

Vol. 302

원우

2025
11+12



소통 · 협력 · 공감

한국원자력연구원의 새로운 기준입니다.



Mini Interview

- 원우** 하엘이는 왜 요리사가 되고 싶어요?
- 하엘** 요리부에서 만들어진 음식과 디저트를 만들 때 재밌고, 제가 만들어 온 요리를 엄마 아빠가 맛있게 먹어줄 때 너무 기분이 좋거든요.
- 원우** 요리사가 되기 위해 어떤 활동을 하고 있나요?
- 하엘** 수요일마다 하는 요리 수업을 듣고 있어요. 이 수업은 절대 빠지고 싶지 않아요! 집에서는 엄마와 함께 야채 자르기, 반죽하기, 계란 풀기 같은 것을 도와요.
- 원우** 요리사가 되고 싶은 하엘이를 위해 응원의 한마디를 남겨주세요.
- 부모님** 우리 하엘이가 만든 요리는 세상에서 제일 맛있어! 맛있는 요리로 사람들을 행복하게 만드는 멋진 요리사가 되길 응원해. 네가 행복해하는 모습을 볼 때 엄마 아빠도 가장 행복하단다~ 우리 딸 사랑해♥

원자력교육센터 김현경 선임연구기술원의 딸 서하엘(8세) 양이 표지를 장식했습니다. 요리사를 꿈꾸는 하엘이의 멋진 꿈을 <원우>도 함께 응원합니다.

2025
11+12



스마트폰에서도 「원우」를 만날 수 있습니다.

Vol. 302

발행월
2025년 12월

발행인
주한규

발행처
한국원자력연구원

주소
대전광역시 유성구 대덕대로989번길 111

연락처
TEL. 042-866-6811
FAX. 042-868-8768

홈페이지
www.kaeri.re.kr

페이스북
www.facebook.com/atomkaeri

블로그
blog.naver.com/atomkaeri

기획·취재
황순관, 이현정, 박채영, 민상기, 임혜원, 지수민

디자인·제작
(주)홍커뮤니케이션즈
www.hongcomm.com

Contents

- 04 **생각나눔**
삶에 의문이 들 때 생각해 봐야 할 철학
- 06 **행복나눔**
별처럼 빛나기를 기다리는 아이, 준서 이야기
- 08 **초록공감 사랑나눔**
· 연구원 거점지역과의 상생 협력을 위한 ‘원자력 아카데미’, 소통의 문 활짝 열다
· 원자력 아카데미가 만든 훈훈한 세상
· SMR 아카데미 수료식을 바라보면서!
- 12 **세상 속 과학읽기**
올해 노벨과학상 주목해야 할 부분은
美 캘리포니아 大·日 강세
- 16 **도시 속 과학읽기**
가우디를 넘어 모바일 박람회의 도시로,
스페인 바르셀로나
- 20 **영화 속 과학읽기**
어머니의 국물은 무엇일까,
〈고독한 미식이 더 무비〉
- 24 **문화유산 속 과학읽기**
고분 속 치아 2점의 주인은?
백제 왕실을 뒤흔든 의문들
- 28 **원우 칼럼**
AI, ‘생각’을 잠재우는가 ‘잠재력’을 깨우는가
- 29 **원우 포커스**
한·미 원자력 합의에 따른 기대와 과제
- 30 **KAERI 이슈**
국산 암진단용 동위원소
지르코늄-89 중국 첫 수출
- 32 **KAERI 뉴스**
· 원자력연 개발 무궁화 ‘키즈 화이트’ 올해의 정원식물로 선정
· 나노소재 BNNT 전문기업 내일테크놀로지,
해외투자 유치로 글로벌 시장 진출 박차
· 김민규 박사 IAEA 공로상 수상
· 원자력연구원-美미주리대 간 차세대원자력 기술협력을 위한
협력약정 체결
· K-안티드론 기술 APEC 2025 실전 데뷔
· 부산 기장 청소년에게 KJRR을 알리다
- 34 **ㄱ 놓고 KAERI 알기**
- 35 **KAERI 인(人)사이드 ①**
· 연구자의 다양한 이야기
– 사이클로트론응용연구실
- 38 **KAERI 인(人)사이드 ②**
· 연구자의 다양한 이야기
– 선진핵주기기술개발부
- 41 **KAERI 인(人)사이드 ③**
· 연구자의 다양한 이야기
– 용융염원자로원천기술개발사업단
- 44 **과학하는 파동이**
파동이가 풀코스로 모십니다! 파동이의 KAERI 투어
- 46 **여행하는 파동이**
고즈넉한 정취 속 시간여행을 원한다면?
아산 공세리 성당
- 50 **똑똑한 파동이**
미래에는 원자력이 어떻게 활용될 수 있을까?
- 51 **건강한 파동이**
몸을 따뜻하게 만들어 줄 겨울철 음식들!
- 52 **연구원 안전정보**
- 53 **원우 라운지**
숨은 파동이 찾기 이벤트!

삶에 의문이 들 때 생각해 봐야 할 철학

연말이 다가오면 행사가 많아집니다. 오랜만에 친구들을 만나 이야기를 나누고, 축제에 가기도 합니다. 왜 사람들은 연말을 바쁘게 보낼까요? 한 해가 끝나가니 지난 시간을 돌아보게 되기 때문일 겁니다. 인생을 충실히 즐기지 않은 것, 사랑을 충분히 나누지 않은 것... 아쉬움이 많아 평소 안 하던 일도 용기를 내 해보게 됩니다.

글. 충코 크리에이터



‘끝’은 생각을 깨우는 경종입니다. 만약 한 해의 끝이 없다면 우리는 지나간 365일을 돌아보는 일을 훨씬 더 소홀히 하게 될 겁니다. 끝없이 이어진 벌판에서는 지금 내가 어디에 서 있는지에 대한 감각이 무뎌집니다. 벌판이 끝나고 강이나 산이 대지를 가를 때 우리는 비로소 내가 밟 디딘 이 땅의 위치를 명확히 돌아보게 됩니다.

삶 자체에 대한 성찰 역시 마찬가지입니다. 우리는 삶의 끝을 마주할 때 비로소 삶 전체를 천천히 돌아보게 됩니다. 고대 그리스의 한 신전에는 ‘너 자신을 알라’라는 경구가 적혀 있었다고 합니다. 한 해석에 따르면 이 말은 ‘너 자신이 죽을 존재임을 알라’는 뜻이라고 합니다. 모든 게 언젠가 끝난다는 걸 직시하면 안 보이던 것들이 보이기 시작합니다.

저는 고등학생 시절 처음으로 삶에 회의를 느꼈습니다. ‘왜 살아야 하지? 이대로 모든 게 다 끝나버려도 상관없지 않나?’ 이런 생각으로 몹시 괴로웠습니다. 이 문제에 어떻게든 답을 찾고 싶었던 저는 책을 읽기 시작했습니다. 저보다 똑똑한 과거의 사람들이 무언가 해답을 내놓지 않았을까 기대했습니다.

그때 집어 든 책 중 하나가 독일 철학자 마르틴 하이데거의 <존재와 시간>이었습니다. 거기서 하이데거는 삶의 끝, 즉 죽음에 대해 이야기하고 있었습니다.

흥미롭게도, 그는 ‘인간은 언젠가 죽는다’는 주장에 반대했습니다. 그의 생각에 따르면 육체의 죽음과 완전한 죽음은 다릅니다. 몸이 죽으면 자신의 존재가 완전히 사라질 거라고 믿는 사람들이 있습니다. 하지만 이건 어디까지나 추정에 불과합니다. 죽음 후에 나는 사라질까요, 사라지지 않을까요? 아마 이 수수께끼는 영원히 풀리지 않을 겁니다.

하지만 한 가지 확실한 게 있습니다. 그건 바로 내가 사라질 수도 있다는 ‘가능성’이 있다는 겁니다. 죽고 나서 어떻게 될지는 아무도 모르지만, 내가 완전히 사라져버릴 수도 있다는 가능성만큼은 확실히 있습니다.

하지만 하이데거는 우리가 평상시 이 가능성을 마주하길 피한다고 주장합니다. 마치 자신이 죽지 않을 존재인 것처럼, 끝이 없는 생명체인 것처럼 산다고요. 하이데거는 우리가 평소 죽음에 대해 생각하거나 남의 죽음을 애도하는 것마저도 이런 도피를 돕는 역할을 한다고 봤습니다. 막연하게 죽음의 표면에 대해 생각하면서, 정말로 내가 사라져버릴 수도 있다는 가능성을 진지하게 마주하지는 않는 거죠. ‘나는 이미 생각해 봤어’라는 생각이

오히려 생각을 막는 겁니다.

‘내일 죽는다면 오늘 뭐 할래?’ 이런 질문을 통해 정말로 죽음을 생각하게 될까요? 어쩌면 우리는 ‘내가 실제로 내일 죽는 건 아니잖아’하고 안도하며 또다시 도피하는 수단으로 이런 질문을 던지는 걸지도 모릅니다. ‘모든 사람은 다 죽어’라고 말할 때는 어떨까요? 어쩌면 ‘나는 아직이야’라는 안심을 위장한 표현에 불과한 걸지도 모릅니다.

많은 사람은 거의 평생 삶의 끝을 제대로 응시하지 않은 채 살아갑니다. 바쁘다는 이유로, 당장 볼거리가 많다는 이유로 장작이 모든 경험의 중심에 선 나의 존재가 어디까지인지 살피지는 않습니다.

죽음에 대한 하이데거의 철학적 성찰은 고등학생 시절 삶에 대한 제 의문을 말끔히 해결해 주진 못했습니다. 하지만 저는 스스로에게 질문을 던져보게 됐습니다. ‘나는 과연 정말로 삶의 끝을 진지하게 응시해 본 적이 있을까? 나는 삶이 끝나도 상관없지 않나 하는 허무를 느꼈는데, 과연 정말로 삶의 끝을 마주해본 상태에서 그 느낌이 든 걸까? 마음의 여유를 갖고 인생길을 더 걸으며 삶의 끝을 응시하는 경험을 충분히 쌓은 후 판단을 내리는 게 맞지 않을까?’

인생의 많은 오류나 실수는 넓게 보지 못하는 데에서 나옵니다. 그리고 시야가 자꾸만 좁아지는 결정적인 이유는 삶 자체를 넓게 보지 못하기 때문입니다. 눈앞의 주어진 현실에 골몰하느라 삶의 경계가 어디인지, 이 세계에 대한 나의 경험과 여정이 어디까지인지 조망하지 못하기 때문입니다. 내가 좁아지면 세계가 좁아집니다.

삶에 가치가 없다고 생각하시나요? 의미가 없다고 느껴지시나요? 나는 옳고 타인은 그른 것 같나요? 혹은 나는 저주받았고, 타인은 축복받은 것 같나요?

아직 이릅니다. 지금의 그 판단이 인생 최후의 판단이 될 필요가 없습니다. 끝을 살필 여유, 삶의 더 넓은 지평을 둘러볼 여유가 생겼을 때, 비로소 최선의 판단이 흘러나올 겁니다. 당신은 그럴 가능성을 품은 존재입니다. **K**

총코

유튜브 <총코의 철학>을 운영하는 크리에이터. 일상과 철학을 연결하여 통찰 거리를 담은 콘텐츠를 만들고 있다. 서울대학교와 베를린자유대학교에서 철학을 공부했다.

별처럼 빛나기를 기다리는 아이, 준서 이야기

열한 살 준서는 또래보다 조금 일찍 세상의 무게를 배워야 했습니다. 그가 처음으로 '이별'이라는 단어를 배운 것은 일곱 살 무렵이었습니다. 어머니는 침샘암으로 2019년 세상을 떠나셨고 얼마 지나지 않아 아버지마저 설암 투병 끝에 2022년 10월 가족의 곁을 떠났습니다. 짧은 어린 시절, 준서에게 남겨진 것은 사랑의 기억보다 상실의 시간, 그리고 남은 가족을 지키겠다는 마음뿐입니다.

글. 초록우산 어린이재단



행복 나누기

연구원 「원우 청소년 후원회」는 도움이 필요한 청소년을 체계적이고 지속적으로 후원하기 위해 노력하고 있습니다. <원우> 독자 여러분의 따뜻한 관심과 사랑을 기다립니다.

이번 호에 소개된
준서에게 100만 원을,
초록우산 어린이재단에
50만 원을 지원합니다.

현재 준서는 70세가 훌쩍 넘은 조모의 보살핌 속에서 살고 있습니다. 조모는 손주의 손을 놓지 않기 위해 매일을 버텨냅니다. 몸이 아파도 미용실 문을 열고 손자들의 아침밥을 차려 학교에 보냅니다. 준서에게 조모는 단순한 보호자가 아니라, 부모의 빈자리를 사랑으로 채워주는 '두 번째 어머니'이자 인생의 버팀목입니다.

준서는 또래보다 성숙하고 다정한 아이입니다. 학교가 끝나면 가장 먼저 동생을 챙기고 조모가 미용실 일을 마칠 때까지 기다리며 집안일을 도와줍니다. 청소기 손잡이를 쥐거나 설거지를 하면서도 늘 밝은 표정을 잃지 않습니다. “할머니가 힘들면 내가 도와드려야 해요.” 이 한마디에는 어린 나이에 감당하기 어려운 책임감과 따뜻한 마음이 함께 담겨 있습니다.

하지만 준서의 하루는 결코 쉽지 않습니다. 조모의 미용실 수입은 일정치 않고 나이와 건강 문제로 일할 수 있는 시간도 점점 줄어들고 있습니다. 생활비와 병원비, 두 손주의 학비를 감당하기에는 벅찬 상황입니다. 준서가 배우고 싶어 하는 태권도나 미술 학원도 경제적 여건에 따라 그만두어야 할 때가 있습니다. 그래도 준서는 포기하지 않습니다.

“나중에 커서 훌륭한 사람이 되면 할머니한테 효도할 거예요.” 그의 소박한 꿈속에는 가족에 대한 사랑과 감사가 가득 담겨 있습니다. 준서는 아버지의 생전 말씀을 자주 떠올립니다.

“준서야, 네 꿈은 별처럼 빛날 거야.” 그 말은 이제 준서에게 인생의 나침반이 되었습니다. 부모의 사랑이 떠난 자리를 조모의 헌신과 이웃의 따뜻한 손길이 대신 채워주며 준서의 별빛은 조금씩 다시 빛나기 시작했습니다.

세상은 아직 준서에게 버겁고 낯설지만, 그 안에는 여전히 따뜻한 온기가 있습니다. 학교 선생님은 준서의 성실함과 따뜻한 성품을 누구보다 잘 알고 있습니다. 친구들은 준서를 ‘항상 웃는 친구’라고 말합니다. 이웃들은 미용실 앞을 지날 때마다 작은 격려와 응원을 건넵니다. 그 모든 손길이 모여 준서에게 ‘혼자가 아니다’라는 희망을 전하고 있습니다.

별빛은 어둠이 깊을수록 더 선명하게 빛난다고 합니다. 준서의 꿈도 그렇게 세상 속에서 자신만의 빛을 찾아가고 있습니다. 그 빛은 단지 한 아이의 미래를 향한 희망일 뿐만 아니라 우리가 함께 나누는 사랑의 증거이기도 합니다.

삶이 쉽지 않아도 마음을 잃지 않는 아이. 그 마음이 언젠가 세상을 밝히는 별이 되기를 조용히 응원합니다. 

후원계좌

계좌번호 우리은행 1005-503-493775

예 금 주 원우청소년후원회

문 의 미디어소통팀 042-866-6811

성금을 보내주신 분들

개인 강래경 2만 원, 김경오 6만 원, 김노아 4만 원,
김민환 20만 원, 박태홍 14만 원, 배영민 10만 원,
심미경 4만 원, 이현정 4만 원, 정관성 6만 원

단체 한국원자력연구원 노동조합 10만 원

연구원 거점지역과의 상생 협력을 위한 ‘원자력 아카데미’, 소통의 문 활짝 열다

글. 서민원 전문행정원



감포와 인근 지역 주민을 위해 올해 네 차례의 SMR 아카데미가 열렸다.

네트워크로 연결된 세계에서 가끔 마주하는 오프라인 세계는 오히려 신선하다. 사람과 사람이 직접 만나고, 서로의 궁금함을 물어보기도 하고, 때로는 웃음도 고성도 함께하는 풍경을 그려보는 재미도 좋다. 특히 민감하거나 관심 있는 주제들은 일방적인 정보 전달보다는 서로 대면해서 상호 간의 감정이입을 통해 소통하는 오프라인 방식이 여전히 유효하다.

우리 연구원은 대전 본원을 중심으로 경주와 정읍, 그리고 기장에 분원을 두고 있다. 정부와 지자체의 지원에 힘입어 국가 원자력 연구개발을 수행한다고는 하지만, 결국은 국민의 이해와 지지 없이는 지속 가능한 연구

활동이 어려울 수밖에 없다. 특히 경주, 정읍, 기장 등에서 이루어지는 우리 연구원의 연구 활동은 주민과의 소통을 아무리 강조해도 지나치지 않을 것이다.

2025년 우리 연구원의 대국민 소통은 온라인과 오프라인 모두에서 매우 활발히 수행되었다는 평가를 받고 있다. 그중에서도 분원을 대상으로 ‘찾아가는 원자력 소통’을 목적으로 진행된 ‘원자력 아카데미’ 프로그램은 지역 주민들로부터 큰 호응을 이끌어냈다.

원자력 아카데미는 원자력 소통의 문을 활짝 열자는 취지에서 시작되었다.



지역민들이 프로그램의 운영 대부분을 결정하고, 연구원은 이를 지원하는 형태다. 당연히 주제 선정부터 강사, 참가자 구성까지 지역 주민들이 의견을 주면, 연구원은 그 의견이 반영되도록 최대한 지원하는 프로그램이다.

경주시 감포읍에는 현재 구축 중인 문무대왕과학연구소가 있다. 연구원은 감포 주민과 인근 지역 주민을 대상으로 총 네 차례의 아카데미를 실시했다. 주제는 감포 주민들이 원하는 대로 'SMR 아카데미'였다. 1차부터 3차까지는 감포 현장에서 진행했고, 모든 아카데미에 참석한 주민들을 대상으로 마지막 4차는 대전 본원에서 현장 아카데미 형태로 마무리되었다.

벚나무가 꽃 물우리를 막 맺기 시작한 4월, 첫 번째 SMR 아카데미가 감포의 문무대왕과학연구소에서 열렸다. 첫 회이다 보니 주민들의 호응이 어떨지 우려도 있었지만, 예상외로 많은 주민들이 참석했다. 'SMR 현황과 미래'라는 주제로 열린 연구원 문주형 박사의 강의도 좋았지만, 무엇보다 참석한 주민들의 진지함과 열정िया말로 이 소통 프로그램의 성공을 확신하기에 충분했다.

두 번째 아카데미는 벚꽃이 만개한 5월에 열렸다. 흥행(?)은 예상했지만, 주민들의 실제 호응은 기대 이상이였다. 첫 회에 몰라서 참석하지 못한 억울함(?)을 호소하는 주민들도 있었다. 원자력안전기술원 송찬이 박사의 'SMR과 안전규제' 강의도 쉽고 재미있었지만, 주민들의 관심은 그 이상이었다는 느낌이었다.

9월에는 SMR에서 가장 중요한 테마인 '핵연료 특성 및 안전성'을 다룬 세 번째 강연이 열렸다. 이 자리에서는 지역 주민들의 관련 지식이 점차 깊어지고 있음을 확인할 수 있었다. 강연자인 부산대학교 이현철 교수와 주고받는 질문들 하나하나가 의미 있게 전달되고 소통되는 자리였다.

올해 마지막 아카데미는 11월 대전 본원에서 개최되었다. 지난 세 차례에 모두 참석한 주민들을 대상으로 이루어져, 본의 아니게 모르고 참석하지 못한 분들이 상당수 있었다. 그분들에게는 매우 죄송스러운 마음이고,

이 아카데미를 통해 추후에도 좋은 기회가 있을 것으로 확신한다.

정읍에서도 작년에 이어 올해 원자력 아카데미가 운영되었다. 특이한 점은 작년 아카데미를 기점으로 정읍에는 '방사선을 이해하는 사람들의 모임(방이모)'이 자생적으로 만들어졌다는 것이다. 기존 'ARTI 시민기자단'이 중심이 되어 그 산하에 오십여 명의 주민이 참석하는 모양새다. 자발적 모임이다 보니 연령층도 다양하고, 직업군도 다채롭다. 떠밀며 사는 세상에서 자발적으로 정보를 공유하고자 하는, 그것도 방사선이라는 주제로 모이는 모임이 신선하다. 연구원 임상용 박사의 '지역과 함께 하는 첨단방사선연구소' 강의는 100여 명이 참석할 정도로 큰 호응을 얻었다.

올해 운영한 총 다섯 차례의 원자력 아카데미는 갈수록 수월하게 진행되었다. 과거에는 연구원이 직접 참석자를 섭외하고 프로그램을 만들고 운영하는 과정에서 직접적인 이해관계자인 주민들과 거리만 멀어지는 느낌도 있었다. 하지만 올해 원자력 아카데미는 주민들이 프로그램에 관여하고, 직접 강의 내용을 제시하고, 자발적으로 참여함으로써 소통의 진정성과 친밀감이 한층 더 해졌다. 원자력에 대한 지역 주민들의 시각이 한결 좋아지고 있음을 분명히 확인했다.



SMR 아카데미 참가자들이 대전 본원에서 조사후시험시설을 견학했다.

원자력 아카데미가 만든 훈훈한 세상

글. 정종인 한국원자력연구원 첨단방사선연구소 시민기자단 단장



‘방사선을 이해하는 사람들의 모임(방이모)’ 회원들이 원자력 아카데미에 참여했다.

한국원자력연구원 첨단방사선연구소 시민기자단은 지난 4일 정읍시 수성동 근린공원에서 방사선연구소 직원들과 ARTI 시민기자단(단장 정종인), 방이모(방사선을 이해하는 사람들의 모임) 회원들이 사단법인 참좋은사람들 사랑나눔공동체와 함께하는 한 끼 밥상 나눔 행사를 개최해 훈훈함을 더했다. 이날 행사는 정읍 지역 어르신과 장애인 등 소외계층 400여 명에게 따뜻한 밥상을 제공하기 위해 마련됐다.

올해로 출범 2년째를 맞고 있는 시민기자단과 방이모는 첨단방사선연구소 안에서 일어나는 과학기술 이야기 뿐 아니라, 그것이 어떻게 사람과 사회를 따뜻하게 연결할 수 있는지를 기록하고 전하는 역할을 하고 있다. 단순히 연구성과를 홍보하는 것을 넘어, 과학의 따뜻한 온도를 지역사회에 나누는 ‘소통의 다리’가 되고자 노력하고 있다.

방사선연구소 시민기자단이 지난해 정읍천 다슬기 방류 행사에 이어 올해 밥상 나눔 봉사활동을 시작한 이유도 여기에 있다. 연구소가 가진 기술력은 첨단이지만,

그 근본은 사람을 위한 것이라는 신념 때문이다. 그래서 시민기자단은 실험실의 울타리를 넘어, 마을의 어르신들과 식탁을 함께하며 인간적인 온기를 나눴다. 이 한 끼의 식사가 단순한 나눔이 아니라, 과학이 사람을 향해 가는 길목에서 피어나는 ‘연결의 이야기’가 되었다는 게 참석자들의 한결같은 평이다.

안도현 시인의 시 〈연탄재 함부로 차지 마라〉에는 이런 구절이 있다.

“너는 누구에게 한 번이라도 뜨거운 사람이었느냐.”

시민기자단은 그 물음을 늘 마음에 품고 있다. 누군가의 하루를 조금이라도 따뜻하게 데워주는 일, 그것이 바로 시민기자단이 존재하는 이유라고 생각한다.

2025년에는 원자력 아카데미를 통해 방이모는 물론 지역민들과 생생한 소통을 통해 협력하며 상생의 시대를 열어 왔다. 앞으로도 한국원자력연구원 첨단방사선연구소 시민기자단은 지역사회와 꾸준히 연대하며, 과학의 가치와 사람의 정이 만나는 현장을 찾아 나설 예정이다.

SMR 아카데미 수료식을 바라보면서!

글. 이재근 경북원자력안전정책연구소장

경주 시민을 위한 지역 주민과 함께하는 'SMR 아카데미'가 한국원자력연구원 주최, 경주시 후원으로 지난 4월 17일부터 11월 20일까지 네 차례에 걸쳐 진행되었다. 이번 아카데미는 SMR 현황과 미래, SMR과 안전규제, SMR 핵연료의 특징 및 안전성, 원자력연구원 견학 및 수료식으로 구성되었으며, 이를 끝으로 원자력 바로 알기 공부가 끝이 났다. 짧은 시간에 SMR(소형모듈원자로)에 대해서 많은 것을 공부한 것 같다.

특히 경주시 감포읍 나정리, 대본리 일원에 지난 2021년 7월 착공해서 2025년 12월 일부 시설에 대해서 준공을 앞둔 문무대왕과학연구소 화랑관에서 'SMR 아카데미' 강의가 이루어진 것은 지역민과의 소통에 큰 장점이 된 것 같다.

오늘날 우리 인류의 3대 위기는 에너지, 식량, 기후 문제이다. 특히 에너지 자원의 확보는 국가 안보와 연결되고 있다. 기후변화와 AI 시대에 원자력에 대한 수요는 폭발적으로 증가할 것으로 보인다.

한국원자력연구원이 2012년에 국내 최초로 개발하고 표준설계인가를 획득한 소형모듈원자로 SMART가 개발된 이후 전 세계적으로 98개의 SMR이 개발 중이다. 특히 SMR은 AI 시대에 폭증할 전력 수요에 대응할 현실적 대안이고 친환경 에너지원으로 꼽힌다. 미국, 영국, 캐나다, 스웨덴, 중국, 러시아 등도 탄소중립과 미래 먹거리 차원에서 SMR 기술개발과 투자에 전력투구하고 있다.

2030년대에는 전 세계적으로 SMR 배치가 가속화될 것으로 전망하기도 한다. 우리나라도 2035년경에 SMR의 첫 가동 목표를 세웠다. SMR의 전 세계 시장 규모를 국제원자력기구(IAEA)는 2035년에 약 630조 원으로,

세계경제포럼(WEF)은 2040년에 약 1,000조 원으로 추정한다.

SMR은 안전성, 유연성, 경제성 등에 장점이 많아 구글, 아마존, 오픈AI 등 세계적인 기업과 한국의 두산, SK그룹, HD현대그룹, 삼성물산 등도 미국의 SMR 기업에 투자하며 개발에 참여하고 있다.

이처럼 SMR은 기후변화 대응과 탄소중립 실현이라는 세계적인 흐름에 호응할 것이라는 기대를 걸고 있으며, 앞으로 우리나라 미래 산업에 큰 성장 동력이 될 것이기 때문에 한국원자력연구원 문무대왕과학연구소의 무궁한 발전을 기원한다.



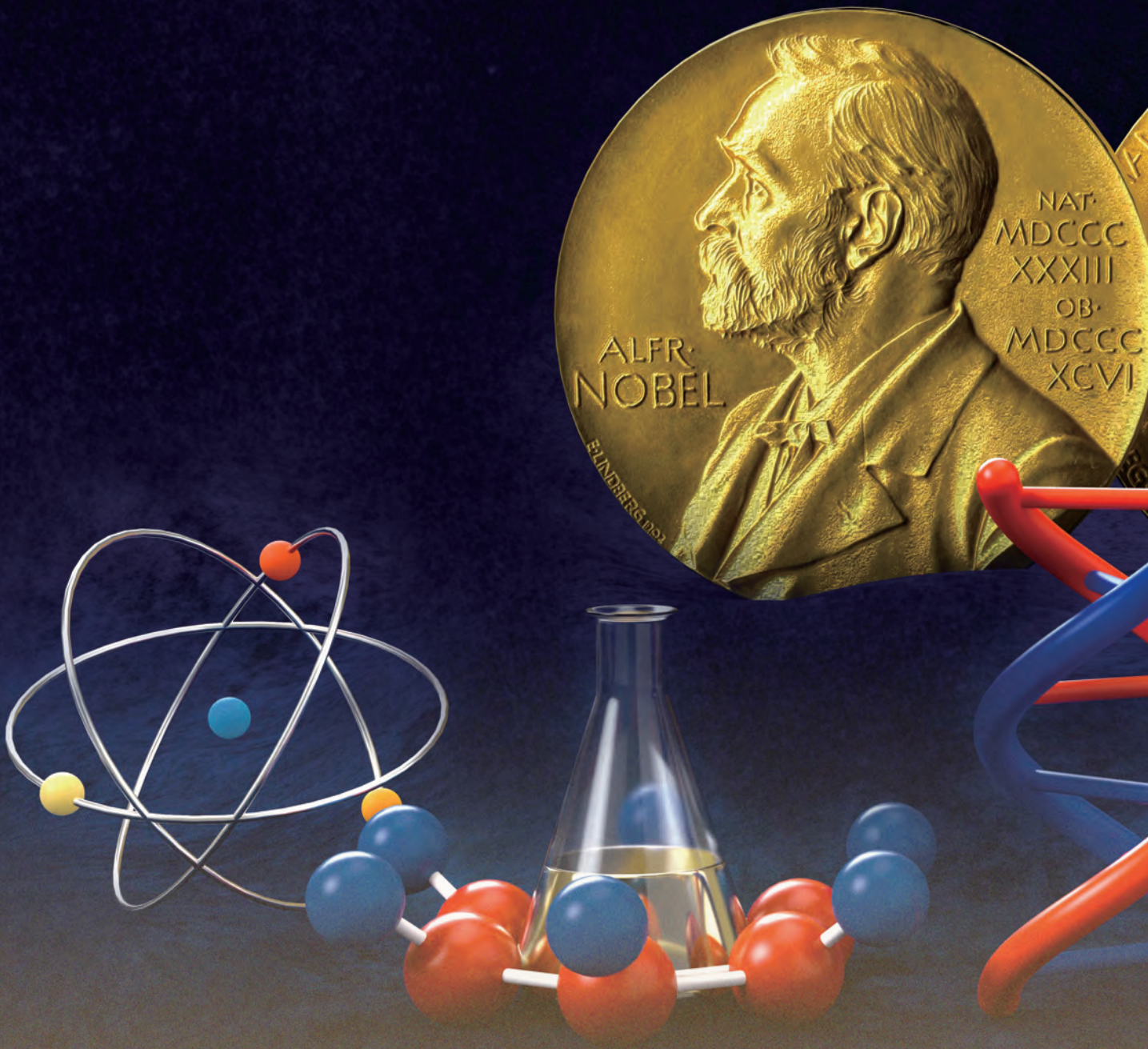
SMR 아카데미 교육이 감포 문무대왕과학연구소에서 진행됐다.



SMR 아카데미 교육 참가자들이 강연을 듣고 있다.

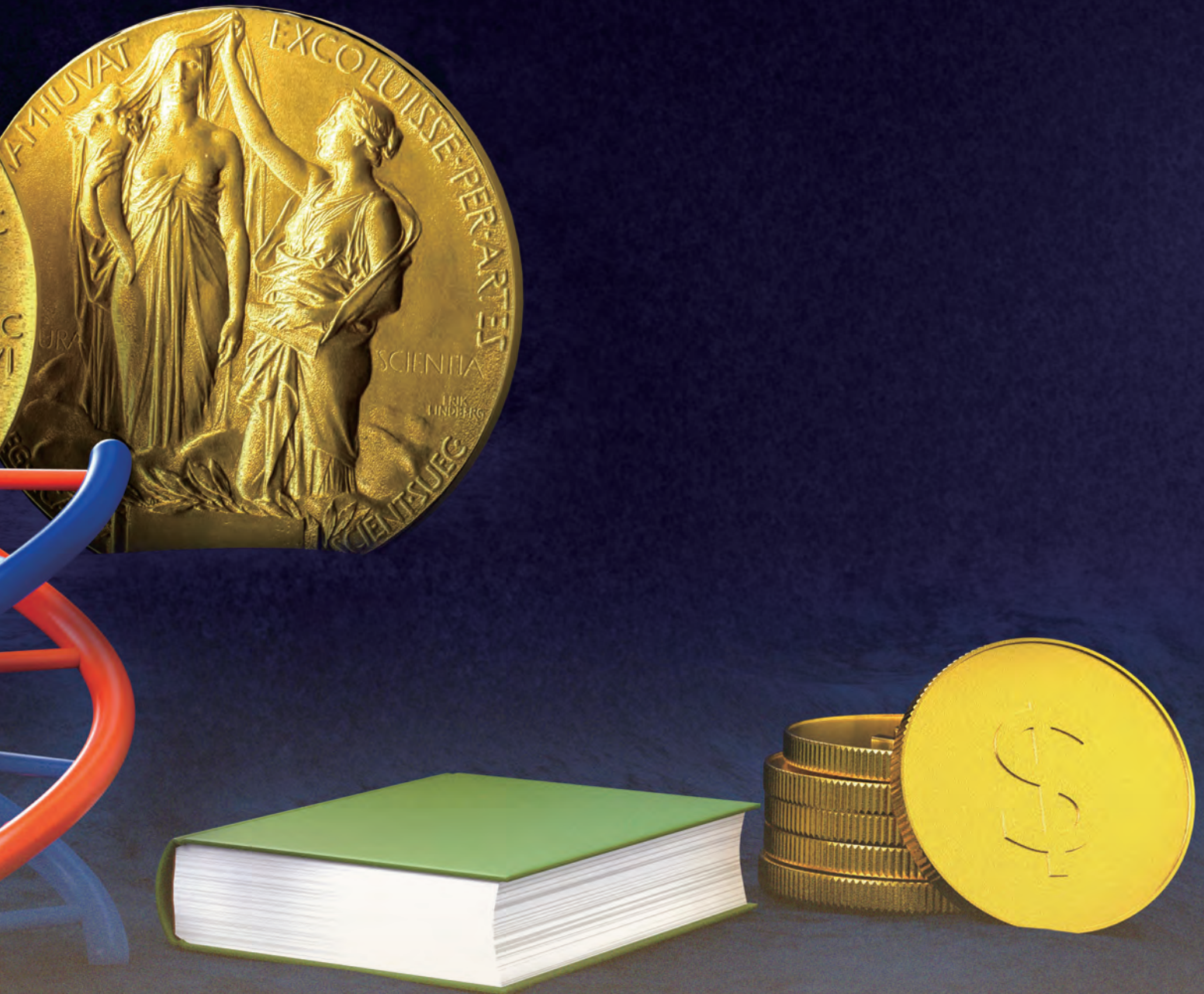


올해 노벨과학상 주목해야 할 부분은 美 캘리포니아 大·日 강세



올해도 어김없이 10월 초 먼 북구의 나라 스웨덴에서 노벨과학상 수상자를 발표했다.
 지난해 노벨과학상의 키워드가 '인공지능'(AI)이었다면, 올해 키워드는 '일본'과 '미국 캘리포니아 대학'이라
 할 것이다. 지난해에는 노벨 물리학상과 화학상이 인공지능과 관련된 이들에게 돌아감으로써
 다소 파격적이었다고 한다면 올해 노벨상은 다시 전통적인 기초 과학자들 품에 안겼다.
 노벨 생리의학상은 면역학자, 물리학상은 양자 물리학자, 화학상은 무기(無機) 화학자들이 수상했다.

글. 유용하 서울신문 과학전문기자 · 문화체육부장



생리·의학상은 말초 면역 관용 현상 연구자에게

올해 노벨 생리·의학상은 면역 체계가 자기 자신을 공격하지 않도록 조절되는 ‘말초 면역 관용’(peripheral immune tolerance)을 발견한 메리 브링코(64) 미국 시스템 생물학 연구소 박사, 프레드 램즈델(65) 소노마 바이오테라퓨틱스 과학 고문, 시몬 사카구치(74) 일본 오사카대 교수가 선정됐다.

면역 관용은 면역 반응을 끌어낼 수 있는 능력이 있는 물질이나 조직에 대한 면역계의 무반응 상태를 말한다. 특정 항원에 대해 사전에 노출됐을 때 유도되는 면역 관용은 외부에서 항원이 들어왔을 때 면역에 의해 제거되는 면역 반응과는 다르다. 면역 관용은 가슴샘과 골수에서 작용하는 중추 면역 관용, 림프샘을 비롯한 다른 조직에서 작용하는 말초 면역 관용으로 분류된다. 면역 관용 발생 메커니즘은 다르지만, 결과적으로 나타나는 효과는 유사하다.

우리 몸의 강력한 면역 체계는 잘 조절되지 않으면, 신체의 장기를 공격할 수 있다. 면역 관용은 바로 이런 문제를 해결해 정상적인 생리 상태를 유지하게 해주는데, 말초 관용은 다양한 환경 물질에 대한 면역계의 과민 반응을 예방한다.

노벨 위원회는 “이 연구 결과는 암과 자가면역 질환을 치료하기 위한 의학 기술 개발은 물론 장기 이식의 성공률을 높이는 데도 기여할 것으로 기대되며 실제로 다양한 치료의 임상 시험 단계에 있다”라고 설명했다.

양자역학 탄생 100주년 맞아 양자 물리학자 품에

올해 노벨 물리학상은 양자 터널링과 에너지 양자화를 연구한 존 클라크(83) 미국 버클리 캘리포니아대(UC버클리), 프랑스 국적의 마이클 데보레트(72) 예일대 교수 겸 UC산타바바라 교수, 존 마티니스(67) UC산타바바라 교수가 선정됐다. 최근 양자 컴퓨터, 양자 암호, 양자 반도체 등의 양자역학을 이용한 기술의 실용 가능성이 커지고 있으며, 때마침 양자역학 탄생 100주년을 맞은 올해 정통 물리학자에게 노벨상이 돌아가면서 더욱 의미가 있는 것으로 평가받는다.

양자역학은 눈에 보이지 않는 초미시 세계를 설명하는 이론이다. 그런데, 물리학계에서는 양자역학 효과를 보여줄 수 있는 시스템 최대 크기가 어느 정도인가 하는 문제가 끊임없이 제기돼 왔다.

이런 가운데, 올해 수상자들이 손에 들 수 있을 만큼 충분히 큰 시스템인 전기 회로로 실험해 양자 터널링과 에너지 양자화 모두를 증명해 낸 것이다.

1984~1985년에 이번 수상자 3명은 전기 저항이 0인 물질인 ‘초전도체’로 만든 전자 회로를 이용해 실험했다. 이들은 두 개의 초전도체 사이에 나노미터 두께의 매우 얇은 절연체 막을 끼워 넣은 ‘조지프슨 접합’ 구조물을 만들었다. 이를 이용해 눈으로 볼 수 있는 거시적 규모에서 전압 변화를 측정함으로써 양자 터널링 현상을 관찰하고, 동시에 이 시스템이 에너지를 아무 값이나 흡수, 방출하는 것이 아니라 특정한 정해진 양으로만 주고받는 ‘에너지의 양자화’도 관측에 성공했다.

화학상은 만능 분자 제작한 무기화학자들 품에

그런가 하면, 노벨 화학상은 탄소 포집, 독성 가스 검출 및 포집, 화학 반응 촉진 등 다양한 역할을 할 수 있는 새로운 형태의 분자 구조를 연구·개발한 기타가와 스스무(74) 일본 교토대 교수, 리처드 롱슨(88) 호주 멜버른대 교수, 오마르 M. 야기(60) 미국 버클리 캘리포니아대 교수를 선정했다. 지난해 노벨 화학상은 인공지능(AI)을 활용한 응용 분야에 돌아가면서 파격적이라는 평가를 받았지만, 위원회는 다시 기초 분야에 수상의 영광을 돌려줬다.

이번 수상자들은 기체와 기타 화학 물질이 드나들 수 있는 넓은 공간을 지닌 분자 구조물인 ‘금속-유기 골격체(MOF)’를 만드는 데 성공하면서 2000년대 초부터 계속 노벨 화학상 유력 후보로 거론돼 왔다. MOF는 금속 이온이 모서리에 위치하고 탄소 기반 유기 분자들이 이를 서로 연결하는 구조다. 금속 이온과 유기 분자가 결합한 구조는 내부에 큰 공간을 가진 MOF 결정을 형성한다. MOF를 이루는 구성 성분을 바꾸면 특정 물질을 선택적으로 포집, 저장할 수 있으며, 화학 반응을 구동하거나 전기를 통하게 할 수도 있다.

이에 노벨위원회는 “이번 수상자들의 획기적 발견은 자연 분해되지 않는 물질인 과불화화합물(PFAS)을 물에서 분리하고, 물이나 토양에 녹아 있는 미량의 화학 물질을 분해하는 한편 이산화탄소 포집, 사막에서 물 공급, 수소에너지 저장 등 다양한 분야에서 응용이 가능해 인류가 직면한 중대 과제 해결에 기여할 잠재력이 있다”고 밝히기도 했다.

아시아 기초과학 맹주 '일본'의 비결은

올해 노벨 과학상 수상자 면면을 살펴보면 미국 캘리포니아대 소속이 4명으로 총 9명의 수상자 중 절반에 이른다. 한국 사람들에게 더 충격으로 다가온 것은 일본의 2개 분야 수상이다. 이로써 일본의 노벨 과학상 수상자는 올해까지 27명. 이 중 22명이 2000년 이후에 쏟아져 나왔다. 1980~1990년대까지만 해도 노벨과학상은 미국, 독일, 영국 3강 체계였지만, 2000년대 이후에는 일본이 독일을 제치고 3강의 한 축을 차지하게 됐다. 또, 생리학상, 물리학상, 화학상 어느 한 분야에 치우치지 않고 골고루 수상자를 배출하고 있다는 점도 눈길을 끌고 있다.

2000년대 이후 일본이 명실공히 아시아 기초과학의 맹주로 우뚝 서게 된 이유에 대해서는 다양한 분석이 있지만, 몇 가지로 요약할 수 있다.

우선 21세기 들어 일본의 약진은 최근 나타난 현상이 아니라 100여 년이 넘는 기초과학 전통 때문이다. 또, 기초과학 분야

강화를 위해 물질적 투자보다 사회환경과 교육여건 개선에 초점을 맞추고 있다는 점도 일본 과학계의 특징이다. 일본 역시 경제 상황에 따라 기초연구 투자비가 늘거나 줄기도 한다. 그렇지만, 기초과학을 경제 논리에서 접근하기보다 과학문화라는 차원에서 접근하기 때문에 도전적이고 독창적 연구에 대해서는 적더라도 꾸준히 지원한다.

동시에 하나에만 몰두하는 '오타쿠 문화'도 기초과학에 강한 일본을 만든 배경이다. 타인을 의식하지 않고 자신이 관심을 갖고 있는 분야에 대해서 오랫동안 한 우물을 파는 사회적 분위기가 아직 남아 있어, 가지 많은 길을 가는 연구자를 키우는 토양이 됐다는 것이다.

또 하나의 특징은 유학파들보다 국내파들이 많다는 점이다. 그리고, 명문대가 아닌 다양한 대학 출신의 수상자들이 많아지고 있다. 이는 오랫동안 일본 과학 연구 전체의 저변이 확대되면서 거점이 증가하고 있다는 것을 의미한다. 한국 과학기술 지원 정책의 모토인 '선택과 집중'과는 다른 결을 보인다는 분석이다. ❶



기초 과학자들에게 돌아간 올해의 노벨과학상. 해당 사진은 역대 노벨상과 수상자들의 정보가 전시된 노벨상 박물관 ©Shutterstock

가우디를 넘어 모바일 박람회의 도시로

스페인 바르셀로나

건축가 가우디의 도시인 바르셀로나에 변화의 바람이 강렬하다. 스페인 바르셀로나는 세계 최대 이동통신 박람회 '모바일 월드 콩그레스'가 매년 개최되는 뜨거운 도시로 주목받고 있다.

글. 서영진 여행칼럼니스트





최대 이동통신 박람회 'MWC'의 흥분산

최근 APEC 회의에서는 중국 시진핑 주석이 이재명 대통령에게 자국 스마트폰을 선물로 증정해 눈길을 끌었다. 시 주석이 건넨 '샤오미 15 울트라폰'은 카메라 기능과 올해 'MWC'에서 공개된 신제품이라는 설명이 쫓아다녔다.

일반인에게 다소 생소한 MWC는 'Mobile World Congress'(모바일 월드 콩그레스)의 영문 이니셜로 스페인 바르셀로나에서 매년 열리는 세계 최대의 이동통신 박람회다. 건축가 '가우디의 도시'로 명성 높은 바르셀로나는 매년 봄이면 MWC 개최로 도시 전역이 들썩거린다.

MWC는 미국의 'CES'(국제 전자제품 박람회), 독일 베를린의 'IFA'(국제 가전 박람회)와 함께 IT 분야의 새로운 트렌드를 선보이는 세계 3대 ICT 박람회로 꼽힌다. MWC는 프랑스 칸에서 1987년 처음 시작된 이후 참가 기업과 관람객이 늘며 2006년부터 20년째 바르셀로나에서 성황리에 개최되고 있다.

'모바일 올림픽'으로도 불리는 MWC에서는 최신 모바일 기기와 이동통신 관련 첨단기술이

1 20년째 바르셀로나에서
열리고 있는 MWC

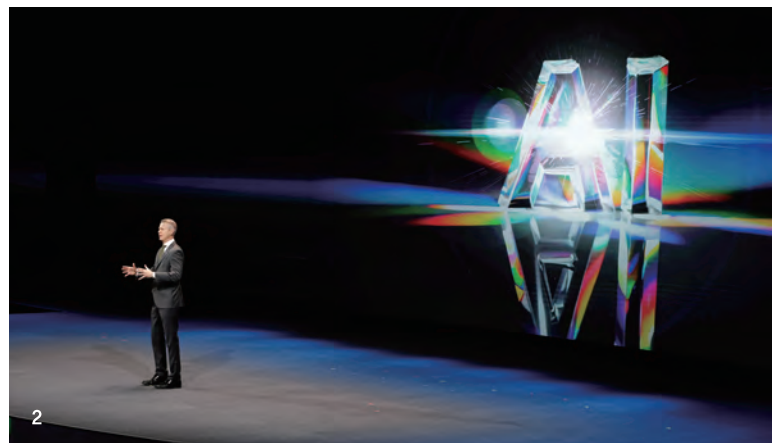
©GSMA

2 MWC에서는 첨단 기술의
현주소를 알 수 있다.

©GSMA

공개되며 스타 CEO들이 연사로 나선다. 2025년 MWC에는 2,900여 개 전시업체가 참가했으며, 관련 시상식에서 중국이 대상을 포함해 절반 넘게 휩쓸며 변화를 실감케 했다. 시 주석이 자국 스마트폰을 선물로 건넨 데는 여러 시사점이 있었던 셈이다.

건축미 가득한 오랜 지중해 도시의 변신은 눈부시다. 바르셀로나에서는 세계의 스마트시티들이 어깨를 겨루는 '스마트시티 엑스포 월드 콩그레스'(SCEWC)도 개최되며, 올해로 14회째를 맞고 있다.



천재 건축가 가우디의 흔적들

카탈루냐주 대표 도시인 바르셀로나는 천재 건축가 가우디의 호흡이 서린 곳이다. 곡선의 아름다움을 간직한 가우디의 작품들은 도심 전역에 녹아 있다. 구엘 공원은 자연에서 모티브를 빌린 아르누보 양식의 건축물들이 화사하다. 파도의 굴곡이 깃든 카사 바트요, 카사 밀라와 대성당 사그라다 파밀리아 등 가우디가 19세기 말 20세기 초 쌓아 올린 건축물 중 다수가 유네스코 세계문화유산에 등재돼 있다.

3 가우디의 구엘공원, 곡선의 매력을 구엘공원 모든 곳에서 느낄 수 있다.

©Unsplash

4 아르누보 양식의 카탈루냐 음악당의 모습



피카소, 미로 등도 바르셀로나에서 작품 활동을 펼친 예술가들이다. 피카소가 청년기를 보냈던 몬카다 거리에는 14세기에 지어진 아퀼라르 궁을 개조해 만든 피카소 미술관이 들어서 있다. 고색창연한 아르누보 양식의 카탈루냐 음악당과 고딕지구 골목에 자리한 700년 세월의 건축물들도 향수를 자극한다.

구도심 카탈루냐 광장에서 콜럼버스 동상까지 이어지는 람블라스 거리는 여행자들의 온기로 채워진다. 보행자 전용도로는 거리의 예술가들로 늘 북적이며, 1840년대에 문을 연 성요셉 시장 역시 향취와 맛이 어우러진다.

미술과 올림픽의 언덕 몬주익

도시 남쪽 몬주익은 바르셀로나를 품에 안은 미술과 올림픽의 언덕이다. 1899년 세워진 투우장을 뒤로하고 언덕에 오르면 중세 기독교의 걸작들을 간직한 카탈루냐 국립미술관과 호안 미로 미술관이 모습을 드러낸다. 언덕 중앙에는 1992년 바르셀로나 올림픽 당시 메인스타디움이던 '에스타디 올림픽 류이스 콤파니스'가 있다. 전망대가 아름다운 언덕은 '몬주익의

영웅' 마라토너 황영조를 탄생시킨 곳으로도 유명하다.

바르셀로나는 지중해의 햇살과 바람이 공존하는 도시다. 바르셀로나에서는 바르셀로네타 해변을 거닐어 볼 것을 추천한다. 바르셀로네타는 디자인이 독특한 건축물과 요트, 인공 모래비치가 어우러진 해변이다. 바르셀로나 주민들이 산책을 즐기는 곳으로, 해변을 거닐면 곳곳에서 기이한 미술작품과 수준급 아티스트들의 버스킹 공연을 자연스럽게 감상할 수 있다. ^K

5 웅장한 규모의 카탈루냐 국립미술관
©Unsplash

도시 남쪽 몬주익은

바르셀로나를 품에 안은 미술과 올림픽의 언덕이다.





어머니의 국물은 무엇일까, <고독한 미식가 더 무비>

글. 전영식 과학커뮤니케이터

먹방 프로그램 중 아직도 심심치 않게 케이블TV에서 볼 수 있는 ‘엄청 유명한’ 혼밥 먹방 프로가 있으니 일본 드라마 <고독한 미식가, 孤獨のグルメ>이다. 원작은 쿠스미 마사유키가 스토리를 쓰고, 다니구치 지로(谷口ジロー, 1947~2017)가 작화를 한 동명의 만화책이다. 다니구치 지로는 앙굴렘 국제만화제에서도 여러 번 상을 받아서 국제적으로 유명한데 <개를 기르다>, <아버지>, <신들의 봉우리> 등 감명 깊은 작품들이 소개됐다.

인생에서 부담지는 것을 싫어하는 50대 아저씨인 이노가시라고 불리는 자유로운 영혼이다. 결혼도 연애도 안 하고 술도 안 마신다.

다만 자기 가게도 없이 가방만 들고 수입 잡화를 여기저기 팔고 다닌다. 그런 그에게 가장 행복한 순간은 오직 행복하게 밥을 먹을 때이다.

드라마는 텔레비 도쿄에서 2012년부터 2022년까지 10년간 시즌 10으로 제작되었다. 구성은 아주 단순해서 잠깐 일 이야기가 나오지만 음식을 먹을 핑계일 뿐, 끝내자마자 밀도 끝도 없이 그 유명한 장면인 “하라가 헛따(배가 고프다)” 라고 외치는 좀 아웃 장면이 나온다. 분주하게 식당을 찾고 주문을 고민하다 음식이 나오면 혼잣말을 하면서 맛있게 먹는다.



고독한 미식가 더 무비 스틸 컷 ©(주)빌리언스플러스

감칠맛을 찾아 세계 여행

2025년에는 텔레비 도쿄 개국 60주년 기념으로 극장판 <고독한 미식가 더 무비>가 나왔는데, 드라마 주인공 고로를 연기한 마스시게 유타카가 각본, 감독, 주연을 맡았다. 옛 애인의 딸에게 의뢰를 받고 파리를 찾은 고로는 고풍 배를 프랑스 음식으로 채운 후, 의뢰인의 집을 방문한다. 거기서 귀향을 포기한 노인으로부터 어릴 때 어머니가 만들어 주신 국물을 찾아달라는 간절한 부탁을 받는다. 단서는 이름이 '잇짱지루'이며 육고기, 생선, 해조류와 채소로 만든 감칠맛이 있는 순하고 훌륭한 음식이었다는 것이다. 마음 약한 고로는 팔자에도 없는 음식 재료 찾아 삼만 리를 펼친다.

음식을 먹을 때 우리가 느끼는 맛은 달고, 짜고, 시고, 쓴 네 가지 기본 맛이다. 매운 것은 통각이며, 짙은맛, 구수한 맛은 네 가지 기본 맛이 복합적으로 작용된 것이다. 여기에 뭔가 다른 맛이 있다는 게 동양에서는 인식되고 있었는데, 감칠맛이 그것이었다.

감칠맛은 사전적으로 '음식물이 입에 당기는 맛'으로 정의된다. 오래전부터 우리에게 알려져 있던 감칠맛은, 그 실제, 작용기와 방법이 과학적으로 알려지지 않아 맛으로 인정되지 못했다.

결국 1908년 도쿄제국대학 화학과 이케다 기쿠나에(1864~1936) 교수가 38 kg의 다시마에서 복잡한 과정을 거쳐 30 g의 글루탐산염을 분리하는 데 성공하면서 그 실체가 밝혀졌다. 이는 나중에 물에 녹는 물질로 개량되었는데, 그것이 글루탐산나트륨(MSG, monosodium glutamate)이다. 그 후 가다랑어, 멸치, 액젓, 소고기에서 이노신산(inosinate, IMP), 표고버섯에서 구아닐산(guanylate, GMP) 등 핵산계 조미료가 추가로 발견됐다.

MSG의 발견은 상업적인 성공으로 이어져 아지노모토라는 제품으로 출시됐고, 우리나라에서도 미원이라는 이름으로 소개됐다. 하지만 감칠맛이 공용어로 인정된 것은 77년이 지난 1985년이었고 2002년에야 미국 마이애미대학 연구진이 감칠맛 수용체를 발견했다. 일본에서 발견되어 공용어가 된 쓰나미(Tsunami)처럼 감칠맛은 우마미(Umami)라는 이름으로 통용된다.



● 감칠맛은 재료의 조합에 따라
다른 맛을 나타낸다.
궁합이 잘 맞는 소재로
함께 조리하면 음식의 맛이 좋아진다.

1 이케다 기쿠나에(1864~1936) 교수
©Wikimedia Commons

2 황태덕장의 풍경

3 황태해장국 ©Clipart Korea

진한 감칠맛을 찾아라

네 가지 재료를 찾았지만, 노인이 그토록 원한 여러 감칠맛이 어우러진 느낌은 아니었다. 셰프도 재료가 잘못됐을 거라는 추측을 한다. 비슷한 맛이지만 뭔가 다르다는 것이다.

감칠맛은 재료의 조합에 따라 다른 맛을 나타낸다. 궁합이 잘 맞는 소재로 함께 조리하면 음식의 맛이 좋아진다. MSG가 IMP나 GMP를 만나면 감칠맛이 폭발한다. MSG와 IMP를 50:50으로 섞으면 감칠맛이 7배 증가한다. 그래서 다시마에 가쓰오부시나 멸치를 함께 넣어준다. 또한 MSG와 GMP의 경우, 반반 비율이면 30배가 증가한다. 그래서 국물 요리에 버섯을 넣는다.

감칠맛을 증강시키는 조리법은 나라마다 다르다. 글루탐산과 이노신산을 얻기 위해 일본은 다시마+가쓰오부시, 우리나라는 다시마+멸치, 중국은 배추, 파+닭 뼈의 조합을 쓴다. 이 조합이 불변은 아니어서 원리만 따르면 다른 식재료의 조합이 얼마든지 가능하다.

혀의 미뢰에 있는 감칠맛 수용체는 글루탐산염이나 핵산염과 같은 물질과 결합해 감칠맛을 느끼게 하는 제5의 맛 수용체이다. 여기에는 주로 T1R1과 T1R3 수용체가 있으며, 글루탐산과 특히 높은 결합력을 보여 감칠맛을 느끼게 된다. 이 수용체는 T1R1과 T1R3이라는 두 가지 단백질이 쌍떡잎 같은 이합체(heterodimer)를 형성해 작용한다. MSG는 T1R1의 안쪽에, IMP는 입구 쪽에서 결합하는데, 이렇게 되면 단백질이 꼭 다물게 되어 더욱 안정적인 결합이 유지되고 감칠맛이 지속된다.



2



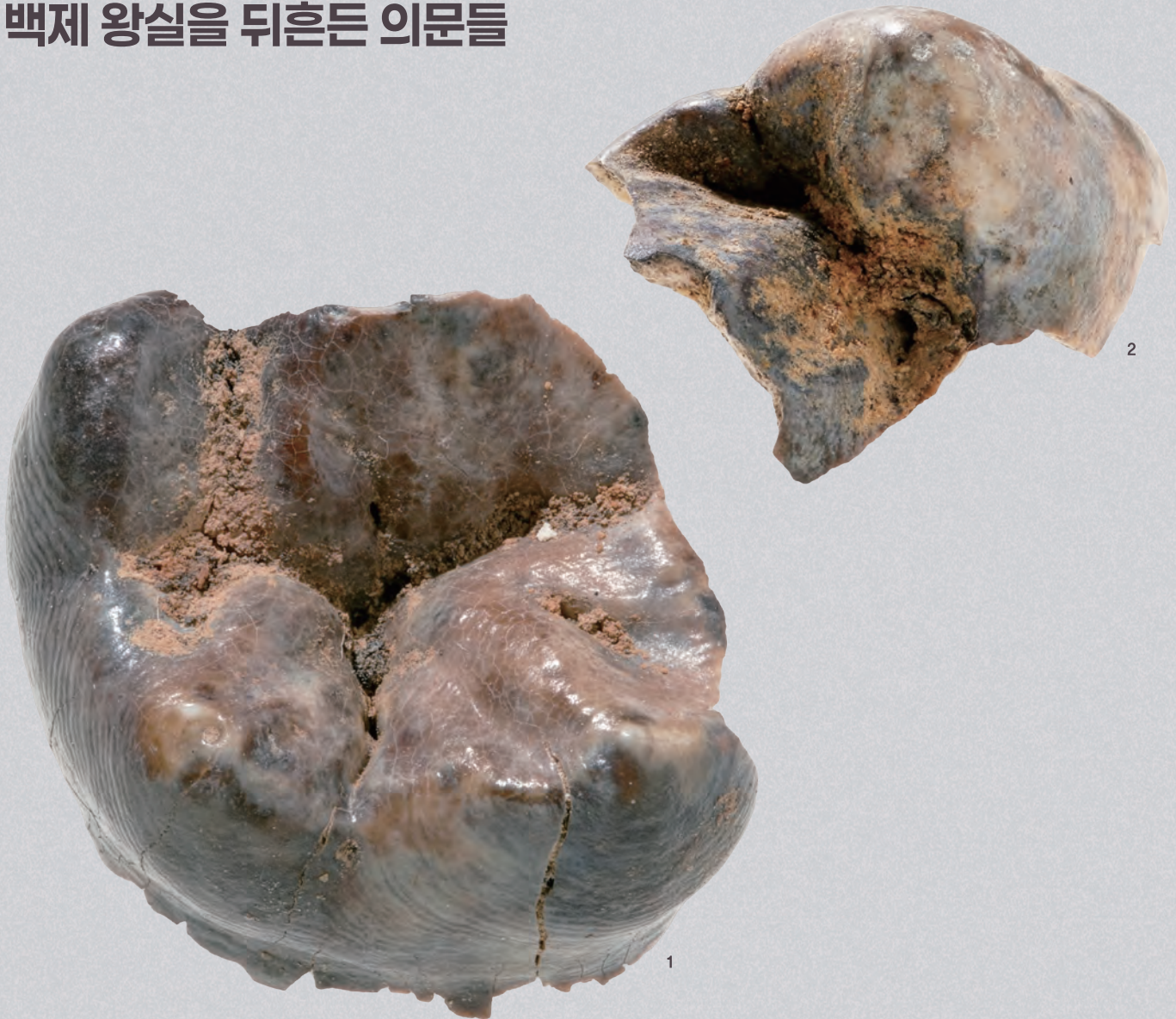
3

황태, 발견되다

고민하던 고로는 노인의 어머니가 어렸을 때 한국에서 살았다는 것과 자신이 한국에서 맛본 황태해장국의 기억을 연결해 황태가 포함된 재료를 완성한다. 분자량이 큰 단백질은 아미노산으로 분해하는 과정에서 감칠맛을 내놓는다. 황태는 겨울 동안 얼고 녹는 과정을 반복하면서 단백질이 분해되어 글루탐산, 타우린, 메티오닌 등이 풍부하게 나온다. 노인은 대만족을 하며 잇짹 지루의 비밀이 밝혀진다.

MSG에 대한 안전성 문제로 시끄러웠던 적이 있다. 결론적으로 MSG 자체는 건강에 해가 되지 않는다는 게 요즘의 대세이다. 하지만 우리가 맛으로 음식을 선택하는 이유가 무엇인가? 음식의 맛은 음식이 가지고 있는 영양분을 알려주는 지시자다. 감칠맛은 단백질의 지시자이며 그래서 고기가 맛있는 것이다. 고기 단백질은 아미노산으로 우리에게 그 존재를 알린다. 따라서 고기 없는 감칠맛은 공허한 맛일 뿐이다. 맛이야 있겠지만 우리가 고기를 먹는 건 아니니까 말이다. 건강한 식재료에서 우러나오는 맛에 우리가 높은 평점을 줘야 하는 이유가 역설적으로 조미료의 맛이다. K

고분 속 치아 2점의 주인은? 백제 왕실을 뒤흔든 의문들



“어? 이거 사람의 치아 아닌가.” 국립부여문화유산연구소는 2023년 9월부터 ‘공주 무령왕릉 및 왕릉원’(옛 송산리 고분군) 1~4호분을 발굴하고 있었다. 연구소 측은 발굴 과정에서 2호분 시신을 안장한 자리에 30cm 정도 쌓여 있던 자갈과 흙, 석회 등을 모조리 포대에 담아 옮겼는데, 그 양이 1.6톤(1,575kg)에 달했다. 그렇게 수거한 흙·자갈 등을 일일이 물체질로 걸러내던 중 어금니 2점이 나왔다. 여기서 과학이 동원됐다. 가톨릭대 해부학 교실이 치아가 맞물리는 부분의 마모도, 즉 교모도를 측정한 결과 주인공의 나이는 ‘20대 젊은 성인 혹은 미성년’이라는 결과가 나왔다. 그러나 지금보다는 거친 음식을 먹었을 1,500년 전에는 현대인보다 빨리 치아가 마모됐을 것이다. 따라서 2호분의 주인공은 20대보다는 10대일 가능성이 있다고 보았다.

공주 왕릉원의 수상한 배치

그렇다면 2호분의 주인공을 가늠해 볼 수 있지 않을까. '공주 무령왕릉 및 왕릉원'은 한성 시대(기원전 18~기원후 475)를 마감한 백제가 웅진 시대(475~538)에 조성한 왕릉 묘역이다. 웅진 시대의 임금이라면 문주왕(재위 475~477), 삼근왕(477~479), 동성왕(479~501), 무령왕(501~523), 성왕(523~554, 538년 사비 천도)으로 5명이다. 그중 주인공이 확인된 고분은 무령왕릉뿐이다. 재위 중 사비로 천도한 성왕을 제외하면 '공주 왕릉원'에 묻힌 임금은 4명의 국왕(문주·삼근·동성·무령왕)과 그 일가로 좁혀진다. 그런데 왕릉원의 구조를 살펴보면 크게 두 개의 영역으로 구분된다.

능원 윗부분에 475년 고구려 침공 때 전사한 개로왕의 가짜 묘(혹은 제사 유구)를 시작으로 1~4호분이 들어서고, 아래쪽에 따로 무령왕릉, 5~6호, 29호분 등이 자리 잡은 것으로 보인다.

그렇게 구분하는 이유가 있다. 1~4호분은 한성 백제 시대(기원전 18~기원후 475)의 전통인 돌무덤이다. 475년 웅진 천도 직후 조성된 고분으로 짐작된다. 반면 밑에 조성된 무령왕릉과 6호분은 중국 양나라(502~557)에서 유행한 전돌 무덤이다. 5호, 29호분도 '돌방+전돌' 양식의 고분이다. 따라서 '개로왕 가묘(제사 유구)·1~4호분'이 '무령왕릉·5~6호·29호분'보다 조성 시기가 빠른 것으로 파악된다.

문주-삼근왕파, 동성-무령왕파

왕릉원이 두 개의 영역으로 나뉜 이유는 무엇일까. 고구려의 침략으로 한성을 잃은(475) 개로왕(21대·재위 455~475)에게는 두 동생, 문주왕(22대·275~477)과 곤지(?~477)가 있었다. 문주왕은 재위 2년 만인 477년에 서거하고, 13살이었던 삼근왕(23대)이 왕위를 이었다.



1,2 2호분에서 사신이 놓인 바닥에 쌓인 자갈층을 거둬 물체질로 걸렀더니 치아 2점이 확인됐다. 가톨릭대 해부학교실이 치아를 분석했더니 치아의 주인공은 10대 청소년일 가능성이 있다는 결과가 나왔다. 웅진 백제 시절 10대에 서거한 국왕은 삼근왕뿐이다. 때문에 '공주 왕릉원 2호분의 주인공 =삼근왕'으로 지목됐다.
/ 국립부여문화유산연구소 제공

3 국립부여문화유산연구소가 2023년부터 웅진 백제 시대 왕릉급 무덤이 집중된 공주 무령왕릉 및 왕릉원 중 1~4호분을 발굴 조사했다. 그 결과 획기적인 발굴 성과가 나왔다.
/ 국립부여문화유산연구소 제공

그러나 삼근왕도 즉위 2년 만인 479년, 15살의 나이에 요절한다. 후사가 없었기 때문에 백제 왕계는 곤지의 후손인 동성왕(24대·479~501)과 무령왕(25대·501~523)으로 이어진다. 이러한 배경이 왕릉원이 '두 갈래'로 구분된 이유로 해석된다.

왕릉원의 위쪽(1~4호분)에는 문주왕(22대)과 삼근왕(23대) 등 문주왕의 직계가 묻힌 것으로 보인다. 이 지점에서 '치아 2점'의 주인공이 특정된다. 바로 문주왕의 어린 아들, 13살에 즉위해 15살에 생을 마친 삼근왕이 지목되는 이유다. 그렇다면 문주왕릉은 어디일까. 학계는 1~4호분 중 가장 먼저 조성된 1호분이 문주왕릉일 가능성을 높게 보고 있다.

반대로 아래쪽에 조성된 묘역은 곤지계(동성왕-무령왕)의 무덤으로 보인다. 이 구역이 바로 무령왕릉과 5·6호분, 29호분이다. 무령왕릉의 주인공은 명확히 확인된 상태다. 그렇다면 바로 앞에 있는 6호분을 동성왕릉으로 볼 수도 있다. 무령왕릉에 버금가는 전돌분이기 때문이다. 그러나 최근 연구에서는 6호분의 주인공이 무령왕의 아들 순타태자일 가능성이 제기된다. <일본서기>에 따르면 순타태자는 무령왕 재위 중인 513년에 이미 서거했다. 따라서 아버지보다



●
공주 왕릉원 2호분에서
출토된 치아 2점은
5세기 후반 파란만장한
백제 역사를 되돌아보는
계기를 마련했다.

먼저 죽은 순타태자의 무덤이 6호분일 수 있다는 것이다.

그렇다면 동성왕릉은 어디일까. 왕릉원 구릉에서 서쪽으로 약 600m 떨어진 교촌리 3호분이 동성왕릉으로 지목된다. 이로 인해 자연스러운 의문이 생긴다. 왜 동성왕의 무덤은 무령왕과 떨어진 교촌봉에 자리 잡게 되었을까.

곤지의 수상한 죽음

시계추를 개로왕대(455~475)로 돌려보자. 개로왕은 동생 문주를 국무총리인 상좌평에 임명하고, 또 다른 동생 곤지를 일본과의 우호를 위해 사절로 파견한다(461). 곤지가 일본으로 간 사이 한성 백제는 고구려군의 침공(475)에 파국으로 치닫는다.

개로왕이 전사하자 국내에 남아있던 동생 문주가 왕위를 이은 뒤 웅진(공주) 천도를 단행한다. 문주왕은 476년 8월 해구를 국방장관 격인 병관좌평으로 삼는다. 문주왕은 477년 4월 주목할 만한 조치를 내린다. 13살이 된 맏아들 삼근을 태자로 책봉하고, 일본에 머무르던 동생 곤지를 귀국시켜 비서실장의 역할을 하는 내신좌평으로 삼았다. 문주왕은 곤지를 왕명을 수행하는 후견인으로 삼아 태자인 삼근을 보좌하도록 한 것이다.

그러나 곤지는 임명된 지 불과 3개월 만인 7월 죽고 만다. '477년 8월 병관좌평 해구가 권력을 농단하면서 임금까지 무시했으나 통제할 수 없었다'는 <삼국사기> 기사가 눈에 밟힌다. 해씨 세력이 일본에서 돌아와 강력한 정치적 라이벌로 등장한 곤지를 제거한 것이라 할 수 있다.

15세 소년 왕의 의문사

해씨의 만행은 거기서 멈추지 않는다. <삼국사기>에 비극적인 기사가 실린다. '477년 9월 해구가 도적을 사주해 사냥에 나선 문주왕을 시해했다'는 것이다. 해구는 13살짜리 태자인 삼근왕을 옥좌에 올린다.

이런 해구의 전횡에 진(眞) 씨 등 다른 귀족들이 반발한 것은 불문가지였다. 그러자 해구는 연씨 세력인 은술, 연신과 결탁해 반란을 일으켰다. <삼국사기>는 '478년(삼근왕 2) 해구 등이 반란을 일으키자...왕이 덕솔 진로(?~497)에게 명하여 정예병 500명을 거느리고 해구를 공격하여 죽였다. 연신은 고구려로 달아났다'고 했다. 그러나 소년 삼근왕 역시 재위 3년 2개월 만인 479년 11월 서거하고 만다.

삼근왕의 갑작스러운 죽음도 석연치 않다. 비록 삼근왕이 해구의 반란을 진압했다고는 해도

한계가 분명했다. 원칙적으로는 해구가 웅립한 군왕이었기 때문이다. 따라서 반란을 진압한 진씨 세력에 의해 폐위·살해되었을 가능성을 배제할 수 없다. 삼근왕이 갑자기 죽자 즉위한 이는 곧지계인 동성왕이었다. <일본서기>는 ‘삼근왕의 사후, 일본에 체류하던 곧지의 다섯 아들 중 둘째인 동성왕이 왜의 호위병 500명을 이끌고 귀국하여 즉위했다’고 전했다.

시해된 동성왕

이 대목에서 소환해야 할 두 인물이 있다. 곧지계인 무령왕과 그 이복동생인 동성왕이다. 무령왕은 461년, 아버지 곧지가 일본으로 가던 중 낳은 아들이다. 출생 직후 본국인 백제로 돌려보내졌고, 따라서 삼근왕이 죽었을 때(479) 만 18살이었던 무령왕은 왕위 계승권을 충분히 가질 수 있었다.

그런데 어떤 연유로 무령왕보다 더 어리고, 일본에서 출생한 동성왕이 바다를 건너와 먼저 즉위한 것일까. 출신성분 때문일 가능성이 짙다.

4 ‘공주 무령왕릉 및 왕릉원’은 웅진 백제 시대에 조성한 왕릉 묘역이다. 웅진 시대의 임금은 문주왕, 삼근왕, 동성왕, 무령왕, 성왕 등 5명이다. 그중 중간(538년)에 사비로 천도한 성왕을 제외한 4명의 국왕과 그 일가가 공주 왕릉원에 묻혀있을 것으로 추정된다.

5 곧지계가 묻혔다면 무령왕릉 앞에 조성된 6호분은 무령왕의 이복동생인 동성왕릉이 아니라는 해석이 나왔다. 그러나 최근 무령왕릉보다 600m 정도 떨어진 교촌리 3호분을 동성왕릉으로 지목하는 견해가 있다. 그렇다면 같은 곧지계인데 왜 이복형제 사이인 무령왕과 동성왕의 무덤을 따로 조성했다는 해석이 나올까.

동성왕은 아버지 곧지가 정식 혼인한 일본 왕실 여인과의 사이에서 낳은 자녀다. 반면 무령왕의 친모는 곧지의 정식 부인이 아니다. 그래서 왕위 계승권이 동성왕에게 넘어갔을 것이다. 즉위한 동성왕은 왕권 강화와 민심 수습에 적극 나섰다. 그러나 시간이 흐르자 초심을 잃었다. ‘500년 궁궐 동쪽에 호화 정자인 임류각을 세웠고, 연못을 파고 기이한 짐승을 길렀다’는 기사가 보인다. 동성왕은 501년, 결국 인사에 불만을 품고 있던 백가라는 귀족에게 시해됐다. 반면 <일본서기>는 ‘동성왕이 무도해 포박했으므로 국인(國人)들이 왕을 제거하고 무령왕을 세웠다’고 다소 결이 다른 기사를 전한다. 이때 무령왕의 나이는 40세였다. 동성왕의 시해 사건 배후에 무령왕이 도사리고 있었을 가능성도 있다. 그래서 무령왕과 동성왕의 무덤이 똑 떨어져 있다는 견해가 설득력을 얻는다.

래도난마는 위험

사실 치아 2점으로 고분의 주인공을 100% 단정하기는 무리다. 물론 법의학자에 따르면 치아는 나이를 판정하는데, 인골보다 더 효과적이다. 그러나 치아만으로는 성별조차 판정하기 어렵다. 고고학 발굴에서 가장 조심해야 할 것이 ‘래도난마’이다. 무령왕릉처럼 이름표를 달고 나오지 않는 한 발굴 결과를 두고 ‘A=B’로 단정하는 것은 위험하다. 만약 추가 발굴 및 연구에서 완전히 다른 결과가 나온다면 어쩔 것인가. 그렇지만 한가지 긍정적인 측면도 있다. 공주 왕릉원 2호분에서 출토된 치아 2점은 5세기 후반 파란만장한 백제 역사를 되돌아보는 계기를 마련했다. <삼국사기> 등 사서에도 거의 거론되지 않았고, 게다가 13세에 즉위해서 불과 3년 2개월 만인 15세에 요절한 소년 삼근왕의 삶이 더욱 호기심을 불러일으켰다. 이것이 이번 발굴의 성과라 할 수 있다. K



AI, ‘생각’을 잠재우는가 ‘잠재력’을 깨우는가

글. 매일경제 이새봄 기자

**“지금의 3040들은 자부심을 가져도 좋다.
우리는 ‘챗GPT’가 나오기 전에 대학을 졸업하지 않았는가!”**

얼마 전 이런 우스갯소리를 들은 적이 있다. 생성형 AI가 세상에 등장하기 전 대학을 졸업한 3040세대를 지금의 대학생들은 아마 상상조차 할 수 없을 터다.

2022년 말에 등장한 생성형 AI는 이미 사회의 모든 것을 바꿔 놓았다. 연구 현장에서도 생성형 AI는 ‘게임 체인저’가 됐다. 복잡한 코드를 순식간에 짜고, 방대한 선행 연구 자료를 몇 초 만에 요약한다. 심지어 실험 데이터의 초기 분석까지 거든다. 이 압도적인 효율성은 분명 연구자들에게 강력한 무기다.

하지만, 이 도구가 우리의 뇌를 어떻게 바꾸고 있는지에 대해서는 심각한 질문이 제기된다. 국제학술지 ‘네이처(Nature)’는 최근 이 ‘AI 패러독스’를 정면으로 분석했다. 기사의 핵심은 대학가를 뒤흔친 AI 열풍이 학생들의 사고력을 얼마나 심각하게 저해하고 있는지에 대한 내용이었다.

가장 충격적인 근거는 MIT 미디어랩의 뇌파(EEG) 분석 실험이다. 연구팀이 AI의 도움을 받아 에세이를 쓴 학생들의 뇌를 관찰했더니 ‘뇌 연결성’이 현저히 떨어지는, 이른바 ‘뇌의 개점휴업’ 상태가 나타났다. 뇌의 여러 영역이 정보를 교환하고 비판적으로 사고하는 과정이 사실상 멈춘 것이다. 심지어 이 학생들은 AI가 써준 글의 내용을 제대로 기억조차 못 했다.

이는 학생들만의 문제는 아니다. 연구현장에서도 데이터 해석의 핵심 과정을 AI에게만 맡기고 이 결과를 비판 없이 수용할 때 ‘인지적 외주화(Cognitive Offloading)’가 발생한다. AI가 제시한 매끄러운 답안 뒤에서 정작 연구자의 뇌는 작동을 멈춘다. 중국 칭화대의 연구에서 AI 튜터의 도움을 받은 학생들이 단기



시험 성적은 높았지만 2~3주 뒤 장기 기억력 테스트에서 저조한 성적을 거둔 것도 같은 맥락이다. ‘이해했다’는 거짓 감각에 빠진 탓이다.

하지만 하버드대의 또 다른 실험은 정반대의 가능성을 제시한다. 이들이 개발한 ‘AI 물리 튜터’는 정답을 알려주는 대신, ‘왜 그렇게 생각하는가?’, ‘다른 개념을 적용할 순 없는가?’라며 끊임없이 질문을 던졌다. 학생의 뇌가 스스로 답을 찾도록 ‘적극적 학습’을 유도한 것이다. 놀랍게도 이 AI에게 배운 학생들은 인간 교사에게 배운 학생들보다 성적이 더 높았다.

두 사례의 차이는 명확하다. AI를 ‘답을 주는 기계’로 쓰느냐, ‘질문을 던지는 파트너’로 쓰느냐의 차이다. 미국 애리조나대 연구팀은 학습 효과가 가장 좋은 최적의 난이도, 이른바 ‘스위트스팟’이 있다고 밝혔다. ‘85%의 규칙’이다. 너무 쉬운 100점짜리 과제나 너무 어려운 50점짜리 과제보다, 15%쯤 틀릴 만한 ‘적당히 어려운’ 85점 수준의 과제를 풀 때 뇌가 가장 빠르고 깊게 학습한다는 것이다.

AI 논쟁도 결국 이 지점으로 귀결된다. 하버드대의 AI 튜터가 성공한 이유는 학생이 느껴야 할 지적 도전을 빼앗지 않고 오히려 북돋웠기 때문이다. AI가 벌여준 시간을 ‘새로운 지적 도전’에 쓰지 않는다면, 우리의 뇌 역시 MIT 학생들의 뇌처럼 개점휴업 상태에 머무르지 모른다. AI는 사용하는 방식에 따라 위기가 되기도, 기회가 되기도 하는 이중적인 도구이다. AI에게 지시만 내리고 그 답을 취하는 단순 사용자로 남을 것인가, AI라는 강력한 도구를 활용해 더 높은 차원의 질문을 던지는 지적 파트너로 삼을 것인가의 선택은 우리 자신의 몫이다.

한·미 원자력 합의에 따른 기대와 과제

글. 주한규 한국원자력연구원장

경제와 안보 분야를 포함한 다양한 분야에서 한·미 협력을 명시한 팩트시트(Factsheet)가 발표됐다. 조선업을 비롯해 주요 안보 관련 기술이 포함된 원자력 분야에서 농축·재처리와 원자력 추진잠수함(원잠)에 대한 합의가 있었다. 핵연료 농축을 통한 원전 연료 공급 안정성 확보, 사용후핵연료 재처리를 통한 관리 부담 완화, 선진 원자로 연료 공급 능력 보유라는 원자력 산업계의 숙원을 해결할 길이 열렸다. 그동안 경제안보 강화에만 기여했던 원자력 기술이 원잠 건조를 통해 국가 안보에 기여할 길도 생겼으니 환영할 일이다.

한국은 26기의 원자력발전소(원전)를 가동하는 세계 5위의 원자력 강국이다. 원자력은 고리 1호기를 가동한 1978년 이래 지난 47년간 총 전력의 약 3분의 1을 초저비용으로 공급하며 산업 성장과 국민 생활 편의 증진에 기여해 왔다. 원자력은 향후 도래할 인공지능과 탄소중립 시대에 안정적인 저비용 무탄소 전력원으로 서 역할을 지속해야 한다.

이런 역할의 핵심은 원전에 사용하는 농축우라늄 확보다. 현재 전 세계 농축우라늄 공급의 40% 이상은 러시아가 담당한다. 러시아가 우크라이나 침략 전쟁 과정에서 천연가스를 자원 무기화 이용했던 것처럼 농축우라늄도 자원 무기화 수단이 될 수 있다. 한국이 자체 우라늄 농축 능력을 확보해야 원자력을 통한 진정한 에너지 안보 강화가 가능한 이유다.

사용후핵연료에는 강한 독성의 방사성 물질이 총량의 약 8% 정도 포함돼 있고, 나머지는 거의 무해한 우라늄이다. 사용후핵연료 재처리로 우라늄을 분리하면 영구처분 대상 물질의 양이 대폭 감소한다. 또한 수천 년 이상 방사선을 뿜어내는 초우라늄원소(우라늄보다 무거운 원소)를 분리해 내면 고속중성자원자로 같은 선진 원자로의 연료로 활용할 수 있다. 이렇게 하면 영구처분 관리

기간도 대폭 단축할 수 있다. 이런 유용성 때문에 한국원자력연구원에서는 파이로프로세싱(Pyroprocessing)이라는 재처리 기술을 오랫동안 연구해 왔다. 파이로프로세싱은 일종의 전기화학 기술인데, 플루토늄 같은 핵무기의 원료물질을 선별·분리하기 어렵기 때문에 핵 비확산성이 높은 기술이다. 파이로프로세싱의 기술적 타당성, 경제성, 안전조치성은 한·미 공동연구를 통해 이미 입증됐다.

그러나 그동안 한·미 원자력협정의 제약 때문에 한국에서는 사용후핵연료를 직접 사용한 실험을 할 수가 없었다. 그래서 미국 아이다호 국립연구소에 연구원을 파견해 실험을 진행해야 하는 불편이 있었다. 이번 합의 덕분에 앞으로는 한국에서도 사용후핵연료를 사용한 기술 개발을 할 단초를 확보해 다행이다.

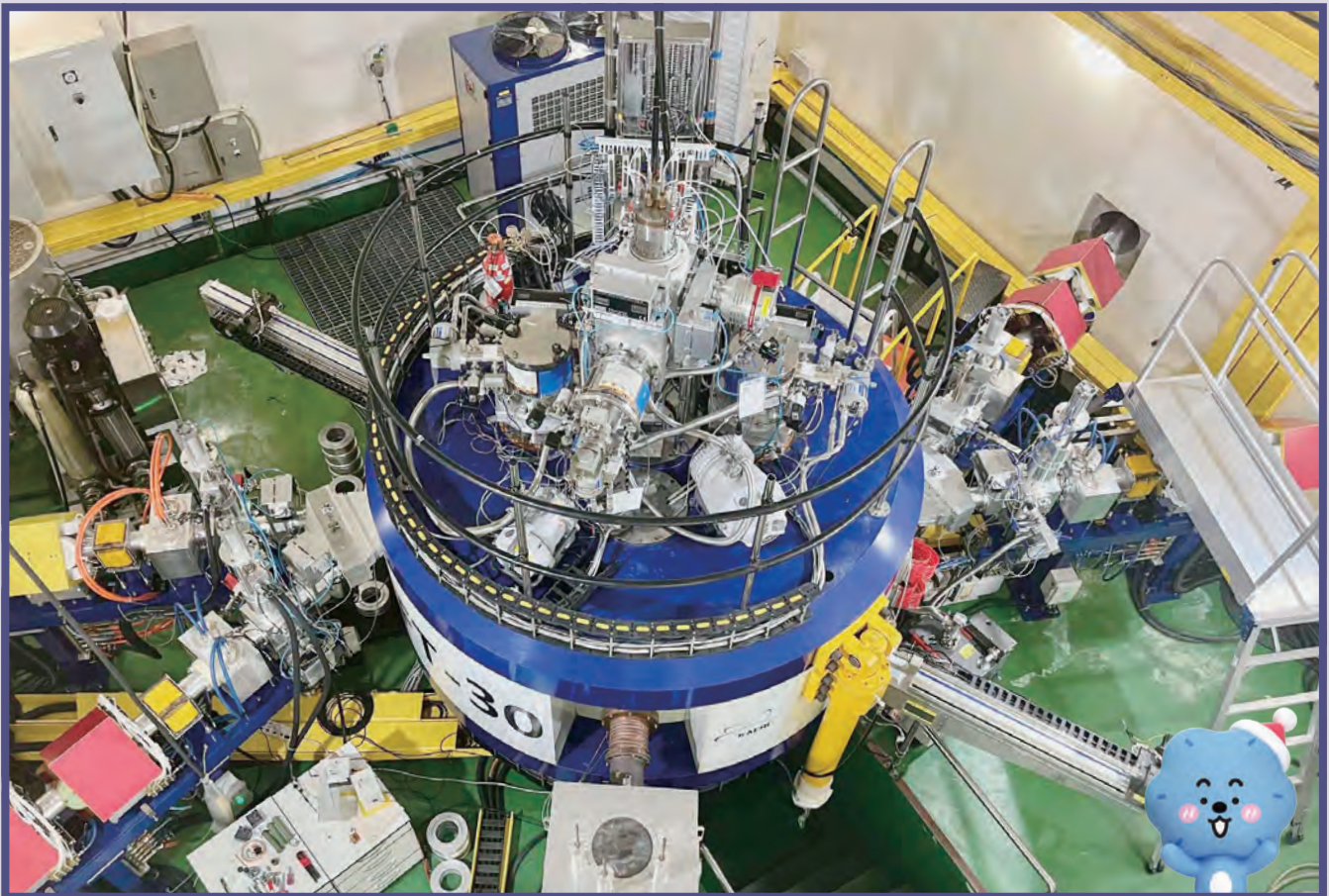
자주국방에 필수적인 원잠 개발에는 해저 전투 상황이라는 극한 환경에서도 제대로 작동하는 특수 소형모듈원자로(SMR) 개발이 필요하다. 우리 연구원은 용도별로 다양한 상업용 SMR을 민간 합작으로 개발 중이며 기술 수준도 세계 최고 수준이다. 다만 이런 기술력이 있어도 원잠용 SMR은 경사 요동과 폭뢰 충격을 견디고 급발진 및 장기간 가동이 가능해야 하기에 상당한 시간과 투자가 필요하다. 또한 원잠 기술 구현에는 농축도가 높은 우라늄 연료 확보가 관건이다. 이번 합의를 통해 미국으로부터 농축도가 높은 핵연료 공급 약속을 받아낸 것은 매우 중요한 성과다.

향후 농축과 재처리, 원잠 기술 구현을 위해서는 한·미 원자력 협정 후속 조치, 미국 의회 승인 및 국내 내부 절차가 필요하다. 특히 농축 기술은 한국에서 개발한 적이 없기에 단기적으로 해외 기술을 도입할 것인지, 장기적 안목으로 국내 기술을 개발할 것인지 결정해야 한다. 재처리 기술 구현과 원잠 개발에는 국민적 공감대가 중요하다. 국내외 난제들이 술술 풀려 원자력 기술이 한국경제와 안보의 핵심 기술로 더 큰 역할을 할 수 있기를 고대한다.





국산 암진단용 동위원소 지르코늄-89 중국 첫 수출



원자력연구원 첨단방사선연구소에 위치한 'RFT-30 사이클로트론'

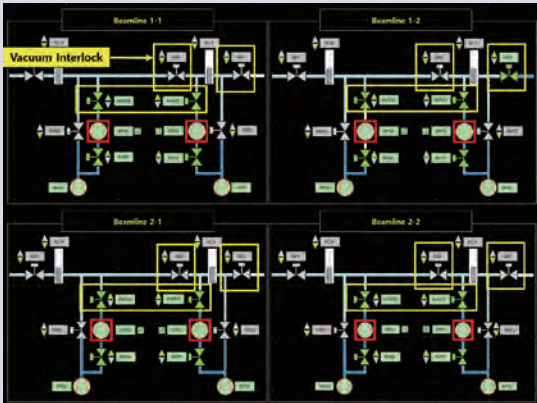
원자력연구원이 10월 23일, 자체 기술로 생산한 의료용 방사성동위원소 '지르코늄-89(Zr-89)'를 중국 씨레이 세라퓨틱스(C-Ray Therapeutics)에 수출했다고 밝혔다.

연구원은 2018년 지르코늄-89 생산기술을 국산화한 이후 병원, 연구원, 대학 및 바이오기업 등에 안정적으로 공급해 왔으며, 이번 수출로 남아프리카공화국, 파키스탄, 태국에 이어 중국

시장까지 진출했다.

지르코늄-89는 약물의 위치를 실시간 영상으로 추적할 수 있는 방사성동위원소로, 암세포만 정확히 찾아 결합하는 종양 특이적 항체단백질 신약 개발에 유용한 물질이다.

주로 대형병원 PET(양전자방출단층촬영장치)에 쓰이며 종양의 진단과 치료 모니터링, 면역 치료제 검증, 나노바이오 소재



사이클로트론 양성자빔 조사 시 안전진단용 인터락시스템

평가 등 다양한 의학·바이오 연구에 활용되고 있다.

이번에 수출된 지르코늄-89는 원자력연구원 첨단방사선연구소 'RFT-30 사이클로트론*'에서 이트륨-89에 양성자를 충돌시켜 생산한 것으로, 분리정제를 거쳐 0.3 mL의 주사액 형태로 공급된다. 일반 일회용 인공눈물보다 적은 양이지만 약 600만 원에 달하는 고순도·고부가가치 정밀 의약 원료다.

씨레이 세라퓨틱스는 방사성의약품 공정개발부터 전임상 평가, 임상 및 생산까지 전과정을 수행할 수 있는 인프라를 갖춘

전문기업으로, 중국 내 물류 네트워크를 구축하고 있어 시장 확대가 용이하다.

한편, 박정훈 박사가 이끄는 연구원 사이클로트론응용연구실은 과학기술정보통신부 원자력연구개발사업을 통해 지르코늄-89의 안정적인 국내외 공급을 위해 생산시스템 고도화를 추진하고 있다.

최근에는 사이클로트론 자율 운전 시스템이 비정상적으로 작동하는 경우 자동으로 운전이 정지되는 인터락(Interlock) 기능을 추가해 안전성을 강화했다. 또한 새로운 알고리즘을 적용한 지르코늄-89 자동 분리장치를 개발해 99.99%의 고순도 제품을 국내외 수요에 맞춰 신속히 공급할 수 있는 체계를 구축했다.

정병영 첨단방사선연구소장은 “지르코늄-89의 수요가 국제적으로 증가하면서 연구원이 개발한 방사성동위원소 생산시스템의 수출 가능성이 커지고 있다”라며, “이번 중국 수출로 연구원이 방사성동위원소 기술의 아시아 허브로 자리매김하길 기대한다”라고 말했다. ^K

* 사이클로트론: 양성자를 가속해 의료용 방사성동위원소를 생산하는 입자 가속기



(왼쪽부터) 지르코늄-89 포장내부 납 용기, 포장외장 용기, 방사성동위원소 용액



사이클로트론응용연구실 연구진이 '지르코늄-89'를 중국에 수출했다.
(왼쪽부터) 공영배 책임연구원, 주진식 선임연구원, 이준영 선임연구원, 이병찬 선임연구원, 박정훈 실장, 광동현 선임연구원, 허민구 책임연구원, 이종철 선임연구원

KAERI 뉴스

원자력연 개발 무궁화 ‘키즈 화이트’ 올해의 정원식물로 선정



올해의 정원식물로 선정된 무궁화 ‘키즈 화이트’

원자력연구원은 9월 25일, 첨단방사선연구소가 개발한 무궁화 ‘키즈 화이트’가 한국 수목원정원관리원이 주최하고 국립세종수목원에서 열린 ‘2025 대한민국 정원식물 전시·품평회’에서 국내육성품종 분야 올해의 정원식물로 선정됐다고 밝혔다.

‘키즈 화이트’는 활용성 부문에서 우수성을 인정받아 한국수목원정원관리원 이사장상을 수상했으며, 올해 수상자 중 연구기관으로는 유일하다. 이 품종은 경북 안동의 자연 아조변이* 왜성 품종 ‘애기’와 연구원이 방사선육종기술로 개발한 극왜성 품종 ‘꼬마’를 교배해 2023년에 탄생했다. 정병엽 첨단방사선연구소장은 “방사선육종기술로 개발한 나라꽃 무궁화 ‘키즈 화이트’가 K-정원산업 활성화에 기여하길 바란다”고 말했다.

* 아조변이: 식물 가지에서 자연적으로 발생한 돌연변이로, 크기, 꽃 색, 잎 모양, 성장 습성 등이 달라지는 현상

나노소재 BNNT 전문기업 내일테크놀로지, 해외투자 유치로 글로벌 시장 진출 박차



내일테크놀로지(주)가 개발한 BNNT 분말 제품

원자력연구원 창업기업이자 한국과학기술지주(주) 연구소기업인 내일테크놀로지(주)가 일본의 대표 소재기업 덴카(Denka)로부터 전략적 투자를 유치했다고 지난 10월 17일 밝혔다.

내일테크놀로지(주)는 세계 최초로 산업적 적용이 가능한 톤(ton) 단위 질화붕소나노튜브(BNNT: Boron Nitride NanoTubes) 양산기술을 확보한 기업으로, 이번 투자로 글로벌 시장 진출에 속도를 낼 예정이다.

BNNT는 인체에도 해롭지 않아 반도체·전자부품·에너지·우주항공·바이오 등 다양한 분야에서 활용된다.

덴카는 내일테크놀로지와 함께 BNNT 기반 열전도 필러 등 차세대 열관리 첨단소재 개발을 추진할 계획이다. 김재우 대표는 “국내 기술로 개발한 BNNT가 일본 대기업으로부터 품질과 생산성을 인정받은 만큼, 덴카와 협력해 Si용 반도체 패키징 소재 분야의 글로벌 리더로 성장하겠다”고 말했다.

김민규 박사 IAEA 공로상 수상



연구원 김민규 박사가
국제원자력기구 IAEA로부터 공로상을 수상했다.

연구원 구조·지진안전연구부 김민규 박사가 국제원자력기구(IAEA)로부터 외부재해 관련 원자력시설 안전 연구 및 국제협력 공로를 인정받아 공로상을 수상했다. 김 박사는 2007년 일본 가시와자키 가리와 원전 지진 피해 이후 설립된 IAEA 외부재해안전실(EESS, External Event Safety Section) 프로그램에 전문가로 참여하며 외부 재해에 대한 안전기준 마련과 국제협력에 기여해왔다.

현지 시각 10월 22일 IAEA 본부에서 열린 연차회의에서 IAEA 안전·보안국장으로부터 수여된 이번 상은 외부재해안전실의 첫 공로상이기도 하다.

김민규 박사는 “이번 수상은 원자력시설 안전성 강화를 위한 우리나라의 기여가 국제적으로 인정받은 결과”라며, “앞으로도 원자력 안전 분야의 기술 리더십을 높이기 위해 노력하겠다”고 말했다.

KAERI 뉴스

원자력연구원-미미주리대 간 차세대원자력 기술협력을 위한 협력약정 체결



원자력연구원과 미미주리대가
차세대원자력 기술협력을 위한 협력약정을 체결했다.

지난 10월 27일, 연구원 본원에서 원자력연구원과 미국 미주리대학교 간 원자력 연구 개발 협력 약정을 체결했다. 이번 약정은 지난 4월 미주리대 연구로 설계 수출 이후 양국 간 협력을 제도화한 것으로, 원자로 기술·계측 시스템·방사성동위원소·중성자빔·재료·첨단 컴퓨팅 6개 분야에서 공동연구와 인력 교류를 추진할 예정이다.

구혁채 과기정통부 1차관은 “과거 미국으로부터 기술 원조를 받던 우리나라가 이제는 미국과 대등한 협력 파트너로 나선 것은 역사적 의미가 있다”고 강조했다. 주한규 원장도 “이번 미주리대의 방문은 단순한 교류를 넘어, 연구로 설계 수출 이후 지속 가능한 기술협력 모델을 구축하는 계기가 될 것”이라고 덧붙였다.

K-안티드론 기술 APEC 2025 실전 데뷔



지능형무력화 장비는 실시간 라이브 포렌식 기술로
드론의 제어권을 탈취할 수 있다.

11월 5일, 연구원이 주관한 ‘불법드론 지능형 대응기술개발’ 사업의 성과물이 APEC 2025 코리아 경주 현장 경호에 실전 배치됐다.

이번 임무에는 연구원과 ㈜바른기술이 공동 개발한 ‘지능형무력화’ 장비가 투입돼 드론 탐지부터 제어권 탈취까지 전 과정을 단일 장비로 수행했다. LIG넥스원 등과 공동 개발한 ‘지상기반 시스템’도 레이더·RF스캐너·카메라 데이터를 통합해 탐지 정확도를 높였다.

연구원은 올해 9월과 10월 실증시연을 마치고 APEC 2025에서 실전에 적용하며 성과를 입증했다. 보안기술연구실 탁태우 박사는 “국가 행사에 연구 성과가 활용돼 연구자로서 큰 자부심을 느낀다”며 “향후 기술고도화와 상용화를 위한 연구를 적극 추진하겠다”고 말했다.

부산 기장 청소년에게 KJRR을 알리다



연구원이 일광중학교에서 ‘거점지역 대상 찾아가는
원자력 과학 교실’을 개최했다.

연구원은 부산시 기장군 의·과학 특화단지에 ‘수출용 신형연구로(KJRR)’ 건설 사업을 추진 중이다. 이에 따라 2023년부터 해당 지역 청소년들을 위해 원자력과 KJRR에 대해 소통 활동을 진행해 왔다. 11월 6, 7일에는 ‘거점지역(기장) 대상 찾아가는 원자력 과학 교실’ 프로그램으로 일광중학교 3학년 학생들을 만나 다채로운 원자력 이야기를 전했다.

김채원 박사는 원자력에너지 원리와 활용, KJRR과 용융염원자로(MSR) 등 원자력 관련 다양한 주제를 쉽고 흥미롭게 소개했으며, 특히 학생 눈높이에 맞춘 강연으로 원자력 이해는 물론 진로 탐색까지 돕는 시간을 마련했다.

연구원은 앞으로도 KJRR이 건설되는 기장 지역 청소년에게 원자력에 대해 알리고 쌍방향으로 소통하면서 원자력 정책에 대한 이해와 수용성 증대를 위해 노력할 계획이다.

ㄱ 농고 KAERI 알기

각 한글 자음으로 시작하는 원자력 및 연구원 관련 단어 14개를 소개합니다!

지하연구시설

지하 깊은 곳에서 연구하는 원자력 안전의 미래



원전을 운영하면 필수적으로 사용후핵연료가 발생하는데요. 이를 포함한 고준위방사성폐기물은 땅속 깊은 곳에 영구히 격리시키는 방식(심층처분)으로 연구하고 있습니다. **지하연구시설** (URL, Underground Research Laboratory)이란 처분 기술이 실제 처분장에 적용됐을 때의 성능을 확인하기 위해, 실제 처분장과 유사한 환경을 만들고 방사성 물질과 유사한 물질로 다양한 현장실험을 수행하는 시설입니다.

연구원의 지하처분연구시설(KURT, KAERI Underground Research Tunnel)은 국내 유일한 지하연구시설로, 총길이 551 m, 최고 심도 120 m의 말발굽형 지하 터널인데요. 2012년 국제원자력기구(IAEA) 공식 지하연구시설로 등록된 후, IAEA 지하연구시설 네트워크 프로그램에도 참여 중입니다.

ㄱ ㄴ ㄷ ㄹ ㄴ ㅁ ㅂ ㅅ ㅇ ㅈ ㅊ ㅋ ㅌ ㅍ ㅎ

초록공감은 원자력연구원이 2016년 시작한 사회공헌 브랜드로, 연구원이 추진하고 운영하는 다양한 교육 기부 사업과 녹색원자력봉사단을 중심으로 한 자원봉사, 그리고 지역협력 활동을 하나로 묶은 프로그램입니다. 로고의 별은 희망, 물은 생명, 네모는 정직, 하트는 사랑을 의미하는데요. 서로 다른 사람들이 만나 한 마음으로 참여하는 사회공헌 활동의 의미와 가치, 그리고 실천 의지가 담겨 있습니다.

원우의 '초록공감 사랑나눔' 코너에서 자세한 활동들을 살펴볼 수 있는데요. 올해도 '원자력 소통과 공감의 날', '안전엘로박스', '원자력연구원장배 어머니탁구대회', '대덕특구 연구소 열린 과학 투어', '핑크박스', '한여름의 KAERI's Mas Lecture' 등 다양한 활동을 진행했습니다.

☆ 초록공감 초록공감

지역사회와 나누는 원자력연구원의 온기



ㄱ ㄴ ㄷ ㄹ ㄴ ㅁ ㅂ ㅅ ㅇ ㅈ ㅊ ㅋ ㅌ ㅍ ㅎ

KAERI 인(人)사이드 연구자의 다양한 이야기

사이클로트론응용연구실

Cyclotron Application Research Section

KAERI 인(人)사이드는 우수성과 과제 참여 연구자를 만나는 코너입니다. 연구와 관련된 일화부터 연구원들의 일상까지 다양한 이야기를 들어봅니다.

첫 번째로 ‘국내 최초 코발트-57 표지 중앙 표적 테라노스틱 방사성 나노캐리어 개발’이라는 우수성과를 달성한 사이클로트론응용연구실의 박정훈 책임연구원과 이준영 선임연구원을 만나보았습니다.



박정훈 책임연구원



이준영 선임연구원

Q1.

우수성과에 대해 간략하게 소개해주세요.

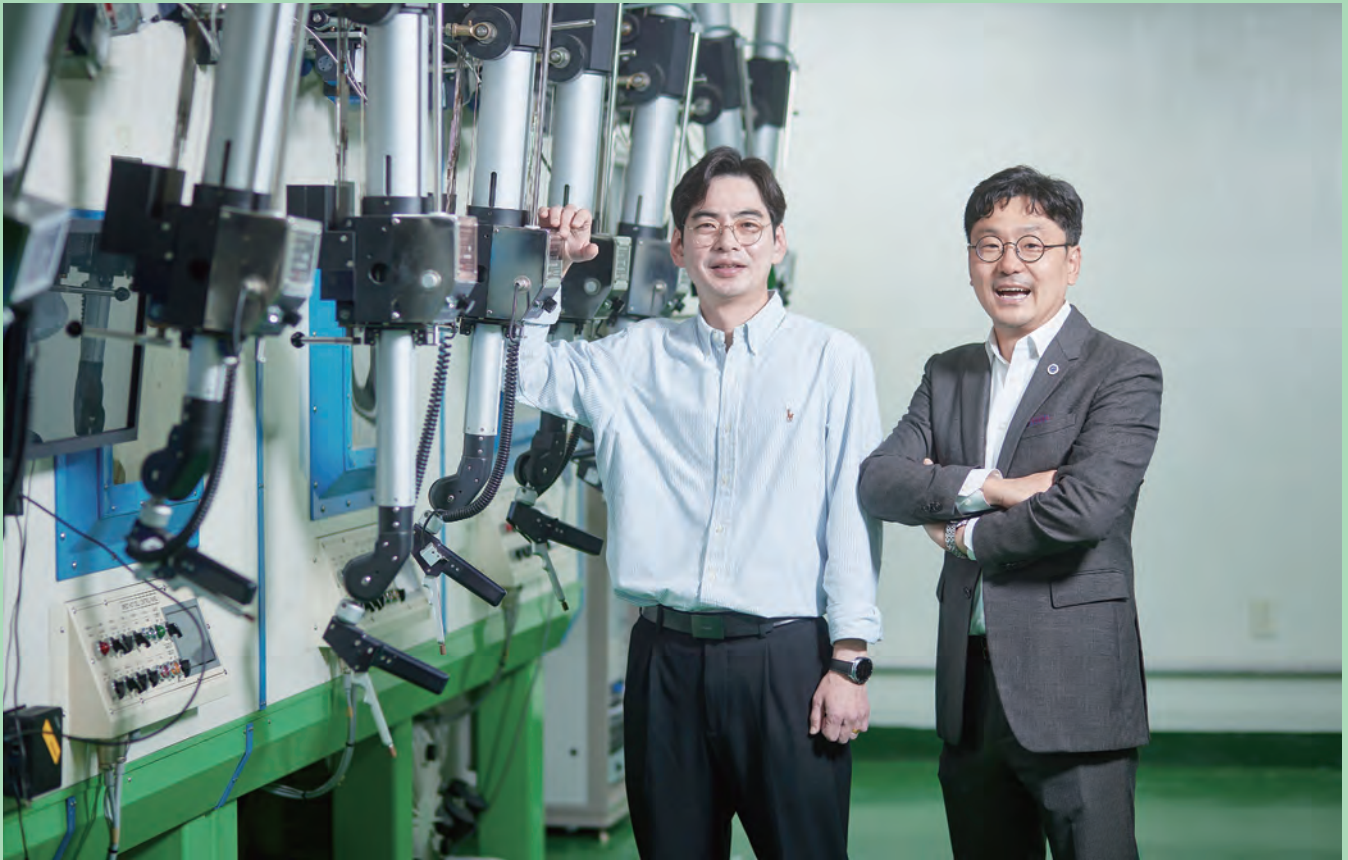
박정훈 책임연구원 이번 우수성과는 코발트-57을 이용한 방사성 나노캐리어를 개발한 것입니다. 코발트-57은 약 272일이라는 긴 반감기와 명확한 감마선 특성을 가져요. 그래서 몸속 나노입자의 이동과 분포를 장시간 추적하는 데 적합해요. 우리 팀은 항암제가 실린 격자 구조의 이중층수산화물 나노소재에 생체적합 고분자를 결합해 방사화학적으로 안정적인 코발트-57 표지 나노캐리어를 개발했어요. 약물 전달 효율을 정량적으로 평가할 수 있는 기술 기반을 마련한 것이죠.

Q2.

코발트-57을 국내 최초로 성공적으로 생산했다는 게 왜 중요한가요?

이준영 선임연구원 코발트-57은 암 진단과 신약 개발 연구에서 ‘표준 핵종*’ 역할을 하는 핵심 방사성동위원소예요. 그동안은 외국회사를 통해 코발트-57을 수입해서 사용했죠. 이런 상황에서 우리 연구팀이 코발트-57을 독자 기술로 안정적 생산체계를 확립한 것은, 단순히 한가지 핵종을 만들었다는 성과를 넘어 한국이

* 표준 핵종: 국제적으로 합의된 값으로 측정된 핵종으로, 정확한 계측과 비교를 위한 기준이 됨



핵의학과 나노의약 분야의 기초 인프라를 자립화했다는 데 의미가 있어요. 국내 의료·제약 연구 전반의 경쟁력을 한 단계 끌어올릴 수 있는 기반 기술을 확보했다는 점에서 매우 중요해요.

Q3. 이 나노캐리어 기술은 어떻게 쓰이나요?

박정훈 책임연구원 나노의약품은 약물을 표적 주위에 선택적으로 전달할 수가 있다는 장점이 있지만, 실제 임상에서는 체내 분포가 균일하지 않거나 대사과정을 예측하기 어렵고, 장기적으로 체내에 축적될 수 있다는 문제 등 여러 한계가 존재해요. 즉, 실험실에서 우수한 효능을 보이더라도 사람에게 적용했을 때는 효율과 안전성이 달라질 수 있다는 점이 가장 큰 숙제죠. 저희가 개발한 코발트-57 기반 나노캐리어는 이러한 문제를 정량적으로 추적하고 이해하기 위한 검증 플랫폼의 역할을 해요. 코발트-57의 긴 반감기와 안정적인 감마선

특성을 이용하면, 나노입자가 시간에 따라 체내 어디에 얼마나 축적되고 배출되는지를 정밀하게 추적할 수 있죠. 이 결과는 향후 치료용 핵종으로 확장할 때 안전성과 효율성을 예측·개선하는 기반 자료가 될 수 있어요.

Q4. 이번 연구를 하며 가장 기억에 남았던 일이 있다면요?

이준영 선임연구원 코발트-57은 단순히 사이클로트론을 가동해 얻을 수 있는 핵종이 아니에요. 표적 재료인 니켈(Ni-58)을 고순도로 준비하고, 양성자 빔의 에너지를 미세하게 제어해 불필요한 핵종이 함께 생성되지 않도록 하는 것이 핵심이죠. 이 과정이 아주 정밀하고 까다로워요. 여러 번의 반복 실험 끝에 에너지 손실 계산, 표적 두께 조절, 냉각 효율 개선 등을 통해 국내 최초로 고순도 코발트-57을 안정적으로 생산할 수 있었어요. 그 뒤 이 핵종을 이용해 나노캐리어에 표지*하고 체내 분포를 추적했을 때, 처음 예상했던 대로 안정적인

결과가 나왔던 순간이 가장 기억에 남아요. 이제 우리 기술로도 세계 수준의 핵종을 만들 수 있다는 확신을 얻는 계기였죠.

박정훈 책임연구원 코발트-57 개발을 위한 국가연구과제를 몇 년간 기획하면서 우리 연구실의 기술을 기반으로 충분히 수행할 수 있다는 확신이 들었어요. 그래서 코발트-57을 이용할 수 있는 국내 나노연구진을 발굴했고, 정기적인 회의를 통해 틀이 잡힌 연구체계를 만들어 나갔죠. 코발트-57 생산에 최초 성공을 하고 나노입자에 도입해 새로운 방사성 나노캐리어를 개발했을 때 정말 뿌듯했어요. 연구성과가 방사성동위원소 국제저널에 게재되면서 외국에 있는 연구기관과 산업체에서 공급에 대한 문의 메일을 받기 시작했는데, 국제적인 수요를 실감했던 게 기억에 남네요.

Q5. 연구가 막힐 때마다 동기부여가 되었던 일상 속 작은 '힘'은 무엇이었나요?

이준영 선임연구원 코발트-57 연구는 방사선 취급과 정밀 실험이 함께 이루어지기 때문에 하루의 실험이 끝날 때까지 긴장감을 유지해야 하는 일이 많아요. 실험이 뜻대로 되지 않거나 결과가 지연될 때마다, 함께 연구하는 동료들과 짧은 대화를 나누거나 커피를 마시며 서로를 격려했던 순간들이 큰 힘이 됐어요. 특히 실험 중에도 서로의 안전을 확인하고, 작은 성공에도 함께 기뻐해주는 동료들이 있었기에 긴 연구 과정에서도 지치지 않고 끝까지 집중할 수 있었죠. 결국 이런 일상의 소소한 응원과 팀워크가 연구를 이어가게 한 가장 큰 원동력이었던 것 같아요.

박정훈 책임연구원 원자력연구원은 국가가 필요로 하는 기술을 개발하고 발전시키는 역할을 해요. 국제적으로 볼 땐, 대한민국 원자력 국가대표죠. 우리 연구실이 개발하는 방사성동위원소가 우리나라 산학연에 공급되어 과학적 위상이 세계적으로 뻗칠 수 있는 기반이 될 수 있게 만드는 것이 제 임무라고 생각해요. 이 생각이 연구하면서 난관에 막혀도 추진할 힘이 된 것 같아요.

* 표지: 어떤 물질에 추적할 수 있도록 표식을 달아 두는 일

Q6. 추후 연구계획도 궁금합니다.

박정훈 책임연구원 앞으로도 의료와 산업 분야에서 활용이 가능한 신규 방사성동위원소의 개발과 응용연구에 주력할 계획이에요. 최근 들어 국내외에서 방사성동위원소 수요가 빠르게 증가하고 있지만, 여전히 상당수 핵종을 수입에 의존하고 있는 상황이에요. 이에 대응하기 위해 연구원에서는 국산 생산기술 확립과 안정적 공급 체계 구축을 목표로 하고 있어요. 특히, 의학 진단과 치료용 핵종뿐 아니라 산업용 핵종의 활용 확대를 함께 추진할 예정이에요. 한국이 주요 핵종을 자급할 수 있는 기술적 기반을 갖추고, 동위원소 활용 산업의 경쟁력을 강화하는 것이 우리 연구실의 목표이자 계획입니다.

Q7. 연구원으로서의 좌우명이 있다면 알려주세요.

이준영 선임연구원 '작은 데이터 하나도 헛되지 않게'입니다. 방사성동위원소 연구는 한 번의 실험이 오래 걸리고, 결과가 미세한 차이로 달라지는 섬세한 분야예요. 그래서 실험이 잘 안되더라도 그 과정에서 얻은 데이터와 경험을 끝까지 기록하고 분석하려고 합니다.

박정훈 책임연구원 일신우일신(日新又日新)이라는 고사성어를 좋아해요. 변화와 발전을 위해 새로운 것을 추구하고 융합하려 노력 중이죠. 팀을 이끄는 실장으로서 위아래, 좌우를 살펴 연구원 간의 균형과 조화를 유지하면서 새로운 연구 먹거리를 만들어 가려고 합니다. K



KAERI 인(人)사이드 연구자의 다양한 이야기

선진핵주기기술개발부

Advanced Fuel Cycle Technology Division

KAERI 인(人)사이드는 우수성과 과제 참여 연구자를 만나는 코너입니다. 연구와 관련된 일화부터 연구원들의 일상까지 다양한 이야기를 들어봅니다.

두 번째로 '세계 최초 다양한 용융염원자로(MSR)에 적용 가능한 장기 운전 안전성 확보용 휘발성 기체 연속처리 시스템 개발'이라는 우수성과를 달성한 선진핵주기기술개발부의 홍석민 책임연구원과 이창화 책임연구원을 만나보았습니다.



홍석민 책임연구원



이창화 책임연구원

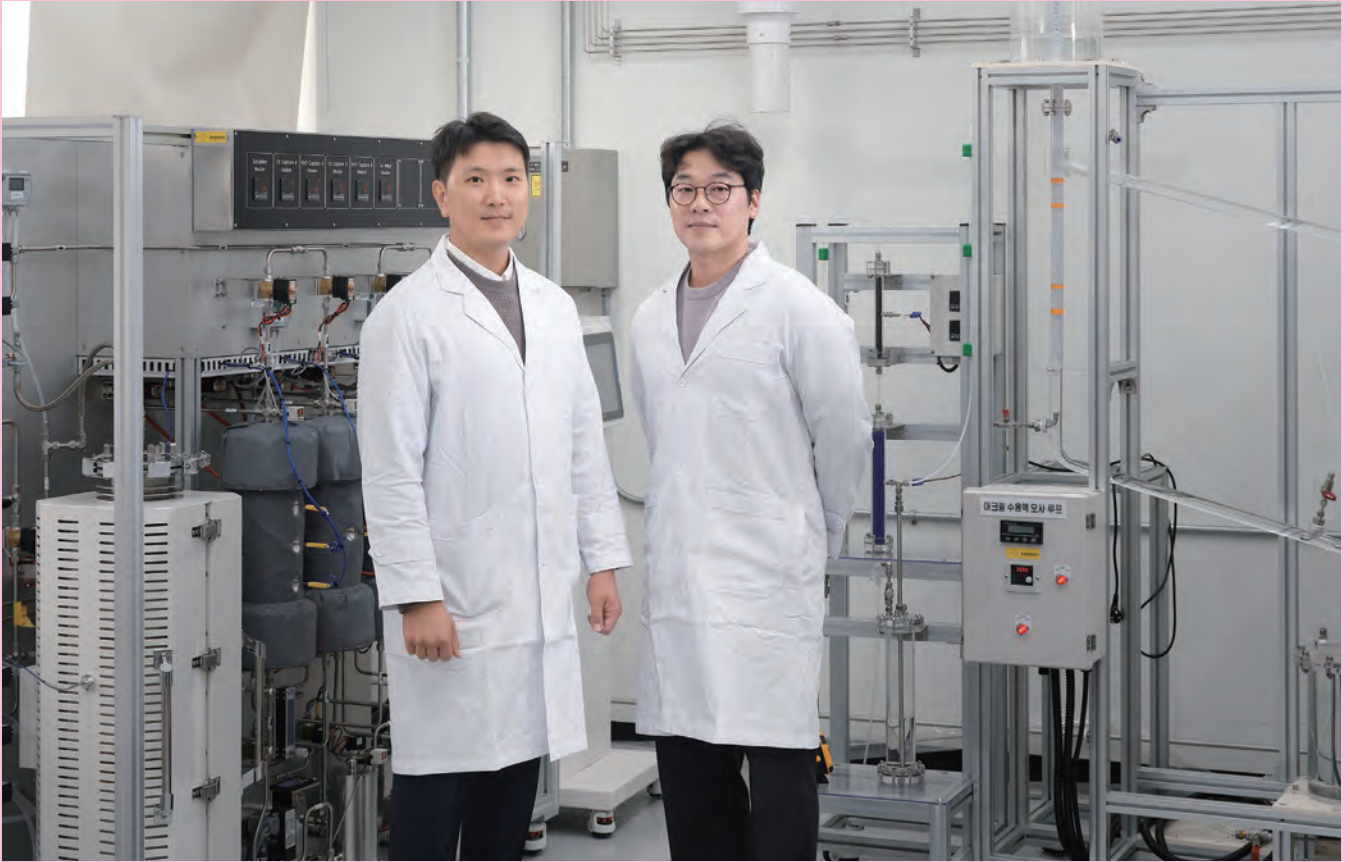
Q1. 박사님과 KAERI와의 인연이 궁금합니다.

홍석민 책임연구원 대표적 온실가스인 CO₂ 포집 연구를 하던 중 졸업을 앞두고 우연히 방사성 기체 포집 전공자를 모집하는 연구원 채용 공고를 보고 지원하게 되었습니다. KAERI 입소 후에는 다양한 방사성 기체 포집 기술을 개발하는 일을 맡으며, 새로운 분야에서 큰 보람과 재미를 느끼며 연구를 이어가고 있어요.

이창화 책임연구원 저는 화학공학을 전공하고, 반도체 금속배선을 위한 전기화학 공정에 대한 연구로 박사학위를 받았어요. 이후 미국 표준기술연구소인 NIST에서 박사후연구원으로 근무하던 중, 우연히 원자력연구원에서 낸 전기화학 분야 모집공고를 보고 지원하게 되었어요. 원자력은 저와 상관없는 분야라고 생각했었고, 전기화학이 원자력 분야에 활용되고 있는지 전혀 몰랐던 상황이라 너무 신기했던 기억이 나네요.

Q2. 우수성과를 소개해주세요.

홍석민 책임연구원 용융염원자로(MSR, Molten Salt Reactor) 운전 중 발생하는 대표적인 방사성 기체 제논(Xe)을 제거하고, 분위기 기체인 헬륨(He)을 재사용할 수 있도록 회수하는 진공압력변동흡착(VPSA, Vacuum Pressure Swing Adsorption) 기반의 연속



정화 시스템을 구축했어요. 여러 개의 흡착 칼럼을 순차적으로 운전하는 구조로 설계해 장기간 연속 처리가 가능하며, 전용 제어 기술을 적용해 복잡한 공정을 원격으로 운영할 수 있도록 구현한 것이 특징이에요.

Q3. 제논(Xe) 제거와 헬륨(He) 회수가 필요한 이유는 무엇인가요?

이창화 책임연구원 MSR에서는 핵분열 과정에서 제논이 지속적으로 생성되는데, 제논은 중성자를 강하게 흡수해 원자로 출력 저하를 유발해요. 또 제논이 과도하게 축적되면 계통 압력 상승, 염 품질 저하, 환경 오염 등 다양한 안전 이슈가 발생할 수 있어요. 반면 헬륨은 귀한 불활성 기체로 해양 원자로처럼 공급이 제한된 환경에서는 재사용이 매우 중요하죠. 따라서 제논 제거와 헬륨 회수는 원자로의 장기 안정성과 경제성을 동시에 확보하는 핵심 요소예요.

Q4. 세계 최초로 진공압력변동흡착(VPSA) 방식을 적용하셨죠. 이 VPSA 방식에 대한 설명 부탁드립니다.

홍석민 책임연구원 VPSA 방식은 흡착제를 이용해 고압에서 제논을 흡착하고, 진공 단계에서 쉽게 탈착하는 원리로, 짧은 시간에 흡착과 탈착을 반복할 수 있어 연속 처리에 적합한 기술이에요. 기존 극저온 증류나 용매 흡수 방식은 설비가 크고 에너지 요구량이 높은 반면, VPSA는 구조가 단순하고 재생이 쉽고 소형화가 용이해 높은 처리 효율을 안정적으로 확보할 수 있다는 점에서 차별성을 가져요.

Q5. 이번 우수성과 연구와 관련해 기억에 남는 에피소드를 나눠주세요.

홍석민 책임연구원 VPSA 장치를 처음 도입했을 때요. 설계와 제작까지 마친 장치를 실험실로 옮기려 했지만, 엘리베이터에 들어가지 않아 현장에서 장치를



분해하고 실험실 안에서 다시 조립했던 일이 있었어요. 이 일을 겪은 후부터는 장치 제작 단계에서 가장 먼저 운반 경로와 엘리베이터 규격을 확인하는 습관이 생겼어요.

이창화 책임연구원 연구는 홍석민 책임연구원이 주로 수행하고, 저는 외부에서 실험장치 견학을 오면 소개하는 역할을 많이 하고 있어요. 예전에 모 방송국에서 촬영을 왔을 때 여러 연구원이 실험하는 장면을 담고 싶다고 해서, 홍석민 책임연구원뿐 아니라 직접적으로 관련 없는 여러 과체원이 실험하는 연기를 했던 것이 기억나네요. 가끔 이렇게 외부에 홍보하는 것도 의미있고 보람찬 추억으로 남는 것 같아요.

Q6. 연구자로 살아가면서 박사님께 가장 큰 영향력을 끼친 인물이 있다면 누구일까요?

홍석민 책임연구원 연구자로서 가장 큰 영향을 준 분을 꼽는다면, 제 지도교수이자 멘토이신 이기봉 교수님입니다. 끝은 성품과 따뜻한 인품으로 항상 학생들을 믿고 책임감 있는 연구자로 성장하도록 이끌어 주셨거든요. 특히 직책으로서의 '교수님'이 아니라, 삶과 연구의 태도까지 이끌어 주는 '선생님'으로 불리길 바라셨던 모습에서, 권위보다 가르침과 관계를 중시하는 진정한

스승의 마음가짐과 연구자의 자세를 깊이 배울 수 있었어요.

이창화 책임연구원 연구자로서 제게 가장 큰 영향을 주신 분은 제 박사학위 지도교수님이신 김재정 교수님과 박사후연구원 시절 지도교수님이셨던 토마스 P. 모팻(Thomas P. Moffat) 박사님입니다. 특히, 김재정 교수는 연구에 대한 깊은 통찰과 리더로서의 책임감을 보여주며 제 연구자 인생의 기준을 세워주신 분이예요. 연구의 방향뿐 아니라 삶의 태도까지 이끌어주신, 제 인생의 멘토시죠. 모팻 박사님은 연구자로서 가져야 할 학문적 태도와 성실함을 깊이 깨닫게 해주셨고, 과학적 사고와 문제 해결 방식에 대한 그분의 조언들은 제 연구 스타일을 형성하는 데 큰 밑거름이 되었어요.

Q7.

추후 연구계획도 궁금합니다.

이창화 책임연구원 저희는 제논뿐 아니라 MSR 운전 중 노심에서 발생하는 다양한 휘발성, 준휘발성 핵종과 불순물을 제거하고 포집하는 배기체 처리 시스템을 단위 공정별로 개발하고 있는데요. 장기적으로는 이렇게 다양한 방사성 핵종들을 안전하게 관리할 수 있는 배기체 처리 통합시스템을 개발하고, 이를 상용화해서 실제 MSR 원자로에 탑재하는 것을 목표로 연구에 매진할 계획이에요.

Q8.

연구원으로서의 좌우명이 있다면 알려주세요.

홍석민 책임연구원 '기회는 준비된 자에게 온다'입니다. 늘 작은 준비들을 이어가다 보면, 어느 순간 다가온 기회를 자연스럽게 맞이할 수 있음을 경험해 왔거든요. 그래서 늘 마음에 두고 있는 문장이예요.

이창화 책임연구원 학창 시절부터 '진정으로 원하면 이루어진다'라는 좌우명을 항상 마음에 담아오면서 살아왔어요. 진심으로 이루길 원하는 목표라면 단순히 그것이 주어지길 바라는 게 아니라, 그것을 달성하기 위해 최선을 다하는 마음 자세와 적극적인 행동력을 스스로 갖자는 다짐의 표현이라고 할 수 있죠. 앞으로도 연구원으로서 하고 싶고 이루고 싶은 일들이 많은데, 원하는 만큼 최선의 노력을 다하고자 해요. **K**

KAERI 인(人)사이드 연구자의 다양한 이야기

용융염원자로원천기술개발사업단

Molten Salt Reactor Development Agency

KAERI 인(人)사이드는 우수성과 과제 참여 연구자를 만나는 코너입니다. 연구와 관련된 일화부터 연구원들의 일상까지 다양한 이야기를 들어봅니다.

마지막으로 '용융염원자로(MSR) 탑재 LNG 운반선 미국선급(ABS) 기본인증(AiP) 획득'이라는 우수성 성과를 달성한 용융염원자로원천기술개발사업단의 이동형, 최규민 책임연구원과 김치형 선임연구원을 만나보았습니다.



이동형 책임연구원



최규민 책임연구원



김치형 선임연구원

Q1.

안녕하세요, 원우 독자들에게 자기소개 부탁드립니다.

이동형 책임연구원 용융염원자로원천기술개발사업단장 이동형입니다. 2023년부터 2026년까지 진행되는 이번 사업의 성공적인 목표 달성과 2027년부터 진행될 후속사업을 기획하는 일을 담당하고 있습니다.

김치형 선임연구원 안녕하세요, 김치형입니다. 용융염원자로 기술개발 관리를 수행하고 있습니다.

최규민 책임연구원 반갑습니다. 최규민입니다. 올해 2025년부터 본 사업단에 합류해 사업관리 제반 업무를 담당하고 있습니다.

Q2.

박사님과 원자력연구원의 인연이 궁금합니다.

이동형 책임연구원 첫 직장인 삼성전자에서 인생을 고민할 때 재료안전기술연구부에서 근무하시는 김대종 박사님이 저에게 원자력이라는 새로운 분야를 소개해 주셨어요. 그 이후 학위를 마치고 자연스럽게 KAERI 인이 되었습니다.

김치형 선임연구원 대학원에서 원자로 노심을 연구하고, 가속기 설계 분야 박사후연구원으로 처음 원자력연구원에 들어왔어요. 전공과 일치하는 분야는 아니었으나 당시 부서장님과 좋은 동료들의 도움으로 성과를 낼 수 있었고, 감사하게도 전문성을 인정받아 원자력연구원의 식구가 될 수 있었어요.

최규민 책임연구원 박사과정에서 플라스마, 이온원, 이온빔 등을 전공해, 학위 취득 후 KAERI 경주 양성자 과학연구단에 입사했어요. 이후 한국연구재단 파견을



통해 연구사업 기획·관리 업무에 흥미를 느껴, 파견 복귀 후 MSR사업단에 합류하게 되었어요.

Q3. 우수성과에 대해 소개해주세요.

이동형 책임연구원 미국선급(ABS)과 라이베리아 기국(LISCR)으로부터 한국이 개발 중인 '해양용 MSR이 탑재된 LNG 운반선'에 대한 기본승인*(AiP, Approval in Principle)을 획득했어요. 세계 최초로 이뤄진 승인이죠. 해양용 MSR의 가능성과 잠재력을 공식적으로 인정받았다는 점에서 큰 의의가 있어요. 또한 한국의 원자력 및 조선·해양 기술의 우수성을 국제사회에 알리고 '원자력 추진 선박은 한국!'이라는 헤게모니를 형성하는 계기가 되어 의미가 각별합니다.

* 기본승인: 설계에 대한 안전성과 성능 타당성을 검증하여 승인함

Q4. 해양용 MSR이 해운·조선 산업에 가져올 가장 큰 변화는 무엇이라고 생각하시나요?

김치형 선임연구원 가장 큰 변화는 에너지 전환이에요. 조선·해양 분야에서는 2050 탄소중립 목표 달성을 위해 친환경 연료 개발에 큰 노력을 기울이고 있거든요. 해양용 MSR은 수소, 암모니아와 함께 해운·조선 산업에 무탄소 에너지를 제공해 줄 수 있어요. 또한 빠른 속도로 물류를 운송할 수 있고, 최근 주목받는 북극항로 개척을 위한 에너지로도 활용될 수 있답니다.

Q5. 이번 연구와 관련해 기억에 남는 에피소드가 있나요?

이동형 책임연구원 이탈리아 밀라노에서 개최된 세계 최대 가스·오일 행사인 GASTECH에서 MSR 탑재 LNG 운반선에 대한 기본승인 수여식이 있었어요. 조진영 소장님과 새벽 1시에 숙소로 도착한 후 잠시 눈을

붙이고 행사장에 갔다가 다음 날 돌아오는 짧은 일정이었지만, 행사장에서 본 한국 조선사들의 전시 부스와 기본승인 수여식 때 느꼈던 뿌듯한 마음은 긴 여운으로 남아 있어요.

김치형 선임연구원 원자력과 조선 분야 전문가들이 한 자리에 모여 MSR 탑재 LNG 운반선에서 발생할 수 있는 위험요소식별(HAZID, Hazard Identification) 회의를 진행했던 것이 기억에 남아요. MSR이 탑재된 선박 내부 배치도를 보면서 사고 시나리오와 대처 방안을 이야기했는데요. 정말 LNG를 탑재한 선박이 곧 세상에 나올 것 같은 현실감이 느껴져 인상 깊었어요.

최규민 책임연구원 이번 AiP 획득을 위해 우리 연구원과 삼성중공업, 미국선급, 라이베리아 기국 이렇게 4개의 기관이 협력 과제를 진행했어요. 각 기관 연구자의 요구사항과 필요 정보들을 사업단에서 관리·중계하면서, 모두 한가지 목표를 위해 적극적으로 협력하는 모습이 인상적이었어요.

Q6. 함께 일하는 동료에게서 얻는 긍정적 영향력이 있다면 무엇인가요?

이동형 책임연구원 사업단에서는 업무 수행을 위해 지켜야 할 가치를 정해두었어요. 김치형 박사님은 ‘강력한 실행력을 갖춘 나’, 최규민 박사님은 ‘치밀함과 유연성을 겸비한 사업관리자’를 지켜야 할 가치로 제시하셨는데, 이 가치를 지키기 위해 매주 노력하고 계시는 두 분의 모습은 제가 닮고 싶은 부분이에요.

김치형 선임연구원 저는 능력이 부족해 작은 일에도 많이 고민하며 시간을 쓰고, 스스로 힘들어하고는 합니다. 그럼에도 제가 가끔 월급보다 큰 노력을 할 수 있는 것은 제가 만들어 낸 결과물과 저의 의견을 존중해주는 동료들이 있기 때문이에요.

최규민 책임연구원 2023년부터 시작된 사업에 저는 올해 3차 연도부터 합류하게 됐어요. 이동형 단장님의 안정적인 운영과, 김치형 박사님의 적극적인 업무 진행이 조화를 이루며 정착된 사업단 운영 체계에 깊은 인상을 받았죠. 뒤늦게 합류한 저로서는 많이 배우고, 또한 많은 도움을 받고 있어요.

Q7. 사업단의 추후 계획도 궁금합니다.

이동형 책임연구원 MSR 추진 선박 갑판 위에서 태평양을 바라보는 날을 앞당기기 위해 해양-원자력 분야 간 긴밀한 협력과 허심탄회한 기술 토론을 강화할 생각이예요. 그리고 MSR 개발에 진심인 소중한 동료들이 열정을 쏟을 수 있도록 후속 사업을 성공적으로 출범시키고, 여러 주체의 지혜와 지식을 모을 수 있는 틀을 마련하는데 박차를 가하려 합니다.

Q8. 연구원으로서의 좌우명이 있다면 알려주세요.

이동형 책임연구원 ‘선비는 덕이 닦아지지 않음을 걱정하고, 이름이 세상에 알려지지 않음을 걱정하지 않는다. 그리고 학업에 넓지 못함을 걱정하고 맡은 일이 없음을 걱정하지 않는다.’ 실학자 이익 선생님의 말씀처럼 직장 생활을 하고 싶어요.

김치형 선임연구원 취미든 일이든, 제 나름의 기준이 있어요. 그 기준을 만족시키기 위해선 어떤 상황에서도 타협하지 않으려 해요.

최규민 책임연구원 특별한 좌우명을 정해두진 않았어요. 그저 살아가면서 주어지는 것들에 감사하며, 함께하는 사람들에게 좋은 영향력을 끼치며 살고 싶어요. K



파동이가 폴코스로 모십니다!

파동의의 KAERI 투어

오늘은 파동이와 함께 KAERI를 둘러보는 특별한 나들이를 떠나볼까 해요!
과거부터 현재 그리고 미래까지.
시공간에 구애받지 않으며 KAERI를 살펴볼 거랍니다!

글. 편집실

1

KAERI의 시작

1959년 6.25 전쟁 직후 가난했던 시절,
미국 정부의 도움으로 첫 연구용 원자로인
'트리가 마크 2(TRIGA Mark-II)'를
도입하며 원자력연구소를 설립했어요.



2

기술 자립의 발판을 짓다!

1969년에는 출력이 20배 높은
'TRIGA Mark-III'를 들여왔고,
1975년 대전에 현재 연구원을
짓기 시작했어요.



3

핵연료와 한국형 원전 개발 성공

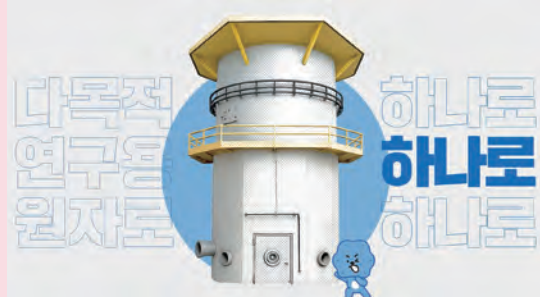
1987년과 1988년에는 중수로와
경수로 핵연료를 개발했으며, 1996년에는
외국 기술 의존 없이 한국표준형원전(KSNP)을
개발하는 데 성공했습니다.



4

하나로의 완성과 연구 영역 확장!

누적된 기술력을 바탕으로 1995년에는 다목적
연구용 원자로 '하나로'를 완성했고, 2006년에는
정읍에 방사선과학연구소, 2013년에는 경주에
양성자가속기연구센터를 추가로 설립했어요.



5

SMR(소형모듈원자로) 연구

연구원 내부에는 더 작고 간단하며 안전한
미래형 원자로인 SMR을 연구하는 곳과,
SMR 내부 현상을 연구하는
SMART-ITL 시설이 있습니다.



6

KAERI의 자랑! 아틀라스

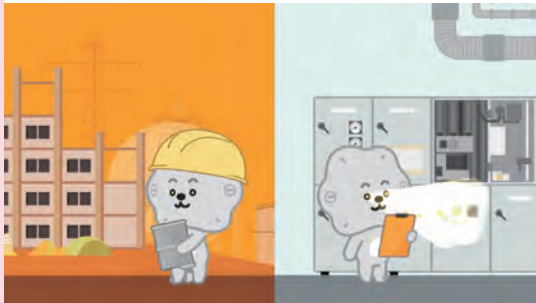
원자력 발전소 사고 상황을 실제와
같은 압력과 온도로 재현해 원자로의 안전성을
시험하는 대형 연구시설인 '아틀라스'도 있지요!



7

위험한 작업을 대체하는 로봇

KAERI에서는 위험한 곳에서 사람 대신
작업·점검·모니터링을 수행할 수 있는
로봇 기술을 연구하고 있어요. 대표적으로
고하중 양팔 로봇 '암스트롱'이 있지요.



8

지하처분연구시설 KURT!

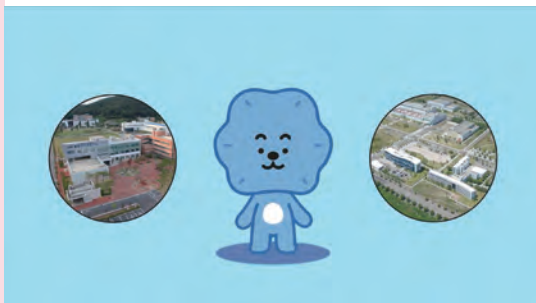
수명을 다한 사용후핵연료는 안전하게
보관해야 하는데요. KURT에서는 암반과 처분용기
등의 성능을 검증하는 기술을 연구하고 있어요.



9

KAERI의 분신! 정읍과 경주

정읍 첨단방사선연구소에서는 화장품, 식품 등
다양한 산업에 필요한 방사선 기술을 연구하고
있어요. 경주에 있는 양성자가속기는 초당 12경 개
양성자를 쏘아 신물질을 만들어내고 있지요.



10

멈추지 않는 KAERI의 여정

KAERI는 SMR, MSR, SFR 같은 미래에 쓰일
원자로와 의료용 동위원소 생산 연구용원자로를
개발 중이에요. 곧 경주 감포와 부산 기장에도
연구시설이 더 생길 예정이랍니다!



유튜브 채널
'과학하는 원연이'
바로가기

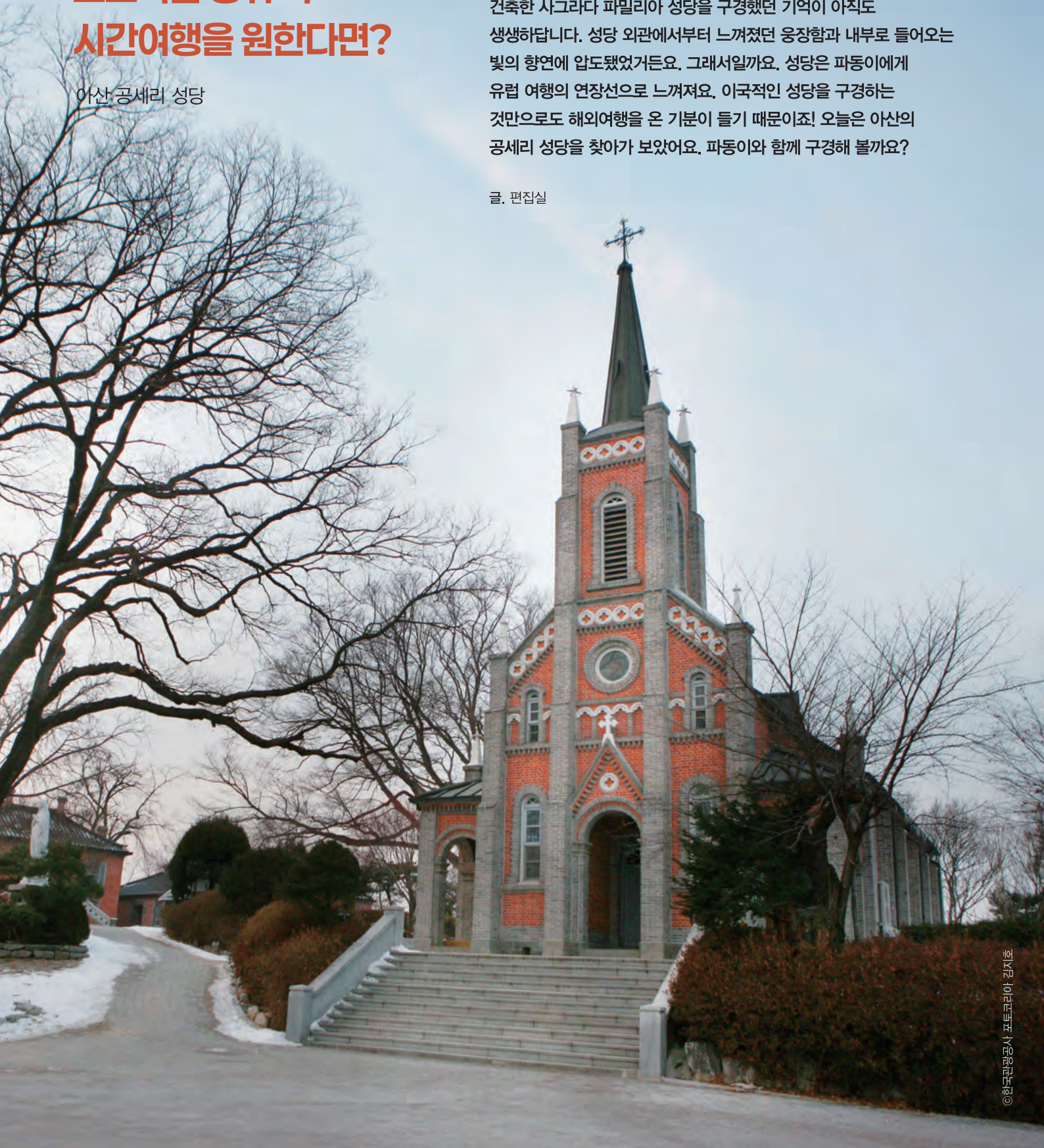


고즈넉한 정취 속 시간여행을 원한다면?

아산 공세리 성당

파동이는 예전에 바르셀로나를 여행한 적이 있는데요. 가우디가 건축한 사그라다 파밀리아 성당을 구경했던 기억이 아직도 생생하답니다. 성당 외관에서부터 느껴졌던 웅장함과 내부로 들어오는 빛의 향연에 압도됐었거든요. 그래서일까요. 성당은 파동이에게 유럽 여행의 연장선으로 느껴져요. 이국적인 성당을 구경하는 것만으로도 해외여행을 온 기분이 들기 때문이죠! 오늘은 아산의 공세리 성당을 찾아가 보았어요. 파동이와 함께 구경해 볼까요?

글. 편집실





©한국관광공사 포토코리아 김지호

신앙의 자유를 증언하는 성당

아산 톨게이트에서 나와 공세리 성당으로 향하는 길. 낮은 층고의 옛 건물들이 즐비해 있는 길을 지났어요. 드문드문 펼쳐지는 논과 밭 터, 길 한쪽에 세워진 공세 1리 표석까지. 정겨운 풍광이 펼쳐지니 오랜 만에 시골길을 달리는 기분이었죠. 얼마 지나지 않아 성당 주차장에 도착했어요. 차를 세우고 나오니 칼칼한 바람이 코끝을 스치는 거 있죠. 따뜻하게 겹옷을 챙겨 입고 성당이 있는 곳으로 발걸음을 옮겼어요.

공세리 성당이 세워지기 전, 이곳은 조선시대에 충청도 일대 40여 개 고을의 조세용 곡식을 보관하던 곡식 창고인 공세창이었다고 해요. 공세리는 아산만으로 이어지는 수로가 있었기 때문에 어업이 발달한 포구 마을이었거든요. 물길이 잘 나 있어 세미를 모으고 운반하는 곳창이 자연스럽게 많이 생겼죠. 공세곳창, 공진창 등으로 불리던 것이 공세리라는 지명으로 굳어져 지금도 사용하게 되었답니다.

하지만 1762년, 해운창이 폐지되고 나서 창고들은 무용지물이 되었고, 그 이후로 방치됐어요. 시간이 흘러 1897년, 공세리에서 주임신부로 부임한 드비즈 신부는 폐지된 공세창 부지 일부를 매입했어요. 그리고 1899년, 한옥 형태의 성당이 건축되죠. 이후 신자들이 증가해 1922년, 충청도에서는 처음으로 서양 고딕양식의 성당이 건축됩니다. 지금 우리가 볼 수 있는 공세리 성당은 1922년도에 지어진 모습입니다. 고딕양식이란 특징 이외에도 공세리 성당이 특별한 이유가 하나 더 있어요. 병인박해로 인해 숨어있던 천주교인들에게 박해의 종식을 상징적으로 보여주는 곳이기 때문이에요. 이곳에는 당시 신앙생활을 하다 박해로 인해 순교한 32명의 순교자를 모시고 있어 순교 성지로 불리기도 합니다.

1

1 고즈넉한 공세리 성당은
당일치기 여행지로 딱이에요.

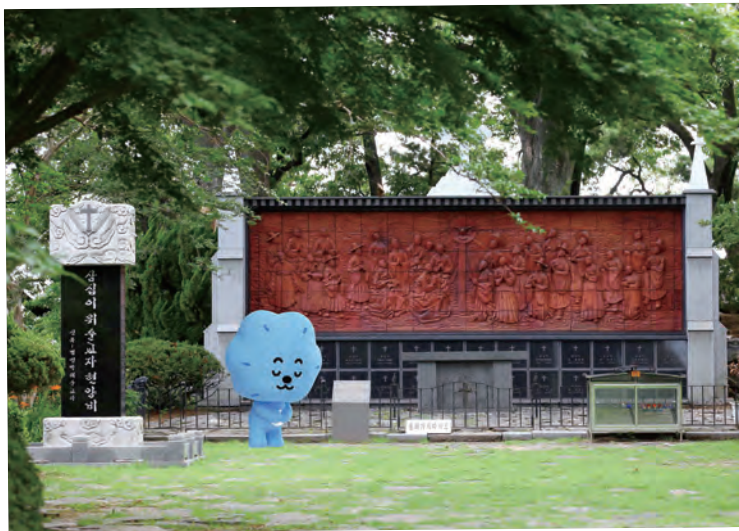
고요 속을 산책하다

긴긴 역사와 사연을 품고 있는 공세리 성당은 아름다운 외관 또한 빼놓을 수 없는 자랑거리예요. 2005년에는 한국관광공사가 지정한 대한민국을 대표하는 가장 아름다운 성당에 선정되기도 했죠. 그래서 그럴까요, '태극기 휘날리며(2004)', '에덴의 동쪽(MBC, 2008)', '미남이시네요(SBS, 2009)', '아이리스 2(KBS, 2013)' 등 다양한 작품을 이곳에서 촬영했어요.

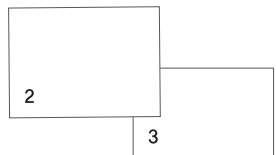
파동이는 붉은 벽돌이 매력적인 성당 본당 앞에서 찰칵! 기념사진을 남긴 뒤 성당 곳곳을 둘러보았답니다. 파동이는 겨울에 갔지만 공세리 성당은 어느 계절에 찾아도 아름다워요. 봄에는 벚꽃으로, 가을에는 빨간 단풍으로, 겨울에는 크리스마스 전구들로 성당이 수놓아져 있거든요. 계절이 바뀔 때마다 기념사진을 남기는 것도 특별한 추억이 될 것 같네요.

성당 내부는 아늑하고 고요한 분위기가 풍겼는데요. 마음이 정돈되는 기분이 들었어요. 색색의 스테인드글라스 창으로 들어오는 햇빛을 느끼며 잠시 앉아 공간을 온전히 느껴보았답니다. 다시 밖으로 나와 성당을 크게 돌아볼 수 있는 '십자가의 길' 산책로를 찾았어요. 오솔길 같은 숲속 산책로를 걷다 보면 예수가 십자가에 달려 죽기까지의 과정을 조형물로 만들어 배치해 둔 것을 볼 수 있는데요. 신도들은 이 길을 걸으며 예수의 수난과 죽음을 묵상한다고 해요.

십자가의 길이 끝나면, 공세리 성당의 박물관을 둘러보는 것도 추천해요. 공세리 성당의 역사와 한국 천주교 박해의 역사가 잘 담겨있거든요. 디오라마로 성당의 역사를 이해하기 쉽게 전시해 놓은 것이 인상적이었답니다. 단, 박물관은 월요일은 휴무이고 오전 10시에 열어 오후 4시에 닫는다고 하니 시간을 잘 확인하신 뒤 방문하시길 추천해요.



©한국관광공사 포토코리아 이범수



- 2 성당 한쪽에는 천주교 박해로 인해 순교한 사람들을 기리는 현향비가 세워져 있어요.
- 3 성탄절이 가까워져 오는 12월에는 아기 예수의 모형으로 꾸며놓기도 하죠.



©한국관광공사 포토코리아 김지호



©한국관광공사 포토코리아 이범수

●
내게 주어진 하루만이
전 생애라고 생각하니,
저만치서 행복이 웃으며 걸어왔다.

아산 공세리 성당

주소 충남 아산시 인주면 공세리성당길 10
공세리성당

문의 041-533-8181

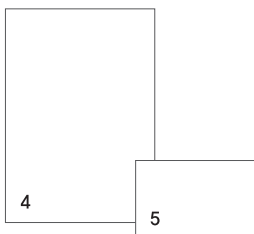
운영시간 연중무휴(단, 박물관 월요일 휴무,
10:00~16:00 운영)



©한국관광공사 포토코리아 김지호

행복이 웃으며 걸어오는 곳

성당은 주차비도, 입장료도 받지 않고 운영되고 있어요. 단, 운영되고 있는 성당이다 보니 미사 시간을 피해서 평일에 둘러보는 것을 추천해요. 생각보다 둘러볼 곳이 많아 운동화는 필수고요! 고요한 공간에서 깨끗한 공기를 마시며 성당을 둘러보다가 파동이는 문득 이해인 수녀의 시의 일부가 떠올랐어요. ‘내게 주어진 하루만이 전 생애라고 생각하니, 저만치서 행복이 웃으며 걸어왔다.’ 〈어떤 결심〉이라는 제목의 시 속 한 구절이에요. 오늘 주어진 이 고요하고 평화로운 시간이 파동이에게 주어진 전 생애라고 생각해 보니 아주 소중해졌어요. 오늘 누린 이 여행의 추억을 파동이는 고이고이 마음에 담아 집으로 돌아가 볼게요. 여러분도 이 고요한 행복을 이곳에서 누리보시길 바라요! ㉠



- 4 공세리 성당은 사계절 내내 아름답기로 유명해요.
5 촛불 봉헌을 한 사람들의 초들이 은은하게 주변을 밝히고 있었어요.

미래에는 원자력이 어떻게 활용될 수 있을까?

보이지 않는 곳에서 생명을 살리고, 머나먼 행성에 열을 공급하며,
친환경 에너지를 만들어 내는 원자력!
‘미래의 에너지’로 불리는 원자력을 파동이와 함께 더 깊이 알아볼까요?

글. 편집실



원자력, 생명을 살린다

미래에 원자력은 방사성동위원소 이용, 우주개발, 선박추진, 수소 생산, 담수화 등 다양한 분야에 활용될 거예요. 특히 방사성동위원소 이용은 원자력에서 파생한 기술이에요. 지금도 환자의 질병을 진단하고 치료하는 장비들에 응용되고 있지요. 이들은 인공지능 기술과 접목돼 빠르고 정확한 진단·치료 장비로 거듭나고 있어요.

우주를 밝히는 새로운 동력

우주개발과 관련해서는 미국과 유럽을 중심으로 화성 탐사를 계획하고 있어요. 지구 이외의 행성을 탐사하기 위해서는 기존의 화학 로켓이 아닌 원자력 추진 로켓이 필요하답니다. 또한 화성에 유인기지를 세울 때 전력과 난방을 위한 동력이 필요한데요. 화성은 태양과의 거리가 지구보다 더 멀어서 태양으로부터 필요한 에너지를 얻기가 어려워요. 그래서 원자력 발전, 원자력 전지 등을 이용해 화성 유인기지에 필요한 동력과 난방열을 공급하게 될 거예요.



지구를 지키는 청정에너지

친환경 에너지원으로써 수소를 생산하기 위해서는 고온의 열과 전기분해를 위한 전력이 필요해요. 원자력은 이산화탄소 배출 없이 친환경적이고 경제적으로 수소 생산에 필요한 고온과 전력을 제공할 수 있어요. 가까운 미래에 수소경제 시대가 도래하게 된다면 원자력과 같이 탄소를 발생시키지 않는 에너지원을 이용해 수소가 생산될 거예요.

몸을 따뜻하게 만들어 줄 겨울철 음식들!

햇팩이 필수가 된 추운 요즘이에요. 앞으로도 얼마나 더 추워질지 파동이는 가늠이 안 되는데요. 이럴 때일수록 몸을 따뜻하게 만드는 것이 중요해요! 체온을 높이는 성질의 음식을 섭취하면 신진대사가 활발해져요. 에너지 소비도 많아지죠. 그렇게 되면 근육을 부드럽게, 몸을 가볍게 해줘 자잘한 사고를 예방할 수 있습니다.

글. 편집실



코코넛오일

코코넛오일은 몸에 좋은 포화지방을 가지고 있어요. 우리 몸에 들어왔을 때 쌓이지 않고 바로 에너지원으로 쓰여 체온을 높여주죠. 면역력 강화에도 좋고, 암을 억제하기도 해요. 아침저녁으로 식사 전 한 스푼씩 먹거나, 음식에 넣어 먹어도 좋아요.



땅콩

땅콩에는 니아신이라 불리는 비타민 B3 성분이 풍부해요. 혈액순환을 돕고, 신진대사를 활발하게 해줘 체온을 높여주죠. 게다가 항산화 성분이 풍부해 노화를 더디게 해줘요. 이 외에도 대추, 밤, 은행 등의 견과류들은 겨울철 보양식이라 불리는데요. 모두 우리 몸을 따뜻하게 만들어 줍니다.



생강

동의보감에서는 생강을 이렇게 소개해요. '성질이 약간 따뜻하고 맛이 매우며 독이 없다. 담을 삭히며 기를 내리고 토하는 것을 멈추게 한다. 습기를 없애고 딸꾹질하며 기운이 치미는 것과 숨이 차고 기침하는 것을 치료한다.' 감기에 걸렸을 때 생강차를 마시면 기침이 그칠 거예요.



닭고기

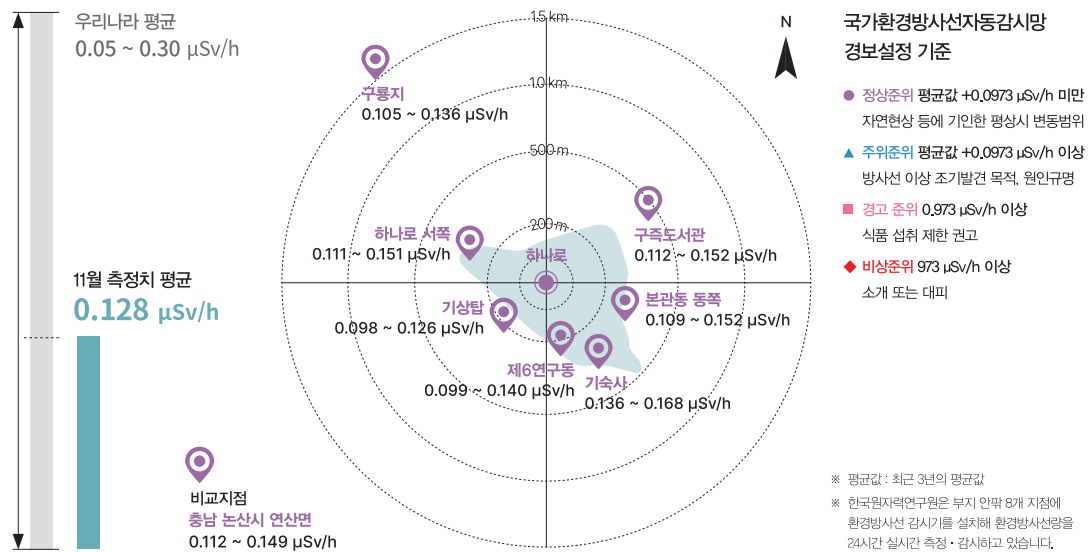
닭고기는 위장과 비장을 따뜻하게 만들어 소화를 더 잘할 수 있게 도와요. 단백질 함량이 높아 면역력을 높이기도 하고, 비타민 B12도 풍부해 겨울철 피부염 예방에도 도움이 되죠. 한약재와 함께 끓여낸 닭곰탕이나, 채소와 함께 끓이는 스투 형식으로 먹는 것을 추천해요.



한국원자력연구원 안전정보

환경방사선량을 측정 결과와 사용후핵연료 등 방사성 폐기물 보관 현황은 연구원 홈페이지(www.kaeri.re.kr) 안전정보를 통해서도 확인하실 수 있습니다.

환경방사선량을 측정 결과 (11월 1일 ~ 11월 30일)



중저준위 방사성 폐기물 관리 현황 (2025년 3분기 기준)

중·저준위 방사성고체폐기물 (200L 드럼)

중·저준위 방사성고체폐기물이란?

원자력 시설의 운영 및 해체, 연구 과정에서 발생한 작업복, 장갑, 기기 부품 등 방사능의 세기가 상대적으로 낮은 폐기물

제1·2 저장고

9,481.15

발생량 : 52
처리량 : 194

9,339.15

해체폐기물 저장고

10,427.13

발생량 : -
처리량 : 627

9,800.13

19,139.28

● 2025년 2분기 보관량 ● 2025년 3분기 발생·처리량 ● 합계

사용후핵연료 보관 현황

● 2025년 3분기 보관량 ● 전분기 대비 증감

경수로 사용후핵연료



1,699봉
(3,345.4 kgU)

하나로 사용후핵연료



580다발
(989.6 kgU)
3다발
(6.1 kgU)

조사핵연료 시편



-
(8.08 kgU)
-
(-0.000005 kgU)

※ 경수로 사용후핵연료는 관련 핵연료의 손상 원인 규명, 신소재 개발 등 연구를 위해 소량 반입 후 보관 중입니다.

※ 조사핵연료는 사용후핵연료 및 시험핵연료를 연구개발 목적으로 조사시험한 것으로, 연료봉 또는 절단된 시편 형태로 보관 중입니다.

숨은 파동이 찾기 이벤트!

11+12월호 <원우>에는 아래의 파동이 곳곳에 숨어있습니다.

숨겨진 파동을 찾아보세요!(3곳)



숨겨진 파동을 찾고,
11+12월호에 대한 감상평을 남겨주신 10분에게
커피쿠폰과 파동 MD를 드립니다!

참여 방법

휴대폰 카메라로 아래의 QR코드를 스캔하여
이벤트 참여 페이지로 이동합니다.
원우에 대한 의견과 파동의 위치를 작성하여 제출하면 끝!



이벤트 기간

2025년 12월 1일 ~ 2026년 1월 30일

당첨 인원

10명

당첨자 발표

2월 초(당첨자에게 개별 문자 안내)

이벤트 상품

커피쿠폰과 파동 MD

바다, 우주, 극지를 가리지 않고 활약할 원자력 기술이,
4차 산업기술과의 만남으로 새로운 미래를 그려낼 원자력 기술이
바로, 여기에 있습니다.

한국원자력연구원 문무대왕과학연구소
원자력의 새로운 패러다임을 열어나갑니다.

무 한 한 가 능 성 앞 으 로



한국원자력연구원
Korea Atomic Energy Research Institute