

한 립 원 의

치랑



COVER STORY

THEME • 과학기술과 사회정의

인트로 | 과학기술은 사회정의 실현을 위해 무엇을 해야 하는가

그래픽뉴스 | 과학자들의 '인류애'가 사회정의를 실현시킨다

특별좌담 | 과학기술은 왜 '사회정의'에 주목해야 하는가?

PEOPLE

김인산 KIST 펠로우

김재민 전남대학교 교수

문대원 DGIST 석좌교수

이준 한국항공우주연구원 본부장

조형희 연세대학교 교수



SNS Hub

한림원의 스물세 번째窓

기술국은 사람들과 사람

우리말에서 인간과 사람의 의미는 온전히 같지 않습니다.

표준국어대사전에서 ‘인간’은 4가지로 정의되는데, 그 첫 번째는 “생각을 하고 언어를 사용하며 도구를 만들어 쓰고 사회를 이루어 사는 동물”입니다. 사람의 첫 번째 정의도 이와 같습니다만, 사람은 이외에 무려 10가지의 다채로운 의미를 내포합니다. 또 사람의 의미는 인간의 그것보다 ‘온기’를 담고 있는 것도 특징입니다.

자기 자신을 엄연한 인격체로 가리키는 말도 ‘사람’이며, 뛰어난 인재나 인물도 ‘사람’으로 찾습니다.

‘이 인간아’는 낯잡아 이르는 말로 쓰이지만, ‘이 사람아’는 친근한 사람을 부를 때 씁니다.

과학기술이 가치중립적일 수 없는 것은, 그것의 생산자와 이용자가 모두 사람이기 때문입니다.

과학은 오랫동안 독립적이고 객관적인 형태의 지식으로 여겨져 왔으나, 우리는 이제 그것이 불변의 진리가 아니라 과학자들 사이의 합의라는 것을 알고 있습니다. 그리고 과학기술이 국가 권력과 자본의 지배 수단으로 이용될 때 그 피해와 영향력은 보통의 사람들에게 돌아가는 것도 알게 되었습니다.

이번 한림원의 창(窓)은 ‘사람’을 향해 열었습니다.

2022년 커버스토리 연간주제는 ‘정의로운 과학기술’입니다. 시리즈의 세 번째를 맞아 ‘과학기술과 사회정의’를 다루었습니다. 이번 한림원의 창은 한국과학기술한림원의 대표적인 정책연구및자문사업인 한림원탁토론회와 연계 진행됐습니다. 토론회에는 박성희 한국미래학회 회장이 사회로, 김경만 서강대학교 교수가 좌장으로, 박범순 KAIST 교수와 정상조 서울대학교 교수, 류석영 KAIST 교수, 김승섭 서울대학교 교수가 주제발표자로, 전상인 서울대학교 교수와 홍성욱 서울대학교 교수가 지정토론자로 참여하여 과학기술이 사회정의에 미치는 영향과 과학기술인의 역할을 성찰해봤습니다.

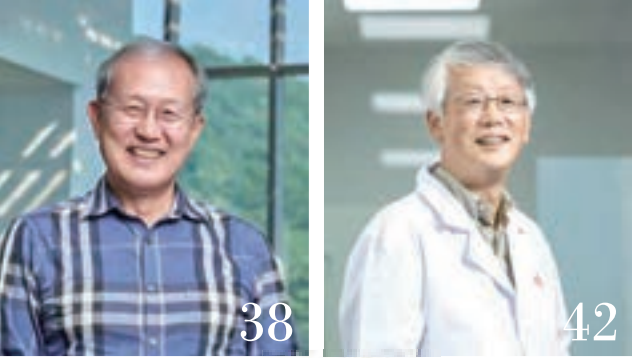


이번 호는 활발히 진행되고 있는 한림원 사업들을 심층적으로 소개합니다. GDP 대비 연구개발비에서 우리나라와 세계 1, 2위를 다투는 이스라엘한림원과 첫 공식 학술행사를 개최하며 데이비드 하렐 이스라엘한림원 원장과 인터뷰를 했는데 그는 노벨상을 비롯한 이스라엘의 과학기술적 성취는 특별한 정책과 제도가 아니라 개인의 우수성에서 비롯되었음을 강조했습니다. 그밖에 교류 10주년을 맞은 독일레오폴디나와의 공동심포지엄, 신규사업인 석학 커리어 디지전스, 허준이 펠즈상 수상자가 참여한 한림미래과학캠프 등을 담았습니다.

연구자들의 삶과 생각을 들어보는 것은 늘 흥미롭습니다. 자칭 ‘혼밥 선구자’인 문대원 DGIST 교수의 드라마 같은 연구 인생 이야기, 그리고 스스로 ‘똥통한 송곳’이라는 김인산 KIST 책임연구원이 깊고 커다란 신세계를 뚫어낸 이야기를 인터뷰로 만나봅니다. 조형희 연세대학교 교수가 ‘우리나라 항공우주 개발 방향과 전략에 대한 고언’을 기고로 전하며, 김재민 전남대학교 교수는 현대인의 질병 ‘우울증’ 연구 분야의 혁신적 논문을 소개합니다. 2022년 과학부문 노벨상해설은 수상자들의 여정을 중심으로 정리했습니다.

이번 한림원의 창을 통해 사람이 꽃보다 아름답다는 것을 새삼 실감하실 수 있기를 기대합니다. 감사합니다.

2022년 가을,
이 영 조 한림원 출판기획부원장



CONTENTS

Cover Story

정의로운 과학기술
③ 과학기술과 사회정의

07 **【1 INTRO】**
과학기술은 사회정의 실현을 위해
무엇을 해야 하는가

10 **【2 그래픽뉴스】**
과학자들의 ‘인류애’가 사회정의를 실현시킨다
역사 속 사례로 본 과학기술과 사회정의

14 **【3 특별좌담】 한림원탁토론회**
과학기술은 왜 ‘사회정의’에 주목해야 하는가?
김경만 서강대 교수 + 김승섭 서울대 교수 +
류석영 KAIST 교수 + 박범순 KAIST 교수 +
박성희 이화여대 교수 + 전상인 서울대 교수 +
정상조 서울대 교수 + 홍성욱 서울대 교수

22 **【1 한·이스라엘한림원 공동심포지엄】**
“이스라엘의 도전과 창의를
‘특별한 정책과 제도’가 아니라
‘개인의 우수성’에서 비롯됐다”

27 **【2 한국·독일한림원 공동심포지엄】**
“한국·독일 인공지능 석학 한자리...
‘디지털 시대의 미래’ 전망 논의”

30 **【3 2022년 한림미래과학캠프】**
과학영재사사 참여 고교생 등
30여 명 참여한 ‘한림미래과학캠프’ 개최

33 **【4 석학 커리어 디시전스】**
한림원 석학들에게 묻다...
“연구 인생의 ‘결정적 순간’은
언제였습니까?”

36 **【5故이호왕 과학기술유공자 현충원 안장】**
‘바이러스 연구의 대가’
故 이호왕 과학기술유공자
대전현충원 안장

38 **【1 회원인터뷰】**
문대원 DGIST 기초학부 및
뉴바이올로지 전공 석좌교수
불운도 행운으로 가난도 특권으로
40년 연구 인생을 신나게 살았다

42 **【2 회원인터뷰】**
김인산 KIST 펠로우
“연구소든 기업이든 경쟁력은
‘Strong Science’에서 나온다”

46 **【2022 노벨과학상 해설】**
【물리학】
세계를 이해하길 멈추지 않은 학자들,
양자 기술의 시대를 열다
【화학】
가장 화학적인 방식으로
새 시대를 열다
【생리·의학】
잃어버린 계놈을 찾아
인류의 역사를 다시 쓰다

52 **【전문가기고】**
우리나라 항공우주 개발 방향과
전략에 대한 고언
조형희 연세대학교 기계공학부 교수
이준 한국항공우주연구원 전략기획본부장

56 **【연재기고】 인생논문을 만나다**
우울증 발병에서 유전자와
환경의 상호작용 규명:
Avshalom Caspi의
2003년 Science 게재 논문
김재민 전남대학교 교수

한 국 과 학 기 술 한 림 원

경기도 성남시 분당구 돌마로 42(구미동)
전화 031)726-7900
팩스 031)726-7908
홈페이지 www.kast.or.kr

‘한림원의 창’은 과학기술진흥기금 및
복권기금의 지원으로 분기별 발행됩니다.

발행인 유옥준 원장
편집인 이영조 출판기획부원장(단국대학교 석좌교수)
편집위원 김광용 인하대학교 기계공학과 명예교수
김영환 STEPI 혁신기업연구단 연구위원
김재민 전남대학교 의과대학 교수
박범순 KAIST 과학기술정책대학원 교수
전장수 GIST 생명과학부 교수
하승열 서울대학교 수리과학부 교수
기획·편집 정윤하 한림원 홍보팀 팀장
김소미 한림원 홍보팀 행정원
제작·인쇄 경성문화사 02)786-2999

한림원 마당

60 회원동정
62 한림원뉴스
63 2022년 4분기 행사예고

COVER STORY

과학기술과 사회정의

“THE BEST SCIENCE FOR THE WORLD”

③ 과학기술과 사회정의

[편집인의 말] 한림원의 창은 2022년 커버스토리 연간주제로 ‘정의로운 과학기술’을 선정, 과학기술에 시대의 키워드인 ‘공정’을 녹여내 현재 과학기술계에 필요한 정책과 역할을 모색해보고자 합니다. 커버스토리는 △봄호(이 시대 과학기술의 역할) △여름호(한국 과학기술계의 공정) △가을호(과학기술과 사회정의) △겨울호(정의로운 과학기술인) 등의 순으로 진행됩니다. 가을호에서는 과학기술과 사회정의를 주제로 최근 과학기술계의 동향과 역사적 사례를 살펴보고, 인문사회학자와의 특별좌담을 진행했습니다.

01

[Intro]
과학기술은 사회정의 실현을 위해
무엇을 해야 하는가

사회문제 해결에 소극적인
과학기술계 자성 잇따라
지속가능한 과학기술 개발을
위한 융합 연구 필요성 제기

02

[그레픽뉴스]
과학자들의 ‘인류애’가
사회정의를 실현시킨다

역사 속 사례로 본
과학기술과 사회정의

03

[특별좌담] 한림원탁토론회
과학기술은 왜 ‘사회정의’에 주목해야 하는가?

김경만 서강대 교수+김승선 서울대 교수+
류석영 KAIST 교수+박범순 KAIST 교수+
박성희 이화여대 교수+전상인 서울대 교수+
정상조 서울대 교수+홍성욱 서울대 교수

과학기술은 사회정의 실현을 위해 무엇을 해야 하는가

사회문제 해결에 소극적인 과학기술계 자성 잇따라
지속가능한 과학기술 개발을 위한 융합 연구 필요성 제기

과학기술에서 비롯된 새로운 형태의 차별과 사회문제에 대해 전 세계적으로 관심과 논의가 활발해지며, 사회정의 실현을 위한 과학기술의 역할에도 이목이 집중되고 있다.

모든 개인이 한결같이 인간다운 생활을 누릴 수 있는 최소한의 조건을 보장받는 것을 기본으로 하는 ‘사회정의’의 개념은 민주사회를 이루는 근간과도 같다. 미국의 철학자인 롤스(John Rawls)는 그의 저서 《정의론》에서 사회정의에 대해 “모든 이에게 자유를 완벽하게 누릴 수 있도록 하여야 한다는 것이 정의의 첫째 원칙이고, 가장 빈곤한 사람들의 복지에 대하여 먼저 배려해야 한다는 것이 정의의 둘째 원칙”이라고 주장한 바 있다.

경제 성장을 위한 도구에서 벗어나 넓은 의미의 ‘더 나은 사회’를 위한 도구로 과학기술을 봐야 한다는 시각은 이미 널리 확대되고 있다. 일찍이 시민과 과학의 관계 강화 노력을 통해 사회를 위한 과학을 줄곧 주창해 온 유럽은 ‘사회에 책임지는 연구혁신(RRI, Responsible Research and Innovation)’을 통해 연구개발의 수요를 산업에서 사회로 이동시켜 왔으며, 일본은 제5기 과학기술기본계획에서부터 과학기술과 사회 간의 관계 강화를 중요 과제로 시행하며, 통합 이노베이션 전략을 수립해 왔다. 이러한 변화는 과학기술이 사회정의를 달성하기 위한 역할을 수행함에 있어 새로운 방향을 제시해야 한다는 전환적 흐름으로도 볼 수 있다.

모튼 스테가드(Morten Østergaard) 덴마크 고등교육부 장관은 2012년 4월 23일 덴마크 오펜세에서 열린

‘대화의 과학’ 컨퍼런스 개막식에 참석해 “우리는 이제 ‘세계 최고의 과학(the best science in the world)’보다 ‘세계를 위한 최고의 과학(the best science for the world)’을 이야기해야 한다”고 말했다. 첨단 과학기술을 중심에 둔 경쟁보다 모든 인류에게 혜택으로 돌아갈 수 있는 과학기술을 좀 더 발전시키기 위해 고민해야 할 때라는 뜻이다.

불평등에 기여한 메이저 학술지의 반성
‘사회정의’ 해결에
소극적인 과학기술계 지적

최근 국제학술지 네이처는 인종차별과 관련된 특별호를 발행하고 문제 해결에 소극적인 과학기술계에 경종을 울렸다.

네이처는 올해 10월 20일 발행된 특별호 표지에 ‘RACISM’이라는 용어가 크게 박힌 사진을 실었다. ‘인종차별’이란 뜻의 레이시즘은 인종의 특징에 따라 불평등한 억압을 합리화하는 비과학적 사고방식이란 뜻을 갖고 있다. 이에 대해 네이처는 스스로가 인종차별적 유산을 만드는 데 기여했다고 실토하며, “유색인종과 소외된 다른 집단의 사람들이 과학 사업에서 배제됐고, 연구 결과는 소외된 사람들을 무시하고 인종차별을 더욱 심화시켰다”고 설명했다. 이외에도 과학기술계에 남아있는 인종차별 사례들을 조명하고, 차별로 소외된 사람들



네이처는 인종차별을 나타내는 'RACISM' 단어를 표지에 크게 실어 과학기술계에서 자행되고 있는 인종차별에 대한 심각성을 알렸다. (출처:네이처)

역시 과학기술계에 중요하게 기여했다는 점을 강조했다.

과학기술은 인종, 생물학적 또는 사회적 성별(gender), 장애, 계층 등과 관련한 문제에서 다소 무관심했던 것이 사실이다. 우리나라 과학기술계에서도 박사후연구원과 비정규직 연구원 등의 처우, 여성 과학기술인의 경력단절 및 리더 부재, 지역대학 과학기술 연구개발 기반 와해 등이 고질적인 문제로 거론되지만 여러 정책에도 유의미한 효과를 보지 못하며 근본적인 문제 해결에 대한 목소리가 높은 상황이다.

네이처는 2016년 9월 발행한 ‘과학과 불평등’ 편에서 “과학은 여전히 수백만의 재능 있는 인재들을 단지 그들이 처한 상황 때문에 잃고 있다”며 “이제 많은 연구자들은 과학계에 어떻게 다양성을 확보할 수 있는지 고민하고 있으며, 사회·경제적 지위에 대한 고려가 과학에 매우 중요하다고 생각한다”고 내부 변화의 필요성을 피력하기도 했다.

과학기술 만능주의에서 비롯된 차별과 불평등

지속가능성과 인간적 가치를 유지하기 위한 공감 필요

전문가들은 과학기술 연구개발에서도 윤리의식 및 공감 능력이 필요하다고 강조한다. 과학기술이 사회에 미치는 영향력이 커짐에 따라 윤리와 공감이 결여될 경우, 결과는 재앙이 될 수 있다는 경고다. 롬 라이히(Rob Reich) 등 미국 스탠퍼드대 교수들은 공동 집필한 저서 《시스템 에러》를 통해 “무한 성장과 돈벌이에 대한 집착이 실리콘밸리를 휘감고 있다”며 ““일단 결과를 만들어내고 용서는 나중에 구하라’는 것이 실리콘밸리 기술 전문가들이 공유하는 사고방식”이라고 비판했다. 미래학자인 게르트 레온하르트(Gerd Leonhard) 더퓨처스에이전시 대표는 국내 언론과의 인터뷰에서 과학기술 혁명 시대에 지속가능성과 인간적인 가치를 유지하기 위한 창의성과 연민, 독창성, 상호성과 책임감, 공감 등이 필요하다고 역설했다. 기술 유토피아의 세상에서 벌어질 수 있는 위험성을 경고한 것이다.

과학기술과 인문사회 융합연구의 중요성이 강조되는 이유도 바로 여기에 있다. 과학기술의 발전으로 인류의 삶은 편리해졌지만, 그것만으로는 해결할 수 없는 불확실성은 오히려 증가했다. 인간과 자연현상에 대한 이해가 선행되어야만 갈수록 복잡해지는 사회문제를 해결할 수 있다는 목소리다.

이에 사회문제 해결을 위한 융합 연구의 중요성이 강조되고 있지만, 아직 갈 길은 멀다. 김환석 국민대학교 사회학과 명예교수는 자신의 책 《과학사회학의 쟁점들》에서 과학문화와 인문사회의 괴리 현상, 즉 ‘두 문화’ 현상에 대해 심각한 우려를 표명한다. 인문·사회과학자와 일반인은 과학기술에 관심을 갖거나 이해하지 않아도 된다고 생각하며, 과학기술자 역시 자신들의 분야가 사회문화적 요소들로부터 초연한 순수 합리적인 세계에 속한다고 생각하기 때문이다. 그는 “고등학교에서 시작되어 대학으로 이어지는 ‘문과-이과’의 구분된 교육 체계는 우리 사회에 견고하고 끈질긴 장벽을 형성해왔으며, 1970년대 이후 지금까지 과학기술을 오로지 경제 성장의 수단으로

66

인류가 상상할 수 없는 한계 그 이상을 보여주고 있는 과학기술의 노력은 이제 모두를 위해 어떻게 쓰일 것인가 하는 질문에 대한 답으로 이어져야 한다. 99

간주해왔던 정부의 과학기술 정책에도 그 원인이 있다”고 지적했다.

또한, 대부분의 융합연구가 과학기술 기반으로 진행되고 있는 것도 문제로 지적된다. 인문사회 분야를 기반으로 한 융합연구는 부분적이거나 수동적 참여에 그치고 있다는 게 전문가들의 공통적인 견해다. 이에 노영희 한국연구재단 융합연구총괄센터장(건국대 문헌정보학과)도 인터뷰를 통해 “융합에 대한 인식이 많이 확산됐지만, 여전히 갈 길이 멀다. 융합교육 강국들은 다양한 영역과 과목을 접목시킨 교육으로 창의력과 문제 해결력을 갖춘 인재를 양성하고 있다”라며 체계적인 융합교육과 법적·제도적 정비의 필요성을 강조했다.

주류 기술에서 빚겨난 ‘언던 사이언스’ 주목
특권층을 위한 과학기술이 아닌,
필요한 과학기술에 대한 관심 필요

과학기술의 상업화로 인해 소외됐던 ‘언던 사이언스(Undone Science)’도 주목받고 있다. 언던 사이언스는 만들어질 수 있었지만 특정한 이유 때문에 만들어지지 않은 과학 지식을 말한다. 전체 환자의 규모가 작아서 질병과 그 치료법에 대한 연구가 진행되지 않았던 근위축증 분야, 대규모 투자가 이뤄지는 GMO 연구개발에 비해 상대적으로 투자가 부족한 GMO 안전성 연구 등이 언던 사이언스 영역에 포함된다. 대부분 사회적으로 소외되거나 소비의 흐름에서 조금 비껴나 있는 사람들을 위한 과학기술이다. 한국 사회를 뒤흔들었던 가슴기 살균제 사태도 그 중 하나다. 《언던 사이언스》를 번역한 김동광 고려대학교 연구교수는 “제품이 1994년부터 2011년까지 연간 60

만 개가 판매됐지만, 인체 유해성에 대한 조사는 형식적인 수준에 그쳤다”며 “이는 체계적인 지식의 비생산에 따른 구조적 결과로, 의도되고 강요된 무지”라고 지적했다.

영국의 경제학자인 에른스트 슈마허(Ernst Friedrich Schumacher)는 인간의 얼굴을 한 기술개발의 필요성을 강조한 대표적 학자다. 그는 자신의 책 《작은 것이 아름답다》에서 지역의 필요와 여건에 기반을 두고 있고, 노동집약적이며, 비교적 간단하고 저렴하지만 지역의 발전을 이끌어낼 수 있는 기술을 의미하는 ‘중간기술(Intermediate Technology)’의 개념을 주창했다. 기술의 발전에 인간을 맞추는 게 아니라, 사람에게 꼭 필요한 기술이 무엇인가에 대한 성찰이 먼저 되어야 한다는 것이다. 최근엔 유사한 개념으로서 ‘적정기술(appropriate technology)’이라는 용어도 많이 사용되고 있다.

주류 기술이 아니어서 외면당한 언던 사이언스는 보다 건강한 과학을 만들기 위한 개인과 집단의 합심이 만들어낸 결과이기도 하다. 전문가들은 기술 발전에서 무시된 기술에 대한 반성과 성찰이 있어야만 미래의 지속가능한 기술의 개발도 가능해진다고 조언한다.

SF 작가이자 미래학자인 아서 C. 클라크는 “충분히 발전한 기술은 마술과 구분할 수 없다”고 말했다. 인류가 상상할 수 없는 한계 그 이상을 보여주고 있는 과학기술의 노력은 이제 모두를 위해 어떻게 쓰일 것인가 하는 질문에 대한 답으로 이어져야 한다. 새로운 마법의 시대를 열기 위한 투자와 지원이 필요함은 말할 필요도 없다. 🌱

참고문헌

1. 최준호. (2020년 09월 01일). '연구하면 피 본다...과학자들이 기피하는 언던 사이언스. *중앙일보*. <https://www.joongang.co.kr/article/23861355>
2. 현재환. (2016년 01월 23일). 언던 사이언스 [Undone Science]-모르는 채로 남겨진 과학 연구 영역. *네이버 지식백과*. <https://terms.naver.com/entry.naver?docId=3574098&cid=58939&categoryId=58951>
3. 한국연구재단. (2020년 06월 08일). *사회적 가치를 반영한 과학기술 정책의 동향*. (2020-09호).
4. Nature. (2016년 09월 22일). *Racism*. 610.
5. Nature. (2022년 10월 20일). *Science and inequality*. 537.
6. YTN사이언스. (2022년 02월 19일). *연구되지 않는 과학-언던사이언스*.
7. 송위진. (2010년 06월 01일). *과학기술과 인문사회 융합연구의 필요성과 과제*. 제47호. 과학기술정책연구원.
8. 장영배. (2009). *과학기술정책과 사회적 불평등*. 2009-03호. 과학기술정책연구원.
9. 박상규. (2021년 06월 08일). [한경에세이] 과학기술과 인간성. *한국경제*. <https://www.hankyung.com/opinion/article/2021060731471>

역사 속 사례로 본 과학기술과 사회정의 과학자들의 ‘인류애’가 사회정의를 실현시킨다



1955년

러셀-아인슈타인 선언, 핵무기 반대에 앞장서다



러셀-아인슈타인 선언(Russell-Einstein Manifesto)이란 미국·소련 양국 간 수소폭탄 경쟁이 심화하던 1955년, 영국의 철학자 버트런드 러셀과 미국의 물리학자 알베르트 아인슈타인이 중심이 되어 핵무기 폐기와 과학기술의 평화적 이용을 호소한 선언문이다. 막스 보른, 퍼시 브리지먼, 레오폴트 인펠트, 프레데리크 졸리오퀴리, 허먼 조지프 멀러, 라이너스 폴링, 세실 파월, 조지프 로트블랫, 유카와 히데키 등 11명이 서명에 동참했다. 이중 10명이 선언 전후로 노벨상을 수상할 만큼 당대 최고의 석학들이었다. 러셀-아인슈타인 선언은 최고 과학자들이 인류의 미래를 위한 평화의 메시지를 냈다는 점에서 의미가 있다.

러셀-아인슈타인 선언에 참여한 11명의 과학자



버트런드 러셀
(영국 수학자, 철학자)



알베르트 아인슈타인
(독일 출신 이론물리학자)



막스 보른
(독일 물리학자, 수학자)



퍼시 브리지먼
(미국 물리학자)



레오폴트 인펠트
(폴란드 물리학자)



프레데리크 졸리오퀴리
(프랑스 원자물리학자)



허먼 조지프 멀러
(미국 유전학자)



라이너스 폴링
(미국 화학자)



세실 파월
(영국 실험물리학자)



조지프 로트블랫
(영국 물리학자)



유카와 히데키
(일본 이론물리학자)



출처 : 위키피디아

1975년

재조합 DNA 기술의 선용(善用)을 위해 가이드라인 선언한 아실로마 회의

1973년 유전자를 조작해 자연에 없었던 새로운 생명체를 만들 수 있는 방법인 재조합 DNA 기술이 개발됐다. 유전공학의 발달로 유전자를 조작할 수 있다는 사실이 알려지자, 과학자들은 1975년 미국 캘리포니아주의 아실로마에서 유전자 공학 연구의 안전성 확립을 위한 규제와 실험 기준 등을 확정하는 학술회의를 열었다. 이 회의가 바로 ‘아실로마 회의’다. 여기에서 나온 여러 제안을 근거로 미국, 일본 등의 선진국에서는 유전자 재조합 실험 지침을 작성했다. 아실로마 회의는 과학기술계의 자정 능력을 보여주는 사례로 꼽히고 있다.



잠재 위험이 있는 연구를 기획할 때는 밀폐를 우선적으로 고려해야 한다.



밀폐의 효율성은 예상되는 위험에 대응할 수 있어야 한다.



재조합된 미생물의 확산을 막을 수 있는 생물학적 장벽을 사용해야 한다.



물리적 차단(공기정화 장치나 음압 실험실) 등 추가 안전 장치도 사용해야 한다.



생물체 확산을 제한하는 GLP(Good laboratory practices)를 엄격히 준수해 실험해야 한다.



실험에 참가하는 모든 개인은 효과적 밀폐에 대한 교육과 훈련을 필수적으로 받아야 한다.



2017년

AI를 인류에게 이로운 방향으로, 아실로마 AI 원칙 선언

‘아실로마 원칙(Asilomar Principles)’이란 인류에 도움이 되는 안전한 AI(인공지능)의 개발을 목표로, 그것을 위한 연구와 개발의 윤리와 가치 등을 규정한 준칙이다. 모두 23개 항으로 되어 있으며, AI의 잠재적 위험을 경계하고 세계 연구·개발자들이 인류 복리를 위해 협력해야 한다는 내용 등이 담겨 있다. 우주물리학자 스티븐 호킹, 테슬라 CEO 일론 머스크, 알파고의 개발책임자인 데미스 허사비스 딥마인드 CEO, 레이 커즈와일 구글 기술이사 등 1,200명 이상의 인공지능·로보틱스 연구원과 2,500명 이상의 과학기술 분야 전문가들이 서명한 이 원칙은 인공지능과 관련된 윤리학적 기준점으로 인정받고 있다.



연구

연구목표	인간에게 이로운 지능을 개발하는 것이어야 한다.
연구비 지원	AI의 유익한 이용을 보장하는 문제에 대한 지원을 수반해야 한다.
과학과 정책의 연결	AI 연구자와 정책 입안자 사이에는 건설적이고 건강한 교류가 있어야 한다.
연구문화	AI 연구자와 개발자 사이에는 협력, 신뢰, 투명성의 문화가 조성되어야 한다.
경쟁 회피	AI 시스템을 개발하는 팀은 부실한 안전기준을 피하기 위해 능동적으로 협력해야 한다.

윤리와
가치

안전	AI 시스템은 안전하고 안정적이어야 하며, 어떤 경우에 적용·구현이 가능한지 검증할 수 있어야 한다.
실패 투명성	AI 시스템이 피해를 유발할 경우, 그 이유를 확인할 수 있어야 한다.
사법 투명성	사법적 결정에서 자동시스템이 개입할 경우, 권한이 있는 감사 당국에 만족할 만한 설명을 제공해야 한다.
책임성	첨단 AI 시스템의 설계자 및 구축자는 AI의 이용, 오용 및 행동에 따르는 책임과 기회를 가진다.
가치 정렬	고도의 자동 AI 시스템은 작동하는 동안 그 목표와 행동이 인간의 가치와 잘 어우러지도록 설계되어야 한다.
인간의 가치	AI 시스템은 인간의 존엄, 권리, 자유 및 문화적 다양성의 이상에 적합하도록 설계되고 운용되어야 한다.
프라이버시	AI 시스템에게 데이터를 분석·활용을 하게 할 경우, 사람에게도 접근, 관리, 통제할 수 있는 권리를 줘야 한다.
자유와 프라이버시	개인 데이터에 대한 AI 적용이 사람들의 실제 또는 스스로 인지하는 자유를 부당하게 축소해서는 안된다.
공동의 이익	AI 기술은 가능한 한 많은 사람들에게 이로움을 줘야 한다.
공동의 번영	AI가 만들어내는 경제적 번영은 널리 공유돼, 모든 인류에게 혜택이 돌아가도록 해야 한다.
인간 통제	인간은 AI 시스템에 의사결정을 위임할지 여부와 그 방법을 선택해, 선택한 목표를 달성하도록 해야 한다.
비전복	고도화된 AI 시스템을 통제함으로써 갖게 되는 힘은 사회의 건강도를 존중 및 개선하는 데 쓰여야 한다.
AI 군비 경쟁	치명적인 자동 무기에 대한 군비 경쟁은 피해야 한다.

장기적
이슈

능력 경계	어떤 일치된 합의가 없으므로, 우리는 미래 AI 능력의 상한선에 관한 강력한 가정을 피해야 한다.
중요성	고도화된 AI는 지구에 변화를 가져올 수 있어, 그에 상응하는 관심과 자원을 계획하고 관리해야 한다.
위험	AI 시스템이 야기하는 위험을 예상되는 영향에 맞춰 계획하고 완화하려는 노력을 해야 한다.
반복적 자기개선	반복적인 자체 개선이나 복제를 하게끔 설계된 AI 시스템은 엄격한 안전 및 통제 조치를 받아야 한다.
공동선	초지능은 오로지 모든 인류의 이익을 위해 개발돼야 한다.

* 위 내용은 일부 축약되었습니다.

2020년

불평등과 차별에 맞선 과학기술인들의 선택

2020년 6월 10일 전 세계 5,000 명이 넘는 과학기술인들이 제도적 인종차별에 반대하는 파업 ‘선택한 STEM(과학·기술·공학·수학)’ 운동에 참여했다. 뿌리 깊은 제도적 인종차별 항의에 동참하기 위한 운동으로, 이는 백인 경찰의 과잉 진압으로 숨진 흑인 조지 플로이드 사건에서 촉발됐다. 운동을 주도한 천체물리학자 브라이언 노드는 성명을 통해 “우주 과학 역사상 가장 복잡한 천체장비를 만드는 데에는 수백만 달러를 쓰면서도 어떻게 하면 건강하고 포용적인 공동체와 흑인 생명을 소중히 여기는 세상을 만들 수 있는지에 대해선 이야기하지 않는다”고 비판했다.



2021년

국제 과학자들의 기후비상사태 경고 2021

2021년 7월 27일 미국 NASA를 비롯해 세계의 과학자들이 모여 지구 시스템에 중요한 요소들이 임계점(Tipping Point)에 다다랐거나 이미 한계를 넘었다는 진단과 함께 ‘국제 과학자들의 기후비상사태 경고 2021(World Scientists’ Warning of a Climate Emergency 2021)’을 ‘바이오사이언스지’에 게재했다. 과학자들은 즉각적인 실천을 요구하며 6개 분야의 획기적 변화 및 행동지침을 제시했다.



nature
영국 국제학술지 네이처



“모든 종류의 인종차별에 반대한다. 10일 하루 동안 흑인 연구자들의 의견과 그들을 지지하는 내용의 콘텐츠만 내보내겠다.”

AAAS
미국과학진흥협회(AAAS)



“우리가 만들어내지 못했던 구조적 변화가 필요하다. 학술계의 인종차별을 없애기 위한 교육과 활동에 나서겠다.”

Cell
생명분야 저명학술지 셀



“과학은 인종차별 문제를 가지고 있고, 과학자들은 문제를 해결하는 사람들이다.”

arXiv.org
아카이브(arXiv)



인종차별반대 운동에 참여하는 취지로 업무 중단



신속하게 화석연료를 저탄소 재생에너지로 대체하고 화석연료에 대한 보조금 폐지와 강력한 탄소세를 부과하라.



메탄과 블랙카본, 대류권 오존 등 단기성 온실가스를 신속하게 줄이자.



산림과 초원, 이탄지대, 습지와 맹그로브 숲, 바다와 토지 같은 자연생태계를 복원 및 보호함으로써 이들 생태계가 핵심 온실가스인 대기 중 이산화탄소를 흡수하는 큰 몫을 담당해야 한다.



동물성 식품을 줄이고 거의 채식이나 비건 위주로 식생활을 바꿔야 한다.



탄소 없는 경제로 전환해 생물권에 대한 인간의 의존을 해결하고, 국내 총생산(GDP) 성장과 풍요의 추구라는 목표에서 탈피하자.



어린 소녀와 젊은 여성의 교육과 권리를 향상시킴으로써 자발적 가족계획을 통해 20만 명 이상 늘어나는 지구촌 인구를 안정시키자.

과학기술은 왜 ‘사회정의’에 주목해야 하는가?

류석영
KAIST 전산학부 학부장

홍성욱
서울대학교 과학학과 교수
(정책학부 정회원)

박성희
이화여자대학교
커뮤니케이션학부 교수
(한국미래학회 회장)

박범순
KAIST 과학기술정책대학원 교수
(정책학부 정회원)

김경만
서강대학교 사회학과 교수
(정책학부 정회원)

정상조
서울대학교
법학전문대학원 교수
(정책학부 정회원)

김승섭
서울대학교
보건대학원 교수

전상인
서울대학교
환경대학원 교수



한국과학기술한림원은 ‘과학기술과 사회정의’를 주제로 ‘제204회 한림원탁토론회’를 개최하고, 각 분야의 전문가들과 함께 과학기술의 사회정의 실현과 불평등 해소를 위한 해결책을 모색했다. 박성희 한국미래학회 회장이 사회로, 김경만 서강대학교 사회학과 교수가 좌장으로 참여했으며, 박범순 KAIST 과학기술정책대학원 교수와 정상조 서울대학교 법학전문대학원 교수, 류석영 KAIST 전산학부 학부장, 김승섭 서울대학교 보건대학원 교수가 주제발표를 통해 과학기술의 관점에서 본 다양한 정의에 대해 피력했다. 이후 진행된 지정토론에서는 전상인 서울대학교 환경대학원 교수와 홍성욱 서울대학교 과학학과 교수가 합류해 진지한 토론을 이어나갔다.



토론회 전체
다시 보기

과학기술과 사회정의의 관계 “무엇이 문제가 되고 있는가”

주제발표 1 불평등의 과학, 과학의 불평등

“과학기술은 사회적 불평등 문제에서 자유로울 수 없다”



박범순 KAIST 과학기술정책대학원 교수는 ‘정의’와 ‘공정’의 개념을 환기하고, 사회정의를 보는 최근 과학기술계의 동향과 관련 정책을 소개했다.

그에 따르면 ‘공정(公定, fairness)’은 주로 분배와 관련된 올바른바람이며, ‘정의(正義, justice)’는 분배보다 포괄적인 올바른바람이다. 예를 들면 위험에 빠진 사람을 도와주는 것은 정의이지 공정은 아니다. 권리, 의무, 자격 등에 차별이 없음을 뜻하는 ‘평등(平等, equality)’과 어느 쪽으로도 치우치지 않는 ‘공평(公平, equity)’ 역시 다른 의미다.

박 교수는 “공정하고 공평하면 모든 것이 정의롭다고 할 수 있을까?” 의문을 제시한 후 “과학기술계 역시 이러한 문제에서 자유롭지 않다”고 강조했다.

이어 그는 최근 8년 간 국제학술지 네이처에서 토론 관

련 논문과 칼럼을 분석한 결과를 토대로 과학자 사회 안에서 불평등은 심화되고, 과학자로의 진입에 계층 장벽이 생기고 있으며, 과학기술이 글로벌 소득 불평등을 야기하고 있음을 제기했다.

“현재 정보기술혁명은 1차 산업혁명과 비견될 정도의 불평등을 가져오고 있습니다. 한편으로 우울한 이야기지만 역사적으로 볼 때 불평등 상승 곡선이 꺾일 수도 있다는 것은 희망입니다. 실제로 2020년 이후 양상이 바뀌어 과기계 내부에서 인종주의를 비롯한 여러 불공정한 관행에 대해 철저히 반성하고 희망적인 정책을 발굴하려는 움직임이 있습니다.”

박 교수의 발표에 따르면 미국은 올해 8월 오픈사이언스 정책을 발표했다. 미국 정부의 지원을 받아 수행한 연구 결과는 출판 즉시 논문과 데이터에 대한 무료 접근이 가능하도록 해야 한다는 것이 요지다. 막대한 연구기금을 운영 중인 미국 에너지부 역시 연구계획서에 공평과 포용을 증진하기 위한 활동과 전략을 적시해야 하는 것을 의무로 했다. 백악관은 10월 막강한 힘을 갖게된 인공지능으로부터 시민을 보호하기 위한 ‘인공지능 권리장전’의 청사진을 공개했다. 여러 가지 형태의 기술로부터 인간을 보호하는 것이 목적이다.

박 교수는 “좁게는 과학기술자 사회 안에서의 정의를 실현하고, 한 걸음 더 나아가선 과학기술 지원시스템과 발전에서 편견과 편향이 들어가지 않는지 살펴야 한다”며 “또한 과학기술이 사회정의를 위해 할 수 있고 해야만 하는 일을 찾아서 실천하는 것이 중요하다”고 말했다.

주제발표 2 인공지능, 법에 정의를 물어봐

“사회정의, 데이터와 알고리즘에 의해 좌우되고 있다”



정상조 서울대학교 법학전문대학원 교수는 사례를 통해 인공지능이 사회정의에 막대한 영향력을 미치고 있음을 역설했다.

정 교수는 “내 얼굴을 인식하고 내가 가는 모든 곳을 기억하는 스마트폰, 우리 집을 살살이 촬영하는 로봇청소기, 24시간 우리의 대화를 경청하는 스피커는 편리하지만 한편으로 찜찜한 것도 사실”이라며 “또한 인공지능 면접관, 은행원, 의사 등이 도입되며 인공지능은 사생활

을 넘어 사회생활에도 영향을 미치고 있다”고 말했다.

인공지능이 이렇게 우리의 삶 깊숙이 들어올 수 있었던 건 축적된 데이터가 있기 때문이다. 정 교수는 “인공지능 알고리즘은 데이터를 학습해서 패턴을 파악하는데, 불편한 사실은 이 때문에 사회정의 역시 데이터에 의해 편견을 답습하거나 가중시킬 수 있다”며 “인공지능 은행원은 빈자에게 높은 금리를 부과하고, 인공지능 의사는 부자를 우선적 치료대상자로 설정할 수 있다”고 설명했다.

정 교수에 따르면 사회정의와 기업의 성패가 모두 데이터에 의해 좌우됨에 따라 데이터를 둘러싼 전쟁도 치열하다. 이용자의 데이터를 보호하는 정책을 통해 실상은 데이터를 독점하려는 애플, 아프리카의 개인 정보를 독점하기 위해 인터넷 접속 무료 정책을 펼친 메타(페이스북) 등의 사례가 대표적이다.

정 교수는 “인공지능 시대의 사회정의는 알고리즘에 의해 좌우될 수 있는 만큼, 알고리즘을 설계하는 과학자들이 사회정의를 염두에 두고 설계를 해야 하는 시대가 왔다”며 “인문사회과학자들 역시 알고리즘을 이해하고 사회정의를 이해해야 하는 만큼, 함께 협력해서 문제를 해결하는 것이 필요하다”고 강조했다.

주제발표 3 빅테크 시대의 정의

“기술을 아는 사람들의 깊은 성찰이 필요하다”



류석영 KAIST 전산학부 학부장은 바야흐로 소프트웨어가 세상을 이끌어가는 시대임을 강조하고 알고리즘을 공부하는 공학자들에게 어떠한 역할을 기대해야 하는가를 제시했다.

류 교수는 “월스트리트 저널이 ‘소프트웨어가 세상을 잠식했다’는 글을 쓰고, 전 세계 가장 가치 있는 브랜드 최상위권을 애플, 아마존, 구글, 마이크로소프트 등 소프트웨어 회사가 차지할 만큼 소프트웨어는 우리 삶에 깊숙이 들어와 큰 영향을 미치고 있다”며 “그러나 소프트웨어 개발자들이 그 사실(자신들이 타인의 삶에 미치는 영향)을 얼마나 알고 있는지 의문이 든다”고 문제를 제기했다. 이어 얼마 전 문제가 발생한 카카오 서비스를 예로 들었다. 그

는 “일정 수수료를 지불하고 카카오를 통해 승객 정보를 제공받는 카카오택시는 다른 앱을 사용할 수 없도록 되어 있다”며 “화재사고 시 서비스가 다시 작동할 때까지 다른 앱을 써도 된다고 공지했으면 택시기사의 수고와 피해는 줄었을 것”이라고 설명했다. 이어 “기술을 아는 사람들이 사람에 대해서 좀 더 생각할 수 있어야 한다”고 덧붙였다.

류 교수는 보다 정의로운 사회를 만들기 위한 공학자의 역할로 ‘인문사회와 함께 이야기 하고 서로 배우는 것’, ‘산업계와 함께 우리 생활의 문제를 해결하는 것’, ‘사람과 세상을 이해하는 소프트웨어 전문가를 양성하는 것’ 등 세 가지로 제시하고, 이를 위한 KAIST 전산학부의 노력을 소개했다. 류 교수는 “KAIST AI포럼에서는 예술, 미래사회, 다양성과 포용성, 민주주의, 공정성 등 여러 주제를 설정하여 다양한 분야의 전문가들과 대화하고 있다”며 “서로의 시각이 달라 같은 주제로 논하는 것이 어

렵다는 생각이 들었지만 사람이 살기 좋은 세상을 만들기 위해서는 지치지 않고 노력할 필요가 있다”고 피력했다. 또 류 교수에 따르면 최근 개발자들 사이에서도 소득의 편차가 벌어지고, 지역 불균형 등 몇 가지 불평등의 문제가 나타남에 따라 개발자들이 교육과정을 직접 만드는 등 사회환원을 위해 노력 중이다. 그는 “학계와 산업계가 더 나은 사회를 위해 함께하는 일이 필요하다”며 “기후변화 문제 해결 등이 그러한 과제가 될 수 있다”고 말했다. 마지막으로 그는 “얼마 전 KAIST가 ‘다양성과 포용성을 위한 KAIST 선언문’을 발표하고, 우리가 받은 혜택을 더 많은 사람들과 나누기 위해 노력하겠다는 의지를 표명했다”라며 “기술을 잘 안다고 자만하는 인재가 아니라, 사람을 이해하고 생각하는, 공정하고 정의로운 사회를 만들기 위한 공학자를 양성하기 위한 첫걸음이 될 것”이라고 역설했다.

주제발표 4 한국 사회, 과학, 소수자의 몸

“건강 불평등, 시간과 자본의 차이에서 발생한다”



김승섭 서울대학교 보건대학원 교수는 건강 불평등이 만연해 있음을 지적하고 나아가 과학지식의 생산 과정에서의 불균형에 대해 문제를 제기했다.

김 교수는 “우리가 상식이라고 부르는 ‘합의된 지식’은 모두 누군가 시간과 자원을 투자해서 만들어낸 것”이라

며 “시간과 자원, 투자할 수 있는 요소들을 충분히 가진 곳의 지식은 반영되지만, 그렇지 않은 곳에서의 지식은 반영되지 않는다”고 지적했다.

김 교수는 건강과 직접적인 연관이 있는 약 개발 역시 이 같은 논리가 적용된다고 강조했다. 그는 “2002년 란셋에 발표된 논문에 따르면 1975년부터 1999년까지 미국과 유럽에서 승인을 거친 1,393개의 신약 목록을 파악한 결과, 고소득 국가에서 필요로 하는 약들은 충분히 개발되고 있는 반면 저소득 국가에서 필요한 약들은 그렇지 않았다”고 꼬집었다.

이러한 일들이 정밀의료에 적용되면 문제는 심각해진다. 김 교수의 말에 따르면 전 세계 인구에서 유럽인들은 20%가 채 되지 않지만, 유전자 연구에서 차지하는 유럽인들의 데이터는 전체 데이터의 79% 정도를 차지한다. 아시아와 아프리카인들의 데이터는 정밀의료 과정에서 소외되고 배제되고 있는 것. 그는 “유럽인들에게 맞춰진 데이터를 나머지 인종에게 적용했을 때 그 정확도는 아시아인은 50%, 아프리카인은 25% 정도”라며 “정밀의료 알

고리즘이 건강 불평등을 더 심화시킨다는 불편한 사실을 입증하는 결과”라고 말했다.

또한 김 교수는 과학지식의 생산 주체는 인간으로서 구체적인 삶을 영위하고 있는 과학자임을 다시 한 번 상기했다. 그는 “COVID-19 백신 개발 초창기 아프리카에서 임상실험을 하자는 의견이 있었는데 이는 의료서비스를 받을 수 없는 아프리카이므로 실험을 통해서라도 백신을 맞는 것이 이득이 될 것이라는 취지였지만 과거 흑인 대상으로 매독

실험을 하던 의사들의 합리화 논리와 같다”고 비판했다. 이어 “COVID-19 이후 여성 과학자들의 지식생산이 주춤진 것도 재난은 여성이나 유색인종 등에 더욱 가혹하다는 것을 방증한다”고 밝혔다. 그는 마지막으로 “우리가 상식이라고 생각하는 데이터의 생산 주체가 누구인지를 생각할 필요가 있다”며 “과학자들은 구체적인 역사적, 경제적, 정치적 관계를 가진 사람들이기 때문에 이를 고민하지 않으면 다양한 과학기술이 존재할 수 없다”는 의견을 내비쳤다.

사회정의를 위한 과학기술의 자세
“과학기술은 어떤 역할을 해야 하는가”

이어진 자유토론은 김경만 서강대학교 사회학과 교수가 좌장을 맡아 대화를 이끌었다. 6인의 전문가들은 사회정의를 위해 과학기술이 올바른 역할을 해야 한다는 점에 대해 공감하고, 실효성 있는 과학기술 정책 마련이 시급하다고 촉구했다. 실질적 대안에 대한 다양한 이야기가 오갔다.

김경만 — 먼저 이번 주제에 대한 패널토론자들의 의견으로 이야기를 나눠보자.

전상인 — 첫 번째 소감은 세계적 화두인 사회적 불평등에 대해 많은 집단에서 남의 탓을 하는데 과학기술계에서는 내 탓이라고 하는 것에서 대단한 분들이라고 생각한다.(웃음)

사실 과학기술이 사회정의에 기여해야 한다는 말에 동감은 하지만, 정의 문제가 너무 ‘실시간’으로 흘러가는 것은 아닌가 생각이 든다. 모든 것이 노출되어 있기 때문에 모든 사람들이 민감해져 있는 상태다. 과도하다. 누구나 공정한 사회를 꿈꾸고, 정의로운 사회를 꿈꾸지만, 불평등은 분명 남아있다. 하지만 역사적으로 볼 때 줄어들고 있다고 생각하며, 특히 과학기술의 힘에 의한 것도 있다고 생각한다. 과학기술인은 자부심을 가질 필요가 있다. 어떠한 혁명이든 처음에는 엄청난 불평등이 존재했지만, 세계가 진화하고 민주주의 힘이 있다면 불평등은 개선되는 역사를 밟아왔다.

다만 과학공동체 혹은 지식공동체의 생태계가 무너지

는 것은 우려된다. 학문은 몇몇 천재에 의해 발전하는 것이 아니라 사회적 조건이 필요하다. 즉 사회가 미신, 우상, 이념 논쟁에서 벗어나야 한다. 우리나라는 R&D (Research & Development) 대신 C&D(Campaign & Development)가 대부분인 것 같다. 연구가 아닌 캠페인을 통해서 사회 문제를 해결하고자 하는 사고방식이 남아있다. 필요하고 중요한 연구지만 돈이 되지 않기 때문에 주목하지 않는 언던사이언스(Undone Science) 영역도 비어있다. 반면 일종의 ‘용병과학자’처럼 기업에 고용된 과학자들, 또 정권에 따라 부침하는 어용과학자들이 있는 현실이 과학기술 영역의 진화나 진보를 막는 가장 큰 문제라고 생각한다.

박범순 — 역사적으로 차별과 편견이 줄어들고 있다는 데 동의한다. 하지만 여전히 잔재는 남아있다. 역사를 단죄하는 것이 아니라 그를 통해 배우고 어떻게 새로운 것을 만들 수 있을かを 생각해야 한다. 그리고 전상인 교수님이 중요한 말씀을 해주셨는데 공정에 대해 과민한 것도 맞다. 그러나 공정성, 불평등의 정도는 절대적 수치 못지않게 민

감도도 중요하다. 만약 지금 세대가 느끼는 민감도가 크다면 그것에 대한 정책적인 배려나 행동이 있어야 한다. 지금 우리가 살고 있는 세상의 민주주의는 20~30년 전의 민주주의와는 다르다. 또 18~19세기 과학은 호기심을 쫓기 위해 행해졌지만, 지금은 상황이 달라졌다. 사회와 과학자 사회의 관계에 대한 연구가 필요하다.

홍성욱 — 프랑스의 사회학자 브루노 라투르가 행위자 네트워크를 만들면서 가장 먼저 한 질문의 시작은 자본주의 사회와 과학은 닮지 않았다는 데서 출발한다. 자본주의 과학이 자본주의를 닮았다는 것이 근본적인 오류에서 출발한다는 것이다. 지금 우리는 과학기술 네트워크가 작동하면서 어떻게 사회의 권력과 부를 한쪽으로 편중시키고 있는지에 대한 답을 찾아야 한다.

아쉬운 부분은 과학기술과 불평등, 불공정 문제에 대한 국내 사례가 부족하다. 관련 연구를 시도한 적이 있는데 인공지능 면접관을 분석해보고 싶어서 기업에 의사를 타진했지만 끝내 접근이 허가되지 않았고, 포털사이트 뉴스 선택 인공지능의 작동 원리 역시 자료를 받지 못했다. 국내에서는 이와 관련한 실증 연구를 하기 쉽지 않다. 과학기술 연구, 법제도 및 정책, 교육·문화 등 세 가지 요소의 문제해결을 위한 참여적 거버넌스의 틀을 만들어야 한다고 생각한다.

김승섭 — 동의한다. 정밀의료라 한국에서 건강불평등에 중요한 역할을 하고 있느냐 하면 지금 단계에서는 아니라고 생각한다. 하지만 첨단의학연구가 진행될 때 이러한 편견이 개입되면 열심히 연구한 결과물들이 의도치 않게 건강불평등을 야기할 수 있다는 가능성은 생각해봐야 한다. 또한 역사를 장기적 관점에서 보는 사회학자의 시선과 당장 눈앞의 환자를 살리는 것이 중요한 보건의학자의 관점은 다른 것 같다. 길게 보면 가설과 지식의 오류는 자정능력을 거쳐 수정되는 것이 맞지만, 의학적 관점에서는 조금이라도 더 빨리 바로 잡아야 한다는 시급함을 갖고 있다. 현장 과학자로서 조급함을 느끼는 이유는, 지식의 탄생이나 오류의 수정 모두 누군가 의도적으로 노력하지 않으면 예산지원도 연구진행도 되지 않기 때문이다.

김경만 — 리처드 로티(Richard Rorty)라는 철학자는,

“Justice is larger royalty”라고 말했다. 오늘 토론에서 이야기는 하는 ‘사회정의’에 잘 맞는 표현이다. 지금 이야기하는 문제는 과학 자체에 있는 것이 아니라 과학지식을 누가 점유하고 독점하고 경제적으로 활용하는가의 문제다. 과학자는 ‘어떻게 인간친화적 과학이 될 수 있는가’를 세심하게 고민하고, 이를 학습해야 한다. 과학지식을 독점하고 과학 관련 이야기는 전문가인 과학자만 할 수 있다는 자세를 가져선 안 되며 포용적인 사회를 만들기 위해 과학지식을 폭넓게 공유하고 대화해야 한다.

많은 사람들이 궁금해하는 질문을 하겠다. 과학기술 때문에 일자리를 잃는 사람들도 많다. 이러한 문제는 어떻게 해결할 수 있을까? 논쟁이 많았던 문제이기도 하다.

홍성욱 — 결론부터 말하자면 10년 전 예상했던 것처럼 일자리가 빨리 소멸하고 있는 것은 아니라는 것이 밝혀졌다. 인공지능이나 로봇이 대체할 수 있는 것은 일부분이며, 많은 부분은 기술의 발달이 직업에서의 수행을 도와주는 쪽으로 기능하고 있다. 소멸의 속도나 양상이 처음의 우려만큼 심각하진 않기에 사회가 대비할 시간은 충분하다. 먼저 생각할 것은 교육이다. 직장을 잃은 사람들을 재교육하거나, 중·고등 교육에서 인공지능이 대체할 수 없는 기술을 가르치도록 하는 방법이 있다. 교육은 복잡한 문제 해결 능력 등 창의적인 부분에 집중되어야 한다. 사회·경제적으로는 소멸된 일자리로 타격을 받은 사람들



을 사회에서 어떻게 보듬어 나갈 것인가를 논의해야 한다. 기본 소득, 로봇세와 같은 논의가 있는데, 사실 양쪽 다 반론이 만만치는 않다. 이러한 부분들을 같이 해결해 나가야 한다. 기술적인 해법과 교육·문화적인 해법, 사회·경제적인 해법을 동시에 모색해야 한다. 그럴 시간은 충분히 있다.

김경만 — 과학기술이 발전하면서 사회적 불평등이나 환경오염 등은 심해지는 것 같은데 이러한 문제를 과학기술은 어떻게 풀어나가야 할까.

정상조 — 과학기술과 자본이 불평등을 심화했다는 명제에 대부분 동의할 거다. 동시에 그 불평등이 전체적인 부와 우리 삶의 질을 향상시켰다는 것도 동의할 것이다. 그렇다면 우리는 법과 제도, 문화와 종교 등 우리를 둘러싸고 있는 여러 요소들을 통해 불평등을 최소화하면서도 삶의 질을 높이고, 부를 증진시킬 수 있는 방안을 찾아야 한다. 정의는 법, 도덕, 종교, 규범 모든 것에 의해 판단되고 실현되는 것이다. 그런데 이제까지는 인간이 그 정의를 실현하고, 감시하고, 분쟁을 해결하는 주체였지만 앞으로는 기술에 의해 행해질 수도 있다. 기술이 단순히 인간의 노동이 아닌, 우리의 제도와 국가 전체를 대체해 나가고

있다. 이 문제를 어떻게 대처해야 할 것인가. 법학자, 사회학자, 과학자 등 모든 이들이 함께 머리 싸매고 대안을 모색해야 한다.

류석영 — 이러한 문제를 해결하는 데 실질적으로 도움이 될 수 있는 진정한 R&D를 해내야 한다. 예를 들면 KAIST에서는 ‘인공지능의 민주화’라는 주제로, 강대국이 앞서고 있는 빅데이터, 빅컴퓨팅이 아닌 작은 데이터를 갖고 인공지능에 범용적으로 적용할 수 있는 연구를 하고 있다. 또 데이터를 분석해서 기후변화에 큰 책임이 있는 나라가 더 큰 비용을 지불하도록, 기술로 해결하는 R&D를 현재 수행 중이다.

박범순 — R&D는 국민의 세금으로 이루어지므로 그 결과물이 자국의 국민에게 돌아가게끔 하는 것은 국가의 임무다. 이 때문에 국가주의를 비난하기 어려우며, 건강불평등을 비롯한 몇몇 사회문제는 개선하기가 상당히 어렵다. 하지만 사회정의의 차원에서 국가주의나 이기주의, 집단주의를 어떻게 벗어날 수 있는지 논의하는 것은 굉장히 중요하다. 앞으로는 R&D 성과의 분배 차원에서 벗어나 사회와 국가, 인류에 혜택이 갈 수 있는 과학기술을 만드는 노력이 필요하지 않을까 생각한다. ㉠

“이스라엘의 도전과 창의는 ‘특별한 정책과 제도’가 아니라 ‘개인의 우수성’에서 비롯됐다”

제1회 한·이스라엘한림원 공동심포지엄 개최

‘양자물리학’ 주제 양국 전문가 16인 열띤 토론 펼쳐

데이비드 하렐 원장, 인터뷰 통해 이스라엘 과학기술 정책과 한림원 소개



GDP(국내총생산) 대비 연구개발비 세계 1, 2위를 다투는 한국(4.81%)과 이스라엘(4.93%)의 과학기술 석학들이 첫 공식 학술행사를 개최하고 양국의 적극적인 과학기술 교류 및 협력방안을 논의했다.

한국과학기술한림원(이하 한국한림원)과 이스라엘과학인문한림원(Israel Academy of Sciences and Humanities, 이하 이스라엘한림원)은 9월 14일부터 15일까지 이스라엘 예루살렘에서 ‘제1회 한·이스라엘한림원 공동심포지엄’을 개최했다. 첫 심포지엄의 주제는 ‘양자물리학: 기초부터 응용까지’로 박규환 고려대학교 교수, 암논 아하로니(Amnon Aharoni) 텔아비브대학교 교수, 모티 하이블럼(Moty Heiblum) 와이즈만연구소 교수 등 양국의 관련 분야 전문가 16인이 연사로 참여했다. 현장 참석자에 따르면 연사들은 매우 깊이 있는 학술적 발표와 열띤 토론을 진행했으며, 특히 이스라엘한림원 연사들은 한국의 양자물리학 연구수준에 깊은 인상을 받았다.

이스라엘한림원은 이스라엘 건국 6년째인 1954년, 이스라엘의 기초 연구 및 과학기술 진흥을 목적으로 예루살렘에 설립됐다. 현재 과학 분야 73명, 인문 분야 70명 등 총 143명의 회원으로 구성되어 있으며, 노벨상, 아벨상, 쇼상, 튜링상, 필즈상 등 국제적으로 저명한 상과 이스라엘상, EMET상, 로스차일드상 등 자국 최고상 수상자를 비롯하여 이스라엘에 거주하는 저명한 학자와 과학자를 회원으로 선출한다. 이스라엘한림원은 2000년 한국한림원과 교류협력에 대한 MOU를 체결하고 과학자 교류 프로그램을 운영해왔으며, 다양한 주제로 더 많은 양국 과학자의 참여와 지속적 교류를 위해 이번 공동심포지엄을 마련했다. 양국 모두 영아카데미를 운영하고 있어 향후 젊은 과학자들의 교류 및 협력도 중점 추진할 계획이다.

INTERVIEW

한림원의 창은 이스라엘의 과학기술 정책과 이스라엘한림원을 보다 깊이 있게 소개하기 위해 이번 공동심포지엄 현장에서 데이비드 하렐(David Harel) 원장과 인터뷰를 진행했다. 하렐 원장은 와이즈만연구소 교수 출신으로 프로그램 로직과 데이터베이스 이론, 오토마타(Automata) 이론 등 이론컴퓨터 공학 분야의 세계적 석학이다.



한국에서는 도전적 창조적 R&D 투자의 사례로 이스라엘을 벤치마킹하려는 시도가 있었다. 이스라엘의 어떠한 정책, 제도, 또는 철학이 가장 핵심이라고 생각하는가?

나는 이스라엘의 R&D 투자 정책이 특별하다고 생각하지 않는다. 이스라엘도 다른 국가들과 비슷한, 정석에 가까운 정책이다. 대학에 대한 지원은 해당 대학의 학생 수나 연구 규모에 기초하여 진행되고, 또 정부에서 산업 발전을 위한 R&D를 지원하기도 한다.



이스라엘한림원 전경 ©Courtesy of IASH, photographer: Shay Ben Efraim

이스라엘 내 노벨상 수상자가 많지 않은가. 어떠한 지원과 정책이 이를 이끌었다고 보는가?

물론 이스라엘 출신의 노벨상 수상자가 여럿 있지만, 잘 들여다보면 국가 지원 시스템 덕분이라거나 또는 국가로서 이스라엘의 공로가 있다고 보긴 어렵다. 수상자들은 한 사람의 과학자로서 놀라운 발견을 했다. 물론 이러한 발견이 이스라엘 내 대학에서 진행되기도 했지만, 독일 함부르크에서 연구를 진행한 아다 요나스(Ada Yonath)의 경우처럼 국외에서 이루어진 경우도 있다. 근본적으로 노벨상은 과학자 개인이 달성한 특출나게 높은 수준의 연구 결과에 수여되는 것이기에 국가 주도의 지원체계가 이를 가능하게 하는 것은 아니라고 생각한다. 물론 이스라엘 대학에서 연구자들은 본인이 원하고, 또 잘하는 연구를 할 수 있다는 점은 어느 정도 도움이 됐을 것이다.

그리고 이스라엘 과학자들이 노벨상 외에도 저명한 상을 다수 수상했음을 언급하고 싶다. 컴퓨터과학 분야 노벨상으로 불리는 튜링상을 여러 번 수상했는데 이 역시 수상자 개인이 뛰어난 결과를 냈기에 받을 수 있었다. RSA 암호화 방법의 공동 고안자인 아디 샤미르(Adi Shamir)나 영지식 증명(Zero-Knowledge Proof) 암호 이론을 제시한 샤피 골드wasser(Shafi Goldwasser)의 튜링상 수상 연구는 MIT와 버클리대학 등 국외에서 진행됐다. 물론故아미르 누엘리(Amir Pnueli)처럼 이스라엘에서 수행한 연구로 튜링상을 수상한 경우도 있다. 다시 말하지만, 노벨상, 아벨상, 쇼상 등 이스라엘 과학자들이 받은 상은 탁월한 개인이 낸 훌륭한 성과 덕분이며, 이스라엘 정부의 특정 정책의 결과로 이루어진 것이 아니다.

이스라엘의 별명 중 하나는 ‘창업국가(Start-up Nation)’이다. 군과 대학이 핵심적인 역할을 하고 있다고 알려져 있다. 교원 및 학생 창업이 잘 이루어지는 비결은 무엇인가?

그렇다 이스라엘은 정말로 창업국가다. 주요 비결은, 이미 전문에서 언급했듯이, 특정 분야에서 특출나게 높은 수준의 연구를 수행하는 대학이 있다는 것과 군에 매우 풍부하고 전문적인 전산 및 프로그래밍 훈련 프로그램이 운영되고 있는 것이다.

군대의 이야기를 먼저 하자면, 훈련프로그램은 군과 정보기관에서 필요로 하는 특정 주제를 다루기 때문에 해당 프로그램 참여 군인들은 수년간 특별한 경험을 하고, 창업에 적용 가능한 매우 폭넓은 지식을 쌓은 후 전역할 수 있다. 비교적 젊은 나이임에도 상당수가 군에서 학사, 혹은 석사까지 마치고 전역한다. 이런 인재들이 창업에 도전한다.

다른 경우는 대학에서 수행한 연구가 창업으로 이어지는 것이다. 이스라엘은 약학, 컴퓨터과학, 인공지능과 물리학 같은 분야의 학계 연구가 우수하다. 규모가 큰 대학에서는 효율적인 기술이전 부서를 운영하기도 한다. 해당 부서는 대학의 연구를 기반으로 창업을 원하는 산업체나 개인을 물색한 후 협상을 통해 주로 대학과의 협업 형태로 회사를 창업하게 된다. 과학자들은 주로 대학에 소속을 유지하고 회사 자문을 위해 일주일에 한 번씩 출근한다. 어떤 경우에는 과학자들이 대학을 떠나 스타트업 운영에 집중하기도 한다. 이와 관련, 가장 성공적인 예시는 모빌아이*다. 와이즈만연구소에서 석사과정을

을 보낸 암논 샤슈아(Amnon Sha'ashua)가 창업한 기업으로, 그는 히브리대학에서 박사과정을 밟고, 이후 모빌아이를 창업했다. 현재는 회사에서 주로 시간을 보내는 것으로 알고 있는데 이스라엘 학계에서 산업계로 실용적인 지식을 적용한 좋은 사례이다.

* 모빌아이(Mobileye): 1999년 설립. 비전(Vision) 기반 첨단운전자보조 시스템(ADAS) 서비스 제공 회사.

이스라엘한림원의 운영과 사업에도 특별한 부분이 있다. 먼저 ‘과학’과 ‘인문’이 함께 있는데 이러한 배경은 무엇인가? 두 학문 간 교류와 시너지를 내고 있는가?

이스라엘한림원의 실질적 운영은 ‘과학’과 ‘인문학’ 두 부서가 나뉘어 진행된다. 과학은 자연과학과 정밀과학(Exact Sciences)을 다루며, 인문학은 역사, 문학, 종교학 등 고전적인 인문학과 경제학 및 심리학 등의 사회과학을 포괄한다. 이 두 부서는 아주 다르다고 생각할텐데 실제로도 그렇다.

개인적으로 인문학을 포함한 지식, 연구, 문화를 모두 아우르는 이스라엘한림원 같은 아카데미가 매우 생산적이라고 생각한다. 우리는 특정 문제를 탐구하기 위한 위원회를 구성하여 정부에 자문을 제공하는 경우가 많은데, 위원으로 생물학자나 컴퓨터과학자는 물론이고 윤리학이나 경제학, 사회학자, 심리학자 등이 포함된다. 이런 구성은 위원회의 역할을 더욱 풍성하게 한다. 좋은 예시로 위기 상황에 학계와 정부의 협력 문제에 대응하기 위해 구성했던 위원회가 있다.

나는 더 근본적인 차원에서 양쪽 학문 분야의 회원들이 있어 매우 보람을 느끼며, 다양한 사람들 간에 많은 토의가 이루어진다고 생각한다. 역사, 문학, 그리고 성서학 분야의 사람들이 화학자, 생물학자, 컴퓨터과학자, 수학자들과 대화를 나누는 과정에서 각 그룹의 사고의 깊이가 상호 간에 더욱 풍요로워지기도 한다.

이스라엘의 국가 기초과학 연구예산을 지원하는 ‘이스라엘과학재단(Israel Science Foundation)’이 한림원 산하에 있었고, 현재도 양 기관이 긴밀한 관계를 유지한다고 되어 있다.

어떠한 방식으로 협력하는가?

이스라엘과학재단은 설립 초기 몇 년 간 한림원 산하에서 재원을 조달하고 후원을 받았으나 현재는 완전히 독립했다. 그러나 양 기관은 매우 밀접한 관계를 유지하며 공식적으로 협력한다. 이스라엘과학재단의 과학적 운영을 총괄하는 이사회 의장은 항상 한림원 원장이 맡는다. 한림원 원장은 예산을 지원할 연구 분야를 결정하거나 연구자를 선정하지는 않지만, 재단의 운영 계획과 전략 심의를 담당하기 때문에 한림원장이 재단의 활동을 매우 잘 알 수 있다. 또 두 기관 사이에 비공식적인 양방향 자문이 이루어지기도 하며 재단은 정부가 현재 어떤 과학기술 분야를 집중적으로 지원해야 하는지에 대한 한림원의 의견을 정확하게 알고 있다. 3년마다 한림원은 이스라엘의 과학 현황과 관련 제언을 보고서로 발행하는데 이 보고서의 내용은 재단에 큰 영향을 미친다. 그리고 반대로, 재단의 과학 경영 책임자(Head of the Scientific Management)는 한림원과 원장

에게 새로운 사업에 대한 자문을 수행한다.

좋은 예시로 최근 이스라엘과학재단이 의사과학자를 대상으로 실시하는 사업이 있다. 대학이나 병원에서 의사로 근무 중인 연구자들에 대한 지원은 이스라엘한림원에서 오랫동안 중요시한 부분이다. 의사과학자들은 임상 활동을 하는 시간이 많아질수록 연구비를 조달하는 데에 어려워진다. 그리고 역으로 병원이 의사들이 연구할 수 있는 시간을 충분히 주지 않기도 한다. 그래서 이 사업은 연구를 활발히 수행하는 의사과학자들을 지원하는 것을 목적으로 한다. 이것이 이스라엘과학재단이 이스라엘과학인문한림원과 상호관계를 통해 사업을 수행한 좋은 예시이다.

‘TELEM 포럼’으로 한림원이 이스라엘 정부 및 이해당사자와 협력하여 대규모 과학기술 프로젝트를 시행한 것도 흥미롭다.

TELEM은 국가과학사회기반시설의 히브리어 약자이다. 재무

66

이스라엘은 창업국가다.

주요 비결은 특정 분야에서 특출나게 높은 수준의 연구를 수행하는 대학이 있다는 것, 그리고 군에 매우 풍부하고 전문적인 전산 및 프로그래밍 훈련 프로그램이 운영되고 있다는 것이다. 99



하렐 원장은 이론컴퓨터공학 분야의 세계적 석학이다.

부, 과학부 등 여러 정부 기관의 대표들을 포함하며, 과학 분야에서 정부의 투자 방향을 제언하는 것이 아니라 주요 국가 기반시설 프로젝트를 다룬다. TELEM 포럼의 위원장은 한림원 원장이 지명한다. 보통 한림원 회원인 경우가 많으며, 현재는 컴퓨터과학, 인공지능 분야의 전문가인 시몬 울만(Shimon Ullman) 교수가 맡고 있다. 어떤 의미로 TELEM 포럼은 이스라엘한림원 휘하에 있다고 볼 수 있다.

최근 TELEM 포럼에서 발행한 보고서 두 건은 양자과학과 인공지능에 큰 예산을 투입할 것을 제언했는데, 정부는 이것을 진지하게 받아들였다. 그 이유는 한림원이 TELEM 포럼 위원장을 지명했기 때문만이 아니라 TELEM 포럼의 위원들이 국가기반시설에 큰 예산을 투입하거나 어떻게 분배할지 결정하는 정부 기관들의 대표이기 때문이다. 이런 이유에서 TELEM 포럼의 제언은 큰 영향력을 발휘하고 정책에 반영된다.*

TELEM 포럼이 지속되어야 할 명분을 노력하여 찾을 필요가 없다. TELEM 포럼은 효율적인 조직이며 앞에서 언급했듯이 최근에만 두 개의 제언이 모두 정부에 의해 실질적으로 고려되고 있기 때문이다. 단언하기로 미래에도 TELEM 포럼은 이스라엘 국가기반시설 프로젝트 관련하여 큰 역할을 해낼 것이다.

* 나노기술 연구 및 인프라 2억 3,150만 달러, 포토닉스 5,600만 달러, 뇌 연구 2,500만 달러 등 총 수억 달러에 달하는 일련의 과학기술 프로젝트가 TELEM 포럼을 통해 시작됨

66
**이스라엘한림원은
 특정 문제를 탐구하기 위한 위원회를
 구성하여 정부에 자문을 제공하는
 경우가 많은데, 위원으로
 생물학자나 컴퓨터 과학자는 물론,
 윤리학이나 경제학, 사회학자,
 심리학자 등이 포함된다.
 이런 구성은 위원회의 역할을
 더욱 풍성하게 한다.** 99

한국과 이스라엘의 과학기술 협력 강화를 위해 양국 한림원이 어떠한 역할을 해야 한다고 생각하는가?

앞서 언급했듯, 이스라엘한림원이 과학자들의 연구를 직접 지원하지는 않지만, 국제 학술교류와 공동심포지엄을 포함한 다양한 활동은 특정 주제에 대해 관심 있는 양국 연구자들 간 연결고리를 형성하기에 아주 훌륭한 플랫폼이다. 최근 양국 과학자들의 협력 관련하여 재정 지원을 받을 가능성이 있는데, 조만간 더 많은 예산을 확보하여 교류가 보다 확대되길 기대한다. 99



제1회 한-이스라엘심포지엄에서는 양국 연사들 간 깊이 있는 발표와 토론이 진행됐다.



제6회 한국독일한림원 공동심포지엄이 지난 9월 29일부터 이틀간 '인공지능과 디지털 시대가 가져올 미래'를 주제로 개최됐다.

“한국·독일 인공지능 석학 한자리… ‘디지털 시대의 미래’ 전망 논의”

제6회 한국·독일한림원 공동심포지엄 개최

‘인공지능’ 주제 양국 전문가 14인 열띤 토론 펼쳐

교류 10주년 기념프로그램으로 사진전 등 진행

AI(Artificial Intelligence, 인공지능)로 대표되는 4차 산업혁명 시대가 성큼 다가온 가운데, ‘인더스트리 4.0’의 발원지인 독일의 전문가들과 한국 관련 분야 연구자들이 한자리에 모여 AI가 불러올 미래사회에 대해 논의하는 자리가 마련됐다.

한국과학기술한림원과 독일레오폴디나한림원(German National Academy of Sciences Leopoldina)은 9월 29일부터 30일까지 서울 더플라자에서 ‘인공지능과 디지털 시대가 가져올 미래(Artificial Intelligence and the Digital Age - Implications for the Future of Society)’를 주제로 ‘제6회

한국·독일한림원 공동심포지엄’을 개최했다.

유럽·미국 최초의 음성번역시스템 JANUS를 개발한 음성 인식 및 번역 관련 AI 기술 권위자인 알렉산더 바이벨(Alexander Waibel) 카를스루에공과대학(KIT) 교수 등 독일 연사 5인과 AI 컬링 로봇 ‘커리(Curly)’ 등을 개발한 적응형 심층 강화학습 기술 권위자 이성환 고려대학교 교수 등 한국 연사 9인이 참여하여 심도있는 발표와 논의가 진행됐다.

심포지엄 1일차에는 ‘인공지능 연구 동향(Current Trends in AI Research)’ 및 ‘데이터의 주요역할(The Crucial

Role of Data)’을 주제로 양국 연사들의 발표가 진행되었으며, 다음날에는 ‘활용에서 수용으로(From Application to Acceptance)’를 주제로 사회문화 전반에 걸쳐 AI가 불러일으킬 변화와 영향에 대해 토론했다.

한편 양국 한림원은 2012년 과학기술협력양해각서(MOU)를 체결하고 2013년부터 매년 양국을 오가며 AI, 로봇, 바이오이미징 등을 주제로 공동심포지엄을 개최해오고 있다.

COVID-19로 2년 간 연기된 학술교류가 이번 행사를 계기로 재개되었으며, 특히 올해는 교류 10주년을 맞이해 양국 대표단과 미하엘 라이펜슈툴(Michael Reiffenstuel) 주한독일대사가 참석한 가운데 기념프로그램이 마련됐다. 먼저 심포지엄에 앞서 MoU 연장 체결식이 진행됐으며, 행사장 한 켠에 그간 양국의 교류활동 사진을 전시했다.

유욱준 원장은 “독일은 기초과학 및 공학 연구와 산업기술



개발 모두 탁월한 경쟁력을 갖춘 국가로서 AI 등 4차 산업혁명의 핵심기술에서도 선도적인 위치를 차지하고 있다”며 “양국 한림원 간 긴밀한 협력을 통해 양국 연구자들 간 학술교류 활성화 및 연구협력 네트워크 형성에 기여하고자 한다”고 의의를 밝혔다. 🇩🇪



행사장 한 켠에는 양국의 교류활동 사진전이 마련됐다.

독일레오폴디나한림원은...



자연과학 및 생명과학 분야에서 전 세계 가장 오래된 한림원 중 하나로 1652년 1월, 네 명의 물리학자들이 주축이 되어 슈바인푸르트(Schweinfurt)시에 ‘자연에 대한 탐구 아카데미(Academy of the Curious as to Nature)’라는 이름으로 설립됐다.

1670년 레오폴디나한림원은 의학이나 식물학, 생리학 등과 관련한 초창기 과학 논문을 출판하기 시작했고, 1677년 신성 로마 제국의 레오폴디나 1세 황제시대에 공식적으로 인정받았다. 1878년부터는 할레(Halle)로 본부를 옮겨 현재까지 운영 중이다. 1991년 독일통일 이후 레오폴디나는 비영리단체로 승인받았으며, 2008년 독일연방한림원으로 지정되어 베를린(Berlin), 뒤셀도르프(Dusseldorf), 괴팅겐(Göttingen), 하이델베르크(Heidelberg), 라이프치히(Leipzig), 마인츠(Mainz) 및 뮌헨(Munich) 등 독일 내 8개 지역 한림원을 대표하고 있다.

레오폴디나한림원 회원은, 8개 한림원 중 한 곳의 회원인 과학자 중에서 각 전문분야별로 회원들의 직접 선출을 통해 선임하며, 현재 1,685명의 회원을 두고 있다. 그중 75%는 독일 및 독일어권 국가의 회원들이며, 25%는 그 외 30여 개국의 외국인회

원들이다. 다윈, 러더퍼드, 막스플랑크, 오스트발트, 아인슈타인, 에르틀 등 187명의 노벨상 수상자를 배출했으며, 레오폴디나한림원 회원이 되는 것은 독일 연구자들에게 최고의 영예다.

레오폴디나를 포함한 지역 한림원의 임무는 기본적으로 기초연구의 장기계획을 조정하고 학제적인 대화를 발전시키며 이를 증진시키는 것이다. 독일의 한림원은 자신의 활동분야에 대한 일반적인 문제 및 미래 문제에 대해 사회에 조언을 하며, 심포지엄 및 공적 시설에서 과학, 사회 및 경제 간 집중적인 논의에 공헌한다.

여기에 더해 레오폴디나한림원은 국가한림원으로서 다른 지역 한림원과 강한 협력을 유지하고 연합 활동을 진행한다. 정책 조언과 관련해서는 레오폴디나의 조직(leadership) 아래 상설 위원회가 설립되어 있으며 여기서 각 지역 한림원 대표 및 공학 한림원 등과 함께 일한다. 또 전세계 과학네트워크에서 독일을 대표하고 국제교류증진을 도모하거나 한국과 같은 주요국 한림원과의 긴밀한 협력 증진을 위한 활동을 수행한다.

아울러 레오폴디나한림원은 과학사적 기록물들을 소장하고 있는 도서관과 보관소를 운영하고 있으며, 각종 출판물을 제작하고, 메달과 상 등을 수여해 학자들의 연구 활동을 증진시키고 있다.



‘필즈상’ 수상 허준이 교수, 수학·과학영재 대상 특별 멘토링 ‘2022년 한림미래과학캠프’ 개최

과학영재사사 참여 고교생 등 30여 명 참여

멘토와의 만남, 실험실탐방, 연구활동 등 다양한 과학프로그램 진행



2022년 한림미래과학캠프(이하 캠프)가 지난 8월 8일부터 이틀간 KAIST에서 개최됐다. 올해 멘티 학생 30여명이 참여한 가운데 2일간 KAIST 연구현장 견학 및 분야별 연구 활동, 멘토와의 시간, 선배 멘티와의 만남 등 실질적 탐구·체험 및 소통 중심의 다양한 과학 관련 활동이 진행됐다.

특히 이번 캠프에는 한국계 수학자 최초 필즈상(Fields Medal) 수상자 허준이 프린스턴대학교·고등과학원 교수가 특별 멘토링을 진행하며 관심을 모았다. 특별멘토링에는 올해 국제수학올림피아드 국가 종합 2위를 달성한 한국대표단 학생 6명이 함께 참여했다.

캠프는 한림원이 지난 2008년부터 시행하고 있는 청소년과학영재사사 프로그램의 일환이다. 청소년과학영재사사는 과학기술에 관심이 많고 잠재력이 탁월한 고등학생들을 선발, 한림원 석학과의 5개월 1:1 사사 기회를 제공함으로써 희망 과학기술분야에 대한 학문적 탐구능력을 배양시키고 자기 동기화된 우수 인재로 양성하는 것이 목적이다.

유욱준 한림원장은 “과학자를 꿈꾸는 청소년들이 역할모델과 직접 만나 대화하는 것은 자신의 꿈을 찾고 실현하는 데 매우 효과적인 동기부여 방법”이라며 “지난해 한국 최초 미국물리학회 회장으로 선출된 김영기 시카고대학교 교수에 이어 올해는 허준이 교수와의 특별 멘토링을 마련함으로써 학생들이 한국 과학자의 높은 위상과 잠재력을 실감하고 보다 큰 꿈을 꾸길 바란다”고 밝혔다.



한국계 수학자 최초 필즈상
수상자 허준이 교수의 특별 멘토링

“하루하루 충실한 삶이 회의적인 생각을 없애는 데 도움이 될 수 있다” 조언

행사 첫날에는 허준이 교수가 멘토로 참석해 ‘필즈상 수상자와의 대화’를 주제로 90분간 특별 멘토링을 진행했다. 허 교수는 대수기하학을 이용한 조합론 분야에서 다수의 난제를 해결하며 대수기하학의 새 지평을 연 공로를 인정받아 2022년 세계수학자대회에서 필즈상을 수상했다.

이번 대답에서 허 교수는 수학자의 삶과 연구의 즐거움, 진로, 미래 등 학생들의 자유 질문에 진솔하게 답변하고 대화하는 시간을 가졌다.

허 교수는 멘토링 내내 학생들이 부담을 내려놓고 스스로가 재미있는 방향으로 공부하길 바란다는 마음을 내비쳤다. 그는 한 학생이 자신이 가고 있는 방향에 대한 두려움과 회의감을 극복하는 방법을 묻자 “나는 아주 크고 거창하고 장기적인 목표를 세우기보다는 하루하루 충실한 삶을 살고, 현재 내가 재미있는 주제나 눈앞에 있는 문제를 해결하려고 노력한다”며 “누구에게나 회의감은 있지만, 내 경우엔 일상 습관(routine)을 지키며 하루를 충실히 보내는 것이 도움이 된다”고 답변했다. 그는 하루를 어떻게 보내는지도 편안하게 소개했다. 그에 따르면 새벽 3시에 일어나 조깅과 명상을 하고, 아이들이 깨면 유치원 등교를 돕는다. 9시부터 3~4시간 온전히 연구에 집중하고, 점심 후에는 잠깐 낮잠을 잔다. 오후에는 수많은 이메일에 답장하고, 수업 등 학교 일을 하고 저녁에는 가족들과 시간을 보낸다.

수학 분야 연구원이 되는 데 필요한 준비와 경험, 마음가짐이 무엇인지에 대한 질문에는 ‘열정을 유지하는 것’이 중요하다고 답했다. 허 교수는 “한정된 자리와 기회에서 경쟁을 뚫고 자신이 원하는 직업을 갖는 것은 굉장히 어렵고, 또 운도 필요한 일”이라고 전제한 후 “다만 중간 정도의 나이까지 커리어를 쌓은 사람으로서 돌아보면, 그 일에 대한 열정과 얼마나 내가 그 일을 하고 싶은지에 대한 마음을 오랫동안 잘 유지하는 사람이 결국 끝까지 수학연구를 하고 기회를 잡을 확률이 높은 것 같다”고 말했다.



미래 한국 수학을 책임질 꿈나무들이 한자리에 모인 만큼 수학자들이 어떻게 연구를 하고, 그 연구 내용이 어떻게 현실에 적용되는지를 묻는 질문도 많았다. 수학자들은 어떻게 협업을 하는지 묻는 질문에 허 교수는 “수학 분야 연구자들은 비교적 늦게 함께 연구하는 방법을 터득했지만 최근 협업이 중요해지고 있다”며 “내 논문들을 살펴보면 많은 사람들과 함께 아이디어를 나누는 과정에서 해결한 문제들이 많은데, 강연을 듣거나 다른 사람과의 대화와 토론을 통해 아이디어를 얻는 것이 대부분인 것 같다”고 설명했다. 허 교수가 해결한 리드추축이 빅데이터의 고속연산 등 현재의 과학과 의학에 어떠한 방식으로 적용되는지에 대한 질문에는 “순수하게 수학적 난제들과 공금증에 대해 연구할 뿐이지, 그것을 어떻게 활용하는가를 염두에 두지 않아서 알 수 없다”고 답했다.

마지막으로 친구들에게 수학의 매력을 알려서 함께 수학을 즐길 수 있으면 좋겠지만 잘 안 된다는 학생에게 허 교수는 웃으며 “(친구들에게 수학의 매력을 알리는 것은) 앞으로도 잘 안 될 것이다. 그런데 그것을 위해 그렇게 노력하지 않아도 된다”고 답했다. 이어 그는 “세상에는 정말 많은 사람들이 살고 있고, 수학을 좋아하는 사람도 아주 많다”며 “수학을 계속하다 보면 학생만큼 수학을 좋아하는, 아주 다양한 배경을 가진, 여러 곳에서 온, 아주 많은 사람들을 만날 수 있을 것”이라고 조언했다.



참석자 100% 만족한 2022년 한림미래과학캠프 학생들 “진로 성취를 위한 원동력 얻은 캠프였다” 소감

이번 캠프에 참여한 학생들은 동기 부여를 위해 마련된 다양한 프로그램에 만족감을 드러냈다. 캠프 후 참석한 학생들을 대상으로 진행한 만족도 조사(응답자 21명)에서 학생들은 ‘만족했다’(6명, 28.6%), ‘아주 만족했다’(15명, 71.4%)를 선택하며 100% 만족도를 나타냈다. 학생들의 소감을 정리해 소개한다. < >

“좋은 연구자가 되기 위해 무엇이 필요한지 알 수 있었던 자리였습니다. 다양한 투어 및 체험들이 제게는 유익하고 보람찼습니다. 무엇보다 전국에서 온 학생들과 함께 캠프를 즐기며 소통하는 것이 행복했습니다. 제 인생에서 가장 행복한 캠프 중 하나로 기억될 것 같습니다.”

“허준이 교수님과 만남 등 여러 준비된 프로그램을 통해 학문적으로 많은 지식을 얻을 수 있었습니다. 또한, 비슷한 분야를 희망하는 여러 친구들을 만나 소통하면서 많은 것을 배울 수 있었습니다. 너무나 좋은 경험이었고, 가능하다면 이러한 활동을 더 많이 할 수 있는 기회가 많아지길 바라는 마음입니다.”

“과학 분야에 흥미 있어 하든 또래 친구들과 각자의 흥미 분야에 대한 대화를 자유롭게 할 수 있는 기회가 된 것 같아 좋았습니다. 평소 학교 친구들과는 하지 못했던 이야기를 마음껏 할 수 있었던 자리였습니다.”

“해당 프로그램을 통해 앞으로의 진로 성취를 위한 원동력을 얻을 수 있었습니다. 많은 지식과 경험을 쌓을 수 있도록 도와주셔서 진심으로 감사하다는 말씀을 전하고 싶습니다.”



한림원 석학들에게 묻다... “연구 인생의 ‘결정적 순간’은 언제였습니까?”

한림원 신규사업 ‘석학 커리어 디지전스’ 강연프로그램 시작

심상준 고려대 교수 시작으로 회원 7인 강연자 참여



이영백 푸단대학교 석좌교수가 ‘석학 커리어 디지전스’ 강연을 진행하고 있다.

한국과학기술한림원이 새로운 사업으로 ‘석학 커리어 디지전스’ 프로그램을 시작했다. 석학 커리어 디지전스는 최우수 과학자들이 연구 인생의 갈림길에 섰던 순간과 그 결정(Career Decisions) 과정, 그리고 성공과 실패의 경험에서 얻은 노하우를 동료 연구자 및 미래 인재들에게 공유하는 강연프로그램이다.

올해는 시범사업으로 총 7회의 강연이 진행된다. 첫 강연은 9월 28일, 심상준 고려대학교 교수가 참여했으며, 이어 10월에 이영백 중국 푸단대학교 석좌교수, 김일두 KAIST 교수, 이원준 고려대학교 교수 등이 강연자로 나서 인생의 중요한 순간에 대해 전했다. 12월에는 주태하 POSTECH 교수(12.7.(수)), 박규환 고려대학교 교수(12.14.(수)), 장윤석 UNIST 교수(12.21.(수))의 강연이 개최될 예정이다.

매 강연에는 연사들이 과학기술 석학으로서 성공하기까지 여정을 함께 해준 가족과 동료, 제자들을 특별 초청 중이다. 연구내용 발표가 아닌 인생 경험을 허심탄회하게 전달함으로써 강연자와 참석자 모두에게 새로운 경험을 선사하고 있다. 특히 강연 직전 참석자 모두가 일어서서 연사에게 열렬한 박수

(ovation)를 보내는 전통을 만들어가고 있다. 첫 강연자인 심상준 교수의 제자 성영준 숙명여자대학교 교수는 “평소 연구에 대한 대화만 주로 했지 개인사에 대한 말씀은 거의 없었어서 강연에서 처음 듣는 이야기들이 많았다”며 “새로운 것을 찾아 이직하고 계속 도전하신 부분이 매우 인상적이었고 커리어를 쌓으면서 어떠한 생각을 하셨는지 들으면서 앞으로 인간적으로 가까워질 계기가 될 것 같다”고 소감을 밝혔다.

석학 커리어 디지전스 강연은 한림원 홈페이지에서 누구나 참가 신청을 할 수 있다. 한림원은 내년부터 점차 정책 제안서 집필과 동영상·웹툰 등 다양한 과학문화 콘텐츠 제작 등으로 사업을 확대할 계획이다.

유옥준 원장은 “최고의 연구성과 뒤에는 잘 알려지지 않은 수많은 선택과 실패의 경험이 있는데 여기서 얻은 노하우를 폭넓게 공유함으로써 건강한 연구문화와 창의적 연구개발생태계 조성에 일조하고자 한다”며 “이번 사업이 젊은 과학자들과 대학(원)생, 미래 인재들의 동기 부여와 현명한 결정을 돕고, 나아가 정책입안자와 과학행정가들에게도 유용한 정보를 제공할 수 있기를 기대한다”고 밝혔다.

석학 커리어 디시전스 강연 요약보기

심상준 고려대학교 교수(9.28.)



“제 이력서에 쓰인 성공들은 인생에서 극히 일부분입니다. 실제로 커다란 성공은 별로 없고, 실패와 좌절의 연속이며 매일매일 크고 작은 실패를 하지요. 그런데 이런 것들이 저희들의(과학자의) 삶이라고 생각합니다.”

첫 연사로 나선 심상준 교수는 금속 나노입자 및 나노바이오센서 권위자다. 심 교수는 강연에서 ‘자기 혁신, 준비된 우연 그리고 아버지의 유산’을 주제로 우수한 연구성과를 이루기까지 마주한 여러 난관과 이를 극복한 비결, 연구철학 등을 허심탄화하게 나누었다.

심 교수는 학문 인생에서 내린 중요한 결정으로, 90년대 후반 한국으로 귀국하면서 당시 연구 환경이 우수했던 KIST(한국과학기술연구원)에 자리를 잡은 것, 1997년부터 국내에서는 거의 처음으로 이산화탄소 저감을 위한 미세조류 연구를 시작한 것, 2002년 출연연에서 대학으로 이직한 것 등을 꼽았다.

그는 “인생의 많은 결정들은 모두 연구를 잘하기 위한 것”이었다며 “2000년대 초반 BK21사업으로 우수 연구 인력이 대학교로 이동하기 시작했기에 대형화된 실증연구에 도전하기 위해 학교로 옮겼고, 이후 익숙한 환경에서 벗어나 연구하기 위해 고려대학교로 자리를 옮겨 고대안암병원과 함께 치매 진단기술을 연구하는 등 새로운 도전을 하고 있다”고 설명했다.

그는 여러 결정을 통해 얻은 교훈으로 ‘연구의 본질을 고민하라’, ‘우연한 성공을 준비하고 잡아라’, ‘확신이 있다면 물러서지 말고 맞서라’, ‘고마운 사람들이 있음을 기억하라’ 등을 소개했다.

이영백 푸단대학교 석좌교수(10.5.)



“우리의 마음엔 늘 결핍이 있어. 우리는 틀을 맞추듯 어느 날 마침내 결핍을 다 채우는 데 성공하는 게 아니야. 바람과 파도에 깎여 나간 부분을 매번 손질하듯 계속해서 결핍을 채우며 살아가야 해.”

- 이영백 교수의 소설 중

‘투명망토’ 연구자로 널리 알려진 이영백 중국푸단대학교 석좌교수(한양대학교 명예교수)는 ‘공학에서 물리학으로, 다시 상품화 연구로, 그리고 문학과 함께’라는 제목으로 현재에 안주하지 않고 끊임없이 도전해온 삶의 이야기와 주요 결정에 대해 강연했다.

이영백 교수의 주요 결정 세 가지는 공학에서 물리학으로 학문 분야를 변경한 것, 자연과학 연구자로서 상품화 연구에 참여한 것, 그리고 물리학자로서 소설이라는 문학 분야에 도전한 것이었다.

그는 “어릴 때부터 물리학과 글쓰기를 좋아했지만 공과대학으로 진학하며 상당히 적응하기 어려운 시간을 보냈다”며 “국방과 학연구소(ADD)에서 국방의 의무를 마친 후 미국으로 유학을 떠났는데 그제야 물리학 공부를 할 수 있었고 좋아하는 분야를 하니 까 성과가 훨씬 좋아서 여러 기회가 열렸다”고 회고했다.

이어 그는 한양대학교 부임 후 우수연구센터(SRC)를 유치하여 메타물질 연구를 시작하고 우수한 인재를 확보하기 위해 해외교류를 확대한 경험을 소개했다.

김일두 KAIST 교수(10.18.)



“인생을 저글링이라고 상상해 보자. 각각의 공을 일, 가족, 건강, 친구, 나라고 보면, 일이라는 공은 고무공이어서 떨어뜨리더라도 바로 튀어 오르지만, 다른 공은 유리로 되어 있어 떨어뜨리면 금히고 깨져 전과 같이 될 수 없을 것이다.’ 더글라스 대프트 코카콜라 前 회장이 한 말입니다. 연구, 교육, 창업 등 많은 일들을 열정적으로 하고 있지만, 이 말을 새기고 일과 일상의 균형을 잃지 않으려고 노력 중입니다.”

세 번째 강연자는 나노섬유 소재를 활용한 센서 연구 선도자로 널리 알려져 있으며 코로나19로 마스크 사용이 증가했을 때 ‘재사용 마스크’로 주목을 받은 김일두 교수였다. 김 교수는 ‘기술혁신이 세상을 바꾼다-선택의 기로에서 결정적 기준’을 주제로 “10년에 한 번 인생을 변화시킬 기회가 온다”며 선택의 기로에 섰던 순간들이 어떻게 연결되어 성과를 누적할 수 있었는지에 대해 청중들과 경험을 나누었다.

김일두 교수는 중요한 순간으로 한양대 무기재료공학과를 선택한 것, 스펀메일함에서 MIT의 Harry Tuller 교수의 연구실 합격 통지서를 뒤늦게 발견하여 박사후연구원으로 연수하게 된 것, 귀국 후 KIST에서 연구를 한 것, 이후 KAIST에 부임한 것 등을 꼽은 후 이러한 결정들이 현재 KAIST에서 우수한 연구성과를 내는 것으로 이어질 수 있었다고 밝혔다.

또 공학자이자 교수로서 연구개발 외에도 사회에 기여하기 위해 창업에 도전한 이야기와 학생들과 함께 기부하는 문화를 소개했다.

이원준 고려대학교 교수(10.24.)



“과학기술에도 패션처럼 유행이 있고, 또 유행이 반복되는 ‘30년의 법칙’이 적용되기도 합니다. 영원한 것은 없으니 유행을 따라가지 말고 정말로 하고 싶은 것을 해야 합니다.”

무선네트워크 최적화 알고리즘 전문가인 이원준 교수가 석학 커리어 디시전스의 네 번째 강연자로 참여했다. 이 교수는 ‘컴퓨터 공학/네트워크통신과의 우연한 만남, 시절인연(時節因緣)을 증명한 30년’이란 주제로 자신의 진로와 전공, 연구 분야 선택에서 어떠한 것들을 고려했는지를 중심으로 강연했다.

이원준 교수는 가장 중요한 선택의 순간으로 중학교 3학년에 재학 중이던 시절 고등학교로 진학하는 순간 이과를 선택한 것, 대학교 원서 접수 하루 전 날에 이미 계획했던 산업공학과가 아닌 전자계산기공학과를 지원한 것, 박사과정 진학을 위해 가장 각광받던 멀티미디어를 선택하게 된 것, 남들이 연구할 것이 많지 않다고 여긴 RFID 분야를 꾸준히 연구한 것 등을 꼽았다. 원하는 연구를 한 결과 현재는 RF 무선 보안 분야를 연구하며 본인만의 연구 분야를 확립할 수 있게 되었다.

이원준 교수는 네 번의 선택의 순간을 거치면서 깨달은 네 가지를 전했다. 첫 번째는 실패를 두려워하지 말고 반드시 다시 일어서는 것, 두 번째는 영원한 것은 없기 때문에 유행을 따라가지 말고 정말로 하고 싶은 것을 하라는 것, 세 번째는 좋은 스승, 동료, 제자를 찾아야 한다는 것이다. 이어 마지막으로 주향불파항자심(酒香不怕巷子深, 술 향은 골목이 깊은 걸 두려워하지 않는다)을 인용하며 뛰어난 자는 겸손해도 모두가 알아보기 때문에 항상 겸손해야 한다는 본인의 결심을 소개했다.



‘바이러스 연구의 대가’ 이호왕 과학기술유공자 대전현충원 안장

현저한 공헌을 인정받아 안장된 다섯 번째 과학기술인

“부모들이 아이들에게 어려서부터 큰 야심을 가지라고 말해주었으면 좋겠어요. ‘언젠가 내가 국가와 사회를 위해서 훌륭한 일을 하는 사람이 되겠다’는 야심 말이지요. 만일에 좀 더 커서 과학기술을 택하고 연구하는 사람이 되면, 생각을 아주 많이 하라고 조언하고 싶어요. 또 생각하고 또 생각하고, 기차를 타든 자동차를 타든 자기가 하는 일을 생각하는 습관을 갖게 되면 성공하는 길이 빨라집니다. 그리고 엄청난 노력을 하면 반드시 귀인이 나타납니다. 제 인생은 그랬어요. 돌아보니 무언가를 선택하지는 못했지만 늘 선택을 받았던 것 같습니다.”

- 한국과학기술한림원과의 2015년 인터뷰 중

병원체 발견에서 진단법, 백신까지 개발한 세계 최초의 과학자

지난 7월 5일 향년 94세를 일기로 별세한 이호왕 유공자는 에이즈, 말라리아와 함께 세계 3대 전염성 질환으로 알려진 유행성출혈열의 병원체인 한탄바이러스와 서울바이러스를 세계 최초로 발견하는 업적을 세웠다. 그가 발견한 바이러스는 한국인이 발견한 최초의 바이러스로, 이에 대한 연구 업적은 세계적으로 인정돼 현재 모든 의학 및 생물학 교과서에 수록돼 있다. 이후에도 그는 연구를 지속하며 1989년 유행성출혈열 진단법과 1990년 예방백신(한타박스)을 세계 최초로 개발해 치사율 7%인 이 병을 신속하게 진단하고 예방하는 길을 열어 수많은 생명을 구했다. 과학기술정보통신부는 그의 업적을 인정해 2002년 과학기술훈장 창조장(1등급)을 수훈하고, 2017년에는 초대 과학기술유공자로 지정했다.

국가보훈처는 이호왕 유공자를 ‘국립묘지 안장대상심의위원회’를 거쳐 국립묘지 안장 대상으로 결정, 유가족과 협의를 거쳐 고인의 유해를 국립대전현충원 국가·사회공헌자 묘역에 모셨다.



공로를 인정받아 국립현충원 안장된 과학기술인 5인

과학기술인이 국립묘지에 안장되기 위해선 의사상자나 국가사회공헌자로 인정받아야 한다. 국립묘지법에 따라 국가사회공헌자는 상훈법 규정에 의한 국민훈장 등을 받은 사람으로 국위를 선양하거나 국민적 추앙이 되는 인물이어야 한다. 또 국가 또는 사회에 현저하게 공헌한 사람으로 안장대상심의위원회에서 안장대상으로 심의·결정된 사람만 가능하다.

현재까지 과학기술인이 국립묘지에 안장된 건은 10여 건이다. 국방과학연구소 화재로 사망한 연구원과 남극세종기지에서 순직한 연구원은 의사상자로서 안장이 결정됐고, 과학기술 발전의 공로를 인정받아 국립현충원에 안장된 과학기술인들은 이번 이호왕 유공자를 포함하여 총 5인이다.

세계적 화학자故 이태규 KAIST 명예교수(1902~1992)가 한국 화학의 초석을 다진 공로를 인정받아 과학자로는 처음으로 국립서울현충원에 안장됐고, 이어 초대 과학기술처 장관으로 대덕연구단지 조성에 기여하는 등 한국 과학기술 개발 토대를 다진故 최형섭(1920~2004) KIST 초대 소장, 우리나라 첫 인공위성인 우리별 위성 발사에 성공하고 통신산업 발전을 이끈故 최순달 KAIST 명예교수(1931~2014), 한국 원자력기술 자립을 이룬 원자력계의 대부故한필순 한국원자력연구소 소장(1933~2015)이 국립대전현충원에 안장됐다.

세계 유수 연구기관의 러브콜을 마다하고 한국에 머물며 평생 우리나라 연구 발전에 매진해온 이호왕 유공자는 2015년 한림원과의 인터뷰 중 학술원 회장 후보 경쟁자였던 최형섭 소장과의 일화를 이야기하면서 “최형섭 소장의 국립현충원 안장은 근래 들어 가장 기쁜 소식”이라며 “(내가) 노벨상보다 바라는 것은 현충원”이라고 희망을 남긴 바 있다.

실제로 과학기술계를 중심으로 국가 발전에 크게 공헌한 과학기술인의 예우를 위해 국립묘지 안장의 필요성이 지속적으로 제기되고 있다. ‘과학기술유공자 예우 및 지원에 관한 법률’ 제정 시에도 관련 조항을 포함하기 위한 노력이 있었으나 부처 간 협의과정에서 최종 반영되지 못했다. 단기적 보상보다 국가적 인정과 예우가 과학기술인 사기 진작에 더 효과적이라는 의견이 다수인 만큼 관련 제도가 마련될지 과학기술계의 관심이 높다. ❷

불운도 행운으로 가난도 특권으로 40년 연구 인생을 신나게 살았다



표면 과학 분야와 나노 바이오 이미징 기술 분야 권위자

문대원 DGIST 기초학부 및
뉴바이올로지 전공 석좌교수

문대원 DGIST 기초학부 및 뉴바이올로지전공 석좌교수는 외국 장비를 도입하여 선진국을 따라가는 과학기술연구에서 벗어나 우리나라도 첨단 분석 기기를 제작하여 새로운 연구를 할 수 있다는 가능성을 증명한 연구자다. 국내 최초로 1980년대 초고진공 챔버 하나 없던 열악한 환경에서 전 세계적으로도 최첨단 장비인 '중에너지 이온산란 표면분석기(Medium Energy Ion Scattering, 이하 MEIS)'를 자체 제작했다. 여기에 그치지 않고 전 세계 권위자들이 모두 불가능하다고 했던 TOF(time-of-flight)-MEIS를 개발해내는 기염을 토했다.

자신의 인생 분석장비라 자부하는 MEIS를 통해 과학자라면 누구나 도달하고 싶어하는 세계 최고, 최초의 기록을 달성했지만 순탄한 길은 아니었다. 부족한 연구비를 아끼려다 발생한 화재사고로 실험실과 장비가 전소되며 감봉 징계를 받기도 했고, 기술 배우려 찾아가던 해외연구소에서 그를 복도에 세워두고 시험해도 곳곳하게 답변하며 들고 간 100개의 질문에 답을 모두 얻어오기도 했다. 휴일도 밤낮도 없이 연구하느라 건강상의 위기도 여러 차례 있었지만 살아남았고 자기 입학식 졸업식에 한 번도 오지 않았다고 딸아이에게 항의받기도 했다.

그럼에도 불구하고 그는 누구보다 환한 미소로 확신에 찬 말을 전한다.

“불운도 행운 삼아, 가난도 특권 삼아 이겨내면 불가능도 가능성으로 바뀔 수 있습니다. 40년을 제 능력의 100% 이상을 발휘하며 하고 싶은 연구를 원 없이 했으니 얼마나 즐겁고 행복한 인생입니까! 다시 태어나도 똑같은 길을 걸을 것입니다.”

10년 전, 한국표준과학연구원(이하 표준연)에서 DGIST로 자리를 옮겼던 그는 최근 은퇴를 앞두고 한평생 연구해온 이온빔을 이용한 표면나노분석 기술이 바이오와 생물학은 물론 배터리, 촉매 등 우리 사회 핵심 분야에서 쓰임을 다 할 수 있도록 갈무리 중이었다. 9월 마지막 날이라고는 믿기 어려운 여름 날씨의 가을, 대구에서 그의 연구 이야기를 들었다.

40년 동안 참 행복하게 연구했다니 천생 과학자이십니다. 어떻게 과학자가 되셨나요?

넉넉하지 않은 집안 형편에 막연히 '크면 공대 나와 취직해야지'라고 생각했지요. 그런데 중학교 2학년 때 담임선생님이 교무실로 부르시더니 대뜸 “미국에 100불만 들고 가면 유학 공부를 할 수 있단다”라고 말씀하시는 거예요. 그때 처음 취업이 아닌 학문의 길이 있다는 걸 알게 됐고, 그 말씀이 계속 마음에 남았던 것 같습니다. 그래서인지 대입 원서를 쓸 때 선생님은 원하는 어떤 대학에도 지원할 수 있다고 했지만 저는 공부를 많이 한다는 화학과를 선택했어요. 사실 가장 좋아한 건 물리학이었지만 취직 생각도 아예 안 할 수는 없어서였던 것 같아요. 화학을 선택한 결과, 40년 동안 즐겁게 다양한 나노바이오 표면과학 연구를 했으니, 지금 생각해도 참 잘한 선택이었던 것 같습니다.

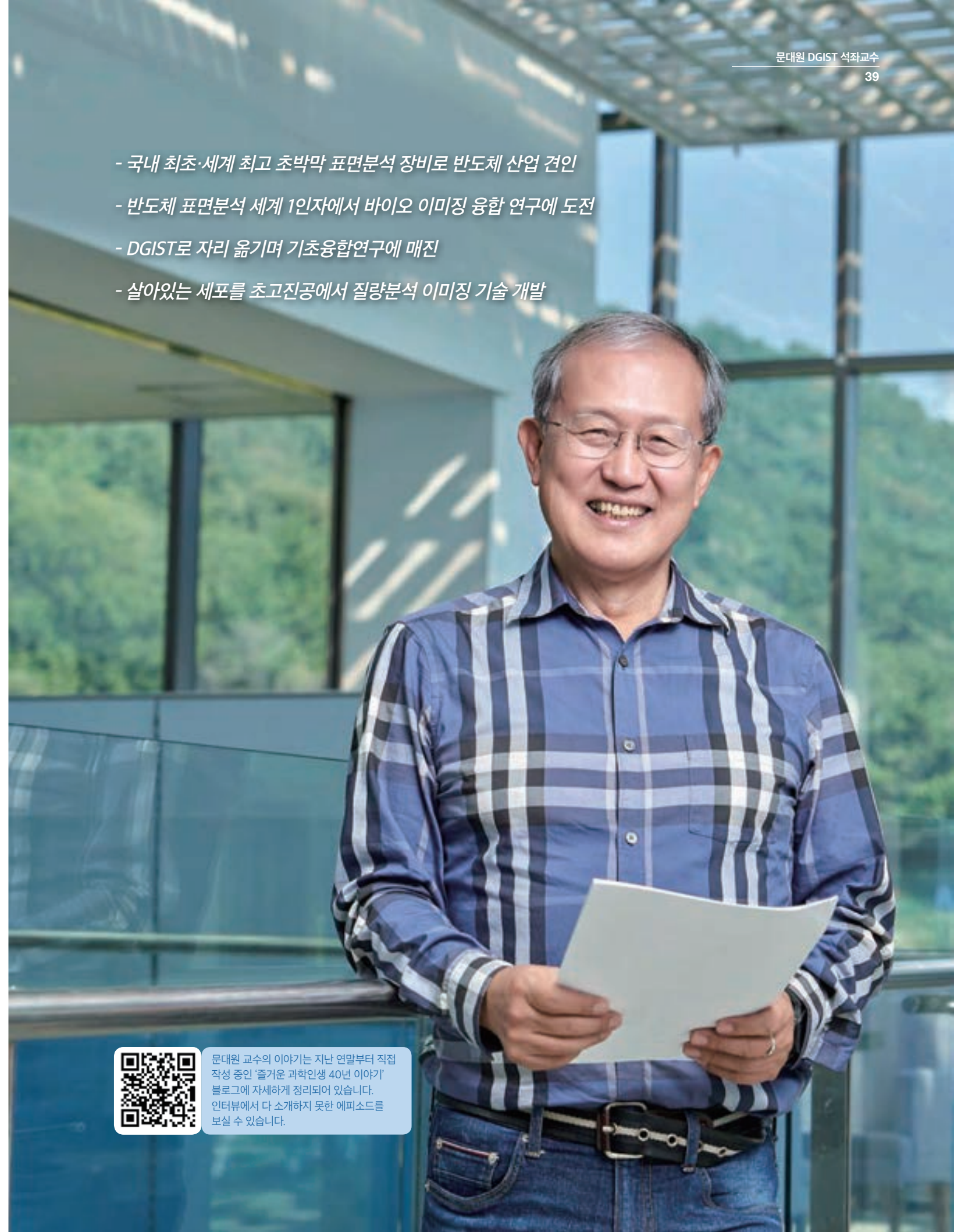
첫 직장 표준연에서 30년을 연구하셨습니다.

1977년 한국과학원(현 KAIST) 석사 졸업 후 병역특례로 3년 간 표준연에서 근무하며 당시 막 떠오르는 분야였던 '표면과학'에 눈을 뗐어요. 미국 유학을 마친 후 1985년 귀국할 때 다른 선택지도 있었지만 연구를 잘하기 위해 표준연으로 돌아왔죠. 기초 기반 연구를 하는 좋은 분위기의 연구소라는 것도 알고 있었고, 무엇보다 표면분석 연구는 고가의 장비를 필요로 하는데 당시만 해도 대학은 연구 시설과 예산이 열악했어요. 그때만 해도 꿈도 꾸기 힘든 15만 불짜리 장비를 사준다는 말에 더 고민할 필요가 없었죠.

- 국내 최초·세계 최고 초박막 표면분석 장비로 반도체 산업 견인
- 반도체 표면분석 세계 1인자에서 바이오 이미징 융합 연구에 도전
- DGIST로 자리 옮기며 기초융합연구에 매진
- 살아있는 세포를 초고진공에서 질량분석 이미징 기술 개발



문대원 교수의 이야기는 지난 연말부터 직접 작성 중인 '즐거운 과학인생 40년 이야기' 블로그에 자세하게 정리되어 있습니다. 인터뷰에서 다 소개하지 못한 에피소드를 보실 수 있습니다.





분석장비를 만드느라 88서울올림픽 경기를 한 게임도 시청하지 못하고, 점심시간을 아끼느라 도시락을 갖고 다녔던 이야기 등 교수님의 연구 열정을 나타내는 에피소드가 많습니다.

아닌 게 아니라 제가 대한민국 혼밥의 선구자예요. 연구소 식당에서 5~10분 줄 서서 기다리는 시간이 아까웠어요. 도시락은 그럴 필요가 없죠. 저에게 연구가 중요하니 혼자만의 시간을 많이 갖기 위해 왕따를 자처하고 살았습니다. 88올림픽 땀 이온가속기의 이온원을 설치하고 성능 평가를 하느라 생중계를 볼 틈이 없었어요. 1988년 이온가속기의 첫 시운전에서 파란 가속 이온빔이 연필심 같은 모습을 드러냈던 순간은 지금도 가슴 떨리게 기억에 남아있습니다.

진공 챔버도 없던 1980년대 이온가속기 제작에 성공한 일화가 유명합니다.

어려움이 정말 많았지만 도와주는 분도 많았죠. 새벽 1시에 장비가 고장 나면, 서울 구로에서 새벽 3시에 수리하러 와준 젊은 사장도 있었고, 연구 과제 심사에서 해당 분과의 연구비를 모두 몰아준 故 김호길 포항공대 학장님께 큰 은혜를 입었죠. 덴마크의 장비회사는 가난한 나라에서 온 연구자라 그랬는지 일주일 개인 자문코스를 마련해주고 정보를 가감 없이 공유해줬어요.

하지만 연구비는 늘 부족했어요. 연구 3년 차에 들어서는 고전류 이온가속기 제작에 필요한 냉각 절연액으로 비싼 초고

순도 물을 사용하지 못해 절연유를 사용했고, 이온원 진공을 유지하는 진공펌프도 비용 절감을 위해 히터를 쓰는 오일 확산 펌프를 사용했어요. 그러다 보니 작동 중 절연유가 펌프의 히터 부분으로 스며들며 그동안 제작했던 장비와 실험실이 모두 불타는 사고가 났어요. 새카맣게 탄 실험실을 청소하는 데만 꼬박 한 달이 걸릴 만큼 큰 화재였죠. 화재 현장을 겨우 정리한 어느 날, 집에서 자다가 한밤중에 갑자기 울음이 쏟아져 나와 펄펄 운 기억이 나요. 당시 사고로 3개월간 감봉과 경위서 제출 징계도 받았고요.

그런데 사고가 전화위복이 되어 100% 화재보험금이 지급되었어요. 금속 재료로 만든 부품들은 검댕을 제거했더니 성능은 그대로라 사용 가능했고요. 운이 따랐죠. 덕분에 남은 보험료로 비싼 절연 초순수 제작 장비와 대용량 터보 펌프를 구매해 화재 위험 없는 이온가속기 장비를 완성할 수 있었습니다. 본의 아니게 보험 사기를 친 셈이죠. (웃음)

많은 연구성과 중 세계 최고 성능의 MEIS를 만든 일을 가장 보람된 연구로 꼽으셨어요.

MEIS는 우리나라에서 제작된 최초의 나노분석 장비이자 지금도 제 연구의 기반이 되는 장비입니다. 반도체 산업 발전에 따라 원자 두께의 초박막 표면 분석기술로 MEIS가 반드시 필요한데 당시 MEIS 한 대 가격이 250만 불에 달했어요. 그래서 직접 제작에 도전했어요. 핵심부품 3개는 이 장비를 최초로 상용화한 네덜란드 HVEE사에서 구입했지만, 그래도 준비 과정에서 이해가 안되는 질문 100개 정도를 메모해 MEIS를 개발한 네덜란드 분자물리연구소의 Van der Veen 교수에게 가서 모두 물어봤어요. 처음에는 복도에 서서 제작 계획을 설명하라고 해서 당황스러웠는데, 답변을 듣고 나더니 성공 가능성이 있다고 웃으며 들어오라고 하더군요. 한국전쟁으로만 기억되는 가난한 먼 나라에서 온 과학자라 생각해서 그랬는지, 경계심 없이 핵심 내용을 모두 알려줬어요. 나머지는 국산 개발을 했는데, 평행 이온빔을 만드는 이온 렌즈를 살 돈도 없고 만들 기술로 없어 중고등학교 자연 교과서에도 나오는 바늘구멍 두 개를 뚫어 사용했어요. 뜻밖에도 기존 MEIS보다 훨씬 우수한 성능이 나와 당시 핵심 연구 주제였던 실리콘 산화막 계면 응

력을 최초로 측정할 수 있었고 국내외 산업체와 협력 연구를 많이 수행했습니다.

이후 산업현장에서 실제 반도체 소자 분석이 가능한 TOF-MEIS를 개발하겠다고 나서자 이온빔 분석의 대부인 벨 연구소의 L. Feldman 박사가 불가능하다며 만류했어요. L. Feldman 박사의 말은 이해되었지만 그래도 그 한계를 보고 싶었습니다. 당대에 없는 새로운 기술이 나올 때까지 오랜 시간을 버티며 결국 성공했고, Feldman 박사의 축하를 받았던 것이 기억납니다.

표면분석에서 일가를 이루시고는, 돌연 바이오이미징융합연구로 전향한 까닭은 무엇인가요?

반도체 기술의 핵심인 나노 미터 실리콘 산화막은 전 세계에서 제일 잘 분석한다고 자부하며 일했습니다. 그런데 MEIS 관련 정부과제 평가 발표를 하는데 심사위원 중 한 분이 “그렇게 반도체 산업에 큰 기여를 했다면 산업체에서 연구비를 지원받는 것이 타당할 텐데, 왜 국민 세금으로 연구하느냐?”라고 지적을 했어요. 충격이었죠. 곰곰이 생각하니 첨단 산업을 지원하는 것만으로는 국가 연구비 사용의 타당성을 얻기 어려울 만큼 우리나라가 선진국이 이미 되었다고 생각했습니다. 그러면 앞으로 내가 사회에 기여할 수 있는 연구가 무엇인지 고민했어요. 지금까지 반도체 표면을 원자 수준으로 보던 나노표면 분석기술을 바이오 이미징에 접목해 분자 수준으로 세포와 생체조직을 보면, 생명현상을 새롭게 이해하거나 질병을 극복하는 데 도움이 되리라 기대했습니다.

반도체 표면분석과 바이오 이미징의 학문 체계가 달라 시작에 어려움이 많진 않으셨나요?

처음 석 달은 혼자 새벽에 세포생물학 책을 읽었고, 연구 주제가 정해지면 관련 분야 리뷰 논문을 말 그대로 걸레가 될 때까지 보면서 기본지식과 용어를 익혔어요. 그리고 내가 바이오 분야에 어떻게 새로운 기여할 수 있을지 찾기 위해 의사, 생물학자, 약학자 등 20여 명의 바이오 분야 전문가를 방문하거나 초청해 세미나와 무제한 토의를 깊이 했죠. 많은 토의 끝에 ‘비형광으로 살아있는 세포와 조직을 여러 분자에 대하여 나노 수준으로 이미징하는 기술 개발’을 앞

으로 할 일로 결정하고 10년의 연구계획을 마련했습니다. 초기에는 심한 반대와 멸시를 받았어요. 겨우 예산 신청을 했지만 연구비 심사 때 위원으로 참여한 생물학 전문가들의 십사 포화 공격을 3시간 넘게 받기도 했고요. 그런데 제 별명이 ‘초공정’이거든요. 결국 그 분들을 설득했고 심혈관 동맥경화 이미징 연구에서 좋은 결과를 많이 낼 수 있었어요.

대학의 러브콜을 마다하고 표준연을 지키셨는데 DGIST로 옮기신 계기는 무엇이었나요?

DGIST에서 융합연구를 10년 정도 해보자고 제안이 왔어요. 정년 후 표준연에서도 일을 더 할 수 있었지만, 그동안 출연연의 3년 단위 평가시스템에서는 할 수 없었던 정말 기초적인 주제의 융합연구를 해보고 싶다는 마음이 컸습니다.

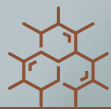
지난 해 살아있는 세포를 초고진공 환경에서 질량 분석하는 기술을 발표하여 많은 주목을 받으셨습니다.

대부분의 나노분석 장비는 초고진공 환경을 요구하기 때문에 세포나 생체 조직을 고화 건조 혹은 냉동시켜 초고진공에 넣습니다. 이 과정에서 생체 시료의 많은 고유한 정보가 변형되기 때문에 문제가 됩니다. 단일층 그래핀을 이용하여 세포를 살아있는 상태로 덮어 초고진공에 넣고 반도체 분석에 사용되어 온 2차 이온 질량 분석법 (SIMS) 기술을 이용해 살아있는 세포막의 분자 분포를 나노 수준으로 측정할 것은 바이오 분자 이미징 기술의 발전에 큰 기여를 했다고 자부합니다. 7년이 걸린 연구로 장기 기초연구가 가능한 대학에서 끈기 있고 유능한 DGIST 학생들이 있어서 가능했다고 봅니다.

마지막으로 앞으로의 목표와 계획에 대해서도 말씀 부탁드립니다.

이번 학기를 마지막으로 DGIST를 은퇴합니다. 연구에 모든 걸 쏟았더니 이제 허깨비만 남았어요.(웃음) 이미 상용화된 TOF-MEIS가 쿼텀 점프를 할 수 있도록 돕는 게 제 마지막 소임이 될 것 같습니다. 앞으로는 작은 텃밭 하나 가꾸며 제가 만들어 놓은 기반 기술로 젊은 사람들이 새로운 일을 더 잘 할 수 있도록 묵묵히 응원하려고 합니다. 젊은 과학자들의 활약을 기대합니다. 🍷

“연구소든 기업이든 경쟁력은 ‘Strong Science’에서 나온다”



국내 융합의학연구 분야 대표 학자

김인산 KIST 펠로우
(복잡계 적응 항암전략 연구단)

- 1984년 경북의대 졸업 후
40년 간 기초의학 연구

- 2014년 KIST 이직 후
2020년 바이오벤처 공동창업자로
도전

- 합성신약과 단백질 치료제 넘어 설
신약 개발의 새 패러다임 제시



“저는 아주 똑똑한 사람은 아니에요. 뾰족한 송곳 같은 똑똑한 사람들이 막힌 곳을 쉽게 뚫어내는 것이 부러웠던 적도 있지요. 그런데 저처럼 한눈팔지 않고 한 곳만을 뚫어지게 쳐다보면 트이는 게 있나 봅니다. 어느 순간 뚫힌 송곳이 큰 구멍을 뚫고 있으니 말이죠.”
난치성질환치료제 개발의 새로운 패러다임을 선도하며 2021년 초대 임성기연구자상 대상에 이어 2022년 4월 과학기술 혁신장을 수상한 김인산 KIST 펠로우는 누구나 인정하는 성실한 연구자다. 1984년 경북대학교 의과대학을 졸업하고 자의 반, 타의 반 기초의학자의 길을 걷게 됐다는 그는 자신이 있어야 할 자리에서 해야 할 일을 묵묵히 수행하는 뚝뚝한 송곳 같은 사람이라고 스스로를 평가한다.
“질병의 원인은 하나만 있는 것이 아닙니다. 저 높이 있거나, 아주 깊은 곳에 있기 때문에 쉽게 찾을 수 없음을 우리는 인정해야 합니다.”
그에게 신약개발은 평생을 두고 계속 도전해야 할 태산이다. 그러나 높다고 하여 도전을 포기하는 법은 없었다. 타고난 성정이 잔잔한 호수 같아 작은 성공에 도취하지도, 연이은 실패에 낙담하지 않았다. 2014년 KIST로 자리를 옮긴 것도, 2020년 시프트바이오사의 공동창업자로 나선 것도 좋아하는 신약개발을 더 오래, 더 잘하고 싶어서였다.
김 박사는 “현대 의·과학의 발전으로 인간의 생명현상과 질병의 메커니즘이 상당히 밝혀졌지만, 여전히 우리는 많은 것을 모르고 있다”고 이야기한다. 앞단에서 비교적 쉬운 문제를 풀었다면, 남은 문제는 더욱 어렵고 복잡하기 때문이다.
그는 과거 생태계가 파괴됐던 미국 옐로우스톤 국립공원의 사례를 들며 이제 질병 치료를 위한 발상의 전환이 필요함을 강조했다.
“옐로우 스톤은 한때 최상의 포식자인 늑대를 박멸한 탓에 무스 개체수가 급증하며 생태계가 파괴됐던 곳인데요. 여러 해법이 무용지물이었지만 마지막에 늑대를 복원하자 다시 생태계도 복원됐습니다. 지금까지 개발된 합성신약의 대부분은 우리 세포에 ‘이것도 못하게 하고, 저것도 못하게 하는 억제제(inhibitor)’였습니다. 이제 인간의 자연치유시스템이 보다 잘 작동할 수 있도록 생태계의 상위 포식자에 해당하는 전사인자 등을 포함하여 세포 안에서 작용하는 활성제가 활약할 시간입니다. ‘엑소좀(Exosome)’이 이를 가능하게 할 것입니다.”

1984년 경북의대 졸업 동기 150명 중 유일한 기초
의학자셨다고요?

제가 학생이었을 때만 해도 의대에 교수 인력이 많지 않았습니다. 조교마저도 부족해 의대생이 학생실습과 교수 연구를 도와주는 교실원 제도가 있었죠. 본과 1학년 때부터 생화학교실 교실원을 했어요. 늦은 시간까지 조교랑 같이 남은 실험도 하며 이런저런 이야기를 나누었던 그 생활이 나름 좋았던 것 같아요. 본과 4학년 때 동기들이 모두 모여 전문의 전공과목을 배정하는 자리가 있었는데, 친구들이 저는 당연히 기초연구를 하는 것으로 알고 그 자리에 부르지를 않았어요. 사실 그때까지 확신이 있었던 것은 아니었으나 남들 눈에 그렇게 보였다면 ‘나는 기초를 해야 할 운명인가보다’고 생각했어요. 전공과목 배정하는 기회를 놓친 것도, 내가 그걸 모르고 지나간 것도, 결국 그만큼 기초연구에 빠져있었기 때문이었을 테니까요.

당시 자연과학분야 기초연구비가 거의 없을 시기였습니다. 초창기 기초의학자의 길을 걸어오시면서 가장 힘들었던 점은 무엇이었나요?



기초의학 하겠다고 나섰지만, 연구비는 말할 것 없고 연구장비도 없었어요. 말 그대로 황무지였죠. 그런데 무식하면 용감하다고 하잖아요. 그때는 그게 어려운 환경인지도 모르고 그냥 열심히 했던 것 같아요. 다 같이 어려웠고 열심히 하면 성과가 나왔으니까요. 오히려 연구자로서 느끼는 어려움은 2000년대 이후부터 체감했어요. 연구환경이 좋아지니 연구력과 스스로의 기대수준은

높아지는데, 예산도 학생도 다 수도권으로 집중되어 중앙과 지방의 격차가 갈수록 벌어져 상대적으로 힘이 더 들었죠.

2014년에는 KIST로 자리를 옮기셨습니다. 지천명의 나이에 정년을 앞당기는, 흔치 않은 선택이었습니까.

후회할 거라고 하는 사람도 있었지만, 연구 가치만 생각하고 결정했습니다. 당시 KIST는 의사가 한 명도 없는 무의촌(無醫村)인데다 종합연구소로서 우수한 연구자들과 협업할 수 있는 환경이 좋았어요. 제가 소속된 테라그노시스 연구단은 세포 수준에서 일어나는 생화학적 변화를 실시

간으로 관찰해 질병 조기 진단은 물론 치료법을 동시에 개발하는 게 미션이었는데, 분자 수준의 약물 전달체 개발부터 세포수준의 검증, 동물실험까지 효율적인 연구진행이 가능했습니다.

암면역요법의 세계적 전문가이십니다. 연구 분야를 소개해주세요.

연구자이자 의사이기 때문에 내가 하는 연구가 어떻게 하면 환자에게 쓰일 수 있을까에 관심이 많습니다. 대학에서는 암세포 사멸에 관심을 갖고 세포의 환경을 구성하는 세포외기질 단백질과 세포부착 단백질을 연구했습니다. 새로운 단백질을 찾아내 그 기능과 의학적 응용가능성을 밝히는 데 주력했습니다. 또 질병 특이 분자신호를 적중할 수 있는 펩타이드를 발굴하고 이를 분자영상과 약물전달에 적용하는 연구도 진행했습니다. KIST에서는 기존의 연구주제를 지속하는 동시에 기존부터 KIST에서 세포막 단백질을 연구해온 그룹도 같이 이끌게 됐어요. 그래서 도출된 연구 대상이 세포가 분비하는 막 구조의 소포체였습니다. 공통분모가 있는 만큼 함께 연구팀을 꾸리며 본격적으로 엑소좀 연구를 시작했습니다.

많은 연구 중 가장 보람 있었던 성과는 무엇인가요?

아무래도 창업까지 이어진 차세대 약물 전달체 엑소좀 연구죠. 신약개발의 발전단계는 합성신약과 단백질치료제, 세포치료제, 장기이식 순이에요. 하지만 뒤로 갈수록 R&D에 엄청난 비용이 들죠. ‘세포치료제까지는 안 가더라도 약으로 대량생산이 가능한 것은 무엇일까?’ 고민하다 찾은 게 엑소좀을 이용한 치료제예요. 엑소좀은 세포가 외부로 방출하는 소낭인 EVs(extra cellular vesicles)의 일종이에요. 과거 엑소좀은 세포의 쓰레기통으로 인식됐는데, 10년 전 그 역할에 더해 세포 간 정보 교환이라는 중요한 역할을 한다는 사실이 알려졌어요. 쓰레기통이 보석함으로 바뀐 거죠. 2017년 3월 세포막 단백질을 항암치료용으로 개발한 연구결과를 발표하고, 이어 4월에는 ‘세포막과 잘 융합할 수 있는 엑소좀’을 세계 최초로 개발하며 그동안 치료법이 없었던 막단백질 결손 질환 치료의 단초를 제공했습니다.

2020년에는 창업에 도전하셨습니다. 시프트바이오는 어떤 회사인가요?

한마디로 설명하면 엑소좀의 기능을 극대화하도록 아이언맨의 슈트와 같은 단백질을 다량 표출시켜 동맥경화, 급성간부전 등 희귀난치성질환 치료제로 개발하는 회사입니다. 2017년부터 KIST에서 몇 가지 새로운 신약기술을 개발했는데, 이 기술을 기반으로 탄생한 KIST 기술출자회사입니다. 해당 기술에 관심을 가진 외국계 바이오회사가 몇 곳 있었는데 석연치 않은 이유로 기술이전이 불발되었어요. 경쟁력 있는 기술인 만큼 사장되지 않도록 창업을 추진했죠. 이후 엑소좀 표면에 치료용 단백질의 발현을 최대화하는 맥시좀(Maxisome) 기술을 더했고, 이를 기반으로 줄기세포에서 얻은 엑소좀을 활용한 난치성 질환 치료제 ‘SBI-102’을 개발했습니다. 현재 SBI-102은 전임상 단계로 동물실험을 하고 있으며, 미국의 루스터바이오사와 협력하여 SBI-102의 임상 1상을 위한 시료도 생산 중입니다. 기존의 치료약과 치료법으로는 선택지가 없는 환자에게 두 번째 기회를 만들어주자는 것이 시프트바이오의 비전입니다.

시프트바이오는 60억 원의 투자 유치와 2022년도 ‘퍼스트 펍’ 선정 등 바이오벤처의 존재감을 높이고 있습니다. 시프트바이오가 주목받는 이유는 무엇이라고 생각하시나요.

지금까지 치료가 힘들었던 난치성질환을 위해 엑소좀이라는 새로운 신약 모델을 제시했고, 그 가능성을 높게 평가받은 것 같습니다. 또 신약개발이라는 지난한 과정을 버티고 회사 운영의 안정성을 위한 캐시카우 사업모델로서 ‘CSO(Contract Science Organization)’ 서비스를 도입했습니다. CRO(임상시험수탁기관)나 CMO(위탁생산기관)가 의뢰인의 계획을 충실히 이행한다면, CSO는 연구설계 및 방향 컨설팅을 해줍니다. 기존 제약회사들이 많은 비용과 시간을 투자해야했던 신약 개발의 고위험을 관리할 새로운 전략으로 평가받았습니다. 그동안 대학 연구실이 나 출연연에서 테스트를 진행했지만, 비용과 기간이 엄청나죠. 시프트바이오는 플랫폼 기술과 연구 노하우를 활용하여 의뢰한 회사와 파트너십을 맺고 회사가 원하는 방법과 방향으로 연구를 수행해줍니다. 그 과정에서 우리 직원

들의 수준이 올라가고 우리 신약 개발에도 도움이 될 것이라 기대하고 있습니다.

창업 결정 보다 창업을 구체화하며 기술사업화와 연구원 창업이란 현실의 벽을 넘는 과정이 더 힘들었다고 들었습니다.

사실 연구자는 잘하는 연구를 계속하고 그 결과를 사업화하는 후속 시스템이 있으면 좋은데, 우리나라는 아직 관련 프로세스가 약합니다. 2017년 엑소좀 기술을 개발하자 코로나 백신으로 유명해진 모더나의 모회사인 플레그십 파이오니어링이 키우는 자회사에서 KIST에 기술이전을 요청했어요. 하지만 출연연 기술은 외국보다 국내에 먼저 활용 기회를 주는 게 원칙이에요. 1년에 걸쳐 국내 중소기업과 중견기업이 필요로 하는지 희망의사를 확인하는 절차를 마쳤는데, 그 후에는 표준계약서 작성 등에 대한 이견을 좁히지 못해 결국 무산됐어요. 그 뒤 이스라엘 제약사와의 기술이전 협상도 실패로 돌아갔고요. 그러자 고려대학교 KU-KIST융합대학원 제자였던 남기훈 부대표가 창업을 제안했고, 정부도 기술 창업을 장려하는 분위기였기 때문에 수락했어요. 이어 이원용 대표도 뜻을 같이해 2020년 셋이 공동창업을 했습니다. 하지만 기술창업도 기술이전 절차 못지않게 복잡했어요. 기술가치 평가와 KIST 내 창업 심의, 공공기술의 출자허가 등의 절차에 1년 반이 걸렸습니다. 속도가 경쟁력인 스타트업에게는 굉장히 불리한 조건이죠. 지금도 저는 시프트바이오에서 공식 직책은 맡고 있지 않지만 KIST 정년 이후에도 실컷 연구할 곳이 있다는 생각에 연구에 매진하고 있습니다.

우리나라 신약 개발과 의약품산업의 발전을 위해 조언을 해주신다면요?

인류 평균 수명이 50세를 넘긴 게 1950년대입니다. 하지만 수명이 길어지자 지난 기간 인류가 경험하지 못한 질환

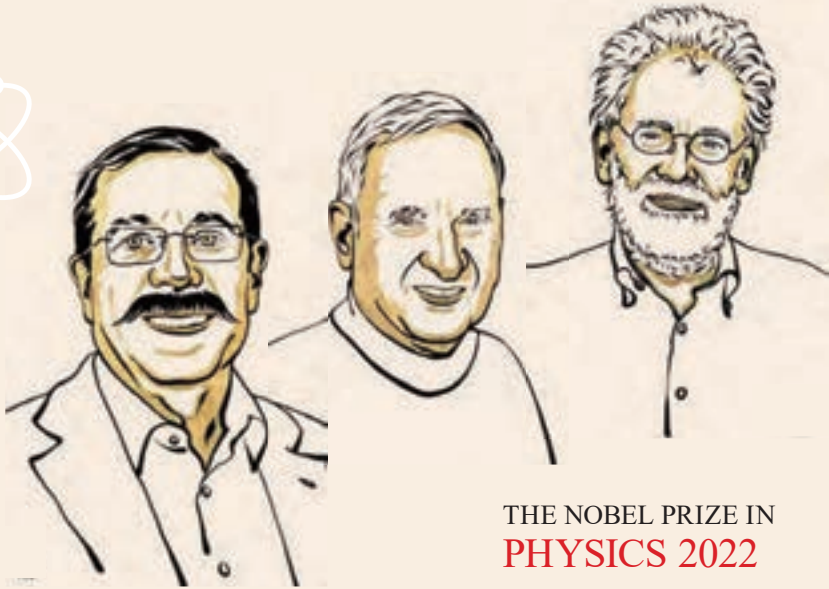


이 많이 생겼죠. 만성질환이 급증했고, 1971년 12월에는 미국 대통령 닉슨이 암과의 전쟁을 선포하기에 이르렀어요. 그 결과 우리는 암이라는 질환에 대해 많은 것을 알게 됐지만, 여전히 암을 극복하지는 못했죠. 질환의 복잡성과 어려움을 기본적으로 인정해야 합니다. 쉬운 도전은 이미 누군가가 성공했습니다. 이제 남은 건 어려운 도전뿐이죠. 우리는 일차적으로는 이와 같은 우리 내부의 고도로 발달된 시스템이 잘 작동하도록 도와주는 약을 개발해야 합니다. 더불어 미국 등 의약 선진국에서는 새로운 도전의 가능성을 보고 기회를 줍니다. 미국 식품의약국(FDA)는 최종 허가에는 보수적이지만, 질병치료를 위해 새로운 신약 개발에 도전하는 회사를 적극적으로 도와줍니다. 우리나라도 그런 자세가 필요합니다.

앞으로의 목표와 계획에 대해서도 말씀해주세요

연구를 통해 열정적이고 스마트한 사람들과 같이 이야기하고, 새로운 사실을 알게 되고, 새로운 해결책을 강구하는 것은 인생의 큰 기쁨입니다. 지금까지 해온 연구들이 난치성질환치료제로 결실을 보려면 ‘이것이 환자 몸에 들어가 어떻게 작동할 것인가’를 알아내기 위해 더 많은 시간을 묵묵히 보내야 할 것 같습니다. ❷

세계를 이해하길 멈추지 않은 학자들, 양자 기술의 시대를 열다



THE NOBEL PRIZE IN PHYSICS 2022

© Ill. Niklas Elmehed/Nobel Prize Outreach

노벨물리학상 수상자

존 클라우저 미국 J.F. 클라우저협회 창립자
알랭 아스페 프랑스 에콜 폴리테크니크 교수
안톤 차일링거 오스트리아 빈대학교 교수

2022년 노벨물리학상은 ‘양자 얽힘’의 실재를 증명하고 양자 정보 과학 시대를 개척한 존 클라우저(John F. Clauser) 미국 J.F. 클라우저협회 창립자, 알랭 아스페(Alain Aspect) 프랑스 에콜폴리테크니크 교수, 안톤 차일링거(Anton Zeilinger) 오스트리아 빈대학교 교수가 수상의 영예를 안았다.

서로 멀리 떨어져 있는 두 입자 중 한쪽 상태를 관측하면 동시에 다른 쪽의 상태도 결정되는 양자 얽힘은 양자 세계에만 존재하는 특별한 현상이다. 우리가 사는 거대 세계의 고전적 물리 이론으로 설명할 수 없는 불가사의한 얽힘을 해석하고 증명하는 과정이 곧 양자역학의 역사이다.

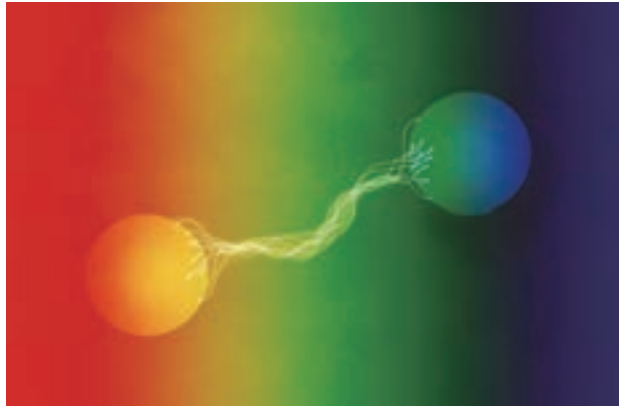
아인슈타인은 신이 주사위 놀이를 하면서 텔레파시를 사용한다는 이론을 받아들이 수 없었다. 1935년 그는 포돌스키, 로젠과 함께 양자역학의 불완전한 해석을 비판하는 논문 「물리적 실재에 대한 양자

역학적 설명을 완벽하다고 볼 수 있는가」를 『피지컬 리뷰』에 발표했다. 얽힌 상태의 두 양자가 관측과 동시에 물질의 성질이 결정된다면 정보 전달의 속도가 빛보다 빨라야 하는데, 이는 특수상대성이론과 충돌한다. 양자의 성질은 관측 전에 결정돼 있고, 이 정보가 숨겨진 변수를 아직 이해하지 못할 뿐이라는 ‘숨은 변수 이론’을 주장했다.

물리학자들은 양자 얽힘과 숨은 변수 이론을 형이상학적으로 논쟁할 뿐 어느 것이 옳은지 실험으로 증명할 수 없었다. 마침내 1964년 존 스튜어트 벨은 숨은 변수가 있는 경우 많은 수의 측정 결과들 사이의 관계가 특정 값을 절대 초과할 수 없다는 ‘벨의 부등식’을 『피지컬』에 발표했다. 유명 같은 양자 얽힘의 존재를 실험으로 증명하는 길이 열렸다.

리처드 파인만은 같은 해 열린 코넬대학 강연에서 “상대성이론을 이해하는 사람이 열두 명 정도 있다면 양자역학을 이해하는 사람은 한 명도 없다”고 장담했다. 진취적 실험 물리학이 환영받던 시기였지만 양자역학의 타당성을 검증하는 실험은 무모한 도전이었다.

1969년 로렌스버클리국립연구소 대학원생 존 클라우저는 벨의 논문에 감명받아 벨 부등식의 실험 증거를 찾는 프로젝트를 시작했다. 지도교수는 학자로서 경력을 망칠 뿐이라며 만류했지만, 그는 자연이 돌아가는 방식을 알고 싶었고 양자역학의 허점을 찾아 세상을 뒤흔들고 싶었다. 무엇보다 도전적 실험물리학만큼 재밌고 즐거운 일이 없었다.



양자얽힘을 나타내는 이미지 © Johan Jarnestad/The Royal Swedish Academy of Sciences

클라우저는 레이저를 칼슘 원자에 쏘아 광자 한 쌍을 얽히게 만든 뒤 각각 다른 방향의 평행한 편광기로 보내 양자적 특성을 측정하는 실험을 고안했다. 지하 2층의 실험실에서 온갖 폐품을 모아 실험장치를 제작하고 시험한 후 다시 제작하기를 반복했다. 2년 동안의 준비 끝에 측정 장치를 가동하고 분석한 결과 얽힌 광자의 관측 값은 벨 부등식과 맞지 않았다. 1972년 클라우저는 ‘양자역학의 특성은 벨 부등식을 위반한다’는 연구 결과를 『피지컬 리뷰 레터스』에 발표했다.

1975년 CERN의 벨 연구실에는 그의 논문에 감명받은 또 다른 대학원생 알랭 아스페가 클라우저 실험의 허점을 보완한 실험 계획을 열성적으로 설명했다. 벨은 그의 설명을 묵묵히 들은 후 첫 질문을 던졌다. “당신은 정년직 교수인가요?” 그는 양자역학의 근본에 의문을 제기하는 실험은 물리학자의 출세에 도움이 되지 않을 걸 알았다. 정작 아스페는 논문 실적이나 정년보장에 관심이 없었다. 그의 미래에서 중요한 건 자신이 원하는 만큼 빨리 광자의 설정을 바꿀 수 있는 편광기 제작이었다.

아스페는 칼슘 원자가 들뜬 상태에서 바닥 상태로 떨어질 때도 얽힌 광자를 방출한다는 것을 발견하고 서로 다른 각도를 가진 네 개의 편광을 측정하는 실험장치를 고안했다. 실험 결과 측정값은 벨의 부등식과 맞지 않았다. 1982년 아스페는 ‘광자는 신비한 방식으로 얽혀 있으며 숨은 변수 이론으로 이 현상을 설명할 수 없다’는 연구 결과를 『피지컬 리뷰 레터스』에 발표했다.

안톤 차일링거는 호기심이 과학의 가장 중요한 동력이라고 생각했다. 연구 결과가 가져올 실용적 쓰임새가 아니라 단지 무엇이 있을지

궁금해서 연구할 뿐이다. 1985년 그는 벨의 부등식을 두 개 이상의 입자가 얽힌 상태에서 입증하고 싶어서 마이클 혼, 다니엘 그린버거와 함께 다입자 얽힘 프로젝트를 시작했다. 레이저를 사용하는 실험은 처음이라서 일면식도 없는 학자들에게 일일이 조언을 구해 기초 실험 장비를 마련했다.

1993년 차일링거는 한 입자의 상태를 먼 곳의 다른 입자로 보내는 ‘순간 이동’에 관한 사고실험 논문을 읽었다. 처음엔 실험이 불가능한 이론이라고 생각했지만 다입자 얽힘 실험을 정교화하는 과정에서 순간 이동에 가까운 현상을 발견했다. 그는 특수설계한 크리스탈에 레이저를 비추어 얽힌 광자 두 쌍을 만든 후 이 중 하나를 다른 세 번째 광자와 얽히게 만드는 실험 장치를 고안했다. 광자 두 쌍은 서로 멀리 떨어져 있어도 얽힘 상태를 유지하며, 제3의 입자를 만나면 그 양자 상태가 멀리 떨어진 입자에 옮겨질 수 있었다. 1997년 양자 얽힘 기술의 선구자로 떠오른 차일링거는 양자 얽힘을 이용해서 정보를 전달하는 ‘양자 원격 전송’ 현상을 증명했다.

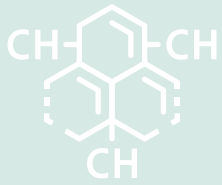
벨은 ‘1989년 불확정성의 원리 62년’ 회의에서 “실험은 수단일 뿐 목표는 이 세계를 이해하는 것”이라고 강연했다. 세계를 이해하기를 멈추지 않은 물리학자들이 양자를 관측한 순간 주사위 놀이는 미래의 핵심 기술로 결정됐다.

채은미 고려대학교 물리학과 교수는 이번 노벨물리학상 수상이 업적에 비해 너무 늦은 수상이었다고 말했다. 그는 “물리학 분야에서는 너무 중요한 업적”이라며 “수상자들의 실험은 **광자의 양자 얽힘을 입증하고, 이를 이용하여 한 입자의 양자 상태를 멀리 떨어져 있는 다른 입자로 옮기는 데에 성공**했는데, 이를 통해 아인슈타인이 반대했던 **양자 역학**이 맞다는 것을 증명한 결과”라고 설명했다.

그의 말에 따르면 최근 큰 주목을 받고 있는 양자 컴퓨터와 양자 암호, 양자 통신 등이 모두 이 얽힘 상태를 기반으로 한다. 채 교수는 “현재 광자의 양자 얽힘을 이용한 양자 통신 연구가 가장 활발히 진행되고 있다”며 “다양한 시스템에서 양자 얽힘을 형성하고, 각 시스템의 장점을 살린 양자 기술 개발이 필요한 상황”이라고 밝혔다.

안타깝게도 우리나라의 경우 아직까지는 관련 인력이 부족한 상황이다. 그는 “노벨상이 나온 분야는 중요한 만큼 더 많은 투자가 이뤄지기 마련”이라며 “우리나라 역시 적극적인 투자 및 인력 양성이 필요하다”고 강조했다.

가장 화학적인 방식으로 새 시대를 열다



THE NOBEL PRIZE IN
CHEMISTRY 2022



© Ill. Niklas Elmehed/Nobel Prize Outreach

노벨화학상 수상자

칼 배리 샤프리스 미국 스크립스연구소 연구원
모르텐 멜달 덴마크 코펜하겐대 교수
캐럴린 버토지 미국 스탠퍼드대 교수

2022년 노벨화학상은 ‘클릭 화학’과 ‘생체 직교 화학’을 개척한 칼 배리 샤프리스(Karl Barry Sharpless) 미국 스크립스연구소 연구원, 모르텐 멜달(Morten Meldal) 덴마크 코펜하겐대 교수, 캐럴린 버토지(Carolyn R. Bertozzi) 미국 스탠퍼드대 교수가 수상의 영예를 안았다. 클릭 화학은 특정 성질을 가진 작은 분자들을 레고 블록을 쌓듯이 결합해 거대 분자를 만드는 합성법이다. 생체 직교 화학은 클릭 화학 기술을 한 차원 더 끌어올려 유기체의 고유한 성질은 바꾸지 않고 원하는 기능을 추가하는 합성법이다. 세 화학자의 연구는 많은 시간과 비용이 들었던 분자 결합을 쉽고 빠르게 만드는 방법을 제시해 화학 기능주의 시대를 열었다. 화학산업, 생명과학, 의학, 재료 과학 분야의 혁신적 발전을 이끌어 인류 복지 증진에 기여했다.

현대 화학이 시작된 이래 화학자들은 자연에서 찾은 유용한 물

질의 구조적 수수께끼를 풀어 똑같은 분자를 만들기 위해 고군분투했다. 천연 분자를 모방한 화합물을 산업 생산하기 위해 매우 복잡하고, 느리며, 비용 손실이 큰 실험과정을 거쳐야 했다.

2001년 샤프리스 교수는 『앙게반테 케미(Angewandte Chemie International Edition)』에 화학의 통념을 뒤엎는 기념비적 논문 「Click Chemistry : Diverse Chemical Function



2022년 노벨 화학상의 주제는 ‘클릭 화학’이다. © Johan Jarnestad/The Royal Swedish Academy of Sciences

from a Few Good Reactions」을 발표했다. 천연 분자를 모방하는 자연적 방식을 지양하고, 화학이 가장 믿을 수 있는 분자 반응을 도구 삼아 이케아 가구를 조립하듯 공학적 방식으로 전환할 것을 촉구했다. 분자 합성의 실용적 목표를 세우고, 간단하고 빠른 화학반응을 거쳐, 화합물을 효율적으로 산업 생산할 수 있는 ‘클릭 화학’을 창안했다. 샤프리스 교수는 클릭 화학의 구체적 방법으로 탄소 골격을 가진 분자들을 출발점으로 삼고 크기가 더 작아 제어가 쉽고 강한 반응성을 보이는 질소나 산소 원자를 연결체로 이용하는 합성법을 제시했다. 2001년은 그가 산화 반응의 키랄 촉매를 개발한 공로로 첫 번째 노벨화학상을 받은 해이자 또 한 번 화학의 신기원으로 향하는 길을 찾은 해이다.

비슷한 시기 멜달 교수는 수십만 개의 분자 라이브러리에서 잠재적 의약품으로 쓸 수 있는 물질을 찾기 위해 화학반응을 거듭하고 있었다. 때로 연구자는 예상하지 못한 순간 과학적 발견을 하고, 그 발견을 입증하는 실험을 통해 과학적 진보를 성취한다. 멜달 교수도 반응 용기 안에 질소 원자로 이뤄진 아자이드와 탄화수소인 알카인이 의도하지 않은 분자의 끝과 결합한 것을 발견했다. 2002년 4월 멜달 교수는 구리 이온을 촉매 삼아 아자이드와 알카인의 분자 고리를 트리아졸 구조로 만들어 화합물을 생산하는 ‘아자이드-알카인 고리화 첨가 반응’을 JOC에 발표했다.

같은 해 7월 샤프리스 교수도 독자적 연구를 통해 같은 화학반응을 발견하고 트리아졸 합성법을 『앙게반테 케미』에 발표했다. 두 화학자가 분자 합성의 모토화를 제시하자 클릭 화학은 실험실과 산업 현장 전반에 엄청난 반응을 일으키며 새로운 패러다임으로 자리 잡았다. 다만 클릭 화학은 구리 촉매를 사용하기 때문에 생명체에는 사용할 수 없는 빈틈이 있었다.

분자생물학이 폭발적 성장을 보인 1990년대 초에도 대표적 당물질인 글리칸(glycans)은 구조 분석이 너무 어려워 연구자들의 관심 밖이었다. 버토지 교수는 단백질을 포함한 글리칸의 복잡한 사슬 구조를 분석해서 연구물질로 활용한다면 난치 치료의 획기적 발전을 가져올 것이라고 믿고 연구에 매진했다.

클릭 화학이 대두되면서 버토지 교수는 자신이 개발한 아자이드 화학 반응기와 세포 표면의 글리칸을 특정하는 기술에 트리아졸 합성법을 활용할 아이디어를 떠올렸다. 인체에 해로운 구리 촉매 없이 알카인을 고리 모양으로 바꿔 아자이드와 결합할 방법

을 찾았다. 아자이드 화학 반응기를 포함한 세포가 표면에 글리칸을 만든 후, 형광 분자를 붙인 고리 모양의 알카인 분자를 넣자 결합 반응으로 형광 물질이 부착됐다. 생물의 고유한 생화학 반응을 방해하지 않고 원하는 분자만을 결합해 화학반응을 추적할 수 있는 기술이 개발됐다.

2004년 버토지 교수는 한 차원 높은 클릭 화학 기술에 ‘생체 직교 화학’이라는 용어를 붙여 『미국화학회지(ACS)』에 발표했다. 생체 직교 화학은 다양한 생물학 연구에 활용되는데, 특히 글리칸을 이용해 종양 세포를 추적해서 항암제의 표적 적중률을 증진했다. 버토지 교수는 연구실 안의 기술을 기업이 아닌 연구자의 손으로 상용화하는 작업에도 앞장서서 바이오벤처 7곳을 창업했다.

1981년 노벨화학상을 받은 로알드 호프만은 화학 활동 중에서 가장 화학적인 것은 합성이라고 말했다. 과학적 발견이 목표가 아니라 새로운 분자나 법칙을 만든다는 측면에서 화학은 예술과 같다고 표현했다. 세 화학자의 연구 결합은 가장 화학적이고 예술적인 방식으로 화학의 새 시대를 열었다.

이동환 서울대학교 화학부 교수는 이번 노벨화학상 수상에 대해 “자연계에서는 본 적 없는 화학적 결합을 만들어 새로운 세상을 열었다”고 평가했다. 그는 “클릭 화학은 분자와 분자를 연결하는 방식이 자연계에서 벌어지는 현상을 모방한 것이 아닌, 사람이 직접 실험실에서 만들어낸 것임에도 불구하고 매우 간편하게 분자들의 접합을 가능하게 했다”고 설명했다.

그의 말에 따르면 클릭 화학을 통하면 그 어떤 것도 붙이는 게 가능하다. 이 교수는 “화학반응을 일으키면 쓸모없는 부산물이 나오는 경우가 많은데, 클릭 화학은 원하는 그대로의 결합을 가능하게 한다”며 “복잡한 현상에 간섭받지 않고, 특정한 자리에 화학 반응을 일으키고자 할 때 좋은 도구가 될 수 있다”고 말했다.

그는 불가능했던 것을 가능하게 했다는 점에서 이번 노벨화학상의 의미를 다시금 되새겼다. 이 교수는 “우리나라에서 화학을 하는 사람들, 또 공부하는 학생들에게 자극이 될 수 있으면 좋겠다”며 “화학 결합을 만드는 것이 새로운 세상을 열어준다는 점에서 인류에게 큰 도움이 될 수 있다는 점을 기억해야 한다”고 강조했다. 🌱

잃어버린 게놈을 찾아 인류의 역사를 다시 쓰다

THE NOBEL PRIZE IN
PHYSIOLOGY 2022



© Ill. Niklas Elmehed/Nobel Prize Outreach

노벨생리·의학상 수상자

독일 막스플랑크 진화인류학연구소 스반테 페보 박사

2022년 노벨생리·의학상은 고대유전학(paleogenomics) 분야를 확립하고 인류 진화 연구와 의학 발전에 기여한 스반테 페보(Svante Paabo) 막스플랑크 진화인류학연구소 박사가 단독 수상의 영예를 안았다. 페보 박사는 네안데르탈인과 현생인류의 유전적 연결을 최초로 증명했으며, 인류의 또 다른 조상이자 새로운 형태의 고생인류인 ‘데니소바인’을 찾아냈다. 그가 연구 인생 내내 천착한 고대 DNA 추출과 해독 기술은 화석 기록 및 고고학적 증거 위주의 고생물학 연구에서 유전자 데이터로 인류의 과거를 들여다보는 새로운 창을 열었다.

스웨덴 출신의 페보 박사는 열세 살 때 이집트에 방문한 후 고대 역사에 매료되어嬸살라대학에서 이집트학을 전공했다. 고대 이집트는 학문적 낭만이 있었지만 더 큰 세상을 상대로 긍정적 영향을 주는 일을 하고 싶어 전공을 분자생물학으로 바꾼 후 의과대학을 마쳤다.

페르 페테르손의 연구실에서 박사과정을 시작한 페보 박사는 박테리아에 DNA를 넣어 복제하고 조작하는 기술을 습득했다. 그는 박테리아 DNA 기술을 이집트 미라에 활용해서 고대 이집트인과 현대인

의 유전적 관계를 분석하는 실험을 구상했다. 당시엔 DNA처럼 민감한 분자는 수천 년 동안 남아 있을 리가 없다는 게 학계의 통념이어서 고대 DNA는 분석 시도조차 없었다. 그는 송아지의 간을 고대 이집트 미라로 만들어서 DNA 추출을 연습한 후, 똑같은 방식으로 이집트 미라의 DNA 추출을 시도했지만 실패했다. 베를린까지 수소문해 미라 시료를 구해 실험을 이어갔고, 숭한 시도 끝에 2400년 된 미라의 연골 조직에서 DNA의 존재를 확인했다. 1985년 미라 DNA의 염기서열을 분석한 논문이 『네이처』에 발표된 후 학계의 주목을 받은 페보 박사는 고대 DNA 연구에 본격적으로 뛰어들었다.

1990년 원헨대학 교수로 자리 잡은 페보 박사는 고대 DNA 실험



© The Nobel Committe for Physiology or Medicine. Ill. Mattias Karlén

과정을 체계적으로 정립하고 효율성을 높이는 일에 주력했다. 그는 고대 게놈 연구를 “진화를 현행범으로 체포하는 것”이라고 즐겨 표현한다. 이 현행범 체포를 가로막는 가장 큰 장벽이 PCR 실험과정에서 유전자 시료가 현대 DNA에 오염되어 손실되는 것이다. 그는 DNA 오염 문제에 부딪힐 때마다 획기적 기술을 기다리기보다 기술 진보를 돕는 방식을 택했다. 매머드, 동굴곰, 땅늘보 등의 멸종 동물과 5000년 된 얼음 인간 외치의 DNA를 해독하면서 쌓은 경험을 토대로 오염을 최소화한 실험기법을 공동어 개발했다.

현생인류의 생물학적 기원을 연구해서 인류 역사의 가장 근본적 부분을 조명하고 싶었던 페보 박사는 불가능한 일로 여겨지던 네안데르탈인 유해 연구에 도전했다. 네안더 계곡에서 발굴한 네안데르탈인의 뱃조각 3.5 그램을 입수해 그간 개발한 최고의 실험기법을 적용했다. 1997년 세계 최초로 네안데르탈인의 미토콘드리아 DNA 염기서열을 해독하는 데 성공한 페보 박사는 연구 결과를 『셀』에 발표했다. 학계뿐 아니라 전 세계의 관심이 쏟아졌고 저명한 고생물학자 크리스 스트링거는 네안데르탈인 DNA는 우주탐사 역사의 달 착륙과 같은 사건이라고 논평했다.

막스플랑크 진화인류학연구소 소장으로서 초빙된 페보 박사는 크로아티아에서 발굴한 3만8000년 전 네안데르탈인 안골에서 30억 개의 게놈 서열 전체를 해독하는 프로젝트에 착수했다. 2010년 페보 박사의 연구팀은 네안데르탈인의 유전정보를 완전히 분석한 결과 네안데르탈인이 유럽과 아시아 사람들에게 1~4%의 유전적 기여를 했다는 연구 결과를 『사이언스』에 발표했다. 페보 박사는 논문이 나온 날 유럽생물정보연구소와 게놈 브라우저에 네안데르탈인 게놈을 공개하고, 모든 DNA 단편 정보를 공공 데이터베이스에 올렸다. 그는 과학에서 최종 결과는 의미가 없고 엄청난 노력으로 어떤 통달에 도달하면 눈앞에 더 높은 단계가 보인다고 생각했다. 네안데르탈인 게놈이 인류 진화 연구를 확장하는 도구가 되기를 바라는 학자적 조치였다.

2009년 페보 박사는 러시아의 고고학자 아나톨리 데레비안코가 시베리아 남부 데니소바 동굴에서 발굴한 뱃조각을 분석했다. 미토콘드리아 DNA 서열을 분석한 결과 뱃조각의 주인은 100만 년 전 네안데르탈인과 현생인류의 공통 조상에서 갈라진 미지의 고생인류였다. 그는 미지의 고생인류를 ‘데니소바인’이라고 명명하고, 현생인류가 7만 년 전 아프리카를 떠나 세계 곳곳으로 이주하면서 데니소바인과 만나 이종 교배를 했다는 연구 결과를 『네이처』에 발표했다.

페보 박사는 후속 연구를 통해 고생인류의 유전체가 현대인의 질병과 면역 체계에 영향을 미친다는 사실을 규명했다. 일례로 티베트인들이 가진 EPAS1 유전자는 산소농도가 낮은 환경에서 활성화되어 폐활량을 돕는 유전자인데, 이는 데니소바인에게 물려받았다. 2020년 『PNAS(미국국립과학원회보)』에는 네안데르탈인 유전자를 가진 유럽인은 코로나19 감염에 취약하며 사망 위험률이 높다는 연구 결과를 발표했다.

인류학자 레비스트로스는 우리 사회와 멀리 떨어져 있는 사회를 외부에서 보는 것과 내부에서 보는 것은 전혀 다른 차원이라고 말했다. 네안데르탈인도 데니소바인도 완전히 멸종되지 않았다. 언어나 지능 같은 인간의 독특한 형질과 관련 있는 FOXP2 유전자는 네안데르탈인도 데니소바인도 가지고 있었다. 그들의 아주 작은 일부는 현대인의 유전자 속에 살아남아 진화의 역사를 더 넓고 내밀하게 만들었다. 페보 박사는 현생인류가 가진 무엇이 우리를 인간답게 만들고 문명을 건설할 힘을 만들었는가의 대답이 고대 게놈 속에 감추어져 있다고 확신한다.

최정균 KAIST 바이오및뇌공학과 교수는 이번 노벨생리·의학상 수상에 대해 “근원적인 질문에 대한 답을 고민해야 할 때라는 통찰을 준 것”이라고 의미를 부여했다. 그는 “인류에게 직접적인 도움이 되는 기술이 아닌, 근원에 대한 연구로 현재의 인류에게 미치는 영향을 증명했다는 점을 인정한 결과”라고 평가했다.

그의 말에 따르면 인류의 기원이나 진화에 대한 문제는 철학적인 질문에 맞닿아 있다. 최 교수는 “호모 사피엔스인 현생 인류와 멸종한 네안데르탈인의 피가 섞였다는 사실은 밝혀졌지만, 왜 그들은 멸종을 했고, 우리는 살아남았는지 이유는 아직 밝혀지지 않았다”며 “연구를 통해 이런 근원적인 질문에 다가가다 보면 현재를 살아가는 인류 역시 닥쳐올 위기를 슬기롭게 극복할 수 있는 해법도 알아낼 수 있지 않을까 생각한다”고 의견을 내비쳤다.

그는 이를 위해선 좀 더 본질적인 문제를 탐구할 수 있는 환경이 조성되어야 한다고 강조했다. 최 교수는 “미국이 달탐사를 시작했을 때, 당장 눈앞의 이익만을 바라보고 했던 것이 아니었듯이, 우리나라 역시 당장의 이익이 아니라 호기심만을 좇아 연구를 할 수 있는 환경이 갖춰져야 한다”며 “이번 노벨생리·의학상 수상으로 그 가치가 인정된 셈”이라고 덧붙였다. 

우리나라 항공우주 개발 방향과 전략에 대한 고언



- 본 고에서는 대한민국 항공우주기술의 현주소를 파악하고
- 앞으로의 전략에 관하여 이야기하고자 한다.

대한민국 항공우주산업 현주소는? 선진국과의 기술격차 극복 및 기술 자립화 통한 도약 과제

우리는 대한민국이 항공우주기술을 품는 염원이 현실이 되는 시대를 살고 있다.

지난 9월 국산 경공격기 FA-50 48대의 폴란드 수출 소식이 전해졌고, 7월에는 한국형 전투기 KF-21의 비행시험이 성공적으로 이루어졌다. 또한, 지난 6월 한국형 발사체 ‘누리호’의 2차 발사가 성공함에 따라 1톤급 이상 실용 위성을 쏘아 올릴 수 있는 세계 7번째 국가가 되었다. 이는 한국형 초음속 고등훈련기 T-50 ‘골든이글’이 첫 비행에 성공한 지 20년 만에 이루어낸 쾌거이며, 더 나아가 국가 항공우주 개발의 기틀이 된 1987년 ‘항공우주산업 개발촉진법’ 제정 이후 불과 35년 만에 나온 괄목할만한 성과이다.

그렇다면 대한민국 항공우주산업은 성공 가도를 달리고 있는가? 항공분야는 내실을 다지고, 도약을 준비해야 할 단계이다. 전술한 한국형 전투기 독자모델 개발 성공의 이면에는 해외로부터 도입할 수밖에 없었던 항공엔진이 있다. 특히 KF-21 ‘보라매’의 부품 국산화율은 1호기 기준으로 65% 수준이며, 더욱이 엔진의 국산화율은 현재 39%에 불과하다. 높은 안전성이 요구되는 항공기에 장착되는 항공 가스터빈 엔진은 국가 전략기술로 분류되어 선진국의 기술이전 통제와 외부 유출 방지 관리를 통해 GE, P&W, Rolls-Royce 등 대표 해외 엔진 제조사가 시장을 독과점의 형태로 유지하고 있다. 이러한 기술 종속성은 독자적인 성능개량 및 신 무기체계 개발의 장애물로 작용할 수 있기에 기술의 자립화가 필요하다. 면허생산 위주로 발전한 국내 항공 가스터빈 엔진의

글 조형희
연세대학교 기계공학부 교수/
항공우주전략연구원 원장(공학부 정회원)
항공용/발전용 가스터빈 핵심부품 열설계기술을 개발하였고, 국내외 많은 기업과 공동프로젝트를 수행하였으며, 차세대 가스터빈 기술 개발과 무인기 및 항공기 피탐지에 활용되는 적외선(IR) 스텔스 표면 원천기술 연구 등을 수행 중이다.



글 이준
한국항공우주연구원 전략기획본부장
한국항공우주연구원 국제협력팀장,
우주정책팀장, 정책연구부장을 거쳐
현재 전략기획본부장으로 재직 중이다.
주요 연구 분야는 항공우주 정책, 법 및 국제협력 등이다.



기술 수준은 선진국 대비 62.5% 수준으로, 기술격차를 극복하기 위한 단계적인 개발 전략이 필요한 상황이다.

최근 기술의 자립과 자주국방의 실현을 위한 공감대가 형성되어, 2020년부터 방위사업청에서 5,500lbf 엔진에 대한 연구개발을 시작하였고, 개발기간이 최소 10년은 소요될 것으로 예상되는 “15,000lbf급 고출력의 첨단 항공엔진 개발”의 로드맵이 작성되고 있다. 2022년 10월 28일 정부에서 발표한 12대 국가전략기술, 50대 세부 중점기술에 “첨단 항공가스터빈엔진·부품”이 선정되었다. 첨단 항공엔진의 국내 개발 성공이 항공우주 산업 발전으로 이어지고, 향후 국가 성장동력의 한 축을 담당하는 발판이 되기를 기대해 본다.

항공분야 ‘도심 항공 모빌리티’로 새로운 기회 창출 민간 주도 투자 + 다각적 협력체계 구축 필요

최근 사회구조적인 변화는 항공기술에 새로운 기회의 장을 열어주고 있다. 과학기술의 발달로 세계는 빠르게 도시화가 진행되고 있으며, 2022년 현재 세계 도시화율은 57%에서 2050년 68%까지 증가할 것으로 추정되고 있다. 항공산업은 도시 집중화 현상을 맞아 광역교통망의 구축을 통해 다양한 도시문제를 해결하는 역할을 하게 될 것이다. 이는 저고도의 공중을 활용해 새롭게 구축하고자 하는 도시의 단거리 항공 운송 생태계인 ‘도심 항공 모빌리티(Urban Air Mobility, UAM)’에 대한 수요를 의미한다. 세계 각국의 기업이 UAM에 적용할 수 있는 PAV(Personal Air Vehicle) 연구개발에 투자를 확대하며 기술은 빠르게 고도화되고 있으나, 여객 목적으로 상용화된 기체는 아직 나타나지 않았다.

66 항공우주기술은 이제 시작이다. 앞으로 나아가기 위해서는 국가 차원에서 연구개발 역량을 집중시킬 수 있도록 범부처 차원의 협의체 수립이 필요하다 99

UAM은 우리나라가 항공분야의 선점자(First mover)가 될 기회이다. 이를 위해서는 PAV 핵심기술의 확보가 우선시 되어야 한다. 소음·공해를 저감하는 ‘eVTOL 기술’과 미래 전장 환경에 적합한 ‘고속 수직이착륙(HSVTOL) 기술’, 외부 환경에 스스로 대응하여 목표 지점까지 비행하여 PAV 운용의 경제성 확보를 가능하게 하는 ‘자율주행기술’이 PAV 개발의 열쇠가 될 것이다.

우리나라의 PAV 개발은 한국항공우주연구원을 시작으로, 최근 한화시스템, 현대자동차 등 기업의 대규모 투자가 이루어지며 민간 주도로 전환되고 있다. 항공우주연구원은 스마트무인기 사업을 통하여 틸트로터형 수직이착륙기 개발 기술을 확보하였으며, 보유기술을 활용하여 2022년 초도비행을 목표로 Optionally Piloted Personal Air Vehicle(OPPAV)을 개발 중이다. 한화시스템은 2019년 UAM시장 진출을 발표한 이후 2020년 미국 Overair사와 에어택시 ‘Butterfly’의 공동 개발을 착수하여, 국내 주요도시(‘26), 해외 주요도시(‘30) 서비스 개시를 목표로 사업을 추진 중이다. 현대자동차는 CES 2020에서 컨셉 기체를 공개하며 사업 진출을 알렸고, 2026년 상용화 목적의 화물운

송용 무인항공기 개발과 2028년 여객용 PAV 모델 출시를 제시하고 있다. 최근 UAM 산업에 대한 민간 기업의 기대감이 높으며, UAM 시장을 선점하기 위한 전방위적인 투자를 지원하는 다각적인 협력체계 구축의 필요성이 대두되는 시점이다.

우주경제시대 패권 경쟁 위한 전략적 대응 필요 과학기술 아닌 국가생존의 관점에서 '우주개발' 바라봐야

우주분야의 최근 키워드는 우주경제이다. 위성을 통한 위성데이터 활용분야는 이미 농업, 임업, 수산, 해양, 환경, 재난관리, 국방, 항법 등 그 스펙트럼이 넓어지고 있고, 이미 국가경제의 상당한 부분을 점하고 있다.

유럽연합은 항법서비스 하나만으로도 약 8천억 유로, EU 경제의 6~7%에 해당하는 가치가 있는 것으로 분석한다. 국방으로 넘어가면 군작전통신, 정밀유도무기, 경찰 등 현

대전의 핵심전력을 담당함으로써, 경제를 넘어서 국가생존과 직결되는 자산으로 인정받는다. 전문가들은 2021년 세계 우주경제의 규모가 3,370억 달러이며, 2040년에는 1조 1천억 달러까지 증가할 것으로 예측한다. 우리나라의 경우 2020년 3조 4천억원, 약 30억 달러로 세계 우주경제의 1%에도 못 미치는 수준이지만, 최근 다양한 위성 개발, 발사체 누리호의 성공, 달탐사선 다누리호의 순항으로 빠른 속도로 우주역량이 강화되고 있는 추세에 있으므로 미래성장가능성 측면에서 볼 때 매우 긍정적이다.

최근에는, 지구의 자원이 고갈되어 가면서, 우주의 자원을 이용하려는 우주강국들의 움직임이 빨라지고 있어서, 우주영역이 국제적인 경쟁의 장으로 부각되기 시작했다. 결국 우주에서 주도권을 갖기 위해 패권 경쟁이 일어날 것이 자명하다. 이러한 우주경제 선점을 위한 패권 경쟁의 시대에 우리는 전략적인 대응을 할 필요가 있다.

먼저 기술확보이다. 우주기술은 우주활동의 토대가 되기

때문에 우주를 선점하려는 경쟁상황에서는 우주기술의 독자적 확보가 매우 중요하다. 우리의 발사체, 위성, 탐사선을 갖지 못하면, 다른 나라의 우주 서비스를 이용해야 하는데 세계 10대 경제 대국인 우리나라의 번영을 위해 과연 어느 나라가 호의를 베풀어줄 것인가? 우리 스스로 기술개발을 통해 미래를 개척하지 않으면 어느 순간 남의 손에 의해 우리의 운명이 좌우되는 결과를 야기하게 될 것이다.

둘째, 전략적 차원에서의 산업화이다. 도전적이면서, 시장에 매력 없는 전략기술은 항공우주연구원과 같은 공공기관이 꾸준히 개발하면 되지만, 산업화 역량이 되는 분야는 과감히 기업에 기회를 줌으로써 우주산업 생태계를 탄탄하게 만들 필요가 있다. 이는 우리나라의 우주경제 규모를 키우는 효과도 있지만, 우주자산의 확보역량을 강화함으로써 패권 경쟁에서 우리의 우주자산이 공격받았을 때 빠른 회복을 할 수 있다는 점에서 전략적으로 의미 있다.

셋째, 우주안보와 우주외교이다. 우주 패권경쟁의 시대에는 우주가 단순히 과학기술 R&D의 영역이 아니라 국가생존의 대상이 되므로 우주안보가 매우 중요하다. 이를 위해 전략적 위성자산의 충분한 확보가 필요하고, 또한 이를 보호하기 위한 예방력, 대응력이 필요하다. 아울러, 우호국 확대를 통해 국가 간 경쟁에 공동대응하는 우주외교력 강화가 중요하게 된다.

이러한 전략적 대응을 위해서는 우주를 바라보는 시각을 바꿔야 한다. 우주개발을 과학기술로만 보서는 항상 예산 확보에 어려움을 겪을 수밖에 없다. 우주는 안보, 외교, 전략기술, 패권경쟁, 국가생존과 직결된다는 관점에서 바라보고 투자할 필요가 있다.

도전적이지만 전략기술이며, 미자립·비확보의 기술은 산업계가 수익을 낼 수 없어서 쉽게 진입하지 못하는 분야이므로 항공우주연구원과 같은 공공기관이 안정적인 예산으로 수행하고, 산업계의 역량이 충분한 경우에는 정부가 다양한 수요제기를 통해 산업계가 기꺼이 우주에 참여할 수 있도록 기회를 줘야 한다.

이를 위해서는 현재의 연간 5억 달러 정도의 예산으로는 경쟁력을 확보할 수 없다. 우주선도국인 미국은 450억달러 이상, 중국은 100억 달러 정도, 프랑스, 독일, 일본이 30억 달러가 넘는 예산을 우주에 투자하는 것을 감안하면, 미래 우주에서의 우월적 지위를 확보하고, 패권 경쟁에서 살아남기 위해 우리도 획기적으로 우주 예산을 늘릴 필요가 있다.

항공우주청, 범부처 컨트롤타워로서 거시적 지원과 전략 수립 역할 기대

항공우주기술은 이제 시작이다. 앞으로 나아가기 위해서는 국가 차원에서 연구개발 역량을 집중시킬 수 있도록 범부처 차원의 협의체 수립이 필요하다. 산·학·연·군의 유기적인 협력체계를 기반으로 고유 역량을 하나로 결집해야 한다. 지속 가능한 국가 성장동력으로서 전문인력 양성, 시험설비 확충 등의 인프라 기반 구축이 필요하다. 예산 확보와 지원 등의 재정적인 정책과 관련 연구기관과 기업에 대한 규제 완화와 정책적 지원 등의 산업적인 정책에 대한 거시적인 지원이 있어야 한다. 그리고 이를 통합·관리할 수 있는 컨트롤타워가 필요하다. '항공우주청'이 그 역할을 할 수 있을 것으로 보인다. 새로 생기는 '항공우주청'은 항공우주를 단편적이지 않고, 경제, 안보, 외교, 기술, 경제적 변형 등 총체적인 관점에서 그 중요성을 인식하고, 모든 분야를 관통하는 통찰력 있는 전략을 세우는 역할과 모든 항공우주관련 부처의 컨트롤타워로서의 역할을 다해 주기를 기대해 본다. ㉠

참고문헌

1. “첨단 항공엔진 국내개발을 위한 제언”, 국방기술진흥연구소 이슈페이퍼, 2022년 01호, 2022.05.18.
2. “개인용 항공기(PAV)”, 한국과학기술기획평가원(KISTEP) 기술동향브리프, 2021년 05호, 2021.04.28.
3. “우리는 왜 ‘전투기 엔진’을 못만들까”, 서울신문 [밀리터리 사이트], 2022.09.25, <https://www.seoul.co.kr/news/newsView.php?id=20220925500019>
4. “하늘 위에 펼쳐지는 모빌리티 혁명, 도심 항공 모빌리티(Urban Air Mobility, UAM)”, 삼정KPMG 경제연구원, 2020년 70호, 2020.03.23.
5. “High-Speed Vertical Take-Off and Landing Concept”, AFWERX Challenge, 2021.04.20, <https://afwerxchallenge.com/air/highspeedvtol/overview>

Aerospace Engineering



[편집인의 말] 시간이 지나도 많은 사람들에게 감명을 주는 클래식 음악·소설·영화처럼, 과학기술계에도 역사를 바꾼 ‘명논문’이 있습니다. 한림원은 ‘인생논문을 만나다’ 연재기고를 통해 각 학문분야에서 손꼽히는 명논문, 혹은 최근 많은 연구자들에게 영감을 주고 있는 최신논문 등을 소개함으로써 이공계 대학(원)생들은 물론이고, 연구현장에서 눈앞의 연구에 지친 연구자들에게 연구의 묘미와 가치를 다시금 일깨워주는 계기를 마련하고자 합니다. 시리즈의 아홉 번째는 현대인의 질병으로 불리며 중요한 사회 문제로 떠오른 ‘우울증’ 분야입니다.

우울증 발병에서 유전자와 환경의 상호작용 규명:

Avshalom Caspi의 2003년 Science 게재 논문

1만회 이상 인용, 관련 분야 모든 연구자에 영향 미친 위대한 논문



Avshalom Caspi @2022
Duke University and Duke
University Health System



글 김재민

전남대학교 의과대학 정신건강의학교실 교수(의약학부 정회원)

정신건강의학과 분야의 임상중개연구에 탁월한 연구업적을 내고 있으며, 특히 우울증 분야 국내 대표 연구자로서 암, 심장질환, 뇌졸중과 같은 심각한 신체질환이 동반된 우울증 환자에 대한 대규모 장기 코호트 연구를 통해 단기연구에서는 발견하기 어려운 매우 독창적인 결과를 도출하고 발병기전과 치료방법에 대한 연구결과를 발표해 국내외적으로 주목을 받고 있음



우울증의 발병 원인

우울증은 평생 동안 전체인구의 10명 중 1명이 걸릴 수 있을 정도로 흔한 질병이다. 우울증의 보편적인 원인은 유전 소인과 스트레스 2가지로 알려져 있다. 유전 소인으로는 여러 유전자가 거론되는데 특히 세로토닌 수송체(5-hydroxytryptamine transporter: 5-HTT) 유전자에 대한 연구가 가장 활발히 이루어져 왔다. 이 유전자는 17q11.2 영역에 존재하고, 5-HTT gene-linked polymorphic region(5-HTTLPR)의 대립형질에 따라 기능이 달라진다. 즉, 5-HTTLPR에 short (“s”) 대립형질을 갖는 경우 long (“l”) 대립형질을 갖는 경우에 비해 전사효율이 저하되어 우울증에 보다 흔히 걸릴 수 있다. 한편 우울증과 관련된 스트레스는 크게 2가지로 대별되는데 첫째, 아동기 역경으로 사춘기 이전까지 신체적 심리적 학대 등을 받은 경우이고, 둘째, 최근 심각한 생활사건으로 가족 사망이나 이별, 심각한 질병, 큰 경제적 손실 등이 있다.

우울증 원인 규명 연구의 문제점

우울증의 원인이 유전 소인과 스트레스라는 것은 분명하지만, 연구의 측면에서는 재현이 쉽지 않다는 문제점이 있다. 유전 소인 연구를 살펴보면, 일부 연구자들이 특정 유전자와 우울증 발병 간의 유의한 연관성을 발표하면 다른 연구자들의 같은 설계 연구를 통해 재현되어야 하는데 이런 경우가 드물다. 위 5-HTTLPR 유전자의 경우에

Influence of Life Stress on Depression: Moderation by a Polymorphism in the 5-HTT Gene

Avshalom Caspi,^{1,2} Karen Sugden,¹ Terrie E. Moffitt,^{1,2*}
Alan Taylor,¹ Ian W. Craig,¹ HonaLee Harrington,²
Joseph McClay,¹ Jonathan Mill,¹ Judy Martin,³
Antony Braithwaite,⁴ Richie Poulton³

그림 1. Caspi 교수의 사이언스 게재논문 제목과 정보 SCIENCE 2003 Vol 301, Issue 5631 pp. 386-389

도, 그 동안의 연구를 종합한 메타분석 결과 유의한 연관성이 보이지 않았다. 5-HTTLPR 처럼 가장 많이 연구된 유전자에 대해서도 재현이 잘 안되는데, 그 외 유전자들과 우울증 발병 사이의 연관성은 더 잘 확인 안되는 것이 당연하다. 한편 스트레스 받은 사람들 중에 우울증이 잘 생긴다는 것은 너무 확실해 보이지만, 반대로 엄청난 스트레스를 받고도 우울해지지 않고 잘 지내는 분들도 많다. 이런 경우를 보면 스트레스가 우울증 발병의 충분조건은 아닌 듯 하다. 이러한 발병 원인의 불명확성은 우울증 뿐만 아니라 정신건강의학 영역에서 중요 질환인 조현병, 양극성장애, 불안장애 등에서도 마찬가지다.

유전자-환경 상호작용 연구를 통한 우울증 원인 규명

정신건강 및 인간발달에 대한 연구로 알려진 심리학자 아브샬롬 카스피(Avshalom Caspi) 듀크대학교 교수가 2003년 Science에 게재한 논문 ‘Influence of Life Stress on Depression: Moderation by a

심리학자 아브샬롬 카스피(Avshalom Caspi) 듀크대학교 교수가 2003년 Science에 게재한 이 논문은 이후 **우울증을 비롯한 정신질환의 발병**에 대한 **대표적 표준 모형을 제시**하는 **이정표 역할**을 했고, 수많은 **후속연구**를 이끌어냈다.



Polymorphism in the 5-HTT Gene'은 이전까지 우울증 발병 원인의 불명확성을 상당히 해소시켰다. 먼저 연구진은 이전과는 다른 연구설계를 하였다. 즉, 유전자와 환경의 상호작용이 우울증 발병에 어떻게 기여하는지를 조사하였다. 피험자들을 s와 l 대립형질 보유 여부에 따라 나누고 각각에서 스트레스의 수에 따른 우울증 발병 확률을 조사했다. 그 결과 그림 2와 같이 우울증 소인 유전자인 s 대립형질을 갖는 사람들은 스트레스가 많아질수록 발병 확률이 점진적으로 증가하지만, l 대립형질인 경우에는 스트레스와 우울증 발병 간에 유의한 연관성을 보이지 않았다. 종합하면, 우울증은 유전 소인을 갖는 사람들이 스트레스를 받았을 때 흔히 발생한다고 할 수 있다. 이 연구는 이후 우울증을 비롯한 정신질환의 발병에 대한 대표적 표준

적 모형을 제시하는 이정표 역할을 했다. 수많은 후속연구를 이끌어내어 정신건강의학 논문으로 드물게 지금까지 1만회 이상 인용되었다. 또한 타 연구자들에 의해 재현이 잘 되지 않던 단순 유전연관 연구 결과들과는 차별되게, 이 연구설계로 진행된 후속 연구들은 유사한 소견들이 재현되었다.

나에게 미친 영향

필자는 2000년도부터 연구를 시작했는데 첫 연구는 지도교수님들의 지시에 따라 지역사회거주 노인들의 정신건강에 대한 역학조사를 한 것이다. 약 1,000명의 노인들을 대상으로 우울증 진단을 하고 우

울증의 유병률과 사회심리적 위험인자를 규명하였는데, 이러한 설계의 연구로는 영향력 있는 저널에 출판하기 어려웠다. 좋은 논문을 출판하기 위해서는 생물학적 요인들이 추가되어야 했다. 마침 노년기 우울증의 유전학에 대한 연구는 비교적 드물었기 때문에 필자도 우울증 유전 연구를 해보고 싶었다. 문제는 당시 유전검사를 시행할 연구비가 없었다는 것인데 지도교수님께서 어떻게 마련하였는지 수천 만원을 연구에 쓰라고 희사해 주셨다. 무척 감사한 마음이 들었고 또 좋은 연구결과가 기대되었다.

그러나 막상 5-HTTLPR 유전자형과 우울증 간의 연관성을 분석해보니 유의한 소견을 보이지 않았다. 심히 낙담하였으며, 연구비를 지원해주신 지도교수님께도 죄송스러운 마음이었다. 그러던 차에 마

침 2003년, Caspi 연구진의 이 논문이 발표되었다. 이 연구의 설계와 그 결과는 어둡고 막막한 상황에서 한줄기 빛과 같은 영감을 주었다. 당시 연구 데이터를 유사한 방법으로 재분석하였더니, 그림 3과 같이 Caspi 연구진 논문의 결과와 거의 일치하는 유의한 소견이 도출되었다. 정말 감격스러운 순간이었다. 연구결과는 상위 랭크 저널인 Biological Psychiatry에 게재되었고, 필자의 연구들 중에서 가장 많이 인용된 논문이 되었다. 이를 계기로 필자는 정신질환의 발병과 치유과정에서 유전자를 포함한 생물학적 요인 그리고 심리사회적 요인이 복합되어 작용한다는 가설을 규명하기 위해, 이들 간의 상호작용을 연구하고 분석하는 작업을 해왔다.

타 의학분야에 미친 영향

암, 심장질환, 뇌졸중 등과 같은 심각한 신체질환의 원인으로 이전까지는 대부분 유전을 비롯한 생물학적 영향만을 조사하였다. 최근 들어, 신체질환에서도 생물-심리사회적 요인들 간 상호작용이 발병과 예후에 영향을 미친다는 결과들이 발표되고 있다. Caspi 연구진의 2003년 Science 논문은 처음에는 정신건강의학 연구에 많은 영향을 미쳤지만, 점차 신체질환 연구영역에도 영향력을 넓혀가고 있다. 이 논문은 필자의 연구방향을 설정하는데 결정적 도움을 주었고, 아마 거의 모든 의학자들의 연구와 임상진료에도 영향을 미칠 수 있는 위대한 논문이다. 🙏

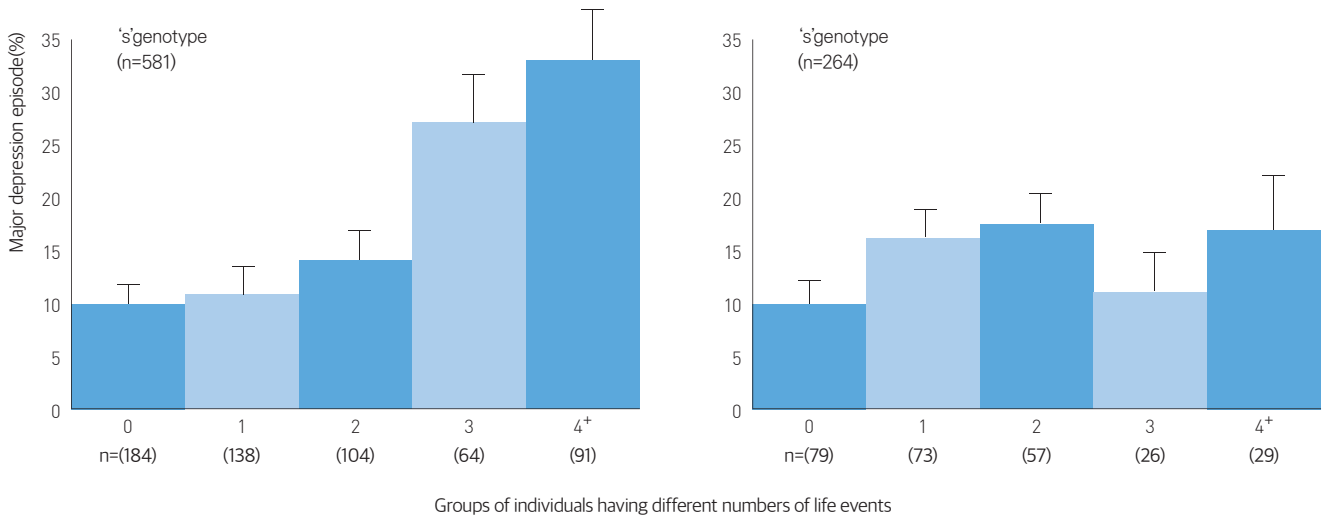


그림 2. 5-HTTLPR 유전자형과 스트레스 수에 따른 우울증 발병 확률

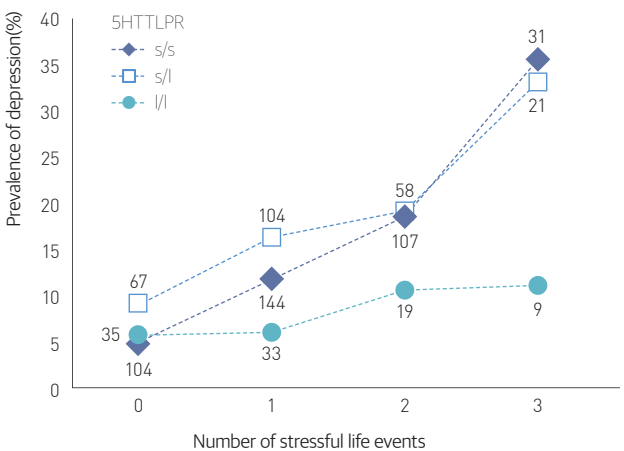


그림 3. 한국 노인에서 5-HTTLPR 유전자형과 스트레스 수에 따른 우울증 발병 확률 (Biological Psychiatry, 2007)



수 상



이 석 하



이 상 엽



남 원 우

이석하 농수산학부 정회원(서울대),
이상엽 공학부 정회원(KAIST),
남원우 이학부 정회원(이화여대) 등
한림원 정회원 3인이 제67회
대한민국학술원상 자연과학응용부문 및
자연과학기초부문의 수상자로 선정됐다.



권 성 훈

권성훈 공학부
차세대동문회원(서울대)이
제36회 인촌상 과학·기술
부문 수상자로 선정됐다.



김 재 범



김 준 성

김재범 이학부 정회원(서울대)과
김준성 이학부
차세대동문회원(POSTECH)이
제18회 경암상 수상자로 선정됐다.



배 옥 남

배옥남 의약학부
차세대회원(한양대)이
제2회 WBF-석오
생명과학자상을 수상했다.



인 사



문 애 리

문애리 의약학부
정회원(덕성여대)이
식품의약품안전처
중앙약사심의위원회
민간위원장으로 위촉됐다.
임기는 2024년 8월
7일까지다.



김 원 준

김원준 정책학부
정회원(KAIST)이
삼성글로벌리서치에
경영산업연구담당(부사장급)
으로 합류했다.



변 혜 령

변혜령 이학부
차세대회원(KAIST)이
(주)한화 사외이사로
선임됐다.



학 술



김 기 남

김기남 공학부
정회원(삼성전자)이
영국왕립공학한림원
(Royal Academy of
Engineering)의 2022년
외국인회원으로
선출됐다.



이 용 환

이용환 농수산학부
정회원(서울대)이 아시아
지역 출신 인사 최초로
세계식물병리학회
회장으로 선출됐다.
임기는 2023년 8월부터
2028년까지 5년이다.



김 세 권

김세권 농수산학부
중신회원(한양대)이
국제 저명 출판사인
'Academic Press'에서
저서 'Marine
Antioxidant'를 출간했다.



조 선 영

조선영 의약학부
차세대동문회원(경희대)이
'Practical Laboratory
Medicine' 저널의
편집위원으로 위촉됐다.



최 도 일

최도일 농수산학부
정회원(서울대)이
한국분자세포생물학회
2024년도 회장으로
선출됐다. 임기는
2024년 1월부터 1년이다.



김 성 용

김성용 이학부
차세대동문회원(KAIST)이
김재남 작가와 함께
'공기와 바람의 조각:
1000일간의 기억과
기록'의 현대미술 전시회를
열었다.

작 고 회 원 추 모



삼가 고인의 명복을 기원합니다
과학기술발전에 공헌한 고인의 생애와 업적을 기억하겠습니다

약물전달시스템 연구 선구자

김 종 국

의약학부 중신회원
(서울대학교 명예교수)



2022년 7월 2일 별세

故 김종국 박사는 국내 약학계에서 물리약학 분야를 확립했고, 약물전달시스템과 개량신약 연구개발 분야 개척에 앞장섰다. 1966년 서울대 약학대학을 졸업하고 1968년 같은 대학에서 석사학위를 받았으며, 1975년에 미네소타대학교에서 약제학 박사학위를 취득했다. 서울대에서 30년간 강의하며 물리약학, 생물학적 동등성의 이해 등의 저서와 216편의 SCI급 논문을 포함한 360여편의 논문을 발표하며 활발한 연구 활동을 펼쳤다. 또한 의약품의 안정화 기술, 나노 및 마이크로캡슐 제조 기술 등을 개발하여 제약기업으로 기술 이전했고, 국내 우수 의약품제조관리기준(GMP)과 생물학적동등성시험의 제도적 기틀 구축에 앞장서며 제약 산업 선진화에 공헌했다. 2008년 서울대 정년퇴임 후 인제대학교 약학대학 초대학장으로 후진 양성에 기여하며 평생에 걸쳐 인력 양성에 힘을 쏟았다.

'바이러스 연구의 올라운드 플레이어'

이 호 왕

의약학부 중신회원
(고려대학교 명예교수)



2022년 7월 5일 별세

故 이호왕 박사는 유행성 출혈열 병원체를 세계최초로 발견하고 새로운 바이러스 속(Genus)으로 한타바이러스를 제정한 세계적인 바이러스 연구자다. 1954년 서울대 의과대학을 졸업하고 1959년 미국 미네소타대학교에서 박사학위를 취득했다. 1954년에서 1973년까지 서울대에서, 1973년부터 1994년까지 고려대학교 의과대학에서 재직했다. 국내에 기초연구비가 없던 시절, 치열한 경쟁을 뚫고 미국국립보건원(NIH)과 미국군연구개발사령부 등으로부터 연구비를 수주했고 바이러스의 병원체와 진단법, 백신까지 모두 개발한 전무후무한 기록을 세웠다. 고인은 국내 학술계를 이끄는 리더로서 대한민국학술원 원장(2000년), 대한바이러스학회 초대 회장(1971년), 대한백신학회 초대회장(1998년) 등을 역임했으며, UN산하 국제백신연구소(IVI)의 한국후원회장과 한탄생명과학재단 이사장 등으로 활동하며 연구사업 발전에 힘을 기울였다.

'공정제어공학 개척자'

장 근 수

공학부 중신회원
(POSTECH 명예교수)



2022년 9월 28일 별세

故 장근수 박사는 석유화학 등 각종 산업의 필수 학문으로 꼽히는 공정제어공학의 개척자다. 한양대학교 화공과를 졸업한 뒤 미국 아곤(Argonne) 국립연구소 연구원을 거쳐 1959년부터 1963년까지 원자력연구소 연구관을 지냈고, 1962년 국내 처음으로 원자로 운전면허를 취득했다. 같은 해 국내에 처음 들어온 원자로 'Triga Mark 2'를 작동할 때 기계 설치에 참여했고, 냉각 타워를 직접 설계했다. 이후 미국 노스웨스턴대학교에서 화학공학 석사 및 박사학위를 받은 뒤 1966년부터 1988년까지 캐나다 워털루대 화학공학과 교수로 재직하다 1988년 POSTECH 화학공학과 교수로 자리를 옮겼다. 고인은 제품 생산 과정을 컴퓨터로 자동제어하는 공정제어공학을 국제적으로도 초기부터 연구한 공학자로서 우리나라 연구 수준을 세계적 수준으로 끌어올리는 데 공헌한 권위자이며, 물류과정 제어장비 '컴퓨터 통합시스템(CIM)'을 개발해서 국내 업체가 사용하게 하는 등 산업 발전에도 기여했다.

01 — 7.21.

제34회 프레스티지 워크숍 >

댄 셰흐트만 교수(2011년 노벨화학상) 초청 강연

댄 셰흐트만(Dan Shechtman) 이스라엘 테크니온 공과대학교 교수는 'Quasi-Periodic Materials, a Paradigm Shift in Crystallography'를 주제로 강연했다. 아키바 토르(Akiva Tor) 주한이스라엘대사, 유옥준 원장, 현택환 공학부 정회원(서울대) 등 관련분야 전문가 20여명이 참석하여 강연을 경청하고, 질의응답 시간을 가졌다.

02 — 8.8.~8.9.

청소년과학영재사사 >

2022년 한림미래과학캠프

올해 캠프는 KAIST에서 1박 2일 간 진행됐다. 첫날에는 허준이 교수를 초청, '필즈상 수상자와의 대화'를 주제로 90분간 특별대담이 마련되었으며, 참석 멘티들은 2일간 후보캠프와 원자물리캠프 등 KAIST 연구현장 견학을 실시하고, 분야별 연구 활동, 멘토와의 시간, 선배 멘티와의 만남 등 실질적 탐구-체험 및 소통 중심의 다양한 과학 관련 활동을 진행했다.

03 — 8.29.

한림원 역대 원장단 간담회 개최

한림원은 8월 29일, 서울대학교 호암교수회관에서 역대 원장단 간담회를 개최했다. 과학기술정책 연구 및 자문 사업 현황, 과학기술인재양성(석학지식연계) 사업 현황, 과학기술국제교류증진사업 현황, 과학기술유공자 예우 및 지원사업 현황, 한림원 정회원 및 차세대회원 선출 현황 등이 보고됐다.

04 — 9.14.~9.15.

제1회 한·이스라엘한림원 공동심포지엄

이스라엘과학인문한림원(IASH)과의 첫 공동심포지엄이 9월 14일부터 15일까지 이스라엘 예루살렘에서 개최됐다. '양자물리학: 기초부터 응용까지'를 주제로 양국의 관련 분야 전문가 16인이 연사로 참여하여 발표와 토론을 진행했다.

05 — 9.26.

한림원탁토론회 >

신약개발의 새로운 패러다임

토론회 주제발표는 김성훈 연세대학교 약학대학 교수와



01



02



03



04



05



06



07



08

최선 이화여자대학교 약학대학 교수, 김규원 서울대학교 약학대학 명예교수 등이 맡았으며, 지정토론의 좌장으로 정해영 부산대학교 석좌교수가, 토론자로 윤호섭 차바이오 그룹 종합연구원 원장, 홍진태 충북대학교 약학대학 교수, 목인희 서울대학교 의과대학 교수, 박병현 전북대학교 의과대학 교수, 김정훈 서울대학교 의과대학 교수, 손문호 대구경북첨단의료산업진흥재단 신약개발 지원센터 센터장, 채인택 중앙일보 기자 등이 참여했다.

06 — 9.29.

한림원탁토론회>

우리는 왜, 어떻게 우주로 가야 하는가

토론회 주제발표는 문홍규 한국천문연구원 우주탐사그룹 그룹장과 이창진 건국대학교 항공우주학과 교수 등이 맡았으며, 지정토론의 좌장으로 이형묵 서울대학교 명예교수가, 토론자로 황호성 서울대학교 물리천문학부 교수, 조황희 STEPI 국가우주정책연구센터 센터장, 김이을 세트렉아이 대표, 김소영 KAIST 과학기술정책대학원 교수, 그리고 김민수 동아사이언스 기자 등이 참여했다.

07 — 9.29.~9.30.

제6회 한국·독일한림원 공동심포지엄

독일레오폴디나한림원과의 여섯 번째 공동심포지엄이 9월 29일과 30일, 양일 간 서울 더플라자에서 '인공지능과 디지털 시대가 가져올 미래'를 주제로 개최됐다. 유럽·미국 최초의 음성번역시스템 JANUS를 개발한 음성 인식 및 번역 관련 AI 기술 권위자인 알랜산더 바이벨(Alexander Waibel) 카를스루에공과대학(KIT) 교수 등 독일 연사 5인과, AI 컬링 로봇 '커리(Curly)' 등을 개발한 적응형 심층 강화학습 기술 권위자 이성환 고려대학교 교수 등 한국 연사 9인이 참여해 발표와 토론을 이어갔다.

08 — 10.12.

한림원탁토론회 >

공학과 헬스케어의 만남-AI가 여는 100세 건강

토론회 주제발표는 황희 카카오헬스케어 대표와 백점기 런던대 교수가 맡았으며, 지정토론에는 임준석 연세의료원 디지털헬스실장을 좌장으로 송민 연세대 교수, 윤형진 서울대 교수, 이승원 성균관대 교수, 최성임 GIST 교수 등이 참여하여 관련 연구사례 및 기술 현황 등에 대해 살펴보고 글로벌 경쟁력 강화를 위한 해결 과제 등에 대해 논의했다.

09 — 10.18.

한림국제심포지엄 >

Climate Change, Environment, and Health

한국과학기술한림원과 대한민국의학한림원은 10월 18일, 서울대학교 암연구소 2층 이견회홀에서 '기후변화와 환경의 건강영향과 대책(Climate Change, Environment, and Health)'을 주제로 '제52회 한림국제심포지엄'을 공동 개최했다. 김호 서울대학교 교수 등을 비롯하여 미국, 스위스, 일본, 스페인, 중국, 한국 등 6개국 전문가 11인이 좌장 및 연사로 참여했다.



09



10

10 — 10.21.

한림원탁토론회 >

과학기술과 사회 정의

토론회 주제발표는 박범순 KAIST 과학기술 정책대학원 교수, 정상조 서울대학교 법학전문대학원 교수, 류석영 KAIST 전산학부 교수, 김승섭 서울대학교 보건대학원 교수 등이 맡았으며, 지정토론에는 김경만 서강대학교 사회학과 교수를 좌장으로 전상인 서울대학교 환경대학원 교수와 홍성욱 서울대학교 과학학과 교수 등이 참여하여 공정한 과학을 위한 시민사회의 참여와 관련 정책의 필요성 등에 대해 다채로운 의견을 제시했다.

2022년 4분기 행사예고

행사일정은 한림원 홈페이지(www.kast.or.kr)를 통해 반드시 재확인해주시길 바랍니다.

공지
사항

11
월

2022년도 제2회 한국과학기술한림원 정기총회

• 일시/장소: 11. 17.(목) 16:00 / 한림원회관 대강당(지하 1층)

제205회 한림원탁토론회(지속 가능한 성장과 가치 혁신을 위한 수학의 역할)

• 일시/장소: 11. 18.(금) 14:00 / 한림원회관 1층 및 온라인 중계 병행

2022년도 제1회 Y-KROS

• 일자/장소: 11. 25.(금)~26.(토) / 부산 해운대 파크하얏트

12
월

제206회 한림원탁토론회(에너지, 환경 등 인류의 위기 극복을 위한 기초과학의 역할)

• 일시/장소: 12. 1.(목) 14:00 / 한림원회관 1층 및 온라인 중계 병행

제5회 석학 커리어 디시전스

• 일시/장소: 12. 7.(수) 16:00 / 한림원회관 1층 • 연사: 주태하 POSTECH 교수

2022년 Y-KAST Members' Day(2023년 신입회원 회원패 수여식 등)

• 일시/장소: 12. 13.(화) 16:00 / 더케이호텔 크리스탈볼룸

제6회 석학 커리어 디시전스

• 일시/장소: 12. 14.(수) 16:00 / 한림원회관 1층 • 연사: 박규환 고려대학교 교수

제7회 석학 커리어 디시전스

• 일시/장소: 12. 21.(수) 16:00 / 한림원회관 1층 • 연사: 장윤석 UNIST 교수

홈페이지 | www.kast.or.kr
유튜브 | [youtube.com/c/한국과학기술한림원1994](https://www.youtube.com/c/한국과학기술한림원1994)
네이버포스트 | post.naver.com/kast1994