Korea Research Institute of
Standards and Science

www.kriss.re.kr

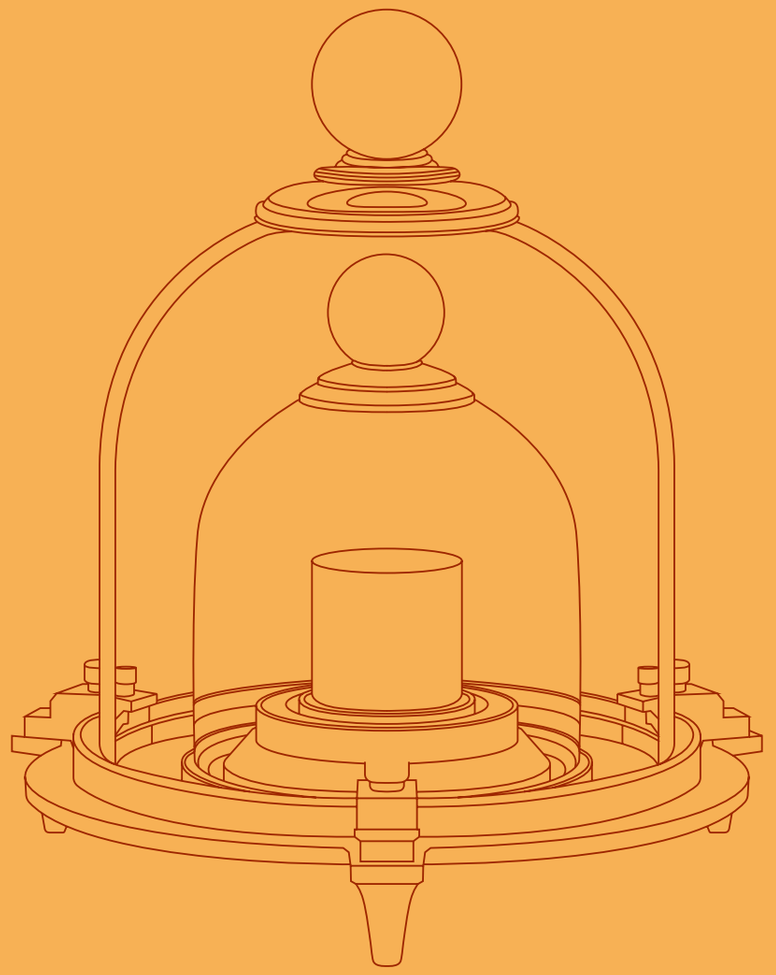
KRISS 한국표준과학연구원

KRISS kilogram | 질량의 단위 2025 Autumn Vol.3

한국표준과학연구원

KRISS

MAGAZINE



1799년 1 kg은 '4 ℃ 물 1 세제곱 데시미터의 질량'으로 정의됐다. 또한 백금으로 킬로그램원기를 제작했는데, 이 원기는 90년 동안 질량 표준 역할을 담당했다. KRISS는 No.39, No.72 No.84, No.111 킬로그램원기를 보유하고 있다. 현재 KRISS는 키블저울을 통해 가장 정확한 1kg을 구현하고 있다.

2025 Autumn Vol.3

kilogram

질량의 단위

kilogram

질량의 단위

발행일
2025년 10월 10일(통권 48권 3호)

발행처
한국표준과학연구원
대전광역시 유성구 가정로 267
042-868-5114

발행인
이호성

등록일자
1978년 7월 11일

ISSN
2508-1543

기획
한국표준과학연구원 홍보위원회

편집디자인 · 제작
(주)홍커뮤니케이션즈
www.hongcomm.com

스마트폰을 통해서도
사보 〈KRISS〉를 만날 수 있습니다.

KRISS

사보 「KRISS」는 한국간행물 윤리위원회의 윤리강령 및 실천요강을 준수합니다.
본지에 게재된 글이나 자료를 한국표준과학연구원의 허락 없이 무단 복사, 전재하는 것을 금합니다.

Contents

2025 Autumn Vol.3

06 Introduce

08 Remind
질량의 단위 킬로그램 (kg)의 역사
–자연에서 찾은 보편적 기준을 향한 여정

12 Talk 1
묵직한 사명감으로
1 kg의 정의를 실현하는 사람들
–양자질량측정그룹

18 Talk 2
K–질량 표준의 역사가 된
KRISS 40년의 발자취
–정진완 박사

24 표준이 있는 여행
만유인력의 나라, 영국을 걷다

30 Celebrate
세상의 기준을 만드는 KRISS,
저는 OOO을(를) 만드는 사람입니다

34 영감의 한 문장
「Sustainable Energy」
「모든 것은 예측 가능하다」

38 과학과 함께 산다
열과 시간의 예술, 냄비와 프라이팬의 과학

44 Coworker
K–방산의 미래를 열어가는
든든한 동행
– (주)KER

48 R&D 1
'한국형 스타링크' 성능 보장할
전자파 측정표준 확립

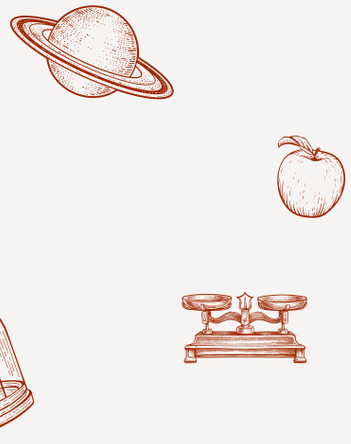
50 R&D 2
암 진단부터 치료, 면역 반응 유도까지 한 번에…
'스마트 나노물질' 나왔다

52 News

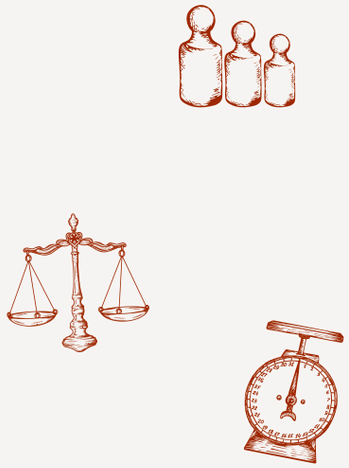
56 Readers

57 Event

Introduce



질량의 가치를 지켜온 50년의 여정

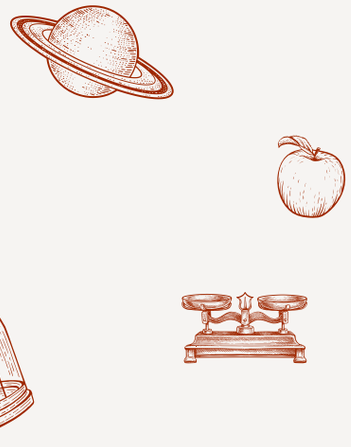


눈에 보이지 않지만, 세상의 모든 물질은 고유한 양, '질량'을 갖고 있다.
고대 그리스 철학자들이 물질의 관념과 성질에 대해 토론하며 싹튼 질량이라는 개념은 오늘날까지 만물의 균형을 잡아주는 기본 단위로 존재하고 있다.
이 순간 땅을 딛고 서 있는 일상적인 순간부터 머나먼 우주를 탐험하는 과학의 여정까지...

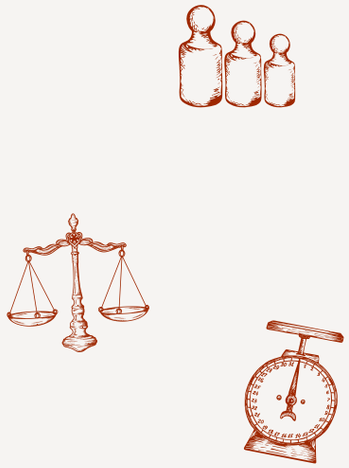
우리는 질량이라는 공통의 기준 속에서 물질을 다루고, 기술을 발전시키며, 삶을 이어간다.
1975년부터 지금까지, 국가측정표준 대표기관으로서 우리나라 과학기술과 산업의 기초를 지탱해온 KRISS. '더 정확한 세상'을 만들어가며 질량의 가치를 지켜온 KRISS의 50년 여정에 감사를 표한다.

kilogram

Introduce



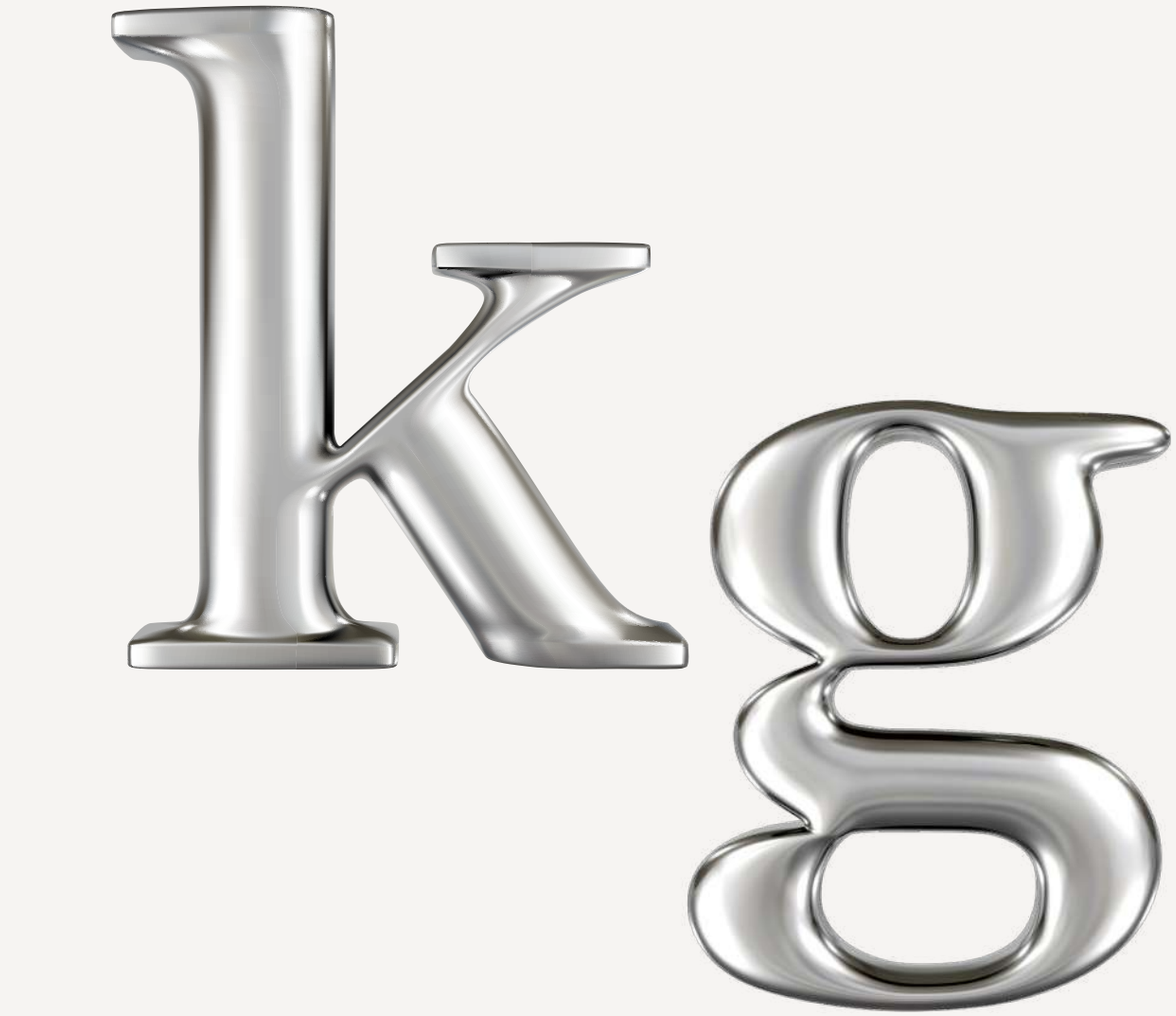
질량의 가치를 지켜온 50년의 여정

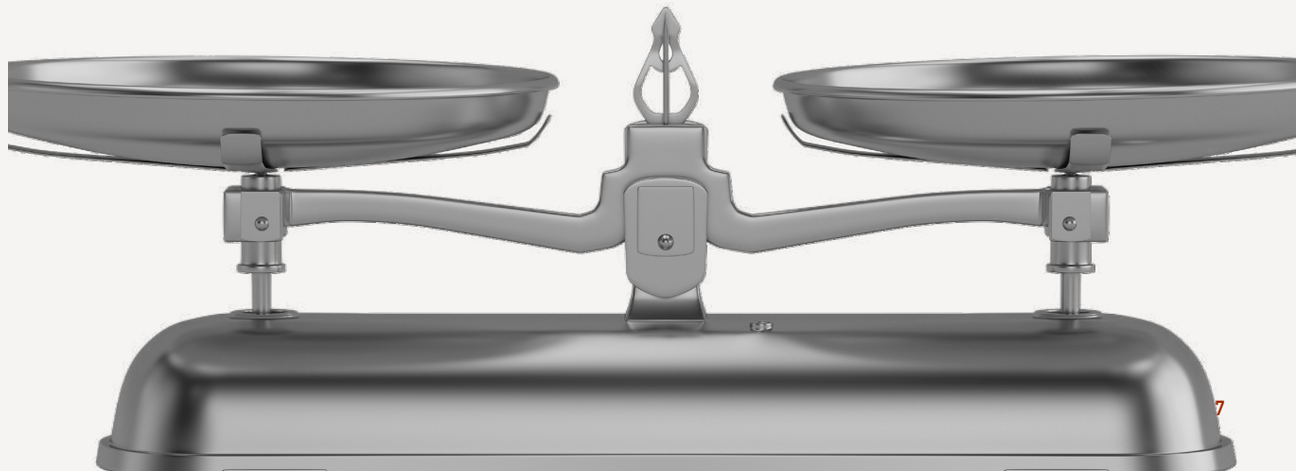


눈에 보이지 않지만, 세상의 모든 물질은 고유한 양, '질량'을 갖고 있다.
고대 그리스 철학자들이 물질의 관념과 성질에 대해 토론하며 싹튼 질량이라는 개념은 오늘날까지 만물의 균형을 잡아주는 기본 단위로 존재하고 있다.
이 순간 땅을 딛고 서 있는 일상적인 순간부터 머나먼 우주를 탐험하는 과학의 여정까지...

우리는 질량이라는 공통의 기준 속에서 물질을 다루고, 기술을 발전시키며, 삶을 이어간다.
1975년부터 지금까지, 국가측정표준 대표기관으로서 우리나라 과학기술과 산업의 기초를 지탱해온 KRISS. '더 정확한 세상'을 만들어가며 질량의 가치를 지켜온 KRISS의 50년 여정에 감사를 표한다.

kilogram





자연에서 찾은 보편적 기준을 향한 여정

질량의 단위 킬로그램(kg)의 역사

우리는 일상에서 '킬로그램(kg)'이라는 단위를 자연스럽게 사용한다. 체중계 위의 숫자부터 비행기 수화물 규정까지, 그 단위는 삶의 곳곳에 스며들어 있다. 그러나 그 단위를 정하기까지, 인류는 수백 년간 실험과 과학, 철학, 정치가 얽힌 복잡한 여정을 걸어야 했다. 이 글을 통해 질량의 단위 킬로그램이 어떻게 시작되어 어떻게 바뀌었으며, 지금 우리가 사용하는 정의는 무엇인지를 되짚어 보려 한다. 그 중심에는 국제킬로그램원기라는 실물 원기에서 출발해, 오늘날의 정밀한 물리상수 기반 정의에 이르기까지의 과학사의 진보가 담겨 있다.

write. 성혜경

'단 하나의 기준'을 향한 여정

인류가 공통의 단위를 갖는다는 것은 단순한 편의 그 이상이었다. 18세기 프랑스 혁명기의 혼란 속, 길이와 질량조차 지역마다 기준이 제각각이던 상황은 사회 정의 실현의 걸림돌이었다. 농산물의 세금도, 시장의 가격도 기준이 달라 억울한 일이 비일비재했다. 이에 프랑스 과학자들과 계몽사상가들은 선언했다. "만인은 같은 저울 위에 올라야 한다!"

프랑스 혁명이 일어난 다음 해인 1790년, 프랑스 과학아카데미는 지구라는 자연에 기반한 '보편 단위' 설정에 착수했다. 지구 어디서나 동일하게 적용할 수 있는 단위, 항구적 기준을 찾고자 했던 것이다.

프랑스 과학아카데미는 1791년에 길이 표준 단위를 '미터(m)'로 명명하고 1 m를 지구의 북극에서 적도까지의 자오선 길이의 1천만분의 1로 규정했다.

미터의 정의가 확립되자 질량 또한 그에 기반한 단위를 정할 필요가 제기됐다. 이에 1799년 킬로그램이 질량의 기본 단위로 채택됐으며, 1 kg은 '4 ℃ 물 1 세제곱 데시미터(1 데시미터=1/10 미터)의 질량'으로 정의됐다. 또한 백금으로 킬로그램원기를 제작했는데, '기록원 킬로그램(Kilogramme des Archives)'이라고 명명된 이 원기는 90년 동안 질량 표준 역할을 담당했다.

1875년 17개국이 참여하는 미터협약이 체결되고 국제도량형국(BIPM)이 파리 근교에 설립되면서 미터법의 국제화가 본격적으로 추진됐다. 1889년 열린 제1회 국제도량형총회(CGPM)에서 백금-이리듐 합금으로 새롭게 제작한

킬로그램원기가 공식적인 국제 표준으로 승인됐다. 90 %의 백금과 10 %의 이리듐으로 만든 원기둥 모양(높이, 지름 각각 39 mm)의 원기가 1 kg의 국제 기준으로 정해진 것이다. 'IPK(International Prototype Kilogram)'라고 불리는 국제킬로그램원기는 BIPM에 보관됐으며, 각국은 국제킬로그램원기의 복제본을 받아 이를 자국 내 '국가 표준'으로 삼았다.

더 이상 변하지 않는 단위를 위하여

국제킬로그램원기는 오랫동안 인류의 '공통 기준'으로 역할을 해왔지만, 중요한 약점을 안고 있었다. 그 자체가 하나의 물체이기 때문에, 공기 중 오염물질이나 표면 마모 등에 의해 미세한 질량 변화가 발생했던 것이다. 실측 결과, 국제킬로그램원기와 그 복제본 간에는 최대 50 μg에 달하는 오차가 나타나기도 했다.

과학자들은 물질에 의존하지 않는 새로운 정의를 모색했고, 결국 자연상수에 기반한 킬로그램의 재정의 작업이 전개된다. 수십 년의 준비 끝에 2018년 제26차 국제도량형총회(CGPM)는 플랑크상수(h)를 기준으로 킬로그램을 재정의하기로 결정했다.

독일 과학자 막스 플랑크가 주창한 플랑크상수는 물질과 에너지 사이의 변환을 나타내는 값으로, 에너지의 양자화를 설명하는 양자역학의 중요한 기본 상수 중 하나이다. 질량이 플랑크상수를 기준으로 삼게 됨에 따라 이제 세계 표준과학계의 시선은 자연스럽게 과연 누가 키블저울을 더 정확하게 구현하는가로 모이게 된다.

키블저울은 1975년 브라이언 키블 박사가 처음으로 플랑크상수를 바탕으로 질량을 측정하자는 아이디어를 제시하며 영국과 미국 등의 기초과학 강국을 중심으로 개발이 본격화된 측정 장비다. 영국의 국가 표준기관에서 근무하던 키블 박사는 양팔 저울을 응용한 독창적인 실험을 시작했다. 그는 물리학의 기본 상수인 플랑크상수를 정밀하게 측정하기 위해 이 방식을 도입했다. 그러나 연구를 거듭하는 과정에서, 이 방법이 질량 값과도 밀접하게 연관된다는 사실이 밝혀졌다.

전자기력을 이용해 물체의 질량을 측정하는 키블저울은 한쪽에 측정 물체, 다른 쪽에 와이어 코일을 감아 전류를 흘리면서 역학적 에너지와 전기적 에너지를 비교하는 구조이다. 전기적 에너지는 조셉슨과 양자홀 효과에 의해 플랑크상수에 비례한다. 따라서 키블저울은 고정되는 플랑크상수값을 이용해 킬로그램을 실현할 수 있다. 현재 플랑크상수는 6.626 070 15 × 10^{-34}까지 구해져 있다.

고정된 플랑크상수값을 이용한 새로운 킬로그램의 정의는 2019년 세계 측정의 날을 기해 시행됐다. 더 이상 실물 원기를 보지 않아도, 정밀한 실험 장비만 있다면 전 세계 어디서든 동일한 킬로그램을 구현할 수 있는 시대가 열린 것이다.

새로운 킬로그램을 구현하다

이처럼 새로운 킬로그램 정의까지 질량 측정표준을 위한 각국의 노력은 계속돼왔다. 이 가운데 국내 원기의 역사도 눈길을 끈다.

전하는 이야기에 따르면 우리나라는 대한제국 당시 서구문물 도입의 필요성을 느끼고 3만 냥이라는 거금을 들여 일본에 원기 구입을 의뢰했다고 한다. 그렇게 1894년 구입한 킬로그램원기가 No.39다. 이후 일본의 전쟁 패배와 광복, 한국전쟁 등 역사적인 수난을 거친 격동기에 No.39 질량원기 역시 그 역사를 고스란히 감내해야 했다. 이후 우리나라는 원기의 안정성 문제를 염려해 No.72와 No.84를 추가로 들여와 No.72를 국가 원기로 사용하게 됐다. No.39, No.84는 보조 원기로 활용했다.

한편 우리나라는 2018년 킬로그램 재정의 과정에서 세계의 주목을 받았다. KRISS는 2011년 키블저울을 자체 개발했고, 2017년에는 상온 원자간섭계 질량 표준기도 구축했다. 이는 극미량 질량을 자연상수 기반으로 측정할 수 있는 장치로, KRISS는 이를 통해 새로운 질량표준 실현 기술을 확보한 세계 5개국 가운데 하나로 자리매김했다.

질량에 대한 정의는 우리가 생각한 것 이상으로 다양한 역사와 의미를 지니고 있다. 세계와 대한민국의 과거와 현재, 미래를 고스란히 담고 있는 질량의 역사를 알고 있다면 스쳐갔던 단위의 의미를 좀 더 깊이 들여다볼 수 있을 것이다.

Talk 1

묵직한 사명감으로 1 kg의 정의를 실현하는 사람들

양자질량측정그룹

김명현, 서민기, 김동민, 조성완 (좌측부터 시계방향으로)

어쩌면 여러 단위 중 당신이 가장 민감하게 생각하는 단위는 킬로그램(kg)일지 모른다. 매일 체중을 체크하는 '다이어터', 장사를 위해 식자재를 주문하는 음식점 사장, 금 시세를 확인하는 금은방 주인까지. 사람들은 킬로그램을 매일 신경 쓰며, 때로는 킬로그램 때문에 울고 웃는다. 하지만 질량 단위인 킬로그램의 표준을 확립하고, 질량 측정 기술을 개발하는 존재가 누구인지 아는 사람은 많지 않을 것이다. 친숙한 단위, 낯선 연구자들의 이야기를 들어 봤다.

write. 성혜경 photo. 김병구

킬로그램의 재정의와 KRISS의 도전

전 세계적으로 인공물이 아닌 플랑크상수 기반의 질량표준이 도입된 지 6년. 우리는 지금 130년 만에 열린 새로운 1 kg 시대를 살아가고 있다. 물론 1 kg을 정의하고 실현하는 방법만 바뀌었을 뿐, 일반인이 생활 속에서 그 변화를 느끼기는 힘들다.

그러한 '안정'을 누릴 수 있게 해주는 사람들, 바로 KRISS 양자질량측정그룹이다. 양자질량측정그룹의 주요 임무는 질량 단위(kg), 힘 단위(N), 압력 단위(Pa) 및 토크/부피/밀도/중력 분야의 국가표준을 확립하고 관련 측정기술을 개발하는 것이다.

김동민 책임연구원 "2019년 킬로그램이 새롭게 정의되면서, 기존의 국제킬로그램원기(IPK)가 폐지되고 플랑크상수를 기준으로 질량을 구현하게 됐습니다. 현재는 키블저울과 실리콘 구, 이렇게 두 가지 방법으로 플랑크상수를 측정해 질량의 단위를 구현합니다. 우리 그룹은 주로 키블저울을 연구하고 있으며, 올해로 13년째입니다."

과거에는 국제원기와 각국의 국가원기를 주기적으로 비교해 보정하는 방식으로 킬로그램의 정의를 실현했다. 그러나 재정의 이후 현재는 각국이 독립적으로 질량 표준을 실현해야 하는 상황이며, 이에 양자질량측정그룹은 키블저울 개발에 집중하고 있다.

김명현 선임연구원 "2016년 개발한 키블저울 1호기는 국제비교에 참여해 의미 있는 성과를 냈지만, 불확도에서 한계가 있었습니다. 이를 개선하기 위해 1호기 경험을 토대로 2호기를 새롭게 제작하고 있으며, 더 높은 성능을 목표로 하고 있습니다."

김동민 책임연구원 "표준은 특정 국가에 의존할 수 없고, 각국이 독립적으로 신뢰할 수 있는 데이터를 확보해야 의미가 있습니다. 그렇기에 우리나라도 키블저울을 자체적으로 개발해야만 합니다."

양자질량측정그룹에서는 현재 키블저울 2호기 개발에 집중하고 있다. 키블저울 1호기의 불확도는 1.2×10^{-7}로, 2호기를 통해 1×10^{-8} 수준을 달성하겠다는 목표다. 1×10^{-8}수준의 불확도를 확보하면 질량 측정의 안정성과 신뢰성을 보장할 수 있게 된다.

캐나다, 미국 등 선진국보다 30년 이상 늦게 연구를 시작했지만, 최단 기간에 키블저울 개발을 성공시킨 KRISS였다. 이제 양자질량측정그룹은 세계 최고 수준의 불확도를 가진 키블저울 개발로 또 다른 신화를 만들어내기 위해 열정을 쏟고 있다.

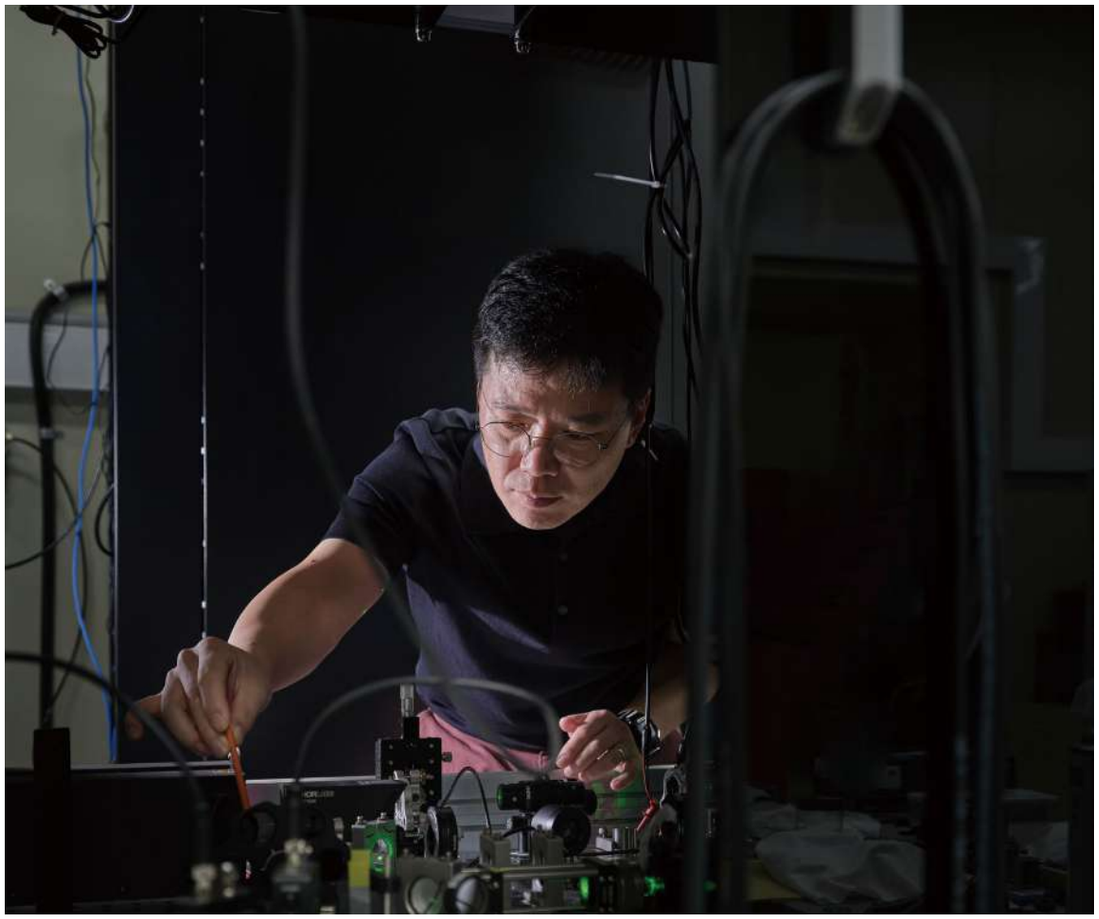
'사명감'이라는 부담 그리고 보람

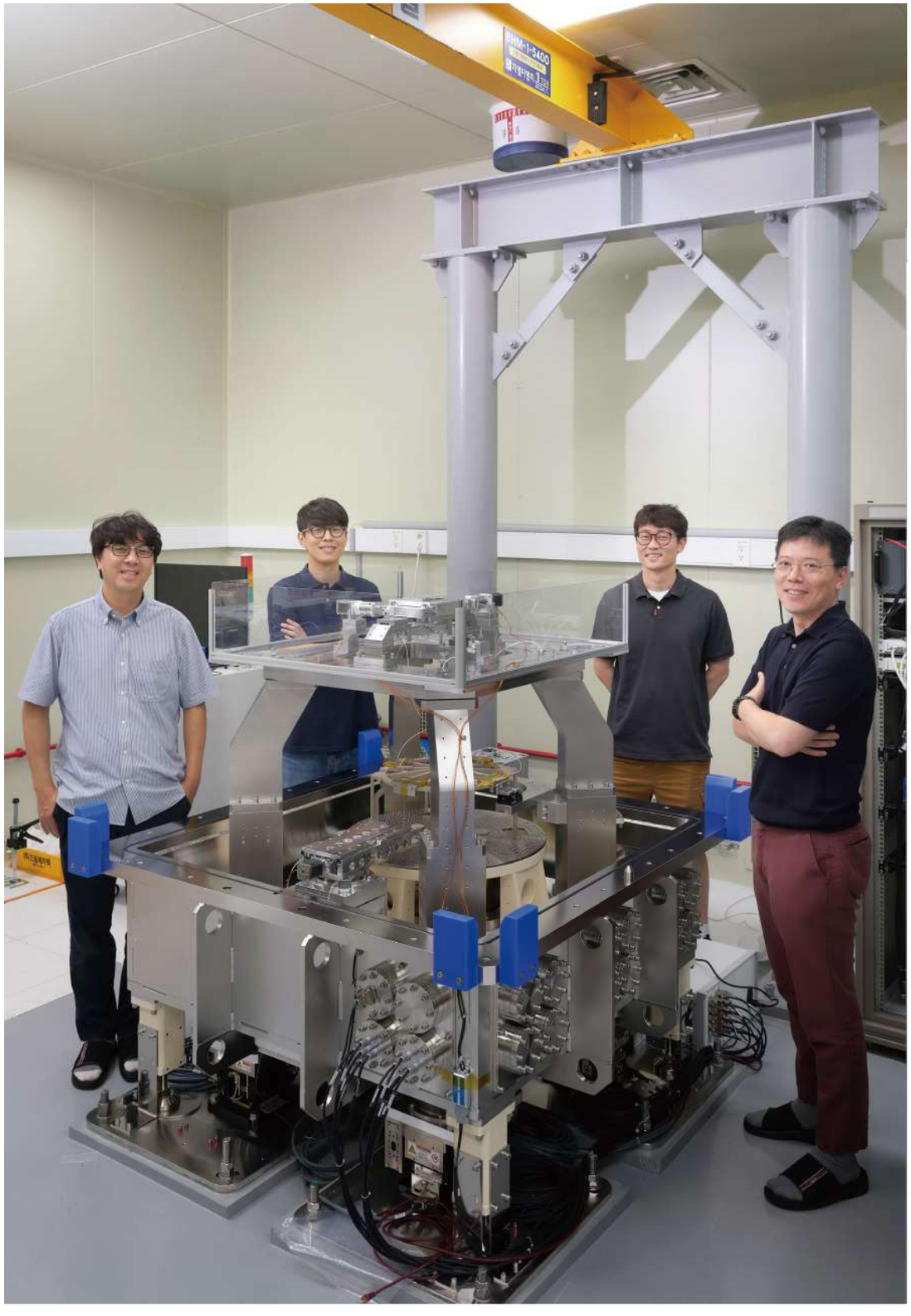
김명현 선임연구원 "과거 원기 방식은 1 kg에서 그 이하의 작은 단위로 내려가는 구조라, 질량이 작아질수록 불확도가 커졌습니다. 반면 키블저울은 임의의 질량을 같은 불확도로 구현할 수 있습니다. 그래서 반도체나 제약, 바이오 등 미세 질량 측정이 중요한 산업 분야에 큰 파급효과가 기대됩니다."

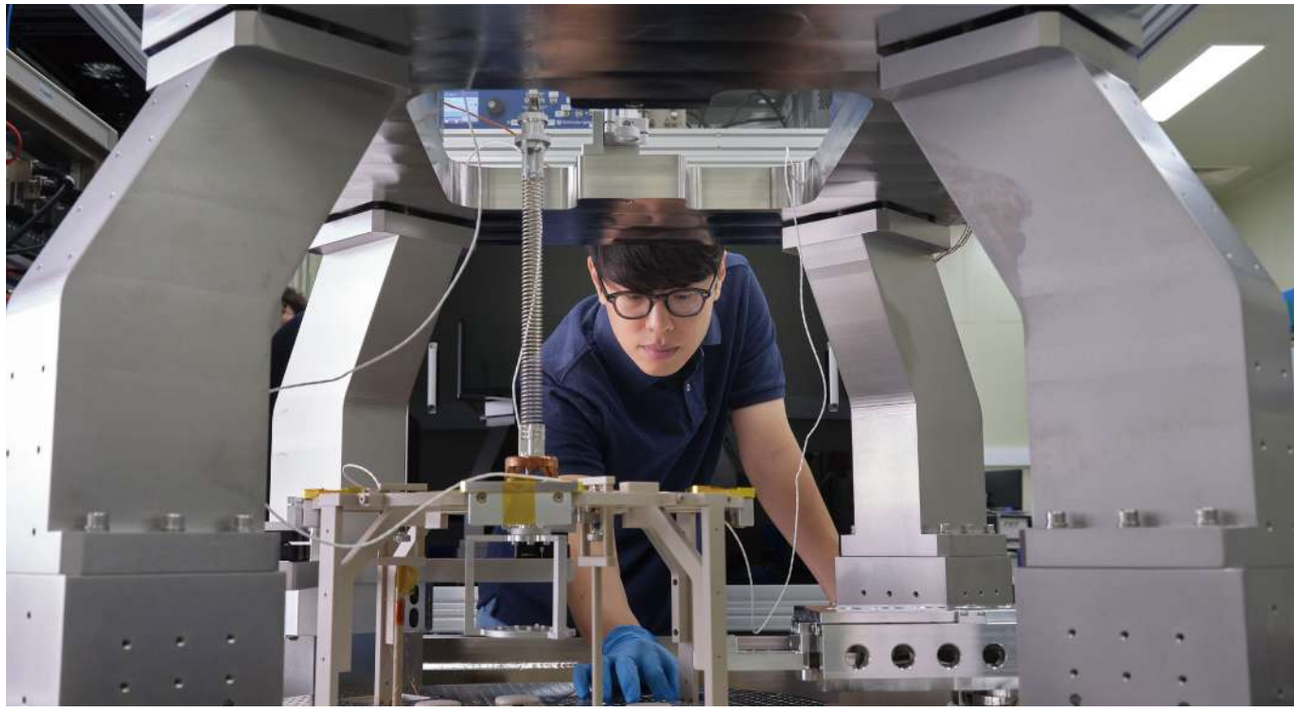
양자질량측정그룹의 연구는 일반인들에게는 쉽게 체감되지 않지만, 국가와 산업에는 직접적이고 중요한 의미를 가진다. 또한 연구 결과와 과정이 국제적으로 공유돼, 전 세계 표준에도 중요한 기여를 하게 된다.

물론 당장 외부의 스포트라이트를 받을 수 있는 일은 아니다. 하지만 실험실 안에서 기술을 조금씩 완성해가는 과정을 동료들과 함께 경험하며 보람을 느끼는 양자질량측정그룹 멤버들이다.

조성완 책임연구원 "대학에 있을 때의 연구는 답도 과정도 직접 찾아가는 것이라 결과가 뭐든 상관없었어요. 그런데 지금은 답이 정해져 있고 우리가 그 과정을







모두가 편리하게 질량 표준을 사용하고 있는 이 순간에도
KRISS 양자질량측정그룹은 최고의 불확도 달성을 위해 치열하게 연구하고 있다.

찾아야 해요. 그래서 하나하나 시도해가면서 연구해야 하는데, 시간은 한정돼 있다 보니 부담이 크죠. 하지만 해외 다른 연구그룹들과 연구 결과를 공유하며 각자의 방법을 찾아 나가는 과정에서 많은 에너지를 얻고 재미를 느낍니다."

서민기 책임연구원 "목표가 명확히 설정된 과제이다 보니, 시간적인 압박이 큽니다. 또 기계적 완성도와 정밀도를 동시에 확보해야 해서 어려움이 많죠. 하지만 성취했을 때 보람도 그만큼 크리라 생각합니다."

과학적 성취에 대한 보람과 더불어 국가 경쟁력과 산업 기반을 강화하는 데 기여한다는 자부심으로 연구에 임하는 양자질량측정그룹. 조금은 외로운 싸움이지만 서로의 애로사항을 누구보다 잘 알기에 서로 큰 의지가 되는 멤버들이다.

양자질량측정그룹은 세계 최고 수준의 키블저울 개발에 성공한 후에도, 유지와 응용에 초점을 맞춰 키블저울 연구를 지속해나갈 예정이다.

킬로그램의 새로운 역사가 펼쳐지고 있는 지금, 모두가 편리하게 질량 표준을 사용하고 있는 이 순간에도 KRISS 양자질량측정그룹은 최고의 불확도 달성을 위해 치열하게 연구하고 있다.

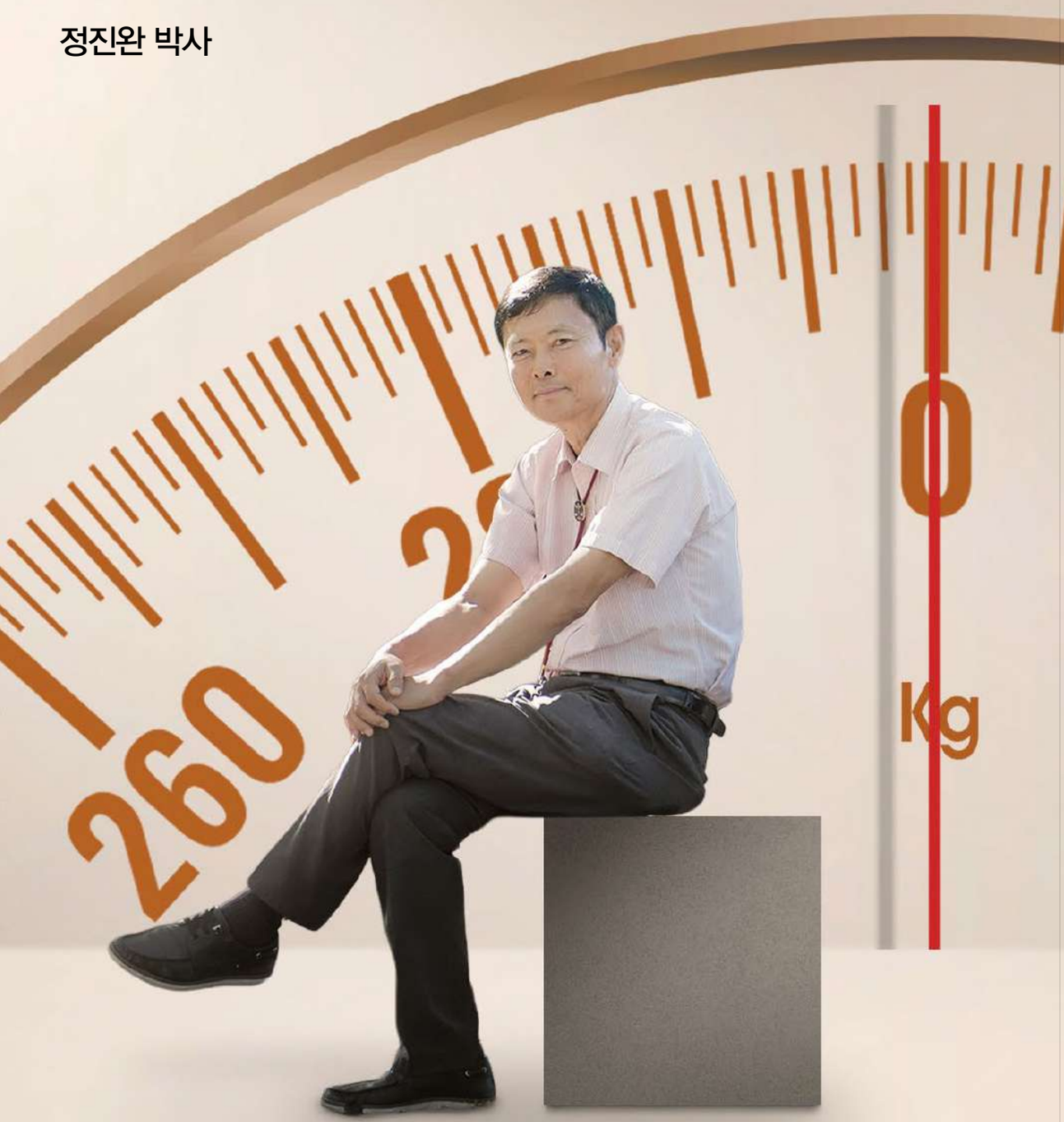
우리 기술로 실현하는 킬로그램의 정의. 그것이 곧 국가 경쟁력과 우리 삶의 질을 높이는 길임을 알게 된 지금, KRISS 양자질량측정그룹의 존재가 고맙고 자랑스럽게 느껴진다.

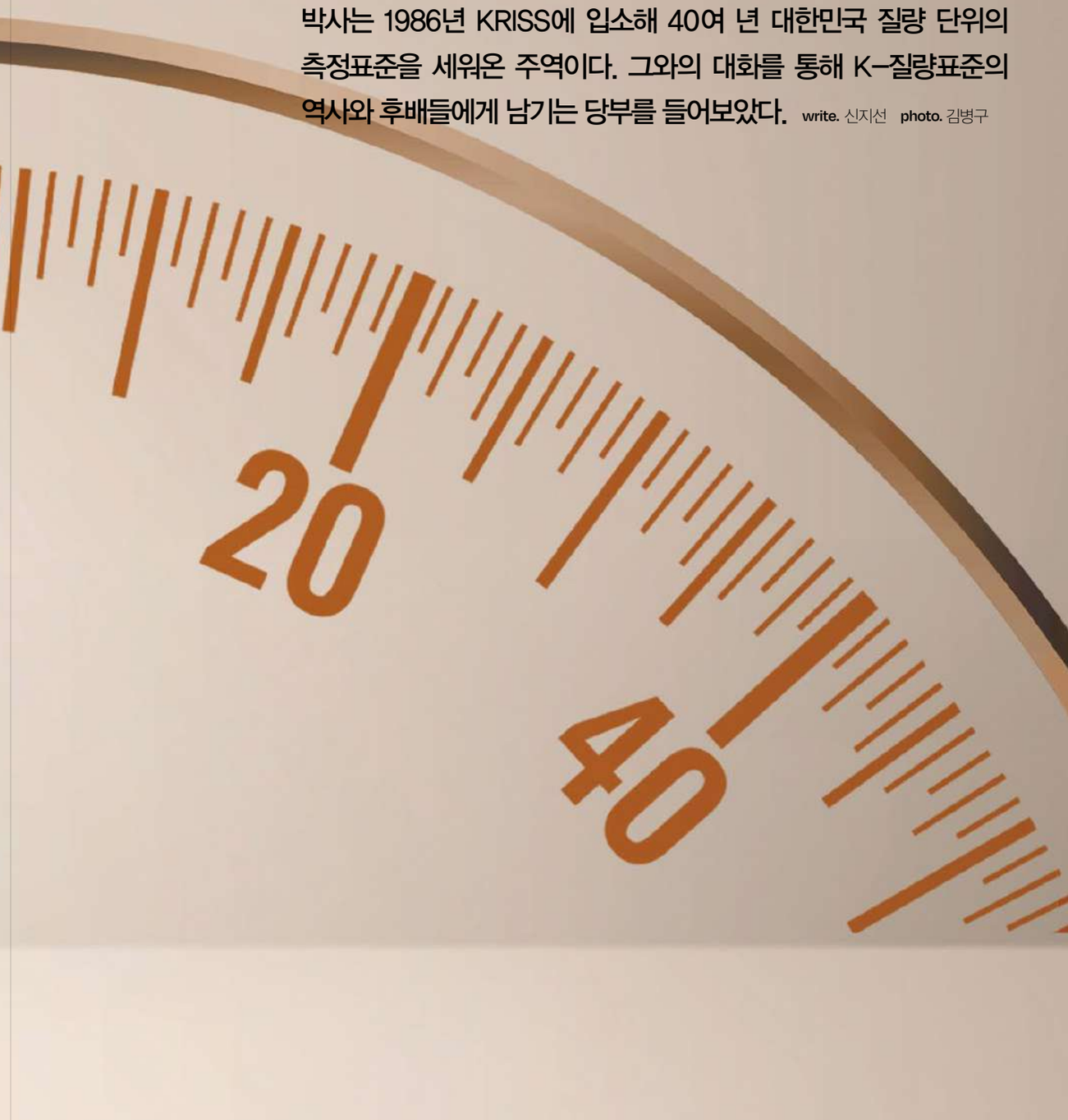
Talk 2

K-질량표준의 역사가 된 KRISS 40년의 발자취

정진완 박사

어떤 일은 일상에 깊숙이 스며 있어 당연하게 여겨진다. '킬로그램(kg)'의 정의를 세우고 측정하는 일도 그렇다. 우리는 매일 저울에 몸을 싣고 물건을 사고팔며 눈금을 신뢰한다. 그러나 질량을 정확히 측정하기 위해 어떤 기술이 필요하고, 이를 확보하기까지 얼마나 지난한 과정을 거쳐야 하는지는 쉽게 잊힌다. 정진완 박사는 1986년 KRISS에 입소해 40여 년 대한민국 질량 단위의 측정표준을 세워온 주역이다. 그와의 대화를 통해 K-질량표준의 역사와 후배들에게 남기는 당부를 들어보았다. write. 신지선 photo. 김병구





킬로그램 원기로 마주한 질량 측정의 역사

아직 더위가 가시지 않은 초가을의 한낮, KRISS 물리동 테라스에서 저울 문양의 볼로타이를 맨 정진완 박사를 만났다. 반가운 인사도 잠시, 정 박사는 대뜸 한 장의 사진을 들이밀며 질량 측정표준에 대한 설명을 시작했다. 사진 속에는 젊은 시절 정 박사의 모습과 금고 속에 보관된 1 kg 원기들이 담겨 있었다.

"1997년에 찍은 파리에 위치한 국제도량형국 (BIPM)에 보관되어 있는 국제킬로그램원기와 보조 국제킬로그램원기들 사진이에요. 아마 이 원기들과 사진을 찍은 사람은 우리나라에서 제가 유일할 겁니다" 웃으며 설명을 이어가는 정 박사다. 보기에도 생소한 킬로그램원기는 1 kg 질량의 정의를 위해 사람이 만든 가공 물체다. 7개의 기본 단위(길이의 미터, 질량의 킬로그램, 전기의 암페어, 온도의 켈빈, 광도의 칸델라, 시간의 초, 물질량의 몰) 중 마지막까지 인공물로 정의된 단위가 바로 '질량 단위인 kg'이었고, 전 세계 누구나 사용하는 1 kg의 기준물이 바로 사진 속의 국제킬로그램원기인 것이다. 이 킬로그램원기는 백금 90 %, 이리듐 10 % 합금으로 만들어졌고 모든 원기는 고유 번호가 부여되어 있으며 각 국가에 판매되었다. 우리나라는 고종 황제 시절 일본을 통해 원기 39번을 도입했다고 구전으로 전해지고 있지만 국내에는 증빙할 기록이 남아 있지 않다. BIPM 기록물에 의하면 2차 세계대전이 끝난 후 일본잡화수출 주식회사를 통해 일본에서 한국으로 수출되었으며, 한국전쟁 중에 원기를 잃어버릴 위기를 맞기도 했다. 그런 탓에 39번 원기는 표면에 상처가 많아 국가의 킬로그램원기로 사용하기에는 적합하지 않았다. 정진완 박사가 처음 KRISS에 들어온 때는 바로 이렇게 모든 환경이 열악한 시기였다. 표준으로 활용하기에도 쉽지 않은 39번 원기, 이렇다 할 측정 기술도 없고 전문가도 없던 시기, 국제 학술 현장에 가면 자연스럽게 어깨가 움츠러들 수밖에 없었다. "초창기에는 장비 차이가 워낙 컸습니다. 우리가 결과물을 내놔도 다른 나라 연구자들은 더 좋은 장비로 더 뛰어난 결과를 보여주곤 했죠. 그러니 국제 학술지에 논문을 내거나 학회에서 발표하기가 참 어려웠습니다. 그걸 뭘로 버텼느냐 하면, 결국 열정이었어요. '한번 해보자' 하고 달려들었던, 그 시절만의 기세가 분명히 있었습니다." 정진완 박사의 회고다.

정진완 박사가 보여준 KRISS의 질량 분야 측정데이터는 정말 한눈에 알아볼 수 있을 정도로 국제비교의 기준값과 근사 값을 보여주고 있었다.
이 성과로 우리나라 질량 측정표준 기술은 세계에서 존재감을 드러내기 시작했다.

1.
국제킬로그램 원기 및 보조 국제킬로그램 원기들의 금고 속 보관 모습(1997년 9월)

K-질량 측정표준 위상의 퀀텀 점프

대한민국의 질량 측정표준 기술이 세계적으로 인정받는 계기는 1997년 마련되었다.
"국제도량형국(BIPM)은 전 세계 측정표준을 총괄하는 국제기구입니다. 이를 관장하는 국제도량형위원회(CIPM)가 있어요. CIPM 산하에는 7개 기본 단위에 대한 분야별 자문위원회(CC)를 두고 있는데요. 기술 분야별 자문위원회 참여 국가로 들어가기 위해서는 그 국가의 측정표준 대표기관의 기술적 역량이 국제적으로 인정을 받아야 해요. KRISS는 길이 분야 자문위원회(CCL)에 먼저 가입했고 질량 분야(CCM)가 1997년 10월에 두 번째로 가입했습니다. CCM 정회원이 되어야만 질량 분야 핵심 측정표준 국제비교(Key Comparison)에 참가할 수 있는 자격이 주어지는데, 1997년은 BIPM이 주관한 질량 분야 핵심 측정표준 국제비교(Key Comparison)가 끝나가던 시기였습니다. 그러나 정회원이 되면서 참가 요청을 했고 그것이 받아들여져 마지막으로 참가하게 되었습니다." 국제비교는 BIPM에서 이동용 표준기(표준 분동)를 각 나라의 측정표준기관에 보낸 후 각 국가별로 측정한 결과값을 보내는 것으로 기술적 역량을 비교하는 '올림픽'이라고 생각하면 된다. "결과가 나오기까지 1년여 걸렸는데요. 그때 스트레스를 엄청 받았어요. 우리나라 측정표준의 수준을 보여주는 것이기도 했으니까요. 다행히 결과는 대성공이었어요." 정진완 박사가 보여준 KRISS의 질량 분야 측정데이터는 한눈에 알아볼 수 있을 정도로 국제비교의 기준값과 근사했다. 이 성과로 우리나라 질량 측정표준 기술은 세계에서 존재감을 드러내기 시작했다. CCM 정회원이 되는 해에 BIPM에서 만유인력 상수 측정 관련 연구에 객원연구원이 필요하다는 제안을 했고, 연구원에서 정진완 박사를 추천해 1년동안 BIPM 근무를 할 수 있었다. BIPM 체류 시절에는 우리나라 원기 39번의 역사도 꼼꼼히 추적했다. 구전으로만 전해지는 자료들이 있는지 도서관에 들어가 고문서를 찾아 봤지만 어떠한 증빙 자료를 찾을 수 없어 아쉬웠다고 한다. "현재 우리나라의 킬로그램원기들은 모두 KRISS에 보관되어 있어요. 39번 킬로그램원기의 문제점이 대두되자 국내에서는 또 다른 원기를 도입하기 위해 갖은 노력을 다했고 1993년에 다른 킬로그램원기를 들여왔어요. 주문 제작이라 돈 내고 한참 기다려야 했죠. 그게 72번인데, 지금은 불변하는 자연상수인 플랑크

상수 값에 기반하여 킬로그램의 정의가 바뀌어 원기의 기능은 갖지 못하지만 그래도 한국의 주 원기는 여전히 72번입니다. 이후에 '혹시 변하면 어쩌지?' 해서 비교하려고 84번을 또 들여왔고요. 몇 년 전에는 키블저울 실험 때문에 진공에서 쓸 원기가 필요해서 111번도 샀습니다. 그래서 지금 KRISS에는 총 네 개의 킬로그램원기가 있습니다."

국가 질량 측정표준의 확립 연구를 위해 매진하던 시간

정진완 박사는 이후에도 국가 질량 측정표준의 확립과 유지, 보급, 개발을 위한 연구에 집중했다. 2007년부터는 정량표시상품 자기적합성 선언제도의 정착을 위해 전문위원으로 활동하며 국제회의에 참석하고, 국내 교육을 주도하며 제도 완비를 이끌었다.

동시에 그는 국가표준 연구와 국제비교를 통해 50여 편의 연구보고서와 기술서를 남겼고, 학술지와 학회를 통해 80여 편의 논문을 발표했다. 특히 표준 분동의 핵심 물리적 특성을 평가하는 '자화율 측정시 지자장 영향 및 불확도 평가 연구' 결과를 『메트롤로지아(Metrologia)』에 발표, 국제적으로 인정받은 것은 대표적인 성과로 꼽힌다. 연구 성과를 산업과 연결한 노력도 빼놓을 수 없다. "연구는 논문에 머물면 반쪽입니다. 기술선도기업 선정, 성과확산 주간, 패밀리기업 전시회, 소부장 긴급지원 같은 프로그램으로 기업과 표준을 연결했어요. 무엇보다 기업의 검 · 교정 역량과 글로벌 신뢰성을 높이는 데 무게를 뒀습니다." 대표적인 사례가 한국계량산업의 선두주자인 CAS(카스)다. CAS는 정 박사와 KRISS의 기술 컨설팅, 광 기반 무게계량기 시험, 국제 학술대회 지원 등을 통해 글로벌 경쟁력을 강화했다.

"당시 KRISS는 CAS의 표준 소급성을 확보를 유지하기 위해 CAS를 지원했습니다. CAS는 동시에 검 · 교정기관으로 활동했기에 더 큰 책임이 따랐죠. 교정기관으로 인정받기 위해 필요한 요건을 갖추는 과정에서 저희가 전문가 교육과 검증을 지원했습니다."

KRISS 40여 년을 되돌아보니

정 박사가 KRISS에서 보낸 시간은 어느덧 40여 년이 되어가고 있다. 그 사이 가장 기억에 남는 순간 중 하나는 2011년부터 3년 정도 KRISS 성과확산부장을 역임하면서 국내 대표 측정표준 분야 산학연 네트워킹 프로그램인 측정클럽 등을 운영했던 것이다. "측정클럽은 원래 영국 국가측정표준기관인 NPL에서 처음 했던 건데, 제가 직접 영국 사례를 보고 와서 국내 도입을 기획할 때부터 관여했습니다. 초창기에는 KRISS가 예산을 지원하고 운영위원회를 꾸려, 산 · 학 · 연 · 관이 현장의 애로를 나눌 수 있는 소통의 장이 마련됐죠. 특히 교정기관이나 산업체가 정부기관 등 유관기관에 직접 말하기 어려운 부분을 해당 분야 측정클럽에서 모아서 전달해 주는, 일종의 브릿지 역할을 했다고 보시면 됩니다." 또한 그는 국제 행사에서 형성했던 네트워크를 통해 우리 기술력을 알리는 역할까지 마다하지 않았다.

"제가 운동을 좋아해서 여러 동호회에 가입했었는데 그중 가장 애착이 가는 것이 축구동호회예요. 한참 활동할 때는 각 국가 측정표준기관들과 국가 간 친선 축구경기 "A매치"를 개최하기도 했죠. 개인 휴가를 내고 비용도 각자 내서 갔지만 모두들 열심이었어요. 중국, 베트남, 태국, 말레이시아, 몽골 등 다섯 나라와 총 16번 친선경기를 했는데, 베트남에 가서 경기를 할 때는 박항서 감독이 오기도 했어요. 네트워크는 그런 곳에서 형성하는 거거든요. 현재는 이러한 네트워킹 활동도 후배들에게 물려주었어요."

지금도 정 박사는 주 이틀 KRISS에 나와 교육과 자문, 연구 지원에 힘을 보탠다. 세월이 흘러도 그가 가장 강조하는 것은 변함없다. 질량은 모든 측정의 출발점이라는 사실이다. 슈퍼마켓의 저울에서, 의료 진단의 수치에서, 교량의 설계와 시공까지, 우리가 일상 생활에서 마주치는 수많은 수치들은 '질량 단위' 위에 세워져 있다. 마지막으로 정 박사는 다음과 같은 말을 당부하면서 인터뷰를 마쳤다. 보이지 않는 기초과학이야말로 세상을 떠받치는 뿌리이며, 그 뿌리 위에 미래를 키워내려면 끊임없는 관심과 투자, 그리고 열정이 필요하다고, 그리고, 그 길을 향해 우리 후배들이 흔들림 없이 나아가달라고. K

만유인력의 나라, 영국을 걷다

런던 케임브리지

사과 한 알이 떨어지는 순간, 세상을 향한 인류의 시선이 달려졌다. 만유인력의 법칙을 발견한 아이작 뉴턴은 케임브리지의 대학과 전설의 사과나무가 서 있는 울스소프 매너, 세계시간을 정의한 그리니치 천문대, 그리고 런던의 웨스트민스터 사원에 이르기까지 영국 곳곳에 흔적을 남겼다. 과학과 역사가 교차하는 길 위를 따라가며 '질량'이라는 과학의 언어가 어떻게 탄생하고 영국 땅에서 어떤 실체를 얻었는지 탐험해보자. write. 강민조

A안

질량의 무게를 느끼다

"뉴턴이 만든 기적의 다리" 케임브리지 수학의 다리를 일컫는 말이다. 케임브리지와 뉴턴은 아주 깊은 인연이 있는데, 1661년 뉴턴은 이곳을 연구와 강의의 무대로 삼았다. 그의 발견은 과학사에 거대한 전환점을 만들었고, 지금도 케임브리지에는 뉴턴의 흔적을 기리는 동상, 기념관 등이 있다.

케임브리지 트리니티 칼리지에 있는 뉴턴의 대리석 동상 앞에 서면, 우리는 학자로서의 그의 위대함을 마주한다. 차가운 돌로 조각된 그의 모습은 마치 질량처럼 변하지 않는 무게감을 전한다. 고즈넉한 채플 내부의 스테인드글라스와 함께 어우러져 학문과 성찰의 공간으로서 특별한 감흥을 준다.

퀸스 칼리지의 수학의 다리를 건너며 뉴턴의 '수학적 원리'를 떠올리는 것도 여행자의 지적 상상력을 자극하는 순간이 된다. 1749년 지어진 이 다리는 겉보기에 곡선처럼 보이지만 실제로는 직선 목재 부재들만으로 이뤄져 있다. 직선 목재들이 삼각형 구조를 이루며 서로 힘을 분산시켜 곡선처럼 휘어져 보이게 만들어 흥미로운 캠퍼스 전설도 얽혀있다. 실제 사실과 전설은 다르지만, 독창적 구조 때문에 뉴턴의 천재성과 케임브리지의 학문적 분위기를 대변하는 장소로 여겨지며 오늘날에도 여행자들이 가장 많이 찾는 명소 중 하나이다. 특히 강 위에 보트를 타고 지나는 '펀팅(Punting)' 코스의 하이라이트다.

뉴턴이 바라본 세상, 사과 한 알의 번뜩임

링컨셔 (Lincolnshire)의 작은 마을, 울스소프 매너 (Woolsthorpe Manor). 뉴턴이 태어난 이곳은 지금도 고즈넉한 영국 시골 풍경 속에 자리 잡고 있다. 여행자가 이 집을 찾으면, 정원 한쪽에 묵묵하게 서 있는 한 그루의 사과나무를 만나게 된다. 뉴턴이 이곳에서 사과가 떨어지는 모습을 보고 '질량'과 '중력'에 대한 탐구를 시작한 '사과 이야기'는 과학사에서 아주 유명한 일화다.

1665년 런던 대역병으로 케임브리지가 일시적으로 폐쇄되자 고향으로 돌아온 뉴턴은 한 가지 의문을 품었다. "지구가 사과를 끌어당기는 힘이 있다면, 달도 같은 힘을 받는 게 아닐까?" 그에게 질량은 단순한 무게가 아니라 물질의 양이자, 운동에 저항하는 힘의 척도였으며, 만유인력 법칙과 연결되는 열쇠였다. 다만, 흔히 우리가 알고 있는 만화처럼 사과가 머리에 '쿵' 하고 떨어졌다는 이야기는 후대에 각색된 전설이다. 하지만 역사적 사실 여부를 떠나 울스소프 매너는 뉴턴의 영감의 원천이 된 역사적이고 상징적 장소다. 이곳을 걸어본 여행자의 마음속에도 사과 한 알처럼 번뜩이는 순간이 찾아올지도 모르는 곳 말이다.

실제 울스소프 매너에는 '뉴턴의 사과나무 (Newton's Apple Tree)'라고 불리는 나무가 자라고 있다. 이 나무는 과학자들이 성지처럼 찾는 명소다. 가지는 수차례 잘리고 꺾여 다시 살아난 후손이지만 사람들은 여전히 이 나무를 '뉴턴의 사과나무'라고 부른다. 나무 아래 서면 '하늘에서 떨어진 사과 한 알'이 어떻게 인류의 시선을 우주로 확장시켰는지 실감할 수 있지 않을까. 내가 뉴턴이 돼 중력을 떠올렸던 순간을 상상하면, 얼마나 놀라운 발견이었는지 새삼 깨닫게 될 것 같다. 마치 유레카!

흥미로운 것은, 이 '뉴턴의 사과나무'의 후손이 한국에도 심겨있다는 사실이다. KRISS 캠퍼스에는 영국으로부터 옮겨온 묘목이 자라고 있다. 과학기술 교류의 일환으로 한국에 오게 된 이 묘목은 인류가 공유하는 과학적 발견의 정신을 기리는 상징적 선물이었다.

또 집 안으로 들어서면, 뉴턴이 유년기를 보냈던 방과 당시 생활 풍경을 복원한 전시가 이어진다. 그가 사용한 필기도구와 실험 흔적들이 놓여 있어 17세기 소년 과학자의 모습이 생생하게 떠오른다.

뉴턴의 영혼이 잠든 곳

런던 한가운데, 웨스트민스터 사원은 영국 역사와 정신이 응축된 무대다. 이곳 깊숙한 곳 아이작 뉴턴의 묘와 기념상이 자리하고 있다. 1727년 사망 후 이곳에 안장된 뉴턴은 "과학자들 중 최초로 웨스트민스터 사원에 묻힌 인물"이다.

천체구, 프리즘, 별자리 등이 장식된 화려한 기념상 앞에 선 여행자는 그의 무게가 죽음 이후에도 여전히 인류의 마음을 끌어당기고 있음을 느낀다. 질량은 운동을 거부하는 관성일 뿐아니라, 서로를 붙잡는다는 사실이 이곳에서 더욱 선명해진다.

케임브리지 트리니티 칼리에서 시작해 울스소프 매너를 거쳐, 웨스트민스터 사원에 이르는 길은 결국 한 가지를 말한다. 질량은 단순한 물질의 양이 아니라 세상을 지탱하는 보이지 않는 힘의 언어라는 것. 뉴턴을 기리는 공간들은 그 무게를 고스란히 담고 있다. 과연 나의 삶에는 어떤 무게가, 어떤 질량이 깃들어 있는가.

붉은 벽돌 건물에 깃든 뉴턴의 업적

런던 도심에서 템스강을 따라 동쪽으로 달리면, 언덕 위에 붉은 벽돌 건물이 모습을 드러낸다. 바로 그리니치 천문대다. 1675년 찰스 2세의 명령으로 세워진 이곳은 세계시간의 기준을 만들고 항해술과 천문학 발전의 토대가 된 곳이다.

여행자는 이곳에서 단순한 자오선이 아닌 뉴턴의 법칙 위에 세워진 유산을 만난다. 경도 측정을 가능케 한 힘의 기초에는 '질량' 개념이 있다.

그리니치 천문대의 주된 목적은 항해술 향상이었다. 특히 위도는 쉽게 구할 수 있지만, 경도 측정이 어려워 해양 사고가 잦았기 때문에 천문 관측을 통해 정확한 시간과 위치를 알 수 있도록 하는 것이 핵심이었다. 항해에서 중요한 것은 천체의 운동 예측이었고, 뉴턴의 질량 개념과 중력 법칙은 이를 가능케 했다. 예컨대, 달의 질량, 지구의 질량, 태양 질량을 포함한 계산으로 조석 현상과 행성 궤도를 설명할 수 있었다.

영국 곳곳에 남아 있는 뉴턴의 발자취는 단순한 유적지가 아니다. 그것은 인류가 세상을 이해하는 방식을 근본적으로 바꾼 사유와 연구의 흔적이다. 케임브리지의 다리, 울스소프 매너의 사과나무, 웨스트민스터 사원의 묘, 그리고 그리니치 천문대까지. 그의 흔적은 시간과 공간을 넘어 여전히 우리 곁에 살아 있다. 눈에 보이지 않지만 모든 것을 지탱하는 힘, 질량처럼.

세상의 기준을 만드는 KRISS, 저는 ○○○을(를) 만드는 사람입니다.

KRISS는 사회가 신뢰할 수 있는 '기준'을 세우는 기관, 곧 세상의 기준을 만들어 가는 존재이다. 그렇다면 KRISS인들은 스스로를 어떻게 정의하고 어떤 단어로 자신을 설명하고 싶을까? "저는 ○○○을(를) 만드는 사람입니다"라는 질문에 대한 7개의 답변 속에서, KRISS인들의 생각과 삶의 이야기를 함께 만나본다.

행정본부 시설실 | 남종빈

세상의 기준을 만드는 KRISS에서

저는 [표준이 담기는 그릇] 을 만드는 사람입니다.

아무리 뛰어난 연구업적도 머릿속이나 가상의 공간에서는 탄생될 수 없을 것입니다. 측정과 실험의 무대가 되는 공간을 관리하고 건축하는 업무를 담당하는 저는 표준이 맛있게 담기는 그릇(건축)을 빚는 사람이라고 할 수 있지 않을까요? KRISS 창립 50주년을 축하하며 희망찬 100주년을 향해 나아가길 기원합니다!

전략기술연구소 전자파측정그룹 | 홍영표

세상의 기준을 만드는 KRISS에서

저는 [융합 연구 기회] 를 만드는 사람입니다.

저는 동료 연구자분들이 각자 다른 전공이라는 대본을 들고도,하나의 팀으로 같은 무대에 설 수 있도록 뒤에서 마이크를 연결하고, 음향을 맞추고, 무대를 넓히는 숨은 스탭입니다. KRISS 창립 50주년을 축하합니다!

바이오의료측정본부 의료융합측정그룹 | 이창우

세상의 기준을 만드는 KRISS에서

저는 [KRISS와 함께 행복한 가정] 을 만드는 사람입니다.

연구원에 들어온 해에 사랑스러러운 제 딸이 태어났고, KRISS와 함께 성장하고 있습니다. 그래서 KRISS는 저희 가족에게 더욱 소중한 존재입니다. KRISS의 창립 50주년을 진심으로 축하합니다.

글로벌협력센터 | 박혜린

세상의 기준을 만드는 KRISS에서

저는 [KRISS의 자랑스러운 얼굴] 을 만드는 사람입니다.

KRISS에 들어와 홍보와 국제협력, 조직문화 분야에서 업무를 수행하면서 KRISS의 멋지고 자랑스러운 모습을 정성스럽게 담아 알리는 일을 해오고 있습니다. 앞으로도 더욱 멋지게 성장할 KRISS 파이팅!! 창립 50주년 축하합니다!!

바이오의료측정본부 나노바이오측정그룹 | 백아름

세상의 기준을 만드는 KRISS에서

저는 [적외선 위성 사진에 포토샵 필터] 를 만드는 사람입니다.

왜냐하면 적외선은 눈에 보이지 않기 때문입니다. 적외선 영상 정보를 소급성 있는 숫자(복사량)로 변환하고 그 세기를 시각적으로 볼 수 있도록 색깔을 입히고 있습니다. KRISS 50주년을 진심으로 축하합니다!

KRISS 50TH ANNIVERSARY

행정본부 시설실 | 윤동욱

세상의 기준을 만드는 KRISS에서

저는 상상 속 건축 공간을 연구원 을 만드는 사람입니다.

연구원 내 사람들이 편하게 휴식을 취하는 공간인 연못정자를 만들었고 매일 마주치는 정문을 현재의 모습으로 개선했으며, 앞으로 연구원의 랜드마크가 될 수 있는 KRISS Q-HUB 건축 공간을 설계하고 있습니다.

10년동안 나의 직장이 되어준 KRISS의 창립 50주년을 축하합니다~!

기획본부 홍보실 | 배은혜

세상의 기준을 만드는 KRISS에서

저는 K(riss)-헤리티지 아카이브 를 만드는 사람입니다.

현재 홍보실에서 50주년 기획 홍보를 담당하며, 50년사를 제작하고 있습니다. KRISS에 입사한 지 이제 겨우 6개월이 지났지만, KRISS의 배경과 역사를 가장 많이 알고 있는 사람 중 한 명일거라 자부합니다. 여러 자료들을 많이 보면서 자연스럽게 KRISS의 역사를 알게 되었네요. KRISS의 50년 동안의 역사와 추억을 잘 기록하여 미래 세대에도 의미있는 'K-헤리티지 아카이브' 자료를 만들겠습니다. 앞으로도 많은 도움 부탁드립니다.

물리측정본부 길이형상측정그룹 | 강주식

세상의 기준을 만드는 KRISS에서

저는 궁금증 을 만드는 사람입니다.

왜 그런지 그 이유는 밝히지 않겠습니다.
이제 왜 제가 궁금증을 만드는 사람인지 이해하시겠나요? :)
KRISS의 50번째 생일을 축하합니다!!!

행정본부 시설실 | 박경원

세상의 기준을 만드는 KRISS에서

저는 표준 농구부의 활력 을 만드는 사람입니다.

제 유니폼 닉네임이 'run'으로 열심히 달리기 때문입니다. 표준 농구부 여러분 항상 건강하고 즐겁게 운동하길 바라며, KRISS 50주년 축하드립니다!

전략기술연구소 반도체디스플레이측정그룹 | 임경근

세상의 기준을 만드는 KRISS에서

저는 유퀴즈 를 만드는 사람입니다.

2020년 홍보실과 신년 행사 준비를 함께하면서 뭐든 하겠다고 말하는 바람에, 사진처럼 정장 차림에 쥐 모양 모자를 쓰고 연구원을 돌아다니게 되었습니다. 유명한 TV 프로그램인 '유퀴즈' 형식 인터뷰 홍보 영상을 준비했기 때문이었지요. 많은 분들과 인터뷰를 진행하며, 구성원분들이 참 다양한 본인의 위치에서 부단한 노력을 쏟고 계신 것을 알게 되었습니다. 드러난 모습은 고요하지만, 수면 아래에서는 열심히 물살을 저어 휩쓸리지 않고 전진하는 백조가 KRISS에 어울리는 모습이 아닐까라는 생각이 들었습니다. 우아하고 강인하게 KRISS 자체가 되어주신 구성원께 존경과 감사를 드립니다. KRISS의 50주년을 축하합니다!

화학소재측정본부 소재물성측정그룹 | 이승미

세상의 기준을 만드는 KRISS에서

저는 KRISS의 다양한 얼굴 을 만드는 사람입니다.

물성예측, 표면분석표준, 책 읽기와 글 쓰기, 여성과학기술인 활동, 노동조합 활동 등 크리스의 다양성에 한 몫 하고 있습니다. 저도 어느덧 입사 20년차가 되었네요. 50세 크리스의 생일을 진심으로 축하합니다. 100세, 1000세까지 쭈우욱~

바이오의료측정본부 의료융합측정그룹 | 도일

세상의 기준을 만드는 KRISS에서

저는 사랑하는 아이들과 추억 을 만드는 사람입니다.

두 아이와 함께 8년 동안 사과나무어린이집을 다녔고 지금도 주말에 연못과 체육관에서 아이들과 행복한 추억을 만들고 있습니다. 고마운 KRISS의 창립 50주년을 축하합니다.

물리측정본부 광도측정그룹 | 임선도

세상의 기준을 만드는 KRISS에서

저는 웃음 에너지 를 만드는 사람입니다.

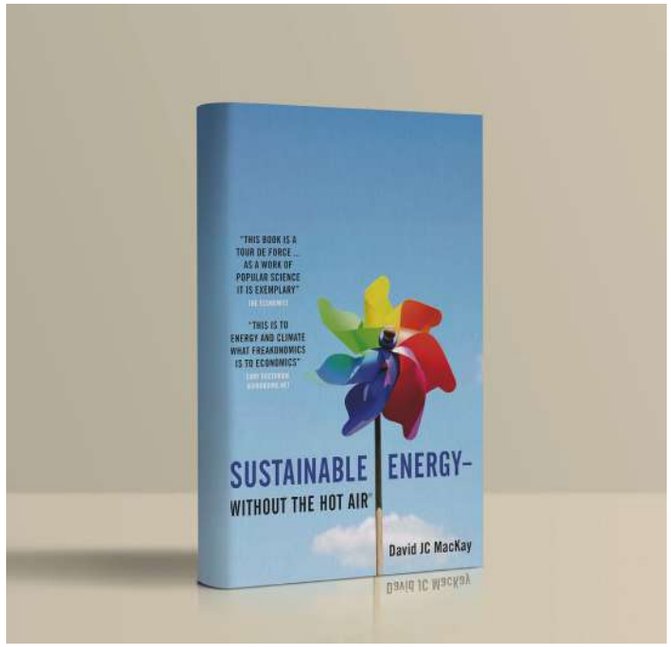
실험에 오류가 있어도, 제 농담엔 웃음 오차가 없습니다. 세상의 기준을 지켜온 KRISS 50주년, 박수와 웃음으로 축하합니다!

이 가을, 당신에게 전하고 싶은 한 권의 책

독서로 타인과 소통하고 자신의 개성을 표현하는 시대. 취향껏 책을 읽고 취향껏 감상을 나누는 지금의 트렌드가 풍부한 독서 문화를 만들어 나가고 있다. KRISS인은 어떤 책을 읽고, 어떤 생각을 했을까? 그 독서 경험은 삶에 어떤 영향을 미쳤을까? 그 감상을 공유해 본다.

Sustainable Energy – Without the Hot Air

Numbers,
not adjectives!



writer David Jc MacKay

Publisher Uit Cambridge Ltd.

구매계약실&동호회 크리스북
이정화

지속 가능하고 안전한 에너지를 추구하는 것은 우리 시대의 중요한 과제 중 하나이다. 우리가 얼마나 많은 에너지를 사용하는지, 그 에너지는 어디에서 나오는지 그리고 어디서 나올 수 있는지 궁금했지만, 온갖 허황한 주장과 "그린워싱(Green Washing)[1]"에 지쳐 있을 때 내가 만난 책이 있다. 재생에너지는 '엄청난' 규모지만, 인간의 에너지 소비량 또한 '엄청난' 규모다. 이 '엄청난' 규모를 비교하고 이해하려면 객관적인 데이터가 필요한데 나에게 그 해답을 줬던 책이 바로 『Sustainable Energy – Without the Hot Air』다. 이 책은 영국 케임브리지 대학교에서 근무했던 물리학자 MacKay 교수[2]가 집필했다. 놀라운 것은 MacKay 교수가 당시 사비 1만 파운드(한화 약 1,600만 원)를 들여 책을 출판했고, 초판 5천 부가 며칠 만에 완판되어 영국의 유명 언론지 The Economist와 The Guardian 등으로부터 극찬을 받았다. 영국 교수 월급이 박봉인 점을 고려하면 1만 파운드는 MacKay 교수에게는 거금이었을 것이고, 평소 검소한 옷차림에 자전거로 출퇴근했던 그에게 책이 베스트셀러가 되어 목돈을 마련할 기회가 왔음에도 그는 출판사와 협의하여 에너지 문제의 중요성을 대중에게 알리기 위해 책의 전자파일을 무료로 공개하고 도서 기부를 권장하는 등 지식 확산에 힘을 아끼지 않았다.

MacKay 교수는 이 책을 통해 복잡한 에너지 문제에 있어 중요한 것이 무엇이고 중요하지 않은 것이 무엇인지 일반인에게 알기 쉽게 설명하고 에너지와 환경문제를 다루는 실무자에게도 현실적인 도움이 되는 조언을 한다. 에너지 소비와 공급을 수치상으로 해석하며, 추상적 주장이나 과장된 표현을 배제하고 데이터를 바탕으로 환경문제에 대한 객관적이면서도 실질적인 해결책을 제시해 준다. 사례 연구 형식으로 구성된 책은 원자력 에너지, 지속할 수 있는 화석연료의 잠재력, 그리고 신재생에너지를 국제적으로 공유할 가능성에 대한 아이디어도 제공한다. 내가 책에서가장 영감을 받은 문장은 "Numbers, not adjectives!"이다. 기후 변화 및 환경문제 해결, 지속가능한 발전 목표 달성, 그리고 사회적 불평등 해소 등의 사회적인 동의가 필요한 복잡한 문제일수록 화려한 미사여구보다는 객관화된 수치와 올바른 분석을 통해 해결의 실마리를 찾아야 한다. 단기적 사회문제는 연구개발을 통해 구체적 성과를 이룰 수 있다. 하지만 복잡하고 장기적인 사회문제 해결에는 MacKay 교수가 이 책을 통해 보여준 것처럼 탄탄한 배경지식을 가진 과학자와 공학자의 객관화된 정보의 확산과 잘못된 정보에 대한 비판이 공동체 발전에 긍정적인 영향을 미친다. 안타깝게도, 2015년 MacKay 교수는 위암 진단을 받았고 약 1년간 항암치료를 받던 중 2016년 4월, 만 48세의 젊은 나이에 세상을 떠났다. 하지만 그의 지구 환경 보전과 보호를 위한 고귀한 정신과 노력은 이 책에 고스란히 담겨 영원히 살아 숨 쉰다. K

1) 그린워싱(Green Washing)은 환경을 뜻하는 그린(Green)과 씻는다는 뜻의 워싱(Washing)을 합친 말로 기업이 실제로는 환경에 악영향을 미치는 제품이나 서비스를 생산하면서도, 광고 등을 통해 친환경적인 이미지나 과장된 친환경 효과를 내세워 소비자를 속이는 위장환경주의 행위이다.

2) Daivd John Cameron MacKay 교수(1967년 4월 22일~2016년 4월 14일)는 영국의 물리학자이자 수학자이면서 영국 케임브리지 대학교 공대 교수로 일했다. 그리고 2009년부터 2014년까지 영국 에너지 및 기후 변화부(Department of Energy and Climate Change, DECC)의 수석 과학자문위원 활동을 했다.

모든 것은 예측 가능하다 – 세상을 설명하는 베이즈 정리의 놀라운 힘

과학자들은 적어도
본능적으로는
베이즈주의자처럼
사고하는 셈이다.

writer 톰 치버스 홍한결

Publisher 김영사

열유체측정그룹&동호회 크리스북
전세종

올해 초에 나는 교보문고 홈페이지를 검색하다가 "모든 것은 예측 가능하다 – 세상을 설명하는 베이즈 정리의 놀라운 힘"이라는 제목의 교양 과학 도서를 발견하였다. 이 책을 저술한 톰 치버스는 영국의 과학저술가로 2018년과 2020년에 영국 왕립통계학회로부터 '저널리즘 통계 우수상'을 받은 작가였다. 톰 치버스는 이 책을 통해 베이즈 통계가 탄생하게 된 역사적 배경, 베이즈 통계와 빈도수 통계의 차이, 베이즈 통계를 실생활에 활용한 사례를 난이도가 쉬운 순서대로 설명하였다. 내게 가장 눈에 띈 문장은, "과학자들은 적어도 본능적으로는 베이즈 주의자처럼 사고하는 셈"이라는 문장이었다. 톰 치버스의 설명에 따르면, 이 세상에서 가장 험악한 논쟁은, 빈도수 통계를 신봉하는 빈도주의자와 베이즈 통계를 신봉하는 베이즈주의자 사이의 "통계 전쟁"이다. 통계 전쟁은 측정 데이터를 가지고 가설의 진위를 다루는 관점의 차이에서 비롯한다. 빈도주의자는 "가설이 맞다면 이런 데이터가 나올 확률이 얼마일까?"에 관심을 두지만, 베이즈주의자는 "이런 데이터가 나왔다면 가설에 대해 어떤 판단이 가능할까?"에 관심을 둔다.

우리가 실제로 필요로 하는 문제는 데이터로부터 가설의 진위를 검증하는 '역확률' 문제이지, 가설이 옳다고 보고 데이터를 찾는 '확률' 문제가 아니다. 톰 치버스는 빈도주의자와 베이즈주의자를 구분하기 위한 간단한 사고실험을 다음과 같이 제시한다.

오므린 집게손가락 위에 동전을 올려놓고 엄지손가락으로 튕겨 올리고 나서 같은 손으로 동전을 공중에서 잡아 다른 쪽 손등에 덮은 다음, 동전이 앞면과 뒷면 중에서 어느 면을 가리키는지를 맞혀 보자. 만약 동전의 앞면이 나올 확률이 50%라고 생각한다면, 나는 베이즈주의자이다. 만약 동전의 앞면이 나올 확률이 0% 아니면 100% 둘 중의 하나라고 생각한다면, 나는 빈도주의자이다. 이러한 사고실험에서 베이즈주의자는 정답이 없고 항상 확률로 답할 수밖에 없다고 말한다.

그러나 빈도주의자는 동전의 앞면 또는 뒷면 중 하나가 나오는 객관적 사실이 존재하므로, 정답이 반드시 있어서 확률이 필요하지 않다고 말한다.

베이즈 통계가 빈도수 통계와 다른 큰 차이점은 사전 확률과 가능도를 곱해 사후 확률을 계산한다는 점이다. 측정 데이터를 매번 얻을 때마다 사후 확률이 계산되며, 이는 다음번 측정 데이터를 얻기 위한 사전 확률이 된다. 사후 확률이 갱신될 때마다 사후 확률이 100%에 가까울수록, 나는 가설이 참이라고 확신하게 된다. 반대로 사후 확률이 0%에 가까울수록, 나는 가설이 거짓이라고 확신하게 된다.

베이즈 통계는 인공신경망의 기본 원리이기도 하다. 인공신경망은 뇌의 뉴런처럼 수많은 메모리와 이를 서로 연결하는 그물망으로 이루어져 있다. 학습 과정에서 인공신경망은 문제에 대한 정답을 가리키는 연결망에는 높은 가중치를 부여하고, 오답을 가리키는 연결망에는 낮은 가중치를 부여한다. 베이즈주의자 관점에서 이를 해석하면, 인공신경망은 학습 데이터를 얻을 때마다 사전 확률과 가능도를 곱하여 사후 확률을 계산한다. 인공신경망은 사후 확률이 100%에 가까워질수록 연결망을 촘촘하게 만들고, 0%에 가까워질수록 연결망을 느슨하게 만든다. 단, 인공신경망은 사전 확률에 따라 성능이 달라진다. 학습을 시작하기 전에 사전 확률을 미리 정해 놓아야 하기 때문이다. 베이즈 통계는, 단순한 논증이 진리에 더 가깝다는 "오컴의 면도날" 원리에 따라 가능한 한 복잡한 가설보다는 단순한 가설에서 출발하도록 사전 확률을 결정하는 문제를 안고 있다.

열과 시간의 예술, 냄비와 프라이팬의 과학

라면을 어디에 끓여야 가장 맛있을까? 물론 개인 취향에 따라 다르겠지만, 많은 사람들은 '양은 냄비'를 최고로 꼽는다. 단순한 레트로적 감성 때문만일까? 실제로 양은 냄비는 물리적 특성과 조리 환경이 라면 맛에 최적화된 그릇이라는 과학적 근거가 있다고 알려져 있다. write. 박용기 (KRISS 명예연구원, '맛있다 과학 때문에' 저자)

양은 냄비와 라면

라면과 양은 냄비의 조합은 정말 과학적인 근거가 있는 것일까? 먼저 라면을 끓여 먹는 노란색 냄비의 정체에 대해 알아보기로 하자. 우리가 양은 냄비라고 부르는 노란색 냄비는 원래의 양은(洋銀) 냄비가 아니다. 이 냄비는 알루미늄에 노란색 산화알루미늄 피막을 입힌 냄비다. 양은(洋銀)이라는 이름은 구리에 아연과 니켈을 섞어 만든 은백색 합금으로 '서양에서 온 은(銀, Silver)'이라는 뜻이었는데, 초기 알루미늄 용기 판매 업체들이 제품을 홍보하면서 흰색 알루미늄을 '양은'이라는 이름으로 불렀기 때문에 혼란이 생기게 되었다. 다시 말해 요즘 라면을 끓여 먹는 노란 냄비의 정확한 이름은 산화알루미늄 피막이 입혀진 알루미늄 냄비라 할 수 있다.

그렇다면 이 알루미늄 냄비에 라면을 끓이면 왜 맛있게 느낄까? 알루미늄은 열전도율이 매우 높은 금속으로 물이 빠르게 끓고 라면이 고르게 익는다. 한편 다 끓은 냄비를 불에서 내려놓으면 비교적 빠르게 온도가 내려간다. 그래서 라면 면발이 퍼지기 전에 먹을 수 있으며, 적당히 뜨거운 국물 마시기에도 좋은 온도가 된다. 여기에 더해 지난 날의 감성이 어우러져 심리적인 맛이 더해지게 된다. 양은 냄비는 1970년대부터 분식집이나 기차역, 군대, 야외에서 많이 사용되었던 서민용 조리도구의 상징이었다. 그래서 '양은 냄비 = 라면'이라는 기억 연상 등식이 강하게 형성되어 있다고 할 수 있다. 즉 양은 냄비는 과학적으로도 라면에 최적화되어 있을 뿐만 아니라, '그때 그 맛'이라는 심리적인 효과까지 더해져 라면이 더 맛있고 진하게 느껴지게 만드는 것이다.

냄비와 프라이팬의 역사

냄비의 역사는 기원전 수천 년까지 거슬러 올라간다. 인류가 불을 사용하여 음식을 조리하기 시작하면서부터 등장한 가장 오래된 조리도구 중 하나이기 때문이다. 기원전 1만 년 전인 신석기시대에는 점토로 만든 토기 그릇을 불에 직접 올려 곡물 죽, 수프, 뿌리채소 등을 조리하는 데 사용했을 것으로 추정된다. 선사시대 사람들은 돌을 파서 만든 냄비에 물을 붓고, 뜨거운 돌을 그 안에 넣어 끓이는 방식으로 음식을 익혔다고 한다. 돌 냄비를 직접 불에 올리면 돌이 깨지는 경우가 많기 때문이다.

그 후 기원전 3,000년부터 500년까지의 고대 문명시대에는 지역에 따라 다른 재료의 냄비가 등장하였다. 메소포타미아 지역에서는 청동이나 구리 냄비가, 이집트에서는 구리 냄비에 손잡이가 부착된 형태가, 중국에서는 도자기나 청동 솥이 등장하였다. 그리스와 로마 지역에서는 철제 냄비나 삼발이 냄비 등이 등장하면서 찜, 끓임, 튀김 등의 용도로 분화하기 시작하였다. 중세에서 르네상스 시대에는 주철 냄비가 등장했는데, 난로나 벽난로 위에 올려놓기 좋은 바닥이 평평한 냄비가 보편화되었으며, 뚜껑이 있는 냄비도 시작되었다. 주철(鑄鐵, Cast Iron)은 무쇠라고도 불리며 1.7 % 이상의 탄소를 함유하는 철 합금으로 녹여서 틀에 부어 그릇을 만들었다.

18세기 이후 산업혁명을 지나면서 철강 생산이 증가하여 철판 냄비나 주철 냄비가 대중화되기 시작하였으며 철의 녹 방지나 위생 개선을 위해 에나멜 코팅이 된 냄비도 등장하였다. 또한 19세기말에는 가볍고 열전도성이 좋은 알루미늄 냄비도 등장하게 되었다. 20세기에 들어서면서 1930년대에 스테인리스 스틸로 만든 가정용 냄비가 보편화되었으며, 1940년에서 1950년대에는 양은 냄비가 우리나라와 일본 등에서 인기를 얻었다. 1960년대 이후 테플론 코팅 기술이 발달하면서 눌어붙지 않는 냄비가 등장했다.

1.
신석기시대에는 점토로 만든 토기 그릇을 불에 직접 올려 곡물 죽, 수프, 뿌리채소 등을 조리하는 데 사용했을 것으로 추정된다.

프라이팬(Flying Pan)의 이름은 음식을 튀기거나 지지는(Fly) 주방용 도구라는 의미이지만, 그 기원은 평평한 조리 도구로부터 왔다고 할 수 있다. 냄비와 마찬가지로, 인류가 불을 사용하여 음식을 조리하기 시작한 선사 시대에 돌이나 진흙을 평평하게 다져 만든 판을 사용했을 것으로 추정된다. 기원전 3000년경 이후엔 메소포타미아와 이집트에서 청동이나 구리를 이용해 만든 납작한 조리 도구들이 등장해 음식을 굽거나 지지는 용도로 사용되었다. 중세 유럽에서 용병들은 전쟁이 끝난 뒤 들고 다니던 작은 철제 방패를 모닥불에 얹어 고기를 구워 먹었는데, 이것이 지금의 프라이팬 원조가 되었다고도 한다.

로마인들은 "패텔라(Patella)"라는 납작하고 넓은 냄비를 사용했는데, 이는 오늘날의 프라이팬과 유사한 형태였다. 다양한 재료를 볶거나 팬케이크를 만드는 데 사용되었으며, 철기가 발달하면서 철제 조리 도구도 만들어지기 시작했다. 철의 보급으로 중세 시대에는 주철로 만든 프라이팬이 뛰어난 열 보존력과 내구성 때문에 인기를 끌게 되었다. 주철뿐만 아니라 두드려 만든 단조 철 프라이팬도 사용되었다고 한다.

냄비와 마찬가지로 산업 혁명 이후 대량 생산과 재료의 다양화로 스테인리스 스틸과 알루미늄 등의 새로운 재료로 만든 프라이팬이 등장했다. 1938년에 듀폰(DuPont)의 화학자 로이 플런켓(Roy J. Plunkett)이 테프론(Teflon)으로 알려진 '폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE)'을 발견했는데, 1956년 프랑스의 마르크 그레고아(Marc Gregoire)는 프라이팬에 이 PTFE를 코팅하여 "테팔(Tefal)"이라는 브랜드로 첫 논스틱(Non-stick) 프라이팬을 출시함으로써 논스틱 프라이팬 시대를 열었다.

2.
1938년, 테프론으로 알려진 '폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE)'을 발견한 듀폰(DuPont)의 화학자 로이 플런켓

냄비와 프라이팬의 과학

좋은 냄비와 프라이팬이 되려면 어떤 조건이 필요할까? 냄비의 경우에는 열전도율이 높아 열을 빠르게 전달해야 한다. 또한 열을 고르게 분산시켜 특정 부분만 타지 않고 고르게 음식이 조리되어야 한다. 위생적이면서도 내구성이 높고 뚜껑이 잘 밀폐되어 수증기 손실을 막고 빠르게 조리되어야 한다. 프라이팬의 경우 열 분산이 잘 되어 음식을 고르게 가열하여야 하며, 조리 중 음식이 눌어붙지 않아야 하고 너무 무겁지 않으면서도 내구성이 있어야 한다.

이러한 조건들을 만족하기 위해 많은 과학적인 기술과 디자인이 등장하였다. 냄비에 사용될 수 있는 대표적인 재료는 구리, 알루미늄 및 스테인리스 강이다. 구리는 가장 높은 열전도율을 지닌 금속이지만 산화가 쉬워 위생과 관리에 문제가 있다. 알루미늄은 가볍고 열전도율도 좋지만 부식되기 쉬운 단점과 고온에서 조리 시 알루미늄 성분이 용출될 수 있다. 한편 스테인리스강은 위생적이고 내구성이 뛰어나지만 열전도율이 낮은 문제를 가지고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 스테인리스 냄비의 바닥을 두껍게 하고 3층으로 만든 3중 바닥 기술을 적용한다. 즉 스테인리스강 + 알루미늄 또는 구리 + 스테인리스강으로 만든다. 이렇게 함으로써 열전달도 빠르게 하면서 열을 저장하는 능력인 열용량도 높여 음식이 쉽게 타지 않고 골고루 익을 수 있게 한다.

프라이팬의 경우 열전달은 주로 전도에 의해 일어난다. 즉 가스불이나 전기 히터와 프라이팬이 접촉된 면을 통해 열이 전달되고 그 위에 있는 음식으로 전달되는 방식이다. 그러므로 프라이팬 설계의 핵심은 열을 어떻게 빠르고 고르게 전도시킬 것인가에 집중된다. 이를 위해 냄비와 마찬가지로 바닥을 알루미늄이나 구리층을 함께 사용하여 만든 3층 구조나 구리나 알루미늄이 반복적으로 적층 된 5층 혹은 7층 구조의 프라이팬도 있다. 이 경우 다른 종류의 금속들의 열팽창률 차이 때문에 이음새가 갈라지지 않도록 하는 정밀 접합 기술이 필요하다. 이와 함께, 팬 바닥에 나선형이나 방사형 홈을 넣어 열에 접촉되는 표면적을 넓게 함으로써 고르고 빠른 열전달을 돕는 구조로 디자인하기도 한다.

너무 무거우면 조리 중 불편하지만, 적당한 무게감이 열보존에 유리하기 때문에 적절한 무게로 설계되며, 손잡이는 열전도율이 낮은 실리콘이나 속이 빈 스테인리스 소재를 사용한다. 주물 팬의 무게는 맛과 비례한다는

말이 있다. 주물 팬은 묵직해서 쓰기 힘들지만, 오히려 전문 셰프들이 즐겨 쓰는데, 그 이유는 열을 오래 머금고 골고루 전달해 주기 때문에 스테이크나 고기류를 구울 때 바삭한 겉면과 촉촉한 속살을 만들어 주기 때문이다.

어떤 냄비의 손잡이는 얼핏 보기에는 냄비와 동일한 스테인리스 강을 사용하는데도 음식을 조리하는 동안에 뜨겁지 않아 손으로 잡을 수 있는데, 이는 보이지 않는 곳에 열차단 구조의 설계가 숨어있기 때문이다. 즉 본체와 손잡이 사이에 미세한 공기층을 두거나, 열전도율이 낮은 절연 디스크를 삽입하기도 한다. 또한 스테인리스 스틸은 알루미늄이나 구리보다 열전도가 느릴 뿐만 아니라 속이 비어있는 튜브형으로 손잡이를 만들 경우 내부의 공기층이 단열재 역할을 해서 열전달을 막아준다.

미래의 팬은 어떤 모습일까?
온도를 스스로 판단하고, 조리법을
추천하며, 환경까지 생각하는 지능형 조리
파트너로 진화할 것이다.

조리 중 음식이 달라붙는 이유

코팅되지 않은 프라이팬에 음식이 달라붙는 현상은 표면장력, 분자 간의 인력, 그리고 열역학적 변화가 복합적으로 작용하는 결과다. 물질을 이루는 분자들 사이에는 기본적으로 서로 끌어당기는 힘이 존재하는데, 같은 종류의 분자끼리 당기는 힘을 응집력, 다른 종류의 분자끼리 당기는 힘을 접착력이라 부른다. 음식에는 단백질, 탄수화물, 지방, 수분 등 다양한 분자들이 포함되어 있고, 프라이팬의 표면은 철이나 크롬 등 금속 원자들로 이루어져 있다. 음식을 프라이팬에 올리고 열을 가하면, 음식 속의 분자들과 프라이팬 표면의 금속 원자들 사이의 거리가 매우 가까워지고, 이때 분자 간 접착력이 작용하여 서로 달라붙게 된다. 특히 단백질과 탄수화물은 프라이팬 표면에 있는 미세한 틈새로 파고들어 금속 원자들과 강하게 결합하는 경향이 있다.

달걀, 고기, 생선 등 단백질이 풍부한 음식을 가열하면, 단백질 분자들이 구조를 바꾸는 변성이 일어나는데, 변성된 단백질은 이전보다 훨씬 더 활동적이고 끈적끈적한 성질을 갖게 된다. 이 끈적해진 단백질 분자들이 뜨거운 프라이팬의 금속 표면과 강력한 화학적 결합을 형성하면서 음식은 표면에 달라붙게 된다. 코팅되지 않은 프라이팬의 표면은 맨눈으로 보기에는 매끄러워 보이지만, 현미경으로 확대하면 수많은 미세한 흠집과 요철(凹凸)이 존재한다. 음식 분자들이 이 흠집 사이로 파고들어가 엉겨 붙으면, 음식이 표면에서 떨어져 나오기가 훨씬 더 어려워지게 된다.

그렇다면 코팅된 프라이팬에는 왜 음식이 달라붙지 않을까? 논스틱(Non-stick) 코팅의 핵심은 낮은 표면 에너지다. 흔히 테플론(Teflon)이라 불리는 PTFE라는 물질은 표면 에너지가 극도로 낮다. 표면 에너지가 낮을수록 다른 물질과 화학적 결합을 하지 않게 된다. 즉 코팅은 음식에게 는 얼음판처럼 미끄러운 바닥이 되는 것이다. 미끄러운 정도는 마찰계수를 비교해 보면 알 수 있다. 강철의 마찰 계수는 약 0.6인데 PETT의 마찰계수는 약 0.05 이하다. 이는 눈의 마찰 계수(0.05~0.07)와 거의 같은 수준이다. 이 밖에도 티타늄과 다이아몬드 강화 코팅도 사용하는데, 금속과 광물 성분을 혼합해 단단하고 열전도성이 좋은 불활성 표면을 만들어 고온에서도 달라붙지 않는 코팅이 된다.

조리 시 사용하는 기름 또한 표면 에너지가 낮은 비극성 물질로, 음식이 팬에 들러붙는 걸 방지해 준다. 코팅이 되지 않은 팬도 팬을 충분히 뜨겁게 달구어 기름을 넣으면 기름이 팬 전체에 얇은 막을 형성하는 '라이덴프로스트 효과(Leidenfrost Effect)'가 나타나게 된다. 이 상태에서 조리할 음식을 넣으면, 음식 속의 수분이 증발하면서 팬 표면에 미세한 수증기 층을 형성해서 음식이 팬 위에 미세하게 떠 있는 형태가 되어 단백질 변성으로 인한 결합을 억제할 수 있다. 기름은 음식 분자와 팬 표면 사이에 얇은 분리막을 형성하여 직접적인 접착을 막아주는 역할을 한다. 또한 기름은 팬의 미세한 흠집을 채워주어 음식이 달라붙을 틈을 줄여주게 된다.

오래된 주철 팬은 길이 들어 새 팬보다 달라붙는 현상이 줄어들게 되는데, 이는 '시즈닝'이라는 과정을 거쳤기 때문이다. 즉 고온에서 기름을 사용하다 보면 기름의 불포화지방산이 중합(Polymerization) 과정을 거쳐 팬 표면에 단단하고 얇은 중합된 지방(Polymerized Fat) 막을 형성하여 팬 표면의 미세한 흠집을 메워서 자체로 논스틱 코팅 역할을 하게 되기 때문이다.

냄비와 프라이팬의 미래

미래의 팬은 어떤 모습일까? 미래의 냄비나 프라이팬도 과학기술에 따라 스마트하게 진화할 것으로 예측한다. 즉 온도를 스스로 판단하고, 조리법을 추천하며, 환경까지 생각하는 지능형 조리 파트너로 진화할 것이다. 몇 가지 예로는 팬 표면 온도를 실시간 측정하여 자동으로 불조절을 알려주고, 스마트폰 앱에서 팬의 온도, 조리 시간, 뒤집는 타이밍을 알려주며, 팬과 음식 종류에 따라 최적의 온도와 시간 및 기름양을 AI 알고리즘으로 알려주는 팬 등이 등장할 것이다. 또한 첨단 소재 코팅 기술이 적용된 무선 전기 조리 팬 등도 생각해 볼 수 있다. 그중 하나가 그래핀이라는 물질이다. 그래핀은 탄소원자가 벌집 모양의 육각형 격자를 이루는 구조를 가진 물질로 두께가 탄소원자 1개 수준(약 0.335 나노미터)으로 매우 얇고 가벼울 뿐만 아니라, 강철보다 약 100 배 강한 인장강도를 가진다. 구리보다 뛰어난 전기 전도율과 어떠한 물질보다 우수한 열전도성을 가지고 있다. 또한 화학적으로 안정된 친환경 소재다. 그래핀이 코팅된 프라이팬의 장점으로는 빠른 열전달과 스크래치에 강한 내마모성, 코팅이 매끄럽고 오염 물질이 달라붙지 않아 물로도 세척이 용이하고 인체에 안전한 점이다. 그래핀은 단독으로 코팅되기보다는 세라믹, 알루미늄, 탄소강 등의 재질과 복합적으로 혼합 코팅되어 사용된다. 이미 그래핀 코팅 팬은 Neoflam, GreenPan 및, 독일 WMF 등에서 상용화되었으며 국내에서도 해피콜 등에서 시판하고 있다. K

국방과 민수 분야에서 전자파 안전은 이제 선택이 아닌 필수다. ㈜KER은 전자파(EMC/EMP)분야의 종합서비스를 제공하는 기업으로, 전자파 정밀측정 및 전자파 흡수체, 차폐 · 방호 시스템 기술을 바탕으로 성장해왔다. 하지만 그 성장에는 단순한 기술 개발 이상의 요소가 필요했다. 바로 측정 신뢰성 확보와 표준화였다. KRISS와의 협력은 KER에게 그 길을 열어주었다. KER은 KRISS로부터 광센서 기반 대형 안테나 측정 기술과 레이더 전파환경 모니터링 기술을 이전받아 국내외 방산 · 모빌리티 시장에서 경쟁력을 한층 끌어올리고 있다. KER가 KRISS와 함께 쌓아가는 기술력과 비전 이야기를 들어본다. write. 성혜경 photo. 김병구

K-방산의 미래를 열어가는 든든한 동행

㈜ KER

국방과 민수를 아우르는 전자파 전문기업

2009년 12월 '한국전자파연구소'로 출범한 KER은 창립 초기부터 국방과학연구소 및 국내 방산기업과 협력하며 EMC와 EMP를 포함한 전자파 분야 연구를 수행했고, 2013년에는 국방 분야 전자파 적합성 KOLAS 국제공인 시험기관으로 인정받으며 시험 · 인증 역량을 확보했다. 이후 EMP 방호용 CCTV 및 필터, 광대역 전자파 흡수체, 항재밍 GPS 시스템 등을 자체 개발 및 상용화하며 성장해왔으며, 2023년에는 사명을 'KER'로 바꾸며 국방과 민수 전자파 대책 전문기업으로 도약했다.

장세희 대표 "국내 유일의 전자파 전문 공인 시험기관으로서 첨단 방산 · 모빌리티 분야 시험 기술을 더 정밀하게 발전시킬 필요가 있었습니다. KRISS의 정밀 측정 역량은 KER의 현장 경험과 만나면 큰 시너지를 낼 수 있다고 판단했습니다."

KER과 KRISS의 인연은 해외 학술대회에서 시작됐다. 당시 KRISS가 발표한 광센서 기반 안테나 측정 기술은 방산 분야에도 적용 가능성이 컸다. 진정희 대표는 직접 KRISS 전자파측정그룹을 찾아가 설명을 들었고, 내부 검토 끝에 기술이전을 신청했다.

진정희 대표 "광센서 기술은 전자파 노이즈에 강하고 정밀도, 반복성, 신뢰성이 우수합니다. 고출력 전자파 측정과

관련된 방산 및 위성통신, 모빌리티 등 민간 분야에 적용하면 시너지가 크리라 생각했죠."

KER는 KRISS와 협력해 광센서 기반 무기체계 용 대형 안테나 측정기술 고도화를 수행했으며, 현재 본 기술이전 성과를 바탕으로 상용화 확대를 추진하고 있다.

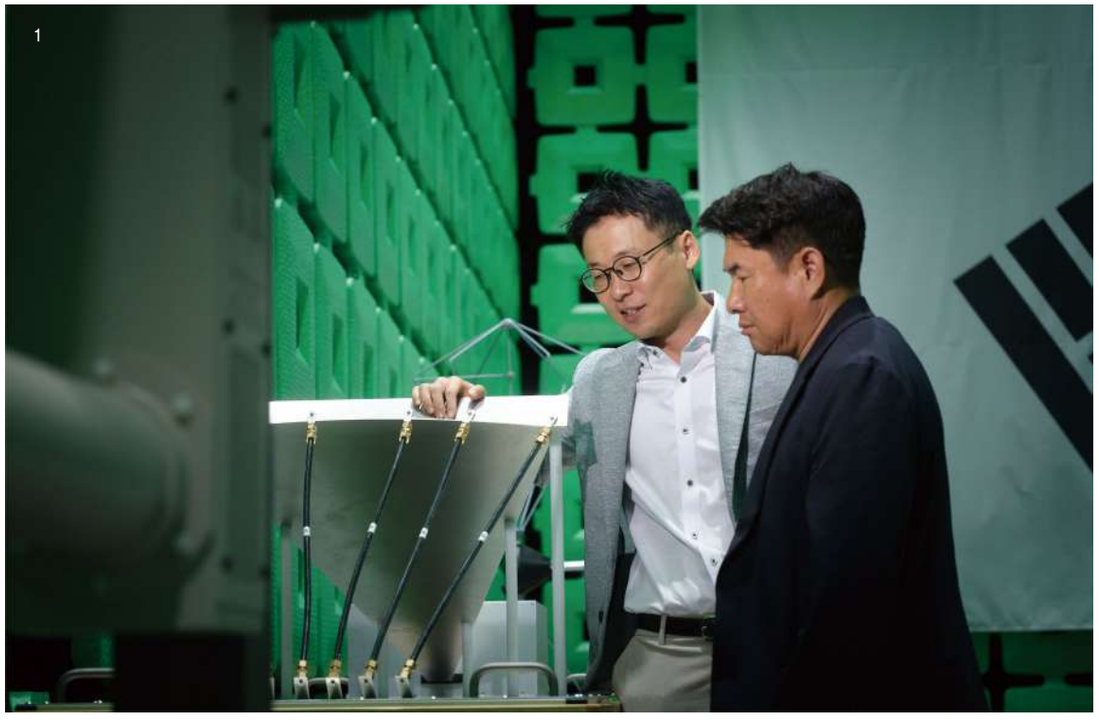
무기체계 국산화로 이어지는 기술협력

이러한 성과는 후속 기술이전으로 연결됐다. 현재 KER과 KRISS는 '레이더 전파환경 모니터링 시스템 제작 및 평가 기술' 개발을 함께 진행하고 있다. 레이더 전파환경 모니터링 시스템은 고출력 전자파 에너지를 방사하여 되돌아오는 신호를 탐지 · 추적하는 레이더의 성능을 검증하기 위한 측정 장비다. 레이더는 목표물의 규모 및 위치, 목표물까지의 거리 정보를 제공하며 아군 · 적군 식별 등을 수행하고 이를 유도 무기에 전달해 요격이 가능하게 한다. 따라서 이러한 유도 무기가 실효성을 가지려면 반드시 레이더의 성능 검증 시스템이 필요하다. 하지만 본 기술은 현재까지도 전량 해외에서 도입해 왔다. 즉 이번 프로젝트는 레이더 성능 검증 시스템의 최초 국산화 사례이다.

KRISS 전자파측정그룹장인 홍영표 박사는 "이 장비에는 광-전자파 융합방식의 초미소 안테나 프로브, 다채널 제어 시스템, 캘리브레이션 기술 등 KRISS가 보유한 원천기술이 집약돼 있습니다. 현재 시제품 제작을 마쳤고, 기술이전 전수를 앞두고 있습니다."라고 설명했다.

진정희 대표는 "국산화를 통해 가격 경쟁력까지 확보하면 해외시장 진출도 충분히 가능합니다. 이는 단순한 기술이 아니라 국가 경쟁력으로 이어질 것입니다."라며 기대를 나타냈다.

장세희 대표는 KRISS의 협력이 KER에 미치는 영향에 대해 "제품 상용화를 통한 매출 신장은 물론, 기업의 브랜드 가치 제고에 크게 기여하고 있다"고 설명했다. 즉 KER은 KRISS와의 협력을 통해 전자파 분야 시험 · 인증 기술의 정밀도를 국제표준 수준으로 끌어올렸으며, KOLAS 국제공인시험기관 활동에 있어 시험 결과의 신뢰성을 한층 강화할 수 있었다.


1

2

1. KER 사옥 내 RCS 시험장에서 스텔스 성능 검증 시스템을 살펴보고 있는 홍영표 박사(좌)와 장세희 대표(우)

2. 진정희 대표(좌), 장세희 대표(중), 홍영표 박사(우)가 레이더 평가 시스템을 테스트하며 이야기를 나누고 있다.

장세희 대표 "사실 전에는 KRISS는 기초 연구 기관이라는 인식이 강했는데, 실제로는 방산 등 여러 산업 분야와 연결된 연구개발도 활발히 전개하고 있다는 사실을 알게 됐습니다. 특히 홍영표 박사님은 기업의 상황을 잘 알고 계셔서 협력 과정이 더 원활했습니다. 기술이전으로 그치지 않고 실제 매출로 이어질 수 있도록 사업화 측면에서도 많은 지원을 해주셨죠. KER은 이를 통해 K-방산의 전력화를 돕고, 연구개발의 사회적 가치를 실현하고 위해 노력하고 있습니다."

홍영표 박사 "KER은 전자파 흡수체 및 전자파 측정설비 분야의 제품 설계와 시험 · 인증 등 종합 서비스를 제공하는 전문기업으로 무기체계, 미래 모빌리티 등 전자파 관련 산업 발전에 기여하고 있습니다. 또한 AI를 활용해 전자파 측정의 신뢰성을 높이며 선도기업으로 성장하고 있습니다. 앞으로도 지속적인 연구개발로 전자파 분야를 이끄는 기업이 될 수 있도록 KRISS도 열심히 지원하겠습니다."

함께 꿈꾸고 실현해 나갈 비전

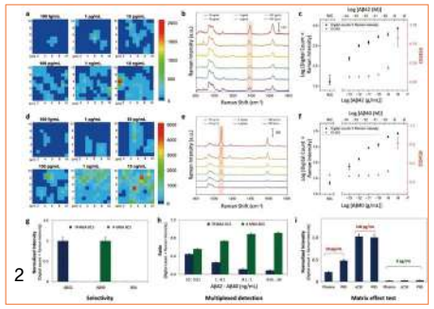
KER은 향후 과제로 군집 드론 대응 전자파 무기체계, 차세대 위성항법 · 통신 시스템 방호 기술, 스마트시티와 미래 모빌리티 분야 전자파 대책 솔루션 확대를 꼽는다. 이를 위해 초고주파 · 밀리미터파 대역 측정 표준화, 차세대 전자파 차폐 · 흡수 소재 성능 평가 등 다양한 분야에서 KRISS와 협력해나갈 예정이다.

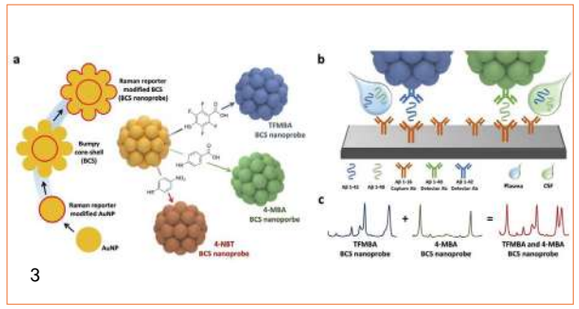
장세희 대표 "KER의 목표는 'K-방산 전자파 성능 평가 분야 글로벌 리더'로 도약하는 것입니다. 방산뿐 아니라 항공우주, 5G · 6G 통신, 미래 모빌리티까지 아우르는 토털솔루션 기업으로 성장하겠습니다. 이 과정에서 KRISS는 세계적 수준의 측정 신뢰성과 표준화를 보장해줄 든든한 지원군이 될 것입니다."

KER은 전자파 정밀측정 및 전자파 흡수체, 차폐 · 방호 시스템 분야에 있어 '측정 신뢰성 확보'와 '표준화'라는 핵심적인 과제를 KRISS와 함께 해결해 나가며 K-방산의 미래를 만들어갈 것이다.

알츠하이머 조기 진단 문턱 낮춘다…
KRISS, 초고감도 체외 진단 플랫폼 개발

KR생체지표 천조분의 1그램 이하까지 검출하는 초고감도·고신뢰도 체외 진단 플랫폼
고비용 영상 장비 없이 신속·간편하게 진단 가능해 질병 조기 발견과 추적 관리에 활용 기대





1. KRISS 유은아 책임연구원(좌)과 김령명 선임연구원(우)이 SERS 나노입자 기반 생체지표 검출 결과를 분석하고 있다.
2. SERS 기반 초고감도 다중 정량 검출 플랫폼을 이용한 알츠하이머병 생체지표 검출 결과
3. KRISS가 개발한 SERS 기반 초고감도 다중 정량 검출 플랫폼의 모식도

KRISS가 분자가 가진 고유한 광학 신호를 수억 배 이상 증폭해, 체액 속 극미량의 알츠하이머병 생체지표(바이오마커)들을 정확히 검출하고 정량화하는 진단 플랫폼을 개발했다. 간단한 체액 검사만으로 생체지표들을 초고감도·고신뢰도로 정량 검출할 수 있어 기존 영상 진단법의 한계를 보완하고, 질병의 조기 진단과 치료 모니터링에 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

알츠하이머병은 뇌 신경세포가 점차 손상되면서 기억력·사고력 등 인지 기능이 서서히 저하되는 대표적인 퇴행성 뇌질환이다. 전 세계 치매의 약 60~70%를 차지할 정도로 흔하지만, 아직 근본적 치료제가 없어 조기 진단과 지속적인 관리가 중요하다. 현재 알츠하이머병은 주로 PET·MRI 등을 활용한 영상 장비로 진단한다. 다만 검진 비용이 1회당 100만원 이상으로 높고 특수 시설이 필요하다는 한계가 있다. 또한 질환이 일정 수준 이상 진행한 후에야 영상 관측이 가능해 발병 초기에는 감지가 어렵다는 단점도 있다.

이보다 간편한 체액 검사 방식은 정확도가 낮아 신뢰성 있는 진단법으로 활용되지 못했다. 우리 뇌에 존재하는 펩타이드인 아밀로이드 베타(Aβ) 42와 40은 알츠하이머병과 밀접한 연관이 있는 생체지표로, 체내에서 두 펩타이드를 검출해 비율을 산출하면 알츠하이머병의 진행도를 조기 진단할 수 있다. 다만 기존 분석 방식인 효소면역측정법(ELISA)의 검출 성능으로는 혈액·뇌척수액 등 체액에 들어있는 극저농도의 두 펩타이드를 동시에 정확하게 검출하기 어려웠다.

KRISS 의료융합측정그룹은 기존 체액 검사 방식보다 약 100,000배 이상 더 민감하면서 여러 개의 생체지표를 정확히 구별해 정량적으로 측정할 수 있는 '표면증강 라만분광법(SERS) 기반 초고감도 다중 정량 검출 플랫폼'을 개발했다. SERS란 빛이 분자와 만나 생기는 고유한 신호를 금속 나노구조로 크게 증폭해, 극히 적은 양의 분자까지도 정확하게 검출하는 분석 기술이다.

연구진은 단일 입자에서 강하고 균일한 SERS 신호를 개별 감지할 수 있는 해바라기 모양 단면의 식별 가능한 다종 금 나노입자를 개발했다. 이는 기존 구형 금 나노입자의 입자 간 거리에 따른 불균일한 신호 문제를 극복하고, 입자 내부와 표면 전체에 고밀도로 균일한 신호 증폭 지점을 형성해 단일 입자에서도 강하고 재현성 높은 신호를 구현한다. 이를 통해 표적물질 농도에 비례하는 우수한 정량성을 확보했으며 서로 다른 표적물질의 동시 검출도 가능해졌다.

연구진은 고유 ID를 부여한 다중 검출용 SERS 나노입자를 적용해 Aβ42와 Aβ40을 검출한 결과, 천조분의 1그램 이하 수준(8.7×10−17g/mL, 1.0×10−15g/mL)의 극미량을 정량적으로 검출하는 데 성공했다. 이는 민감도와 검출범위에서 세계 최고 수준의 다중 정량 검출 성능이다.

KRISS 의료융합측정그룹 유은아 책임연구원은 "이번에 개발한 검출 플랫폼은 저비용으로 대량 생산이 가능하고, 다양한 생체지표에 유연하게 적용할 수 있다"라며 "알츠하이머병뿐만 아니라 암, 뇌 질환, 감염병 등 다양한 질환의 조기·신속 체외 진단 및 모니터링에 활용할 수 있어 범용성이 높고 상용화에 유리한 기술"이라고 말했다.

이번 연구성과는 국가과학기술연구회 중대질환 언택트 시스템 개발 사업과 KRISS 기본사업의 지원을 받았으며 분석 화학 분야의 세계적 학술지인 Biosensors & Bioelectronics(IF: 10.5)에 4월 게재됐다.

스텔스 무기체계 핵심기술, 우리 손으로 만든다

레이더 스텔스 성능 좌우하는 핵심 부품, 설계부터 검증까지 순수 국내 기술로 구현

국내 국방 기업에 기술이전 완료… 자주국방 실현을 위한 기술 기반 확보

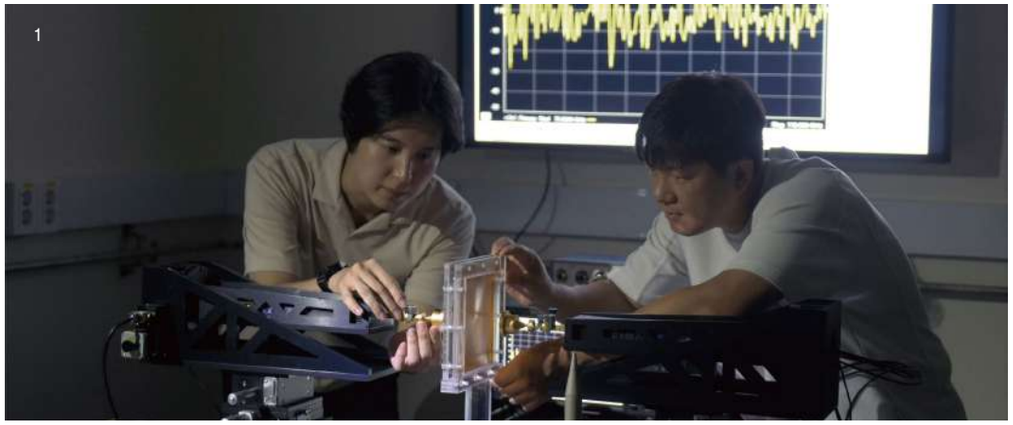
KRISS가 '레이더 스텔스(Radar Stealth)'의 핵심 기술을 외산 기술 의존 없이 자체 개발해 국산화하는 데 성공했다. 이번 성과는 국가 전략 물자로 분류돼 해외 도입이 어려운 스텔스 무기체계를 국내 기술로 구축할 수 있는 기반을 마련했다는 점에서 의의가 크다.

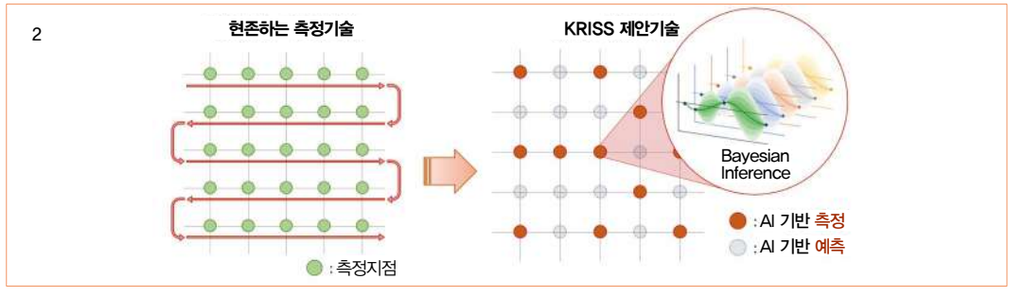
최근 세계 주요국 간 군사적 긴장감과 첨단 무기 경쟁이 격화되면서 스텔스 무기체계 구축의 중요성이 점차 커지고 있다. 이 중 레이더 스텔스 기술은 전자파를 흡수하거나 분산시켜 적 레이더에 탐지되지 않도록 하는 기술로, 무기체계의 자주성과 은닉성을 확보하는 핵심 요소이다. 해당 기술은 주요국에서 군사 전략 기술로 분류돼 수입이 제한적이고 관련 소프트웨어와 시험 장비조차 국내 도입이 어려워 관련 기술의 국산화 필요성이 꾸준히 제기돼 왔다.

KRISS는 레이더 스텔스 구현에 필수적인 레이돔(Radome)의 '주파수 선택 표면(Frequency Selective Surface; FSS) 설계 소프트웨어'와 '전자파 평가 검증 장비'를 자체 구현하는 데 성공했다. 이번 성과는 외산 기술에 의존치 않고 설계부터 시제품 제작, 성능 검증까지 전주기를 순수 국내 기술로 이뤄낸 첫 사례이다.

레이돔은 항공기나 미사일의 레이더 · 통신 안테나를 감싸는 반구형 구조체로, 외부 환경으로부터 안테나를 보호하면서 필요한 전자파 신호가 효과적으로 통과할 수 있도록 정밀하게 설계되어야 한다. 특히 국방용 레이돔은 초고속 비행 중 강한 열과 충격을 견디면서도 전자파 투과율, 위상 안정성 등 여러 성능 요건을 동시에 만족해야 한다.

레이돔의 FSS는 특정 주파수의 전자파만 선택적으로 투과하거나 반사하도록 설계된 일종의 주파수 필터다. FSS의 성능을 높이기 위해서는 전자파 투과 성능을 정확하게 시뮬레이션하는 고성능 전자파 해석 소프트웨어가 필요하다. 하지만 세계적으로





1. KRISS 황인준 선임연구원(좌)과 정해원 책임연구원(우)이 주파수 선택 표면(FSS) 측정을 위해 안테나의 거리 및 위치를 정렬하고 있다.
2. KRISS가 개발한 초고속 레이돔 평가 기술 모식도

널리 쓰이는 상용 소프트웨어는 라이선스 하나당 가격이 약 1억 원을 넘고, 매년 유지보수 비용만도 2천만 원 이상에 달했다.

KRISS는 인공지능(AI) 기술과 병렬계산(Parallel Computation) 방식을 도입한 FSS 설계 소프트웨어를 새롭게 개발했다. 이는 다층 복합소재로 이루어진 레이돔 구조 해석에 최적화된 도구로, 기존 상용 소프트웨어 대비 FSS 설계 속도가 50배 이상 빠르다.

또한 KRISS는 개발한 레이돔의 성능을 자체 점검 및 개선할 수 있는 전자파 레이돔 평가 장비도 함께 개발했다. 기존에는 국방형 레이돔의 까다로운 성능 기준을 충족하기 위해 전자파 시험에만 보통 한 달 이상이 소요됐다. 이번에 개발한 평가 장비는 인공지능 기술을 적용해 기존 대비 5배 이상 빠른 성능 측정이 가능하며, 이를 통해 레이돔의 실전 배치까지 소요되는 시간과 비용을 획기적으로 줄일 수 있을 것으로 기대된다.

KRISS 내 4개 그룹* 간 융합연구로 개발한 해당 기술은 국방 첨단 무기체계 및 전자파 정밀측정용 계측 설비 기업인 ㈜케이이알에 기술료 5억 원 규모로 이전됐다. 양 기관은 8월 5일(화) KRISS 행정동에서 기술이전 협약식을 체결했다.

KRISS 홍영표 전자파측정그룹장은 "이번에 개발한 기술은 국방 분야뿐만 아니라 모빌리티, 선박, 우주항공 등 다양한 레이더 응용 산업에도 적용이 가능하다"라고 말했다.

이번 연구 결과는 전자파 분야 세계 최고 권위의 국제 학술지인 IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques에 7월 게재됐으며, 설계 소프트웨어 및 측정 장비 기술은 각각 특허 출원됐다.

* 전자파측정그룹, 미래선도연구장비그룹, 양자전기자기측정그룹, 소재물성측정그룹자

세계 측정의 날 기념 포상 수여식 개최

지난 6월 9일 '세계 측정의 날 기념 포상 수여식'이 진행되었다. 과학기술정보통신부 장관표창 수상자로 중성자 측정표준을 보급한 방사선측정그룹의 김정호 책임연구원과 저항과 전류 측정기술의 향상을 이끈 양자전기자기측정그룹의 채동훈 책임연구원이 선정됐다. 외부기관 수상자로는 바이오의약품 및 의료기기의 품질 및 안전성 평가를 위한 표준품 제조와 분석법을 개발한 식품의약품안전평가원의 엄준호 연구관과 측지 및 중력자료 활용 연구를 통해 이터븀 광시계의 표고를 정밀하게 측정한 국립군산대학교 이지선 교수가 선정되었다. 국가과학기술연구회 이사장표창은 대용량 물 유량 측정표준 확립과 초음파 유량측정 기술에 기여한 열유체측정그룹 전세종 책임연구원과 인증표준물질 개발 및 국제협력에 기여한 유기측정그룹의 정지선 책임연구원이 수상하였다. 한국표준과학연구원 원장표창은 장거리 측정표준 향상에 기여한 길이형상측정그룹의 우제흔 선임연구원, 차세대 길이측정 핵심기술 개발에 기여한 길이형상측정그룹의 전병혁 책임기술원, 광도복사도 매질특성 측정분야의 연구 지원 및 서비스를 수행한 광도측정그룹의 백예슬 책임기술원, 국내외 측정표준 보급 및 사회 현안 해결 인증표준물질 개발에 기여한 방사능측정그룹의 허동혜 선임기술원, 신수요에 대응한 표준개발 및 기술이전 등을 지원한 양자전기자기측정그룹의 조혜리 선임기술원이 수상하였다. 원외에서는 특수 무기체계에 운용되는 정밀측정장비에 대한 측정표준 절차 개발에 기여한 공군 제85정밀표준정비창 윤상진 원사, 첨단세라믹 시험분석 인프라 구축 및 융복합세라믹소재 참조표준 개발에 기여한 한국세라믹기술원 손경식 선임기술원이 원장표창을 수상하였다.

KRISS 제20차 한·일 국가측정표준기관장회의 개최

KRISS는 제20차 한 · 일 국가측정표준기관장회의를 6월 12일~13일 개최했다. 6월 12일 진행된 양 기관 현황 발표에서 KRISS 이호성 원장은 KRISS의 최신 성과를 소개하였으며, 새롭게 추진하는 양자기술, 양자정책, 양자국제협력 프로그램에 대해 설명했다. NMIJ 기관장인 Dr. Takashi Usuda는 NMIJ의 측정표준 및 법정계량 현황을 공유했다. 이어서 양 기관의 발표가 번갈아 진행되었다. 첫 번째 주제는 산업지원으로, 홍석환 기획본부장은 KRISS의 산 · 연 공동연구와 중소기업 지원 활동을 소개하였다. Dr. INAGAKI Kazumi 물질화학표준연구본부장은 AIST가 기술컨설팅, 기술사업화, 스타트업 지원 등 다방면의 이슈 해결에 기여하고 있음을 강조했다. 두 번째 발표주제는 탄소중립이었다. 이경석 화학소재측정본부장은 국제 환경 규범에 따른 온실가스나 탄소 배출 모니터링을 위해 KRISS가 진행하고 있는 연구와 국내 · 외 협력 현황을 소개하였다. Dr. NAKANO Tohru 물리표준연구본부장은 이차전지 열화 시험 기술, 열전효율 측정 기술 등 탄소중립과 관련된 연구를 소개하였다. 다음으로, 양 기관은 협력 패키지에 기반하여 협력 의제를 논의하였다. 작년 19차 한일 기관장회의를 통해 진행되고 있던 협력분야 가운데 총 4건의 연구분야에 대해 지속적인 연구협력을 진행하기로 합의하였다. 둘째 날인 6월 13일에는 일본 NMIJ 기관장단이 KRISS를 방문하여 7개 연구실을 견학하였다.

3~6월 이달의 KRISS인상 수여식 개최

지난 6월 23일 3~6월 이달의 KRISS인상 수여식이 개최되었다. 9월 8일에는 행정동 2층 대회의실에서 7월 이달의 KRISS인상 시상식이 진행되었다. 3월 연구부문상은 기존 단일광자 연구의 한계를 극복할 수 있는 'Radiative Mode Conversion' 기술을 도입한 광도측정그룹의 홍기석 책임연구원이 수상하였다. 3월 지원부문상은 연구실 안전등급을 대폭 향상시킨 안전보안실의 황인호 선임기술원과 정호영 기술원이 수상하였다. 4월 연구부문상은 6G 저궤도 위성용 도파관 임피던스 표준을 확립한 전자파측정그룹의 조치현 책임연구원, 강태원 책임연구원, 구현지 책임연구원, 정우현 선임연구원, 이상수 선임기술원이 수상했다. 5월 연구부문상은 인공위성 레이저 거리 측정 핵심요소 기술, 고에너지 레이저 무기용 적응광학 기술을 개발한 길이형상측정그룹의 강필성 책임연구원과 이재현 선임연구원이 수상하였다. 6월 연구부문상은 알츠하이머병 조기진단을 위한 다종 바이오마커를 고정밀도, 고신뢰도로 정량 검출할 수 있는 기술을 개발한 의료융합측정그룹의 유은아 책임연구원, 김령명 선임연구원, 나노바이오측정그룹의 백아름 선임연구원이 수상하였다. 6월 지원부문상은 양자산업국제협력센터 구축사업 신규예산 확보에 기여한 인적자원실의 최홍규 선임행정원, 기획예산실의 김완호 책임행정원, 양예진 선임행정원, 황성욱 선임행정원이 수상하였다. 7월 수상자인 전자파측정그룹 권재용 책임연구원은 세계 최고 수준의 전자파전력 표준원기를 개발했다.

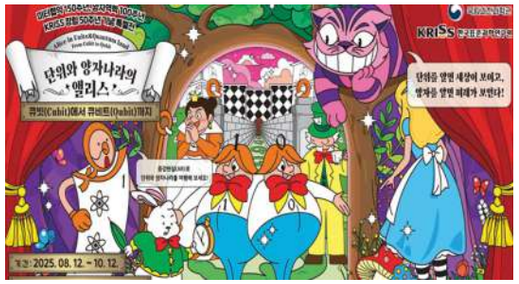
첨단혁신장비 얼라이언스 출범식 개최

지난 7월 2일, 서울 웨스틴 조선에서 '첨단혁신장비 얼라이언스' 출범식이 개최되었다. 이번 행사는 과학기술정보통신부 주최, KRISS 첨단혁신장비기술정책센터와 과학기술사업화진흥회 공동 주관으로 진행되었으며, 이창윤 과기정통부 제1차관을 비롯해 산학연 전문가 100여 명이 참석하였다. '첨단혁신장비 얼라이언스'는 미래전략기술 분야 선도에 필요한 첨단연구장비의 국산화 생태계를 마련하고 지원하는 위원회로, 장비 수요자, 공급자를 포함한 산 · 학 · 연 전문가 90여명으로 구성되었다. 한국공학한림원 회장을 지낸 권오경 한양대 석좌교수가 위원장을 맡게 되었다. 얼라이언스는 총괄위원회와 4개 분과로 이루어지며, 4개 분과는 12대 국가전략기술 중 '반도체 · 디스플레이', '이차전지', '첨단바이오' 이상 3개 기술 분과와 '연구장비 생태계' 분과이다. 분석 · 측정 장비가 많이 사용되는 3대 기술분야를 우선 지원하고, 향후 기술분과를 확장할 계획이다. 이 날 출범식은 권오경 얼라이언스 위원장의 개회사를 시작으로 이창윤 제1차관의 축사와 현판 증정, 얼라이언스 운영계획, 첨단혁신장비 기술로드맵 추진 방향 및 연구장비 기업 성장 대표사례 발표 순으로 진행되었다. 이번 '첨단혁신장비 얼라이언스'의 출범은 산 · 학 · 연이 협력하여 연구장비의 국산화를 가속화하고, 국내 연구장비 산업의 경쟁력을 높이는 중요한 전환점을 마련할 것이다. 이를 통해 글로벌 경쟁에서 우위를 점하고, 지속 가능한 연구장비 생태계를 구축할 수 있을 것으로 보인다.

양자역학 100주년을 기념한 퀀텀코리아 2025 개최

지난 6월 24일부터 26일까지 사흘간 서울 양재 aT센터에서 '100년의 양자, 산업을 깨우다'라는 주제 아래 「퀀텀코리아 2025」 행사가 개최되었다. 이번 행사는 과학기술정보통신부와 퀀텀코리아 조직위원회가 공동으로 주최했으며, 국내외 양자과학기술 연구자와 기업, 정부 관계자 등이 참여한 가운데 진행되었다. KRISS는 이번 행사에서 양자성과 전시부스 운영뿐만 아니라, 'K-퀀텀국제협력본부'에서 국제협력 분과를 총괄하여 여러 국제행사를 주관하였다. EU, 덴마크, 핀란드, 네덜란드, 스위스, 미국 등 주요 협력국이 참가한 가운데, 국제협력 체계 강화를 위한 라운드테이블 회의, 한-덴-네-스 4개국 공동세미나, OECD 워크숍 등이 함께 열렸다. 또한, 퀀텀코리아 행사 전후로 OECD, QED-C, EU&네덜란드 대표단이 KRISS를 방문하기도 했다.

퀀텀코리아 2025 전시장에서는 국내외 57개 기업과 기관이 참가한 국제연구-산업 전시회가 열렸다. 이번 전시부스에서 높은 관심을 받은 전시물은 '초전도 기반 50큐비트 양자컴퓨터 모형과 QPU', 그리고 '중성원자 양자컴퓨터 플로팅 홀로그램'이었다. KRISS는 올해 3월, 초전도 기반 20큐비트급 양자컴퓨팅 시스템의 클라우드 서비스를 성공적으로 시현한 바 있으며, 내년까지 50큐비트급 양자컴퓨팅 시스템 개발 및 클라우드 서비스 제공을 목표로 연구에 진행 중이다.



KRISS 국립과천과학관에서 '단위와 양자' 특별전 개최

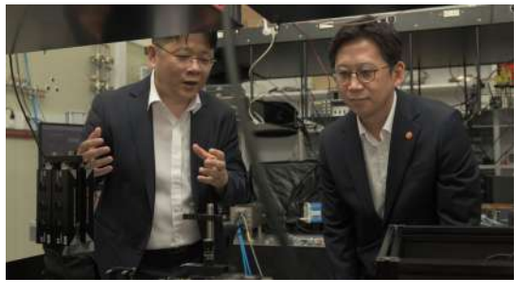
오는 8월 12일부터 10월 12일까지 국립과천과학관 2층 첨단기술관에서 미터협약 150주년, 양자역학 100주년, KRISS 창립 50주년을 기념하는 특별전 '단위와 양자 나라의 앨리스: 큐빗(Cubit)에서 큐비트(Qubit)까지'가 개최됐다.

이번 전시는 세계 각국의 측정 단위의 역사와 중요성, 양자역학의 개념과 KRISS의 양자기술 성과물을 앨리스 동화 속 캐릭터의 귀여운 이미지로 풀어낸 것이 특징이다.

전시는 크게 '단위나라(Units Land)'와 '양자나라(Quantum Land)'로 구성됐다. Zone 1 '단위나라: 세상을 측정하다!'에서는 인류 문명 발전의 근간이 된 측정 단위의 역사를 소개했다. Zone 2 '양자나라: 보이지 않는 세상을 이해하다!'에서는 양자역학의 핵심 원리와 활용 분야, 그리고 KRISS의 양자과학기술 연구성과를 캐릭터와 스토리에 담아 쉽고 흥미롭게 소개한다.

관람객들은 마지막으로, 이번 특별전을 기획하게 된 계기가 된 미터협약 150주년, 양자역학 100주년, KRISS 창립 50주년을 소개하는 내용을 통해, 2025년이 과학기술적으로 특별히 의미 있는 해임을 알 수 있다.

한편, 8월 12일 KRISS 특별전 개막일에는 KRISS 이호성 원장이 국립과천과학관을 방문하여 국립과천과학관 한형주 관장과 접견하고 특별전을 함께 관람하는 시간을 가졌다. 이날 양 측은 과학기술 대중화를 위한 지속적인 협력 방안도 논의하였다.



배경훈 과학기술정보통신부 장관, KRISS 방문

지난 8월 21일, 과학기술정보통신부 배경훈 장관이 KRISS 물리동 테라스에서 열린 '퀀텀 프론티어 전략대화'에 참석했다. 배 장관은 7월 취임 이후 첫 정부출연연구기관 방문으로 KRISS를 찾았다. 이번 대화에서는 양자법 시행에 따라 올해 말까지 수립 예정인 '양자과학기술 및 양자 산업 육성에 관한 종합계획'에 대한 의견수렴이 이루어졌다. 배 장관은 모두발언에서 AI 산업계 전문가 출신으로서 기존 GPU, NPU의 연산 방식 및 전력 소모량과 같은 한계를 어떻게 극복할 것인지에 대한 고민을 언급했다. 간담회에는 양자과학기술을 수행하고 있는 주요 산 · 학 · 연 대표자들이 참석해 심도 있는 토론을 이어갔다. 참석자들은 △ 글로벌 공급망 진입을 위한 양자 소부장 기업 육성 △ 소프트웨어 활용시장 선점 △ 전문인력 양성 등을 주요 과제로 제안하였다.이번 전략대화와 간담회에 앞서, 배 장관은 KRISS의 양자기술 주요 연구실을 현장 방문하는 시간을 가졌다. KRISS 초전도양자컴퓨팅시스템 연구실에서는 지난해 개발한 20큐비트 양자컴퓨팅 시스템을 소개하며, 클라우드 서비스를 통해 산업계 등에 제공할 예정임을 설명했다. 양자통신 연구실에서는 사이버보안 양자기술에 대한 소개가 이어졌다. 특히, 보안기술연구소(NSR)와 협력하여 세계 최초로 양자직접통신 시험망을 구축해 비밀키 보안 문제를 해결한 사례가 주요 성과로 소개되었다.

KRISS, 한-캐나다 과학기술학술대회(CKC 2025)에서 양자기술 포럼 개최

KRISS 대표단은 캐나다와의 양자기술분야 협력 확대를 위해 7월 28일부터 31일까지 개최된 한-캐나다 과학기술학술대에 참석하였다. 29일 진행된 과학기술혁신포럼(STI Forum)에서는 '글로벌 협력의 진화: 기관 중심의 전략과 실천'을 주제로 정부출연연구기관장 및 여러 기관대표들이 발표를 진행하였다. 30일에는 KRISS 주관으로 '양자기술 포럼'을 개최하였다. KRISS는 양자 분야 연구 성과 및 각 연구 사업단에 대해 발표하였으며, 캐나다 셔브룩 대학교, DistriQ의 연구자가 양자 분야 연구 현황을 소개하였다. 31일에는 퀘벡주에 소재한 양자 연구기관(IQ, DistriQ, C2MI)과의 면담을 진행하였다. 양 기관은 IQ의 공동장비 기반 실험 시스템, 산업 밀착형 인재 양성, 양자 스타트업 창출 구조에 대해 심도 있는 토론을 하였다. DistriQ는 캐나다 퀘벡주 셔브룩(Sherbrooke)에 위치한 양자 혁신 중심지로, KRISS는 DistriQ와 지난 6월 업무협약(MOU)을 체결하였으며, 양 기관은 후속 협력을 논의하는 시간을 가졌다. C2MI는 캐나다 퀘벡주 브로몽에 위치한 퀘벡 반도체 클러스터로, 특수반도체 및 양자기술 분야에서의 혁신적인 연구 및 상용화 촉진을 위한 학계 · 산업계와의 협력 생태계를 구축하고 있다. 이번 CKC 2025 방문을 계기로 AKCSE* 와 KRISS 간의 협력 강화를 위해 NRC*의 신호민 박사가 KRISS의 과학기술대사(S&D Ambassador)로 임명되었다.

* The Association of Korean-Canadian Scientists and Engineers, 캐나다한인과학기술자협회

* National Research Council Canada

KRISS는 독자 여러분의 관심과 참여로 만들어집니다.
소통하는 사보 KRISS가 되도록 함께 해주세요!

2025 Vol.2 독자의견

이춘림

사과나무어린이집 아이들이 삐뚤빼뚤 써 내려간 KRISS 창립 50주년 축하 엽서를 보고 있노라니, 저도 모르게 절로 함박웃음이 지어집니다. '과학이 세상을 바꾸고, 보육이 사람을 키운다'는 철학으로 더 행복하고 더 따뜻한 KRISS를 만들어가는 사과나무어린이집의 내일을 응원합니다!^^

여진호

〈세상의 모든 길이를 하나로 잇다〉를 읽고 오늘날 우리가 물건의 길이를 재는데 쓰는 미터의 역사는 결코 만만치 않았으며, 프랑스 혁명정부가 북극에서 적도까지 자오선 길이의 천만 분의 1을 1 m로 정했고 나폴레옹이 집권한 뒤 프랑스 전역에서 사용하고 17개국 대표들이 미터협악을 체결했으며 국제도량형국이 설립되었고 1983년에 빛이 진공에서 1/299,792,458초 동안 진행하는 거리로 새롭게 제정해왔음을 엿보게 되었습니다.

이지훈

KRISS 내의 다양한 연구부서와 함께 그곳에서 일하시는 연구원들의 면면과 과학자로서 가지고 있는 가치관은 무엇인지 두루두루 잘 살펴본 기회가 된 것 같네요.

유재범

과학의 모든 분야를 아우르는 가장 정교하고 오래된 측정과학의 신비와 매력에 대해 잘 전달해준 KRISS 여름호였습니다. 기회가 된다면 측정이 어떻게 인류를 발전시키고 역사를 지배했는지에 관한 역사 이야기 들려주시면 좋을 것 같습니다.

2025 Vol.3 독자의견

「KRISS」는 여러분의 소중한 의견을 기다립니다.
「KRISS」 여름호를 읽고 느끼신 좋았던 점, 아쉬웠던 점, 바라는 점을 자유롭게 남겨주세요.
추첨을 통해 소정의 선물을 보내드립니다.
(휴대기기로 QR코드를 스캔하면 독자 의견 작성 페이지로 연결됩니다.)

2025 KRISS 사진 공모 선정작

구름 속의 찬란한 약속

글로벌협력센터 | 김혜민

추운 12월의 어느 오후, 구부정한 허리를 펴기 위해 잠시 밖으로 나왔습니다. 그때, 갑자기 눈앞에 펼쳐진 찬란한 하늘이 '이 순간을 놓치지 마세요!'라고 속삭이는 듯한 느낌을 받았어요. 그리고 그때, 고요한 연구소의 풍경이 갑자기 멋진 그림처럼 다가왔습니다.
이 하늘의 빛은 KRISS의 미래가 기준을 제시하고 이끄는 찬란한 빛이 될 것임을 암시한다고 생각합니다. 이 사진을 찍을 때, '앞으로의 50년을 한 줄기 빛처럼 찬란하게!' 라는 마음을 가득 담았어요.

달과 토성의 KRISS 50주년 축하 Rendezvous

시설실 | 남종빈

달과 토성은 약 50년 주기로 가장 가까이 접근합니다. 이 사진은 2024년 12월 8일 밤, 연구원 103동 건물 옥상에서 촬영한 달과 토성의 만남(Rendezvous) 사진으로서 KRISS의 50주년을 미리 기념하는 듯했습니다. 확대해서 보면 이처럼 토성의 고리도 희미하게 보였습니다. 다음번 만남은 2075년 8월, 바로 KRISS 100주년이 되는 해입니다!

RECYCLED PAPER
PRINTED WITH SOY INK
이 사보는 친환경 종이와 콩기름 인쇄로
제작되어 지구 환경 보호에 앞장섭니다.