

# Tech Focus

Dec. 2024

Vol. 14



**Focus Story**  
> Flow

미래 차 대안으로 떠오르는  
친환경 수소전기차

**Changing Tomorrow**  
> R&D Diary

세상 그 어디에도 없던,  
공간 리얼 홀로그램의 탄생

**Changing Tomorrow**  
> Best Practice

2024년 산업통상자원부  
R&D 대표 10선

**R&Dism**  
> 슬기로운 기술 생활

지구촌 신세계를 이끌어갈  
2025년 유망 기술



<테크 포커스>  
웹진 보기  
매월 10일 오픈

# Tech Focus

Dec. 2024

<테크 포커스> 웹진에서 12월호 기사를 확인하세요! [techfocus.kr](http://techfocus.kr)

Vol. 14



## Focus Story

2

### Infographic

IT's Hot, 수소차는 지금!

4

### History

키워드로 보는 수소자동차의 역사

8

### Film&Tech

미디어 속 수소자동차들

10

### Flow

미래 차 대안으로 떠오르는 친환경 수소전기차

14

### Fall in tech

수소전기차 기술의 현재와 미래

## Changing Tomorrow

18

### R&D Project

(주)트위니

물류 이송 로봇 기술의 무한 잠재력을 연구하다

22

### R&D Note

국립목포해양대학교

소형선박 해양 안전의 새로운 장을 열다

26

### R&D Diary

한국전자통신연구원

세상 그 어디에도 없던, 공간 리얼 홀로그램의 탄생

30

### R&D Sense

#디지털-배리어프리

31

### R&D Policy

AI와 ESG 시대의 R&D 정책



등록일자 2013년 8월 24일 발행일 2024년 12월 5일 발행인 한국산업기술기획평가원 원장 전윤중 발행처 한국산업기술기획평가원, 한국산업기술진흥원, 한국에너지기술평가원, 한국공학한림원 주소 대구광역시 동구 첨단로8길 32(신서동) 한국산업기술기획평가원 후원 산업통상자원부 편집 및 제작 한국경제매거진(주)(02-360-4816) 인쇄 (주)영남프린텍(053-964-1700) 문의 한국산업기술기획평가원(053-718-8567) 잡지등록 대구등, 라00026  
 본지에 게재된 모든 기사의 저작권은 한국산업기술기획평가원이 보유하며, 발행인의 사전 허가 없는 기사와 사진의 무단 전재, 복사를 금합니다. 필자의 원고 및 취재원의 인터뷰 방향은 한국산업기술기획평가원의 입장과 일부 차이가 있거나 다를 수 있습니다.



34

Best Practice

2024년 산업통상자원부 R&D 대표 10선

36

알키미스트 프로젝트

미래를 바꾸는 기술, 그 도전과 혁신

## One More Tech

38

Tech for 어스

친환경 경쟁력 키우는 생분해성 종이 물티슈

42

키워드 산책

21세기의 과학, 생물학

46

Interview 1

윤지유 2024 파리 패럴림픽 탁구 메달리스트

과학적 분석은 경기력 향상의 디딤돌

48

Interview 2

김승환 카이스트 기계공학과 엑소랩 연구원

웨어블 로봇 입고 다시 설 수 있다는 희망을 품다

## R&Dism

50

슬기로운 기술 생활

지구촌 신세계를 이끌어갈 2025년 유망 기술

54

공학자의 서재

이주용 서울대학교 약학대학 제약학과 교수

단백질 구조의 비밀, 시를 통해 풀어내다

58

잡 인사이드

이기성 (주)네스앤텍 대표

탄탄한 공학 기반의 드론 개발이 필요한 시점

-

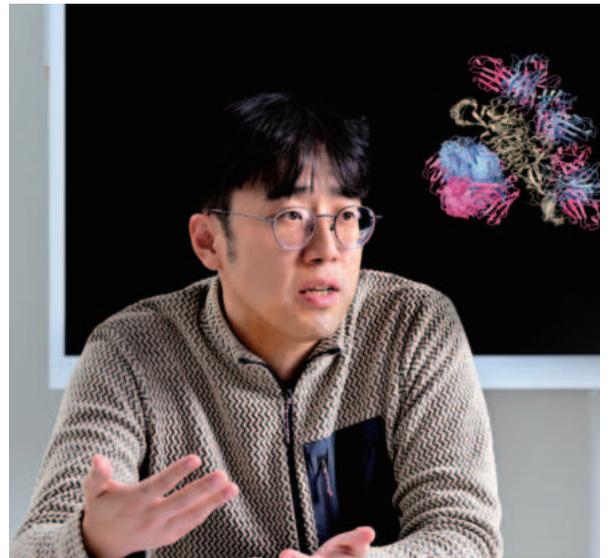
62

똑소리단 리뷰

64

Notice

독자 퀴즈



수소차가 모빌리티산업의 미래로 떠오르고 있다. 글로벌 자동차업계는 연료 효율성, 경제성 등 전기차보다 여러 면에서 우수한 수소차의 연구개발에 박차를 가하고 있다. 특히 수소차는 주행 중 오직 물만 배출하는 친환경 차량으로 기후위기 대응의 게임체인저로 꼽힌다.

# IT's Hot,

## 수소차는 지금!



### 글로벌 수소 시장 전망



자료: QY리서치 & 한국자동차연구원

### 2050년 글로벌 수소경제 전망



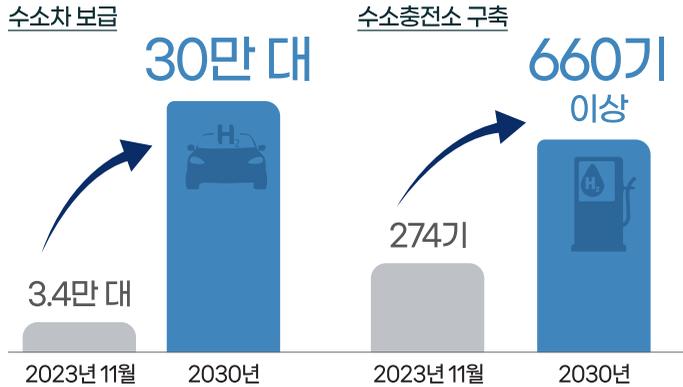
자료: 한국자동차연구원

### 2024년 모빌리티용 수소 소비량

2024년 상반기 모빌리티용 수소 소비량은 전년 동기 대비 **46%** 증가한 **3790톤** 하반기 수요량은 최대 **8400톤** 공급은 최대 **1만3000톤**으로 예상

자료: 산업통상자원부

## ⊕ 수소전기자동차 확대 계획



자료: 환경부

## ⊕ 정부의 수소버스 보급 확대 계획



## ⊕ 국가별 수소차·연료전지 등 보급 실적

(2022년 8월 기준)

구분	한국	미국	일본	독일
수소차	2만5570대	1만4114대	7344대	1145대
연료전지	837MW	527MW	422MW	-
수소충전소	150개소	83개소	160개소	102개소

자료: 산업통상자원부

## ⊕ 수소 분야 연구개발 R&D 예산 대폭 확대

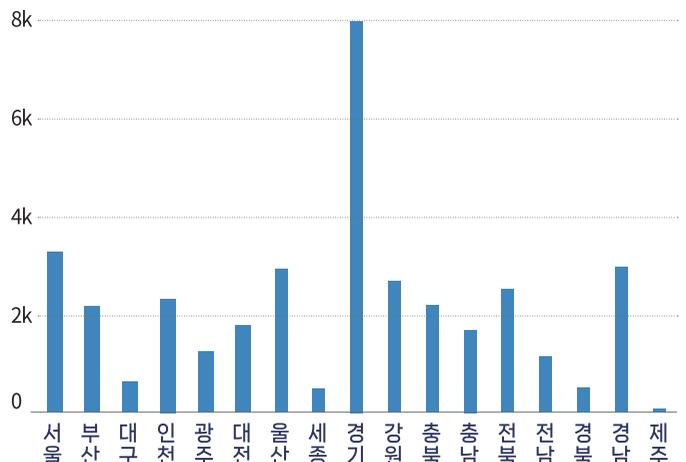
산업통상자원부는 국정 과제인 '세계 1등 수소 산업 육성'을 속도감 있게 실행하기 위해 수소 분야 R&D 예산을 2023년 **28억 원**에서 2024년 **478억 원**으로 대폭 확대했다.



자료: 산업통상자원부

## ⊕ 국내 수소차 등록 현황

(2024년 9월)



자료: 국토교통부

# 키워드로 보는

## 수소자동차의 역사

석유를 대신하기 위해 여러 대체에너지가 활발히 개발되고 있다. 그중에서도 수소에너지는 부존량이 사실상 무한이고, 환경오염이 없으며, 얼마든지 재사용이 가능한 지극히 이상적인 대체에너지로 각광받고 있다. 그러한 수소에너지로 달리는 인간의 제3의 발, 수소자동차의 발전사를 알아보자.

글 이동훈 과학 칼럼니스트

Keyword 1.

수소 내연기관과 수소연료전지

수소는 환경과 재활용 측면에서 실로 이상적인 에너지원이다. 지구의 70%를 덮고 있는 물. 그 물을 전기분해하면 수소가 나온다. 그리고 수소를 연소시키면 다시 물이 된다. 이 과정에서는 어떤 오염물질도 나오지 않는다. 에너지밀도(142kJ/g)마저도 휘발유(42.7kJ/g)보다 우수하다. 그만큼 효율이 뛰어나다. 이러한 수소에너지를 활용하는 방법은 크게 두 가지다. 바로 수소 내연기관과 수소연료전지다.

수소 내연기관은 문자 그대로 수소를 연료로 사용하는 내연기관이다. 인류 최초의 내연기관도 다름 아닌 수소 내연기관이었다. 수소와 공기를 섞은 혼합기를 점화시켜 수소를 연소시킬 때 나오는 에너지를 동력으로 활용하는 것이다.

수소연료전지는 수소와 산소의 화학반응을 이용해 전기를 생산하는 배터리다. 이렇게 생산한 전기를 모터에 바로 보내거나, 별도의 전지를 거쳐 모터로 보내 동력을 발생시킬 수 있다. 수소자동차로 한정해서 말하자면, 전기모터를 돌려 움직이는 이른바 수소전기자동차들이 에너지원으로 수소연료전지를 싣고 있다.

Keyword 2.

세계 최초 수소자동차 '드 리바즈'

인간이 수소를 에너지원으로 활용하기 시작한 것은 생각 이상으로 오래됐다. 다소의 논란은 있으나 수소의 에너지화를 논할 때 그 시조 격인 존재로 꼭 거론되는 인물이 있다. 그의 이름은 프랑수아 이자크 드 리바즈로, 스위스의 과학자였다.

1807년 그가 세계 최초로 수소 내연기관을 발명해 특허까지 취득했다. 지금으로부터 무려 200여 년 전이다. 이는 세계 최초의 내연기관이기도 했다. 최초의 내연기관 연료가 수소였던 것이다. 드 리바즈의 내연기관은 수소와 산소 혼합기를 실린더 내에서 전기 충격으로 점화시켜, 그 폭발력으로 피스톤을 밀어내 동력을 발생시키는 구조였다.

즉 오늘날의 내연기관과 작동 원리상으로는 아무런 차이가 없었다.

그 이듬해인 1807년 그는 이 내연기관을 자신이 만든 자동차 '드 리바즈'에 탑재했고, 차량의 시험 운행에도 성공했다. 다만 당대의 마차나 증기기관차의 성능에도 미치지 못했다. 스위스의 피에르 지아나다 자동차 박물관에서 1985년 이 차량을 리메이크해 실시한 실험에서는 한 번의 수소 충전으로 100m 정도를 주행할 수 있었다. 따라서 당대인들은 그의 발명에 냉담했다. 당시 프랑스 과학 한림원은 "드 리바즈의 내연기관은 증기기관의 상대가 되지 못한다"라고 발표했을 정도다.

Keyword 3.

에티엔 르누아르의 '히포모빌'

제대로 된 수소자동차가 또 나온 것은 드 리바즈의 발명으로부터 무려 50여 년이 지난 1860년이었다. 이번에는 프랑스의 과학자 에티엔 르누아르가 주인공이었다. 그는 다년간의 연구 끝에 드 리바즈의 내연기관보다 더욱 작고 효율이 우수한 내연기관을 만들어내는 데 성공했다. 그는 자신이 만든 내연기관을 차량 '히포모빌'에 탑재했고, 이 내연기관의 연료로 수소를 사용해 주행시키는 데 성공했다. 주행 성능도 드 리바즈의 자동차보다 훨씬 좋아서 18km 거리를 3시간 만에 주파했다고 한다. 어찌 됐든 사람이 걷는 속도(시속 4km)보다는 빨라졌다.

르누아르는 나중에 자신의 내연기관을 석탄가스 등 다양한 연료를 사용할 수 있도록 개량, 400대 정도를 판매해 상업적 성공도 거뒀다. 또한 전기분해로 얻은 수소를 이용해 동력을 만들어낸 최초의 사람으로도 이름을 남겼다.

하지만 이후 20세기 중반까지 수소자동차의 연구개발은 지지부진했다. 강력한 경쟁자인 석유가 있었기 때문이다. 수소는 물을 전기분해해야 얻을 수 있는 데 반해, 석유는 (산유국 한정이지만) 땅만 파면 거의 공짜로 깔팔 나왔다. 어느 에너지가 더 저렴한지는 말할 필요도 없다. 당연히 사람들은 석유로 몰려갔다.



소련군이 사용했던 'GAZ-AA' 트럭. 원래는 석유 연료를 쓰는 내연기관 차량이었지만, 레닌그라드에서 이를 수소 연료를 사용할 수 있도록 개조하는 데 성공했다.

Keyword 4.

전시 상황이 낳은 수소차

석유 전성시대에도 석유를 마음대로 쓸 수 없는 환경에 처한 사람들은 얼마든지 있었다. 제2차 세계대전 당시의 소련 도시이자 전략적 요충지였던 레닌그라드(현 상트페테르부르크)시도 그런 곳이었다. 독일군은 1941년 9월부터 1944년 1월까지 무려 872일 동안 레닌그라드를 포위하고 시내로 들어가는 물자 공급을 끊어 이곳의 민간인과 군인들을 아사시키려 했다.

사람 먹을 식량도 없는 판에 자동차에 넣을 석유가 풍부할 리 없었다. 당연히 연료 부족으로 움직이지 못하는 차량이 속출했다. 이에 소련군 기술자였던 보리스 셸리슈크가 시내에 있던 소련군 트럭 'GAZ-AA' 200대를 수소 연료를 쓸 수 있게 개조해 운용했다. 이 차량은 석유 연료를 사용할 때와 비교해 더욱 높은 연비와 낮은 공해도로 이목을 끌었다. 기존의 석유 연료 사용 차량을 손쉽게 수소차로 개조할 수 있음을 보여준 사례다.

Keyword 5.

세계 최초 수소연료전지 차량 '일렉트로벤'

1966년 미국의 자동차 명가 제네럴모터스<sup>GM</sup>사는 '일렉트로벤'이라는 신제품을 선보였다. 이 차량이 중요한 이유는 최초의 수소연료전지 차량이기 때문이다.

크레이그 마크스 박사 연구팀이 2년간 연구개발한 이 차량은 제네럴모터스의 기존 제품인 '핸디벤' 차량을 수소연료전지로 달리는 전기자동차로 탈바꿈시켰다. 하지만 처음으로 만든 이 차량용 수소연료전지는 너무 크고(연료전지 때문에 화물칸에 다른 물건을 싣기 어려울 정도였다) 무거웠다. 그래도 거대한 수소연료전지 덕분에 힘은 썩었다. 그러나 이 프로젝트는 엄청나게 투입한 자금에 비해 상업적 가능성이 낮았고, 당시에는 이 차량을 유지할 수소 인프라도 시원찮았다. 그래서 결국 제네럴모터스는 이 프로젝트를 중단시키고 만다.

Keyword 6.

석유파동으로 재기하다

1970년대 들어 중동전쟁의 여파로 아랍 산유국들은 석유 무기화를 시도한다. 석유 감산과 유가 인상을 실시한 것이다. 석유파동<sup>Oil Shock</sup>의 시작이었다. 위기감을 느낀 각국은 석유를 쓰지 않는 자동차 개발에 박차를 가한다.

미국의 과학자 로저 빌링스는 학창 시절이던 1972년 독일제 폭스바겐을 개조한 수소자동차 '브리검 영 슈퍼비틀'을 제작했다. '엔진이 흡기하는 공기보다 배기하는 공기가 더욱 깨끗한 차'라는 것이 특징이었다. 그는 여기서 갈고닦은 기술로 캐딜락 '세빌' 차량을 수소자동차로 개조하는 데 성공한다. 전 미국 대통령 지미 카터가 1977년 취임 기념 퍼레이드에서 이 차량을 탑승한 것으로 유명하다.

독일, 일본 등 자동차 강국들도 지지 않았다. 독일 BMW는 1979년 수소·가솔린 다연료 차량을 선보였고, 메르세데스-벤츠는 수소자동차를 출시했다. 일본 무사시 공업대학(현 도쿄 도시대학)에서 1974년부터 1997년까지 일본 최초로 10대의 수소자동차를 개발하기도 했다. 이 학교의 연구에 고무된 토요타, 마츠다, 오펜, 르노 등의 기존 자동차 제작사들 역시 1990년대 후반부터 다양한 수소자동차를 선보이게 된다.

Keyword 7.

21세기 대세로 부상

21세기 들어 온실가스로 인한 기후위기로 탈석유 바람이



현대자동차 '투싼' 수소연료전지 차량.



더욱 강해지면서 수소자동차 연구개발에도 그만큼 더 가속이 붙게 된다. 앞서 말했듯이 수소자동차의 추진체계에는 수소 내연기관과 수소연료전지를 사용한 모터 구동식 두 가지가 있다. 2000년대 이후 현재까지 수소연료전지 모터 구동식에 더욱 관심이 모아지고 있는데, 공해물질 생성과 낮은 출력 효율 등 수소 내연기관의 약점이 드러났기 때문이다. 게다가 전기자동차 연구개발이 활발해지면서 수소연료전지 자동차에도 사용할 수 있는 관련 기술들이 크게 발전했다.

그 결과 2002년에는 미국과 일본에서 토요타 'FCHV', 혼다 'FCX' 수소연료전지 자동차가 출시되기에 이른다. 상용 수소연료전지 자동차가 각국 정부의 승인을 받은 최초의 사례다. 이후 10여 년간 다양한 수소 연료 자동차가 상용화됐다. 2008년에는 사상 최초의 양산형 수소 연료 자동차인 혼다의 'FCX 클래리티'가 출시됐다. 2013년에는 현대자동차의 '투싼' 수소연료전지형이 출시됐다. 2014년에는

토요타의 '미라이'가 출시됐는데, 처음부터 수소연료전지 전용으로 설계된 대량 생산형 차량이라는 것이 특징이었다.

Keyword 8.

충분한 정책적 지원과 인프라

수소자동차의 미래는 밝다. 현재 많은 자동차 제작사들이 수소자동차를 출시했거나 출시 예정이다. 또한 수소연료전지에 비하면 소수파지만, 수소 내연기관의 연구개발도 아직 활발하다. 내연기관 특유의 소음과 진동으로 대표되는 감성은 수소자동차 시대에도 살아남을 수 있을 것이다. 하지만 기술의 발전과는 달리 세간의 인식은 아직도 느리게 변하는 것 같다. 수소자동차가 수소 핵융합으로 움직이는 줄 아는 사람도 꽤 된다. '일렉트로벤'의 실패 사례에서 보듯이, 충분한 정책적 지원과 인프라가 갖춰지지 않으면 아무리 좋은 기술도 시장과 사회에 안착할 수 없다. 무한한 청정에너지인 수소에너지가 우리 삶에 자리 잡을 수 있도록 관심과 지원이 필요하다.



처음부터 수소연료전지 전용으로 설계된 대량 생산형 차량 토요타 '미라이'.



이동훈 과학 칼럼니스트

<월간 항공> 기자, <파플러사이언스> 외신 기자 역임. 현재 과학·인문·국방 관련 저술 및 번역가. <과학이 말하는 윤리>, <화성 탐사> 등의 과학 서적을 번역했다.

연소 과정에서 유해물질을 배출하지 않는 꿈의 에너지 수소. 우리가 매일 접하는 교통수단인 자동차에도 쓰일 수 있다. 미디어 속에서는 그 수소자동차를 어떻게 묘사했을까?

글 이경원 과학 칼럼니스트

# 미디어 속 수소자동차들

1978년 <마켓플레이스> 속 'H2-4'



방영되고 있는 인기 장수 프로그램이다. 이 프로그램에서 1978년 쉐보레의 콘셉트카 'H2-4'를 선보였다. 그리고 드라이버로는 무려 유명 배우 잭 니콜슨이 나왔다.

H2-4는 내연기관 차량으로, 석유계 연료 대신 수소 연료를 사용하도록 개조되어 있었다. 잭 니콜슨은 방송에서 이 차량의 배기관에 자기 얼굴을 들이밀어 보였다. 차량의 배기관에서 물(수증기) 외에 다른 아무것도 나오지 않는다는 것을 증명해 보이기 위해서였다. 그가 쓴 선글라스에 김이 서리자 누구나 그의 말을 믿을 수밖에 없게 됐다.

사실 수소자동차의 꿈은 꽤 오래됐다. 무려 200여 년 전인 1807년 프랑수아 이자크 드 리바즈가 수소를 연료로 사용하는 첫 내연기관 자동차를 만들었으니 말이다. 하지만 본격적으로 진지하게 논의된 것은 관련 기술이 어느 정도 성숙되고 석유의 한계(부존량, 환경파괴, 일부 산유국의 자원 무기화 등)가 부각된 20세기 후반부터였다.

차량과는 직접 상관없는 얘기지만, 이 방송에서는 차량에 사용되는 수소 연료가 태양광발전을 통해 생산된 전기로 물을 분해해 만들어진다는 점도 강조했다. 수소 연료의 생산부터 소비까지 환경파괴 요소나 기존 에너지의 사용이 전혀 없는, 완벽한 수소경제를 구현했음을 강조한 것이다. 물론 이 차량이 나온 지 거의 50년이 지난 현재까지도 아직 전 세계가 그런 수소경제 시대로 진입하지 못한 건 아쉽지만.

아마 수소자동차가 은막과 연을 맺은 최초의 사례 중 하나는 캐나다 CBC TV의 소비자 조사 프로그램인 <마켓플레이스>가 아닐까 싶다. 1972년부터 현재까지 계속

## 쉐보레의 다른 수소자동차들

쉐보레는 이 차량 이외에도 수소자동차에 관심이 많았다. 1966년 세계 최초로 도로 주행 가능한 수소연료전지 자동차 '일렉트로벤'을 만든 곳도 GM의 쉐보레다. 2005년에는 자사의 차량 '트레버스'를 기반으로 한 수소연료전지를 사용한 콘셉트카 '시퀼'을 선보였다. 2016년에는 군용 수소연료전지 차량 '콜로라도 ZH2'를 만들어 미군의 테스트를 받았으며, 낮은 소음과 열 배출, 수소연료전지를 이용한 발전 능력과 물 생산 능력 등으로 높은 평가를 받았다.



〈007 퀴텀 오브 솔러스〉의  
‘포드 엿지 SEL’

1962년 <007 살인번호>(원제 Dr. No)를 시작으로, 60년이 훌쩍 지난 지금까지 후속편이 꾸준히 나오는 장수 시리즈 <007>. 2008년작 <007 퀴텀 오브 솔러스>에서는 수소자동차(?)도 출연한다. 물음표를 붙인 이유는 이 차량들의 작동 설정이 좀 묘하기 때문이다.

이 시리즈의 악당 모리스 그린(마티유 아말릭 분)은 환경운동가라는 위장 신분으로 생활하면서 ‘포드 엿지 SEL’ 수소자동차를 여러 대 운용한다. 그러나 이 차량들은 실제로는 석유 연료를 사용하는 차들이었다. 영화 속 그린의 위장 및 그의 정체와 묘하게 오버랩되는 부분이다.

그렇다고 이 영화가 수소자동차와 완전히 무관하다고 보기는 어렵다. 포드사는 이 영화에 차량을 납품하면서 영화 개봉과 비슷한 시기에 출시된 자사의 수소자동차, ‘엿지 하이’ 시리즈(영화 속에 나오는 가짜 엿지 수소자동차와 같은

계열이라 외관도 비슷하다)를 적극 홍보했기 때문이다. 이 차는 세계 최초의 수소연료전지 하이브리드 전기 플러그인 차량이었다. 기존 대부분의 수소연료전지 차량은 수소연료전지가 모터를 직접 돌린다. 수소연료전지는 전기를 장시간 일정한 속도로 방출하기에 적절하게 설계돼 있어 가속과 감속이 반복되는 차량의 에너지원으로는 적절치 않다. 그래서 포드는 수소연료전지로 리튬전지를 충전하고, 이 리튬전지가 모터를 구동하는 방식을 취했다. 차량의 운용 환경에 있어 리튬전지가 수소연료전지보다 더 적합하기 때문이다. 제작사 발표에 따르면 이 차량의 연비는 리터당 17.4km였다.



BTS와 함께한  
‘넥쏘’

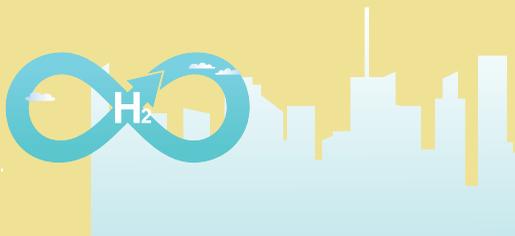
지난 2020년 전 세계적으로 유명한 우리나라의 보이그룹 BTS는 좀 특별한 동영상을 찍었다. 바로 현대자동차의 수소에너지 홍보 동영상이었다. 이 동영상은 그해 2월 21일 미국 뉴욕의 메리어트 마쿠스 호텔의 전광판에 상영됐다.

그리고 이 동영상에는 BTS만큼이나 유명한 현대자동차의 수소자동차 ‘넥쏘’도 출연했다. 지난 2018년 출시된 상용 수소전기 SUV 넥쏘는 항속거리<sup>①</sup> 609km, 복합 연비 93.7km/kg, 최고속도 시속 179km 등의 성능을 갖췄다. 출시된 해 유로 NCAP<sup>European New Car Assessment Programme</sup>(유럽 자동차 안전 평가 프로그램)에서 최고 안전 등급인 별 5개를 획득하기도 했다. 이후 2023년까지 전 세계에서 3만7000여 대가 팔리며 수소차의 대중화 시대를 여는 데 일조했다.



자동차는 우리 생활 속에 밀착된 문명의 이기다. 그런 문명의 이기가 공해물질의 배출원이라는 사실은 환경을 생각하는 이들에게 양심의 가책을 느끼게 한다. 그러나 이제는 환경문제에서 조금은 자유로울 수 있다. 친환경적인 이동과 여행을 꿈꾸는 이들을 위해 태어난 수소자동차가 있으니.

① 항속거리: 연료나 배터리 등의 에너지를 가득 채웠을 때 자력으로 최대한 이동할 수 있는 거리



# 미래 차 대안으로 떠오르는 친환경 수소전기차

글 김경유 산업연구원 시스템산업실장



환경규제가 강화되면서 내연기관차에 대한 대안 기술이 요구됐고, 이에 따라 전기를 동력원으로 하는 다양한 기술이 제시됐다. 1990년대 상용화됐으나 기술 부족으로 잊혔던 배터리 전기차, 배터리 기술과 충전 인프라 등 현실적 한계를 인정하고 전기차로의 이행 단계에서 전기차와 내연기관차의 혼합 기술을 활용하고 있는 하이브리드차, 전기차의 긴 충전 시간과 짧은 주행거리 단점의 대안으로 개발된 수소연료전지차(수소전기차) 등이 대표적 예다.

### **H<sub>2</sub>** 시장 점유율 넓히는 중국의 수소전기차

코로나19 팬데믹 회복 과정에서 각국 정부가 경제 회복을 위해 전기차를 중심으로 많은 지원을 하면서 관련 시장이 빠르게 성장하고 있다. 이러한 영향으로 수송 부문 탄소중립의 대안 중 하나였던 수소전기차의 성장세가 다소 주춤한 상황이다.

수소전기차 시장은 현대자동차와 토요타가 주도하고 있었으나, 최근 중국 업체들의 점유율이 점차 확대되고 있는 추세다. 이러한 성장은 중국 정부의 적극적인 정책 지원 덕분이다. ‘수소에너지 산업 중장기 발전 계획’을 통해 수소차 보급 확대 및 인프라 구축에 적극 나서면서 수소에너지 상업화에 속도를 더하고 있는 상황이다. 중국 정부는 2025년에는 수소차 5만 대, 충전소 300기를 보급할 계획이다. 또 2030년에는 수소차

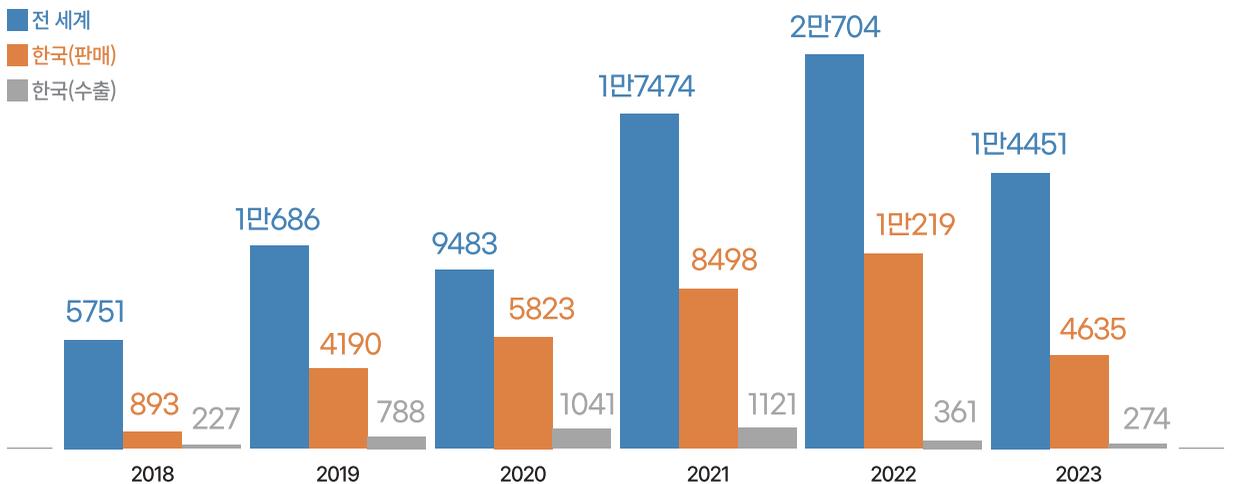
100만 대, 충전소 1000기를 보급해 세계 최대의 수소차 시장을 만들겠다는 목표다. 중국 완성차업체들은 장거리 운송에 사용되는 수소 상용차 개발에 중점을 두고 있다. 중통<sup>中通</sup>, 페이츠<sup>飛馳</sup>, 푸톈<sup>福田</sup> 등 버스 제조업체를 중심으로 수소전기버스 및 화물차가 2016년부터 생산·보급되고 있다. 이를 통해 중국 업체들은 빠르게 수소차 시장 점유율을 확대, 2023년에는 전 세계 수소전기차 판매의 37%를 차지했다.

우리나라는 2013년 세계 최초로 수소전기차인 ‘투싼ix’를 양산한 후 2018년에 수소전기차 전용 모델인 ‘넥쏘’를 출시했다. 또한 2019년 수소전기버스와 2020년 수소전기 화물차를 출시, 승용차에 이어 상용차로 라인업을 확장하며 2023년까지 누적 3만6000여 대를 판매했다. 2021년에는 1121대를 수출하는 기록을 세우기도 했으나, 이후 글로벌 수소전기차 시장이 정체되면서 2023년에는 274대 수준으로 감소한 상황이다.

### **H<sub>2</sub>** 환경친화적 수소차의 장밋빛 미래

수소전기차 시장의 정체에도 불구하고 국제에너지기구<sup>IEA</sup>는 향후 수소차 비중이 상당할 것으로 예상하고 있다. IEA는 2050년 수소차가 승용차 시장에서 10%, 상용차 시장에서 35%를 차지할 것으로 전망했다. 수소전기차 시장 정체에도

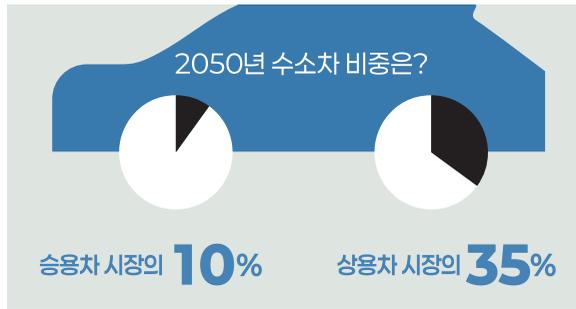
## 전 세계 및 한국의 수소전기차 판매 동향



자료: SNE 리서치

단위: 대

## 국제에너지기구<sup>IEA</sup>의 수소차 성장 전망



불구하고 주요국 정부는 수소경제 활성화를 위한 수소 활용 제고와 탄소중립을 위한 다양한 기술 대안 확보를 위해 수소 활용 정책을 이어가고 있다. 유럽을 중심으로 수소 이니셔티브, 유럽 그린딜, EU 수소 전략 등 수소 정책이 연이어 발표됐고, 미국과 중국도 수소 산업 육성 전략을 내놓는 등 수소 시장에 정책 지원 자금이 투입되고 있다.

수소전기차를 포함해 수소경제 전반을 빠르게 준비하고 있는 국가는 일본이다. 일본은 국내의 연료전지 수요 확충을 통해 시장을 선도하고 있으며, 공공시설 및 가정에서 수소전기 수요를 늘려 경제성을 높이고 인프라 구축 비용을 낮추려고 한다. 수소전기차의 기술 경쟁력 측면에서도 비교적 우위에 있다. 일본 정부는 2017년 수소차를 비롯한 수소경제 활성화에 대해 수소 기본 전략을 채택하고, 2030년까지 연간 80만 대를 보급한다는 계획을 발표했다. 이는 일본 내 자동차 판매량의 약 30%를 차지하는 수준이며, 수소충전소도 2030년까지 900개를 설치한다는 목표를 세웠다.



일본 정부는 2030년까지 연간 80만 대의 수소차를 보급한다는 계획을 발표했다. 사진은 도쿄의 수소충전소 직원이 토요타 ‘미라이’ 차량에 수소 연료를 넣고 있는 모습.

우리 정부의 수소전기차 정책은 수소 산업 활성화를 위해 우선적으로 수소 소비 시장을 촉진하는 것에 중점을 두고 있다. 수소전기차 보급 확대에 주력하고 있으며, 이를 위해 보조금과 수소충전소를 늘리는 방안을 모색하고 있다. 또 수소 모빌리티 산업 생태계 구축을 가속화하고 수소 산업 활성화 계획을 구체화하기 위해 수소경제 로드맵을 발표했다. 2040년까지 수소전기자동차 누적 생산 620만 대, 수소 공급 연 526만 톤 이상 등의 목표는 세계적 전망에 비해 높은 수준이다.

### 상용차 시장에서 경쟁력 높은 수소전기차

친환경차의 대안인 배터리 전기차와 수소전기차는 주행거리, 충전 편의성, 유지 비용 등에서 단점과 장점이 명확해 향후 각각 경쟁 우위 분야에서 보완재로서 시장을 형성할 것이다. 단거리 주행이 주목적인 경우는 전기차가 유리할 것으로 보이며, 장거리 대형 화물, 승객을 운송하는 상용차에서는 수소전기차의 경쟁력이 높을 것으로 예상된다.

기술 및 인프라 측면에서 수소전기차는 물류 운송 전반에 우선적으로 활용될 것으로 보인다. 배출가스 절감, 가동 시간 확보를 위한 재충전 시간, 거리 자율성, 탑재량 등 경제성 등의 이유로 장·단거리 배달 등을 목적으로 하는 상용차에 적용이 활발해질 것이다. 수소전기차 시장 형성 초기에는 고가격·고효율성이라는 특징을 반영해 물류나 대중 운송과 같은 공공서비스나 상업서비스용으로 이루어질 것으로 예상된다. 수소전기 상용차는 내연기관 수준에 달하는 긴 주행거리와 작업 시간에 비해 충전 시간이 짧다는 점에서 상업용 운송기기로서 가장 큰 장점을 지닌다. 그러나 수소의 생산 및 유통 과정에서 관련 인프라가 필요하고, 충전소 구축 비용이 비싸다는 단점도 있다. 수소전기차 보급과 관련해 높은 스택(연료전지의 핵심 부품) 가격과 충전 설비 부족은 큰 걸림돌로 작용한다.

### 수소차 시장 확대를 위한 제언

수소전기차 시장 확대를 위해서는 여러 과제가 있다. 우선 부족한 수소 충전 인프라를 해소해야 한다. 수소전기차 자체의 기술적 완성도만으로는 대중화가 어려우며, 충전소와 같은 인프라가 뒷받침돼야 한다. 충전소의 숫자도 중요하지만,

이용의 편의성과 경제성을 고려한 인프라 정비가 필요하다. 충전 인프라는 차종별 운행 특성을 고려해 설치 장소와 충전 방식을 결정해야 할 것이다. 현실적으로 수소전기차의 주요 시장인 상용차의 경우 운행 노선상에서 안정적인 충전이 가능하도록 충전소 보급 계획이 연동돼야 한다.

다음으로 경제성을 확보하는 것이 필요하다. 수소전기차의 가격은 전기차에 비해 약 1.5배 높은 편이다. 수소전기차는 연료전지와 연료탱크 등의 핵심 부품 및 소재의 원가가 높아 가격 경쟁력이 다른 동력원에 비해 떨어진다. 따라서 수소전기차의 생산비용을 낮추는 방안을 모색해야 한다. 단기적으로는 구매 보조금을 높이는 방안이 있으나, 현재도 수소전기차 가격을 고려해 전기차에 비해 더 많은 보조금을 지급하고 있다. 그런 만큼 핵심 부품의 대량 생산을 통한 생산비용 절감이 필요하다. 우선적으로 고려할 수 있는 것이 자동차 외에 여러 운송수단, 산업기계로 수소연료전지를 확산시키는 것이다. 굴삭기, 지게차 등과 같은 건설기계나 UAM<sup>Urban Air Mobility</sup>(도심항공교통) 등도 이차전지보다는 수소연료전지를 활용하는 것이 더 적합할 것으로 보인다.

마지막으로 수소전기차의 핵심 부품인 연료전지의 기술개발 및 부품 생태계 구축 등이 필요하다. 수소경제는 수소의 생산 및 운송, 충전, 수소전기차뿐만 아니라 여타 활용 부문 등을 포함한 생태계 전반이 동시에 발전하는 것이 중요하다. 따라서 생태계 각 주체들의 자발적 노력을 유도하기 위해서는 정부 차원에서 수소경제로의 전환에 대한 확실한 비전과 실행 의지를 보여줘야 한다. 또한 수소전기차 부품 및 관련 소재의 개발과 생산이 원활히 이뤄지도록 부품·소재 업체들을 육성해야 한다.



코하이젠 수소충전소. 현대자동차는 수소충전소 운영사업자인 코하이젠의 최대주주로서 수소 충전 인프라 구축에 힘쓰고 있다.

## 청정수소, 글로벌 협력과 기술 공유의 장 열려

산업통상자원부가 한국수력원자력, 한국수소연합과 함께 9월 4일부터 9월 5일까지 부산 벡스코에서 '기후산업국제박람회'의 특별 행사로 '청정수소 국제포럼'을 개최했다. 청정수소 산업의 현황을 점검하고 미래 발전 방향을 논의하기 위해 마련된 이 포럼은 청정수소의 필요성에 대한 공감대를 확산하고 글로벌 협력을 강화하는 계기가 됐다.

국제재생에너지기구<sup>IRENA</sup>, 국제원자력기구<sup>IAEA</sup> 인사를 비롯한 국내외 수소 전문가 약 150명이 참여한 가운데 행사가 시작됐으며, 제임스 워커(IRENA 팀장)와 M. K. 가벨로(IAEA 프로젝트 책임자)가 '청정수소의 글로벌 현황과 향후 전망'을 주제로 기조 강연을 진행했다.

포럼에 참석한 최남호 2차관은 "청정수소는 탄소중립과 에너지 안보를 함께 달성할 수 있는 미래 핵심 에너지원"이라며, "청정수소 기반의 수소경제 실현을 앞당기기 위해 세계 각국이 함께 고민하고 노력해나가야 한다"고 밝혔다.



아울러 경쟁력 있는 수소 생산 방식이나 저장 등을 위한 용기 개발 등 많은 부분에서 관련 기업의 육성 및 연구개발이 필요한 만큼 연구기관과 대학에서 이러한 연구가 원활히 이뤄질 수 있도록 지원해야 한다.



김경유 산업연구원 시스템산업실장

산업연구원 선임연구위원으로 자동차산업을 담당하고 있다. 국토교통부 자율주행차 융복합 미래포럼 위원으로도 활동 중이다. 공저로 <한국 자동차산업의 질적 성장 역사와 새로운 발전 방향 모색> 등을 냈다.



# 수소전기차 기술의 현재와 미래

글 김명환 한국자동차연구원 친환경기술연구소 수소연료전지기술부부장



10월 31일 현대자동차가 수소전기차 콘셉트카  
‘이니시움’을 공개했다.

현재 수소전기차는 승용 및 상용 등 다양한 모빌리티 분야에서 전 세계적으로 이슈가 되고 있다. 환경규제 강화, 신기후체제 출범 등 변화의 물결에 따라 자동차산업의 패러다임이 친환경으로 전환되고 있으며, 세계적으로 관련 기술의 개발 및 보급을 위한 확대 정책이 발표되고 있다.

### 수소전기차, 어떻게 움직이는 걸까

1990년 초 수소전기차<sup>FCEV, Fuel Cell Electric Vehicle</sup> 기술개발이 진행돼 1994년 독일 님러사가 세계 최초로 ‘네카1<sup>NECAR1</sup>’을 개발했다. 이후 많은 완성차가 상용화를 위해 기술개발을 진행했으며, 2013년 현대자동차가 세계 최초로 양산형 수소전기차인 ‘투싼ix’를 출시했다. 1년 후 다시 일본 토요타에서 세계 최초로 전용 차체를 적용한 ‘미라이’ 수소전기차를 출시하면서 초기 시장이 형성됐다. 이후 2018년 현대자동차가 ‘넥쏘’를 발표했다. 이 차는 전 세계적으로 가장 많이 팔린 수소전기차에 해당한다. 2021년 미라이 2세대가 더욱 진보된 기술을 바탕으로 출시됐으며, 현대자동차는 2025년 상반기 ‘이니시움’을 출시할 계획으로 지난 10월 말 콘셉트카를 공개했다. 출력·연비·효율·내구 등 모든 면에서 넥쏘보다 진보된 기술을 탑재한 차량으로 평가받고 있다. 이와 함께 수소 승용차뿐만 아니라 수소 상용차 시장이 뜨겁게 부상하고 있어 각국에서 관련 기술개발을 진행하고 있다.

수소전기차의 원리는 수소와 공기 중 산소의 전기화학 반응으로 전기를 발생시키고, 이렇게 발생된 전기로 모터를 구동하는 형태다. 전기를 발생시키는 장치는 연료전지 스택<sup>1</sup>이다. 다양한 연료전지 중에서도 운전 온도가 저온이며, 출력 밀도 및 시동 특성이 우수한 고분자 전해질형 연료전지가 사용된다. 수소전기차 구동 형태는 정상 운전 시 배터리 도움 없이 스택에서 발생된 전기로만 운행되고, 가속 운전과 저속 운전 시 배터리가 작동된다. 감속 운전 시에는 회생제동장치<sup>2</sup>를 통해 배터리가 충전되는 형태다.

수소전기차는 ▪ 수소저장시스템 ▪ 연료전지 스택 ▪ 스택에 공기나 수소를 공급하고 스택의 온도를 조절하는 운전장치 ▪ 스택에서 생산된 전기를 변환시켜주는 전력변환기 ▪ 모터 및 감속기 ▪ 스택의 운전을 보조해주는 보조전원 등으로 구성된다.

#### 연료전지 스택의 핵심 부품

항목	기술 내용
막전극접합체	수소를 수소이온으로 해리시키고 이온을 전달하는 역할
기체확산층	다공성 탄소 소재로 수소, 공기, 물을 공급하고 배출시키는 역할
분리판/ 가스켓	분리판: 연료를 공급하고 생성된 물을 배출시키며 전기를 집전하는 역할 가스켓: 수소, 공기 및 냉각수의 누설을 방지하는 역할
셀전압 모니터링	스택의 각 셀 전압 측정을 통해 스택을 보호하는 역할
체결기구	스택의 구성 부품을 체결해 내부 저항을 감소시키고, 진동 등의 조건에서 스택 구조를 유지시키는 역할
인클로저/ 인터페이스	수분, 충격, 진동 등에서 스택을 보호하는 역할

#### 수소저장장치의 핵심 부품

항목	기술 내용
고압 수소용기	· 주행거리를 높이기 위해 고압 수소를 저장하는 역할
고압 밸브/배관/ 레귤레이터	· 수소를 고압 용기로부터 수소공급장치로 보내고 차단하는 역할 · 고압의 수소를 저압으로 전환하는 역할
안전장치	· 고압 용기에 문제가 발생할 경우 수소를 배출하고 차단하는 역할 · 고압용 압력, 온도, 수소 센서 등
수소충전/ 수소저장제어기	· 차량 내 수소저장시스템을 제어하는 역할 · 수소충전소에서 수소를 충전하고 안전성을 모니터링

### 국내의 수소 기술의 현주소

일본은 수소전기차에 국한하지 않고 발전용 연료전지, 그린수소 생산기술 등 세계 최고 수준의 다양한 수소 관련 기술과 상용화 실적을 보유하고 있다. 토요타의 수소차 미라이 2세대의 경우 1회 충전으로 1003km를 주행하며 고효율·고성능을 앞세워 점유율을 넓히고 있다. 또 수소트럭 시장 진입을 위해 최대

<sup>1</sup> 연료전지 스택: 수소와 산소의 반응을 통해 전기를 발생시키는 원리로 작동하며, 수소전기차의 중요 구성품이다.  
<sup>2</sup> 회생제동장치: 속도를 줄이거나 멈출 때 남은 에너지를 배터리 충전에 사용하는 장치

600km의 주행거리를 목표로 수소트럭을 개발해 일본 내에서 시범 운행 중이다.

유럽은 이산화탄소 저감을 위해 유럽연합 내 국가 간 정책적 지원과 탁월한 기초연구 능력을 토대로 연료전지 시스템 기술을 선도하고 있다. 수소전기차, 수소충전소, 건물 및 발전용 연료전지 등 다양한 범위의 수소 응용 분야를 적극적으로 수용하며 수소연료전지 국제표준 활동을 주도해가고 있다.

국내의 경우 현대자동차를 중심으로 글로벌 수소전기차 시장을 선도하는 우수한 수소 승용차 기술력을 확보한 상태다. 현재 국내 최고 수준의 내구성(승용차 운전 기준 5000시간) 기술력을 바탕으로 수소 상용차 기술개발 및 상용화에 집중하고 있다.

글로벌 에너지 대전환 시대를 맞아 주요 선도국 및 선도 기업들이 수소 패권 확보와 미래 산업 발굴, 새로운 에너지 전략으로 수소 산업에 집중하고 있다. 우리나라는 수소 승용차 기술의 우위를 이용해 미래 수소차 경쟁력 강화를 위한 기술개발에 힘써야 한다. 수소전기차의 경우 우리나라 탄소중립의 핵심 수단이기도 하며, 미래 중추 산업으로서 경쟁력 확보가 필요하다. 나아가 에너지 안보에도 주요한 역할을 하므로 지속적인 투자가 요구된다.

수소전기차의 보급 확대를 위해서는 전기차와의 차별화 및 연비·내구성 강화에 집중해야 한다. 현재 전기차의 경쟁력이 급속하게 확산됨에 따라 수소전기차는 전기차 대비 강점을 보이는 대용량·장거리 상용차 시장에 공격적으로 접근할 필요가 있다. 내연기관 기반 상용차의 경우 미세먼지 및 온실가스 배출이 많아 수소차로 전환 시 탄소 저감 효과 비중이 높다. 또 버스, 트럭, 청소차 등 화물 및 특장차 분야로 넓혀 대중교통 수단으로서 수소 상용차의 공공성을 확대할 수 있다. 이에 현대자동차그룹은 버스, 트럭, 청소차뿐만 아니라 굴삭기, 지게차 등 수소전기차가 강점을 보이는 부문을 적극 활용하고 있다.

**내구성·연비 확보로 글로벌 수소차 시장 선점한다**

정부는 제4차 친환경차 기본 계획을 통해 2025년까지 단기

**현대자동차, 스코다 일렉트릭과 체코 수소경제 및 미래 차 생태계 조성 협력**

현대자동차가 지난 9월 20일(현지 시간) 체코 프라하에서 스코다그룹 산하 스코다 일렉트릭<sup>Škoda Electric</sup>과 '수소경제와 지속가능한 미래 모빌리티 생태계 조성을 위한 협력<sup>Collaborate on Joint Establishment of Hydrogen Advancement</sup> MOU를 체결했다.

스코다 일렉트릭은 1895년 설립한 체코의 대표 기업 스코다<sup>Škoda</sup> 그룹의 그룹사 중 하나로 친환경 교통수단을 전문적으로 개발·생산하는 기업이다.

현대자동차와 스코다 일렉트릭은 이번 MOU를 계기로 두 회사가 가진 기술과 제품의 융합을 통해 수소연료전지 기술의 발전과 친환경 차량 시장의 확대를 도모하는 한편, 유럽을 비롯한 글로벌 시장의 수소사회 조기 전환에 힘을 모은다는 계획이다.

한편 같은 날 체코 프라하에서 대한상공회의소, 체코상공회의소 및 체코산업연맹 공동 주최로 '한-체코 비즈니스 포럼'을 개최하는 등 정부가 마중물 역할을 하며 양국 경제인 간 다양한 비즈니스 기회를 모색할 수 있게 됐다.

목표로 경쟁국과의 연료전지 스택 효율 격차를 유지하며 내연기관차와 동등한 수준의 성능을 확보하고, 고내구·장거리 주행이 요구되는 글로벌 상용차 시장의 선점을 위한 선도적 계획을 수립했다. 현재 승용차 기준 세계 최고 기술 수준인 넥쏘의 경우 16만km, 5000시간의 내구성을 갖추고 있다. 이에 2025년 30만km, 2030년 50만km 이상의 내구성을 확보한다는 도전적인 기술개발을 설정했다. 상용차의 경우에는 2025년 50만km, 2030년 80만km, 2만5000시간의 내구성을 확보해 시장을 선도할 필요가 있다.

수소전기차의 내구성을 확보하기 위해서는 연료전지 시스템과 저장장치 등 핵심 부품의 수명 개선이 필요하다. 정부에서는 수소 상용차용 연료전지의 내구성 향상을 목표로 설정했다.



수소저장장치와 충전장치. 수소차는 연료전지 시스템(스택+운전장치), 전장장치, 수소저장장치로 구성된다.  
수소저장장치는 고압 수소를 저장하고 압력을 조절한다.

스택의 경우 핵심 요소 부품인 막전극접합체, 기체확산층, 분리판, 가스켓의 내구성을 개선하기 위해 새롭게 적용할 수 있는 제조 공법 기술을 개발해야 한다. 막전극접합체의 경우 전극-백금 간 결합력 강화를 통한 백금 손실 속도 감소, 금속 분리판의 경우 표면 코팅막을 형성해 부식 방지, 가스켓의 경우 고무 소재 배합 기술을 개선해 소재의 부식을 방지하고 압력을 분산해 내구성을 향상시키는 기술개발이 필요하다. 스택 외 핵심 부품 중 수소공급장치, 열관리장치, 수소저장장치의 내구성을 향상시키는 기술개발도 이뤄져야 한다.

또한 수소전기차 연비를 증대하기 위해 연료전지 스택의 효율을 증가시키는 방법과 핵심 부품에서의 에너지 소비 저감이 요구된다. 정부는 2025년 스택 효율 65%를 목표로(2022년 기준 스택 효율 60%) 기술개발 추진 방향을 설정했다. 이를 위해 전극 내 백금 손실 최소화, 전해질막 두께 박막화 등을 통해 에너지 손실을 줄인다는 방침이다. 또 핵심 부품 에너지 소비 감소의 일환으로 공기공급장치의 배출 압축공기를 회수·재공급해 소비전력을 30% 감소시키는 기술을 개발해야 한다.

현대자동차 수소트럭 ‘엑시언트’의 경우 수소저장량이 약 32kg으로 1회 충전 시 약 400km의 주행이 가능하다. 디젤 트럭 수준의 주행거리 1000km 확보를 위해 고압기체 대비

동일 부피에 3배 이상 충전할 수 있는 차량용 액체수소 저장 기술의 개발이 필요하다. 볼보트럭은 2022년 1000km 주행이 가능한 수소트럭을 개발해 시범 운행 중이고, 다임러의 경우 액체수소를 이용해 1000km 주행이 가능한 수소트럭 개발을 진행 중이다. 연비, 내구성, 1회 충전 거리 등을 고려할 때 연료전지 시스템의 획기적인 연비 향상이 요구되며, 이는 기존 기술을 넘어서는 혁신적 고효율·고내구성 연료전지 시스템 개발을 필요로 한다. 스택의 설계 및 운전 고도화, 보조기기의 전력 저감 등 다방면에서의 효율 향상도 필요하다.

승용차 위주로 진행된 국내 수소전기차 기술개발은 현재 세계 1위 수준의 기술력과 점유율을 보유하고 있지만, 수소 상용차 관련 기술개발은 여전히 진행 중이다. 글로벌 수소전기차 시장의 추세와 동향에 맞게 고효율·고내구 차량의 개발이 필요한 시점이다.



**김명환 한국자동차연구원 친환경기술연구소 수소연료전지기술부문장**  
한국자동차연구원 수소모빌리티연구소 센터 팀장과 수소연료전지연구소 센터장을 역임했다. 한국수소및신에너지학회 수소연료전지 분과장으로 활동 중이다.

(주)트위니

## 물류 이송 로봇 기술의 무한 잠재력을 연구하다

산업현장이나 일상생활 환경에서 사용자를  
추종하여 다양한 물품을 운반할 수 있는 사람  
추종형 이송 로봇 개발

“준비된 행운이었죠<sup>That was luck founded by vision.</sup>” 이는 “엔비디아의 성공이 행운이었나”는 물음에 대한 CEO 젠슨 황의 대답이다. 결국 미래를 보는 안목과 부단한 노력이 시대라는 기회를 만난 것일 터. 자율주행로봇 기술에서 세계적 경쟁력을 갖춘 기업 트위니가 ‘잘따르고’ 기술개발에 도전한 것도 같은 이유였다.

글 김아름 사진 김기남

로봇개발본부  
실험용 로봇



◀(주)트위니의 R&D 과정을 담은 생생한 스토리는  
12월 중 KEIT 유튜브에 공개됩니다.

연구과제명	산업현장이나 일상생활 환경에서 사용자를 추종하여 다양한 물품을 운반할 수 있는 사람 추종형 이송 로봇 개발
제품명(적용 제품)	잘따르고
개발기간(정부과제 수행기간)	2019. 11~2022. 2
총 정부출연금	32억3000만 원
개발 기관	(주)트위니
참여 연구진	천홍석, 김태형 등

### 현실을 위한 혁신적 기술 ‘나르고’

트위니는 물류센터에서 활용하는 오더피킹<sup>Order Picking</sup> 로봇으로 이름을 알리고 있다.

“오더피킹은 포장을 하기 전에 창고에서 물건을 찾아오는 작업이에요. 온라인 쇼핑이 일상화되며 이 과정의 효율을 높이고자 자율주행로봇 기술을 도입하는 추세입니다. 미국 아마존의 자동화 물류센터 영상으로 이 개념이 유명해졌죠. 포장 담당자는 제자리에 있고, 로봇이 물건이 담긴 랙<sup>Rack</sup>을 가져오고 다시 가져가요. 효율이 굉장히 높아지겠죠. 근데 아마존의 기술은 통용되기가 어려워요. 이 시스템을 구축하려면 물류센터 자체를 자동화에 맞게 다시 지어야 하기 때문이죠.”

천홍석 대표의 말에 따르면, 전 세계 물류센터 신축 비율은 평균 2~3%. 자동화를 구축하는 비용도 만만치 않다. 이와 달리 트위니는 기존 물류센터의 실정에 맞는 기술을 연구했다. 바로 ‘나르고 오더피킹’이다. 나르고 오더피킹은 다음과 같이 작동한다. 오전 9시, 일과가 시작되면 한쪽에 정렬돼 있던 로봇들이 ‘각각의 임무’를 명령받고 물류센터 곳곳으로 이동한다. 그리고 저마다 옮겨야 할 물건 앞에 멈춰서 ‘삐삐삐’ 소리를 낸다. 해당 구역을 담당하는 직원은 그 신호를 듣고 로봇에게 향한다. 로봇 화면에 옮겨야 할 제품과 수량이 표시된다. 화면을 본 직원이 각 물건을 로봇 바구니에 담고 ‘확인’ 버튼을 누른다. 로봇은 다음 목적지로 이동해 같은 작업을 반복한 뒤 포장 작업대로 물건을 나른다. 무거운 물건을 옮기는 것, 하루 수십 수백 번 같은 길을 오가는 것 모두 로봇이 맡는다.

“GPS가 없는 실내 환경에서 로봇 스스로 자기 위치를 인식하고 자유롭게 움직이는 것이 나르고의 핵심 기술입니다. 단순히 장애물을 피하면서 이동하는 것보다 훨씬 구현하기 어렵죠.”

나르고는 3D 라이다 센서 기반으로 주변을 인식한다. 유동 인구가 많고 복잡한 환경에서도 문제없이 자기 위치를 인식, 장애물을 피할 수 있다. 이 덕분에 위치 인식을 위한 별도의 마커(QR코드)나 추가적인 장치를 설치하지 않아도 된다. 그뿐만 아니다. 로봇끼리 부딪치거나 교착되지 않도록 편대관리시스템을 개발했다. 모두 트위니의 자체 기술력이다.

### 다음 시대를 위한 미래형 기술 ‘잘따르고’

2015년 설립해 10년이 채 되지 않은 트위니가 글로벌 경쟁력을 갖춘 기업으로 성장한 데는 ‘기술’에 목을 맨 공학도의 고집과 호기심이 주효했다. 천 대표는 “세상에 없는 로봇을 만들고 싶었다”며, “당장 현실의 문제를 해결하는 기술도 중요하지만, 때로는 새로운 기술이 전에 없던 가치를 만들기도 하잖아요?”라며 반문한다.

그는 2020년 이후 산업통상자원부 장관상, 부총리·기획재정부 장관상, 국무총리 표창 등을 수상하며 국내 로봇 분야의 입지전적 엔지니어로 성장했다.

“트위니는 기술 기반 기업이에요. 달리 말하면 제품을 생산하기 위해서는 R&D를 병행해야 한다는 거죠. 그런데 저희같이 규모가 작은 기업이 마음 편히 R&D를 할 수가 있나요. 정부 R&D 지원 덕분에 경제적인 부담을 잠시 내려놓고 연구에 집중할 수 있었습니다. 도움을 받지 못했다면 지금처럼 일사불란하게 움직이는 로봇을 개발하지는 못했을 거예요.”





실제 트위니는 지난 2019년부터 2022년까지 산업통상자원부와 KEIT로부터 총 32억3000만 원의 지원을 받아 혁신적인 로봇 기술을 연구했다. 당시 진행했던 과제는 ‘잘따르고’라는 기술을 개발하는 것으로, 트위니의 기존 기술들을 융합하는 것이 주요 골자였다.

“사람을 따라다니는 ‘따르고’ 기술과 스스로 물건을 옮기는 ‘나르고’ 기술을 합쳐, 다양한 환경에서 사람과 함께 움직일 수 있는 물류 이송 로봇을 개발했습니다. 수요 기업 평가를 통해 일반 카트피킹 대비 12% 이상의 생산성을 향상시킬 수 있다는 것을 확인하기도 했지요.”

문제는 시장성이었다. 사람을 대체하는 것이 아니라, 사람을 따라다니는 기술을 필요로 하는 곳은 극히 적었다. 이에 천 대표는 상대적으로 수요가 큰 자율주행로봇 나르고의 기술 고도화에 전념했다. 그는 “‘잘따르고’는 시대를 앞선 기술”이라고 말한다. 자율주행로봇 시장이 이제 막 생겨난 만큼 언젠가는 제 역할을 톡톡히 할 거라고 믿고 기회를 기다리고 있는 이유다.

### 공장자동화와 딜리버리, 자율주행로봇의 새 방향성

최근 자율 제조의 의지가 높아지고 있는 만큼 공장자동화를 위한 ‘나르고 팩토리’ 제품에 대해서도 물었다.



“표준화된 모델을 공급할 수 있는 물류센터와 달리 공장자동화는 커스터마이징이 필수입니다. 100곳에서 제품을 요청하면 각 공장에 맞게 100개의 로봇을 만들어야 할 정도죠. 이에 대비해 개발한 것이 바로 모듈형 로봇인 ‘나르고 팩토리’입니다.”

나르고 팩토리는 작업 환경별로 맞춤 제작할 수 있는 저상형 자율주행 로봇으로, 로봇 팔, 컨베이어벨트, 리프트 부착과 같은 다양한 형태로 활용할 수 있다. 이 또한 별도의 인프라나 장치 없이 복잡한 공장 내부를 자유롭게 오갈 수 있다. 트위니의 다음 목표는 자율주행로봇 기술을 고도화해 서비스 지역을 확대하는 것이다.

“지금 저희는 기 제작된 지도를 로봇이 활용할 수 있도록 하는 연구도 진행하고 있습니다. 현재는 로봇의 주행을 위해 지도를 제작(매핑), 활용하고 있는데, 건물 밖 세상 전체를 그리려면 비용이나 시간이 많이 필요하니까요. 이미 제작된 지도를 활용하면 비용은 줄이고 효율은 높일 수 있을 것으로 기대하고 있습니다. 대한민국 구석구석까지 나르고가 물건을 잘 나르도록 하는 것이 최종 목표가 되겠네요.”

마지막 질문으로 ‘잘따르고 기술을 활용한 반려로봇 혹은 로봇집사의 가능성’에 대해 물었다. 그는 트위니의 대표로서는 “시장성이 없는 일”이라고 선을 그었지만, 기술을 개발하는 ‘공돌이’로서는 “언젠가 해보고 싶은 일”이라며 미소를 지었다. 자율주행로봇 분야의 새 지평을 열고 있는 트위니의 연구실에서 또 어떤 기술이 탄생할지 자못 궁금하다.

### <테크 포커스> 독자들이 트위니의 자율주행로봇을 만날 수 있는 장소가 있나?

제품 대부분이 물류업체나 공장 등으로 판매되기 때문에 관련 종사자가 아니면 보기 어려운 상황이다. 하지만 최근 공공 분야로 서비스를 확대하고 있어 머지않은 시기에 직접 만나볼 수 있을 것으로 예상된다. KTX 역사, 공공기관 등에서 우선적으로 운영해볼 방침이다.

### KEIT 과제를 진행하며 비용적인 부분 외에 도움을 받은 것이 있다면?

로봇이나 전자기기에 대한 안전성이 강화되는 추세다. 특히 유럽에 제품을 수출하려면 국제표준 안전 인증인 'ISO13482'가 필수적인데 우리 내부에는 전문가가 없었다. 방법을 찾던 끝에 한국로봇산업진흥원 인증평가사업단에 도움을 요청했는데, 정부 R&D 사업을 진행해서인지 관련 절차가 훨씬 수월했다는 점에서 인상적이었다.

### 로봇 기술은 인간의 일자리 대체 이슈를 수반하는 것 같다.

그렇다. 늘 받는 질문 중 하나다. 지금 우리는 네 번째 산업혁명을 맞고 있다. 그사이 자동화율은 획기적으로 높아졌지만 전체 고용률에는 큰 차이가 없다고 본다. 자동화는 사람이 하는 '고된' 노동을 줄이는 데 주안점을 둔다. 트위니 역시 자율주행로봇을 통해 물류센터와 택배회사에서 발생하는 '과로' 문제를 줄이는 것이 목표다. 우리는 단순하고 힘든 일을 하며 시간과 체력을 쏟기보다 창의적인 일을 하고 여유 있는 일상을 통해 새로운 가치를 찾게 될 것이다.

### 오늘날의 자율주행로봇 환경은 어떨고, 미래에는 어떤 방향으로 성장할 것이라고 보는지?

지금 대중이 쉽게 접할 수 있는 자율주행로봇은 식당에서 쓰는 서빙 로봇이다. 그 외에 방역과 보안 등에서도 쓰이는데, 성장 가능성이 그렇게 크지 않다.



지금 가장 주목해야 할 곳은 물류 분야다. 물류업계는 인력난으로 홍역을 앓고 있다. 3D산업으로 인식되어 젊은 층의 유입이 줄며 고령화가 심화되고 있다. 사람이 부족하다고 현장을 멈출 수도 없는 것이 현 상황이다. 아마 자율주행로봇은 그런 환경에 새로운 대안으로 부상할 것이다. 우리 회사가 물류센터용 '나르고 오더피킹'에 주력하는 것도 그 때문이다.



### (주)트위니

자율주행로봇 전문 기업으로, '사람의 수고를 덜고 여유를 더한다'를 모토로 삼아 기술을 개발하고 있다. 주력 제품은 자율주행 물류 이송 로봇 '나르고' 시리즈. 사용자의 목적에 맞춰 나르고 오더피킹(물류센터), 나르고 팩토리(공장자동화), 나르고 딜리버리(고층 빌딩·생활 물류) 등을 제공하고 있다.

# 소형선박 해양 안전의 새로운 장을 열다

## 소형선박(어선·낚시어선) 침몰·재난 사고 대응을 위한 실시간 감지 시스템 개발

지난 11월 제주 앞바다에서 금성호가 균형을 잃고 침몰해 27명 중 13명만이 구조되는 안타까운 사건이 발생했다. 그리고 채 며칠이 지나지 않아 제주 서귀포 앞바다에서 소형선박이 전복되는 사고가 일어났다. 매년 반복되는 해상 사고의 현실적 대응책이 요구되는 시점이다.

글 김규성 사진 김기남

국립목포해양대학교



연구과제명	소형선박(어선·낚시어선) 침몰·재난 사고 대응을 위한 실시간 감지 시스템 개발
제품명(적용 제품)	K-Fishery Guard
개발기간(정부과제 수행기간)	2020. 4~2023. 12(33개월)
총 정부출연금	16억5000만 원
개발기관	국립목포해양대학교 산학협력단, (주)엔디씨에스, (재)중소조선연구원, 한국해양교통안전공단, 군산대학교, (주)테크어스
참여 연구진	임남균 교수, 황복하 연구소장, 김성욱 과장, 이상민 교수, 운동협 책임

### 빈번한 소형선박 사고, 실시간 대응 시스템으로 대비한다

우리나라 해양 사고의 특징은 20톤 미만의 소형선박 사고가 빈번하다는 점이다. 해양수산부에 따르면 2023년 해양 사고는 총 3092건이었는데, 이 중 선박 사고가 2047건으로 66%에 달해 수상레저기구 사고(555건, 17.9%), 비어선 사고(490건, 15.9%)에 비해 큰 비중을 차지했다. 이렇듯 선박 사고가 빈번한 데는 운항 부주의나 정비 소홀 등 다양한 원인이 지적되지만, 어업 종사자 대부분이 고령화되면서 신규 어선은 줄고 노후 어선 비율이 높아지는 구조적 문제도 원인으로 꼽힌다. 실제로 해양수산부 조사 결과 선령이 21년 이상인 노후 어선은 2만4504척으로 집계돼 전체의 38%를 차지했다. 특히 노후 어선은 배 자체의 복원력이 떨어지고 파도에 취약해 사고에 노출될 확률 또한 높아진다.

이에 국립목포해양대학교 산학협력단은 소형선박의 위험 상황을 진단하고 대응할 수 있는 시스템 구축 연구에 나섰다. 2020년 시작된 연구는 3년여의 기간을 거쳐 소형선박 침몰·재난 사고 대응을 위한 실시간 감지 시스템인 ‘K-Fishery Guard’ 개발이라는 성과를 거뒀다. 연구개발을 총괄한 목포해양대 항해학부 임남균 교수는 “소형선박의 전복 사고가 빈번해

재난으로 인한 인명 피해가 끊이지 않는 상황이라 예방 방안이 절실했다”고 개발 동기를 밝히면서, “선박에 있는 안전 키트가 사고를 감지하고, 안전 앱을 통해 선장과 선원, 육상 관리국에 알람을 전달하는 침몰 재난 실시간 대응 시스템을 구축했다”고 설명했다.

K-Fishery Guard 시스템을 적용하기 위해서는 먼저 소형선박에 안전 키트와 센서(침몰, 화재)를 설치해야 한다. 다음으로 선장, 선원 등 선내 주요 인물의 휴대폰에 안전 앱을 설치해 위험 상황에 알람을 받을 수 있도록 한다. 그리고 운영 업체나 관제소 등 육상 모니터링 센터를 선정하면 모니터링 시스템을 통해 감지된 상황에 대응하고 구조 요청에 나선다. 특히 기존에 선주들이 활용하던 사고 모니터링 시스템에 비해 기능이 개선돼 높은 경쟁력을 갖춘 것으로 분석된다.

임 교수는 “기존의 선박용 사고 감지 시스템의 경우 초기 버전이기에 에러나 고장이 발생하는 경우가 잦아 현장에서 꺼놓는 선박까지 있을 정도였다”면서, “단순히 위기 알람을 주는 것을 넘어 명확한 선박의 복원성 상태를 파악하고 수치를 통해 위험 상황을 선박과 육상에 동시에 알리는 대응 시스템을 만들었다는 데 큰 의미가 있다”고 강조했다.

### K-Fishery Guard 작동 알고리즘



**소형선박 침몰·재난 사고 대응을 위한 실시간 감지 시스템  
'K-Fishery Guard' 주요 기능**

<p><b>침몰 안전성 판별</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 소형선박 복원 성능 판별</li> <li>· 침몰 유발 파고 판별</li> <li>· 침몰 유발 동요 판별</li> <li>· 소형선박 침몰 안전 종합 평가</li> <li>· 소형선박 안전 상황 대응 가이드라인</li> </ul>	<p><b>선장 모니터링</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 침몰, 화재, 침수 센서 모니터링</li> <li>· 안정성 모듈 실시간 무선 연동</li> <li>· 선박 상태 육상 모니터링 시스템 연동</li> <li>· 선장 긴급 알람 메시지</li> <li>· 전자해도(항해 정보), 해양 기상 환경 전시</li> </ul>
<p><b>화재·침수 감지 안전 키트</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· IoT 화재, 침수 모듈</li> <li>· 불꽃, 연기, 온도 감지</li> <li>· 블루투스 5.0 통신</li> <li>· 실시간 위험 상태 인지해 안전 앱으로 상태 전송</li> <li>· 사이렌 및 경고음</li> </ul>	<p><b>육상 모니터링</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 선박 앱 실시간 연동, 선박 정보 빅데이터 수집</li> <li>· 위험 선박 사이렌 및 팝업 알람</li> <li>· 위험 선박 상세 정보 및 선박 상태 전시</li> <li>· 웹 기반 전자해도 전체 선박 모니터링</li> <li>· 사고 선박, 해경조사선 최단 항해 경로 전시</li> </ul>

**복원성·동요·파고 등 객관적 데이터 기반한 안전장치**

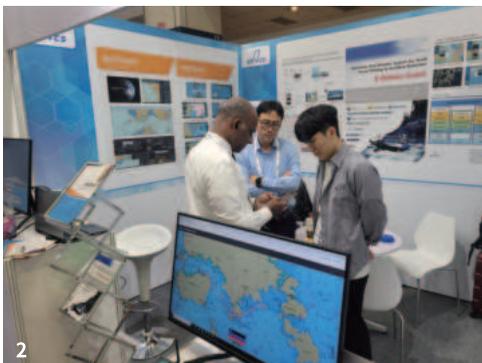
그렇다면 침몰 안전성은 어떤 기준으로 평가될까? 연구팀은 2020년 시스템 개발에 나선 뒤 ▲소형선박 운항 특성 분석 ▲소형선박용 평가지수 정립 ▲재난 실시간 대응 시스템 개발 ▲실해역 사업화 추진 연구 ▲연구 확산화 사업 등의 과업을 수행했다.

특히 항해 중인 소형선박의 침몰 위험도를 평가할 위험 요소를 설정해 종합적·정량적으로 정립해 구체화했다. 해당 요소로는 더 이상 기술어지지 않고 제자리로 돌아가는 성질인 ‘복원성지수’, 파도에 따라 선체가 회전운동하는 ‘동요지수’, 파도의 높이를 나타내는 지수인 ‘파고지수’를 선정했다. 임 교수는 “각 지수의 이론적 연구 토대를 정립한 뒤 시뮬레이션을 통해 평가지수를 도출해냈다”면서, “중요 요소인 복원성의 경우 검증 대상 선박을 선정하고

실험하는 과정을 거친 뒤에야 평가지수를 세울 정도로 객관적이고 실제적인 데이터를 확보하는 데 주력했다”고 말했다.

현재 한국의 선박 관련법을 살펴보면 길이 24m 미만 소형어선은 어선 복원성 및 만재흘수선(최대 적재량을 실은 선박이 잠기는 깊이) 기준에 적용되지 않아 어선 사고가 빈번히 발생하고, 선박의 복원성을 객관적으로 평가하기 어려운 상황이다. 임 교수는 소형선박에서도 복원성·동요·파고 등 객관적 지표를 적용한 안전지수를 실시간으로 활용할 수 있다는 점에서 무궁한 활용도를 가진 시스템으로 자리 잡을 것으로 확신했다.

“소형선박은 날씨나 파도 변화에 매우 민감하기 때문에 안전성을 보장하는 기술이 필수적입니다. K-Fishery Guard는 IoT(사물인터넷) 센서 기반의 실시간 모니터링과 경고 기능을 갖춰 기존보다 훨씬 정밀하게 위험을 감지하고 대응할 수 있습니다. 소형선박을 운영하는 주체가 대부분 고령의 선주라는 점을 감안해 개발 과정에서 사용자 친화적이고 신뢰성 높은 시스템을 만드는 데 중점을 두었습니다. 수많은 현장 테스트를 수행하며 여러 변수를 확인한 뒤 적용한 만큼 어민들의 안전한 어업에 도움이 되길 바랍니다.”



1. 'K-Fishery Guard' 개발에 참여한 국립목포해양대학교 연구진.  
2. 국립목포해양대학교와 함께 이 연구를 진행한 엔디씨에스가 싱가포르 전시회에서 소형어선 안전 시스템 'K-Fishery Guard'를 알리고 있다.

## 현장 연구 어려움 극복하며 상용화 앞뒤

물론 개발 과정이 순탄하지만은 않았다. 바다에서 진행하는 실험의 경우 동일한 조건에서 실시해야 하는데, 해상의 날씨 변화에 의해 데이터가 변동되는 경우가 잦았다. 또 연구진이 멀미로 괴로워하는 등 예상치 못한 어려움을 극복해야 했다. 임 교수는 “자신의 배에 장비를 설치하고 연구진에게 공간을 내어줘야 한다는 점 때문에 현장 연구 초반에는 선장님을 섭외하는 데 애를 먹었다”고 말했다. 아울러 “시간이 흐르며 많은 선장님을 알게 됐고, 시스템의 필요성에 대한 공감대가 형성되면서 원활하게 연구를 수행할 수 있었다”며 당시를 떠올렸다.

목포해양대 산학협력단은 이번 연구를 통해 많은 결실을 거뒀다. 국외 논문<sup>SCI</sup> 5편, 국내 논문<sup>KCI</sup> 7편을 관련 저널에 등재했으며, ‘소형어선의 침몰 방지를 위한 안전성 평가 시스템’ 등 4건의 특허를 등록했다. ‘연안 해역 선박의 운항 위험 표출 시스템 및 방법’은 특허를 출원한 상황이다.

더불어 연구진은 향후 안전 플랫폼 구축, 기술이전 등 상용화를 통해 참여 기업의 수익 창출에 나설 계획이다. 2025년 본격적인 판로 확보를 시작으로 국내 소형선박 50% 장착(231억 원 규모 매출), 해외 선박 50만 척 장착(2억5000만 달러)을 목표로 상품화에 돌입한다. 지난해에는 싱가포르에서 개최된 최신 선박 관련 전시회 ‘2023 SEA-ASIA’에 참가해 ‘소형선박 안전 시스템 안전 키트’를 전시하고 대만 SOIC, 이탈리아 CAIM GROUP 등 다수의 바이어와 업체 등에서 사업 제안을 받아 시스템 판매를 협의 중이다.

### Mini Interview

### 연구팀 대표배우 최영준 연구팀장 인터뷰

#### R&D 과제 수행으로 얻은 가장 큰 성과라면?

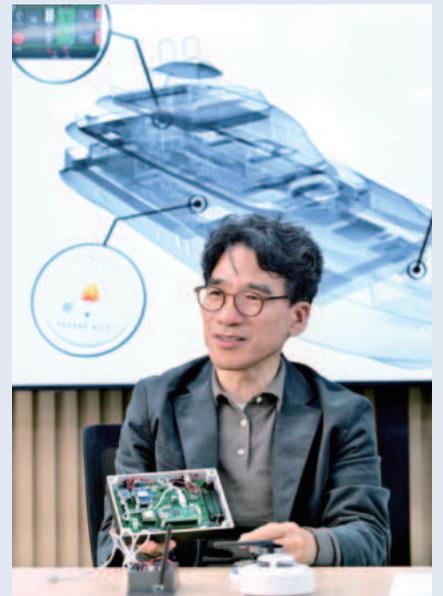
이번 연구는 사회문제 해결 R&D 사업에 선정돼 지원받게 됐다. 무엇보다 정부에서 공인한 ‘우선적으로 해결해야 할 주요 사회문제’에 소형선박 문제가 선정됐다는 당위성이 저를 비롯한 연구진 전체에 의욕과 활력을 북돋아줬다. 우리가 개발하는 시스템이 사회적인 문제를 해결하는 데 보탬이 된다는 것 자체가 큰 보람이었다. 바다에 나가고 직접 배를 빌려 테스트하는 과정 모두 예산이 필요했기 때문에 지원받은 연구비도 유용하게 활용할 수 있었다.

#### 소형선박 안전 확보를 위해 법제화를 추진한다고?

시스템의 보급 활성화와 원활한 유지관리를 위해 제도적 기반을 마련하고자 한다. 사실 아무리 좋은 시스템을 개발한다고 해도 어선에 설치되지 않으면 쓰임새가 없다. 현재 ‘선박패스<sup>V-Pass</sup>’, ‘이내비게이션<sup>e-Navigation</sup>’ 등의 프로그램이 행정규칙과 법률로 적용돼 어선에 보급되고 있다. 이런 부분이 K-Fishery Guard의 보급에도 적용된다면 국내 소형선박의 사고율을 크게 낮추게 될 것이다. 목포해양대 자체적으로도 소형선박의 제도 개선을 위해 노력하고 있다. 서해지방해양경찰청에서 2023년부터 주관해 실시하는 ‘어선 전복 사고 예방 실무 협의체’ 등의 심포지엄에 꾸준히 참가해 자문하고 있으며, 향후에도 소형선박의 과적 등 현실적인 문제를 막을 수 있는 법제화를 위한 제언을 계속해나갈 계획이다. 향후 해양수산부가 주체가 되어 소형어선 복원성 규제에 대한 전반적 검토를 통해 국내 어선 사고 방지를 지속적으로 추진해나갈 필요가 있을 것이다.

#### 해양 연구에 관심이 있는 이들에게 전하고 싶은 말이 있다면?

바다에 대한 열정이 있다면 누구든 해양대의 문을 두드려주길 바란다.



흔히들 반드시 배를 타야 하는 것으로 오해하는데, 연구직의 경우 배에 대한 간접경험만으로 연구 수행을 원활히 할 수 있다. 더불어 해양 분야에 진출할 경우 취업률이 매우 높다. 또 아직 미지의 영역이 많기에 성과를 낼 요소도 많다고 생각한다. 저 또한 젊은 시절 호기심 하나로 바다의 문을 두드렸다. 궁금하다면 바다가 얼마나 넓은지 직접 느껴보길 추천한다.

“홀로그램을 실제로 보신 적 있으세요? 유사 홀로그램 말고 ‘리얼 홀로그램’ 말이에요.” 한국전자통신연구원<sup>ETRI</sup>  
 책임연구원인 김주연 박사가 건넨 첫 질문이었다. 한 번쯤은 본 것 같은데, 쉽게 답을 할 수 없었다.  
 ‘지금까지 우리가 봤던 홀로그램은 과연 무엇이었을까’ 하는 의문 때문에. 글 김아름 사진 이승재

# ETRI

## 세상 그 어디에도 없던, 공간 리얼 홀로그램의 탄생

공간 홀로그램 기반 비접촉 터치 입출력 기기 개발 및 실증



## 리얼 홀로그램? 유사 홀로그램?

홀로그램에 대한 환상은 SF 영화에 의해 만들어졌다 해도 과언이 아니다. 특히 마블의 <아이언맨> 시리즈를 빼놓을 수 없다. 주인공 토니 스타크는 공중에 생성된 다양한 홀로그램을 자유자재로 다루고 원하는 대로 변형시킨다. 컴퓨터그래픽이 발전하며 영화 속 홀로그램은 실제처럼 보이기도 하는데, 안타깝게도 현실에선 구현 불가능하다. 아니, 불가능했다. ETRI의 발표가 있기 전까지는.

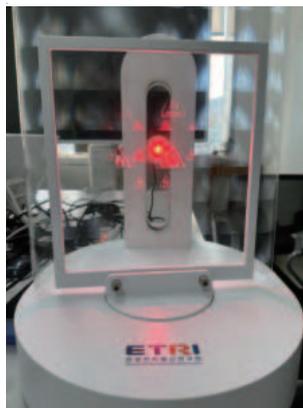
홀로그램은 빛의 특성을 이용해 3차원 공간상에 이미지를 구현하는 기술이다. 레이저, 디스플레이 등 홀로그램을 구현할 수 있는 관련 기술이 발전하고, 색다른 콘텐츠에 대한 대중의 수요가 늘어나며 홀로그램의 인기 또한 높아졌다. 덕분에 콘서트, 쇼핑몰, 광고, 전시 등에서 홀로그램 기술을 도입하는 추세인데, 현재 상용화되는 기술은 모두 ‘유사 홀로그램’이라는 점을 분명히 해야 한다. 리얼 홀로그램이 아니라, 2D 영상이나 이미지를 3차원 공간상에 실제로 있는 것처럼 보이게 한 유사 기술이라는 것이다. 리얼 홀로그램은 실제 물체처럼 3차원 공간상에 2D/3D 영상이나 이미지가 구현된다. 이미지의 위치나 바라보는 시각에 맞춰 재현 가능하고, 보이는 이미지의 깊이감이나 입체감이 자연스럽다. 문제는 기술의 한계, 비용의 제약이다. 최근 유사 홀로그램의 기술력이 높아지며 리얼 홀로그램 기술의 필요성이 낮춰지고 있기도 하다.

“세계 어느 곳에서도 실제로 구현된 ‘공간 리얼 홀로그램’을 볼 수는 없습니다. 저처럼 관련 업무를 하는 소수 인원을 제외하면 말이죠. 우리 눈앞에서 만날 수 있고 내 손이 닿을 수 있는 공간 리얼 홀로그램의 구현은 우리나라, 저희 ETRI가 최초입니다.”



1. 공간 홀로그램 기반 비접촉 터치 입출력 기기를 개발하고 실증 진행한 한국전자통신연구원의 김주연 책임연구원.

2. 공상과학 영화에서 보여진 홀로그램 이미지.



공간 터치 기술 구현이 가능한 홀로그램 디스플레이.

## 세계 최초의 공간 리얼 홀로그램 기술

‘세계 최초의 기술’이라는 타이틀은 분명 자랑스럽지만, 이를 산업에 활용하기 위해서는 순탄치 않은 과정을 거쳐야만 한다. 시장이 존재하지 않는 기술을 알리는 것부터가 난관이다. 김주연 박사는 “지금 진행 중인 과제는 비접촉 터치 기반 시스템에 홀로그램 이미지를 더해 직관성을 부여하는 것”이라며 단적인 예로 공공 화장실 세면대를 들었다. 물을 나오게 하려고 센서 주위에 손을 휘휘 저을 때가 있는데, 그게 바로 비접촉 터치 시스템이라는 것. 이때 홀로그램 이미지로 센서 위치를 알려주면 훨씬 직관적이라 편리할 것이다.

김주연 박사가 이 기술에 몰두한 계기는 코로나19 팬데믹이었다. 비대면, 비접촉 상황을 피할 수 없는 공공장소에서 홀로그램 기술과 비접촉 터치 시스템의 융합 가능성을 엿본 것이다. 시작은 엘리베이터 버튼이었다. ‘업-다운<sup>Up-Down</sup>’ 버튼을 직접 누르는 대신 비접촉 터치 시스템과 홀로그램 기술을 융합해 가상의(공간상의) 터치로 엘리베이터를 조작할 수 있다면 어떨까’ 하는 상상력이 새로운 기술로 이어진 것이다.

*‘A라는 사람이 엘리베이터 문 앞에 선다. 동작 센서, 이미지 센서, 열 센서, 비전 센서 등 다양한 센서를 통해 A를 감지하고, AI를 통해 데이터를 분석한다. 이러한 다양한 센서들 중 비전 센서와 AI 기술을 융합해 A의 눈과 손가락의 위치를 인식, A가 포인팅하는 위치를 계산한다. 예를 들어 키 170cm인 A가 임의의 공간에 구현된 홀로그램 이미지를 손을 뻗어 터치한다. 비전AI는 센서를 통해 수집한 A의 행동을 인식해 데이터를 분석하고, A가 원하는 대로 엘리베이터를 움직인다.’*

자동문이나 스마트 조명, 보안 시스템 등

센서를 활용한 동작 명령은 이미 일상 속에서 널리 쓰이고 있다. 김 박사는 홀로그램과 AI 기술을 더해 비접촉 터치 시스템의 응용 가능성을 확대하겠다는 계획이다. 이는 최근 화두로 떠오르고 있는 디지털 배리어프리<sup>Barrier Free</sup>의 이점으로 작용할 수도 있다. 센서의 물리적 한계를 극복함으로써 장애인의 편익이 증진되고, 직관성을 높임으로써 고령자, 정보 소외계층, 외국인 등이 쉽게 사용할 수 있기 때문이다.

### 세상에 선보이는 새로운 기술

난제는 기술적 한계와 이를 만들어내는 비용이었다. 3차원 이미지를 구현하기 위해서는 빛의 회절현상<sup>①</sup>을 만들어주는 홀로그램 특수 기판이 필요한데, 한 장을 만드는 기술력과 비용이 만만치 않다. 리얼 홀로그램 기술의 상업화가 어려운 원인이 이 때문이다. 김 박사는 소재 공정에서 힌트를 얻어, 현재 계산 가능한 고해상도의 홀로그램 필름 제작에 임프린팅<sup>Imprinting</sup>(각인) 기술을 도입했다. 임프린팅 기술은 틀에 패턴을 새긴 후 이를 찍어내는 판화의 개념으로 디스플레이 제조 공정에 활용된다. 같은 방법을 홀로그램 필름 제작에 활용하면 한 장당 제조원가를 획기적으로 줄일 수 있다. 당초 그가 떠올렸던 엘리베이터 버튼은 세계 곳곳 어디에서나 동일한

① 빛의 회절현상: 빛이 작은 구멍이나 장애물을 만났을 때 그 주변으로 휘어지며 퍼지는 현상.

## Who?

한국전자통신연구원  
수도권연구본부  
지역ICT융합연구실 김주연  
책임연구원을 중심으로  
본원 실감디스플레이실  
전상훈·최지훈·김국주 등이 참여

...

## How long?

2023년 4월부터 2027년  
12월까지, 총 57개월

...

## What research?

현재 개발된 공간 리얼 홀로그램  
이미지 기술에 버튼(터치) 기술을  
접목해 접촉 없이 버튼을 누르는  
듯 명확한 명령어를 입력할 수  
있는 입출력 기기를 개발하고  
상용화하는 연구

...

## What is the role of KEIT?

세계 최초의 공간 리얼 홀로그램  
기반 비접촉 터치 기기 개발을  
위해 4년 9개월간 50억7000만  
원의 연구를 지원할 예정이다.  
비용적인 부담(상업성의 한계)으로  
개발이 늦춰지고 있는 공간  
리얼 홀로그램 기술의 상용화를  
지시하고 있다.

패턴을 가져 임프린팅 기술을 사용하기 적절했다.

또 하나의 문제는 광원<sup>光源</sup>이었다. 홀로그램의 기본 광원은 레이저. 조도를 낮추더라도 레이저 빛 자체를 사람의 시야 방향으로 비추기엔 무리가 있다.

“개인적으로 가장 자랑스러운 기술은 ‘레이저를 탈피하는 기술’이에요. 보다 안전한 광원인 LED를 사용해 홀로그램 이미지를 구현하도록 고안했죠. 레이저를 탈피한 덕분에 안전성은 물론 범용성도 확대됐어요. 일반적인 키오스크나 조명을 그대로 활용하면 되니까요.”

KEIT 실증 과제를 수행 중인 김 박사의 목표는 ‘공간 리얼 홀로그램 기술의 상용화’다. 기술의 진정한 가치는 일상에서 사용될 때 만들어진다고 믿기 때문이다.

“제가 개발한 홀로그램 기술은 공상과학 영화처럼 화려하지도 다채롭지도 않습니다. 하지만 이것이 세계 최초이고, 리얼 홀로그램 기술의 첫 일상화인 것은 분명합니다. 저는 연구자로서 공간 리얼 홀로그램을 알리고 발전 가능성을 여는 역할을 하고 있다고 생각합니다. 이런 노력이 결국에는 영화 속 멋진 공간 리얼 홀로그램 기술로 이어지리라 믿습니다. 많은 응원과 관심 부탁드립니다.”

### 한국전자통신연구원<sup>ETRI</sup>은?

ICT(정보통신 기술) 및 융합 전략 기술에 대한 핵심 원천 기술과 부품·소재 기술을 확보하고자 연구개발을 진행 중이다. 특히 5G+/6G 통신, AI·SW, AI 반도체 및 시스템 반도체, 메타버스, 사이버보안, 슈퍼컴퓨터 및 양자컴퓨터, 소재·소자 기술 등에 집중하고 있다.

# 연구자의 다이어리

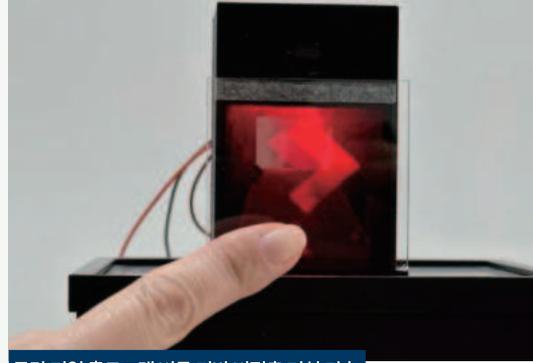


## 2024 CES 혁신상 수상,

## 세상에 도움이 되는 기술로 인정받은 순간



우리 연구팀이 개발한 ‘공간 리얼 홀로그램 버튼 기반 비접촉 기술’이 2024년 1월에 열린 미국 소비자 가전전시회<sup>CES</sup>에서 혁신상을 받게 됐다는 소식을 들었습니다. 한동안 현실과 꿈 사이를 오가는 듯한 비현실적인 기분으로 지내기도 했어요. 저는 기술 개발자로서 수상 소식을 조금 더 일찍 접했는데 ‘수상에 문제가 생기면 어떡하지?’ 하는 걱정으로 마음을 졸이기도 했습니다. 다행스럽게도 수상이 확정돼 ‘스마트시티’, ‘스마트홈’, ‘컴퓨터 주변기기 및 액세서리’의 3개 부문에서 기술 혁신성을 인정받았습니다.



공간 리얼 홀로그램 버튼 기반 비접촉 터치 기술. 화살표 이미지의 크기는 조절할 수 있고, 화면 앞으로 튀어나오는 거리도 조절된다.

세계적인 무대에서 상을 받는다는 영광만큼 저를 부듯하게 만든 것은 기술의 진짜 의미였습니다. 연구소에 있다 보면 개발한 기술이 원천 기술로 남는 경우도 있고, 세상의 변화 속도를 따라가지 못해 사장되는 기술을 접하기도 하거든요. 감사하게도 제가 제안한 기술은 세상의 변화와 결을 같이 하고 있으니, 연구자로서 이보다 더한 응원이 있을까 싶습니다.

Now <input checked="" type="checkbox"/>	Next <input checked="" type="checkbox"/>	Future <input checked="" type="checkbox"/>
<ul style="list-style-type: none"> <li>· 2024 미국 LA CES 스마트시티·스마트홈·컴퓨터 주변기기 및 액세서리의 3개 부문 혁신상 수상</li> <li>· 실생활 공간 리얼 홀로그램 기술 선도 국가로서 해당 분야의 기술적 우위 확보</li> <li>· 2023년부터 2027년까지 진행할 KEIT 과제에 대한 기대감 상승</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 산업화·상용화를 위한 기술 최적화 진행</li> <li>· 스마트시티, 공공 키오스크, 공공건물 터치 버튼 등 관련 기업에 기술이전 및 공동 개발 진행</li> <li>· 공간 리얼 홀로그램 기술 필요성 홍보 및 고도화 연구</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 키오스크, 차량용 디스플레이, 엘리베이터 버튼 등 다양한 분야에 활용되어 비접촉 방식으로 위생과 편의성 동시 제공</li> <li>· 의료, 교육, 엔터테인먼트 등 다양한 산업에 생동감 높은 경험을 제공하는 혁신적 도구가 될 것으로 예상</li> </ul>

2024 CES 혁신상을 수상한 기술은 현재 KEIT의 지원 아래 실증연구 과정을 밟고 있습니다. 5년이라는 시간 동안 국민에게 소개할 수 있는 완성도 높은 기술로 마무리하는 것이 목표죠. 그리고 그 후에도 저는 꾸준히 공간 리얼 홀로그램 기술 연구를 이어갈 생각입니다. 보다 편리한 세상, 기술 앞에 모두가 평등한 일상을 실현하겠다는 꿈을 선물해준 제 연구 분야에 감사하면서요.

김주연 책임연구원

한국전자통신연구원 수도권연구본부 지역 ICT 융합연구실 소속으로, 홀로그램을 인터페이스로 구현하는 기술에 비접촉 터치 기술을 더해 활용도를 높이고자 ‘공간 홀로그램 기반 비접촉 터치 입출력 기기 개발 및 실증’을 위한 연구를 진행하고 있다.

# #디지털-배리어프리 Digital Barrier Free

장애인, 고령자 등 디지털 기술의 이용에 어려움을 느끼는 사람들을 위한 기술이다. 사회적 약자 또한 일반인처럼 편리하게 디지털 서비스를 이용할 수 있도록 하는 것이 목적이다.



‘물리적·사회적 장벽<sup>Barrier</sup>을 없앤다<sup>Free</sup>’는 뜻의 ‘배리어프리’ 개념을 디지털 환경에 접목했다. 이 말이 처음 등장한 것은 1970년대 유엔 장애인 생활환경 전문가협회의 ‘장벽 없는 건축 설계<sup>Barrier Free Design</sup>’ 보고서였다. 경사로를 설치해 휠체어 사용자의 편리한 이동을 돕고, 점자블록을 설치해 시각장애인이 안전하게 생활할 수 있도록 한 것이 대표적이다.

**적용 사례**

## #스크린리더-소프트웨어

화면의 텍스트를 음성으로 변환하는 기술이다. 마이크로소프트의 내레이터<sup>Narrator</sup>, 아이폰의 보이스오버<sup>VoiceOver</sup> 기능이 여기에 속한다. 이미지로 된 웹툰의 대사를 순서대로 인식해 문자로 바꿔주는 네이버 배리어프리 웹툰 서비스도 있다.



## #음성인식 비서

애플의 시리<sup>Siri</sup>, 삼성의 빅스비<sup>Bixby</sup>, 아마존 알렉사<sup>Alexa</sup>, 구글 어시스턴트<sup>Assistant</sup> 등. 음성인식 비서 기술은 손을 사용할 수 없거나 운동에 제한이 있는 사용자에게 음성으로 디지털 기기를 조작할 수 있도록 돕는다.



## #키오스크

휠체어 사용자나 키가 작은 어린이 등이 원활하게 키오스크를 사용할 수 있도록 화면의 높낮이를 자동으로 조절하는 기능이 탑재되고 있다. 청각장애인을 위한 자막 및 수어 서비스, 시각장애인을 위한 음성 안내 서비스와 촉각 디스플레이 등도 제공된다.



**유사 개념**

## #디지털-민주주의

디지털 기술을 활용해 국민들의 정치 참여와 민주주의의 투명성, 효율성을 높이는 것을 목표로 한다. 온라인 투표, 청원 시스템 등이 있다.

## #디지털-권리

표현의 자유, 프라이버시 보호, 정보 접근권, 창의적인 활동 보장 등 사용자가 디지털 세계에서 누려야 할 권리들을 의미한다.

## #디지털-트랜스포메이션

디지털 기술을 활용해 업무 방식을 바꾸고 다양한 서비스를 제공함으로써 사용자의 경험을 변화시키는 경영 전략이다. 기업이나 공공기관의 효율성 및 경쟁력을 높이는 데 효과적이다.

**반대 개념**

## #디지털-격차

경제적·지리적·교육적·사회적 등의 이유로 인터넷 혹은 디지털 기술에 접근할 수 없어 정보화 수준에 차이가 나는 것.

## #비접근성

장애인·고령자·미성년자 혹은 특정 사용자 그룹이 디지털 기기와 서비스 등을 사용할 수 없는 경우다.

## #디지털 문맹

디지털 기술이나 기기 등을 이해하고 활용하는 능력이 부족한 상태. 무조건적으로 인터넷 정보를 수용하는 ‘비판 능력 결여’ 또한 여기에 속한다.

# AI와 ESG 시대의 R&D 정책

글 이슬기 <한국경제신문> 기자

해외

## 세계 각국, 반도체 기술개발에 사활 건다



### AI와 반도체 기술

올해 노벨상의 테마는 가히 인공지능<sup>AI</sup>이었다고 평가할 수 있을 것이다. 노벨 물리학상은 AI 기반의 머신러닝과 인공지능망 기술을 개발한 공로로 AI의 대부로 불리는 제프리 힌턴 교수와 존 홉필드 프린스턴대 교수가 수상했다. 이어 화학상의 영예는 단백질 구조와 기능을 예측하는 AI 개발 연구자들에게 돌아갔다. 노벨상이 인류에 공헌한 사람에게 상을 수여한다는 취지를 감안하면 AI가 그만큼 인류에 미치는 영향이 클 것이라는 전망이 가능하다.

각국이 반도체 기술 경쟁에 사활을 걸고 있는 것 역시 AI 시대와 무관하지 않다. AI가 고도화될수록 실시간 데이터 처리와 높은 연산 능력이 필요하므로 고성능 반도체의 역할이 그만큼 중요해지기 때문이다. AI가 특정 무기를 개선할 뿐 아니라 무기의 운용체계, 전쟁과 관련된 정책 결정 등에도 활용될 수 있다는 점을 고려하면 반도체 기술 패권은 곧 국력과도 직결되는 중요한 문제가 된다.

실제 각국은 반도체 기술개발에 전폭적인 지원을 하고 있다. 블룸버그통신에 따르면 올해에만 810억 달러(한화 약 111조 원)에 달하는 자금이 최첨단 반도체 분야에 투입되고 있으며, 미국 등 주요국들은 반도체 분야에 총 3800억 달러 규모의 지원 예산을 마련한 상태다.

### 반도체 기술개발에 전폭 지원

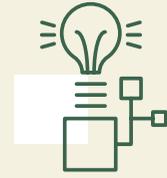
미국은 2022년 반도체지원법<sup>Chips Act</sup>을 통과시키고 인텔,

TSMC, 삼성전자 등에 390억 달러의 지원금을 제공하고 있다. 미국은 그동안 제조업을 해외로 이전해 인건비 등 제조 비용을 낮춰 수익률을 극대화하려는 신자유주의 정책을 펼치면서 자국 내 반도체 공급망이 극히 취약해진 상태였다. 만약 전쟁 등 유사 상황이 벌어져 타국으로부터 반도체 수입을 하지 못하면 국내 산업도 무사하지 못하는 상황인 셈이다. 이에 미국은 보조금 지급을 통해 다시금 자국 내 제조업 경쟁력을 높여야 한다고 판단했다. 중국의 첨단 기술을 견제하는 것 역시 미국의 또 다른 목표다.

유럽연합<sup>EU</sup> 역시 최근 463억 달러 규모의 지원 예산을 수립했다. 이에 따라 인텔은 독일 마그데부르크에 360억 달러 규모의 생산 시설을 설립할 예정이다. EU는 인텔에 110억 달러의 보조금을 지급했다. 그뿐만 아니라 TSMC도 독일에 110억 달러 규모의 합작투자를 추진하고 있다.

아시아 국가들 역시 반도체 기술 확보에 사활을 걸고 있다. 대표적인 나라가 일본이다. 일본 정부는 TSMC 구마모토 1공장 투자비 1조3000억 엔(약 11조5000억 원)의 절반에 달하는 4760억 엔을 지원하는 등 반도체를 경제 안보상 중요 물자로 규정하고, 3년간 반도체 관련 예산 총 4조 엔을 확보해 자국 내 공급망 구축을 지원하고 있다. 앞서 일본은 1990년대까지 세계 10위권 내 반도체 기업이 6개나 있었지만, 현재는 한 군데도 없다. 일본은 대규모 보조금 지급 등을 통해 한국과 대만에 빼앗긴 영광을 다시 찾으려고 고군분투하고 있다.

## AI 연구개발 프로젝트 600개... 2030년까지 추진



### AI 적용 방법에 대한 고민

올해 노벨 화학상 수상자로 꼽힌 사람 중 한 명인 데미스 하사비스 구글 딥마인드 최고경영자<sup>CEO</sup>는 한국인에게도 매우 익숙한 사람이다. 2016년 바둑기사 이세돌 9단을 꺾어 전 세계의 주목을 받은 AI ‘알파고’의 개발자이기 때문이다. 그런데 그가 갑자기 왜 ‘화학상’ 수상자로 꿈꿨을까? 바로 단백질의 복잡한 구조를 예측하고 이를 신약 개발에 적용하는 기술을 개발한 데 대한 공로를 인정받았기 때문이다.

이처럼 최근 글로벌 산업계에선 AI를 산업 현장의 연구개발<sup>R&D</sup>과 혁신 과정에 적용하는 방법에 대한 고민이 활발히 이뤄지고 있다. AI를 활용하면 시간과 비용을 절감할 수 있을 뿐 아니라 성과를 극대화할 수 있기 때문이다. 인간이 수백 시간에 걸쳐 일일이 시행착오를 겪지 않아도 AI는 축적된 데이터로 순식간에 가능성을 분석해줄 수 있다. 휴식이 필요 없는 로봇과 시가 24시간 연속해서 자동으로 반복적인 실험 수행을 할 수 있다는 것도 큰 장점이다.

### 다양한 추진 전략 발표

산업통상자원부는 지난 10월 ‘AI+R&DI’ 추진 전략을 발표하며

이 같은 방안을 추진하겠다고 밝혔다. 2030년까지 AI를 연구 설계와 실험 수행에 적용하는 기술개발 프로젝트를 600개 추진하고, 2032년까지 산업통상자원부 신규 R&D 과제의 100%에 투입하겠다는 발상이다. 이를 통해 2030년까지 기술혁신 소요 기간과 비용을 30% 이상 절감하고, 사업화 매출을 40% 확대하는 한편, 정부 R&D에 참여하는 연구자의 행정 부담을 50% 경감하겠다는 것이 정부의 목표다.

특히 행정 업무 부담을 크게 경감시켜줄 것으로 기대되는 AI 어시스턴트는 2025년부터 단계적으로 구축할 계획이다. 시가 사업계획서 초안 작성을 지원하고, 연구 데이터 관리·연구 노트 기록·결과 보고서 제출까지 자동으로 생성해 제공한다. 연구비 증빙서류를 자동으로 검토·분류하고, 법률·규정·사례 정보 등을 24시간 챗봇 상담으로 제공한다.

한편 정부는 AI를 토대로 데이터베이스 구축도 병행할 계획이다. 정부는 전 세계에 흩어진 기술과 인재 등 혁신 자원을 AI를 통해 탐색하고 연결할 수 있는 테크-GPT 플랫폼을 구축한다. 특히 1억1000만 건, 논문 2억2000만 건 등 민간이 보유한 데이터를 대형 언어 모델<sup>LLM</sup>로 학습시켜 2025년 하반기부터 서비스를 제공할 계획이다.

2026년부터는 실시간으로 인재와 기업 정보를 탐색하는 기능을 도입하고, 2027년부터는 글로벌 플랫폼과의 협업을 통해 인재 정보를 확충해나갈 계획이다. 이를 위해 2024년부터 2028년까지 정부는 100억 원, 민간은 61억 원을 투자한다.



10월 17일 경기도 성남시 판교에 위치한 한국타이어 테크노플렉스에서 열린 제3차 산업디지털전환 위원회에 참석해 드라이빙 시뮬레이터를 살펴보고 있는 안덕근 산업통상자원부 장관.

## 포스코 수소환원제철 등 친환경 투자 적극 지원

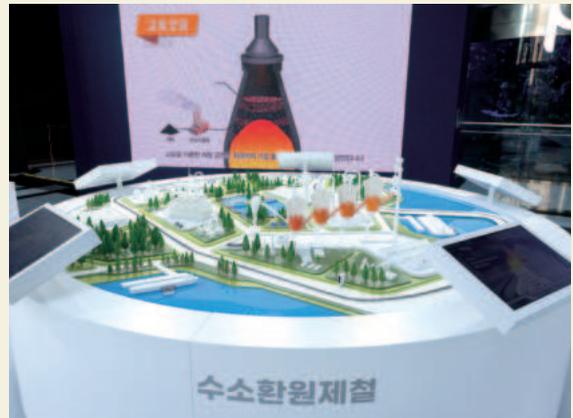


### 철강, ESG 흐름에 발맞추다

철강은 ESG(환경·사회·지배구조) 추세에 가장 발맞추기 어려운 산업이라고 흔히 알려져 있다. 석탄을 주요 연료로 하고 있어 이산화탄소 감축이 매우 어려운 산업으로 꼽히기 때문이다. 실제 세계 제조업 부문에서 철강은 이산화탄소 배출 1위 산업 분야다. 다만 ESG 추세에 역행한다 해서 철강을 완전히 포기할 수는 없다. 철강은 기계뿐 아니라 자동차·조선·건설 등 전 산업에 기초 소재를 공급하는 핵심 기반 산업이기 때문이다. 철강이야말로 우리 산업 경쟁력을 좌우하는 가장 중요한 핵심 소재나 다름없는 셈이다.

따라서 ESG 흐름에 걸맞게 철강산업을 키우는 방안에 대해 각국의 고민이 깊어지고 있다. 포스코는 고민 끝에 탄소배출이 없는 한국형 수소환원제철<sup>HyREX</sup> 기술을 개발해 지난 4월 시험설비 출선(철강 쇳물을 뽑아내는 일)에 성공했다.

수소환원제철은 철광석 환원을 위해 기존 환원제로 사용된 석탄 대신 수소를 이용함으로써 탄소 발생량을 획기적으로 줄인 혁신 기술을 말한다. 철강 생산 과정은 크게 철광석에서 산소를 빼 순수 철로 만드는 ‘환원’과 형태를 변화시키기 위해 액체인 쇳물로 만드는 ‘용융’ 두 공정을 거친다. 전통적으로는 석탄을 이용하는 고로에서 환원과 용융을 동시에 진행한다. 반면 수소환원제철은 환원과 용융 설비를 분리한다. 환원된 철강은 전기로 열을 발생시키는 전기용융로<sup>ESF</sup>를 통해 쇳물이 된다. 수소를 이용하면 이산화탄소 대신 물이 배출된다. 4개 환원료와 전기로를 결합한 방식을 사용하는 기업은 포스코가 전 세계 철강사 중 유일하다. 문제는 비용이다. 포스코에 따르면 수소환원제철 생산비는 전통적 방식의 생산보다 30% 이상 비싸다. 아무리 탄소배출이 없다 하더라도 자동차·조선·가전 등 거의 모든 산업의 근간이 되는 철강의 생산비가 높아지면 국가적으로도 감당하기 어렵다.



포스코 수소월드 특별전에서 선보인 수소환원제철 모형.

수소환원제철은 철광석 환원을 위해 기존 환원제로 사용된 석탄 대신 수소를 이용함으로써 탄소 발생량을 획기적으로 줄인 혁신 기술이다.

### R&D 등 정부 지원 확대

정부는 포스코의 수소환원제철에 지원을 아끼지 않겠다는 방침을 밝혔다. 포스코는 수소환원제철에 2030년까지 73조 원의 투자를 계획하고 있다. 정부는 이를 차질 없이 수행할 수 있도록 녹색금융을 올해 6조 원에서 내년 9조 원으로 확대하는 한편, 탄소중립 핵심 기술 R&D에 대한 재정 지원도 올해 2조 원에서 내년 2조2000억 원으로 확대해 나가겠다고 밝혔다.

다만 일각에선 정부의 보다 적극적인 지원이 필요하다는 의견도 있다. 권영민 기후솔루션 연구원은 “한국형 수소환원제철 기술개발 및 설비 전환에 2050년까지 최소 20조 원이 필요할 것으로 예상되나 현재까지 확정된 2023~2025년 정부 지원액은 269억 원에 불과하다”며, “글로벌 경쟁력 1위 유지와 탄소배출량 감축을 동시에 이뤄내기 위해서는 정부 지원 확대를 통해 수소환원제철 원천 기술 확보 및 생산 설비의 전환 시점을 앞당기는 것이 필요하다”고 했다.

# 2024년 산업통상자원부 R&D 대표 10선

‘2024 산업통상자원부 R&D 대표 10선’은 한국산업기술기획평가원<sup>KET</sup>을 비롯한 산업통상자원부 산하 R&D 전문 기관이 우수 성과를 추천하고, 대국민 온라인 투표를 거쳐 선정됐으며, 11월 27일 산업통상자원부 장관상을 수상했다.

## 01 | 코크스 오븐 활용 CO<sub>2</sub> 투입전환기술 실증



에너지신산업  
(주)포스코



- 철강 부생가스에서 발생한 CO<sub>2</sub>의 경제적 포집 및 이를 활용한 고효율 코크스 생성
- 기존 기술 대비 고효율의 자립화된 CO<sub>2</sub> 포집 기술 및 철강 공정의 세계 최대 CCU 실증 기술 확보
- (CO<sub>2</sub> 포집) 국내의 일관제철소 부생가스 대상 확대 적용 기대

## 02 | 수소전기트램용 시스템 통합 및 검증 기술개발



미래 모빌리티  
현대로템(주)



- 수소전기트램 국내 최초 개발 및 실증 완료
- 수소연료전지 접촉 최초 철도차량
- 세계적으로 검증된 국내 수소연료전지의 자동차 외 모빌리티 적용 가능성 검증 및 시장 확대 견인

## 03 | AI 기반 환자 맞춤형 1Day 치과 투명교정치료 플랫폼 개발



첨단바이오  
(주)덴티스



- 자체 알고리즘 기반의 국내 최초 디지털 투명교정 플랫폼 기능 고도화
- AI Module과 Dual 3D Printing system을 탑재한 신규 투명교정치료 SW 개발
- 디지털 투명교정 플랫폼 활용으로 교정치료 효율성과 환자 만족도 향상

## 04 | 최대 직경 400A UHP급 강관 및 Particle Free 고정밀 모듈 개발



첨단제조  
(주)아스플로



- UHP급 강관 및 부품의 극청정화와 고온용 밸브 기술을 개발
- 국내 최초로 대규격 UHP급 강관과 고온용 밸브 및 Particle Free 모듈 개발
- 고순도 가스 공급시스템의 기반 기술로 공정 기술 및 연관 산업(반도체 등) 경쟁력 강화

## 05 | 전기차 주행거리 연장을 위한 고에너지밀도 (>300Wh/kg) 리튬이차전지용 전해액 상용화 기술개발



- 고에너지밀도 가능성 전해액 개발로 배터리의 성능과 안전성 확보
- 유사고체 전해질 제조, 고유연성 고분자 기술로 전해질 성능, 안전성 차별화
- 세계 최초 2세대 전기차용 전해액 사업화 등 국내 배터리 기술의 발전 촉진

## 06 | 초고속 충전을 위한 400kW급 전기자동차 충전시스템 개발



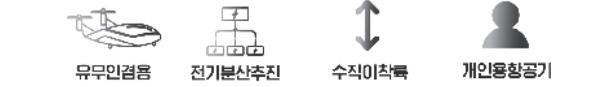
- 실시간 진단&모니터링 및 배터리 진단 기술 탑재형 급속충전기
- 다양한 충전전력 라인업 및 지능형 분산전력 전기차 충전시스템
- 상황별, 수요전력량에 따라 안정적으로 급속충전을 가능하게 해 충전소의 효율성 제고

## 07 | 고온열화 특성이 우수한 초고강도 알루미늄 압출재 및 부품화 기술개발



- 기존 Steel이 주로 사용되던 자동차 제조 기술에 알루미늄 재료 공학 기술 적용
- 맞춤형 합금 개발과 이종 소재 접합 기술을 통해 다양한 요구 조건 충족 가능
- 국내 전기자동차 산업의 성장을 촉진하는 데 기여할 것으로 기대

## 08 | 유무인겸용 분산추진 수직이착륙 1인승급 비행시제기 시스템 개발



- 해외 선진 기술 수준의 비행 제어 및 진동 저감 기술 달성
- 도심 운항용 신개념 항공 교통수단인 eVTOL 핵심 기술개발 및 기술 실증
- OPNAV 지상 및 비행시험 기술 확보로 기술적 위험도 저감 및 우위 기술 확보

## 09 | 에칭법에 의한 고해상도 OLED용 6GH급 및 8G급 FMM 제조 기술개발



- 파인메탈마스크<sup>FMM</sup> 기반의 고성능 디스플레이 제조 기술 확보
- 고해상도 FMM 제조, 안정적 박리 공정 약품, 건식 표면 세정의 차별적 기술 확보
- 국내 AMOLED 제조의 해외 의존도를 줄이고 세계 최고 수준의 기술도 확보

## 10 | EUV Mask 결함 자동 계측 및 분석 기반의 AFM 자동 리페어 시스템 개발



- 원자 현미경 기술을 활용해 반도체 공정<sup>EUV Mask</sup> 효율성을 크게 향상
- 고도화된 원자 현미경 기술을 활용해 반도체 패턴 증착 단계에서의 검사·분석·교정 실현
- 기술적 우위 확보를 통한 글로벌 반도체 산업 분야 확장 기대



# 미래를 바꾸는 기술, 그 도전과 혁신

## 알키미스트 프로젝트

### 알키미스트 프로젝트는?

산업통상자원부 주관 아래 한국산업기술기획평가원<sup>KETP</sup>이 실시 중인 프로젝트로, 미래 유망 산업 분야에서 기술적 한계를 극복하고 신규 시장을 창출하는 것을 목표로 하는 대표적 혁신도전형 R&D 사업이다. 또한 OECD 임무지향형 혁신 정책<sup>MOIP, Mission-Oriented Innovation Policies</sup> 보고서에 대한민국 대표 사례로 수록되며 사업 성과의 우수성을 세계적으로 인정받은 바 있다.

## 3단계 본연구 테마

### 1 세포농업으로 미래 식량 혁신을 이끈다

#### 아티피셜 에코푸드



배양 세포 Seeding.

‘아티피셜 에코푸드’ 프로젝트는 기존의 농축산업 패러다임을 세포농업으로 전환시키는 계기가 될 것으로 기대된다. 전통 축산 방식에서 기인한 온실가스 배출과 물·토지 사용률을 획기적으로 절감하고, 공장식 축산에 따른 윤리적 문제를 해결함과 동시에, 식량주권 또한 확보할 수 있다. 배양육이 친환경적 미래 축산업으로 주목받는 이유다. 일반 고기의 맛과 영양을 고스란히 구현해낸 다양한 배양육 제품의 상용화로 건강한 식생활 문화를 누리고 지속가능한 미래를 만들어갈 것이다.

### 2 미래 모빌리티 경쟁력 이끄는 ‘초임계 소재 개발’

#### AI 기반 초임계 소재

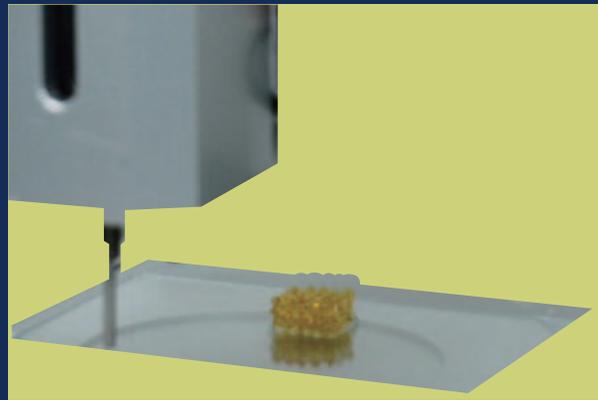


AI 플랫폼을 활용해 제작한 자동차 A필러.

‘AI 기반 초임계 소재’ 연구를 통해 통합 AI 플랫폼이 성공적으로 구축되면 고성능 소재 개발에 소요되는 시간과 비용이 크게 절감된다. 또한 소규모 데이터로도 역설계 AI 디자인을 통한 소재 개발이 가능해진다. 이는 고성능 소재를 필요로 하는 산업의 경쟁력 강화로 이어지고, 전문 인력 증가 및 기업의 AI 도입을 촉진하게 될 것이다. 무엇보다 국내 기업의 소재 설계 능력이 향상되면서 소재 부품 및 제조 산업 분야가 혁신적으로 성장하게 될 것이다.

### 3 인류의 삶 바꾸는 ‘인공장기’ 시대가 온다

#### 면역거부반응이 없는 소프트 임플란트



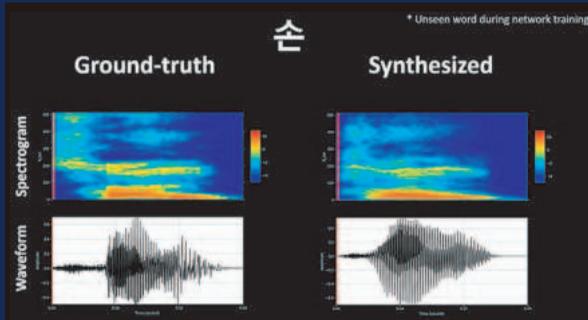
메타 소재, 메타 간세포를 이용해 바이오프린팅 중인 소프트 간 임플란트 모듈.

‘면역거부반응이 없는 소프트 임플란트’ 연구의 현재 기술개발 속도로 미루어본다면, 향후 10년 이내에는 인공 간과 췌장 관련 1건 이상의 임상 진입 사례가 실현될 것으로 기대된다. 순수 국내 기술로 이 연구가 완성될 경우 인공장기 생산과 관련한 기계공학·보건·의료산업 등 신규 산업이 창출되고, 연 38조 원 정도의 인공장기 시장이 열리게 될 것이다. 그동안 공여자에 의존해온 장기이식 분야에 새로운 패러다임을 열어갈 수 있을 것이다.



#### 4 뇌 신호로 소통하는 쌍방향 신경 인터페이스 기술

##### Brain to X(B2X)

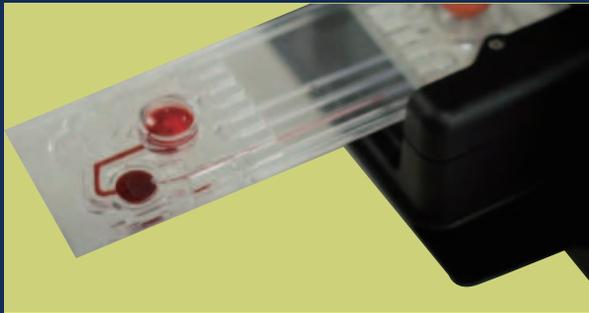


뇌 신호만으로 음성을 합성하는 기술.

‘Brain to X’ 연구가 성공적으로 추진된다면, 쌍방향 BCI 시스템을 활용해 청각 및 언어 장애인의 의사소통을 지원함으로써 장애인의 삶의 질을 높일 수 있다. 또한 고령화에 따른 뇌질한 증가에 대응해 청각장애 및 난치성 뇌질한 환자의 진단과 치료에 도움을 줄 수 있다. 나아가 BCI 산업의 성장은 첨단 의료산업의 발전과 국가 경쟁력 강화에도 중요한 역할을 할 것이다.

#### 5 적혈구 활용해 노화의 시계를 거꾸로 돌리다

##### 노화 역전

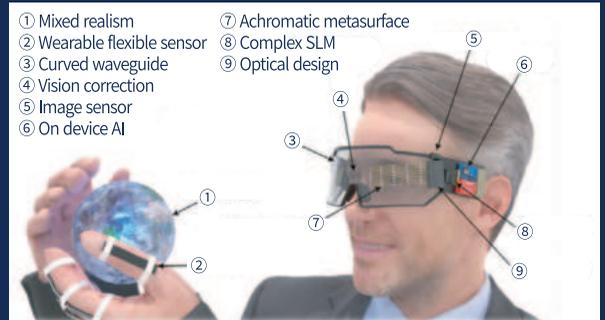


적혈구 기능 평가 키트 개발.

‘노화 역전’ 연구를 통해 특정 조직의 노화 역전 유도를 넘어, 전신 노화 역전 효과를 추구하는 미래가 도래할 것으로 기대된다. 전신 노화 역전을 유도하는 치료제 시장 및 의료산업 시장이 발전하고 부가가치를 창출할 수 있을 것이다. 또한 노화를 사전에 진단 및 예방할 수 있으며 노화로 인한 질병의 조기 치료가 가능해진다. 심장, 폐, 근육 손실, 관절 퇴행 등 신체 노화도를 예방함으로써 수명 연장을 넘어 삶의 질을 높이는 건강한 장수를 누릴 수 있게 될 것이다.

#### 6 홀로그램 3D 디스플레이로 가상과 현실의 경계를 허물다

##### 초실감 메타버스 시각화

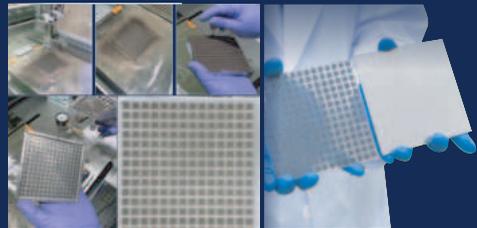


Curved Waveguide를 적용한 혼합현실<sup>Mixed Reality</sup>용 Near Eye Display<sup>NED</sup>.

‘초실감 메타버스 시각화’ 연구를 통해 초실감 입체 영상을 제공하는 디스플레이 및 근거리 상호작용 기술이 개발되면, 세상에 없던 수많은 사회적 서비스가 창출될 것이다. 또한 디스플레이의 공간적 제약이 사라져 3차원 공간상의 어느 위치에서나 3D 홀로그램 영상을 실시간으로 확인할 수 있고, 실시간 원거리 홀로그램 커뮤니케이션이 가능하게 된다. 가까운 미래, 우리의 삶이 시공간적 제약에 구애받지 않는 새로운 형태의 미래 사회를 맞이할 수 있을 것이다.

#### 7 이산화탄소, 신재생에너지로 재탄생하다

##### 생체모방 탄소 자원화



이산화탄소 전환 및 산소 발생 광촉매 단위 셀 제조.

‘생체모방 탄소 자원화’ 연구를 통해 관련 기술이 성공적으로 개발되면, 지구온난화로 인한 기후변화 및 이상기후 현상 완화에 큰 도움이 될 것으로 기대된다. 화석연료 사용으로 발생하는 다양한 오염물질을 저감함으로써 인류는 이전보다 건강하고 쾌적한 삶을 영위할 수 있게 될 것이다. 뿐만 아니라 별도의 외부 에너지원에 대한 비용이 필요 없는 광촉매 기술을 활용한다면, 현재 높은 비용으로 진행되는 이산화탄소 포집 및 전환 기술의 경제성을 크게 개선할 수 있다. 이를 통해 신재생에너지 시장에서 선도적 위치를 확보하고 국제 탄소시장에서 경쟁력을 갖추게 될 것이다.



## 친환경 경쟁력 키우는 생분해성 종이 물티슈

글 이미경·구현화 <환경ESG> 기자

100% 천연펄프 원단으로 제작해 미세플라스틱을 원천적으로 차단하는 종이 물티슈. 기존 일반 물티슈를 종이 물티슈로 대체할 경우 70매 사용 기준 약 47g의 플라스틱, 즉 페트병 2L에 해당하는 양의 플라스틱 저감 효과를 거둘 수 있다.

### 물티슈만 바꿔도 플라스틱을 감축한다?

가정·위생용품은 우리 일상에 깊이 스며들어 있다. 화장대, 거실, 화장실 등 늘 곁에 있고 떼려야 뗄 수 없다. 우리 주변의 미용 티슈, 물티슈, 기저귀, 생리대 등은 생활을 편리하게 하는 동시에 환경에 영향을 미치는 용품이다.

국내 최장수 숲 환경 공익 캠페인 ‘우리강산 푸르게 푸르게’로 널리 알려진 유한킴벌리가 이러한 용품이 환경에 미치는 영향을 고려해 친환경 종이 물티슈를 선보였다. 지구와 사회를 위해 더 나은 제품을 만들기 위한 지속가능 상품 중 하나다.

과거에는 상상조차 할 수 없던 종이 물티슈는 공기로 원단을 건조하는 유한킴벌리 고유의 UCTAD 공법을 적용해 지난 2020년 처음 출시됐다. 종이 물티슈는 100% 천연펄프 원단으로 제작해 미세플라스틱을 원천적으로 차단했다. 무엇보다 산림자원 보존을 위해 지속가능한 인공조림에서 생산된 FSC 인증 펄프를 사용한다. 기존 일반 물티슈를 스카트 에코 종이 물티슈로 대체할 경우, 시뮬레이션 결과 70매 사용 기준 약 47g의 플라스틱이 저감된다. 이는 2L 페트병에 해당하는 양이다. 기존 일반 물티슈를 종이 물티슈로 바꾸기만 해도 플라스틱 감축에 도움이 되는 셈이다.

### 생분해 원단에 대한 선호도 높아

유한킴벌리는 기존 제품의 대체재를 찾는 세분화된 수요를 고려해 다양한 생분해성 물티슈 라인업을 운영하고 있다. 이는 가치소비를 중시하는 소비자의 선호로 이어졌다. 생분해 물티슈 라인업을 제대로 갖추며 본격적으로 저변을 확장한 2021년과 2023년을 비교해보면 크리넥스 생분해성 물티슈 판매는 7배 이상 높은 성장세를 보였다. 지속가능 상품이 경쟁력이 된다는 것을 입증한 것이다.

소비자 조사 결과도 이를 뒷받침한다. 유한킴벌리가 시장조사기관 칸타와 실시한 조사 결과에 따르면, 물티슈 원단에 대한 소비자 선호도는 천연펄프(72%) 다음으로 생분해 원단(65%)이 높게 나타났다. 특히 응답자의 63%는 추가 비용을 지불하더라도 천연펄프 및 생분해 원단이 적용된 물티슈를 구입할 의향이 있다고 답했다.



유한킴벌리 관계자는 “ESG, 가치소비, 제로 열풍 등 지구환경을 고려한 소비 형태가 증가하고, 국내외에서 플라스틱 저감 정책이 강화되고 있어 종이 물티슈의 가파른 성장은 앞으로도 계속될 것”이라며, “종이 물티슈를 포함한 생분해성 물티슈 전반에 대한 관심도 지속적으로 높아질 것”이라고 전망했다.

### 소비자 마음 움직인 친자연 기저귀

유한킴벌리는 지속가능 제품을 ‘환경성을 포용하고 사회성을 포함한 제품’으로 정의한다. 사회성의 경우 공급망 인권이나 노동까지 고려하는 것을 의미한다.

국내 소비자에게 환영받은 대표적 자연 유래 소재 제품으로는 하gis 네이처메이드를 꼽을 수 있다. 2010년대 초 유한킴벌리가 내세운 첫 자연 소재 네이처메이드 제품은 처음으로 자사 프리미엄 제품 대비 품질이 떨어진다는 평가를 받았다. 해당 자연 소재 특성상 축축함이 오래간 것이다. 우여곡절 끝에 사탕수수 소재로 커버를 만들었는데 품질 측면에서 우수한 데다 폭신폭신하면서 부드러우니까 했다.



유한킴벌리의 대표적 자연 유래 소재 제품 ‘하gis 네이처메이드’.



## 화제의 ESG 제품

사탕수수로 소재를 바꾸자 소비자의 즉각적 반응이 이어졌다. 한 해 20억 원 수준으로 팔리던 네이처메이드가 6개월 만에 100억 원의 매출을 올렸다. 당시 기저귀 전체 제품에서 매출 판매량이 2%였다가 그해 말 10%로 드라마틱하게 올라갔다. 최근에는 무려 50% 수준이다. 기저귀 제품에서 네이처메이드가 절반 이상 팔린다는 뜻이다.

유한킴벌리가 소비자 조사를 실시한 결과, 대부분의 소비자는 품질, 환경, 가성비 등 다양한 요소를 종합적으로 고려했다. 환경만 생각하는 사람은 매우 드물었다. 품질 등 다른 모든 가치보다 환경을 우선시하는 소비자는 그만큼 소수라는 뜻이다. 그럼에도 네이처메이드의 사례에서 보듯이 환경에 대한 관심과 인식이 무르익으면 프리미엄을 주더라도 환경에 부하가 적고 더 좋은 제품을 구매하고자 하는 수요가 크게 나타나기도 한다.

결국 지속가능 제품을 만드는 데는 소비자의 선택이 큰 역할을 한다. 대용량 패키지, 인쇄 잉크 저감, 친환경 소재 제품 등 이전에는 기업이 내놓아도 팔리지 않던 제품을 이제는 소비자들이 찾으면서 방향성 자체가 바뀌고 있는 것처럼 말이다. 소비자들이 지속가능성을 고려하는 방향으로 움직이고 의사 표현을 하다 보면 기업도 변화할 수밖에 없다.

### 시멘트 제품에도 친환경 바람

삼표시멘트가 ESG(환경·사회·지배구조) 경영 실천과 지속가능한 미래성장동력 확보를 위해 친환경 기술, 제품 확대에 나선다. 삼표시멘트는 지난해 8월부터 건식 석탄재 원료를 위한 기술을 개발한 후 생산공정에 적용하고 있다. 이 기술의 핵심은 화력발전소에서 연소 후 남은 석탄재를 건식 상태로 공장에 이송·저장해 공정에 바로 사용하도록 하는 것이다. 석탄재는 시멘트 부원료로 재활용이 가능한 순환자원으로 이 기술을 통해 매립해야 하는 석탄재를 연간 20만 톤까지 재활용할 수 있다. 특히 화력발전소와 시멘트 공장을 잇는 밀폐식 이송 설비를 통해 공정에 바로 투입되는 만큼 비산먼지도 원천 차단할 수 있다.

또 지난해 7월부터는 산업통상자원부의 탄소중립 산업 핵심 기술개발 사업 중 하나인 '소성로에서 사용하는 유연탄 연료를 합성수지로 대체' 연구과제에 참여하고 있다. 이 연구과제 참여를 통해 산업 부산물 처리와 동시에 탄산광물화 기술인 이산화탄소 포집 및 활용·저장 기술<sup>CCUS</sup> 개발에 나섰다. 지난해부터 제주항에 투입 중인 시멘트 전용선은 업계 최초로 밀폐형 하역 설비를 구축했다. 전용선의 밀폐된 화물 창고에서 하역기를 이용해 시멘트를 운반함에 따라 분진 발생을 원천 차단한 것이다.

삼표시멘트는 친환경 제품 확대에도 속도를 내고 있다. 저탄소 친환경 특수 시멘트 '블루멘트<sup>BLUEMENT</sup>'가 대표적이다. 이 시멘트는 기존 포틀랜드 시멘트 대비 초기 강도가 뛰어나면서 탄소배출량 저감에도 효과를 보이는 제품이다. 삼표시멘트는 제철소에서 발생하는 철광석 부산물인 슬래그를 사용하는 슬래그 시멘트를 비롯해 화력발전소의 석탄재를 재활용하는 플라이애시 시멘트 등 순환자원을 활용한 제품 생산을 지속적으로 확대할 방침이다.



삼표시멘트 공장 전경. 삼표시멘트가 ESG 경영 실천과 지속가능한 미래성장동력 확보를 위해 친환경 기술, 제품 확대에 나서고 있다.



이브자리가 천연 한자양모 등 자연 유래 소재를 활용한 자연주의 침구를 선보였다. 신제품은 자연 미관에서 영감을 받은 색상과 질감, 무늬 등을 적용했다.

### 자연 유래 소재 활용한 침구류

이브자리가 친환경 소재로 무장한 신제품을 출시했다. 천연 한자양모 등 자연 유래 소재를 활용한 트루스와 플로애, 오브니 등 50여 종 침구는 자연 미관에서 영감을 받은 색상과 질감, 무늬 등을 적용한 것이 특징이다.

이 중 트루스는 닥나무 원료 한지 섬유 침구로 항균성, 통기성이 뛰어난 데다 피부 자극을 최소화한 제품이다. 플로애는 너도밤나무에서 추출한 모달과 면을 혼방해 오랫동안 부드러운 감촉과 선명한 색상을 유지한다. 오렌지색 백합과 초록색 잎사귀를 수채화 기법으로 그린 듯 표현한 패턴을 적용했다. 또 오브니는 100% 호주산 양모를 충전재로 사용해 수면 시 외부 공기의 영향을 덜 받고 수분을 잘 흡수한다. 발산하는 양모의 소재적 특성으로 쾌적한 수면을 돕는다.

이브자리 관계자는 “앞으로도 자연주의 침구를 고수하며 소비자에게 더욱 건강하고 안전한 수면 환경을 제공할 계획”이라고 밝혔다.



### 동물복지 인증 달걀 제품 출시

풀무원이 동물복지 제품 라인을 강화한다. 풀무원식품은 목초를 먹고 자란 건강한 닭이 낳은 동물복지 인증 달걀로 만든 반숙란 제품 ‘동물복지 목초 촉촉란’을 출시했다. 이 신제품은 엄격한 동물복지 기준으로 사육 환경을 조성한 동물복지 농장에서 목초를 먹고 자란 건강한 닭이 낳은 동물복지 인증 달걀을 사용하면서 반숙란에 어울리는 떡볶이 소스를 동봉했다.

윤승연 풀무원식품 PM은 “1인 가구가 증가하고 건강한 간식으로 반숙란, 구운란 등 가공란을 찾는 소비자가 늘어나고 있다”며 제품 출시 배경을 설명했다.

풀무원은 앞으로도 지구환경과 동물복지를 고려한 지속가능한 제품 카테고리 확대와 판매 채널을 확대해 동물복지 원료를 사용한 제품에 대한 소비자의 선택지를 넓혀나갈 계획이다.

지구환경과 동물복지를 고려한 지속가능한 제품을 확대하고 있는 풀무원이 동물복지 인증 달걀로 만든 반숙란 제품 ‘동물복지 목초 촉촉란’을 출시했다.

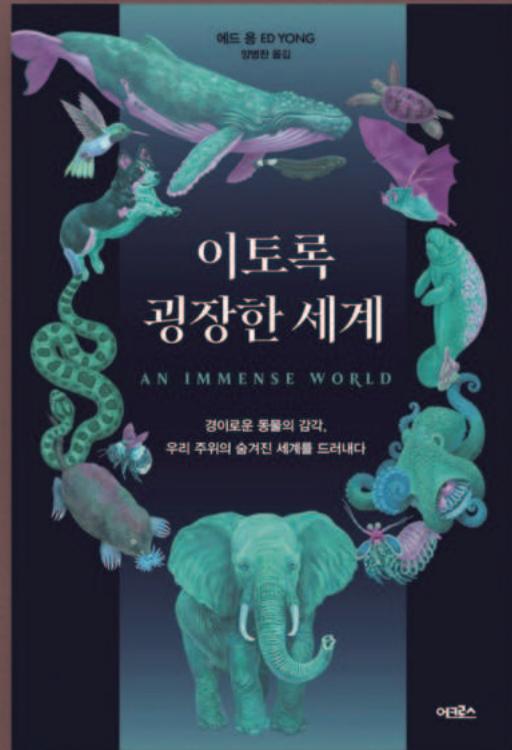


# 21세기의 과학, 생물학



21세기는 생물학의 시대라고 한다. 인간은 재생의학이나 의학유전학 같은 생물 의학을 통해 끊임없이 질병을 통제하려 노력하고, 생물학과 의학에서 출발한 뇌과학은 인간이 가진 가능성의 한계에 대해 답을 구한다. 현미경을 통해 혁명을 이루고 생물 분류법, 진화론, 유전자, DNA 구조의 등장 등 변신을 거듭한 생물학에 대해 보다 쉽게 이해할 수 있는 콘텐츠를 안내한다.

글 최우리 한겨레신문 기자, <지구를 쓰다가> 저자



## <이토록 굉장한 세계>

에드 용 지음 / 양병찬 옮김 / 어크로스 펴냄

### 생물이 가진 위대한 능력

스쿠버다이빙을 한다면 당신은 놀라운 진실을 깨달을 것이다. 수심 10km 아래 바닷속을 경험해보면 분명 이곳에도 또 다른 세계가 있다. 수많은 바다 생물을 만나는 감동 이상으로 이곳의 새로운 압력과 빛의 양 등을 삶의 조건으로 견뎌내는 다양한 생명체를 보며 자연의 위대함과 겸손함을 배울 수 있다.

책 <이토록 굉장한 세계>는 인간이 가진 능력이 얼마나 자그마한 것들인지 겸손하게 바라보게 한다. 인간이 가진 오감 너머의 세계를 인간은 알 수 없다는 사실에서 출발한다. 인간이 사용하는 언어가 모든 개인의 사고의 집이자 한계를 규정하듯, 인간의 감각 능력은 세계를 느끼고 향유하는 소중한 기회지만 실은 불충분한 것이다.

책의 목차를 보면 인간을 포함한 많은 생물이 세계를 향유하는 감각이 열거돼 있다. 냄새와 맛, 빛, 색깔, 통증, 열, 촉각, 진동, 소리, 메아리, 전기장, 자기장 등 생각보다 많은 감각기관을 활용해 세계를 이해할 수 있음을 깨달을 수 있다. 그리고 어떤 생물들은 생각보다 매우 위대한 능력을 보유하고 있음을 확인하게 된다.

예를 들어 뱀을 떠올려보자. 뱀은 혀를 날름거리며 냄새를 맡는다. 코를 킁킁대는 대신 혀를 날름거리린다. 두 갈래로 갈라진 혀를 통해 양쪽의 냄새를 비교해서 분석한다. 또 파리와 모기, 벌은 대상에 발을 대고 앉기만 해도 맛을 느낀다. 왜냐하면 발에 맛을 보는 기관이 있기 때문이다. 그래서 꽃가루 위에 앉은 벌이나 음식 위에 앉은 파리는 먹기도 전에 맛있게

느낄 것이다. 반면 모기기피제를 뿌린 팔 위에 앉은 모기는 침을 살갗에 찔러 넣기도 전에 다시 이륙할 수밖에 없다.

개미의 경우는 어떤 능력이 있을까. 개미는 인간의 눈에는 잘 보이지 않지만 매우 냄새를 잘 맡고 이를 생존에 잘 활용하고 있다. 개미에게는 신분증과 같은 페로몬이라는 것이 나온다. 후각 능력을 빼앗긴 개미들은 자신들이 해야 할 일, 예를 들어 애벌레를 돌보는 일과 같은 매우 중요한 일을 하지 못할 정도로 심각한 타격을 입는다. 어항에서 살고 있는 물고기나 다슬기 등 수중생물이 냄새를 잘 맡는다는 것도 놀라운 점이다. 애호박 한 조각을 빠뜨렸을 때 멀리서 자고 있는 것처럼 보이던 물속 생명들이 온 힘을 다해 달려오는 것을 본 적이 있다면 생명의 놀라운 능력을 의심하지 않을 것이다. 이 책에서는 메기의 후각 능력이 그 예로 실려 있다.

### 생명의 세계를 쉽고 재미있게

이 책이 주는 깨달음 중 하나는 생물들의 특성을 능력으로 치환해서 설명하지 않는다는 점이다. 어떤 동물은 너무 선명하게 볼 필요가 없고, 또 다른 동물은 아예 전체적인 이미지를 볼 필요가 없기도 하다. 사냥을 잘하는 사자의 시력(13cpd)이나 꽃을 잘 찾는 꿀벌의 시력(1cpd)도 인간의 시력(60~70cpd)과 비교하면 형편없는 수준이다. 홍합이나 굴과 같은 이매패류는 아예 눈이 없다. 그런데도 이들은 자연에서 인간보다 더 잘 적응하고 진화해왔다. 이를 이해하면 능력의 고하가 아닌 각각의 특성이 더 소중하고 중요하다는 것을 자연스럽게 알게 된다.

동물이 느끼는 고통에 대한 서술도 당신의 감각을 확대시켜주기 충분할 것이다. 곤충의 경우 아플 때는 분명히 아프다는 행동을 한다. 팔다리가 으스러질 경우 몇몇 곤충들은 이미 망가진 팔다리에 계속 압박을

가한다. 왜 그러는 걸까. 생물학적으로 중요한 질문은 “어떤 조건에서 어떤 자극에 대해 통증을 느끼고 경험하고 표현하는 것이 이 생물들에게 유리한 것일지 묻는 것”이라고 저자는 말한다. 도움을 요청할 수 있는 사회적 동물과 혼자 힘으로 살아가는 독립적인 동물, 수명이 긴 동물과 짧은 동물 등에 따라 고통이 다양하게 발현할 수 있다는 것을 알면 동물의 행동을 더 잘 이해할 수 있기 때문이다.

이 책을 쓴 에드 용 작가는 영국 케임브리지대학교에서 자연과학(동물학)을 전공하고 석사학위를 받았으며, 유니버시티 칼리지 런던에서 생화학 연구로도 석사학위를 받았다. 풀리처상 수상 작가이기도 하다. 이 책은 생명의 세계를 쉽고 재미있게 전달하는 전문적이고 유익한 책으로 꼽혀 과학 저널리스트들의 귀감이 되고 있다. 자연의 경이로움을 느낄 수 있는 화보도 책 중간에 실려 있어 흥미를 더한다.



생물학이 낯설고 어렵다면, 인간과 다른 방식으로 세상을 탐구 중인 다른 생물들의 소소한 순간들을 관찰하는 것부터 시작해보자. 그들에게 인간으로 인해 발생하는 여러 자연의 자극들은 어떤 영향을 줄까. 예를 들어 플라스틱 쓰레기로 인한 해양오염과 도시의 빛 공해 등을 떠올려보자. 인간에게는 참을 수 있는 자극들이 어떤 생명에게는 죽음의 위협과 감각의 손실을 가져다줄 수 있음을 자연스럽게 깨달으며 공존에 한발 더 다가갈 수 있을 것이다.



## <유전자 임팩트>

케빈 데이비스 지음 / 제효영 옮김 / 배상수 감수 / 브른스테인 펴냄

### 유전자 편집기술에 대한 고찰

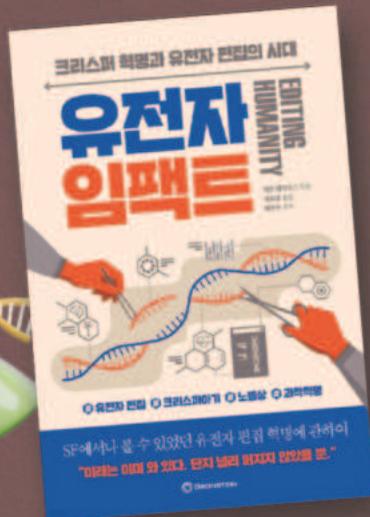
인간뿐 아니라 거의 모든 생명체는 DNA<sup>Deoxyribo Nucleic Acid</sup>를 갖고 있다. DNA로 구성된 유전자는 생명체의 유전정보를 보유한 화학물질의 일종이다. DNA가 다르면 눈, 피부 색깔과 같은 육체적인 특징부터 특정 질환의 발병 위험도 등 여러 결과가 달라진다. 2020년 노벨화학상 수상자로, 바로 이 DNA를 가위로 자르듯이 특정 부위를 잘라서 식물이나 동물의 특징을 바꿀 수 있는 유전자 편집기술(크리스퍼 카스9)을 개발한 여성 과학자 두 명이 선정됐다. 조물주로부터 부여받은 유전정보를 인간의 힘으로 바꿀 수 있다? 이 기술의 발견과 개발로 인류가 어떤 다른 삶을 살 것인지 전 세계가 주목하고 있다. 이 책은 이러한 기술이 어떻게 활용되고 있는지, 또 어떤 세계로 이끌 것인지를 고찰한다. 이 기술은 가장 효율적일 수도 있고, 가장 위험할 수도 있기 때문이다. 예를 들어 아프리카나 아시아에서는 이미 말라리아를 옮기는 모기의 유전자를 편집해 모기 개체 수를 줄이는 전략을 고민하는 국가들이 있다. 유전자 편집의 결과 새로운 형질을 추가한 새로운 식량을 개발하는 것이나 더 많은 수확이 가능하도록 형질을 바꾸는 것도 가능하다. 하지만 인간의 생식세포 유전자를 편집한다면? 언젠가 기술적으로 안전하고 윤리적으로 적합하고 의학적으로 정당하다고 할 때 당신은 지지할 수 있는가? 연구자이자 과학 전문 저널리스트인 저자는 묻는다.

#유전정보

#DNA

#유전자 편집기술

#형질 변경



## <벌의 사생활>

소어 헨슨 지음 / 하윤숙 옮김 / 에이도스 펴냄

### 벌과 꽃, 인간과의 관계

작은 벌에게는 숨겨진 이야기가 참 많다. 벌과 꽃, 인간과의 관계를 소개한 이 책은 벌이라는 자연의 작은 파수꾼이 어떤 내밀한 소통을 하는지를 엿볼 수 있도록 안내한 책이다. 예를 들어 세상 모든 꽃에는 자신의 꽃 모양을 좋아하는 벌 종류가 있게 마련이다. 클로드 모네의 유명한 ‘해바라기’ 그림에는 파리나 나비, 벌 등 모든 곤충이 찾아올 수 있지만, 여기에 붓꽃이 등장했다면 오직 뒤영벌만 그릴 수 있을 것이다. 벌이 꽃가루를 옮기는 것은 꽃에 대한 선의의 표현이 아니다. 꽃꿀과 꽃가루의 유혹에 넘어간 벌은 역사적으로 가장 효율적인 방식으로 이를 탐미하도록 진화해왔다. 최근 벌에 대한 세계 시민들의 관심이 늘어나고 있다. 벌의 생명력을 위협하는 많은 위기 상황이 곳곳에서 목격되고 있기 때문이다. 이 책에서도 그런 사례를 소개한다. 미국 캘리포니아 모하비 사막에 있는 대추야자 농장에서는 손으로 꽃가루받이를 한다. 중국 마오현에서도 서식지가 줄고 살충제 사용이 늘면서 농민들이 직접 꽃의 꽃가루받이를 하고 있다. 세계 벌 전문가들은 약 40%의 종이 개체 수가 줄거나 멸종 위기 상황에 놓여 있다고 지적한다. 보존생물학자인 저자는 세계를 다니며 연구와 생물 보존 활동을 하고 있다.

#꿀벌

#꽃가루

#꽃가루받이

#멸종 위기



## 유튜브 찾아볼까?



### TV생물도감

[www.youtube.com/@TV생물도감](http://www.youtube.com/@TV생물도감)



**현장감 넘치는 생물 이야기** ▶ 80만 명의 구독자들이 함께하는 이 유튜브는 누구보다 더 현장 가까이 가 있다. 글로만 보는 이야기로는 느낄 수 없는 현장감이 느껴진다. 1년 전 1100만 조회수가 나온 한국 농수로에 사는 외래 거북 ‘늑대거북’의 이야기에만 5000건 가까운 댓글이 달렸다. 생태계 교란종인 외래 거북이 야생에서 발견될 경우 이 문제는 누구의 책임일까. 사육자들의 책임일까, 수입업자의 책임일까. 정부는 이를 어떻게 관리해야 하는지 활발한 토론이 이뤄진다. 붕어 아가미에 사는 기생충(붕어거머리)을 직접 확인하는 영상은 다소 눈살이 찌푸러질 수 있지만, 하천의 붕어 중 아가미에 동그란 흰 점이 있다면 감염된 개체라는 사실을 알게 된다. 또 관련 논문 내용을 대신 읽어주며 객관적인 정보도 전달한다. 운영자는 생물학과를 졸업하고 생물연구소에서도 일한 적이 있다는 사실을 강조한다. 가볍게 생물학, 야생생물에 접근하기 좋은 콘텐츠가 많다.

#늑대거북

#생태계 교란종

#기생충

### 환경부 국립생물자원관

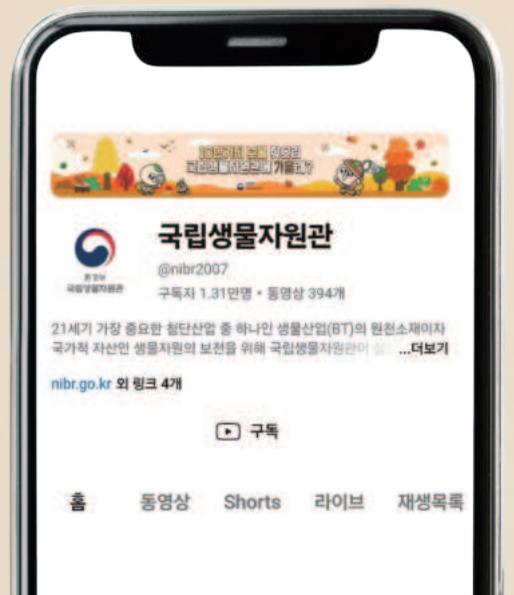
[www.youtube.com/@nibr2007](http://www.youtube.com/@nibr2007)

**생물학을 전공하면 어떤 연구를 할까?** ▶ 생물도 자원이다? 생물자원의 보전을 위해 설립된 이곳에서는 유튜브 콘텐츠를 통해 연구 활동을 확인할 수 있다. 아직 구독자 수는 1만 명 수준으로 적지만, 생물학을 전공한 이들이 실제로 어떤 일을 하는지 엿볼 수 있는 즐거움이 있다. 특히 새로 등장하는 다양한 생물종과의 갈등 상황을 어떻게 풀어갈 것인지를 고민하며, 연구자들이 설명하는 올바른 생물 지식을 확인할 수 있어 즐겨 찾는 이들이 늘고 있다. 예를 들어 남양주 등 상수원 보호구역인 한강 상류에 주로 나타나는 수천 마리의 동양하루살이에 대한 오해를 풀어준다. 깨끗한 물에 사는 이 곤충이 성충이 되어서 초저녁 시간 짝짓기를 위한 군무를 시작한다. 밤 9시 전후로 군무가 끝나고 서식처로 돌아가기 때문에 늦은 밤에는 사라지는 매우 특이한 일과를 보인다. 수컷의 뾰족한 앞다리 때문에 모기로 오해받기도 하지만, 짝짓기할 때 암컷을 효율적으로 붙잡기 위한 것이라는 사실을 알면 이 곤충도 마냥 귀찮고 미운 존재만은 아닐 수 있다. 이렇게 갑자기 많이 발생하는 생물도 인간과 공존하는 생명이라는 새로운 관점을 배울 수 있다.

#새로운 생물종

#생물 지식

#동양하루살이





“이전에는 감독님과 제가 직접 경기 영상을 보면서 상대 선수를 분석했거든요. 그러다 보니 정확성이 떨어질 수밖에 없었어요. 이번에는 상대 선수에 대한 데이터 분석 프로그램을 통해 과학적인 통계를 내고, 이를 토대로 공격과 수비 훈련을 진행하는 등 많은 도움을 받았습니다.”

올림픽은 꿈의 무대다. 전 세계에서 모인 선수들이 꿈을 향해 질주하는 뜨거운 축제의 현장. ‘2024 파리 패럴림픽’에서 누구보다 뜨거운 여름을 보낸 윤지유 선수를 만났다. 축제의 여운이 채 가시기 전, 이천선수촌에서 훈련에 매진 중인 윤 선수. 그의 시선은 이미 2028 LA 패럴림픽을 향하고 있다.

**아쉬움은 있어도 후회는 없다**

2024년 9월 6일 탁구 여자 단식경기가 열린 프랑스 파리 아레나 경기장. 세트 스코어 0-2로 밀린 상황에서 기어이 2-2까지 따라잡은 윤지유 선수가 승자를 가릴 5세트에 나섰다. 치열한 듀스 접전이 이어진 끝에 전광판에 표시된 최종 스코어는 11:13. 세트 스코어 2:3으로 윤 선수는 아쉽게 금메달을 놓쳤다. 그에게 이번 패럴림픽은 기쁨보다는 아쉬움이 큰 대회다. 탁구 여자 단식과 복식에서 각각 은메달을 수상했음에도 말이다.

# 과학적 분석은 경기력 향상의 디딤돌

글 박향아 사진 홍승진

윤지유 2024 파리 패럴림픽 탁구 메달리스트

“가장 높은 곳에서 펄럭이는 태극기를 보며 애국가를 듣고 싶었거든요. 특히 승리가 손끝까지 닿았던 단식경기에 대한 아쉬움이 커요. 조금만 더 침착했으면, 그 상황에서 조금만 힘을 뺐으면, 이런 아쉬움이 계속 떠올라서...”

그래도 누구보다 열심히 준비했고 최선을 다해 경기에 임했기에 아쉬움은 있어도 후회는 없다. 자신의 올림픽 레이스를 함께 뛰어준 스태프들에 대한 미안함도 있지만, ‘자신보다 은메달을 자랑스러워해주는 모습’에 고마운 마음이 더 크다.

이번 패럴림픽을 준비하면서 전력분석관이 처음으로 합류했다. 윤 선수와 상대 선수의 실점과 득점 유형, 서브 위치 등 경기에 대한 분석은 물론이고, 이 데이터를 체력 훈련에 반영하기도 했다. 예컨대 윤 선수는 서브할 때 상체가 뒤로 향하는 만큼 코어 강화를 위한 운동을 추가하는 방식이다.

현재 장애인 대회는 중계되지 않는 경우가 많아 영상 자료가 부족하다 보니, 데이터의 정확성이 떨어질 수밖에 없다. 스태프들이 직접 촬영할 때도 있지만 이 역시 한계가 있다. 경기에서 전문 촬영자가 없이도 선수들의 움직임을 촬영해주는 장비가 마련된다면, 질 좋은 데이터를 더 많이 확보할 수 있으리라는 것이 이대현 전력분석관의 얘기다. 이는 더 정확한 경기 분석, 나아가 윤 선수를 비롯한 모든 선수들의 경기력 향상을 위한 디딤돌이 될 것이 분명하다.

## 우연히 만나 운명을 넘어 속명이 된 탁구

세 살 때 하반신 마비가 찾아온 윤지유 선수는 열네 살 때 처음 라켓을 잡았다. ‘탁구 한번 배워보고 싶다’는 가벼운 마음으로 찾았던 장애인복지관. 긴장감 속에서 주고받는 랠리, 순간적으로 상대의 리듬을 흩어버리는 짜릿한 시간차 공격, 온몸의 힘을 실어 날리는 짜릿한 스매싱, 녹색 테이블 위에서 2.7g의 작은 공을 주고받으며 겨루는 승부가 어린 소녀의 마음을 흔들었다. 처음에는 그저 ‘마음에 드는 멋진 취미’ 정도로 생각했다. 하지만 반짝이는 재능은 숨기기 어려운 법. ‘월성부른 떡잎’을 놓치지 않는 코치진의 권유로 국제 대회를 준비했고, 경험 삼아 참가한 첫 국제 대회에서 덜컥 수상까지 하게 됐다.

그렇게 치열한 선수의 길에 들어선 그는 열다섯 살 겨울 처음으로 국가대표가 됐다. 이후로는 승승장구.

2016 리우데자네이루 패럴림픽에 한국 최연소 국가대표로 출전해 단체전 동메달을 목에 걸고 돌아왔고, 역시 최연소 국가대표였던 2020 도쿄 패럴림픽 때는 단체전에서 은메달, 단식에서 동메달을 차지했다. 지난 10월 열린 제44회 전국장애인체육대회에서 4관왕에 오를 만큼 국내에는 적수가 없지만, 누구보다 훈련에 진심이다. 그 와중에 한국체대 특수체육학과 학생으로 학업도 충실히 병행 중이다.

“다음 패럴림픽에서는 꼭 금메달을 따고 싶어요. 선수로서 유의미한 기록을 남기는 것도 중요하지만 그 후에는 장애인체육 행정가가 되어 후배들이 더 좋은 환경에서 꿈을 펼칠 수 있도록 돕고 싶습니다. 과학·기술적 분야에서 경기력 향상에 도움이 될 수 있는 부분에 대해서도 더 고민하고 싶고요. 그러려면 훈련도, 학업도 최선을 다해야겠죠. 지금까지 그랬듯 하루하루를 정직한 땀과 노력으로 채워나가겠습니다.”



윤지유 선수는 데이터 분석 프로그램을 통해 과학적인 통계를 내고, 이를 토대로 공격과 수비 훈련을 진행하는 등 많은 도움을 받았다.

# 웨어러블 로봇 입고 다시 설 수 있다는 희망을 품다

글 김광균 사진 이승재

김승환 카이스트 기계공학과 엑소랩 연구원

수년 전 불의의 사고로 하반신이 마비되어 걸을 수 없게 된 김승환 씨. 그는 카이스트 기계공학과 엑소랩<sup>EXO-Lab</sup>의 일원으로 합류해 다른 사람의 도움 없이 혼자서 착용하고 걸을 수 있는 웨어러블 로봇 개발에 기여하며 제2의 삶을 개척하고 있다.

## 사이배슬론 대회 준비, 보행의 가능성을 보다

지난 10월 27일 대전시 대덕구에 있는 사이배슬론 아시아허브경기장에서 열린 ‘제3회 사이배슬론 국제대회’ 웨어러블(착용형) 로봇 종목에 출전한 팀 카이스트 김승환 연구원은 모든 미션을 통과한 후 두 팔을 번쩍 들며 환호성을 질렀다. 하반신 마비 장애인이 걸을 수 있도록 돕는 웨어러블 로봇을 착용하고 다양한 미션을 수행해야 하는 이 대회에서 김 연구원은 짐 옮기기, 문 여닫고 통과하기, 지팡이 없는 자유 보행, 주방에서 음식 다루기 등 총 6개의 미션을 단 6분 41초 만에 수행했다. 2, 3위를 차지한 팀들이 단 2개의 미션을 수행하는 데 그친 것과 대비되는 결과였다. 그야말로 초격차

“웨어러블 로봇은 일상생활을 비롯해 산업현장, 극한 환경 등 다양한 환경에서 사용할 수 있어요. 워크온슈트에 들어간 요소기술도 조금만 기능을 확장하면 장애인은 물론 노약자, 환자 등의 보행 보조, 헬스케어 분야 등으로 활용 가능성이 높다고 생각해요. 보다 많은 사람들이 실질적인 도움을 받을 수 있도록 기술개발과 지원책 마련이 이뤄졌으면 합니다.”



워크온슈트  
개발 스토리

기술력을 보여준 쾌거였다.

“우리만의 기술로 만든 웨어러블 로봇을 입고 미션을 수행했다는 점에서 감격스럽고, 몸이 불편한 분들에게 걸을 수 있다는 가능성을 보여준 것 같아 뿌듯합니다.”

2023년 1월 카이스트 기계공학과 엑소랩에 합류해 이번 대회 우승의 주역이 된 김 연구원은 감격에 겨웠던 그날의 소감을 이렇게 전했다. 한 기관이나 개인의 성과를 넘어 웨어러블 로봇이 몸이 불편한 사람들의 일상을 파고들 날이 머지않았음을 입증한 결과라는 점에서 우승은 더욱 값졌다.

김 연구원의 사이배슬론 대회 도전기는 2019년으로 거슬러 올라간다. 사이배슬론<sup>Cyathlon</sup>은 신체 일부가 불편한 장애인들이 로봇과 같은 생체 공학 보조장치를 통해 경기를 겨루는 방식으로 진행되는 대회다. 이 대회를 준비하는 팀이 있다는 사실을 알고 지원해 선수 후보에 올랐으나, 건강 상태 악화로 끝내 대회를 포기해야 했다. 사고로 못 걷게 됐을 때보다 상실감은 더욱 컸으나, 그는 재활 치료를 이어가며 희망의 끈을 놓지 않았고 2022년 재차 기회를 얻었다.

### 온몸으로 이룬 워크온슈트의 기술 혁신

팀 카이스트에 합류한 김 연구원은 새로운 웨어러블 로봇 ‘워크온슈트 F1’ 개발 과정에도 적극 참여했다. 기존 웨어러블 로봇은 보행이 불가능한 이들이 스스로 착용하는 데 한계가 있었다. 연구진은 하반신 마비 중에서도 중증도가 가장

높은 ‘완전 마비’ 장애인을 대상으로 착용 편의성을 높이고 보행 보조 능력을 크게 개선한 웨어러블 로봇 개발에 주력했다. 김 연구원은 초기 단계부터 개발 과정에 참여해 사용자 입장에서 불편함을 최소화하고 사용 편의를 높이는 데 필요한 아이디어와 피드백 제공에 힘썼다.

“초기에는 기본적인 구상만 있는 상태였기 때문에 최종 사용자 입장에서 필요한 정보를 공유하는 것부터 시작해 로봇 제작의 방향성과 색깔을 잡아가기 시작했어요. 로봇이 완성된 이후에는

#### 워크온슈트 F1은?

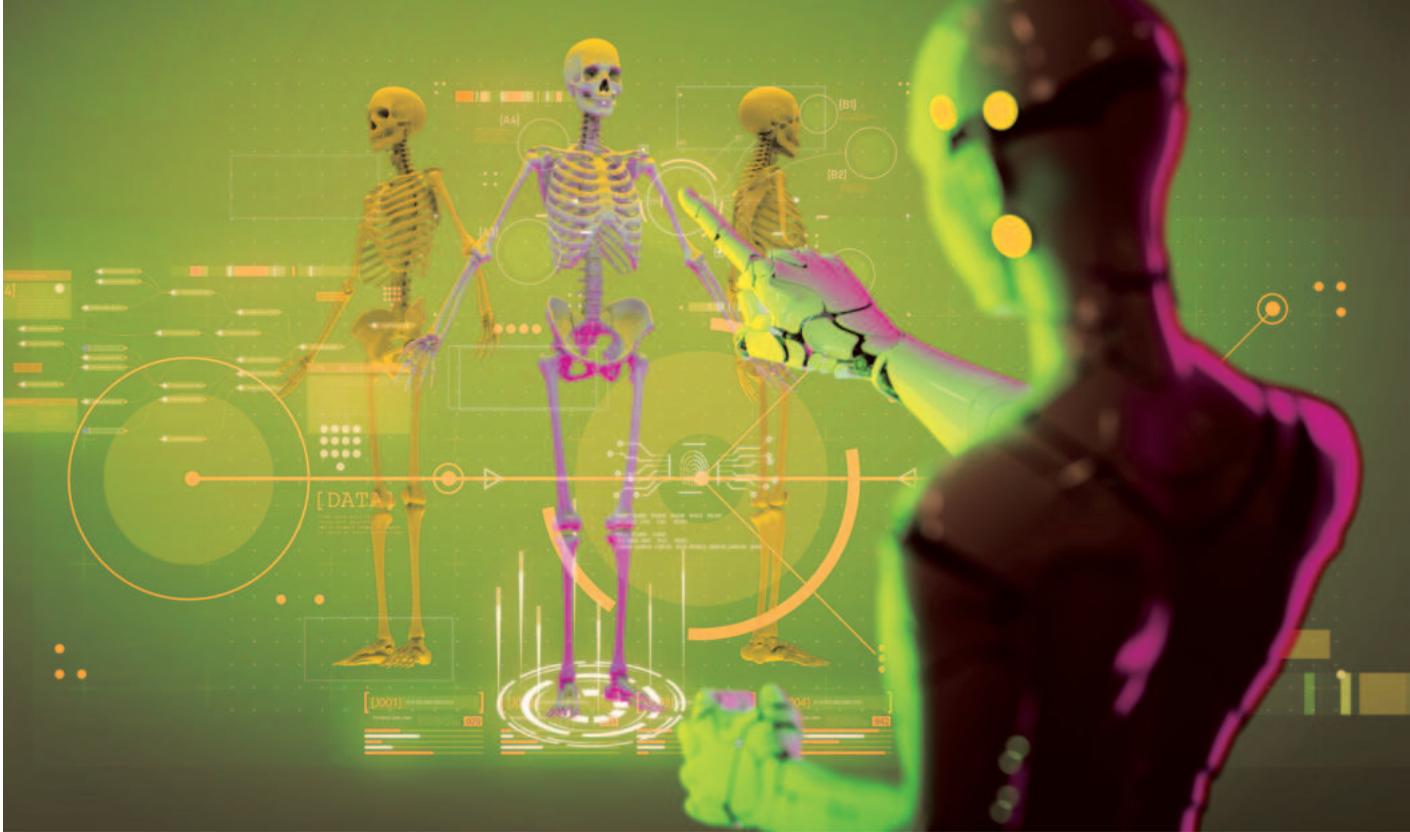
카이스트 연구팀이 이번 사이배슬론 대회를 위해 준비한 로봇. 2021년 기획해 3년이 넘는 시간 동안 알고리즘을 짜고 부품을 하나하나 직접 제작해 만들었다. 장애인이 혼자서 로봇을 입고, 목발 없이 보행할 수 있다.



실제 슈트를 착용해보고 안전하게 이용할 수 있는 방안을 함께 고민하고 반복적인 움직임들 통해 제어 알고리즘에 대해 제가 느끼는 바를 최대한 전달하려 노력했어요.” 연구진은 워크온슈트 F1 개발의 목적을 대회 출전에만 한정하지 않고 실질적인 활용성을 높이는 데 주력했다. 연구진의

일원인 김종원 연구원(기계공학과 박사과정)은 “일상에서 더 많은 것들을 이룰 수 있도록 활용성을 확대하는 데 목적을 두고 슈트 개발에 임했다”고 강조했다. 이번 대회에서 팀의 주장을 맡은 박정수 연구원(기계공학과 박사과정)은 “2차 예선 때 사용자가 로봇을 혼자 잘 착용할 수 있다는 점을 전 세계에 보여주고 싶어 해당 동작을 시연했는데, 그 장면이 송출되고 있던 스위스 경기장에서 기립 박수가 이어졌다고 들었다”며, “우리의 연구가 올바른 방향으로 가고 있다는 걸 느꼈다”고 거들었다.

웨어러블 로봇 개발에 참여하면서 그는 이전까지 잊고 지냈던, 걷는 행위에 대한 감각을 새삼 깨닫는 감격을 누렸다. 그 과정은 보행의 희망과 가능성을 열어가는 시간이기도 했다. 워크온슈트 F1을 입고 내딛는 한 걸음 한 걸음에 많은 이들의 기대와 염원이 담겨 있다는 생각으로 그는 오늘도 구슬땀을 흘린다.



## 지구촌 신세계를 이끌어갈 2025년 유망 기술

글로벌 리서치 기업 가트너<sup>Gartner</sup>가 ‘2025년 주목해야 할 10대 전략 기술 트렌드’를 발표했습니다. 2025년은 인공지능을 앞세운 기술이 활발할 전망입니다. 내년 한 해 동안 지구촌 세계를 이끌어갈 가장 눈여겨봐야 할 기술에는 어떤 것들이 있을까요.

글 김형자 과학 칼럼니스트

### ■ 인공지능의 다음 단계, 에이전틱 AI

지금 우리의 삶은 인공지능<sup>AI</sup>과 접목해 있습니다. 특히 생성형 AI인 챗GPT 기술이 대중화되면서 이를 활용한 기업들이 크게 주목받고 있습니다. 챗GPT는 대표적인 대화형 AI로, 사람의 언어인 자연어 처리<sup>NLP</sup> 기술을 통해 사람이 질문하면 답을 제공합니다. 거대 언어 모델인 챗GPT가 빅데이터로 깊이 있게 학습해 스스로 언어적 능력을 키웁니다.

하지만 지금까지의 AI 자동화는 엄밀히 말해 수동적 자동화에 가깝습니다. 만약 세탁기를 돌리려면 먼저 사람이 세탁물의 종류와 양을 직접 설정해주어야 합니다. 또 혁신적으로 보이는 생성형 AI 서비스도 원하는 결과물을 얻기 위해 프롬프트 엔지니어링<sup>Prompt Engineering</sup>이라는 특별한 명령 기술을 입력해야 합니다.

프롬프트는 챗GPT가 텍스트를 입력받고 이에 대한 응답을 생성할 때, 입력하는 텍스트 또는 질문을 말합니다. 그러니까 AI가 최적의 결과물을 만들어낼 수 있도록 AI 프롬프트를 작성하고, 이를 기반으로 한 개발 방법론이 ‘프롬프트 엔지니어링’인 셈입니다.

## 가트너가 발표한 ‘2025년 주목해야 할 10대 전략 기술 트렌드’



**에이전틱 AI** 시가 기존의 자동화를 뛰어넘는 수준의 자율적인 업무 처리를 하는 시스템

**AI 거버넌스 플랫폼** 시로 발생하는 리스크를 관리할 틀을 만들고 프로세스화하고 주기적으로 관리하는 ‘AI 거버넌스’ 플랫폼

**허위 정보 보안** 허위 정보를 식별하고 이러한 정보가 확산되지 않도록 차단하는 것



**양자내성암호** 양자 컴퓨팅 공격에 견딜 수 있는 안전한 공개키 암호 기술

**엠펙티브 인비저블 인텔리전스** 초저가의 소형 스마트 태그와 센서를 통해 저렴한 비용으로 재고 확인이나 물류 추적 및 감지를 가능하게 하는 것

**에너지 효율적 컴퓨팅** 기존 GPU를 대체할 저전력 반도체, 뉴로모픽<sup>Neuromorphic</sup> 등 새로운 컴퓨팅 기술의 개발

**하이브리드 컴퓨팅** 서로 다른 컴퓨팅 환경이나 기술을 결합해 최적의 성능과 효율성을 달성하는 접근 방식



**공간 컴퓨팅** 디지털 기술을 통해 컴퓨터와 현실 또는 가상의 물리적 공간과의 상호작용을 다루는 컴퓨팅

**다기능 로봇** 2개 이상 작업을 수행할 수 있는 기능을 갖춘 로봇

**신경학적 향상** 뇌 활동을 읽고 해독하는 기술을 사용해 인간의 인지 능력을 향상시키는 것

그런데 가트너는 2025년에는 이처럼 수동적 자동화가 아닌 자율형 AI, 즉 ‘에이전틱 AI<sup>Agentic AI</sup>’가 필수 기술로 자리 잡을 것으로 내다봤습니다. **에이전틱 AI는 사용자가 정의한 목표를 달성하기 위해 자율적으로 계획하고 실행하는 AI입니다.** 여러 출처로부터 방대한 양의 데이터를 수집해 독립적으로 문제를 분석하고 전략을 개발합니다.

예를 들어 “친구가 다음 주에 강릉 정동진에 올 예정이고, 정동진 해변을 바라보면서 일출 하이킹 관광을 시켜주고 싶은 상황입니다”라는 요청을 한다면, 에이전틱 AI는 “제 친구가 정동진에 오는데 내일 아침 일출을 같이 보고 싶어요. 전망 좋은 장소를 찾아주시고, 운전 시간과 일출 시간을 확인해서 우리가 갈 수 있는 충분한 시간을 고려해 캘린더 일정을 잡아주실 수 있나요?”라고 질문을 정리합니다.

그런 다음 센서, 데이터베이스, 디지털 인터페이스 등 다양한 출처에서 데이터를 수집하고 처리합니다. 이를테면 크롬 실행 → 구글 검색(정동진에서 전망 좋은 장소) → 지도앱 실행 → 사용자의 지역과 일출 장소 사이의 거리 검색 → 구글 검색(내일 일출 시간) → 캘린더 실행 → 일정 등록 및 이동 시간을 고려한 출발 시간 등을 계산해 알려줍니다.

이처럼 에이전틱 AI는 더 높은 자율성을 부여해 더 넓은 영역에서 더 많은 일을 처리할 수 있게 합니다. 정교한 추론과 반복적인 계획을 사용해 복잡한 다단계 문제를 자율적으로 해결합니다. 에이전틱 AI 기술이 추구하는 목표는 다양한 작업을 처리할 수 있는, 보다 적응력 있는 소프트웨어 시스템을 제공하는 것입니다.

에이전틱 AI는 특히 방대한 양의 의료와 환자 데이터를 분석해야 하는 의료 분야에 필수적입니다. 행정 작업을 자동화해 환자 진료 시 임상 기록을 저장, 시간이 많이 소요되는 작업의 부담을 줄임으로써 의사는 환자와의 관계를 발전시키는 데 집중할 수 있습니다.

가트너에 따르면, 2024년에는 에이전틱 시가 일상 업무에서 차지하는 비중이 전혀 없었지만, 2028년까지는 최소 15%를 에이전틱 시가 자율적으로 처리할 것으로 예측합니다. 이는 가상 인력의 가능성을 제시해 산업 전반의 생산성과 운영을 향상시킬 것으로 기대됩니다.

### ■ 새로운 현실 만드는 '공간 컴퓨팅'

진작부터 거론돼온 '공간 컴퓨팅'<sup>[Spatial Computing]</sup>이 선정된 부분도 흥미롭습니다. 공간 컴퓨팅이란 디지털로 이루어진 컴퓨터 속의 가상 세계와 아날로그인 현실 세계로 서로의 공간을 확장하며 연결하는 컴퓨팅 기술을 아우르는 용어입니다.

쉽게 말해 가상현실<sup>VR</sup>, 증강현실<sup>AR</sup>, 혼합현실<sup>MR</sup>과 같은 디지털 기술을 통해 현실과 가상 세계를 혼합해서 물리적 세계를 디지털화하는 것을 의미합니다. 사용자가 특정 장소로 이동하지 않아도 다양한 공간 속 사람들이 모여서 함께하는 현장(콘서트)을 만들거나, 사용자가 원하는 장소(관광지)가 사용자에게 찾아오는 형태를 제공합니다.

특히 실시간으로 현실과 같은 환경, 조명, 질감 등을 생성해 현실과 가상의 경계를 자연스럽게 연결하는 '렌더링'<sup>[Rendering]</sup> 기술은 공간 컴퓨팅을 통한 사용자 몰입을 극대화하고 활용 분야를 확장하는 데 가장 핵심적인 요소입니다. 이 기술은 산업체가 공장, 작업 현장, 창고에서 근무하는 일선 근로자의 작업을 최적화하는 방식을 디지털로 혁신할 잠재력을 갖습니다.

현재 실시간 렌더링 기술이 빠르게 발전하면서 공간 컴퓨팅 시장 역시 향후 5~7년 내에 가파른 성장세를 이어갈 것으로 전망됩니다. 가트너는 2023년 1100억 달러에 불과했던 공간 컴퓨팅 시장이 2033년이면 1조7000억 달러로 성장할 것으로 예측했습니다.

### ■ 2개 이상의 작업을 수행하는 스마트 '다기능 로봇'

공간 컴퓨팅은 '다기능 로봇'<sup>[Polyfunctional Robots]</sup>과도 연결됩니다. 다기능 로봇은 두 개 이상의 작업을 수행할 수 있는 기능을 갖춘 스마트 로봇을 말합니다. 단일 작업만을 반복적으로 수행하도록 맞춤 설계된 기존의 작업 전용 로봇을 대체하는 게 목적입니다.

다기능 로봇은 하나의 로봇이 다양한 작업을 자동으로 하기 때문에 생산성을 높일 수 있습니다. 따라서 하나의 단일 작업만 하는 로봇보다 훨씬 경제적입니다. 또 인간과 협업할 수 있도록 설계된 작업의 정확도와 안전성이라는 측면에서도 효율적입니다.

제조업이나 창고 등에서 사용할 다기능 로봇이 구현하려면 그만큼 정밀한 로봇 센서가 필요합니다. 따라서 로봇이 물리적 신호에 반응할 수 있는 그리퍼<sup>[Gripper]</sup>와 같은 부품이 중요해질 수밖에 없습니다. 그리퍼는 사람의 동작을 흉내 내는 '동작 감지기'입니다. 사람의 손가락처럼 물체를 쥐거나 조이고, 다루고, 풀 수 있는 능력을 가진 장비입니다.

현재는 스마트 다기능 로봇 사용 비율이 10% 미만에 불과합니다. 하지만 내년에는 한층 고급화된 다기능 로봇이 널리 보급될 것으로 예측됩니다. 가트너는 2030년쯤엔 80%의 인구가 스마트 다기능 로봇을 일상적으로 사용할 것으로 전망했습니다.

### ■ 작업에 따라 최적화된 컴퓨팅 자원 활용하는 '하이브리드 컴퓨팅'

새로운 컴퓨팅의 또 다른 대안으로 '하이브리드 컴퓨팅'<sup>[Hybrid Computing]</sup>이





각광받을 전망이다. 하이브리드 컴퓨팅은 기존의 컴퓨터(호스트 기반 시스템)와 이종적인 기기의 결합을 통해 새로운 연산 능력이 강화된 컴퓨터를 만들어내거나 그에 관련된 기술을 지칭합니다.

이러하면 현재 존재하는 7가지 컴퓨팅 체계, 즉 중앙처리장치<sup>CPU</sup>와 그래픽처리장치<sup>GPU</sup>, 에지 컴퓨팅<sup>①</sup>, 주문형 반도체, 신경형 시스템, 양자 컴퓨팅, 광 컴퓨팅을 스토리지 및 네트워킹과 효율적으로 결합해 새로운 개념의 초고효율 컴퓨팅을 구축하는 것을 말합니다. 다양한 컴퓨팅 체계를 통합해 각각의 컴퓨팅 자원이 가진 고유한 장점을 활용하는 방식입니다.

하이브리드 컴퓨팅은 컴퓨터의 연산 능력을 획기적으로 올리는 고성능 컴퓨팅 기술의 하나입니다. AI 성능을 극대화해 복잡한 계산 문제를 해결하는 것이 최대 목적입니다. 다중 컴퓨팅 구조를 통해 각 작업의 성격에 맞는 최적화된 컴퓨팅 자원을 선택해 사용하는 것이 바로 하이브리드 컴퓨팅의 핵심입니다.

① 에지 컴퓨팅: 단말장치 등 사용자와 가까운 기기에서 컴퓨팅을 수행해 중앙 클라우드의 데이터 처리 부담을 분산하는 네트워크 기술

② TPU(텐서처리장치): 구글이 2015년 개발하고 2016년 5월에 공개한 데이터 분석 및 딥러닝용 하드웨어

기존의 전통적인 CPU 중심의 컴퓨팅 방식은 다양한 유형의 복잡한 작업을 효율적으로 처리하는 데 한계가 있습니다. CPU는 범용적인 처리 능력을 제공하지만, 특화된 작업을 처리하는 데는 상대적으로 성능이 낮습니다. 머신러닝(기계학습)과 같은 계산 집약적 작업에서는 CPU보다 GPU나 TPU(텐서처리장치)<sup>②</sup>와 같은 특수 하드웨어가 훨씬 더 빠르고 효율적입니다.

디지털 정확도와 아날로그 속도가 균형 있게 조화를 이룬 하이브리드 컴퓨팅은 대규모 데이터 처리와 고성능 연산이 필요한 현대의 정보기술<sup>IT</sup> 환경에서 중요한 역할을 할 것입니다. 특히 물리적 현상을 모델링하거나 실험을 수행하거나 일기예보, 비행 시뮬레이션 분야와 같이 두 가지 유형의 처리가 모두 필요한 작업에 적합합니다. 가트너는 하이브리드 컴퓨팅이 현재 AI 개발의 기술적 한계를 뛰어넘는 데 중요한 역할을 할 수 있을 것으로 내다봤습니다.

### ■ 또 다른 주요 전략 기술들

2025년 유망 기술로 가트너가 선정한 또 다른 기술들로는 투명하고 신뢰할 수 있는 AI를 구축하기 위한 ‘AI 거버넌스 플랫폼’, 정보의 진위 여부 평가, 유해 정보 확산 추적을 위한 방법론적 시스템을 제공하는 ‘허위 정보 보안’, 양자 컴퓨팅 환경에서 안전하게 암호 기술을 이용하도록 하는 공개키 암호인 ‘양자내성암호’, ‘ambient 인비저블 인텔리전스’ 등이 있습니다. Ambient Invisible Intelligence는 다양한 사물과 환경의 위치와 상태를 추적하기 위해 작고 저렴한 태그와 센서를 광범위하게 사용하는 것을 의미합니다.

또 친환경 에너지를 채택하거나 더 효율적인 하드웨어로 전환하는 ‘에너지 효율적 컴퓨팅’, 뇌 활동을 읽고 해독하는 기술을 사용해 인간의 인지 능력을 향상시킬 ‘신경학적 향상<sup>Neurological Enhancement</sup>’이 2025년 주목해야 할 10대 전략 기술 트렌드로 선정됐습니다. 이 같은 첨단 기술들이 내년 한 해 동안 국제 산업계를 이끌어갈 핵심 기술로 부상해 우리 생활 속까지 파고들기를 기대합니다.



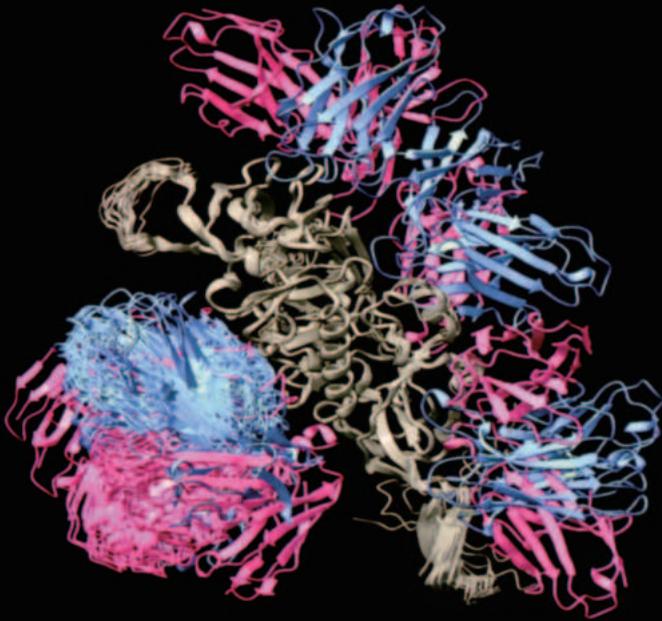
김형자 과학 칼럼니스트

청소년 과학 잡지 <Newton> 편집장을 지냈으며, 현재 과학 칼럼니스트와 저술가로 활동 중이다. 저서로는 <구멍에서 발견한 과학>, <먹는 과학책> 등이 있다.

단백질 구조의 비밀, AI를 통해 풀어낸다

이주용  
서울대학교  
약학대학  
제약학과  
교수





우리 몸속 심장, 근육, 헤모글로빈, 인슐린, 항체에는 한 가지 공통점이 있다. 바로 모두 단백질로 이뤄져 있다는 점이다. 단백질은 생명체의 세포와 조직을 형성하고, 유전정보를 전달하며, 에너지 생성을 돕는 등 거의 모든 생명현상에 관여하는 만능 일꾼이다. 따라서 단백질 구조를 파악하는 일은 인류의 건강과 질병 치료를 위한 핵심적인 연구 과제로 꼽힌다. 서울대학교 약학대학의 SI 연구자 이주용 교수를 만나 단백질 구조 연구의 중요성과 의미를 들어봤다.

글 김규성 사진 김기남

### SI 단백질 구조 연구, 노벨 화학상을 수상하다

지난 10월 노벨위원회는 미국 워싱턴주립대학교의 단백질설계연구소 소장인 데이비드 베이커 교수, 글로벌 대기업 구글이 소유한 AI 기업 ‘딥마인드’의 데미스 하사비스 최고경영자와 존 점퍼 선임연구원 총 3인을 노벨 화학상 수상자로 선정한다고 발표했다. 올해의 노벨 화학상이 단백질 구조를 연구한 3인의 공동 수상으로 결정된 것이다. 1962년 존 켄트루와 막스 페루츠가 최초로 단백질의 3차원 구조를 규명해 노벨 화학상을 받은 이래 단백질 구조 연구에 진전이 있을 때면 화학상이 주어졌지만, 이번 수상이 의미하는 바는 크다. 이주용 교수는 SI를 활용한 단백질 구조 연구가 실용성과 신뢰성을 갖게 됐다고 평가했다.

“통상적으로 노벨상은 이론적 성과만으로 수여되지 않습니다. 검증된 연구 결과가 인간의 삶에 도움을 준다는 것이 확인되어야 하죠. 최근 몇 년간 SI를 활용한 단백질 구조 연구는 급격한 성장을 거두었는데, 노벨상까지 수상하게 되면서 SI를 통해 얻어낸 결과값을 신뢰할 수 있다고 공중받은 것과 다름없습니다. 최근 약학 분야에서는 비만치료제 ‘위고비<sup>Wegovy</sup>’처럼 펩타이드<sup>Peptide</sup> (단백질의 작은 단위) 기반의 약물이 큰 이슈가 됐는데요. 향후에는 단백질 구조에 기반한 신약 개발이 늘어나고, 개발 과정과 시간도 단축될 것입니다.”

### 생명현상의 핵심, 단백질 구조

그렇다면 단백질 구조 연구가 중요한 이유는 무엇일까? 해답은 단백질이 우리 몸을 구성하는 주요 물질이라는 점에 있다. 신체는 약 2만 개의 단백질로 구성되어 있으며, 이들은 상호작용하면서 생명현상을 이끌어간다. 우리가 숨을 쉬는 것부터 먹고, 보고, 느끼는 것까지 모든 과정에서 단백질은 핵심적인 역할을 한다. 그렇기에 단백질의 구조를 밝히고 이해하는 연구는 신체 작동의 원리를 해명하고 질병 치료에 획기적인 진전을 가져올 수 있다.

“질병은 신체의 단백질이 정해진 규칙대로 상호작용하지 못하고 오류가 발생해 과도하게 움직이거나, 움직이지 않는 증상이 나타날 때 발생합니다. 이때 과도하게 움직이는 단백질에는 억제할 분자를 결합하고, 움직이지 않는 단백질에는 이를 활성화할 분자를 결합해 균형을 되찾을 수 있습니다. 마치 자물쇠와 열쇠처럼 딱 맞아떨어지는 분자를 찾아내는 과정이죠. 단백질 구조를 모르던 시절의 일은 마치 눈을 감고 수만 개의 열쇠를 자물쇠에 끼워보는 것과 같았습니다. 그러나 단백질 구조를 파악함으로써 열쇠의 모양을 보고 자물쇠에 맞는 열쇠를 찾아내는 단계에 이른 셈입니다.”

### ‘단백질 설계 연구’와 ‘단백질 구조 예측 연구’

이번 노벨 화학상의 면면을 들여다보면 단순히 단백질 구조를 밝혔다는 이유로 상을 받은 것이 아닌 ‘단백질 설계 연구’와 ‘단백질 구조 예측 연구’에 대한 성과를 인정받은 것으로 평가된다. 데이비드 베이커 교수 연구팀은 자연에 존재하지 않았지만, 질병 치료 등 원하는 기능을 수행하는 맞춤형 단백질을 설계하는 단백질 설계 연구로 수상했는데, 이는 자연계에

없던 새로운 단백질을 디자인하는 것이 가능해졌다는 점을 의미한다. 다만 설계된 단백질이 정확한 3D 구조를 형성해 의도한 기능을 수행하는지 예측하기 어려웠는데, 이를 해결해준 것이 딥마인드의 알파폴드다. 하사비스 최고경영자와 존 점퍼 선임연구원은 시가 데이터 속의 패턴을 감지하는 데 뛰어나다는 점에 착안해 단백질의 3차원 구조를 예측하는 알파폴드를 개발했다.

“구조 예측 프로그램 원리의 핵심적인 아이디어는 바로 공진화<sup>1</sup>입니다. 특정 단백질, 예를 들어 인간에게 있는 단백질 A는 종마다 약간의 차이는 있지만 말, 참치, 바다거북 등 다양한 생물에서도 유사한 형태로 존재합니다. 이를 기반으로 단백질을 이루는 기본 단위인 아미노산의 서열을 나열하고 비교하는 과정을 ‘다중 서열 정렬’이라고 합니다. 정렬을 통해 관찰해보면, 종마다 똑같이 배치되는 아미노산이 있는 반면, 돌연변이로 인해 변동된 부분도 나타나는데요. 흥미로운 점은 특정 아미노산 쌍이 함께 돌연변이를 일으키는 경향이 관찰된다는 점입니다. 이는 단백질 구조에서 물리적으로 가까운 아미노산들이 서로 영향을 미치기 때문입니다.”

이러한 종별 아미노산 데이터를 시에 학습시키고, 돌연변이의 상관관계와 패턴을 분석함으로써 단백질의 3D 구조를 예측하는 것이 알파폴드의 작동 원리다. 더불어 시는 공진화 데이터뿐만 아니라 기존에 밝혀진 단백질 구조와 물리적·화학적 규칙을 대규모로 학습해 보다 정확한 구조를 도출해낸다.

## 정부, K-MELLODDY 사업 통해 AI 신약 개발 지원

이렇듯 단백질 구조 예측 연구를 이끄는 딥마인드의 알파폴드를 보유한 미국이 시를 활용한 단백질 구조 연구에서 앞서나가는 것이 사실이다. 하지만 국내 연구진 역시 세계적 수준에 뒤처지지 않는 성과를 내고 있다. 이 교수는 국내 연구진의 기여와 협력에도 주목했다.

“노벨 화학상을 수상한 데이비드 베이커 교수 연구팀이 단백질 구조 연구를 선도한다는 것은 부정할 수 없습니다. 알파폴드가 발표되기 이전부터 단백질 구조를 예측하고 설계하는 데 독보적인 기여를 해왔으니까요. 현재 서울대학교 생명과학부에는 해당 연구팀의 주요 멤버로 활약했던 백민경 교수가 재직 중입니다. 이렇듯 우수한 인력과 연구 시설, 또 투자가 이어지기 때문에 새로운 단백질 구조 예측 모델을 만들거나 신약을 개발하는 등의 성과가 나타날 것으로 예상됩니다.”

정부에서도 시 모델을 활용한 신약 개발을 적극 지원할 방침이다. 보건복지부와 과학기술정보통신부는 올해부터 5년간 348억 원을 투입해 제약사, 대학병원, 연구기관, 기업 등이 보유한 신약 개발 데이터를 학습하는 ‘연합학습 기반 신약 개발 가속화 프로젝트 K-MELLODDY<sup>2</sup>’를 론칭했다. 이를 통해 시 의료 기술 사업화 규모를 두 배 이상 확대하고, 기술 격차를 단축하며, R&D 투자를 이어나간다는 계획이다.

**1** 공진화<sup>Coevolution</sup>: 한 아미노산이 돌연변이를 일으키면 이와 관련된 다른 아미노산도 같이 돌연변이가 일어나는 현상. 즉 서로 다른 둘 이상의 아미노산이 영향을 주며 진화한다는 개념



이주용 교수는 세상에 도움이 되는 성과를 이루고자 신약 개발 연구팀을 구성해 신약 후보 물질 탐색에 나섰다. 연구팀은 시와 물리 기반의 시뮬레이션을 이용해 신약 개발을 추진하고 있다.

## 단백질과 시의 융합을 선도하다 서울대학교 계산 기반 신약 개발<sup>LCBC</sup> 연구실

서울대학교 LCBC<sup>Learning Computational Biology through Chemistry</sup> 연구실은 단백질 구조 및 설계 분야에서 시 기반 연구를 중점적으로 수행한다. 특히 생물학적 데이터를 분석하고 예측 모델을 개발함으로써 신약 개발, 질병 연구 그리고 생명공학 응용 등 다양한 영역에 기여하고 있다. 현재 딥러닝을 활용해 단백질 상호작용, 유전자 발현, 약물 개발 등 심도 깊은 연구를 수행하고 있다.



## 일문일답 연구자의 시선

### ✓ 분야를 막론하고 AI의 중요성이 나날이 높아지고 있습니다. 어떻게 활용해야 할까요?

이번 노벨 화학상 수상은 AI가 연구적 도구에 그치지 않고, 인류 보편적으로 활용될 것임을 시사합니다. 요즘 많은 분들이 챗GPT와 같은 AI를 활용하고 있는데요. 단순히 특정 AI 모델의 사용법을 익히는 것에서 그치지보다 자신이 전공한 분야에 AI를 접목시켜 어떤 도움을 받을 수 있을지를 탐구하는 것이 중요합니다. 특정 모델에만 의존하다 보면 새로운 모델이 등장했을 때 적응하기 어려울 수 있기 때문입니다. 이제는 보다 근본적인 질문을 던져야 할 때라고 생각합니다.

### ✓ 그렇다면 AI의 원리를 이해하기 위해 어떤 것을 배워야 할까요?

결국 핵심은 수학입니다. 여기에 더해

이번 노벨 화학상 수상은 AI가 연구적 도구에 그치지 않고, 인류 보편적으로 활용될 것임을 시사합니다.



통계학적인 지식도 큰 도움이 될 것입니다. 특히 학생이라면 수학·통계학·물리학 등을 열심히 공부하는 것이 중요합니다. 요즘은 서점에서 AI 입문서를 쉽게 구할 수 있는데, 처음에는 감을 잡는다는 생각으로 한두 권 정도 읽어보는 것도 좋습니다. 관련 홈페이지에서 실습 예제를 찾아보면 큰 도움이 될 것입니다. 다양한 분야에 대한 호기심을 갖고 융합적 사고를 키운다면 AI를 활용하는 데 경쟁력을 갖출 수 있을 것입니다.

### ✓ 연구자이자 교육자로서 최종 목표는 무엇인가?

우선 학생들을 위한 체계적인 커리큘럼을 구축하고 싶습니다. 현재 약학대 내에 AI와 관련된 교육 과정이 충분히 마련돼 있지 않은 상황이거든요. 학생들이 AI를 조금 더 쉽게 이해하고 활용할 수 있도록 돕는 수업을 만드는 것이 목표입니다. 연구자로서는 AI와 컴퓨터 시뮬레이션을 활용해 10~20년 이내에 실질적 도움을 줄 수 있는 약품을 개발하는 것이 최종적인 꿈입니다.

## 이주용 교수는

2005년 서울대학교 학부를 갓 졸업한 화학도였던 이주용 교수는 컴퓨터를 활용해 단백질 구조를 밝혀낸다는 동 대학 석차옥 교수의 연구에 호기심을 느껴 연구진에 합류했다. 단백질의 다양한 성질을 분석하고 예측하는 연구 과정이 그에게는 레고 블록을 조립하는 놀이처럼 흥미로웠다. 미국에서 박사후연구원 과정을 마친 뒤, 세상에 도움이 되는 성과를 이루고자 신약 개발 연구팀을 구성해 신약 후보 물질 탐색에 나섰다. AI의 등장 이후 단백질 구조 연구가 세계적으로 급속히 진전되면서 이주용 교수 연구팀도 AI와 물리 기반의 시뮬레이션을 이용해 신약 개발을 추진하고 있다.



# 탄탄한 공학 기반의 드론 개발이 필요한 시점

## 이기성 (주)네스엔텍 대표

이기성 대표가 개발한 무인항공기에는 어린 시절 누구나 한 번쯤 가져봤을 ‘하늘을 날고 싶다’는 꿈이 담겨 있다. 막연한 꿈은 치열한 연구와 끊임없는 도전을 통해 현실이 되고, 평생의 숙명이 됐다. 더 쉽고 빠르게 드론을 만들어내는 지금의 현실 속에서도, 탄탄한 기술을 토대로 도전을 멈추지 않는 무인항공기 전문가 이기성 (주)네스엔텍 대표를 만났다.

클 박향아 사진 김기남

### 네스엔텍에 대해 소개해주세요.

네스엔텍은 20년 동안 축적된 기술을 바탕으로 무인항법장치, 항공기 제어 시스템, 영상 안정화 등 무인항공기 관련 핵심 기술을 개발하는 소프트웨어 전문 기업입니다. 공장 무인화 시스템 역시 창업 초기부터 꾸준히 해오고 있는 사업 분야입니다. 한마디로 요약하자면 무인화 기술을 연구하고 이 기술로 만들어지는 토털 솔루션을 수요처에 제공하는 일. 그 일을 선도적으로 해나가는 기업이라고 소개할 수 있겠네요.

### 네스엔텍의 발자취를 살펴보면 드론 사업에 대한 애정을 느낄 수 있는데요. 무인기 개발에 관심을 갖게 된 시작점이 궁금합니다.

다들 그렇듯, 어린 시절 저도 하늘을 날아보고 싶다는 꿈이 있었습니다. 파일럿에 대한 동경도 있었고요. 1990년 직장 생활을 시작하고 첫 월급을 받자마자 모형 비행기를 구매했어요. 당시만 해도 모형 비행기는 두 달 치 월급을 고스란히 투자해야 할 만큼 고가여서 학생 신분으로는 구입할 엄두가 나지 않았거든요. 그렇게 1년 정도 지나자 여러 대의 모형 비행기와 헬리콥터가 제 방에 쌓이기 시작했습니다. 대학에서 전기공학을 전공하고 회사에서도 자동화 시스템 개발을 통해 공정을 무인화하는 업무를 담당했으니 ‘비행기쯤이야! 자동으로 날게 해볼까’라는 생각이 자리 잡기 시작했죠.

전공과 취미, 그러니까 내가 잘하는 것과 좋아하는 것의 일치가 무인항공기 개발 분야에 심취하게 된 시작점이 됐습니다.

### 국방 분야에 특화된 드론에 있어 가장 중요한 기술은 무엇인가요?

요즘은 상용 드론과 군용 드론이 성능상 큰 차이가 없습니다. 하지만 군용 드론 개발에 있어서 절대 간과해서는 안 되는 점이 있지요. 정보보안 측면에서는 해킹 및 적지 추락 시 보호 기능이, 정밀성 측면에서는 표적 좌표 정밀 취득을 위한 좌표 계산 기술이, 신뢰성 측면에서는 하드웨어 및 소프트웨어의 무결성이 필요합니다. 그 외에도 다양한 조건이 충족돼야 하지만 정보보안, 정밀성, 신뢰성이 가장 중요하죠. 하지만 이러한 원천 기술을 독자적으로 확보하고 자체 소프트웨어를 활용하는 것이 생각만큼 쉽지는 않습니다.

### 무인기와 관련된 다양한 연구개발과 프로젝트 중 가장 기억에 남는 것은 무엇인가요?

‘독도 왕복 비행’입니다. 학교에서 학생들과 연구하던 시기였죠. 비행 제어 기술은 어느 정도 수준에 올랐지만, 항법 기술이 부족해 실패를 거듭하던 때였어요. 2006년 한 해에만 6대의 개발용 무인기가 추락했으니까요. 그 후 2년이 지난 2008년 4월 21일 과학의날 우리 충남대 연구팀이 울진 앞바다에 모였습니다. 우리가 개발한 비행 제어, 항법 시스템, 지상통제장비를 검증하기 위한 독도 왕복 비행에 도전하기 위해서였죠. 우리 무인기가 이륙하고 2시간 반이 흐른 후 독도경비대로부터 도착 확인





**드론 전문가가 되려면 공학을 먼저 공부하라고 이기성 대표는 말한다. 드론에 들어가는 기술들은 기계·전기·전자·구조·항공·재료공학이 기본이 되기 때문이다.**

전화를 받았습니다. 그리고 출발한 지 4시간 반이 흐른 후 육지로 돌아오는 비행기가 보였을 때, 그때의 하늘과 기쁨의 눈물을 흘리던 학생들의 모습이 아직도 생생합니다. 당시의 비행기는 ‘우리나라 최초로 장거리 비행에 성공한 무인기’로 국립항공박물관에 전시돼 있습니다.

**우리나라 드론 기술의 수준은 어느 정도인가요? 우리의 드론 기술이 세계에서 얼마나 경쟁력이 있는지 궁금합니다.**

이런 질문을 받을 때면 참 슬프고 안타까운 마음이 큼니다. 20년 전만 해도 무인기를 연구하던 산업계, 학계, 연구소 연구원들은 우리나라의 무인기 수준에 상당한 자부심이 있었습니다. 하지만 2000년대부터 육군의 군단급 무인기 후속 사업이 사라지면서 무인기 연구자들이 뿔뿔이 흩어지게 됐고, 기술과 산업의 성장 속도도 점차 느려졌지요. 한 나라의 기술개발 정책은 경제·국방 논리도 있겠지만, 이전의 성과를 디딤돌 삼아 지속적으로 새로운 기술을 개발하고 산업이 발전할 수 있는 환경을 만드는 것 역시 중요하다고 생각합니다. 기술이라는 것은 자료로도 남지만 결국 사람입니다. 연구자들이 쌓아온 다년간의 노하우는 상당히 중요한 것이며, 이러한 요소가 모였을 때 기술의 향상, 더 나아가 산업의 발전도 이루어지는 것이니까요.

**드론은 산업 전반에 걸쳐 다양한 용도로 사용되고 있는 만큼 앞으로가 더 기대되는 분야인데요. 드론이 미래 산업에 미칠 영향은 무엇이고, 어떤 방향으로 성장해나가야 할까요?**

자동차 같은 것 아닐까요? 과거에는 자동차가 특별한 소수의 전유물이었다면, 지금은 누구나 자동차를 구입하고 사용합니다. 무인기 산업도 비슷합니다. 요즘은 공학적 기술이 없는 사람이나 회사도 드론 제작이 가능합니다. 누구나 만들 수 있는 만큼 드론이 긍정적인 방향으로 활용되고 성장하기를 바랍니다. 이미 드론과 관련해 R&D 사업, 교육산업, 제조와 서비스 분야 등 다양한 직업군이 생겨났습니다. 앞으로는 드론과 접목될 수 있는 융합 가능한 요소기술의 발전이 기대됩니다. 무인기를 토대로 한 산업의 확장이 어디까지 가능할지는 확실치 않지만, 중요한 것은 산업의 발전과 함께 제도적 뒷받침과 의식의 변화가 동반돼야 한다는 것입니다.

**미래에는 도심항공교통에도 많은 변화가 생길까요?**

흔히 에어 택시, 드론 택시로 불리는 UAM<sup>Urban Air Mobility</sup>(도심항공교통)은 활주로 없이 수직으로 이착륙할 수 있는 비행체를 이용한 도심 내 항공 이동 서비스입니다. UAM의 시작은 드론을 통한 화물 운송, 드론 택배로부터

시작될 것으로 보이는데요. 이미 2022년 국내 한 업체에서 경기도 가평에 편의점 드론 배송 센터를 오픈하고, 인근 펜션 20곳에 편의점 물품을 배송하는 서비스를 시작했습니다. 최근에는 포천시에서도 주요 관광지과 물류 취약 지역을 중심으로 드론 배송 시범을 도입했구요. 소형 드론을 이용해 승객을 목적지까지 수송하는 에어 택시, 드론 택시의 상용화까지는 조금 더 시간이 필요해 보입니다. 우리나라는 2023년 드론 택시 상용화를 위한 로드맵을 발표했고, 항공법 등 규제 완화와 인프라 구축에 박차를 가하고 있습니다.

### 드론 택시 외에도 더 다양한 분야에서 드론 기술이 활용될 수 있을까요?

—  
 일단 재난 구호에 드론을 활용할 수 있습니다. 고화질 카메라를 탑재해 재난 현장의 상황을 파악하고 구조대원들에게 정보를 제공할 수 있죠. 자연재해 등으로 차량의 접근이 불가능한 상황에서 구조물자를 재난 현장에 전달할 수도 있고요. 농업 분야에는 이미 드론의 사용이 활성화되어 있는데요. 단순히 농약과 비료를 살포하는 것을 넘어 농작물의 생육 상태를 모니터링해 생산성과 품질을 높이는 데 도움이 되고 있습니다. 그 외에도 건설 현장이나 다양한 산업 현장에서 안전을 점검하고 작업 진행 상황의 확인, 재료 운반 등에

드론 기술을 이용할 수 있고요. 관련 규정과 법적 규제에 대한 고민이 함께 이뤄질 때 더 다양한 분야에서 드론 기술이 활용될 수 있을 것입니다.

### 드론은 다양한 기술의 집합체입니다. 드론 분야에 도전하고자 하는 학생들이 어떤 부분을 우선적으로 학습하고 준비하면 좋을까요? 드론 전문가를 꿈꾸는 이들에게 조언 부탁드립니다.

—  
 예전의 학생들은 무인기를 날리기 위해 관련 공학을 연구했습니다. 저 역시 그랬고요. 하지만 지금은 대부분의 드론 관련 학교에서 손쉽게 접할 수 있는 오픈소스 사용법을 가르치고 있습니다. 그리고 그들이 드론 전문가로 산업 현장에 들어오게 됩니다. 드론 내부의 공학적 수식을 공부하는 게 아닌 조립과 조종 방법, 파라미터 설정법과 같이 사용하면서 축적되는 노하우를 가진 사람이 전문가가 되는 현실이 다소 안타깝습니다.

그런 면에서 드론 전문가를 꿈꾼다면 정통 공학을 배워야 한다고 생각합니다. 드론에 들어가는 기술들은 기계·전기·전자·구조·항공·재료공학이 기본이 됩니다. 드론 사용법이나 조립법을 배우는 데 치중하기보다는 드론 분야의 기본이 되는 공학을 먼저 공부해야 한다고 생각합니다. 드론 전문가가 되려면 공학에 대한 이해가 선행되어야 합니다. 제대로 알아야 제대로 만들 수 있으니까요.

12월호 잡 인사이드에는 목소리단 김경은, 김대영, 김동민, 김동찬, 김민호, 김영길, 김영석, 김태권, 류창훈, 문준아, 서동성, 서정수, 손상완, 심형훈, 안경은, 윤선희, 윤혜인, 이명열, 전준규, 정연화, 최군환, 함영일 님께서 참여해주셨습니다.

## 이기성 (쥬네스엔텍 대표)는 누구

모형 항공기 조종을 취미로 하던 대기업 연구원 출신 늦깎이 공학도는 불모지와 같았던 무인항공기(드론)가 미래 국방산업의 주축이 되리라 판단하고, 2010년 네스엔텍을 설립했다. 공장자동화 엔지니어로 18여 년간 근무하며 쌓아온 자동 제어 기술을 바탕으로 2008년 국내 소형 무인항공기 역사상 최초로 울진-독도 간 장거리 비행에 성공했다. 2016년 육군 대대급 무인기 영상 짐벌 공급을 시작으로 2018년부터 공공조달 사업화를 통해 민수용과 군수용 드론을 다수 공급·운용하며, 무인항공기 산업 발전에 공헌했다. 이에 공공조달혁신(국무총리) 및 로봇산업 발전 유공자(산업통상자원부), 무인이동체 혁신적 원천기술개발(과학기술정보통신부), 방위산업 발전 표창(국방기술진흥연구소)을 수상했다.

<테크 포커스>의 든든한 서포터

# 똑소리단

**똑** 똑하게 **소** 통하고 **리** 뷰하는 <테크 포커스> 독자단

똑소리단은 산업기술에 관심 있는 다양한 연령층의 독자로 구성되어 있으며, 매월 표지를 선정하고 콘텐츠와 관련한 의견을 제안하는 등 활발한 활동을 이어가고 있습니다.

<테크 포커스>를 함께 만들어가고 있는 똑소리단의 11월호 리뷰를 확인해보세요!



11월호 →

김진성

한국 석유화학업계의 희망을 봤습니다. 중국의 물량 공세로 저수익성에 직면한 국내 석유화학업계에 대해 부정적인 생각이 많았는데, 스페셜티 제품의 개념, 종류, 국내 업체들의 노력이 자세히 쓰여 있어 많은 도움이 됐습니다. 향후에도 양질의 정보를 제공해주는 <테크 포커스>가 되길 바랍니다.

11월호 →

김형우

이번 11월호는 1주년을 기념해 많은 변화가 있어 더욱 풍성하고 새롭게 느껴졌습니다. 가장 돋보이는 부분은 표지 디자인이라고 생각합니다. 흰색 배경에 진한 검은색 제목과 컬러 표지 사진이 조화롭고 매력적이며, 종이 질감도 고급스럽게 느껴집니다. 하단부의 주요 기사 안내로 가독성도 높아졌습니다.

키워드로 보는 석유화학산업의 발전 (08p) →

김태권

키워드를 중심으로 석유화학 기술개발 역사를 잘 정리한 '석유화학산업사의 엑시스'와 같은 기사입니다. 올레핀과 방향족을 중심으로 폴리에틸렌의 발명까지 비전공자도 잘 이해할 수 있도록 쉽게 쓰여졌습니다. 마지막에는 환경까지 언급해 문명의 이기와 환경문제를 동시에 생각해봤습니다.

키워드로 보는 석유화학산업의 발전 (08p) →

심형훈

석유화학의 역사를 총망라해 쉽게 흥미를 유발할 수 있는 좋은 글이었습니다. 다만 더 많은 온실가스를 배출하는 산업군이 있음에도 마치 지구온난화의 주범인 것처럼 오해할 수 있어 우려스럽습니다. 플라스틱 재활용 관련 많은 대기업의 연구·사업화(SK 등) 활동이 추가됐으면 좋았을 것 같습니다.

키워드로 보는 석유화학산업의 발전 (08p) →

안경은

석유화학산업의 발전을 다루는 섹션에서, 석유화학 분자구조 연구의 발전사와 원료에 대한 이야기만 담겨 있어 아쉬운 기사였습니다. 히스토리를 나를 키워드로 알고보고자 한 기획은 신선했으나, 일반 독자 입장에서 석유화학 기술과 연구 이야기는 관심도가 떨어지고 너무 어렵게만 느껴졌습니다.

인간을 지키는 섬유 (12p) →

김형우

어릴 때 <배트맨> 속 총알을 막는 슈트를 보고 동경했던 기억이 나네요. 임진왜란 당시 일본군의 조총 공격에 대응하기 위해 조선은 모시나 삼베 같은 내구성이 강한 섬유로 방탄복을 만들어 입었다는 다큐멘터리가 떠오릅니다. 꿈을 현실로 이뤄주는 이야기로 큰 재미를 준 기사였습니다.

고부가가치·친환경 스페셜티 개발 어디까지 왔나 (20p) →

김동민

스페셜티 제품 개발이 어느 수준까지 왔는지 궁금했는데 핵심 기술 기업의 개발 현황과 성과를 함께 설명해서 그 궁금증을 한 방에 알려주는 내용이라 좋습니다. 국내외 어려운 환경 속에서도 지속적인 연구개발을 통해 재도약의 기회를 만드는 국내 기업들의 노력에 응원의 박수를 드립니다.

고부가가치·친환경 스페셜티 개발 어디까지 왔나 (20p) →

전준규

고부가가치 석유화학 제품뿐만 아니라 친환경 소재 신제품 개발에 노력하고 있는 주요 석유화학 기업의 움직임을 잘 정리해줘 좋았습니다. KEIT의 개발 R&D로 생분해성 바이오정밀화학 소재 관련 연구과제 소개도 흥미로웠습니다. 향후 시장 내 파급 효과 등 경제적 효용성 부분도 알고 싶습니다.

전에 없던 원천 기술의 탄생, 웨어러블 로봇  
주도국 한 걸음 더 (26p) →

김경은

세 개의 핵심 기술개발을 한데 모아 슈트를 완성한다는 계획과 기술의 내용을 보면, 실현 가능할 것 같아 보이지만 한계도 있어 보입니다. 소프트 웨어러블 로봇 슈트는 판타지 영화에나 나올 법한 소재인데 현실이 되고 있다는 점이 흥미로웠습니다. 이 연구 과제로 새로운 길을 만들길 기대합니다.

전에 없던 원천 기술의 탄생, 웨어러블 로봇  
주도국 한 걸음 더 (26p) →

김대영

오래전부터 관심 있던 웨어러블 로봇 내용이라 자세히 봤습니다. 편안함과 착용감 그리고 기록 단축과 체온 유지 등 그 가능성이 무궁하다고 느꼈습니다. 또 성공 가능성이 낮은 혁신적인 기술 발전을 위해 어려운 연구를 지원하는 알키미스트 프로젝트가 인상 깊었고, 응원하게 됐습니다.

전에 없던 원천 기술의 탄생, 웨어러블 로봇  
주도국 한 걸음 더 (26p) →

안경은

웨어러블 로봇의 가장 큰 장점은 인공근육 역할을 한다는 점입니다. 온종일 서서 태백을 분류하는 노동자, 거동이 불편한 장애인과 어르신, 달리기 기록 단축에 매진하는 선수 등 웨어러블 로봇을 필요로 하는 사람은 많습니다. 인간과 로봇의 융합은 또 다른 사업 기회를 창출할 것이라 기대해봅니다.

전에 없던 원천 기술의 탄생, 웨어러블 로봇  
주도국 한 걸음 더 (26p) →

전준규

이번 기사에서 인간의 한계를 뛰어넘는 웨어러블 로봇 슈트에 대해 자세히 알게 됐고, 국내 로봇 기술의 우수성을 다시금 알 수 있었습니다. 알키미스트 프로젝트처럼 성공 가능성이 낮더라도 혁신 기술개발을 위한 범정부 차원의 지원이 더 많아졌으면 좋겠습니다.

선박 수중방사소음 줄이는 기술로 친환경·  
고부가가치 조선 기술 격차 더 벌렸다 (34p) →

김태권

인간이 개발한 기술이 이렇게 수중생물에 크게 영향을 주는 줄 몰랐습니다. 최근에는 환경도 중요한 세상이 되었기에 이러한 기술개발도 주요한 것 같습니다. 국제 환경 규제에 대응할 수 있는 계기가 됐으면 합니다. 마지막 장을 연구자의 다이어리 형태로 소개한 것도 참신한 기획이었습니다.

선박 수중방사소음 줄이는 기술로 친환경·  
고부가가치 조선 기술 격차 더 벌렸다 (34p) →

김형우

선박에서 수중으로 방사하는 소음을 줄이고, 모니터링과 함께 추진 효율을 향상시키는 K-VG 실용화에 대한 기사가 흥미로웠습니다. 기간과 비용뿐만 아니라 조선회사와 최신 선박에 대한 실증에 국가기관이 도움을 준 건 크게 칭찬하고 싶네요.

#외류발생기 (38p) →

서정수

유체역학이 전공이라 무척 반가운 마음으로 읽었습니다. 실생활에 이처럼 다양하게 쓰이고 있는 줄은 이번에 처음 알게 됐습니다. 내용을 조금 보강해서 유동장 그림과 함께 설명했으면 더 이해하기 좋았을 것이라는 아쉬움이 조금 남습니다.

#외류발생기 (38p) →

손상완

외류발생기에 대한 개념과 활용처를 인포그래픽으로 보여줘 쉽게 이해할 수 있는 기사였습니다. 앞으로도 난해한 용어나 개념이 기사에 실린다면 해당 내용을 인포그래픽 등으로 쉽게 알 수 있도록 기사를 추가적으로 실으면 비전공 독자가 <테크 포커스>를 이해하는 데 도움이 되겠네요.

코앞으로 다가온 기후위기 (46p) →

서동성

기후변화의 심각성이 더욱 절실하게 느껴집니다. 개인과 기업 모두가 환경보호에 대한 책임을 느끼고, 행동으로 실천해야 한다는 메시지가 강하게 느껴졌습니다. 기술과 혁신이 기후위기 해결에 기여할 수 있다는 가능성을 가지며, 더 많은 연구와 노력이 필요하다고 느꼈습니다.

이제 가전도 구독하는 시대 (50p) →

김동민

‘소유’에서 ‘소비’로의 인식 변화가 반영된 가전의 구독을 가능케 하는 첨단 기술 네 가지 인공지능, 클라우드, 사물인터넷, 블록체인의 역할과 예시를 통한 설명이 쏙쏙 이해가 되네요. 첨단 기술의 개발과 생활 속 제품의 결합 사례를 더 많이 다뤄주면 좋을 것 같습니다.

제조업의 근간을 지키다, 뿌리산업의 현재와 미래  
(54p) →

윤혜인

여전히 제조업의 근간을 형성하는 기반 산업인 뿌리산업은 중요하다고 생각합니다. 위기 속에서도 포기하지 않고 혁신을 이뤄가고 있는 모습과 4차산업혁명 기술을 접목해 변화를 꾀하는 모습이 인상 깊었습니다. 창조형·융합형 인재들과 함께 만들어 나갈 뿌리산업의 미래를 응원합니다.

3D 프린팅이 바꾸는 미래 제조업 (58p) →

안경은

3D 프린팅업계에 전문 인력이 부족한 상황이, 도전자들에게는 기회가 될 수 있겠다 생각이 들었습니다. 로봇 개발 엔지니어로 20년간 활동하시다가 3D 프린팅업계에 진출하셨다는 연구소장님의 배경도 흥미를 갖게 하고요. 3D 프린팅 전문가가 되기 위한 방법을 다룬 알찬 기사였습니다.

# 2025년 미래 모빌리티(자동차) 분야 기술 상시 수요조사

산업기술혁신사업 공동운영요령 제17조(사업별 지원분야 발굴)에 따른 2025년 미래 모빌리티(자동차) 신규 지원과제 발굴을 위한 상시 기술수요조사를 다음과 같이 안내합니다.

## 기술수요조사 개요

### 목적

2025년도 미래 모빌리티(자동차) 분야 과제 기획을 위한 산·학·연 상시 기술수요조사

### 조사 항목

제안 기술 명칭, 기술 개요, 기술개발 필요성, 개발 목표 및 내용 등

### 조사 대상

자동차산업기술개발(그린카, 스마트카), 전기차 배터리 시스템 일체형 급속 무선충전 기술개발, SDV용 AI가속기 반도체 기술개발, SDV 아키텍처를 위한 In-Vehicle 초고속 통신 반도체 기술개발

### 유의사항

2025년도 산업기술 R&D사업 통합 기술수요조사에 기 제출한 내용에 대해서는 해당 수요조사 추가 접수 불필요

## 기술수요조사서 제안 자격

자동차(전기·수소차, 자율주행차) R&D사업에 관심이 있고 참여 의사가 있는 기업, 대학 및 연구소, 학회/협회 등에 소속된 자 또는 개인

## 기술수요조사 및 전산 접수 기간

**기술수요조사 기간** 2024. 9. 23~12. 31

기술수요조사서 작성 후 ROME(<https://rome.keit.re.kr>)에서 전산 등록을 하시면 됩니다.

- ※ 산업기술 R&D 정보포털(<https://rome.keit.re.kr>)에 접속하여 '수행' → 'R&D 공고' → '수요조사' 해당 공고에서 의견 접수
- ※ 기술수요조사서 양식을 작성하여 파일 업로드

## 향후 추진 일정

- 2025년 사업공고: 2024년 12월 말~2025년 1월 중 예정
- ※ 상기 일정은 사정에 따라 변경될 수 있음

## 분야별 문의처

### 기술 관련 문의

전기수소차PD 053-718-8713, gear1@keit.re.kr

자율주행차PD 053-718-8712, shyoon11@keit.re.kr

### 수요조사 관련 문의

미래자동차실 전기수소차 053-718-8473, hdj0223@keit.re.kr

미래자동차실 자율주행차 053-718-8496, cheju123@keit.re.kr

### 전산 등록 관련 문의

R&D 상담 콜센터 1544 - 6633



자세한 내용은 반드시  
공고를 확인하세요!

## 독자 퀴즈의 정답을 맞춰주세요!

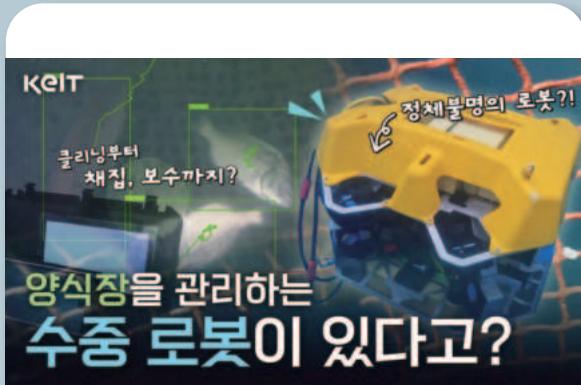
퀴즈에 참여해주신 정답자 중 추첨을 통해 소정의 상품을 보내드립니다. 퀴즈 답변과 휴대폰 번호를 [grintjssu@hankyung.com](mailto:grintjssu@hankyung.com)으로 보내주세요.

독자 선물은 교환, 환불이 불가합니다. 전화번호 누락, 오류 등으로 인한 발송 시 재발송하지 않습니다.



친환경차의 대안인 배터리 전기차와 ○○○○는 주행거리, 충전 편의성, 유지 비용 등에서 단점과 장점이 명확해 향후 각각 경쟁 우위 분야에서 보완재로서 시장을 형성할 것이다. 단거리 주행이 주목적인 경우는 전기차가 유리할 것으로 보이며, 장거리 대형 화물, 승객을 운송하는 상용차에서는 ○○○○의 경쟁력이 높을 것으로 예상된다.

# 산업의 내일을 읽고 기업의 오늘을 이끕니다.



## [해시테크-①] 로보스텍 양식장을 관리하는 수중 로봇이 있다고?



양식장 그물 클리닝, 폐사어 채집, 찢어진 그물 보수까지...!  
이 모든 작업을 수행할 수 있는 수중 로봇이 있다고 해서  
직접 찾아가봤습니다. 로보스텍의 기술과 KEIT의 R&D  
지원을 통해 만들어진 양식장 관리 로봇 'ROVONET'과  
그 능력을 영상으로 확인해보세요.



## [알지RD] 시지바이오 3D프린팅으로 만드는 얼굴 임플란트?



3D프린팅을 활용한 환자 맞춤형 얼굴 임플란트가 있다고  
해서 스펙타운과 함께 찾아가봤습니다.  
여러 가지 이유로 얼굴 뼈에 결손이 생겨 얼굴의 형상이  
무너진 환자를 위해 만들어진 차세대 의료 핵심 기술!  
KEIT의 지원에 힘입어 개발에 성공한 기업을 방문해  
기술개발의 주인공을 만나보겠습니다.





**보이는 것 부러  
보이지 않는 것 까지**

**초격차 산업기술 R&D  
초협력으로 이뤄집니다**



산업통상자원부



한국산업기술기획평가원  
Korea Planning & Evaluation Institute of Industrial Technology

