잘 짜여진 커리큘럼을 제공하며 전세계의 과학자를 꿈꾸는 젊은 과학도들이 독일의 막스 플랑크

에서의 학위 과정을 선택할 수 있도록 유도하고 있다.

하지만 막스 플랑크 연구소는 교육기관이 아니기 때문에 박사 과정 학생들의 학위 수여를 위해 지역 내 대학과의 긴밀한 협력이 요구 된다. 박사 과정 학생들은 막스 플랑크 연구소 소속 연구원으로 학위 연구를 수행하고, 학생으로서는 해당 지역 대학에 소속 되어 대학에서의 강의/세미나에 참여 하고 학위 논문 심사에는 대학 교원이 필수적으로 참여한다. 이런 과정을 통해 막스 플랑크 연구소와 지역 대학과의 긴밀한 소통이 이루어지며 대학 소속의 학생 및 연구원 또한 막스 플랑크 연구소 내의 고가의 연구 기자재를 사용할 수 있다.

막스 플랑크 연구소는 주정부의 지원을 받는 만큼 사회환원의 의무도 가진다. 그 예로는 연구소 주변 학교 청소년들의 연구소 견학 지원, 활발한 학생들의 인턴십 기회(예: Max Lab 운영) 및 시민들을 대상으로 한 여러가지 과학 관련 이벤트 기획 등을 들 수 있다(예: Open Day 행사). 이런 행사들을 통해서 지역 사회 내 과학에 대한 친밀도를 높여 간다. 

(다음호에 계속 ...)

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

Proportion of International Scientific Staff*		as per 31. 12. 2019
<b>Directors</b> from outside Germany	292 112	38,4 %
<b>Max Planck Research Group Leaders(W2)</b> from outside Germany	381 169	44,4 %
<b>Postdocs</b> from outside Germany	2.742 2.099	76,5 %
<b>Visiting researchers</b> from outside Germany	2.120 1.237	58,3 %
<b>PhD students</b> from outside Germany	3.577 2.067	57,8 %

MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT | JANUARY 2020



# 블랙 스완 시대의 생존 기법, 시나리오 플래닝(Scenario Planning)

박 지 은 (정책기획팀 연구원, jepark@kist.re.kr)

**신**종 감염병 코로나19의 확산으로 전 세계 누적 확진자는 7월 말 기준 1천6백만여 명을 넘었고, 이 중 66만여 명이 목숨을 잃었다. 무방비 상태에서 맞닥뜨린 비상상황에 대응하기 위해 각국은 국경을 봉쇄했고, 세계 경제는 2차 세계대전 이후 최악의 침체를 맞았다. 코로나19로 인한 사회적 변화와 경제적 충격은 전례 없이 거대하고 장기적일 것으로 보인다.

코로나19의 세계적 대유행과 그 사회경제적 파장은 아무도 예측하지 못 했다. 이런 사태를 혹자는 ‘블랙 스완(Black swan)’ 혹은 ‘네온 스완(Neon Swan)’의 상태로 설명한다. 블랙스완은 색이 까만 백조라는 말로, 발생확률은 낮으나 한 번 발생하면 사회와 시장 전반에 큰 충격을 주는 이벤트를 의미하는 용어다. 극단적이고 예상이 어려운 사건을 일컫는 말로, ‘불확실성’, ‘복잡성’, ‘빠른 속도’ 세 가지 속성을 특징으로 가진다. 그리고 이런

블랙스완보다도 더욱 일어나기 어려운, 절대 일어날 수 없을 것 같은 상황을 ‘스스로 빛을 발하는 백조’라는 뜻을 가진 ‘네온스완’이라 표현하기도 한다.

사실 이런 예측하기 어려운 일들은 인류역사 속에서 늘 존재해 왔다. 각종 자연재해, 테러, 전쟁뿐만 아니라 각종 산업구조와 규제환경의 변화 등 다양한 형태로 우리 사회는 블랙스완 혹은 네온스완을 경험했다. 그럼에도 현대 우리 사회에서 블랙스완에 대비해야 하는 필요성이 더욱 부각되는 이유는 그 파급력과 확산 속도가 예전과 비교할 수 없이 강력해졌기 때문이다. 따라서 조기에 감지하고 국가 혹은 기관 차원의 역량과 자원을 집중하여 파급효과를 최소화해야 하는데 그 방법으로 많이 쓰이는 것이 바로 ‘시나리오 플래닝(Scenario planning)’ 기법이다(채수완, 2018).

시나리오 플래닝에서 '시나리오'란 미래에서 발생할 수 있는 모든 가능성과 상황 그 자체를 의미한다. 따라서 시나리오 플래닝이란 미래의 시나리오를 찾아가는 과정, 즉 불확실성을 기초로 의미 있는 시나리오들을 도출하고 시나리오 별로 대응방안을 수립함으로써 미래에 대비하는 기법을 지칭한다(Lingren & Bandhold, 2009; 유정식, 2009). 시나리오 플래닝은 불확실한 미래를 극단적인 몇 가지의 상황으로 가정하여 모든 가능한 상황에 유연하게 대응할 수 있도록 하는 기술 예측 기법으로, 복잡하고 급속히 변화하는 미래사회의 불확실성에 대비하기에 적합한 전략 도출 방법이다. 미래예측 기법 중 하나인 시나리오 플래닝은 전통적인 '예측방법론'과는 여러 면에서 차별성을 가진다. 불확실성을 제거하고 단기적인 미래에 대한 계획 도출에 집중하는 예측 방법론과 달리 시나리오 플래닝은 불확실성을 그대로 인정하면서 5년 이상의 중장기 미래에 대비하고자 하는 목표를 갖는다(표1).

시나리오 플래닝 방법론의 시나리오 설계는 추적(T), 분석(A), 전망(I), 결정(D), 행동(A) 단계를 거쳐 수립된다(Lindgren & Bandhold, 2009). 첫째는 현실화될 수 있는 대형 이벤트나 심각한 영향을 끼칠 수 있는 이슈를 정의하기 위해 불확실한 환경의 변화를 추적(T: Tracking)하는 것이다. 두 번째 단계인 분석(A: Analyzing)에서는 도출된 추세들을 분석하고 도출된 추세 중 다수의 추동 불확실성(Driving uncertainties)을 식별 한 뒤, 그것들을 결합해 시나리오를 작성한다. 다음 단계는 전망(I: Imaging)으로, 작성된 시나리오 중에서 실현가능성이 있는 것을 가려내고 바람직한 미래모습의 비전을 만들어 낸다. 이후에는 각 시나리오를 통해 파악된 정보를 평가하여 선택할만한 전략을 가려내 결정(D: Deciding)하고, 전략 수행을 위해 행동(A: Acting)한다.

이와 같은 T.A.I.D.A 방법을 참고한 일반적인 시나리오 플래닝 수행 절차는 다음과 같이 나타낼 수 있다(그림1). 먼저 (1) 핵심이슈를 선정해야 한다. 현실화되는 대형 이벤트나 심각한 영향을 끼칠 수 있는 이슈를 정의하여 핵심이슈로 선정한 뒤, (2) 주요 추세를 도출한다. 변화, 위험, 기회의 징후를 추적하여 핵심이슈에 대해 미래에 영향을 미칠 것으로 보이는 불확실한 추세를 도출하는 것이다. 다음은 도출한 다수의 추세 중에서 (3) 두 개의 대표적인 추동 불확실성(Driving uncertainties)을 선택하여, (4) 시나리오를 작성하는 단계로 이루어진다. 선택된 두 개의 추동 불확실성을 결합하여 네 개의 시나리오를 작성하고 시나리오별로 명칭을 부여한다. 시나리오 네이밍 단계에서는 시나리오의 내용을 잘 표현할 수 있고 기억하기 쉬운 이름을 부여해야 한다. 마지막으로 (5) 시나리오별 대응전략을 수립하는데, 각 시나리오의 발생 가능성을 계산하여 발생 가능성이 높은 시나리오에 대한 대응전략을 우선적으로 수립하도록 한다.

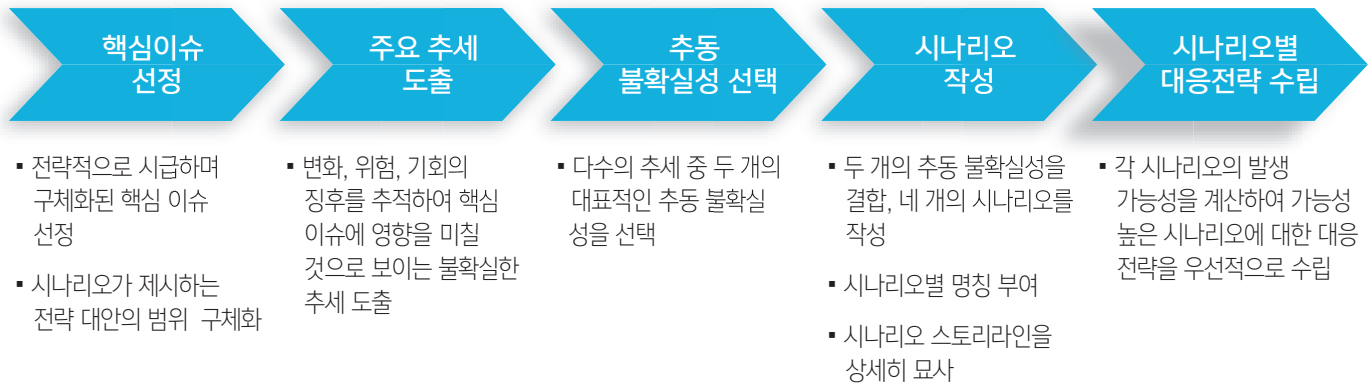
시나리오 플래닝은 제2차 세계대전 당시 군사적 플래닝의 방법으로 처음 등장했다. 미 공군이 적군의 행동을 예측하고 이에 대처할 전략을 세우기 위해 마련한 군사계획 기획 도구로 처음 사용되었다. 이후 시나리오 플래닝은 미국의 일반 대중 정책, 국가과학기술개발 전략 수립, 국제개발 등 군사전략 외의 다른 분야로 확장되어 활용되었다(임현·한종민·정민진, 2009). 또한 시나리오 플래닝은 세계 유수의 기업들의 전략기획 방법으로도 널리 사용되어 왔다. 가장 대표적인 예로 세계적인 정유회사 쉘(Shell)이 고유가에 대비한 시나리오 플래닝을 통해 1970년대 오일쇼크에 경쟁사들에 비해 성공적으로 대응한 사례가 있다(Baldock, 1999; Schoemaker, 1993).

표 1. 시나리오 플래닝의 차별성

구분	예측방법론	시나리오 플래닝
목적	미래를 예측, 통제	미래에 대비
미래 예측에 대한 기대	가능	불가능
불확실성에 대한 생각	불확실성을 제거하고 확실한 관계들에 기반	불확실성을 그대로 인정
미래의 시점	단기적인 미래에 집중	중장기 미래(통상 5년 이상)를 바라봄
결과물	숫자로 미래를 압축	이야기로 미래를 서술

출처: 유정식(2009) 재구성


| 그림 1. 시나리오 플래닝 프로세스 |



## 국가과학기술 미래 기획 도구로서의 시나리오 플래닝

현대 지식사회에서 과학기술의 발전은 점점 더 가속화되고, 사회문제는 더욱 복잡해졌다. 또한 국가 간 경쟁이 그 어느 때보다 치열해진 오늘날에 글로벌 시장에서 국가경쟁력을 확보하기 위해서는 계속되는 변화와 돌발 변수의 등장에 능동적으로 대응할 수 있는 전략적 예측이 필요하다. 이런 상황에서 기존의 일차원적 예측 방법론은 한계가 있다. 전문가의 합의를 중시하는 델파이 분석과 같은 전통적인 예측 방법은 거시적이고 글로벌한 환경의 불확실성이 과학기술의 발전에 미치는 영향을 잘 반영하지 못 하기 때문이다.

이와 같은 한계점을 보완한 과학기술 미래예측 및 정책 기획 방법론 중 하나로 시나리오 플래닝을 고려해 볼 수 있다. 실제로 한국과학기술기획평가원에서는 시나리오 플래닝 기법을 에너지 효율화 분야에 적용하여 시나리오별 미래상을 제시한 바 있다. 기존의 시나리오 플래닝 방법에 텍스트 마이닝, 네트워크 분석과 같은 정량적 방법론을 더하여 보다 정량적인 ‘한국적 적용모델’ 시나리오 플래닝을 고안했다(남상성·황병용·최한림, 2009). 이 모델을 기반으로 에너지 효율화 미래 시나리오를 도출하고 시나리오별 산업, 기술개발, 국제협력 차원에서의 대응 전략을 마련해 제시했다. 향후 시나리오 플래닝이 국가 과학기술기본계획과 같은 과학기술 전 분야의 미래계획에 기초자료 제공 방법론으로 활용될 수 있지 않을까 기대되는 대목이다.

코로나19의 2차 대유행 가능성이 거론되고 있다. 빠른 백신 출시로 1차에서 마무리 될지, 2차 대유행으로 향후 몇 년간 이 상태가 지속될지, 더 나아가 변이된 바이러스의 등장으로 장기전이 될지는 알 수 없다. 출연(연)을 포함한 과학기술계는 시나리오 플래닝을 활용하여 이런 불확실한 미래에 효과적으로 대응할 필요가 있다. 코로나19 관련 발생 가능 시나리오별 발생상황, 상황의 원인, 확산 채널 등을 분석하고, 시나리오별 대응방안을 위한 과학기술 단기 및 중·장기 투자 기술분야, 출연(연)의 역할 등을 치밀하게 검토 및 수립해야 한다. 코로나19뿐만 아니라 그 이후 등장할 다양한 모습의 ‘블랙 스완’과 ‘네온 스완’에 스마트하게 대처하는 대한민국 과학기술계를 기대해본다. 

## 참고문헌

- Baldock, R. (1999). Destination Z: The history of the future. Wiley.
- Lindgren M., Bandhold H. (2009) Why Is Scenario Planning Needed? Some Reasons from the Field of Strategy Research. In: Scenario Planning. Palgrave Macmillan, London
- Schoemaker, P. J. (1993). Multiple scenario development: Its conceptual and behavioral foundation. Strategic management journal, 14(3), 193-213.
- 남상성, 황병용, 최한림 (2009). 시나리오 플래닝의 한국적 적용모델 개발. KISTEP Issue Paper, 2009-14.
- 유정식(2009). 『시나리오플래닝』. 서울: 지형.
- 임현, 한종민, 정민진 (2009). 미래예측을 위한 시나리오 분석 및 시스템 구축 방안. KISTEP Issue Paper, 2009-09.
- 채수완 (2018). 시나리오 플래닝 - 기업의 생존과 번영을 위한 리스크 관리 기법. Deloitte Korea Review, 11.



# 지속가능경영을 위한 기술혁신 :

## 궐련형 전자담배 사례를 중심으로

송창현 (연구기획·분석팀 연구원, ch.song@kist.re.kr)



**궐**련형 전자담배의 성장세가 예상롭지 않다. 2014년 11월, 일본에서 처음 선보인 궐련형 전자담배는 2017년 6월 한국 담배 시장에 출시되자마자 시장의 판도를 뒤흔들어 놓았다. 필립모리스 인터내셔널(PMI)이 2008년부터 약 3조원 이상의 R&D 비용을 투자해 아이코스(IQOS)를 처음으로 시장에 출시한 이후 브리티쉬아메리칸토바코(BAT), KT&G 등 국내외 경쟁업체에서도 유사한 형태의 제품들을 내놓으면서 본격적인 경쟁이 시작되었다. 각 제품의 국내 첫 출시일에는 플래그십 스토어에 길게 줄이 늘어서는 진풍경이 연출되기도 했다.

2019년 기준, 국내 담배시장에서 궐련형 전자담배의 시장점유율은 13.1%로 2017년 아이코스의 첫 출시 이후 약 2년 만에 4배 이상 증가하였다. 이러한 증가추세를 감안할 때 앞으로 궐련형 전자담배 시장의 성장속도는 연평균 21%로 추산된다.

궐련형 전자담배는 담뱃잎을 연소시켜 피우는 기존의 연초형 담배와는 달리, 전용기기 내에서 고열로 가열하여 니코틴을 포함한 증기를 발생시키는 방식으로 작동한다. 이러한 특징 때문에 'Heat-Not-Burn(HNB) Tobacco'라고도 불린다. 주요 기업들의 제품들을 살펴보면 기본적인 작동방식은 동일하지만, 기술의 세부적인 면에서 조금씩 차이를 보이고 있다. PMI의 아이코스는 기기 중앙에 있는 블레이드에 전용 궐련을 꽂아 내부에서 가열하게끔 되어 있는 반면, BAT의 글로(Glo)는 기기 내부 벽면을 통해 궐련 외부를 가열하는 방식으로 작동한다. 전용 궐련은 일반 연초 담배처럼 불을 붙여 사용할 수는 없도록 제조되었다.

궐련형 전자담배는 기존의 연초형 담배에 비해 여러 측면에서 소비자 효용을 높인 것으로 평가된다. 우선 역한 냄새가 덜하다는 점은 많은 소비자들 사이에서 꼽는 장점 중 하나이다. 흡연 행위가 사회적으로 외면 받게 된 원인 중 하나는 바로 흡연 시 발생하는 연기와 담배냄새이다. 궐련형 전자담배는 담뱃잎을 태우지 않고 찌기 때문에 연소 과정에서 발생하는 연기와 냄새가 덜하다는 특징이 있다. 또 다른 장점으로 연초형 담배와 상당히 유사한 제품 경험이 가능하다는 점이 꼽힌다. 이전 세대의 전자담배인 액상형 전자담배의 경우, 다양한 제품들이 출시되며 소비자들의 관심을 끌었으나 시장점유율 확대에는 실패했다. 가장 큰 이유는 기존 연초형 담배에 익숙해진 흡연자들에게 액상형 전자담배는 너무 이질적인 경험을 주기 때문이었다. 궐련형 전자담배는 전자기기를 통한 작동이라는 점 외에는 연초형 담배와 상당히 비슷한 과정을 통해 흡연을 하게 된다. 이 밖에도 담뱃재가 따로 발생하지 않아 청소에 용이하다는 점, 불을 붙이는 방식이 아니기 때문에 꺼지지 않은 공초로 인한 화재의 위험성이 적다는 점 등이 장점으로 꼽힌다.

이처럼 담배회사들이 기술혁신을 통해 새로운 제품을 내놓게 된 데에는 담배시장을 둘러싼 환경의 변화가 주된 원인으로 지목된다. 우선 수요가 눈에 띄게 감소하고 있다. 1998년 35.1%였던 성인 흡연율은 20년이 지난 2018년에는 22.4%까지 감소했고, 남성으로 국한할 경우 66.3%에서 36.7%로 무려 30%p 가까이 감소했다. 뿐만 아니라 흡연자들을 대상으로 금연으로의 사회적 압박이 강해졌고, 건강한 삶에 대한 시민들의 관심이 증가하면서 자연스럽게 금연에 동참하는 흡연자들이 늘어나게 됐다. 정부 역시 흡연율 감소를 위해 다양한 규제 정책들을 시행하고 있다. 지난 2015년 대대적인 담뱃값 인상과 같은 가격적 규제 정책 외에도, 금연구역의 지속적인 확대 및 담뱃값 내 경고 그림 도입 등 비가격적 규제 정책도 강화되고 있다. 이러한 추세는 비단 우리나라뿐 아니라 미국이나 영국 등 다른 국가에서도 공통적으로 나타나고 있다. 기업들에게 있어 이러한 시장 변화는 장기적인 성장 저해요인으로 작용한다.

지속적인 수요 감소에 따른 시장의 축소, 강화되는 규제 환경 등 장기적인 성장 전망이 어두운 가운데 담배회사들은 돌파구를 찾기 시작했다. 일반적으로 기업들이 지속가능경영을 위해 내세우는 전략 중 하나는 기업의 사회적 책임(CSR: Corporate Social Responsibility) 이행이었다. 주로 사회기반시설을 통한 지역사회의 개발(경제적 가치), 환경오염을 줄이기 위한 투자(환경적 가치) 등 사회적 가치의 전달에 초점을 맞춘 것이다. 특히 담배회사의 경우 금연 캠페인 혹은 다양한 사회 공헌활동을 펼침으로써 기업이미지 제고에 힘을 쏟아 왔다. 하지만 주류, 도박 등과 함께 대표적인 죄악주(sin stocks)로 꼽히는 담배산업의 경우, 이러한 사회공헌 활동이 기업의 주된 수익 모델과 정면으로 상충할 수 밖에 없는 역설적인 상황에 놓여 있다. 실제로 담배회사의 이러한 홍보전략 및 사회공헌활동에 대해서는 그 진정성에 대해 의문을 가지는 비판적 여론을 쉽게 찾아볼 수 있다.

이러한 상황 속에서 궤련형 전자담배의 개발 사례는 지속가능한 경영을 위해 기술혁신이 할 수 있는 역할을 잘 보여주고 있다. 기존 연초형 담배를 대체할 수 있는 제품들은 그 이전에도 수없이 시도되었지만, 흡연자들의 극적인 관심을 이끌어내고 산업의 판도를 바꾼 것은 궤련형 전자담배가 처음이라 할 수 있다. 보다 덜 해롭고 주변에 피해를 덜

끼치는 담배를 찾고자 하는 흡연자들에게 궤련형 전자담배는 좋은 대안이 된 것이다. 조세 측면에서도 기술혁신은 기업의 지속가능경영을 뒷받침할 수 있다. 담배에 대해서는 흡연 행위가 사회 전반에 미치는 비용인 외부불경제(external diseconomy)를 반영하여 다른 제품보다 훨씬 높은 수준의 과세가 이루어진다. 따라서 궤련형 전자담배가 기존 연초형 담배에 비해 발생하는 사회적 비용이 낮다는 결론이 도출된다면, 과세 수준을 낮추는 것이 가능하고 이는 기업의 수익성 증가로 이어질 수 있다.

물론 궤련형 전자담배가 더 나은 방향으로의 변화만을 담보하지는 않는다. 담배회사들의 주장과는 달리 의료계와 시민사회에서는 지속적으로 궤련형 전자담배의 유해성을 지적하고 있다. 또 상당수 연구 결과에 따르면, 궤련형 전자담배를 소비하는 흡연자들이 일반 연초 담배를 같이 소비하는 경우가 많아 대체재(substitutional goods)라기 보다는 보완재(complementary goods)가 아닌가 하는 의문이 제기되기도 한다. 그럼에도 불구하고 이 사례를 통해 기업의 지속가능한 경영, 그리고 사회적 책임의 이행을 위해 기술혁신이 중요한 역할을 할 수 있다는 사실을 살펴볼 수 있다. 담배회사들이 기술혁신을 통해 새로운 돌파구를 찾지 않았다면, 우리는 여전히 담배의 유해성을 놓고 실효성 없는 줄다리기만을 계속하고 있었을 것이다. **kt**

#### 참고문헌

- 문화일보 (2017.08.25) 고열로 찌서 니코틴 수증기 흡입... 유해성 적지만 담배는 담배.  
보건복지부, 각연도. 국민건강영양조사.  
Cahn, Z., & Eckhaus, L. (2018). Explaining the discontinuation of a non-tobacco nicotine project at Philip Morris: obstacles to innovation. *Journal of Public Health Policy*, 39, 131-142.  
Caputi, T. L. et al. (2017). They're heating up: Internet search query trends reveal significant public interest in heat-not-burn tobacco products. *PLoS ONE*, 12(10), e0185735.  
Kim, J., Yu, H., Lee, S. & Paek, Y. J. (2018). Awareness, experience and prevalence of heated tobacco product, IQOS, among young Korean adults. *Tobacco Control*, 27, 74-77.

# 다른 게임의 규칙을 모방하여 게임을 만들면 저작권법 위반으로 처벌받을까?

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

□ 국의 윌리엄 히긴보섬이 1958년 오실로스코프에서 작동하는 게임을 개발하고 1970년대 미국의 노련 부시넬이 아타리(Atari) 회사를 설립하고 ‘퐁(Pong)’이라는 게임을 출시하여 본격적으로 대중적인 전자 아케이드 게임이 성장하기 시작한 이래 전자 게임의 발전 속도는 눈부신 것이었으며 우리나라가 주도한 온라인게임의 성장에 이어 모바일게임은 이제 남녀노소를 불문하고 모두가 즐기는 놀이거리가 되었다.

그러나 게임산업이 발전하는 만큼 그 어두운 단면으로 일명 대박이 난 게임과 유사한 게임 또는 어디선가 본 듯한 게임도 늘어났다. 특히 모바일 게임의 경우 개발에 소요되는 시간도 온라인게임 등과 비교하여 상대적으로 짧고 시장 출시 후 유행하는 기간 역시 짧아, 다른 게임을 불법적으로 모방하였더라도 모방의 대상이 된 게임이 법적 조치를 취하더라도 그 결과가 나오기 전에 이미 시장에서 빠르게 수익을 창출할 수 있는 측면도 있어 더욱 문제가 되었다.

이에 게임의 불법적 모방을 법적으로 강력하게 처벌할 수 있는지에 대한

관심이 커졌으나 게임의 경우 현행 법제 하에서는 저작권법으로 보호되어 그 법적 보호에 한계가 있다고 평가되었다. 저작권법 제2조 제1호는 저작물을 ‘인간의 사상 또는 감정을 표현한 창작물’로 규정하고 있으므로 게임을 저작물로 보호하는 경우 저작물의 보호의 대상은 게임의 외적으로 드러나는 “표현” 부분으로 제한되기 때문이다. 따라서 일반적으로 게임 저작물에 있어 표현은 어문저작물(소스코드 등), 음악저작물, 미술저작물, 영상저작물, 컴퓨터프로그램 저작물 등으로 구분되어 각 개별 요소에 대한 창작성과 저작권 침해여부가 판단된 반면, 게임의 규칙 및 방식 등은 표현이라기보다는 아이디어에 해당하는 것으로 보아 저작권법의 대상으로 보기 어렵다는 것이 일반적 견해였고 그에 관한 법적 논쟁 역시 계속되었다.

그런데 2019년 하반기 우리 대법원은 게임(게임저작물)의 저작권법 상 보호의 범위를 게임규칙의 영역으로까지 확대하는 것으로 평가되는 판결을 하였다(대법원 2019. 6. 27. 선고 2017다212095 판결). 다음의 두 모바일 게임이 대상이 된 사건이었다.

| 대법원 2019. 6. 27. 선고 2017다212095 판결의 원·피고 게임 비교 |



출처: <https://1boon.kakao.com/thisisgame/news002546> (디스플레이게임, 2019-07-01.)

위 두 게임의 저작권법 침해 및 부정경쟁방지법 침해에 대한 소송에서, 1심 법원은 피고게임이 원고게임을 모방하였다는 점은 인정하여 손해 배상판결을 하였으나 저작권법 위반은 인정하지 않고 부정경쟁방지법 위반만을 인정하였다. 1심 법원은 원고 게임에서 최초로 도입된 규칙들이 피고 게임에 그대로 적용됐다는 점을 인정하면서도 “게임의 전개 방식, 규칙 등은 아이디어에 불과”해 저작권법에 의한 보호를 받을 수 없다고 판단하였고, 다만 원고게임은 그 개발사가 상당한 투자나 노력으로 만들어낸 성과임에도 피고게임의 개발사가 이 성과를 공정한 상거래 관행이나 경쟁질서에 반하는 방법으로 자신의 영업을 위하여 무단으로 사용함으로써 타인의 경제적 이익을 침해하는 행위에 해당한다고 보아 부정경쟁방지법 위반을 인정하였다.

반면, 항소심(2심) 법원은 “아이디어는 동일 내지 유사하다고 하더라도 게임의 전체적인 형태가 상이하여 실질적인 유사성을 인정할 수 없을 뿐만 아니라 피고 게임은 원고 게임에서는 찾아볼 수 없는 새로운 요소를 다수 포함하고 있어 원고 게임을 생산적 또는 변형적 이용 내지 모방한 것으로 봐야 한다”며 저작권법 위반과 부정경쟁방지법 위반을 전혀 인정하지 않았고 원고는 전부 패소하였다.

그러나 대법원은 게임의 규칙의 유사성 역시 저작권 침해의 대상이 된다고 판단하였다. 대법원은 “게임물은 저작자의 제작 의도와 시나리오를 기술적으로 구현하는 과정에서 다양한 구성요소들을 선택·배열하고 조합함으로써 다른 게임물과 확연히 구별되는 특징이나 개성이 나타날 수 있다. 그러므로 게임물의 창작성 여부를 판단할 때에는 게임물을 구성하는 구성요소들 각각의 창작성을 고려함은 물론이고, 구성요소들이 일정한 제작 의도와 시나리오에 따라 기술적으로 구현되는 과정에서 선택·배열되고 조합됨에 따라 전체적으로 어우러져 그 게임물 자체가 다른 게임물과 구별되는 창작적 개성을 가지고 저작물로서 보호를 받을 정도에 이르렀는지도 고려해야 한다.”고 실시하였다.

이 사건에서 대법원은 피고 게임물은 원고 게임물과 같은 매치-3-게임(match-3-game) (게임 속의 특정한 타일이 3개 이상의 직선으로 연결되면 함께 사라지면서 그 수만큼 해당 타일의 점수를 획득하는 방법의 게임)의 형식으로, 피고 게임물의 기본 캐릭터는 원고 게임물과 등장하는 동물의 종류는 다르지만, (1) 피고 게임물은 원고 게임물과 동일한

순서로 히어로 모드, 전투 레벨, 알 모으기 규칙, 특수 칸 규칙, 양동이 규칙(그루터기 규칙), 씨앗과 물방울 규칙(엘프와 버섯 규칙), 방해 규칙 등을 단계적으로 도입하여 원고 게임물의 제작 의도와 시나리오에 따라 기술적으로 구현된 주요한 구성요소들의 선택과 배열 및 조합을 그대로 사용하였고, (2) 원고 게임물이 채택한 ① 노드의 모양과 색상, 특수 효과, ② 화면 하단의 부스터 아이콘의 형태, ③ 히어로 모드의 반짝임, ④ 양동이 규칙(그루터기 규칙), ⑤ 씨앗과 물방울 규칙(엘프와 버섯 규칙), ⑥ 전투레벨, ⑦ 특수 캐릭터, ⑧ 방해 규칙에서의 전개와 표현 형식을 그대로 또는 캐릭터만 바꾸어 사용하였으며, (3) 비록 피고 게임물은 구름과 풍선 레벨 시스템 등을 도입하여 사용자에게 부가적인 보상을 지급하고, 특정 레벨에서 가장 높은 점수를 받은 사람을 표시하며, 다른 사용자를 라이벌로 표시하는 등 구성요소를 일부 추가하였으나 이러한 구성요소는 게임의 주된 진행과 직접 관련이 없는 보상 방식에 대한 것이고 피고 게임물에서 차지하는 질적 또는 양적 비중이 아주 작다고 보았다.

대법원은 결론적으로 피고 게임물은 원고 게임물의 개발자가 그 동안 축적된 게임 개발 경험과 지식을 바탕으로 원고 게임물의 성격에 비추어 필요하다고 판단된 요소들을 선택하여 나름대로의 제작 의도에 따라 배열·조합함으로써, 원고 게임물은 개별 구성요소의 창작성 인정 여부와 별개로 특정한 제작 의도와 시나리오에 따라 기술적으로 구현된 주요한 구성요소들이 선택·배열되고 유기적인 조합을 이루어 선행 게임물과 확연히 구별되는 창작적 개성을 갖게 되었다고 판단하였고 원고 게임물의 창작적 개성에 비추어 원고 게임물과 피고 게임물은 실질적으로 유사하다고 판단하여 항소심 법원의 판단을 파기하였다.

대법원의 이러한 판단은 게임저작물의 개별 구성요소의 창작성을 넘어서도 게임의 규칙 역시 게임개발자의 창작적 개성이 “표현”된 결과물로 보아 저작권법으로 보호되는 표현으로 본 것으로 향후 소스코드 또는 캐릭터의 변형 등 일부 구성요소만을 달리 변형하여 사실상 유사한 규칙의 게임을 만들어 온 업계의 관행을 약화시킬 수 있다는 긍정적 측면이 있다고 할 것이다. 다만, 현실적으로 관행화되어 창작적 개성이 거의 없는 게임의 규칙과 창작적 개성이 농축된 게임의 규칙을 구분하는 것이 쉽지 않아 게임 규칙에 관한 저작권 침해 관련 분쟁이 확대될 가능성도 크다고 할 것이다. **KT**

# 웃음거리가 될 용기: 슈뢰딩거와 크릭의 울타리 넘기

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



▲ 에르빈 슈뢰딩거 초상화  
(오스트리아 화폐)

두 가지 상이 '에르빈 슈뢰딩거 상' Erwin-Schrödinger-Preis이라는 똑같은 이름을 가졌다. 하나는 오스트리아 과학아카데미가 오스트리아에서 활동하면서 수학 및 자연과학 분야의 뛰어난 업적을 남긴 원로에게 수여하는 상금 1만 5,000 유로짜리 상으로, 초대 수상자는 에르빈 슈뢰딩거 본인이었다. 또 하나는 '독일 학문을 위한 기부자

연합Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft'이라는 단체가 1999년에 제정한 5만 유로짜리 상이다. 이 상은 뛰어난 '학제간'interdisciplinary' 연구에 수여된다.

전자가 그리 특별할 것 없는 국내용 공로상의 성격을 띠었다면, 후자는 학문 분야들의 경계를 뛰어넘는 연구를 장려한다는 참신한 취지를 지녔다는 점에서 꽤 특별하다. 이 글에서 주목하려는 것은 그 두 번째 에르빈 슈뢰딩거 상, 그리고 이른바 '학제간' 연구다. '학제간'이라는 어색한 용어는 어느새 우리 언어에 꽤 정착한 '통섭'과 맥이 통한다.

5만 유로짜리 에르빈 슈뢰딩거 상에 슈뢰딩거의 이름이 붙어있는 것은 그의 저서 <생명이란 무엇인가?> 덕분이다. 양자물리학을 수학적으로 정식화한 공로로 1933년에 노벨물리학상을 수상한 슈뢰딩거는 1887년 생이다. 노벨상을 받을 때의 나이가 46세. 이론물리학자로서는 사실상 수명이 다한 때였다. 그러나 얼마 후 나치의 집권과 무관하지 않은 이유로 고향 빈을 떠나 더블린에 정착한 슈뢰딩거는 1943년에 그곳의

트리니티 칼리지에서 살아있는 세포의 물리적 측면을 다루는 강연을 하고 이듬해에 그 강연문을 기초로 삼아 <생명이란 무엇인가?: 살아 있는 세포의 물리적 측면>이라는 책을 출판했다. 출판 당시에 그의 나이는 57세.

우연의 일치지만, 철학자 칸트가 <순수이성비판>을 출판함으로써 그저 그런 철학 교수에서 불멸의 철학자로 단번에 뛰어오른 것도 57세 때였다. 오래 살고 볼 일이다. 만약에 칸트가 56세에 삶을 마감했다면, 오늘날 그는 철학자로서는 흔적도 없고 천문학책의 각주에서나 - 성운이 별들의 집단이라고 주장한 최초의 인물들 중 하나로 - 언급될 것이다. 평균적인 수명과 건강이 대폭 향상된 오늘날에도 57세에 획기적인 업적을 이루는 것은 기대하기 어려운 일이다. 위대한 철학자 칸트는 중년이나 노년의 초입에 이른 술한 학자들에게 꿈과 희망을 주는 고마운 인물이기도 하다.

<순수이성비판>이 칸트의 최고 업적인 것과 달리, <생명이란 무엇인가?>를 슈뢰딩거의 최대 성취로 평가할 수는 없다. 뭐니 뭐니 해도 슈뢰딩거는 이론물리학자이며, 노벨상 위원회가 인정했듯이, 양자물리학을 수학적으로 서술할 때 사용하는 주요 도구인 파동함수를 고안해 낸 것이 그의 최고 업적이다. 그러나 <생명이란 무엇인가?>는 익숙한 전문분야의 울타리를 뛰어넘어 낯선 분야를 탐험하는 과감함을 대표한다는 점에서 슈뢰딩거가 남긴 또 하나의 귀중한 유산이다. '독일 학문을 위한 기부자 연합'이 에르빈 슈뢰딩거 상을 통해 장려하고자 하는 것이 바로 그 과감함이다.



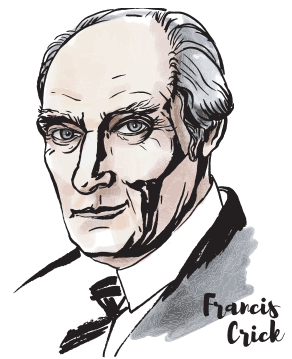
57세면 경력을 정리하고 서서히 은퇴를 준비할 나이다. 우리 주변의 학자들은 그 나이쯤 되면 대개 연구보다 교육과 사회 활동과 대중 접촉에 더 집중한다. 그러나 슈뢰딩거는 여전히 생생한 과학자로서 “생명이란 무엇인가?”라는 새로운 질문에 관심을 기울였다. 그것은 그의 전문 분야인 물리학을 훌쩍 벗어난 질문이었다. 학자가 자기 분야를 벗어나 낯선 영역을 기웃거리는 것은 어떤 의미에서 경솔하고 위험하기까지 한 행동이다. 웃음거리가 되기 딱 좋기 때문이다.

대개 학자들은 웃음거리가 되는 것을 몹시 싫어한다. 아마도 자신의 전문성과 품위에 대한 애착이 강하기 때문일 텐데, 가만히 보면 특히 우리 사회의 학자들이 더 그런 것 같다. 총계 말하면 신중하고 책임감이 강한 것이고, 나쁘게 말하면 웃음거리가 될 용기가 없는 것이다. 이 용기를 기준으로 평가하면, 학자보다 예술가가 한 수 위일성 싶다. 그러나 57세쯤 된 예술가가 웃음거리가 될 위험을 무릅쓰고 새로운 시도를 하는 것도 우리 사회에서는 드문 일일 것이다.

슈뢰딩거의 위대함은 물리학자로서 이미 확보한 권위 따위에 아랑곳 없이 웃음거리가 될 용기를 발휘했다는 점에 있다. 그는 과감하게 물리 학자의 눈으로 생물학을 바라보는 것을 시도했다. 유전자가 만드는 질서를 열역학의 법칙들과 대조했다. 그것은 진정한 ‘학제적’ 발상이었고, 그 발상이 생물학에 가한 엄청난 충격의 여파로 곧 분자생물학이라는 새로운 분야가 탄생했다.

전문분야의 울타리를 뛰어넘은 멋진 과학자의 또 다른 예로 프랜시스 크릭을 언급할 만하다. 다들 알다시피 크릭은 왓슨과 함께 DNA의 구조가 이중나선임을 밝혀낸 분자생물학자다. 그러나 그는 원래 물리학자였으며, 이 위대한 분자생물학적 업적을 이뤄낸 뒤에는 뇌와 의식에 대한 연구에 몰두했다. 그의 “놀라운 가설 astonishing hypothesis”에 따르면, 의식은 분자들의 구조와 상호작용으로부터 산출될 수 있고 이해될 수 있다. 크릭은 이미 분자생물학이 발생한 것처럼 미래에 분자심리학 심지어 분자신경철학이 발생하리라고 예상했으며, 오직 그 새로운 과학들을 통해서만 우리의 뇌를 이해할 수 있으리라고 확신했다. 물론 이 확신이 옳은지는 아직 아무도 모른다.

그런데 크릭의 이 같은 학문적 편력은 우연에 휩쓸린 방향이 전혀 아니었다는 점을 주목할 필요가 있다. 물리학 학사 학위를 받은 후 2차 세계대전이 터지는 바람에 학자로서의 경력에 단절된 크릭은 1945년경에 막연히 과학자가 되겠다는 생각을 품었을 뿐, 구체적인 계획이 없었다. 그때 그는 자신이 평생 매달리고 싶을 만큼 좋아하는 주제가 무엇



▲ 프랜시스 크릭 수채 초상화

인지 명확히 알아내야 한다고 느껴 스스로 “수다 검사[gossip test]”를 고안했다. 이 자가 검사법은 자신이 어떤 주제에 대하여 수다 떨기를 가장 좋아하는지 유심히 살피는 것이다. 그 주제를 선택해야 평생 즐겁게 연구할 수 있다고 크릭은 판단했다. 그리하여 그가 발견한 두 가지 주제는, 첫째, 살아있는 물질과 죽어있는 물질 사이의 경계구역(곧 분자생물학의 영역), 둘째, 뇌였다. 요컨대 크릭의 편력은 애당초 예정된 바였다.

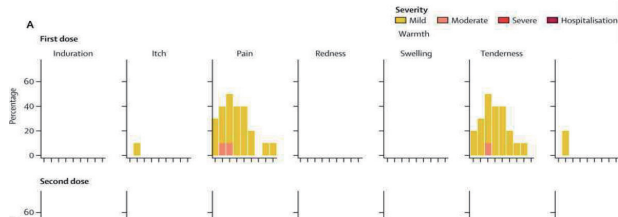
슈뢰딩거가 뒤늦게 생명에 관심을 기울인 것도 우발적인 충동에서 비롯된 일이 전혀 아니었다. 원래부터 그는 인간의 삶과 앎 전체에 관심이 많은, 철학자에 가까운 인물이었다. 그가 “통섭”을 실천했다고 말할 수도 있겠지만, 더 적합한 말은 그가 그냥 그 자신답게 행동했다는 것이 아닐까 생각한다. 크릭도 마찬가지다. 이들은 원래부터 원하던 바를 실행했을 따름이다.

통섭, 곧 전문분야의 울타리 넘기는 굳이 애써 수행해야 할 대단한 과제가 아니라 우리 모두의 자연스러운 본능에 가깝다고 본다. 다만, 그 본능에 충실하려면, 웃음거리가 될 각오를 해야 한다. 오류를 범하지 않기 위해서라며 과감한 연구를 주저하는 사람들을 향하여 철학자 헤겔은 오류에 대한 두려움은 실은 진실에 대한 두려움일 수 있다고 일갈했다. 우리가 무오류의 신화와 고상한 품위와 준엄한 권위에 매달리지 않는다면, 통섭은 자연스럽고 유쾌하게 실현될 것이다. 웃음거리가 될 용기가 필요하다. 특히 우리 사회에서는, **✚**

## Health care

## 옥스퍼드大, 유망한 COVID-19 백신 초기 실험 결과 발견

(The Oxford covid-19 vaccine candidate has produced promising early trial results, '20.07.20)



▲ 백신 투여 시 환자의 상태 변화

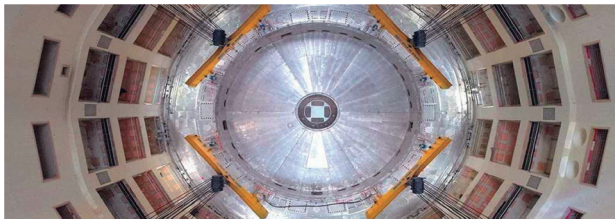
옥스퍼드 대학 연구팀에 의해 개발되고 있는 코로나 백신 후보가 첫 임상 실험에서 강한 면역 반응 유발. 뇌수막염 환자 1,077명의 피험자들에게 백신을 투여한 결과, 침입 바이러스를 공격하는 백혈구의 일종인 T세포가 강력하게 반응함. 이는 코로나 바이러스에 대한 영구 면역력을 생산하는 중요한 단서가 될 수 있음.

원문 : Folegatti, P. M., Ewer, K. J., Aley, P. K., Angus, B., Becker, S., Belij-Rammerstorfer, S. & Dold, C. (2020). Safety and immunogenicity of the ChAdOx1 nCoV-19 vaccine against SARS-CoV-2: a preliminary report of a phase 1/2, single-blind, randomised controlled trial. The Lancet.

## New Material

## 핵융합 원자로 상용화의 장애물 극복

(Physicists Just Showed How to Overcome a Huge Obstacle For Fusion Generator Efficiency, '20.07.24)



▲ 국제핵융합실험로(ITER)의 토카막 원자로

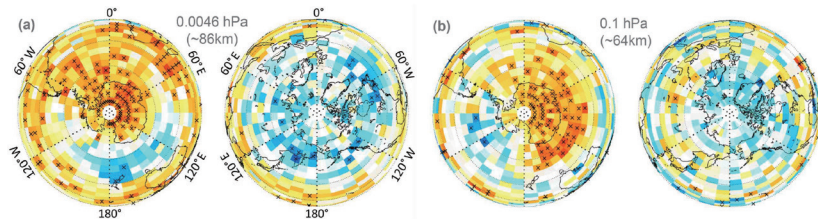
프린스턴 플라즈마 물리학 연구소 연구팀은 핵융합 장치 안에 있는 입자들이 원자로 효율을 떨어뜨리는 매커니즘 규명. 플라즈마 중심부에서 움직이는 강력한 입자들이 이온화 가스를 만나면서 형성된 덩어리가 플라즈마 스트림의 가장자리에 표류하면서 효율을 저하시킴. 연구팀은 효율을 떨어뜨리는 원인에 대한 규명을 통해 핵융합 시설 상용화에 다가가는 데 기여.

원문 : White, R. B., Duarte, V. N., Gorelenkov, N. N., Fredrickson, E. D., & Podesta, M. (2020). Phase-space dynamics of Alfvén mode chirping. Physics of Plasmas, 27(5), 052108.

## Energy &amp; environment

## 남극 90km 상공에서 온실가스 급속 냉각 중

(Carbon Emissions Are Chilling The Atmosphere 90 Km Above Antarctica, '20.07.28)



▲ 지표면으로부터 거리에 따른 온도변화

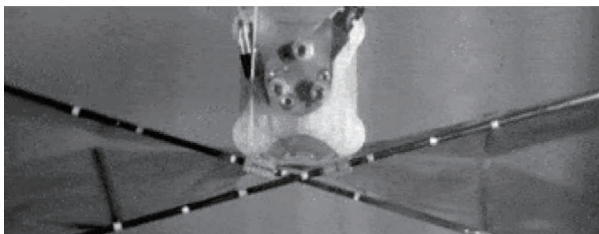
온실가스가 지구의 표면 기온을 상승시키는 동안 남극 상공 약 90km 상층 대기는 지구 표면의 평균 온난화보다 10배 빠른 속도로 냉각되고 있음. 기후변화에 민감한 '중간권'의 24년 간 기온 측정치를 분석한 결과, 4년마다 섭씨 3~4도의 변화가 반복되는 현상이 나타남. 이 발견을 통해 기후 모델링의 정확성을 높이고 온실가스 저감을 위한 전 세계 노력이 실제로 효과적인지 측정 가능.

원문 : French, W. J. R., Klekociuk, A. R., & Mulligan, F. J. (2020). Analysis of 24 years of mesopause region OH rotational temperature observations at Davis, Antarctica-Part 2: Evidence of a quasiquadrennial oscillation (QO) in the polar mesosphere. Atmos. Chem. Phys., in review.

## Robot &amp; ICT

## 새 날개에 영감을 받은 날개 달린 드론 개발

(Engineers Create Strange Four-Winged Flapping Drones Inspired by Bird Wings, '20.07.27)



▲ 'Ornithopter(오니토퍼)' 작동 이미지

기존 드론 구성은 프로펠러와 정적인 날개에 의존했음. 기술자들은 앞쪽 방향으로의 추진력을 향상시키기 위해 새가 나는 원리에 기초한 'Ornithopter(오니토퍼)' 개발. 해당 드론은 기존 드론에 비해 에너지 소모가 적어 장거리를 비행하고 좁은 공간에서 기동하며 소음이 적다는 장점이 있음. **kt**

원문 : de Croon, G. (2020). Flapping wing drones show off their skills. Science Robotics, 5(44).

## GPS의 한계 극복을 위한 노력, 실내 위치 정보 시장 성장

**실**내 위치 정보 시장은 연평균 22.5%의 성장률을 보이며, 2020년 61억 달러에서 2025년 170억 달러까지 시장규모가 확대될 전망이다. 비콘과 BLE(Bluetooth Low Energy) 태그로 구동되는 애플리케이션의 증가 및 스마트폰과 고객 위치 기반 서비스의 확대가 시장 성장의 주된 요인으로 꼽힌다.

### 이동 패턴 분석을 통한 매출 증가 기대로 영업 마케팅 분야 성장

건물 내 자산 및 인력을 쉽게 관리하기 위해 기업은 실내 위치 정보 시장에 계속해서 투자할 것으로 예상된다. 2020년도 실내 위치 정보 시장에서 가장 큰 규모를 차지한 영업 마케팅 최적화 분야는 2025년에도 가장 큰 시장규모를 보일 전망이다. 원격 모니터링 분야는 병원 내 입원환자 모니터링에서의 수요 증가를 바탕으로 향후 5년간 가장 큰 성장률을 보일 것으로 예측된다.

#### 분야별 실내 위치 정보 시장

(단위 : 백만 달러)

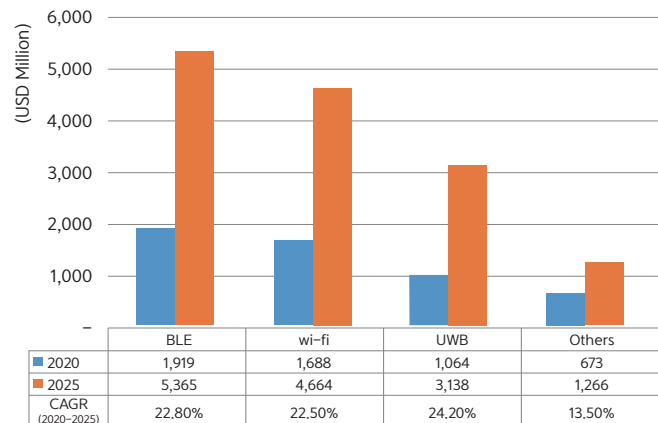
분야	2018	2019	2020	2025	연평균성장률 (2020~2025)
비상 관리	899	1,049	1,216	3,613	24.3%
영업 마케팅 최적화	1,354	1,522	1,699	4,179	19.7%
원격 모니터링	769	904	1,057	3,261	25.3%
자산 예측 관리	576	669	772	2,239	23.7%
공급망 관리	642	742	852	2,411	23.1%
기타	440	496	554	1,275	18.1%
합계	4,681	5,382	6,148	16,979	22.5%

### BLE 기술 분야, 다양한 장치에 적용 가능한 실내 위치 인식의 핵심 기술로 대두

배터리 구동 비콘을 사용하는 BLE 기술의 정확도는 2m 이내로, 외부 전원 공급 장치 없이도 2~8년 동안 작동이 가능하여 실내 환경에 적합하다. 시장규모는 2020년 19억 달러에서 2025년 54억 달러로 연평균 22.8%씩 성장할 전망이다.

많은 실내 위치에 저렴하게 설치할 수 있을 뿐만 아니라 쉽게 통합시킬 수 있다는 장점을 바탕으로 특히 아시아-태평양 지역에서의 BLE 기술 시장은 26.1%의 높은 연평균성장률을 보일 것으로 예측된다.

#### 기술별 실내 위치 시장



### 시사점

KIST도 실내에서의 위치 정보를 정확하게 파악하기 위한 기술개발에 힘쓰고 있다. 센서시스템연구센터에서는 LTE(Long Term Evolution) 신호를 이용하여 실내에서 위치를 알아내는 실내 측위 기술을 개발, 터널 내에서도 동작하는 내비게이션 서비스에 적용하였다. 또한, 일산병원과 함께 고위험 환자 모니터링에 적용하기 위한 실내 위치 인식 기술에 대한 공동연구를 진행하고 있다. 향후 백화점이나 병원, 지하상가에도 기술을 활용하여 층간 정보까지도 제공하는 서비스를 개발할 수 있을 것으로 기대된다. **KIST**



## 내년 R&D 예산 감염병 대응 및 미래성장 중심으로, 총 945개 사업에 21.6조원 투자

**과** 학기술정보통신부(이하 과기정통부)는 「2021년도 국가연구개발사업 예산 배분·조정안」을 마련하여, 6월 26일(금)에 개최된 제11회 국가과학기술자문회의 심의회의에서 확정하였다.

- 국가과학기술자문회의에서 심의한 2021년도 주요 R&D 규모는 '20년(19.7조원) 대비 9.7% 증가한 21.6조원 규모로 코로나19 위기극복과 미래성장잠재력 확충에 중점을 두고 투자하였다.

### <2021년도 중점 투자 분야>

#### 1. 코로나19 위기극복에 내년도 투자 집중

(감염병 대응) 우선 코로나19 등 감염병 대응에 전년대비 117.2% 이상 투자를 대폭 확대하여 총 3,776억원을 지원한다.

※ 감염병 대응 : '20년 1,738억원 → '21년 3,776억원(117.2% ↑)

- 코로나19 치료제와 백신 개발을 정부가 끝까지 책임지기 위해 후보물질 최적화 및 임상지원 등에 1,114억원을 신규로 투자하고, 의료현장 등 방역현장의 수요를 반영하여 방역물품과 기기의 국산화와 핵심기술 고도화 등에 투자를 확대하였다.
- ※ 감염병방역기술개발 : 165억원(신규), 현장수요맞춤형방역물품기술개발: 89억원(신규)
- 또한 코로나19 이외의 차기 신·변종 감염병 대응을 위한 핵심 플랫폼 기술 개발을 강화하고, 백신 자급화 및 인공지능을 활용한 감염병 예측·역학 모델 개발 등에 투자를 확대하였다.
- ※ 신·변종 감염병 대응 플랫폼 구축 : '21년 102억원(신규) 등

(한국판 뉴딜) 한국판 뉴딜에 전년대비 45.6%가 증가한 2.46조원을 집중 투자하여 선도형 경제로의 전환을 가속화한다.

※ 한국판 뉴딜 : '20년 1.69조원 → '21년 2.46조원(45.6% ↑)

- 제조업, 의료, 건설, 농·어업 등 산업 숲분야의 데이터·인공지능·5G+ 융합을 통해 부가가치를 높여 새로운 성장 모멘텀을 확보하고,
- 데이터 신뢰성 향상을 위한 블록체인 기술, 현존 AI기술의 한계를 극복하는 포스트 딥러닝 기술 등 차세대 ICT 기술 확보에 투자를 확대한다.
- ※ 데이터 경제를 위한 블록체인 기술개발 : '21년 143억원(신규)
- ※ 인공지능산업원천기술개발 : '21년 207억원(85.6% ↑)
- 아울러, 로봇을 활용한 비대면 물류, 초실감 스포츠 관람, 디지털 치료제 개발 등 다양한 비대면 수요를 서비스로 실현하고, 서비스를 고도화하기 위한 지원을 강화하였다.
- ※ 지식서비스산업핵심기술개발 : '20년 460억원 → '21년 550억원(19.6% ↑)

\* 디지털 뉴딜 : '20년 1조 379억원 → '21년 1조 5,457억원(48.9% ↑)

▶ (DNA 생태계) 1.06조원(50.5% ↑), (비대면산업) 0.20조원(60.7% ↑) 등

\* 그린뉴딜 : '20년 6,499억원 → '21년 9,125억원(40.4% ↑)

(기업지원) 코로나19로 위기를 겪는 중소기업의 연구개발 부담 완화와 역량강화를 위한 투자도 강화하였다.

※ 중소기업 전용 R&D : '20년 2조 2,406억원 → '21년 2조 4,107억원(7.6% ↑)

- 대학, 출연연 등을 통해 중소기업이 필요로 하는 고급기술, 연구장비 등을 지원받을 수 있도록 맞춤형 바우처 지원을 대폭 확대하고, 중소기업 기술에 대해 공공부문의 구매와 연계하거나 민간투자자 연계함으로써 사업화를 통한 자립 기반을 강화하였다.
- ※ ICT R&D 혁신바우처 : '21년 547억원(326% ↑), 연구기반활용플러스 : '21년 86억원(신규)
- ※ 공공 혁신수요기반 신기술 사업화 : '21년 64억원(신규)

(소재·부품·장비) 코로나19로 인한 글로벌 공급망 재편에 대응함은 물론 미래 유망 원천기술 개발 등에 총 2.1조원(22.3% ↑)을 지원하였다.

※ 소재·부품·장비 : '20년 1.72조원 → '21년 2.10조원 (22.3% ↑)

- 특히 핵심전략 품목 및 공급망 재편에 따른 추가품목에 대한 조속한 기술자립화를 지원하고, 품목별 R&D 성과가 양산까지 이어질 수 있도록 테스트베드 구축 및 신뢰성 평가 지원 등을 확대하였다

※ 소재부품기술개발사업 : '20년 6,027억원 → '21년 8,781억원(45.7% ↑)

※ 소재부품산업기술개발기반구축 : '20년 1,834억원 → '21년 1,889억원(3.0% ↑)

## 2. 미래 성장잠재력 확충에 꾸준한 투자 확대

(기초연구 및 인재양성) 창의·도전적 기초연구에 전년 대비 0.32조원을 확대한 2.35조원을 투자하고, 포스트 코로나 등 사회·경제 구조 변화를 고려한 인재양성 투자도 지속 확대한다.

※ 기초연구 : '20년 2.03조원 → '21년 2.35조원 (15.8% ↑)

※ 인재양성 : '20년 1.72조원 → '21년 2.15조원 (25.0% ↑)

- 특히 연구현장의 수요를 반영하여 우수연구 성과 창출의 중추적 역할을 하는 중견급 연구자 지원, 젊은 과학자의 초기 연구경험 확대, 중점연구소 등 대학연구기반 구축을 위한 지원 등을 강화하였다.

\* 개인연구 : '20년 1조 4,115억원 → '21년 1조 5,443억원(9.4% ↑)

\* 집단연구 : '20년 2,789억원 → '21년 3,137억원(12.5% ↑)

\* 이공학기술기반구축 : '20년 3,374억원 → '21년 4,904억원(45.3% ↑)

(3대 중점산업) 혁신성장 성과 가속화를 위해 3대 중점산업 분야 경쟁력 향상에 전년대비 0.44조원 증가한 2.15조원을 투자하였다.

- 바이오헬스 분야는 신약, 의료기기 등의 기술개발, 임상·인허가, 사업화를 전주로 지원하고, 의료 현장에 적용 가능한 의료·건강 데이터 수집·활용 및 인공지능 융합 서비스 지원을 강화하였다.

※ 국가신약개발(다부처) : '21년도 282억원(신규) 등

- 미래차 분야는 '27년까지 완전자율주행(Lv4) 조기 상용화를 위한 기술개발, 실증, 제도개선 등을 전방위로 지원하고, 시스템반도체는 인공지능 반도체 등 차세대 기술 확보에 선제적으로 투자하였다.

※ 자율주행기술개발혁신사업 : '21년도 882억원(신규)

※ 차세대지능형반도체기술개발(다부처) : '20년 891억원 → '21년 1,223억원(37.2% ↑) 등

\* 바이오헬스 : '20년 1조 1,488억원 → '21년 1조 4,974억원(30.4% ↑)

\* 미래차 : '20년 3,185억원 → '21년 3,853억원(21.0% ↑)

\* 시스템반도체 : '20년 2,488억원 → '21년 2,702억원(8.6% ↑)

(삶의 질) 마지막으로 재난·안전, 생활환경 개선 등 국민이 체감하는 삶의 질 제고를 위한 투자도 지속하였다.

\* 재난안전 : '20년 1조 3,020억원 → '21년 1조 7,517원(34.5% ↑)

\* 미세먼지·생활환경 : '20년 2,828억원 → '21년 3,521원(24.9% ↑)

Technology  
Policy  
Research  
Institute

DNA test infographic

기술정책연구소

Technology Policy Research Institute

발행 한국과학기술연구원 기술정책연구소    연락처 TEL 02\_958\_6019