UNIST

MAGAZINE

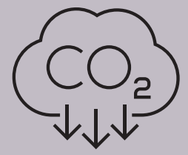
CARBON NEUTRAL

탄소중립

2050년까지 전 세계는 탄소배출량을 0(zero)으로 만들기 위해
다양한 해법을 모색하고 있다. 과학기술인, 특히 UNIST에 주어진 역할과
책임에 대해 함께 생각하는 시간을 갖고자 한다.

2021
SUMMER
NO.40

UNIST
MAGAZINE



Special Theme

CARBON NEUTRAL

탄소중립

기업이나 개인이 발생시킨 이산화탄소 배출량만큼 이산화탄소 흡수량도
늘려 실질적인 이산화탄소 배출량을 '0(zero)'으로 만든다는 개념이다.
즉 대기 중으로 배출한 이산화탄소의 양을 상쇄할 정도의 이산화탄소를
다시 흡수하는 대책을 세움으로써 이산화탄소 총량을 중립 상태로 만든다는 뜻이다.

UNIST 소식지 2021 여름호 통권 40호
발행일 2021년 7월
발행처 UNIST 대외협력처 대외협력팀 052.217.1231
기획·편집 디자인 주식회사 이팝 02.514.7567

CONTENTS

People & Campus Life

04
Meet 1
공과대학과 유니온티비가 함께한
거위 프로젝트

06
Meet 2
2021년 건강한 연구실에 선정된
화학과 최원영 교수 연구실

08
Meet 3
AI 노바투스 아카데미아를 수료한
삼양사 이재경 팀장

10
View
녹음 푸르른 UNIST의
청춘 예찬

Science & Technology Issue

16
Inside 1
탄소중립 실현을 위한 UNIST의 비전과 전략
김성엽 공과대학장

20
Outside
탄소중립을 위한 주요 부문별 과제와 전망
김정수 한겨레 기후변화팀 선임기자

24
Inside 2
탄소중립의 완전한 실현을 위한 글로벌 활약상
권영국 에너지화학공학과 교수

28
Global
UNIST, 일론 머스크의 'XPRIZE Carbon Removal' 도전장
에너지화학공학과 김건태 교수팀
화학과 권태혁 교수팀

34
Laboratory
태양광 수소 연구를 통한 탄소중립 해법 제시
에너지화학공학과 장지욱 교수 연구실

38
Start-up
커피 찌꺼기에서 탄소나노입자 추출
㈜더로드

Next UNIST

42
Q&A
2022년 UNIST 입시전형
권태혁 입학처장에게 듣는다

44
Story
2021년 상반기에 펼쳐진
UNIST의 다양한 소식들

46
Together
'울주 미래교육 육성 i4.0 캠퍼스'
사업 이모저모

48
Donation
발전재단 설립 소식,
발전기금을 기부한
장동현 동문 인터뷰

누구나 살면서 한번쯤은 가막못의 거위를 사랑하게 된다

글. **편집실** 사진. **김범기**

거위 프로젝트
‘공과대학 X Uni:on TV’

> **“학생, 직원, 교수 누구나 참여할 수 있는 거위 프로젝트를 통해 거위에 대해 배우고 학교에 대한 애정도 확인할 수 있는 계기가 되길 바랍니다.”**

지난 2021년 2월, UNIST 학생들이 운영하는 유튜브 채널 ‘Uni:on TV - 유니온티비’에서 특별한 프로젝트의 시작을 알렸다. 공과대학과 유니온티비가 함께 결성한 ‘거위문화사업 추진단’의 ‘거위 프로젝트’가 바로 그것. 누군가는 난데없는 ‘거위’의 등장에 고개를 갸웃할 테지만 UNIST의 구성원이라면 가막못을 서성이는 거위 떼들을 바로 떠올릴 수 있을 것이다.

김성엽 공과대학장은 ‘거위 프로젝트’의 출발에 앞서 “학생, 직원, 교수 누구나 참여할 수 있는 거위 프로젝트를 통해 거위에 대해 배우고 학교에 대한 애정도 확인할 수 있는 계기가 되길 바랍니다”라고 기획의도를 밝혔다. 코로나19가 장기화하면서 거리두기가 일상화된 캠퍼스에 새로운 활기를 불어넣고자 하는 바람이 담겨 있는 것.

거위 프로젝트의 첫 번째 무대는 온라인으로 진행된 ‘쇼미더구스: 바로 여기에 드랍더구스’다. 누구나 학교를 오가며 한번쯤은 마음에 품었을 거위에 대한 애정을 마음껏 뽐내는 자리. 2월 8일부터 3월 14일까지 구글폼을 통해 사진, 그림, 거위를 소재로 한 아이디어, 거위 장인(3D CAD나 3D 프린터, 종이접기, 모형 등) 등 네 가지 부문에 대한 공모가 이루어졌으며, 결과는 뜨거웠다. 총 119명이 참가해 거위를 활용한 다양한 작품을 선보여 재능을 발휘했다. 학생을 비롯해 교직원까지 참여하는 프로젝트인 만큼 참여는 물론 심사도 모두 함께해 의미를 더했다. 특히 오프라인 투표에서는 이용훈 총장, 이재용 부총장, 박영빈 기계공학과 학과장이 참여해 ‘누구나 즐길 수 있는’ 행사의 취지에 부응하기도 했다.

‘쇼미더구스’의 응모작들은 단순히 거위를 담아내는 데 그치지 않고, 거위를 통해 학교에 대한 애정을 새삼 되새긴다는 의미가 더해져 보다 특별했다. 그림 부문에 선정된 <꺼지지 않는 UNIST의 빛>은 ‘해가 져도 가막못을 밝게 빛내며 헤엄치는 거위가 밤낮을 가리지 않고 열심히 일하는 UNIST 구성원의 꺼지지 않는 불빛을 연상’시킨다고 표현해 많은 공감을 샀다. 거위 장인 부문에 출품된 작품들 역시 종이 조각으로 섬세하게 빚은 거위 조형에서부터 거위를 형상화한 이어커프, 어몽어스 게임으로 구현한 거위 등 일상과 가상현실을 넘나드는 재기발랄한 아이디어가 돋보였다. 2차에 걸친 심사를 통해 선정된 총 24점의 수상작은 각각 장인상과 열정상, 금손상 등 재미있는 명칭과 함께 상금과 상품이 수여됐다.

첫 번째 무대를 통해 거위에 대한 관심을 모았다면, 이젠 거위를 제대로 이해할 차례. 거위 프로젝트는 두 번째 무대로 4월 29일 유튜브 채널 ‘Gonegi & Fam’을 운영하는 거위 전문가를 초청해 ‘거위, 누구냐 넌?’ 특강을 마련했다. 거위의 생태를 더 잘 이해함으로써 거위와 함께 더불어 살아가는 UNIST를 만들어 나가자는 기획의도에 맞게, 특강 전부터 거위에 대한 학생들의 수많은 질문이 쏟아졌다는 후문이다. 특강이 끝나고 학생들의 뜨거운 애정에 감명받은 거위 전문가는 UNIST와 지속적인 자문을 이어갈 것을 약속했으며, 거위 7마리를 기증하겠다는 의사를 밝히기도 했다. 거위 프로젝트는 앞으로 거위를 더 잘 키울 수 있는 환경을 구축하는 ‘리더십프로그램 Happy Goose 거위집짓기 경진대회’와 거위 개체 수를 늘리기 위한 ‘거위 연구잔치: 90,050원 공모전’을 비롯한 거위와 함께하는 다양한 행사를 기획하고 있다. 김성엽 공과대학장은 “앞으로도 거위가 UNIST의 상징이 되어 학교와 상생할 수 있도록 지속해서 노력하겠다”라고 덧붙였다.

거위 프로젝트가 UNIST 학생과 교직원 모두 잊지 못할 특별한 캠퍼스의 추억을 마음속에 새길 수 있는 계기가 되길 기대한다.

한 명의 훌륭한 연구자가 탄생하기까지

글. **편집실** 사진. **김범기**

2021년 건강한 연구실 선정된 ‘지속가능미래연구실’

연구실은 가능성의 다른 이름이다. 미래를 밝힐 특별한 기술이 개발되고, 세상을 바꾸는 훌륭한 연구자가 탄생하는 곳. 과학기술정보통신부는 지난해부터 국내 연구실의 모범이 될 수 있는 ‘건강한 연구실’ 10곳을 선정해 포상하고 있다. 연구실 문화는 물론 연구 관리에서 성과가 모두 우수한 연구실을 선정하고 지원해, 건강한 연구실 문화가 자리 잡도록 하겠다는 의도다. 특히 올해는 화학 분야에서 UNIST 최원영 교수의 지속가능미래연구실이 선정되어 눈길을 끈다. 과학기술정보통신부는 ‘학생이 참여하는 연구실 운영 등 수평적인 문화가 돋보였다’라는 총평을 남겼다. 이 평가는 “연구실의 대학원생이 ‘미래의 동료’임을 잊지 않는다”는 지속가능미래연구실의 운영 이념과도 맥을 같이 한다.

연구는 늘 마음처럼 되지 않게 마련이다. 무수한 실패와 성공을 경험하며 그 과정에서 연구자의 의지가 꺾이지 않도록 존중하는 것이 지속가능미래연구실 연구책임자 최원영 교수의 원칙이다. 더불어 긴 실패와 짧은 성공을 반복하면서 연구자가 감정적 탈진 상태에 빠지지 않도록 신경 써야 한다고 최원영 교수는 강조한다. 이런 운영 이념 아래 각자의 연구 스케줄에 맞춘 탄력적 출퇴근 제도와 업무 협업 툴을 효과적으로 활용해 가능해진 자유로운 휴가 운영 등이 안정적으로 자리 잡았다. 물론 자율성의 보장이 곧 좋은 연구 결과로 이어지는 것은 아니다. 그렇기 때문에 연구자들이 자유롭게 스케줄을 운영하되 개별과 그룹 미팅, 분기별 리포트를 통한 빠른 피드백으로 연구가 자칫 느슨하거나 방치되지 않게 했다.

“연구가 진척되기 위해서는 서로가 상대에 대해 알아야 합니다. 지도교수의 생각을 학생이 읽고, 학생의 생각을 지도교수가 교감해야 합니다. 서로를 잘 알기 위해서 우리 연구실은 많이 만납니다. 물론 모두 자발적인 참여 아래 이루어지고요. 자발성은 연구자에게 매우 중요한 덕목입니다. 억지로 시켜서 하는 연구에 탁월성을 기대할 수 없습니다. 이러한 이유로 재미를 강조합니다. 연구하면서 발견의 재미, 깨달음의 재미를 맛보도록 격려합니다.”

“자발성은 연구자에게 매우 중요한 덕목입니다. 억지로 시켜서 하는 연구에 탁월성을 기대할 수 없습니다. 이러한 이유로 재미를 강조합니다. 연구하면서 발견의 재미, 깨달음의 재미를 맛보도록 격려합니다.”

최원영 교수의 말처럼 지속가능미래연구실은 묵묵히 멈추지 않고 연구를 이어 나갈 인재를 만드는 요람으로 자리매김하고자 한다. 혁신적인 연구를 위해 기꺼이 모험에 뛰어들 수 있으려면 결국 이 모든 과정이 재미있어야 한다는 믿음 때문이다.

“연구자는 누군가에 의해서 다듬어집니다. 독립적인 연구자로 성장하기 위해 비판적 사고, 새로운 사실을 받아들일 수 있는 열린 마음, 모험적인 연구를 할 수 있는 용기, 무수한 실패를 감수할 수 있는 끈기, 그리고 어린아이와 같은 호기심이 필요합니다. 창의적 연구는 결국 자유로운 사고에서 나올 수밖에 없습니다. 더불어 다른 사람들과 함께 일할 수 있는 협업 능력도 중요해졌습니다.

수직적인 구조에서 일사불란하게 움직이는 연구실이 아닌, 자유롭지만 서로를 배려하는 연구실을 지향하고요. 그 끝은 연구책임자와 학생 사이의 진솔한 소통이 될 것입니다. 이와 같은 과정을 통해 결국 엄청난 연구 경쟁력을 얻게 되리라 확신합니다. 훌륭한 연구 성과뿐 아니라 몸과 마음이 건강한 과학자로서 과학을 통해서 경험하는 기쁨도 함께 공유하길 기대합니다. 끝으로 우리 학생들이 본인의 과학적 성취에만 매몰되지 않고, 지속가능한 미래를 만들어 나가는 사회적인 책무도 함께 감당하길 소원합니다.”

미래의 주역인 젊은 과학자가 행복하게 연구하고 원하는 성과를 내기 위해서는 연구 환경의 주축인 연구실 단위에서의 건강한 문화가 전제되어야 한다. 최원영 교수와 지속가능미래연구실에서 UNIST의 젊은 과학자들에게 기꺼이 미래를 걸어볼 수 있는 이유다.

더 나은 산업현장의 꿈, UNIST와 함께 이루어 갑니다

글. 편집실

AI 노바투스
아카데미아 수료한
삼양사 이재경 팀장

지난 6월 25일, UNIST 인공지능혁신파크에서 'AI 노바투스 아카데미아' 수료식이 개최됐다. 청년에서부터 머리가 희끗희끗한 중년의 기업인까지 산업 현장의 다양한 문제를 인공지능으로 풀어보고자 하는 36명의 울산지역 기업 재직자들이 그 주인공이다. 이들은 AI 노바투스 아카데미아에서 인공지능 기초 교육을 듣고 현장 맞춤형 프로젝트를 진행하며 문제를 직접 해결하는 경험을 쌓았다. 한평생 몸담아온 현장이기에 익숙하게 부딪히는 문제 앞에서 새로운 변화를 꾀한다는 것이 생각보다 쉬운 도전은 아니었다. 그러나 수료를 마친 삼양사 이재경 팀장은 이번 교육이 기업에 커다란 변화를 가져다줄 것이라는 확신에 차 있었다. "저희 삼양사 울산공장은 설탕을 제조합니다. 설탕 제조는 다양한 산지에서 수급하는 원재료의 특성과 품질에 따라 농축 공정과 스팀, 용수, 탄소 등까지 포층 공정 조건이 수도 없이 달라지죠. 워낙 까다로운 작업이다 보니 지금까지는 어디까지나 그간의 경험으로 공정 방식을 채택했습니다. 오랜 시간 익숙해진 작업 방식이었지만 더 효율적인 공정을 찾을 수 있지 않을까 고민하던 끝에 AI 노바투스 아카데미아를 만났습니다."

AI 노바투스 아카데미아는 UNIST 인공지능혁신파크에서 진행한 산업체 재직자 교육 프로그램이다. 지난 2월 수강생을 선발해 인공지능대학원과 산업공학과 소속의 교수, 조교들이 총 5개월간 이론 교육과 실습 교육을 진행했다. 교육생들은 2개월간 인공지능 기초 프로그래밍 등 이론 교육을 우선 수강했다. 단기 집중 과정이었기에 매주 금요일 전일 교육과 온라인 보충 교육이 이어져 재직자가 소화하기엔 다소 빠듯한 일정이었다. 그러나 이재경 팀장은 하루도 빠지지 않고 성실하게 수업에 참여했다. 수업의 속도만큼이나 해답을 찾는 과정 자체도 즐기게 되었기 때문이다. 이론 교육을 마친 후에는 기업 현장의 데이터를 활용한 실전 프로젝트도 이어졌다.

실전 과제는 11개 프로젝트로 구성되었으며 자동차부품, 조선해양, 석유화학, 바이오헬스, 식품, 건설 등 다양한 산업 분야를 망라했다. 식품 부문의 이재경 팀장을 비롯한 각 기업의 재직자들은 직접 회사의 데이터를 가져와 문제 해결에 나섰다. 파이썬을 이용해 데이터 전처리를 수행하고, 인공지능 알고리즘을 적용해 반복적으로 성능을 검증하며 단기간에 인공지능 적용 역량을 습득했다.

"원재료에 따른 제당 생산성과 품질의 관계를 데이터로 구축하고, 인공지능 모델을 구현하면서 그동안 경험에 의지했던 공정을 대폭 개선할 수 있게 되었습니다. 현장에 이 모델이 적용되면 연간 3억 2,000만 원의 제조 비용이 절감될 것으로 예상해요. 비록 수업은 5개월이라는 짧은 기간 동안 이루어졌지만, 성과는 놀라운 수준이죠. 향후 정제, 여과 공정을 포함하여 포장 부분까지 인공지능 모델이 이루어진다면 생산성이 향상되어 연간 5억 원 이상의 원가 절감도 기대해볼 만합니다. 그동안의 공정 방식을 뒤로하고 다시 새로운 출발점 앞에 선 기분이랄까요."

밝은 표정으로 수료식을 마치는 이재경 팀장의 얼굴에서 과감한 도전을 통해 얻은 눈부신 확신을 엿볼 수 있었다. 한편 이번 AI 노바투스 아카데미아에서 수행된 11개 프로젝트 중 기대효과가 큰 3개 프로젝트는 향후 UNIST와 공동연구 과제로 수행될 예정이다. 이들 과제는 1년간 1억 원의 연구비를 지원받게 된다.

제조업을 기반으로 한 울산의 산업 환경 특성상 UNIST의 첨단 디지털 기술과의 결합은 지역에 새로운 가능성을 가져다줄 것으로 기대된다. UNIST가 인공지능혁신파크를 중심으로 디지털 혁신을 꾸준히 이어가고 있는 이유이기도 하다. AI 노바투스 아카데미아와의 만남으로 삼양사가 더 나은 미래를 그리게 되었다고 말하는 이재경 팀장의 얼굴에서 과학과 기술의 무한한 가능성이 반짝반짝 빛나고 있다.

FIRST IN CHANGE

UNIST 캠퍼스는
지금 신록으로 가득하다.
푸르른 에너지를 품은
청춘들이 캠퍼스 곳곳을
물들이고 있기 때문이다.
환하게 빛나는
UNIST의 여름 이야기.

UNIST의 중심, 가막못

모든 계절이 다 좋지만 여름이면 가막못의
시원한 물줄기가 더위를 한번에 날려주어 더 좋다.

106동 제3공학관 앞

여름 한낮, 캠퍼스의 녹음은
짙어만 가고 UNISTAR들의 열정도
뜨겁게 달아오른다.

108동 자연과학관

일상적인 화제에서 시작된 대화는
연구 주제로 이어져 어느새
열띤 토론이 된다.

UNIST의 또 다른 구성원, 거위

기막힌 주위를 거니는 거위 식구 덕분에 캠퍼스의
풍경은 한층 더 빛을 발한다.

View

205동 실내체육관 앞

머리가 복잡할 땐 몸을 쓰고 나면
한결 맑아지는 느낌이다.
경쾌한 음악도 함께하면 금상첨화.

강의동 한 켠의 게시판

과학기술인에게 중요한 건 정보력.
새로운 이론과 기술을 습득하며
더 나은 연구를 위해 노력한다.

복도 끝 연구실

한계를 뛰어넘고 새로운 패러다임을 제시하기 위해
오늘도 연구실에는 많은 이들의 발길이 이어진다.

탄소중립 실현을 위해 UNIST는 무엇을 할 것인가? 무엇을 해야 하는가?

김성엽
공과대학장

탄소중립 실현은 전 지구적인 과제라
해도 과언이 아닐 터.
특히 과학기술인에게는 보다
무겁고 엄중한 책무로 다가온다.
현재와 미래의 과학기술 인재를 배출하고
있는 UNIST는 수소, 태양광 등
다양한 친환경 미래 에너지와 탄소의 포집,
활용, 저장기술 연구를 통해 탄소중립의
구체적 실현을 모색하고 있다.
김성엽 공과대학장을 만나
탄소중립을 향한 UNIST의 비전과
전략에 대해 보다 자세히 들어본다.

글. **편집실** 사진. **김범기**

Carbon Neutral

Q. ‘탄소중립’에 대한 정의와 함께 UNIST의 탄소중립 관련 활동에 대한 소개를 부탁드립니다.

A. 탄소중립이란 배출한 탄소와 흡수한 탄소의 양을 맞춰 실질적인 탄소배출량을 0(zero)으로 만들자는 것으로 전 세계가 2050년까지 달성하기로 한 약속입니다. 탄소중립을 위해서는 크게 탄소를 배출하지 않는 새로운 발전, 화석원료를 사용하지 않는 제조와 수송, 그 과정에서 불가피하게 배출되는 탄소를 직접 제거하는 포집에 관한 기술개발이 필요합니다. UNIST는 오래전부터 다양한 기술에 대한 연구를 수행해 왔는데, 특히 새로운 에너지원으로서 태양광에너지와 수소에너지, 그리고 탄소의 포집, 전환, 저장에 관한 연구가 탁월합니다. 페로브스카이트 태양전지는 세계 최고의 효율을 계속 갱신하고 있으며, 탄소배출이 거의 없는 수전해 방식을 이용한 그린수소 생산기술과 함께 당장 적용이 가능한 대용량 수소 생산 및 운송기술 분야의 연구도 앞서 있습니다. 탄소를 직접 포집, 저장하거나 나쁜 탄소를 좋은 탄소로 변환하는 기술 또한 활발하게 연구하고 있습니다.

Q. 탄소중립 관련한 UNIST의 계획 중에서 ‘탄소중립융합원’ 설립을 빼놓을 수 없습니다. 탄소중립융합원을 설립하게 된 계기와 현재 상황에 대한 설명을 부탁드립니다.

A. 탄소중립기술은 여타 과학기술과 확연히 구별되는 두 가지 특징을 갖습니다. 먼저 지금까지의 과학기술이 자원을 고갈시키고 환경을 파괴해 왔다면, 탄소중립기술은 과학기술이 자원의 선순환을 도모하고 환경을 보호하는 방향으로 나아가야 함을 의미합니다. 또한 관련한 규제와 정책이라는 요소가 기술개발의 방향과 속도를 설정하고 제어한다는 점에서 지금까지의 과학기술과 크게 다르죠. 즉, 탄소중립을 위해 연구하는 과학기술인은 해당 과학기술뿐 아니라 환경과 정책도 잘 알아야 한다는 뜻으로, 이제까지 없었던 새로운 과학기술 인재상과 함께 인재 육성에 관한 패러다임의 전환이 요구된다고 하겠습니다. 탄소중립융합원은 이러한 요구에 부응하기 위한 목적으로 기획되었으며, 크게 탄소중립대학원, 학사과정 프로그램, 기술정책대학원, 실증화연구센터 설치로 구성되어 있습니다. 올 한 해, 교원을 비롯한 우수 인력 확보, 교육과정 기획, 신규 교과목 개발 등을 추진하여 내년 상반기에 공식 개원하고, 이후 학생을 선발하여 9월부터 정식으로 교육과 연구를 수행할 예정입니다. 예산 확보를 비롯하여 계획대로 하나하나 잘 진행되고 있습니다.

Q. _____ 탄소중립융합원의 목표와 역할은 무엇인가요?

A. _____ 탄소중립 실현을 위한 연구개발의 중요성은 아무리 강조해도 지나치지 않습니다. 하지만 탄소중립융합원은 연구개발만 하는 조직이 아닙니다. 보다 더 중요하게, 과학기술을 통한 탄소중립의 조기 실현과 해당 기술을 선도할 고급 과학기술 인력을 양성하기 위한 목적이 더 큽니다. 이를 위해 탄소의 포집·활용·저장기술, 수소의 생산·저장·운송기술, 자원의 선순환기술, 태양광 에너지를 비롯한 신재생 에너지 개발기술을 중심으로 한 탄소중립대학원 설립이 가장 중요한 항목입니다. 이와 함께 탄소중립 학사과정 프로그램을 설치하여 기술, 정책, 환경에 관한 기본적인 교육을 수행하고, 문제 발굴 및 해결 능력을 갖춘 우수 학생을 조기 육성하고자 합니다. 또한 탄소중립기술정책대학원을 통해 신기후체제 및 신경제질서에 대한 연구를 심화하는 한편, 과학기술인이 갖추어야 할 정책과 환경에 대한 폭넓은 지식을 제공하고자 합니다. 마지막으로 탄소중립 실증화연구센터는 기술성숙도가 높고 경제적 파급효과가 큰 우수 기술을 선발하여, 산업화 가능성에 대한 실증을 수행하는 역할을 합니다. 이상의 항목은 탄소중립융합원이라는 큰 틀 안에서 체계적이고 유기적으로 추진될 것입니다. 탄소중립융합원은 과학기술원으로서 UNIST의 위상에 걸맞게 고급 인력 양성과 최첨단 연구를 함께 수행하는 것이죠.

Q. _____ 최근 UNIST에서 <탄소중립: 지구와 화해하는 기술>을 출간했습니다. 어떻게 집필하게 되셨으며, 앞으로의 계획과 과제는 무엇인가요?

A. _____ 탄소중립은 중요하고 시급한 사안이면서도 기술경제적으로 매우 어렵고 다루기 까다로운 주제입니다. 개별 기술이나 정책만으로는 실현할 수 없기 때문에 사회적 역량을 총결집하여 조화롭게 추진해야 하는 과제입니다. UNIST가 탄소중립과 관련한 모든 문제를 다 해결할 수는 없죠. 하지만 UNIST가 가장 잘 알고 잘하는 과학기술 분야에 대해 소개함으로써 탄소중립 실현을 위해 사회적 역량을 결집하는 시발점이 될 수는 있을 것입니다. 또한 탄소의 과다 배출로 인한 기후 및 환경 위기는 과학기술의 혁신과 개발을 통해서만 극복될 수 있기에 UNIST의 역할이 크다고 생각했습니다. 이러한 뜻을 같이하는 교수들이 모여서 집필을 하게 되었는데요, 저자뿐 아니라 많은 분들이 직접 참여하거나 도움을 줌으로써 도서가 출판되게 되었습니다.

각 학과별로 연구개발 현황을 정리한 것은 아니고, 소속 학과와 상관없이 탄소중립과 관련한 과학기술 분야의 주제와 범위를 구분하여 현황과 전망을 정리하였습니다. 교수들이 직접 해당 과학기술을 연구하고 있기 때문에 최신의 개발 현황을 소개할 수 있었고 보다 과학적인 전망을 제시할 수 있었습니다. 앞으로의 계획과 과제라면 우리의 전망이 틀리지 않도록 해당 기술에서 혁신과 성과를 만들어내는 연구를 열심히 하는 것이겠죠? (웃음)

Q. _____ 2050년 탄소중립 실현을 목표로 국내는 물론 세계 각국에서 다양한 정책과 규제가 강화되고 있습니다. 과학기술인으로서 UNIST의 사명과 책임감은 더 크실 것 같습니다. UNIST에서 가장 중점에 두는 핵심 연구가 있다면 무엇인가요?

A. _____ 탄소중립 실현에 기여할 수 있는 후보 기술은 매우 많습니다. 사실 전 세계에서 다양한 기술들이 등장하고 있으며, 각 기술 간의 경쟁도 심화되고 있죠. 예를 들어, 이산화탄소 배출이 거의 없으나 아직까지는 고비용 저효율 기술인 그린 수소 생산기술과 공정 과정에서 발생하는 모든 이산화탄소는 포집으로 해결하면서, 기존 공정을 유지하는 블루 수소 생산기술이 서로 경쟁하고 있습니다. 탄소중립과 관련된 과학기술은 난이도가 높고 기술성숙도가 낮기 때문에 지금 단계에서 앞으로 어느 기술이 우위를 점하게 될 지를 예측하기 어렵습니다. 오히려 다수의 기술이 함께 사용될 가능성이 훨씬 높죠. 이러한 이유로 한 가지 핵심 연구를 선택하여 집중하는 것은 그다지 타당하지 않습니다.

다만, 우리가 잘 알고 잘할 수 있는 기술, 세계적으로 선도할 수 있는 기술, 사회경제적 파급력이 큰 기술을 중심으로 연구개발을 추진하는 것은 전략적으로 큰 의미가 있습니다. 앞서 언급한 태양광 에너지 기술, 수소에너지 기술, 그리고 탄소의 포집·활용·저장기술이 바로 이에 해당합니다. UNIST가 가장 잘할 수 있는 기술들이죠. 또한 미래 에너지로 대두되는 핵융합 에너지 기술과 사고 위험성을 크게 낮춘 소형모듈형원자로(SMR) 기술도 기술선진국과의 경쟁에서 뒤처지지 않기 위해서는 지속적인 연구가 필요한 분야입니다. 고정식 및 부유식 풍력발전 기술도 기계공학과를 중심으로 다양한 연구가 추진되고 있습니다. 이상의 기술들을 연구하는 실력 있는 교수들이 UNIST에는 많이 있습니다. 어느 하나에 집중하기보다는 각 연구그룹들이 혁신과 성과를 이뤄낼 수 있도록 다양한 지원을 아끼지 않을 것입니다. 이것이 UNIST에게 주어진 사명을 대하는 책임 있는 자세라 생각합니다.

Q. _____ 끝으로 독자들에게 탄소중립 관련된 중요성에 대한 당부를 부탁드립니다.

A. _____ 우리는 산업혁명, 과학혁명을 통해 오늘날의 문명을 이룩하였습니다. 수명이 크게 늘고 역사의 어느 시대도 경험하지 못한 물질적 풍요를 누리고 있으며 과학기술에 기반한 막강한 힘을 가지게 되었죠. 그러나 폭염, 홍수, 가뭄, 냉해 등 자연재해가 빈번해지고 그 강도가 커지고 있으며 전 지구적으로 물 부족, 경작지 감소, 해양 산성화도 심해지고 있습니다. 이 모든 것들이 인위적인 온실가스 과다 배출로 인한 지구온난화의 결과라고 과학자들은 이야기합니다. 유럽을 중심으로 한 전 세계가 이를 막기 위해 다양한 정책과 규제들을 시행하거나 예고하고 있습니다. 전자가 기후 위기의 도래를 의미한다면 후자는 새로운 경제 체제로의 재편을 의미합니다. 둘 다 매우 고통스럽죠. 우리가 제때 제대로 대처하지 못한다면 그 결과는 참혹할 것입니다. 특히 우리나라는 탄소배출이 많은 철강, 석유화학, 건설, 화석연료 발전의 비중이 높아 더 큰 도전에 직면해 있는 셈입니다. 각종 제조 산업의 경쟁력이 저하되고 고용과 수출이 급감하겠죠. 물가는 상승하고 복지는 퇴보할 것이므로 취약계층의 고통은 커질 것이며 사회 집단간 갈등도 심화될 것입니다. 이렇게 암울한 미래를 막기 위해서는 탄소중립의 실현이 반드시 필요합니다. 과학기술인은 과학기술에 대한 연구를 통해 극복 방안을 찾아가야 하고, 일반 시민은 각자 자신의 위치에서 일상과 사회활동에서 실천할 수 있는 탄소중립 방안을 공부하고 노력해야 할 것입니다.

"각 연구그룹들이 혁신과 성과를 이뤄낼 수 있도록 다양한 지원을 아끼지 않을 것입니다. 이것이 UNIST에게 주어진 사명을 대하는 책임 있는 자세라 생각합니다."

탄소중립위원회 검토 시나리오로 들여다본 탄소중립, 과학기술인을 중심으로 모두의 노력이 필요한 때

지난해 10월, 문재인 대통령이 국회 연설에서 '2050년 탄소중립' 목표를 선언한 데 이어 정부가 그해 12월 이 목표를 담은 '장기 저탄소 발전 전략(LEDS)'을 UN에 제출하면서 탄소중립이 우리 사회의 최대 화두로 떠올랐다.

글. **김정수 한겨레 기후변화팀 선임기자**

온실가스 다배출 국가에서 탄소중립 선언까지

탄소중립은 온실가스를 최대한 배출하지 않고, 불가피하게 온실가스를 배출하면 그만큼을 대기 중에서 제거해 순배출량이 0(zero)이 되게 하는 것을 말한다. 전 세계에서 배출되는 온실가스의 70%가량은 화석연료의 연소 과정에서 주로 발생하는 이산화탄소다. 탄소중립은 결국 석탄과 석유 같은 화석에너지를 사실상 포기할 각오를 해야 넘볼 수 있다는 얘기다. 이것은 한국에는 특히 도전적인 과제다. 한국은 미국이나 유럽의 선진국에 비해 철강과 석유화학 등 탄소를 많이 배출하는 제조업 중심 산업구조를 지닌 나라다. 온실가스 배출의 주범으로 꼽히는 석탄발전 비중이 2019년 기준 40.4%로, 미국(24%), 일본(32%), 독일(30%), 영국(2%) 등에 비해 크게 높다. 게다가 2018년에야 온실가스 배출정점을 통과해 이미 1990년과 2013년에 정점을 통과한 유럽연합(EU)이나 일본에 비해 더욱 빠른 속도로 온실가스 배출을 줄여야 한다.

그렇다고 한국이 탄소중립 선언을 늦출 수는 없었다. 독일·영국·프랑스·덴마크 등은 2019년에 이미 탄소중립을 천명했고, 유럽연합은 지난해 3월 UN에 탄소중립 목표가 포함된 LEDS를 제출했다. 파리기후협정에서 탈퇴한 미국에서는 당시 차기 대통령 당선이 유력한 조 바이든 민주당 후보가 탄소중립을 공약으로 내걸었다. 지난해 9월 중국이 2060년 이전에 탄소중립을 달성하겠다고 약속하고 한 달 뒤 일본까지 탄소중립을 선언하자 세계의 눈은 한국에 쏠렸다. 한국은 2017년 기준 세계 11위의 온실가스 다배출 국가인데다, 이명박 정부 때부터 국제사회에 개도국과 선진국을 잇는 기후변화 대응 선도국이 되겠다고 약속해왔기 때문이다.

탄소중립 시나리오로 예상하는 탄소중립 실현 방안

탄소중립이라는 목표가 던져졌을 때 누구나 궁금할 수밖에 없는 것은 우리 사회가 어떤 경로를 밟아야 그 목표에 도달할 수 있을까 하는 점이다. 이것은 지난 5월 출범한 탄소중립위원회가 검토 중인 탄소중립 시나리오로 가늠해 볼 수 있다. 탄소중립을 선언한 나라들이 공통적으로 따르는 전략은 단순하다. 각 부문에서 화석에너지를 포함한 에너지 소비를 최대한 줄이고, 필요한 에너지는 온실가스를 배출하지 않는 재생에너지로 만들어 쓴다. 또한 불가피하게 대기 중에 배출되는 온실가스는 산림과 같은 흡수원에 흡수시키거나 탄소포집·활용·저장(CCUS)을 통해 제거하는 것이다.

탄소중립위원회에서 검토 중인 시나리오도 마찬가지다. 이 시나리오는 에너지 절약과 효율화 등을 통해 2050년 에너지 소비량을 2018년보다 소폭(3.5~5.3%) 증가하는 선에 묶어 두는 것에서 출발한다. 에너지 소비가 억제되어 2050년 발전량은 2018년 발전량 570.6테라와트시(TWh)보다 2.2~2.3배 많은 1243.8~1292.5TWh까지 늘어날 것으로 예상됐다. 산업 시설이나 자동차, 건물 보일러 등에서 사용하는 최종에너지 형태가 대부분 화석연료에서 재생에너지로 발전한 전기로 바뀌기 때문이다.

시나리오는 발전량이 2배 이상 증가한 상황에서 탄소중립에 다가가려면 우선 발전량의 59.5~61.9%인 769.3TWh가 태양광과 풍력 같은 재생에너지로 충당돼야 한다고 봤다. 재생에너지 전문가들은 769.3TWh의 재생에너지 전기를 얻는데 400GW의 태양광과 100GW의 풍력 설비가 필요할 것으로 본다. 지난해까지 국내에 설치된 태양광과 풍력 발전 설비는 약 23GW다. 이 정도를 설치 운영하는 과정에 벌어진 사회적 갈등을 떠올려 보면 500GW의 설비 확충이 얼마나 어려운 과제일지 짐작할 수 있다. 탄소중립 시나리오는 재생에너지 다음으로 무탄소 신전원이 10.6~11.6%, 연료전지가 9.4~9.8%의 발전 비중을 감당해야 한다고 봤다. 원자력(7%)·천연가스(7.4~7.8%)보다 높은 비중이다. 하지만 수소 터빈과 암모니아 발전 같은 무탄소 신전원은 아직 연구개발 단계여서 언제 상용화 될 지 불투명하다. 연료전지 발전은 특히 논란이 많은 부분이다. 재생에너지의 변동성에 대응할 수 없는 경직성 전원이라며 비중을 축소해야 한다는 전문가들도 적지 않다. 전환 부문 탄소중립 시나리오는 석탄발전에서 크게 갈라진다. 1안은 탈석탄 도달을 전제로 한 반면, 2안은 현재 건설 중인 5기를 포함한 신규 석탄발전소 7기까지는 가동하는 것을 상정했다.

탄소중립을 위한 산업 부문의 역할과 책임

산업 부문은 2018년 2억 6,050만 톤인 온실가스 배출량을 2050년에 20% 수준인 5,310만 톤까지 줄여야 한다. 이를 위해서는 3대 에너지 다소비 업종으로 꼽히는 철강, 시멘트, 석유화학·정유업계의 설비 교체 투자와 기술개발이 필수적이다. 철강업계에서는 수소환원제철 기술을 100% 도입하고 코크스를 사용하는 기존 고로를 모두 전기로로 바꿔 2018년 배출량 대비 95%를 감축해야 한다. 시멘트업계에서는 유연탄 연료를 폐합성수지와 수소 열원으로 전면 대체하는 등 방식으로 55%를, 석유화학·정유업계는 전기가열로 도입과 바이오 원료 활용 등을 통해 73%를 줄여야 한다.

2018년 9,810만 톤이었던 수송 부문 배출량은 1.8% 수준인 180만 톤까지 줄어야 한다. 그러려면 자동차·철도 등 육상교통 분야에서 더 이상 온실가스를 배출하지 않아야 한다. 시나리오는 전기·수소차가 전체 차량의 76%를 넘고, 나머지 차량은 모두 바이오 에탄올과 바이오 디젤 같은 탄소중립 연료만 사용해야 할 것으로 봤다.

건물 부문은 제로 에너지 건물 신축, 기존 건물의 그린 리모델링, 고효율기기 보급 등으로 2018년 5,210만 톤인 온실가스 배출량을 710만 톤까지 떨어뜨려야 한다. 폐기물 부문도 폐기물 감량과 재활용 확대 등을 통해 2018년 1,710만 톤인 온실가스 배출량을 440만 톤으로 줄여야 한다. 농축수산 부문은 가장 감축이 어려울 것으로 예상됐다. 이 부문에서는 식생활 개선을 통해 육류 소비를 줄이는 정책까지 추진해도 온실가스 배출량이 2018년 배출량 대비 43%밖에 줄어들지 않는다.

도전적인 목표를 실현하기 위한 모두의 노력

탄소중립 시나리오는 2050년에도 1억 2,710만~1억 4,490만 톤의 온실가스 배출은 불가피하다고 본다. 탄소중립을 위해 모두 흡수 또는 제거해야 할 배출량이다. 시나리오는 한반도 주변 해저 지층 분석 등을 토대로 탄소포집·저장(CCS)으로 처리할 수 있는 최대치를 6,000만 톤으로 잡았다. 포집한 탄소를 탄소중립 연료로 만들어 쓰는 등의 탄소포집·활용(CCU) 최대치 2,500만~3,500만 톤, 산림 등을 통한 흡수량 2,410만 톤을 더하면 흡수·제거 가능한 온실가스는 모두 1억 910~1억 1,910만 톤이 된다. 1,800만~2,580만 톤은 여전히 대기 중에 남는 셈이다. 환경단체로부터 시작부터 탄소중립을 포기했느냐는 비판이 나오는 이유다. 탄소중립 시나리오 검토안을 보면 탄소중립이 얼마나 도전적인 목표인지 잘 알 수 있다. 이 시나리오는 정권 교체에도 흔들리지 않는 정부의 강력한 정책과 기업들의 적극적인 투자에 기술적 불확실성을 메워 줄 과학기술, 경제적 부담과 불편을 기꺼이 감내해 줄 국민들의 의식 변화가 함께 하지 않고는 탄소중립이 불가능하다는 사실을 잘 드러내 준다.

시나리오에서 불가피하게 배출되는 온실가스를 제거하는 핵심 수단으로 제시된 탄소포집·저장이 경제성과 안전성을 갖춰 대규모로 적용되기 위해서는 기술적으로 해결해야 할 부분이 많다. 이산화탄소를 직접 포집(DAC)해 탄소중립연료를 만드는 것을 포함한 탄소포집·활용도 마찬가지다. 과학기술인의 노력과 열정이 필요한 대목이다.

특히 중요한 것은 국민의 태도다. 탄소중립에 들어갈 비용은 정부 예산이든 기업의 투자금이든 결국 세금을 내고 상품과 서비스에 가격을 지불하는 사람들이 최종적으로 부담해야 하기 때문이다. 탄소중립은 국민들에게 비용 부담뿐 아니라 실제 행동으로 참여할 것도 요구한다. 탄소중립 시나리오의 건물 부문에 들어 있는 에너지 수요 추가 감축, 폐기물 부문에 제시된 폐기물 최소화와 재활용을 극대화하기 위한 양질의 폐자원 배출 등은 국민들의 적극적인 참여 없이는 불가능하다. 농축수산 부문의 온실가스 감축 방안으로 들어가 있는 대체 단백질 기술개발을 통한 식생활 개선, 육류 소비 감축 유도 등도 마찬가지다.

2018년
산업 부문의 온실가스 배출량
2억 6,050만 톤

2050년
산업 부문의 온실가스 배출량
5,310만 톤

미래 전기화 시대를 여는 새로운 기술개발이 필요한 때 탄소중립의 완전한 실현을 위해

글. **권영국 에너지화학공학과 교수**

Copenhagen, Denmark

덴마크 코펜하겐의
소각장 아마게르 바케(Amager Bakke)

2008년 영국에서 기후변화법이 엘리자베스 2세 여왕의 승인을 받음으로써 제2의 산업혁명인 '저탄소 경제'의 출발을 알렸다. 그후 2020년을 기점으로 주요 국가들은 2050년까지 탄소의 순배출량을 0(zero)으로 맞추는 '탄소중립' 실현을 천명하고 있고, 일부는 법제화까지 완료했다. 이처럼 탄소중립은 기후 위기에 대응하는 전략인 동시에 각 국가간 경쟁의 장이기도 하다.
그렇다면 대한민국, 특히 울산에서 할 수 있는 탄소중립에는 무엇이 있으며, 과학기술은 어떠한 기여를 할 수 있을까?
탄소중립의 선진 사례인 덴마크의 코펜하겐과 우리의 상황을 비교하면서 함께 고민해보자.

탄소중립의 선진 사례

세계 주요 국가들이 2050년까지 탄소중립 실현을 약속한 가운데, 여러 국가들 중에서도 덴마크는 탄소중립에 있어 독보적인 위치를 차지하고 있다. 덴마크의 수도 코펜하겐은 이미 2005년과 비교하여 온실가스 배출을 42% 감축하는데 성공했으며, 2025년까지 탄소중립을 달성하겠다고 선언했다. 탄소중립을 향한 코펜하겐의 이러한 빠른 성취는 코펜하겐의 몇 가지 특징에서 찾아볼 수 있다.
우선 덴마크의 인구밀도는 한국의 약 25%에 그치며, 코펜하겐은 인구 62만여 명의 작은 도시이다. 도시의 규모가 작고 시민들의 환경의식 또한 높아 대중교통을 주로 이용하며, 특히 충분한 자전거 도로의 확보로 매우 높은 자전거 이용률을 기록하게 되었다. 또한 지리적으로 바람이 많이 부는 이점을 활용하여 코펜하겐에서 필요로 하는 전력의 대부분을 풍력발전으로 충족할 수 있었다. 다른 요인으로는 덴마크가 난방과 발전부문에서 화석연료를 퇴출한 것이 있다. 화력발전소에서는 석탄 대신 우드펠릿을 연료로 사용해 전력을 생산하고 있으며, 쓰레기 소각장에서 발생하는 열 에너지를 재활용하여 지역 난방에 활용하고 있다. 비록 우드 펠릿 또한 목재를 태우는 것이고, 폐기물을 소각할 때에도 이산화탄소가 발생한다는 점을 들어 비판받기도 하지만, 산림 경영의 관점에서 볼 때 적정량의 목재를 이용하고 새로이 식목을 하여 숲의 탄소흡수능력을 극대화하는 것이 오히려 전체적인 탄소감축을 촉진할 수 있으므로 긍정적인 모습도 존재한다고 할 수 있겠다.
그렇다면 미래에 완전한 탄소중립을 달성하기 위해 덴마크가 앞으로 나아갈 방향은 무엇일까? 코펜하겐의 경우, 도시에서 배출하는 온실가스의 1/3은 자동차의 내연기관에서 발생한다고 알려져 있다. 따라서 현재 덴마크에서는 자동차의 이용 자체를 제한하는 방안과 전기자동차 등의 친환경 차량을 적극적으로 도입

하는 방안 등을 고려하여 비교 중에 있다. 더불어 신재생 에너지의 완전한 보급을 위해, 2033년까지 풍력발전을 주로 수행하는 해상 인공 에너지 섬을 완공하는 것을 목표로 하고 있다. 당국의 발표에 따르면 해당 섬은 300만 가구에 전력을 공급할 수 있다고 한다. 덴마크의 총 인구가 600만 명에 미치지 못하는 것을 감안할 때, 이러한 섬이 완공된다면 사실상 대부분의 가정에 재생에너지를 보급할 수 있을 것으로 기대하고 있다.

덴마크의 탄소중립 전략을 우리나라, 그리고 울산에 그대로 옮겨올 수 있을까? 확답하기 어려운 문제이지만, 두 국가의 특성이 차이가 있는 만큼 우리의 실정에 맞는 해답을 찾으려 노력해야 할 것이다. 우리나라는 높은 인구밀도로 인해 국토의 여유가 충분하지 않은 편이다. 또한 중위도 지역의 특성상, 태양의 남중 고도 변화에 따른 계절의 변화가 뚜렷하여 삼림을 충분히 조성하거나 신재생 에너지를 전면적으로 도입하는 데에는 어느 정도 한계가 존재한다. 이러한 환경적 한계를 극복하기 위해서는 탄소, 특히 온실가스의 주범인 이산화탄소를 저감할 수 있는 새로운 기술개발에 집중해야 한다.

"UNIST는 세계적으로 인정받는 연구중심대학으로, 울산의 미래 산업 생태계 변화를 주도할 수 있는 핵심 기술개발에 역량을 집중하고 있다. UNIST는 이산화탄소를 탄소의 원료로 사용하여 석유화학 산업의 패러다임 변화를 제안하고, 청정 수소와 암모니아를 미래 에너지원으로 활용하는 신규 에너지 플랫폼 원천 기술을 개발하여 기존 산업의 니즈를 충족함과 동시에 미래 전기화 시대에 걸맞은 기술개발 방향을 제시해야 한다."

전기화와 탄소중립

굴뚝에서 배출되거나 공기 중에 존재하는 이산화탄소를 대량으로 저감하기 위한 가장 효율적인 방법은 이산화탄소를 모아서 땅속에 묻는 것이다. 그러나 이는 장기적으로 지질의 안정성을 떨어뜨릴 뿐 아니라 토양 생태계에도 악영향을 주게 된다. 그렇다면 포집한 이산화탄소를 원유와 같은 유용한 물질로 전환하는 기술(CCU: Carbon Capture & Utilization)을 개발하면 어떨까? 대부분의 CCU 기술은 이산화탄소 전환이 용이하도록, 반응의 활성화 에너지를 낮추기 위해 촉매를 사용한다. 바이오·광·열·전기 등의 다양한 촉매반응을 이용하여 이산화탄소를 전환함과 동시에 유용한 물질을 생산하여 기존의 환경 파괴적인 공정을 대체하는 탄소저감 기술이다. 특히 신재생 에너지의 보급이 확산됨에 따라 생활과 산업에서 전기를 에너지 플랫폼으로 활용하는 전기화(電氣化) 시대가 다가오고 있다는 점을 고려하면, 신재생 에너지에서 생산된 전기를 직접 활용하여 물(H_2O) 분해를 통해 얻어진 수소(H_2)를 이산화탄소(CO_2)와 반응시켜 전환하는 전기분해 기술이 긍정적으로 고려될 수 있다. 이산화탄소를 전기분해하면 일산화탄소(CO)나 에틸렌(C_2H_4) 등 산업에서 유용한 화합물을 얻을 수 있으며, 부산물로는 청정 에너지원인 수소(H_2)를 생산할 수 있다. 일산화탄소는 수소와 결합하여 다양한 산업에 필요한 기초화합물로 활용될 수 있으며, 에틸렌은 고분자 생산에 필수적인 석유화학 산업의 원료이기 때문에 친환경적인 CCU 기술이 될 수 있다.

직접 이산화탄소를 전환하지 않더라도 이산화탄소 배출량이 많은 기존 공정을 친환경적으로 대체한다면 탄소중립에 기여할 수 있다. 질소를 암모니아로 전환하는 산업을 예로 들어보자. 암모니아는 비료의 주요 원료로 사용되어 왔고, 최근 수소운반체로 주목받고 있는 화합물이다. 지금까지 암모니아를 합성하기 위해서 '하버-보쉬' 공정을 활용해왔는데, 고온·고압에서 운전되고 천연가스에서 수소를 뽑아 활용하다 보니, 이 단일 공정에서만 인류가 배출하는 전체 이산화탄소 양의 1~2%를 차지하는 환경 파괴적인 기술이다.

미래 전기화 시대에 걸맞게 전기분해 기술을 개발한다면, 공기 중의 질소와 물의 수소를 반응시켜 암모니아를 생산하는 것이 가능하다. 또한 최근 문제가 되고 있는 미세먼지의 원료를 이용하여 암모니아를 합성할 수도 있다. 배기가스에서 미세먼지를 유발하는 성분의 60%는 질소산화물(NO_x)인데, 이는 전기적 활성이 매우 높아 질소산화물을 전기분해하면 암모니아를 선택적으로 생산할 수 있다. 비록 CCU 기술은 아니지만, 질소 기반 화합물을 전기분해하여 암모니아를 합성하면, 미세먼지 저감과 수소경제 실현, 그리고 이산화탄소 배출을 저감하는 1석 3조의 기술이 될 수 있다.

탄소중립을 위한 UNIST의 도전

울산공업지구는 정부가 지정한 첫 국가산업단지로서 지난 50년간 석유화학, 조선, 자동차 등의 핵심 산업을 중심으로 대한민국의 경제성장을 이끌며 '산업 수도'의 명성을 유지하고 있다. 그러나 이들 산업은 에너지 의존도가 높고 환경오염물질의 배출량이 많기 때문에 동시에 '공해도시'라는 오명을 지니고 있다. 따라서 앞으로 다가올 전기화 시대에 걸맞은 친환경적인 전략 수립이 필수적인 상황이다. 울산에 위치한 UNIST는 세계적으로 인정받는 연구중심대학으로, 울산의 미래 산업 생태계 변화를 주도할 수 있는 핵심 기술개발에 역량을 집중하고 있다. UNIST는 이산화탄소를 탄소의 원료로 사용하여 석유화학 산업의 패러다임 변화를 제안하고, 청정 수소와 암모니아를 미래 에너지원으로 활용하는 신규 에너지 플랫폼 원천 기술을 개발하여 기존 산업의 니즈를 충족함과 동시에 미래 전기화 시대에 걸맞은 기술개발 방향을 제시하여 울산과 대한민국의 2050 탄소중립에 기여해야 할 것이다.

UNIST, 일론 머스크의 탄소제로를 향한 꿈을 함께 하다

XPRIZE CARBON REMOAL

미국의 전기차 회사 '테슬라'와 민간 우주기업 '스페이스X'를 이끄는 일론 머스크(Elon Musk)가 지난 4월 상금 1억 달러를 내건 'XPRIZE Carbon Removal(이하 XPRIZE)'를 개최했다. 그리고 이번 대회에 탄소포집 및 활용 분야에서 혁신적인 성과를 내고 있는 김건태 교수 연구팀을 비롯해 김용환, 권태혁 교수팀 등 세 개 팀이 도전장을 내밀었다.

글. **편집실** 사진. **김범기**

탄소제로를 향한 세계 최대 기술대회

"우리의 목표는 세계가 에너지를 소비하는 방식을 근본적으로 바꾸는 것입니다. 테슬라는 화석연료 에너지를 전기 에너지로 대체함으로써 자동차 산업을 혁명적으로 바꾸려고 합니다. 궁극적 목표는 세계가 지속가능 에너지에 기반을 둔 사회로 변모하는 것입니다."

지난 2015년 봄, 일론 머스크가 테슬라 콘퍼런스에서 남긴 말이다. 실제로 일론 머스크는 전기 자동차를 시작으로 가정과 도시, 지역사회에서 사용하는 에너지를 그린에너지로 바꾸는 계획을 차근차근 실행에 옮기고 있다. 가정용으로 태양광 패널이 내장된 타일과 에너지 저장 배터리를 생산하고 있으며, 지역사회용으로 대규모 에너지 저장 단지(ESS: Energy Storage System) 건설에 필요한 인프라와 하드웨어 시스템을 직접 생산하고 있다. 지속가능한 에너지를 향한 그의 도전은 'XPRIZE'에서 새로운 전환을 맞게 될 것으로 보인다.

일론 머스크와 머스크 재단이 1억 달러(약 1,120억 원)의 상금을 내건 이번 대회 개최에 앞서 일론 머스크는 성명을 통해 "이제는 탄소 '중립'이 아닌 '감축'으로 가야 한다"며 "이 대회는 2050년까지 10기가 톤의 탄소제거 목표를 총체적으로 달성할 수 있도록 효율적인 솔루션을 고취하고 확장하는데 도움을 주는 일"이라고 말했다. 아누셰프 안사리(Anousheh Ansari) 'XPRIZE' 최고경영자 또한 "인간이 상상력과 창의력을 발휘하면 좀 더 밝고 지속가능한 지구의 미래를 만들 수 있다"고 말하며, 이번 대회를 계기로 "전 세계에서 광범위하게 사용할 수 있는 솔루션의 개발과 실행을 위해 지원을 아끼지 않을 것"이라 발표했다. 인류에게 크나큰 위협이 된 지구의 기후변화에 대한 솔루션 탄생에 기대를 표한 것이다.

4년 동안 이어지는 탄소감축을 위한 여정

'XPRIZE'는 올해 4월 22일부터 4년 후인 2025년 4월 22일까지 진행된다. 최초 실증 요구조건은 1단계에서는 연간 1,000톤의 CO_2를 처리하는 기술을, 2단계에서는 가동하여 실질적인 CO_2 제거(네거티브 배출)를 입증해야 한다. 이후 제3자 검증을 통해 기가 톤 규모로의 확장 가능성 및 환경·사회·정치 등 다양한 측면에서의 기술의 영향력 또한 입증해내야 한다. 탄소포집 기술은 탄소를 줄이는 여러 방법의 하나로 특히 석탄이나 석유를 사용하면서 발생하는 이산화탄소가 아예 공기 중으로 방출되지 못하도록 하는 기술이 대표적이다. 쉽게 말해 공장에서 나오는 이산화탄소를 포집해 땅속에 주입하고 봉인하는 것으로 생각할 수 있다. 그러나 오래전부터 많은 아이디어가 쏟아져 나왔음에도 불구하고 상용화가 어려운 기술로 꼽힌다. 현재 많은 나라에서 이산화탄소를 잘 흡수하는 물질로 이를 줄이는 기술을 시행하고 있다. 산소로 화석연료를 태워 증기는 냉각해 응축하고 남은 이산화탄소를 포집할 수도 있다.

일론 머스크는 이번 대회를 통해 더욱 근본적이고 혁신적인 탄소포집 기술을 상용화하는 데 목표를 두고 있다. 따라서 이번 대회에 제안 가능한 탄소제거 기술은 자연을 기반으로 만든 방법, 직접 포집, 광물화, 이산화탄소를 영구적으로 격리하는 기술 등이 모두 포함된다.

1억 달러의 상금 분배 계획에도 많은 이목이 집중되고 있다. 상금은 먼저 대회 시작 후 1년 6개월 뒤 본선에 진출할 상위 15개 팀을 선정해 각각 100만 달러(약 11억 원)를 수여한다. 또 같은 기간에 학생들로 구성된 25개 팀을 선발해 각각 20만 달러(약 2억 원)를 지급한다. 나머지는 대회가 끝나고 1~3등을 선정해 각각 5,000만 달러(약 558억 원), 2,000만 달러(223억 원), 1,000만 달러(약 111억 원)를 수여한다. 일론 머스크는 "우리는 참가자들이 10억 톤 수준에서 실질적인 영향을 줄 수 있는 기술을 개발하기를 바란다"며 "어떤 것이라도 좋고 특히 시간이 중요하다"고 밝혔다. 이 긴 여정에 UNIST 연구진들도 당당히 도전장을 내밀었다. 이산화탄소의 포집 재활용 분야에 괄목할 만한 성과를 내고 있는 김건태 교수팀과 김용환, 권태혁 교수팀 등이다. 이산화탄소포집·활용(CCUS: Carbon Capture, Utilization, and Storage) 기술은 물론 그린 에너지, 에너지 저장 분야의 선도적 연구를 통해 탄소중립 실현에 앞장서 온 UNIST이기에 이번 대회에서도 우수한 연구 결과를 도출할 수 있으리라 기대를 모으고 있다.

기후 문제 해결과 수소화 시대를 향한 작지만 큰 한 걸음

이산화탄소, 전기와 수소로 변신하다

김건태 교수는 이산화탄소를 수소로 만드는 세계 최초의 기술을 개발한 장본인이다. 그가 개발한 '메탈-이산화탄소 시스템(Metal-CO_2 System)'은 이산화탄소를 제거함과 동시에 전기와 수소를 생산할 수 있는 시스템으로 과학계는 물론 산업계에서도 혁신적인 기술로 주목받고 있다. 김건태 교수를 비롯한 4명의 연구원(김정원, 양예진, 표세원, 조효이)은 이번 대회를 통해 그동안의 연구 성과를 세계에 알리고, 탄소저감 및 활용 기술 분야에 뜻을 보태기 위해 참가를 결정했다.

"현재까지 이론 검증 연구와 실험은 모두 완료한 상태입니다. 이와 동시에 실질적으로 산업에 적용 가능한 시스템을 구현하기 위해, 시스템의 대형화와 경제성을 만족시키는 공정 설계를 진행 중입니다. 공정 설계와 플랜트 구축을 위해 전문 기업들과 협업하여 산·학이 함께 기술개발과 실용화에 힘쓰고 있습니다."

이번 대회의 실증 요구조건은 1단계는 연간 1,000톤의 CO_2를 처리하는 기술 제안이고, 2단계에서는 제안한 기술을 가동하여 실질적인 CO_2 제거(네거티브 배출)를 입증하여야 한다. 김건태 교수팀은 이미 개발된 '메탈-이산화탄소 시스템'의 사이즈업이 순조롭게 이루어진다면 충분히 가능하다며 자신감을 내비쳤다.

"바닷물은 공기 중에 이산화탄소를 자발적으로 흡수하여 산성화가 됩니다. 이산화탄소 농도가 높아지면 자연스럽게 바닷물에 이산화탄소가 녹아 들어가게 되죠. 이 현상에 착안하여 이산화탄소를 물에 녹여 전해질로 사용하는 메탈-이산화탄소 시스템을 개발하게 되었습니다. 현재 10kW급 시스템을 구축하였고, 이 시스템은 하루에 3.2톤의 이산화탄소를 저감할 수 있으며, 7.2톤의 탄산수소나트륨을 생산할 수 있습니다. 현재 관건은 규모를 MW급으로 키워 구축하는 것입니다. 더불어 연속 공정 설계를 통해 이산화탄소를 지속적으로 저감·활용할 계획입니다."

저감에서 활용까지, 두 마리 토끼를 잡다

메탈-이산화탄소 시스템은 자발적 구동으로 효율성이 뛰어나 이에 따른 수소 발생 속도 또한 굉장히 빠르다. 이는 이산화탄소를 더 빠르고 값싸게 줄이면서 수소와 전기를 생산할 수 있는 세계 최고 수준의 기술이기도 하다. 원천 기술개발 이후 실증 연구 수준에 빠르게 도달한 만큼 상용화 가능성도 높다.

특히 기존의 이산화탄소 활용 기술의 경우 이산화탄소를 직접 변환시키는 과정에서 에너지 소모가 커서 효율성이 낮기 때문에 상용화가 되기 어려운 단점이 있었다. 하지만 김건태 교수팀의 시스템의 경우 자발적인 화학 반응으로 효율성이 높고, 시스템 구동을 위한 추가적인 에너지 투입이 필요 없다는 장점이 있기 때문에 이산화탄소 저감 및 활용 기술에서 주목을 받고 있다. 이산화탄소를 제거하고 전기 에너지와 청정 에너지 자원인 수소를 생산해낼 수 있으니 미래 수소 에너지 시대를 앞당기는 역할을 기대해볼 만하다.

"현재 이산화탄소를 활용하는 메탈-이산화탄소 시스템 연구 이외에도 다양한 연구를 진행하고 있습니다. 차세대 에너지 변환 장치로 연료전지(SOFC, PCFC, PEMFC) 등의 분야를 꾸준히 연구하고 있고, 차세대 에너지 저장장치로 금속-공기 전지(Metal-Air battery) 또한 연구하고 있습니다. 현재는 수소화 시대에 발맞춰 이산화탄소 저감 및 수소 생산(수전해, 암모니아 개질) 쪽에 보다 큰 관심을 두어 연구를 진행하고 있으며, 기존의 연구들 또한 꾸준히 이어가려 노력을 기울이고 있습니다."

이산화탄소를 대량으로 전환하면서, 친환경 에너지인 수소와 전기를 생산할 수 있는 기술은 아직은 김건태 교수팀의 기술이 유일하리라 전망된다. 대부분의 이산화탄소 변환 기술들은 대량의 에너지를 투입해야 하므로 많은 양의 이산화탄소를 전환할 때 얼마나 많은 에너지를 소모해야 할지는 미지수이기 때문. 세계 각국의 과학자들이 여러 기술을 선보이는 자리인 만큼 기술 발표 후 향후 유사 기술 탄생이 염려되지는 않느냐는 질문에 그는 "범지구적인 관점에서 본다면 이산화탄소 저감을 위한 공동의 기분 좋은 협약이 아니겠냐"고 반문한다. 김건태 교수의 웃음에서 과학자의 연구 열정과 여유를 동시에 엿볼 수 있었다.

에너지화학공학과
김건태 교수팀

화학과
권태혁 교수팀

저감에서 활용으로, 선순환이 주는 에너지의 힘

바닷물을 활용한 이산화탄소의 전환

권태혁 교수는 이미 이번 대회 출범 전부터 온실가스 이산화탄소를 바이오 연료로 변환시키는 전기 촉매 연구를 강석주, 이근식 교수와 함께 진행해왔다. 특히 대기 중의 이산화탄소 농도 증가로 바다 또한 산성화가 되고 있음에도 뚜렷한 방안이 없어 이를 극복할 수 있는 연구에 관심이 있던 참이다. 권태혁 교수 연구팀은 기존에 보유하고 있던 '초음파 에너지로 손쉽게 탄소에 이종 원소를 도핑하는 기술'을 강석주 교수와의 공동 연구를 통해 '해수에 녹아 있는 이산화탄소를 바이오 연료로 변환시키는 지속가능한 촉매-베터리 시스템'으로 발전시켰다. 더불어 '비금속 촉매 최초로 이산화탄소를 프로판올로 선택적으로 변환시키는 촉매 시스템'을 개발해 특허를 출원함으로써 이산화탄소 변환 메커니즘을 명확히 밝혀낼 수 있었다. 이미 상당 부분 연구가 진행되어 괄목할 만한 성과를 냈을 뿐 아니라 기술이 가진 다양한 차별점 역시 이번 출사표에 큰 영향을 미쳤다.

"저희의 연구 결과가 기존의 연구와는 다르게 촉매 내 값비싼 금속이 없다는 점, 이산화탄소를 고부가가치의 바이오 연료로 변환시킨다는 점, 지속가능한 배터리 시스템에서 촉매가 구동한다는 점, 해수에도 적용 가능하다는 점에서 차별성이 있다고 판단해 이번 대회에 참가하게 되었습니다."

권태혁 교수의 말처럼 단순히 이산화탄소를 감축하는 데 그치지 않고 고부가가치의 연료로 변환시킬 수 있다는 것이 이 기술의 가장 큰 강점이다. 물론 어려움도 있다. 하루에 1톤의 탄소를 제거하기 위해 감축량을 최대한 늘려야 하기 때문이다. 하루 1톤의 탄소를 제거하려면 4,500m^2의 야구장 절반에 달하는 촉매 면적이 필요하다. 권태혁 교수는 이를 보완하기 위해 촉매의 구조, 조촉매의 활용, 전극의 구조, 소자의 구조를 조절하는 등 다각도에서 연구를 이어가고 있다.

"이산화탄소를 제거함과 동시에 유용한 바이오 연료로 변환시키는 전기 촉매 콘셉트로 연구를 진행할 계획입니다. 전극을 그물 구조로 제작하여 비표면적을 10배 향상하고, 소자를 플로우 셀(flow cell) 구조로 제작하면 전류량을 10배 정도 향상할 수 있는데요. 그러면 기존보다 훨씬 적은 양인 45m^2의 촉매 전극만 필요합니다. 앞으로 촉매 개질에 대한 연구가 후속으로 진행될 예정이기 때문에, 필요 면적은 점점 줄어들 것으로 예상됩니다. 무엇보다 저희 기술은 전해질로 바닷물을 사용해 중공업과 해양 산업 분야에서의 응용력이 뛰어납니다. 특히 이산화탄소를 바다에 많이 배출하는 해양플랜트 산업과 연계한다면 하루 10억 톤 감축도 기대해볼 만합니다."

융합 연구가 만드는 더 나은 삶의 질

권태혁 교수 연구팀은 현재 파동 에너지를 기반으로 인류가 직면한, 음식(Food), 에너지(Energy), 환경(Environment), 질병(Disease)의 문제를 해결하기 위한 연구(FEED)를 진행하고 있다. 화석연료를 신재생 에너지로 대체하는 연구뿐 아니라 조명 에너지를 재활용하는 광충전 배터리 시스템, 빛의 성질을 활용해 활성산소를 효과적으로 만들어낼 수 있는 광감각제 개발 등 다양한 분야를 망라한다. 이 기술들은 고부가가치 바이오 연료를 만드는 데 쓰이거나 농업, 그린 에너지, 암 치료 등 인류의 삶을 개선하기 위한 밑거름이 될 것이다.

"저희 연구는 각 분야에 맞춰 독립적으로 연구하기도 하지만, 하나의 기술로 융합한 하이브리드 연구로도 진행하고 있습니다. 예를 들어 전기가 아닌 태양전지 기반의 이산화탄소 변환, 수소 생산 및 암모니아 합성이 가능한 그린 촉매 시스템 개발을 하는 하이브리드 연구가 그것이죠. 최종 목표는 파동 에너지를 활용한 하이브리드 시스템 개발을 통해 그린 에너지와 환경, 바이오 사회 구축에 고른 자양분이 될 수 있는 연구(FEED)를 이어가는 것입니다." 권태혁 교수는 이번 대회 역시 연구팀의 지속가능한 연구를 위한 하나의 과정이라고 이야기한다. 하루 탄소 10억 톤 감축이라는 목표 역시 그동안 꾸준히 관심을 가지고 이어왔던 이산화탄소 감축 연구의 일환이기 때문. 대회의 수상이나 상금이라는 단기적인 성과에 연연하기보다는, 인류에게 선한 영향을 주는 기술을 꾸준히 개발해 나가겠다는 과학자의 뚝심에 응원의 박수를 보낸다.

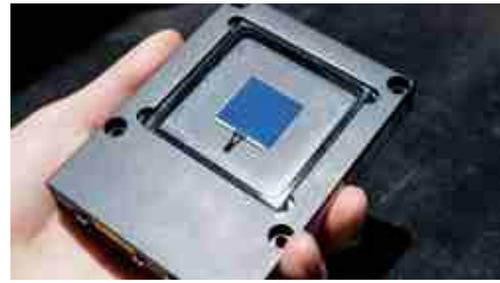
탄소중립 시대, 최근 주목받고 있는 에너지원은 바로 '수소'다. 수소는 에너지원으로 사용할 경우, 이산화탄소를 배출하지 않고, 전기에너지나 열에너지 등 최종 에너지로의 변환이 용이할 뿐만 아니라 장기간 저장과 원거리 이동도 편리하다는 점에서 각광을 받고 있다. 그런데 한 가지 아이러니한 사실은 이 수소를 생산하기 위해 화학연료를 이용한다는 것이다. 에너지화학공학과 장지욱 교수 연구실은 광전극을 물에 넣고 햇빛을 쪼여 수소를 얻는 '태양광 수소' 연구를 통해 탄소중립에 혁신적인 해법을 제시하고 있다.

한계를 극복하고 새로운 패러다임을 제시하다

태양광 수소 전환 기술 상용화를 위해

에너지화학공학과
장지욱 교수 연구실

글. **권주희** 사진. **김범기**



수소가 진짜 친환경 에너지원이 되기 위해

수소는 친환경 에너지원으로 각광받고 있지만 현재 상황은 그리 녹록치 않다. 수소가 생성된 이후에는 친환경적인 사용이 가능하지만 그 생산 자체는 경제성의 논리로 친환경과는 다소 거리가 멀다.

일반적으로 수소 생산에는 석유나 석탄, 천연가스 등 화석연료가 이용된다. 수소 생산의 95% 이상을 차지하고 있으며, 이 과정에서 이산화탄소가 배출되기 때문에 이렇게 생산된 수소는 더 이상 친환경 에너지원이라 말하기 어렵다. 장지욱 교수 연구실의 태양광 수소 연구는 쉽게 말하자면 '햇빛'과 '물'을 통해 '친환경 수소'를 생산하고자 한다.

"식물이 광합성을 통해서 이산화탄소와 물을 영양분으로 바꾸듯이, 광전극이 햇빛과 물을 수소로 변환시키는 거죠. 본 연구가 성공적으로 완료된다면 친환경적인 방법으로 친환경적인 에너지를 만들 수 있게 됩니다."

햇빛 즉 태양광 에너지는 물을 분해해서 수소를 생산하기에 충분한 에너지를 가지고 있다. 이때 광전극이 촉매의 역할을 담당한다. 조금 더 자세히 설명하면 광전극은 물속에 들어 있는 반도체로 태양광 에너지를 받으면 전자와 정공을 생성하는데, 전자가 전도대에서 물을 환원해 수소를 발생시키고, 정공이 가전도대에서 물을 산화해 산소를 발생시키는 것이다.

무기 반도체 광전극이 유기 반도체 광전극으로

이와 같은 태양광 수소 생산에 쓰이는 광전극은 태양광 에너지를 흡수해 전하 입자를 만드는 반도체 물질로 이뤄졌다. 생성된 전하 입자가 전극 표면에서 물과 반응해 수소와 산소를 만드는 것이다. 그런데 반응이 물속에서 일어나기 때문에 안정한 금속 산화물로 꼽히는 무기 반도체 광전극이 주로 연구 대상이었다. 무기 반도체의 '안정성'에 높은 점수를 준 것이다. 유기 반도체의 경우에는 수소 생산 '효율'은 훨씬 높지만 물속에서 빠르게 손상되기 때문에 광전극으로 쓰이지 못했다. 장지욱 교수 연구실을 중심으로 한 공동 연구팀은 액체 금속(인듐-칼륨 합금)과 니켈 포일, 촉매(니켈-철 이중 수산화물)로 구성된 '모듈 시스템'을 이용해 물속에서도 문제없는 유기 반도체 광전극을 만들었다. 니켈 포일은 물이 유기 반도체와 직접적으로 접촉하는 것을 막고 포일 위에 바로 결합된 촉매가 전체 반응을 돕는다. 또한 니켈 포일과 유기 반도체 사이를 메우는 액체 금속이 물은 빈틈없이 차단하면서도 전하 입자의 흐름은 원활하게 하는데 이렇게 만들어진 새로운 유기 반도체 광전극은 기존 무기 반도체 광전극의 2배 이상인 15.1 mA/cm^{2}의 광전류를 기록한다.

"광전극 기술을 상용화하기 위해서는 안정성과 효율 두 가지 측면을 모두 고려해야 하는데요, 기존에는 '안정성'에 초점을 맞추었어요. 1972년부터 태양광 수소 연구가 시작되었어요. 지난 50년 동안의 광전극 연구는 안정성은 높을지언정 수소 생산 효율은 10%의 벽을 넘지 못했죠. 저희 공동 연구팀은 이 패러다임을 바꾸었어요. '효율'을 기준으로 안정성을 보완한 것입니다. 무기 반도체에 비해 안정성이 낮다는 유기 반도체를 사용하되 안정성을 보완하기 위해 모듈 시스템을 개발했습니다."

무한 가능성을 품은 태양광 에너지

이번 연구는 광전극 기술의 상용화에 있어 기술적 한계를 극복했다고 평가받는다. '안정성'이란 단점을 보완하고 '효율'이란 장점을 극대화한 것이다. 더불어 무기 반도체와 달리 유기 반도체는 무궁무진한 조합을 만들 수 있어 효율이 더 높은 유기 반도체 물질을 계속 발굴할 수 있는 가능성도 열려 있다.

기후 온난화 시대, 인류 전체에 삶의 방식을 근본적으로 변화해야 한다는 위기의식이 높아지고 있다. 과학기술인에게 이러한 문제는 보다 묵직하게 다가올 터. 장지욱 교수 연구실의 구성원들은 지속가능한 발전을 위해 탄소중립은 아무리 강조해도 지나치지 않는다 말한다. 그리고 여기서 한 발 더 나아가 태양광 에너지의 효율적 사용으로 인류가 보다 현명한 해법을 찾길 기대한다. "1시간 동안 지표면에 닿는 태양광 에너지가 전 세계 인류의 1년 에너지 사용량보다 많습니다. 다시 말해 태양광 에너지는 무한하다고 해도 과언이 아닌데요, 이러한 태양광 에너지를 어떻게 활용해야 할지 과학기술인들이 머리를 맞댈 때입니다."

"지난 50년 동안의 광전극 연구는 안정성은 높을지언정 수소 생산 효율은 10%의 벽을 넘지 못했죠. 저희 공동 연구팀은 이 패러다임을 바꾸었어요. '효율'을 기준으로 안정성을 보완한 것입니다. "

MINI INTERVIEW

장지욱 교수

"유기 반도체 물질의 안정성과 효율을 증가시켜 태양광 수소 생산 효율 10% 이상 달성할 터"

태양광 수소 연구는 언제부터 시작되었고 최종 목표는 무엇입니까?

이번 연구는 에너지화학공학과 양창덕 교수, 신소재공학과 조승호 교수 연구실과 함께 지난 2018년부터 진행했습니다. 유기 반도체 물질을 물로부터 효과적으로 보호하는 모듈 시스템을 이용해 안정성과 효율이 모두 우수한 광전극을 개발했고, 이 광전극을 물에 넣고 태양광을 쬐면 광전극에서 나온 전하입자가 전극 표면에서 물과 반응해 수소와 산소가 생산됩니다. 향후 태양광 중 자외선 영역에 대한 유기 반도체 물질의 안정성과 효율을 증가시켜 태양광 수소 생산 효율을 10% 이상 달성하는 것을 목표로 하고 있습니다. 지난해 11월 <네이처 커뮤니케이션즈(Nature Communications)>에 해당 연구가 공개되기도 했습니다.

영국의 네이처 퍼블리싱 그룹(Nature Publishing Group)에서 발행하는 세계적인 저널에 게재되어 무척 영광이었습니다. 이번 연구는 높은 효율을 갖는 유기 반도체 물질을 광전극에 적용할 수 있다는 새로운 가능성을 열었고, 논문 게재를 통해 기존의 한계를 극복하고 태양광 수소 전환 기술의 상용화 앞당길 수 있는 중요한 연구라는 점을 입증했다고 생각합니다.

탄소중립 관련하여 이후 계획하고 있는 연구에 대해 한 말씀 부탁드립니다.

일단 태양광 수소 생산의 효율을 높이는데 집중할 것입니다. 더불어 본 시스템의 스케일업 기술개발에도 지속적으로 노력할 예정입니다. 뿐만 아니라 태양광 에너지를 화학에너지로 저장해서 그 화학에너지를 필요할 때 쓸 수 있는 시스템인 '광전기화학 태양광 배터리'도 관심을 가지고 연구하고자 합니다.

버려지는 커피 찌꺼기에서 그린 뉴딜의 해답을 찾다

UNIST Start-up

THE LOAD

팬데믹은 전 세계 스타트업 시장을 위기에 빠트렸다고 말한다. 그러나 모든 위기에는 기회의 순간이 있기 마련. 환경에 대한 불안이 전 세계를 잠식하는 지금, 커피 찌꺼기에서 탄소나노입자를 추출해내는 친환경 원천 기술을 개발한 (주)더로드에서 위기를 기회로 전환하는 기술의 힘을 발견했다.

글. **편집실**

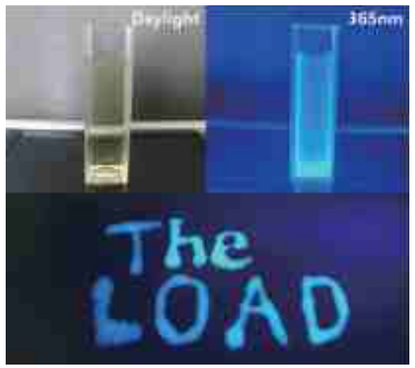
친환경, 글로벌 시장의 기회로 떠오르다

코로나19와 기후변화 문제는 전 세계에 환경에 대한 인식을 바꾸는 전환점이 됐다. 지속가능한 공존은 글로벌 시장의 공통된 이슈가 되었으며, 에너지와 전력 산업에 있어 혁신 기술 탐색은 중요한 화두로 떠올랐다. 각국 정부가 친환경 목표를 설립하고 강력한 시행을 하는 요즘, 관련 기업들도 이러한 목표에 도달할 수 있도록 다양한 활동을 벌이고 있다. 대한민국 정부 역시 '그린 뉴딜'이라는 정책 과제를 전면에 내세우고 폭넓은 분야에서 관련 스타트업을 발굴·육성하고 있다. 실제로 우리나라는 세계에서 일곱 번째로 이산화탄소를 많이 배출하는 나라로 꼽힌다. 그린 뉴딜의 최종 목표는 탄소의존 경제에서 탄소 배출제로 경제로의 전환. 세계 시장에 아무리 다양한 변수가 발생한다고 하더라도 환경 기술만은 꾸준히 새로운 기회의 장이 될 수 있다는 의미다.

UNIST 1기 출신 김유빈 대표가 화학공학 2019년 박사 졸업 후 설립한 더 로드는 환경 문제를 해결하는 동시에 고유의 기술을 통해 경제적 가치까지 창출하는 기업이다. '세상을 이롭게 하는 스마트 환경 파트너'라는 슬로건에는 '더 스마트하게, 더 환경을 생각하는 기업'이 되고자 하는 포부가 담겼다. 그렇다면 더 로드의 핵심 기술은 과연 무엇일까? 바로 커피를 추출한 뒤 나오는 커피 찌꺼기(커피박)에서 탄소나노입자와 탄소나노에어로겔을 합성하는 것.

"2019년 창업 당시에는 로드인터내셔널(LOAD International)이라는 이름으로 출발했어요. 수질 분석 분야에 관심을 두고 랩온어칩(Lab-on-a-chip)을 탑재한 드론, 수질 분석 인공지능 등 다양한 분야에서 연구와 사업을 이어갔죠. 그러던 중 수질 분석뿐 아니라 다른 환경 분야로도 확장해보면 어떨까 하는 생각이 들더라고요. 폐자원을 화학적으로 업사이클링(Up-cycling) 하는 연구를 이어가다 커피 찌꺼기에 함유된 탄소와 폴리페놀 성분에 주목하게 됐죠."

김유빈 대표와 동료들은 연구 끝에 커피 찌꺼기에서 '형광 탄소나노입자(C^2NP)'를 추출해냈다. 형광 탄소나노입자는 전기적, 광학적 성질을 지닌 아주 작은 입자로, 특정 파장에 노출되면 특정 색의 빛을 방출한다. 이 같은 특성 때문에 바이오이미징, 약물전달 시스템, 디스플레이, 태양전지 등에 핵심 소재로 쓰인다. 형광 식물과 형광 페인트 등 실생활에도 유용하게 활용된다. 그러나 기존에 쓰이던 형광 탄소나노입자는 중금속에서 추출한다는 특성 때문에 환경오염에 대한 문제가 끊임없이 제기되어 왔다.



더 로드에서 추출하는 형광 탄소나노입자는 식물성 원료에 기반한 만큼 환경오염에 대한 기업과 소비자의 우려를 불식시키는 대안이 될 수 있을 것으로 보인다. 게다가 생산 과정에서 폐기물 배출이 거의 없는 친환경 화학 공정을 활용한다는 것도 큰 장점. 더불어 업사이클링 방식을 활용하기 때문에 가격 경쟁력도 뛰어나다.

"커피 찌꺼기를 이용한 탄소나노입자는 현재 원천기술을 확보했고, 시제품 제작을 위한 스케일업 과정에 있습니다. 약 7조 원 규모의 세계 이미징 시장에 진입하기 위한 준비도 마쳤죠. 최근에는 EGS 지수 개선을 위한 폐자원 업사이클링 AI 개발을 진행하고 있습니다. 전문적인 화학적 업사이클링 과학지식을 통해 기업의 ESG 지수를 올려줄 수 있는 프로그램입니다. 회사의 연구개발 분야가 확장되면서 사명도 '더 로드(THE LOAD)'로 새롭게 바꿨습니다."

UNIST 연구지원본부와의 든든한 동행

사명 변경과 함께 기업 이미지 리브랜딩 작업도 진행됐다. 새로운 사업을 함께할 팀원들도 충원했으며, 모두 함께 기업의 핵심가치와 비전, 미션을 고민한 끝에 더 로드만의 아이덴티티도 새롭게 다듬었다. '세상을 이롭게 하는 스마트 환경기업'으로 도약할 준비를 완벽하게 마친 셈이다.

김유빈 대표의 자신감 있는 도전은 UNIST라는 든든한 지원군을 만나며 날개를 달았다. 더 로드의 원천기술이 시장에 안정적으로 안착할 수 있도록 UNIST 연구지원본부(UCRF)가 주축이 되어 연구와 기술, 상용화 등 다방면으로 지원을 이어가고 있기 때문이다. UNIST 연구지원본부는 현재 커피 찌꺼기로부터 만들어진 탄소나노입자가 고부가가치 제품이 될 수 있도록 다양한 연구개발을 함께 진행하고 있다. 이 밖에 정밀소재 분석과 바이오셀 테스트, 동물 실험 등을 통해 탄소나노입자의 기능을 향상하는 한편, 대량 생산을 위한 시제품 설계와 제작도 지원한다. 첨단장비와 전문인력을 갖추고, 사업의 전 주기에 걸쳐 맞춤 지원을 받을 수 있다는 것이 큰 강점. 신태주 UNIST 연구지원본부장은 "UCRF의 전문성과 더 로드의 창의적 아이디어를 결합해 그린 뉴딜을 선도할 화학적 업사이클링 사업화 사례로 육성시킬 것"이라고 밝혔다.

더 로드는 앞으로 커피 찌꺼기에서 탄소나노입자뿐만 아니라, 탄소나노에어로겔, 폴리페놀 등 새로운 업사이클링 물질을 추출하기 위한 연구도 진행하고 있다. 탄소나노에어로겔은 고기능성 단열재, 방한 단열 섬유, 친환경 도료 등에 적용될 수 있는 고부가가치 물질이고, 폴리페놀은 항산화 효과를 지닌 물질로 널리 알려져 있다. 무심하게 버려지는 커피 찌꺼기가 무궁무진한 가능성을 가진 고부가가치 물질로 변화하게 된 것이다. "더 로드의 성장은 더 나은 세상, 지속가능한 공존이라는 전 세계의 목표와 뜻을 같이하고 있습니다. 우리의 연구가 안전하고 깨끗한 세상을 만드는 데 보탬이 될 수 있다면 그보다 더 큰 보람은 없을 거라 생각해요. 이런 신념이 계속 연구를 이어나갈 수 있는 원동력이기도 하고요. 앞으로도 인류 삶에 기여하는 최고의 화학적 업사이클링 기업이 되기 위해 노력하겠습니다."

기술의 발전은 결국 사람을 향해 있다. 사람과 환경, 성장이 조화롭게 어우러지는 미래를 목표로 하는 그린 뉴딜의 핵심가치와 뜻을 같이하는 더 로드의 힘찬 도약이 더욱 가치 있게 느껴지는 이유다. 녹색 성장이라는 확고한 신념 아래 세계 시장에 뛰어든 더 로드가 위기에 빠진 환경 분야에 새로운 대안이 되길 기대해본다.

과학기술에 대한 흥미와 관심, UNIST 입학의 필요충분조건 2022년 신입생 모여라!

한여름 더위로 지치는 요즘, 입시를 준비하는 수험생에겐 이 여름이 더욱 힘들기만 할 터. 2022년 신입생 모집을 어떻게 계획하고 있는지 권태혁 입학처장(화학과 교수)을 만나 자세한 이야기를 들어보았다. 고민 많은 수험생들에게 더위를 확 날릴 시원한 해법을 제시하는 담당자이자 먼저 이 길을 걸어온 선배의 이야기에 귀 기울여보자.

권태혁 입학처장

01

Q. _____ 2022년 신입생 모집에 대한 개괄적인 설명을 부탁드립니다.

A. _____ 2022년 신입생은 총 440명 모집을 하려고 합니다. 정원 내 400명과 정원 외 40명으로 구성되고요, 수시모집에서 430명, 정시모집에서 10명을 선발하고자 합니다.

02

Q. _____ 2021년과 2022년 입시를 비교했을 때 달라진 점이 있다면 무엇인가요?

A. _____ 2021년 대비 크게 3가지 변화가 있습니다. 첫 번째, 가장 큰 변화는 면접평가 없이 서류전형으로 100% 선발을 진행하는 것입니다. 특기자 전형만 면접을 실시합니다. 따라서 자기소개서에서 본인의 우수성을 논리적으로 피력하고 기타 입증자료를 잘 준비하는 것이 중요합니다. 두 번째, 모든 전형에서 추천서가 폐지되어 누구나 자유롭게 지원할 수 있도록 했습니다. 특히 지역인재전형에 해당하는 학생의 경우, 기존에는 제한된 학생들만 가능했으나 이제는 본인 스스로 과학기술에 흥미와 관심이 있다면 얼마든지 지원이 가능합니다. 세 번째, 수능성적이 우수한 학생들에게도 기회를 주고자 2022년부터 정시모집을 도입했습니다. 고등학교 재학 시 내신성적으로 인해 지원이 어려웠던 학생들에게 다시 한 번 기회를 주고 과학기술 인재 영입의 방식을 다양화하고자 하는 의도입니다. 이외에 고른기회전형에서 소방공무원 자녀를 추가한 점도 전년도와 다릅니다.

03

Q. _____ 지역인재전형은 2021년에는 65명으로 이공계열만 모집했습니다. 2022년은 어떻게 계획하시나요?

A. _____ 2022년에도 정원에는 큰 변화는 없습니다. 다만 이번에는 경영계열 5명을 포함한다는 점이 다릅니다. 그리고 학교당 인원제한 및 추천서를 폐지하여 과학기술에 흥미와 관심이 있는 지역인재의 경우 누구나 지원이 가능합니다. 작년에는 홍보부족으로 지원자가 매우 적었는데요, 올해에는 적극적인 홍보를 하고 있어서 과학기술에 관심이 있는 많은 학생들이 지원하리라 기대하고 있고, 가급적 65명을 모두 선발하고자 합니다.

04

Q. _____ UNIST가 바라는 인재상에 대해 한 말씀 부탁드립니다. 더불어 UNIST 입학을 고민하는 학생들에게 도움이 될 만한 말씀도 부탁드립니다.

A. _____ UNIST는 '인류의 삶에 공헌할 수 있는 세계적인 과학기술 인재'를 양성하고자 합니다. 따라서 UNIST에 입학을 희망하는 학생들은 과학기술 분야에 흥미와 관심이 있고, 향후 관심 분야에서 박사학위를 취득해 훌륭한 연구자가 되어 조금이나마 인류의 삶에 공헌할 수 있는 세계적인 과학기술인으로 성장하고자 하는 학생이었으면 좋겠습니다. UNIST는 올해부터 학부생 연구의 내실과 효율성을 높이기 위해 전공 모듈형 'One-day lecture'라는 교과목을 개발했습니다. 4일 동안 4시간씩 수업을 들으면 1학점을 취득하게 되는데요, 계절학기는 4일, 정기학기 매주 금요일 4번 수업이 진행됩니다. 특정 연구 주제에 대한 개략적인 수업을 통해 학생의 흥미를 유발하고 보다 더 관심을 가지고자 하면 해당 연구실에 학부 인턴 연구원으로 참여해 지속적으로 연구하는 것입니다. UNIST는 학부 때부터 활발하게 연구 참여가 진행되고 있으며 이는 UNIST만의 빛나는 전통입니다. 이번에 처음으로 개설된 교과목은 빛을 통한 암 치료, 블록체인, 머신러닝으로 UNIST만의 차별화된 교육 방식이라 자부합니다. 뿐만 아니라 프로젝트 기반의 교과목(3학점 정기학기 수업)으로 자율주행자동차 만들기, 유전자 가위, 스마트 웨어러블 헬스라는 교과목 개설을 통해 학부 때부터 심화된 교육도 받을 수 있습니다. 더불어 AI 기반 교과목으로 AI와 인문학을 결합한 AI 스토리텔링, 서비스 지능, AI 기반 에너지소재 설계 등 다양한 교과목을 개발하고 있습니다. 기존의 정통적인 교육 방식에서 벗어나 학생들 스스로 참여하고 연구해 자연스럽게 대학원으로 진학할 수 있게 하고자 합니다.
과학기술원은 병역특례 혜택의 기회가 있어서 남학생의 경우도 20대 후반이나 30대 초반에 박사 학위취득이 가능합니다. 이후 해외 유명대학의 연구원이나 정부 출연연구소의 연구원으로 진출하고 있고, 최근에는 교수로 임용되는 사례도 있습니다. 주저하지 마시고 최고의 과학기술 인재양성 대학에 여러분의 젊음을 투자하시기 바랍니다.

<2022년 신입생 모집 상세>

모집 단위	수시모집				정시모집
	정원 내			정원 외	정원 내
	일반전형	지역인재전형	특기자전형	고른기회전형	수능우수자전형
이공계열	280명 내외	60명 내외	20명 내외	40명 내외	10명 내외
경영계열	25명 내외	5명 내외	-	-	-
계	305명 내외	65명 내외	20명 내외	40명 내외	10명 내외

- 계열 및 전형 간 중복지원 불가, - 수시모집 지원 6회 제한 적용 제외, - 수시모집 대학수학능력시험 최저학력기준 미적용, - 정시모집 군외 대학으로 가, 나, 다군에 관계없이 지원 가능, - 계열별로 모집하며 2학년 진급 시 전공학과를 선택함(관련사항은 본원 학칙을 따름)

* 계열별 학과소개
- 이공계열(기계공학과, 도시환경공학과, 신소재공학과, 에너지화학공학과, 원자력공학과, 디자인학과, 바이오메디컬공학과, 산업공학과, 생명과학과, 전기전자공학과, 컴퓨터공학과, 물리학과, 수리과학과, 화학과)
- 경영계열(경영과학부)

<2022년 입학전형 주요 변경사항>

변경항목	2021학년도	2022학년도
전형명 및 전형별 모집인원	**일반전형**(이공: 295명, 경영: 25명) **지역인재전형**(이공: 65명) **특기자전형**(이공: 15명) **기회균등전형**(이공: 35명) 정원 내: 400명, 정원 외: 35명	**일반전형**(이공: 280명, 경영: 25명) **지역인재전형**(이공: 60명, 경영: 5명) **특기자전형**(이공: 20명) **고른기회전형**(이공: 40명) **수능우수자전형**(이공: 10명) 정원 내: 400명, 정원 외: 40명
평가단계별 반영비율 변경	**일반전형, 특기자전형, 기회균등전형** - 서류평가 50%+면접평가 50%	**일반전형, 고른기회전형** - 서류평가 100% **특기자 전형** - 서류평가 60%+면접평가 40%
기타 입증자료	**일반전형, 지역인재전형, 기회균등전형** - 최대 1건, 5매 이내 **특기자전형** - 최대 2건, 8매 이내	**일반전형, 지역인재전형, 고른기회전형** - 최대 2건, 8매 이내 **특기자전형** - 최대 3건, 10매 이내
고른기회전형 (기회균등전형) 지원 자격 추가	**기회균등전형 세부유형(6가지)** - 수급권자 및 수급자 - 차상위계층 대상자 - 한부모가족지원 대상자 - 국가보훈 대상자 - 농어촌 학생 - 직업군인의 자녀	**고른기회전형 세부유형(7가지)** - 수급권자 및 수급자 - 차상위계층 대상자 - 한부모가족지원 대상자 - 국가보훈 대상자 - 농어촌 학생 - 직업군인의 자녀 - 소방공무원의 자녀 추가
필수 제출서류 간소화	**지역인재전형** - 학교장 추천서 필수 **지역인재, 기회균등, 특기자전형** - 교사추천서 필수	**지역인재전형** - 학교장 추천서 폐지 **지역인재, 특기자, 고른기회전형** - 교사추천서 폐지
정시모집 추가	-	**수능우수자전형** - 이공계열 10명

Story

김진영 화학과 박사, 서울대학교 화학교육과 교수로 임용

UNIST 화학과에서 박사학위를 받은 김진영 박사(지도교수 문희리)가 서울대학교 화학교육과 교수로 임용됐다. 김진영 박사는 UNIST 학부 1기 입학생이다. 2009년 개교와 함께 입학해 학부와 대학원 과정을 모두 UNIST에서 밟았으며 지난 2019년 2월 박사학위를 받아 졸업했다. 이후 UC 샌디에이고(San Diego)에서 박사 후 연구원으로 근무했고, 지난 3월부터 교수로 근무하고 있다.

인공지능 혁신파크 & 스마트 헬스케어 연구센터 출범

UNIST의 역점사업인 인공지능 혁신파크(AI Innovation Park)가 지난 1월 공식 출범했다. 울산 남구 테크노산업단지 내 산학융합캠퍼스에 위치한 인공지능 혁신파크는 지역에 인공지능과 빅데이터 기반의 교육, 연구, 창업으로 이어지는 혁신 생태계 조성을 목표로 한다. 한편, 지난 3월 제5공학관에서 '스마트 헬스케어 연구센터 개소식'이 열렸다. 스마트 헬스케어 연구센터는 산업재해에 특화된 첨단 재활, 모바일 진단 및 디지털 헬스케어 융합 연구와 전문 인력 양성을 목표로 출범했다.

페로브스카이트 태양전지 세계 최고 효율 경신

UNIST 에너지화학공학과 김진영·이지석 교수팀과 한국에너지기술연구원 연구진이 페로브스카이트(Perovskite) 태양전지 세계 최고 효율을 경신했다. 페로브스카이트 태양전지는 태양광 발전 단가를 획기적으로 낮출 것으로 기대되는 차세대 전지다. 연구 결과는 최고 권위 국제 과학 학술지인 <네이처>에 게재됐다. 연구진은 전지 핵심 소재인 페로브스카이트 소재의 구성 원소 조합을 새로운 접근 방식으로 바꿔 효율을 끌어올렸다.

울산 울주 강소연구개발특구 비전 선포

울산광역시와 UNIST는 지난 5월 20일, 대학본부 4층 경동홀에서 '울산 울주 강소연구개발특구 비전선포식'을 개최했다. 이날 울산 울주 강소연구개발특구는 '파급력 있는 기술의 창출 - 사업화 - 창업이 선순환하는 미래형 전지 및 소재·부품 혁신 클러스터 조성'이라는 비전을 제시했다. 더불어 개방형 혁신·민간 플랫폼을 연계한 미래형 전지 기술개발 및 사업화 실현으로 지역경제 발전 및 일자리 창출에 기여해나갈 것이라고 밝혔다.

한국인 만명 게놈 해독 완료

UNIST와 울산광역시가 지난 4월 26일, 한국인 만명 게놈 해독 완료를 선언했다. 지난 2015년 출범한 '게놈코리아 인 울산(Genome Korea in Ulsan)'을 통해 진행된 '울산 만명 게놈 프로젝트'의 완료를 기념한 것이다. 울산 만명 게놈프로젝트는 2016년 시작해 현재까지 건강인 4,700명, 질환자 5,300명 등 총 10,044명의 한국인 게놈 정보(Korea10K)를 수집, 해독했다. 이 범국민 게놈 기반 건강 연구 사업에는 현재까지 180억 원 이상의 예산이 투입됐다. 울산광역시와 UNIST가 주관한 만명 게놈 프로젝트는 산·학·연·관 협력사업으로 추진됐다.

세계대학평가서 연이은 상승세

UNIST는 2021년 세계대학평가 결과에서 우수한 성적을 받았다. 먼저 올해 처음 진입한 QS 세계대학평가에서 '교원 1인당 피인용' 점수 만점을 기록해 국내 2위, 세계 9위를 기록했다. 또한 네덜란드 라이덴랭킹에서 5년 연속 국내 1위 자리를 지켰다. 국내 대학 중 논문의 질이 가장 우수하다는 평가를 받은 것. 한편, 영국의 대학평가기관 THE(Times Higher Education)가 발표한 아시아대학평가에서는 국내 5위, 아시아 21위에 올랐다. 지난해 국내 7위, 아시아 23위에서 각각 두 계단 뛰어오른 숫자다. 더불어 2021 신흥대학평가(Young University Rankings)에서 세계 10위의 젊은 대학으로 이름을 올렸다.

이지석 교수팀, 3차원 홀로그램 포함하는 다중위조방지 원천 기술개발

이지석 에너지화학공학과 교수팀은 미세 '공액고분자' 입자 내부에 위조식별정보를 다중적으로 숨겨 놓는 새로운 제조 기술을 개발했다. 미세입자에 3차원 홀로그램과 구조색, 형광 특성 등의 보안 정보를 다양한 형태와 조합으로 구현함으로써 위조가 불가능하도록 하는 기술이다. 이지석 교수는 "이 기술은 보안 산업 분야에서 혁신적인 원천 기술이 될 것"이라고 밝혔다.

조재필 특훈교수, 신개념 '코발트-보라이드' 전극(양극) 코팅 원천 기술개발

에너지화학공학과 조재필 특훈교수 연구팀은 배터리 수명을 저해하는 양극재 입자의 미세균열과 화학적 불안정성을 획기적으로 개선할 수 있는 코팅기술을 개발했다. 상온에서 입자 표면뿐만 아니라 입자 내부까지 코팅 가능한 혁신 기술로 주목을 받고 있다. 신규 코팅물질을 쓴 배터리 셀은 수백회의 충전·방전 이후에도 재료 구조가 안정적으로 유지됐으며, 상용 양극재 대비 약 20%나 향상된 수명을 보였다.

UNIST, 울산과 함께 쑥쑥 자란다
'울주 미래교육 육성 i4.0 캠퍼스' 사업 이모저모

UNIST는 미래 시대를 선도할 융합인재 양성을 위해 UNIST가 위치한 울주군과 함께 '울주 미래교육 육성 i4.0 캠퍼스' 사업을 운영하고 있다. 이 사업은 총 일곱가지 프로그램으로 구성되는데 많은 이들의 뜨거운 관심과 참여 속에서 성황리에 진행 중이다. 다양한 프로그램을 하나하나 살펴본다.

*** 울주 미래교육 육성 i4.0 캠퍼스 사업 목적**

- 울주군 학생들을 위한 기숙형 멘토링 및 진로 탐색 프로그램
- 울주군 학생들에게 우수 교육 기회 제공 및 학습 역량 강화
- 다양한 프로그램을 통한 창의적이고 과학적인 사고 능력 증진 기회 제공
- UNIST 멘토와 지식 및 경험 공유를 통한 진로 설계 능력 제고

Program 01

울주 The Dream Campus

울주군 관내 중학교 2학년을 대상으로 매월 둘째 주 토요일에 운영한다. UNIST 재학생 동아리와 연계한 14개 프로그램이 진행되며 현재 59명의 학생이 참여하고 있다. 파이썬, 물리, 화학, 천체 등의 과학 분야 실험은 물론 축구, 조정 등의 체육활동이 있으며 밴드, 관현악 앙상블, 디제잉, 힙합, 영상 제작과 편집 등도 가능하다. 이외에도 UNIST 견학을 비롯해 프로그램 진행자인 UNIST 재학생 멘토들을 통해 대학 캠퍼스를 미리 경험해볼 수도 있다.

Program 02

울주 i4.0 멘토링

울주군 관내 중학교 3학년을 대상으로 매월 첫째 주와 셋째 주 토요일에 운영한다. 다섯째 주는 외부활동으로 대신한다. UNIST 재학생 멘토 35명과 학생 멘티 48명이 참여하고 있는데, 멘토 1명당 멘티 1~2명으로 구성된다. 비대면 수업으로 인한 학업의 어려움을 멘토를 통해 해소하고, 이공계 관련 진학을 희망하는 학생들에게 진로 설정에 도움을 주고자 한다. 한편, 다섯째 주 외부활동을 통해 멘토들과 멘티들의 친밀감 형성뿐만 아니라 학업 외적인 부분의 고민을 나누는 시간을 갖는다.

Program 03

UNIST Leaders Club

UNIST 재학생들의 멘토단을 통해 그들의 지식과 경험을 사회에 환원할 수 있는 기회를 마련하고자 한다. 현재 UNIST 재학생들이 여러 가지 봉사활동 프로젝트를 진행 중이다.

Program 04

울주 Hi-Leader 캠프

울주군 관내 고등학교 1학년을 대상으로 과학 실험과 이공계 진로 캠프를 진행한다. 오는 8월 5일부터 7일까지 3일간 UNIST 캠퍼스에서 열리며 방문형 캠프 방식으로 참가한다. 참가자들은 이공계 관련 실험 주제를 선정해 학과 주제별로 프로젝트 활동을 진행하고, 진로에 대한 멘토링을 받는다.

Program 05

이공계 진로 체험

울주군 관내 자유학기제 1학년을 대상으로 한다. 학교별 신청일자에 따라 UNIST 재학생들이 방문하여 진행하는데, 이공계 관련 학과별 실험으로 구성된다.

Program 06

A.I. Studio

울주군 관내 고등학교 2학년을 대상으로 AI에 관심 있는 학생 20명을 추천해 모집한다. UNIST 재학생들과 팀을 이뤄 관련 프로젝트 진행하면서 AI에 대한 지식과 경험을 높이고자 한다.

Program 07

과학 멘토링

올 하반기 겨울방학에 마련될 예정이다. 울주군 관내 예비 고등학교 3학년을 대상으로 이공계 관련 진학을 계획하는 학생들에게 학업과 진로를 멘토링하고자 한다.

UNIST 발전을 위해 함께하다

발전재단 설립 & 장학금 전달

UNIST 발전재단 설립, 새로운 항해를 위한 닻을 올리다

UNIST는 5월 12일 'UNIST 발전재단 창립총회'를 개최했다. 이날 총회에서는 이용훈 총장 등 9명의 발기인이 참석해 설립취지문 채택 등 6건의 안건을 통과시키며 성공적인 창립을 알렸다.

UNIST 발전재단은 앞으로 대학의 성장 동력 마련을 위한 발전기금을 확보하고, 지역과 국가를 위한 맞춤형 기술개발 등 사회공헌 사업을 수행한다. UNIST 비전 달성을 위한 'UNIST 비전기금', '장학·연구·인프라 기금' 등 발전기금 조성을 위한 프로그램 운영이 핵심이다.

발전재단 설립은 이용훈 총장이 취임 후 강조해 온 프로젝트 중 하나다. UNIST의 새로운 10년을 준비할 성장 동력 마련을 위해 필수적인 요소라는 이유였다. 이를 위해 지난 8개월 간 명망 있는 동남권 기업인들을 초대 임원으로 초빙하고, 다양한 기금모금 및 지역사회 공헌사업을 구상했다. UNIST 발전재단의 초대 이사장은 이용훈 총장이 맡는다. 이준호 덕산하이메탈 회장, 유홍섭 용진유화 회장, 이윤철 금양산업개발 회장, 조승호 울산지피에스(SK가스 자회사) 대표이사, 최영수 삼두종합기술 대표이사, 박원희 동강의료재단 이사장, 양성아 조광페인트 대표, 최영찬 선보엔젤파트너스 대표와 신현석 UNIST 교수가 초대 임원으로 추대됐다. 강성태 회계사가 감사로 초빙됐으며, UNIST 발전기금운영단장을 맡고 있는 신현석 교수가 상임이사를 맡아 재단 운영에 참여한다.

이용훈 총장은 "이번 발전재단 설립은 UNIST의 향후 10년을 가꿀 알찬 밑거름이 될 것"이라며, "UNIST가 내실을 더욱 다지고, 지역과 함께 성장하기 위한 가장 든든한 성장판 역할을 하게 될 것"이라고 말했다. 그는 이어 "이번 초대 임원 초빙을 흔쾌히 수락해 주신 모든 분들께 특별한 감사의 마음을 전하며, 앞으로 발전재단을 통한 UNIST의 지역사회 공헌사업 추진과 발전기금 프로그램에 지역주민 여러분들의 많은 관심을 부탁드린다"고 덧붙였다. 한편, 창립총회에는 UNIST 이용훈 총장과 신현석 교수, 덕산하이메탈 이준호 회장, 용진유화 유홍섭 회장, 금양산업개발 이윤철 회장, 울산지피에스 조승호 대표이사, 삼두종합기술 최영수 대표이사, 동강의료재단 박원희 이사장, 강성태 회계사 등 9명이 발기인으로 참석했다.

UNIST 발전재단 임원현황

이용훈 이사장
- 울산과학기술원 총장

신현석 상임이사
- 울산과학기술원 화학과 교수
- 울산과학기술원 발전기금운영단장

이준호 이사
- 덕산그룹회장
- 덕산네오룩스 대표이사
- 덕산하이메탈 대표이사

유홍섭 이사
- 용진유화대표이사
- 용진화학대표이사

이윤철 이사
- 금양산업개발(주) 대표이사
- 울산상공회의소 회장

조승호 이사
- 울산GPS 대표이사

최영수 이사
- 삼두종합기술(주) 대표이사

박원희 이사
- 의료법인 동강의료재단 이사장

양성아 이사
- 조광페인트 대표이사

최영찬 이사
- 선보엔젤파트너스(주) 대표이사

강성태 감사
- 신정회계법인 회계사

GIG-토탈에너지스, UNIST 기술경영전문대학원에 장학금 전달

UNIST는 6월 14일 '그린인베스트먼트그룹(Green Investment Group, GIG)-토탈에너지스(Total Energies), 기술경영전문대학원 기부식 및 장학증서 수여식'을 개최했다. 이날 행사는 울산 부유식 해상풍력발전을 위한 산학협력 프로그램의 일환으로 마련됐다. 두 기업은 UNIST 기술경영전문대학원의 신재생 에너지 기술경영학과 소속 우수 학생 3명에게 장학금 3,900만 원을 전달했다. 글로벌 선도 녹색에너지 개발 및 투자 전문기업인 GIG와 프랑스계 글로벌 에너지기업인 토탈에너지스는 울산항으로부터 약 60km 떨어진 해역에서 3단계에 걸쳐 총 1.5GW 이상의 부유식 해상풍력 단지를 조성 중이다. GIG와 토탈에너지스는 울산 부유식 해상풍력 개발 프로젝트 추진 과정에서 UNIST와 산학협력 프로그램을 구축해 지역 내 전문가 양성과 일자리 창출에 기여하기 위해 지난 1월 업무협약을 체결했다. 두 기업은 협약을 통해 부유식 해상풍력 교육을 위한 강의, 우수 학생 장학금 지급 및 인턴십 프로그램을 지원하고, UNIST는 해상풍력 관련 교과과정을 마련해 교육 및 실습 프로그램이 충실히 운영될 수 있도록 필요한 자료들을 공유해 나가고 있다.

이재용 부총장은 "글로벌 해상풍력 선도기업인 GIG와 토탈에너지스가 산학협력 프로그램을 통해 해상풍력 분야의 전문성과 경험을 전수해주고, 장학금을 지원해주는 등 우리 학생들이 관련 분야 전문가로 성장할 수 있는 발판을 마련해준데 대해 감사드린다"고 말했다.

이차전지 소재기업 ㈜에코프로, UNIST에 장학금 전달

UNIST는 6월 10일 '2021학년도 에코프로 장학금 전달식'을 열었다. 이날 행사에서는 이차전지 소재기업인 ㈜에코프로가 에너지화학공학과 대학원생 2명에게 각각 500만 원씩 총 1,000만 원의 장학금을 전달했다. 이날 장학금을 받게 된 학생은 UNIST 에너지화학공학과의 김민호(지도교수 이현욱), 박제희(지도교수 김영식) 대학원생이다. 이들은 이차전지 관련 연구를 수행하고 있다. 이차전지 소재 기업인 ㈜에코프로는 이차전지 분야 유망 연구자들의 성장을 지원하기 위해 장학금을 전달하고 있다. 이는 지난 2020년 10월 '에코프로 장학금' 조성을 위해 1,000만 원을 기탁한 것에서 시작됐다. 2020년도 에코프로 장학금은 별도의 선발절차를 거쳐 이태용(지도교수 조재필), 박재현(지도교수 강석주) 대학원생에게 전달됐다.

김병훈 에코프로 포항캠퍼스 대표는 "UNIST는 미래를 변화시킬 배터리 산업을 선도하기 위해 우수한 연구 성과를 배출하고 있는 학교"라며 "이번 장학금 전달이 차세대 배터리 분야를 이끌어갈 우수한 인재육성을 위한 밑거름이 될 수 있길 소망한다"고 전했다.

Mini Interview

스타트업씬과 글로벌 비즈니스씬에 작은 씨앗을

발전기금을 기부한 장동현 동문

Q. _____ 먼저 간략한 소개를 부탁드립니다.

A. _____ 디자인 및 인간공학부 09학번 장동현입니다. 지난 2016년에 SOPOONG이라는 임팩트 투자로부터 지원을 받아 소셜벤처를 창업했습니다. 스타트업에서 커리어를 시작해 다양한 경험을 쌓았으며 2017년에 인도 시장에 진출하기도 했습니다. 올해 좋은 엑시트 기회를 얻어 열심히 일하고 있는데요, 글로벌 MBA로 진학해 더 많은 지식과 경험을 쌓고 싶어 재입학하게 되었습니다.

Q. _____ 기부를 결심하게 된 계기가 궁금합니다.

A. _____ 저는 UNIST 1기입니다. 새로 설립된 학교에 입학해 좋은 사람들과 함께 공부했던 시간이 무척 소중했고요, UNIST에서 배운 도전과 열정 덕분에 지금의 제가 있지 않나 생각합니다. 후배들도 저와 같은 도전을 계속하길 바라는 마음에서 기부를 결심했습니다.

Q. _____ UNIST인으로서 가장 보람을 느끼는 순간은 언제입니까?

A. _____ 제가 UNIST 1기이기 때문에 선배가 없고 같은 필드에 진출한 이들도 드물 거라 생각했는데요, 주변에서 "UNIST 출신이세요?"라며 그곳 출신의 좋은 사람을 안다고들 하십니다. 우리 학교 사람들이 사회에서 우수한 레퍼런스를 쌓아가고 있다는 사실을 확인하며 자부심을 느낍니다.

Q. _____ 기부를 망설이는 동문들에게 한 말씀 부탁드립니다.

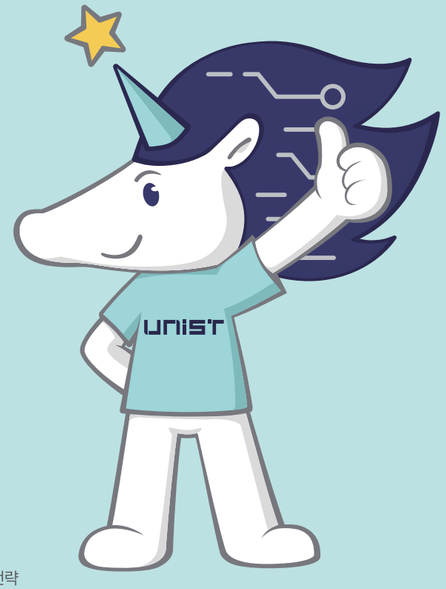
A. _____ 한 사람의 성공은 그 사람의 노력만으로 이뤄지지 않습니다. 수많은 작은 조력들이 모여야 가능한 일입니다. 사회에서 성공한 동문들이 이러한 조력에 힘을 보태길 바랍니다.

Q. _____ 끝으로 UNIST에 바라는 점이 있다면 무엇입니까?

A. _____ 글로벌 비즈니스를 하면서 새로운 세상에 눈을 뜨게 되었습니다. 언어나 지역에 갇히면 기회가 제한된다고 생각됩니다. UNIST 발전기금이 많은 후배들에게 더 큰 세상으로 나아가는 길잡이가 되길 바랍니다.

당신의 마음을 전해주세요!

창의적인 글로벌 인재 양성을 위해, 과학기술 발전의 작은 씨앗을 위해, 미래를 향한 끝없는 도전을 위해, UNIST에 당신의 사랑을 전해주세요. 소중하고 감사한 마음으로 UNIST의 반짝이는 내일을 준비하겠습니다!



발전기금 종류

일반 발전기금

기부자가 기금의 사용 용도나 집행부서를 지정하지 않고 출연한 기금

2030비전기금

본원 위임기금으로 UNIST 발전전략 <비전2030> 추진을 위해 다양한 사업에 쓰입니다.

지정 발전기금

기부자가 사용 용도나 집행부서를 지정해 출연한 기금으로 4가지 종류의 기금으로 구성

인프라구축기금

최첨단·친환경 교육·연구 환경 구축과 글로벌 인재들과의 협업에 쓰입니다.

연구기금

최신 과학기술 연구와 그에 필요한 최첨단 연구 기자재 구입에 사용됩니다.

장학기금

학생들이 학비 걱정 없이 자유롭게 학업에 전념할 수 있도록 도와줍니다.

학부지정기금

특정 학부 육성을 위한 다양한 사업에 사용됩니다.

발전기금을 내 주신 고마운 분들

(2021년 1월 1일~ 6월 30일 신규 납부 기준, 기부일자순)

일시금(현금)

- **1.15.** 전 시설팀장 이강복님 100만 원
- **2.18.** ㈜LS, LS그룹 회장상 시상 장학금 200만 원
- **3.4.** ㈜한국동서발전, 융합경영대학원 에너지인력양성사업 연구기금 1,500만 원
- **3.8.** 재직 교원(익명), 122만 원
- **3.23.** ㈜에코프로지이엠, 에너지분야 장학기금 1,000만 원
- **3.31.** ㈜경남은행, '유니스트비전기금' 4억 원
- **5.6.** 귀신고래해상풍력발전 1·2·3호 주식회사, 각 650만 원씩 기술경영전문대학원 장학기금 1,950만 원
- **5.12.** 정준영님 정보바이오융합대학 초청강연료 27만 3,600원
- **5.16.** 익명의 기부자, 유니스트가 좋은 연구실적을 내는 것을 보고 조금이라도 도움이 되고 싶어 기회가 닿을 때마다 기부하고 있다며 4차산업혁명연구소 지정 100만 원
- **6.2.** 익명의 기부자, 자녀 결혼 기념 축의금 중 100만 원

정기기부 약정

- **2.2.** 동문 김성환님 월 5천 원(위임기금)
- **2.3.** 직원 권도헌님 월 1만 원(위임기금)
- **2.8.** 직원 이예진님 월 1만 원(위임기금)
- **2.15.** 동문 임철수님 월 3만 원(1년 약정, 위임기금)
- **3.5.** 직원 전규식님 월 1만 원(장학기금)
- **3.23.** 직원 조영재님 월 1만 원(위임기금)
- **3.18.** 직원 남태훈님 월 10만 원(위임기금)
- **4.23.** 동문 장채원님 월 5만 원(장학기금)

UNIST 발전기금 후원 신청서

작성 후 휴대전화로 촬영, unist-gift@unist.ac.kr로 전송하시면 됩니다

후원하고 싶은 어느 날이나 홈페이지 fund.unist.ac.kr에서 후원신청 및 신용카드 후원 결제가 가능합니다.

이름		주민번호
납부 방법	정기기부 (매월)	☐ 1만원 ☐ 3만원 ☐ 5만원 ☐ ( )만원 예금주: **출금일자** ☐ 1일 출금 ☐ 15일 출금 자동출금은행명: 계좌번호: 금융거래정보(성명,주민번호,거래은행명,지점명,계좌번호)를 출금이체를 신규 신청하는 때로부터 해지 신청할 때까지 UNIST에 제공하는 것에 대하여 「금융실명거래 및 비밀보장에 관한 법률」의 규정에 따라 동의합니다. 동의 ☐
	일시기부	20 년 월 일, 입금자명: ( )원 경남 540-32-0001278(예금주: 울산과학기술원 발전기금)
약정정보	☐ 2030비전기금(UNIST 중점사업 사용 위임) ☐ 인프라 ☐ 연구 ☐ 장학	
휴대전화	이메일 @	
주소		

위와 같이 약정서 상의 개인정보 제공에 (동의 ☐)하며 UNIST 발전기금을 약정합니다.

20 년 월 일

기부자 성명 (서명)

※발전기금 약정과 동시에 UNIST 발전후원회의 회원이 됩니다.

※ 귀하의 개인정보는 기부금 납부 세무신고 및 본 발전기금 후원회 이외 다른 목적으로 사용하지 않습니다. 단, 개인정보 미제출시 영수증 발급 및 예우품 발송이 제한될 수 있습니다.

※방문 납부, 현물, 주식, 부동산, 상속재산, 유증 기부의 경우, 연락주시면 면담일정을 잡아 상세히 상담해드립니다.(Tel: 052-217-1282)

FIRST IN CHANGE

기부방법

신청서 작성 ▶ 휴대전화 촬영 ▶ 메일 발송

문의처

이메일 unist-gift@unist.ac.kr
전화번호 052-217-1282
팩스번호 052-217-1289
홈페이지 fund.unist.ac.kr

FIRST IN
CHANGE

UNIST 소식지 2021 여름호 통권 40호
44919 울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
Tel. 052.217.0114 | www.unist.ac.kr
발행처 UNIST 대외협력처 대외협력팀 | 발행일 2021년 7월

ISSN 2799-3418